



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 696 32 620 T2 2005.10.20**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 777 386 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **696 32 620.5**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **96 111 426.1**

(96) Europäischer Anmeldetag: **16.07.1996**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **04.06.1997**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **02.06.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **20.10.2005**

(51) Int Cl.7: **H04N 7/26**
H04N 7/34

(30) Unionspriorität:

22409295 31.08.1995 JP

29132995 09.11.1995 JP

(73) Patentinhaber:

Mitsubishi Denki K.K., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:

**PFENNING MEINIG & PARTNER GbR, 80336
München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, DK, FR, GB, IT

(72) Erfinder:

**Kimura, Tomohiro, Tokyo 100, JP; Ueno, Ikuro,
Tokyo 100, JP; Yanagiya, Taichi, Tokyo 100, JP;
Yoshida, Masayuki, Tokyo 100, JP; Ono, Fumitaka,
Tokyo 100, JP; Tanabe, Naoto, Tokyo 100, JP**

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Kodierung und Dekodierung eines Bildes**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung(1) Bestimmen und Codieren von $V = 0$

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

1. Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Codieren und Decodieren eines Bildes.

2. Beschreibung des Standes der Technik

[0002] Es wird eine Beschreibung eines herkömmlichen Codier-Decodierschemas gegeben, genauer gesagt, eine allgemein bekannte Technik des verlustlosen Codierens eines Mehrpegelbildes.

[0003] Als eine herkömmliche Technik zum verlustlosen Codieren eines Mehrpegelbildes ist ein internationaler Standard von "Unabhängige Funktion", angegeben in ITU-T-Empfehlung T.81 (JPEG) bekannt. Dies ist ein Differenzimpuls-Codemodulation(DPCM)-Codierschema für Entropiecodierung eines Vorhersagefehlersignals eines der Codierung unterworfenen Pixels, bei dem das Entropiecodierschema gewählt sein kann zwischen Huffman-Codierung oder arithmetischer Codierung (QM-Codierer). Hier wird eine Beschreibung eines Schemas gegeben, das arithmetische Codierung verwendet, die einen hohen Codierwirkungsgrad hat. Blockschaltbilder dieser Codier/Decodier-Prozesse sind in den [Fig. 48](#) und [Fig. 49](#) gezeigt.

[0004] Zuerst wird eine Beschreibung eines Codierprozesses gegeben. In [Fig. 48](#) speichert ein Bildzeilenspeicher **101** ein zu codierendes Mehrpegelbild und gibt das Codierpixel und ein oder mehrere gespeicherte Pixel in der Nähe dieses Codierpixels als ein Bezugspixel aus. Eine Vorhersagevorrichtung **102** sagt das Codierpixel in einer Zeile enthaltend das Codierpixel (X), das in dem Bildzeilenspeicher **101** gespeichert ist, und in einer derselben vorhergehenden Zeile vorher. Wie in [Fig. 50](#) gezeigt ist, wird die Vorhersage bewirkt durch Bezugnahme auf Pixel in der Nähe des Codierpixels X. Zu dieser Zeit wird als eine Funktion für die Vorhersage nur eine Funktion aus sieben Arten von Funktionen (feste Vorhersagefunktionen) zu der Zeit der Codierung eines Schirms ausgewählt, wie in [Fig. 50](#) gezeigt ist. Dann wird ein Vorhersagefehler V zwischen dem Codierpixel X und einem Vorhersagewert P, der von der Vorhersagevorrichtung **102** erhalten wurde, durch $X - P$ bestimmt und durch eine binärisierende Transformationsvorrichtung **103** eine binäre Symbolkette (0/1) transformiert. In der binärisierenden Transformationsvorrichtung **103** wird der Vorhersagefehler V in die binäre Symbolkette (0/1) gemäß der nachfolgend gezeigten Prozedur transformiert, und Codewörter werden durch binäre arithmetische Codierung in einem arithmetischen Codierer **104** zugewiesen.

[0005] Wenn $V = 0$, wird 0 codiert, und die Codierung des gegenwärtigen Pixels endet, worauf der Vorgang zu einem nachfolgenden Pixel fortschreitet.

[0006] Wenn $V \neq 0$, wird 1 codiert, und der Vorgang geht zu dem Verarbeitungsschritt (2) und nachfolgenden Schritten weiter.

(2) Bestimmung und Codierung des positiven/negativen Vorzeichens von V

[0007] Wenn $V > 0$, wird 0 codiert, und wenn $V < 0$, wird 1 codiert.

(3) Codieren der Gruppennummer

[0008] Die Nummer einer Gruppe (siehe [Fig. 51](#)), zu der $Sz = |V| - 1$ gehört, wird binärisiert und codiert. D. h., in einer aufsteigenden Reihenfolge beginnend mit der Gruppennummer 0, wird 1 codiert, wenn Sz nicht zu einer Gruppe gehört, und 0 wird codiert, wenn es dies tut. Beispielsweise wird in dem Fall der Gruppennummer 3 1110 codiert.

(4) Codieren von zusätzlichen Bits (angewendet auf die Gruppennummer **2** und nachfolgende Gruppennummern)

[0009] Zusätzliche Bits, die anzeigen, welchen Wert Sz in der Gruppe darstellen, werden codiert. D. h., Bits entsprechend der Anzahl von zusätzlichen Bits (siehe [Fig. 51](#)), beginnend mit dem Bit niedrigster Ordnung, wenn Sz in natürlicher binärer Schreibweise ausgedrückt wird, werden aufeinander folgend codiert, beginnend mit dem Bit höchster Ordnung hier von (die Codierung ist für die Gruppennummern 0 und 1 nicht erforderlich).

[0010] Wenn die Codierung der Binärsymbolkette (0/1) in dem arithmetischen Codierer **104** durchgeführt wird, ist es erforderlich, die Wahrscheinlichkeit der Erzeugung von 0 oder 1 in jedem Symbol vorherzusagen und die Codierung zu bewirken, die die zweckmäßigste für dieses Symbol ist. Aus diesem Grund wird der Kontext jedes Symbols durch einen Kontextgenerator **105** erzeugt auf der Grundlage des Zustands eines Pixels, das dem Codierpixel X benachbart ist, sowie der Bedingungen, unter denen die Binärsymbolkette durch die binärisierende Transformationsvorrichtung **103** erzeugt wurde. Durch Eingabe des Kontexts und der Symbole in den arithmetischen Codierer **104** werden Wahrscheinlichkeitsparameter, die die Vorhersagewahrscheinlichkeit darstellen, für jeden Kontext gespeichert, um die Codierung wirksam zu bewirken.

[0011] [Fig. 52](#) zeigt ein Verfahren zum Erzeugen des Kontext durch den Kontextgenerator **105**, in dem

Gebrauch von jeder bestimmenden Bedingung, die durch die binärisierende Transformationsvorrichtung **103** erhalten wurde, gemacht wird. Weiterhin wird zu dieser Zeit der Vorhersagefehler (V) eines Vorhersagewertes von dem Codierpixel X vorher in einem Vorhersagefehlerspeicher **106** gespeichert, und der Kontext wird unterschieden auf der Grundlage der relativen Größe des Fehlers, der anhand [Fig. 53](#) bestimmt ist. Somit wird hinsichtlich des Codiervorgangs die Codierung eines Schirms bewirkt durch Wiederholen der vorbeschriebenen Verarbeitung, bis kein zu codierendes Pixel vorhanden ist.

[0012] Als Nächstes wird eine Beschreibung des Decodiervorgangs mit Bezug auf [Fig. 49](#) gegeben. Während der Decodierung wird ein Vorgang, der dem Codiervorgang entgegengesetzt ist, grundsätzlich durchgeführt. Die zu decodierenden codierten Daten werden in einen arithmetischen Decodierer **108** eingegeben und in eine Binärsymbolkette (0/1) decodiert (es wird angenommen, dass das gegenwärtige Pixel beginnen mit S_0 decodiert wird und sein i-tes Symbol wir als S_i gesetzt). Als Nächstes wird dieses Binärsymbolkette in eine Mehrpegel-Transformationsvorrichtung **107** eingegeben und gemäß der folgenden Prozedur in den Vorhersagefehler (V) transformiert.

(1) Decodieren von S_0 und Bestimmen von $V = 0$

[0013] Wenn $S_0 = 0$, wird angenommen, dass der Vorhersagefehler $V = 0$, und die Decodierung des gegenwärtigen Pixel ist beendet.

[0014] Wenn $S_0 = 1$, geht der Vorgang zu dem Verarbeitungsschritt (2) und nachfolgenden Schritten weiter.

(2) Decodieren von S_1 und Bestimmung des positiven/negativen Vorzeichens von V

[0015] Wenn $S_1 = 0$, wird beurteilt, dass $V > 0$: Wenn $S_1 = 1$, wird beurteilt, dass $V < 0$.

(3) Decodieren und Transformieren in die Gruppennummer

[0016] Die Nummer der Gruppe d (siehe [Fig. 51](#)) zu der $S_z = |V| - 1$ gehört, wird anhand des binären Symbols von S_2 und nachfolgender Symbole bestimmt. D. h., die Decodierung wird wiederholt, bis das Symbol 0 erfasst wird, und die Anzahl von Symbolen 1, die sich von S_2 fortsetzen, ist die Gruppennummer (als GN angenommen). Wenn beispielsweise die Binärsymbolkette für die Bestimmung der Gruppennummer gleich 1110 ist, ist die Gruppennummer gleich 3.

(4) Decodieren und Transformieren in S_z (angewendet auf die Gruppennummer 2 und nachfolgende Gruppennummern)

[0017] Eine Bestimmung wird dahingehend durchgeführt, welchen Wert S_z in der Gruppe darstellt, auf der Grundlage des Umstandes, dass eine Binärsymbolkette entsprechend der Anzahl von zusätzlichen Bits (siehe [Fig. 51](#)) von S_{3+GN} und nachfolgenden Symbolen der Anzahl von zusätzlichen Bits beginnend mit dem Bit niedrigster Ordnung entspricht, wenn S_z in natürlicher binärer Schreibweise ausgedrückt wird (die Bestimmung ist nicht erforderlich für die Gruppennummern 0 und 1).

[0018] Zu dieser Zeit wird der Vorhersagefehler (V), der durch die Mehrpegel-Transformationsvorrichtung **107** erhalten wurde, in dem Vorhersagefehlerspeicher als ein Fehlerwert in der Nähe des zu decodierenden Pixels in derselben Weise wie bei dem Codiervorgang gespeichert, und der Kontextgenerator **105** erzeugt einen Kontext, der für den arithmetischen Decodierer **108** zu der Zeit der Decodierung erforderlich ist. Dann kann hinsichtlich des durch die Mehrpegel-Transformationsvorrichtung **107** erhaltenen Vorhersagefehlers (V), da der Wert des bereits decodierten benachbarten Pixels als ein Pixelwert vor dem der Decodierung unterzogenen Pixel in einem Bildzeilenspeicher **101d** gespeichert ist, der Wert des der Decodierung unterzogenen Pixels aus $X = P + V$ für den durch die Vorhersagevorrichtung **102** erhaltenen Vorhersagewert P in derselben Weise wie bei dem Decodiervorgang bestimmt werden. Somit wird hinsichtlich des Decodiervorgangs die Decodierung eines Schirms bewirkt durch Wiederholen der vorbeschriebenen Verarbeitung, bis kein zu decodierendes Pixel mehr vorhanden ist.

[0019] Bei der vorbeschriebenen herkömmlichen Bildcodier-/decodiervorrichtung ist, da ein Bild vorhergesagt wird durch Verwendung einer festen Vorhersagefunktion bei einer Abtastung, das Verfahren nicht notwendigerweise geeignet für einen Verteilungszustand von Pixeln in einem lokalen Bildbereich, so dass das Problem aufgetreten ist, dass der Codier- und Decodierwirkungsgrad abnimmt. Zusätzlich muss in dem Fall des Vorhersagefehlers, der entropiecodiert oder -decodiert ist, die Zerlegung oder Zusammensetzung durchgeführt werden auf der Grundlage der Nullbestimmung des Vorhersagefehlers, der Bestimmung von Positiv und Negativ, der Bestimmung einer Gruppe und der Bedeutung von zusätzlichen Bits, und ein Binärsignal mit einer festen Länge muss für jede bestimmte Gruppe codiert oder decodiert werden. Daher bestand das Problem, dass der Verarbeitungswirkungsgrad beim Codieren und Decodieren abnimmt.

[0020] EP-A-0 245 621 offenbart bereits eine Codiervorrichtung, die Pixelausgabemittel zum Ausge-

ben eines Zielcodierpixels und eines Bezugspixels in der Nähe hiervon, Mittel zum Bestimmen eines Pixelwertes des Bezugspixels, Vorhersagewert-Ausgabemittel zum Bestimmen eines Vorhersagewertes auf der Grundlage des Bezugspixels, Vergleichsmittel zum Vergleichen des Vorhersagewertes und eines Wertes des Zielcodierpixels, und zum Ausgeben eines Vergleichsergebnisses, Kontexterzeugungsmittel zum Erzeugen eines Kontexts für das Zielcodierpixel und Codiermittel zum Codieren des Vergleichsergebnisses der Vergleichsmittel auf der Grundlage des erzeugten Kontextes aufweist.

[0021] S. Todd et al.: "Parameter Reduction and Context Selection for Compression of Gray-Scale Images", British Journal of Photography, Band 29, Nr. 2, 1. März 1985, Seiten 188–193, XP 000563279, beschreiben die Verdichtung von Mehrpegel-Bilddaten durch vernünftige Auswahl der Vorhersagevorrichtung und der Bedingungszustände oder des Kontextes, die bestimmen, welche Wahrscheinlichkeitsverteilung für den Vorhersagefehler zu verwenden ist. Eine kosteneffektive Maßnahme wird hinsichtlich zweiter Probleme durchgeführt, nämlich erstes die Anzahl von Codierparametern zum Beschreiben einer Verteilung, wenn mehrere Kontexte einbezogen sind, zu reduzieren, und zweitens Kontexte zu wählen, für die Veränderungen in der Vorhersage von Fehlerverteilungen erwartet werden. Das erste Problem wird gelöst durch eine Teilung des Bereichs von Werten der Ergebnisse in Äquivalenzklassen. Das Ergebnis ist eine spezielle Zersetzung des Fehlerbereichs. Die Wahrscheinlichkeiten eines Wertes innerhalb einer Äquivalenzklasse werden als unabhängig von dem Kontext angenommen, wodurch die Anzahl von einbezogenen Codierparametern herabgesetzt wird. Das Aufzeichnungsproblem wird gelöst durch Verwendung der Äquivalenzklassen der umgebenden Pixel als Komponenten der Aufbereitungsklasse. Die Äquivalenzklassenwerte haben die gewünschten Eigenschaften, die für die Fehlerverteilungen benötigt wird.

[0022] EP-A-0 272 505 zeigt ein Differenzimpuls-Codemodulations(DPCM)-Datenverdichtungssystem, bei dem ein vorhergesagter Wert P von einem Eingangssignalwert X subtrahiert wird, um einen Differenzsignalwert zu erhalten, der zu quantisieren ist, welches System aufweist: mehrere auswählbare Quantisierer zum Quantisieren eines Differenzsignal-eingangs; mehrere auswählbare Vorhersage-Berechnungsvorrichtungen; Entropiecodiermittel zum Erzeugen von Codeausgängen in Abhängigkeit von Entscheidungseingängen und Zustandseingängen, wobei die Zustandseingänge einen Kontext für die empfangenen Entscheidungseingänge vorsehen; Aktivitätsanzeigemittel zum Anzeigen des Pegels der Eingangssignalaktivität auf der Grundlage der quantisierten Differenzhistorie; erste Auswahlmittel, die das Ausgangssignal der Aktivitätsanzeigemittel als

Eingangssignal empfangen, zum Auswählen eines der Quantisierer auf der Grundlage des Aktivitätsanzeig-Ausgangssignals; und zweite Auswahlmittel, die das Ausgangssignals der Aktivitätsanzeigemittel als Eingangssignal empfangen, zum Auswählen als Vorhersagewert P das Ausgangssignal eines der Vorhersage-Berechnungsvorrichtungen auf der Grundlage des Aktivitätsanzeig-Ausgangssignals; wobei die Entropiecodiermittel das Ausgangssignal der Aktivitätsanzeigemittel als ein Zustandseingangssignal hiervon empfangen.

[0023] Weiterhin offenbart die US-A-5 297 220 ein Bildverarbeitungssystem für die Bildverdichtung und -dehnung, die einen Schablonenerzeugungsteil enthält für die Erzeugung einer Schablone von einem Bild mit Bezug auf ein Zielpixel in dem Bild, wobei die Schablone eine vorgeschriebene Anzahl von Bezugspixeln enthält, die aus den dem Zielpixel auf mehreren Abtastzeilen enthaltend eine gegenwärtige Abtastzeile vorhergehenden Pixeln ausgewählt sind, die Bezugspixel jeweilige Farben, die erfasst wurden, haben, einen Speicherteil zum Speichern der Farben der Bezugspixel in der Schablone, und einen Zustandsindexdetektor zum Erfassen eines Zustandsindexes der Schablone von den Farben der Bezugspixel durch Bezugnahme auf eine Zustandsindex-tabelle, in der eine Zuordnung zwischen Werten des Zustandsindexes und Zuständen von Farben der Bezugspixel vorbestimmt sind, so dass das Bild in ein verdichtetes Bild codiert wird und das verdichtete Bild in ein wiedergewonnenes Bild decodiert wird entsprechend dem so erfassten Zustandsindex der Schablone.

[0024] Darüber hinaus ist aus der JP-A-6 121 175 eine Bildverarbeitungsvorrichtung bekannt, die einen Blockbildungsabschnitt zum Teilen eines Eingangsbildes in mehrere Blöcke jeweils bestehend aus $N1 \times N2$ ($N1, N2$: positive ganze Zahlen) Bildelemente; einen Blockattribut-Bestimmungsabschnitt zum Bestimmen eines Attributs von jedem Block, wobei das Attribut definiert ist als einen von einem flachen Bereich mit im Wesentlichen keiner Dichteänderung in jedem Block, einem semiflachen Bereich mit einer binären Dichteverteilung in jedem Block, und einem Kantenbereich mit einer starken Dichteänderung in jedem Block; einen ersten Codierabschnitt zum Codieren jedes Blocks des flachen Bereichs; einen zweiten Codierabschnitt zum Codieren jedes Blocks des semiflachen Bereichs; einen dritten Codierabschnitt zum vorhersagenden Codieren der Bildelemente in jedem Block des Kantenbereichs; einen vierten Codierabschnitt zum Codieren des durch den Blockattribut-Bestimmungsabschnitt bestimmten Attributs; und einen Codezusammensetzabschnitt zum Zusammensetzen von durch den ersten bis vierten Codeabschnitt erhaltenen Codes. Demgemäß kann eine Bildqualität, Verdichtungsrate, Verarbeitungszeit usw. weiter verbessert werden.

[0025] Schließlich beschreibt die EP-A-0 755 155, die auf einer früheren Anmeldung beruht, ein Codier-/Decodiersystem mit verlustloser Bildverdichtung mit einer Kontextbestimmungsschaltung und einem Codetabellengenerator. Die Bildverdichtungsschaltung verwendet den Kontext eines zu codierenden Pixels, um den Wert des Pixels vorherzusagen, und bestimmt einen Vorhersagefehler. Die Bildverdichtungsschaltung enthält eine Kontextquantisierungs Vorrichtung, die den Kontext von Pixeln quantisiert. Die Bildverdichtungsschaltung zählt die Fehlerwerte für jeden quantisierten Kontext und verwendet diese Zählwerte, um kontextspezifische Codiertabellen für jeden quantisierten Kontext zu erzeugen. Wenn er ein besonderes Pixel codiert, sieht der Codierer nach dem Vorhersagefehler in der kontextspezifischen Codiertabelle für den Kontext des Pixels und codiert diesen Wert. Um ein Bild zu dehnen, bestimmt die Dehnungsvorrichtung und quantisiert den Kontext jedes Pixels bei der Decodierung. Die Dehnungsvorrichtung verwendet dieselben Pixel wie die Verdichtungsvorrichtung, um den Kontext zu bestimmen. Die Dehnungsvorrichtung ruft den Fehlerwert entsprechend dem codierten Pixel aus der kontextspezifischen Codiertabelle ab. Die Dehnungsvorrichtung verwendet eine Vorhersagevorrichtung, um den Wert des Pixels auf der Grundlage des Kontexts vorherzusagen und fügt den Fehlerwert hinzu, um den tatsächlichen Wert des Pixels zu bestimmen. Bei einem Ausführungsbeispiel verwendet die Bildverdichtungsvorrichtung eine alphabetische Dehnung, eingebettet in ihr Kontextmodell, in Kontexten mit niedrigem Gradienten, um die Redundanz der Codierung herabzusetzen.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0026] Die vorliegende Erfindung wurde gemacht, um die vorbeschriebenen Probleme zu überwinden, und ihre Aufgabe besteht darin, eine Codier- und eine Decodier Vorrichtung sowie ein Codier- und ein Decodierverfahren vorzusehen, die es ermöglichen, den Codier- und Decodierwirkungsgrad ohne Informationsverlust zu verbessern.

[0027] Diese Aufgabe gemäß der Erfindung wird gelöst durch eine Codier Vorrichtung enthaltend die Merkmale des Anspruchs 1, ein Codierverfahren enthaltend die Merkmale des Anspruchs 2, eine Decodier Vorrichtung enthaltend die Merkmale des Anspruchs 3, ein Decodierverfahren enthaltend die Merkmale des Anspruchs 4, eine Codier- und Decodier Vorrichtung enthaltend die Merkmale des Anspruchs 5 und ein Codier- und Decodierverfahren enthaltend die Merkmale des Anspruchs 6. Bevorzugte Ausführungsbeispiele sind in den jeweiligen Unteransprüchen definiert.

[0028] Gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung weist eine Codier Vorrichtung auf:

Pixelausgabemittel zum Ausgeben eines Zielcodierpixels und mehrerer Bezugspixel in dessen Nähe;
Vorhersagewert-Ausgabemittel zum Bestimmen eines Vorhersagewertes auf der Grundlage der mehreren Bezugspixel;
Vergleichsmittel zum Vergleichen des Vorhersagewertes und eines Wertes des Zielcodierpixels und zum Ausgeben eines Vergleichsergebnisses;
Kontexterzeugungsmittel zum Erzeugen eines Kontextes für das Zielcodierpixel;
Codiermittel zum Codieren des Vergleichsergebnisses der Vergleichsmittel auf der Grundlage des erzeugten Kontextes; und
Pixelverteilungs-Erfassungsmittel zum Bestimmen von Pixelwerten der Bezugspixel und zum Erfassen eines Pixelverteilungszustands der Bezugspixel auf der Grundlage der bestimmten Pixelwerte; worin die Vorhersagewert-Ausgabemittel den Vorhersagewert auf der Grundlage des erfassten Pixelverteilungszustands und der Bezugspixel bestimmen; und die Pixelverteilungs-Erfassungsmittel einen maximalen Wert und einen minimalen Wert der mehreren Bezugspixel bestimmen, einen Durchschnittswert des maximalen Wertes und des minimalen Wertes bestimmen, die jeweiligen Bezugspixelwerte mit dem Durchschnittswert vergleichen, um Vergleichsergebnisse zu erzeugen, eine Grenze in dem Zielcodierpixel und den Bezugspixeln auf der Grundlage der Vergleichsergebnisse erfassen und den Pixelverteilungszustand auf der Grundlage der erfassten Grenze erfassen.

[0029] Gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung weist ein Codierverfahren auf: Ausgeben eines Zielcodierpixel und mehrerer Bezugspixel in dessen Nähe;
Bestimmen eines maximalen Wertes und eines minimalen Wertes der mehreren Bezugspixel, Bestimmen eines Durchschnittswertes des maximalen Wertes und des minimalen Wertes, Vergleichen der jeweiligen Bezugspixelwerte mit dem Durchschnittswert, um Vergleichsergebnisse zu erzeugen, Erfassen einer Grenze in dem Zielcodierpixel und den Bezugspixeln auf der Grundlage der Vergleichsergebnisse, und Erfassen eines Pixelverteilungszustands auf der Grundlage der erfassten Grenze;
Bestimmen eines Vorhersagewertes auf der Grundlage des erfassten Pixelverteilungszustands und der Bezugspixel;
Vergleichen des Vorhersagewertes und eines Wertes des Zielcodierpixels und Ausgeben eines Vergleichsergebnisses;
Erzeugen eines Kontextes für das Zielcodierpixel; und Codieren des Vergleichsergebnisses der Vergleichsmittel auf der Grundlage des erzeugten Kontextes.

[0030] Gemäß dem dritten Aspekt der Erfindung weist eine Decodier Vorrichtung auf:
Pixelausgabemittel zum Ausgeben mehrerer Be-

zugspixel vor dem Decodieren eines Pixels und zum Speichern eines decodierten Pixelwertes;
 Vorhersagewert-Ausgabemittel zum Bestimmen eines Vorhersagewertes auf der Grundlage der Bezugspixel;
 Kontexterzeugungsmittel zum Erzeugen eines Kontextes des decodierten Pixelwertes;
 Decodiermittel zum Decodieren eines codierten Signals auf der Grundlage des erzeugten Kontextes und zum Erzeugen eines vielwertigen Signals auf der Grundlage eines decodierten Signals;
 Decodiersteuermittel zum Bewirken, dass die Pixelausgabemittel den Vorhersagewert der Vorhersagewert-Ausgabemittel als den decodierten Pixelwert speichern, wenn ein Signal erfasst wird, das Koinzidenz von dem vielwertigen Signal der Decodiermittel anzeigt; und
 Pixelverteilungs-Erfassungsmittel zum Bestimmen von Pixelwerten der Bezugspixel und zum Erfassen eines Pixelverteilungszustands der Bezugspixel auf der Grundlage der bestimmten Pixelwerte; worin die Vorhersagewert-Ausgabemittel den Vorhersagewert auf der Grundlage des erfassten Pixelverteilungszustands und der Bezugspixel bestimmen, und die Pixelverteilungs-Erfassungsmittel einen maximalen Wert und einen minimalen Wert der mehreren Bezugspixel bestimmen, einen Durchschnittswert des maximalen Wertes und des minimalen Wertes bestimmen, die jeweiligen Bezugspixelwerte mit dem Durchschnittswert vergleichen, um Vergleichsergebnisse zu erzeugen, eine Grenze in dem Zielcodierpixel und den Bezugspixeln auf der Grundlage des Vergleichsergebnisses erfassen und den Pixelverteilungszustand auf der Grundlage der erfassten Grenze erfassen.

[0031] Gemäß dem vierten Aspekt der Erfindung weist ein Decodierverfahren auf:
 Ausgeben mehrerer Bezugspixel vor der Decodierung eines Pixels;
 Bestimmen eines maximalen Wertes und eines minimalen Wertes der mehreren Bezugspixel, Bestimmen eines Durchschnittswertes des maximalen Wertes und des minimalen Wertes, Vergleichen der jeweiligen Bezugspixelwerte mit dem Durchschnittswert, um Vergleichsergebnisse zu erzeugen, Erfassen einer Grenze in dem Zielcodierpixel und den Bezugspixeln auf der Grundlage der Vergleichsergebnisse, und Erfassen des Pixelverteilungszustands auf der Grundlage der erfassten Grenze;
 Bestimmen eines Vorhersagewertes auf der Grundlage des erfassten Pixelverteilungszustands und der Bezugspixel;
 Erzeugen eines Kontextes für einen decodierten Pixelwert;
 Decodieren eines codierten Signals auf der Grundlage des erzeugten Kontextes und Erzeugen eines vielwertigen Signals auf der Grundlage des decodierten Signals; und
 Verwenden des Vorhersagewertes als den decodier-

ten Pixelwert, wenn ein Signal erfasst wird, das Koinzidenz von dem vielwertigen Signal anzeigt.

[0032] Gemäß dem fünften Aspekt der Erfindung weist eine Codier- und Decodiervorrichtung auf:
 eine Codiervorrichtung, die aufweist:
 Pixelausgabemittel zum Ausgeben eines Zielcodierpixels und mehrerer Bezugspixel in dessen Nähe;
 Pixelverteilungs-Erfassungsmittel zum Bestimmen eines maximalen Wertes und eines minimalen Wertes der mehreren Bezugspixel, Bestimmen eines Durchschnittswertes des maximalen Wertes und des minimalen Wertes, Vergleichen der jeweiligen Bezugspixelwerte mit dem Durchschnittswert, um Vergleichsergebnisse zu erzeugen, Erfassen einer Grenze in dem Zielcodierpixel und den Bezugspixeln auf der Grundlage der Vergleichsergebnisse, und Erfassen des Pixelverteilungszustands auf der Grundlage der erfassten Grenze;
 Vorhersagewert-Ausgabemittel zum Bestimmen eines Vorhersagewertes auf der Grundlage des erfassten Pixelverteilungszustands und der Bezugspixel; und
 Vergleichsmittel zum Vergleichen des Vorhersagewertes und eines Wertes des Zielcodierpixels, und Ausgeben eines Vergleichsergebnisses;
 Kontexterzeugungsmittel zum Erzeugen eines Kontextes für das Zielcodierpixel; und
 Codiermittel zum Codieren des Vergleichsergebnisses der Vergleichsmittel auf der Grundlage des erzeugten Kontextes, und Ausgeben eines codierten Signals zu einer Übertragungsleitung; und
 eine Decodiervorrichtung, die aufweist:
 Pixelausgabemittel zum Ausgeben mehrerer Bezugspixel vor dem Decodieren eines Pixels und zum Speichern eines decodierten Pixelwertes;
 Pixelverteilungs-Erfassungsmittel zum Bestimmen eines maximalen Wertes und eines minimalen Wertes der mehreren Bezugspixel, Bestimmen eines Durchschnittswertes des maximalen Wertes und des minimalen Wertes, Vergleichen der jeweiligen Bezugspixelwerte mit dem Durchschnittswert, um Vergleichsergebnisse zu erzeugen, Erfassen einer Grenze in dem Zielcodierpixel und den Bezugspixeln auf der Grundlage der Vergleichsergebnisse, und Erfassen des Pixelverteilungszustands auf der Grundlage der erfassten Grenze;
 Vorhersagewert-Ausgabemittel zum Bestimmen eines Vorhersagewertes auf der Grundlage des erfassten Pixelverteilungszustands und der Bezugspixel;
 Kontexterzeugungsmittel zum Erzeugen eines Kontextes für den decodierten Pixelwert;
 Decodiermittel zum Decodieren eines codierten Signals auf der Übertragungsleitung auf der Grundlage des erzeugten Kontextes, und Erzeugen eines vielwertigen Signals auf der Grundlage eines decodierten Signals; und
 Decodiersteuermittel zum Bewirken, dass die Pixelausgabemittel den Vorhersagewert der Pixelausgabemittel als den decodierten Pixelwert speichern,

wenn ein Signal erfasst wird, das Koinzidenz von dem vielwertigen Signal der Decodiermittel anzeigt.

[0033] Gemäß dem sechsten Aspekt der Erfindung weist ein Codier- und Decodierverfahren auf: einen Codierprozess, der die Schritte aufweist: Ausgeben eines Zielcodierpixels und mehrerer Bezugspixel in dessen Nähe; Bestimmen eines maximalen Wertes und eines minimalen Wertes der mehreren Bezugspixel, Bestimmen eines Durchschnittswertes des maximalen Wertes und des minimalen Wertes, Vergleichen der jeweiligen Bezugspixelwerte mit dem Durchschnittswert, um Vergleichsergebnisse zu erzeugen, Erfassen einer Grenze in dem Zielcodierpixel und den Bezugspixeln auf der Grundlage der Vergleichsergebnisse, und Erfassen eines Pixelverteilungszustands auf der Grundlage der erfassten Grenze; Bestimmen eines Vorhersagewertes auf der Grundlage des erfassten Pixelverteilungszustands und der Bezugspixel; Vergleichen des Vorhersagewertes und eines Wertes des Zielcodierpixels, und Ausgeben eines Vergleichsergebnisses; Erzeugen eines Kontextes für das Zielcodierpixel; Codieren des Vergleichsergebnisses der Vergleichsmittel auf der Grundlage des erzeugten Kontextes und Ausgeben eines codierten Signals zu einer Übertragungsleitung; und einen Decodierprozess, der die Schritte aufweist: Ausgeben mehrerer Bezugspixel vor dem Decodieren eines Pixels; Bestimmen eines maximalen Wertes und eines minimalen Wertes der mehreren Bezugspixel, Bestimmen eines Durchschnittswertes des maximalen Wertes und des minimalen Wertes, Vergleichen der jeweiligen Bezugspixelwerte mit dem Durchschnittswert, um Vergleichsergebnisse zu erzeugen, Erfassen einer Grenze in dem Zielcodierpixel und den Bezugspixeln auf der Grundlage der Vergleichsergebnisse, und Erfassen eines Pixelverteilungszustands auf der Grundlage der erfassten Grenze; Bestimmen eines Vorhersagewertes auf der Grundlage des erfassten Pixelverteilungszustands und der Bezugspixel; Erzeugen eines Kontextes für einen decodierten Pixelwert; Decodieren eines codierten Signals auf der Übertragungsleitung auf der Grundlage des erzeugten Kontextes und Erzeugen eines vielwertigen Signals auf der Grundlage des decodierten Signals; und Verwenden des Vorhersagewertes als den decodierten Pixelwert, wenn ein Signal erfasst wird, das Koinzidenz von dem vielwertigen Signal anzeigt.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0034] [Fig. 1](#) ist ein Blockschaltbild einer Bildcodier-
vorrichtung gemäß einem verallgemeinerten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0035] [Fig. 2](#) ist ein Blockschaltbild einer Bilddecodier-
vorrichtung gemäß einem verallgemeinerten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0036] [Fig. 3](#) ist ein Blockschaltbild einer Bildcodier-
vorrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0037] [Fig. 4](#) ist ein Blockschaltbild einer Bildcodier-
vorrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0038] [Fig. 5](#) ist ein Blockschaltbild einer Bildcodier-
vorrichtung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0039] [Fig. 6](#) ist ein Blockschaltbild einer Bildcodier-
vorrichtung gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0040] [Fig. 7](#) ist ein Blockschaltbild einer Bildcodier-
vorrichtung gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0041] [Fig. 8](#) ist ein Blockschaltbild einer Bildcodier-
vorrichtung gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0042] [Fig. 9](#) ist ein Blockschaltbild einer Bildcodier-
vorrichtung gemäß einem siebenten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0043] [Fig. 10](#) ist ein Flussdiagramm, das die Arbeitsweise der Bildcodier-
vorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt;

[0044] [Fig. 11](#) ist ein Flussdiagramm, das die Arbeitsweise der Bildcodier-
vorrichtung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt;

[0045] [Fig. 12](#) ist ein Flussdiagramm, das die Arbeitsweise der Bildcodier-
vorrichtung gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt;

[0046] [Fig. 13](#) ist ein Flussdiagramm, das die Arbeitsweise der Bildcodier-
vorrichtung gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt;

[0047] [Fig. 14](#) ist ein Flussdiagramm, das die Arbeitsweise der Bildcodier-
vorrichtung gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt;

[0048] [Fig. 15](#) ist ein Flussdiagramm, das die Arbeitsweise der Bildcodier-
vorrichtung gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt;

[0049] [Fig. 16](#) ist ein Flussdiagramm, das die Arbeitsweise der Bildcodier-
vorrichtung gemäß dem siebenten Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt;

[0050] [Fig. 17](#) illustriert das Layout von Bezugspixeln bei dem ersten bis elften Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0051] [Fig. 18](#) zeigt, wie ein Bereichsmodus bei den Ausführungsbeispielen gemäß der Erfindung bestimmt wird;

[0052] [Fig. 19](#) zeigt eine Definition einer Funktion $Q(P)$ zum Binärisieren eines Bezugspixelwertes P bei den Ausführungsbeispielen gemäß der Erfindung;

[0053] [Fig. 20](#) und [Fig. 21](#) illustrieren, wie ein Grenzmodus bei den Ausführungsbeispielen der Erfindung bestimmt wird;

[0054] [Fig. 22](#) zeigt, wie ein erster Vorhersagewert bei den Ausführungsbeispielen gemäß der Erfindung berechnet wird;

[0055] [Fig. 23](#) illustriert eine Vorhersagereihe und das Konzept des Rangierens gemäß den Ausführungsbeispielen der Erfindung;

[0056] [Fig. 24](#) illustriert eine Binärsignalkette, die aus einem vielwertigen Codierpixel bei den Ausführungsbeispielen gemäß der Erfindung erhalten wurde;

[0057] [Fig. 25](#) ist ein Blockschaltbild einer Bilddecodier Vorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0058] [Fig. 26](#) ist ein Blockschaltbild einer Bilddecodier Vorrichtung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0059] [Fig. 27](#) ist ein Blockschaltbild einer Bilddecodier Vorrichtung gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0060] [Fig. 28](#) ist ein Blockschaltbild einer Bilddecodier Vorrichtung gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0061] [Fig. 29](#) ist ein Blockschaltbild einer Bilddecodier Vorrichtung gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0062] [Fig. 30](#) ist ein Blockschaltbild einer Bilddecodier Vorrichtung gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0063] [Fig. 31](#) ist ein Blockschaltbild einer Bilddecodier Vorrichtung gemäß dem siebenten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0064] [Fig. 32](#) ist ein Flussdiagramm, das die Arbeitsweise der Bilddecodier Vorrichtung gemäß dem

ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt;

[0065] [Fig. 33](#) ist ein Flussdiagramm, das die Arbeitsweise der Bilddecodier Vorrichtung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt;

[0066] [Fig. 34](#) ist ein Flussdiagramm, das die Arbeitsweise der Bilddecodier Vorrichtung gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt;

[0067] [Fig. 35](#) ist ein Flussdiagramm, das die Arbeitsweise der Bilddecodier Vorrichtung gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt;

[0068] [Fig. 36](#) ist ein Flussdiagramm, das die Arbeitsweise der Bilddecodier Vorrichtung gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt;

[0069] [Fig. 37](#) ist ein Flussdiagramm, das die Arbeitsweise der Bilddecodier Vorrichtung gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt;

[0070] [Fig. 38](#) ist ein Flussdiagramm, das die Arbeitsweise der Bilddecodier Vorrichtung gemäß dem siebenten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0071] [Fig. 39](#) ist ein Blockschaltbild einer Bilddecodier Vorrichtung gemäß dem achten und dem neunten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0072] [Fig. 40](#) illustriert, wie Vorhersagedifferenzwerte klassifiziert werden (in zwei Werte) entsprechend dem achten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0073] [Fig. 41](#) illustriert, wie ein DM(dynamischer Bereichsmodus)-Kontext bei dem achten Ausführungsbeispiel der Erfindung erzeugt wird;

[0074] [Fig. 42](#) ist ein Blockschaltbild einer Bilddecodier Vorrichtung gemäß dem achten und dem neunten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0075] [Fig. 43](#) illustriert, wie Vorhersagedifferenzwerte bei dem neunten Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung klassifiziert werden (in drei Werte);

[0076] [Fig. 44](#) illustriert die Transformation von neun Werten in vier Werte bei dem neunten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0077] [Fig. 45](#) ist ein Blockschaltbild einer Bilddecodier Vorrichtung gemäß dem 10. und dem 11. Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0078] [Fig. 46](#) ist ein Blockschaltbild einer Bilddecodier Vorrichtung gemäß dem 10. und dem 11. Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0079] [Fig. 47](#) illustriert, wie Vorhersageränge bei dem 11. Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung entarten;

[0080] [Fig. 48](#) ist ein Blockschaltbild einer herkömmlichen Codiervorrichtung;

[0081] [Fig. 49](#) ist ein Blockschaltbild einer herkömmlichen Decodiervorrichtung;

[0082] [Fig. 50](#) zeigt Vorhersagefunktionen bei dem herkömmlichen Beispiel;

[0083] [Fig. 51](#) zeigt, wie $Sz (= |V| - 1)$ bei dem herkömmlichen Beispiel gruppiert ist;

[0084] [Fig. 52](#) zeigt, wie ein Kontext bei dem herkömmlichen Beispiel erzeugt wird;

[0085] [Fig. 53](#) zeigt, wie ein Vorhersagefehler klassifiziert wird gemäß seinem Vorzeichen und seiner Größe bei der Erzeugung des Kontextes bei dem herkömmlichen Beispiel; und

[0086] [Fig. 54A](#) bis [Fig. 54F](#) zeigen typische Beispiele für Anwendungen der Codiervorrichtung, der Decodiervorrichtung und der Codier- und Decodiervorrichtung nach der Erfindung.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

[0087] [Fig. 1](#) illustriert eine Ausbildung einer Bildcodiervorrichtung, die ein verallgemeinertes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist.

[0088] Zuerst wird eine Beschreibung der Ausbildung dieses Ausführungsbeispiels gegeben. Die Bezugszahl **1** bezeichnet eine Codierbild-Speichervorrichtung (Pixelausgabevorrichtung) zum Speichern von Pixeln, die einer Mehrpegelcodierung unterzogen sind, und zum Ausgeben jedes Pixels, das der Codierung unterworfen ist, sowie von Bezugspixeln in seiner Nähe oder demselben benachbart. Die Zahl **2a** bezeichnet eine adaptiv vorhersagende/transformierende Vorrichtung (Vorhersagewert-Ausgabevorrichtung, Vergleichsvorrichtung), die adaptiv wiederholt Vorhersagewerte vorhersagt, bis der Vorhersagewert mit dem Wert des Codierpixels übereinstimmt, auf der Grundlage des von der Codierbild-Speichervorrichtung **1** ausgegebenen Bezugspixels, und die jeden Vorhersagewert in ein binäres Signal transformiert, das "Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmung" bedeutet, und dasselbe ausgibt. Die Zahl **2b** bezeichnet eine Kontexterzeugungsvorrichtung zum Ausgeben eines Codierindexes (nachfolgend als der Kontext bezeichnet) für das Codierpixel. Die Zahl **3** bezeichnet eine Entropiecodiervorrichtung, die einen Code ausgibt, indem sie eine binäre Entropiecodierung durchführt auf der Grundlage

des von der adaptiv vorhersagenden/transformierenden Vorrichtung ausgegebenen binären Signals und des von der Kontexterzeugungsvorrichtung ausgegebenen Kontext. Die Zahl **4** bezeichnet eine Codiersteuervorrichtung (Steuervorrichtung) zum Steuern der Vorgänge, die von der Codierbild-Speichervorrichtung **1**, der adaptiv vorhersagenden/transformierenden Vorrichtung **2a** und der Entropiecodiervorrichtung **3** durchgeführt werden.

[0089] Es wird eine Beschreibung der Arbeitsweise jeder Vorrichtung gegeben, zentriert auf die Steuerverarbeitung durch die Codiersteuervorrichtung **4**. Die Codiersteuervorrichtung **4** weist die Codierbild-Speichervorrichtung **1** an, jedes Pixel, das der Codierung unterzogen wird, zu speichern und das Pixel, das der Codierung unterzogen wird, sowie Bezugspixel in dessen Nähe oder benachbart desselben auszugeben [Befehl E1; Codiervorgang 1]. Als Nächstes gibt die Codiersteuervorrichtung **4** zu der adaptiv vorhersagenden/transformierenden Vorrichtung **2a** einen oder mehrere Sätze von binären Signalen des ähnlich eingegebenen Pixels, das der Codierung unterzogen wird, aus den Vorhersagewerten, die auf der Grundlage der von der Codierbild-Speichervorrichtung **1** ausgegebenen Bezugspixel vorhersagt sind, aus. Zusätzlich weist die Codiersteuervorrichtung **4** die Kontexterzeugungsvorrichtung **2b** an, die Transformation in den Kontext zu beginnen und denselben auszugeben [Befehl E2; Codiervorgang 2]. Das binäre Signal, auf das hier Bezug genommen wird, stellt "Übereinstimmung" oder "Nichtübereinstimmung" dar, das ein Ergebnis des Vergleichs zwischen dem Vorhersagewert und dem der Codierung unterzogenen Pixel ist. Die adaptiv vorhersagende/transformierende Vorrichtung **2a** und die Kontexterzeugungsvorrichtung **2b** teilen der Codiersteuervorrichtung **4** die Wirkung mit, dass ein Satz aus dem binären Signal und dem Kontext ausgegeben wurde, und die Codiersteuervorrichtung **4**, die die Mitteilung erhalten hat, weist die Entropiecodiervorrichtung **3** an, eine Entropiecodierung bei dem Satz aus dem binären Signal und dem Kontext durchzuführen und einen "Code" auszugeben [Befehl E3; Codiervorgang 3]. Die Codiersteuervorrichtung **4** bewirkt, dass der [Codiervorgang 3] wiederholt durchgeführt wird, bis ein binäres Signal, das eine "Übereinstimmung" darstellt, bei der Codierung eines der Codierung unterzogenen Pixels codiert wird. Nachfolgend führt die Codiersteuervorrichtung **4** eine Steuerung derart durch, dass der Vorgang wieder ausgeführt wird, wieder beginnend mit dem [Codiervorgang 1] bei der Codierung eines nachfolgenden zu codierenden Pixels.

[0090] [Fig. 2](#) illustriert eine Ausbildung einer Bilddecodiervorrichtung, die ein verallgemeinertes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist.

[0091] Zuerst wird eine Beschreibung der Ausbildung

dieses Ausführungsbeispiels gegeben. Die Bezugszahl **5** bezeichnet eine Speichervorrichtung für decodierte Bilder (Bildausgabevorrichtung) zum Ausgeben eines Bezugspixels in der Nähe eines der Decodierung unterzogenen Pixels oder demselben benachbart, und zum Speichern eines decodierten Pixels, das der Mehrpegeldecodierung unterzogen ist. Die Zahl **6a** bezeichnet eine adaptiv vorhersagende/transformierende Vorrichtung (Vorhersagewert-Ausgabevorrichtung) zum adaptiven Vorhersagen eines decodierten Pixelwertes auf der Grundlage der von der Speichervorrichtung **5** für decodierte Bilder ausgegebenen Bezugspixel. Die Zahl **6b** bezeichnet eine Kontexterzeugungsvorrichtung zum Ausgeben eines Decodierindex (nachfolgend als der Kontext bezeichnet; obgleich der Codierindex als derselbe Name bezeichnet wird, da die Differenz von der Ausführungsverarbeitung augenscheinlich ist, wird der Name nicht unterschieden), der für die Entropiecodierung verwendet wird. Die Zahl **7** bezeichnet eine Entropiecodiervorrichtung zum Ausgeben eines binären Signals, das "Übereinstimmung" oder "Nichtübereinstimmung" bedeutet, mit jedem Vorhersagewert durch Bewirken einer binären Entropiecodierung auf der Grundlage des von der Kontexterzeugungsvorrichtung **6b** ausgegebenen Kontextes und des von der Codiervorrichtung ausgegebenen Codes. Die Zahl **8** bezeichnet eine Decodiersteuervorrichtung zum Steuern der Verarbeitungsvorgänge, die von der Speichervorrichtung **5** für decodierte Bilder, der adaptiv vorhersagenden/transformierenden Vorrichtung **6a**, der Kontexterzeugungsvorrichtung **6b** und der Entropiecodiervorrichtung **7** durchgeführt werden.

[0092] Als Nächstes wird eine Beschreibung der Arbeitsweise jeder Vorrichtung gegeben, zentriert auf die Steuerverarbeitung durch die Decodiersteuervorrichtung **8**. Die Decodiersteuervorrichtung **8** weist die Speichervorrichtung **5** für decodierte Bilder an, ein vorbestimmtes Bezugspixel auszugeben [Befehl D1; Decodiervorgang 1]. Als Nächstes weist die Decodiersteuervorrichtung **8** die adaptiv vorhersagende/transformierende Vorrichtung **6a** an, einen Vorhersagewert auszugeben, der auf der Grundlage des von der Speichervorrichtung **5** für decodierte Bilder eingegebenen Bezugspixels vorhergesagt wurde, und weist die Kontexterzeugungsvorrichtung **6b** an, die Ausgabe von einem oder mehreren Kontexten zu beginnen [Befehl D2; Decodiervorgang 2]. Das binäre Signal, auf das hier Bezug genommen wird, stellt "Übereinstimmung" oder "Nichtübereinstimmung" dar, das ein Ergebnis des Vergleichs zwischen dem Vorhersagewert und dem der Decodierung unterzogenen Pixel ist. Die Kontexterzeugungsvorrichtung **6b** teilt der Decodiersteuervorrichtung **8** die Wirkung mit, dass der Kontext ausgegeben wurde, und die Decodiersteuervorrichtung **8**, die die Mitteilung erhalten hat, weist die Entropiecodiervorrichtung **7** an, ein entropiecodiertes binäres Signal auf der

Grundlage des Kontextes und des Codes auszugeben [Befehl D3; Decodiervorgang 3]. Die Decodiersteuervorrichtung **8** bewirkt, dass der [Decodiervorgang 3] wiederholt bewirkt wird, bis ein binäres Signal, das "Übereinstimmung" darstellt, bei der Decodierung eines der Decodierung unterzogenen Pixels decodiert wird. Dann weist, wenn das die "Übereinstimmung" darstellende binäre Signal decodiert wurde, die Decodiersteuervorrichtung **8** die Speichervorrichtung **5** für decodierte Bilder an, diesen Vorhersagewert als den Wert des der Decodierung unterzogenen Pixels zu speichern [Befehl D4; Decodiervorgang 4]. Nachfolgend führt die Decodiersteuervorrichtung **8** eine Steuerung derart durch, dass der Vorgang wieder ausgeführt wird, wieder beginnend mit dem [Decodiervorgang 1] bei der Decodierung eines nachfolgenden zu decodierenden Pixels.

[0093] Obgleich der [Decodiervorgang 4] und der [Decodiervorgang 1] zum Zwecke einer Beschreibung in zeitlicher Reihenfolge getrennt beschrieben wurden, könnend die Speicherung eines (unmittelbar vorher) decodierten Pixels bei dem [Decodiervorgang 4] und die Ausgabe von Bezugspixeln vor der Decodierung eines (gegenwärtigen) Pixels bei dem [Decodiervorgang 1] zur selben Zeit bewirkt werden. Hiernach wird eine Beschreibung unter der Annahme gegeben, dass der [Decodiervorgang 4] zur selben Zeit wie der [Decodiervorgang 1] bewirkt wird.

[0094] Zusätzlich ist es möglich, obgleich die Bildcodiervorrichtung und die Bilddecodiervorrichtung individuell beschrieben wurden, hinsichtlich eines die jeweilige Vorrichtung enthaltenden Systems ein System auszubilden, das die beiden Vorrichtungen enthält.

[0095] Zusätzlich ist es bei der Übertragung von Codes zwischen der Entropiecodiervorrichtung **3** und der Entropiecodiervorrichtung **7** möglich, Busse und Kabel innerhalb des Systems (zwischen Schaltungsplatten und auf Schaltungsplatten) zu verwenden, sowie leitungsgebundene und leitungslose Kommunikationsverbindungen (Übertragungspfade) einer Telefonleitung, LAN, WAN oder dergleichen. Zusätzlich ist es möglich, eine vorübergehende oder permanente Speichervorrichtung während der Übertragung zwischenschalten. Weiterhin ist es durch Zuführung von Codes mittels verschiedener Medien wie elektrisch, magnetisch und/oder optisch gespeicherte Platten und Bänder, RAMs, ROMs und dergleichen, möglich, ohne Intervention durch einen Übertragungspfad der Bewegung im Raum und in der Zeit (Transportierbarkeits- und Speichermerkmal) Herr zu werden.

[0096] Die Verwendung "arithmetischer Codierung" bei der "Entropiecodierung" in der Entropiecodiervorrichtung **3** und der Entropiecodiervorrichtung **7** bietet den Vorteil, dass eine Verdichtung mit hohem Co-

dierwirkungsgrad erhalten werden kann. Als arithmetische Codierung ist es möglich, den MELCODE (F1-CODE) oder QM-Codierer zu verwenden, was ein internationales binär arithmetisches Standardcodierschema ist.

[0097] Nachfolgend wird eine Beschreibung unter der Annahme gegeben, dass ein 8-Bit-Bild als ein Mehrpegelbild verwendet wird, und eine arithmetische Codierung, d. h. eines von Entropiecodierschemen verwendet wird.

Erstes Ausführungsbeispiel

[0098] [Fig. 3](#) illustriert eine Ausbildung einer Bildcodiervorrichtung, die ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist.

[0099] Zuerst wird eine Beschreibung von Elementen dieses Ausführungsbeispiels gegeben.

[0100] Die Bezugszahl **9** bezeichnet einen Bildspeicher (Bildausgabevorrichtung) zum Speichern von Mehrpegelpixeln und zum Ausgeben jedes Codierpixels und eines oder mehrerer willkürlicher gespeicherter Pixel (an einer besonderen Position oder Positionen) in der Nähe dieses Codierpixels oder demselben benachbart als ein oder mehrere Bezugspixel ("Pixel Speicher- und Bezugnahmeschritt").

[0101] Die Zahl **1000** bezeichnet einen Pixelverteilungsdetektor, in den die von dem Bildspeicher **9** ausgegebenen Bezugspixel eingegeben werden und der die Werte der jeweiligen Bezugspixel bestimmt sowie dem Zustand (Beziehung) der Verteilung von Pixeln erfasst, wie eine Grenze in den Bezugspixeln des der Codierung unterzogenen Pixels und eine Beziehung unter den Pegeln von Bezugspixeln, durch Berechnung mit den bestimmten Werten der Bezugspixel.

[0102] Die Zahl **12** bezeichnet eine adaptive Vorhersagevorrichtung (Vorhersagewert-Ausgabevorrichtung), die eine Vorhersagefunktion auf der Grundlage der von dem Bildspeicher **9** ausgegebenen Bezugspixel und einem funktionellen Ausdruck entsprechend der von dem Pixelverteilungsdetektor **1000** bestimmten Beziehung der Pixelverteilung auswählt und einen ersten Vorhersagewert entsprechend dem Codierpixel vorhersagt und ausgibt. Die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** bestimmt dann Vorhersageketten von einem zweiten und nachfolgenden Vorhersagewerten anhand der Werte von zwei Pegel-Bezugspixeln, die von dem Pixelverteilungsdetektor **1000** ausgegeben wurden, und gibt wiederholt die Vorhersagewerte und ihre Vorhersageränge aus, bis der Vorhersagewert mit dem Codierpixelwert übereinstimmt ("adaptiver Vorhersageschritt").

[0103] Die Zahl **13** bezeichnet einen Kontextgenerator (Kontexterzeugungsvorrichtung) zum Ausge-

ben eines "Kontextes", d. h. einem Codierindex in einem arithmetischen Codierer (der später beschrieben wird) für das von der Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungseinheit **14** ausgegebene binäre Signal auf der Grundlage eines vorbestimmten funktionellen Ausdrucks ("Kontexterzeugungsschritt").

[0104] Die Zahl **14** bezeichnet eine Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungseinheit (Vergleichsvorrichtung) zum Bestimmen einer Übereinstimmung zwischen dem von dem Bildspeicher **9** ausgegebenen Codierpixelwert und dem von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebenen Vorhersagewert, transformiert die Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmung in ein "binäres Signal", das die Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmung darstellt, und gibt dasselbe aus für die Codierung durch den arithmetischen Codierer (der später beschrieben wird) ("Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungsschritt").

[0105] Die Zahl **15** bezeichnet einen arithmetischen Codierer für die Ausgabe eines "Codes", in dem eine arithmetische Codierung auf der Grundlage des von der Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungseinheit ausgegebenen binären Signals und des von dem Kontextgenerator **13** ausgegebenen Kontextes durchgeführt wird ("arithmetischer Codierschritt").

[0106] Die Zahl **16** bezeichnet eine Codiersteuerschaltung zum Steuern des Prozessablaufs der Ausführung der Speicherung von Codierpixeln und der Aktualisierung von Bezugspixeln in dem Bildspeicher **9**, der Aktualisierung eines von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebenen Vorhersagewertes und der Codierung des binären Signals in dem arithmetischen Codierer **15** auf der Grundlage der Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmung (ein unmittelbar vorhergehendes binäres Signal), die von der Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungseinheit **14** ausgegeben wurde, und des von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebenen Vorhersagerangs ("Codiersteuerschritt"). Es ist festzustellen, dass bei diesem Ausführungsbeispiel der Zustand der Verteilung von Bezugspixeln vorher durch die Pixelverteilungs-Erfassungsvorrichtung erfasst wird, und der Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungsschritt wird auf der Grundlage des Ergebnisses dieser Erfassung gesteuert. Folglich ist es möglich, beispielsweise eine Vorhersage entsprechend dem Zustand der Verteilung von Pixeln durchzuführen, und es ist möglich, die Übereinstimmung in einer kurzen Zeitspanne bei der Bestimmung der Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmung zu erfassen.

[0107] Als Nächstes wird eine Beschreibung der Arbeitsweise der Bildcodiervorrichtung mit der in [Fig. 3](#) gezeigten Ausbildung für die Bewirkung einer Mehrpegel-Bildcodierung gegeben. Ein Flussdiagramm der Codierung ist in [Fig. 10](#) gezeigt. Die Codiersteu-

erschaltung **16** bestimmt eine Bedingung in dem Flussdiagramm und steuert den Ablauf des Gesamtvorgangs.

[0108] Obgleich in diesem Flussdiagramm "Initialisierungsverarbeitung" und die "Nachverarbeitung" beschrieben sind, sind Signale, die die beiden Verarbeitungsschritte von der Codiersteuerschaltung befehlen, in den in den [Fig. 1](#) und [Fig. 3](#) gezeigten Blockschaltbildern nicht illustriert. Bei dem Beginn der Codierung ist es erforderlich, die "Initialisierungsverarbeitung" des Bildspeichers **9** und des arithmetischen Codierers **15** zu bewirken. Zusätzlich wird bei der Beendigung der Codierung ein Codedurchlauf als die "Nachverarbeitung" des arithmetischen Codierers **15** durchgeführt. Der "Codiervorgang" unter Abschluss der "Initialisierungsverarbeitung" und der "Nachverarbeitung" wird nachfolgend beschrieben, indem seine grundsätzlichen Operationen in die "Codieroperation 1", die "Codieroperation 2" und die "Codieroperation 3" klassifiziert wird.

Codieroperation 1

[0109] Zuerst weist die Codiersteuerschaltung **16** den Bildspeicher **9** an, der Codierung unterzogene Pixel (nachfolgend als die Codierpixel bezeichnet) zu speichern (Befehl E1). Gleichzeitig weist die Codiersteuerschaltung **16** die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** an, die Initialisierung des Rangs der adaptiven Vorhersage (nachfolgend als der Vorhersagerang bezeichnet) zu der Zeit des Beginns des Codierens jedes Pixels zu bewirken. Der Vorhersagerang wird als ein numerischer Wert angenommen, der für einen N-ten Vorhersagewert als $N - 1$ ausgedrückt wird.

[0110] Der Bildspeicher **9** gibt die akkumulierten Codierpixel und Bezugspixel A bis G, die in [Fig. 17](#) gezeigt sind (in einem Fall, in dem auf sieben Pixel Bezug genommen wird) aus. Es ist erforderlich, eine gemeinsame Maßnahme für den Codierer und den Decodierer vorzusehen, wie durch Setzen der Werte von Bezugspixeln, die nicht zum Bild gehören, als 0en.

[0111] Nachdem die Codierpixel und Bezugspixel ausgegeben wurden, werden die von dem Bildspeicher **9** ausgegebenen Bezugspixel in den Pixelverteilungsdetektor **1000** eingegeben, und der Pixelverteilungsdetektor **1000** bestimmt die Werte der jeweiligen Bezugspixel und erfasst den Zustand der Verteilung von Pixeln in der Nähe der der Codierung unterzogenen Pixel auf der Grundlage der so bestimmten Bezugspixelwerte.

Codieroperation 2

[0112] Die Codiersteuerschaltung **16** weist die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** an, die Vorhersage-

werte und den Vorhersagerang auszugeben (Befehl E2). Zusätzlich gibt der Kontextgenerator **13** einen Kontext aus und die Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungseinheit **14** gibt ein binäres Signal aus. Diese Vorgänge werden parallel bewirkt.

Codieroperation 2-1; Erste Vorhersage

[0113] Bei der ersten Vorhersage berechnet die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** einen ersten Vorhersagewert P1 auf der Grundlage der Beziehung der bereits von der Pixelverteilungs-Erfassungsvorrichtung bestimmten Verteilung von Pixeln und gibt diesen aus.

Codieroperation 2-2; Zweite und Nachfolgende Vorhersagen

[0114] Bei der zweiten und den nachfolgenden Vorhersagen bestimmt die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** eine Vorhersagekette auf der Grundlage des ersten Vorhersagewertes und eines binären Schwellenwertes Th , und sie bestimmt einen Vorhersagewert gemäß [Fig. 23](#) und gibt diesen aus. In der Zeichnung werden Vorhersagewerte abwechselnd auf beide Seiten nach rechts und nach links in der Kette verteilt. Jedoch wird, nachdem ein maximaler Wert oder ein minimaler Wert des Pixels mit Bezug auf eine Richtung erschienen ist, eine Zuweisung nur für die andere Richtung durchgeführt.

[0115] Der von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebene Vorhersagewert wird durch die Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungseinheit **14** mit einem von dem Bildspeicher **9** ausgegebenen Codierpixelwert verglichen. In dem Fall der "Übereinstimmung" (gleich), wird das Ergebnis des Vergleichs in ein durch das Symbol "1" dargestelltes binäres Signal umgewandelt, und in dem Fall der "Nichtübereinstimmung" (nicht gleich) wird das Ergebnis des Vergleichs in ein durch das Symbol "0" dargestelltes binäres Signal umgewandelt.

Codieroperation 3

[0116] Die Codiersteuerschaltung **16** weist den arithmetischen Codierer **15** an, eine arithmetische Codierung auf der Grundlage des binären Signals und des Kontextes, d. h., eines Codierindexes hiervon, zu bewirken (Befehl E3).

Codieroperationen 2 und 3; Bis zur Beendigung der Pixelcodierung

[0117] Die Codiersteuerschaltung **16** gibt wiederholt den "Befehl E2" und den "Befehl E3" aus, bis die Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungseinheit **14** das binäre Signal ["Übereinstimmung"] bestimmt, und sein Symbol "1" wird durch den arithmetischen Codierer **15** codiert, wodurch die Codierung eines

Mehrpegelpixels als binäre Codierverarbeitung realisiert wird.

[0118] D. h., eine binäre Signalkette wie die in [Fig. 24](#) gezeigt, wird für ein Mehrpegel-Codierpixel codiert. Wenn dieses Codierpixel mit dem N-ten Vorhersagewert "übereinstimmt", wird die binäre Signalkette 0 ... 01 mit der Kettenlänge N für das Pixel codiert. Jedoch ist es in einem Fall, in dem alle Vorhersagewerte erschienen sind und das Codierpixel am Ende der Kette "übereinstimmt", selbstverständlich, dass eine "Übereinstimmung" invariabel erhalten wird, und es ist möglich, die Codierung des letzten binären Signals "1" wegzulassen.

[0119] In der vorbeschriebenen Weise führt die Codiersteuerschaltung **16** die binäre Signalverarbeitung und Codierung von Mehrpegelpixeln für alle Pixel des Bildes durch. In gleicher Weise zeigt [Fig. 25](#) die Ausbildung einer Bilddecodiervorrichtung, die ein Ausführungsbeispiel der Bilddecodiervorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ist. In der Zeichnung wird, da der Pixelverteilungsdetektor **1000**, die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** und der Kontextgenerator **13** dieselben Funktionen und Operationen wie diejenigen bei der vorbeschriebenen Decodiervorrichtung durchführen, eine Beschreibung hiervon weggelassen.

[0120] Zuerst wird eine Beschreibung der Elemente dieses Ausführungsbeispiels gegeben.

[0121] Die Bezugszahl **17** bezeichnet einen Bildspeicher (Bildausgabevorrichtung) zum Ausgeben eines oder mehrerer von willkürlichen gespeicherten Pixeln (an einer besonderen Position oder Positionen) in der Nähe eines Decodierpixels oder demselben benachbart als ein oder mehrere Bezugspixel, bevor die Decodierung erfolgt, und zum Speichern der decodierten Mehrpegelpixel ("Pixel Speicher- und -bezugsschritt").

[0122] Die Zahl **18** bezeichnet einen arithmetischen Decodierer (Decodiervorrichtung) zum Ausgeben eines binären Signals für die Durchführung einer arithmetischen Decodierung auf der Grundlage des Codes und des von dem Kontextgenerator **13** (Kontextzeugungsvorrichtung) ausgegebenen Kontextes ("arithmetischer Decodierschritt").

[0123] Die Zahl **19** bezeichnet eine Decodiersteuerschaltung (Decodiersteuervorrichtung) zum Steuern der Verarbeitungsfolge der Ausführung der Speicherung von decodierten Pixeln und der Aktualisierung von Bezugspixeln in dem Bildspeicher **17**, der Aktualisierung eines in der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** (Vorhersagewert-Ausgabevorrichtung) ausgegebenen Vorhersagewertes, und der Decodierung des binären Signals in dem arithmetischen Decodierer **18**, auf der Grundlage der Übereinstimmung oder

Nichtübereinstimmung, die durch das unmittelbar vorher decodierte binäre Signal angezeigt wird, und des von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebenen Vorhersagerangs ("Decodiersteuerschritt").

[0124] Als Nächstes wird eine Beschreibung der Arbeitsweise gegeben. Ein Decodierflussdiagramm ist in [Fig. 32](#) gezeigt. Die Decodiersteuerschaltung **19** steuert den Gesamtprozess.

[0125] Obgleich "Initialisierungsverarbeitung" und "Nachverarbeitung" in diesem Flussdiagramm beschrieben sind, sind Signale von der Decodiersteuerschaltung, die die beiden Verarbeitungsschritte anweisen, in den in den [Fig. 2](#) und [Fig. 25](#) gezeigten Blockschaltbildern nicht illustriert. Am Beginn der Decodierung ist es erforderlich, die "Initialisierungsverarbeitung" des Bildspeichers **17** und des arithmetischen Decodierers **18** zu bewirken. Zusätzlich wird bei Beendigung der Decodierung die Speicherung eines letzten Pixels als "Nachverarbeitung" durchgeführt. Der "Decodiervorgang" unter Ausschluss der "Initialisierungsverarbeitung" und der "Nachverarbeitung" wird nachfolgend beschrieben, indem seine Grundoperation in eine "Decodieroperation 1", eine "Decodieroperation 2" und eine "Decodieroperation 3" klassifiziert wird.

Decodieroperation 1

[0126] Zuerst weist die Decodiersteuerschaltung **19** den Bildspeicher **17** an, ein der Decodierung unterzogenes Pixel (nachfolgend als ein decodiertes Pixel bezeichnet) zu speichern (Befehl D1). Auch weist die Decodiersteuerschaltung **19** die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** an, die Initialisierung des Vorhersagerangs zu der Zeit des Beginns des Decodierens jedes Pixels zu bewirken. Das Pixel, das gespeichert wird, ist ein unmittelbar vorher decodiertes Pixel, und es ist ein Vorhersagewert (Ausgangssignal der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12**), wenn das binäre Signal "Übereinstimmung ('1')" durch den arithmetischen Decodierer **18** decodiert ist.

[0127] Da die Speicherverarbeitung um einen Bereich eines Pixels mit Bezug auf die Decodierung der Pixel nachfolgt, ist es bei dem Beginn der Decodierung ausreichend, nur die Initialisierung der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** zu bewirken, und die Speicherung des Pixels ist nicht erforderlich. In gleicher Weise ist es bei der Beendigung der Decodierung erforderlich, ein letztes decodiertes Pixel zu speichern.

[0128] Der Bildspeicher **17** gibt die Bezugspixel A bis G in derselben Weise ([Fig. 17](#)) wie bei der Operation der vorbeschriebenen Bildcodiervorrichtung aus.

[0129] Der Bildverteilungsdetektor **1000** gibt das Ergebnis des Zustands der Verteilung von Pixeln in der Nähe der der Decodierung unterzogenen Pixel auf der Grundlage der Bezugspixelwerte in derselben Weise aus wie bei der Operation der vorherbeschriebenen Bildcodiervorrichtung.

Decodieroperation 2

[0130] Die Decodiersteuerschaltung **19** weist die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** an, die Vorhersagewerte und den Vorhersagerang auszugeben (Befehl D2). Zusätzlich gibt der Kontextgenerator **13** einen Kontext aus.

Decodieroperation 2-1; Erste Vorhersage

[0131] Bei der ersten Vorhersage berechnet die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** einen ersten Vorhersagewert auf der Grundlage des von der Pixelverteilungs-Erfassungsvorrichtung **1000** erfassten Zustands der Verteilung von Pixeln und gibt diesen aus.

Decodieroperation 2-2; Zweite und nachfolgende Vorhersagen

[0132] Bei der zweiten und den nachfolgenden Vorhersage bestimmte adaptive Vorhersagevorrichtung **12** die Vorhersagewerte in derselben Weise wie bei der Operation der vorherbeschriebenen Bildcodiervorrichtung und gibt diese aus ([Fig. 23](#)).

Decodieroperation 3

[0133] Die Decodiersteuerschaltung **19** weist den arithmetischen Decodierer **18** an, eine arithmetische Decodierung auf der Grundlage des codierten Signals, das von der Codiervorrichtung codiert wurde, und des Kontextes, d. h., eines Decodierindexes für das zu decodierende binäre Signal zu bewirken (Befehl D3).

Decodieroperationen 2 und 3; Bis zur Beendigung der Pixeldecodierung

[0134] Die Decodiersteuerschaltung **19** gibt wiederholt den "Befehl D2" und den "Befehl D3" aus, bis das binäre Signal "Übereinstimmung" (Symbol '1') durch den arithmetischen Decodierer **18** decodiert wird, wodurch die Decodierung eines Mehrpegelpixels als binäre Decodierverarbeitung realisiert wird.

[0135] D. h., die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** erzeugt einen Vorhersagewert synchron mit der Zeit, zu der das binäre Signal erzeugt wird, und der von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** zu der Zeit des Auftretens der Übereinstimmung (Symbol 1) erzeugte Vorhersagewert wird von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** zu dem Bildspeicher **17** als das decodierte Pixel ausgegeben.

[0136] Somit wird der von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebene Vorhersagewert, wenn das binäre Signal "Übereinstimmung (Symbol '1')" durch den arithmetischen Decodierer **18** decodiert wird, als der decodierte Pixelwert verwendet.

[0137] Wenn alle Vorhersagewerte bei der Codierung durch die Bildcodiervorrichtung erschienen sind und das binäre Signal "Übereinstimmung" an dem Ende der Kette codiert wird, in einem Fall, in dem die Codierung des Symbols "1" eiggelassen wurde, nachdem die Decodiersteuerschaltung **19** bewirkt, dass die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** den Vorhersagewert am Ende der Kette ausgibt (Befehl D2), muss die Decodiersteuerschaltung **19** bewirken, dass der Bildspeicher **17** den Vorhersagewert speichert, ohne dass bewirkt wird, dass der arithmetische Decodierer **18** die Decodierung hiervon durchführt (Befehl D3). Jedoch ist die Vorbedingung derart, dass das Codieren und Decodieren des binären Signals "Übereinstimmung (Symbol '1')" bei dem letzten Vorhersagerang durch den Codierer und den Decodierer angenommen werden ungeachtet dessen, ob das Codieren und Decodieren hiervon durchzuführen oder wegzulassen sind.

[0138] Zusätzlich ist es möglich, obgleich die Bildcodiervorrichtung und die Bilddecodiervorrichtung individuell beschrieben wurden, in Bezug auf ein die jeweiligen Vorrichtungen enthaltendes System ein System auszubilden, das die beiden Vorrichtungen aufnimmt.

[0139] Zusätzlich ist es bei der Übertragung von Codes zwischen dem arithmetischen Codierer **15** und dem arithmetischen Decodierer **18** möglich, Busse und Kabel innerhalb des Systems (Zwischenschaltungsplatten und Aufschaltungsplatten) zu verwenden, und leitungsgebundene und leitungslose Kommunikationsverbindungen (Übertragungspfade) einer Telefonleitung, LAN, WAN oder dergleichen. Zusätzlich ist es möglich, eine vorübergehende oder permanente Speichervorrichtung während der Übertragung zwischenzuschalten. Weiterhin ist es durch Zuführen von Codes mittels verschiedener Medien wie elektrisch, magnetisch und/oder optisch gespeicherten Platten und Bändern, RAMs, ROMs und dergleichen möglich, die Bewegung in Raum und Zeit (Transportfähigkeit und Speichermerkmal) ohne Intervention durch einen Übertragungspfad zu beherrschen.

[0140] Als ein arithmetisches Codierschema für den arithmetischen Codierer **15** und den arithmetischen Decodierer **18** ist es möglich, den MELCODE (F1-CODE) oder QM-Codierer zu verwenden, der ein internationales binär arithmetisches Standardcodierschema ist, wodurch es möglich ist, die Verarbeitung mit hohem Codierwirkungsgrad durchzuführen.

[0141] Nachfolgend wird eine Beschreibung unter

der Annahme gegeben, dass ein 8-Bit-Bild als ein Mehrpegelbild verwendet wird, und arithmetische Codierung, d. h. eines von Entropiecodierschemen verwendet wird. Jedoch ist es auch möglich, andere Entropiecodierschemen zu verwenden.

Zweites Ausführungsbeispiel

[0142] [Fig. 4](#) illustriert eine Konfiguration einer Bildcodiervorrichtung, die ein anderes Ausführungsbeispiel der Erfindung ist.

[0143] Zuerst wird eine Beschreibung der Elemente dieses Ausführungsbeispiels gegeben.

[0144] Die Bezugszahl **9** bezeichnet den Bildspeicher (Bildausgabevorrichtung) zum Speichern von Mehrpegelpixeln und zum Ausgeben jedes Codierpixels und eines oder mehrerer von willkürlichen gespeicherten Pixeln (an einer besonderen Position oder Positionen) in der Nähe dieses Codierpixels oder diesem benachbart als ein oder mehrere Bezugspixel ("Pixel Speicher- und -bezugschritt").

[0145] Die Zahl **1000** bezeichnet den Pixelverteilungsdetektor, in den die von dem Bildspeicher **9** ausgegebenen Bezugspixel eingegeben werden, und der die Werte der jeweiligen Bezugspixel so bestimmt, dass eine Grenze des Bezugspixels mit Bezug auf das der Codierung unterzogene Pixel und der Zustand der Verteilung von Pixeln wie die Dichte von Bezugspixeln mit Bezug auf das der Codierung unterzogene Pixel auf der Grundlage der Berechnung der bestimmten Werte der Bezugspixel erfasst werden.

[0146] Die Zahl **12** bezeichnet die adaptive Vorhersagevorrichtung (Vorhersagewert-Ausgabevorrichtung), die eine Vorhersagefunktion aus den von dem Bildspeicher **9** ausgegebenen Bezugspixeln auswählt und einen ersten Vorhersagewert entsprechend dem Codierpixel vorhersagt und ausgibt, und die eine Vorhersagekette des zweiten und nachfolgender Vorhersagewerte bestimmt und wiederholt die Vorhersagewerte und ihre Vorhersageränge ausgibt, bis der Vorhersagewert mit dem Codierpixelwert übereinstimmt ("adaptiver Vorhersageschritt").

[0147] Die Zahl **13** bezeichnet den Kontextgenerator (Kontexterzeugungsvorrichtung) zum Ausgeben eines "Kontextes", d. h. eines Codierindexes in einem arithmetischen Codierer für das der Codierung unterzogene Pixel, auf der Grundlage des Ergebnisses der von der Pixelverteilungs-Erfassungsvorrichtung ausgegebenen Erfassung der Verteilung von Pixeln ("Kontexterzeugungsschritt").

[0148] Die Zahl **14** bezeichnet die Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungseinheit (Vergleichsvorrichtung) zum Bestimmen einer Übereinstimmung zwischen dem von dem Bildspeicher **9** ausgegebenen

nen Codierpixelwert und dem von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebenen Vorhersagewert, Transformieren der Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmung in ein die Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmung darstellendes "binäres Signal" und Ausgeben desselben, um durch den arithmetischen Codierer der Codierung unterworfen zu werden (was später beschrieben wird) ("Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungsschritt").

[0149] Die Zahl **15** bezeichnet den arithmetischen Codierer (Codiervorrichtung) zum Ausgeben eines "Codes", indem eine arithmetische Codierung auf der Grundlage des von der Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungseinheit ausgegebenen binären Signals und des von dem Kontextgenerator **13** ausgegebenen Kontexts durchgeführt wird ("arithmetischer Codierschritt").

[0150] Die Zahl **16** bezeichnet die Codiersteuerschaltung zum Steuern der Verarbeitungsfolge der Ausführung des Speicherns von Codierpixeln und des Aktualisierens von Bezugspixeln in dem Bildspeicher **9**, des Aktualisierens eines von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebenen Vorhersagewertes und des Codierens des binären Signals in dem arithmetischen Codierer **15**, auf der Grundlage der Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmung (ein unmittelbar vorhergehendes binäres Signal), ausgegeben von der Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungseinheit **14**, und des von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebenen Rangs der Vorhersage ("Codiersteuerschritt"). Es ist festzustellen, dass bei diesem Ausführungsbeispiel der Zustand der Verteilung von Bezugspixeln vorher durch die Pixelverteilungs-Erfassungsvorrichtung erfasst wird, und der arithmetische Codierschritt wird auf der Grundlage des Ergebnisses dieser Erfassung gesteuert. Folglich ist es möglich, Codewörter entsprechend der Verteilung von Pixeln (der Frequenz des Erscheinens von Pixeln) zuzuweisen, so dass der Codierwirkungsgrad verbessert wird.

[0151] Als Nächstes wird eine Beschreibung der Arbeitsweise der Bildcodiervorrichtung mit der in [Fig. 4](#) gezeigten Ausbildung zum Bewirken einer Mehrpegel-Bildcodierung gegeben. Ein Flussdiagramm für die Codierung ist in [Fig. 11](#) gezeigt. Die Codiersteuerschaltung **16** bestimmt eine Bedingung in dem Flussdiagramm und steuert den Gesamt Ablauf.

[0152] Obgleich die "Initialisierungsverarbeitung" und die "Nachverarbeitung" in diesem Flussdiagramm beschrieben werden, sind Signale, die die beiden Verarbeitungsschritte von der Codiersteuerschaltung aus anweisen, in dem in [Fig. 4](#) gezeigten Blockschaltbild nicht illustriert. Am Beginn der Codierung ist es erforderlich, die "Initialisierungsverarbeitung" des Bildspeichers **9** und des arithmetischen Codierers **15** zu bewirken. Zusätzlich wird nach der

Beendigung des Codierens, eine Codeabtastung als die "Nachverarbeitung" des arithmetischen Codierers **15** durchgeführt. Der "Codiervorgang" unter Abschluss der "Initialisierungsverarbeitung" und der "Nachverarbeitung" wird nachfolgend beschrieben, indem seine grundsätzliche Operation in "Codieroperation 1", "Codieroperation 2" und "Codieroperation 3" klassifiziert wird.

Codieroperation 1

[0153] Zuerst weist die Codiersteuerschaltung **16** den Bildspeicher **9** an, der Codierung zu unterziehende Pixel zu speichern (nachfolgend als die Codierpixel bezeichnet) (Befehl E1). Gleichzeitig weist die Codiersteuerschaltung **16** die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** an, die Initialisierung des Rangs der adaptiven Vorhersage (nachfolgend als der Vorhersagerang bezeichnet) zu der Zeit des Beginns der Codierung jedes Pixels zu bewirken. Es wird angenommen, dass der Vorhersagerang ein numerischer Wert ist, der für einen N-ten Vorhersagewert als N - 1 ausgedrückt wird.

[0154] Der Bildspeicher **9** gibt die akkumulierten Codierpixel und Bezugspixel A bis G, die in [Fig. 17](#) gezeigt sind, aus (in einem Fall, in dem auf sieben Pixel Bezug genommen wird). Es ist erforderlich, eine gemeinsame Maßnahme für den Codierer und den Decodierer vorzusehen, wie durch Setzen der Werte von Bezugspixeln, die andere als das Bild sind, auf 0.

[0155] Nachdem die Codierpixel und Bezugspixel ausgegeben wurden, werden die von dem Bildspeicher **9** ausgegebenen Bezugspixel in den Pixelverteilungsdetektor **1000** eingegeben, und der Pixelverteilungsdetektor **1000** bestimmt die Werte der jeweiligen Bezugspixel und erfasst eine Grenze der Bezugspixel mit Bezug auf das der Codierung unterzogene Pixel und den Zustand der Verteilung von Pixeln, wie die Dichte der Bezugspixel mit Bezug auf das der Codierung unterzogene Pixel auf der Grundlage der so bestimmten Bezugspixelwerte.

Codieroperation 2

[0156] Die Codiersteuerschaltung **16** weist die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** an, die Vorhersagewerte und den Vorhersagerang auszugeben (Befehl E2). Zusätzlich gibt der Kontextgenerator **13** einen Kontext aus, und die Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungseinheit **14** gibt ein binäres Signal aus. Diese Vorgänge werden parallel bewirkt.

Codieroperation 2-1; Erste Vorhersage

[0157] Bei der ersten Vorhersage berechnet die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** einen ersten Vorhersagewert P1 und gibt diesen aus.

Codieroperation 2-2; Zweite und nachfolgende Vorhersagen

[0158] Bei der zweiten und den nachfolgenden Vorhersagen wird in derselben Weise wie bei dem ersten Vorhersagewert der von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebene Vorhersagewert durch die Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungseinheit **14** mit einem von dem Bildspeicher **9** ausgegebenen Codierpixelwert verglichen. In dem Fall der "Übereinstimmung" (gleich) wird das Ergebnis des Vergleichs in ein durch das Symbol "1" dargestelltes binäres Signal umgewandelt, und in dem Fall der "Nichtübereinstimmung" (nicht gleich) wird das Ergebnis des Vergleichs in ein durch das Symbol "0" dargestellte binäre Signal umgewandelt.

[0159] Zusätzlich wird das von dem Pixelverteilungsdetektor **1000** ausgegebene erfasste Ergebnis durch den Kontextgenerator **13** in einen 7-Bit-Kontext transformiert. Hier ist bei diesem Ausführungsbeispiel der Kontext ein fester Wert mit Bezug auf die Codierung einer Reihe von Binärsignalketten für ein Codierpixel.

Codieroperation 3

[0160] Die Codiersteuerschaltung **16** weist den arithmetischen Codierer **15** an, eine arithmetische Codierung auf der Grundlage des binären Signals und des Kontexts, d. h., eines Codierindexes hiervon, zu bewirken (Befehl E3).

Codieroperationen 2 und 3; Bis zur Beendigung der Pixelcodierung

[0161] Die Codiersteuerschaltung **16** gibt wiederholt den "Befehl E2" und den "Befehl E3" aus, bis die Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungseinheit **14** das binäre Signal ["Übereinstimmung"] bestimmt, und sein Symbol "1" wird durch den arithmetischen Codierer **15** codiert, wodurch die Codierung eines Mehrpegelpixels als binäre Codierverarbeitung realisiert wird.

[0162] D. h., eine binäre Signalkette wie die in [Fig. 24](#) gezeigte wird für ein Mehrpegel-Codierpixel codiert. Wenn diese Codierpixel mit dem N-ten Vorhersagewert "übereinstimmt", wird die binäre Signalkette 0 ... 01 mit einer Kettenlänge N für das Pixel codiert. Jedoch ist es in einem Fall, in welchem alle Vorhersagewerte erschienen sind und das Codierpixel an dem Ende der Kette "übereinstimmt", selbstverständlich, dass eine "Übereinstimmung" invariabel erhalten wird, und es ist möglich, die Codierung des letzten binären Signals "1" wegzulassen.

[0163] In der vorherbeschriebenen Weise führt die Codiersteuerschaltung **16** die binäre Signalverarbeitung und die Codierung von Mehrpegelpixeln für alle Pixel

des Bildes durch.

[0164] In ähnlicher Weise zeigt [Fig. 26](#) eine Ausbildung einer Bilddecodiervorrichtung, die ein Ausführungsbeispiel der Bilddecodiervorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ist. In der Zeichnung wird, da der Pixelverteilungsdetektor **1000**, die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** und der Kontextgenerator **13** dieselben Funktionen und Operationen wie diejenigen der vorbeschriebenen Bildcodiervorrichtung durchführen, eine Beschreibung hiervon weggelassen.

[0165] Zuerst wird eine Beschreibung von Elementen dieses Ausführungsbeispiels gegeben.

[0166] Die Bezugszahl **17** bezeichnet den Bildspeicher (Bildausgabevorrichtung) zum Ausgeben eines oder mehrerer willkürlicher gespeicherter Pixel (an einer besonderen Position oder Positionen) in der Nähe eines Decodierpixels oder demselben benachbart als ein oder mehrere Pixel, bevor die Decodierung durchgeführt wird, und zum Speichern der decodierten Mehrpegelpixel ("Pixel-speicher- und -bezugnahmeschritt").

[0167] Die Zahl **18** bezeichnet den arithmetischen Decodierer (Decodiervorrichtung) zum Ausgeben eines binären Signals, in dem eine arithmetische Decodierung auf der Grundlage des Codes und des von dem Kontextgenerator **13** ausgegebenen Kontexts durchgeführt wird ("arithmetischer Decodierschritt").

[0168] Die Zahl **19** bezeichnet die Decodiersteuerschaltung (Decodiersteuervorrichtung) zum Steuern des Verarbeitungsablaufs der Ausführung des Speicherns eines decodierten Pixels und des Aktualisierens von Bezugspixeln in dem Bildspeicher **17**, des Aktualisierens eines in der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** (Vorhersagewert-Ausgabevorrichtung) ausgegebenen Vorhersagewertes, und des Decodierens des binären Signals in dem arithmetischen Decodierer **18**, auf der Grundlage der durch das unmittelbar vorher decodierte binäre Signal angezeigten Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmung und des von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebenen Vorhersagerangs ("Decodiersteuerschritt").

[0169] Als Nächstes wird eine Beschreibung der Arbeitsweise gegeben. Ein Decodierflussdiagramm ist in [Fig. 33](#) gezeigt. Die Decodiersteuerschaltung **19** führt Entscheidungen über die Bedingungen in dem Flussdiagramm durch und steuert den Ablauf des Gesamtvorgangs.

[0170] Obgleich die "Initialisierungsverarbeitung" und die "Nachbearbeitung" in diesem Flussdiagramm beschrieben werden, sind Signale, die die beiden Verarbeitungsschritte von der Decodiersteuerschal-

tung aus befehlen, in dem in [Fig. 26](#) gezeigten Blockschaltbild nicht illustriert. Zu Beginn der Decodierung ist es erforderlich, die "Initialisierungsverarbeitung" des Bildspeichers **17** und des arithmetischen Decodierers **18** zu bewirken. Zusätzlich wird bei der Beendigung der Decodierung die Speicherung eines letzten Pixels als "Nachverarbeitung" durchgeführt. Der "Decodiervorgang" unter Ausschluss der "Initialisierungsverarbeitung" und der "Nachverarbeitung" wird nachfolgend beschrieben, indem seine grundsätzliche Operation in eine "Decodieroperation 1", eine "Decodieroperation 2" und eine "Decodieroperation 3" klassifiziert wird.

Decodieroperation 1

[0171] Zuerst weist die Decodiersteuerschaltung **19** den Bildspeicher **17** an, ein der Decodierung unterzogenes Pixel zu speichern (nachfolgend als ein decodiertes Pixel bezeichnet) (Befehl D1). Auch weist die Decodiersteuerschaltung **19** die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** an, die Initialisierung des Vorhersagerangs zu der Zeit des Beginns der Decodierung jedes Pixels zu bewirken. Das gespeicherte Pixel ist ein unmittelbar vorher decodiertes Pixel, und es ist ein Vorhersagewert (ausgegebenen von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12**), wenn das binäre Signal "Übereinstimmung ('1')" durch den arithmetischen Decodierer **18** decodiert wird.

[0172] Da die Speicherverarbeitung um einen Bereich eines Pixels mit Bezug auf die Decodierung der Pixel verzögert ist, ist es zu Beginn der Decodierung ausreichend, nur die Initialisierung der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** zu bewirken, und die Speicherung des Pixels ist nicht erforderlich. In gleicher Weise ist es bei der Beendigung der Decodierung erforderlich, ein letztes decodiertes Pixel zu speichern.

[0173] Der Bildspeicher **17** gibt die Bezugspixel A bis G in derselben Weise ([Fig. 17](#)) wie bei der Operation der vorbeschriebenen Bildcodiervorrichtung aus. Der Pixelverteilungsdetektor **1000** gibt das erfasste Ergebnis des Zustands der Verteilung von Pixeln auf der Grundlage der Pixelwerte der Pixel A bis G in derselben Weise wie bei der Operation der vorbeschriebenen Bildcodiervorrichtung aus.

Decodieroperation 2

[0174] Die Decodiersteuerschaltung **19** weist die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** an, die Vorhersagewerte und den Vorhersagerang auszugeben (Befehl D2). Zusätzlich gibt der Kontextgenerator **13** einen Kontext aus.

Decodieroperation 2-1; Erste Vorhersage

[0175] Bei der ersten Vorhersage berechnet die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** einen ersten Vor-

hersagewert und gibt diesen aus.

Decodieroperation 2-2; Zweite und nachfolgende Vorhersagen

[0176] Bei der zweiten und den nachfolgenden Vorhersage bestimmt die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** Vorhersagewerte in derselben Weise wie bei der Operation der vorbeschriebenen Bildcodiervorrichtung und gibt diese aus.

[0177] Das von dem Pixelverteilungsdetektor **1000** ausgegebene erfasste Ergebnis wird durch den Kontextgenerator **13** in einen 7-Bit-Kontext transformiert.

Decodieroperation 3

[0178] Die Decodiersteuerschaltung **19** weist den arithmetischen Decodierer **18** an, eine arithmetische Decodierung auf der Grundlage des codierten Signals, das von der Codiervorrichtung codiert wurde, und des Kontextes, d. h., eines Decodierindex des zu decodierten binären Signals zu bewirken (Befehl D3).

Decodieroperationen 2 und 3; Bis zur Beendigung der Pixeldecodierung

[0179] Die Decodiersteuerschaltung **19** gibt wiederholt den "Befehl D2" und den "Befehl D3" aus, bis das binäre Signal "Übereinstimmung" (Symbol "1") durch den arithmetischen Decodierer **18** decodiert wird, wodurch die Decodierung eines Mehrpegelpixels als binäre Decodierverarbeitung realisiert wird.

[0180] D. h., die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** erzeugt einen Vorhersagewert synchron mit der Zeit, zu der das binäre Signal erzeugt wird, und der durch die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** zu der Zeit des Auftretens der Übereinstimmung (Symbol "1") erzeugte Vorhersagewert wird von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** zu dem Bildspeicher **17** als das decodierte Pixel ausgegeben.

[0181] Somit wird der von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebene Vorhersagewert, wenn das binäre Signal "Übereinstimmung" (Symbol "1") durch den arithmetischen Decodierer **18** benannt wird, als der decodierte Pixelwert verwendet.

[0182] Wenn alle Vorhersagewerte bei der Codierung durch die Bildcodiervorrichtung erschienen sind und das binäre Signal "Übereinstimmung" am dem Ende der Kette codiert wird, in einem Fall, in welchem die Codierung des Symbols "1" weggelassen wurde, nachdem die Decodiersteuerschaltung **19** bewirkt hat, dass die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** den Vorhersagewert am Ende der Kette ausgibt (Befehl D2), muss die Decodiersteuerschaltung **19** bewirken, dass der Bildspeicher **17** den Vorhersagewert spei-

chert, ohne zu bewirken, dass der arithmetische Decodierer **18** die Decodierung hiervon durchführt (Befehl D3). Jedoch ist die Vorbedingung derart, dass das Codieren und Decodieren des binären Signals "Übereinstimmung" (Symbol "1") bei dem letzten Vorhersagerang durch den Codierer und den Decodierer angenommen werden, ungeachtet dessen, ob das Codieren und das Decodieren hiervon auszuführen oder wegzulassen sind.

[0183] Wie vorstehend beschrieben ist, führt die Decodiersteuerschaltung **19** die Decodierung durch die Binärsignalverarbeitung von Mehrpegelpixeln für alle Pixel des Bildes durch.

[0184] Bei diesem Ausführungsbeispiel kann bei der Codierung oder Decodierung eines Pixels eine Funktion zum Erzeugen eines Kontextes geändert werden entsprechend einem Index, der den Grad der "Zerstreuung (Verteilung)" von Bezugspixelwerten und dem Grad der "Neigung" eines lokalen Bezugsbildbereichs darstellt. Es ist möglich, einen Vorteil der Verbesserung des Codierwirkungsgrades durch die Änderung einer Funktion zum Erzeugen eines Kontextes zu erhalten.

Drittes Ausführungsbeispiel

[0185] [Fig. 5](#) illustriert eine Konfiguration einer Bildcodiervorrichtung, die noch ein anderes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist.

[0186] Zuerst wird eine Beschreibung von Elementen dieses Ausführungsbeispiels gegeben.

[0187] Die Bezugszahl **9** bezeichnet den Bildspeicher (Bildausgabevorrichtung) zum Speichern von Mehrpegelpixeln und Ausgeben jedes Codierpixels und eines oder mehrerer willkürlicher gespeicherter Pixel (an einer besonderer Position oder Positionen) in der Nähe dieses Codierpixels oder benachbart zu diesem als ein oder mehrere Bezugspixel ("Pixel-speicher- und -bezugsnahmeschritt").

[0188] Die Zahl **10** bezeichnet eine Bereichsmodus-Bestimmungseinheit, in die die von dem Bildspeicher **9** ausgegebenen Bezugspixel eingegeben werden, die maximale Werte und minimale Werte der bestimmten Bezugspixelwerte bestimmt und die einen "Bereichsmodus" aus einer maximalen Differenz (dynamischer Bereich) der Bezugspixelwerte bestimmt, indem eine Berechnung mit den maximalen Werten und den minimalen Werten durchgeführt wird ("Bereichsmodus-Bestimmungsschritt"). Es ist festzustellen, dass in dem Bereichsmodus-Bestimmungsschritt der Zustand der Veränderung der Verteilung der Bezugspixel bei der vorgenannten Bestimmung erfasst wird. Beispielsweise erfolgt eine Bestimmung derart, dass, wenn die maximale Differenz in den Bezugspixelwerten groß ist, die Verände-

zung in der Verteilung groß ist, und dass, wenn die maximale Differenz in den Bezugspixelwerten klein ist, die Veränderung in der Verteilung klein ist.

[0189] Die Zahl **12** bezeichnet die adaptive Vorhersagevorrichtung (Vorhersagewert-Ausgabevorrichtung), die eine Vorhersagefunktion aus den von dem Bildspeicher **9** ausgegebenen Bezugspixeln und dem von der Bereichsmodus-Bestimmungseinheit **10** ausgegebenen Bereichsmodus auswählt und einen ersten Vorhersagewert entsprechend dem Codierpixel vorhersagt und ausgibt. Die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** bestimmt dann Vorhersageketten von zweiten und nachfolgenden Vorhersagewerten anhand der von der Bereichsmodus-Bestimmungseinheit **10** ausgegebenen Werten von Zweipegel-Bezugspixeln, und sie gibt wiederholt die Vorhersagewerte und ihre Vorhersageränge aus, bis der Vorhersagewert mit dem Codierpixelwert übereinstimmt ("adaptiver Vorhersageschritt").

[0190] Die Zahl **13** bezeichnet den Kontextgenerator (Kontexterzeugungsvorrichtung) zum Ausgeben eines "Kontextes", d. h., einen Codierindex in einem arithmetischen Codier ("Kontexterzeugungsschritt").

[0191] Die Zahl **14** bezeichnet eine Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungseinheit (Vergleichsvorrichtung) zum Bestimmen einer Übereinstimmung zwischen dem von dem Bildspeicher **9** ausgegebenen Codierpixelwert und dem von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebenen Vorhersagewert, transformiert die Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmung in ein "binäres Signal", das die Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmung darstellt, und gibt dasselbe als der Codierung durch den arithmetischen Codierer zu unterziehend aus ("Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungsschritt").

[0192] Die Zahl **15** bezeichnet den arithmetischen Codierer (Codiervorrichtung) zum Ausgeben eines "Codes", in dem eine arithmetische Codierung auf der Grundlage des von der Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungseinheit ausgegebenen binären Signals und des von dem Kontextgenerator **13** ausgegebenen Kontexts durchgeführt wird ("arithmetischer Codierschritt").

[0193] Die Zahl **16** bezeichnet eine Codiersteuerschaltung zum Steuern des Prozessablaufs der Ausführung der Speicherung von Codierpixeln und der Aktualisierung von Bezugspixeln in dem Bildspeicher **9**, der Aktualisierung eines in der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebenen Vorhersagewertes und der Codierung des binären Signals in dem arithmetischen Codierer **15**, auf der Grundlage der Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmung (ein unmittelbar vorhergehendes binäres Signal), die von der Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungseinheit **14** ausgegeben ist, und des von der adaptiven

Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebenen Rangs der Vorhersage ("Codiersteuerschritt"). Es ist festzustellen, dass bei diesem Ausführungsbeispiel der Zustand der Verteilung von Bezugspixeln vorher durch die Bereichsmodus-Bestimmungsvorrichtung erfasst wird, und der Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungsschritt und der arithmetische Codierschritt werden auf der Grundlage des Ergebnisses dieser Erfassung gesteuert. Folglich ist es möglich, beispielsweise die Übereinstimmung in einer kurzen Zeitperiode bei der Bestimmung der Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmung zu erfassen.

[0194] Als Nächstes wird eine Beschreibung der Arbeitsweise in der in [Fig. 5](#) gezeigten Bildcodiervorrichtung gegeben. Ein Flussdiagramm der Codierung ist in [Fig. 12](#) gezeigt. Die Codiersteuerschaltung **16** bestimmt eine Bedingung in dem Flussdiagramm und steuert den Gesamtablauf.

[0195] Obgleich die "Initialisierungsverarbeitung" und die "Nachverarbeitung" in diesem Flussdiagramm beschrieben sind, sind Signale, die die beiden Verarbeitungsschritte von der Codiersteuerschaltung aus befehlen, in dem in [Fig. 5](#) gezeigten Blockschaltbild nicht illustriert. Zu Beginn der Codierung ist es erforderlich, die "Initialisierungsverarbeitung" des Bildspeichers **9** und des arithmetischen Codierers **15** zu bewirken. Zusätzlich wird bei der Beendigung der Codierung eine Codeabtastung als die "Nachverarbeitung" des arithmetischen Codierers **15** durchgeführt. Der "Codiervorgang" mit Ausnahme der "Initialisierungsverarbeitung" und der "Nachverarbeitung" wird nachfolgend beschrieben, indem seine grundsätzliche Operation in eine "Codieroperation 1", eine "Codieroperation 2" und eine "Codieroperation 3" klassifiziert wird.

Codieroperation 1

[0196] Zuerst weist die Codiersteuerschaltung **16** den Bildspeicher **9** an, der Codierung unterzogene Pixel (nachfolgend als die Codierpixel bezeichnet) zu speichern (Befehl E1). Gleichzeitig weist die Codiersteuerschaltung **16** die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** an, die Initialisierung des Rangs der adaptiven Vorhersage (nachfolgend als der Vorhersagerang bezeichnet) zu der Zeit des Beginns der Codierung jedes Pixels zu bewirken. Es wird angenommen, dass der Vorhersagerang ein numerischer Wert ist, der für einen N-ten Vorhersagewert als $N - 1$ ausgedrückt wird.

[0197] Der Bildspeicher **9** gibt die akkumulierten Codierpixel und Bezugspixel A bis G, die in [Fig. 17](#) gezeigt sind, aus (in einem Fall, in dem auf sieben Pixel Bezug genommen wird). Es ist erforderlich, eine gemeinsame Maßnahme für den Codierer und den Decodierer vorzusehen, wie durch Setzen der Werte von Bezugspixeln, die nicht das Bild sind, auf 0.

[0198] Nachdem das Codierpixel und die Bezugspixel ausgegeben sind, wird die Klassifizierung des Attributs, das hinsichtlich des Codierpixels als der "Bereichsmodus" bezeichnet wird, parallel bewirkt.

[0199] Nachdem die Bezugspixel aus dem Bildspeicher ausgegeben sind, berechnet die Bereichsmodus-Bestimmungseinheit **10** die maximale Differenz DR (dynamischer Bereich) gemäß der folgenden Formel 1.

$$DR = \text{Max}(A, B, C, D, E, F, G) - \text{Min}(A, B, C, D, E, F, G) \quad (1)$$

worin Max() und Min() Funktionen zum Bestimmen von maximalen Wert bzw. minimalen Werten aus den Bezugspixeln A bis G sind.

[0200] Obgleich der Wert der so bestimmten maximalen Differenz DR so wie er ist als der Bereichsmodus (RM) angenommen werden kann, da die Gesamtzahl von Moden groß wird, wird bei diesem Beispiel angenommen, dass gemäß [Fig. 18](#) 16 Moden vorgesehen sind, und 4-Bit-Bereichsmoden werden ausgegeben.

Codieroperation 2

[0201] Die Codiersteuerschaltung **16** weist die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** an, die Vorhersagewerte und den Vorhersagerang auszugeben (Befehl E2). Zusätzlich gibt der Kontextgenerator **13** einen Kontext aus, und die Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungseinheit **14** gibt ein binäres Signal aus. Diese Vorgänge werden parallel durchgeführt.

Codieroperation 2-1; Erste Vorhersage

[0202] Bei der ersten Vorhersage berechnet die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** einen ersten Vorhersagewert P1 auf der Grundlage eines Berechnungsausdrucks, der bestimmt ist durch Umschalten durch Verwendung einer Spalte einer in [Fig. 22](#) gezeigten Tabelle gemäß dem Bereichsmodus (der von der Bereichsmodus-Bestimmungseinheit **10** ausgegeben wurde), der bereits von der Bereichsmodus-Bestimmungseinheit **10** bestimmt wurde, und gibt diesen aus.

Codieroperation 2-2; Zweite und nachfolgende Vorhersagen

[0203] Bei der zweiten und nachfolgenden Vorhersagen bestimmt die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** eine Vorhersagekette auf der Grundlage des binären Vorhersagewertes und eines binären Schwellenwertes Th, und sie bestimmt einen Vorhersagewert gemäß [Fig. 23](#) und gibt diesen aus. In der Zeichnung sind Vorhersagewerte abwechselnd auf beiden Sei-

ten nach rechts und nach links in der Kette verteilt. Jedoch wird, nachdem ein maximaler Wert oder ein minimaler Wert des Pixels mit Bezug auf eine Richtung erschienen ist, eine Zuweisung nur in der anderen Richtung durchgeführt.

[0204] Der von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebene Vorhersagewert wird durch die Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungseinheit **14** mit einem von dem Bildspeicher **9** ausgegebenen Codierpixelwert verglichen. In dem Fall der "Übereinstimmung" (gleich), wird das Ergebnis des Vergleichs in ein durch das Symbol "1" dargestelltes binäres Signal umgewandelt, und in dem Fall der "Nichtübereinstimmung" (nicht gleich), wird das Ergebnis des Vergleichs in ein durch das Symbol "0" dargestelltes binäres Signal umgewandelt.

Codieroperation 3

[0205] Die Codiersteuerschaltung **16** weist den arithmetischen Codierer **15** an, eine arithmetische Codierung auf der Grundlage des binären Signals und des Kontexts, d. h., eines Codierindexes hiervon durchzuführen (Befehl E3).

Codieroperationen 2 und 3; Bis zur Beendigung der Pixelcodierung

[0206] Die Codiersteuerschaltung **16** gibt wiederholt den "Befehl E2" und den "Befehl E3" aus, bis die Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungseinheit **14** das binäre Signal ["Übereinstimmung"] bestimmt, und sein Symbol "1" wird durch den arithmetischen Codierer **15** codiert, wodurch die Codierung eines Mehrpegelpixels als binäre Codierverarbeitung realisiert wird.

[0207] D. h., eine binäre Signalkette wie die in [Fig. 24](#) gezeigte wird für ein Mehrpegel-Codierpixel codiert. Wenn dieses Codierpixel mit dem N-ten Vorhersagewert "übereinstimmt", wird eine binäre Signalkette 0 ... 01 mit einer Kettenlänge von N für das Pixel codiert. Jedoch ist es in einem Fall, in dem alle Vorhersagewerte erschienen sind und das Codierpixel an dem Ende der Kette "übereinstimmt", selbstverständlich, dass eine "Übereinstimmung" invariabel erhalten wird, und es ist möglich, die Codierung des letzten binären Signals "1" wegzulassen.

[0208] In der vorbeschriebenen Weise führt die Codiersteuerschaltung **16** die Binärsignalverarbeitung und das Codieren von Multipegelpixeln für alle Pixel des Bildes durch.

[0209] In ähnlicher Weise zeigt [Fig. 27](#) eine Ausbildung einer Bilddecodiervorrichtung, die ein Ausführungsbeispiel der Bilddecodiervorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ist. In der Zeichnung führen, da die Bereichsmodus-Bestimmungseinheit **10**, die

adaptive Vorhersagevorrichtung **12** und der Kontextgenerator **13** dieselben Funktionen und Operationen durch wie diejenigen der vorbeschriebenen Bildcodiervorrichtung, eine Beschreibung hiervon weglassen.

[0210] Zuerst wird eine Beschreibung der Elemente dieses Ausführungsbeispiels gegeben.

[0211] Die Bezugszahl **17** bezeichnet den Bildspeicher (Bildausgabevorrichtung) zum Ausgeben eines oder mehrerer willkürlicher gespeicherter Pixel (an einer besonderen Position oder Positionen) in der Nähe eines Decodierpixels oder diesem benachbart vor der Decodierung als ein oder mehrere Bezugspixel und zum Speichern der decodierten Multipelgelpixel ("Pixel Speicher- und -bezugnahmeschritt").

[0212] Die Zahl **18** bezeichnet den arithmetischen Decodierer (arithmetische Decodiervorrichtung) zum Ausgeben eines binären Signals, indem eine arithmetische Decodierung auf der Grundlage des Codes und des von dem Kontextgenerator **13** (Kontextzeugungsvorrichtung) ausgegebenen Kontexts durchgeführt wird ("arithmetischer Decodierschritt").

[0213] Die Zahl **19** bezeichnet die Decodiersteuerschaltung (Decodiersteuervorrichtung) zum Steuern des Verarbeitungsablaufs der Ausführung der Speicherung eines decodierten Pixels und der Aktualisierung von Bezugspixeln in dem Bildspeicher **17**, der Aktualisierung eines in der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebenen Vorhersagewertes und der Decodierung des binären Signals in dem arithmetischen Decodierer **18**, auf der Grundlage der Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmung, die von dem unmittelbar vorher decodierten binären Signal angezeigt wird, und des von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebenen Vorhersagerangs ("Decodiersteuerschritt").

[0214] Als Nächstes wird eine Beschreibung der Arbeitsweise gegeben. Ein Decodierflussdiagramm ist in [Fig. 34](#) gezeigt. Die Decodiersteuerschaltung **19** führt Entscheidung über die Bedingungen in dem Flussdiagramm durch und steuert die Folge des Gesamtablaufs.

[0215] Obgleich die "Initialisierungsverarbeitung" und die "Nachverarbeitung" in diesem Flussdiagramm beschrieben sind, sind Signale, die die beiden Verarbeitungsschritte von der Decodiersteuerschaltung aus befehlen, in dem in [Fig. 27](#) gezeigten Blockschaltbild nicht illustriert. Zu Beginn der Decodierung ist es erforderlich, die "Initialisierungsverarbeitung" des Bildspeichers **17** und des arithmetischen Decodierers **18** zu bewirken. Zusätzlich wird bei der Beendigung der Decodierung die Speicherung eines letzten Pixels als "Nachverarbeitung" durchgeführt. Der "Decodiervorgang" mit Ausnahme der "Initialisierungs-

ungsverarbeitung" und der "Nachverarbeitung" wird nachfolgend beschrieben, indem seine grundsätzliche Operation in eine "Decodieroperation 1", eine "Decodieroperation 2" und eine "Decodieroperation 3" klassifiziert wird.

Decodieroperation 1

[0216] Zuerst weist die Decodiersteuerschaltung **19** den Bildspeicher **17** an, ein der Decodierung unterzogenes Pixel (nachfolgend als ein decodiertes Pixel bezeichnet) zu speichern (Befehl D1). Auch weist die Decodiersteuerschaltung **19** die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** an, die Initialisierung des Vorhersagerangs zu der Zeit des Beginns der Decodierung jedes Pixels zu bewirken. Das gespeicherte Pixel ist ein unmittelbar vorher decodiertes Pixel und ein Vorhersagewert (Ausgangssignal der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12**), wenn das binäre Signal "Übereinstimmung" ('1') durch den arithmetischen Decodierer **18** decodiert wird.

[0217] Da die Speicherverarbeitung um einen Bereich eines Pixels mit Bezug auf die Decodierung der Pixel nacheilt, ist es zu Beginn der Decodierung ausreichend, nur die Initialisierung der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** zu bewirken, und die Speicherung des Pixels ist nicht erforderlich. In ähnlicher Weise ist es bei der Beendigung der Decodierung erforderlich, ein letztes decodiertes Pixel zu speichern.

[0218] Der Bildspeicher **17** gibt die Bezugspixel A bis G in derselben Weise wie bei der Operation der vorbeschriebenen Bildcodiervorrichtung aus.

[0219] Nachdem die Bezugspixel ausgegeben sind, wird die Klassifizierung des Attributs, das mit Bezug auf das Codierpixel als der "Bereichsmodus" bezeichnet wird, parallel durchgeführt.

[0220] Die Bereichsmodus-Bestimmungseinheit **10** bestimmt einen Bereichsmodus durch Berechnen einer maximalen Differenz DR der Pixel A bis G in derselben Weise wie bei der Operation der vorbeschriebenen Bildcodiervorrichtung (Formel 1, [Fig. 18](#)) und gibt diesen aus.

Decodieroperation 2

[0221] Die Decodiersteuerschaltung **19** weist die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** an, die Vorhersagewerte und den Vorhersagerang auszugeben (Befehl D2). Zusätzlich gibt der Kontextgenerator **13** einen Kontext aus.

Decodieroperation 2-1; Erste Vorhersage

[0222] Bei der ersten Vorhersage berechnet die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** einen ersten Vorhersagewert auf der Grundlage des bereits bestimm-

ten Bereichsmodus (Ausgangssignal der Bereichsmodus-Bestimmungseinheit **10**) in derselben Weise wie bei der Operation der vorbeschriebenen Bildcodiervorrichtung und gibt diesen aus ([Fig. 22](#)).

Decodieroperation 2-2; Zweite und nachfolgende Vorhersagen

[0223] Bei der zweiten und den nachfolgenden Vorhersagen bestimmt die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** Vorhersagewerte in derselben Weise wie bei der Operation der vorbeschriebenen Bildcodiervorrichtung und gibt diese aus ([Fig. 23](#)).

Decodieroperation 3

[0224] Die Decodiersteuerschaltung **19** weist den arithmetischen Decodierer **18**, eine arithmetische Decodierung auf der Grundlage der codierten Signale, das von der Codiervorrichtung codiert wurde, und des Kontextes, d. h. eines Decodierindexes für das zu decodierende binäre Signal zu bewirken (Befehl D3).

Decodieroperationen 2 und 3; Bis zur Beendigung der Pixeldecodierung

[0225] Die Decodiersteuerschaltung **19** gibt wiederholt den "Befehl D2" und den "Befehl D3" aus, bis das binäre Signal "Übereinstimmung" (Symbol '1') durch den arithmetischen Decodierer **18** decodiert wird, wodurch die Decodierung eines Mehrpegelpixels als binäre Decodierverarbeitung realisiert wird.

[0226] D. h., die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** erzeugt einen Vorhersagewert synchron mit der Zeit, zu der das binäre Signal erzeugt wird, und der von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** erzeugte Vorhersagewert zu der Zeit des Auftretens der Übereinstimmung (Symbol 1) wird von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** als das decodierte Pixel zu dem Bildspeicher **17** ausgegeben.

[0227] Somit wird der von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12**, wenn das binäre Signal "Übereinstimmung (Symbol '1')" durch den arithmetischen Decodierer **18** bezeichnet wird, ausgegebene Vorhersagewert als der decodierte Pixelwert verwendet.

[0228] Wenn alle Vorhersagewerte bei der Codierung durch die Bildcodiervorrichtung erschienen und das binäre Signal "Übereinstimmung" am Ende der Kette codiert wird, in einem Fall, in dem die Codierung des Symbols "1" weggelassen wurde, nachdem die Decodiersteuerschaltung **19** bewirkt hat, dass die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** den Vorhersagewert am Ende der Kette ausgibt (Befehl D2), muss die Decodiersteuerschaltung **19** bewirken, dass der Bildspeicher **17** den Vorhersagewert speichert, ohne zu bewirken, dass der arithmetische Decodierer **18**

die Decodierung hiervon durchführt (Befehl D3). Jedoch ist die Vorbedingung derart, dass das Codieren und Decodieren des binären Signals "Übereinstimmung (Symbol '1')" bei dem letzten Vorhersagerang durch den Codierer und den Decodierer angenommen werden, ungeachtet dessen, ob die Codierung und Decodierung hiervon durchzuführen oder wegzulassen sind.

[0229] Wie vorstehend beschrieben ist, führt die Decodiersteuerschaltung **19** eine Decodierung durch die Binärsignalverarbeitung von Mehrpegelpixeln für alle Pixel des Bildes durch.

[0230] Bei diesem Ausführungsbeispiel ist es bei der Codierung oder Decodierung eines Pixels möglich, die Vorhersagefunktion in Pixeleinheiten adaptive zu ändern gemäß dem von einem maximalen Differenzwert bestimmten Bereichsmodus, d. h., einem Index des Grads der "Zerstreuung (Verteilung)" der Bezugspixelwerte sowie einer Klassifizierung hiervon. Da die Vorhersagefunktion geändert wird, ist es möglich, die Wahrscheinlichkeit der Übereinstimmung der Vorhersage zu Bereichen mit hohen Vorhersagerängen vorzuspannen. Daher ist es möglich, einen Vorteil dahingehend zu erhalten, dass die Länge der vorhersagend transformierten Binärsignalkette 0 ... 01 verkürzt werden kann, wodurch der Codierwirkungsgrad verbessert wird.

Viertes Ausführungsbeispiel

[0231] [Fig. 6](#) illustriert eine Ausbildung einer Bildcodiervorrichtung, die ein weiteres Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist.

[0232] Zuerst wird eine Beschreibung der Elemente dieses Ausführungsbeispiels gegeben.

[0233] Die Bezugszahl **9** bezeichnet den Bildspeicher (Bildausgabevorrichtung) zum Speichern von Mehrpegelpixeln und zum Ausgeben jedes Codierpixels und eines oder mehrerer von willkürlichen gespeicherten Pixeln (an einer besonderen Position oder Positionen) in der Nähe dieses Codierpixels oder demselben benachbart als ein oder mehrere Bezugspixel ("Pixel Speicher- und -bezugnahmeschritt").

[0234] Die Zahl **11** bezeichnet eine Grenzmodus-Bestimmungseinheit, in die die von dem Bildspeicher **9** ausgegebenen Bezugspixel eingegeben werden, um Pixelwerte für die jeweiligen eingegebenen Bezugspixel zu bestimmen, und die einen Mittelwert der Pixelwerte bestimmt, den bestimmten Mittelwert als einen Schwellenwert für einen maximalen Pixelwert und einen minimalen Pixelwert setzt und einen Vergleich zwischen dem Schwellenwert und jedem der Bezugspixelwerte durchführt. Die Grenzmodus-Bestimmungseinheit **11** transformiert jeden Bezugspixelwert in einen Zweipegelwert auf der Grund-

lage des Ergebnisses des Vergleichs, gibt den "Schwellenwert" aus und bestimmt einen "Grenzmodus" ("Grenzmodus-Bestimmungsschritt"). Mit anderen Worten, bei der Bestimmung des Grenzmodus wird ein Muster der Verteilung von Bezugspixeln bei der vorbeschriebenen Bestimmung ausgewählt, und das ausgewählte Muster ähnelt am stärksten einem Vorhersagemuster des Codierpixels.

[0235] Die Zahl **12** bezeichnet die adaptive Vorhersagevorrichtung (Vorhersagewert-Ausgabevorrichtung), die eine Vorhersagefunktion anhand der von dem Bildspeicher **9** ausgegebenen Bezugspixel und des von der Grenzmodus-Bestimmungseinheit **11** ausgegebenen Grenzmodus auswählt und einen ersten Vorhersagewert entsprechend dem Codierpixel vorhersagt und ausgibt. Die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** bestimmt dann Vorhersageketten von zweiten und nachfolgenden Vorhersagewerten aus den Werten von Zweipegel-Bezugspixeln, die von der Grenzmodus-Bestimmungseinheit **11** ausgegeben wurden, und gibt wiederholt die Vorhersagewerte und ihre Vorhersageränge aus, bis der Vorhersagewert mit dem Codierpixelwert übereinstimmt ("adaptiver Vorhersageschritt").

[0236] Die Zahl **13** bezeichnet den Kontextgenerator (Kontexterzeugungsvorrichtung) zum Ausgeben eines "Kontextes", d. h., eines Codierindexes in einem arithmetischen Codierer (der später beschrieben wird) ("Kontexterzeugungsschritt").

[0237] Die Zahl **14** bezeichnet die Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungseinheit (Vergleichsvorrichtung) zum Bestimmen einer Übereinstimmung zwischen dem von dem Bildspeicher **9** ausgegebenen Codierpixelwert und dem von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebenen Vorhersagewert, Transformieren der Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmung in ein die Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmung darstellendes "binäres Signal" und Ausgeben desselben als einer Codierung durch arithmetischen Codierer (der später beschrieben wird) zu unterziehend ("Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungsschritt").

[0238] Die Zahl **15** bezeichnet den arithmetischen Codierer (Codiervorrichtung) zum Ausgeben eines "Codes", indem eine arithmetische Codierung auf der Grundlage des von der Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungseinheit ausgegebenen binären Signals und des von dem Kontextgenerator **13** ausgegebenen Kontexts durchgeführt wird ("arithmetischer Codierschritt").

[0239] Die Zahl **16** bezeichnet die Codiersteuerschaltung zum Steuern der Verarbeitungsfolge der Ausführung des Speicherns von Codierpixeln und des Aktualisierens von Bezugspixeln in dem Bildspeicher **9**, des Aktualisierens eines in der adaptiven Vor-

hersagevorrichtung **12** ausgegebenen Vorhersagewertes und des Codierens des binären Signals in dem arithmetischen Codierer **15**, auf der Grundlage der Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmung (ein unmittelbar vorhergehendes binäres Signal), die von der Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungseinheit **14** ausgegeben wurde, und des von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebenen Rangs der Vorhersage ("Codiersteuerschritt"). Es ist festzustellen, dass bei diesem Ausführungsbeispiel der Zustand der Verteilung von Bezugspixeln (insbesondere eine Farbgenze zwischen dem Codierpixel und den Bezugspixeln) vorher durch die Grenzmodus-Bestimmungsvorrichtung erfasst wird, und der Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungsschritt und der arithmetische Codierschritt werden auf der Grundlage des Ergebnisses dieser Erfassung gesteuert. Folglich ist möglich, beispielsweise die Übereinstimmung in einer kurzen Zeitperiode bei der Bestimmung von Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmung zu erfassen.

[0240] Als Nächstes wird eine Beschreibung der Arbeitsweise der in [Fig. 6](#) gezeigten Bildcodiervorrichtung zum Bewirken einer Mehrbildcodierung gegeben. Ein Flussdiagramm der Codierung ist in [Fig. 13](#) gezeigt. Die Codiersteuerschaltung **16** bestimmt eine Bedingung in dem Flussdiagramm und steuert den Gesamt Ablauf.

[0241] Obgleich die "Initialisierungsverarbeitung" und die "Nachverarbeitung" in diesem Flussdiagramm beschrieben sind, sind Signale, die die beiden Verarbeitungsschritte von der Codiersteuerschaltung aus befehlen, in dem in [Fig. 6](#) gezeigten Blockschaltbild nicht illustriert. Zu Beginn der Codierung ist es erforderlich, die "Initialisierungsverarbeitung" des Bildspeichers **9** und des arithmetischen Codierers **15** zu bewirken. Zusätzlich wird bei der Beendigung der Codierung eine Codeabtastung als die "Nachverarbeitung" des arithmetischen Codierers **15** durchgeführt. Der "Codiervorgang" mit Ausnahme der "Initialisierungsverarbeitung" und der "Nachverarbeitung" wird nachfolgend beschrieben, indem seine grundsätzliche Operation in eine "Codieroperation 1", eine "Codieroperation 2" und eine "Codieroperation 3" klassifiziert wird.

Codieroperation 1

[0242] Zuerst weist die Codiersteuerschaltung **16** den Bildspeicher **9** an, der Codierung zu unterziehende Pixel zu speichern (nachfolgend als Codierpixel bezeichnet) (Befehl E1). Gleichzeitig weist die Codiersteuerschaltung **16** die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** an, die Initialisierung des Rangs der adaptiven Vorhersage (nachfolgen als der Vorhersagerang bezeichnet) zu der Zeit des Beginns der Codierung jedes Pixels zu bewirken. Es wird angenommen, dass der Vorhersagerang ein numerischer Wert ist,

der für einen N-ten Vorhersagewert als $N - 1$ ausgedrückt wird.

[0243] Der Bildspeicher **9** gibt die akkumulierten Codierpixel und Bezugspixel A bis G, die in [Fig. 17](#) gezeigt sind, aus (in einem Fall, in dem auf sieben Pixel Bezug genommen wird). Es ist erforderlich, eine gemeinsame Maßnahme für den Codierer und den Decodierer vorzusehen, wie durch Setzen der Werte von Bezugspixel, die andere als das Bild sind, auf 0.

[0244] Nachdem das Codierpixel und die Bezugspixel ausgegeben sind, wird die Klassifizierung des als der "Grenzmodus" mit Bezug auf das Codierpixel bezeichneten Attributs parallel durchgeführt.

[0245] Die Grenzmodus-Bestimmungseinheit **11** gibt einen 3-Bit-Grenzmodus und einen Schwellenwert Th aus. Hier ist der Schwellenwert Th durch die nachfolgend gezeigte Formel (Formel 2) gegeben als ein Mittelwert von maximalen Pixelwerten und minimalen Pixelwerten der Bezugspixel A bis G, und er wird verwendet, um Zweipegelwerte für die Bezugspixel zu erhalten. Die Funktionen $Max()$ und $Min()$ sind dieselben wie die in der Formel 1 verwendeten. [Fig. 19](#) zeigt eine Zweipegel-Transformationsfunktion $Q()$, und die erhaltene Definition ist derart, dass, wenn angenommen wird, dass die in Zweipegelwerte durch $Q(A)$ bis $Q(G)$ transformierten Pixel gleich a bis g sind, das Pixel a unveränderlich gleich 0 wird.

$$Th = \{Max(A, B, C, D, E, F, G) + Min(A, B, C, D, E, F, G)\}/2 \quad (2)$$

[0246] Mittels der so in Zweipegelwerte transformierten Werte der Bezugspixel a bis g sind die "Anwesenheit oder Abwesenheit einer dem Codierpixel benachbarten Grenze", die "Richtung der Grenze" und die "Positionsbeziehung mit der Grenze" wie in [Fig. 20](#) gezeigt klassifiziert, und der Grenzmodus (BM) ist in Übereinstimmung mit [Fig. 21](#) bestimmt. Der Grenzmodus 0 ist als ein flacher Bildbereich ohne Grenze gesetzt und wird von einem Bildbereich mit einer Grenze unterschieden. In [Fig. 20](#) ist der Grenzmodus bestimmt von jedem Zweipegel-Bezugspixel, das durch die ausgezogene Linie umgeben ist, und die Grenze ist durch die ausgezogene Linie zusammen mit einem vorhergesagten Wert des Codierpixels "x" gezeigt. In [Fig. 21](#) ist das durch die Markierung "-" angezeigte Pixel ein Pixel, das die Grenzmodusbestimmung nicht beeinträchtigt. Hier sind in den [Fig. 20](#) und [Fig. 21](#) die Grenzmoden in 8 Arten (3 Bits) klassifiziert. Jedoch ist es auch möglich, 128 (7 Bit) Grenzmoden anzunehmen unter Verwendung der Zweipegel-Bezugspixel a bis g so wie sie sind, durch Verwendung derartiger Verfahren wie der Klassifizierung von nur dem flachen Bereich und dem Grenzbereich (zwei Arten) und der Klassifizierung an dem Grenzbereich auf der Grundlage von

nur der Grenzrichtung (fünf Arten: flach, vertikal, horizontal, nach rechts geneigt und nach links geneigt), oder ohne Klassifizieren der Anwesenheit oder Abwesenheit der Grenze, der Richtung und der Position.

Codieroperation 2

[0247] Die Codiersteuerschaltung **16** weist die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** an, die Vorhersagewerte und den Vorhersagerang auszugeben (Befehl E2). Zusätzlich gibt der Kontextgenerator **13** einen Kontext aus, und die Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungseinheit **14** gibt ein binäres Signal aus. Diese Vorgänge werden parallel durchgeführt.

Codieroperation 2-1; Erste Vorhersage

[0248] Bei der ersten Vorhersage berechnet die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** einen ersten Vorhersagewert $P1$ in Übereinstimmung mit einem Berechnungsausdruck zum Auswählen des Grenzmodus (BM) durch Verwendung nur einer Reihe der in [Fig. 22](#) gezeigten Tabelle auf der Grundlage des bereits bestimmten Grenzmodus (Ausgangssignal der Grenzmodus-Bestimmungseinheit **11**) und gibt diesen aus.

Codieroperation 2-2; Zweite und nachfolgende Vorhersagen

[0249] Bei der zweiten und nachfolgenden Vorhersagen bestimmt die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** eine Vorhersagekette auf der Grundlage des ersten Vorhersagewertes und eines binären Schwellenwertes Th , und sie bestimmt einen Vorhersagewert gemäß [Fig. 23](#) und gibt diesen aus. In der Zeichnung sind Vorhersagewerte abwechselnd zu beiden Seiten nach rechts und nach links in der Kette verteilt. Jedoch wird, nachdem ein maximaler Wert oder ein minimaler Wert des Pixels mit Bezug auf eine Richtung erschienen ist, eine Zuweisung nur für die andere Richtung durchgeführt.

[0250] Der von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebene Vorhersagewert wird durch die Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungseinheit **14** mit einem von dem Bildspeicher **9** ausgegebenen Codierpixelwert verglichen. In dem Fall der "Übereinstimmung" (gleich), wird das Ergebnis des Vergleichs umgewandelt in ein durch das Symbol "1" dargestelltes binäres Signal, und in dem Fall der "Nichtübereinstimmung" (nicht gleich) wird das Ergebnis des Vergleichs in ein durch das Symbol "0" dargestelltes binäres Signal umgewandelt.

Codieroperation 3

[0251] Die Codiersteuerschaltung **16** weist den

arithmetischen Codierer **15** an, eine arithmetische Codierung auf der Grundlage des binären Signals und des Kontextes, d. h., eines Codierindex hiervon, zu bewirken (Befehl E3).

Codieroperationen 2 und 3; Bis zur Beendigung der Pixelcodierung

[0252] Die Codiersteuerschaltung **16** gibt wiederholt den "Befehl E2" und den "Befehl E3" aus, bis die Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungseinheit **14** das binäre Signal ["Übereinstimmung"] bestimmt, und sein Symbol "1" wird durch den arithmetischen Codierer **15** codiert, wodurch die Codierung eines Mehrpegelpixels als Binärcodierverarbeitung realisiert wird.

[0253] D. h., eine Binärsignalkette wie die in [Fig. 24](#) gezeigte wird für ein Mehrpegel-Codierpixel codiert. Wenn dieses Codierpixel mit dem N-ten Vorhersagewert "übereinstimmt", wird eine Binärsignalkette 0 ... 01 mit einer Kettenlänge N für das Pixel codiert. Jedoch ist es in einem Fall, in dem alle Vorhersagewerte erschienen sind und das Codierpixel an dem Ende der Kette "übereinstimmt", selbstverständlich, dass eine "Übereinstimmung" unveränderlich erhalten wird, und es ist möglich, die Codierung des letzten binären Signals "1" wegzulassen.

[0254] In der vorbeschriebenen Weise führt die Codiersteuerschaltung **16** die Binärsignalverarbeitung und die Codierung von Mehrpegelpixeln für alle Pixel des Bildes durch.

[0255] In ähnlicher Weise zeigt [Fig. 28](#) die Ausbildung einer Bilddecodiervorrichtung, die ein Ausführungsbeispiel der Bilddecodiervorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ist. In der Zeichnung wird, da die Grenzmodus-Bestimmungseinheit **11**, die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** und der Kontextgenerator **13** dieselben Funktionen und Operationen wie diejenigen der vorbeschriebenen Bildcodiervorrichtung durchführen, eine Beschreibung hiervon weggelassen.

[0256] Zuerst wird eine Beschreibung von Elementen dieses Ausführungsbeispiels gegeben.

[0257] Die Bezugszahl **17** bezeichnet den Bildspeicher (Bildausgabevorrichtung) zum Ausgeben eines oder mehrerer willkürlicher gespeicherter Pixel (an einer besonderen Position oder Positionen) in der Nähe eines Decodierpixels oder benachbart desselben vor der Decodierung als ein oder mehrere Bezugspixel und zum Speichern der decodierten Mehrpegelpixel ("Pixel-speicher- und -bezugnahme-schritt").

[0258] Die Zahl **18** bezeichnet den arithmetischen Decodierer (Decodiervorrichtung) zum Ausgeben ei-

nes binären Signals, indem eine arithmetische Decodierung auf der Grundlage des Codes und des von dem Kontextgenerator **13** (Kontexterzeugungsvorrichtung) ausgegebenen Kontexts durchgeführt wird ("arithmetischer Decodierschritt").

[0259] Die Zahl **19** bezeichnet die Decodiersteuerschaltung (Decodiersteuervorrichtung) zum Steuern der Verarbeitungsfolge der Ausführung der Speicherung eines decodierten Pixels und der Aktualisierung von Bezugspixeln in dem Bildspeicher **17**, der Aktualisierung eines in die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** (Vorhersagewert-Ausgabevorrichtung) ausgegebenen Vorhersagewertes und der Decodierung des binären Signals in dem arithmetischen Decodierer **18**, auf der Grundlage der Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmung, die durch das binäre Signal, das unmittelbar zuvor decodiert wurde, angezeigt wird, und des von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebenen Vorhersagerangs ("Decodiersteuerschritt").

[0260] Als Nächstes wird eine Beschreibung der Arbeitsweise gegeben. Ein Decodierflussdiagramm ist in [Fig. 35](#) gezeigt. Die Decodiersteuerschaltung **19** führt Entscheidung über die Bedingungen in dem Flussdiagramm durch und steuert den Gesamttablauf.

[0261] Obgleich die "Initialisierungsverarbeitung" und die "Nachverarbeitung" in diesem Flussdiagramm beschrieben sind, sind Signale, die die beiden Verarbeitungsschritte von der Decodiersteuerschaltung aus befehlen, in dem in [Fig. 28](#) gezeigten Blockschaltbild nicht illustriert. Zu Beginn der Decodierung ist es erforderlich, die "Initialisierungsverarbeitung" des Bildspeichers **17** und des arithmetischen Decodierers **18** zu bewirken. Zusätzlich wird bei der Beendigung der Decodierung die Speicherung eines letzten Pixels als "Nachverarbeitung" durchgeführt. Der "Decodiervorgang" mit Ausnahme der "Initialisierungsverarbeitung" und der "Nachverarbeitung" wird nachfolgend beschrieben, indem seine grundsätzliche Operation in die "Decodieroperation 1", die "Decodieroperation 2" und die "Decodieroperation 3" klassifiziert wird.

Decodieroperation 1

[0262] Zuerst weist die Decodiersteuerschaltung **19** den Bildspeicher **17** an, ein der Decodierung unterzogenes Pixel zu speichern (nachfolgend als ein decodiertes Pixel bezeichnet) (Befehl D1). Auch weist die Decodiersteuerschaltung **19** die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** an, die Initialisierung des Vorhersagerangs zu der Zeit des Beginns der Decodierung jedes Pixels zu bewirken. Das gespeicherte Pixel ist ein unmittelbar vorher decodiertes Pixel und es ist ein Vorhersagewert (Ausgangssignal der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12**), wenn das binäre Signal

"Übereinstimmung ('1')" durch den arithmetischen Decodierer **18** decodiert wird.

[0263] Da die Speicherverarbeitung um einen Bereich eines Pixels mit Bezug auf Decodierung der Pixel naheht, ist es zu Beginn der Decodierung ausreichend, nur die Initialisierung der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** zu bewirken, und die Speicherung des Pixels ist nicht erforderlich. In gleicher Weise ist es bei Beendigung der Decodierung erforderlich, ein letztes decodiertes Pixel zu speichern.

[0264] Der Bildspeicher **17** gibt die Bezugspixel A bis G in derselben Weise wie bei der Operation der vorbeschriebenen Bildcodiervorrichtung aus ([Fig. 17](#)).

[0265] Nachdem die Bezugspixel ausgegeben sind, wird die Klassifizierung des Attributs, das mit Bezug auf das Codierpixel als der "Grenzmodus" bezeichnet wird, parallel durchgeführt.

[0266] Die Grenzmodus-Bestimmungseinheit **11** bewirkt die Zweipegelverarbeitung der Bezugspixel (Pixel a bis g) durch Verwendung des Mittelwertes T_h der maximalen Pixelwerte und der minimalen Pixelwerte der Pixel A bis G als Schwellenwert, bestimmt den Grenzmodus und gibt denselben zusammen mit dem Schwellenwert T_h in derselben Weise wie bei der Operation der vorbeschriebenen Bildcodiervorrichtung aus (Formel 2, [Fig. 19](#) und [Fig. 20](#)).

Decodieroperation 2

[0267] Die Decodiersteuerschaltung **19** weist die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** an, die Vorhersagewerte und den Vorhersagerang auszugeben (Befehl D2). Zusätzlich gibt der Kontextgenerator **13** einen Kontext aus.

Decodieroperation 2-1; Erste Vorhersage

[0268] Bei der ersten Vorhersage berechnet die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** einen ersten Vorhersagewert auf der Grundlage des bereits bestimmten Grenzmodus (Ausgangssignal der Grenzmodus-Bestimmungseinheit **11**) in derselben Weise wie bei der Operation der vorbeschriebenen Bildcodiervorrichtung ([Fig. 22](#)) und gibt diesen aus.

Decodieroperation 2-2; Zweit und nachfolgende Vorhersagen

[0269] Bei der zweiten und den nachfolgenden Vorhersagen bestimmte die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** Vorhersagewerte in derselben Weise wie bei der Operation der vorbeschriebenen Bildcodiervorrichtung ([Fig. 23](#)) und gibt diese aus.

Decodieroperation 3

[0270] Die Decodiersteuerschaltung **19** weist den arithmetischen Decodierer **18** an, die arithmetische Decodierung auf der Grundlage des codierten Signals, das durch die Codiervorrichtung codiert wurde, und des Kontextes, d. h., eines Decodierindexes für das zu decodierende binäre Signal, zu bewirken (Befehl D3).

Decodieroperationen 2 und 3; Bis zur Beendigung der Pixeldecodierung

[0271] Die Decodiersteuerschaltung **19** gibt wiederholt den "Befehl D2" und den "Befehl D3) aus bis das binäre Signal "Übereinstimmung" (Symbol '1') durch den arithmetischen Decodierer **18** decodiert ist, wodurch die Decodierung eines Mehrpegelpixels als Binärdecodierverarbeitung realisiert wird.

[0272] D. h., die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** erzeugt einen Vorhersagewert synchron mit der Zeit, zu der das binäre Signal erzeugt wird, und der durch die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** zu der Zeit des Auftretens der Übereinstimmung (Symbol 1) erzeugte Vorhersagewert wird von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** als das decodierte Pixel zu dem Bildspeicher **17** ausgegeben.

[0273] Somit wird der von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebene Vorhersagewert, wenn das binäre Signal "Übereinstimmung (Symbol '1')" durch den arithmetischen Decodierer **18** angezeigt wird, als der decodierte Pixelwert verwendet.

[0274] Wenn alle Vorhersagewerte bei der Codierung durch die Bildcodiervorrichtung erschienen sind und das binäre Signal "Übereinstimmung" am Ende der Kette codiert ist, in einem Fall, in dem die Codierung des Symbols "1" weggelassen wurde, nachdem die Decodiersteuerschaltung **19** bewirkt hat, dass die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** den Vorhersagewert am Ende der Kette ausgibt (Befehl D2), muss die Decodiersteuerschaltung **19** bewirken, dass der Bildspeicher **17** den Vorhersagewert speichert, ohne zu bewirken, dass der arithmetische Decodierer **18** die Decodierung hiervon durchführt (Befehl D3). Jedoch ist die Vorbedingung derart, dass die Codierung und Decodierung des binären Signals "Übereinstimmung (Symbol '1')" bei dem letzten Vorhersagerang durch den Codierer und den Decodierer angenommen werden, ungeachtet dessen, ob die Codierung und Decodierung hiervon auszuführen oder wegzulassen sind.

[0275] Wie vorstehend beschrieben ist, führt die Decodiersteuerschaltung **19** eine Decodierung mittels der Binärsignalverarbeitung von Mehrpegelpixeln für alle Pixel des Bildes durch.

[0276] Bei diesem Ausführungsbeispiel werden bei der Codierung oder Decodierung eines Pixels die Grenzmoden klassifiziert, die bestimmt sind auf der Grundlage des Grades der "Neigung" eines lokalen Bezugsbildbereichs, der seinerseits bestimmt ist anhand eines maximalen Differenzwertes, d. h., eines Indexes des Grades der "Zerstreuung (Verteilung)" (erhalten wie durch Herausziehen einer Grenze zwischen dem Codierpixel und den Bezugspixeln) der Bezugspixelwerte. Dann ist es möglich, die Vorhersagefunktion adaptiv in Pixeleinheiten gemäß der Klassifizierung hiervon zu ändern. Da die Vorhersagefunktion geändert wird, ist es möglich, die Wahrscheinlichkeit der Übereinstimmung der Vorhersage zu Bereichen mit hohen Vorhersagerängen vorzuspinnen. Daher ist es möglich, den Vorteil dahingehend zu erhalten, dass die Länge der vorhersagend transformierten Binärsignalkette 0 ... 01 verkürzt werden kann, wodurch der Codierwirkungsgrad verbessert wird.

Fünftes Ausführungsbeispiel

[0277] [Fig. 7](#) illustriert eine Ausbildung einer Bildcodiervorrichtung, die noch ein weiteres Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist.

[0278] Zuerst wird eine Beschreibung der Elemente dieses Ausführungsbeispiels gegeben.

[0279] Die Bezugszahl **9** bezeichnet den Bildspeicher (Bildausgabevorrichtung) zum Speichern von Mehrpegelpixeln und zum Ausgeben jedes Codierpixels und eines oder mehrerer von zufälligen gespeicherten Pixeln (an einer besonderen Position oder Positionen) in der Nähe dieses Codierpixels oder benachbart desselben als ein oder mehrere Bezugspixel ("Pixelspeicher und -bezugsnahmeschritt").

[0280] Die Zahl **10** bezeichnet die Bereichsmodus-Bestimmungseinheit, in die die von dem Bildspeicher **9** ausgegebenen Bezugspixel eingegeben werden, die die maximalen Werte und die minimalen Werte der bestimmten Bezugspixelwerte bestimmt und die einen "Bereichsmodus" anhand der maximalen Differenz (dynamischer Bereich) der Bezugspixelwerte bestimmt, indem sie eine Berechnung mittels der maximalen Werte und der minimalen Werte durchführt ("Bereichsmodus-Bestimmungsschritt"). Es ist festzustellen, dass in dem Bereichsmodus-Bestimmungsschritt der Zustand der Veränderung der Verteilung der Bezugspixel bei der vorgenannten Bestimmung erfasst wird. Beispielsweise wird eine Bestimmung derart durchgeführt, dass, wenn die maximale Differenz in den Bezugspixelwerten groß ist, die Veränderung der Verteilung groß ist, und dass, wenn die maximale Differenz in den Bezugspixelwerten klein ist, die Veränderung der Verteilung klein ist.

[0281] Die Zahl **12** bezeichnet die adaptive Vorher-

sagevorrichtung (Vorhersagewert-Ausgabevorrichtung), die eine Vorhersagefunktion auf der Grundlage der von dem Bildspeicher **9** ausgegebenen Bezugspixel auswählt, eine Vorhersagekette entsprechend dem Codierpixel bestimmt und wiederholt die Vorhersagewerte und ihre Vorhersageränge ausgibt, bis der Vorhersagewert mit dem Codierpixelwert übereinstimmt ("adaptiver Vorhersageschritt").

[0282] Die Zahl **13** bezeichnet den Kontextgenerator (Kontexterzeugungsvorrichtung) zum Ausgeben eines "Kontextes", d. h., eines Codierindex in einem arithmetischen Codierer (der später beschrieben wird), auf der Grundlage des von der Bereichsmodus-Bestimmungseinheit **10** ausgegebenen Bereichsmodus ("Kontexterzeugungsschritt").

[0283] Die Zahl **14** bezeichnet die Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungseinheit (Vergleichsvorrichtung) zum Bestimmen einer Übereinstimmung zwischen dem von dem Bildspeicher **9** ausgegebenen Codierpixelwert und dem von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebenen Vorhersagewert, Transformieren der Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmung in ein die Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmung darstellendes "binäres Signal" und Ausgeben desselben als der Codierung durch den arithmetischen Codierer zu unterziehend ("Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungsschritt").

[0284] Die Zahl **15** bezeichnet den arithmetischen Codierer (Codiervorrichtung) zum Ausgeben eines "Codes", indem eine arithmetische Codierung auf der Grundlage des von der Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungseinheit ausgegebenen binären Signals und des von dem Kontextgenerator **13** ausgegebenen Kontextes durchgeführt wird ("arithmetischer Codierschritt").

[0285] Die Zahl **16** bezeichnet die Codiersteuerschaltung zum Steuern der Verarbeitungsfolge der Ausführung der Speicherung von Codierpixeln und der Aktualisierung von Bezugspixeln in dem Bildspeicher **9**, der Aktualisierung eines in die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebenen Vorhersagewertes und der Codierung des binären Signals in dem arithmetischen Codierer **15**, auf der Grundlage der Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmung (ein unmittelbar vorhergehendes binäres Signal), die von der Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungseinheit **14** ausgegeben ist, und des von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebenen Rangs der Vorhersage ("Codiersteuerschritt"). Es ist festzustellen, dass bei diesem Ausführungsbeispiel der Zustand der Verteilung von Bezugspixeln vorher durch die Bereichsmodus-Bestimmungseinheit erfasst wurde und der Kontext auf der Grundlage des erfassten Ergebnisses erzeugt wird, so dass der Codierwirkungsgrad verbessert wird.

[0286] Als Nächstes wird eine Beschreibung der Arbeitsweise der in [Fig. 7](#) gezeigten Bildcodiervorrichtung zum Bewirken einer Mehrbildcodierung gegeben. Ein Flussdiagramm der Codierung ist in [Fig. 14](#) gezeigt. Die Codiersteuerschaltung **16** bestimmt eine Bedingung in dem Flussdiagramm und steuert den Gesamt Ablauf.

[0287] Obgleich die "Initialisierungsverarbeitung" und die die "Nachverarbeitung" in diesem Flussdiagramm beschrieben sind, sind Signale, die die beiden Verarbeitungsschritte von der Codiersteuerschaltung aus befehlen, in dem in [Fig. 7](#) gezeigten Blockschaltbild nicht illustriert. Zu Beginn der Codierung ist es erforderlich die "Initialisierungsverarbeitung" des Bildspeichers **9** und des arithmetischen Codierers **15** zu bewirken. Zusätzlich wird bei der Beendigung der Codierung eine Codeabastung als die "Nachverarbeitung" des arithmetischen Codierers **15** durchgeführt. Der "Codiervorgang" mit Ausnahme der "Initialisierungsverarbeitung" und der "Nachverarbeitung" wird nachfolgend beschrieben, indem seine grundsätzliche Operation in die "Codieroperation 1", die "Codieroperation 2" und die "Codieroperation 3" klassifiziert wird.

Codieroperation 1

[0288] Zuerst weist die Codiersteuerschaltung **16** den Bildspeicher **9** an, der Codierung unterzogene Pixel (nachfolgend als die Codierpixel bezeichnet) zu speichern (Befehl E1). Gleichzeitig weist die Codiersteuerschaltung **16** die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** an, die Initialisierung des Vorhersagerangs zu der Zeit des Beginns der Codierung jedes Pixels zu bewirken. Es wird angenommen, dass der Vorhersagerang ein numerischer Wert ist, der für einen N-ten Vorhersagewert als $N - 1$ ausgedrückt wird.

[0289] Der Bildspeicher **9** gibt die akkumulierten Codierpixel und Bezugspixel A bis G, die in [Fig. 17](#) gezeigt sind, aus (in einem Fall, in welchem auf sieben Pixel Bezug genommen wird). Es ist erforderlich, eine gemeinsame Maßnahme für den Codierer und den Decodierer vorzusehen, wie durch Setzen der Werte von Bezugspixeln, die andere als das Bild sind, auf 0.

[0290] Nachdem das Codierpixel und die Bezugspixel ausgegeben sind, wird die Klassifizierung des Attributs, das mit Bezug auf das Codierpixel als der "Bereichsmodus" bezeichnet wird, parallel durchgeführt.

[0291] Nachdem die Bezugspixel aus dem Bildspeicher ausgegeben sind, berechnet die Bereichsmodus-Bestimmungseinheit **10** die maximale Differenz DR (dynamischer Bereich) gemäß Formel 1.

[0292] Obgleich der so bestimmte Wert der maximalen Differenz DR so wie er ist als der Bereichsmodus

(RM) verwendet werden kann, da die Gesamtzahl von Moden groß wird, wird bei diesem Beispiel angenommen, dass gemäß [Fig. 18](#) 16 Moden vorgeesehen sind, und 4-Bit-Bereichsmoden werden ausgegeben.

Codieroperation 2

[0293] Die Codiersteuerschaltung **16** weist die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** an, die Vorhersagewerte und den Vorhersagerang auszugeben (Befehl E2). Zusätzlich gibt der Kontextgenerator **13** einen Kontext aus, und die Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungseinheit **14** gibt ein binäres Signal aus. Diese Vorgänge werden parallel bewirkt.

Codieroperation 2-1; Erste Vorhersage

[0294] Bei der ersten Vorhersage berechnet die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** einen ersten Vorhersagewert P1 entsprechend einer Vorhersagefunktion auf der Grundlage der Bezugspixel und gibt diesen aus.

Codieroperation 2-2; Zweite und nachfolgende Vorhersagen

[0295] Bei der zweiten und den nachfolgenden Vorhersagen bestimmte die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** eine Vorhersagekette (durch Verwendung einer der in [Fig. 23](#) gezeigten Ketten), indem mit dem ersten Vorhersagewert begonnen wird, und gibt diese aus.

[0296] Der von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebene Vorhersagewert wird durch die Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungseinheit **14** mit einem von dem Bildspeicher **9** ausgegebenen Codierpixelwert verglichen. In dem Fall der "Übereinstimmung" (gleich) wird das Ergebnis des Vergleichs in ein durch das Symbol "1" dargestelltes binäres Signal umgewandelt, und in dem Fall der "Nichtübereinstimmung" (nicht gleich) wird das Ergebnis des Vergleichs in ein durch das Symbol "0" dargestelltes binäres Signal umgewandelt.

[0297] Zusätzlich wird der von der Bereichsmodus-Bestimmungseinheit **10** ausgegebene Bereichsmodus (4 Bits) durch den Kontextgenerator **13** in einen 4-Bit-Kontext transformiert. Hier bei diesem Ausführungsbeispiel ist der Kontext ein fester Wert mit Bezug auf die Codierung einer Reihe von Binärsignalketten für ein Codierpixel.

Codieroperation 3

[0298] Die Codiersteuerschaltung **16** weist den arithmetischen Codierer **15** an, eine arithmetische Codierung auf der Grundlage des binären Signals und des Kontextes, d. h., eines Codierindex hier-

von, zu bewirken (Befehl E3).

Codieroperationen 2 und 3; Bis zur Beendigung der Pixelcodierung

[0299] Die Codiersteuerschaltung **16** gibt wiederholt den "Befehl E2" und den "Befehl E3" aus, bis die Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungseinheit **14** das binäre Signal ["Übereinstimmung"] bestimmt, und sein Symbol "1" wird durch den arithmetischen Codierer **15** codiert, wodurch die Codierung eines Mehrpegelpixel als Binärcodierverarbeitung realisiert wird.

[0300] D. h., eine Binärsignalkette wie die in [Fig. 24](#) gezeigte wird für ein Mehrpegel-Codierpixel codiert. Wenn dieses Codierpixel mit dem N-ten Vorhersagewert "übereinstimmt", wird eine Binärsignalkette 0 ... 01 mit einer Kettenlänge N für das Pixel codiert. Jedoch ist es in einem Fall, in dem alle Vorhersagewerte erschienen sind und das Codierpixel an dem Ende der Kette "übereinstimmt", selbstverständlich, dass eine "Übereinstimmung" unveränderlicher erhalten wird, und es ist möglich, die Codierung des letzten binären Signals "1" wegzulassen.

[0301] In der vorbeschriebenen Weise führt die Codiersteuerschaltung **16** die Binärsignalverarbeitung und die Codierung von Mehrpegelpixeln für alle Pixel des Bildes durch.

[0302] In ähnlicher Weise zeigt [Fig. 29](#) die Ausbildung einer Bilddecodiervorrichtung, die ein Ausführungsbeispiel der Bilddecodiervorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ist. In der Zeichnung wird, da die Bereichsmodus-Bestimmungseinheit **10**, die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** und der Kontextgenerator **13** dieselben Funktionen und Operationen wie diejenigen der vorbeschriebenen Bildcodiervorrichtung durchführen, eine Beschreibung hiervon weggelassen.

[0303] Zuerst wird eine Beschreibung von Elementen dieses Ausführungsbeispiels gegeben.

[0304] Die Bezugszahl **17** bezeichnet den Bildspeicher (Bildausgabevorrichtung) zum Ausgeben eines oder mehrerer willkürlicher gespeicherter Pixel (an einer besonderen Position oder Positionen) in der Nähe eines Decodierpixels oder benachbart desselben vor der Decodierung als ein oder mehrere Bezugspixel und zum Speichern der decodierten Mehrpegelpixel ("Pixel-speicher- und -bezugnahme-schritt").

[0305] Die Zahl **18** bezeichnet den arithmetischen Decodierer (Decodiervorrichtung) zum Ausgeben eines binären Signals, indem er eine arithmetische Decodierung auf der Grundlage des Codes und des von dem Kontextgenerator **13** ausgegebenen Kontextes

durchführt ("arithmetischer Decodierschritt").

[0306] Die Zahl **19** bezeichnet die Decodiersteuerschaltung (Decodiersteuervorrichtung) zum Steuern der Verarbeitungsfolge der Ausführung der Speicherung eines decodierten Pixels und der Aktualisierung von Bezugspixeln in dem Bildspeicher **17**, der Aktualisierung eines in die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** (Vorhersagewert-Ausgabevorrichtung) ausgegebenen Vorhersagewertes und der Decodierung des binären Signals in dem arithmetischen Decodierer **18**, auf der Grundlage der Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmung, die durch das binäre Signal angezeigt wird, das unmittelbar vorher decodiert wurde, und des von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebenen Vorhersagerangs ("Decodiersteuerschritt").

[0307] Als Nächstes wird eine Beschreibung der Arbeitsweise gegeben. Ein Decodierflussdiagramm ist in [Fig. 36](#) gezeigt. Die Decodiersteuerschaltung **19** fällt Entscheidungen hinsichtlich der Bedingungen in dem Flussdiagramm und steuert den Gesamt Ablauf.

[0308] Obgleich die "Initialisierungsverarbeitung" und die "Nachverarbeitung" in diesem Flussdiagramm beschrieben sind, sind Signale, die die beiden Verarbeitungsschritte von der Decodiersteuerschaltung aus befehlen, in dem in [Fig. 29](#) gezeigten Blockschaltbild nicht illustriert. Am Beginn der Decodierung ist es erforderlich, die "Initialisierungsverarbeitung" des Bildspeichers **17** und des arithmetischen Decodierers **18** zu bewirken. Zusätzlich wird bei der Beendigung der Decodierung die Speicherung eines letzten Pixels als "Nachverarbeitung" durchgeführt. Der "Decodiervorgang" mit Ausnahme der "Initialisierungsverarbeitung" und der "Nachverarbeitung" wird nachfolgend beschrieben, indem seine grundsätzliche Operation in die "Decodieroperation 1", die "Decodieroperation 2" und die "Decodieroperation 3" klassifiziert wird.

Decodieroperation 1

[0309] Zuerst weist die Decodiersteuerschaltung **19** den Bildspeicher **17** an, ein der Decodierung unterzogenes Pixel (nachfolgend als ein decodiertes Pixel bezeichnet) zu speichern (Befehl D1). Auch weist die Decodiersteuerschaltung **15** die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** an, die Initialisierung des Vorhersagerangs zu der Zeit des Beginns der Decodierung jedes Pixels zu bewirken. Das gespeicherte Pixel ist ein unmittelbar vorher decodiertes Pixel und ein Vorhersagewert (Ausgangssignal der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12**), wenn das binäre Signal "Übereinstimmung ('1')" durch den arithmetischen Decodierer **18** decodiert wird.

[0310] Da die Speicherverarbeitung um einen Bereich eines Pixels mit Bezug auf die Decodierung der

Pixel naheilt, ist es am Beginn der Decodierung ausreichend, nur die Initialisierung der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** zu bewirken, und die Speicherung des Pixels ist nicht erforderlich. In ähnlicher Weise ist es bei der Beendigung der Decodierung erforderlich, ein letztes decodiertes Pixel zu speichern.

[0311] Der Bildspeicher **17** gibt die Bezugspixel A bis G in derselben Weise wie bei der Operation der vorbeschriebenen Bildcodiervorrichtung aus. ([Fig. 17](#)).

[0312] Nachdem die Bezugspixel ausgegeben sind, wird die Klassifizierung des Attributs, das mit Beziehung auf das Codierpixel als der "Bereichsmodus" bezeichnet wird, parallel durchgeführt.

[0313] Die Bereichsmodus-Bestimmungseinheit **10** bestimmt einen Bereichsmodus durch Berechnen einer maximalen Differenz DR der Pixel A bis G in derselben Weise wie bei der Operation der vorbeschriebenen Bildcodiervorrichtung (Formel 1, [Fig. 18](#)) und gibt diesen aus.

Decodieroperation 2

[0314] Die Decodiersteuerschaltung **19** weist die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** an, die Vorhersagewerte und den Vorhersagerang auszugeben (Befehl D2). Zusätzlich gibt der Kontextgenerator **13** einen Kontext aus.

Decodieroperation 2-1; Erste Vorhersage

[0315] Bei der ersten Vorhersage berechnet die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** einen ersten Vorhersagewert und gibt diesen aus.

Decodieroperation 2-2; Zweite und nachfolgende Vorhersagen

[0316] Bei der zweiten und den nachfolgenden Vorhersagen bestimmt die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** Vorhersagewerte in derselben Weise wie bei der Operation der vorbeschriebenen Bildcodiervorrichtung und gibt diese aus.

[0317] Der Bereichsmodus RM (4 Bits), der von der Bereichsmodus-Bestimmungseinheit **10** ausgegeben wurde, wird durch den Kontextgenerator **13** in derselben Weise wie im Codierer in einen 4-Bit-Kontext transformiert.

Decodieroperation 3

[0318] Die Decodiersteuerschaltung **19** weist den arithmetischen Decodierer **18** an, eine arithmetische Decodierung auf der Grundlage des codierten Signals, das von der Codiervorrichtung codiert wurde, und des Kontextes, d. h., eines Decodierindexes für

das decodierende binäre Signal, zu bewirken (Befehl D3).

Decodieroperationen 2 und 3; Bis zur Beendigung der Pixeldecodierung

[0319] Die Decodiersteuerschaltung **19** gibt wiederholt den "Befehl D2" und den "Befehl D3) aus, bis das binäre Signal "Übereinstimmung" (Symbol '1') durch den arithmetischen Decodierer **18** decodiert wird, wodurch die Decodierung eines Mehrpegelpixels als Binärdecodierverarbeitung realisiert wird.

[0320] D. h., die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** erzeugt einen Vorhersagewert synchron mit der Zeit, zu der das binäre Signal erzeugt wird, und der von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** zu der Zeit des Auftretens der Übereinstimmung (Symbol 1) erzeugte Vorhersagewert wird von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** als das decodierte Pixel zu dem Bildspeicher **17** ausgegeben.

[0321] Somit wird der von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebene Vorhersagewert, wenn das binäre Signal "Übereinstimmung" (Symbol '1') durch den arithmetischen Decodierer **18** angezeigt wird, als der decodierte Pixelwert verwendet.

[0322] Wenn alle Vorhersagewerte bei der Codierung durch die Bildcodiervorrichtung erschienen sind und das binäre Signal "Übereinstimmung" am Ende der Kette codiert wird, muss in einem Fall, in welchem die Codierung des Symbols "1" weggelassen wurde, nachdem die Codiersteuerschaltung **19** bewirkt hat, dass die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** den Vorhersagewert am Ende der Kette ausgibt (Befehl D2), die Decodiersteuerschaltung **19** bewirken, dass der Bildspeicher **17** den Vorhersagewert speichert, ohne zu bewirken, dass der arithmetische Decodierer **18** die Decodierung hiervon durchführt (Befehl D3). Jedoch ist die Vorbedingung derart, dass die Codierung und Decodierung des binären Signals "Übereinstimmung (Symbol '1')" bei dem letzten Vorhersagerang durch den Codierer und den Decodierer angenommen werden, ungeachtet dessen, ob die Codierung und die Decodierung hiervon auszuführen oder wegzulassen sind.

[0323] Wie vorstehend beschrieben ist, führt die Decodiersteuerschaltung **19** eine Decodierung mittels der Binärsignalverarbeitung von Mehrpegelpixel für alle Pixel des Bildes durch.

[0324] Bei diesem Ausführungsbeispiel ist es bei der Codierung oder Decodierung eines Pixels möglich, den anhand eines maximalen Differenzwertes, d. h. eines Indexes des Grades der "Zerstreuung (Verteilung)" der Bezugspixelwerte bestimmten Bereichsmodus zu klassifizieren und den Kontext der Codierung gemäß der Klassifizierung hiervon zu än-

dem. Folglich ist es möglich, die Zuweisung von Codewörtern, die den Zustand von benachbarten Pixeln reflektiert, zu realisieren, so dass der Codierwirkungsgrad verbessert wird.

Sechstes Ausführungsbeispiel

[0325] [Fig. 8](#) illustriert die Ausbildung einer Bildcodiervorrichtung, die ein weiteres Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist.

[0326] Die Bezugszahl **9** bezeichnet den Bildspeicher (Bildausgabevorrichtung) zum Speichern von Mehrpegelpixeln und zum Ausgeben jedes Codierpixels und von einem oder mehreren willkürlichen gespeicherten Pixeln (an einer besonderen Position oder Positionen) in der Nähe dieses Codierpixels oder benachbart desselben als ein oder mehrere Bezugspixel ("Pixel Speicher- und -bezugschritt").

[0327] Die Zahl **11** bezeichnet eine Grenzmodus-Bestimmungseinheit, in die die von dem Bildspeicher **9** ausgegebenen Bezugspixel eingegeben werden, um Pixelwerte für die jeweiligen eingegebenen Bezugspixel zu bestimmen, und die einen Mittelwert der Pixelwerte bestimmt, den bestimmten Mittelwert als einen Schwellenwert für maximale Pixelwerte und minimale Pixelwerte setzt und einen Vergleich zwischen dem Schwellenwert und jedem der Bezugspixelwerte durchführt. Die Grenzmodus-Bestimmungseinheit **11** transformiert jeden Bezugspixelwert in einen Zweipegelwert auf der Grundlage des Ergebnisses des Vergleichs, gibt den "Schwellenwert" aus und bestimmt einen "Grenzmodus" ("Grenzmodus-Bestimmungsschritt"). Mit anderen Worten, bei der Bestimmung des Grenzmodus wird ein Muster der Verteilung von Bezugspixeln bei der vorherbeschriebenen Bestimmung ausgewählt, und das ausgewählte Muster ähnelt am stärksten einem Vorhersagemuster des Codierpixels.

[0328] Die Zahl **12** bezeichnet die adaptive Vorhersagevorrichtung, die die von dem Bildspeicher **9** ausgegebenen Bezugspixel und eine Vorhersagefunktion auswählt, und die einen ersten Vorhersagewert entsprechend dem Codierpixel vorhersagt und ausgibt und dann Vorhersageketten von zweiten und nachfolgenden Vorhersagewerten bestimmt, und wiederholt die Vorhersagewerte und ihre Vorhersageränge ausgibt, bis der Vorhersagewert mit dem Codierpixelwert übereinstimmt ("adaptiver Vorhersageschritt").

[0329] Die Zahl **13** bezeichnet den Kontextgenerator (Kontexterzeugungsvorrichtung) zum Ausgeben eines "Kontextes", d. h., eines Codierindexes in einem arithmetischen Codierer, auf der Grundlage des von der Grenzmodus-Bestimmungseinheit **11** ausgegebenen Grenzmodus ("Kontexterzeugungsschritt").

[0330] Die Zahl **14** bezeichnet die Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungseinheit zum Bestimmen einer Übereinstimmung zwischen dem von dem Bildspeicher **9** ausgegebenen Codierpixelwert und dem von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebenen Vorhersagewert, Transformieren der Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmung in ein die Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmung darstellendes "binäres Signal" und Ausgeben desselben als der Codierung durch den arithmetischen Codierer (der später beschrieben wird) zu unterziehend ("Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungsschritt").

[0331] Die Zahl **15** bezeichnet den arithmetischen Codierer zum Ausgeben eines "Codes", indem eine arithmetische Codierung auf der Grundlage des von der Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungseinheit ausgegebenen binären Signals und des von dem Kontextgenerator **13** ausgegebenen Kontexts durchgeführt wird ("arithmetischer Codierschritt").

[0332] Die Zahl **16** bezeichnet die Codiersteuerschaltung zum Steuern der Verarbeitungsfolge der Ausführung der Speicherung von Codierpixeln und des Aktualisierens von Bezugspixeln in dem Bildspeicher **9**, der Aktualisierung eines in die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebenen Vorhersagewertes und des Codierens des binären Signals in dem arithmetischen Codierer **15**, auf der Grundlage der Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmung (ein unmittelbar vorhergehendes binäres Signal), die von der Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungseinheit **14** ausgegeben wurde, und des von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebenen Rangs der Vorhersage ("Codiersteuerschritt"). Es ist festzustellen, dass bei diesem Ausführungsbeispiel der Zustand der Verteilung von Bezugspixeln vorher durch die Grenzmodus-Bestimmungsvorrichtung erfasst wurde (insbesondere eine Grenze zwischen dem Codierpixel und den Bezugspixeln wird herausgezogen). Da der Kontextgenerator **13** einen Kontext auf der Grundlage des erfassten Ergebnisses erzeugt, kann der Codierwirkungsgrad verbessert werden.

[0333] Als Nächstes wird eine Beschreibung der Arbeitsweise der in [Fig. 8](#) gezeigten Bildcodiervorrichtung zum Bewirken einer Mehrbildcodierung gegeben. Ein Flussdiagramm der Codierung ist in [Fig. 15](#) gezeigt. Die Codiersteuerschaltung **16** bestimmt eine Bedingung in dem Flussdiagramm und steuert den Gesamt Ablauf.

[0334] Obgleich die "Initialisierungsverarbeitung" und die "Nachverarbeitung" in diesem Flussdiagramm beschrieben werden, sind Signale, die die beiden Verarbeitungsschritte von der Codiersteuerschaltung aus befehlen, nicht in dem in [Fig. 8](#) gezeigten Blockschaltbild illustriert. Zu Beginn der Codierung ist es erforderlich, die "Initialisierungsverarbei-

tung" des Bildspeichers **9** und des arithmetischen Codierers **15** zu bewirken. Zusätzlich wird bei der Beendigung der Codierung eine Codeabtastung als die "Nachverarbeitung" des arithmetischen Codierers **15** durchgeführt. Der "Codiervorgang" mit Ausnahme der "Initialisierungsverarbeitung" und der "Nachverarbeitung" wird nachfolgend beschrieben, indem seine grundsätzliche Operation in eine "Codieroperation 1", eine "Codieroperation 2" und eine "Codieroperation 3" klassifiziert wird.

Codieroperation 1

[0335] Zuerst weist die Codiersteuerschaltung **16** den Bildspeicher **9** an, der Codierung zu unterziehende Pixel (nachfolgend als die Codierpixel bezeichnet) zu speichern (Befehl E1). Gleichzeitig weist die Codiersteuerschaltung **16** die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** an, die Initialisierung des Rangs der adaptiven Vorhersage (nachfolgend als der Vorhersagerang bezeichnet) zu der Zeit des Beginns der Codierung jedes Pixels zu bewirken. Es wird angenommen, dass der Vorhersagerang ein numerischer Wert ist, der für einen N-ten Vorhersagewert als $N - 1$ ausgedrückt wird.

[0336] Der Bildspeicher **9** gibt die akkumulierten Codierpixel und Bezugspixel A bis G, die in [Fig. 17](#) gezeigt sind, aus (in einem Fall, in welchem auf sieben Pixel Bezug genommen wird). Es ist erforderlich, eine gemeinsame Maßnahme für den Codierer und den Decodierer vorzusehen, wie durch Setzen der Werte von Bezugspixeln, die andere als das Bild sind, auf 0.

[0337] Nachdem das Codierpixel und die Bezugspixel ausgegeben sind, wird die Klassifizierung des Attributs, das mit Bezug auf das Codierpixel als der "Grenzmodus" bezeichnet wird, parallel durchgeführt.

[0338] Die Grenzmodus-Bestimmungseinheit **11** gibt einen 3-Bit-Grenzmodus und einen Schwellenwert Th aus. Hier ist der Schwellenwert Th durch Formel 2 gegeben als ein Mittelwert der maximalen Pixelwerte und der minimalen Pixelwerte der Bezugspixel A bis G, und er wird verwendet, um Zweipegelwerte für die Bezugspixel zu erhalten. Die Funktionen $Max()$ und $Min()$ sind dieselben wie die in der Formel 1 verwendeten. [Fig. 19](#) zeigt eine Zweipegel-Transformationsfunktion $Q()$, und die vorgesehene Definition ist derart, dass, wenn angenommen wird, dass die in Zweipegelwerte durch $Q(A)$ bis $Q(G)$ transformierten Pixel gleich a bis g sind, das Pixel a unveränderlich gleich 0 wird.

[0339] Mittels der Werte der so in zwei Pegelwerte transformierten Bezugspixel a bis g werden die "Anwesenheit oder Abwesenheit einer dem Codierpixel benachbarten Grenze", die "Richtung der Grenze" und die "Positionsbeziehung mit der Grenze" wie in

[Fig. 20](#) gezeigt, klassifiziert, und der Grenzmodus (BM) wird gemäß [Fig. 21](#) bestimmt. Der Grenzmodus 0 wird gesetzt als ein flacher Bildbereich ohne Grenze, und er wird von einem Bildbereich mit einer Grenze unterschieden. In [Fig. 20](#) wird der Grenzmodus bestimmt anhand jedes Zweipegel-Bezugspixels, das durch die ausgezogene Linie umgeben ist, und die Grenze ist durch die ausgezogene Linie zusammen mit einem vorhergesagten Wert des Codierpixels "x" gezeigt. In [Fig. 21](#) ist das durch die Markierung "-" angezeigte Pixel ein Pixel, das die Bestimmung des Grenzmodus nicht beeinträchtigt. Hier sind in den [Fig. 20](#) und [Fig. 21](#) die Grenzmoden in acht Arten (3 Bits) klassifiziert. Jedoch ist es auch möglich, 128 (7 Bits) Grenzmoden anzunehmen, die die Zweipegel-Bezugspixel a bis g so wie sie sind verwenden, indem solche Verfahren wie die Klassifizierung durch den flachen Bereich und des Grenzbereichs (zwei Arten) und die Klassifizierung an dem Grenzbereich auf der Grundlage von nur der Grenzrichtung (fünf Arten: flach, vertikal, horizontal, schräg nach rechts und schräg nach links) oder Klassifizieren der Anwesenheit oder Abwesenheit der Grenze, der Richtung und der Position angewendet werden.

Codieroperation 2

[0340] Die Codiersteuerschaltung **16** weist die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** an, die Vorhersagewerte und den Vorhersagerang auszugeben (Befehl E2). Zusätzlich gibt der Kontextgenerator **13** einen Kontext aus, und die Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungseinheit **14** gibt ein binäres Signal aus. Diese Vorgänge werden parallel durchgeführt.

Codieroperation 2-1; Erste Vorhersage

[0341] Bei der ersten Vorhersage berechnet die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** einen ersten Vorhersagewert $P1$ gemäß einer Vorhersagefunktion auf der Grundlage der Bezugspixel und gibt diesen aus.

Codieroperation 2-2; Zweite und nachfolgende Vorhersagen

[0342] Bei der zweiten und den nachfolgenden Vorhersagen bestimmt die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** eine Vorhersagekette (durch Verwendung jeweils einer der in [Fig. 23](#) gezeigten Ketten) durch Beginnen mit dem ersten Vorhersagewert und gibt diese aus.

[0343] Der von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebene Vorhersagewert wird durch die Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungseinheit **14** verglichen mit einem von dem Bildspeicher **9** ausgegebenen Codierpixelwert. In dem Fall der "Übereinstimmung" (gleich) wird das Ergebnis des Vergleichs in ein durch das Symbol "1" dargestelltes bi-

näres Signal umgewandelt, und in dem Fall der "Nichtübereinstimmung" (nicht gleich) wird das Ergebnis des Vergleichs in ein durch das Symbol "0" dargestelltes binäres Signal umgewandelt.

[0344] Zusätzlich wird der von der Grenzmodus-Bestimmungseinheit **11** ausgegebene Grenzmodus BM (3 Bits) durch den Kontextgenerator **13** in einen 3-Bit-Kontext transformiert.

[0345] Hier bei diesem Ausführungsbeispiel ist der Kontext ein fester Wert mit Bezug auf die Codierung einer Reihe von Binärsignalketten für ein Codierpixel.

Codieroperation 3

[0346] Die Codiersteuerschaltung **16** weist den arithmetischen Codierer **15** an, eine arithmetische Codierung auf der Grundlage des binären Signals und des Kontextes, d. h. eines Codierindexes hiervon, zu bewirken (Befehl E3).

Codieroperationen 2 und 3; Bis zur Beendigung der Pixelcodierung

[0347] Die Codiersteuerschaltung **16** gibt wiederholt den "Befehl E2" und den "Befehl E3" aus, bis die Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungseinheit **14** das binäre Signal ["Übereinstimmung"] bestimmt, und sein Symbol "1" wird durch den arithmetischen Codierer **15** codiert, wodurch die Codierung eines Mehrpegelpixels als Binärcodierverarbeitung realisiert wird.

[0348] D. h., eine Binärsignalkette wie die in [Fig. 24](#) gezeigte wird für ein Mehrpegel-Codierpixel codiert. Wenn dieses Codierpixel mit N-ten Vorhersagewert "übereinstimmt", wird eine Binärsignalkette 0 ... 01 mit einer Kettenlänge N für das Pixel codiert. Jedoch ist es in einem Fall, in welchem alle Vorhersagewerte erschienen sind und das Codierpixel am Ende der Kette "übereinstimmt", selbstverständlich, dass eine "Übereinstimmung" unveränderlich erhalten wird, und es ist möglich, die Codierung des letzten binären Signals "1" wegzulassen.

[0349] In der vorbeschriebenen Weise führt die Codiersteuerschaltung **16** die Binärsignalverarbeitung und die Codierung von Mehrpegelpixeln für alle Pixel des Bildes durch.

[0350] In ähnlicher Weise zeigt [Fig. 30](#) die Ausbildung einer Bilddecodiervorrichtung, die ein Ausführungsbeispiel der Bilddecodiervorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ist. In der Zeichnung wird, da die Grenzmodus-Bestimmungseinheit **11**, die adaptive Vorhersagevorrichtung und der Kontextgenerator **13** dieselben Funktionen und Operationen wie diejenigen der vorbeschriebenen Bildcodiervorrichtung durchführen, eine Beschreibung hiervon weggelas-

sen.

[0351] Zuerst wird eine Beschreibung von Elementen dieses Ausführungsbeispiels gegeben.

[0352] Die Bezugszahl **17** bezeichnet den Bildspeicher (Bildausgabevorrichtung) zum Ausgeben eines oder mehrerer willkürlicher gespeicherter Pixel (an einer besonderen Position oder Positionen) in der Nähe eines Decodierpixels oder benachbart desselben vor der Decodierung als ein oder mehrere Bezugspixel, und zum Speichern der decodierten Mehrpegelpixel ("Pixelspeicher- und -bezugnahme-schritt").

[0353] Die Zahl **18** bezeichnet den arithmetischen Decodierer (Decodiervorrichtung) zum Ausgeben eines binären Signals für die Durchführung einer arithmetischen Decodierung auf der Grundlage des Codes und des von dem Kontextgenerator **13** (Kontexterzeugungsvorrichtung) ausgegebenen Kontexts ("arithmetischer Decodierschritt").

[0354] Die Zahl **19** bezeichnet die Decodiersteuerschaltung (Decodiersteuervorrichtung) zum Steuern der Verarbeitungsfolge der Ausführung der Speicherung eines decodierten Pixels und der Aktualisierung von Bezugspixeln in dem Bildspeicher **17**, der Aktualisierung eines in die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebenen Vorhersagewertes und der Decodierung des binären Signals in dem arithmetischen Decodierer **18**, auf der Grundlage der Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmung, die durch das binäre Signal angezeigt wird, das unmittelbar vorher decodiert wurde, und des von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebenen Vorhersagerangs ("Decodiersteuerschritt").

[0355] Als Nächstes wird eine Beschreibung der Arbeitsweise gegeben. Ein Decodierflussdiagramm ist in [Fig. 37](#) gezeigt. Die Decodiersteuerschaltung **19** fällt Entscheidungen über die Bedingungen in dem Flussdiagramm und steuert den Gesamt Ablauf.

[0356] Obgleich die "Initialisierungsverarbeitung" und die "Nachverarbeitung" in diesem Flussdiagramm beschrieben werden, sind Signale, die die beiden Verarbeitungsschritte von der Decodiersteuerschaltung aus befehlen, in dem in [Fig. 30](#) gezeigten Blockschaltbild nicht illustriert. Zu Beginn der Decodierung ist es erforderlich, die "Initialisierungsverarbeitung" des Bildspeichers **17** und des arithmetischen Decodierers **18** zu bewirken. Zusätzlich wird bei der Beendigung der Decodierung die Speicherung eines letzten Pixels als "Nachverarbeitung" durchgeführt. Der "Decodiervorgang" mit Ausnahme der "Initialisierungsverarbeitung" und der "Nachverarbeitung" wird nachstehend beschrieben, indem seine grundsätzliche Operation in die "Decodieroperation 1", die "Decodieroperation 2" und die "Decodieroperation 3" unterteilt ist.

peration 3" klassifiziert wird.

Decodieroperation 1

[0357] Zuerst weist die Decodiersteuerschaltung **19** den Bildspeicher **17** an, ein der Decodierung zu unterziehendes Pixel (nachfolgend als ein decodiertes Pixel bezeichnet) zu speichern (Befehl D1). Auch weist die Decodiersteuerschaltung **19** die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** an, die Initialisierung des Vorhersagerangs zu der Zeit des Beginns der Decodierung jedes Pixels zu bewirken. Das Pixel, das gespeichert wird, ist ein unmittelbar vorhergehendes decodiertes Pixel, und es ist ein Vorhersagewert (Ausgangssignal der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12**), wenn das binäre Signal "Übereinstimmung ('1')" durch den arithmetischen Decodierer **18** decodiert wird. Da die Speicherverarbeitung um einen Bereich eines Pixels mit Bezug auf die Decodierung der Pixel nacheilt, ist es bei Beginn der Decodierung ausreichend, nur die Initialisierung der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** zu bewirken, und die Speicherung des Pixels ist nicht erforderlich. Daher ist es bei der Beendigung der Decodierung erforderlich, ein letztes decodiertes Pixel zu speichern.

[0358] Der Bildspeicher **17** gibt die Bezugspixel A bis G in derselben Weise wie bei der Operation der vorherbeschriebenen Bildcodiervorrichtung aus ([Fig. 17](#)).

[0359] Nachdem die Bezugspixel ausgegeben sind, wird die Klassifizierung des Attributs, das mit Bezug auf das Codierpixel als der "Grenzmodus" bezeichnet wird, parallel durchgeführt.

[0360] Die Grenzmodus-Bestimmungseinheit **11** bewirkt eine Zweipegelverarbeitung der Bezugspixel (Pixel a bis g) durch Verwendung eines Mittelwertes T_h der maximalen Pixelwerte und der minimalen Pixelwerte der Pixel A bis G als der Schwellenwert, bestimmt den Grenzmodus und gibt denselben zusammen mit dem Schwellenwert T_h in derselben Weise wie bei der Operation der vorherbeschriebenen Bildcodiervorrichtung aus (Formel 2, [Fig. 19](#) und [Fig. 20](#)).

Decodieroperation 2

[0361] Die Decodiersteuerschaltung **19** weist die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** an, die Vorhersagewerte und den Vorhersagerang auszugeben (Befehl D2). Zusätzlich gibt der Kontextgenerator **13** einen Kontext aus.

Decodieroperation 2-1; Erste Vorhersage

[0362] Bei der ersten Vorhersage berechnet die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** einen ersten Vorhersagewert und gibt diesen aus.

Decodieroperation 2-2; Zweite und nachfolgende Vorhersagen

[0363] Bei der zweiten und den nachfolgenden Vorhersagen bestimmt die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** Vorhersagewerte in derselben Weise wie bei der Operation der vorherbeschriebenen Bildcodiervorrichtung und gibt diese aus.

[0364] Der Grenzmodus BM (3 Bits), der von der Grenzmodus-Bestimmungseinheit **11** ausgegeben wurde, wird von dem Kontextgenerator **13** in derselben Weise wie bei dem Codierer in einen 3-Bit-Kontext transformiert.

Decodieroperation 3

[0365] Die Decodiersteuerschaltung **19** weist den arithmetischen Decodierer **18** an, eine arithmetische Decodierung auf der Grundlage des codierten Signals, das von der Codiervorrichtung codiert wurde, und des Kontextes, d. h., eines Decodierindexes für das zu decodierte binäre Signal, zu bewirken (Befehl D3).

Decodieroperationen 2 und 3; Bis zur Beendigung der Pixeldecodierung

[0366] Die Decodiersteuerschaltung **19** gibt wiederholt den "Befehl D2" und den "Befehl D3" aus, bis das binäre Signal "Übereinstimmung" (Symbol '1') durch den arithmetischen Decodierer **18** decodiert wird, wodurch die Decodierung eines Mehrpegelpixels als Binärdecodierverarbeitung realisiert wird.

[0367] D. h., die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** erzeugt einen Vorhersagewert synchron mit der Zeit, zu der das binäre Signal erzeugt wird, und der von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** zu der Zeit des Auftretens der Übereinstimmung (Symbol 1) erzeugte Vorhersagewert wird von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** als das decodierte Pixel zu dem Bildspeicher **17** ausgegeben.

[0368] Somit der von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebene Vorhersagewert, wenn das binäre Signal "Übereinstimmung (Symbol '1')" durch den arithmetischen Decodierer **18** angezeigt wird, als der decodierte Pixelwert verwendet.

[0369] Wenn alle Vorhersagewerte bei der Codierung durch die Bildcodiervorrichtung erschienen sind und das binäre Signal "Übereinstimmung" am Ende der Kette codiert wird, muss in einem Fall, in welchem die Codierung des Symbols "1" weggelassen wurde, nachdem die Decodiersteuerschaltung **19** bewirkt hat, dass die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** den Vorhersagewert am Ende der Kette ausgibt (Befehl D2), die Decodiersteuerschaltung **19** bewirken, dass der Bildspeicher **17** den Vorhersagewert

speichert, ohne zu bewirken, dass der arithmetische Decodierer **18** die Decodierung von diesem durchführt (Befehl D3). Jedoch ist die Vorbedingung derart, dass das Codieren und Decodieren des binären Signals "Übereinstimmung (Symbol '1')" bei dem letzten Vorhersagerang durch den Codierer und den Decodierer angenommen werden, ungeachtet dessen, ob die Codierung und Decodierung hiervon auszuführen oder wegzulassen sind.

[0370] Wie vorstehend beschrieben ist, führt die Decodiersteuerschaltung **19** eine Decodierung durch die Binärsignalverarbeitung von Mehrpegelpixeln für alle Pixel des Bildes durch.

[0371] Bei diesem Ausführungsbeispiel ist es bei der Codierung oder Decodierung eines Pixels möglich, den anhand des Grades der "Neigung" eines lokalen Bezugsbildbereichs bestimmten Grenzmodus zu klassifizieren und den Kontext betreffend die Codierung in Pixeleinheiten gemäß dessen Klassifizierung zu ändern. Folglich ist es möglich, Codewörter in Übereinstimmung mit benachbarten Pixeln zuzuweisen, so dass der Codierwirkungsgrad verbessert wird.

Siebentes Ausführungsbeispiel

[0372] [Fig. 9](#) illustriert eine Ausbildung einer Bildcodiervorrichtung, die ein weiteres Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist.

[0373] Die Bezugszahl **9** bezeichnet den Bildspeicher (Bildausgabevorrichtung) zum Speichern von Mehrpegelpixeln und zum Ausgeben jedes Codierpixels und eines oder mehrerer zufälliger gespeicherter Pixel (an einer besonderen Position oder Positionen) in der Nähe dieses Codierpixels oder benachbart desselben als ein oder mehrere Bezugspixel ("Pixel-speicher- und -bezugsnahmeschritt").

[0374] Die Zahl **10** bezeichnet die Bereichsmodus-Bestimmungseinheit, in die die von dem Bildspeicher **9** ausgegebenen Bezugspixel eingegeben werden, die maximale Wert und minimale Werte der bestimmten Bezugspixelwerte bestimmt und die einen "Bereichsmodus" anhand einer maximalen Differenz (dynamischer Bereich) der Bezugspixelwerte bestimmt, indem sie eine Berechnung mit den maximalen Werten und den minimalen Werten durchführt ("Bereichsmodus-Bestimmungsschritt"). Es ist festzustellen, dass in dem Bereichsmodus-Bestimmungsschritt der Zustand der Veränderung in der Verteilung der Bezugspixel bei der vorgenannten Bestimmung erfasst wird. Beispielsweise erfolgt eine Bestimmung in der Weise, dass, wenn die maximale Differenz in den Bezugspixelwerten groß ist, die Veränderung der Verteilung groß ist, und dass, wenn die maximale Differenz in den Bezugspixelwerten klein ist, die Veränderung der Verteilung klein ist.

[0375] Die Zahl **11** bezeichnet die Grenzmodus-Bestimmungseinheit, in die die von dem Bildspeicher **9** ausgegebenen Bezugspixel eingegeben werden, um Pixelwerte für die jeweiligen eingegebenen Bezugspixel zu bestimmen, und die einen Mittelwert aus den Pixelwerten bestimmt, den bestimmten Mittelwert als einen Schwellenwert für maximale Pixelwerte und minimale Pixelwerte setzt und einen Vergleich zwischen dem Schwellenwert und jedem der Bezugspixelwerte durchführt. Die Grenzmodus-Bestimmungseinheit **11** transformiert jeden Bezugspixelwert in einen Zweipegelwert auf der Grundlage des Ergebnisses des Vergleichs, gibt den "Schwellenwert" aus und bestimmt einen "Grenzmodus" ("Grenzmodus-Bestimmungsschritt"). Mit anderen Worten, bei der Bestimmung des Grenzmodus wird ein Muster der Verteilung von Bezugspixeln bei der vorbeschriebenen Bestimmung ausgewählt, und das ausgewählte Muster ähnelt am stärksten einem Vorhersagemuster des Codierpixels.

[0376] Die Zahl **12** bezeichnet die adaptive Vorhersagevorrichtung, die eine Vorhersagefunktion auf der Grundlage der von dem Bildspeicher **9** ausgegebenen Bezugspixel, des von der Bereichsmodus-Bestimmungseinheit **10** ausgegebenen Bereichsmodus und des von der Grenzmodus-Bestimmungseinheit **11** ausgegebenen Grenzmodus auswählt, einen ersten Vorhersagewert entsprechend dem Codierpixel vorhersagt und diesen ausgibt. Die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** bestimmt dann Vorhersageketten eines zweiten und nachfolgender Vorhersagewerte anhand der von der Grenzmodus-Bestimmungseinheit **11** ausgegebenen Werte von Zweipegel-Bezugspixeln, und sie gibt wiederholt die Vorhersagewerte und ihre Vorhersageränge aus, bis der Vorhersagewert mit dem Codierpixelwert übereinstimmt ("adaptiver Vorhersageschritt").

[0377] Die Zahl **13** bezeichnet den Kontextgenerator zum Ausgeben eines "Kontextes", d. h., eines Codierindex in einem arithmetischen Codierer auf der Grundlage des von der Bereichsmodus-Bestimmungseinheit **10** ausgegebenen Bereichsmodus und des von der Grenzmodus-Bestimmungseinheit **11** ausgegebenen Grenzmodus ("Kontexterzeugungsschritt").

[0378] Die Zahl **14** bezeichnet die Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungseinheit zum Bestimmen einer Übereinstimmung zwischen dem von dem Bildspeicher **9** ausgegebenen Codierpixelwert und dem von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebenen Vorhersagewert, Transformieren der Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmung in ein die Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmung darstellendes "binäres Signal" und Ausgeben desselben als der Codierung durch den arithmetischen Codierer zu unterziehend ("Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungsschritt").

[0379] Die Zahl **15** bezeichnet den arithmetischen Codierer zum Ausgeben eines "Codes", indem eine arithmetische Codierung auf der Grundlage des von der Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungseinheit ausgegebenen binären Signals und des von dem Kontextgenerator **13** ausgegebenen Kontexts durchgeführt wird ("arithmetischer Codierschritt").

[0380] Die Zahl **16** bezeichnet die Codiersteuerschaltung zum Steuern der Verarbeitungsfolge der Ausführung der Speicherung von Codierpixeln und der Aktualisierung von Bezugspixeln in dem Bildspeicher **9**, der Aktualisierung eines in die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebenen Vorhersagewertes und der Codierung des binären Signals in dem arithmetischen Codierer **15**, auf der Grundlage der Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmung (ein unmittelbar vorhergehendes binäres Signal), die von der Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungseinheit **14** ausgegeben wurde, und des von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebenen Rangs der Vorhersage ("Codiersteuerschritt"). Es ist festzustellen, dass bei diesem Ausführungsbeispiel der Zustand der Verteilung von Bezugspixeln vorher durch die Grenzmodus-Bestimmungseinheit und die Bereichsmodus-Bestimmungseinheit erfasst wird, und der Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungsschritt und der arithmetische Codierschritt werden auf der Grundlage des Ergebnisses dieser Erfassung gesteuert. Folglich ist es möglich, die Übereinstimmung in einer kurzen Zeitperiode bei der Bestimmung von Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmung zu erfassen.

[0381] Als Nächstes wird eine Beschreibung der Arbeitsweise der in [Fig. 9](#) gezeigten Bildcodiervorrichtung zum Bewirken einer Mehrbildcodierung gegeben. Ein Flussdiagramm der Codierung ist in [Fig. 16](#) gezeigt. Die Codiersteuerschaltung **16** bestimmt eine Bedingung in dem Flussdiagramm und steuert den Gesamt Ablauf. In der Zeichnung werden bei diesem Ausführungsbeispiel der "Vorhersagedifferenzspeicher", die "Vorhersagedifferenz" und "DM" nicht verwendet.

[0382] Obgleich die "Initialisierungsverarbeitung" und die "Nachverarbeitung" in diesem Flussdiagramm beschrieben sind, sind Signale, die die beiden Verarbeitungsschritte von der Codiersteuerschaltung aus befehlen, in dem in [Fig. 9](#) gezeigten Blockschaltbild nicht illustriert. Zu Beginn der Codierung ist es erforderlich, die "Initialisierungsverarbeitung" des Bildspeichers **9** und des arithmetischen Codierers **15** zu bewirken. Zusätzlich wird bei der Beendigung der Codierung eine Codeabtastung als die "Nachverarbeitung" des arithmetischen Codierers **15** durchgeführt. Der "Codiervorgang" mit Ausnahme der "Initialisierungsverarbeitung" und der "Nachverarbeitung" wird nachfolgend beschrieben, indem seine grundsätzliche Operation in die "Codieroperation 1", die "Codie-

roperation 2" und die "Codieroperation 3" klassifiziert wird.

Codieroperation 1

[0383] Zuerst weist die Codiersteuerschaltung **16** den Bildspeicher **9** an, der Codierung unterzogene Pixel (nachfolgend als die Codierpixel bezeichnet) zu speichern (Befehl E1). Gleichzeitig weist die Codiersteuerschaltung **16** die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** an, die Initialisierung des Rangs der adaptiven Vorhersage (nachfolgend als der Vorhersagerang bezeichnet) zu der Zeit des Beginns der Codierung jedes Pixels zu bewirken. Es wird angenommen, dass der Vorhersagerang ein numerischer Wert ist, der für einen N-ten Vorhersagewert als $N - 1$ ausgedrückt wird.

[0384] Der Bildspeicher **9** gibt die akkumulierten Codierpixel und Bezugspixel A bis G, die in [Fig. 17](#) gezeigt sind, aus (in einem Fall, in welchem auf sieben Pixel Bezug genommen wird). Es ist erforderlich, eine gemeinsame Maßnahme für den Codierer und den Decodierer vorzusehen, wie durch Setzen der Werte von Bezugspixeln, die andere als das Bild sind, auf 0.

[0385] Nachdem das Codierpixel und die Bezugspixel ausgegeben sind, wird die Klassifizierung der Attribute, die mit Bezug auf das Codierpixel als der "Bereichsmodus" und der "Grenzmodus" bezeichnet werden, parallel durchgeführt.

[0386] Nachdem die Bezugspixel von dem Bildspeicher ausgegeben wurden, berechnet die Bereichsmodus-Bestimmungseinheit **10** die maximale Differenz DR (dynamischer Bereich) gemäß der Formel 1.

[0387] Obgleich der so bestimmte Wert der maximalen Differenz DR so wie er ist als der Bereichsmodus (RM) angenommen werden kann, da die Gesamtzahl von Moden groß wird, wird bei diesem Beispiel angenommen, dass 16 Moden in Übereinstimmung mit [Fig. 18](#) vorgesehen sind, und 4-Bit-Bereichsmoden werden ausgegeben.

[0388] Die Grenzmoden-Bestimmungseinheit **11** gibt einen 3-Bit-Grenzmodus und einen Schwellenwert Th aus. Hier ist der Schwellenwert Th gegeben durch Formel 2 als ein Mittelwert von maximalen Pixelwerten und minimalen Pixelwerten der Bezugspixel A bis G, und er wird verwendet zum Erhalten von Zweipegelwerten der Bezugspixel. Die Funktionen $Max()$ und $Min()$ sind dieselben wie die in der Formel 1 verwendeten. [Fig. 19](#) zeigt eine Zweipegel-Transformationsfunktion $Q()$, und die verwendete Definition ist derart, wenn angenommen wird, dass die durch $Q(A)$ bis $Q(G)$ in Zweipegelwerte transformierten Pixel gleich a bis g sind, das Pixel a unveränderlich gleich 0 wird.

[0389] Mittels der Werte der so in Zweipegelwerte transformierten Bezugspixel a bis g werden die "Anwesenheit oder Abwesenheit einer dem Codierpixel benachbarten Grenze", die "Richtung der Grenze" und die "Positionsbeziehung mit der Grenze" wie in [Fig. 20](#) gezeigt klassifiziert, und der Grenzmodus (BM) wird gemäß [Fig. 21](#) bestimmt. Der Grenzmodus 0 wird als ein flacher Bildbereich ohne Grenze gesetzt, und er wird von einem Bildbereich mit einer Grenze unterschieden. In [Fig. 20](#) wird der Grenzmodus bestimmt anhand jedes Zweipegel-Bezugspixel, das die ausgezogene Linie umgeben ist, und die Grenze ist durch die ausgezogene Linie zusammen mit einem vorhergesagten Wert des Codierpixels "x" gezeigt. In [Fig. 21](#) ist das durch "-" angezeigte Pixel ein Pixel, das die Bestimmung des Grenzmodus nicht beeinträchtigt. Hier sind in den [Fig. 20](#) und [Fig. 21](#) die Grenzmoden in acht Arten klassifiziert (3 Bits). Jedoch ist es auch möglich, 128 (7 Bits) Grenzmoden anzunehmen unter Verwendung der Zweipegel-Bezugspixel a bis g so wie sie sind, indem solche Verfahren wie die Klassifizierung von nur dem flachen Bereich und dem Grenzbereich (zwei Arten) und die Klassifizierung an dem Grenzbereich auf der Grundlage nur der Grenzrichtung (fünf Arten): flach, vertikal, horizontal, nach rechts geneigt und nach links geneigt) oder ohne Klassifizieren der Anwesenheit oder Abwesenheit der Grenze, der Richtung und der Position angewendet werden.

Codieroperation 2

[0390] Die Codiersteuervorrichtung **16** weist die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** an, die Vorhersagewerte und den Vorhersagerang auszugeben (Befehl E2). Zusätzlich gibt der Kontextgenerator **13** einen Kontext aus, und die Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungseinheit **14** gibt ein binäres Signal aus. Diese Vorgänge werden parallel durchgeführt.

Codieroperation 2-1; Erste Vorhersage

[0391] Bei der ersten Vorhersage berechnet die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** einen ersten Vorhersagewert P1 gemäß einem in [Fig. 22](#) gezeigten Ausdruck auf der Grundlage des Bereichsmodus (ausgegebenen von der Bereichsmodus-Bestimmungseinheit **10**) und des Grenzmodus (ausgegebenen von der Grenzmodus-Bestimmungseinheit **11**), die bereits bestimmt wurden, und gibt diesen aus.

Codieroperation 2-2; Zweite und nachfolgende Vorhersagen

[0392] Bei der zweiten und den nachfolgenden Vorhersagen bestimmt die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** eine Vorhersagekette auf der Grundlage des ersten Vorhersagewertes und eines binären Schwellenwertes Th und bestimmt einen Vorhersagewert

gemäß [Fig. 23](#) und gibt diesen aus. In der Zeichnung sind Vorhersagewerte abwechselnd auf beide Seiten nach rechts und links in der Kette verteilt. Jedoch wird, nachdem ein maximaler Wert oder ein minimaler Wert des Pixels mit Bezug auf eine Richtung erschienen ist, eine Zuweisung nur für die andere Richtung durchgeführt.

[0393] Der von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebene Vorhersagewert wird durch die Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungseinheit **14** mit einem von dem Bildspeicher **9** ausgegebenen Codierpixel verglichen. In dem Fall der "Übereinstimmung" (gleich) wird das Ergebnis des Vergleichs in ein durch das Symbol "1" dargestelltes binäres Signal umgewandelt, und in dem Fall der "Nichtübereinstimmung" (nicht gleich) wird das Ergebnis des Vergleichs in ein durch das Symbol "0" dargestelltes binäres Signal umgewandelt.

[0394] Zusätzlich werden der von der Bereichsmodus-Bestimmungseinheit **10** ausgegebene Bereichsmodus (4 Bits) und der von der Grenzmodus-Bestimmungseinheit **11** ausgegebene Grenzmodus BM (3 Bits) durch den Kontextgenerator **13** in einen 7-Bit-Kontext transformiert. Dieser Kontextwert CX wird gemäß der nachfolgend gezeigten Formel (Formel 3) berechnet. Der Operator "<<" bedeutet, dass der Zweipegelwert auf der linken Seite hiervon durch die Ziffernzahl auf der rechten Seite hiervon zu höheren Ordnungen verschoben wird.

$$CX = (RM \ll 3) + BM \quad (3)$$

[0395] Hier bei diesem Ausführungsbeispiel ist der Kontext ein fester Wert mit Bezug auf die Codierung einer Reihe von binären Signalketten für ein Codierpixel.

Codieroperation 3

[0396] Die Codiersteuerschaltung **16** weist den arithmetischen Codierer **15** an, eine arithmetische Codierung auf der Grundlage des binären Signals und des Kontextes, d. h., eines Codierindexes hiervon, zu bewirken (Befehl E3).

Codieroperationen 2 und 3; Bis zur Beendigung der Pixelcodierung

[0397] Die Codiersteuerschaltung **16** gibt wiederholt den "Befehl E2" und den "Befehl E3" aus, bis die Vorherübereinstimmungs-Bestimmungseinheit **14** das binäre Signal ["Übereinstimmung"] bestimmt, und sein Symbol "1" wird durch den arithmetischen Codierer **15** codiert, wodurch die Codierung eines Mehrpegelpixels als Binärcodierverarbeitung realisiert wird.

[0398] D. h., eine binäre Signalkette wie die in

Fig. 24 gezeigte wird für ein Mehrpegel-Codierpixel codiert. Wenn dieses Codierpixel mit dem N-ten Vorhersagewert "übereinstimmt", wird eine Binärsignalkette 0 ... 01 mit einer Kettenlänge N für das Pixel codiert. Jedoch ist es in einem Fall, in welchem alle Vorhersagewerte erschienen sind und das Codierpixel an dem Ende der Kette "übereinstimmt", selbstverständlich, dass eine "Übereinstimmung" unveränderlich erhalten wird, und es ist möglich, die Codierung des letzten binären Signals "1" wegzulassen.

[0399] In der vorbeschriebenen Weise führt die Codiersteuerschaltung **16** die Binärsignalverarbeitung und Codierung von Mehrpegelpixeln für alle Pixel des Bildes durch.

[0400] In gleicher Weise zeigt **Fig. 31** eine Ausbildung einer Bilddecodiervorrichtung, die ein Ausführungsbeispiel der Bilddecodiervorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ist. In der Zeichnung wird, da die Bereichsmodus-Bestimmungseinheit **10**, die Grenzmodus-Bestimmungseinheit **11**, die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** und der Kontextgenerator **13** dieselben Funktionen und Operationen wie diejenigen der vorstehend beschriebenen Bildcodiervorrichtung durchführen, eine Beschreibung hiervon weggelassen.

[0401] Die Bezugszahl **17** bezeichnet den Bildspeicher (Bildausgabevorrichtung) zum Ausgeben eines oder mehrerer willkürlicher gespeicherter Pixel (an einer besonderen Position oder Positionen) in der Nähe eines Decodierpixels oder benachbart desselben vor der Decodierung als ein oder mehrere Bezugspixel und zum Speichern der decodierten Mehrpegelpixel ("Pixel Speicher- und -bezugsnahmeschritt").

[0402] Die Zahl **18** bezeichnet den arithmetischen Decodierer (Decodiervorrichtung) zum Ausgeben eines binären Signals, indem er eine arithmetische Decodierung auf der Grundlage des Codes und des von dem Kontextgenerator **13** ausgegebenen Kontexts durchführt ("arithmetischer Decodierschritt").

[0403] Die Zahl **19** bezeichnet die Decodiersteuerschaltung (Decodiersteuervorrichtung) zum Steuern der Verarbeitungsfolge der Ausführung der Speicherung eines decodierten Pixels und der Aktualisierung von Bezugspixeln in dem Bildspeicher **17**, der Aktualisierung eines in die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebenen Vorhersagewertes und der Decodierung des binären Signals in dem arithmetischen Decodierer **18**, auf der Grundlage der Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmung, die durch das unmittelbar vorher decodierte binäre Signal angezeigt wird, und des von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebenen Vorhersagerangs ("Decodiersteuerschritt").

[0404] Als Nächstes wird eine Beschreibung der Arbeitsweise gegeben. Ein Decodierflussdiagramm ist in **Fig. 38** gezeigt. Die Decodiersteuerschaltung **19** fällt Entscheidungen über die Bedingungen in dem Flussdiagramm und steuert den Gesamt Ablauf. In der Zeichnung werden der "Vorhersagedifferenzspeicher", die "Vorhersagedifferenz" und "DM" bei diesem Ausführungsbeispiel nicht verwendet.

[0405] Obgleich die "Initialisierungsverarbeitung" und die "Nachverarbeitung" in diesem Flussdiagramm beschrieben sind, sind Signale, die die beiden Verarbeitungsschritte von der Decodiersteuerschaltung aus befehlen, in dem in **Fig. 31** gezeigten Blockschaltbild nicht illustriert. Zu Beginn der Decodierung ist es erforderlich, die "Initialisierungsverarbeitung" des Bildspeichers **17** und des arithmetischen Decodierers **18** zu bewirken. Zusätzlich wird bei der Beendigung der Decodierung die Speicherung eines letzten Pixels als "Nachverarbeitung" durchgeführt. Der "Decodiervorgang" mit Ausnahme der "Initialisierungsverarbeitung" und der "Nachverarbeitung" wird nachfolgend beschrieben, indem seine grundsätzliche Operation in die "Decodieroperation 1", die "Decodieroperation 2" und die "Decodieroperation 3" klassifiziert wird.

Decodieroperation 1

[0406] Zuerst weist die Decodiersteuerschaltung **19** den Bildspeicher **17** an, ein der Decodierung unterzogenes Pixel (nachfolgend als ein decodiertes Pixel bezeichnet) zu speichern (Befehl D1). Auch weist die Decodiersteuerschaltung **19** den adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** an, die Initialisierung des Vorhersagerangs zu der Zeit des Beginns der Decodierung jedes Pixels zu bewirken. Das Pixel, das gespeichert wird, ist ein unmittelbar vorher decodiertes Pixel, und es ist ein Vorhersagewert (ausgegebenen von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12**) wenn das binäre Signal "Übereinstimmung ('1') durch den arithmetischen Decodierer **18** decodiert wird.

[0407] Da die Speicherverarbeitung um einen Bereich eines Pixels mit Bezug auf die Decodierung der Pixel naheilt, ist es zu Beginn der Decodierung ausreichend, nur die Initialisierung der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** zu bewirken, und die Speicherung des Pixels ist nicht erforderlich. In gleicher Weise ist es bei der Beendigung der Decodierung erforderlich, ein letztes decodiertes Pixel zu speichern.

[0408] Der Bildspeicher **17** gibt die Bezugspixel A bis G in derselben Weise wie bei der Operation der vorbeschriebenen Bildcodiervorrichtung aus (**Fig. 17**).

[0409] Nachdem die Bezugspixel ausgegeben sind, wird die Klassifizierung der Attribute, die mit Bezug auf das Codierpixel als der "Bereichsmodus" und der

"Grenzmodus" bezeichnet werden, parallel durchgeführt.

[0410] Die Bereichsmodus-Bestimmungseinheit **10** bestimmt einen Bereichsmodus durch Berechnen einer maximalen Differenz DR der Pixel A bis G in derselben Weise wie bei der Operation der vorgeschriebenen Bildcodiervorrichtung (Formel 1, [Fig. 18](#)) und gibt diesen aus.

[0411] Die Grenzmodus-Bestimmungseinheit **11** bewirkt eine Zweipegelverarbeitung der Bezugspixel (Pixel a bis g) durch Verwendung des Mittelwertes Th der maximalen Pixelwerte und der minimalen Pixelwerte der Pixel A bis G als der Schwellenwert, bestimmt den Grenzmodus und gibt denselben zusammen mit dem Schwellenwert Th in derselben Weise wie bei der Operation der vorgeschriebenen Bildcodiervorrichtung aus (Formel 1, [Fig. 19](#) und [Fig. 20](#)).

Decodieroperation 2

[0412] Die Decodiersteuerschaltung **19** weist die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** an, die Vorhersagewerte und den Vorhersagerang auszugeben (Befehl D2). Zusätzlich gibt der Kontextgenerator **13** einen Kontext aus.

Decodieroperation 2-1; Erste Vorhersage

[0413] Bei der ersten Vorhersage berechnet die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** einen ersten Vorhersagewert auf der Grundlage des bereits bestimmten Grenzmodus (ausgegebenen von der Grenzmodus-Bestimmungseinheit **11**) in derselben Weise wie bei der Operation der vorgeschriebenen Bildcodiervorrichtung ([Fig. 22](#)) und gibt diesen aus.

Decodieroperation 2-2; Zweite und nachfolgende Vorhersagen

[0414] Bei der zweiten und den nachfolgenden Vorhersagen bestimmt die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** Vorhersagewerte in derselben Weise wie bei der Operation der vorgeschriebenen Bildcodiervorrichtung ([Fig. 23](#)) und gibt diese aus.

[0415] Der von der Bereichsmodus-Bestimmungseinheit **10** ausgegebene Bereichsmodus RM (4 Bits) und der von der Grenzmodus-Bestimmungseinheit **11** ausgegebene Grenzmodus BM (3 Bits) werden durch den Kontextgenerator **13** in derselben Weise wie in dem Codierer in einen 7-Bit-Kontext transformiert (Formel 3).

Decodieroperation 3

[0416] Die Decodiersteuerschaltung **19** weist den arithmetischen Decodierer **18** an, eine arithmetische Decodierung auf der Grundlage des codierten Sig-

nals, das von der Codiervorrichtung codiert wurde, und des Kontextes, d. h., eines Decodierindexes für das zu decodierende binäre Signal, zu bewirken (Befehl D3).

Decodieroperationen 2 und 3; Bis zur Beendigung der Pixeldecodierung

[0417] Die Decodiersteuerschaltung **19** gibt wiederholt den "Befehl D2" und den "Befehl D3" aus, bis das binäre Signal "Übereinstimmung" (Symbol '1') durch den arithmetischen Decodierer **18** decodiert wird, wodurch die Decodierung eines Mehrpegelpixels als Binärdecodierverarbeitung realisiert wird.

[0418] D. h., die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** erzeugt einen Vorhersagewert synchron mit der Zeit, zu der das binäre Signal erzeugt wird, und der von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** zu der Zeit des Auftretens der Übereinstimmung (Symbol 1) erzeugte Vorhersagewert wird von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** als das decodierte Pixel zu Bildspeicher **17** ausgegeben.

[0419] Somit wird, wenn der von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebene Vorhersagewert, wenn das binäre Signal "Übereinstimmung (Symbol '1')" durch den arithmetischen Decodierer **18** angezeigt wird, als der decodierte Pixelwert verwendet.

[0420] Wenn alle Vorhersagewerte bei der Codierung durch die Bildcodiervorrichtung erschienen sind und das binäre Signal "Übereinstimmung" am Ende der Kette codiert wird, muss in einem Fall, in welchem die Codierung des Symbols "1" weggelassen wurde, nachdem die Decodiersteuerschaltung **19** bewirkt hat, dass die adaptive Vorhersagevorrichtung **12** den Vorhersagewert am Ende der Kette ausgibt (Befehl D2), die Decodiersteuerschaltung **12** bewirken, dass der Bildspeicher **17** den Vorhersagewert speichert, ohne zu bewirken, dass der arithmetische Decodierer **18** die Decodierung hiervon ausführt (Befehl D3). Jedoch ist die Vorbedingung derart, dass das Codieren und Decodieren des binären Signals "Übereinstimmung (Symbol '1')" bei dem letzten Vorhersagerang durch den Codierer und den Decodierer angenommen werden, ungeachtet dessen, ob die Codierung und Decodierung hiervon auszuführen oder wegzulassen ist.

[0421] Wie vorstehend beschrieben ist, führt die Decodiersteuerschaltung **19** eine Decodierung durch die Binärsignalverarbeitung von Mehrpegelpixeln für alle Pixel des Bildes durch.

[0422] Bei diesem Ausführungsbeispiel werden bei der Codierung oder Decodierung eines Pixels der Bereichsmodus, der anhand eines maximalen Differenzwertes bestimmt ist, d. h., eines Indexes des

Grades der "Zerstreuung (Verteilung)" der Bezugspixelwerte, sowie der Grenzmodus, der anhand des Grades "Neigung" eines lokalen Bezugsbildbereichs bestimmt ist, klassifiziert. Dann ist es möglich, die Vorhersagefunktion adaptive in Pixeleinheiten entsprechend der Klassifizierung hiervon zu ändern. Da die Vorhersagefunktion geändert wird, ist es möglich, die Wahrscheinlichkeit der Übereinstimmung der Vorhersage zu Bereichen mit höheren Vorhersagerängen hin vorzuspinnen. Daher ist es möglich, einen Vorteil dahingehend zu erhalten, dass die Länge der vorhersagend transformierten Binärsignalkette 0 ... 01 verkürzt werden kann, wodurch der Codierwirkungsgrad verbessert wird.

Achtes Ausführungsbeispiel

[0423] [Fig. 39](#) illustriert die Ausbildung einer Bildcodiervorrichtung, die ein weiteres Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist. In der Zeichnung wird, da der Bildspeicher **9**, die Bereichsmodus-Bestimmungseinheit **10**, die Grenzmodus-Bestimmungseinheit **11**, die adaptive Vorhersagevorrichtung **12**, die Vorherübereinstimmungs-Bestimmungseinheit **14**, der arithmetische Codierer **15** und die Codiersteuer-schaltung **16** dieselben Funktionen und Operationen wie diejenigen der vorbeschriebenen Bildcodiervorrichtung durchführen, eine Beschreibung hiervon weggelassen.

[0424] Als Erstes wird eine Beschreibung einer Ausbildung dieses Ausführungsbeispiels gegeben.

[0425] Die Bezugszahl **20** bezeichnet einen Vorhersagedifferenzspeicher, der den Wert der Differenz zwischen dem Codierpixel und dem ersten Vorhersagewert berechnet und speichert und dem akkumulierten Differenzwert nach dessen Transformation in einen Vorhersagedifferenzmodus DM ausgibt, wenn auf das Pixel Bezug genommen wird ("Vorhersagedifferenz-Speichersschritt").

[0426] Die Zahl **21** bezeichnet einen "Kontextgenerator" zum Ausgeben "Kontexts", d. h. eines Codierindexes, zu dem arithmetischen Codierer **15** auf der Grundlage des von der Bereichsmodus-Bestimmungseinheit **10** ausgegebenen Bereichsmodus, des von der Grenzmodus-Bestimmungseinheit **11** ausgegebenen Grenzmodus und des von dem Vorhersagedifferenzspeicher **20** ausgegebenen Vorhersagedifferenzmodus ("Kontexterzeugungsschritt").

[0427] Die Arbeitsweise bei diesem Ausführungsbeispiel ist grundsätzlich dieselbe wie die bei dem siebenten Ausführungsbeispiel. Die Verarbeitung wird durchgeführt durch Hinzufügen des "Vorhersagedifferenzspeichers", der "Vorhersagedifferenz" und des "DM" in dem Flussdiagramm ([Fig. 16](#)) nach dem siebenten Ausführungsbeispiel. Eine Beschreibung wird für die Ergänzungen und Unterschiede bei der

Verarbeitung in der "Codieroperation" gegeben.

[0428] Zuerst wird bei der "Codieroperation 1" der Wert der Differenz zwischen dem ersten Vorhersagewert und dem Codierpixel durch Berechnung bestimmt, und dieser Differenzwert wird zu Beginn der Codierung in dem Vorhersagedifferenzspeicher **20** gespeichert. Hier ist es durch Akkumulieren der Differenzwerte mit einer abnehmenden Anzahl von Pegeln wie zwei Werte, drei Werten, fünf Werten oder sieben Werten möglich, den erforderlichen Speicherbereich einzusparen und zu verringern. [Fig. 40](#) zeigt ein Beispiel, bei dem die Vorhersagedifferenzwerte durch zwei Werte klassifiziert sind, und sie sind klassifiziert in "klein" in der Nähe von 0 und in "groß" für die anderen Fälle. Es wird angenommen, dass "klein" als 0 interpretiert wird, und "groß" als 1.

[0429] Bei diesem Ausführungsbeispiel wird angenommen, dass die Vorhersagedifferenzen in der Form von zwei Werten gespeichert werden, und dass hinsichtlich des Bezugspixels seine Zweipegel-Differenzwerte als Da und Db an Positionen unmittelbar links bzw. unmittelbar über dem Codierpixel gesetzt werden. Es wird auch angenommen, dass der Vorhersagedifferenzmodus DM, der parallel zu dem Bereichsmodus RM und dem Grenzmodus BM als Attributen des Codierpixels klassifiziert und verarbeitet wird, durch eine Funktion DM() auf der Grundlage der Vorhersagedifferenzwerte Da und Db transformiert wird. Zu diesem Zweck ist eine Tabelle wie die in [Fig. 41](#) gezeigte definiert, oder der Vorhersagedifferenzmodus DM wird berechnet entsprechend der nachfolgend gezeigten Formel (Formel 4). In einem Fall, in welchem eine Potenz von 2-Vorhersagedifferenzmodus angenommen wird, kann eine Multiplikation durch eine Schiebeoperation substituiert werden.

$$\begin{aligned} DM(Da, Db) &= Da \times 2 + Db \\ &= (Da \ll 1) + Db \end{aligned} \quad (4)$$

[0430] Als Nächstes werden bei der "Codieroperation 2" der von der Bereichsmodus-Bestimmungseinheit **10** ausgegebene Bereichsmodus RM (4 Bits), der von der Grenzmodus-Bestimmungseinheit **11** ausgegebene Grenzmodus BM (3 Bits) und der Vorhersagedifferenzmodus DM (2 Bits) durch den Kontextgenerator **21** in einen 9-Bit-Kontext transformiert. Dieser Kontextwert CX wird gemäß der folgenden Formel (Formel 5) berechnet:

$$CX = \{DM(Da, Db) \ll 7\} + (RM \ll 3) + BM \quad (5)$$

[0431] Bei diesem Ausführungsbeispiel ist in derselben Weise wie bei dem siebenten Ausführungsbeispiel der Kontext ein fester Wert mit Bezug auf die Codierung einer Reihe von Binärsignalketten für ein Codierpixel, aber seine Bitbreite ist groß.

[0432] In gleicher Weise zeigt [Fig. 42](#) eine Ausbil-

dung einer Decodiervorrichtung, die ein weiteres Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist. In der Zeichnung wird, da der Bildspeicher **17**, die Bereichsmodus-Bestimmungseinheit **10**, die Grenzmodus-Bestimmungseinheit **11**, die adaptive Vorhersagevorrichtung **12**, der arithmetische Decodierer **18** und die Decodiersteuerschaltung **19** dieselben Funktionen und Operationen wie diejenigen der Decodiervorrichtung gemäß dem siebenten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung durchführen, eine Beschreibung hiervon weggelassen.

[0433] Zuerst wird eine Beschreibung der Ausbildung dieses Ausführungsbeispiels gegeben.

[0434] Die Bezugszahl **22** bezeichnet einen Vorhersagedifferenzspeicher, der den Wert der Differenz zwischen dem decodierten Pixel und dem ersten Vorhersagewert berechnet und speichert, und der den akkumulierten Differenzwert nach dessen Transformation in einen Vorhersagedifferenzmodus ausgibt, wenn auf das Pixel Bezug genommen wird ("Vorhersagedifferenz-Speicherschritt").

[0435] Die Zahl **23** bezeichnet einen "Kontextgenerator" zum Ausgeben des "Kontexts", d. h., eines Decodierindex, zu dem arithmetischen Decodierer **18** auf der Grundlage des von der Bereichsmodus-Bestimmungseinheit **10** ausgegebenen Bereichsmodus, des von der Grenzmodus-Bestimmungseinheit **11** ausgegebenen Grenzmodus und des von dem Vorhersagedifferenzspeicher **22** ausgegebenen Vorhersagedifferenzmodus ("Kontexterzeugungsschritt").

[0436] Die Arbeitsweise des Decodierers bei diesem Ausführungsbeispiel ist grundsätzlich dieselbe wie die bei dem siebenten Ausführungsbeispiel. Die Verarbeitung wird durchgeführt durch Hinzufügen des "Vorhersagedifferenzspeichers", der "Vorhersagedifferenz" und des "DM" in dem Flussdiagramm ([Fig. 38](#)) nach dem siebenten Ausführungsbeispiel. Eine Beschreibung wird für die Ergänzungen und Unterschiede bei der Verarbeitung in der "Decodieroperation" gegeben.

[0437] Zuerst wird in der "Decodieroperation 1" der Wert der Differenz zwischen dem ersten Vorhersagewert und dem Codierpixel zu Beginn der Decodierung eines nachfolgenden Pixels in dem Vorhersagedifferenzspeicher **22** gespeichert. Hier werden die Differenzwerte mit einer abnehmenden Anzahl von Pegeln in derselben Weise wie bei dem Codierer ([Fig. 40](#)) gespeichert.

[0438] Bei diesem Ausführungsbeispiel wird der Vorhersagedifferenzmodus DM, der parallel zu dem Bereichsmodus RM und dem Grenzmodus BM als ein Attribut für das Decodierpixel klassifiziert und verarbeitet wird, durch eine Funktion DM() auf der

Grundlage der Vorhersagedifferenzwerte Da und Db in derselben Weise wie bei dem Decodierer ([Fig. 41](#), Formel 4) transformiert.

[0439] Als Nächstes werden in der "Decodieroperation 2" der von der Bereichsmodus-Bestimmungseinheit **10** ausgegebene Bereichsmodus RM (4 Bits), der von der Grenzmodus-Bestimmungseinheit **11** ausgegebene Grenzmodus BM (3 Bits) und der Vorhersagedifferenzmodus DM (2 Bits) durch den Kontextgenerator **23** in derselben Weise wie bei dem Decodierer in einen 9-Bit-Kontext transformiert (Formel 5).

[0440] Bei diesem Ausführungsbeispiel wird, obgleich ein 7-Bit-Kontext bei dem siebenten Ausführungsbeispiel auf der Grundlage des Bereichsmodus (4 Bits) und des Grenzmodus (3 Bits) verwendet wird, der Vorhersagedifferenzmodus (2 Bits) weiterhin eingeführt auf der Grundlage des Wertes der Differenz zwischen dem Codier- oder decodierten Pixel und dem ersten Vorhersagewert. Da der Kontext in 9 Bits erweitert ist, wird es möglich, den Zustand der Verteilung der Bezugspixel feiner zu klassifizieren. Daher ist es möglich, einen Vorteil dahingehend zu erhalten, dass, da das Codieren oder Decodieren, das geeigneter mit Bezug auf die Wahrscheinlichkeit des Auftretens jedes Zustands ist, angewendet werden kann, es möglich ist, den Codierwirkungsgrad zu verbessern.

Neuntes Ausführungsbeispiel

[0441] Bei dem achten Ausführungsbeispiel wurde eine Beschreibung des Falles gegeben, bei dem der Wert der Differenz zwischen einem Vorhersagewert und einem Codier- oder decodierten Pixelwert in der Form von zwei Werten (1 Bit) gespeichert ist. Der Differenzwert entsprechend einem Zweipegel-Pixelbereich erlaubt eine Transformation in vier Vorhersagedifferenzmoden DM, und er wird bei der Erzeugung des Kontextes in der Form von zwei Bits verwendet wie er ist.

[0442] Bei diesem Ausführungsbeispiel sind, wenn angenommen wird, dass der Vorhersagewert in der Form von drei Werten gespeichert ist, neun Vorhersagedifferenzmoden DM als Kombinationen in dem Fall der Bezugnahme auf zwei Pixel vorhanden. Hier wird eine Beschreibung des Falles gegeben, in welchem eine Rückbildung durchgeführt wird, um vier Vorhersagedifferenzmoden DM bei der Erzeugung eines Kontextes zu erhalten. Hinsichtlich der Ausbildungen des Codierers und des Decodierers ist es möglich, eine Beschreibung in der Form der vorbeschriebenen Ausführungsbeispiele zu geben.

[0443] [Fig. 43](#) zeigt ein Beispiel, bei dem der Vorhersagedifferenzwert durch drei Werte in "klein" in der Nähe von 0, einen positiven Wert "positiv" und ei-

nen negativen Wert "negativ" für andere Fälle klassifiziert ist. Es wird angenommen, dass "klein" gleich 0 ist, "positiv" gleich 1 ist und "negativ" gleich 2 ist.

[0444] In dem Fall, in dem eine Rückbildung nicht in Betracht gezogen wird, kann, wenn auf zwei Pixel A und B in derselben Weise wie bei dem achten Ausführungsbeispiel Bezug genommen wird und Vorhersagedifferenzwerte D_a und D_b , die in drei Werte transformiert sind, erhalten werden, und wenn eine Funktion $DM(D_a, D_b)$ für die Transformation in einen Vorhersagedifferenzmodus auf der Grundlage der Vorhersagedifferenzwerte D_a und D_b definiert ist, anhand der Formeln 4 und 5 gesehen werden, dass 11 Bits für den Kontextwert CX erforderlich sind.

[0445] Wenn der auf drei Werten basierende Vorhersagedifferenzwert angenommen wird, aus dem Grund der Beschränkung der Kapazität des Speichers (Tabelle) des arithmetischen Codierers und Decodierers, wird ein Fall betrachtet, bei dem der Kontext aus 9 Bits in derselben Weise wie bei dem achten Ausführungsbeispiel erzeugt wird. Hier muss der Vorhersagedifferenzmodus, bei dem 3 Werte multipliziert mal 3 Werten gleich 9 Werte in Formel 4 sind, in 4 Werte (2 Bits) zurückgebildet werden. **Fig. 44** ist eine Rückbildungstabelle, die die Zuweisung von vier Werten in einer Tabelle von $3 \times 3 = 9$ Werten definiert. Durch Bezugnahme auf die beiden Pixel D_a und D_b als der dreiwertigen Vorhersagedifferenz und durch Verwendung der Funktion $DM(D_a, D_b)$ zum Transformieren des Vorhersagedifferenzmodus aus neun Werten in vier Werte kann der 9-Bit-Kontextwert CX gemäß Formel 5 berechnet werden.

[0446] Bei diesem Ausführungsbeispiel wurde ein Beschreibung des Falles gegeben, bei dem die Anzahl von Bits des Kontexts verringert wird durch Herabsetzung der Anzahl von Vorhersagedifferenzmoden, die für die Kontexterzeugung verwendet werden, mit Bezug auf die Anzahl von Kombinationen der Vorhersagedifferenzen, auf die Bezug genommen ist, um den Speicher des arithmetischen Codierers und Decodierers zu verkleinern.

10. Ausführungsbeispiel

[0447] Bei den vorherbeschriebenen Ausführungsbeispielen werden der Bereichsmodus RM, der Grenzmodus BM und der Vorhersagedifferenzmodus DM als Daten zum Erzeugen des Kontexts verwendet. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird die Beschreibung eines Falles gegeben, bei dem die Vorhersageränge zu der Zeit der adaptiven Vorhersage bei der Kontexterzeugung verwendet werden.

[0448] Bei diesem Ausführungsbeispiel sind, da 8-Bit-Pixel als Objekte der Codierung verwendet werden, die Vorhersageränge ebenfalls aus 8 Bits.

[0449] **Fig. 45** illustriert die Ausbildung einer Bildcodiervorrichtung, die ein weiteres Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist. In der Zeichnung wird, da der Bildspeicher **9**, die Bereichsmodus-Bestimmungseinheit **10**, die Grenzmodus-Bestimmungseinheit **11**, die Vorhersageübereinstimmungs-Bestimmungseinheit **14**, der arithmetische Codierer **15**, die Codiersteuerschaltung **16** und der Vorhersagedifferenzspeicher **20** dieselben Funktionen und Operationen wie diejenigen der Bildcodiervorrichtung gemäß dem siebenten Ausführungsbeispiel durchführen, eine Beschreibung hiervon weggelassen.

[0450] Zuerst wird eine Beschreibung der für dieses Ausführungsbeispiel einmaligen Elemente gegeben.

[0451] Die Bezugszahl **24** bezeichnet eine adaptive Vorhersagevorrichtung zum Ausgeben von Vorhersagerängen zu dem Kontextgenerator (der später beschrieben wird) ("adaptiver Vorhersageschritt").

[0452] Die Zahl **25** bezeichnet einen "Kontextgenerator" zum Ausgeben des "Kontexts", d. h., eines Codierindexes, zu dem arithmetischen Codierer **15** auf der Grundlage des von der Bereichsmodus-Bestimmungseinheit **10** ausgegebenen Bereichsmodus, des von der Grenzmodus-Bestimmungseinheit **11** ausgegebenen Grenzmodus, des von dem Vorhersagedifferenzspeicher **20** ausgegebenen Vorhersagedifferenzmodus und der von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **12** ausgegebenen Vorhersageränge ("Kontexterzeugungsschritt").

[0453] In gleicher Weise illustriert **Fig. 46** eine Konfiguration einer Bilddecodiervorrichtung, die ein weiteres Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist. In der Zeichnung wird, da der Bildspeicher **17**, die Bereichsmodus-Bestimmungseinheit **10**, die Grenzmodus-Bestimmungseinheit **11**, der arithmetische Decodierer **18**, die Decodiersteuerschaltung **19** und der Vorhersagedifferenzspeicher **20** dieselben Funktionen und Operationen wie diejenigen des Decodierers gemäß dem neunten Ausführungsbeispiel ausführen, eine Beschreibung hiervon weggelassen.

[0454] Zuerst wird eine Beschreibung von Elementen, die für dieses Ausführungsbeispiel einmalig sind, gegeben.

[0455] Die Bezugszahl **26** bezeichnet eine adaptive Vorhersagevorrichtung zum Ausgeben von Vorhersagerängen zu dem Kontextgenerator (der später beschrieben wird) ("adaptiver Vorhersageschritt").

[0456] Die Zahl **27** bezeichnet einen "Kontextgenerator" zur Ausgabe des "Kontextes", d. h., eines Decodierindexes zu dem arithmetischen Decodierer **18** auf der Grundlage des von der Bereichsmodus-Bestimmungseinheit **10** ausgegebenen Bereichsmodus, des von der Grenzmodus-Bestimmungseinheit

11 ausgegebenen Grenzmodus, des von dem Vorhersagedifferenzspeicher **20** ausgegebenen Vorhersagedifferenzmodus und der von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **26** ausgegebenen Vorhersageränge ("Kontexterzeugungsschritt").

[0457] Eine Beschreibung dieses Ausführungsbeispiel wird hinsichtlich der Erweiterung der vorherbeschriebenen Ausführungsbeispiele gegeben. Der von der Bereichsmodus-Bestimmungseinheit **10** ausgegebene Bereichsmodus RM (4 Bits), der von der Grenzmodus-Bestimmungseinheit **11** ausgegebene Grenzmodus BM (3 Bits), der Vorhersagedifferenzmodus (2 Bits) und der gemäß diesem Ausführungsbeispiel von der adaptiven Vorhersagevorrichtung ausgegebene Vorhersagerang Rank (8 Bits) werden durch den Kontextgenerator **27** in einen 17-bit-Kontext transformiert. Dieser Kontextwert CX wird gemäß der folgenden Formel (Formel 6) berechnet:

$$CX = \{DM(Da, Db) \ll 15\} + (RM \ll 11) + (BM \ll 8) + Rank \quad (6)$$

[0458] Bei diesem Ausführungsbeispiel unterscheidet sich, obgleich bei den vorhergehenden Ausführungsbeispielen der Kontext ein fester Wert mit Bezug auf die Codierung einer Reihe von Binärsignalketten für ein Codierpixel oder Decodierpixel ist, der Kontext bei diesem Ausführungsbeispiel für jeden Vorhersagerang.

[0459] Bei diesem Ausführungsbeispiel wird, obgleich ein 9-Bit-Kontext bei dem vorherbeschriebenen Ausführungsbeispiel auf der Grundlage des Bereichsmodus (4 Bits), des Grenzmodus (3 Bits) und des Vorhersagedifferenzmodus (2 Bits) verwendet wird, der Vorhersagerang (8 Bits) weiterhin eingeführt. Da der Kontext auf 17 Bits erweitert wird, wird es möglich, den Zustand des verarbeiteten Codier- oder Decodierpixels gemäß dem Vorhersagerang feiner zu klassifizieren. Daher ist es möglich, einen Vorteil dahingehend zu erhalten, dass, da eine Codierung oder Decodierung, die geeigneter mit Bezug auf die Wahrscheinlichkeit des Auftretens jedes Zustands ist, angewendet werden kann, es möglich ist, den Codierwirkungsgrad zu verbessern.

11. Ausführungsbeispiel

[0460] Bei dem 10. Ausführungsbeispiel wurde eine Beschreibung des Falles gegeben, bei dem der 8-Bit-Vorhersagerang als der Kontext bei der Codierung oder Decodierung eines 8-Bit-Pixels so wie er ist verwendet wird. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird die Beschreibung eines Falles gegeben, bei dem der 8-Bit-Vorhersagerang in 3 Bits zurückgebildet wird, wobei die Ausbildung des in [Fig. 45](#) gezeigten Codierers und des in [Fig. 46](#) gezeigten Decodierers gemäß den vorherbeschriebenen Ausführungsbeispielen unverändert gehalten ist.

[0461] Bei diesem Ausführungsbeispiel wird eine Funktion RK (Rank) verwendet für die Transformation des von der adaptiven Vorhersagevorrichtung **26** gemäß dem vorherbeschriebenen Ausführungsbeispiel ausgegebenen Vorhersagerangs Rank (8 Bits) in 3 Bits, wie in [Fig. 47](#) gezeigt ist, mit Bezug auf diesen Wert. Der Vorhersagerang Rank wird durch den Kontextgenerator **27** in einen 12-Bit-Kontext transformiert. Dieser Kontextwert CX wird gemäß der nachfolgend gezeigten Formel (Formel 7) berechnet. Nachfolgend wird der zurückgebildete Vorhersagerang als der zurückgebildete Vorhersagerang bezeichnet.

$$CX = \{DM(Da, Db) \ll 10\} + (RM \ll 6) + BM \ll 3 + Rk(Rank) \quad (7)$$

[0462] Die Rückbildung des Vorhersagerangs von 8 Bits in 3 Bits, die in [Fig. 47](#) gezeigt ist, kann durch die adaptive Vorhersagevorrichtung **26** ausgeführt und ausgegeben werden, oder der Vorhersagerang kann wie er ist in der Form von 8 Bits eingegeben werden und die Rückbildung von diesem kann innerhalb des Kontextgenerators **27** bewirkt werden. In den in den [Fig. 45](#) und [Fig. 46](#) gezeigten Blockschaltbildern wird der letztgenannte Fall ausgeführt. Wenn die adaptive Vorhersagevorrichtung **26** den zurückgebildeten Vorhersagerang zu dem Kontextgenerator **27** ausgibt, ist es erforderlich, diesen zurückgebildeten Vorhersagerang von dem von der Codiersteuerschaltung **16** oder der Decodiersteuerschaltung **14** in dem Blockschaltbild ausgegebenen Vorhersagerang zu unterscheiden.

[0463] Bei diesem Ausführungsbeispiel werden die Vorhersagewerte zugewiesen, indem sie abwechselnd in den Richtungen von großer und kleiner Größe mit Bezug auf den ersten Vorhersagewert verteilt werden, wie in [Fig. 22](#) gezeigt ist. Aus diesem Grund ist die "Periodizität" vorhanden, bei der die Vorhersagewerte bei geraden Zahlen und ungeraden Zahlen ähnlich sind wie die Regelmäßigkeit des Erscheinens (statische Charakteristik) von Vorhersagewerten. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird die Rückbildung durchgeführt, indem von der Periodizität Gebrauch gemacht wird, aber 0–5, die im Vorhersagerang niedrig sind, werden der Rückbildung nicht unterzogen, um die Wahrscheinlichkeit der Vorhersageübereinstimmung genau zu unterscheiden, und die verbleibenden 6 und 7 werden für gerade Zahlen und ungerade Zahlen verwendet. Hier wird, selbst wenn der Bereich von 6 und mehr, der im Vorhersagerang höher ist, der Rückbildung unterzogen wird, die Abnahme des Codierwirkungsgrades nicht so groß, um ein Problem darzustellen.

[0464] Zusätzlich ist es ausreichend, wenn zurückgebildete Vorhersageränge als 0 bis n gesetzt werden, mit Bezug auf eine Vorhersagekette mit einer Periode m (< n), wenn die Rückbildung nicht für den

Bereich von 0 bis $n - m$ hinsichtlich des Vorhersagerangs ausgeführt wird, und die Rückbildung wird danach wiederholt mit $n - m + 1$, $n - m + 2$, ..., n .

[0465] Bei diesem Ausführungsbeispiel wurde eine Beschreibung des Falles gegeben, bei dem die Anzahl von Bits des Kontexts verringert wird durch Zurückbilden der Vorhersageranginformationen, die bei der Kontexterzeugung verwendet werden, um den Speicher des arithmetischen Codierers und Decodierers zu verkleinern.

[0466] Um einfach die Arbeitsweise der vorbeschriebenen Ausführungsbeispiele 1 bis 11 zu beschreiben, wird ein funktioneller Ausdruck zum Bestimmen eines Vorhersagewertes entsprechend dem Zustand der Verteilung von Pixeln durch Bezugnahme auf ein oder mehrere benachbarte Pixelwerte für ein Mehrpegel-Codierpixel oder -Decodierpixel bei dem ersten bis 11. Ausführungsbeispiel geändert, und die Wahrscheinlichkeit der Übereinstimmung der Vorhersage zu Bereichen mit höheren Vorhersagerängen. Daher kann die Länge der Binärsignalkette, die in einen Entscheidungswert der Vorhersageübereinstimmung oder -nichtübereinstimmung transformiert wird, verkürzt werden. Zusätzlich ist es möglich, da das binäre Signal entropiecodiert und -decodiert durch Zuweisung eines optimalen Codier- oder Decodierindexes, den Codier- oder Decodierwirkungsgrad zu verbessern.

[0467] Zusätzlich wird bei der Codiervorrichtung und dem Codierverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung der Kontext auf der Grundlage des Zustands der Verteilung von dem Codierpixel benachbarten Bezugspixeln bestimmt, wodurch es möglich ist, den Codierwirkungsgrad zu verbessern.

[0468] Die [Fig. 54A](#) bis 54G zeigen typische Beispiele von Anwendungen der Codiervorrichtung, der Decodiervorrichtung, und der Codier- und Decodiervorrichtung nach der Erfindung. D. h., sie werden in Faksimilemaschinen, Abtastvorrichtungen, Druckern, Kopierern, Computern (mit bestimmtem Zweck/allgemeinem Zweck; einschließlich Personalcomputern und Arbeitsstationen), Bilddatenbanken, Bildservern/Kundenvorrichtungen, Betrachtungsvorrichtungen (d. h., Bildanzeigevorrichtungen, die Bilddaten verarbeiten/aufbereiten und ein sich ergebendes Bild anzeigen), usw. für solche Zwecke wie Bildübertragung, direkte Kommunikation und Bildspeicherung (vorübergehend oder andauernd) verwendet. Nach der vorübergehenden Speicherung werden gespeicherte Daten übertragen, aufgezeichnet oder einer Codeumwandlung unterzogen. Die (vorübergehende) Speicherung von Pixeln (siehe [Fig. 54D](#) und [Fig. 54E](#)) sind wirksam für die Einsparung der Speicherkapazität.

[0469] Hinsichtlich der Übertragung von Codes von

der Codiervorrichtung zu der Decodiervorrichtung können diese in digitaler oder analoger Form drahtlos oder drahtgebunden, mit anderen Worten, über ein Netzwerk (öffentlich oder privat), Kabel usw. übertragen werden. Codes können elektrisch, magnetisch oder optisch in digitaler oder analoger Form als Zeichen oder Symbole aufgezeichnet werden. Weiterhin können sie in der Form von Löchern oder Erhebungen (Braille-Punkten) auf einem Papierband oder dergleichen aufgezeichnet werden. Aufzeichnungsmedien enthalten Karten, Bändern, Platten (FD, CD, Foto-CD, MD usw.), RAM und ROM.

[0470] Ein wiedergegebenes Bild kann als eine harte Kopie (z. B. ein gedrucktes Bild auf einem Blatt) oder eine weiche Kopie (z. B. ein angezeigtes Bild) ausgegeben werden.

[0471] Die Codiervorrichtung, die Decodiervorrichtung und die Codier- und Decodiervorrichtung werden als Software (ein Programm, ein Treiber usw.) oder Hardware (eine LSI usw.) implementiert. Die LSI-Implementierung enthält ein Einchip- oder Mehrchip-LSI, ein ASIC und eine Toranordnung.

[0472] Bei der Codiervorrichtung und dem Codierverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung ist es möglich, da Vorhersagewerte auf der Grundlage des Zustands der Verteilung der dem Codierpixel benachbarten Bezugspixel bestimmt werden, den Codierwirkungsgrad zu verbessern.

[0473] Bei der Decodiervorrichtung und dem Decodierverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung können, da Vorhersagewerte auf der Grundlage des Zustands der Verteilung der dem Decodierpixel benachbarten Bezugspixel in derselben Weise wie bei der Codierung bestimmt werden, die mit hohem Wirkungsgrad codierten Daten ohne einen Informationsverlust wiederhergestellt werden.

[0474] Weiterhin ist es bei der Codiervorrichtung und dem Codierverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung möglich, da der Kontext auf der Grundlage des Zustands der Verteilung der dem Codierpixel benachbarten Bezugspixel bestimmt wird, den Codierwirkungsgrad zu verbessern.

[0475] Bei der Codier- und Decodiervorrichtung und dem Codier- und Decodierverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung kann, da Vorhersagewerte auf der Grundlage des Zustands der Verteilung der dem Codierpixel benachbarten Bezugspixel bestimmt werden, der Codierwirkungsgrad verbessert werden, und die Decodierung kann ohne einen Informationsverlust bewirkt werden.

[0476] Weiterhin kann bei der Codier- und Decodiervorrichtung und dem Codier- und Decodierverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung, da der

Kontext auf der Grundlage des Zustands der Verteilung der dem Codierpixel benachbarten Bezugspixel und auf der Grundlage des Zustands der Verteilung der dem Decodierpixel benachbarten Bezugspixel bestimmt wird, der Codierwirkungsgrad verbessert werden, und die Decodierung kann ohne einen Informationsverlust bewirkt werden.

Patentansprüche

1. Codiervorrichtung, welche aufweist:

Pixelausgabemittel (9) zum Ausgeben eines Zielcodierpixels und mehrerer Bezugspixel in dessen Nähe;
 Vorhersagewert-Ausgabemittel (12) zum Bestimmen eines Vorhersagewertes auf der Grundlage der mehreren Bezugspixel;
 Vergleichsmittel (14) zum Vergleichen des Vorhersagewertes und eines Wertes des Zielcodierpixels und zum Ausgeben eines Vergleichsergebnisses;
 Kontexterzeugungsmittel (13) zum Erzeugen eines Kontextes für das Zielcodierpixel;
 Codiermittel (15) zum Codieren des Vergleichsergebnisses der Vergleichsmittel auf der Grundlage des erzeugten Kontextes; und
 Pixelverteilungs-Erfassungsmittel (1000) zum Bestimmen von Pixelwerten der Bezugspixel und zum Erfassen eines Pixelverteilungszustands der Bezugspixel auf der Grundlage der bestimmten Pixelwerte; worin
 die Vorhersagewert-Ausgabemittel (12) den Vorhersagewert auf der Grundlage des erfassten Pixelverteilungszustands und der Bezugspixel bestimmen; und
 die Pixelverteilungs-Erfassungsmittel (1000) einen maximalen Wert und einen minimalen Wert der mehreren Bezugspixel bestimmen, einen Durchschnittswert des maximalen Wertes und des minimalen Wertes bestimmen, die jeweiligen Bezugspixelwerte mit dem Durchschnittswert vergleichen, um Vergleichsergebnisse zu erzeugen, eine Grenze in dem Zielcodierpixel und den Bezugspixeln auf der Grundlage der Vergleichsergebnisse erfassen und den Pixelverteilungszustand auf der Grundlage der erfassten Grenze erfassen.

2. Codierverfahren, welches aufweist:

Ausgeben eines Zielcodierpixels und mehrerer Bezugspixel in dessen Nähe;
 Bestimmen eines maximalen Wertes und eines minimalen Wertes der mehreren Bezugspixel, Bestimmen eines Durchschnittswertes des maximalen Wertes und des minimalen Wertes, Vergleichen der jeweiligen Bezugspixelwerte mit dem Durchschnittswert, um Vergleichsergebnisse zu erzeugen, Erfassen einer Grenze in dem Zielcodierpixel und den Bezugspixeln auf der Grundlage der Vergleichsergebnisse, und Erfassen eines Pixelverteilungszustands auf der Grundlage der erfassten Grenze;
 Bestimmen eines Vorhersagewertes auf der Grundla-

ge des erfassten Pixelverteilungszustands und der Bezugspixel;
 Vergleichen des Vorhersagewertes und eines Wertes des Zielcodierpixels und Ausgeben eines Vergleichsergebnisses;
 Erzeugen eines Kontextes für das Zielcodierpixel; und
 Codieren des Vergleichsergebnisses der Vergleichsmittel auf der Grundlage des erzeugten Kontextes.

3. Decodiervorrichtung, welche aufweist:

Pixelausgabemittel (17) zum Ausgeben mehrerer Bezugspixel vor dem Decodieren eines Pixels und zum Speichern eines decodierten Pixelwertes;
 Vorhersagewert-Ausgabemittel (12) zum Bestimmen eines Vorhersagewertes auf der Grundlage der Bezugspixel;
 Kontexterzeugungsmittel (13) zum Erzeugen eines Kontextes des decodierten Pixelwertes;
 Decodiermittel (18) zum Decodieren eines codierten Signals auf der Grundlage des erzeugten Kontextes und zum Erzeugen eines vielwertigen Signals auf der Grundlage eines decodierten Signals;
 Decodiersteuermittel (19) zum Bewirken, dass die Pixelausgabemittel den Vorhersagewert der Vorhersagewert-Ausgabemittel als den decodierten Pixelwert speichern, wenn ein Signal erfasst wird, das Koinzidenz von dem vielwertigen Signal der Decodiermittel anzeigt; und
 Pixelverteilungs-Erfassungsmittel (1000) zum Bestimmen von Pixelwerten der Bezugspixel und zum Erfassen eines Pixelverteilungszustands der Bezugspixel auf der Grundlage der bestimmten Pixelwerte; worin
 die Vorhersagewert-Ausgabemittel (12) den Vorhersagewert auf der Grundlage des erfassten Pixelverteilungszustands und der Bezugspixel bestimmen, und
 die Pixelverteilungs-Erfassungsmittel (1000) einen maximalen Wert und einen minimalen Wert der mehreren Bezugspixel bestimmen, einen Durchschnittswert des maximalen Wertes und des minimalen Wertes bestimmen, die jeweiligen Bezugspixelwerte mit dem Durchschnittswert vergleichen, um Vergleichsergebnisse zu erzeugen, eine Grenze in dem Zielcodierpixel und den Bezugspixeln auf der Grundlage der Vergleichsergebnisse erfassen und den Pixelverteilungszustand auf der Grundlage der erfassten Grenze erfassen.

4. Decodierverfahren, welches aufweist:

Ausgeben mehrerer Bezugspixel vor dem Decodieren eines Pixels;
 Bestimmen eines maximalen Wertes und eines minimalen Wertes der mehreren Bezugspixel, Bestimmen eines Durchschnittswertes des maximalen Wertes und des minimalen Wertes, Vergleichen der jeweiligen Bezugspixelwerte mit dem Durchschnittswert, um Vergleichsergebnisse zu erzeugen, Erfassen einer Grenze in dem Zielcodierpixel und den Be-

zugspixeln auf der Grundlage der Vergleichsergebnisse, und Erfassen des Pixelverteilungszustands auf der Grundlage der erfassten Grenze;
 Bestimmen eines Vorhersagewertes auf der Grundlage des erfassten Pixelverteilungszustands und der Bezugspixel;
 Erzeugen eines Kontextes für einen decodierten Pixelwert;
 Decodieren eines codierten Signals auf der Grundlage des erzeugten Kontextes und Erzeugen eines vielwertigen Signals auf der Grundlage des decodierten Signals; und
 Verwenden des Vorhersagewertes als den decodierten Pixelwert, wenn ein Signal erfasst wird, das Koinzidenz von dem vielwertigen Signal anzeigt.

5. Codier- und Decodiervorrichtung, welche aufweist:

eine Codiervorrichtung, welche aufweist:
 Pixelausgabemittel (9) zum Ausgeben eines Zielcodierpixels und mehrerer Bezugspixel in dessen Nähe;
 Pixelverteilungs-Erfassungsmittel (1000) zum Bestimmen eines maximalen Wertes und eines minimalen Wertes der mehreren Bezugspixel, Bestimmen eines Durchschnittswertes des maximalen Wertes und des minimalen Wertes, Vergleichen der jeweiligen Bezugspixelwerte mit dem Durchschnittswert, um Vergleichsergebnisse zu erzeugen, Erfassen einer Grenze in dem Zielcodierpixel und den Bezugspixeln auf der Grundlage der Vergleichsergebnisse, und Erfassen des Pixelverteilungszustands auf der Grundlage der erfassten Grenze;
 Vorhersagewert-Ausgabemittel (12) zum Bestimmen eines Vorhersagewertes auf der Grundlage des erfassten Pixelverteilungszustands und der Bezugspixel; und
 Vergleichsmittel (14) zum Vergleichen des Vorhersagewertes und eines Wertes des Zielcodierpixels zum Ausgeben eines Vergleichsergebnisses;
 Kontexterzeugungsmittel (13) zum Erzeugen eines Kontextes für das Zielcodierpixel; und
 Codiermittel (15) zum Codieren des Vergleichsergebnisses der Vergleichsmittel auf der Grundlage des erzeugten Kontextes und zum Ausgeben eines codierten Signals zu einer Übertragungsleitung; und
 eine Decodiervorrichtung, welche aufweist:
 Pixelausgabemittel (17) zum Ausgeben mehrerer Bezugspixel vor dem Decodieren eines Pixels und zum Speichern eines decodierten Pixelwertes;
 Pixelverteilungs-Erfassungsmittel (1000) zum Bestimmen eines maximalen Wertes und eines minimalen Wertes der mehreren Bezugspixel, Bestimmen eines Durchschnittswertes des maximalen Wertes und des minimalen Wertes, Vergleichen der jeweiligen Bezugspixelwerte mit dem Durchschnittswert, um Vergleichsergebnisse zu erzeugen, Erfassen einer Grenze in dem Zielcodierpixel und den Bezugspixeln auf der Grundlage der Vergleichsergebnisse, und Erfassen des Pixelverteilungszustands auf der Grund-

lage der erfassten Grenze;
 Vorhersagewert-Ausgabemittel (12) zum Bestimmen eines Vorhersagewertes auf der Grundlage des erfassten Pixelverteilungszustands und der Bezugspixel;
 Kontexterzeugungsmittel (13) zum Erzeugen eines Kontextes für den codierten Pixelwert;
 Decodierungsmittel (18) zum Decodieren eines codierten Signals auf der Übertragungsleitung auf der Grundlage des erzeugten Kontextes, und Erzeugen eines vielwertigen Signals auf der Grundlage eines decodierten Signals; und
 Decodiersteuermittel (19) zum Bewirken, dass die Pixelausgabemittel den Vorhersagewert der Pixelausgabemittel als den decodierten Signalwert speichern, wenn ein Signal erfasst wird, das Koinzidenz von dem vielwertigen Signal der Decodiermittel anzeigt.

6. Codier- und Decodierverfahren, welches aufweist:

einen Codierprozess, der die Schritte aufweist:
 Ausgeben eines Zielcodierpixels und mehrerer Bezugspixel in dessen Nähe;
 Bestimmen eines maximalen Wertes und minimalen Wertes der mehreren Bezugspixel, Bestimmen eines Durchschnittswertes des maximalen Wertes und des minimalen Wertes, Vergleichen der jeweiligen Bezugspixelwerte mit dem Durchschnittswert, um Vergleichsergebnisse zu erzeugen, Erfassen einer Grenze in dem Zielcodierpixel und den Bezugspixeln auf der Grundlage der Vergleichsergebnisse, und Erfassen eines Pixelverteilungszustands auf der Grundlage der erfassten Grenze;
 Bestimmen eines Vorhersagewertes auf der Grundlage des erfassten Pixelverteilungszustands und der Bezugspixel;
 Vergleichen des Vorhersagewertes und eines Wertes des Zielcodierpixels und Ausgeben eines Vergleichsergebnisses;
 Erzeugen eines Kontextes für das Zielcodierpixel;
 Codieren des Vergleichsergebnisses der Vergleichsmittel auf der Grundlage des erzeugten Kontextes und Ausgeben eines codierten Signals zu einer Übertragungsleitung; und
 einen Decodierprozess, der die Schritte aufweist:
 Ausgeben mehrerer Bezugspixel vor dem Decodieren eines Pixels;
 Bestimmen eines maximalen Wertes und eines minimalen Wertes der mehreren Bezugspixel, Bestimmen eines Durchschnittswertes des maximalen Wertes und der minimalen Wertes, Vergleichen der jeweiligen Bezugspixelwerte mit dem Durchschnittswert, um Vergleichsergebnisse zu erzeugen, Erfassen einer Grenze in dem Zielcodierpixel und den Bezugspixeln auf der Grundlage der Vergleichsergebnisse, und Erfassen des Pixelverteilungszustands auf der Grundlage der erfassten Grenze;
 Bestimmen eines Vorhersagewertes auf der Grundlage des erfassten Pixelverteilungszustands und der Bezugspixel;

Erzeugen eines Kontextes für einen decodierten Pixelwert;
 Decodieren eines codierten Signals auf der Übertragungsleitung auf der Grundlage des erzeugten Kontextes und Erzeugen eines vielwertigen Signals auf der Grundlage des decodierten Signals; und
 Verwenden des Vorhersagewertes als den decodierten Pixelwert, wenn ein Signal erfasst wird, das Koinzidenz von dem vielwertigen Signal anzeigt.

7. Codiervorrichtung nach Anspruch 1, bei der die Pixelverteilungs-Erfassungsmittel (**1000**) einen Differenzwert zwischen dem maximalen Wert und dem minimalen Wert bestimmen und den Pixelverteilungszustand auf der Grundlage der erfassten Grenze und des Differenzwertes erfassen.

8. Codierverfahren nach Anspruch 2, aufweisend die Bestimmung eines Differenzwertes zwischen dem maximalen Wert und dem minimalen Wert und die Erfassung des Pixelverteilungszustands auf der Grundlage der erfassten Grenze und des Differenzwertes.

9. Decodiervorrichtung nach Anspruch 3, bei der die Pixelverteilungs-Erfassungsmittel (**1000**) einen Differenzwert zwischen dem maximalen Wert und dem minimalen Wert bestimmen und den Pixelverteilungszustand auf der Grundlage der erfassten Grenze und des Differenzwertes erfassen.

10. Decodierverfahren nach Anspruch 4, aufweisend die Bestimmung eines Differenzwertes zwischen dem maximalen Wert und dem minimalen Wert und die Erfassung des Pixelverteilungszustands auf der Grundlage der erfassten Grenze und des Differenzwertes.

11. Codier- und Decodiervorrichtung nach Anspruch 5, bei der die Pixelverteilungs-Erfassungsmittel (**1000**) der Codiervorrichtung und der Decodiervorrichtung jeweils einen Differenzwert zwischen dem maximalen und dem minimalen Wert bestimmen und den Pixelverteilungszustand auf der Grundlage der erfassten Grenze und des Differenzwertes erfassen.

12. Codier- und Decodierverfahren nach Anspruch 6, bei dem das Codierverfahren und das Decodierverfahren jeweils den Schritt des Bestimmens eines Differenzwertes zwischen dem maximalen Wert und dem minimalen Wert und des Erfassens des Pixelverteilungszustands auf der Grundlage der erfassten Grenze und des Differenzwertes aufweisen.

13. Codiervorrichtung nach Anspruch 1 oder 7, bei der eine Grenzbetriebsart auf der Grundlage der Grenze erhalten wird und die Kontexterzeugungsmittel (**13**) die Grenzbetriebsart verwenden.

14. Decodiervorrichtung nach Anspruch 3 oder 9, bei der eine Grenzbetriebsart auf der Grundlage der Grenze erhalten wird und die Kontexterzeugungsmittel (**13**) die Grenzbetriebsart verwenden.

15. Codiervorrichtung nach Anspruch 7, bei der eine Bereichsbetriebsart auf der Grundlage des Differenzwertes erhalten wird und die Kontexterzeugungsmittel (**13**) diese Bereichsbetriebsart verwenden.

16. Decodiervorrichtung nach Anspruch 9, bei der eine Bereichsbetriebsart auf der Grundlage des Differenzwertes erhalten wird und die Kontexterzeugungsmittel (**13**) diese Bereichsbetriebsart verwenden.

17. Codiervorrichtung nach Anspruch 7, bei der eine Grenzbetriebsart auf der Grundlage der Grenze erhalten wird und eine Bereichsbetriebsart auf der Grundlage des Differenzwertes erhalten wird, und die Kontexterzeugungsmittel (**13**) die Grenzbetriebsart und die Bereichsbetriebsart verwenden.

18. Decodiervorrichtung nach Anspruch 9, bei der eine Grenzbetriebsart auf der Grundlage der Grenze erhalten wird und eine Bereichsbetriebsart auf der Grundlage des Differenzwertes erhalten wird, und die Kontexterzeugungsmittel (**13**) die Grenzbetriebsart und die Bereichsbetriebsart verwenden.

19. Codiervorrichtung nach einem der Ansprüche 1, 7, 13, 15 oder 17, bei der die Vorhersagewert-Ausgabemittel (**12**) den Vorhersagewert und einen Rang ausgeben und die Kontexterzeugungsmittel (**13**) den Rang verwenden.

20. Decodiervorrichtung nach einem der Ansprüche 3, 9, 14, 16 oder 18, bei der die Vorhersagewert-Ausgabemittel (**12**) den Vorhersagewert und einen Rang ausgeben und die Kontexterzeugungsmittel (**13**) den Rang verwenden.

21. Codiervorrichtung nach Anspruch 1 oder 7, bei der eine Grenzbetriebsart auf der Grundlage der Grenze erhalten wird und die Vorhersagewert-Ausgabemittel (**12**) die Grenzbetriebsart zum Auswählen einer Vorhersagefunktion verwenden.

22. Decodiervorrichtung nach Anspruch 3 oder 9, bei der eine Grenzbetriebsart auf der Grundlage der Grenze erhalten wird und die Vorhersagewert-Ausgabemittel (**12**) die Grenzbetriebsart zum Auswählen einer Vorhersagefunktion verwenden.

23. Codiervorrichtung nach Anspruch 7, bei der eine Bereichsbetriebsart auf der Grundlage des Differenzwertes erhalten wird und die Vorhersagewert-Ausgabemittel (**12**) die Bereichsbetriebsart zum Auswählen einer Vorhersagefunktion verwenden.

24. Decodiervorrichtung nach Anspruch 9, bei der eine Bereichsbetriebsart auf der Grundlage des Differenzwertes erhalten wird und die Vorhersagewert-Ausgabemittel (12) die Bereichsbetriebsart zum Auswählen einer Vorhersagefunktion verwenden.

25. Codiervorrichtung nach Anspruch 7, bei der eine Grenzbetriebsart auf der Grundlage der Grenze erhalten wird und eine Bereichsbetriebsart auf der Grundlage des Differenzwertes erhalten wird, und die Vorhersagewert-Ausgabemittel (12) die Grenzbetriebsart und die Bereichsbetriebsart zum Auswählen einer Vorhersagefunktion verwenden.

26. Decodiervorrichtung nach Anspruch 9, bei der eine Grenzbetriebsart auf der Grundlage der Grenze erhalten wird und eine Bereichsbetriebsart auf der Grundlage des Differenzwertes erhalten wird, und die Vorhersagewert-Ausgabemittel (12) die Grenzbetriebsart und die Bereichsbetriebsart zum Auswählen einer Vorhersagefunktion verwenden.

Es folgen 49 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

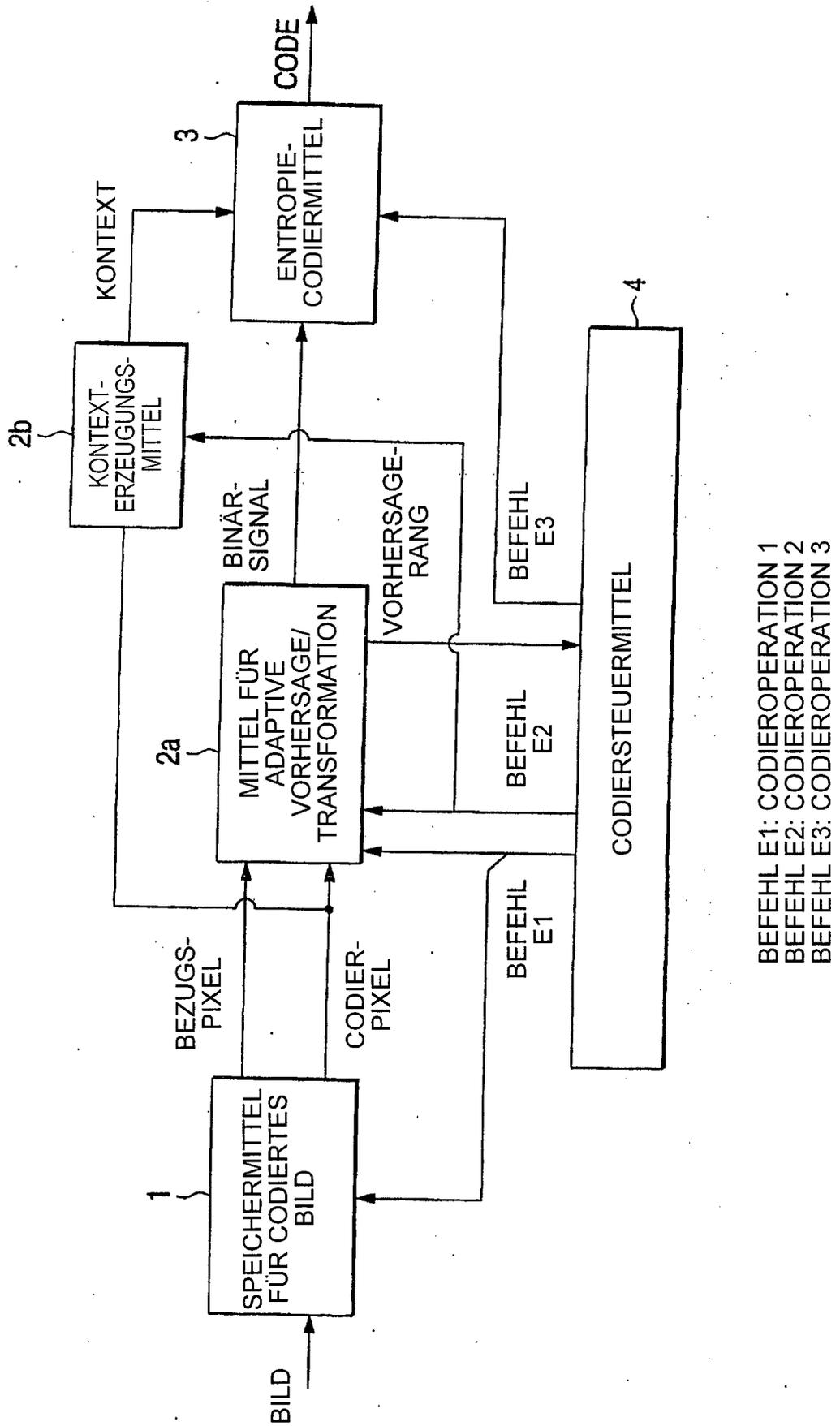
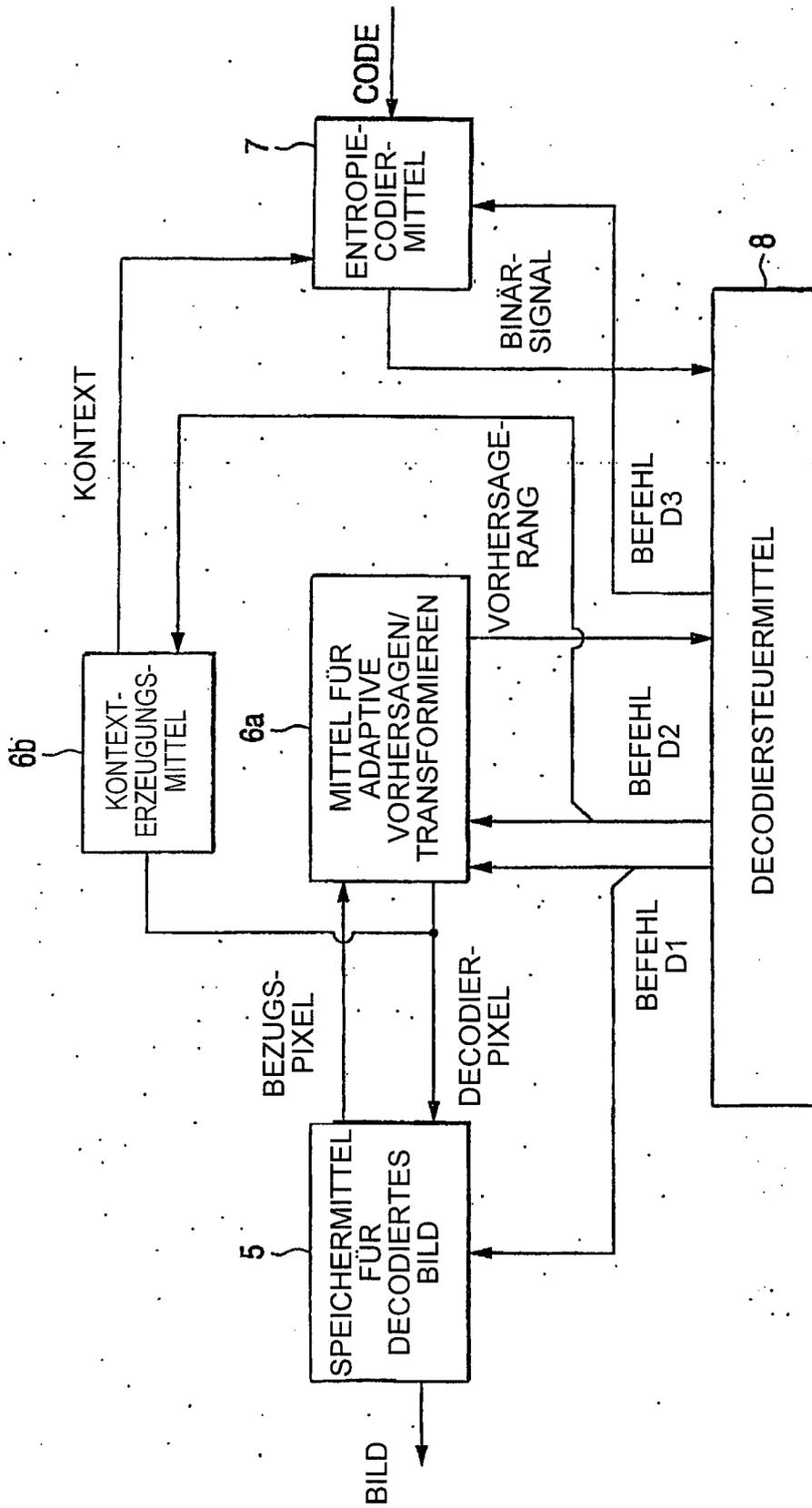


FIG. 2



BEFEHL D1: DECODIEROPERATION 1
 BEFEHL D2: DECODIEROPERATION 2
 BEFEHL D3: DECODIEROPERATION 3

FIG. 3

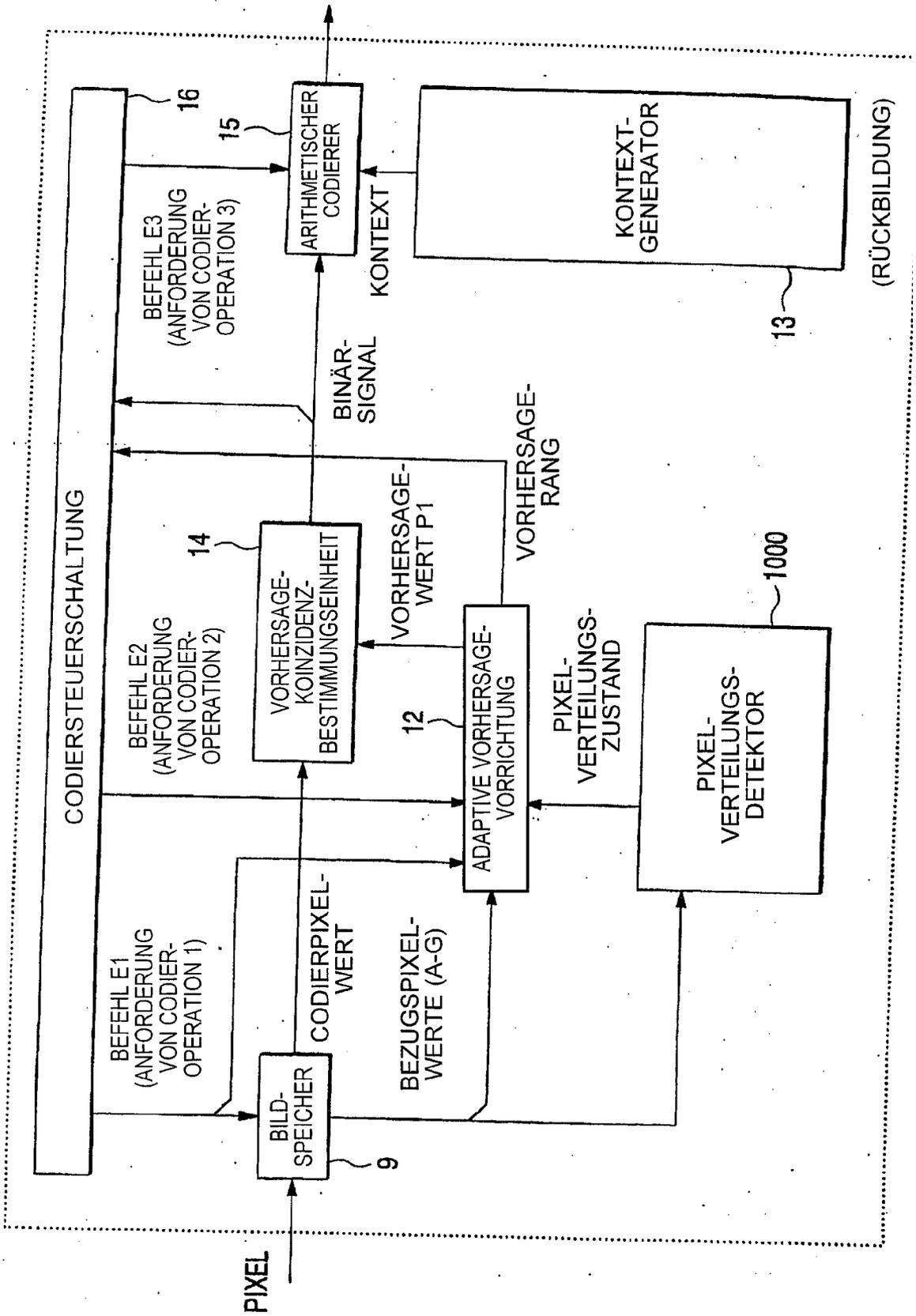


FIG. 4

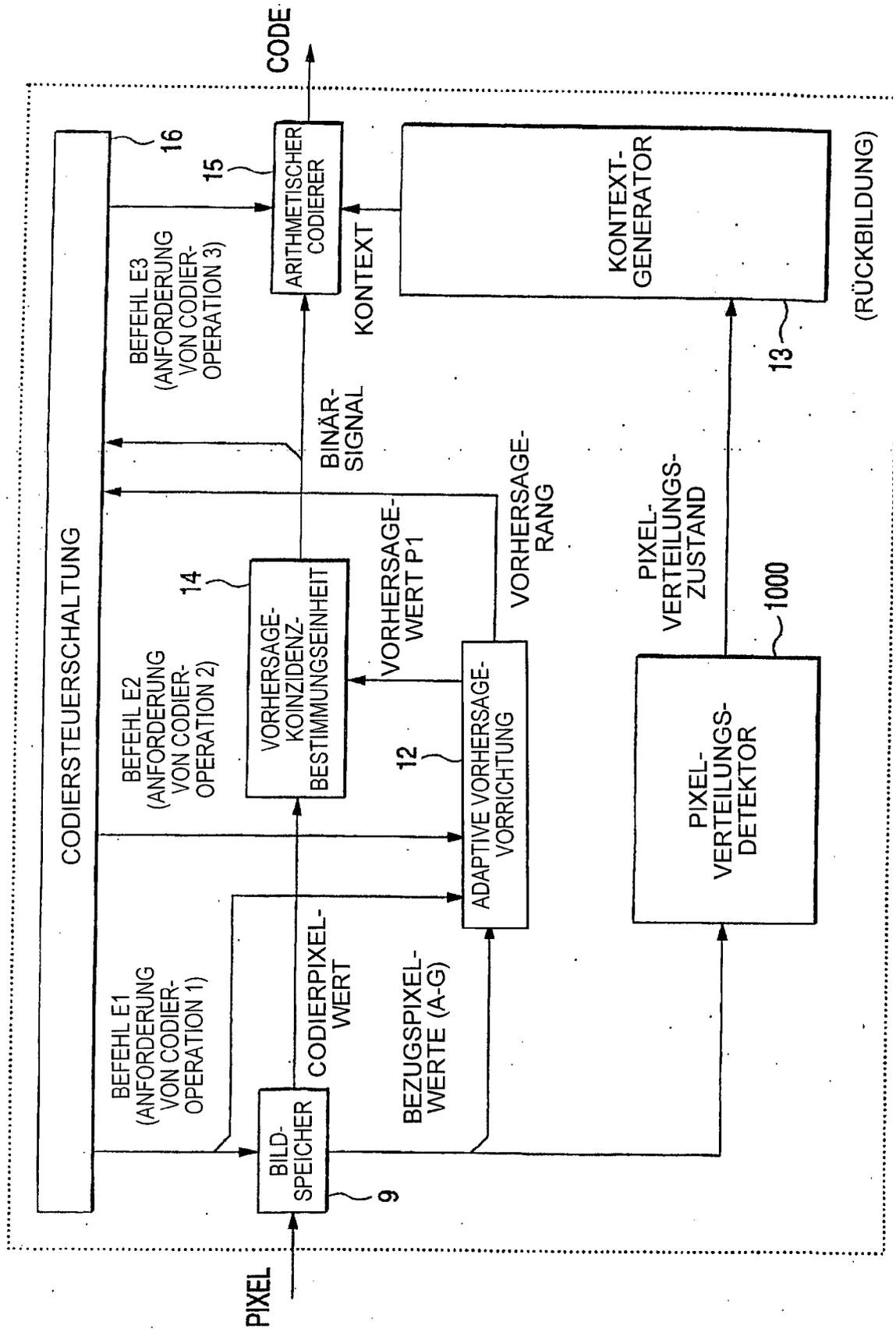


FIG. 5

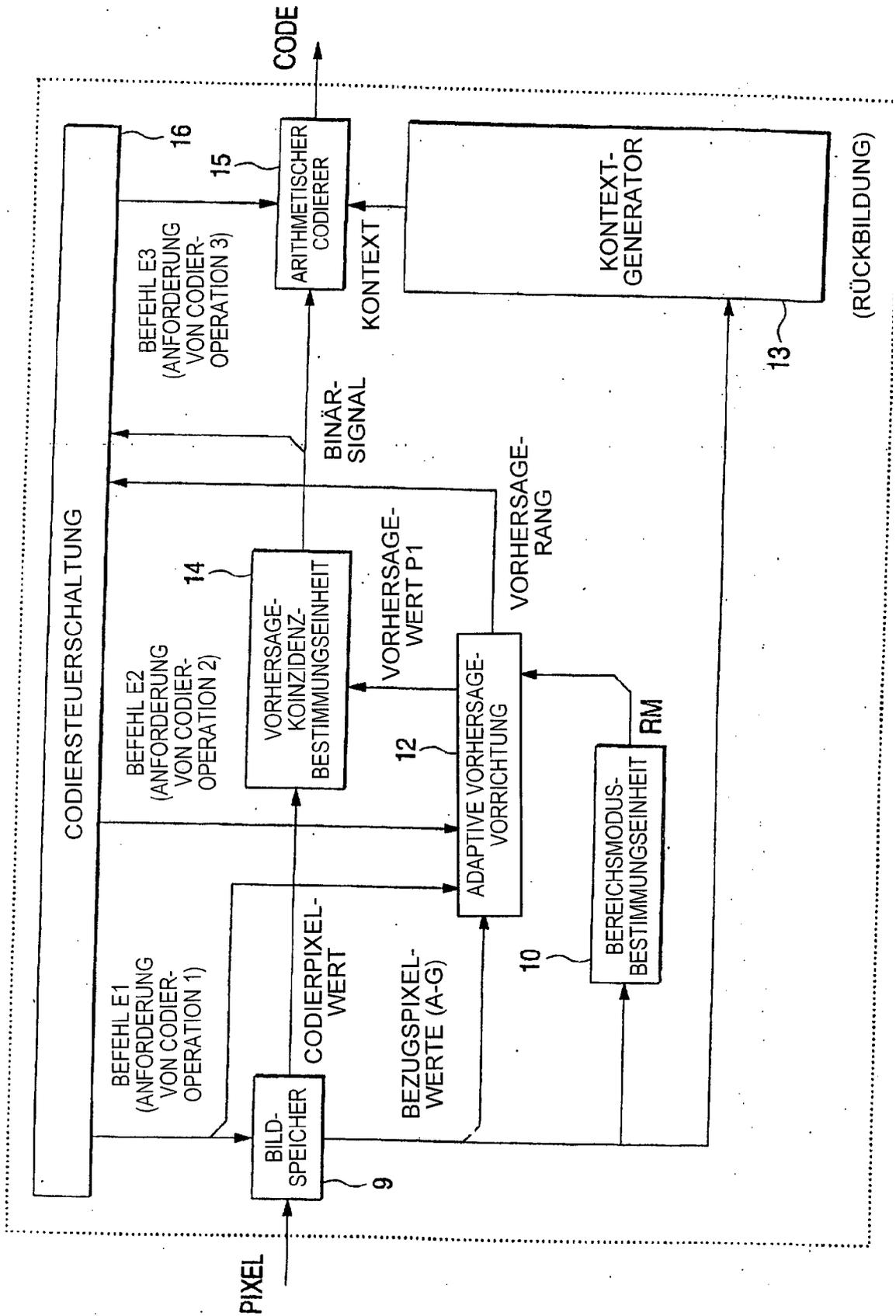


FIG. 6

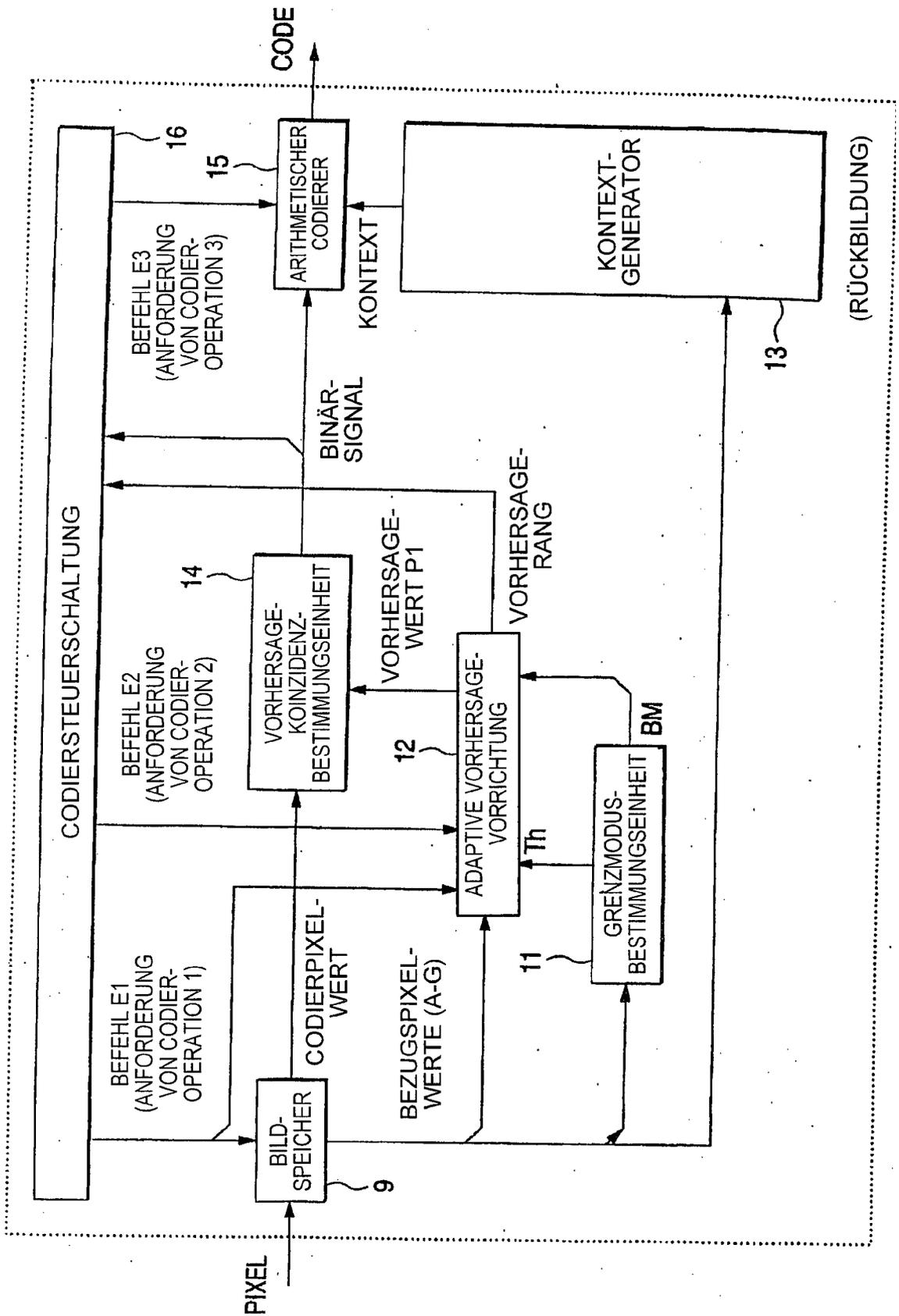


FIG. 7

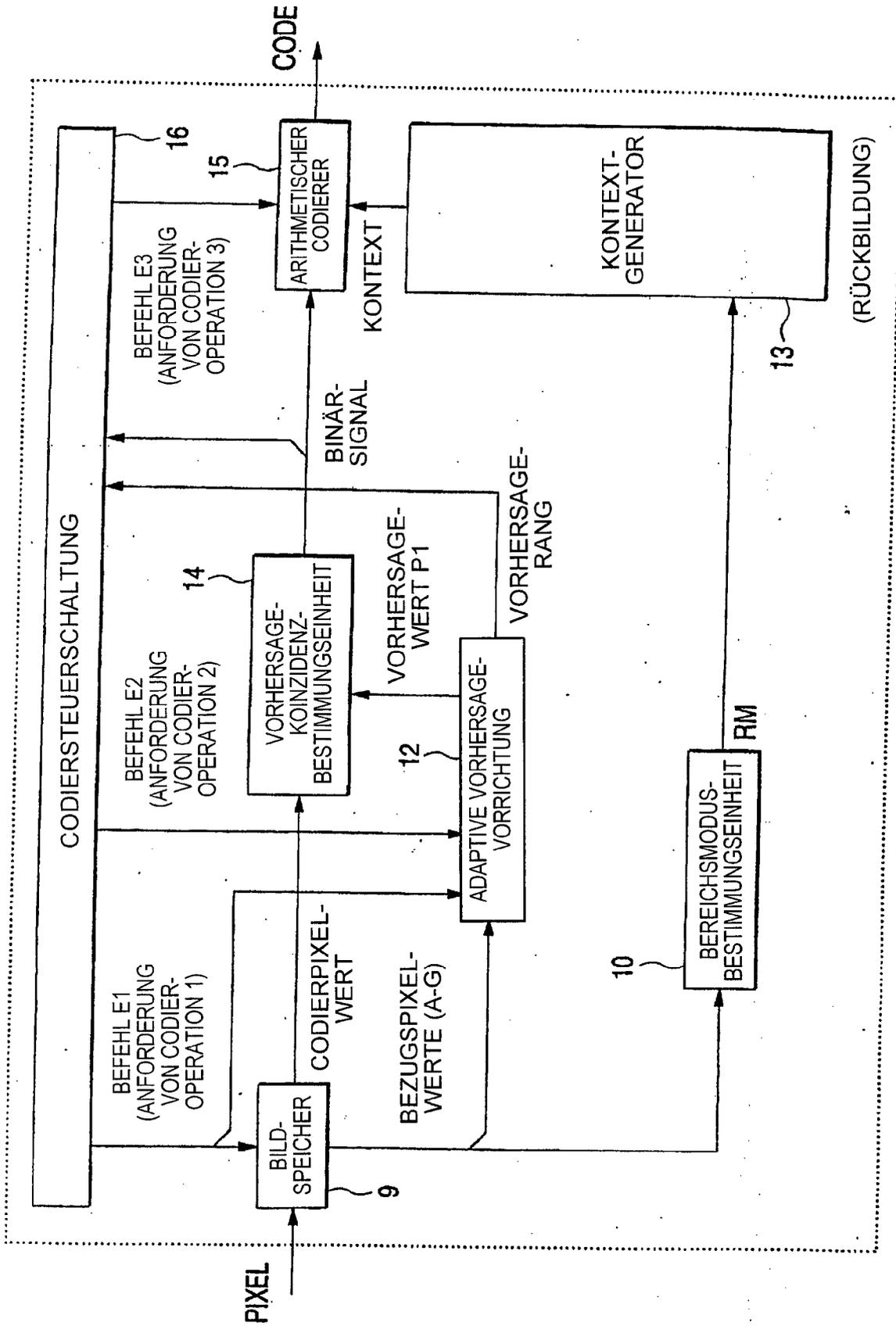


FIG. 8

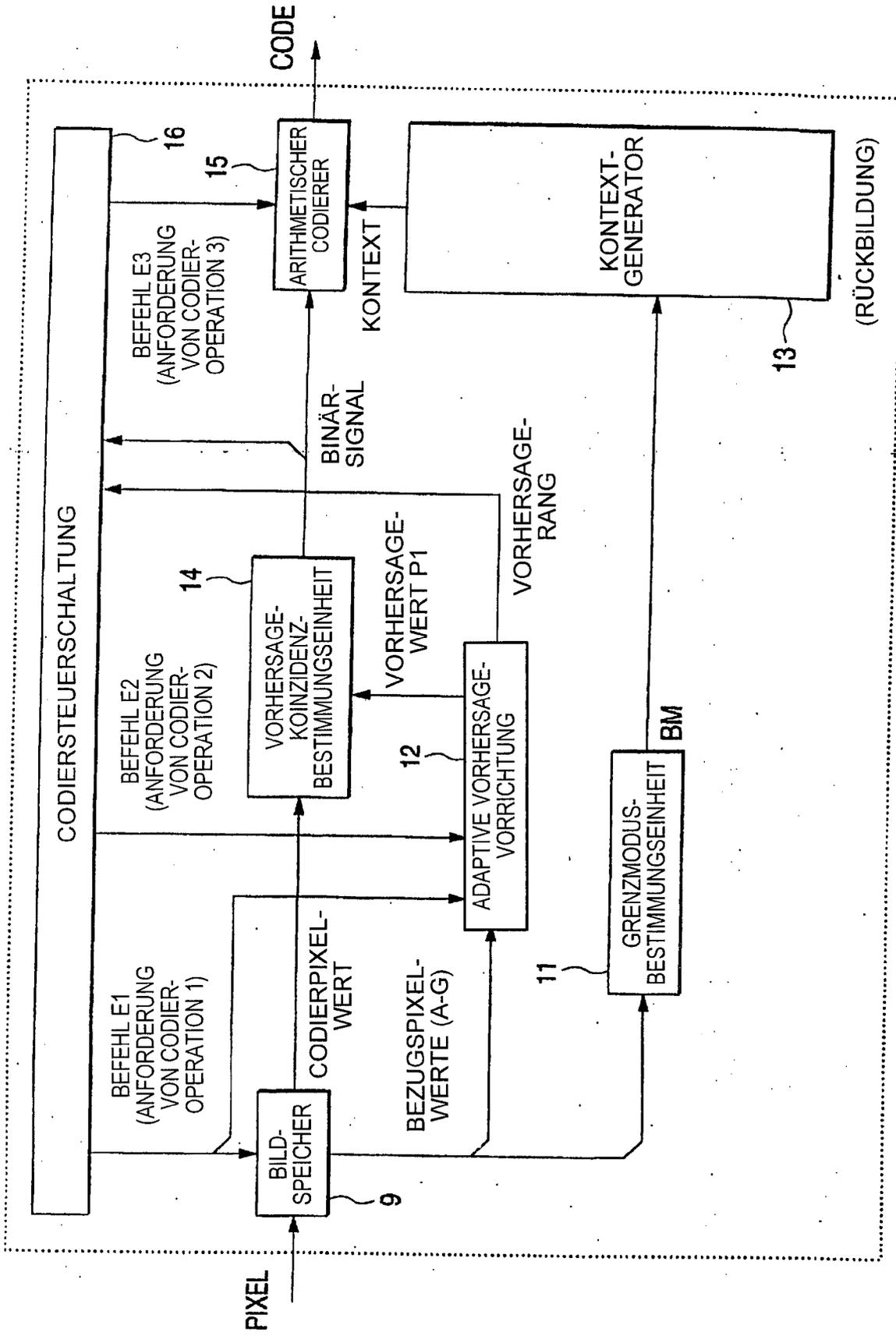


FIG. 9

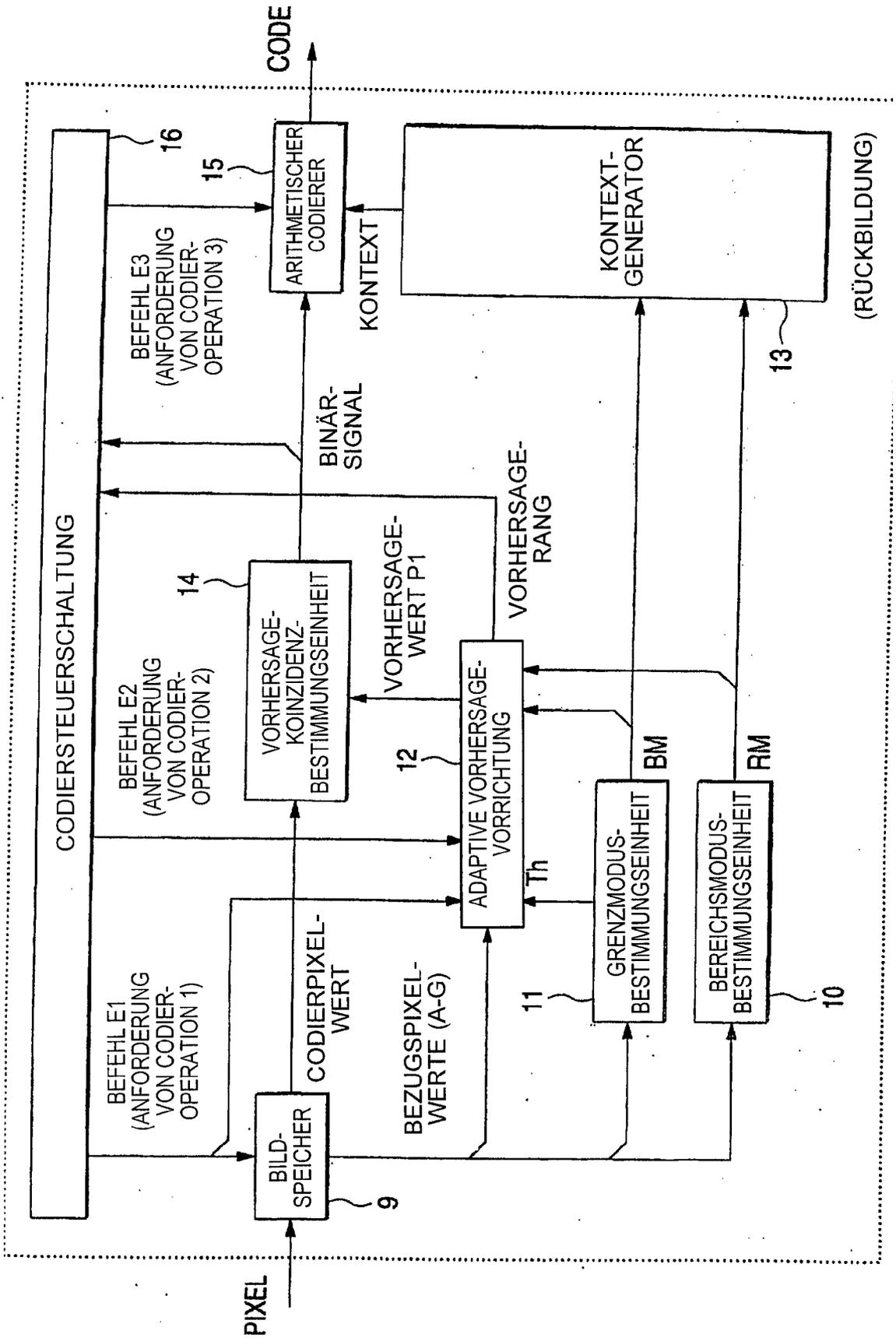


FIG. 10

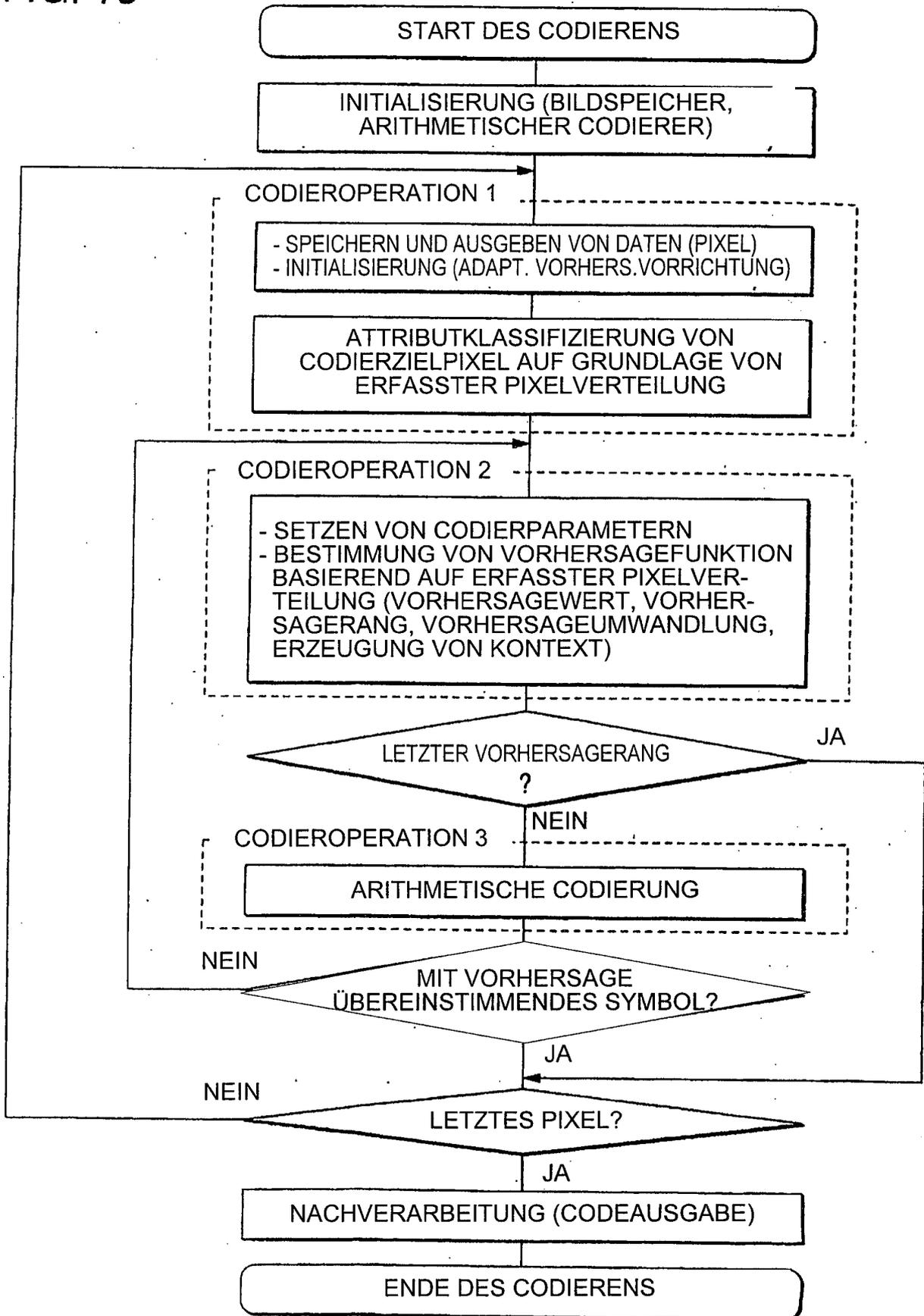


FIG. 11

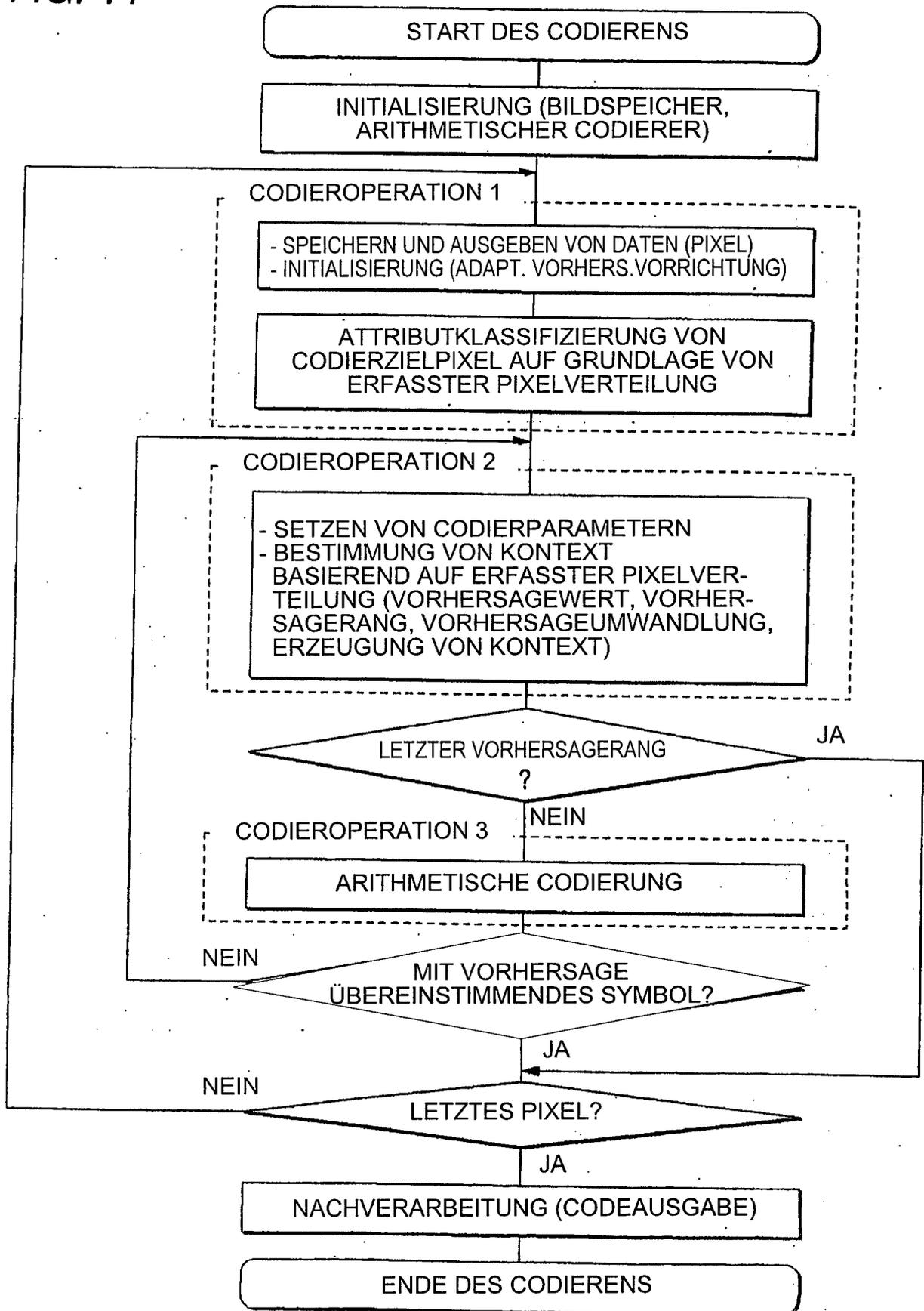


FIG. 12

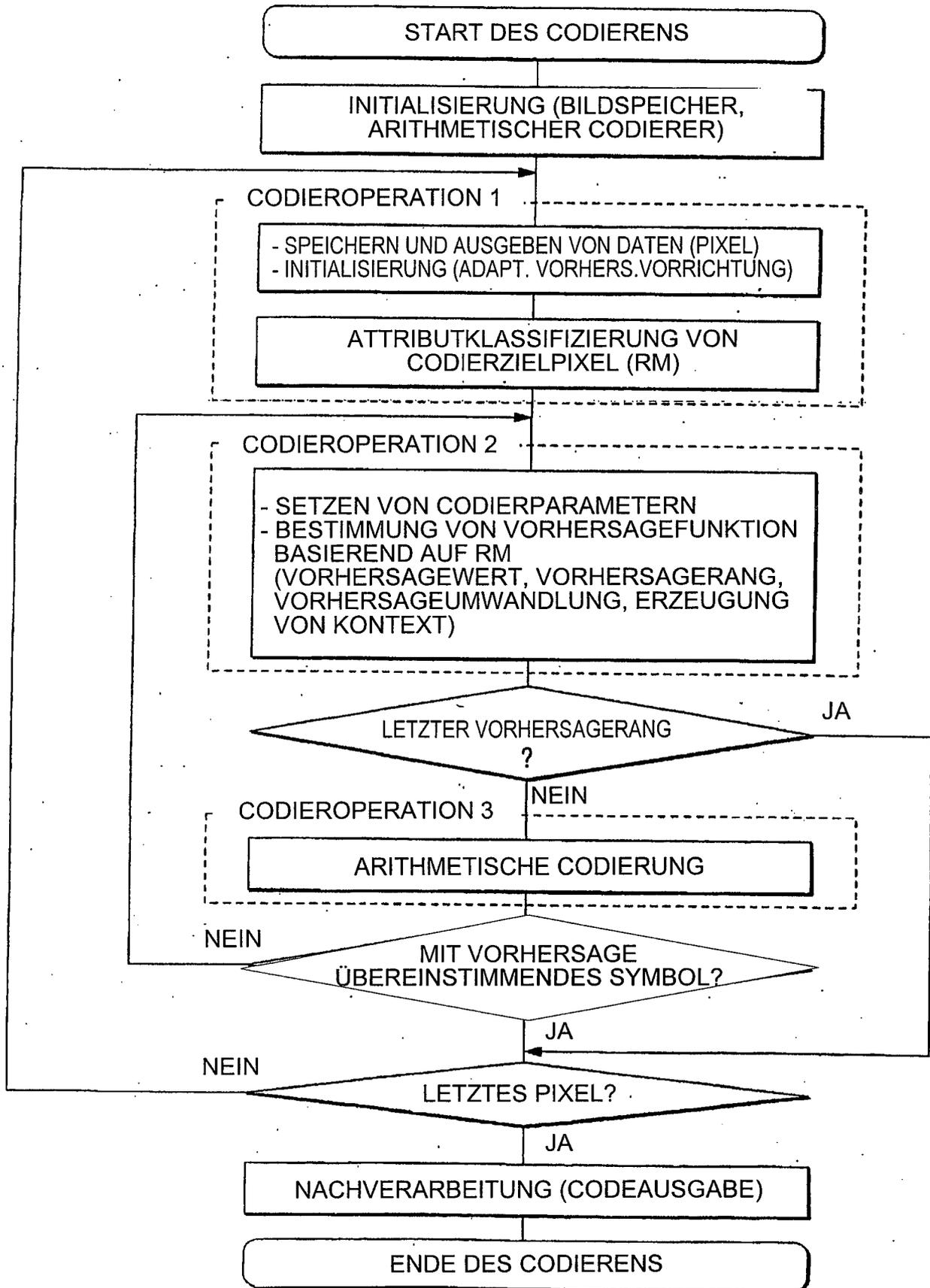


FIG. 13

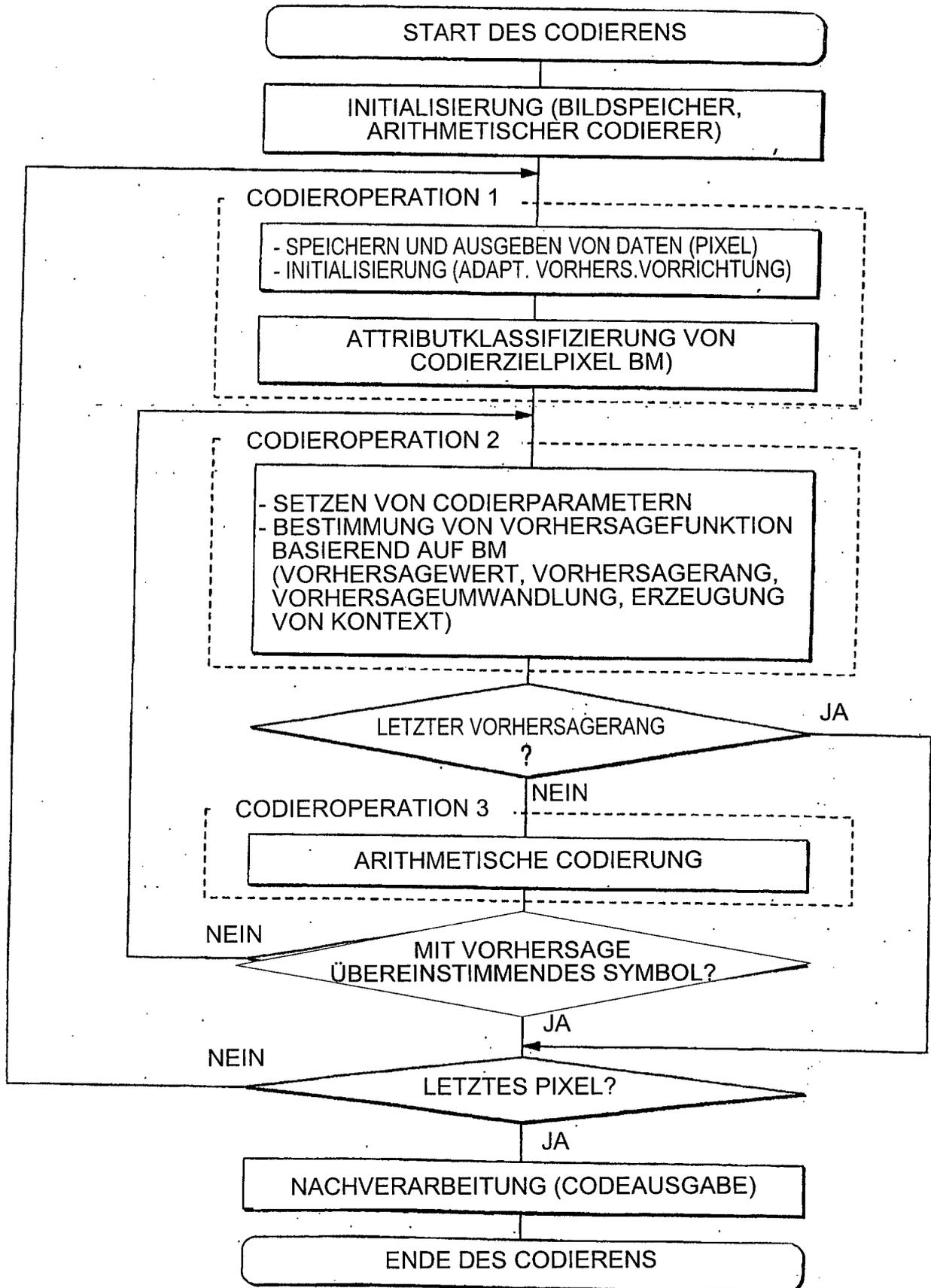


FIG. 14

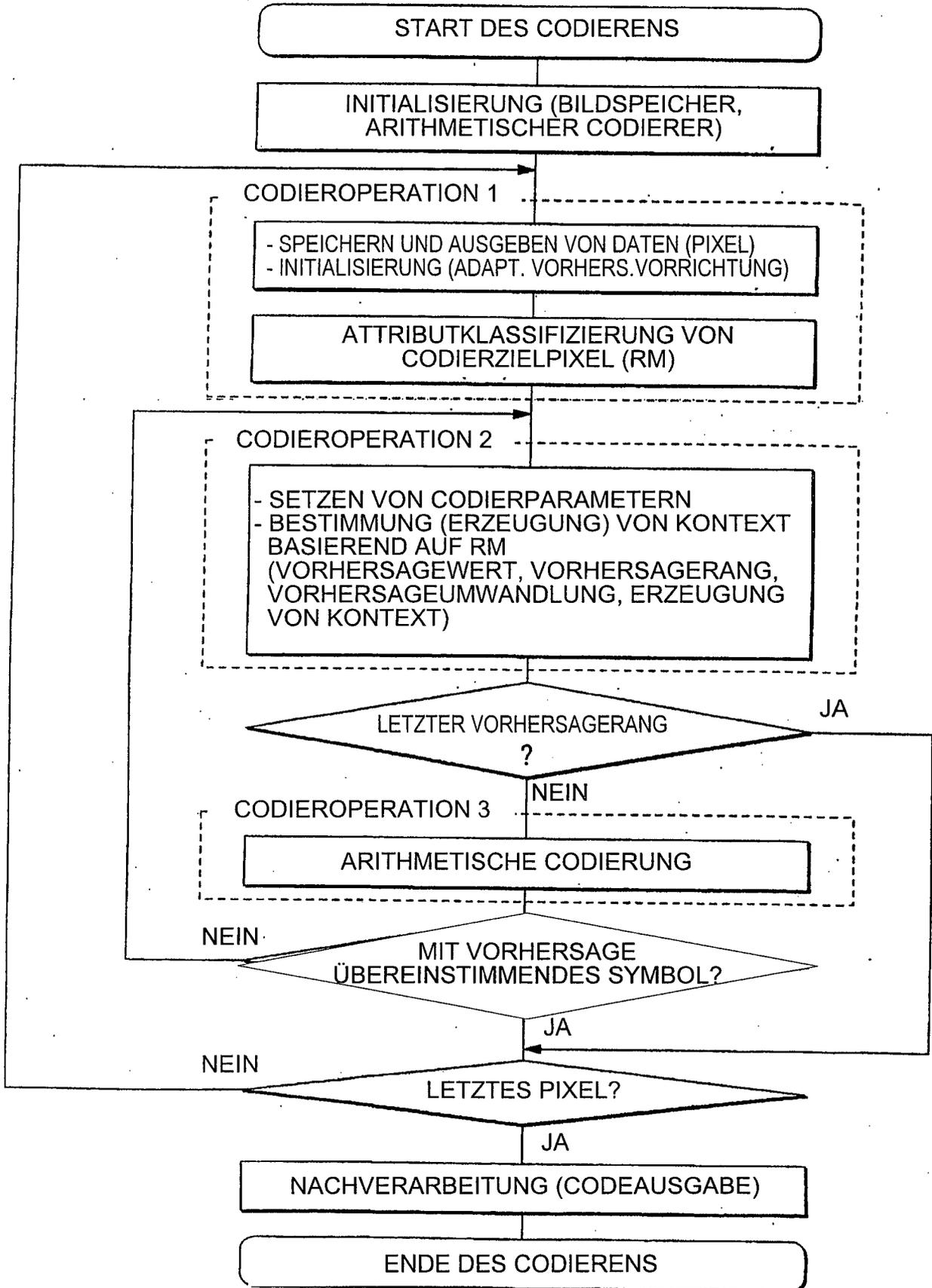


FIG. 15

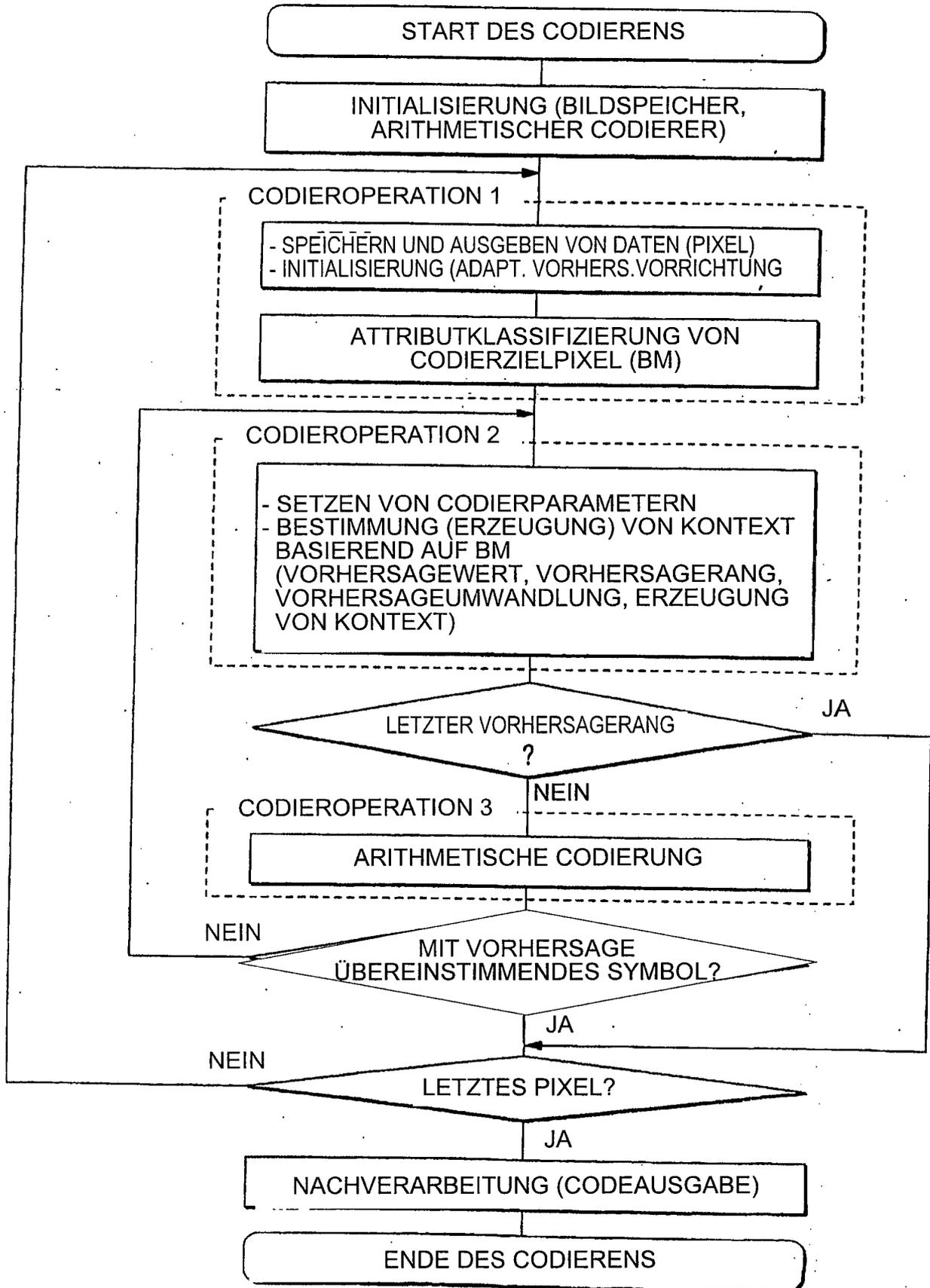


FIG. 16

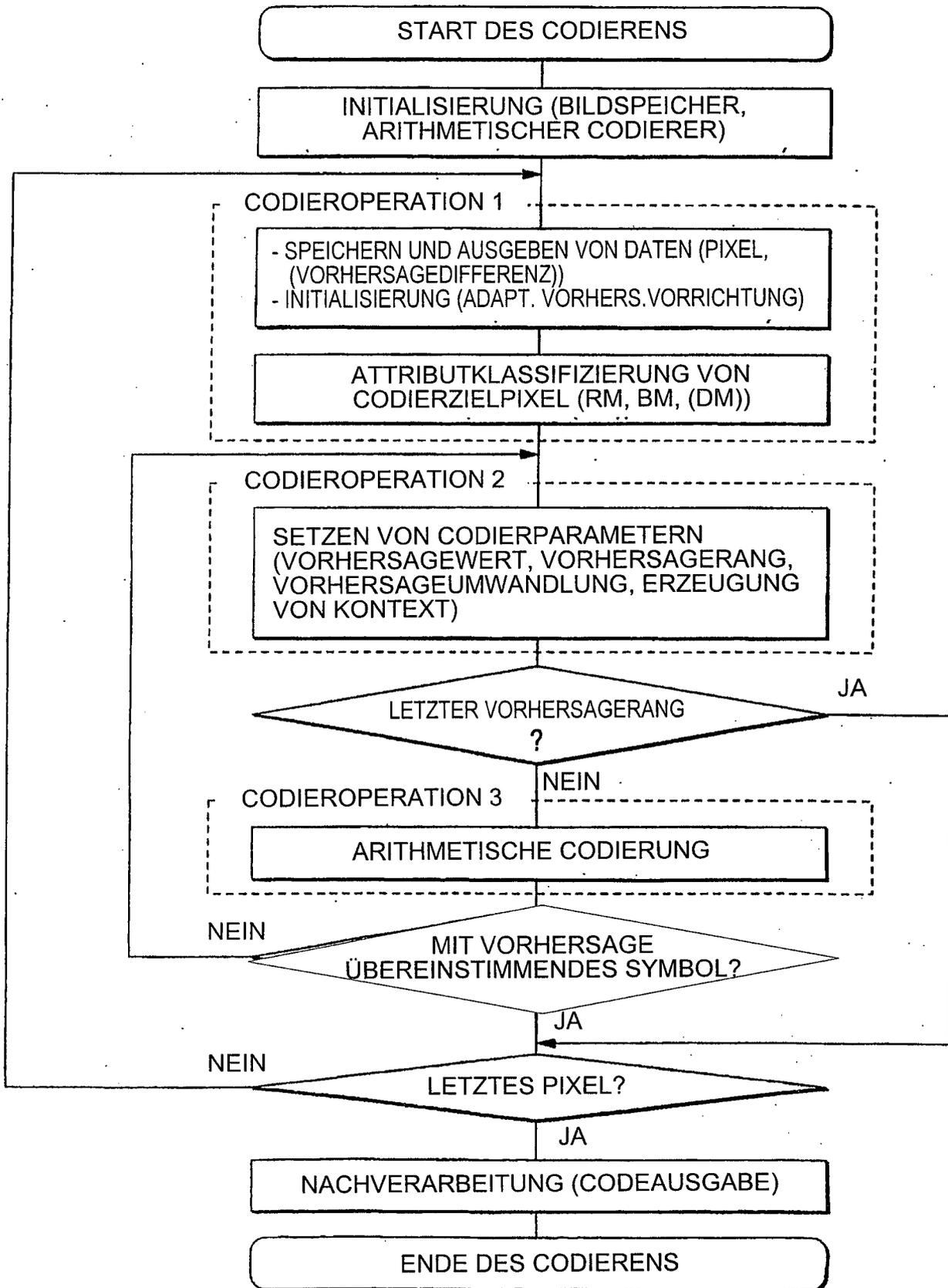


FIG. 17

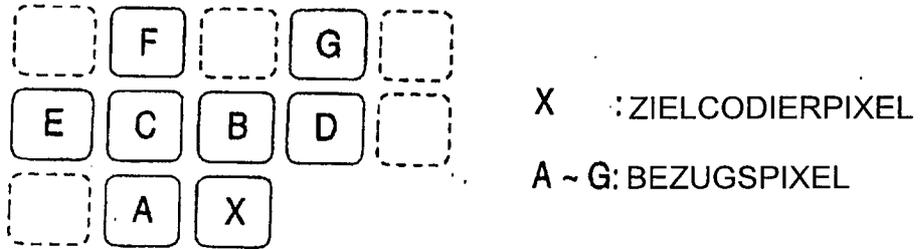


FIG. 18

RM	MAXIMALE DIFFERENZ DR
0	0
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5 ~ 6
6	7 ~ 8
7	9 ~ 12
8	13 ~ 16
9	17 ~ 24
10	25 ~ 32
11	33 ~ 48
12	49 ~ 64
13	65 ~ 96
14	97 ~ 128
15	129 ~ 255

FIG. 19

ZWEIPEGEL-TRANSFORMATIONS- FUNKTION	$a = Q(A) = 0$	
	$A \leq Th$	$A > Th$
$p = Q(P)$		
$P \leq Th$	$p = 0$	$p = 1$
$P > Th$	$p = 1$	$p = 0$
VIELPEGEL-BEZUGS- PIXELWERT ZWEIPEGEL-PIXELWERT (NACH TRANSFORMATION)	$P = A, B, C, D, E, F, G$	
	$p = a, b, c, d, e, f, g$	

FIG. 20

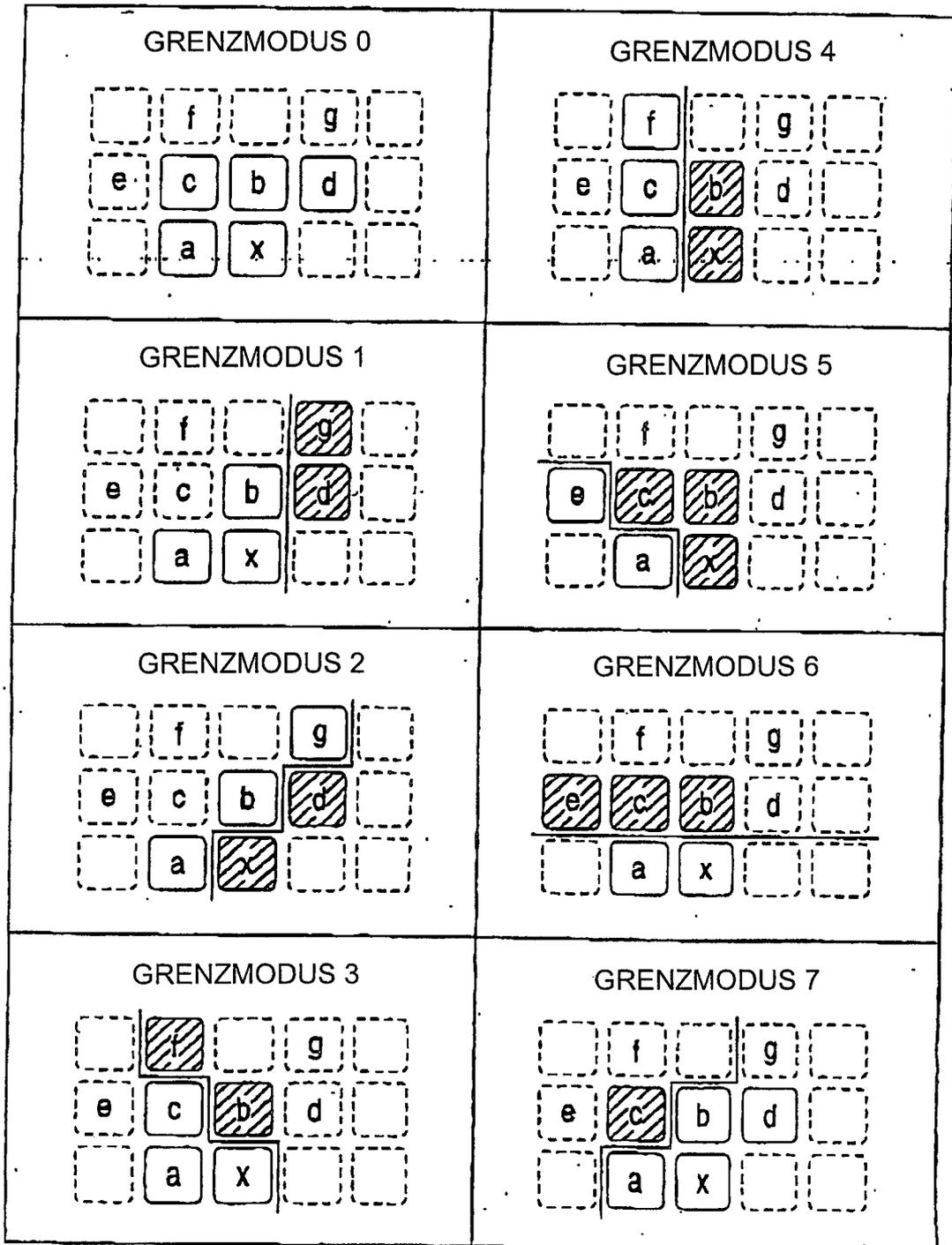


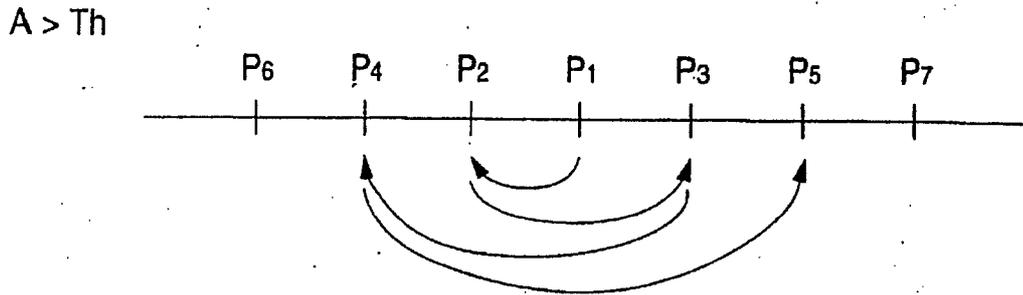
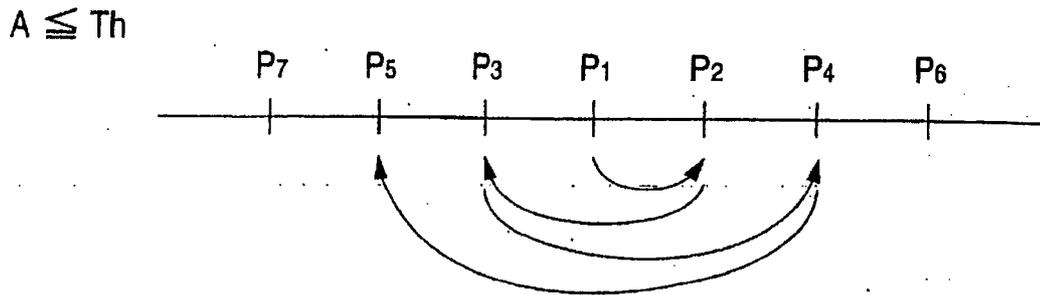
FIG. 21

BM	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	0	-	-	-
1	0	0	-	1	-	-	1
2	0	0	-	1	-	-	0
3	0	1	0	-	-	1	-
4	0	1	0	-	-	0	-
5	0	1	1	-	0	-	-
6	0	1	1	-	1	-	-
7	0	0	1	0	-	-	-

FIG. 22

BM RM	0	1	2	3	4	5	6	7
0	A	-	-	-	-	-	-	-
1	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A+B}{2}$	A	A	A	A	$\frac{A+B}{2}$
2	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A+B}{2}$	A	$\frac{A+B}{2}$	A	A	$\frac{A+B}{2}$
3	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A+B}{2}$	A	$\frac{A+B}{2}$	A	A	$\frac{A+B}{2}$
4	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A+B}{2}$	A	A	$\frac{A+B}{2}$
5	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A}{2} + \frac{B+D}{4}$	$\frac{A}{2} + \frac{B+D}{4}$	A	$\frac{A+B}{2}$
6	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A}{2} + \frac{B+D}{4}$	$\frac{A}{2} + \frac{B+D}{4}$	A	$\frac{A}{2} + \frac{B+D}{4}$
7	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A}{2} + \frac{B+D}{4}$	$\frac{A}{2} + \frac{B+D}{4}$	A	$\frac{A}{2} + \frac{B+D}{4}$
8	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A}{2} + \frac{B+D}{4}$	$\frac{A}{2} + \frac{B+D}{4}$	A	$\frac{A}{2} + \frac{B+D}{4}$
9	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A}{2} + \frac{B+D}{4}$	$\frac{A}{2} + \frac{B+D}{4}$	A	$\frac{A}{2} + \frac{B+D}{4}$
10	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A}{2} + \frac{B+D}{4}$	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A}{2} + \frac{B+D}{4}$	$\frac{A}{2} + \frac{B+D}{4}$	A	$\frac{A}{2} + \frac{B+D}{4}$
11	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A}{2} + \frac{B+D}{4}$	$\frac{A+B}{2}$	B	$\frac{A}{2} + \frac{B+D}{4}$	A	$\frac{A}{2} + \frac{B+D}{4}$
12	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A}{2} + \frac{B+D}{4}$	$\frac{A+B}{2}$	B	$\frac{A+B}{2}$	A	$\frac{A}{2} + \frac{B+D}{4}$
13	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A}{2} + \frac{B+D}{4}$	$\frac{A+B}{2}$	B	$\frac{A+B}{2}$	A	$\frac{A}{2} + \frac{B+D}{4}$
14	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A}{2} + \frac{B+D}{4}$	$\frac{A+B}{2}$	B	$\frac{A+B}{2}$	A	$\frac{A}{2} + \frac{B+D}{4}$
15	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A}{2} + \frac{B+D}{4}$	$\frac{A+B}{2}$	B	$\frac{A+B}{2}$	A	$\frac{A}{2} + \frac{B+D}{4}$

FIG. 23



VORHERSAGE-RANG	0	1	2	3	4	...
$A \leq Th$	P ₁	P ₁₊₁	P ₁₋₁	P ₁₊₂	P ₁₋₂	...
$A > Th$	P ₁	P ₁₋₁	P ₁₊₁	P ₁₋₂	P ₁₊₂	...

P₁: 1. VORHERSAGEWERT

FIG. 25

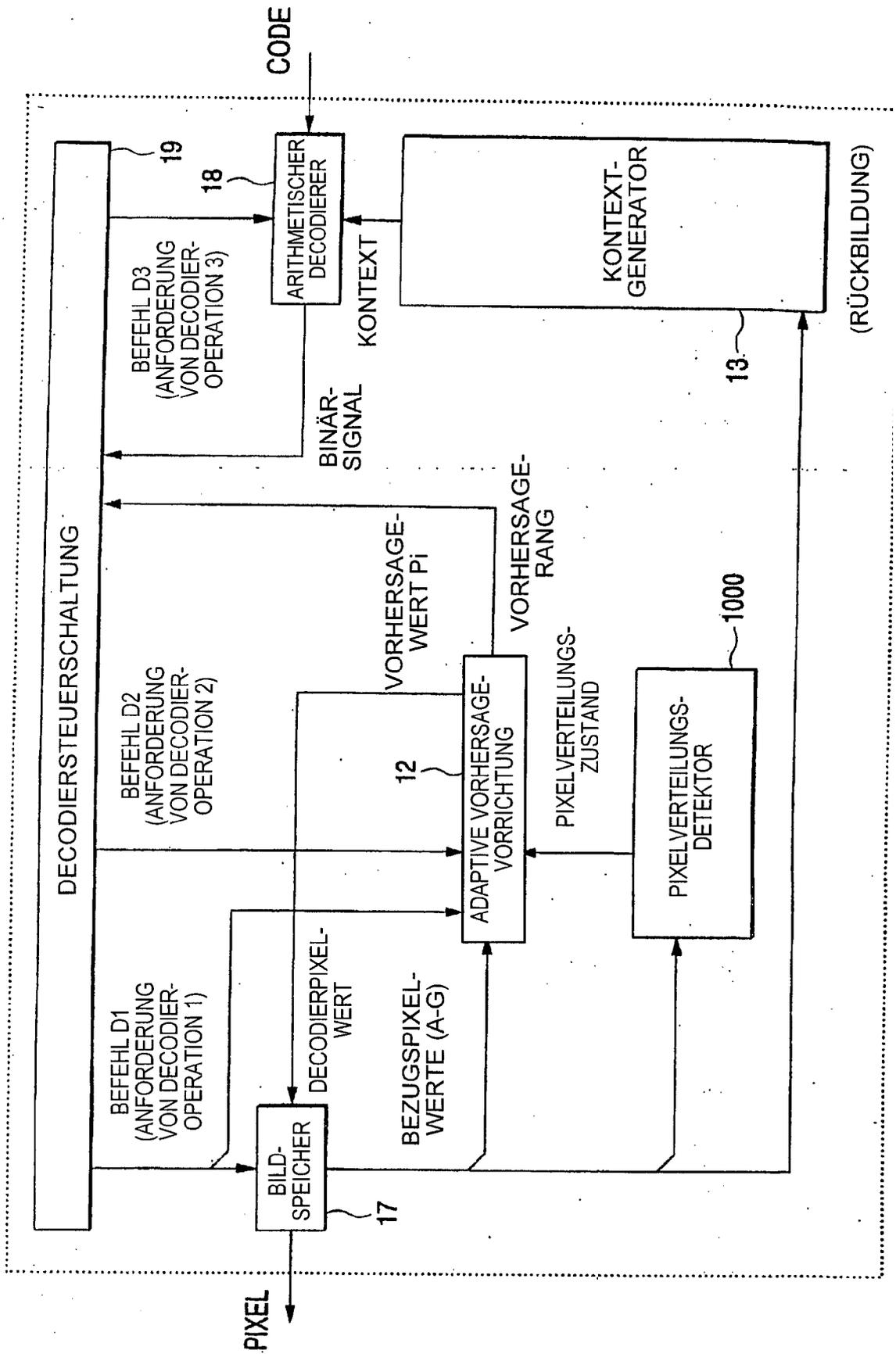


FIG. 26

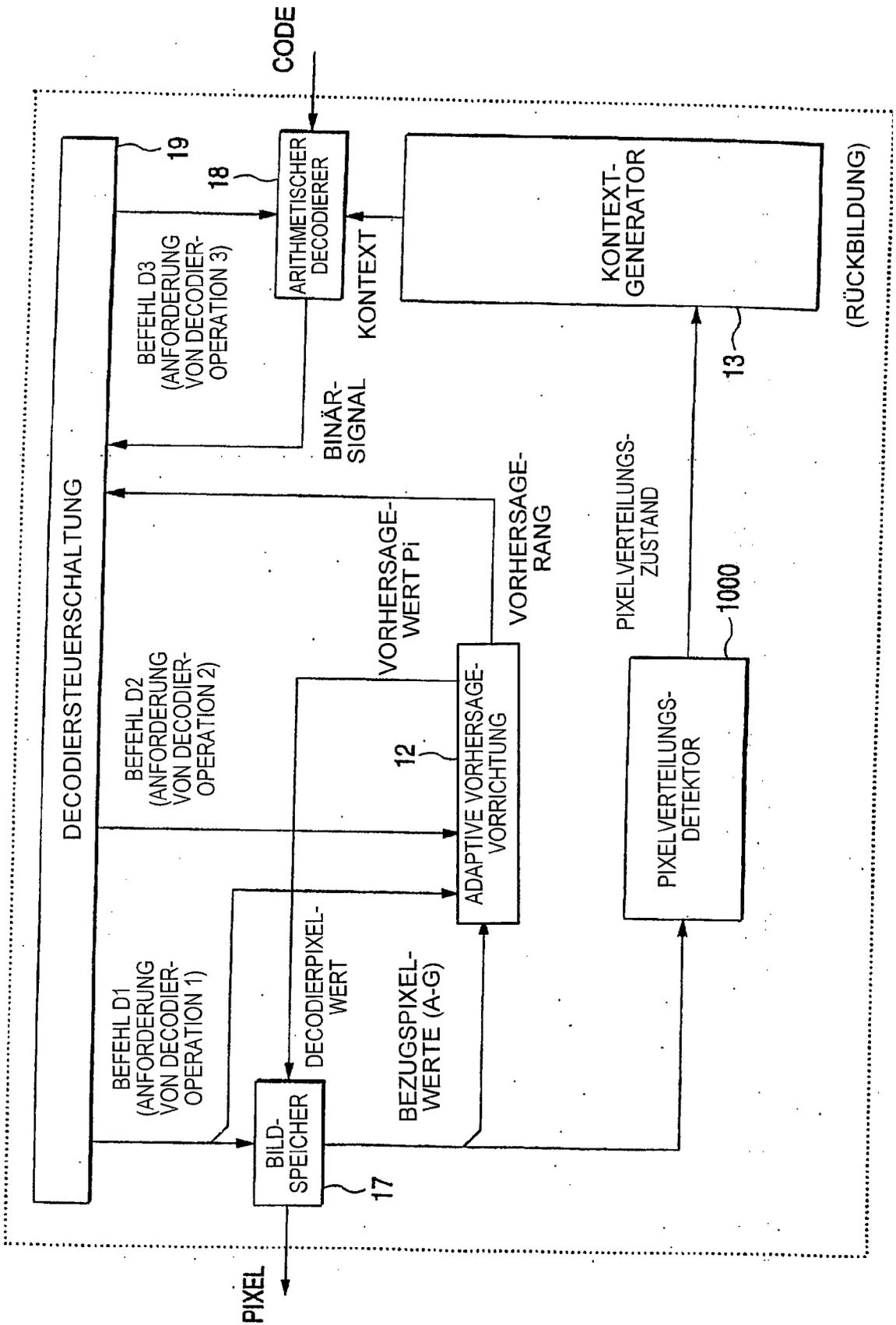


FIG. 27

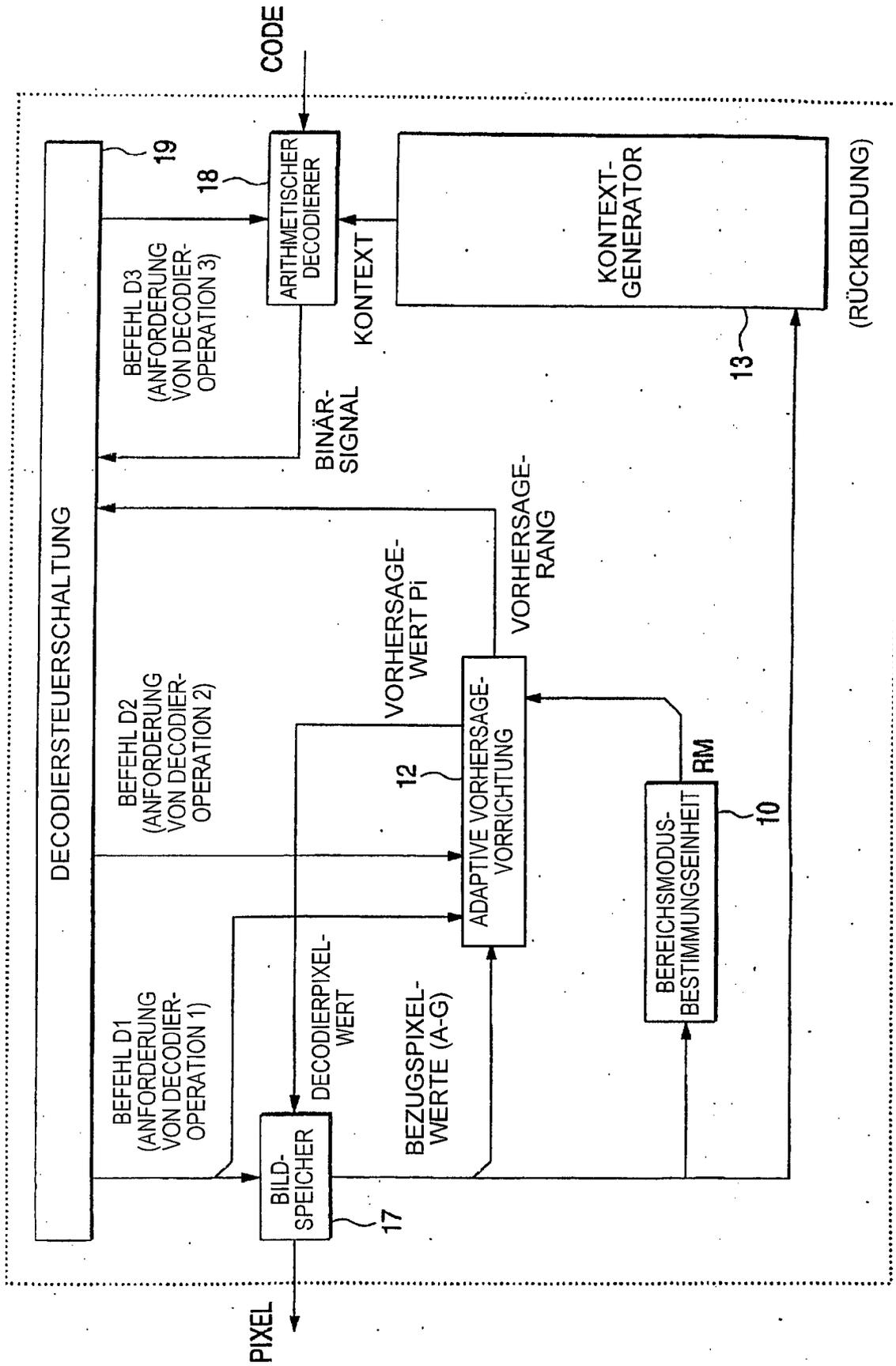


FIG. 28

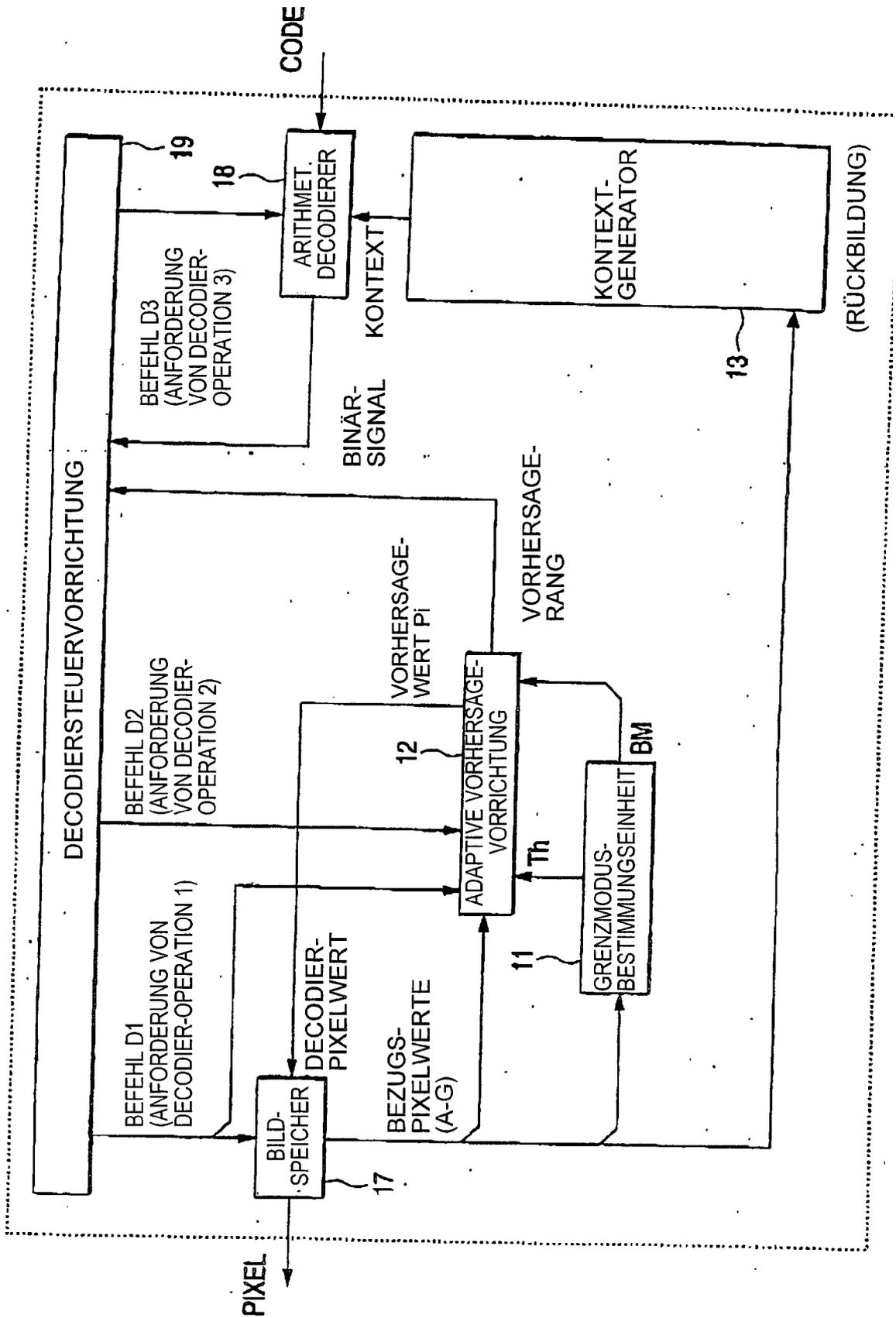


FIG. 29

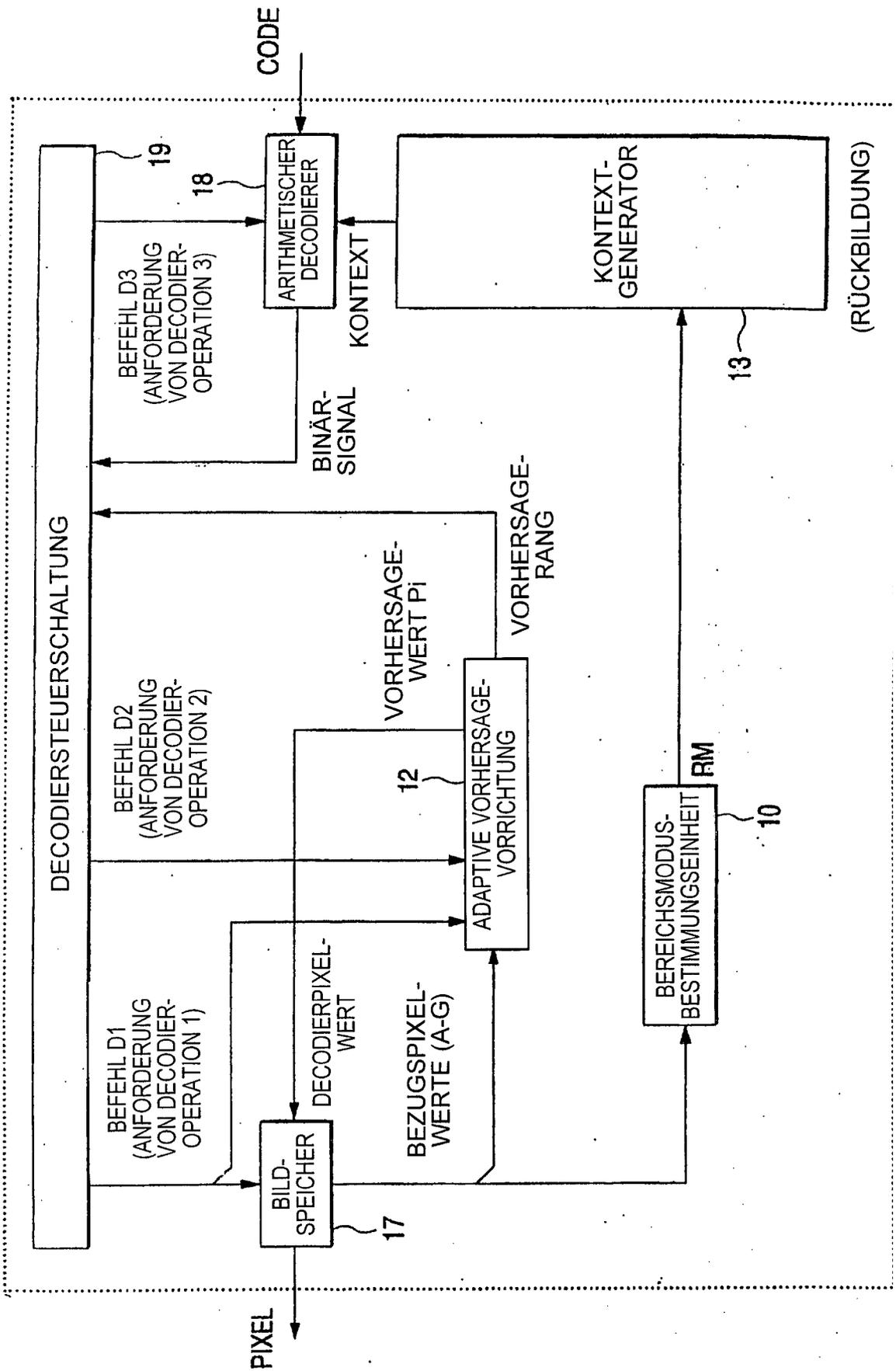


FIG. 30

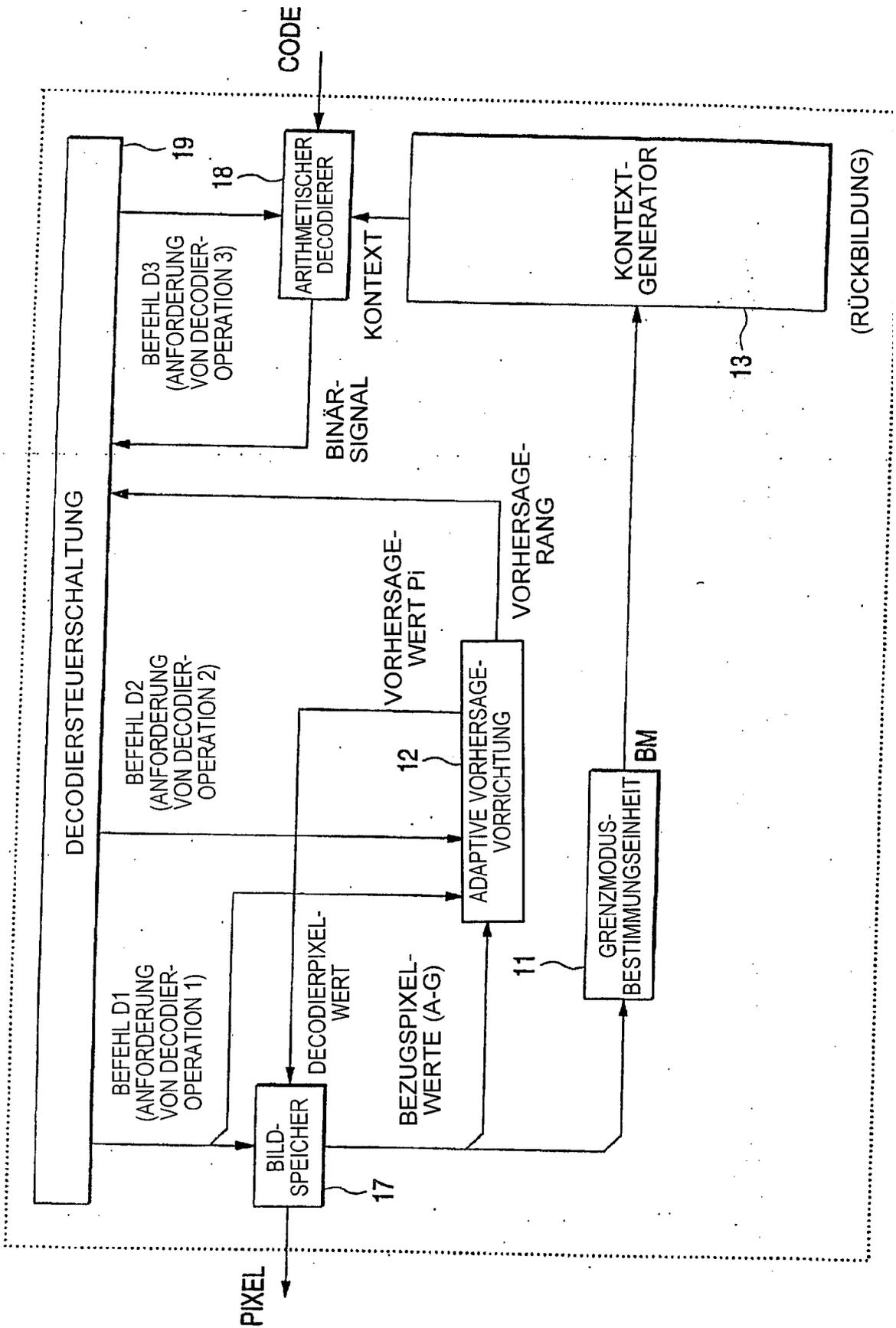


FIG. 31

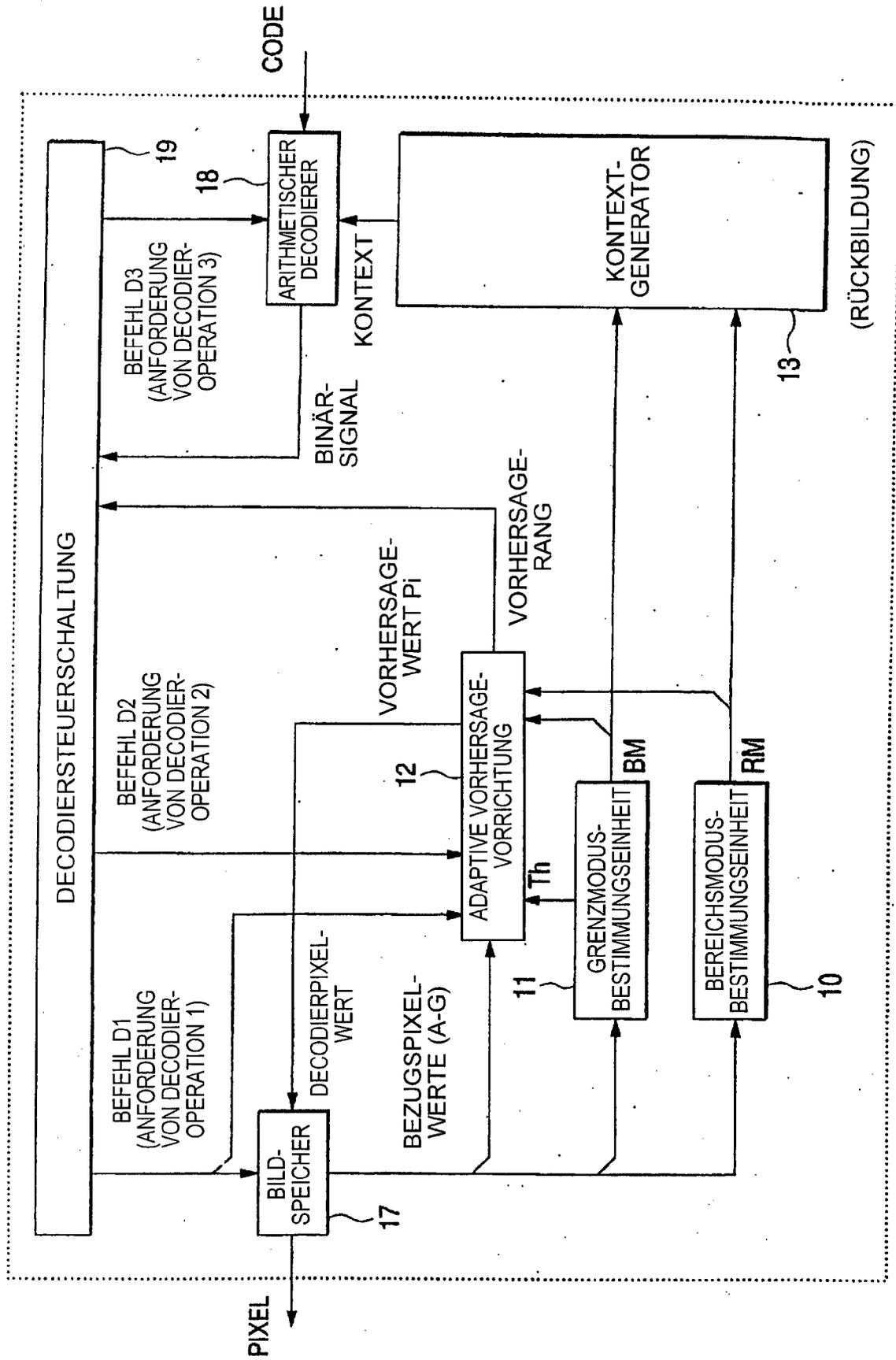


FIG. 32

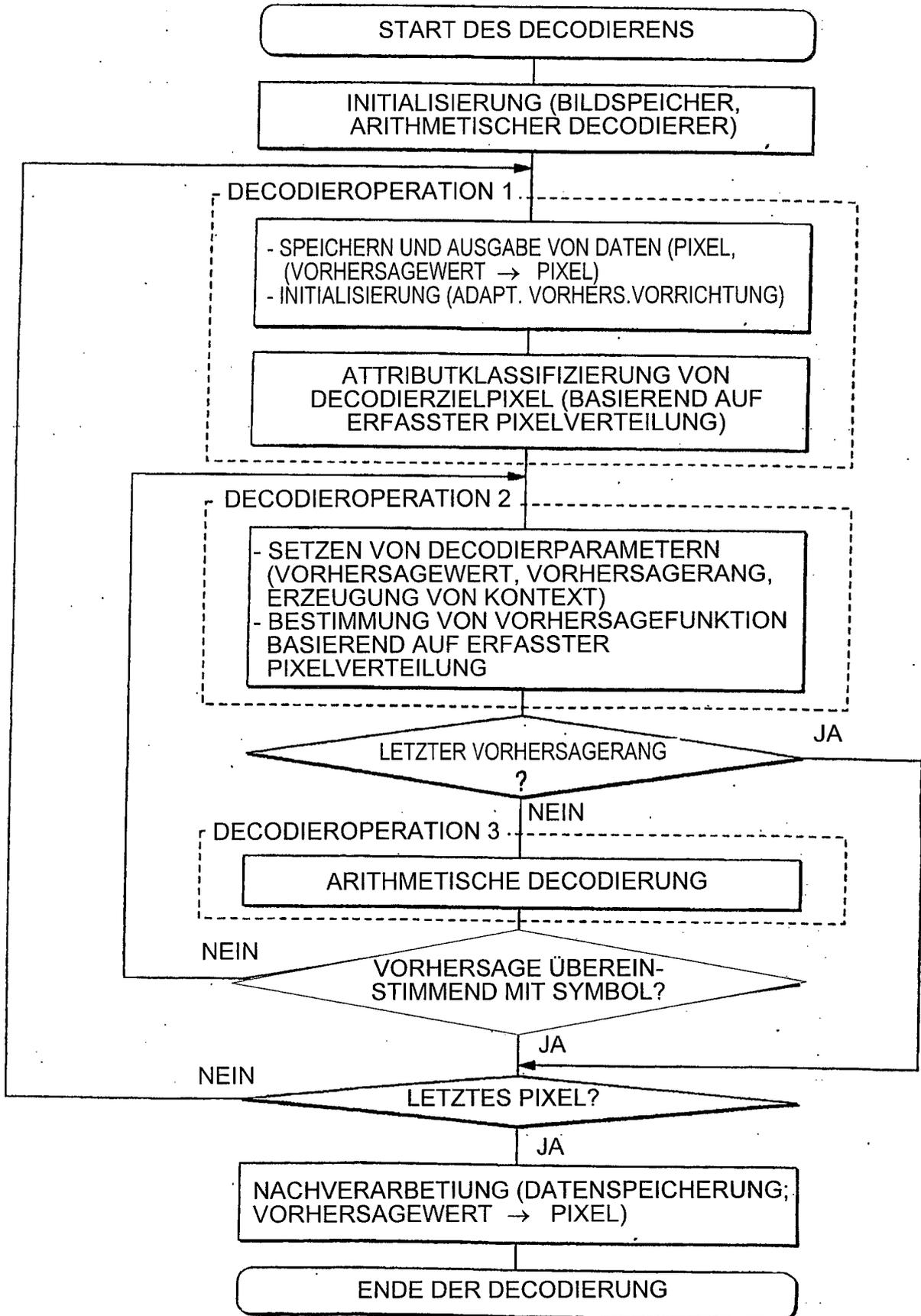


FIG. 33

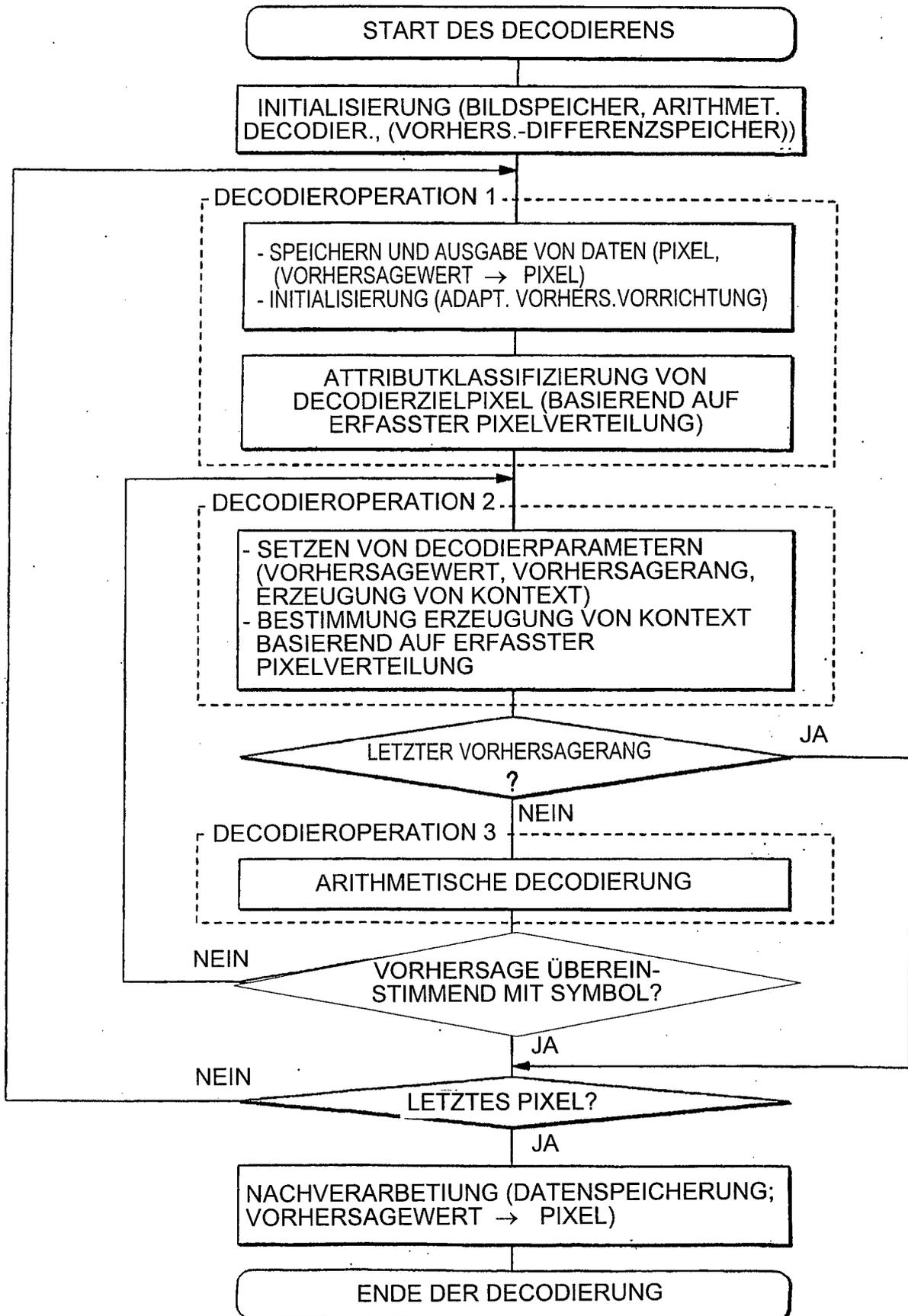


FIG. 35

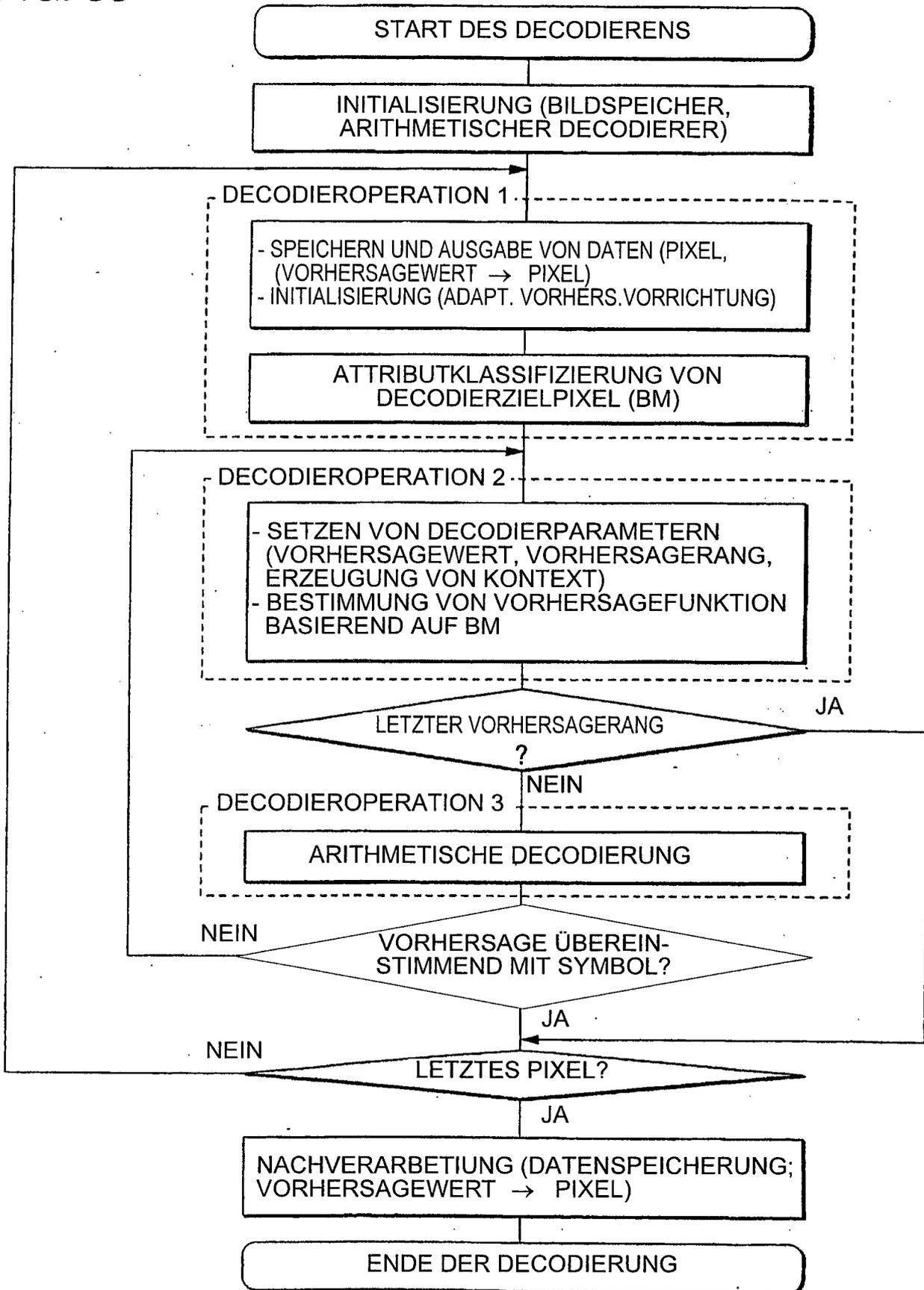


FIG. 36

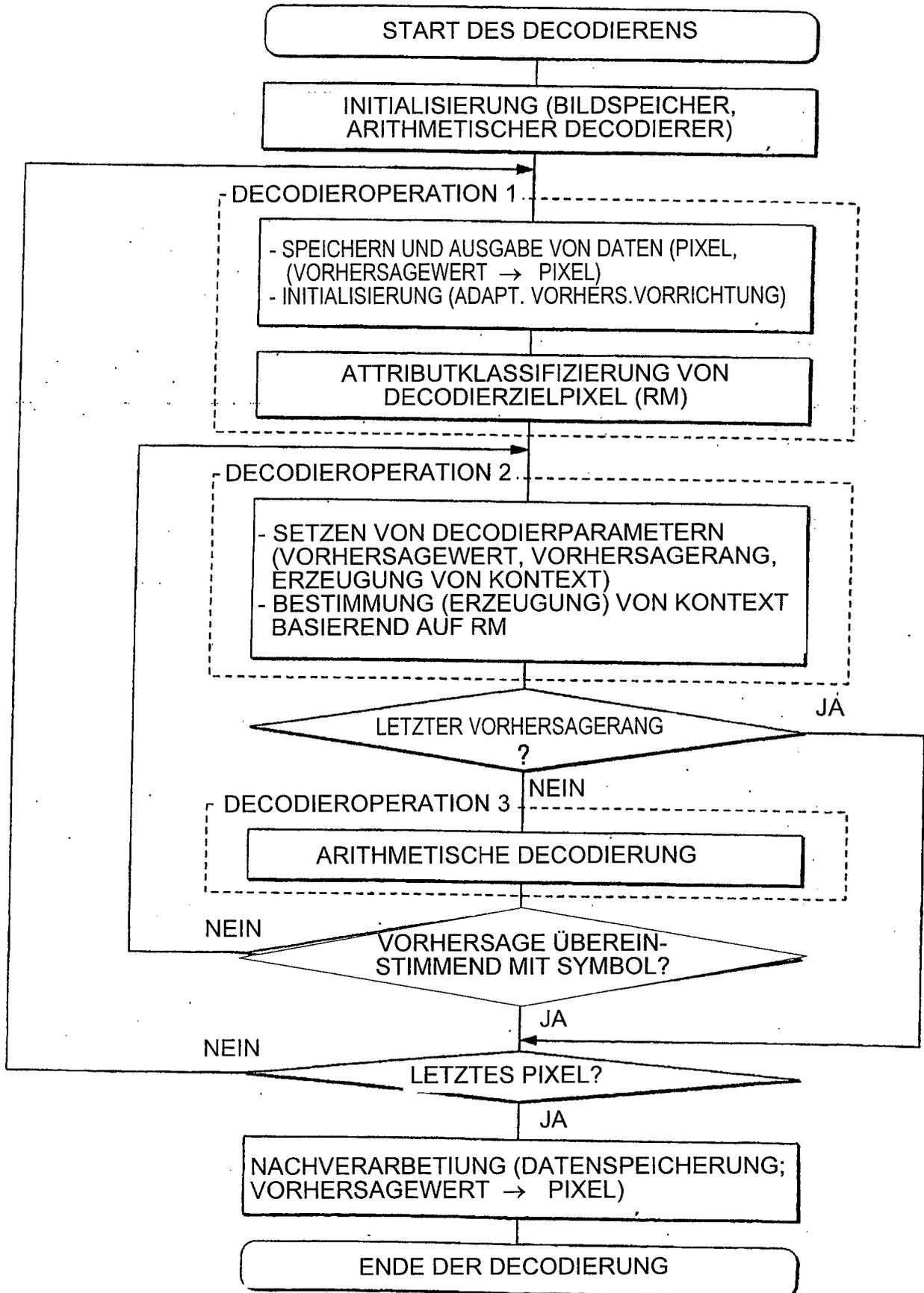


FIG. 37

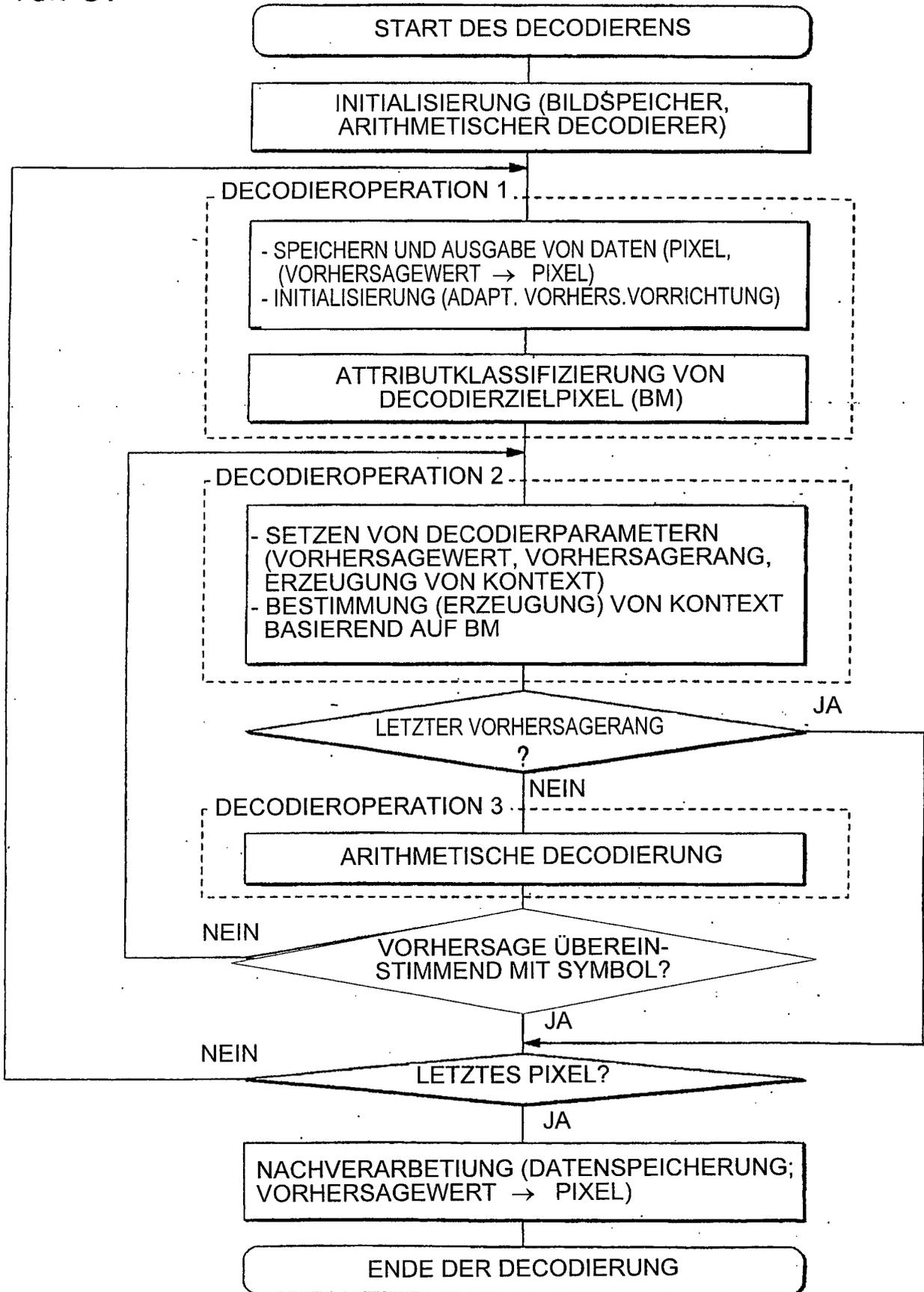


FIG. 38

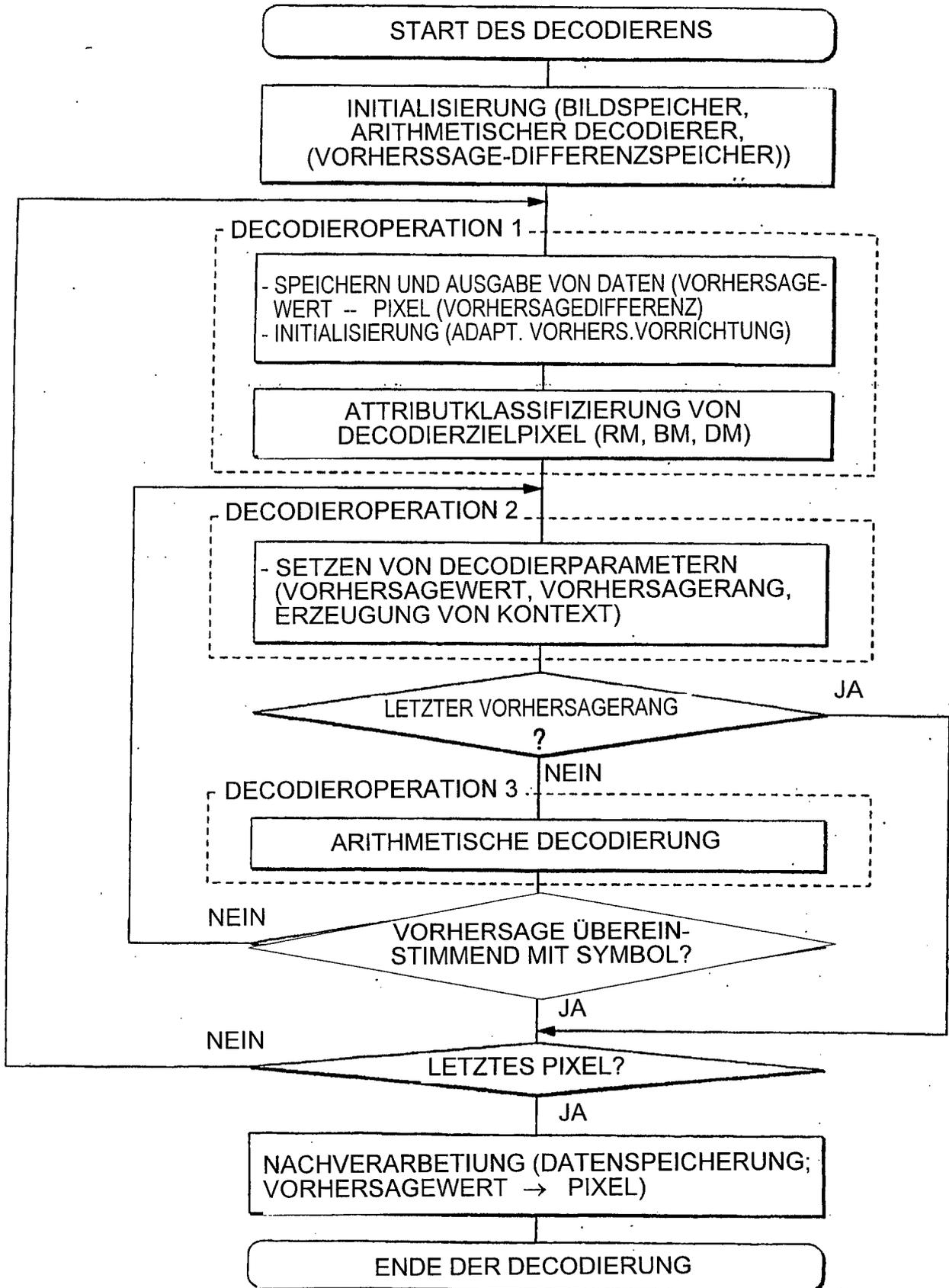


FIG. 39

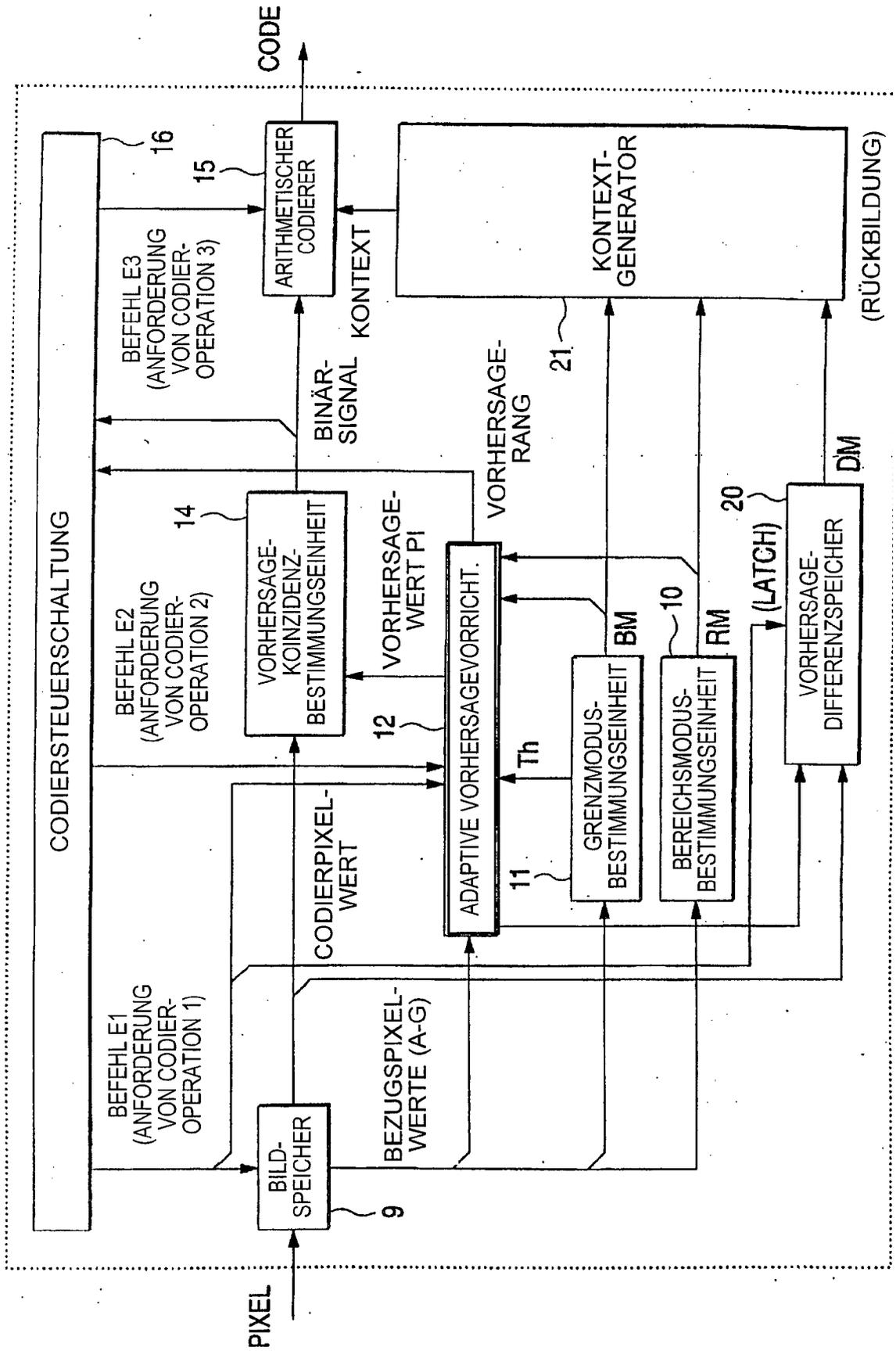


FIG. 40

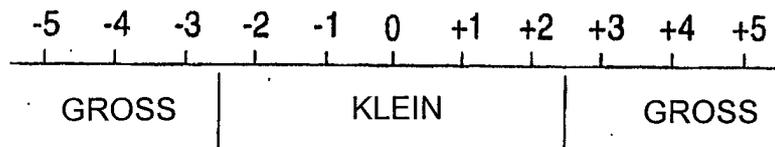


FIG. 41

		Db	
		KLEIN	GROSS
Da	KLEIN	0	1
	GROSS	2	3

Da : VORHERSAGEDIFFERENZWERT
VON BEZUGSPIXEL A
Db : VORHERSAGEDIFFERENZWERT
VON BEZUGSPIXEL B

FIG. 43

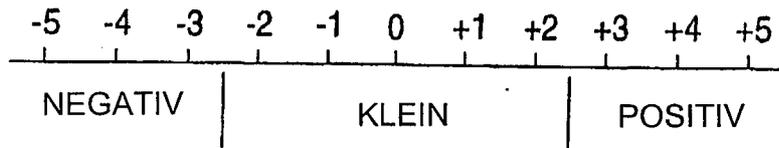


FIG. 44

		NEGATIV	Db KLEIN	POSITIV
Da	NEGATIV	3	1	3
	KLEIN	1	0	2
	POSITIV	3	2	3

Da : VORHERSAGEDIFFERENZWERT
VON BEZUGSPIXEL A
Db : VORHERSAGEDIFFERENZWERT
VON BEZUGSPIXEL B

FIG. 45

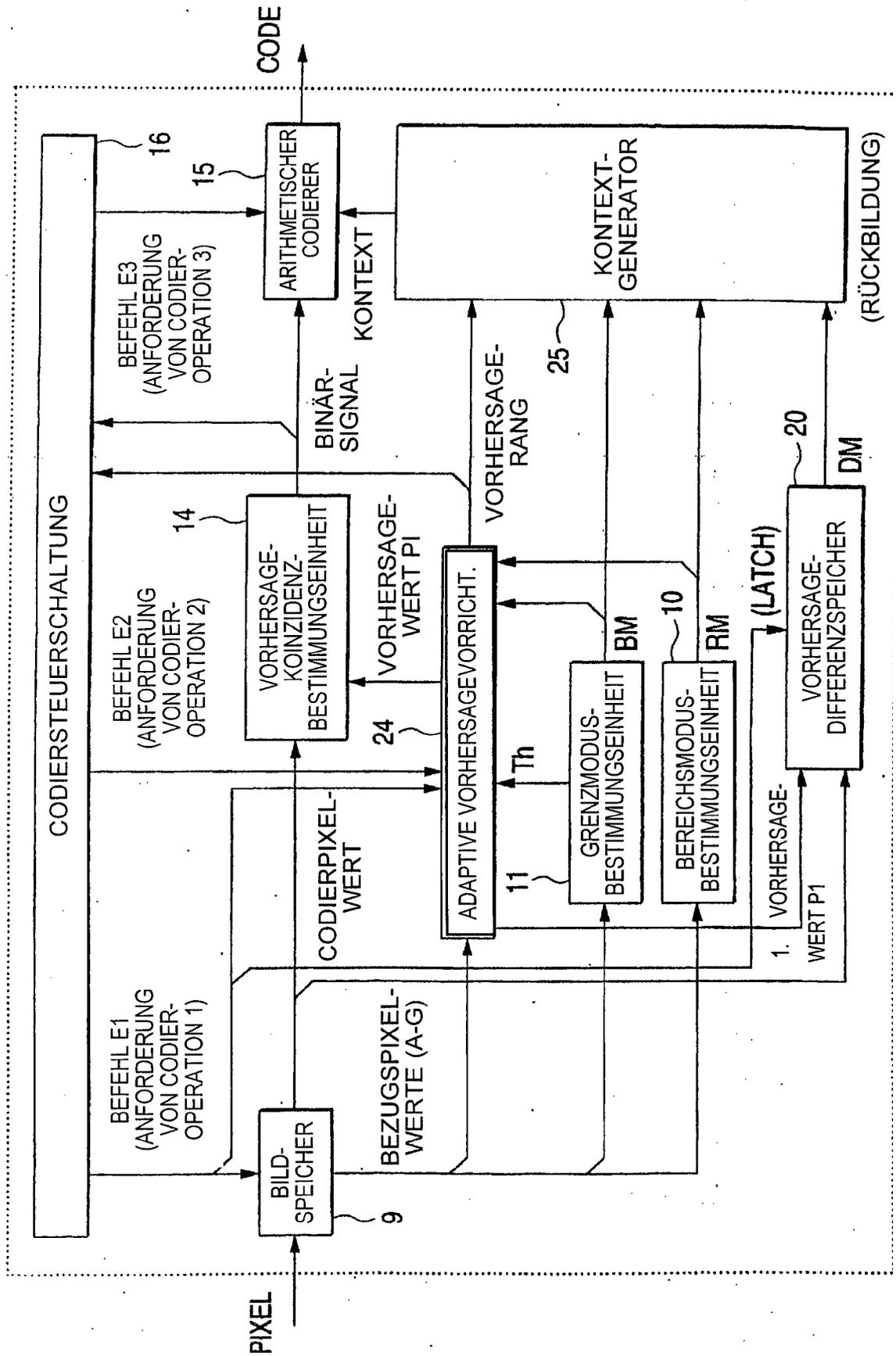


FIG. 46

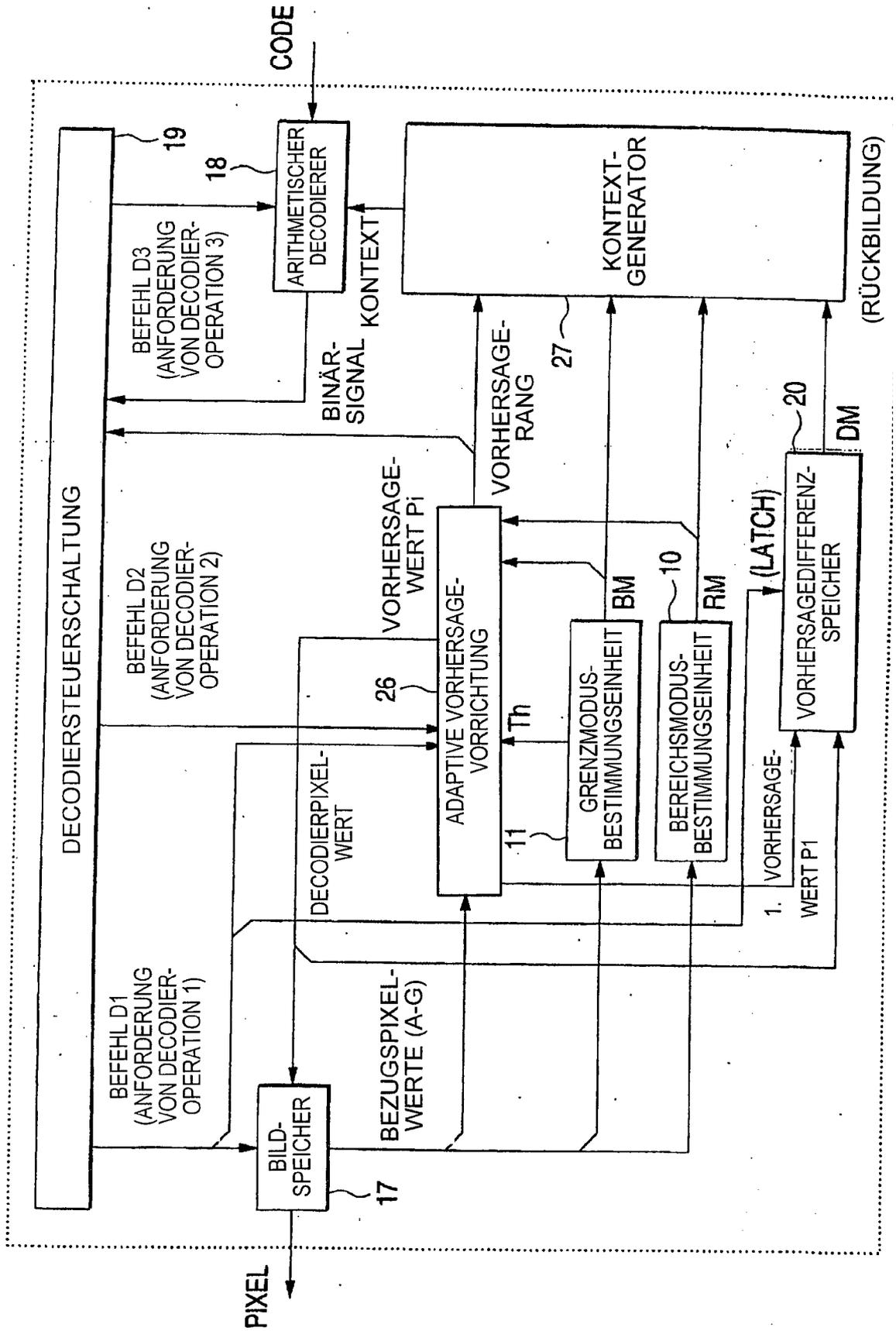


FIG. 47

RANG	RK (RANK)
0	0
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	6
9	7
10	6
:	:
253	7
254	6
255	7

FIG. 48
STAND DER TECHNIK

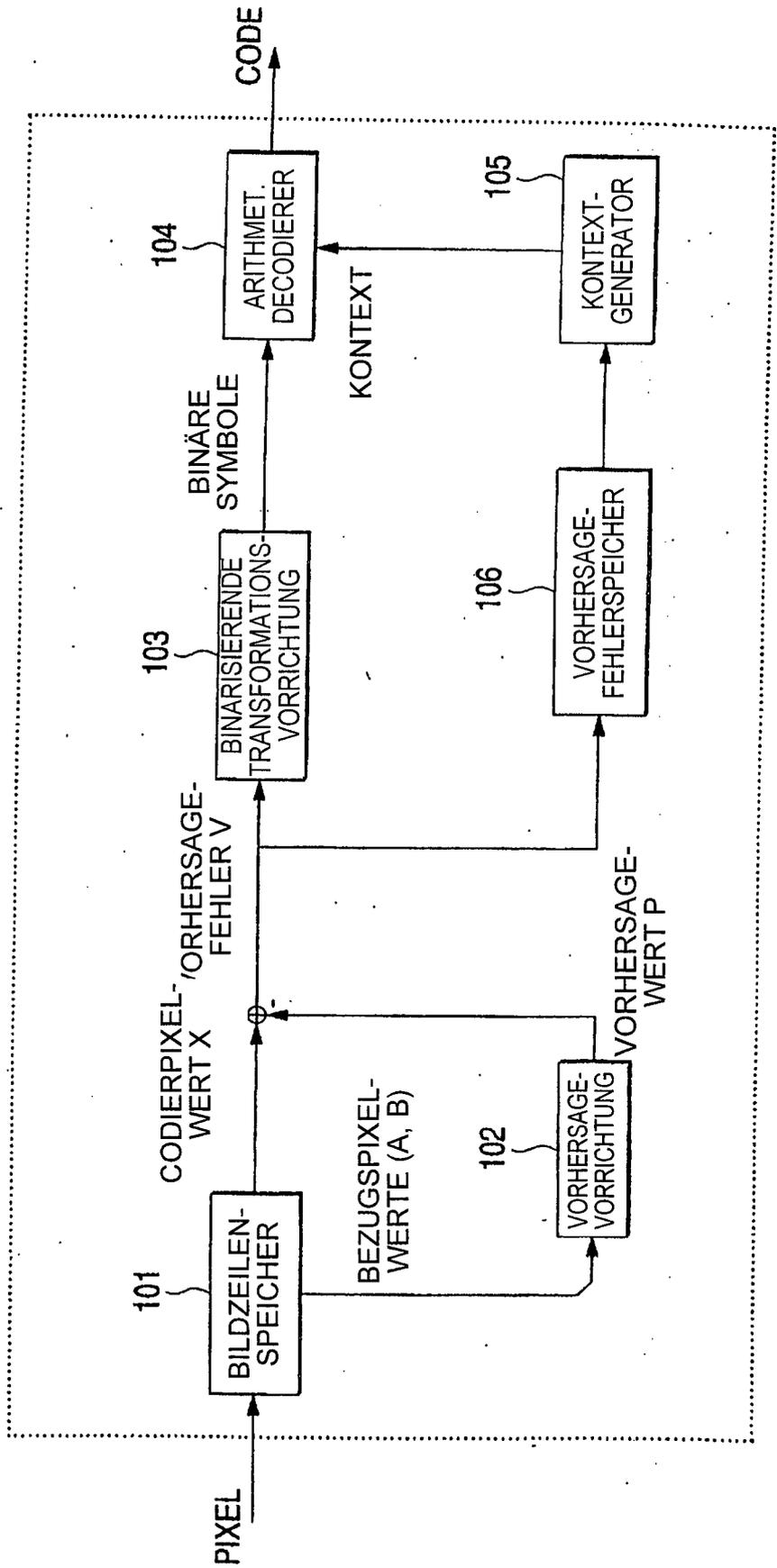


FIG. 49
STAND DER TECHNIK

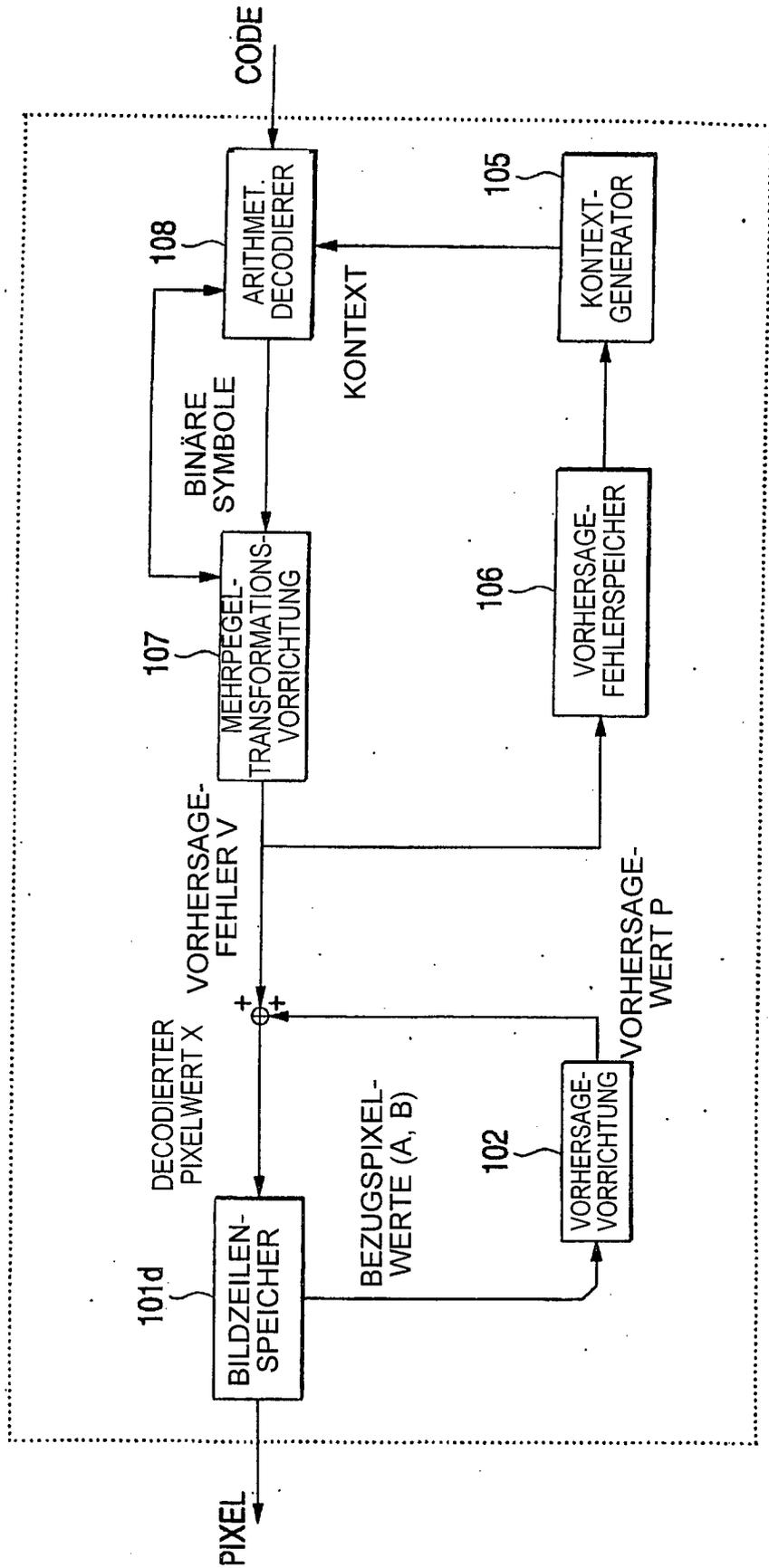
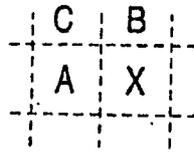


FIG. 50
STAND DER
TECHNIK



X : ZIELPIXEL
A ~ C : BEZUGSPIXEL

- $P = A$
- $P = B$
- $P = C$
- $P = A + B - C$
- $P = A + (B - C) / 2$
- $P = B + (A - C) / 2$
- $P = (A + B) / 2$

FIG. 51
STAND DER
TECHNIK

GRUPPENNR.	Sz	ANZAHL VON ZUSÄTZLICHEN BITS
0	0	0
1	1	0
2	2, 3	1
3	4 ~ 7	2
4	8 ~ 15	3
5	16 ~ 31	4
6	32 ~ 63	5
7	64 ~ 127	6
8	128 ~ 255	7
9	256 ~ 511	8
10	512 ~ 1023	9
11	1024 ~ 2047	10
12	2048 ~ 4095	11
13	4096 ~ 8191	12
14	8192 ~ 16383	13
15	16384 ~ 32676	14

FIG. 52
STAND DER TECHNIK

BINÄRES SYMBOL	KONTEXT	ANZAHL DER ARTEI DES KONTEXTS
V = 0 ODER V ≠ 0	KOMBINATION VON KLASSIFIKATIONSPUNKTEN VON VORHERSAGEFEHLERN VON PIXELN A UND B (5 ARTEN -GROSS, -KLEIN, 0, +KLEIN, +GROSS; SIEHE FIG. 53)	25 (= 5 x 5)
VORZEICHEN VON V	KOMBINATION VON KLASSIFIKATIONSPUNKTEN VON VORHERSAGEFEHLERN VON PIXELN A UND B (5 ARTEN -GROSS, -KLEIN, 0, +KLEIN, +GROSS; SIEHE FIG. 53)	25 (= 5 x 5)
GRUPPE 0	KOMBINATION VON KLASSIFIKATIONSPUNKTEN VON VORHERSAGEFEHLERN VON PIXELN A UND B (25 ARTEN) UND VORZEICHEN VON V.	50 (= 5 x 5 x 2)
GRUPPE 1 - 15	IN JEDER GRUPPE, OB VORHERSAGEFEHLER VON PIXEL A GROSS (± GROSS) ODER KLEIN (± KLEIN, 0) IST	30 (= 15 x 2)
ZUSÄTZLICHE BITS	IN JEDER GRUPPE, OB VORHERSAGEFEHLER VON PIXEL A GROSS (± GROSS) ODER KLEIN (± KLEIN, 0) IST. ZUSÄTZLICHEN BITS DERSELBEN GRUPPE IST DERSELBE KONTEXT GEGEBEN).	28 (= 14 x 2)
TOTAL		158

FIG. 53
STAND DER TECHNIK

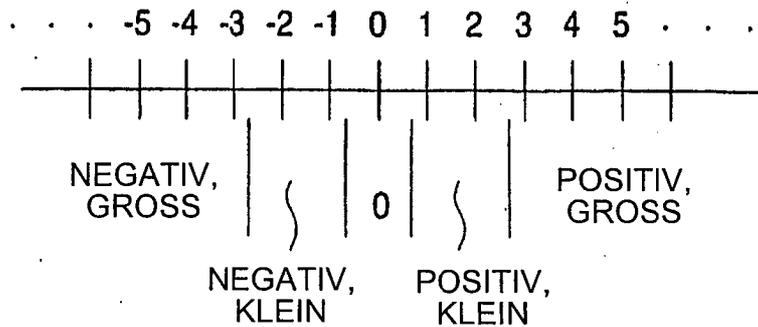


FIG. 54A



FIG. 54B



FIG. 54C



FIG. 54D

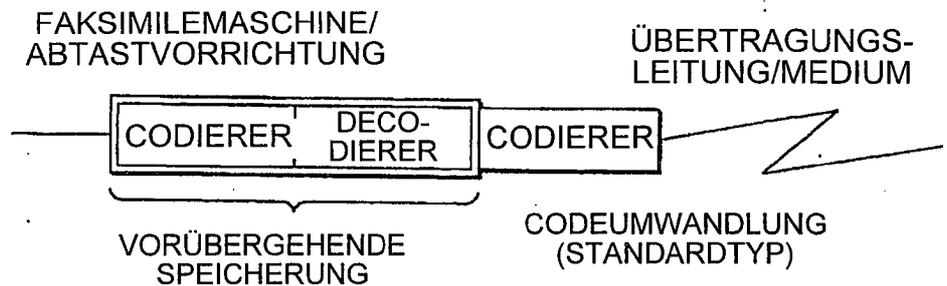


FIG. 54E

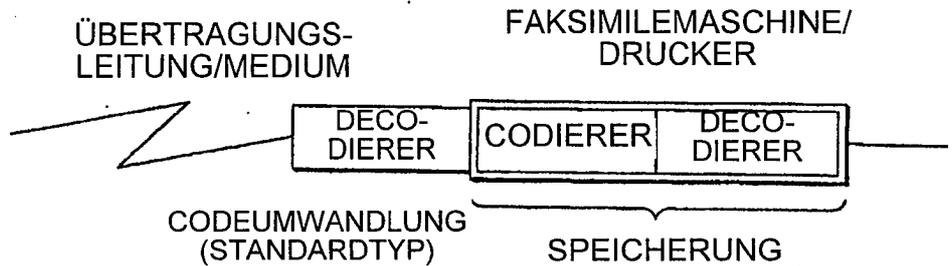


FIG. 54F

