



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 695 30 908 T2** 2004.05.19

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 719 049 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **695 30 908.0**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **95 120 198.7**

(96) Europäischer Anmeldetag: **20.12.1995**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **26.06.1996**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **28.05.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **19.05.2004**

(51) Int Cl.7: **H04N 7/24**

**H04N 7/26, H04N 7/30**

(30) Unionspriorität:

**31662394**      **20.12.1994**      **JP**

**2275595**      **10.02.1995**      **JP**

(73) Patentinhaber:

**Matsushita Electric Industrial Co., Ltd., Kadoma,  
Osaka, JP**

(74) Vertreter:

**Eisenführ, Speiser & Partner, 28195 Bremen**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB, IT, NL**

(72) Erfinder:

**Boon, Choong S., Moriguchi-shi, Osaka-fu 570, JP**

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Bildkodierung**

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**

Hintergrund der Erfindung 1. Technisches Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Prädiktionskodierung.

## 2. Beschreibung des Standes der Technik

[0002] J. Wang und E. Adelson haben ein Verfahren zum Zerlegen bewegter Bilder in objektbasierende Schichten (eine andere Schicht für jedes einzelne Objekt in dem Bild) zum Kodieren als ein Mittel zum effizienten Übertragen und Aufnehmen bewegter Bilder vorgeschlagen. Ihr Verfahren ist in "Layered Representation of Image Sequence Koding", J. Wang und E. Adelson, Proc. IEEE Int. Conf. Acoustic Speech Signal Processing, 1993, pp., V221-V224; und in "Layered Representation for Motion Analysis", J. Wang und E. Adelson, Proc. Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 361-366, 993. beschrieben.

[0003] Das Verfahren ist unten beschrieben, wobei ein Film mit einem Fisch, Seetang und Hintergrund angenommen wird. Nachdem jedes der drei den Film bildenden Elemente als Chroma-Key Bild separat aufgenommen wurde, können die Elemente in einem einzelnen Sammelbild synthetisiert werden, oder eine Folge von mehrere Bildrahmen, die ein bestimmtes Bild einklammern, kann analysiert und in drei Komponententeile geteilt werden. Das von Wang et al. vorgeschlagene Verfahren analysiert den Film, um den Fisch, Seetang und Hintergrund zu extrahieren und jedes dieser drei Objekte in einer gesonderten Schicht zu separieren. Jede Schicht wird dann für sich komprimiert kodiert. Die kodierten Daten werden dann mit einem Multiplexer multiplext, wobei Information zur Bestimmung der vertikalen Beziehung zwischen den Schichten, d. h. welche Schicht welche Schicht überlegt) für Speicherung oder Übertragung hinzugefügt wird. Wenn es auch notwendig ist, den relativen Durchlassgrad der Pixel oder Gestalten in jeder Rahmenschicht zu bestimmen, wird auch ein Übertragungssignal kodiert und mit den Objektschichten übertragen oder gespeichert.

[0004] Mehrfachdekoder sind gleichermaßen auf der Wiedergabeseite erforderlich. Die multiplexten Daten werden zunächst in einzelne Schichten demultiplext, und die Daten der einzelnen Schichten werden dann gleichzeitig mit dem zugehörigen Decoder dekodiert. Die Objekte in den wiedergegebenen Schichten werden dann vom Bildsynthetisierer übereinander gelegt, basierend auf den vertikalen Schichtbeziehungsdaten zur Generierung des dann auf der Anzeigevorrichtung angezeigten (synthetisierten) Wiedergabebildes.

[0005] Um den Komprimierungswirkungsgrad zu verbessern, wird ein Bildrepräsentant jeder Schicht (z. B. der Fisch, Seetang, oder Hintergrundszene) bestimmt und als Referenzbild für die Schicht ver-

wendet. Es wird bemerkt, dass die Schablone für jede Schicht als die die Objektfolge der Schicht am besten repräsentierend gewählt wird. Diese Schablonen können manuell oder automatisch ausgewählt werden, und Wang et al. beschreiben auch ein Verfahren, diese Schablonen automatisch zu generieren.

[0006] Die definierten Schablonen werden zunächst komprimiert kodiert, und jedes Objekt in der Schicht wird durch Vorhersagenäherung basierend auf der Verschiebung oder Verformung der generierten Schablonen kodiert. Durch Aufteilen des Films in Komponentenobjekte können diese Objekte genauer approximiert werden, ohne von anderen nahen Objekten beeinflusst zu werden. Objekte in einem hinreichenden Abstand von der Kamera können auch als stille Objekte behandelt werden, wodurch es möglich ist, die Verformung und Verschiebung (Änderung und Bewegung) in solchen Objekten mit wenigen Parametern zu beschreiben. Genauer gesagt, es wird eine affine Transformation verwendet, wobei sechs Parameter verwendet werden, um ein einzelnes Objekt zu nähern, dabei werden wenige Bits benötigt und eine extrem hohe Komprimierungsrate erreicht.

[0007] Das Verfahren zur Näherung von Objekten, bei dem Schablonen wie oben beschrieben verwendet werden, führt jedoch zu größer werdenden Fehlern, wenn eine starke Änderung der Objektgestalt oder Helligkeit auftritt und setzt den Wirkungsgrad der Komprimierungskodierung herab. Zusätzlich zur Verwendung von Schablonen zur Näherung ist es deshalb notwendig, solche Änderungen durch Verwendung des chronologisch vor und hinter dem zu kodierenden Bild angezeigten Bildes vorherzusagen und das optimale Vorhersagebild passend auszuwählen.

[0008] Diskrete Prädiktionskodierung jedes einzelnen Objektes führt gemeinhin auch zu Fehlanpassungen zwischen den Umrissen des kodierten Objektes und des vorhergesagten Objektes. Fehlanpassungen des Umrisses erhöhen den Differenzwert und verhindern das effiziente Kodieren der Umrissshelligkeit und Farbdifferenzsignale.

[0009] Des Weiteren müssen auf der Wiedergabeseite drei Dekoder zum Dekodieren der Objekte in drei Schichten, wie oben beschrieben, vorhanden sein. Im Ergebnis ist die Anzahl reproduzierbarer Schichten durch die Anzahl der auf der Wiedergabeseite verfügbaren Decoder beschränkt. Ein Rahmenspeicher mit hinreichender Kapazität, die Dekoder-Ausgabe zu speichern, wird auch benötigt, um die reproduzierten Objekte in jeder Schicht zu synthetisieren und die Anzahl der Rahmenspeichereinheiten ist proportional zur Anzahl der Schichten. So wie die Anzahl der Bildschichten steigt, steigen die Gesamtgröße und -kosten des Decoders stark.

[0010] Die Synthese der Ausgabebilder gemäß den vertikalen Beziehungsdaten der Schichten verhindert auch eine ausgewählte Anzeige der Schichten und verhindert, dass eine ausgewählte Schicht aus der

kodierten Position in eine Position vor oder hinter einer anderen Schicht bewegt wird. Genauer gesagt, Interaktivität ist beeinträchtigt.

[0011] Wang, J. Y. A et al. beschreiben in "Representing Moving Images with Layers", IEEE Transaction on Image Processing", Vol. 3, No. 5, 1. Sept. 1994, Seiten 625–638, ein System zum Darstellen von Filmen mit Sätzen überlappender Schichten. In diesem System werden Schichten definiert, die mit verschiedenen Objekten des Films in Beziehung stehen, die von der Bewegung jedes Objektes abhängig sind. Das System ist für einfache bewegte Objekte getestet und bewährt. Wenn das System auf komplexe Objekte angewendet wird, könnte die Gestalt der Objekte unklar werden.

[0012] Gegenstand der Europäischen Patentanmeldung EP-A-0 395 440 betrifft eine lernfähige Vorrichtung zur Prädiktionskodierung, um ein Videosignal unter Ausnutzung von Korrelation zu kodieren. In dieser Vorrichtung wird ein Verfahren angewandt, welches Rahmen von Bildfolgen unter Ausnutzung von Korrelation analysiert. Dieses Verfahren wird insbesondere verwendet, um die Datenmenge zu reduzieren, die z. B. zur Übertragung bei Videokonferenzen benötigt wird.

[0013] Die Europäische Patentanmeldung EP-A-0 606 675 betrifft ein Verfahren zur loss-less-Komprimierung ganzer Bewegungsvideos, indem die Überflüssigkeit einer größeren Anzahl von Rahmen ausgenutzt wird. Gemäß diesem Verfahren wird eine große Anzahl von Rahmen einer Bildfolge analysiert und verglichen. Diese Bildfolge bezieht sich auf ein Film und enthält also gleiche Informationen in jedem Rahmen. Im Ergebnis kann die loss-less-Komprimierung ausgeführt werden.

#### Zusammenfassung der Erfindung

[0014] Es ist deshalb Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Verschlechterung des Vorhersagebildes als Folge starker Änderungen der Gestalt oder Helligkeit eines Objektes in einem Verfahren zur Prädiktionskodierung, das Schablonen benutzt, zu verhindern und die Häufung von Vorhersagefehlern über die Zeit zu reduzieren.

[0015] Um das zu erreichen, wandelt die vorliegende Erfindung das zu kodierende Bild um, indem ein spezielles Transformationsverfahren verwendet wird, um Vorhersagebilder aus wenigstens einer Schablone und dem chronologisch vor oder hinter dem zu kodierenden Bild angezeigten Bild zu erzeugen, und verwendet das Vorhersagebild mit der geringsten Differenz zum zu kodierenden Bild als optimales Vorhersagebild für das Bild.

[0016] Zusätzlich wird ein neues Vorhersagebild, das durch Mittlung mehrerer Vorhersagebilder erzeugt wird, zu den Kandidatenvorhersagebildern hinzugefügt, aus denen das Vorhersagebild mit der geringsten Differenz als optimales Vorhersagebild für das zu kodierende Bild ausgewählt wird.

[0017] Des Weiteren wird das optimale Vorhersagebild in mehrere Vorhersageunterbereiche geteilt, d. h. das zu kodierende Bild wird in mehrere Zielunterbereiche geteilt. Für jeden Zielunterbereich, in welchem wenigstens ein Pixelwert ist, der nicht kodiert werden sollte und den zugehörigen Vorhersageunterbereich, werden die zu kodierenden Pixelwerte in dem zugehörigen Vorhersageunterbereichen bearbeitet, indem eine bekannte Funktion zur Berechnung der Ersatzpixelwerte verwendet wird, und dieser Ersatzpixelwert wird dann in den Zielunterbereichen und in den zugehörigen für die dortigen Pixelwerte, die nicht kodiert werden sollen, eingesetzt. Das Differenzsignal wird dann aus den Ziel- und Vorhersageunterbereichen, die die Ersatzpixelwerte enthalten, gewonnen.

[0018] Die zweite Aufgabe der Erfindung ist es, eine Zunahme des Differenzwertes zu unterdrücken, die durch Fehlanpassung zwischen den Umrissen des zu kodierenden Zielobjektes und des Vorhersageobjektes verursacht wird.

[0019] Um diese Aufgabe zu erfüllen, wird das Vorhersagebild und das zu kodierende Zielbild in eine Mehrzahl von Vorhersageunterbereichen bzw. Zielunterbereichen aufgeteilt. Bevor die Differenz zwischen zueinandergehörigen Vorhersage- und Zielunterbereichen gewonnen wird, werden die zu kodierenden Pixelwerte in den Vorhersageunterbereichen unter Verwendung einer bekannten Funktion bearbeitet, um einen Ersatzpixelwert für die zugehörigen Zielunterbereiche zu berechnen, in welchen wenigstens ein Pixelwert ist, der nicht kodiert werden sollte. Dieser berechnete Ersatzpixelwert wird dann in den Zielunterbereich und den zugehörigen Vorhersageunterbereich für jeden Pixelwert, der darin nicht zu kodieren ist, eingesetzt. Die Differenz zwischen dem Zielunterbereich und dem Vorhersageunterbereich wird dann, nachdem diese Pixelwertersetzung gemacht wurde, berechnet.

[0020] Die dritte Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein System zur Verfügung zu stellen, in dem ein Bild mit Hilfe eines einzigen Decoders reproduziert werden kann, unabhängig von der Anzahl der Objektschichten, die das Bild bilden, das Bild kann synthetisiert werden, indem ein Rahmenspeicher verwendet wird, der nicht von der Anzahl der Objektschichten abhängt, und Schichten können ausgewählt wiedergegeben werden, wodurch also hohe Interaktivität mit dem Benutzer ermöglicht wird.

[0021] Die vorliegende Erfindung verwendet eine Vorrichtung zur Dekodierung und Synthetisierung digitaler Bilder, die aus einer Mehrzahl übereinander liegender Bildschichten bestehen, wo die digitalen Bilder durch separate Komprimierungskodierung jeder einzelnen der mehreren Bildschichten kodiert werden und die Schichten dann in einer vorbestimmten Reihenfolge multiplext werden. Vorzugsweise werden die kodierten Daten in einer Folge entweder von der Hintergrundschrift oder der Vordergrundschrift aus multiplext.

[0022] Die Dekodierungs- und Synthetisierungsvor-

richtung gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst einen äußeren Leitungseingangsterminal, Decoder, Synthetisierer, Rahmenspeicher und Ausgabemittel. Die kodierten Daten werden in den externen Leitungseingabeterminal eingegeben, und jede Schicht wird dann in der Reihenfolge zu einem rekonstruierten Bild dekodiert, in welcher die kodierten Daten multiplext wurden. Dieses rekonstruierte Bild und das vom Rahmenspeicher zur Verfügung gestellte synthetisierte Bild werden in den Synthetisierer eingegeben, der ein neues synthetisiertes Bild generiert, indem das synthetisierte Bild und das rekonstruierte Bild zusammengefügt werden. Dieses neue synthetisierte Bild wird im Rahmenspeicher gespeichert und von den Ausgabemitteln angezeigt.

[0023] Ein erster Auswahlsschalter ist auch zwischen dem externen Leitungseingabeterminal und dem Decoder der obigen Dekodierungs- und Synthetisierungs- vorrichtung angeordnet, und wird gesteuert, um den externen Leitungseingabeterminal und Decoder nicht zu verbinden, wenn das Bild der Schicht eingegeben wird, die nicht reproduziert wird. Zusätzlich zum ersten Auswahlsschalter, ist zwischen Synthetisierer und dem Rahmenspeicher ein zweiter Auswahlsschalter angeordnet, und er ist gesteuert, um den Synthetisierer und das Rahmengespeicherte Bild nicht zu verbinden, wenn das im Rahmenspeicher gespeicherte Bild nicht aktualisiert werden soll.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0024] Die vorliegende Erfindung wird anhand der nachfolgenden spezielle Beschreibung und durch die begleitenden Diagramme besser verständlich, wobei:

[0025] **Fig. 1** ein Blockdiagramm einer Vorrichtung zur Bildprädiktionskodierung gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

[0026] **Fig. 2** ein Diagramm einer bildlichen Darstellung ist, die ein durch Übereinanderlegen mehrerer Bildschichten synthetisiertes Bild zeigt;

[0027] **Fig. 3** ein Blockdiagramm eines in **Fig. 1** gezeigten Prädiktors ist;

[0028] **Fig. 4** eine gleiche Ansicht wie in **Fig. 3** ist, aber eine alternative Ausführungsform des Prädiktors zeigt;

[0029] **Fig. 5** ein Diagramm ist, das eine bildliche Darstellung des Vorhersageverfahrens der vorliegenden Erfindung ist;

[0030] **Fig. 6** ein Blockdiagramm einer Vorrichtung zur Bildprädiktionskodierung gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

[0031] **Fig. 7A, 7B und 7C** Diagramme sind, die die von einem Prädiktionskodierverfahren, das mehrere Schablonen verwendet, erzeugte Datenstruktur zeigt;

[0032] **Fig. 8** ein Blockdiagramm einer Vorrichtung zur Bildprädiktionskodierung gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung ist;

[0033] **Fig. 9A, 9B und 9C** Diagramme sind, die die Wirkung der Differenzwertreduktion durch Pixelwer-

tersetzung gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigen;

[0034] **Fig. 10** ein Blockdiagramm einer bevorzugten Ausführungsform eines Dekoders ist;

[0035] **Fig. 11** ein Blockdiagramm einer digitalen Bilddekodier- und Synthetisier- vorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform ist;

[0036] **Fig. 12A, 12B und 12C** Diagramme sind, die die durch Komprimierungskodierung mehrerer Bildschichten und Multiplexen der Daten erzeugte Datenstruktur zeigen;

[0037] **Fig. 13** ein Blockdiagramm einer digitalen Bilddekodierungs- und Synthetisierungs- vorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform sind;

[0038] **Fig. 14** ein Blockdiagramm einer digitalen Bilddekodier- und Synthetisierungs- vorrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform ist;

[0039] **Fig. 15** ein Blockdiagramm einer digitalen Bilddekodierungs- und Synthetisierungs- vorrichtung gemäß einer vierten Ausführungsform ist;

[0040] **Fig. 16** ein Blockdiagramm einer digitalen Bilddekodierungs- und Synthetisierungs- vorrichtung gemäß einer fünften Ausführungsform ist;

[0041] **Fig. 17A** ein Blockdiagramm einer digitalen Bilddekodierungs- und Synthetisierungs- vorrichtung gemäß einer sechsten Ausführungsform ist; und

[0042] **Fig. 17B** ein Diagramm ist, das die Schritte zur Synthetisierung der Schichten zeigt;

[0043] **Fig. 18** eine Tabelle zeigt, die die Operationen der digitalen Bilddekodierungs- und Synthetisierungs- vorrichtung in **Fig. 14** zeigt; und

[0044] **Fig. 19** eine Tabelle zeigt, die die Operationen der digitalen Bilddekodierungs- und Synthetisierungs- vorrichtung in **Fig. 15** zeigt.

#### Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen

[0045] Das von der vorliegenden Erfindung bearbeitete Eingabebild umfasst Objekte in mehreren Schichten, wobei die Objekte in jeder Schicht durch Helligkeitssignale, die den Pixelwert ausdrücken, und durch Durchlässigkeitssignale, die den Durchlässigkeitszustand des Pixelwertes ausdrücken, definiert sind. Das ist auch der Fall, wenn ein Farbdifferenzsignal zusätzlich zum Helligkeitssignal auch vorhanden ist; Es sei bemerkt, dass die Diskussion des Farbdifferenzsignals in der folgenden Beschreibung ausgelassen wird. Des Weiteren sind Bildobjekte, auf die hier Bezug genommen wird, aus Helligkeitssignalen und Durchlässigkeitssignalen zusammengesetzt und die Pixelwerte, auf die hier Bezug genommen wird, beziehen sich auf den Wert des Helligkeitssignals, es sei denn, es wird anders festgelegt.

[0046] **Fig. 2** zeigt das Helligkeitssignal eines Bildes D1003 in einem Film von mehreren Rahmen und die Helligkeitssignale von drei Komponenten, die zur Ausformung des Helligkeitssignals des Bildes D1003 kombiniert sind. Die drei Komponentenbilder des Bildes D1003 (Fisch A1000, Seetang B1001, und Hintergrund C1002) können separat als Chroma-Key

Bild aufgenommen werden und dann zur Ausbildung des Bildes D1003 kombiniert werden; oder Bild D1003 und eine Bildfolge mehrerer Rahmen vor und hinter Bild D1003 kann analysiert werden, um Bild D1003 in drei Bildkomponenten zu zerlegen. Diese drei Bildkomponenten werden hier als "Schichten" bezeichnet. Also hat die Bildfolge, die das Bild D1003 enthält, drei Schichten. Die Schicht des Fisches A1000, die Schicht des Seetangs B1001 und die Hintergrundsicht C1002. Die Anzahl der Schichten wird vom Bild abhängen.

[0047] Ein Durchlässigkeitssignal, das das Verhältnis anzeigt, in welchem die Pixel übereinander gelegt werden sollten, wird zu den Objekten in jeder Schicht hinzugefügt. Wenn die Durchlässigkeit 100% ist, liegt ein lichtundurchlässiges Objekt vor und der Hintergrund kann nicht gesehen werden; bei 0% Durchlässigkeit ist kein Objekt anwesend und der Hintergrund kann ohne etwas im Vordergrund angesehen werden. Durchlässigkeitsniveaus zwischen 0 und 100% treten auf, wenn ein teildurchlässiges Objekt, wie etwa Glas, anwesend ist und an Objektgrenzen. Die Durchlässigkeitssignale für Fisch A1000 und Seetang B1001 in **Fig. 2** sind in den Bildern A' bzw. B' gezeigt. Es sollte bemerkt werden, dass dieses Durchlässigkeitssignal die Gestalt des Objektes beschreibt.

[0048] Wie in **Fig. 1** gezeigt, werden das Helligkeitssignal **1000** und das Durchlässigkeitssignal **1001** am Eingabeterminal **346** eingegeben und im Eingaberahmenspeicher **330** gespeichert. Das Helligkeitssignal und Durchlässigkeitssignal vom Eingaberahmenspeicher **330** werden simultan mit dem im ersten Rahmenspeicher **342** gespeicherten Bild und dem im zweiten Rahmenspeicher **340** gespeicherten Bild in den Prädiktor **344** über die Leitung **504** eingegeben. (Für den Zweck einer Abwandlung ist ein Bildteiler **331** gezeigt und er wird nicht in dieser Ausführungsform zur Verfügung gestellt). Eine vorher kodierte und reproduzierte Schablone wird in einem ersten Rahmenspeicher **342** gespeichert und ein vorher kodiertes und reproduziertes Bild (d. h. keine Schablone) wird in einem zweiten Rahmenspeicher **340** gespeichert. Der Prädiktor **344** generiert aus den in ihn eingegebenen Bildern das optimale Vorhersagebild. Ein Addierer **332** gewinnt das Differenzbild aus dem im Eingaberahmenspeicher **330** gespeicherten Eingabebild und dem vom Prädiktor **344** ausgegebenen Vorhersagebild; das resultierende Differenzbild wird dann im Kodierer **334** kodiert.

[0049] Der Kodierer **334** teilt das Differenzbild dann in Blöcke, indem ein Bildteiler **359** verwendet wird. Es wird bemerkt, dass während Blöcke von  $16 \times 16$  Pixeln oder  $8 \times 8$  Pixeln bevorzugt werden, der Bildteiler **359** ein Rahmenbild in Blöcke jeder bestimmten Größe und Gestalt teilen kann. Jeder Block wird dann durch einen diskreten Cosinustransformations (DCT)-operator **351** oder eine andere Orthogonaltransformationsoperation umgewandelt und durch einen Quantisierer **353** quantisiert. Das quantisierte Bild wird dann am Ausgabeterminal **348** ausgegeben und

von einem Inversquantisierer **355** invers quantisiert und von einem inversen DCT **357** in einem lokalen Decoder **336** invers DCT umgewandelt.

[0050] Das umgewandelte Differenzbild wird dann durch einen Addierer **338** zum Vorhersagebild hinzugefügt, um das rekonstruiertes Bild zu generieren, das im zweiten Rahmenspeicher **340** gespeichert wird. Es wird bemerkt, dass sowohl das Helligkeitssignal als auch das Durchlässigkeitssignal kodiert werden. Des Weiteren könnte während das Durchlässigkeitssignal identisch zum Helligkeitssignal in diesem Beispiel DCT umgewandelt wird, ein anderes Kompressionsverfahren verwendet werden. Der Kodierer **334** könnte auch Wavelet-Umwandlung oder Vektorquantisierung anstelle von DCT-Umwandlung anwenden, insoweit wie der vom lokalen Decoder **336** durchgeführte Umwandlungsprozess dem von dem Kodierer **334** verwendeten Umwandlungsprozess entspricht.

[0051] Das als Schablone verwendete Bild ist das Bild, das allen Bildern der stetigen Bildfolge am meisten ähnlich ist und es kann entweder manuell oder automatisch ausgewählt werden. Es können auch mehrere Schablonen für eine einzige Bildfolge ausgewählt werden. Jede Schablone wird auch durch ein Helligkeitssignal und ein Durchlässigkeitssignal ausgedrückt, vor der Übermittlung komprimiert kodiert und die reproduzierte Schablone wird dann im ersten Rahmenspeicher **342** gespeichert. Die im ersten Rahmenspeicher **342** gespeicherte reproduzierte Schablone wird auch in entweder regulären oder irregulären Intervallen aktualisiert. Es wird auch bemerkt, dass die Schablone ein vollständiges Bild sein kann oder nur einen Teil des vollständigen Bildes umfassen kann (d. h. ein Ohr, Auge oder Mund). Es ist auch nicht notwendig, die Schablone zu übertragen, in dem Fall, kann ein vorher im Übermittler oder Empfänger gespeichertes Bild als die Schablone verwendet werden kann.

[0052] Als nächstes wird unter Bezugnahme auf die **Fig. 3** und **Fig. 5** die Wirkungsweise des Prädiktors **344** für den Fall beschrieben, in dem der Rahmen **2014** in **Fig. 5** vorhergesagt wird. **Fig. 5** zeigt eine Simulation des Verfahrens zur Bildprädiktionskodierung. Es wird bemerkt, dass Rahmen **2014** das Zielbild ist, d. h. der zu kodierende Bildrahmen, Rahmen **2010** ist die Schablone, und Rahmen **2012** ist der Bildrahmen, der chronologisch vor dem Zielbild **2014** angezeigt wird. Jedes dieser Bilder **2010**, **2012** und **2014** wird in den in **Fig. 3** gezeigten Prädiktor **344** eingegeben, insbesondere wird Zielbild **2014**, d. h. das Helligkeitssignal und das Durchlässigkeitssignal davon in Terminal **372** eingegeben, die Schablone **2010** in Terminal **368** und der "vorhergehende" Rahmen **2012** in Terminal **370**. Es wird bemerkt, dass der "vorhergehende" Rahmen **2012** das dekomprimierte, rekonstruierte Bild ist, das im zweiten Rahmenspeicher **340** in **Fig. 1** gespeichert ist, und die Schablone **2010** das gleichermaßen dekomprimierte und rekonstruierte Bild ist, das im ersten Rahmenspeicher **342**

in Fig. 1 gespeichert ist.

[0053] Das Zielbild **2014** und die Schablone **2010** werden dann in einen Deformations- und Verschiebungsrechner **350** eingegeben, der die Deformations- und Verschiebungsparameter gewinnt, wie Daten von Verschiebungsgrößen, Daten von Rotationsgraden, Kontraktionsdaten, Expansionsdaten, Kurvendaten usw. Genauer gesagt, es werden in dem Deformations- und Verschiebungsrechner **350** durch Vergleich der Schablone **2010** und des Zielbildes **2014** vielerlei Parameter produziert, die die Größe der Änderung von der Schablone **2010** zum Zielbild **2014** repräsentieren. Wenn das Zielbild **2014** um einen Vektor A verschoben und um einen Winkel  $\theta$  von der Schablone **2010** gedreht wird, werden z. B. die Parameter A und  $\theta$  von dem Deformations- und Verschiebungsrechner **350** produziert. Vorzugsweise wird von dem Deformations- und Verschiebungsrechner **350** eine affine Transformation verwendet, um die Deformations- und Verschiebungsparameter zu gewinnen, aber eine Transformation, die einen Term zweiten Grades enthält, kann alternativ verwendet. Die Parameter, d. h. affine Koeffizienten, die vom Deformations- und Verschiebungsrechner **350** gewonnen werden, werden zusammen mit der Schablone **2010** in einen Vorhersagebildgenerator **352** eingegeben.

[0054] Im Vorhersagebildgenerator wird ein quasi-Zielbild rückgestaltet (dieses muss nicht genau das gleiche wie das Zielbild **2014**, das am Terminal **372** eingegeben wird, sein), indem die Schablone **2010** und die Parameter verwendet werden. Das quasi-Zielbild, auf das als erstes Vorhersagebild Bezug genommen wird (Helligkeits- und Durchlässigkeitssignale) wird mit Hilfe einer affinen Transformation generiert. Die Struktur und Wirkungsweise des Deformations- und Verschiebungsrechners **350** und Vorhersagebildgenerators **352** werden beschrieben in "An Image Coding Scheme Using Layered Representation and Multiple Templates", M. Etoh et al., Technical Report of IEICE, IE 94-159, PRU 94-159, 1995; "Layered Representation of Image Sequence Coding", J. Wang und E. Adelson, Proc. IEEE Int. Conf. Acoustic Speech Signal Processing, 1993, pp. V221-V224; und in "Layered Representation for Motion Analysis", J. Wang und E. Adelson, Proc. Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 361-366, 1993, die durch Referenz hier enthalten sind.

[0055] Das erste Vorhersagebild und das Zielbild werden dann in den Differenzrechner **354** eingegeben, der durch folgende Gleichung (1) eine erste Quadratdifferenzsumme gewinnt:

$$\sum_{i,j=0}^{\text{Bild}} (T_{ij} - Q_{ij})^2 \quad (1)$$

in der  $T_{ij}$  ein Pixelwert in der Position (i, j) im Zielbild **2014**,  $Q_{ij}$  ein Pixelwert in der Position (i, j) in dem ersten Vorhersagebild (quasi-Zielbild) ist, und "Bild" ein Teil des Rahmens ist, wo die Zielwerte zu kodieren

sind, oder ein ganzer Rahmen sein kann. Die berechnete Summe wird auf den Komparator **366** angewendet.

[0056] Der affine Koeffizient des Zielbildes **2014**, das auf dem "vorhergehenden" Rahmen **2012** basiert, wird gleichsam durch den zugehörigen Deformations- und Verschiebungsrechner **356** gewonnen und ein zweites Vorhersagebild (quasi-Zielbild) wird basierend auf dem "vorhergehenden" Rahmen **2012** durch den zugehörigen Vorhersagebildgenerator **358** generiert. Ein Differenzrechner **360** berechnet die Differenz zwischen dem Zielbild **2014** und dem zweiten Vorhersagebild vom Vorhersagebildgenerator **358** und produziert eine zweite Quadratdifferenzsumme, indem Gleichung (1) verwendet wird. Die Differenzsumme wird zum Komparator **366** ausgegeben. [0057] Die ersten und zweiten Vorhersagebilder werden auch an einem Durchschnittsrechner **362** eingegeben, um gewichtete Durchschnitte der zugehörigen Helligkeits- und Durchlässigkeitssignale zwischen den ersten und zweiten Vorhersagebildern zu berechnen. Also erzeugt der Durchschnittsrechner einen Durchschnitt oder ein drittes Vorhersagebild. Der Differenzrechner **364** berechnet dann aus diesem dritten Vorhersagebild eine dritte Quadratdifferenzsumme und das Zielbild und gibt das Ergebnis zum Komparator **366** aus.

[0058] Der Komparator **366** vergleicht also die erste, zweite und dritte Quadratsumme, stellt die kleinste Summe fest und steuert die Schalter **376** und **376'**, um das Vorhersagebild und dessen affine Koeffizienten auszugeben, die mit dem kleinsten Differenzwert korrespondieren. Genauer gesagt, wenn die Differenz zwischen dem ersten Vorhersagebild und dem Zielbild am kleinsten ist, d. h. kleiner als die zwischen dem zweiten Vorhersagebild und dem Zielbild oder kleiner als die zwischen dem dritten Vorhersagebild und dem Zielbild wird der Schalter **376** mit dem Pol **382** verbunden, um das erste Vorhersagebild am Terminal **374** auszugeben und der Schalter **376'** wird mit dem Pol **382'** verbunden, um die affinen Koeffizienten zur Erstellung des ersten Vorhersagebildes auszugeben, d. h. Schalter **376** und **376'** produzieren erste Daten. Die kleinste Differenz wird gewählt, weil das Vorhersagebild mit der kleinsten Differenz am dichtesten beim Zielbild **2014** ist.

[0059] Genauso wird, wenn die Differenz zwischen dem zweiten Vorhersagebild vom Bildgenerator **358** und dem Zielbild als am kleinsten festgestellt wird, der Schalter **376** mit dem Pol **380** verbunden, um das zweite Vorhersagebild am Terminal **374** auszugeben und der Schalter **376'** wird mit dem Pol **380'** verbunden, um die affinen Koeffizienten zur Erstellung des zweiten Vorhersagebildes auszugeben, d. h. Schalter **376** und **376'** produzieren zweite Daten. Wenn die Differenz zwischen dem dritten Vorhersagebild vom Durchschnittsrechner **362** und dem Zielbild als am kleinsten festgestellt wird, wird der Schalter **376** mit dem Pol **378** verbunden, um dritte Vorhersagebilder am Terminal **374** auszugeben und der Schalter **376'**

wird mit beiden Polen **380'** und **382'** verbunden, um die affinen Koeffizienten zur Erstellung der ersten und zweiten Vorhersagebilder auszugeben, d. h. die Schalter **376'** und **376** produzieren dritte oder Durchschnittsdaten.

[0060] Es wird auch bemerkt, dass während die obigen Differenzrechner die durch Gleichung (1) gegebenen Summen von Quadratdifferenzwerten gewinnen, es auch möglich ist, die Summe absoluter Differenzwerte, wie sie durch folgende Gleichung (2) gegeben sind, zu gewinnen:

$$\sum_{i,j=0}^{Bild} |T_{ij} - Q_{ij}| \quad (2)$$

[0061] Es wird auch bemerkt, dass der Durchschnittsrechner **362** und der Differenzrechner **364** zur Vereinfachung der Anordnung weggelassen werden können.

[0062] Als nächstes wird ein weiterer Fall beschrieben, in dem Rahmen **2018** in **Fig. 5** vorhergesagt wird. In diesem Beispiel ist Rahmen **2018** das Zielbild, d. h. der zu kodierende Zielrahmen, Rahmen **2010** ist die Schablone und Rahmen **2020** ist der Bildrahmen, der chronologisch hinter dem Zielbild **2018** angezeigt wird.

[0063] Jedes dieser Bilder **2010**, **2018** und **2020** wird in den in **Fig. 3** gezeigten Prädiktor **344** eingegeben, insbesondere wird das Zielbild **2018**, d. h. dessen Helligkeits- und Durchlässigkeitssignal am Terminal **372** eingegeben, die Schablone **2010** am Terminal **368** und der "zukünftige" oder "nächste" Rahmen **2020** am Terminal **370**. Es wird bemerkt, dass der "nächste" Rahmen **2020** das im zweiten Rahmenspeicher **340** in **Fig. 1** gespeicherte dekomprimierte rekonstruierte Bild ist.

[0064] Das erste Vorhersagebild (Helligkeits- und Durchlässigkeitssignale) wird vom Deformations- und Verschiebungsrechner **350** generiert und vom Vorhersagebildgenerator **352**, in dem das Ziel und Schablonen wie oben beschrieben verwendet werden. Das erste Vorhersagebild und das Zielbild werden dann in den Differenzrechner **354** eingegeben, der eine erste Quadratdifferenzsumme nur aus den zu kodierenden Pixelwerten gewinnt und an den Komparator **366** ausgibt.

[0065] Das zweite Vorhersagebild wird gleichermaßen vom Deformations- und Verschiebungsrechner **356** und vom Vorhersagebildgenerator **358** erzeugt, in dem das Zielbild und der "nächste" Rahmen **2020** verwendet werden. Durch den Differenzrechner **360** wird die zweite Quadratdifferenzsumme gewonnen und das Ergebnis an den Komparator **366** ausgegeben.

[0066] Die ersten und zweiten Vorhersagebilder werden in den Durchschnittsrechner **362** eingegeben, um die gewichteten Durchschnitte der zugehörigen Helligkeits- und Durchlässigkeitssignale zu berechnen und ein drittes Vorhersagebild zu generieren.

[0067] Der Differenzrechner **364** gewinnt dann aus diesem dritten Vorhersagebild und dem Zielbild eine dritte Quadratdifferenzsumme und gibt sie an den Komparator **366** aus.

[0068] Der Komparator **366** vergleicht also diese ersten, zweiten und dritten Summen von Quadratdifferenzwerten und steuert die Schalter **376** und **376'**, um das zu den geringsten Differenzwerten gehörige Vorhersagebild auszugeben, wie oben beschrieben.

[0069] Als nächstes wird ein weiterer Fall beschrieben, in dem Rahmen **2022** in **Fig. 5** vorhergesagt oder kodiert wird. In diesem Fall wird ein in **Fig. 4** gezeigter Prädiktor **344'** verwendet. Verglichen mit dem Prädiktor **344** in **Fig. 3** hat der Prädiktor **344'** weiterhin einen andern Satz eines Deformations- und Verschiebungsrechners **386**, eines Vorhersagebildgenerators **390** und eines Differenzrechners **392**. Der Durchschnittsrechner **362'** wird auch zur Verfügung gestellt, um gewichtete Durchschnitte des zugehörigen Helligkeits- und Durchlässigkeitssignals zwischen den Vorhersagebildern der Vorhersagebildgeneratoren **390** und **358** zu berechnen. Es wird bemerkt, dass der Durchschnittsrechner auch so verbunden sein kann, um gewichtete Durchschnitte der zugehörigen Helligkeits- und Durchlässigkeitssignale zwischen irgendwelchen zwei Vorhersagebildern oder aus den drei Vorhersagebildern der Vorhersagebildgeneratoren **352**, **390** und **358** zu berechnen. Wenn der Komparator **366** die Differenz des Differenzrechners **364** als kleinste Differenz auswählt, wird der Schalter **376'** so verbunden, um die die Vorhersagebilder betreffenden affinen Koeffizienten an den Durchschnittsrechner **362** auszugeben.

[0070] Zum Kodieren des in **Fig. 5** gezeigten Rahmens **2022** ist der Rahmen **2022** das Zielbild, d. h. der zu kodierende Bildrahmen, Rahmen **2010** ist die Schablone, Rahmen **2020** ist der chronologisch vor dem Zielbild **2022** angeordnete Zielrahmen, und Rahmen **2024** ist der chronologisch nach dem Zielbild **2022** angeordnete Bildrahmen.

[0071] Jedes dieser Bilder **2010**, **2020**, **2022** und **2024** wird in den in **Fig. 4** gezeigten Prädiktor **344** eingegeben, genauer wird das Zielbild **2022**, d. h. das Helligkeitssignal und Durchlässigkeitssignal davon in Terminal **372**, die Schablone **2010** in Terminal **368**, der "vorhergehende" Rahmen **2020** in Terminal **370** und der "nächste" Rahmen **2024** in Terminal **386** eingegeben. Es wird bemerkt, dass die "vorhergehenden" und "nächsten" Rahmen **2020** und **2024** reproduzierte Bilder vorher komprimiert kodierter Bilddaten sind.

[0072] Das erste Vorhersagebild (Helligkeits- und Durchlässigkeitssignale) wird vom Deformations- und Verschiebungsrechner **350** und Vorhersagebildgenerator **352** aus dem Ziel und Schablonen, wie oben beschrieben, generiert. Das erste Vorhersagebild und das Zielbild wird dann in den Differenzrechner **354** eingegeben, der eine erste Quadratsumme gewinnt, indem nur zu kodierende Pixelwerte verwendet werden und an den Komparator **366** ausgibt.

[0073] Das zweite Vorhersagebild wird gleichermaßen aus dem "vorhergehenden" Rahmen **2020** durch den Deformations- und Verschiebungsrechner **358** und den Vorhersagebildgenerator **352** generiert, die zweite Quadratdifferenzsumme wird vom Differenzrechner **360** gewonnen und das Ergebnis an den Komparator **366** ausgegeben.

[0074] Ein drittes Vorhersagebild wird genauso aus dem Zielbild und dem "nächsten" Rahmen **2024** durch den Deformations- und Verschiebungsrechner **388** und den Vorhersagebildgenerator **390** generiert, eine dritte Quadratdifferenzsumme wird durch den Differenzrechner **392** gewonnen und das Ergebnis an den Komparator **366** ausgegeben.

[0075] Die zweiten und dritten Vorhersagebilder werden auch an die Mittel zur Durchschnittsbildung **362** zur Gewinnung eines gewichteten Durchschnitts der zugehörigen Helligkeits- und Durchlässigkeitssignale eingegeben und generieren ein viertes Vorhersagebild. Der Differenzrechner **364** gewinnt dann aus diesem vierten Vorhersagebild und dem Zielbild eine vierte Quadratdifferenzsumme und gibt sie an den Komparator **366** aus.

[0076] Der Komparator **366** vergleicht also diese ersten, zweiten, dritten und vierten Summen von Quadratdifferenzwerten und steuert die Schalter **376** und **376'**, um die mit den geringsten Differenzwerten korrespondierenden Vorhersagebilder auszugeben.

[0077] Unter Bezugnahme auf **Fig. 6** wird eine Vorrichtung zur Bildprädiktionskodierung gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gezeigt. Wie in **Fig. 6** gezeigt, sind Bildteiler **335** und **337** nach dem Rahmenspeicher **330** bzw.

[0078] Prädiktor **344** und vor dem Addierer **332** angeordnet, um die Ziel- und Vorhersagebilder in Bildblöcke zu unterteilen. Die Zielbildblöcke und die Vorhersagebildblöcke werden über Eingabeleitungen **514** bzw. **515** in den Addierer **332** eingegeben und der Addierer **332** gewinnt aus korrespondierenden Ziel- und Vorhersagebildblöcken das Differenzsignal. Es wird bemerkt, dass der Kodierer **334** in dieser Ausführungsform keinen Bildteiler **359** aufweist.

[0079] In den oben beschriebenen Ausführungsformen wird das Vorhersagebild passend für den gesamten Bereich des Eingabe-(Ziel)-Bildes ausgewählt und kodiert. Anders als für das Vorhersagebild das ganze Bild auszuwählen, ist es jedoch auch möglich, den zu kodierenden Bildbereich in viele Unterbereiche (Blöcke) aufzuteilen und einen optimalen Vorhersageblock für jeden Bildblock angepasst auszuwählen und zu kodieren. Die bevorzugte Blockgröße ist  $16 \times 16$  Pixel oder  $8 \times 8$  Pixel, aber das Bild kann in Blöcke jeder speziellen Größe und Gestalt aufgeteilt werden.

[0080] Die Basiskodiervorrichtung ist die gleiche wie die in **Fig. 1** gezeigte, ausgenommen, dass ein Bildteiler **331** in **Fig. 1** durch eine gepunktete Linie dargestellt, zusätzlich vor dem Terminal **372** zur Verfügung gestellt wird und das Eingabebild in Blöcke geteilt wird, bevor es zum Kodieren eingegeben wird.

Der in den **Fig. 3** und **4** dargestellte Prädiktor wird verwendet, ausgenommen, dass in diesem Fall der affine Koeffizient nicht für einen Rahmen, sondern nur für einen Teil des Rahmens gewonnen werden muss. Also können die von den ersten und zweiten Rahmenspeicher **342** und **340** produzierten Bilder eine Blockgröße haben, die dem von dem ersten Bildteiler **331** produzierten Block entspricht. Also kann die Größe jedes der ersten und zweiten Rahmenspeicher kleiner als ein Rahmen sein. Es wird bemerkt, dass Rotation und andere Umwandlungsprozesse durch einen einfachen Parallelbewegungsdetektions- und Kompensationsprozess ersetzt werden können. Detektions- und Kompensationsprozesse von Blockeinheitsbewegungen werden in U.S.-Patent Nr. 5,193,004 und 5,157,742 beschrieben, welche hier durch Bezugnahme enthalten sind. Die vorliegende Erfindung unterscheidet sich von diesen beiden Referenzen dadurch, dass das Vorhersagesignal generiert wird, indem auf eine Schablone Bezug genommen wird.

[0081] Es wird bemerkt, dass die zweite Ausführungsform in jeder Hinsicht mit der ersten Ausführungsform gleich ist, ausgenommen, dass Vorhersagebildgeneration und Bearbeitung auf einer Bildblockbasis durchgeführt wird.

[0082] **Fig. 7A** und **7B** zeigen die kodierte Datenstruktur, wobei multiplexte Daten durch Verfahren zur Prädiktionskodierung erzeugt werden, indem mehrere Schablonen verwendet werden. **Fig. 7A** zeigt eine Folge von Bildern G1 bis G8 eines schwimmenden Fisches. Die Bilder G1 bis G8 dieser Folge werden vorhergesagt, indem zwei Schablonen T1 und T2 verwendet werden.

[0083] Der erste Schritt ist, die Schablonen mit einem der Verfahren des oben beschriebenen Komprimierungscodes zu reproduzieren. Jedes der Bilder G1 bis G8 wird dann durch Vorhersagenäherung generiert, basierend auf der Deformation und Verschiebung der generierten Schablonen, vorzugsweise indem eine affine Transformation verwendet wird. Das Ergebnis sind die kodierte Daten für Schablonen T1 und T2 und jedes der Bilder G1 bis G8 der Folge. Ein spezifisches Beispiel der kodierte Daten ist in **Fig. 12B** gezeigt. Wie in **Fig. 12B** gezeigt und unten beschrieben, enthält jeder Block kodierte Bewegungsinformationen **1016**, Quantisierungsmengen **1017** und DCT-Koeffizienten **1018**.

[0084] **Fig. 7B** stellt das Übertragungsverfahren für kodierte Repräsentantbilddaten der vorliegenden Erfindung dar. Wie in der **Fig. 7B** gezeigt, werden die kodierte Daten der Bilder G1 bis G8 der Folge übertragen, nachdem alle Schablonendaten **1051**, **1052** und **1053** übertragen wurden. Dass alle Schablonendaten zuerst übertragen werden, bietet den Vorteil, die Bilddatenfolge beginnend bei jedem Punkt der Folge reproduzieren zu können. Weil die Schablonen T1 und T2 zuerst vom Empfänger empfangen und reproduziert werden, kann die Reproduktion der Bildfolge ohne Verzögerung von irgendeinem Rahmen G1



bis G8 aus beginnen, also die Nutzhaftigkeit spezieller Wiedergabearten (wie etwa Vor- und Zurückspulen) verbessert wird.

[0085] **Fig. 7C** zeigt ein alternatives Übertragungsverfahren für kodierte Schablonendaten gemäß der vorliegenden Erfindung. Wie in diesem Beispiel gezeigt, werden die Schablonendaten unmittelbar vor den Bildrahmen übertragen, auf die sich die Schablonendaten für die Wiedergabe beziehen. Also weil zur Wiedergabe der Bilder G1 und G2 und G3 auf die Schablone T1 Bezug genommen wird, aber nicht auf Schablone T2, werden die kodierten Daten **1062** für die Schablone T1 zuerst übertragen, direkt gefolgt von den kodierten Daten (**1063**, **1064** und **1065**) für die Bilder G1, G2 und G3, welche gefolgt sind von kodierten Daten **1066** für die Schablone T2. Das bedeutet, dass die kodierten Schablonendaten zu dem Datenstrom multiplext sind, so dass kodierte Daten von Schablonen, auf die nicht Bezug genommen wird, nicht vor den Bewegungsbilddaten übertragen werden. Dieses Übertragungsverfahren macht es möglich, die Verzögerungszeit, bis das erste Bild G1 wiedergegeben werden kann, zu reduzieren und reduziert die Rahmenspeicheranforderungen, weil es nicht notwendig ist, alle reproduzierten Schablonen zu speichern.

[0086] In **Fig. 8** wird eine Vorrichtung zur Bildprädiktionskodierung einer dritten Ausführungsform der Erfindung gezeigt. Ein numerisches Beispiel des Bildvorhersageverfahrens, das in der Vorrichtung gemäß **Fig. 8** verwendet wird, ist in **Fig. 9** gezeigt.

[0087] Die in **Fig. 8** gezeigte Vorrichtung zur Bildprädiktionskodierung ist im Wesentlichen identisch zu der in **Fig. 6** gezeigten. Was sich unterscheidet, liegt auf der Eingabeseite des Addierers **332**. Genauer, eine Pixelwertersetzungsoperation (Ersatzoperation) ist eingerichtet, bevor der Differenzwert von dem Addierer **332** gewonnen wird.

[0088] Die Ausgabe (Helligkeit und Durchlässigkeitssignale) des Eingaberahmenspeichers **330** wird zuerst durch den Bildteiler **341** in viele Blöcke aufgeteilt. Die bevorzugte Größe dieser Bildblöcke ist  $4 \times 4$  Pixel, aber die Erfindung soll darauf nicht beschränkt sein. Die Ausgabe (Helligkeit und Durchlässigkeitssignale) des Prädiktors **344** ist durch den Bildteiler **335** gleichermaßen in mehrere Blöcke von  $4 \times 4$  Pixeln geteilt. Die Ausgabe des Bildteilers **335** umfasst damit die Helligkeitssignalblöcke und Durchlässigkeitssignalblöcke, die dem Ersatzwertgenerator (Ersetzungspixelwertgenerator) **329** zugeführt werden.

[0089] Der Ersatzwertgenerator **329** berechnet die Ersatzpixelwerte, indem eine bekannte Funktion auf Pixel mit einer Durchlässigkeit von mehr als 0% angewandt wird (d. h. auf zu kodierende Pixel, die mit schwarzen Bereichen des Durchlässigkeitssignals **1000** korrespondieren). Vorzugsweise wird der Durchschnitt aller Pixel mit weniger als 100% Durchlässigkeit verwendet, aber die Erfindung soll nicht darauf beschränkt sein.

[0090] Die Ersatzpixelwerte werden dann Ersetzern

(Pixelwertersetzungsmittel) **339** und **343** zugeführt, wobei die Ersatzpixelwerte für Pixelwerte (des Helligkeitssignals) mit 0% Durchlässigkeit ersetzt werden. Das Differenzsignal der von den Trimmern **339** und **343** abgegebenen Helligkeitssignalblöcken wird dann von dem Addierer **332** gewonnen. Es wird bemerkt, dass das Differenzsignal der Übertragungssignalblockwerte gewonnen wird, ohne eine Ersetzung zu machen.

[0091] **Fig. 9A, 9B** und **9C** zeigen ein numerisches Beispiel der oben beschriebenen Operation. **Fig. 9A** zeigt die Übertragungssignalblöcke. Block **2110** wird von dem Bildteiler stromabwärts des Eingaberahmenspeichers **330** ausgegeben, und Block **2112** wird vom Bildteiler **335** stromabwärts des Prädiktors **344** ausgegeben. Pixel, die in den Blöcken **2110** und **2112** mit dem Wert Null (0) bezeichnet werden, kennzeichnen die nicht zu kodierenden Pixelwerte (die 100% Durchlässigkeit haben). Um die Durchlässigkeitsinformation zu erhalten, wird Differenz zwischen den Blöcken **2110** und **2112** direkt in einem resultierenden Block **2114** erhalten, der an den Kodierer **334** ausgegeben wird.

[0092] **Fig. 9B** zeigt die Helligkeitssignalblöcke. Der Block **2116** wird vom Bildteiler **341** und der Block **2118** vom Bildteiler **335** ausgegeben. Der direkt aus diesen Blöcken gewonnene Differenzblock ist Block **2120**. Die in Block **2120** gezeigten großen Differenzwerte sind ein Ergebnis einer Fehlanpassung zwischen den Umrissen der zu kodierenden Pixel. Blöcke **2112** und **2118** werden dem Ersatzwertgenerator **329** zugeführt, um einen Durchschnitt der Pixelwerte in Block **2118** zu gewinnen, die mit den Pixeln in Block **2112** korrespondieren, die einen Wert von 0 haben. In diesem Beispiel ist der Durchschnittspixelwert (Ersatzpixelwert) 49. Alternativ werden die Blöcke **2110** und **2118** in den Ersatzwertgenerator **329** eingegeben.

[0093] Die Ersatzpixelwerte 49 werden dann in die Ersetzer **339** und **343** eingegeben, wobei Blöcke **2122** und **2124** durch Ersetzen dieser Ersatzpixelwerte mit Wert 49 durch Pixels, die ein Durchlässigkeitssignal mit Wert 1 haben, gewonnen werden. Block **2126** wird dann durch Berechnung der Differenz der Blöcke **2122** und **2124** gewonnen. Es wird bemerkt, dass der Differenzwert des Blockes **2126** klar kleiner als der des Blockes **2120** ist. Indem Block **2126** anstelle des Blocks **2120** in den Kodierer **334** eingegeben wird, wird Kodieren durch Verwenden weniger Bits erreicht.

[0094] Es wird bemerkt, dass die Ersatzpixelwerte aus Vorhersageblöcken gewonnen werden und es deshalb nicht notwendig ist, die Ersatzpixelwerte zu übertragen (weil die Ersatzpixelwerte auf der Empfangsseite berechnet werden können). Des Weiteren können Werte, die durch Anwenden einer anderen bekannten Funktion oder eines vorbestimmten bekannten Wertes gewonnen werden, besser ersetzt werden als die oben beschriebenen Durchschnittsdaten zu verwenden insoweit wie derselbe Wert sowohl

in den Zielblock und den Vorhersageblock ersetzt wird und die Funktion oder Ersatzpixelwert auf der Empfangsseite bekannt ist.

[0095] **Fig. 10** ist ein Blockdiagramm des Bilddecoders **12**, der in irgendeinem der digitalen Bilddekodierungs- und Synthetisierungsrichtungen der **Fig. 11, 13–17A** verwendet wird. Die in diesen Decoder **12** eingegebenen Daten werden durch das oben beschriebene Verfahren generiert. Genauer, ein Eingabebild, das durch ein Helligkeitssignal, das den Pixelhelligkeitswert und ein Durchlässigkeitssignal, das den Pixeldurchlässigkeitswert (Zustand) ausdrückt, definiert ist wird in mehrere Ziel-(Bild)-Blöcken unterteilt. Die Helligkeits- und Durchlässigkeitssignale jedes Vorhersageblocks sind dann für die Helligkeits- und Durchlässigkeitssignale des zugehörigen Zielblocks bestimmt. Für jeden Zielblock, der wenigstens einen Pixelwert enthält, der nicht kodiert werden sollte, wird ein Ersatzpixelwert berechnet, indem eine bekannte Funktion auch auf die zu kodierenden Pixelwerte des Vorhersageblocks angewendet wird. Dieser Ersatzpixelwert wird dann in einem Zielblock und in dem zugehörigen Vorhersageblock für jeden darin nicht zu kodierenden Pixelwert ersetzt und die Differenz zwischen dem Zielblock und dem Vorhersageblock wird gewonnen, indem die Ersatzpixelwerte zum Kodieren des Bildes verwendet werden. Die in **Fig. 10** gezeigte und unten beschriebene Bilddekodiervorrichtung dekodiert die so kodierten Bilddaten.

[0096] Wie in **Fig. 10** gezeigt, umfasst der Decoder **12** vorzugsweise einen Eingabeterminal **10**, einen Parser **11**, einen Inversquantisierer **13**, einen Invers-DCT-Operator **15**, einen Addierer **17**, eine Rahmenspeicherbank **324**, einen Vorhersageblockgenerator (Adressengenerator) **21**, einen Ersatzwertgenerator **321** und einen Ersetzer **319**. Der Parser **11**, Inversquantisierer **13** und Invers-DCT-Operator **15** definieren den Hauptteil des Dekoders.

[0097] Die Bilddaten werden im Eingabeterminal **10** eingegeben und vom Decoder dekodiert, um ein Differenzsignal zu generieren. Genauer, der Parser **11** analysiert die Bilddaten syntaktisch und gibt die Bewegungsinformationen über die Leitung **130** an den Adressengenerator **21** aus, und die Quantisierungsmenge und Quantisierungs-DCT-Koeffizienten über Leitung **116** an den Inversquantisierer **13**. Der Inversquantisierer **13** multipliziert den Quantisierungs-DCT-Koeffizienten mit der Quantisierungsmenge, um den Inversquantisierungs-DCT-Koeffizienten zu generieren.

[0098] Der Inversquantisierungs-DCT-Koeffizient wird über die Leitung **118** zu dem Invers-DCT-Operator **15** gesendet zur Inversumwandlung in ein räumliches Domain-Differenzsignal. Das Differenzsignal wird über die Leitung **120** zum Addierer **17** gesendet, um mit dem über Leitung **129** eingegebenen Vorhersagesignal kombiniert zu werden, um das rekonstruierte Signal zu generieren und auszugeben. Dieses rekonstruierte Signal (Helligkeit und Durchlässigkeitssignale) wird auch über die Leitung **124** zur Rah-

menspeicherbank **324** zurückgeführt. Die Wirkungsweise der Rahmenspeicherbank **324** wird unten beschrieben.

[0099] Der Adressengenerator **21** wandelt die eingespeiste Bewegungsinformation in die Adresse um, die verwendet wird, um auf die Rahmenspeicherbank **324** zuzugreifen und der Vorhersagesignalblock ist von der Adresse in der Rahmenspeicherbank **324** ausgelesen. Der Vorhersageblock wird über die Leitung **126** in den Ersatzwertgenerator **321** eingegeben, der eine bekannte Funktion auf die Pixelwerte anwendet, die im Vorhersageblock kodiert werden sollten, um den Ersatzpixelwert zu generieren. Es wird bemerkt, dass die hier verwendete Funktion die gleiche Funktion sein muss, die auf der Übermittlungsseite verwendet wird. Der bevorzugte Ersatzpixelwert ist der Durchschnitt der Pixelwerte, die kodiert werden sollten.

[0100] Der Ersatzpixelwert und der Vorhersageblock werden in den Ersetzer **319** eingegeben, der die in dem Vorhersageblock nicht zu kodierenden Pixelwerte durch die Ersatzpixelwerte ersetzt und dann über die Leitung **129** an den Addierer **17** ausgibt.

[0101] Die so reproduzierten Bildobjekte können dann, basierend auf der Durchlässigkeitsinformation, synthetisiert und angezeigt werden. Dieser Prozess wird im Folgenden beschrieben unter Bezugnahme auf die folgenden Ausführungsformen.

[0102] Zur Komprimierungskodierung und Übertragung eines Bildes mit mehreren Schichten wie in **Fig. 2** gezeigt muss Multiplexen verwendet werden. Die digitale Bildtransformationsoperation wird unter Bezugnahme auf die **Fig. 12A, 12B** und **12C** unten beschrieben.

[0103] **Fig. 12A** zeigt eine multiplexte Struktur kodierter Daten mit drei Schichten (Daten **1010** für Schicht A, Daten **1011** für Schicht B und Daten **1012** für Schicht C), die einen Bildrahmen (Rahmen 1) definieren. Daten **1010** für Schicht A, Daten **1011** für Schicht B und Daten **1012** für Schicht C, korrespondieren mit dem Bild A1000, dem Bild B1001 bzw. dem Bild C1002, wie in **Fig. 2** gezeigt. Die in **Fig. 12A** gezeigte Datenstruktur wird deshalb durch Multiplexen der Bildschichten in einer Folge vom Vordergrund ausgehend gewonnen. Eine Variation dieser Struktur wäre die Schichten in einer Folge von der Hintergrundschicht ausgehend zu multiplexen, d. h. die Daten **1023** für Schicht C, Daten **1024** für Schicht B und Daten **1025** für Schicht A, wie in **Fig. 12C** gezeigt.

[0104] Die Schichtdaten starten mit einem Schichtsynchronisationssignal **1015**, gefolgt von einem Blocksynchronisationssignal **1014**, der Bewegungsinformation **1016** für den Block, die Quantisierungsmenge **1017** und den DCT-Koeffizienten **1018**, wie in **Fig. 12B** gezeigt. Wenn ein Durchlässigkeitssignal vorhanden ist, wird der Durchlässigkeitssignalkoeffizient zusätzlich zum Helligkeitssignal-DCT-Koeffizienten beigefügt.

[0105] Es muss bemerkt werden, dass während die vorhergehenden Ausführungsformen unter Verwen-

derung von Bewegungskompensations-DCT beschrieben wurden, Subband, Wavelet oder Fraktalkodierung alternativ verwendet werden könnten. Zusätzlich wurde das Multiplexen von Bildschichten oben beschrieben, aber die Schichtdaten können auch in Blöcke einer bekannten Bitgröße aufgeteilt werden und die Blöcke können dann für das Multiplexen gepackt werden. In diesem Fall können die Daten in einer Folge multiplext werden, wie: Schicht A Paket 1, Schicht B Paket 1, Schicht C Paket 1, Schicht A Paket 2, Schicht B Paket 2, Schicht C Paket 2, ...

[0106] Als nächstes wird unter Bezugnahme auf das Blockdiagramm in **Fig. 11** die Vorrichtung zum Dekodieren und Synthetisieren gemäß der ersten Ausführungsform beschrieben. Die unter Verwendung des entweder in **Fig. 12A** oder **12B** gezeigten Formates multiplexten kodierten Daten werden in den externen Leitungseingabeterminal **10** eingegeben. Der Decoder **12** dekodiert dann die kodierten Daten in jeder einzelnen Schicht zu einem rekonstruierten Bild, das im Rahmenspeicher **FM0 14** gespeichert wird. Der Bildsynthetisierer **16** überlegt das rekonstruierte Bild mit dem im Feedbackrahmenspeicher **FM1 22** synthetisierten Bild, um ein neues synthetisiertes Bild zu generieren. Dieses neue synthetisierte Bild wird dann im Rahmenspeicher **FM1 22** und im Anzeigespeicher **118** gespeichert, um von der Ausgabevorrichtung **20** angezeigt zu werden. Die Prozesssteuerung **24** steuert sowohl den Rahmenspeicher **FM0 14** als auch den Rahmenspeicher **FM1 22**.

[0107] Die bevorzugte Ausführungsform des Decoders **12** ist in **Fig. 10** gezeigt und wird im Folgenden für den Fall beschrieben, in welchem die kodierten Daten, die wie in **Fig. 12C** gezeigt multiplext werden, dekodiert und synthetisiert werden.

[0108] Die kodierten Daten **1023** für Schicht C (die Hintergrundschicht) werden zuerst in den externen Leitungseingabeterminal **10** eingegeben. Der Parser **11** analysiert die Bilddaten dann syntaktisch und gibt die Bewegungsinformation über eine Leitung **130** zum Adressgenerator **21** und die Quantisierungsmenge und die Quantisierungs-DCT-Koeffizienten über eine Leitung **116** zum Inversquantisierer **13** aus. Der Inversquantisierer **13** multipliziert den Quantisierungs-DCT-Koeffizienten mit der Quantisierungsmenge, um den Inversquantisierungs-DCT-Koeffizienten zu generieren.

[0109] Der Inversquantisierungs-DCT-Koeffizient wird dann über die Leitung **118** an den Invers-DCT-Operator **15** gesendet, um in ein räumliches Domain-Differenzsignal invers umgewandelt zu werden. Das Differenzsignal wird über Leitung **120** an den Addierer **17** gesendet, um mit dem Vorhersagesignal (nach der Pixelwertsubstitution) kombiniert zu werden, das von der Leitung **129** eingegeben wird, um das rekonstruierte Signal zu generieren und auszugeben. Dieses rekonstruierte Signal wird auch zur Rahmenspeicherbank **324** über eine Leitung **124** zurückgeführt. Die Rahmenspeicherbank **324** umfasst mehrere Rahmenspeichereinheiten.

[0110] In diesem Beispiel umfasst die Rahmenspeicherbank **324** drei Rahmenspeichereinheiten **19A**, **19B** und **19C**. Rahmenspeicher **19C** wird in diesem Beispiel zur Speicherung des Schicht C Bildes verwendet. Um das Schicht C Bild aus der Rahmenspeicherbank **324** auszulesen, wird der Schalter **80** mit dem Terminal **83c** verbunden, der Schalter **81** mit dem Terminal **84c** und der Schalter **82** mit dem Terminal **85c**. Der Adressgenerator **21** wandelt die Bewegungsinformation in eine Rahmenspeicheradresse um, um das Vorhersagesignal aus dem bezeichneten Rahmenspeicher **19C** zu lesen, der also Schicht C über die Leitung **126** zum Ersatzwertgenerator **321** ausgibt.

[0111] Das dekodierte Schicht C Bild wird dann an den Rahmenspeicher **FM0 14** in **Fig. 11** ausgegeben. Weil Schicht C in diesem Beispiel die erste Schicht in dem Rahmen ist, setzt die Prozesssteuerung **24** den Rahmenspeicher **FM1 22** auf einen bekannten Wert. Dieser bekannte Wert zeigt an, dass der Rahmenspeicherwert kein gültiger Pixel ist und vorzugsweise auf Null gesetzt wird. Die Prozesssteuerung **24** gibt die Pixelwerte für denselben Ort aus den Rahmenspeichern **14** und **22** an den Bildsynthetisierer **16** in der eingelesenen Folge aus.

[0112] Im Folgenden wird der vom Bildsynthetisierer **16** ausgeführte Prozess beschrieben. Das im Rahmenspeicher **FM0 14** gespeicherte Bild wird oben auf das in den Rahmenspeicher **FM1 22** geschriebene Bild geschrieben, weil das Bild im Rahmenspeicher **FM0 14** die Bildschicht über der Schicht des Bildes im Rahmenspeicher **FM1 22** ist. Der Bildsynthetisierer **16** vergleicht die vom Rahmenspeicher **FM0 14** eingegebenen Pixel mit zugehörigen Pixeln in der gleichen Position im Bild, das vom Rahmenspeicher **FM1 22** eingegebenen wird. Wenn der Pixelwert in dem Bild vom Rahmenspeicher **FM0 14** kein besonderer Wert ist (0 in diesem Beispiel), wird der Pixel aus Rahmenspeicher **FM0 14** ausgegeben; wenn der Pixelwert im Bild aus Rahmenspeicher **FM0 14** ein besonderer Wert ist (0 in diesem Beispiel), wird der Pixel aus dem Rahmenspeicher **FM1 22** ausgegeben. Die ausgegebenen Pixel werden in den Anzeigespeicher **18** zwischengespeichert, um an der Ausgabevorrichtung **20** angezeigt zu werden und gleichzeitig zum Rahmenspeicher **FM1 22** zur Speicherung zurückgeführt.

[0113] Die kodierten Daten **1024** der Schicht B in **Fig. 12C** werden als nächstes in den externen Leitungseingabeterminal eingegeben, wie oben beschrieben, vom Decoder **12** zum rekonstruierten Bild dekodiert und in den Rahmenspeicher **FM0 14** eingegeben. Der Rahmenspeicher **19b** im Decoder **12** wird zum Speichern des Schicht B Bildes in diesem Beispiel verwendet. Um die Schicht B Bilder aus der Rahmenspeicherbank **324** auszulesen, werden Schalter **80**, **81** und **82** deshalb auf die Terminals **83b**, **84b** bzw. **85b** geschaltet und die Bildschicht wird so ausgegeben und dekodiert. Die Bilder aus dem Rahmenspeicher **FM0 14** und Rahmenspeicher

FM1 22 werden dann vom Bildsynthetisierer 16 wie oben beschrieben übereinander gelegt und an den Anzeigespeicher 18 und Rahmenspeicher FM1 22 ausgegeben. Im Ergebnis ist das Schicht B Bild über das Schicht C Bild gelegt.

[0114] Die kodierten Daten 1024 der Schicht A in Fig. 12C werden als nächstes in den externen Leitungseingabeterminal eingegeben, wie oben beschrieben, vom Decoder 12 dekodiert und durch den Bildsynthetisierer 16 über das Bild aus Rahmenspeicher FM1 22 gelegt. Rahmenspeicher 19a im Decoder 12 wird in diesem Beispiel verwendet, um das Schicht A Bild durch den Bildsynthetisierer 16 zu speichern. Um das Schicht A Bild aus der Rahmenspeicherbank 324 auszulesen, werden Schalter 80, 81 und 82 deshalb auf die Terminals 83a, 84a bzw. 85a geschaltet. Das Bild für Schicht A kann also ausgegeben und dekodiert und kann oben auf die Schicht B und C Bilder zur Anzeige gelegt werden.

[0115] Dieser Prozess wird dann für den nächsten Rahmen wiederholt. Es wird bemerkt, dass, obwohl die vorliegende Erfindung unter Verwendung von drei Schichten beschrieben wurde, der im Wesentlichen gleiche Prozess auf jede beliebige Anzahl von Bildschichten angewendet werden kann. Es wird weiter bemerkt, dass die Anzahl der Rahmenspeichereinheiten in der Rahmenspeicherbank 324 des Decoders 12 mit der Anzahl der Bildschichten korrespondieren muss.

[0116] Wenn die Bilddaten unter Verwendung eines in Fig. 12A gezeigten Formates kodiert werden, muss der vom Bildsynthetisierer 16 ausgeführte Prozess modifiziert werden. Genauer, die Schichten, die im Rahmenspeicher FM1 22 gespeichert sind, sind die Bilder, die oben auf die im Rahmenspeicher FM0 14 gespeicherten Bilder gelegt werden, weil das Bild ausgehend von der Vordergrundschrift multiplext wird. Der Bildsynthetisierer 16 vergleicht wieder die von Rahmenspeicher FM0 14 eingegebenen Pixel mit korrespondierenden Pixeln in der gleichen Position im Bild, die aus dem Rahmenspeicher FM1 22 eingegeben werden. In diesem Fall jedoch wird der Pixel vom Rahmenspeicher FM1 22 ausgegeben, wenn der Pixelwert in dem Bild aus dem Rahmenspeicher FM1 22 kein bestimmter Wert ist (Null in diesem Fall); wenn der Pixelwert in dem Bild vom Rahmenspeicher FM1 22 ein besonderer Wert ist (Null in diesem Beispiel), wird der Pixel aus dem Rahmenspeicher FM0 14 ausgegeben. Also kann die zuletzt empfangene Schicht korrekt unter der zuerst empfangenen Schicht platziert werden.

[0117] Fig. 13 zeigt ein Blockdiagramm einer zweiten Ausführungsform einer Digitalbilddekodierungs- und Synthetisierungsvorrichtung. Diese Ausführungsform ist im Wesentlichen identisch zu der in Fig. 11 gezeigten. Was sich unterscheidet ist, dass ein Schalter 26 zwischen dem Eingabeterminal C und dem Decoder 12 angeordnet ist und ein Anzeigeselektor 25 hinzugefügt ist.

[0118] Der Schalter 26 wird durch die Prozesssteuerung 24 über eine Leitung 113 gesteuert.

Wenn die Bilddekodierungs- und Synthetisierungsvorrichtung keine besondere Schicht reproduziert und anzeigt, wird der Schalter 26 geöffnet und somit die Signalleitung zwischen dem Eingabeterminal C und dem Decoder 12 unterbrochen. Die Prozesssteuerung 24 kann den Schalter 26 steuern, um zu verhindern, dass eine bestimmte Schicht verarbeitet wird, wenn nicht genügend Verarbeitungskapazität zur Verfügung steht, indem die zur Verfügung stehende Arbeitskapazität der Vorrichtung ausgewertet wird. Indem der Anzeigeselektor 25 verwendet wird, ist es für den Benutzer auch möglich, den Betrieb des Schalters 26 zu steuern, um nur eine bestimmte Schicht zu reproduzieren und anzuzeigen.

[0119] Der Anzeigeselektor 25 kann ein Keyboard, eine Maus oder eine andere Schnittstellenvorrichtung sein. Um die Hintergrundschicht (Schicht C in Fig. 2) nicht anzuzeigen, wird z. B. das korrespondierende Schichtsynchrisationssignal vom Schichtsynchrisationssignaldetektor detektiert (in den Figuren nicht gezeigt) und der Schalter 26 wird gesteuert, sich zu öffnen, wenn das Synchronisationssignal für Schicht C detektiert wird, dadurch wird verhindert, dass Schicht C verarbeitet wird.

[0120] Fig. 14 zeigt ein Blockdiagramm einer dritten Ausführungsform einer Digitalbilddekodierungs- und Synthetisierungsvorrichtung. Diese Ausführungsform ist im Wesentlichen identisch zu der in Fig. 13 gezeigten. Was sich unterscheidet ist, dass ein weiterer Schalter 34 zwischen dem Bildsynthetisierer 16 und dem Rahmenspeicher FM1 22 eingefügt ist und ein Schalter 30 zwischen dem Bildsynthetisierer 16 und dem Anzeigespeicher 18 eingefügt ist. Beide von diesen Schaltern 34 und 30 werden von der Prozesssteuerung 24 gesteuert und können vom Benutzer unter Verwendung des Anzeigeselektors 25 interaktiv gesteuert werden.

[0121] Wenn die im Rahmenspeicher FM1 22 gespeicherte Daten nicht aktualisiert werden sollen, öffnet die Prozesssteuerung 24 den Schalter 34, um den Bildsynthetisierer 16 von Rahmenspeicher FM1 22 zu trennen. Gleichermaßen wird, wenn die Bildsynthetisierungsausgabe nicht angezeigt werden soll, der zugehörige Schalter 30 geöffnet, um den Bildsynthetisierer 16 vom Anzeigespeicher 18 zu trennen.

[0122] Dieser Prozess wird unten für den Fall beschrieben, in welchem mit Schicht A (Vordergrund), B (Mittelschicht) und C (Hintergrund) multiplexte Bilddaten eingegeben und reproduziert werden und angezeigt werden für eine Zeitperiode, weil die drei Schalter 26, 30 und 34 geschlossen sind. Der Benutzer steuert den Anzeigeselektor 25, um die Schicht B in den Vordergrund zu bringen, während die Anzeige der Schichten A und B eingefroren ist.

[0123] Fig. 18 zeigt eine Tabelle, die die verschiedenen Positionen jedes einzelnen Schalters und die zugehörige Änderung im Inhalt des Feedbackrahmenspeichers FM1 22 und des Anzeigespeichers 18

für den Fall anzeigt, in welchem die kodierten Daten ausgehend von der Vordergrundschrift eingegeben werden, d. h. in der Folge: C1, B1, A1, C2, B2, A2 ... eingegeben und dekodiert werden. Es wird bemerkt, dass in **Fig. 18** EIN eine geschlossene Schalterposition darstellt (unterbrechungsloser Stromverlauf besteht) und AUS eine offene Schalterposition repräsentiert (unterbrechungsloser Stromverlauf besteht nicht). Es wird angenommen, dass das Anzeigeselektionssignal durch den Anzeigeselektor **25** am Beginn des Rahmens 2 eingegeben wird.

[0124] Sowohl Schalter **26** als auch Schalter **34** sind geschlossen, wenn Rahmen 1 eingegeben wird, wodurch der Inhalt der Rahmenspeicher FM1 **22** stetig aktualisiert sein kann und woraus ein synthetisiertes Bild der Schichten A1 + A2 + C1 resultiert. Schalter **30** ist geöffnet, bis das synthetisierte Bild der Schichten A1 + B1 + C1 ausgegeben ist, zu welcher Zeit Schalter **30** schließt, um das Bild, das Schichten A0 + B0 + C0 umfasst, zu aktualisieren, die im Anzeigespeicher **18** gespeichert sind, um zu dem Bild, das die Schichten A1 + B1 + C1 umfasst, aktualisiert zu werden. Das Bild aus Rahmen 1 bleibt während der Periode für Rahmen 2 angezeigt, weil das erforderliche Bild (Rahmen 2 Bild) immer noch in Bearbeitung ist. Im Ergebnis bleibt der Schalter **30** geöffnet und der Anzeigespeicher **30** speichert das Rahmen-1-Bild weiter.

[0125] Um ein Bild aus den Schichten C2 und A2 zu synthetisieren, bleiben die Schalter **26** und **35**, während die Schichten C2 und A2 eingegeben werden, geschlossen, aber werden geöffnet, wenn Schicht B2 eingegeben wird. Genauer, Schalter **26** und **34** werden geschlossen, wenn Schicht C2 eingegeben wird, geöffnet, wenn Schicht B2 eingegeben wird und wieder geschlossen, wenn Schicht A2 eingegeben wird. Im Ergebnis werden nur Schichten C2 und A2 in den Rahmenspeicher FM1 **22** eingeschrieben. Schalter **34** wird dann geöffnet, so dass Rahmenspeicher FM1 **22** nicht aktualisiert wird und das aus den Schichten A2 + C2 synthetisierte Bild hält.

[0126] Wenn Rahmen 3 und folgende Rahmen eingegeben werden, sind Schalter **26** und **34** nur während der Periode für Schicht B (B3, B4, ...) geschlossen (ON), dadurch ist es möglich, Schicht B zu dekodieren, rekonstruieren, synthetisieren und anzuzeigen mit dem synthetisierten Bild der Schichten A2 + C2 nach Zwischenspeicherung im Anzeigespeicher **18**. Es ist also möglich, Schicht B im Vordergrund anzuzeigen, während die Anzeige der anderen Schichten in einem Ruhemodus eingefroren ist.

[0127] **Fig. 15** ist ein Blockdiagramm einer vierten Ausführungsform einer Digitalbilddekodierungs- und Synthetisierungsrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung. Diese Ausführungsform ist im Wesentlichen identisch zu der in **Fig. 14** gezeigten. Was sich unterscheidet ist, dass ein anderer Rahmenspeicher FM2 **23** zur Ergänzung des Rahmenspeichers FM1 **22** hinzugefügt ist, und Schalter **34** und **31** zur Auswahl der Eingabe und Ausgabe dieser beiden Rah-

menspeichereinheiten vorgesehen sind. Ein anderer Schalter **38** ist auch vorgesehen, um die Eingabe auf den Bildsynthetisierer **16** zwischen dem Rahmenspeicher FM0 **14** und Rahmenspeicher FM2 **23** zu schalten. Diese Schalter werden von der Prozesssteuerung **24** gesteuert und können vom Benutzer unter Verwendung des Anzeigeselektors **25** interaktiv gesteuert werden.

[0128] Ausführungsform wird unten unter Bezugnahme auf eine Tabelle in **Fig. 19** beschrieben. Wie in der Tabelle in **Fig. 18** repräsentiert EIN eine geschlossene Schalterposition (unterbrechungsloser Stromlauf existiert) und AUS repräsentiert eine offene Schalterstellung (unterbrechungsloser Stromlauf existiert nicht). Zusätzlich repräsentiert "P" einen Terminal (Schalterpol), so dass "P40", in der Leitung für Schalter **38** dargestellt, bedeutet, dass Schalter **38** mit dem Terminal (Pol 40) verbunden ist (unterbrechungsloser Stromlauf existiert über Schalter **38** zum Terminal **40**).

[0129] Es wird angenommen, dass Rahmen 1 normalerweise dekodiert und synthetisiert wird, d. h. Schicht B1 liegt über Schicht C1 und Schicht A1 über Schicht B1. Das zu erreichen, ist Schalter **26** geschlossen und Schalter **38**, **34** bzw. **31** sind mit Terminals **40**, **29** bzw. **35** verbunden. Schalter **30** schließt, nachdem das synthetisierte Bild der Schichten A1 + B1 + C1 gewonnen ist, um das synthetisierte Bild durch den Anzeigespeicher **18** an die Ausgabevorrichtung **20** auszugeben.

[0130] Ein Anzeigeselektionssignal, das anweist, Schicht B im Vordergrund anzuzeigen, während die anderen Schichten auch aufgefrischt und angezeigt werden, wird dann aus dem Anzeigeselektor **25** am Beginn des Rahmens 2 eingegeben. Weil jede Schicht reproduziert und angezeigt werden muss, bleibt Schalter **26** geschlossen. Beide Rahmenspeicher FM1 **22** und FM2 **23** werden auf einen besonderen Wert am Beginn von Rahmen 1 gesetzt.

[0131] Schicht C2 wird dann dekodiert und über Schalter **38** aus dem Rahmenspeicher FM0 **14** an den Bildsynthetisierer **16** ausgegeben. Die Ausgabe vom Bildsynthetisierer **16** wird durch die Schalter **34** zur Speicherung im Rahmenspeicher FM1 **22** geführt.

[0132] Schicht B2 wird dann dekodiert und durch Schalter **36** vom Rahmenspeicher FM0 **14** an den Bildsynthetisierer **16** ausgegeben, dadurch mit dem Bild kombiniert, das im Rahmenspeicher FM2 **23** gehalten wird (welches vorher auf einen besonderen Wert gesetzt wurde), dann durch Schalter **34** zur Speicherung in Rahmenspeicher FM2 **23** geführt.

[0133] Dann wird Schicht A auf gleiche Weise dekodiert, aber mit dem Schicht C2 Bild, das im Rahmenspeicher FM1 **22** gespeichert ist, synthetisiert. Der Auswahlswitch **31** wird deshalb auf den Terminal **35** geschaltet und das synthetisierte Bild wird durch den Schalter **34** zur Speicherung im Rahmenspeicher FM1 **22** geführt. Im Ergebnis wird das synthetisierte Bild A2 + C2 im Rahmenspeicher FM1 **22** spei-

chert und das Schicht B2 Bild im Rahmenspeicher FM2 **23** gespeichert. Schalter **38** und **31** werden dann auf die Terminals **39** bzw. **35** geschaltet, um Schicht B2 mit den Schichten A2 + C2 für die Anzeige zu synthetisieren. Indem der Prozess für jede Schicht in den folgenden Rahmen wiederholt wird, kann ein Film gewonnen werden, in dem Schicht B im Vordergrund angezeigt wird.

[0134] Während sich die obige Beschreibung insbesondere auf kodierte Daten bezieht, die in Folge von der Hintergrundschicht aus multiplext sind, kann das im Wesentlichen gleiche Verfahren zur Bearbeitung kodierter Daten, die in Folge von der Vordergrundschicht aus, multiplext sind, verwendet werden.

[0135] **Fig. 16** ist ein Blockdiagramm einer fünften Ausführungsform einer Digitalbilddekodierungs- und Synthetisierungsapparatur. Diese Ausführungsform ist im Wesentlichen identisch zu der in **Fig. 11** gezeigten. Was sich unterscheidet ist, dass ein anderer Rahmenspeicher FM3 **42** zum Dekodieren und Synthetisieren kodierter Daten, die ein Übertragungssignal enthalten, hinzugefügt ist. Im unten genannten Beispiel werden die kodierten Daten, die kodiert und synthetisiert werden sollen, in Folge von der Vordergrundschicht aus wie in **Fig. 12C** gezeigt, multiplext. Die Basisoperation ist unter Bezugnahme auf **Fig. 11** oben beschrieben, ausgenommen, dass die Helligkeits- und Durchlässigkeitssignale der rekonstruierten Bilder in jeder Schicht im Rahmenspeicher FM0 **14** bzw. im Rahmenspeicher FM3 **42** gespeichert sind und dann mit dem synthetisierten Bild, das vom Feedbackrahmenspeicher FM1 **22** zur Verfügung gestellt wird, gemischt werden.

[0136] Indem das im Rahmenspeicher FM3 **42** gespeicherte Durchlässigkeitssignal verwendet wird, mischt der Bildsynthetisierer **16** das Bild in dem Rahmenspeicher FM0 **14** mit dem Bild im Rahmenspeicher FM1 **22**. Wenn  $x_0$  der Pixelwert aus dem Rahmenspeicher FM0 **14** ist,  $x_1$  der Pixelwert aus dem Rahmenspeicher FM1 **22** ist und  $\alpha$  der Wert aus dem Rahmenspeicher FM3 **42** ist, ist ein undurchlässiges Objekt präsent und der Hintergrund kann nicht gesehen werden, wenn  $\alpha$  100% ist; wenn  $\alpha$  0% ist, ist kein Objekt anwesend und der Hintergrund wird durch die anderen Schichten hindurch angezeigt. Der synthetisierte Pixelwert  $y$  kann also aus der Gleichung

$$y = \alpha \cdot x_0 + (1 - \alpha) \cdot x_1$$

gewonnen werden.

[0137] Es ist also möglich, dass nach den anderen Schichten empfangene Vordergrundbild über die anderen Schichten zu platzieren und wenn  $\alpha$  zwischen 0% und 100% ist, die Durchlässigkeit der zugehörigen Objekte angemessen anzupassen. Es muss bemerkt werden, dass eine selektive Anzeigemöglichkeit in der in **Fig. 16** gezeigten Vorrichtung zur Verfügung gestellt werden kann, indem Schalter und Rahmenspeicher, wie in den **Fig. 13, 14** und **15** gezeigt, und oben beschrieben wurden, hinzugefügt werden.

[0138] **Fig. 17A** ist ein Blockdiagramm einer sechsten Ausführungsform eines Digitalbilddekodierungs- und Synthetisierungsapparates gemäß der vorliegenden Erfindung. **Fig. 17A** ist eine Digitalbilddekodierungs- und Synthetisierungsapparatur zum Dekodieren und Synthetisieren kodierter Daten, die ein Durchlässigkeitssignal wie oben unter Bezugnahme auf die **Fig. 16** beschrieben, enthalten. In diesem Fall jedoch werden die kodierten Daten, die dekodiert und synthetisiert werden sollen, in einer Folge von der Vordergrundschicht aus wie in **Fig. 12A** gezeigt, multiplext. Ein Bildsynthetisierer **46** zum Synthetisieren der Durchlässigkeitssignale, die im Rahmenspeicher FM3 **42** gespeichert sind und ein zusätzlicher Rahmenspeicher FM4 **44** zum Speichern des Ergebnisses einer Durchlässigkeitssignalsynthese werden auch zur Verfügung gestellt.

[0139] Der Basisprozess, der von dieser Vorrichtung ausgeführt wird, ist derselbe wie der oben unter Bezugnahme auf **Fig. 16** beschriebene, ausgenommen, dass die vom Bildsynthetisierer **16** und **46** ausgeführten Prozesse verändert sind, weil die Bilder in einer Folge von der Vordergrundschicht aus dekodiert werden.

[0140] Die Helligkeits- und Durchlässigkeitssignale für Schicht A werden zuerst dekodiert und im Rahmenspeicher FM0 **14** bzw. Rahmenspeicher FM3 **42** gespeichert. Schicht A wird nicht synthetisiert, weil sie die erste Schicht im Rahmen ist und die Helligkeits- und Durchlässigkeitssignale deshalb im Rahmenspeicher FM1 **22** und Rahmenspeicher FM4 **44** gespeichert sind. Ein Durchlässigkeitssignal A' wie **Fig. 17B** gezeigt wird im Rahmenspeicher FM4 **44** gespeichert.

[0141] Schicht B wird dann dekodiert und die Helligkeits- und Durchlässigkeitssignale werden im Rahmenspeicher FM0 **14** und Rahmenspeicher FM3 **42** gespeichert. Indem das im Rahmenspeicher FM4 **44** gespeicherte Durchlässigkeitssignal (Bild **1004**) verwendet wird, kombiniert der Bildsynthetisierer **16** die Helligkeitssignale vom Rahmenspeicher FM0 **14** und Rahmenspeicher FM1 **22**. Wenn  $x_0$  der Pixelwert aus dem Rahmenspeicher FM0 **14** ist, ist  $x_1$  der Pixelwert aus dem Rahmenspeicher FM1 **22** und  $\alpha$  der Wert aus dem Rahmenspeicher FM4 **44**,  $x_1$  wird über  $x_0$  angeordnet und der Ausgabepixel  $y$  aus dem Bildsynthetisierer **16** kann aus der Gleichung

$$y = \alpha \cdot x_1 + (1 - \alpha) \cdot x_0$$

gewonnen werden.

[0142] Das Durchlässigkeitssignal B' **1005** (**Fig. 17B**) ist im Rahmenspeicher FM3 **42** gespeichert und wird mit dem Durchlässigkeitssignal **1004** aus dem Rahmenspeicher FM4 **44** dem Bildsynthetisierer **46** gemischt. Die Durchlässigkeitssignale von den beiden Rahmenspeichern FM3 **42** und FM4 **44** werden vorzugsweise verglichen und das Signal mit dem höheren Signalwert wird ausgegeben. Die so synthetisierten Durchlässigkeitssignale werden als

Bilder D' **1006** in **Fig.** 17B gezeigt.

[0143] Die Helligkeits- und Durchlässigkeitssignale für die Schicht C werden als nächstes dekodiert und mit Schichten A und B wie oben beschrieben gemischt.

[0144] Es muss bemerkt werden, dass eine Auswahlanzeigemöglichkeit in der in **Fig.** 17B gezeigten Vorrichtung zur Verfügung gestellt werden kann, indem Schalter und Rahmenspeicher wie in den **Fig.** 13, 14 und 15 gezeigt und oben beschriebenen hinzugefügt werden.

[0145] Die so beschriebene Erfindung kann offensichtlich auf viele Arten variiert werden. Solche Variationen verlassen den Kern und den Gegenstand der Erfindung nicht und alle Modifikationen, die für einen Fachmann nahe liegend sind, sind im Schutzbereich der nachfolgenden Ansprüche eingeschlossen.

### Patentansprüche

1. Bildkodierverfahren zur Kodierung eines Zielbildes einer Bildfolge, wobei jedes Bild ein jeden Pixelwert ausdrückendes Helligkeitssignal und ein die Durchlässigkeit jedes Pixels ausdrückendes Durchlässigkeitssignal umfasst, wobei das Verfahren die Schritte umfasst:

Herstellen (**342**) eines Musters, das Repräsentant der Bilder der Folge ist; Erzeugen (**350, 352**) eines ersten Vorhersagebildes, indem das Zielbild auf dem Muster basierend vorhergesagt wird, und Produzieren von mit dem ersten Vorhersagebild korrespondierenden ersten Daten;

Produzieren (**354**) einer Differenz zwischen dem ersten Vorhersagebild und dem Zielbild;

Erzeugen (**356, 358**) eines zweiten Vorhersagebildes, indem das Zielbild auf einem ersten Nebenbild basierend vorhergesagt wird, das chronologisch auf einer Seite neben dem Zielbild anzuzeigen ist, und Produzieren von mit dem zweiten Vorhersagebild korrespondierenden zweiten Daten;

Produzieren (**360**) einer Differenz zwischen dem zweiten Vorhersagebild und dem Zielbild; und

Auswählen (**366, 376, 376'**) einer der ersten und zweiten Daten, welche die kleinere Differenz bezüglich des Zielbildes hervorgebracht haben.

2. Bildkodierverfahren nach Anspruch 1, wobei das erste Nebenbild chronologisch vor dem Zielbild kommt.

3. Bildkodierverfahren nach Anspruch 1, wobei das erste Nebenbild chronologisch nach dem Zielbild kommt.

4. Bildkodierverfahren nach Anspruch 1, das weiterhin die Schritte umfasst: Erzeugen (**388, 390**) eines dritten Vorhersagebildes, indem das Zielbild basierend auf einem zweiten Nebenbild vorhergesagt wird, das chronologisch auf der anderen, der einen Seite gegenüberliegenden Seite neben dem Zielbild

anzuzeigen ist, und Produzieren von mit dem dritten Vorhersagebild korrespondierenden dritten Daten; Produzieren (**360**) einer Differenz zwischen dem dritten Vorhersagebild und dem Zielbild; und Auswählen einer der ersten, zweiten und dritten Daten im Auswahlschritt, die bezüglich des Zielbildes die kleinste Differenz hervorgebracht haben.

5. Bildkodierverfahren nach Anspruch 1, das weiterhin die Schritte umfasst:

Erzeugen (**362**) eines Durchschnittsvorhersagebildes, indem aus dem ersten und zweiten Vorhersagebild ein gewichteter Durchschnitt erhalten wird, und Produzieren von mit dem Durchschnittsvorhersagebild korrespondierenden gemittelten Daten;

Produzieren (**360**) einer Differenz zwischen dem Durchschnittsvorhersagebild und dem Zielbild; und Auswählen einer der ersten, zweiten und gemittelten Daten im Auswahlschritt, die bezüglich des Zielbildes die kleinste Differenz hervorgebracht haben.

6. Bildkodierverfahren nach Anspruch 4, das weiterhin die Schritte umfasst:

Erzeugen (**362**) eines Durchschnittsvorhersagebildes, indem ein gewichteter Durchschnitt aus wenigstens zwei der Vorhersagebilder erhalten wird, und Produzieren von mit dem Durchschnittsvorhersagebild korrespondierenden gemittelten Daten;

Produzieren (**360**) einer Differenz zwischen dem Durchschnittsvorhersagebild und dem Zielbild; und Auswählen einer der ersten, zweiten, dritten und gemittelten Daten im Auswahlschritt, die bezüglich des Zielbildes die kleinste Differenz hervorgebracht haben.

7. Bildkodierverfahren nach Anspruch 6, wobei die wenigstens zwei der Vorhersagebilder die zweiten und dritten Vorhersagebilder sind.

8. Bildkodierverfahren nach Anspruch 1, wobei jedes der Vorhersagebilder ein Rahmenbild ist.

9. Bildkodierverfahren nach Anspruch 1, wobei jedes der Vorhersagebilder ein Teil eines Rahmenbildes ist.

10. Eine Bildkodiervorrichtung zum Kodieren eines Zielbildes einer Bildfolge, wobei jedes Bild ein jeden Pixelwert ausdrückendes Helligkeitssignal und ein die Durchlässigkeit jedes Pixels ausdrückendes Durchlässigkeitssignal umfasst, wobei die Vorrichtung umfasst:

Mittel (**342**) zum Produzieren eines Musters, das Repräsentant des Bildes der Folge ist;

Mittel (**350, 352**) zum Erzeugen eines ersten Vorhersagebildes, indem das Zielbild auf dem Muster basierend vorhergesagt wird, und Produzieren von mit dem ersten Vorhersagebild korrespondierenden ersten Daten,

Mittel (**354**) zum Produzieren einer Differenz zwi-

schen dem ersten Vorhersagebild und dem Zielbild;  
 Mittel **(356, 358)** zum Erzeugen eines zweiten Vorhersagebildes, indem das Zielbild auf einem ersten Nebenbild basierend vorhergesagt wird, das chronologisch auf einer Seite eben dem Zielbild angezeigt wird, und Produzieren von mit dem zweiten Vorhersagebild korrespondierenden zweiten Daten;  
 Mittel **(360)** zum Produzieren einer Differenz zwischen dem zweiten Vorhersagebild und dem Zielbild;  
 und  
 Mittel **(366, 376, 376')** zum Auswählen einer der ersten und zweiten Daten, die bezüglich des Zielbildes die kleinere Differenz hervorgebracht haben.

11. Bildkodiervorrichtung nach Anspruch 10, wobei das erste Nebenbild chronologisch vor dem Zielbild kommt.

12. Bildkodiervorrichtung nach Anspruch 10, wobei das erste Nebenbild chronologisch nach dem Zielbild kommt.

13. Bildkodiervorrichtung nach Anspruch 10, die weiterhin umfasst:

Mittel **(388, 390)** zum Erzeugen eines dritten Vorhersagebildes, indem das Zielbild basierend auf einem zweiten Nebenbild vorhergesagt wird, das chronologisch auf der anderen, der einen Seite gegenüberliegenden Seite neben dem Zielbild anzuzeigen ist und Produzieren von mit dem dritten Vorhersagebild korrespondierenden dritten Daten;

Mittel **(360)** zum Produzieren einer Differenz zwischen dem dritten Vorhersagebild und dem Zielbild;  
 und

wobei die Auswahlmittel eine der ersten, zweiten und dritten Daten auswählen, die bezüglich des Zielbildes die kleinste Differenz hervorgebracht haben.

14. Bildkodiervorrichtung nach Anspruch 10, die weiterhin umfasst:

Mittel **(362)** zum Erzeugen eines Durchschnittsvorhersagebildes, indem ein aus dem ersten und zweiten Vorhersagebild gewichteter Durchschnitt erhalten wird, und Produzieren von mit dem Durchschnittsvorhersagebild korrespondierenden gemittelten Daten,  
 Mittel **(360)** zum Produzieren einer Differenz zwischen dem Durchschnittsvorhersagebild und dem Zielbild; und

wobei die Auswahlmittel, eine der ersten, zweiten und gemittelten Daten auswählen, die bezüglich des Zielbildes die kleinste Differenz hervorgebracht haben.

15. Bildkodiervorrichtung nach Anspruch 13, die weiterhin umfasst:

Mittel **(362)** zum Erzeugen eines Durchschnittsvorhersagebildes, indem ein gewichteter Durchschnitt von wenigstens zwei der Vorhersagebilder ermittelt wird, und Produzieren von gemittelten mit dem Durchschnittsvorhersagebild korrespondierenden

Daten;

Mittel **(360)** zum Produzieren einer Differenz zwischen dem Durchschnittsvorhersagebild und dem Zielbild; und

wobei die Auswahlmittel, eine der ersten, zweiten, dritten und gemittelten Daten auswählen, die bezüglich des Zielbildes die kleinste Differenz hervorgebracht haben.

16. Bildkodiervorrichtung nach Anspruch 15, wobei die wenigstens zwei der Vorhersagebilder das zweite und dritte Vorhersagebild sind.

17. Bildkodiervorrichtung nach Anspruch 10, wobei jedes der Vorhersagebilder ein Rahmenbild ist.

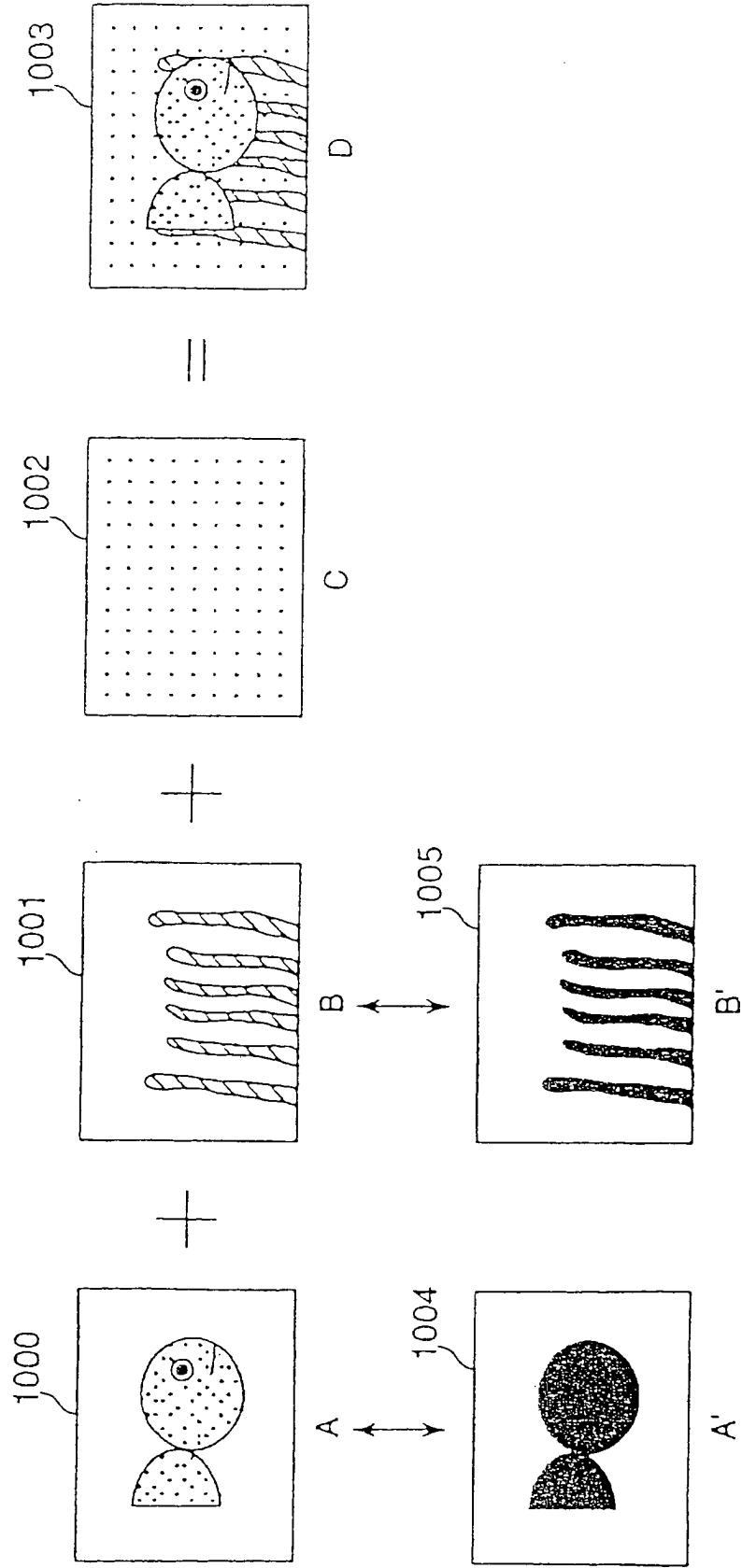
18. Bildkodiervorrichtung nach Anspruch 10, wobei jedes der Vorhersagebilder ein Teil eines Rahmenbildes ist.

Es folgen 19 Blatt Zeichnungen





Fig.2



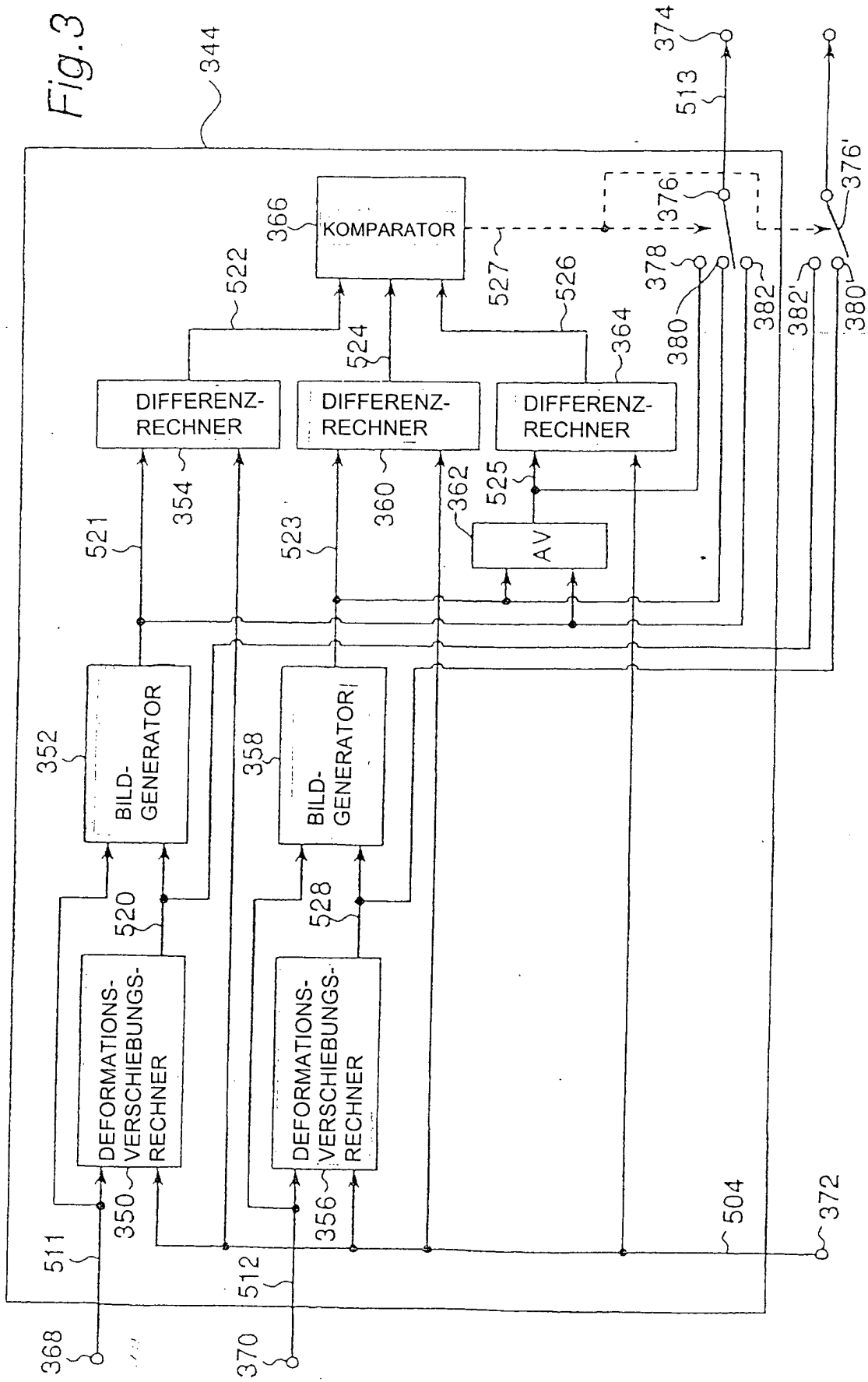


Fig. 4

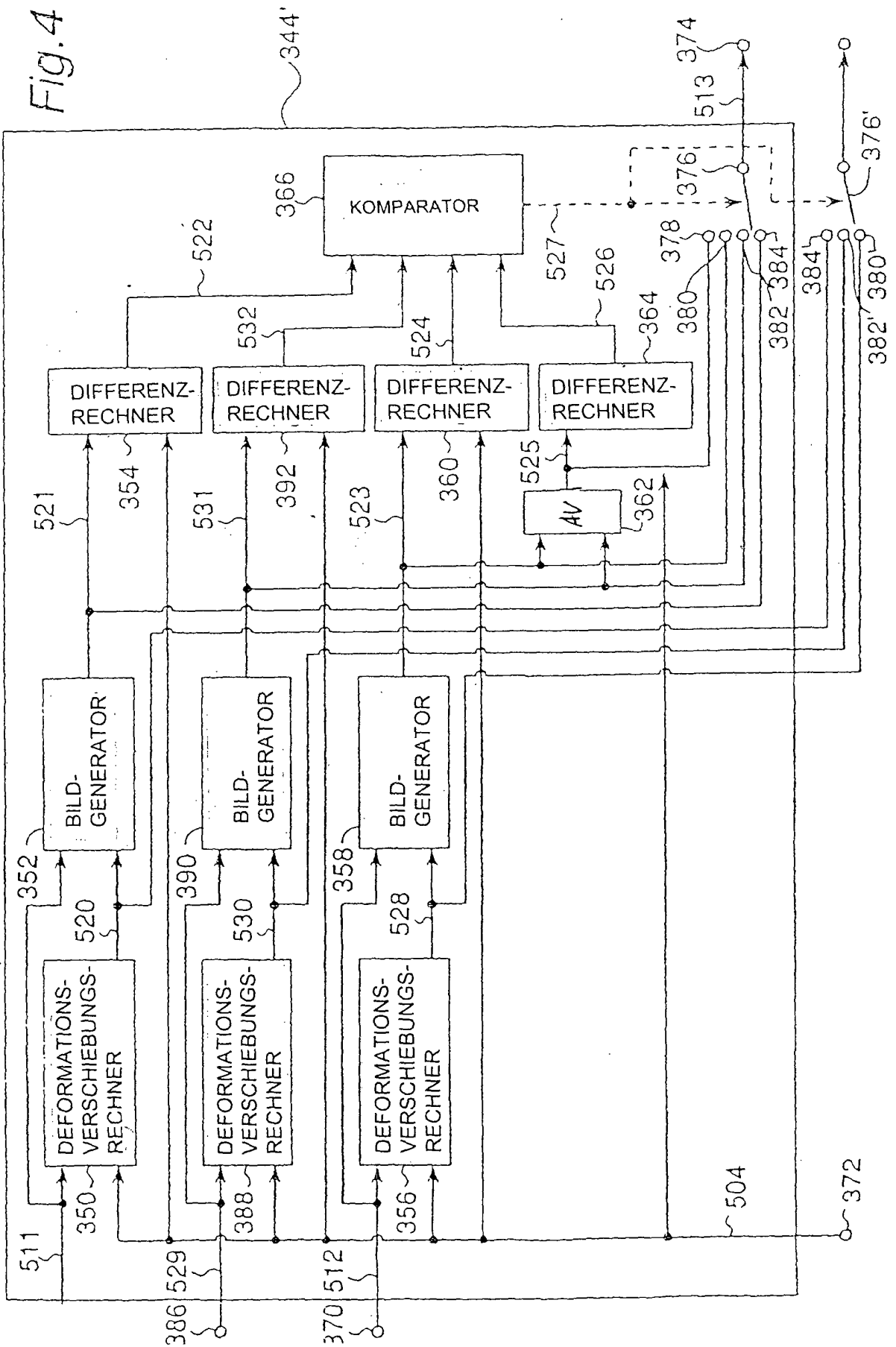
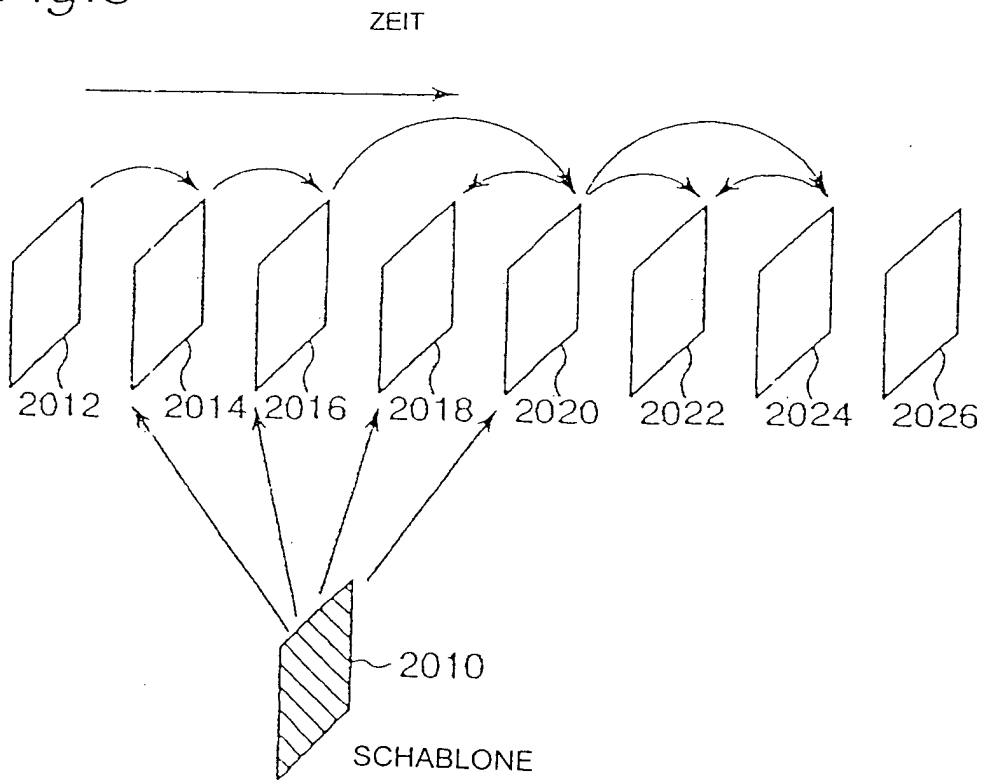


Fig.5



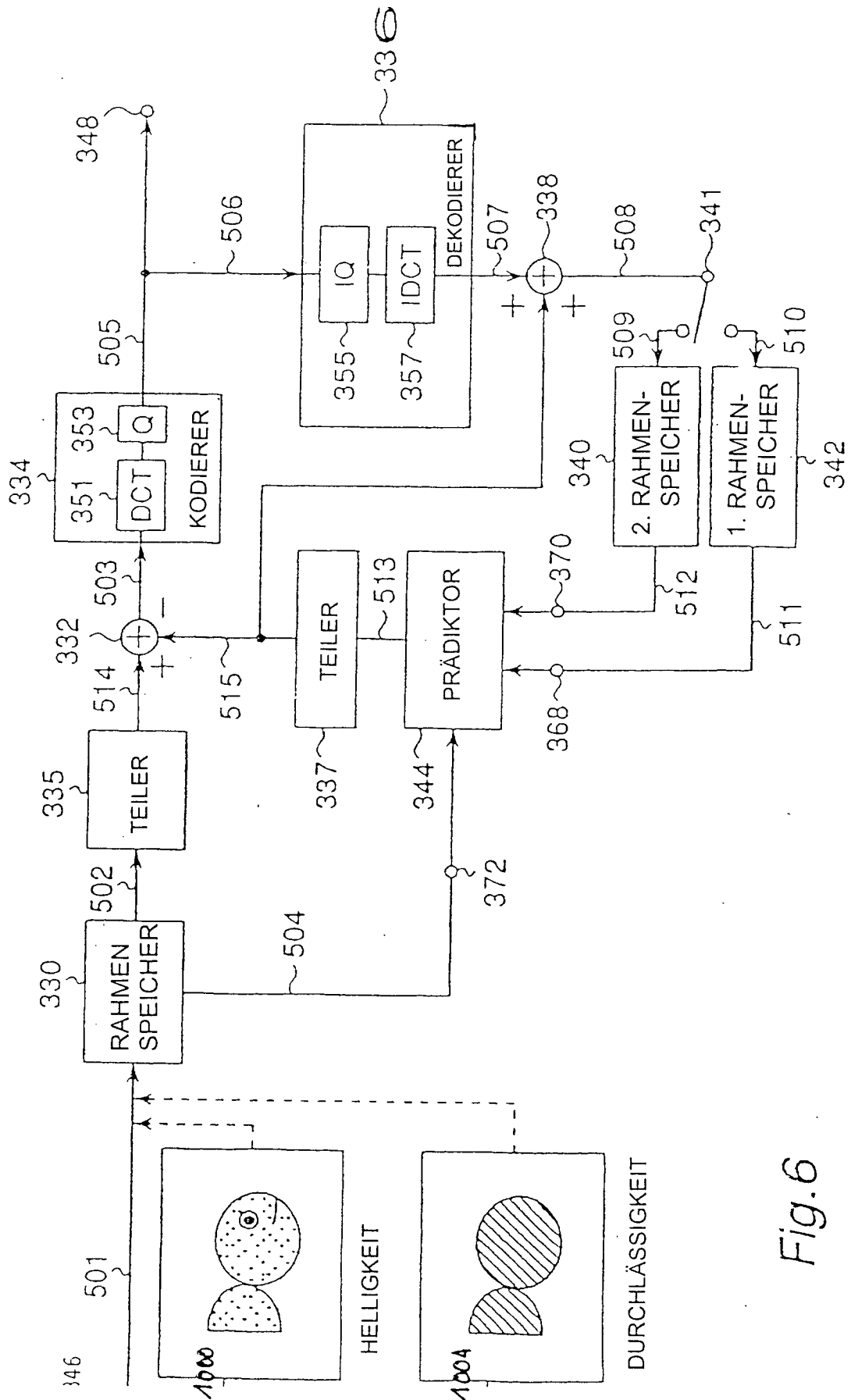


Fig.6

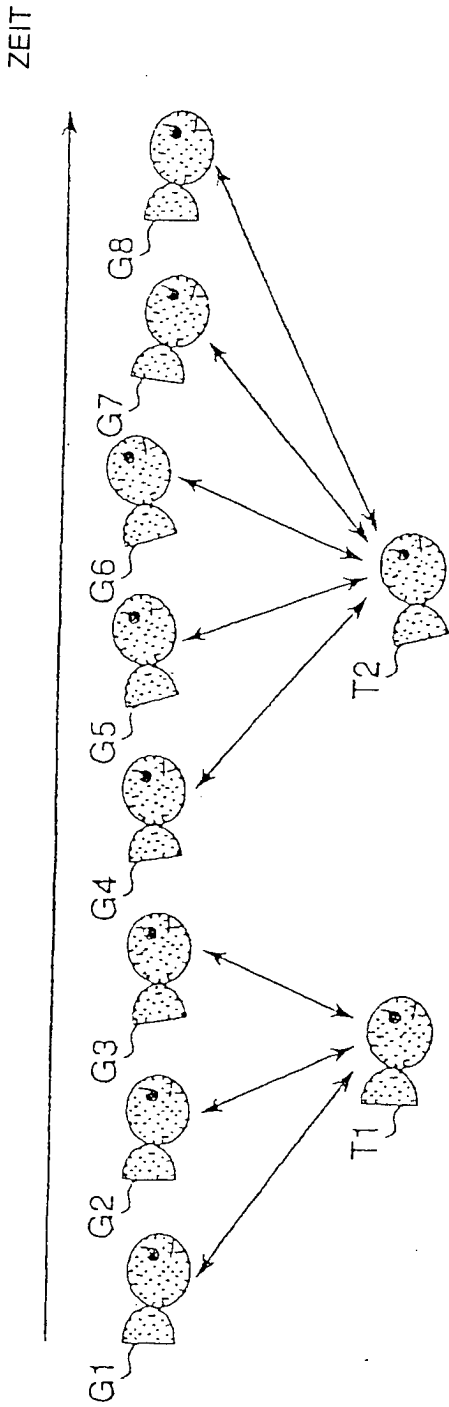


Fig. 7A

1051	1052	1053	1054	1055	1056	1057	1058	1059	1060	1061
T1	T2	T3	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8

Fig. 7B

1062	1063	1064	1065	1066	1067	1068	1069	1070	1071	1072
T1	G1	G2	G3	T2	G4	G5	G6	G7	G8	T3

Fig. 7C

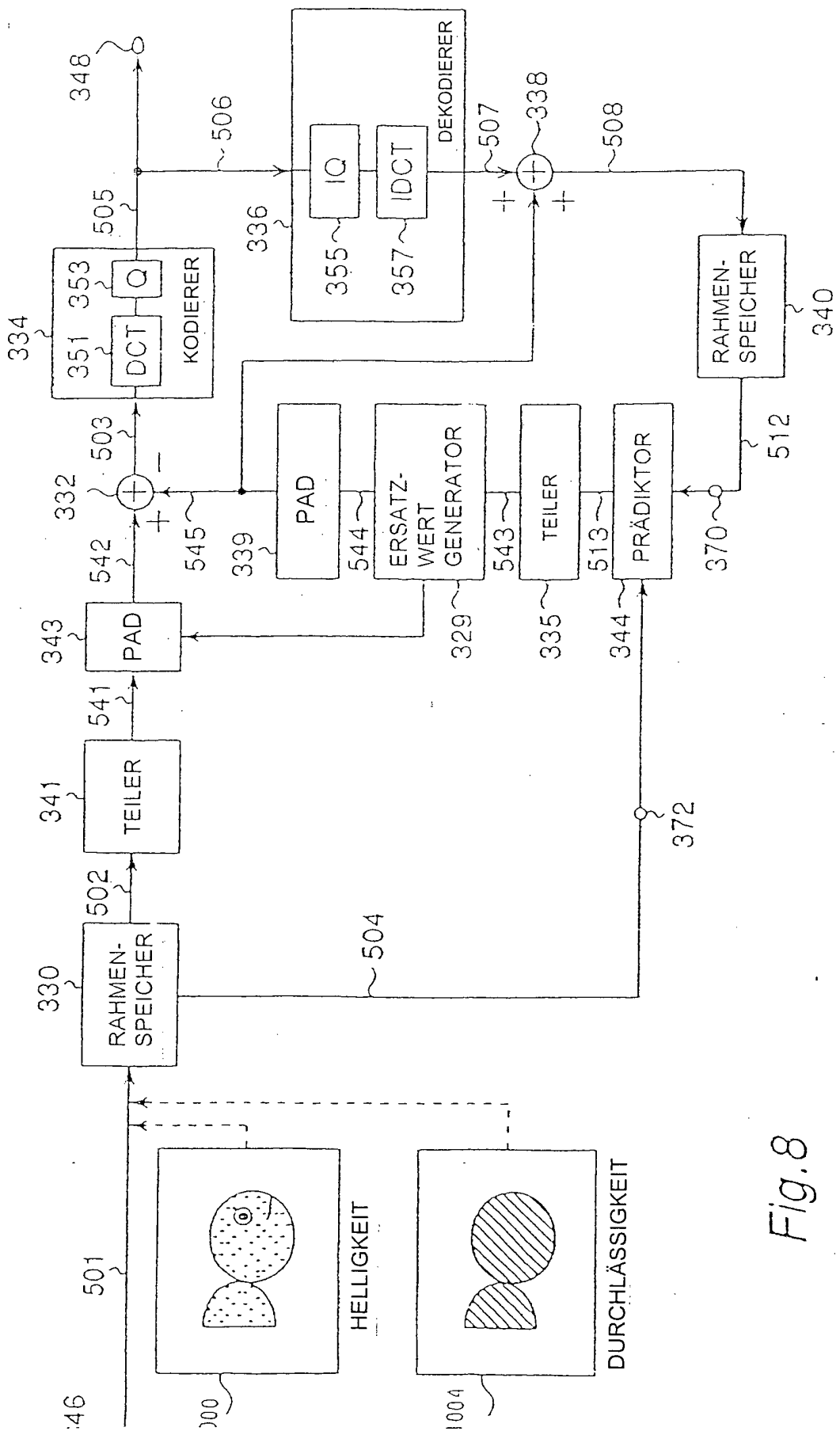


Fig.8



2110

0	1	0	0
0	0	0	0
0	1	1	1
1	1	1	1

2112

0	1	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	1	1	1

2114

0	0	0	0
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0

==

Fig. 9A

2116

50	51	50	52
48	48	50	0
49	0	0	0
0	0	0	0

2118

51	51	51	51
48	48	48	48
48	48	48	0
48	0	0	0

2120

-1	0	-1	1
0	0	2	48
1	48	48	0
48	0	0	0

==

Fig. 9B

2122

50	51	50	52
48	48	50	49
49	49	49	49
49	49	49	49

2124

51	51	51	51
48	48	48	48
48	48	48	49
48	49	49	49

2126

-1	0	-1	1
0	0	2	1
1	1	1	0
1	0	0	0

==

Fig. 9C

Fig. 10

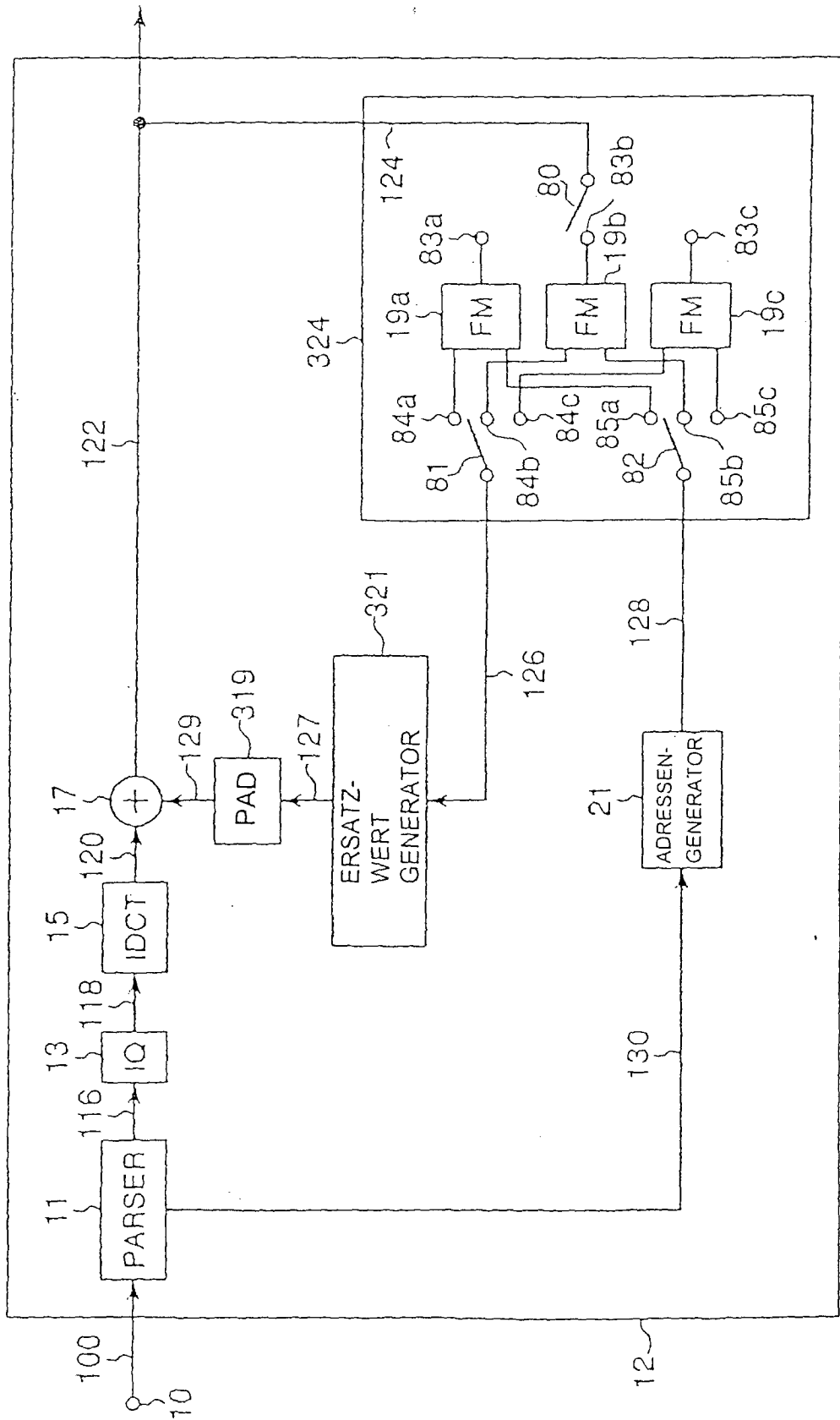
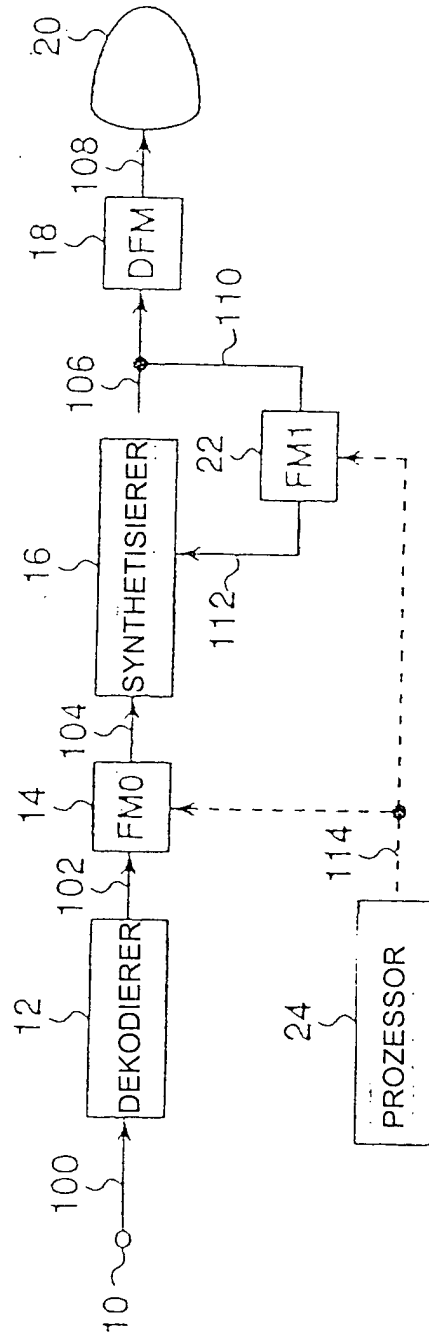


Fig. 11



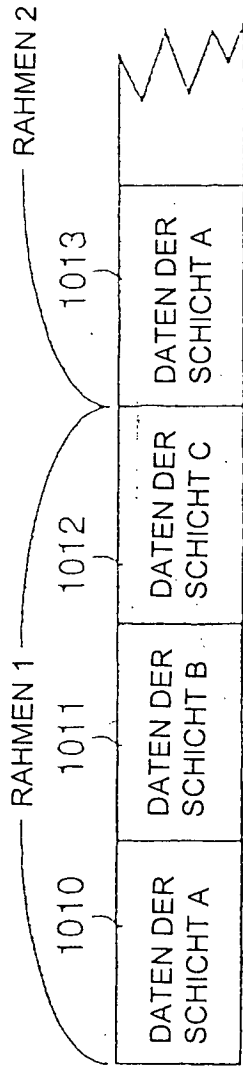


Fig. 12A

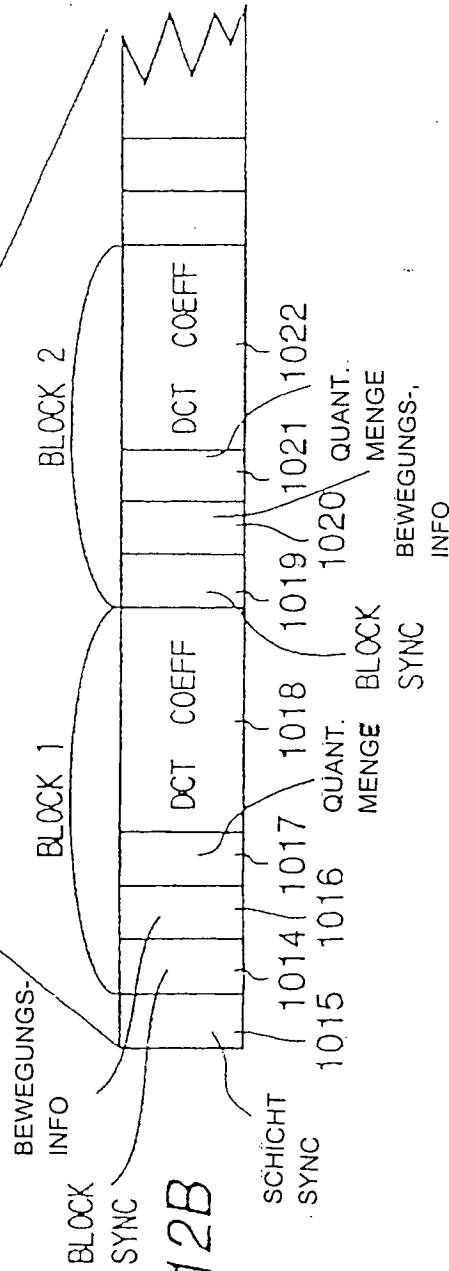


Fig. 12B

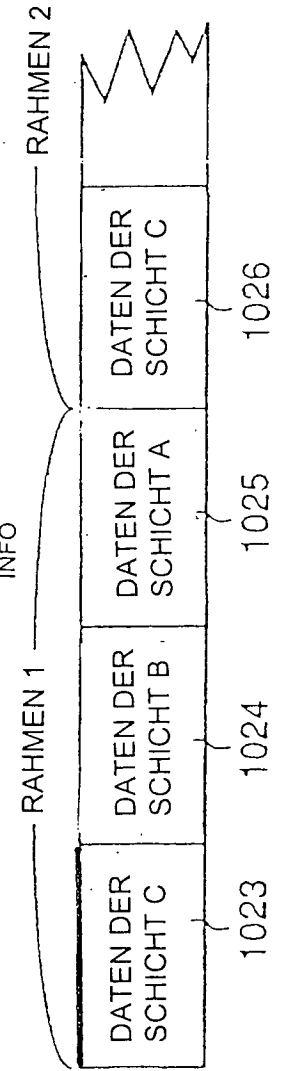


Fig. 12C

Fig. 13

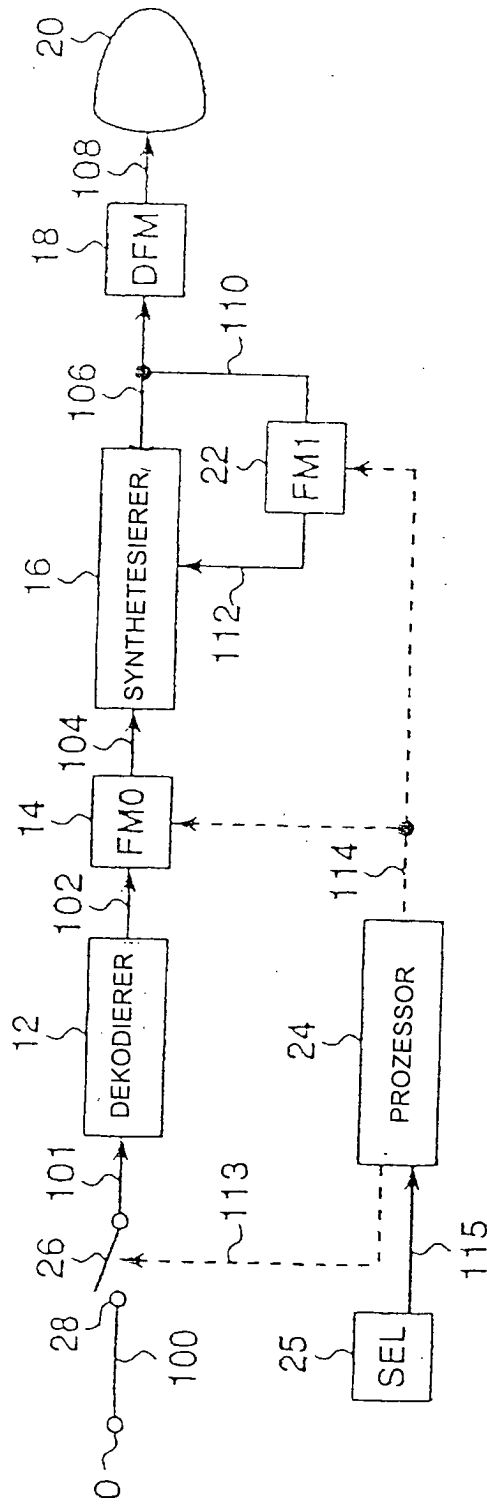


Fig.14

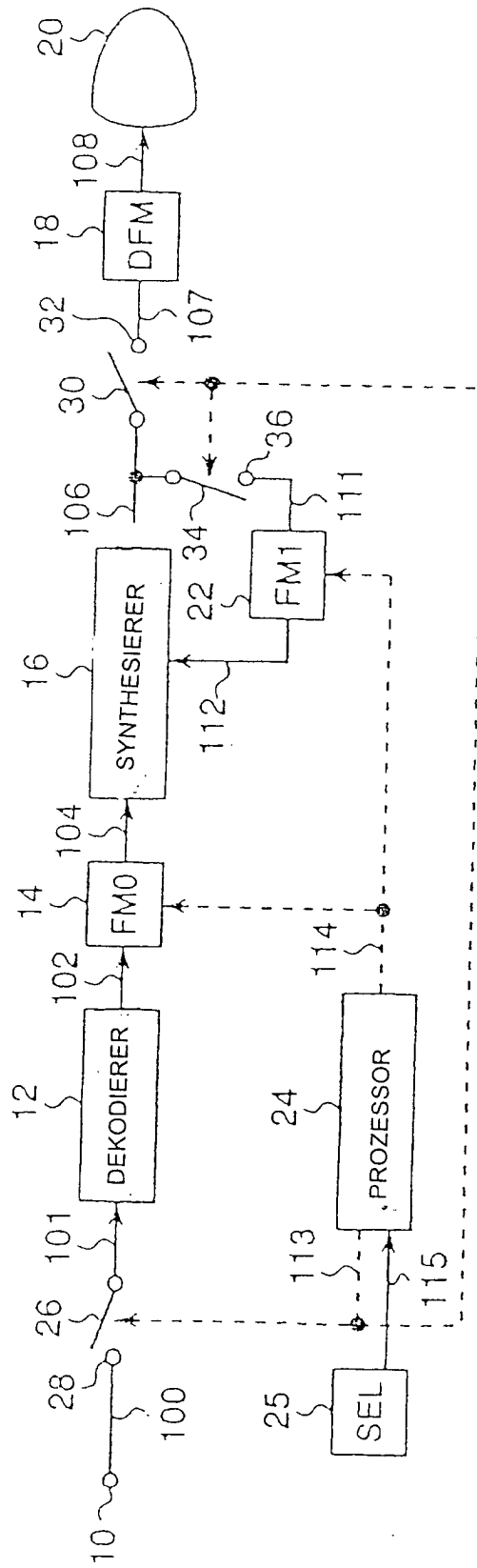


Fig. 15

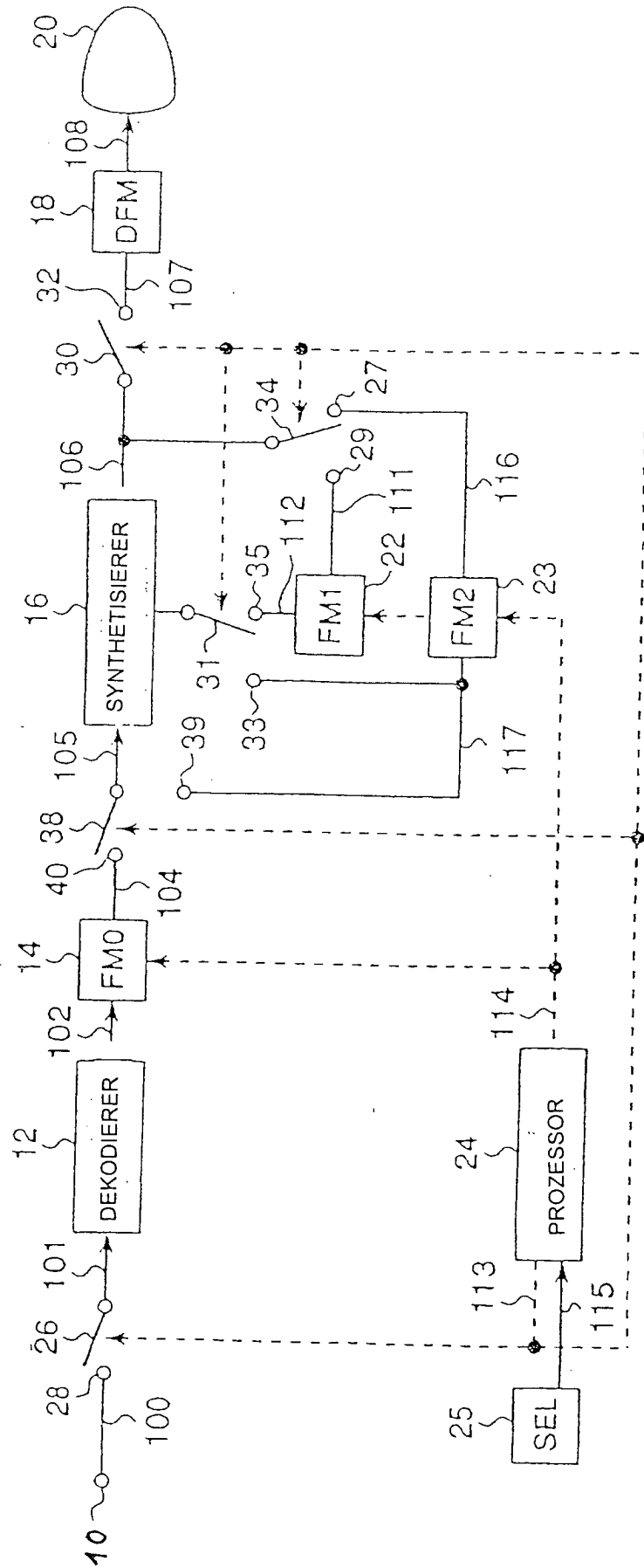


Fig.16

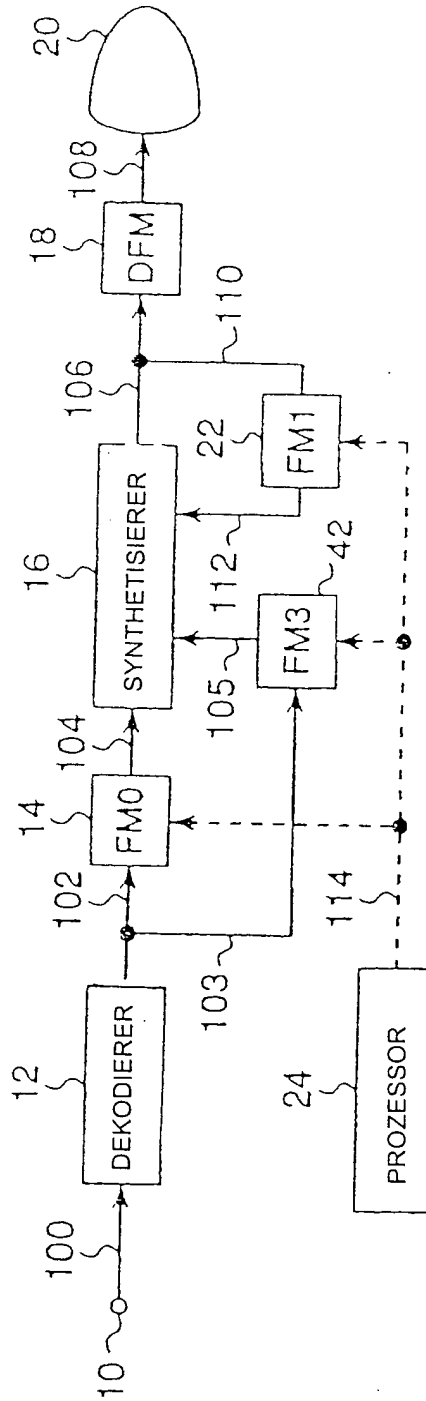




Fig. 17A

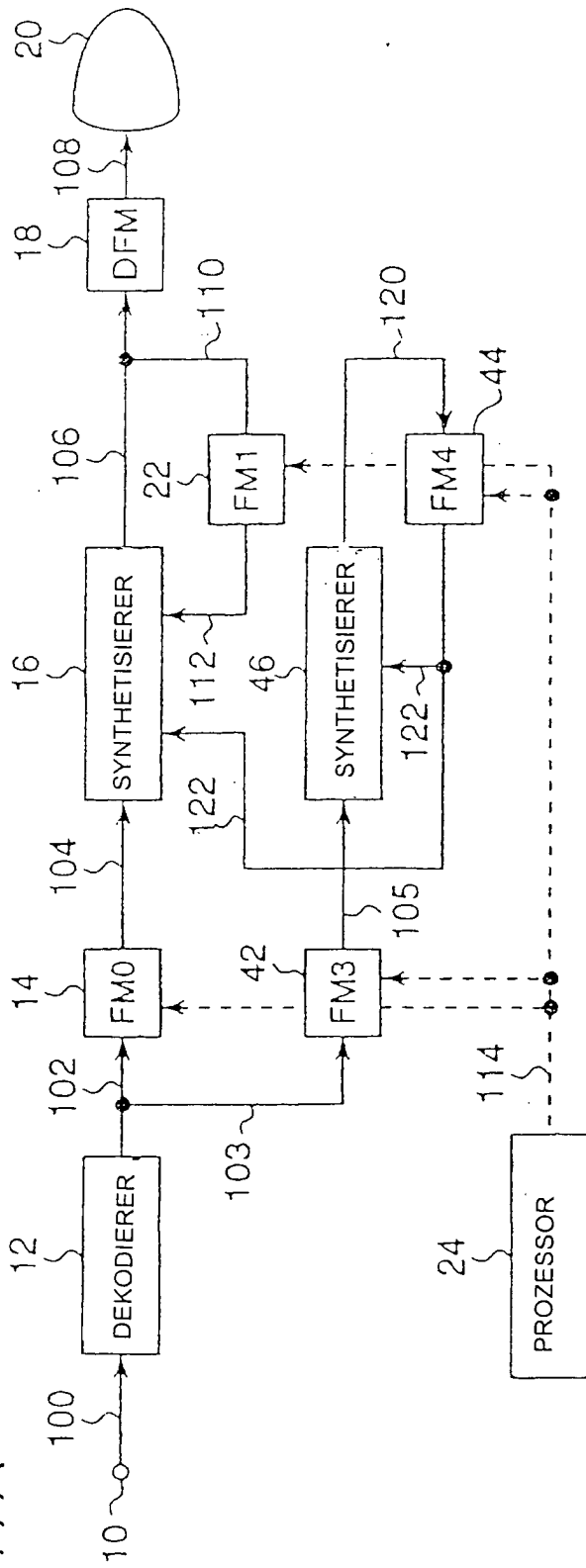


Fig. 17B

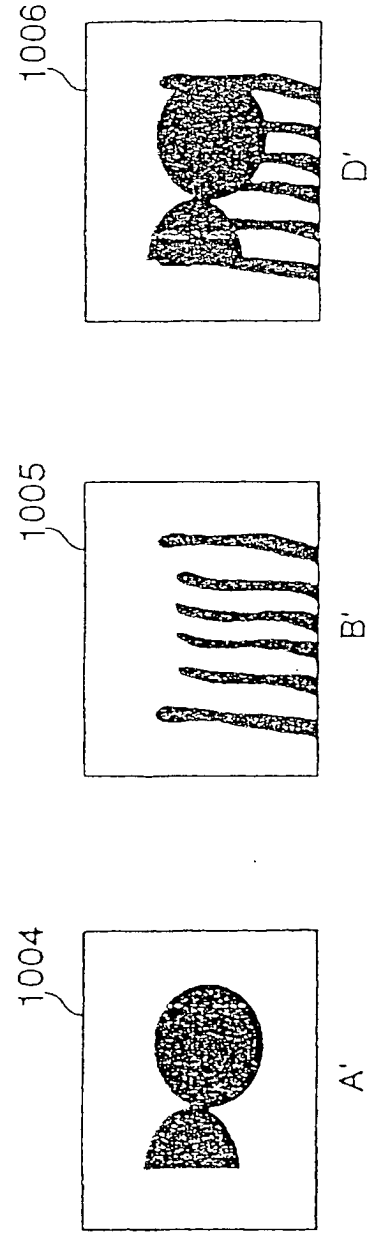


Fig. 18

	RAHMEN 1				RAHMEN 2				RAHMEN 3				RAHMEN 4			
	C1	B1	A1		C2	B2	A2		C3	B3	A3		C4	B4	A4	
SW26	EIN	EIN	EIN		EIN	AUS	EIN		AUS	EIN	AUS		AUS	EIN	AUS	
SW34	EIN	EIN	EIN		EIN	AUS	EIN		AUS	EIN	AUS		AUS	EIN	AUS	
SW30	AUS	AUS	EIN		AUS	AUS	AUS		AUS	AUS	AUS		AUS	AUS	AUS	
FM1	C1	D1+C1	A1+B1 +C1		C2	C2	A2+C2		A2+C2	A2+C2	A2+C2		A2+C2	A2+C2	A2+C2	
DFM	A0+B0 +C0	A0+B0 +C0	A1+B1 +C1		A1+B1 +C1	A1+B1 +C1	A1+B1 +C1		A1+D1 +C1	B3+A2 +C2	B3+A2 +C2		B3+A2 +C2	B4+A2 +C2	B4+A2 +C2	

Fig. 19

	RAHMEN 1				RAHMEN 2				RAHMEN 3						
	C1	B1	A1	C2	B2	A2	C3	B3	A3	C3	B3	A3	C3	B3	A3
SW26	EIN	EIN	EIN	EIN	EIN	EIN	EIN	EIN	EIN	---	EIN	EIN	EIN	EIN	---
SW38	P40	P40	P40	P40	P40	P40	P40	P40	P40	P39	P40	P40	P40	P40	P39
SW34	P29	P29	P29	P29	P27	P29	P29	P29	P29	P29	P27	P29	P29	P29	P29
SW31	P35	P35	P35	P35	P33	P35	P35	P35	P35	P35	P33	P35	P35	P35	P35
SW30	AUS	AUS	EIN	AUS	AUS	AUS	AUS	EIN	AUS	EIN	AUS	AUS	AUS	EIN	EIN
FM1	C1	B1+C1	A1+B1+C1	C2	C2	A2+C2	C2	B2+A2+C2	C3	B2+A2+C2	C3	A3+C3	C3	B3+A3+C3	B3+A3+C3
FM2	-	-	-	-	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B3	B3	B3	B3
DFM	A0+B0+C0	A0+B0+C0	A1+B1+C1	A1+B1+C1	A1+B1+C1	A1+B1+C1	A1+B1+C1	B2+A2+C2	B2+A2+C2	B2+A2+C2	B2+A2+C2	B2+A2+C2	B2+A2+C2	B2+A2+C2	B3+A3+C3