



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 001 295 A1** 2005.08.11

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 001 295.4**

(22) Anmeldetag: **08.01.2004**

(43) Offenlegungstag: **11.08.2005**

(51) Int Cl.7: **H04N 1/60**

(71) Anmelder:

**Thomson Broadcast and Media Solutions GmbH,
 64331 Weiterstadt, DE**

(74) Vertreter:

**Roßmanith, M., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anw.,
 30974 Wennigsen**

(72) Erfinder:

Anderle, Klaus, Dr., 64289 Darmstadt, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 102 52 575 A1

DE 692 04 174 T2

GB 22 75 584 A

US 49 01 258

WO 98/16 057 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Abgleichvorrichtung und Verfahren zur Farbkorrektur von digitalen Bilddaten**

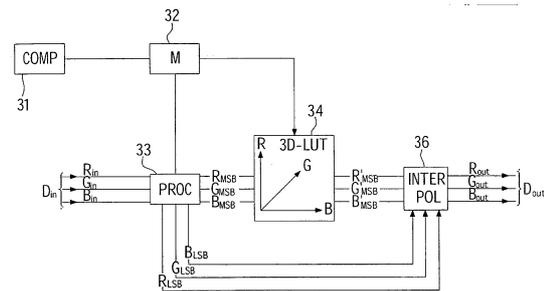
(57) Zusammenfassung: Eine Abgleichvorrichtung zur Korrektur von Farbwerten digitaler Bilddaten

weist eine Recheneinheit auf, die programmtechnisch dazu eingerichtet ist, um aus primären Farbwerten sekundäre Farbwerte zu berechnen.

Die primären Farbwerte sind auf das erste Darstellungsmittel bezogen und die sekundären Farbwerte sind auf ein zweites Darstellungsmittel bezogen. die Abgleichvorrichtung umfasst einen Speicher, der eine Tabelle enthält, in welcher jedem primären Farbwert ein sekundärer Farbwert zugeordnet ist.

Es ist eine Interpolationsstufe vorgesehen, die durch Interpolation sekundäre Farbwerte für solche primären Farbwerte berechnet, die nicht in der Tabelle enthalten sind.

Weiterhin wird ein Verfahren zur Berechnung einer Zuordnungstabelle zwischen primären und sekundären Farbwerten vorgeschlagen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Abgleichvorrichtung sowie ein Verfahren zur Farbkorrektur von digitalen Bilddaten.

Stand der Technik

[0002] Für den Betrachter einer Film- oder Fernsehproduktion ist neben der Bildschärfe der subjektive Farbeindruck von entscheidender Bedeutung. Bei der Herstellung der Produktionen wird deshalb angestrebt, dass die Farben bei der Wiedergabe im Kino und/oder auf einem Fernsehbildschirm möglichst so erscheinen, wie es der Regisseur beabsichtigt hat. Mit der Nachbearbeitung von Film- oder Bildmaterial wird unter anderem dieses Ziel angestrebt. Voraussetzung für eine effiziente Nachbearbeitung ist, dass zum Beispiel die Farbdarstellung auf den Monitoren eines Coloristen möglichst genau mit dem beispielsweise in einem Kino projizierten Bild übereinstimmt. Ausgangspunkt für die Nachbearbeitung sind heute in der Regel digitalisierte Bilddaten, die von Filmabstern oder elektronischen Kameras erzeugt werden. Hinzu kommen von Computern generierte Bilder, die von Anfang an als digitale Bilddaten vorliegen.

[0003] Einrichtungen, die eine solche Übereinstimmung von Farbdarstellungen mit unterschiedlichen Darstellungsmitteln anstreben, sind bereits kommerziell als Software- und Hardware-Lösungen erhältlich. Diesen Einrichtungen liegen die nachfolgend beschriebenen Überlegungen zu Grunde.

[0004] Farben entstehen auf unterschiedlichen Wiedergabemedien in unterschiedlicher Weise. Seit frühesten Zeiten ist es aus der Malerei bekannt, dass aus nur drei verschiedenen Pigmenten, nämlich Gelb, Blaugrün und Purpurrot alle Zwischenfarbtöne durch Mischen der genannten Primärfarben herstellbar sind. Unter Primärfarben werden solche Farben verstanden, die sich nicht aus anderen Farben mischen lassen, aber aus denen alle anderen Farben mischbar sind. Heute bezeichnet man in der Farbenlehre diese Art der Farbmischung als subtraktive Farbmischung. Der Begriff der subtraktiven Farbmischung leitet sich aus dem Umstand ab, dass eine Pigmentschicht bestimmte spektrale Anteile von einfallendem weißem Licht absorbiert und andere reflektiert, wodurch beim Betrachter der Farbeindruck entsteht. Andere Arten der Farbmischung waren zunächst nicht bekannt.

[0005] Erst lange Zeit später hat Isaak Newton erkannt, dass auch die Spektralfarben des Lichtes, die sogenannten Farbstimuli, mischbar sind. Bei dieser Art von Farbmischung spricht man von additiver Mischung im Unterschied zu der oben erläuterten subtraktiven Farbmischung bei Pigmenten. Die additive

Farbmischung wird von relativ einfachen Regeln beherrscht, den sogenannten Grassmann-Gesetzen, die auch für selbstleuchtende Bildschirme gelten, wie zum Beispiel Monitore auf Basis von Kathodenstrahlröhren.

[0006] Ein Sonderfall der subtraktiven Farbmischung ist die Kombination oder Überlagerung von optischen Filtern. Die Transmission der Filterkombination ist gleich dem Produkt der jeweiligen Transmissionen der einzelnen Filter, weshalb man in diesem Fall auch von multiplikativer Farbmischung spricht. Diese letztgenannte Art der Farbmischung ist auch für die Farbwiedergabe bei der Projektion von Farbfilmen maßgeblich, die drei unterschiedliche übereinander liegende Farbschichten aufweisen.

[0007] Fig. 1 zeigt schematisch ein Beispiel für den Aufbau eines Farbfilmes **1** im Querschnitt. Ein Schichtträger **2** trägt drei Farbschichten **3**, **4**, **5** der Grundfarben Rot, Grün und Blau, wobei die rotempfindliche Farbschicht **3** an den Schichtträger **2** angrenzt und die blauempfindliche Farbschicht **5** die oberste Farbschicht bildet. Zwischen der blauempfindlichen und der grünempfindlichen Farbschicht **5** bzw. **4** liegt ein Gelbfilter **6**. Die einzelnen Schichten sind in Fig. 1 zur besseren Veranschaulichung mit einem Abstand dargestellt, grenzen aber in Wirklichkeit aneinander an. Die Zwischenschicht zur Verhinderung der Interdiffusion der grünempfindlichen und rotempfindlichen Farbstoffe wird hier nicht berücksichtigt und in Fig. 1 nicht dargestellt, da sie keinen Einfluss auf das Farbverhalten des Filmes besitzt, der für die vorliegende Erfindung wesentlich ist.

[0008] Ein wichtiger Unterschied zwischen additiver und multiplikativer Farbmischung ist, dass die Grassmann-Gesetze nicht auf die multiplikative Farbmischung anwendbar sind. Der Grund hierfür ist darin zu suchen, dass beispielsweise mit zunehmender Dicke eines Cyan-Filters nicht nur die Transmission im roten Spektralbereich abnimmt, sondern auch in erheblichem Umfang im grünen Spektralbereich. Diese Tatsache und die sich daraus ergebenden Konsequenzen werden weiter unten im einzelnen dargestellt. In bekannten Farbkorrektur-Systemen wird deshalb die Absorption von Testmustern ("Test patches") mit Hilfe von Densitometern gemessen und die Absorption in den Nebendichten durch eine Transformation der Farbkoordinaten korrigiert.

[0009] Die Transformation der Farbkoordinaten erfolgt beispielsweise über sogenannte Look-up Tabellen in welchen einem Eingangsfarbwert ein Ausgangsfarbwert zugeordnet ist, wodurch eine Umwandlung oder Transformation der Farbwerte erzielt wird. Je umfangreicher die Tabelle ist, desto größer ist die Auflösung der Umwandlung im Farbraum. Praktisch bedeutet das, dass die Farbumwandlung umso präziser ist je umfangreicher die Tabelle ist. Der

Inhalt der Tabelle hängt von den Parametern ab, gemäß denen die Farbumwandlung durchgeführt werden soll. Diese Parameter werden von dem Coloristen vorgegeben beziehungsweise während der Bearbeitung des Filmmaterials verändert. Eine Änderung der Parameter hat zur Folge, dass die Ausgangswerte der Tabelle auf Grundlage des neuen Parametersatzes neu berechnet werden müssen. Eine gegebene Rechenleistung begrenzt folglich die Größe der Tabelle, die einem Coloristen quasi kontinuierlich zur Verfügung gestellt werden kann. Nur in diesem Fall sieht der Colorist die Wirkung einer Parameteränderung ohne nennenswerte Verzögerung auf seinem Bildschirm, was ihm die Arbeit erleichtert.

Aufgabenstellung

[0010] Hiervon ausgehend ist es eine Aufgabe der Erfindung eine Abgleichvorrichtung zu schaffen, mit der auch bei begrenzter Auflösung eines Farbraums gute Ergebnisse bei der Farbkorrektur erzielt werden.

[0011] Diese Aufgabe wird durch eine Abgleichvorrichtung nach Anspruch 1 gelöst.

[0012] Die erfindungsgemäße Abgleichvorrichtung zur Korrektur von Farbwerten digitaler Bilddaten weist eine Recheneinheit auf, die programmtechnisch dazu eingerichtet ist, um aus primären Farbwerten sekundäre Farbwerte zu berechnen.

[0013] Die primären Farbwerte sind auf das erste Darstellungsmittel bezogen und die sekundären Farbwerte sind auf ein zweites Darstellungsmittel bezogen sind. Außerdem umfasst die Abgleichvorrichtung einen Speicher, der eine Tabelle enthält, in welcher jedem primären Farbwert ein sekundärer Farbwert zugeordnet ist. Weiterhin ist eine Interpolationsstufe (36) vorgesehen, die durch Interpolation sekundäre Farbwerte für solche primären Farbwerte berechnet, die nicht in der Tabelle enthalten sind.

[0014] Bei einem Ausführungsbeispiel der Abgleichvorrichtung können die primären Farbwerte in eine erste und eine zweite Gruppe von Farbwerten aufgeteilt sein.

[0015] In diesem Fall beschreibt die erste Gruppe von primären Farbwerten vorzugsweise solche Punkte im Farbraum für die ein sekundärer Farbwert in der Tabelle abgelegt ist.

[0016] Außerdem ist es zweckmäßig, wenn die zweite Gruppe von primären Farbwerten solche Punkte im Farbraum beschreibt für die kein sekundärer Farbwert in der Tabelle abgelegt ist.

[0017] Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Berechnung einer Zuordnungstabelle von primären Farbwerten anzugeben.

[0018] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß dem unabhängigen Verfahrensanspruch gelöst.

[0019] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Farbkorrektur von digitalen Bilddaten, die einem ersten Darstellungsmittel zugeordnet sind, umfasst die folgenden Schritte:

- (a) Berechnen einer Tabelle mit einer ersten Anzahl von primären Farbwerten denen jeweils ein sekundärer Farbwert zugeordnet ist, welcher einem zweiten Darstellungsmittel zugeordnet ist;
- (b) Abspeichern der Tabelle in einem Speicher;
- (c) Trennen von eingehenden primären Farbwerten, in solche für die ein sekundärer Farbwert in der Tabelle abgespeichert ist und solche für die kein sekundärer Farbwert in der Tabelle abgespeichert ist;
- (d) Berechnen weiterer sekundärer Farbwerte, um die Anzahl der primären Farbwerte in der Tabelle zu erhöhen, denen jeweils ein sekundärer Farbwert zugeordnet ist; und
- (e) Wiederholen der Schritte (b), (c) und (d) bis die größtmögliche Anzahl von primären und sekundären Farbwerten in der Tabelle abgespeichert sind, die mit einer vorgegebenen Länge der Datenwerte für die Farbwerte erreichbar ist.

[0020] Bei einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens beginnt es bei einer Änderung der der Berechnung zu Grunde liegenden Parameter von neuem.

[0021] Es kann auch vorteilhaft sein, wenn das Berechnen weiterer sekundärer Farbwerte von der zur Verfügung stehenden Rechenleistung abhängt.

[0022] In der Zeichnung sind Sachverhalte veranschaulicht, die zum besseren Verständnis der Erfindung dienen, sowie ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Abgleichvorrichtung. Es zeigen:

[0023] [Fig. 1](#) die Struktur eines Farbfilms schematisch und im Querschnitt,

[0024] [Fig. 2](#) den Aufbau des Arbeitsplatzes eines Coloristen in stark vereinfachter Form,

[0025] [Fig. 3](#) die spektrale Dichte der blauen, grünen und roten Farbschicht eines Farbfilms,

[0026] [Fig. 4](#) ein Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens und

[0027] [Fig. 5](#) eine erfindungsgemäße Abgleichvorrichtung zur Korrektur von Farbwerten.

Ausführungsbeispiel

[0028] In [Fig. 2](#) ist der Arbeitsplatz eines Coloristen in stark vereinfachter Form dargestellt. Bei der Film-

produktion wird von dem ursprünglich von der Kamera belichteten Filmmaterial eine erste Kopie hergestellt. Die Kopie dient zur Herstellung weiterer Abzüge, die den Ausgangspunkt für die Nachbearbeitung des Films bilden. In [Fig. 2](#) ist ein solcher Abzug in einem Filmabtaster **11** eingelegt. Bei der Abtastung des Abzuges werden die fotografischen Bildinformationen in digitale Bilddaten umgewandelt und einer Einrichtung **12** zur Farbkorrektur zugeführt, die üblicherweise von einem Coloristen bedient wird. Bei der Korrektur des Filmmaterials betrachtet der Colorist das zu bearbeitende Bild auf einem Monitor **13**. Die Farbdarstellung auf dem Monitor **13** wird von Farbwerten am Ausgang der Farbkorrektureinrichtung bestimmt. Die Farbwerte am Ausgang der Farbkorrektureinrichtung **12** werden auch als Steuerbefehle oder "Code Values" an einen Filmbelichter **14** weitergegeben, der die Daten auf einen Internegativfilm belichtet. Der Inhalt des Internegativfilms wird dann mittels einer Kontaktkopie auf einen Positivfilm übertragen. Der Positivfilm ist in [Fig. 2](#) durch eine Filmspule **16** symbolisiert. Zur Ergebniskontrolle des belichteten Films wird dieser mit einem Filmprojektor **17** auf eine Leinwand **18** projiziert. Idealerweise stimmt die Farbdarstellung eines auf die Leinwand **18** projizierten Bildes mit der Farbdarstellung desselben Bildes auf dem Monitor **13** überein. Zur Annäherung an diesen Idealfall ist eine Einrichtung **19** zum Abgleichen der Farbkoordinaten zwischen die Farbkorrektureinrichtung **12** und dem Monitor **13** geschaltet. Die Abgleichseinrichtung **19** wandelt die an dem Filmbelichter **14** gesandten "Code Values" in Farbkoordinaten für den Monitor **13** um. Die Umwandlung hat das Ziel, möglichst identische Farbdarstellungen auf dem Monitor **13** bzw. der Leinwand **18** zu erhalten. Das Umwandlungsverfahren und die Umwandlungseinrichtung **19** werden im folgenden in größerer Einzelheit beschrieben.

[0029] In [Fig. 3](#) sind Spektralkurven von jeweils drei Farbfiltern unterschiedlicher Dichte für die Farben Rot, Grün und Blau dargestellt. Auf der Ordinate ist die Dichte D aufgetragen und auf der Abszisse die Wellenlängen in Nanometer (nm). Die Dichte D eines Filters leitet sich aus dessen Transmission T gemäß folgender Formel ab:

$$D = -\log(T).$$

[0030] Das bedeutet, dass bei der Dichte Null das betreffende Filter vollkommen transparent ist, und dass mit ansteigender Dichte die Transmission abnimmt. Für jede der Primärfarben Rot, Grün und Blau sind Dichtekurven für Filter mit verschiedenen Transmissionen aufgetragen. Es ist deutlich zu sehen, dass beispielsweise für die Dichtekurven das Rotfilter nennenswerte Nebenmaxima im blauen Spektralbereich um 400 nm auftreten, die zu einer für den Farbeindruck erheblichen Absorption führen. Dasselbe gilt in geringerem Umfang für die Dichtekurven der

Grünfilter. Die Dichtekurven für die Blaufilter fallen im Wellenlängenbereich zwischen 440 nm und 380 nm steil ab, um unterhalb von 380 nm wieder anzusteigen. Darüber hinaus zeigen die Dichtekurven der Blaufilter mit zunehmender Dichte ein immer stärker ausgeprägtes Plateau im grünen Spektralbereich um 550 Nanometer, wobei das Plateau bis in den roten Spektralbereich hineinragt. Die Absorption eines Primärfarbfilters in anderen Spektralbereichen als dem der jeweiligen Primärfarbe zugeordneten Spektralbereich wird als "Nebendichte" der Dichtekurve bezeichnet und führt zum Beispiel bei der multiplikativen Farbmischung bei der Projektion von Farbfilmen zu Farbverschiebungen. Diese Effekte sind im Prinzip bekannt und werden beispielsweise durch eine lineare Transformation der Farbkoordinaten korrigiert. Um besser zu verstehen, inwieweit die Erfindung über die bekannten Verfahren hinausgeht, ist es zunächst erforderlich auf das herkömmliche Korrekturverfahren näher einzugehen.

[0031] Unterschiedliche Filmmaterialien unterscheiden sich unter anderem in den Absorptionseigenschaften der Farbstoffe, was es erforderlich macht, die in [Fig. 2](#) gezeigte Farbkorrektureinrichtung **12** auf ein bestimmtes Filmmaterial abzugleichen. Zu diesem Zweck belichtet der Filmbelichter **14** mit vorgegebenen Code Values sogenannte "Test Patches", d. h. Bildfenster mit unterschiedlichen Farben und Farbdichten. Dieses Filmmaterial wird danach kopiert und ergibt den eigentlichen Film. Die Test Patches werden sodann mit Densitometern ausgemessen, um die Absorption eines Farbstoffes in bestimmten Wellenlängenfenstern zu ermitteln. Die Messcharakteristik der Densitometer bestimmt sich gemäß DIN 4512-3 oder einer entsprechenden internationalen Norm bei. Mit Densitometermessungen wird die Absorption der Farbstoffe nicht nur in den Hauptmaxima, sondern auch in den Nebenmaxima festgestellt. Die auf diese Weise ermittelten Werte bilden die Grundlage für die nachfolgende Transformation der Farbwerte, welche die Darstellung auf dem Monitor **13** des Coloristen festlegen. Die transformierten Farbwerte sind korrigierte Farbwerte, welche die Beleuchtungsbeefehle des Filmbelichters **14** festlegen und somit die nachfolgende Farbdarstellung auf der Leinwand **18** bestimmen. In anderen Worten ausgedrückt, werden die Farbwerte oder Code Values, die den Filmbelichter **14** steuern "vorverzerrt" um den "verzerrenden" Einfluss der Farbstoffe des verwendeten Filmmaterials zu kompensieren.

[0032] In der Praxis hat es sich jedoch gezeigt, dass die auf diese Weise angestrebte Übereinstimmung der Farbdarstellung auf dem Monitor **13** und der Leinwand **18** immer noch Wünsche offen lässt. Der Zweck der Erfindung ist es, diese Übereinstimmung zu verbessern.

[0033] Die Erfindung setzt zur Verwirklichung die-

ses Ziels bei der Bestimmung der Korrekturwerte an. Aus der genaueren Betrachtung der in [Fig. 3](#) gezeigten spektralen Dichtekurven der Farbfilter sind weitere Eigenschaften der Farbstoffe ableitbar, die zu Farbverschiebungen führen. Diese Eigenschaften sind mit den in der Praxis benutzten Densitometermessungen jedoch nicht erkennbar. Denn herkömmliche Densitometer gestatten nur eine integrale Betrachtung der Absorptionseigenschaften der Farbstoffe. Bei genauerer Betrachtung der spektralen Absorptionskurven ist für alle Primärfarben mit zunehmender Dichte eine Verschiebung der Hauptmaxima zu kürzeren Wellenlängen hin zu erkennen. Diese Verschiebung S ist am Beispiel des Hauptmaximums für Rot in [Fig. 3](#) dargestellt. Des weiteren ändert sich auch die Form der Dichtekurven als Funktion der Dichten. Genauso können so die spektralen Einflüsse von besonderen Filmbehandlungen während des Kopierprozesses und der Entwicklung bestimmt und entsprechend beschrieben werden.

[0034] Diese Änderungen werden bei herkömmlichen Densitometermessungen nur als Änderung der Absorption in dem jeweiligen Messfenster registriert. Aus diesem Grund ist es mit Densitometermessungen unmöglich, die tatsächliche Absorption bei einer bestimmten Wellenlänge zu ermitteln. Für eine möglichst genaue Übereinstimmung der Farbdarstellung auf unterschiedlichen Darstellungsmitteln kommt es aber genau hierauf an.

[0035] Erfindungsgemäß wird deshalb vorgeschlagen, die Test Patches der Filmmaterialien mit einem Spektrometer über den gesamten Wellenlängenbereich auszumessen und aus den so gewonnenen Spektren Zwischenspektren zu interpolieren. Aus der Gesamtheit der Spektren lassen sich für die drei Primärfarben Tabellen ableiten, die einen Farbwert, der die Darstellung auf dem Monitor **13** des Coloristen bestimmt, in Beziehung zu einem Code Value des Filmbelichters **14** setzt. Insgesamt entsteht auf diese Weise eine dreidimensionale Tabelle.

[0036] Das erfindungsgemäße Verfahren wird mit Bezug auf [Fig. 4](#) nachfolgend in größerer Einzelheit beschrieben. Ausgangspunkt bilden RGB-Farbwerte, die von der Farbkorrekturereinrichtung **12** zum einen an den Monitor **13** und zum anderen an den Filmbelichter **14** abgegeben werden. Um eine standardisierte Farbwiedergabe auf dem Monitor **13** zur erzielen, ist in der Abgleichseinrichtung **19** eine sogenannte Look-up Tabelle für den Monitor LUT(M) abgelegt, welche die Wiedergabeeigenschaften des Monitors berücksichtigt. Gemäß dem Ablaufdiagramm in [Fig. 4](#) wird der Film in dem Filmbelichter entsprechend dieser RGB-Werte belichtet. Dieser wird danach auf das zu projizierende Material kopiert. Die auf diese Weise erzeugten Farbmuster oder Patches werden in einem Schritt **22** spektral ausgemessen. Zusätzlich zu diesen gemessenen Spektren werden

in einem Schritt **23** weitere Zwischenspektren berechnet. Die Gesamtheit der auf diese Weise erzeugten Spektren wird mit den Wahrnehmungskurven eines Normbeobachters in einem Schritt **26** gefaltet, um den RGB-Werten entsprechende Farbkoordinaten X, Y, Z zu erzeugen. Die Farbkoordinaten X, Y, Z werden schließlich in einem Schritt **27** mit einer "invertierten" Look-up Tabelle des Monitors LUT(M)⁻¹ verknüpft. Hieraus entstehen neue Farbwerte R', G', B' . Aus den Unterschieden zwischen den Farbwerten R, G, B und R', G', B' ist der Einfluss des Filmmaterials auf die Farbwiedergabe ableitbar. Aus diesen Unterschieden werden deshalb weitere Look-up Tabellen erzeugt, die in der Abgleichseinrichtung **19** abgespeichert und zur Anwendung auf die Farbwerte RGB bereitgehalten werden. Auf diese Weise wird erreicht, dass die Farbdarstellung auf dem Monitor **13** mit der Farbdarstellung auf der Leinwand **18** sehr gut übereinstimmt.

[0037] Für die Erzeugung der dreidimensionalen Look-up Tabelle 19 nimmt die Menge der Daten mit der dritten Potenz der Auflösung in entsprechender Weise zu, die Anzahl der Berechnungen zur Erzeugung dieser Daten steigt mit der dritten Potenz der Auflösung an. Für den entgeltigen Farbabgleich ist es zwar erforderlich, dass die Anzahl der Stützstellen in der dreidimensionalen Tabelle möglichst groß ist, aber eine große Anzahl von Stützstellen verhindert eine dynamische Farbkorrektur während der Filmbearbeitung. Mit den derzeit zur Verfügung stehenden Rechnern ist eine dynamische Korrektur wegen der hohen Anzahl von erforderlichen Rechenoperationen nicht möglich. "Dynamische Korrektur" bedeutet in diesen Fall, dass die 3D Look-up Tabelle an geänderte Parameter angepasst wird, die der Colorist an der Farbkorrekturereinrichtung eingibt.

[0038] In [Fig. 5](#) ist ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Abgleichseinrichtung **19** zur Farbkorrektur schematisch dargestellt, die in [Fig. 2](#) nur als einziger Block **19** gezeigt ist. In einem Rechner **31** wird eine dreidimensionale Look-up Tabelle berechnet und in einem Speicher **32** abgespeichert. Die Auflösung, mit welcher der Rechner die dreidimensionale Look-up Tabelle berechnen konnte, legt die Anzahl der "most significant bits" MSB fest. Die MSB beschreiben die Auflösung im Farbraum für welche berechnete Stützstellen in der Tabelle vorliegen. Alle Zwischenwerte in der Tabelle werden durch Interpolation zwischen den Stützstellen ermittelt. Hierfür kommen alle gängigen im Stand der Technik bekannten Interpolationsverfahren in Frage, die sich als für die vorliegenden Zwecke geeignet erweisen.

[0039] Gemäß der auf diese Weise festgelegten Grenze zwischen MSB und LSB werden die Farbwerte R_{in}, G_{in}, B_{in} eingehender Bilddaten D_{in} mittels einer Datenverarbeitungsstufe **33** in zwei Datenströme aufgeteilt.

[0040] Ein erster Datenstrom enthält Farbwerte R_{MSB} , G_{MSB} , B_{MSB} bei denen alle LSB gleich Null gesetzt sind. Zu jedem Farbwert R_{MSB} , G_{MSB} , B_{MSB} gibt es einen komplementären Farbwert R_{LSB} , G_{LSB} beziehungsweise B_{LSB} , der die LSB des komplementären Farbwertes enthält und dessen MSB gleich Null gesetzt sind. Die ursprünglich in jedem einzelnen Farbwert R_{in} , G_{in} und B_{in} enthaltene Information ist somit auf zwei Farbwerte aufgeteilt, nämlich R_{MSB} und R_{LSB} , G_{MSB} und G_{LSB} beziehungsweise B_{MSB} und B_{LSB} . Alle genannten Farbwerte haben dieselbe Bitlänge.

[0041] Die Farbwerte R_{MSB} , G_{MSB} und B_{MSB} entsprechen hierbei jenen Punkten im Farbraum, für die Stützstellen von dem Rechner **31** berechnet worden sind. Die komplementären Farbwerte R_{LSB} , G_{LSB} und B_{LSB} entsprechen Punkten im Farbraum, die zwischen diesen Stützstellen liegen.

[0042] In einer zweiten Datenbearbeitungsstufe **34** werden die Farbwerte R_{MSB} , G_{MSB} und B_{MSB} gemäß der Stützstellen in der Look-up Tabelle in korrigierte Farbwerte R_{MSB} , G_{MSB} und B_{MSB} umgewandelt. In einer nachfolgenden Interpolationsstufe **36** werden die den Farbwerten R_{LSB} , G_{LSB} und B_{LSB} entsprechenden Zwischenwerte zwischen den Stützstellenwerten interpoliert, so dass am Ausgang der Interpolationsstufe **36** für alle Eingangsfarbwerte R_{in} , G_{in} , B_{in} korrigierte Ausgangsfarbwerte R'_{out} , G'_{out} , B'_{out} zur Verfügung stehen.

[0043] In dem Maße wie dem Rechner Zeit zur Berechnung weiterer Stützstellen zur Verfügung steht, wird die Auflösung der Look-up Tabelle vergrößert, so dass sich die Grenze der MSB weiter verschiebt, bis schlussendlich die volle Auflösung im Farbraum erreicht ist. Wird ein Eingangsparameter der Farbkorrektur von dem Coloristen verändert, wiederholt sich die Berechnung von neuem.

[0044] Ein Vorteil der erfindungsgemäßen Einrichtung besteht darin, dass der Colorist das Ergebnis einer Parameteränderung sofort auf den Bildschirm **13** sieht, wenn auch nur mit verminderter Auflösung im Farbraum, die jedoch für die ersten Bearbeitungsschnitte des Filmmaterials in der Regel ausreicht. Die unmittelbare Sichtbarkeit erleichtert dem Coloristen die Arbeit.

Patentansprüche

1. Abgleichvorrichtung zur Korrektur von Farbwerten digitaler Bilddaten mit einer Recheneinheit, die programmtechnisch dazu eingerichtet ist, um aus primären Farbwerten sekundäre Farbwerte zu berechnen, wobei die primären Farbwerte (R_{in} , G_{in} , B_{in}) auf das erste Darstellungsmittel bezogen sind und die sekundären Farbwerte (R'_{out} , G'_{out} , B'_{out}) auf ein zweites Darstellungsmittel bezogen sind,

mit einem Speicher, der eine Tabelle enthält, in welcher jedem primären Farbwert (R_{in} , G_{in} , B_{in}) ein sekundärer Farbwert (R'_{out} , G'_{out} , B'_{out}) zugeordnet ist, mit einer Interpolationsstufe (**36**), die durch Interpolation sekundäre Farbwerte für solche primären Farbwerte (R_{in} , G_{in} , B_{in}) berechnet, die nicht in der Tabelle enthalten sind.

2. Abgleichvorrichtung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die primären Farbwerte in eine erste und eine zweite Gruppe von Farbwerten (R_{MSB} , G_{MSB} , B_{MSB} ; R_{LSB} , G_{LSB} , B_{LSB}) aufgeteilt sind.

3. Abgleichvorrichtung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Gruppe von primären Farbwerten (R_{MSB} , G_{MSB} , B_{MSB}) solche Punkte im Farbraum beschreibt, für die ein sekundärer Farbwert (R'_{MSB} , G'_{MSB} , B'_{MSB}) in der Tabelle abgelegt ist.

4. Abgleichvorrichtung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Gruppe von primären Farbwerten (R_{LSB} , G_{LSB} und B_{LSB}) solche Punkte im Farbraum beschreibt, für die kein sekundärer Farbwert in der Tabelle abgelegt ist.

5. Verfahren zur Farbkorrektur von digitalen Bilddaten, die einen ersten Darstellungsmittel zugeordnet sind, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

(a) Berechnen einer Tabelle mit einer ersten Anzahl von primären Farbwerten denen jeweils ein sekundärer Farbwert zugeordnet ist, welcher einem zweiten Darstellungsmittel zugeordnet ist;
 (b) Abspeichern der Tabelle in einem Speicher;
 (c) Trennen von eingehenden primären Farbwerten, in solche für die ein sekundärer Farbwert in der Tabelle abgespeichert ist und solche für die kein sekundärer Farbwert in der Tabelle abgespeichert ist;
 (d) Berechnen weiterer sekundärer Farbwerte, um die Anzahl der primären Farbwerte in der Tabelle zu erhöhen, denen jeweils ein sekundärer Farbwert zugeordnet ist; und
 (e) Wiederholen der Schritte (b), (c) und (d) bis die größtmögliche Anzahl von primären und sekundären Farbwerten in der Tabelle abgespeichert sind, die mit einer vorgegebenen Länge der Datenwerte für die Farbwerte erreichbar ist.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren bei einer Änderung der der Berechnung zu Grunde liegenden Parameter von neuem beginnt.

7. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Berechnen weiterer sekundärer Farbwerte von der zur Verfügung stehenden Rechen-

leistung abhängt.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

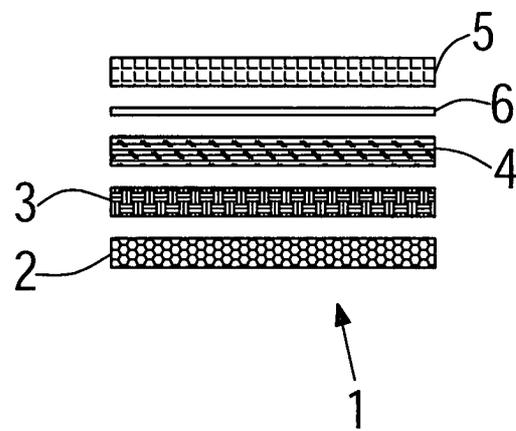


Fig.1

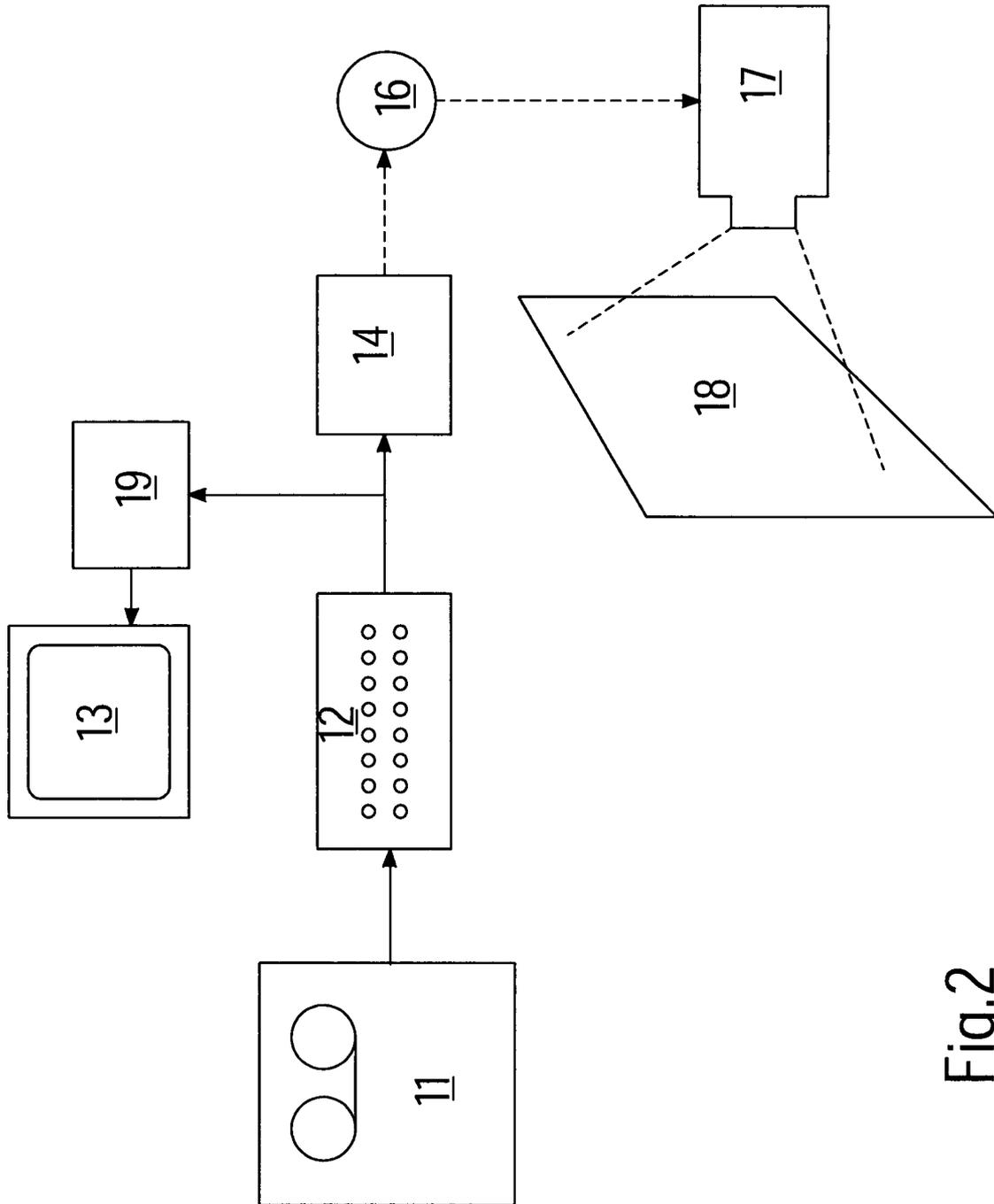


Fig.2

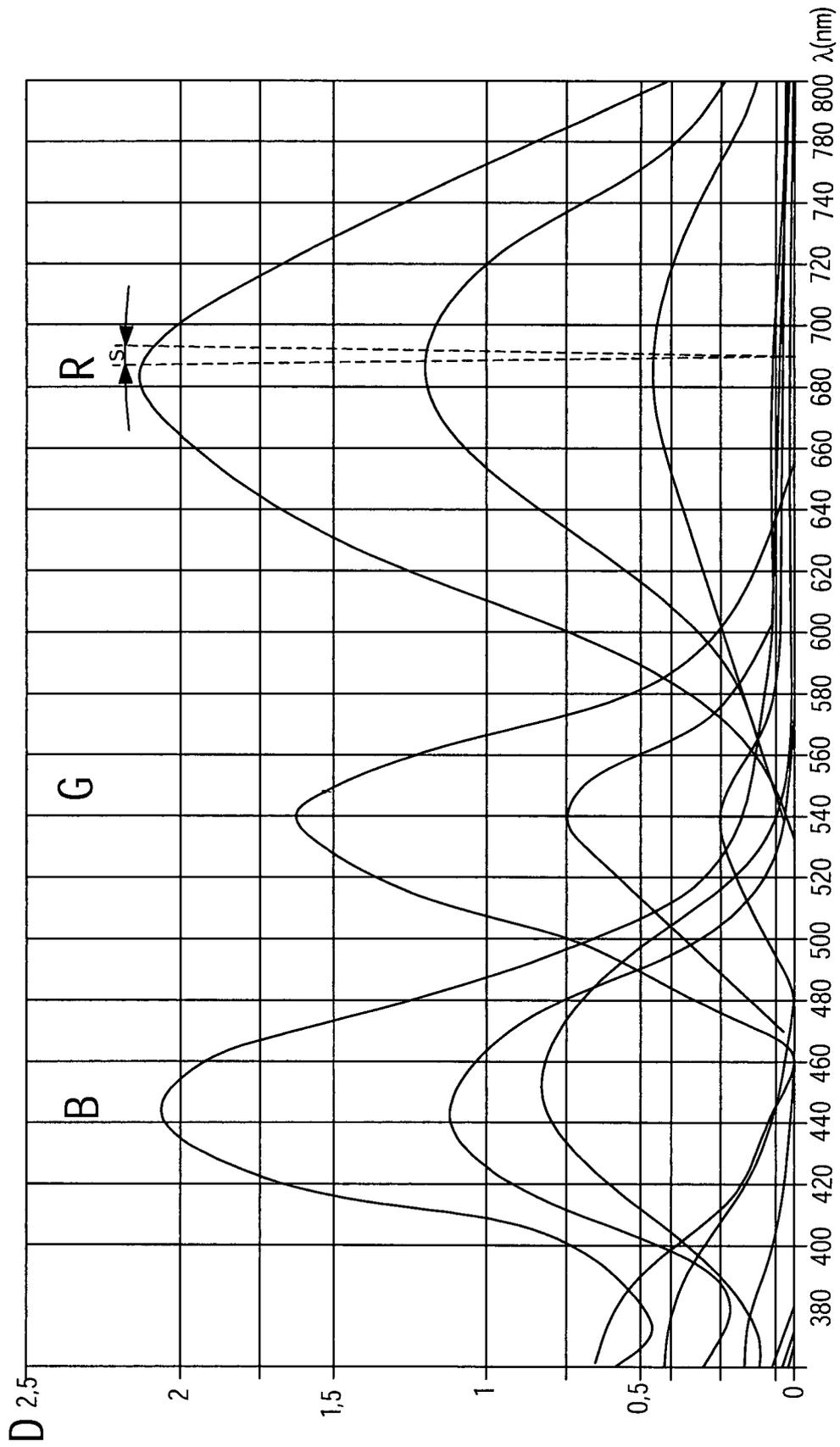


Fig.3

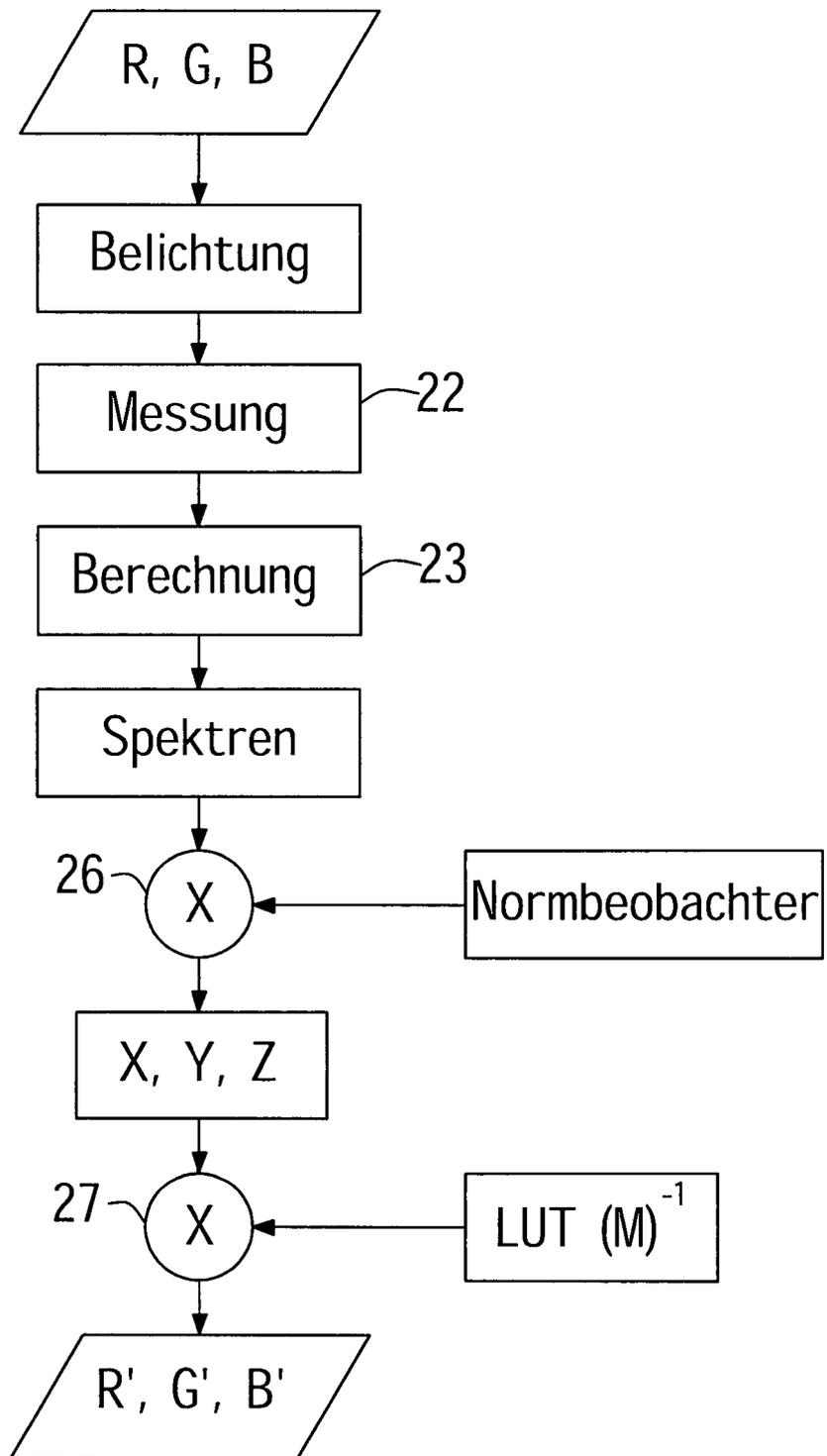


Fig.4

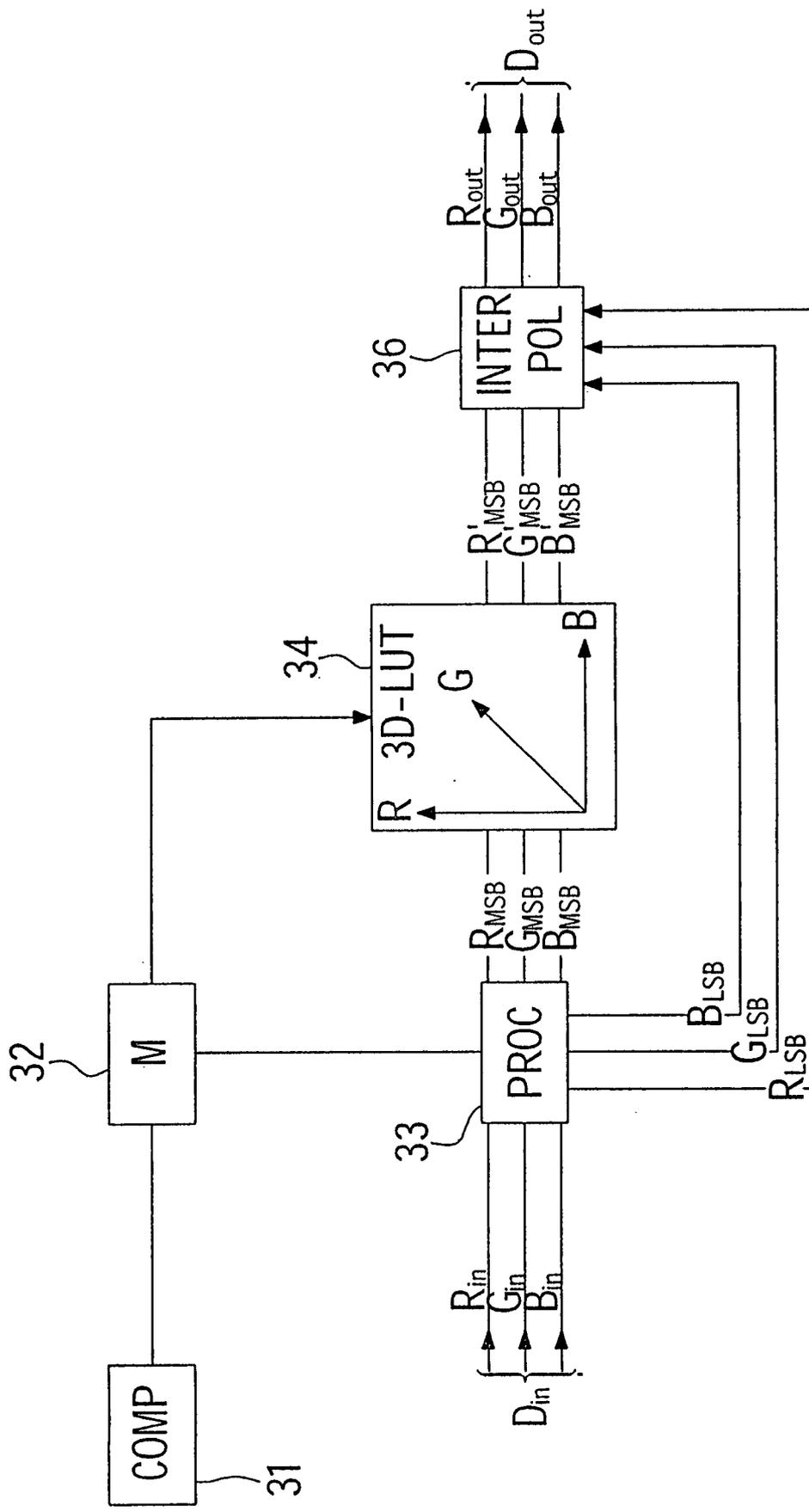


Fig.5