(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 696 37 090 T2** 2008.01.24

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 359 742 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **696 37 090.5**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 016 913.0**
(96) Europäischer Anmeldetag: **30.10.1996**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **05.11.2003**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **16.05.2007**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **24.01.2008**

(51) Int Cl.[8]: ***H04N 1/407*** (2006.01)

(30) Unionspriorität:
28314495 31.10.1995 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:
Fujifilm Corp., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:
Klunker, Schmitt-Nilson, Hirsch, 80797 München

(72) Erfinder:
Matama, Tooru c/o Fuji Photo Film Co., Ashigarakami-gun, Kanagawa-ken, JP

(54) Bezeichnung: **Bildreproduktionsverfahren und -gerät**

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

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Bildwiedergabeverfahren und eine Bildwiedergabevorrichtung zum Reproduzieren eines sichtbaren Bilds aus einem Bildsignal, welches erhalten wird aus einem Farbbild auf einem Bildspeicherbogen vom Reflexionstyp, beispielsweise einer Photoaufnahme oder einer Drucksache, oder auf einem Bildspeicherbogen vom Transmissionstyp (Durchlicht-Bildspeicherbogen), beispielsweise einem Negativfilm oder einem Umkehrfilm.

Beschreibung des Standes der Technik

[0002] In jüngerer Zeit wurden Forschungen auf dem Gebiet digitaler Photokopierer (Printer) durchgeführt. Bei den digitalen Photokopierern wird ein auf einem photographischen Film (im folgenden einfach als Film bezeichnet) aufgezeichnetes Bild, beispielsweise ein Bild auf einem Negativfilm oder einem Umkehrfilm oder auf einer Drucksache, photoelektrisch ausgelesen, und das dadurch gewonnene Bildsignal wird in ein digitales Signal umgewandelt. Anschließend wird das digitale Signal verschiedenen Bildverarbeitungsarten unterzogen, wodurch man ein verarbeitetes Bildsignal gewinnt. Danach wird Aufzeichnungslicht mit dem verarbeiteten Bildsignal moduliert, und mit dem modulierten Aufzeichnungslicht wird ein photoempfindliches Material, beispielsweise Photopapier, abgetastet und belichtet. Auf diese Weise wird auf dem photoempfindlichen Material ein sichtbares Bild erzeugt.

[0003] Bei den digitalen Photokopierern lassen sich Layouts gedruckter Bilder beispielsweise Kombinationen mehrerer Bilder, Teile eines Bildes, Bearbeitungen von Zeichen und Bildern sowie verschiedene Arten der Bildverarbeitung wie Einstellen der Farbdichte/Bilddichte, Vergrößerungs-Änderung und Konturen-Hervorhebung beliebig durchführen. Deshalb lassen sich Abzüge herstellen, die frei bearbeitet und entsprechend den jeweiligen Anwendungen verarbeitet wurden. Auch in solchen Fällen, in denen von herkömmlichen Oberflächenbelichtungsmethoden Gebrauch gemacht wird, läßt sich aufgrund der Beschränkung, der ein reproduzierbarer Bilddichtebereich bei photoempfindlichen Materialien unterliegt, die auf dem Film oder dergleichen aufgezeichnete Bilddichteinformation nicht perfekt wiedergeben. Bei digitalen Photoprintern allerdings können Abzüge hergestellt werden, bei denen die Bilddichteinformation auf dem Film oder dergleichen nahezu perfekt reproduzierbar ist.

[0004] Grundsätzlich sind digitale Photokopierer aufgebaut aus einer Leseeinrichtung zum Auslesen eines auf einem Bildspeicherblatt aufgezeichneten Bilds, beispielsweise eines auf einem Film aufgezeichneten Bilds, und einer Bildwiedergabe- oder Bildreproduktionseinrichtung. Die Bildwiedergabeeinrichtung nimmt eine Bildverarbeitung des Bildsignals vor, welches von der Leseeinrichtung erfaßt wurde, und sie justiert Belichtungsbedingungen. Außerdem führt die Bildwiedergabeeinrichtung eine Abtastbelichtung eines photoempfindlichen Materials unter den justierten Belichtungsbedingungen durch und führt außerdem eine Entwicklungsverarbeitung des belichteten Photomaterials durch. Die Bildwiedergabeeinrichtung kann ein sichtbares Bild aus dem Bildsignal reproduzieren, welches der Bildverarbeitung unterzogen wurde, und sie kann das sichtbare Bild auf einem Monitor zur Anzeige bringen.

[0005] In einer Lesevorrichtung zum Lesen eines auf einem Film aufgezeichneten Bilds, in welcher eine schlitzweise Abtastung erfolgt, wird beispielsweise eine sich in einer Richtung erstreckende schlitzähnliche Belichtung auf dem Film durchgeführt, und der Film wird in einer Richtung bewegt, die im wesentlichen rechtwinklig auf der Erstreckungsrichtung des Schlitzes steht. (Alternativ können das Leselicht und eine photoelektrische Wandlereinrichtung in der Richtung bewegt werden, die etwa rechtwinklig zu der genannten eindimensionalen Richtung des Schlitzes verläuft.) Auf diese Weise wird der Film zweidimensional abgetastet. Ein Abbild des durch den Film hindurchgetretenen Lichts, welches die Filmbildinformation beinhaltet, wird auf einer Lichtempfangsfläche oder Lichtaufnahmefläche der photoelektrischen Wandlereinrichtung gebildet, die zum Beispiel als CCD-Zeilensensor ausgebildet ist, um auf diese Weise in ein Lichtmengensignal photoelektrisch umgewandelt zu werden. Das so erfaßte Lichtmengensignal wird verstärkt und anschließend von einem Analog-Digital-Wandler in ein digitales Signal umgesetzt. Danach wird das digitale Signal unterschiedlichen Arten der Bildverarbeitung unterzogen, beispielsweise einer Kompensation der Schwankung der Kennwerte der verschiedenen CCD-Elemente des CCD-Zeilensensors, einer Bilddichteumwandlung und einer Umwandlung des Vergrößerungswerts, um aus dieser Bildverarbeitung ein verarbeitetes Signal zu gewinnen, welches zu einer Wiedergabeeinrichtung übertragen wird.

[0006] In der Wiedergabeeinrichtung wird zum Beispiel ein sichtbares Bild aus dem empfangenen Bildsignal reproduziert und auf einer Anzeigeeinrichtung dargestellt, beispielsweise dem Bildschirm einer Kathodenstrahlröhre. Falls notwendig, korrigiert die das reproduzierte Bild betrachtende Bedienungsperson die Gradation, die Farbe, die Bilddichte oder dergleichen des reproduzierten Bilds (das heißt sie stellt die Einrichtbedingungen ein). In solchen Fällen, in denen das reproduzierte Bild als akzeptierbar für einen fer-

tigen Abzug eingestuft wird, wird das Bildsignal als Aufzeichnungsbildinformation in eine Entwicklereinrichtung oder einen Monitor gegeben.

[0007] In einer Bildwiedergabevorrichtung, in der die Bildwiedergabe durch Rasterabtastung (das heißt durch Lichtstrahlabtastung) erfolgt, werden drei Arten von Lichtstrahlen entsprechend der schichtweisen Belichtung auf einem photoempfindlichen Material mit für drei Primärfarben, beispielsweise Rot (R), Grün (G) und Blau (B) empfindlichen Schichten entsprechend der Bildaufzeichnungsinformation moduliert und in einer Hauptabtastrichtung abgelenkt (wobei die Hauptabtastrichtung der vorerwähnten eindimensionalen Richtung entspricht). Außerdem wird das Photomaterial in einer Neben- oder Hilfsabtastrichtung etwa rechtwinklig zur Hauptabtastrichtung transportiert. (Das Photomaterial wird also in Bezug auf die abgelenkten Lichtstrahlen und in die Nebenabtastrichtung bewegt.) Auf diese Weise wird das Photomaterial in zweidimensionalen Richtungen mit den Lichtstrahlen abgetastet, welche gemäß der Aufzeichnungsbildinformation moduliert wurden, und das von dem Film gelesene Bild wird auf diese Weise auf dem Photomaterial reproduziert.

[0008] Das auf diese Weise mit den Lichtstrahlen abgetastete und belichtete Photomaterial wird anschließend einer Entwicklungsverarbeitung abhängig von der Art des Photomaterials unterzogen. Ist das Photomaterial beispielsweise ein Silberhalogenid-Photomaterial, so wird es einer Entwicklung unterzogen, welche die Schritte der Farbentwicklung, der Bleichfixierung, des Spulens, des Trocknens und dergleichen beinhaltet. Hierdurch erhält man einen fertigen Abzug.

[0009] Dieses Photomaterial kann einen vergleichsweise großen Luminanz- oder Leuchtdichtebereich des Objekts aufzeichnen. Allerdings ist die maximale Bilddichte des Photomaterials beschränkt. In solchen Fällen, in denen ein Abzug einer Szene mit starken Leuchtdichte-Unterschieden mit Hilfe herkömmlicher Kopiermethoden kopiert werden soll, werden also Einzelheiten aufgrund der unzureichenden Gradation entweder im hellen Bereich (viel Licht) oder in einem dunklen Bereich (Schatten) des Abzugs nicht mehr erkennbar. Wenn beispielsweise ein Bild von einer Person im Gegenlicht aufgenommen wird und das Bild derart kopiert wird, daß das Bild der Person deutlich wird, so wird der helle Bereich, beispielsweise der Himmel, weiß, und dort sind Einzelheiten nicht mehr wahrnehmbar. Wenn das Bild so kopiert wird, daß der helle Bereich, beispielsweise der Himmel, deutlich wird, so wird das Bild der Person dunkel, Einzelheiten sind nicht mehr erkennbar. Um diese Probleme zu lösen, wurde bislang von einer Lichtverschlußmethode oder von einer Maskier-Kopiermethode Gebrauch gemacht.

[0010] Bei der Lichtverschlußmethode wird ein üblicher Belichtungspegel für eine Zone vorgegeben, die einen mittleren Pegel der Bilddichte innerhalb einer Szene aufweist. Außerdem wird selektiv eine Langzeitbelichtung für eine Zone vorgesehen, die sich als Weiß entwickeln soll, und deren Einzelheiten als auf dem Abzug nicht mehr erkennbar eingestuft werden, wozu von einem perforierten Sperrblatt Gebrauch gemacht wird. Für eine Zone, die als im Endzustand dunkel in Erscheinung tretend betrachtet wird, so daß die Einzelheiten nicht mehr erkennbar sind, wird die Belichtungszeit selektiv mit Hilfe eines Sperrbogens kurzgehalten. Auf diese Weise erhält man einen Abzug, bei dem der Kontrast jedes Objekts passend gestaltet werden kann, wobei die Einzelheiten in besonders hellen und in Schattenzonen noch wahrnehmbar sind. Es wurde bereits ein Verfahren vorgeschlagen, bei dem ein Unschärfebildfilm, der auf photographischem Wege durch Negativ-Positiv-Umkehrung eines Originalbildfilms erzeugt wurde, als Sperrblatt dazu benutzt wird, um lokal die Belichtungszeit zu steuern, wobei der Kopiervorgang dadurch erfolgt, daß der Originalbildfilm und der Unschärfebildfilm übereinandergelegt werden.

[0011] Außerdem sind beispielsweise in den japanischen ungeprüften Patentveröffentlichungen Nr. 58(1983)-66929 und 64(1989)-35542 und in der japanischen Patentveröffentlichung Nr. 64(1989)-10819 verschiedene Maskierprintmethoden vorgeschlagen. Bei diesen vorgeschlagenen Maskierprintmethoden lassen sich die gleichen Effekte erzielen wie bei der Lichtverschlußmethode, indem die Helligkeit einer Lichtquelle zum Belichten eines photographischen Originalbilds lokal geändert wird. Nach der Vorrichtung, die in der japanischen ungeprüften Patentveröffentlichung Nr. 58(1983)-66929 vorgeschlagen ist, wird als Beleuchtungslichtquelle eine Kathodenstrahhöhre verwendet, und bezüglich eines Originalbilds wird eine photometrische Operation mit Speicherabtastung durchgeführt. Auf diese Weise wird aus dem Farb-Originalbild ein Unschärfemaskensignal gewonnen. Im Belichtungsmodus wird die Kathodenstrahlröhre mit dem Unschärfemaskensignal gesteuert, und hierdurch wird der Kontrast derart eingestellt, daß das Originalbild zuverlässig innerhalb der Kontrast-Wiedergabegrenze eines Photomaterials aufgezeichnet werden kann.

[0012] Bei der Vorrichtung nach der japanischen ungeprüften Patentveröffentlichung Nr. 64(1989)-35542 dient eine Kathodenstrahlröhre als Beleuchtungslichtquelle, wobei ein optischer Weg für den photometrischen Vorgang bezüglich des Originalbilds und ein optischer Weg für die Belichtung eines photoempfindlichen Materials derart angeordnet sind, daß sie gegeneinander austauschbar sind. Außerdem wird entsprechend dem aus dem Originalbild gewonnenen photometrischen Signal ein Signal zum Steuern der Leuchtdichte der Kathodenstrahlröhre während

der Belichtung und damit zum Korrigieren der Gradation und der Sättigung des reproduzierten Bildes erzeugt. Außerdem wird ein Signal gebildet, um das reproduzierte Bild auf einem Monitor wiederzugeben. Das auf dem Monitor dargestellte Bild wird betrachtet, und hierdurch läßt sich die Menge des Lichts der Kathodenstrahlröhre derart steuern, daß man ein gewünschtes Bild reproduzieren kann.

[0013] Bei der Vorrichtung nach der japanischen Patentveröffentlichung Nr. 64(1989)-10819 wird eine Matrixvorrichtung, beispielsweise eine Flüssigkristalleinrichtung, bei der die Lichtdurchlässigkeit lokal geändert werden kann, zwischen eine gleichmäßige flächige Lichtquelle und ein Originalbild eingefügt. Die Durchlässigkeit des Flüssigkristallmaterials wird entsprechend dem photometrischen Signal gesteuert, welches aus dem Originalbild erhalten wurde, und dadurch läßt sich der Kontrast des reproduzierten Bildes einstellen.

[0014] Weiterhin ist beispielsweise in der japanischen ungeprüften Patentveröffentlichung Nr. 6(1994)-242521 ein Verfahren vorgeschlagen, bei dem zum Korrigieren des Grauabgleichs bei der Bildwiedergabe eine derartige Umwandlung erfolgt, daß der maximale Bilddichtewert und der minimale Bilddichtewert jeder Farbe eines Originalbilds jeweils einem vorbestimmten Wert im reproduzierten Bild entsprechen. Mit Hilfe des vorgeschlagenen Verfahrens läßt sich die Steuerung der Gradation für jedes Einzelbild des Films durchführen. Wenn es zum Beispiel um eine Szene geht, in der es starke Leuchtdichteunterschiede gibt, läßt sich die Gradation der gesamten Bildfläche weich machen, demzufolge der Bereich der Leuchtdichte der Szene in den dynamischen Bereich des Photomaterials fällt. Auf diese Weise läßt sich verhindern, daß Probleme dadurch auftauchen, daß Einzelheiten in hellem Licht und solche im Schattenbereich aufgrund unzureichender Gradation nicht mehr wahrnehmbar sind.

[0015] Allerdings wurde mit Hilfe des oben erläuterten Lichtverschlußverfahrens und des Maskierprintverfahrens das Sperrblatt ungeachtet des Bildes angefertigt, welches reproduziert werden sollte. Deshalb ist ein sehr hohes Maß an Betriebsaufwand erforderlich. Weiterhin ist beträchtlicher Laboraufwand sowie beträchtlicher Zeitaufwand erforderlich, um den Unschärfebild herzustellen, der Wirkungsgrad bei der Herstellung von Abzügen ist folglich nicht mehr groß.

[0016] Mit Hilfe der Vorrichtung gemäß der japanischen ungeprüften Patentveröffentlichung Nr. 58(1983)-66929 und der 64(1989)-35542 sowie der japanischen Patentveröffentlichung Nr. 64(1989)-10819 läßt sich der Kontrast einer vergleichsweise großen Struktur dadurch wiedergeben, daß man die Verteilung der Leuchtdichte der Beleuchtungslichtquelle einjustiert. Allerdings entsprechen lokale Strukturen im wiedergegebenen Bild dem projizierten Bild des Originalbildfilms. Daher haben die oben angesprochenen Vorrichtungen insofern Nachteile, als die Wiedergabe von Farben der lokalen Strukturen einschließlich von deren Rändern nicht beliebig steuerbar ist, daß die Schärfe an den Rändern nicht beliebig steuerbar ist, und daß die Gradation von überbelichteten Bereichen, von unterbelichteten Bereichen oder dergleichen im Originalbild nicht frei steuerbar ist.

[0017] Bei den Vorrichtungen nach den japanischen ungeprüften Patentveröffentlichungen Nr. 58(1983)-66929 und 64(1989)-35542 sowie der japanischen Patentveröffentlichung Nr. 64(1989)-10819 erfolgt die Verarbeitung für die Photometrie und für die Belichtung sequentiell. Es kommt daher zu Problemen insofern, als die Verarbeitungskapazität gering ist. Außerdem ist es problematisch, daß dann, wenn der Abstand der Bewegung zwischen dem Originalbild bei dem photometrischen Vorgang anders ist als bei der Belichtung, das Bild des Abzugs Störungen aufweist. Bei der Vorrichtung nach der japanischen Patentveröffentlichung Nr. 64(1989)-10819, in der das Flüssigkristallmaterial eingesetzt wird, läßt sich die Belichtungszeit deshalb nicht gering halten, weil die Durchlässigkeit des Flüssigkristallmaterials fast etwa 30 % beträgt. Bei einer Kathodenstrahlröhre ist die Röhrenoberfläche mit Glas bedeckt, und die von dem Glas ausgehende Innenseite wird leuchtend. Wenn daher der Film in enge Berührung mit der Röhrenoberfläche einer Kathodenstrahlröhre gebracht wird, kommt es zu einem erheblichen Abstand zwischen der leuchtenden Fläche der Kathodenstrahlröhre und dem Film. Deshalb kommt es bei der Vorrichtung nach der japanischen ungeprüften Patentveröffentlichung Nr. 64(1989)-35542, bei der das Bild gemäß dem photometrischen Signal angezeigt wird, zu einer Unschärfe bei dem Photometrie- und Bilderzeugungssystem aufgrund des Abstands zwischen der Leuchtfläche der Kathodenstrahlröhre und der Filmoberfläche während der photometrischen Arbeit, so daß ein klares Monitorbild nicht erhalten werden kann.

[0018] Selbst bei dem Verfahren nach der japanischen ungeprüften Patentveröffentlichung Nr. 6(1994)-242521, bei dem das Problem vermieden werden kann, daß Einzelheiten des sehr hellen Bereichs und des Schattenbereichs aufgrund unzureichender Gradation nicht mehr wahrnehmbar sind, kommt es zu Problemen insofern, als der Kontrast jedes Objekts schwach wird und der fertige Bildabzug ein monotones Erscheinungsbild hat.

[0019] Aus diesem Grund wurden neue Bildwiedergabeverfahren vorgeschlagen, bei denen ein Unschärfebildsignal, welches nur die Strukturen niedriger Frequenzen in einem Farbbild repräsentiert, von

einem das Farbbild repräsentierenden digitalen Bildsignal subtrahiert wird, um ein Differenzsignal zu gewinnen, bezüglich des Differenzsignals eine Verarbeitung zum Ändern der Bilddichte, der Sättigung und/oder der Gradation durchgeführt wird, und aus dem verarbeiteten Bildsignal mit Hilfe einer Bildwiedergabeeinrichtung ein sichtbares Bild reproduziert wird, wobei das verarbeitete Bildsignal beruhend auf dem Differenzsignal gewonnen wurde. Selbst wenn der Kontrast der gesamten Fläche des Originalbilds stark ist, läßt sich daher ein reproduziertes Bild in der Weise gewinnen, daß der Kontrast auf der gesamten Bildfläche geschwächt sein kann, demzufolge die Kontraste von Feinstrukturen im hellen Bereich und im Schattenbereich des Bilds verbleiben, während gleichzeitig die Einzelheiten im sehr hellen Bereich und im Schattenbereich nicht in dem reproduzierten Bild aufgrund unzureichender Gradation untergehen. Derartige Bildwiedergabeverfahren sind zum Beispiel in der japanischen ungeprüften Patentveröffentlichung Nr. 2(1990)-226375 (EP-A-377 386) und der US-Patentanmeldung Nr. 08/672,939 beschrieben.

[0020] Was das vorgeschlagene Bildwiedergabeverfahren angeht, so läßt sich mit ihnen zwar der dynamische Bereich des gesamten Bildes komprimieren, es kommt allerdings zu Problemen insofern, als das Dynamikbereich-Kompressionsverfahren auch für eine Szene durchgeführt wird, in der der großflächige Kontrast gering ist, und die an sich keiner Dynamikbereichkompression unterzogen zu werden brauchte. Deshalb wird die Gesamtfläche des Bildes monoton, das Bild wird schwer wahrnehmbar.

[0021] Außerdem haben verschiedene Szenen die Besonderheit, daß das Histogramm des die Szene repräsentierenden Bildsignals zur hellen Seite oder zur dunklen Seite hin tendieren. Bei derartigen Szenen sollte das Dynamikbereich-Kompressionsverfahren vorzugsweise nur für entweder die hellen Bereiche oder die dunklen Bereiche durchgeführt werden. Bei den herkömmlichen Verfahren allerdings wird das Dynamikbereich-Kompressionsverfahren gleichmäßig auf der gesamten Bildfläche durchgeführt, also auch in dem Bildbereich, in dem der großflächige Kontrast gering ist, so daß dieser Bereich monoton wird und man kein Bild mit hoher Detail-Erkennungsfähigkeit erhalten kann.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

[0022] Hauptziel der Erfindung ist die Schaffung eines Bildwiedergabeverfahrens, bei dem selbst dann, wenn ein Originalbild einen starken niederfrequenten Kontrast aufweist, die Einzelheiten einer sehr hellen Zone und einer Schattenzone an einem Untergehen im Bildabzug aufgrund unzureichender Gradation gehindert werden, das Abzugbild an einem Monoton-Werden gehindert wird, abträgliche Einflüsse eines Dynamikbereich-Kompressionsverfahrens für eine Szene mit schwachem niederfrequentem Kontrast unterdrückt werden und der Bildabzug eine gute Bildqualität aufweist.

[0023] Die Erfindung ist in den Ansprüchen 1 und 5 angegeben.

[0024] Ein weiteres Ziel der Erfindung ist die Schaffung eines Bildwiedergabeverfahrens, bei dem die Farb-Wiedergabefähigkeit in einem gedruckten Bild derart verbessert ist, daß ein unnatürlicher Eindruck auch in solchen Bereichen nicht entstehen kann, die in der Nähe der Ränder des gedruckten Bilds liegen, so daß man das gedruckte Bild mit guter Druckqualität auch dann von einer Bildvorlage erhält, wenn diese einen starken großflächigen Kontrast aufweist.

[0025] Ein spezielles Ziel der Erfindung ist die Schaffung einer Vorrichtung zum Durchführen des Bildwiedergabeverfahrens.

[0026] Die vorliegende Erfindung schafft ein Bildwiedergabeverfahren, bei dem ein sichtbares Bild aus einem digitalen Bildsignal, welches ein Farbbild repräsentiert, reproduziert wird, umfassend folgende Schritte:

i) Bilden eines Histogramms des Bildsignals,

ii) Berechnen eines dynamischen Bereichs des Bildsignals entsprechend dem Histogramm,

iii) Einstellen einer Rate der Dynamikbereich-Kompression entsprechend mindestens einer Zone des Bildsignals, in welcher der Signalwert vergleichsweise groß ist, einer Zone, in der der Signalwert vergleichsweise klein ist, und/oder der gesamten Zone des Bildsignals, wobei die Rate der Dynamikbereich-Kompression abhängig von dem dynamischen Bereich und unter Berücksichtigung eines vorbestimmten Bezugspegels des Bildsignals als Referenzwert eingestellt wird (die Rate der Dynamikbereich-Kompression kann in Bezug auf den Referenzpegel etwa Null betragen),

iv) Ausführen eines Dynamikbereich-Kompressionsverfahrens bezüglich des Bildsignals mit der Rate der Dynamikbereich-Kompression, die auf diese Weise eingestellt wurde,

v) Ausführen einer Gradationsverarbeitung bezüglich eines Bildsignals, welches aus dem Dynamikbereich-Kompressionsverfahren erhalten wurde, so daß durch die Gradationsverarbeitung ein verarbeitetes Bildsignal gewonnen wird, und

vi) Reproduzieren eines sichtbaren Bilds aus dem verarbeiteten Signal.

[0027] Die vorliegende Erfindung schafft außerdem eine Bildwiedergabevorrichtung, mit der ein sichtbares Bild aus einem digitalen Bildsignal, welches ein Farbbild repräsentiert, reproduziert wird, umfassend:

i) eine Histogrammerzeugungseinrichtung zum Bilden eines Histogramms des Bildsignals,

ii) eine Dynamikbereich-Berechnungseinrichtung zum Berechnen eines dynamischen Bereichs des Bildsignals abhängig von dem Histogramm,
iii) eine Kompressionsraten-Einstelleinrichtung mm Einstellen einer Rate der Dynamikbereich-Kompression entsprechend mindestens einer Zone des Bildsignals, in welcher der Signalwert vergleichsweise groß ist, einer Zone, in der der Signalwert vergleichsweise klein ist, und/oder der gesamten Zone des Bildsignals, wobei die Rate der Dynamikbereich-Kompression abhängig von dem dynamischen Bereich und unter Berücksichtigung eines vorbestimmten Bezugspegels des Bildsignals als Referenzwert eingestellt wird,
iv) eine Dynamikbereich-Kompressionsverarbeitungseinrichtung zum Durchführen einer Dynamikbereich-Kompressionsverarbeitung bezüglich des Bildsignals mit der Rate der Dynamikbereich-Kompression, die auf diese Weise eingestellt wurde,
v) eine Gradationsverarbeitungseinrichtung zum Ausführen einer Gradationsverarbeitung bezüglich eines Bildsignals, welches durch den Dynamikbereich-Kompressionsvorgang erhalten wurde, um dadurch ein verarbeitetes Bildsignal zu gewinnen, und
iv) eine Wiedergabeeinrichtung zum Reproduzieren eines sichtbaren Bilds aus dem verarbeiteten Bildsignal.

[0028] Bei dem Bildwiedergabeverfahren und der Bildwiedergabevorrichtung gemäß der Erfindung sollte der Dynamikbereich-Kompressionsprozeß vorzugsweise nur dann durchgeführt werden, wenn der dynamische Bereich größer als ein vorbestimmter Schwellenwert ist.

[0029] Außerdem sollten das Bildwiedergabeverfahren und die Bildwiedergabevorrichtung gemäß der Erfindung so modifiziert sein, daß ein Vorablese-Bildsignal, welches Bildelemente repräsentiert, die in gröberen Intervallen als das Bildsignal detektiert werden, vor dem Gewinnen des Bildsignals erhalten werden kann, und daß die Berechnung des dynamischen Bereichs und die Einstellung der Rate der Dynamikbereichkompression gemäß dem Vorablese-Bildsignal durchgeführt werden.

[0030] Das Bildwiedergabeverfahren und die Bildwiedergabevorrichtung gemäß der Erfindung sollten vorzugsweise derart modifiziert werden, daß das Bildsignal umgewandelt werden kann in eine Leuchtdichte, ein Unschärfebildsignal, welches ein Unschärfebild des durch die Leuchtdichte repräsentierten Bilds repräsentiert, wobei die Berechnung des dynamischen Bereichs, die Einstellung der Rate der Dynamikbereichkompression und das Dynamikbereich-Kompressionsverfahren nach Maßgabe des Unschärfebildsignals durchgeführt werden.

[0031] Weiterhin sollten das Bildwiedergabeverfahren und die Bildwiedergabevorrichtung gemäß der Erfindung so modifiziert sein, daß das Dynamikbereich-Kompressionsverfahren dadurch ausgeführt wird, daß man die Anzahl von Bits in dem Bildsignal, welches dem Dynamikbereich-Kompressionsverfahren unterzogen wird, auf einen größeren Wert einstellt, als es der Anzahl von Bits des verarbeiteten Bildsignals entspricht. Insbesondere in solchen Fällen, in denen die Verarbeitung gemäß dem Unschärfebildsignal durchgeführt wird, sollte die Bitbreite des der Verarbeitung unterzogenen Signals vorzugsweise so eingestellt werden, daß sie breiter ist als die Bitbreite des Eingangs-Bildsignals, demzufolge es nicht zu einer fehlerhaften Konturbildung aufgrund eines unzureichenden Quantisierungspegels des Dynamikbereich-Kompressionssignals kommt.

[0032] Bei dem erfindungsgemäßen Bildwiedergabeverfahren und der Bildwiedergabevorrichtung wird das Histogramm des Bildsignals gebildet, und aus dem Histogramm wird der Dynamikbereich des Bildsignals errechnet. Die Rate der Dynamikbereichkompression entsprechend der Zone des Bildsignals, in welcher der Signalwert vergleichsweise groß ist, der Zone des Bildsignals, in welcher der Signalwert vergleichsweise klein ist und/oder der gesamten Zone des Bildsignals wird nach Maßgabe des Dynamikbereichs eingestellt, wobei der vorbestimmte Referenzpegel des Bildsignals als Referenzgröße hergenommen wird. Dann wird das Dynamikbereich-Kompressionsverfahren bezüglich des Bildsignals durchgeführt, wobei die Rate der Dynamikbereichkompression verwendet wird, die in der erwähnten Weise eingestellt wurde. Die Zone des Bildsignals, in der der Signalwert groß ist, entspricht dem hellen Lichtbereich in dem wiedergegebenen Bild, die Zone des Bildsignals, in welcher der Signalwert klein ist, entspricht dem Schattenbereich in dem reproduzierten Bild. In solchen Fällen, in denen die Raten der Dynamikbereichkompression so eingestellt werden, daß das Kompressionsverfahren nur bezüglich der hellen Bereiche und der Schattenbereiche durchgeführt werden kann, deren Einzelheiten durch unzureichende Gradation möglicherweise nicht mehr wahrnehmbar sein werden, läßt sich das Dynamikbereich-Kompressionsverfahren beschränken auf den Bildbereich, in dem der großflächige Kontrast stark ausgeprägt ist. Im Ergebnis wird der großflächige Kontrast nur für die sehr hellen oder die sehr schattigen Bereiche abgeschwächt, während das Dynamikbereich-Kompressionsverfahren nicht für denjenigen Bildbereich durchgeführt wird, dessen großflächiger Kontrast gering ist. Deshalb werden Einzelheiten sehr heller und sehr schattiger Bereiche nicht zum Verschwinden gebracht, und der Kontrast des Bildbereichs, in welchem der großflächige Kontrast schwach ist, wird nicht abgeschwächt. Folglich kann man ein reproduziertes Bild mit guter Bildqualität gewinnen.

[0033] Was den Referenzpegel für das Bildsignal angeht, so wird die Rate für die Dynamikbereichkompression auf annähernd Null eingestellt. In den Fällen, in denen die Bilddichte des Primärobjekts innerhalb des Bildes als Referenzpegel hergenommen wird, wird folglich das Dynamikbereich-Kompressionsverfahren nicht für das Primärobjekt durchgeführt. Außerdem kann die Justierung der Helligkeit der gesamten Fläche des Bilds unabhängig durchgeführt werden. Auf diese Weise lassen sich die Funktion für die Dynamikbereichkompression und die Funktion für die Helligkeitseinstellung deutlich trennen, und man kann in einfacher Weise die Korrektur für die Helligkeit oder dergleichen vornehmen.

[0034] Auch in solchen Fällen, in denen das Dynamikbereich-Kompressionsverfahren nur dann durchgeführt wird, wenn der aus dem Histogramm errechnete Dynamikbereich größer als ein vorbestimmter Schwellenwert ist, wird das Dynamikbereich-Kompressionsverfahren dann nicht ausgeführt, wenn der Dynamikbereich kleiner als der vorbestimmte Schwellenwert ist. Im Ergebnis kann bezüglich eines Bilds mit einem kleinen Dynamikbereich und einem schwachen großflächigen Kontrast das Dynamikbereich-Kompressionsverfahren an einer Ausführung gehindert werden. Deshalb läßt sich verhindern, daß der großflächige Kontrast des einen schwachen großflächigen Kontrast aufweisenden Bilds noch weiter geschwächt wird.

[0035] Bei dem erfindungsgemäßen Bildwiedergabeverfahren und der Bildwiedergabevorrichtung kann das Unschärfebildsignal dadurch gebildet werden, daß man das Signal in die Leuchtdichte umgewandelt wird, und daß die Leuchtdichte einer Filterung unterzogen wird, oder dergleichen. Das Dynamikbereich-Kompressionsverfahren kann dann bezüglich des Unschärfebildsignals durchgeführt werden. In solchen Fällen wird das von dem verarbeiteten Bildsignal reproduzierte Bild in der Weise gewonnen, daß man eine gute Farbwiedergabefähigkeit erhalten kann, auch wenn die Helligkeit am Rand eines Objekts in dem Bild sich möglicherweise unterscheidet von der Helligkeit in dem Farbbild. Deshalb kann man ein Bild erzeugen, welches frei von einem unnatürlichen Empfinden ist, verglichen mit dem ursprünglichen Farbbild.

[0036] Außerdem wird in solchen Fällen, in denen die Bitbreite des Bildsignals, welches dem Dynamikbereich-Kompressionsverfahren unterzogen wird, auf einen größeren Wert eingestellt, als es der Bitbreite des verarbeiteten Bildsignals entspricht, um eine falsche Konturierung aufgrund unzureichender Quantisierung zu verhindern, so daß man ein Bild guter Qualität gewinnen kann.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0037] Fig. 1 ist eine anschauliche Darstellung einer Ausführungsform der Bildwiedergabevorrichtung gemäß der Erfindung,

[0038] Fig. 2A ist eine graphische Darstellung einer Tabelle für eine in einem Tabellenspeicher (LUT; Look Up Table) durchgeführte Grauabgleicheinstellung,

[0039] Fig. 2B ist eine graphische Darstellung einer Tabelle für eine in der LUT **15** durchgeführte Helligkeitskorrektur,

[0040] Fig. 2C ist eine graphische Darstellung einer Tabelle für eine in der LUT **15** durchgeführte Gradationsumwandlung,

[0041] Fig. 3A, Fig. 3B, Fig. 3C, Fig. 3D und Fig. 3E sind graphische Darstellungen von Tabellen für ein in einer LUT **19** durchgeführtes Dynamikbereich-Kompressionsverfahren,

[0042] Fig. 4 ist eine graphische Darstellung einer Tabelle für eine in einer LUT **21** durchgeführte Gradationsumwandlung,

[0043] Fig. 5 ist eine graphische Darstellung einer Tabelle zur Gradationswandlung, die in einem LUT **23** durchgeführt wird,

[0044] Fig. 6 ist eine graphische Darstellung der Kennlinie eines Tiefpaßfilters,

[0045] Fig. 7 ist eine graphische Darstellung eines Histogramms eines Bildsignals,

[0046] Fig. 8 ist eine graphische Darstellung der Beziehung zwischen einem Dynamikbereich und einer Rate einer Dynamikbereichkompression,

[0047] Fig. 9 ist eine schematische Ansicht eines auf einem Monitor dargestellten Bilds,

[0048] Fig. 10 ist eine graphische Ansicht des Frequenzgangs eines verarbeiteten Bildsignals,

[0049] Fig. 11A ist ein Blockdiagramm einer Vorrichtung zum Durchführen der Bildverarbeitung mit einem 8-Bit-Signal,

[0050] Fig. 11B ist ein Blockdiagramm einer Vorrichtung zum Durchführen der Bildverarbeitung mit einem 10-Bit-Signal,

[0051] Fig. 12A ist eine graphische Darstellung eines Musters eines Bildsignals, welches durch die Bildverarbeitung mit dem 8-Bit-Signal erhalten wurde,

[0052] Fig. 12B ist eine graphische Darstellung eines Musters eines Bildsignals, welches durch die Bildverarbeitung mit dem 10-Bit-Signal erhalten wurde,

[0053] Fig. 13 ist eine perspektivische Ansicht eines Entwicklungsteils,

[0054] Fig. 14 ist ein Blockdiagramm eines Bildverarbeitungsteils, in welchem eine Unschärfemaskenverarbeitung durchgeführt wird, und

[0055] Fig. 15 ist eine graphische Darstellung des Frequenzgangs eines verarbeiteten Bildsignals, welches durch die die Unschärfemaskenverarbeitung beinhaltende Bildverarbeitung erhalten wurde.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0056] Im folgenden wird die Erfindung anhand der begleitenden Zeichnungen in größerer Binzelheit erläutert.

[0057] Fig. 1 ist eine anschauliche Ansicht einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Bildwiedergabevorrichtung. Wie aus Fig. 1 hervorgeht, enthält eine die Ausführungsform der erfindungsgemäßen Bildwiedergabevorrichtung bildende Bildwiedergabevorrichtung **1** einen Bildleseteil **1A** und einen Bildverarbeitungsteil **1B**. Der Bildausleseteil **1A** enthält eine Lichtquelle **2** und eine Lichtregulierereinrichtung **3** zum Einstellen der von der Lichtquelle **2** erzeugten Lichtmenge. Der Bildausleseteil **1A** enthält ein RGB-Filter **4** zum Umwandeln des von der Lichtquelle **2** erzeugten Lichts in die drei Farben R, G und B, außerdem eine Spiegelbox **5** zum Diffundieren des Lichts, welches das RGB-Filter **4** passiert hat, um das diffundierte Licht auf den Film **6** zu geben. Der Bildausleseteil **1A** enthält weiterhin ein Objektiv **7** zum Erzeugen eines Bildes des Lichts, welches durch den Film **6** hindurchgetreten ist, in einen Flächenbereich eines CCD-Bildsensors **8**. Bei dieser Ausführungsform erfolgt das Lesen des Bildes mit Hilfe des flächigen CCD-Bildsensors **8**. Alternativ kann man von einer Methode zum Bewegen eines Zeilensensors gegenüber dem Licht Gebrauch machen. Als weitere Alternative kommt eine Methode in Betracht, die mit punktweiser Photometrie unter Einsatz eines Trommelscanners oder dergleichen arbeitet. In dem Bildausleseabschnitt **1A** erfolgen ein Vorab-Auslesen und ein Endauslesen. Bei dem Vorab-Lesevorgang werden die Detektorintervalle des CCD-Bildsensors **8** vergleichsweise grob eingerichtet, und hierdurch wird ein Vorablese-Bildsignal S_P erhalten. Nach dem Vorablesevorgang erfolgt das Fein-Auslesen. Bei dem Feinauslesevorgang werden die Detektorintervalle des CCD-Bildsensors **8** vergleichsweise fein eingerichtet, und dadurch wird ein Feinauslesebildsignal S_Q gewonnen.

[0058] Der Bildverarbeitungsabschnitt **1B** umfaßt einen Verstärker **10** zum Verstärken der drei Farbsignale R, G und B, die von dem CCD-Bildsensor **8** erhalten wurden, und einen Analog-Digital-Wandler **11** zum Umwandeln der verstärkten Bildsignale in digitale Bildsignale. Der Bildverarbeitungsabschnitt **1B** beinhaltet einen Tabellenspeicher (LUT) **12** zum Umwandeln der digitalen Bildsignale in Bilddichtesignale, außerdem Rahmen- oder Vollbildspeicher **13R**, **13G** und **13B**, die die digitalen Bildsignale R, G und B speichern, die in die Bilddichtesignale umgewandelt wurden. Der Bildverarbeitungsabschnitt **1B** enthält weiterhin Vollbildspeicher **14R**, **14G** und **14B** zum jeweiligen Speichern der Vorabauslese-Bildsignale S_P für die Farben R, G und B, die bei dem Vorabauslesevorgang erhalten wurden. Der Bildverarbeitungsabschnitt **1B** enthält darüber hinaus einen LUT **15** zum Durchführen einer Korrektur des Grauabgleichs, der Helligkeit und der Gradation, was weiter unten noch beschrieben wird, und zwar bezüglich der digitalen Bildsignale, ferner eine Matrix (MTX) **16** zum Korrigieren der Bildsignale, die durch die LUT **15** ausgeführte Verarbeitung gewonnen wurden, so daß diese Signale zu Farbsignalen werden, die sich in passenden Farben auf einem Photomaterial reproduzieren lassen, wie es weiter unten noch ausgeführt wird. Der Verarbeitungsabschnitt **1B** enthält ferner eine Matrix MTX **17** zum Umwandeln der durch die MTX **16** gewonnenen Bildsignale in eine Leuchtdichte oder Luminanz, ferner ein Tiefpaßfilter (TPF) **18** zum Erzeugen eines Unschärfesignals aus der Leuchtdichte. Der Bildverarbeitungsabschnitt **1B** enthält weiter einen LUT **19** zum Komprimieren des Dynamikbereichs des Unschärfesignals, um dadurch ein Unschärfebildsignal zu gewinnen für die Justierung des großflächigen Kontrasts, und eine Addiereinrichtung **20**, die die Originalbildsignale und das Unschärfebildsignal, das aus dem Dynamikbereich-Kompressionsverfahren gewonnen wurde, miteinander addiert, um dadurch Additionssignale Sadd zu gewinnen. Der Bildverarbeitungsabschnitt **1B** enthält ferner einen LUT **21** zum Korrigieren des Kontrasts (das heißt des großflächigen Kontrasts und des hochfrequenten Kontrasts) der Additionssignale Sadd, das heißt zum Durchführen einer Gradationsverarbeitung, ferner einen Digital-Analog-Wandler **22** zum Umwandeln der durch die Kontrastkorrektur erhaltenen Signale in Analogsignale. Der Bildverarbeitungsabschnitt **1B** enthält weiterhin einen LUT **23** zum Korrigieren der Gradation der Vorabauslese-Bildsignale S_P, und einen Digital-Analog-Wandler **24** zum Umwandeln der Vorabauslese-Bildsignale S_P, die durch die mit der LUT **23** gewonnenen Gradationskorrektur erhalten wurden, in Analogsignale. Der Bildverarbeitungsteil **1B** enthält weiterhin eine Kathodenstrahlröhren-Anzeigevorrichtung **25** zum Wiedergeben eines sichtbaren Bilds entsprechend den Vorabauslese-Bildsignalen S_P, die durch die Digital-Analog-Umwandlung gewonnen wurden, und eine Maus **26** zum Einfluß-Nehmen auf das sichtbare Bild,

welches auf der Kathodenstrahlröhren-Anzeigevorrichtung **25** dargestellt wird, um schließlich die endgültigen Parameter für das Bild einzustellen. Der Bildverarbeitungsabschnitt **1B** enthält weiterhin eine automatische Einstellalgorithmuseinrichtung **27** zum Berechnen des Histogramms der Vorabauslese- Bildsignale S_P in einer noch zu beschreibenden Weise und zum Einstellen der Parameter für die Justierung des LUT **15**, des LUT **19**, des LUT **21** und des LUT **23** nach Maßgabe des Histogramms. Bei dem LUT **12** handelt es sich um eine Durchlässigkeits/Bilddichte-Umwandlungstabelle zum Umwandeln der Signale derart, daß bei dem Bilddichtebereich des Originalbilds keine Sättigung erreicht wird. Der LUT **15** korrigiert den Grauabgleich, die Helligkeit und die Gradation. Der LUT **15** enthält eine in Fig. 2A dargestellte Helligkeits-Einstelltabelle, eine in Fig. 2B dargestellte Helligkeitskorrekturtabelle, und eine in Fig. 2C dargestellte γ-Korrekturtabelle, wobei die Tabellenspeicher in Reihe geschaltet sind. Der LUT **19** speichert Dynamikbereich-Kompressionstabellen mit vorbestimmten Steigungen α gemäß den Fig. 3A, Fig. 3B, Fig. 3C, Fig. 3D und Fig. 3E. Bei dieser Ausführungsform nimmt α einen negativen Wert an. Wie weiter unten noch beschrieben wird, werden Dynamikbereich-Kompressionstabellen gemäß den Vorabauslese-Bildsignalen S_P berechnet. Wie in Fig. 4 dargestellt ist, handelt es sich bei dem LUT **21** um eine nicht-lineare Gradationsumwandlungstabelle, welche die Beziehung zwischen dem Eingangssignal und einem verarbeiteten Bildsignal, welches für das reproduzierte Bild steht, wiederspiegelt. Der LUT **23** speichert eine in Fig. 5 veranschaulichte lineare Gradations-Umwandlungstabelle, in der die Neigung den Wert 1 + α hat.

[0059] Die MTX **16** korrigiert die detektierten digitalen Bildsignale derart, daß diese zu Farbsignalen werden, die sich eignen für die Wiedergabe mit passenden Farben auf dem Photomaterial. Insbesondere korrigiert die MTX **16** die detektierten digitalen Bildsignale derart, daß diese mit korrekten Farben reproduziert werden aufgrund der Kombination der Spektralkennwerte des Films **6** und der Spektralkennwerte des Photomaterials, auf welchem schließlich das sichtbare Bild reproduziert wird. Die MTX **17** wandelt die Farbbildsignale für R, G und B in eine Leuchtdichte um. Insbesondere wandelt die MTX **15** die Farbbildsignale für R, G und B dadurch in Leuchtdichtewerte um, daß sie von einem Wert Gebrauch macht, der einem Drittel des mittleren Werts der jeweiligen Farbbildsignale entspricht, oder von einer YIQ-Basis oder dergleichen Gebrauch macht.

[0060] Das TPF **18** ist ein Unschärfemaskenfilter zum Verwischen der Luminanz in zwei Richtungen, es besitzt den in Fig. 6 dargestellten Frequenzgang. Wenn der Durchmesser der Unschärfemaske sehr klein ist, wird die Schärfe unnatürlich hervorgehoben, oder es wird ein Überschwinger am Rand des Bildes erkennbar. Wenn der Durchmesser der Unschärfemaske sehr groß ist, kommt es zu Nachteilen insofern, als man Effekte der Unschärfemaske dann nicht erzielt, wenn das Primärobjektmuster klein ist, oder das ein beträchtlicher Rechenaufwand erforderlich ist und der Umfang der Apparatur nicht klein gehalten werden kann. Durch den Erfinder in Bezug auf verschiedene Szenen-Typen durchgeführte Experimente haben gezeigt, daß bei einem 135-Film der Durchmesser der Halbbreite der Maskengröße vorzugsweise in den Bereich von etwa 0,3 mm bis etwa 3 mm auf dem Film fallen sollte, vorzugsweise in einen Bereich von etwa 0,5 mm bis etwa 2 mm auf dem Film fallen sollte. In den Fällen, in denen das Filmformat größer als bei einem 135-Film ist, sollte die Größe der Unschärfemaske vorzugsweise erhöht werden.

[0061] Im folgenden soll beschrieben werden, wie die Ausführungsform der Bildwiedergabevorrichtung gemäß der Erfindung arbeitet.

[0062] Zunächst wird von der Lichtquelle **2** in dem Bildausleseabschnitt **1A** Licht erzeugt, welches von der Lichtreguliereinrichtung **3** auf eine vorbestimmte Lichtmenge umgewandelt wird. Beispielsweise wird die Lichtmenge, die durch den Bildpunkt mit der kleinsten Bilddichte auf dem Film **6** gelangt, vorab gemessen, und die Lichtreguliereinrichtung **3** justiert die von der Lichtquelle **2** erzeugte Lichtmenge so ein, daß die durch den Punkt minimaler Bilddichte hindurchtretende Lichtmenge in dem Bild etwas geringer ist, als es dem Sättigungspegel des CCD-Bildsensors **8** entspricht. Das von der Lichtreguliereinrichtung **3** einjustierte Licht läuft durch das RGB-Filter **4**, wird durch den Spiegelkasten **5** diffundiert und trifft dann auf den Film **6** auf. Das durch den Film **6** hindurchgetretene Licht ist entsprechend der auf dem Film **6** aufgezeichneten Bildinformation moduliert. Im Anschluß daran läuft das Licht durch das Objektiv **7** und trifft auf den CCD-Bildsensor **8** auf. Auf diese Weise wird das Licht von dem CCD-Bildsensor **8** photoelektrisch in ein Bildsignal umgewandelt, welches für das Bild steht, welches auf dem Film **6** aufgezeichnet ist. Bei dieser Ausführungsform werden zunächst, damit die Vorabauslese-Bildsignale S_P gewonnen werden, die Erfassungsintervalle des CCD-Bildsensors **8** auf einen vergleichsweise groben Wert eingestellt. Das RGB-Filter **4** wird umgewechselt auf R, G und B, und hierdurch gewinnt man drei farbige Vorabauslese-Bildsignale S_P, die für das Bildsignal stehen. Die drei farbigen Vorabauslese-Bildsignale S_P werden in den Bildverarbeitungsabschnitt **1B** eingegeben, wo die Verarbeitung in der im folgenden beschriebenen Weise durchgeführt wird.

[0063] Die Vorabauslese-Bildsignale S_P, die in dem Bild-Vorableseabschnitt **1A** erhalten werden, sind schwach und werden daher von dem Verstärker **10** verstärkt. Anschließend werden diese Bildsignale

von dem Analog-Digital-Wandler **11** in die digitalen Vorabauslese-Bildsignale S_P umgewandelt, und diese werden von dem LUT **12** in Bilddichtesignale umgewandelt und dann in den Vollbildspeichern **14R**, **14G** und **14B** abgespeichert.

[0064] Daran anschließend werden die Vorabauslese-Bildsignale S_P aus den Vollbildspeichern **14R**, **14G** und **14B** ausgelesen und in die automatische Einrichtalgorithmus-Einrichtung **27** und den LUT **23** eingegeben. In der automatischen Einrichtalgorithmus-Einrichtung **27** wird die im folgenden beschriebene Verarbeitung durchgeführt.

[0065] Als erstes wird das Histogramm der Vorabauslese-Bildsignale S_P berechnet. Fig. 7 zeigt das Histogramm der Vorabauslese-Bildsignale S_P. Aus dem in Fig. 7 dargestellten Diagramm werden die maximale Leuchtdichte (Luminanz) Ymax und die minimale Leuchtdichte Ymin für die Farben R, G und B berechnet. Entsprechend der maximalen Leuchtdichte Ymax und der minimalen Leuchtdichte Ymin wird die Grauabgleich-Einstelltabelle nach Fig. 2A, die in dem LUT **15** verwendet wird, eingerichtet.

[0066] Außerdem werden gemäß dem Histogramm die Dynamikbereich-Kompressionstabellen für das Dynamikbereich-Kompressionsverfahren, das in dem LUT **19** ausgeführt wird, eingerichtet. Die Dynamikbereich-Kompressionstabellen werden in der im folgenden zu beschreibenden Weise eingerichtet.

[0067] Das Bildsignal und die endgültige Druckdichte stehen zueinander in der im folgenden beschriebenen Weise in Beziehung. Insbesondere ist in der Gradationskurve des LUT **21**, welche die Beziehung zwischen dem Signalwert und der Druckdichte repräsentiert, die Zone, in der das Objektbildmuster derart wiedergegeben werden kann, daß die Einzelheiten dieses Objektbildmusters nicht verschwinden aufgrund unzureichender Gradation, die in Fig. 4 gezeigte Zone G. Deshalb wird in dem digitalen Bildsignal, falls das in dem Bild enthaltene Objektbildmuster außerhalb des Bereichs G liegt, ein Bildbereich, wie beispielsweise ein Schlaglichtbereich, indem ein großer Signalwert vorliegt, im Ergebnis Weiß, die Einzelheiten des Bereichs verschwinden. Außerdem wird ein Bildbereich mit geringem Signalwert Schwarz, die Einzelheiten dort verschwinden. Daher läßt sich die Graustufe dieser Bildabschnitte nicht passend reproduzieren. Bei dieser Ausführungsform werden folglich die Raten für die Dynamikbereichkompression in der im folgenden beschriebenen Weise derart eingestellt, daß die Einzelheiten in dem sehr hellen Bereich und die Einzelheiten in dem sehr dunklen Bereich nicht verschwinden aufgrund unzureichender Gradation in dem auf dem Photomaterial hergestellten Abzug.

[0068] Als erstes werden die Raten für die Dynamikbereichkompression entsprechend dem Dynamikbereich eingerichtet, welcher aus dem in Fig. 7 gezeigten Histogramm errechnet wurde. Speziell können die Raten für die Dynamikbereichkompression derart eingestellt werden, daß der dynamische Bereich, das heißt die Differenz zwischen der maximalen Leuchtdichte Ymax und der minimalen Leuchtdichte Ymin der Vorabauslese-Bildsignale S_P, errechnet aus dem in Fig. 7 gezeigten Histogramm, identisch werden mit dem Signal des Bereichs G zwischen Ymax' und Ymin' des LUT **21**. Wenn insbesondere der dynamische Bereich des Bildsignals größer ist als der Bereich G zwischen Ymax' und Ymin', weil der Wert der Gradationskurve γ entsprechend der Zone des Bildsignals, in welcher der Signalwert größer als Ymax' ist (und für sehr helle Bereiche steht) konvergiert, verschwinden die Einzelheiten des sehr hellen Bereichs aufgrund unzureichender Gradation in dem reproduzierten Bild. Da außerdem der Wert der Gradationskurve γ entsprechend der Zone des Bildsignals, in welchem der Signalwert kleiner als Ymin' ist (entsprechend dem Schattenbereich), konvergiert, werden die Einzelheiten im Schattenbereich nicht mehr wahrnehmbar aufgrund einer unzureichenden Gradation im reproduzierten Bild. Daher werden die Rate der Dynamikbereichkompression α_1 für den hellen Bereich und die Rate der Dynamikbereichkompression α_d derart eingerichtet, daß die Einzelheiten des sehr hellen Bereichs und des Schattenbereichs nicht verschwinden. Insbesondere wird die Rate der Dynamikbereichkompression α_1 so eingestellt, daß das Signal in der Nähe der maximalen Leuchtdichte Ymax der Vorabauslese-Bildsignale S_P auf einen Pegel komprimiert wird, der nicht größer als Ymax' ist. Außerdem wird die Rate der Dynamikbereichkompression α_d so eingestellt, daß das Signal in der Nähe der minimalen Leuchtdichte Ymin der Vorabauslese-Bildsignale S_P auf den Pegel komprimiert werden kann, der nicht unterhalb von Ymin' liegt.

[0069] Außerdem wird die Rate der Dynamikbereichkompression α für die gesamte Fläche des Bilds mit der in Fig. 8 gezeigten Funktion α(DR) eingestellt, wobei DR ein Akronym für den Dynamikbereich (Dynamic Range) ist. Die Funktion α(DR) hat einen derartigen Verlauf, daß in solchen Fällen, in denen der Dynamikberich des Bildsignals kleiner als ein Schwellenwert DRth ist, die Rate der Kompression den Wert Null haben kann, das heißt daß kein Dynamikbereich-Kompressionsverfahren durchgeführt wird, und zwar deshalb nicht, weil in solchen Fällen, in denen der Dynamikbereich klein und der großflächige Kontrast des Bilds gering ist, dieser großflächige Kontrast des Bilds dann, wenn ein Dynamikbereich-Kompressionsverfahren durchgeführt wird, noch schwächer wird und das reproduzierte Bild dann nicht mehr in seinen Einzelheiten erkennbar ist. Was das Bildmuster in einem sehr hellen Bereich angeht, beispielsweise in einem Schlaglichtbereich, der in ein Bild eingebettet ist, sollte, anstatt die Gradation

mit Hilfe des Dynamikbereich-Kompressionsverfahrens zu bilden, die minimale Bilddichte vorzugsweise in dem reproduzierten Bild nicht wiedergegeben werden. Deshalb wird gemäß Fig. 8 in solchen Fällen, in denen der Dynamikbereich größer als DRmax ist, der Wert α an der Untergrenze für αmax abgeschnitten.

[0070] Anschließend daran werden die Tabellen für die in dem LUT **19** ausgeführte Dynamikbereich-Kompression eingerichtet. Als erstes wird die Dynamikbereich-Kompressionstabelle für die gesamte Fläche des Bilds entsprechend der Kompressionsrate α eingerichtet, die mit der in Fig. 8 gezeigten Funktion eingestellt wurde. Wie in Fig. 3A gezeigt ist, wird die Dynamikbereich-Kompressionstabelle für die gesamte Fläche des Bilds repräsentiert durch eine monoton fallende Funktion, in welcher das Bildsignal die Variable darstellt. Die Funktion f(α) für die Dynamikbereich-Kompressionstabelle wird eingerichtet durch die Steigung α um einen Signalwert YO herum. Beispielsweise wird als Signalwert YO in den Fällen, in denen das Objekt eine Person ist und das Muster der Person in ein Farbbild eingebettet ist, ein in den Bereich von 0,50 bis 0,70 fallender Wert entsprechend gleicher Bilddichte wie Hautfarbe, vorzugsweise ein Wert von 0,6 eingestellt. In den Fällen, in denen der Signalwert YO auf diese Weise eingestellt ist, hat die Dynamikbereichkompression keinen abträglichen Einfluß auf die Helligkeitskorrektur bezüglich der oben erläuterten Bilddichte, und daher können die Funktion für die Helligkeitskorrektur einerseits und die Funktion für das Dynamikbereich-Kompressionsverfahren andererseits deutlich voneinander getrennt werden. Im Ergebnis gestaltet sich die Einstellung der Parameter in der automatischen Einstellalgorithmuseinheit **27** einfach. Außerdem erreicht man den Vorteil, daß in solchen Fällen, in denen die Helligkeit des Primärbildabschnitts mit Hilfe des Helligkeits-Einstellverfahrens nicht passend einstellbar ist, das Dynamikbereich-Kompressionsverfahren dazu dient, den Primärbildabschnitt auf einen Wert in der Nähe von YO einzustellen.

[0071] Wie in Fig. 3B gezeigt ist, wird außerdem eine Funktion $f_1(\alpha_1)$, die für die Dynamikbereich-Kompressionstabelle des Abschnitts steht, in welchem der Bildsignalwert groß ist, das heißt für den hellen Bereich, eingestellt. Wie in Fig. 3C gezeigt ist, wird eine Funktion $f_d(a_d)$, die die Dynamikbereich-Kompressionstabelle für den Bereich, in welchem der Bildsignalwert klein ist, das heißt für den dunklen Bereich, eingestellt.

[0072] Diese Funktionen werden bestimmt durch die Raten der Dynamikbereichkompression α_1 und α_d, die in der oben beschriebenen Weise eingestellt wurden.

[0073] Die Funktionen f(α), $f_1(\alpha_1)$ und $f_d(\alpha_d)$ werden aufaddiert, und hierdurch erhält man eine Funktion $f_t(\alpha)$, welche eine abschließende Dynamikbereich-Kompressionstabelle repräsentiert, die in dem LUT **19** zu verwenden ist. Die Berechnung wird mit folgender Formel (1) durchgeführt:

$$f_t(\alpha) = f(\alpha) + f_1(\alpha_1) + f_d(\alpha_d) \quad (1).$$

[0074] In solchen Fällen, in denen $f_1(\alpha_1)$ und $f_d(\alpha_d)$ die in den Fig. 3D und Fig. 3E dargestellten Funktionen sind, die am Punkt YO nicht stetig sind, kommt es, selbst wenn in das Originalbild keine Kontur eingebettet ist, es häufig zu einem Artefakt in der Bilddichtezone, welche im verarbeiteten Bild dem Punkt YO entspricht. In solchen Fällen, in denen die Funktionen $f_1(\alpha_1)$ und $f_d(\alpha_d)$ eingestellt sind, wie es in den Fig. 3B und Fig. 3C gezeigt ist, so daß der Differentialquotient am Punkt YO stetig sein kann, läßt sich das Auftreten eines derartigen Artefakts vermeiden.

[0075] Die Funktionen $f_1(\alpha_1)$ und $f_d(\alpha_d)$ sind Geraden mit einem Endpunkt bei YO. Damit das Auftreten eines Artefakts eingeschränkt werden kann, sollten die Funktionen vorzugsweise so eingerichtet werden, wie es in den Fig. 3B und Fig. 3C gezeigt ist, so daß der Differentialquotient stetig werden kann.

[0076] Die Raten für die Dynamikbereichkompression werden in der oben beschriebenen Weise eingestellt. Das Dynamikbereich-Kompressionsverfahren wird anschließend bezüglich der Vorablese-Bildsignale S_P unter Verwendung der Raten der Dynamikbereichkompression durchgeführt. Die Vorabauslese-Bildsignale S_P, die durch das Dynamikbereich-Kompressionsverfahren gewonnen wurden, werden dann in den LUT **23** eingespeist. Die Vorablese-Bildsignale S_P werden in dem LUT **23** der Gradationsverarbeitung unterzogen, von dem Digital-Analog-Wandler **24** in Analogsignale umgewandelt und dann zur Reproduktion eines sichtbaren Bilds auf dem Monitor **25** verwendet. Das auf dem Monitor **25** dargestellte Bild ist das aus den Vorablese-Bildsignalen S_P reproduzierte Bild. Die Auswirkungen der Dynamikbereichkompression sollen sich in dem angezeigten Bild Wiederspiegeln. Wenn allerdings das Dynamikbereich-Kompressionsverfahren bezüglich der Vorablese-Bildsignale S_P durchgeführt wird, kommt es zu dem Problem, daß die Skala des Bildwiedergabesystems nicht klein gehalten werden kann. Damit die Auswirkungen der Raten der Dynamikbereichkompression bestätigt werden können, ist es lediglich notwendig, daß die Gradationsverarbeitung unter Verwendung einer einfachen Gradations-Umwandlungstabelle, wie sie in Fig. 5 gezeigt ist, und in der die Rate der Dynamikbereichkompression α + 1 als Steigung eingesetzt ist, durchgeführt wird, und daß ein sichtbares Bild aus denjenigen Vorablese-Bildsignalen S_P reproduziert wird, die aus der Gradationsumwandlung erhalten wurden, und die auf dem Monitor **25** dargestellt werden. Deshalb wird in dem LUT **23** die Information über die Gradationsum-

wandlungstabelle gemäß Fig. 5 gespeichert. Anstatt daß das Dynamikbereich-Kompressionsverfahren bezüglich der Vorablese-Bildsignale S_P durchgeführt wird, erfolgt die Gradationsumwandlung dieser Signale unter Verwendung der in dem LUT **23** gespeicherten Gradationsumwandlungstabelle. Dann wird aus den resultierenden Signalen ein sichtbares Bild erzeugt und auf dem Monitor **25** angezeigt. Auf diese Weise läßt sich eine Bestätigung der Auswirkungen der Raten der Dynamikbereichkompression in der Weise durchführen, daß der Umfang des Bildwiedergabesystems nicht groß werden kann.

[0077] Fig. 9 zeigt, wie das durch die Vorablese-Bildsignale S_P repräsentierte sichtbare Bild auf dem Monitor **25** erscheint. Ein Einstellabschnitt **25A**, in welchem die Kompressionsraten des angezeigten Bilds mit Hilfe der Maus **26** einstellbar sind, wird auf dem Monitor **25** angezeigt. Die Kompressionsraten werden eingestellt, indem die Maus **26** entsprechend betätigt wird, und die Szene des durch die Vorablese-Bildsignale S_P repräsentierten Bilds wird separat dargestellt. Die Raten der Dynamikbereichkompression lassen sich auf diese Weise sehr fein einstellen. Die Information über die Raten der Dynamikbereichkompression, die auf diese Weise eingestellt wurden, werden in die automatische Einrichtalgorithmus-Einrichtung **27** eingegeben, und hierdurch werden letztendlich die in dem LUT **19** zu verwendenden Dynamikbereich-Kompressionstabellen eingestellt.

[0078] Bei dieser Ausführungsform betrachtet die Bedienungsperson das auf dem Monitor **25** erscheinende Bild und justiert die Kompressionsraten, die von der automatischen Einrichtalgorithmus-Einrichtung **27** eingestellt wurden. Alternativ kann diese Einrichtung **27** derart ausgebildet sein, daß sie die Szene des Bildes erkennt und automatisch die Raten der Dynamikbereichkompression justiert.

[0079] Nach der Einstellung des LUT **15**, des LUT **19** und des LUT **21** durch die automatische Einrichtalgorithmus-Einrichtung **27** erfolgt das Endauslesen in der im folgenden erläuterten Weise.

[0080] Zunächst wird von der Lichtquelle **2** des Bildleseabschnitts **1A** Licht erzeugt. Das Licht wird von der Lichtreguliereinrichtung **3** in eine vorbestimmte Lichtmenge umgewandelt. Beim Endauslesevorgang wird die von der Lichtreguliereinrichtung **3** eingestellte Lichtmenge entsprechend den Werten der Vorablese-Bildsignale S_P eingestellt, die in den Vollbildspeichern **14R**, **14G** und **14B** abgespeichert wurden. Das von der Lichtreguliereinrichtung **3** einjustierte Licht läuft durch das RGB-Filter **4**, wird von dem Spiegelkasten **5** diffundiert und fällt dann auf den Film **6**. Das Licht tritt durch den Film **6** hindurch und wird dabei moduliert entsprechend der Bildinformation des auf dem Film **6** aufgezeichneten Bilds. Anschließend läuft das Licht durch das Objektiv **7** und trifft dann auf den CCD-Bildsensor **8**. Auf diese Weise wird das Licht von dem CCD-Bildsensor **8** photoelektrisch in ein Bildsignal umgewandelt, welches das auf dem Film **6** dargestellte Bild repräsentiert. In diesem Fall werden, um die Endauslesebildsignale S_Q zu gewinnen, die Detektionsintervalle des CCD-Bildsensors **8** vergleichsweise fein eingestellt. Das RGB-Filter wird gewechselt über R, G und B, und hierdurch werden schließlich drei farbige Endauslesebildsignale S_Q für das Farbbild erhalten. Die drei farbigen Endauslesebildsignale S_Q werden in den Bildverarbeitungsabschnitt **1B** eingespeist, in welchem die Verarbeitung in der im folgenden beschriebenen Weise stattfindet.

[0081] Die Endauslesebildsignale S_Q aus dem Bildausleseabschnitt **1A** sind schwach und werden daher von dem Verstärker **10** verstärkt. Dann werden die Bildsignale von dem Analog-Digital-Wandler **11** in digitale Endauslesebildsignale S_Q umgewandelt, die von dem LUT **12** in Bilddichtesignale umgesetzt und dann in den Vollbildspeichern **13R**, **13G** und **13B** abgespeichert werden.

[0082] Im Anschluß daran werden die Endauslesebildsignale S_Q aus den Vollbildspeichern **13R**, **13G** und **13B** ausgelesen und in den LUT **15** geleitet. In welchem die Korrektur des Grauabgleichs, die Korrektur der Helligkeit und die Korrektur der Gradation bezüglich der Endauslesebildsignale S_Q nach Maßgabe der Grauabgleich-Einstelltabelle nach Fig. 2A, der Helligkeitskorrekturtabelle nach Fig. 2B bzw. der Gradationskorrekturtabelle nach Fig. 2C, die von der automatischen Einrichtalgorithmus-Einrichtung **27** festgelegt wurden, durchgeführt werden. Die Endauslesebildsignale S_Q, die auf diese Weise von dem LUT **15** korrigiert wurden, werden in die MTX **16** eingegeben und einer Farbkorrektur unterzogen. Wie oben beschrieben wurde, korrigiert die MTX **16** die digitalen Bildsignale derart, daß die Farben wiedergegeben werden können durch eine Kombination der Spektralkennwerte des Films **6** und der Spektralkennwerte des Photomaterials, auf welchem das Bild schließlich reproduziert wird. Die Endauslesebildsignale S_Q, die durch die von der MTX **16** durchgeführte Farbkorrektur gewonnen wurden, werden der Addiereinrichtung **20** und der MTX **17** zugeleitet. In der MTX **17** wird aus den Signalen R, G und B die Luminanz oder Leuchtdichte gebildet. Speziell werden die Farbbildsignale R, G und B unter Verwendung eines Werts, der einem Drittel des Mittelwerts jedes Farbbildsignals entspricht, oder unter Verwendung der YIQ-Basis oder dergleichen in die Leuchtdichte umgewandelt. Beispielsweise werden in solchen Fällen, in welchen die Leuchtdichte mit Hilfe der YIQ-Basis zu bilden ist, lediglich die Y-Komponenten der YIQ-Basis aus den Signalwerten für R, G und B berechnet. Die Berechnung erfolgt gemäß folgender Formel (2):

$$Y = 0{,}3R + 0{,}59G + 0{,}11B \qquad (2).$$

[0083] Die auf diese Weise gewonnene Leuchtdichte wird dann von dem TPF **18** in ein Unschärfemaskensignal umgewandelt, welches in den LUT **19** eingegeben wird, in welchem das Dynamikbereich-Kompressionsverfahren gemäß der Funktionen $f_t(\alpha)$ für die Dynamikbereichkompression durchgeführt wird, wobei die Funktion von der automatischen Einrichtalgorithmus-Einrichtung **27** eingerichtet wurde. Das Unschärfemaskensignal, welches durch diesen Dynamikbereich-Kompressionsprozeß erhalten wurde, wird in die Addiereinrichtung **20** eingegeben, in der das Unschärfemaskensignal und die durch die von der MTX **16** durchgeführte Farbkorrektion erhaltenen Endauslesebildsignale S_Q addiert werden, um dadurch Summensignale Sadd erhalten werden. In den Additionssignalen Sadd ist der dynamische Bereich der niederfrequenten Komponenten des Bilds komprimiert. Die auf diese Weise gewonnenen Additionssignale Sadd werden in den LUT **21** eingegeben, in welchem die Gradationsverarbeitung gemäß dem endgültigen Ausgabemedium durchgeführt wird, beispielsweise gemäß einem Photomaterial. Die verarbeiteten Bildsignale werden auf diese Weise gewonnen.

[0084] Fig. 10 zeigt den Frequenzgang der verarbeiteten Bildsignale. Wie in Fig. 10 gezeigt ist, entspricht das Durchlaßband des TPF **18** dem großflächigen Kontrast. Der hochfrequente Kontrast entspricht den Komponenten höherer Frequenz oberhalb des Durchlaßbands des TPF **18**, er wird folglich nicht der Kompression durch den LUT **19** unterzogen. Daher kann das aus den verarbeiteten Bildsignalen reproduzierte Bild derart beschaffen sein, daß der Dynamikbereich komprimiert ist und gleichzeitig der hochfrequente Kontrast beibehalten ist. Auf diese Weise kann die Bildverarbeitung durchgeführt werden, die der Lichtverschlußmethode beim Betrieb des herkömmlichen Analog-Kopierens entspricht.

[0085] Fig. 11A ist ein Blockdiagramm, welches eine Vorrichtung zum Durchführen der Bildverarbeitung mit einem 8-Bit-Signal zeigt. Fig. 11B ist ein Blockdiagramm einer Vorrichtung zum Durchführen der Bildverarbeitung mit einem 10-Bit-Signal. Die Anzahl von Bits des Bildsignals ist einer der maßgebenden Faktoren, welche die Quantisierungsstufe des Bilds bestimmen. Wenn die Quantisierungsstufe des Bilds gering ist, kommt es zu einem Artefakt im wiedergegebenen Bild. Wenn zum Beispiel gemäß Fig. 11A die Anzahl von Bits des Bildsignals auf 8 Bits (256 Gradationsstufen) für sämtliche Operationen festgelegt wird, kommt es häufig zu einem Artefakt im reproduzierten Bild. Dies deshalb, weil, wenn der Gradationanhebungsvorgang in dem LUT **21** durchgeführt wird, ein niedrigstwertiges Bit (LSB) in dem LUT **19** verstärkt wird mit dem Ergebnis, daß eine falsche Kontur wahrnehmbar ist. Wie zum Beispiel in Fig. 12A zu sehen ist, gemäß der die Rate der Dynamikbereichkompression 1/4 beträgt, wird, wenn das niedrigstwertige Bit des 8-Bit-Bildsignals der Gradationsumwandlung in dem LUT **21** unterzogen wird und der Wert von γ in dem LUT **21** beispielsweise den Wert 1,5 hat, das Ausmaß der Änderung in dem Signal pro LSB (niedrigstwertigem Bit) um einen Faktor von 1,5 in dem verarbeiteten Signal angehoben, und deshalb ist in dem reproduzierten Bild ein stufenähnliches Muster erkennbar. Bei dem in Fig. 11B gezeigten Beispiel ist die Anzahl von Bits in dem Bildsignal vor dem Zuführen zu dem LUT **21** von 8 Bits auf 10 Bits geändert, und die Gradationsverarbeitung erfolgt anhand des 10 Bits umfassenden Bildsignals in dem LUT **21**, wobei die Anzahl von Bits in dem Bildsignal anschließend auf 8 Bits zurückgeändert wird. In diesen Fällen läßt sich das Auftreten des Artefakts einschränken. Speziell wird gemäß Fig. 12B bei einem 10 Bits umfassenden Bildsignal ein niedrigstwertiges Bit nach der Verarbeitung durch den LUT **19** zu einem Wert von 1/4 des niedrigstwertigen Bits gegenüber dem 8-Bit-Bildsignal, so daß das durch die von der LUT **21** durchgeführte Gradationsumwandlung gewonnene Signal den Wert 1,5 × 1/4 des im dynamischen Bereich komprimierten Signals wird. Folglich wird in solchen Fällen, in denen die Anzahl von Bits des Bildsignals, welches dem Dynamikbereich-Kompressionsverfahren in dem LUT **19** unterzogen wird, auf mindestens 10 Bits eingestellt, wodurch sich das Auftreten des Artefakts auf eine Stufe beschränken läßt, die niedriger ist als bei der Verarbeitung eines 8 Bits umfassenden Bildsignals.

[0086] Die auf diese Weise von dem LUT **21** gewonnenen verarbeiteten Bildsignale werden von dem Digital-Analog-Wandler **22** in Analogsignale umgesetzt. Diese Analogsignale werden in einen in Fig. 13 dargestellten bildweisen Belichtungsabschnitt **98** eingegeben, wo die im folgenden zu beschreibende Verarbeitung durchgeführt wird.

[0087] Die aus dem Bildverarbeitungsabschnitt **1B** erhaltenen Bildsignale werden (nicht gezeigten) Treibern eines akustooptischen Modulators (AOM) zugeführt. Die AOM-Treiber steuern AOMs **104R**, **104G** und **104B** des bildweisen Belichtungsabschnitts **98** an, so daß die Lichtstrahlen gemäß den empfangenen Bildsignalen moduliert werden können.

[0088] In dem bildweisen Belichtungsabschnitt **98** wird ein Photomaterial A mit Licht abgetastet und belichtet, welches durch die Lichtstrahlabtastmethode (Rasterabtastung) bereitgestellt wird, und hierdurch wird auf dem Photomaterial A ein durch die Bildsignale repräsentiertes Bild erzeugt. Wie in Fig. 13 zu sehen ist, enthält der bildweise Belichtungsabschnitt **98** eine Lichtquelle **102R** zum Erzeugen eines Lichtstrahls mit Wellenlängen in einem schmalbandigen Bereich entsprechend der Belichtung der für die Farbe Rot empfindlichen Schicht des Photomaterials A, eine Lichtquelle **102G** zum Erzeugen eines Lichtstrahls mit Wellenlängen in einem schmalbandigen

Bereich entsprechend der Belichtung der für Grün empfindlichen Schicht des Photomaterials A, und eine Lichtquelle **102B** zum Erzeugen eines Lichtstrahls mit Wellenlängen in einem schmalbandigen Bereich entsprechend der Belichtung der für Blau empfindlichen Schicht des Photomaterials A. Der bildweise Belichtungsabschnitt **98** enthält außerdem die AOMs **104R**, **104G** und **104B** zum Modulieren der Lichtstrahlen, die von den Lichtquellen **102R**, **102G** bzw. **102B** erzeugt wurden, abhängig von der aufgezeichneten Bildinformation. Der bildweise Belichtungsabschnitt **98** enthält weiterhin einen drehenden Polygonspiegel **96**, der als Lichtdeflektor fungiert, eine fθ-Linse **106** und eine Nebenabtastungs-Transporteinrichtung **108**, die das Photomaterial A in einer Nebenabtastrichtung transportiert.

[0089] Die von den Lichtquellen **102R**, **102G** und **102B** erzeugten Lichtstrahlen laufen in Richtungen, welche unterschiedliche Winkel aufweisen und auf die entsprechenden AOMs **104R**, **104G** bzw. **104B** auftreffen. Als Lichtquellen **102R**, **102G** und **102B** kommen verschiedene Arten von Lichtstrahlquellen in Betracht, die in der Lage sind, Lichtstrahlen mit vorbestimmten Wellenlängen zu erzeugen, welche den empfindlichen Schichten in dem Photomaterial A entsprechen. Beispielsweise können unterschiedliche Arten von Halbleiterlasern, SHG-Lasern oder GAS-Lasern verwendet we4rden, beispielsweise He-Ne-Laser. Alternativ können die Lichtquellen durch ein Lichtstrahlen kombinierendes optisches System gebildet werden. Die AOMs **104R**, **104G** und **104B** empfangen Treibersignale r, g und b, die für die Farben Rot, Grün und Blau stehen und der aufgezeichneten Bildinformation entsprechen, von den AOM-Treibern. Die AOMs **104R**, **104G** und **104B** modulieren dadurch die Intensitäten der Lichtstrahlen, die auf sie auftreffen, entsprechend der aufgezeichneten Bildinformation.

[0090] Die von den AOMs **104R**, **104G** und **104B** modulierten Lichtstrahlen treffen auf den als Lichtdeflektor fungierenden Polygonspiegel **96** auf und werden von diesem reflektiert. Die auf diese Weise in Hauptabtastrichtungen abgelenkten Lichtstrahlen, die in Fig. 13 durch den Doppelpfeil x kenntlich gemacht sind, werden dann von der 18-Linse **106** derart reguliert, daß sie mit einer vorbestimmten Strahlform an einer vorgegebenen Abtastposition z abgebildet werden. Die Lichtstrahlen treffen so auf das Photomaterial A auf. Anstelle des Polygonspiegels kann auch ein Resonanz-Scanner, ein Galvanometerspiegel oder dergleichen als Lichtdeflektor verwendet werden. Falls notwendig, kann der bildweise Belichtungsabschnitt **98** auch mit einer Lichtstrahl-Formungseinrichtung oder einer Optik zum Kompensieren der Neigungen der Oberflächen des Lichtdeflektors ausgestattet sein.

[0091] Eine Rolle des Photomaterials A befindet sich an einer vorbestimmten Stelle, so daß sie vor Licht geschützt ist. Das Photomaterial wird von einer Transporteinrichtung von der Rolle abgezogen, beispielsweise mit Hilfe von Transportwalzen, und das Photomaterial wird von einer (nicht gezeigten) Schneidvorrichtung zu einer vorbestimmten Länge geschnitten. Die Nebenabtasteinrichtung **108** wird gebildet durch ein Paar Walzen **108a**, **108a** und ein Paar Walzen **108b**, **108b**. Die zwei Walzenpaare befinden sich an solchen Stellen, daß die Abtastposition z zwischen ihnen liegt. Das Walzenpaar **108a**, **108a** und das Walzenpaar **108b**, **108b** stützen das abgeschnittene Photomaterial A an der Abtastposition z ab und führen es in Nebenabtastrichtung, die etwa rechtwinklig zu den Hauptabtastrichtungen verläuft und in Fig. 13 durch einen Pfeil γ kenntlich gemacht ist. Wie oben beschrieben, werden die Lichtstrahlen in die Hauptabtastrichtungen abgelenkt. Deshalb wird die gesamte Fläche des Photomaterials A, das in Nebenabtastrichtung oder Hilfsabtastrichtung transportiert wird, zweidimensional mit den Lichtstrahlen abgetastet. Auf diese Weise wird auf dem Photomaterial A ein Bild reproduziert, welches repräsentiert wird durch die Bildsignale, die von dem LUT **21** verarbeitet wurden.

[0092] Das Photomaterial A, welches von den Lichtstrahlen belichtet wurde, wird anschließend von einem Paar Transportwalzen **110**, **110** in einen Entwicklungsabschnitt **100** geleitet. Im Entwicklungsabschnitt **100** wird das Photomaterial A entwickelt, und hierdurch erhält man einen fertigen Abzug P. In solchen Fällen beispielsweise, in denen das Photomaterial A ein Silberhalogenid-Photomaterial ist, besteht der Entwicklungsabschnitt **100** aus einem Farbentwicklertank **112**, einem Bleichfixiertank **114**, Spültanks **116a**, **116b** und **116c** und einer Trocknungseinrichtung **118**. Das Photomaterial A wird in den einzelnen Verarbeitungstanks einer entsprechenden Bearbeitung unterzogen, und man erhält hierdurch einen fertigen Abzug P.

[0093] Bei der Ausführungsform nach Fig. 13 werden die Lichtstrahlen von den AOMs **104R**, **104G** und **104B** moduliert. Alternativ können dann, wenn Lichtquellen wie beispielsweise Leuchtdioden, die einer direkten Modulation zugänglich sind, eingesetzt werden, die Lichtstrahlen auch direkt entsprechend der aufgezeichneten Bildinformation moduliert werden. Anstelle von zwei Walzenpaaren, die zwischen sich die Abtastposition einschließen, kann auch eine Kombination aus einer Belichtungstrommel, die das Photomaterial an der Abtastposition abstützt, und zwei Haltewalzen, die die Abtastposition zwischen sich einschließen, als Nebenabtastrichtungs-Transporteinrichtung verwendet werden.

[0094] Außerdem: anstelle der oben beschriebenen Lichtabtastung kann man auch von einem Trommelabtaster Gebrauch machen. Bei Verwendung des

Trommelabtasters wird das Photomaterial um eine Trommel geschlungen, und die Lichtstrahlen werden dazu gebracht, an einer einzelnen Stelle auf das Photomaterial aufzutreffen. Dabei wird die Trommel gedreht, gleichzeitig erfolgt eine Bewegung entlang der Trommelachse. Als weitere Alternative kann man eine Oberflächenbelichtung unter Verwendung einer flächigen Lichtquelle und eines Flüssigkristallverschlusses verwenden. Als zusätzliche Alternative kommt eine Belichtung unter Einsatz einer linearen Lichtquelle, beispielsweise eines LED-Arrays in Betracht. Bei der Ausführungsform nach Fig. 13 wird das Photomaterial zu Blättern geschnitten, bevor diese mit Lichtstrahlen belichtet werden. Alternativ kann das Photomaterial auch zunächst ungeschnitten mit Lichtstrahlen belichtet werden, um dann Blätter abzuschneiden, bevor eine Verarbeitung im Entwicklungsabschnitt **100** erfolgt, oder nachdem die Verarbeitung in dem Entwicklungsabschnitt **100** stattgefunden hat.

[0095] In der oben beschriebenen Weise wird im Belichtungsabschnitt **100** das sichtbare Bild erzeugt. Selbst wenn es sich bei dem sichtbaren Bild um ein Bild handelt, welches von einer Gegenlichtszene aufgenommen wurde, sind die Einzelheiten des Musters der Person nicht aufgrund unzureichender Gradation im sichtbaren Bild verschwunden. Außerdem sind die Einzelheiten des hellen Hintergrunds nicht verschwunden. Selbst wenn das sichtbare Bild ein Bild ist, welches von einer Aufnahme stammt, die mit einem elektronischen Blitz aufgenommen wurde, ist das reproduzierte sichtbare Bild derart beschaffen, daß sowohl die Einzelheiten einer Person im Vordergrund der Szene als auch die Einzelheiten des Hintergrunds weiter hinter der Person vor einem Unsichtbarwerden aufgrund unzureichender Gradation bewahrt sind. Auf diese Weise läßt sich ein Bild gewinnen, welches der passenden Dynamikbereichkompression unterzogen wurde.

[0096] In solchen Fällen, in denen von einer Lichtverschlußmethode Gebrauch gemacht wird, indem die Verteilung der Leuchtdichte einer beleuchtenden Lichtquelle gesteuert wird, ist die Auswahl des Faktors in der MTX **17** das einzig mögliche Verfahren, um die Farbreproduzierbarkeit zu beherrschen. Daher wird dann, wenn die Farbreproduzierbarkeit eingestellt wird, nicht nur die Helligkeit, sondern auch die Farbreproduzierbarkeit am Bildrand gleichzeitig geändert, und man erhält einen Abzug mit einem unnatürlichen Aussehen. Bei der Ausführungsform der Bildwiedergabevorrichtung gemäß der Erfindung jedoch ist die MTX **17** so ausgebildet, daß die Farbbildsignale in Leuchtdichte umgewandelt werden. Bei der Ausführungsform der Bildwiedergabevorrichtung gemäß der Erfindung ändern sich selbst dann, wenn die Helligkeit am Rand des Objekts sich ändert, die Farbreproduzierbarkeit an dem Rand nicht. Folglich erhält man einen Abzug mit einem natürlichen Aussehen.

[0097] Der LUT **21** weist nicht-lineare Kennwerte auf. Deshalb läßt sich die Gradationskorrektur auch für die Bereiche mit nichtlinearen Kennwerten auf einem Originalbildfilm durchführen (zum Beispiel in einem überbelichteten oder einem unterbelichteten Abschnitt).

[0098] Wenn die Verarbeitungseinrichtung für Schärfebetonung der Bildwiedergabeeinrichtung hinzugefügt wird, läßt sich auch noch der lokale Kontrast des Bilds hervorheben.

[0099] Bei der oben erläuterten Ausführungsform der Bildwiedergabevorrichtung gemäß der Erfindung erfolgt der Vorablesevorgang zu dem Zweck, Vorablese-Bildsignale S_P zu erhalten, und die Tabellen in dem LUT **15**, dem LUT **19** und dem LUT **21** werden von der automatischen Einrichtalgorithmus-Einrichtung **27** nach Maßgabe der Vorablese-Bildsignale S_P eingerichtet. Alternativ braucht der Vorablesevorgang nicht ausgeführt zu werden, und die den Endauslesebildsignalen S_Q der obigen Ausführungsform entsprechenden Signale können in einem einzelnen Auslesevorgang gewonnen werden. Entsprechend den durch den einzelnen Lesevorgang gewonnenen Signalen werden die Tabellen in dem LUT **15**, dem LUT **19** und dem LUT **21** von der automatischen Einrichtalgorithmus-Einrichtung **27** eingerichtet. Auf diese Weise läßt sich anstelle der Durchführung der Vorabauslesung die Verarbeitung der Bildsignale einfach dadurch vornehmen, daß ein einzelner Lesevorgang zum Lesen des Bilds von dem Film **6** durchgeführt wird. Daher läßt sich die Bildverarbeitung rasch durchführen. Da bei einem einzelnen Bildlesevorgang der Film nicht mehr zwischen dem Abtastvorgang und dem Belichtungsvorgang bewegt werden muß, wie es in den Vorrichtungen gemäß den japanischen ungeprüften Patentveröffentlichungen Nr. 58(1983)-66929 und 64(1989)-35542 sowie der japanischen Patentveröffentlichung Nr. 64(1989)-10819 der Fall ist, kommt es zu keiner Abweichung zwischen den Bildsignalen und den Maskensignalen aufgrund eines Fehlers bei dem Bewegungshub, so daß man ein Bild guter Qualität in zuverlässiger Weise herstellen kann.

[0100] Wie in Fig. 14 gezeigt ist, kann in einem TPF **30** mit einer Unschärfemaske der Größe 3×3 oder 5×5 ein Filterprozeß bezüglich der Endauslesebildsignale S_Q durchgeführt werden, die in den Vollbildspeichern **13R**, **13G** und **13B** gespeichert wurden. Unschärfemaskensignale Sus der Endauslesebildsignale S_Q können hierdurch gewonnen werden. In einer Subtrahiereinrichtung **31** können dann die Unschärfemaskensignale Sus von den Originalbildsignalen subtrahiert werden, um Differenzsignale zu gewinnen. In einer Verstärkungseinheit **32** können die Differenzsignale mit einem vorbestimmten Betonungs- oder Emphasis-Koeffizienten multipliziert werden. In der Addiereinrichtung **20** können die so

gewonnenen Differenzsignale, die Originalbildsignale und das durch das Dynamikbereich-Kompressionsverfahren in dem LUT **19** gewonnene Bildsignal addiert werden.

[0101] Die resultierenden Signale können dann in den LUT **21** eingegeben und der Gradationsverarbeitung unterzogen werden, um die verarbeiteten Bildsignale zu gewinnen. Die Unschärfemasken-Verarbeitung wird gemäß folgender Formel (3) durchgeführt:

$$Sproc = Sorg + \beta(Sorg - Sus) \quad (3)$$

wobei Sorg das Originalbildsignal bedeutet, Sus das mit der Unschärfemaske erhaltene Unschärfemaskensignal bedeutet, β den Emphasis-Koeffizienten bildet und Sproc das durch die Unschärfemaskenverarbeitung gewonnene Signal ist.

[0102] Die verarbeiteten Bildsignale, die noch zusätzlich durch die Unschärfemaskenverarbeitung erhalten wurden, besitzen den in **Fig. 15** dargestellten Frequenzgang. Wie in **Fig. 15** gezeigt ist, ist der Frequenzgang der verarbeiteten Bildsignale derart beschaffen, daß der Dynamikbereich bei niederfrequenten Komponenten L durch den oben erläuterten Dynamikbereich-Kompressionsprozeß komprimiert wurde, während außerdem die hochfrequenten Komponenten H noch zusätzlich betont wurden. In diesen Fällen läßt sich also ein reproduziertes Bild gewinnen, in welchem die Schärfe noch zusätzlich betont ist.

Patentansprüche

1. Bildwiedergabeverfahren, bei dem ein sichtbares Bild aus einem digitalen Bild signal, welches ein Farbbild repräsentiert, reproduziert wird, umfassend folgende Schritte:
i) Bilden eines Histogramms des Bildsignals,
ii) Berechnen eines dynamischen Bereichs des Bildsignals entsprechend dem Histogramm,
iii) Einstellen einer Rate der Dynamikbereich-Kompression entsprechend mindestens einer Zone des Bildsignals, in welcher der Signalwert vergleichsweise klein ist, wobei die Rate der Dynamikbereich-Kompression abhängig von dem dynamischen Bereich und einer Gradationskurve eingestellt wird, welche die Beziehung zwischen dem Signalwert und der reproduzierten Bilddichte wiedergibt,
iv) Ausführen eines Dynamikbereich-Kompressionsverfahrens bezüglich des Bildsignals mit der Rate der Dynamikbereich-Kompression, die auf diese Weise eingestellt wurde,
v) Ausführen einer Gradationsverarbeitung bezüglich eines Bildsignals, welches aus dem Dynamikbereich-Kompressionsverfahren erhalten wurde, so daß durch die Gradationsverarbeitung ein verarbeitetes Bildsignal gewonnen wird, und
vi) Reproduzieren eines sichtbaren Bilds aus dem verarbeiteten Bildsignal, wobei ein vorab ausgelesenes Bildsignal, welches in groberen Intervallen als das Bildsignal detektierte Bildelemente repräsentiert, vor der Gewinnung des Bildsignals gewonnen wird, und die Berechnung des dynamischen Bereichs und die Einstellung der Rate der Dynamikbereich-Kompression nach Maßgabe des vorab ausgelesenen Bildsignals durchgeführt werden, und wobei das Dynamikbereich-Kompressionsverfahren dadurch ausgeführt wird, daß die Anzahl von Bits des Bildsignals, welches der Dynamikbereich-Kompressionsverarbeitung unterzogen wird, größer eingestellt wird als die Anzahl von Bits des verarbeiteten Bildsignals.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der Einstellschritt (iii) das Einstellen einer Rate der Dynamikkompression entsprechend mindestens der gesamten Zone des Bildsignals beinhaltet.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die Dynamikbereich-Kompressionsverarbeitung nur durchgeführt wird, wenn der dynamische Bereich größer als ein vorbestimmter Schwellenwert ist.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem das Bildsignal in eine Leuchtdichte umgewandelt wird, wobei ein unscharfes Bildsignal, welches ein unscharfes Bild des durch die Leuchtdichte repräsentierten Bilds erzeugt wird, und die Berechnung des Dynamikbereichs, die Einstellung der Rate der Dynamikbereich-Kompression und die Dynamikbereich-Kompressionsverarbeitung nach Maßgabe des unscharfen Bildsignals durchgeführt werden.

5. Bildwiedergabevorrichtung, bei der ein sichtbares Bild aus einem digitalen Bildsignal, welches ein Farbbild repräsentiert, reproduziert wird, umfassend:
i) eine Histogrammerzeugungseinrichtung zum Bilden eines Histogramms des Bildsignals,
ii) eine Dynamikbereich-Berechnungseinrichtung zum Berechnen eines dynamischen Bereichs des Bildsignals abhängig von dem Histogramm,
iii) eine Kompressionsraten-Einstelleinrichtung zum Einstellen einer Rate der Dynamikbereich-Kompression entsprechend mindestens einer Zone des Bildsignals, in welcher der Signalwert vergleichsweise klein ist, wobei die Rate der Dynamikbereich-Kompression abhängig von dem dynamischen Bereich und einer Gradationskurve, welche die Beziehung zwischen dem Signalwert und der reproduzierten Bilddichte repräsentiert, eingestellt wird,
iv) eine Dynamikbereich-Kompressionsverarbeitungseinrichtung zum Durchführen einer Dynamikbereich-Kompressionsverarbeitung bezüglich des Bildsignals mit der Rate der Dynamikbereich-Kompression, die auf diese Weise eingestellt wurde,
v) eine Gradationsverarbeitungseinrichtung zum Ausführen einer Gradationsverarbeitung bezüglich eines Bildsignals, welches durch den Dynamikbereich-Kompressionsvorgang erhalten wurde, um da-

durch ein verarbeitetes Bildsignal zu gewinnen, und iv) eine Wiedergabeeinrichtung zum Reproduzieren eines sichtbaren Bilds aus dem verarbeiteten Bildsignal, wobei ein vorab ausgelesenes Bildsignal, welches Bildelemente repräsentiert, die in gröberen Intervallen als das Bildsignal detektiert wurden, vor dem Gewinnen des Bildsignals erhalten wurde, und die Berechnung des dynamischen Bereichs in der Dynamikbereich-Berechnungseinrichtung, die Einstellung der Rate der Dynamikbereich-Kompression in der Kompressionsraten-Einstelleinrichtung und der Dynamikbereich-Kompressionsvorgang in der Dynamikbereich-Kompressionsverarbeitungseinrichtung abhängig von dem zuvor ausgelesenen Bildsignal durchgeführt werden, und wobei die Dynamikbereich-Kompressionsverarbeitung dadurch ausgeführt wird, daß die Anzahl von Bits des Bildsignals, welches dem Dynamikbereich-Kompressionsvorgang unterzogen wird, größer eingestellt wird als die Anzahl von Bits des verarbeiteten Bildsignals.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, bei der die Kompressionsraten-Einstelleinrichtung dazu ausgebildet ist, die Kompressionsrate entsprechend mindestens der gesamten Zone des Bilds einzustellen.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, bei der die Kompressionsraten-Einstelleinrichtung und die Dynamikbereich-Kompressionsverarbeitungseinrichtung die Dynamikbereich-Kompressionsverarbeitung nur ausführen, wenn der dynamische Bereich größer als ein vorbestimmter Schwellenwert ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, bei der die Vorrichtung außerdem eine Umwandlungseinrichtung aufweist, um das Bildsignal in eine Leuchtdichte umzuwandeln, und eine Unschärfebildsignal-Erzeugungseinrichtung zum Erzeugen eines unscharfen Bildsignals, welches ein unscharfes Bild des durch die Leuchtdichte repräsentierten Bilds repräsentiert, und die Dynamikbereich-Kompressionsverarbeitungseinrichtung die Dynamikbereich-Kompressionsverarbeitung bezüglich des unscharfen Bildsignals ausführt.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

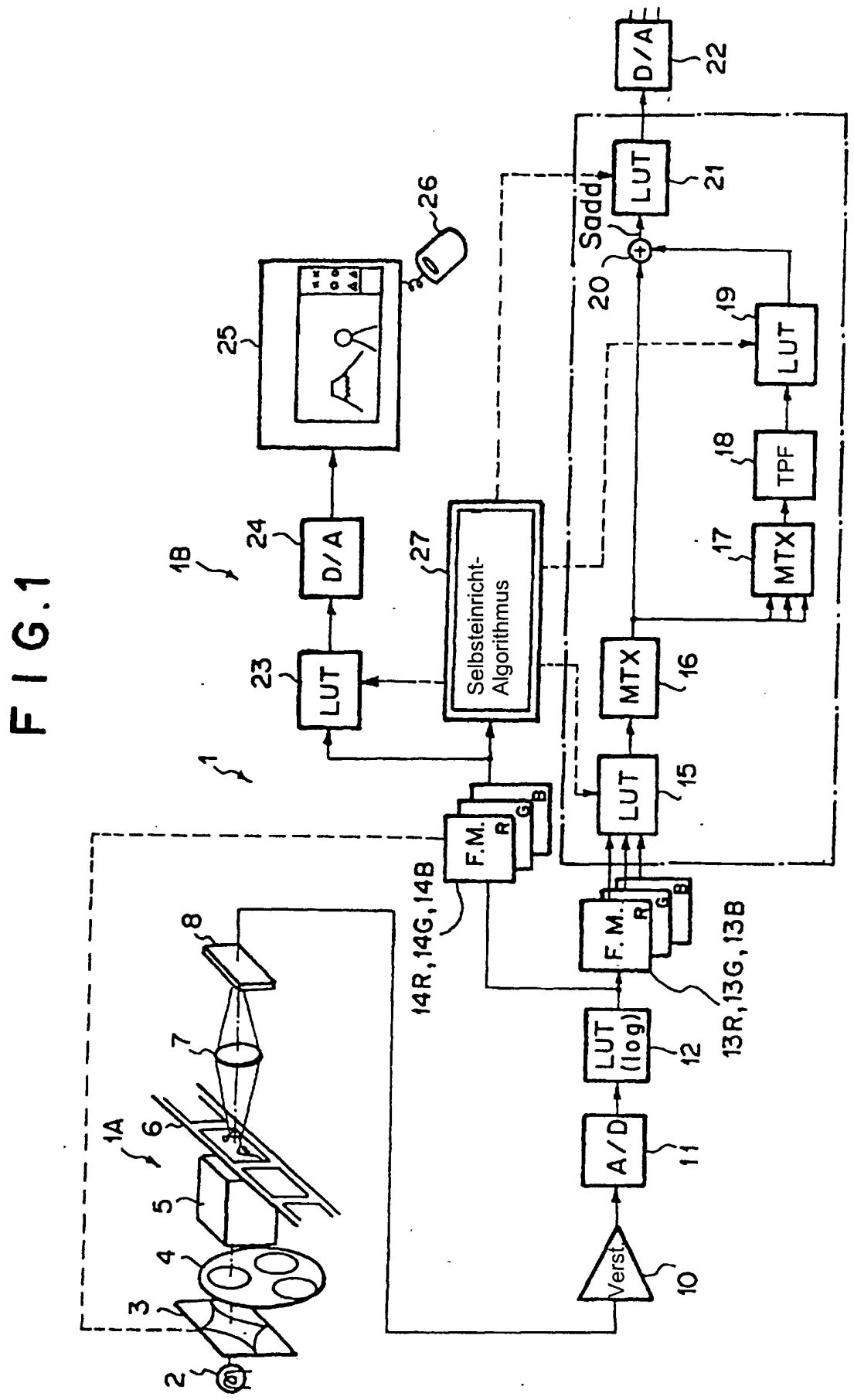


FIG.2A

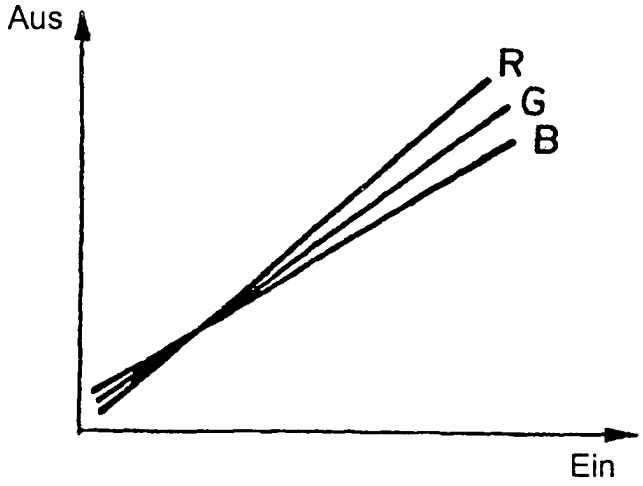


FIG.2B

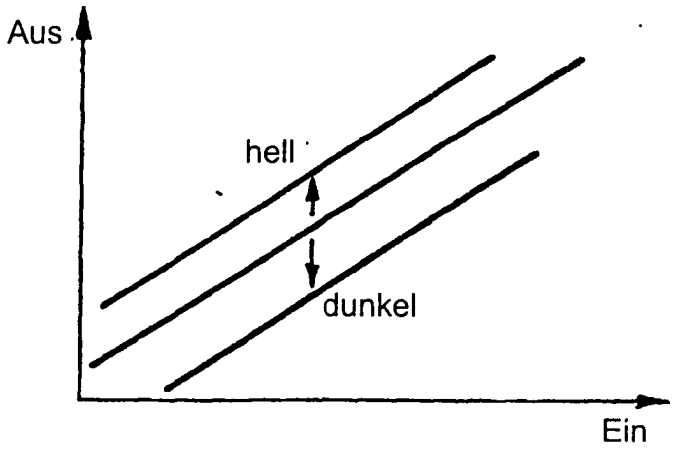


FIG.2C

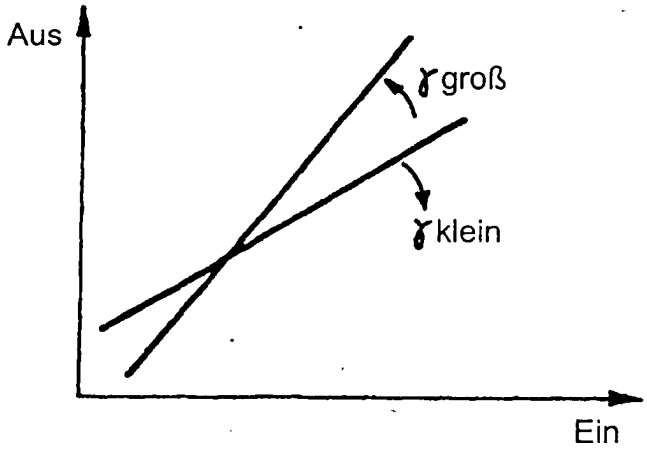


FIG.3A

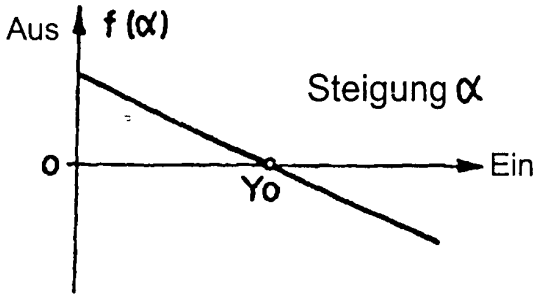


FIG.3B

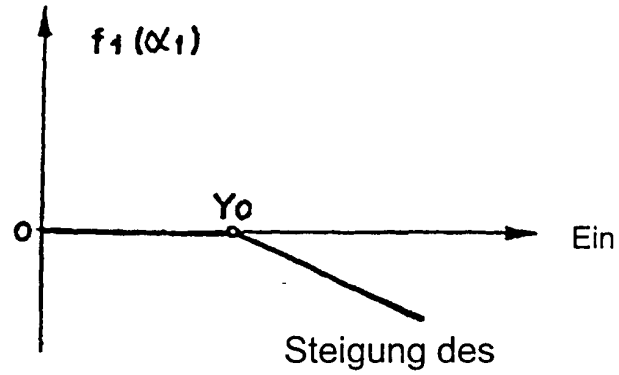


FIG.3C

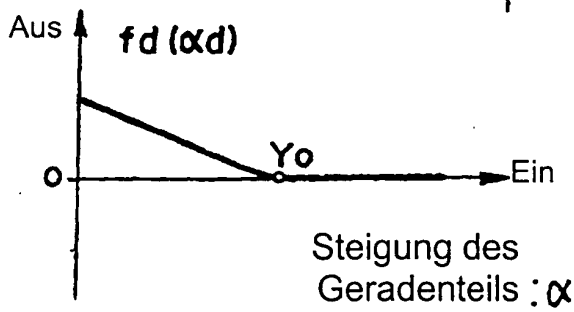


FIG.3D

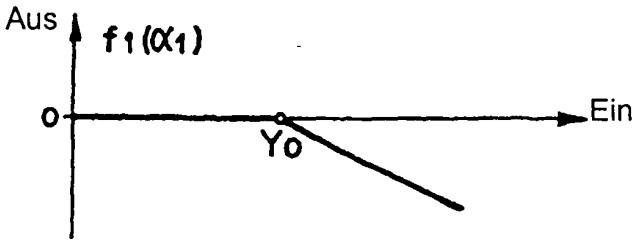


FIG.3E

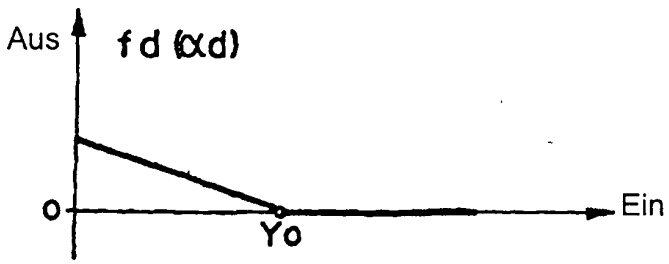


FIG.4

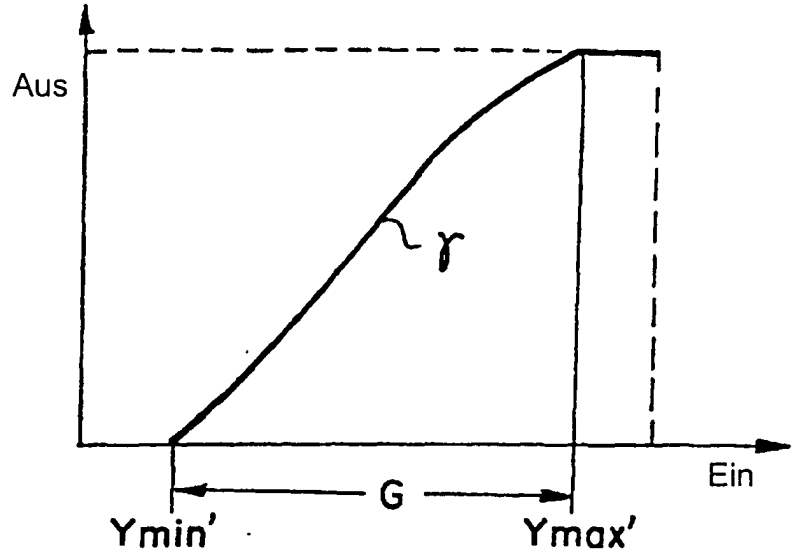


FIG.5

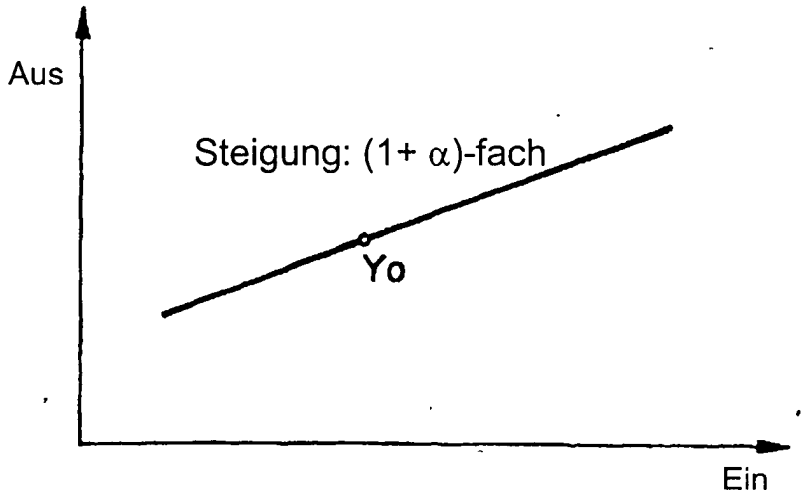


FIG.6

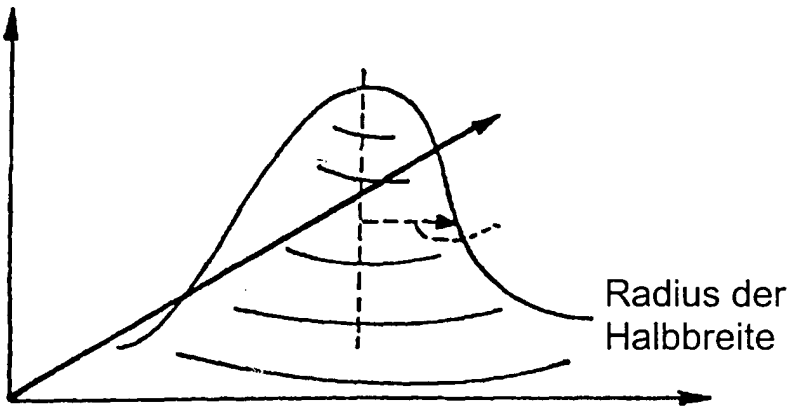


FIG.7

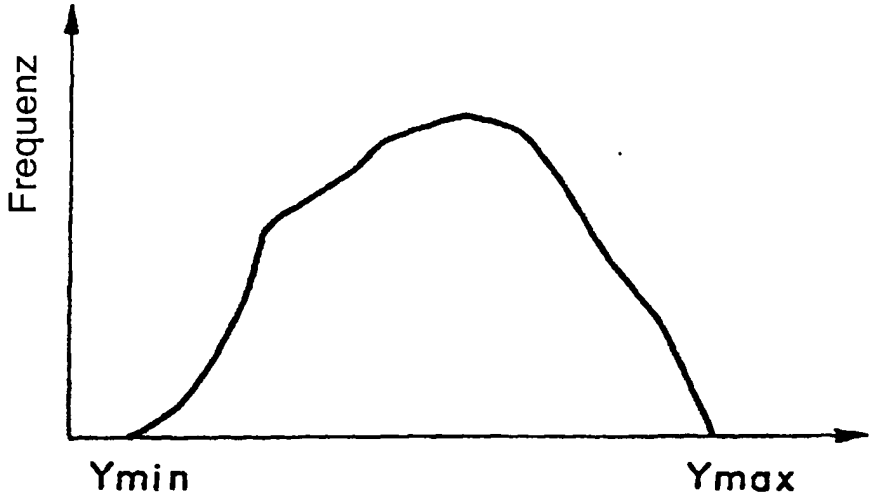


FIG.8

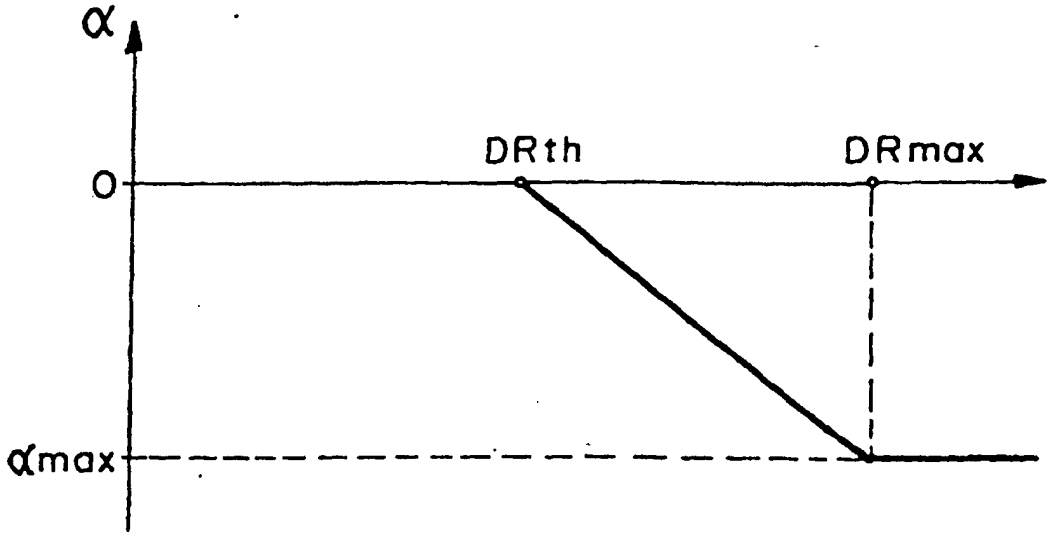


FIG.9

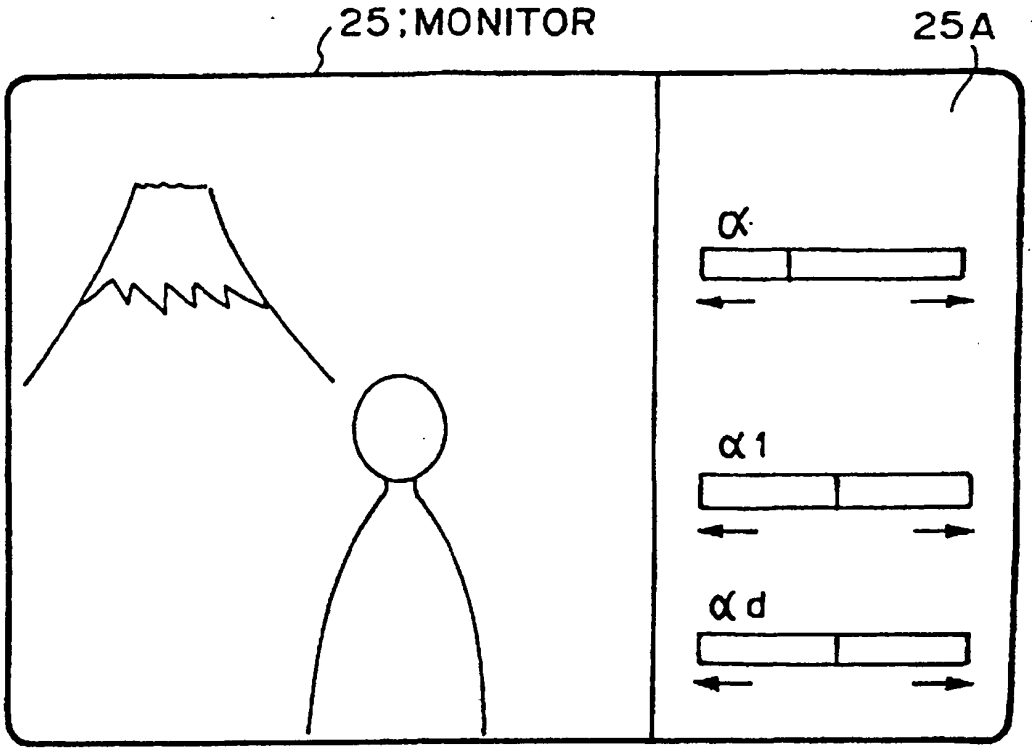

25;MONITOR
25A
α
α1
αd

FIG.10

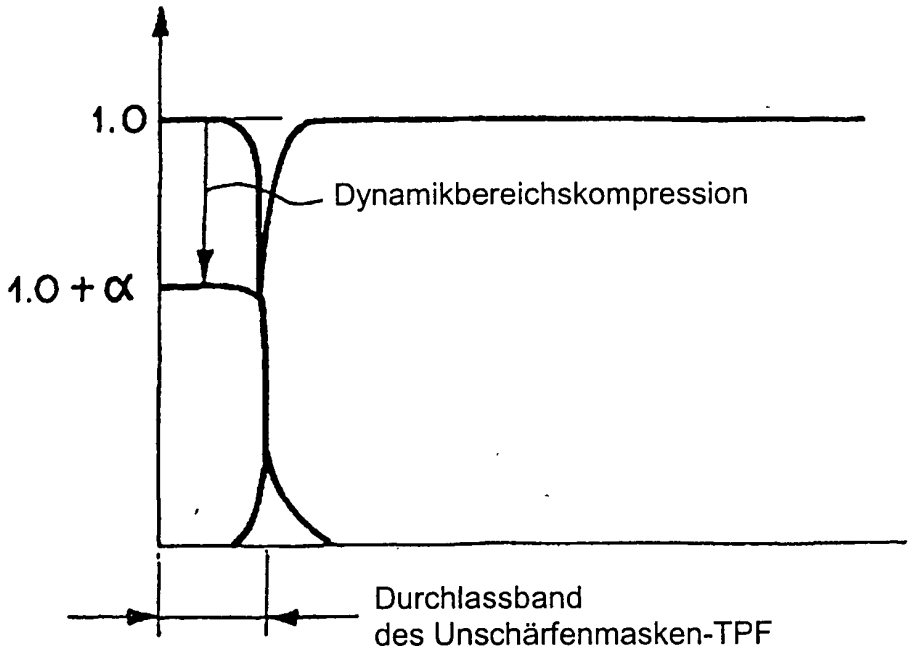

1.0
1.0+α
Dynamikbereichskompression
Durchlassband
des Unschärfenmasken-TPF

FIG.11A

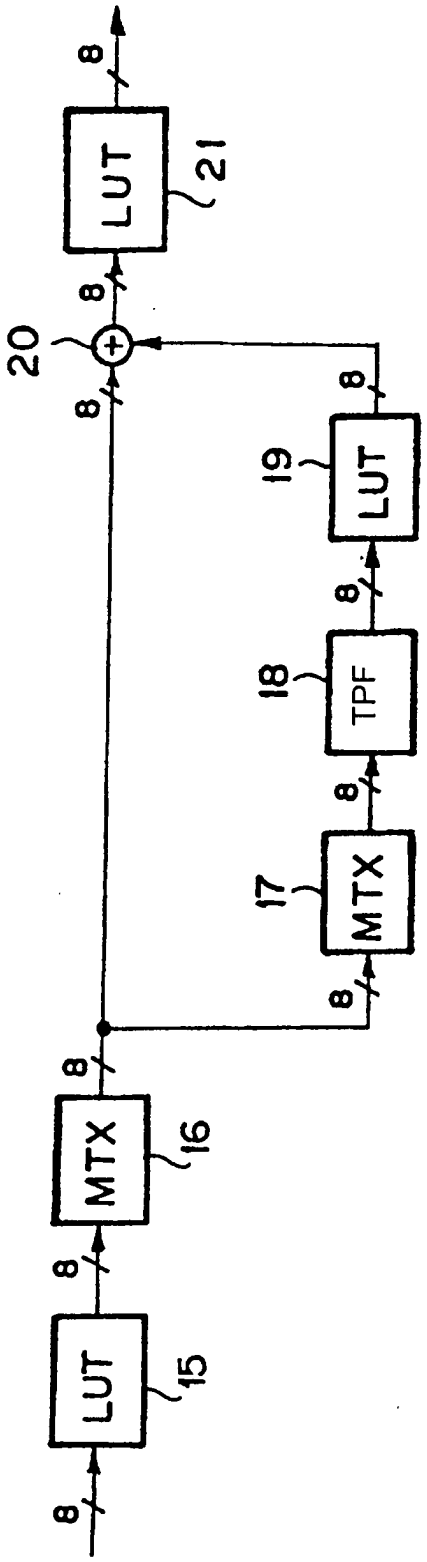


FIG.11B

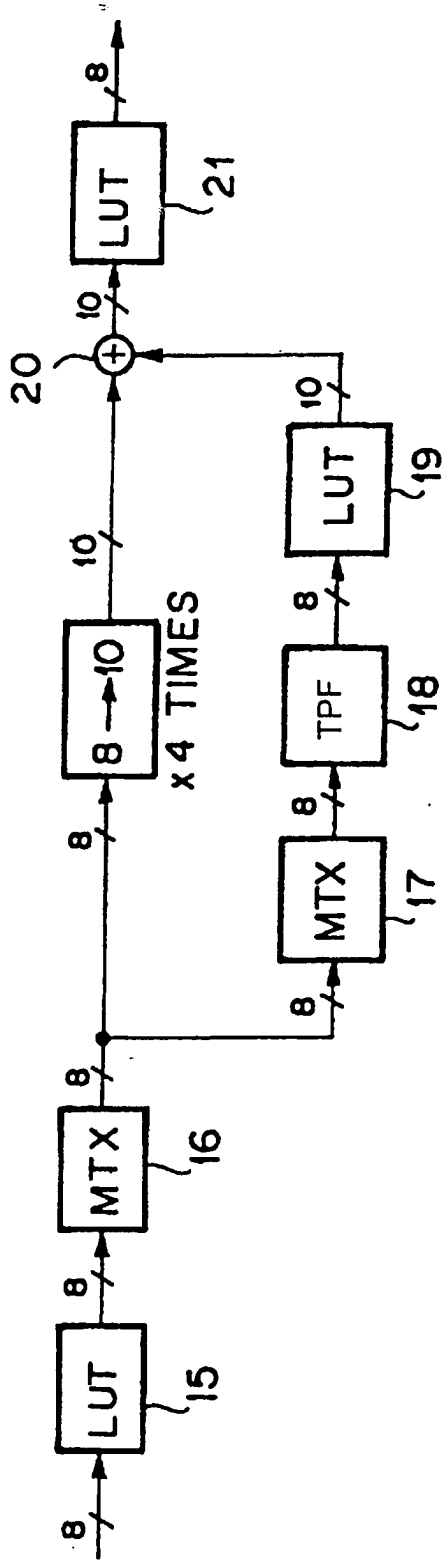


FIG.12A

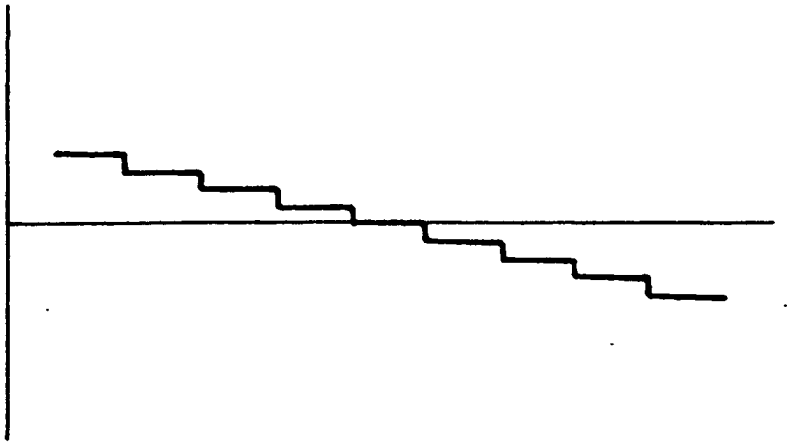


FIG.12B

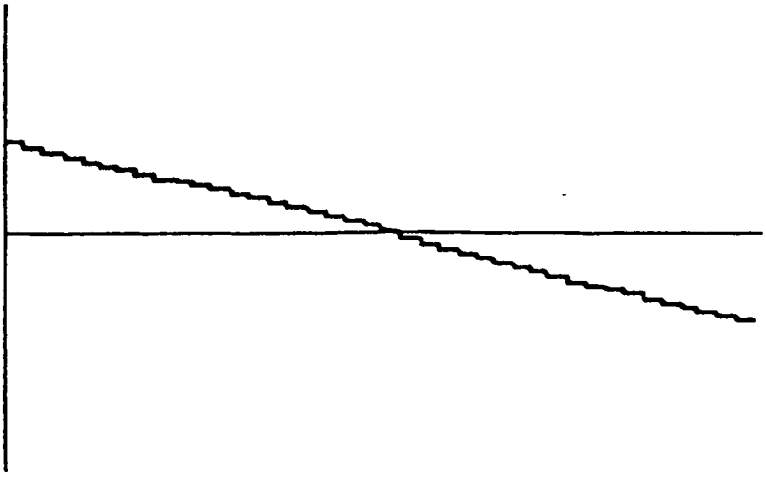


FIG.13

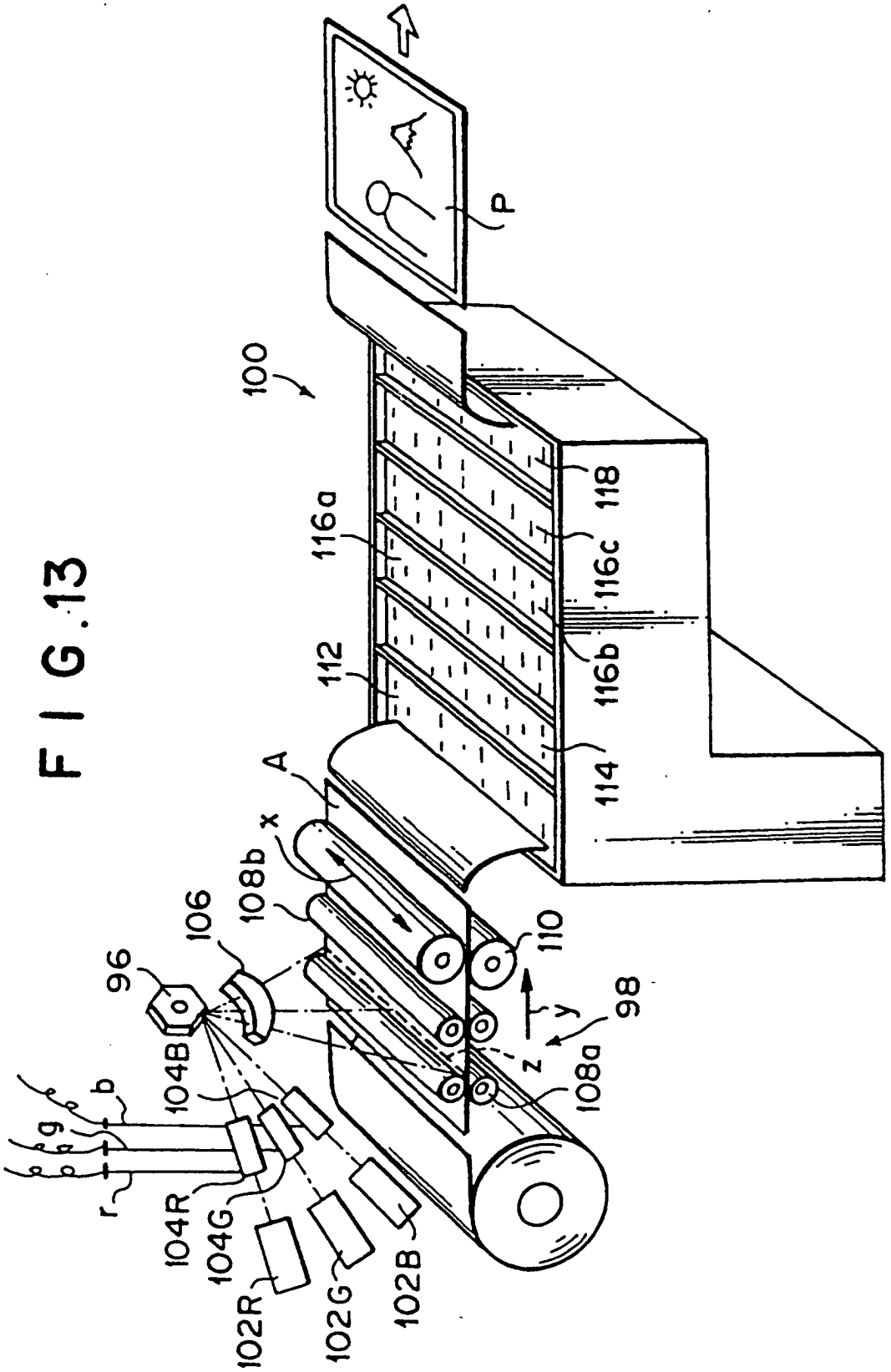

P
100
116a
118
116c
116b
112
114
A
x
108b
106
96
110
98
y
z
108a
104B
b
g
r
104R
104G
102R
102G
102B

FIG.14

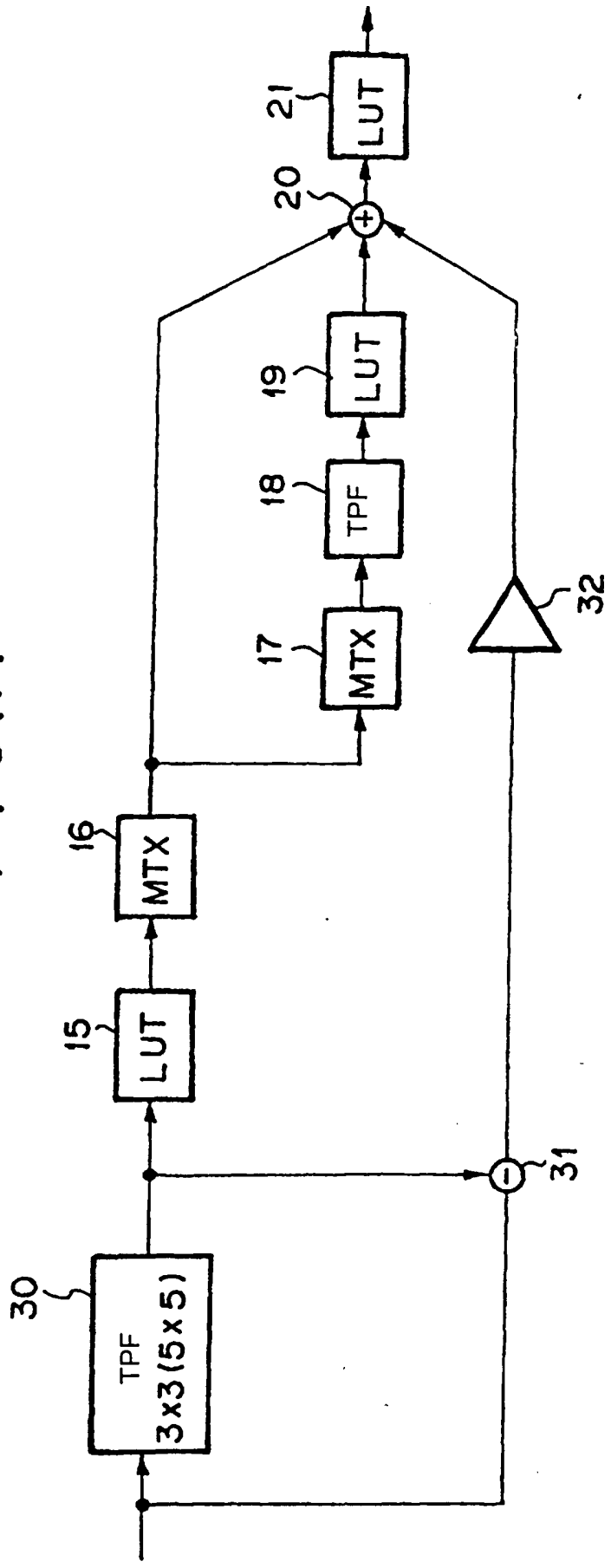


FIG.15

