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

(10) **DE 697 27 739 T2** 2004.12.09

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 823 810 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 27 739.9**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 113 425.9**
(96) Europäischer Anmeldetag: **04.08.1997**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **11.02.1998**
(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **25.02.2004**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **09.12.2004**

(51) Int Cl.[7]: **H04N 1/40**

(30) Unionspriorität:
20820296 07.08.1996 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:
Fuji Photo Film Co., Ltd., Minami-Ashigara, Kanagawa, JP

(72) Erfinder:
Koguchi, Hideyuki, Ashigara-kami-gun, Kanagawa, JP

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

(54) Bezeichnung: **Belichtungsgerät**

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

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Belichten eines lichtempfindlichen Materials mit Aufzeichnungslicht gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1. Insbesondere betrifft die Erfindung eine Mehrkanal-Belichtungsvorrichtung, die sich für eine rasche Aufzeichnung hochqualitativer Bilder unter Verwendung eines räumlichen Lichtmodulierelements auf Flüssigkristallbasis eignet.

[0002] Belichtungsvorrichtungen, die lichtempfindliche Materialien abtasten und belichten, beispielsweise Silberhalogenid-Photomaterialien sowie elektrophotographische Photoaufnehmer, wozu Aufzeichnungslicht abhängig von dem aufzuzeichnenden Bild moduliert wird, werden üblicherweise in unterschiedlichen Arten von Druckern und Kopierern eingesetzt.

[0003] Die meisten derzeit verwendeten Belichtungsvorrichtungen beruhen auf der Lichtstrahlabtastung bei der Belichtung, bei welcher ein entsprechend dem aufzuzeichnenden Bild modulierter optischer Strahl in einer Hauptabtastrichtung als Strahl abgetastet wird und dabei das lichtempfindliche Material gegenüber dem Strahl in einer rechtwinklig zur Hauptabtastrichtung verlaufenden Neben- oder Hilfsabtastrichtung bewegt wird, wodurch das lichtempfindliche Material zweidimensional mit einer Abtastbelichtung versehen wird, wodurch ein Bild (entweder latent oder sichtbar) aufgezeichnet wird.

[0004] Durch die jüngsten Fortschritte auf dem Gebiet der Bildaufzeichnungstechnologie ist es möglich geworden, qualitativ hochstehende Bilder mit hoher Geschwindigkeit unter Einsatz einer Belichtungsvorrichtung von einem solchen Lichtstrahl-Abtasttyp aufzuzeichnen. Allerdings ist die bildweise Belichtung durch Lichtstrahlabtastung beschränkt durch Belichtungsgeschwindigkeit und Auflösung, wobei speziell bei großen Bildern es zunehmend schwierig wird, qualitativ hochstehende Bilder mit hoher Geschwindigkeit aufzuzeichnen, und zwar aus folgenden Gründen:

[0005] Bei der bildweisen Belichtung mittels Lichtstrahlabtastung wird ein abhängig von dem aufzuzeichnenden Bild modulierter Lichtstrahl zur Abtastung mit Hilfe eines optischen Ablenkers oder Deflektors, beispielsweise in Form eines Polygonspiegels oder eines Galvanometerspiegels, abgelenkt. Diese Lichtstrahlabtastung ist jedoch theoretisch in ihrer erreichbaren Auflösung beschränkt, außerdem aufgrund von beschränkenden Faktoren wie zum Beispiel die Modulationsgeschwindigkeit (Ansprechgeschwindigkeit) des Modulationselements und die Abtastgenauigkeit des optischen Deflektors, so daß es nicht möglich ist, eine Bildaufzeichnung mit einer Auflösung zu erreichen, die einen gewissen Wert übersteigt.

[0006] Um zu einer hohen Auflösung zu gelangen, wurde die Abtastgeschwindigkeit entsprechend der Modulationsgeschwindigkeit des optischen Modulators verlangsamt. Dies steigert die Bildaufzeichnungszeit. Um andererseits eine Hochgeschwindigkeitsaufzeichnung zu erreichen, wurde die Auflösung entsprechend der Modulationsgeschwindigkeit gesenkt.

[0007] Die Aufzeichnungsgeschwindigkeit ist auch durch den Umstand begrenzt, daß bei der Belichtung grundsätzlich von einem einzelnen Strahl (beim Ausbilden von Farbbildern von einem Strahl für jeweils die Belichtung für R, G und B) Gebrauch gemacht wird.

[0008] Ein weiteres Problem besteht darin, daß der Ablenkwinkel oder die Abtastbreite oder -spanne, begrenzt ist, demzufolge zum Aufzeichnen großer Bilder von etwa dem Format A2, die Weglänge des Lichtstrahls deutlich erhöht werden muß, wodurch dann jedoch die Belichtungsvorrichtung unvermeidlich voluminös wird, so daß es letztlich bei der Aufzeichnung größerer Bilder zu beträchtlichen Schwierigkeiten kommt.

[0009] Darüber hinaus ist die Lichtstrahlabtastvorrichtung kostspielig, da eine teure Optik einschließlich eines optischen Deflektors, einer Kipp-Kompensationsoptik und einer fθ-Linse erforderlich ist. Speziell dann, wenn eine Hochgeschwindigkeitsaufzeichnung oder die Aufzeichnung größerer Bilder erwünscht ist, sind teure optische Elemente hoher Genauigkeit oder großen Umfangs erforderlich, was eine weitere Kostensteigerung unvermeidlich macht.

[0010] Gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1 zeigt die EP-A-687 992 eine Vorrichtung zum Belichten eines lichtempfindlichen Materials.

[0011] Die US-A-5 258 869 zeigt ein Laserlicht-Modulationssystem, bei dem die INtensität des Laserstrahls

erfaßt wird. Dieses Erfassungssignal wird von einer Rückkopplungsschaltung verwertet, die die Intensität des Laserstrahls dadurch regelt, daß einer um ein Kristall gewickelten Spule ein Regelsignal zugeführt wird, demzufolge das Signal ein magnetisches Feld erzeugt. Die Stärke oder die Intensität des Magnetfelds ändert sich mit der Intensität des durch den Kristall laufenden Laserstrahls.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

[0012] Deshalb ist es Ziel der Erfindung, eine neue Belichtungsvorrichtung zu schaffen, die billig und im Aufbau einfach und dennoch in der Lage ist, eine rasche Aufzeichnung qualitativ hochstehender Bilder bei hoher Auflösung (hoher Pixeldichte) zu erreichen.

[0013] Erreicht wird dieses Ziel durch die Erfindung mit Hilfe der Vorrichtung, die die Merkmale des Anspruchs 1 aufweist.

[0014] Bevorzugte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0015] **Fig.** 1 ist eine perspektivische Ansicht, die schematisch eine Ausführungsform der Belichtungsvorrichtung gemäß der Erfindung zeigt;

[0016] **Fig.** 2 zeigt das Konzept eines räumlichen Lichtmodulierelements in der in **Fig.** 1 gezeigten Belichtungsvorrichtung sowie ein Blockdiagramm der Treiber- und Temperatursteuerschaltungen für das Modulierelement;

[0017] **Fig.** 3 ist ein Konzept-Diagramm, welches die Arbeitsweise des in **Fig.** 2 gezeigten räumlichen Lichtmodulierelements veranschaulicht;

[0018] **Fig.** 4 ist eine graphische Darstellung, die die Beziehung zwischen der an ein ferroelektrisches, smektisches A-Flüssigkristall angelegten Spannung und der dazugehörigen Ansprechgeschwindigkeit veranschaulicht;

[0019] **Fig.** 5 ist eine perspektivische Ansicht, die schematisch eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Belichtungsvorrichtung zeigt;

[0020] **Fig.** 6 ist ein Blockdiagramm der Temperatursteuerschaltung für die in **Fig.** 5 gezeigte Belichtungsvorrichtung; und

[0021] **Fig.** 7 ist eine perspektivische Ansicht, die schematisch ein noch weiteres Beispiel für die erfindungsgemäße Belichtungsvorrichtung zeigt.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0022] Im folgenden wird die erfindungsgemäße Belichtungsvorrichtung im einzelnen anhand der in den begleitenden Zeichnungen dargestellten bevorzugten Ausführungsformen beschrieben.

[0023] **Fig.** 1 ist eine perspektivische Ansicht, die schematisch eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Belichtungsvorrichtung zeigt. Die in **Fig.** 1 allgemein mit **10** bezeichnete Belichtungsvorrichtung setzt sich grundlegend zusammen aus einer optischen Einheit **20** und einer zylindrischen Belichtungstrommel **22**. Die optische Einheit **20** umfaßt eine Lichtquelle **12**, die Aufzeichnungslicht L abgibt, eine Formungsoptik **14**, einen optischen Modulator **16**, eine Abbildungsoptik **18** etc., die in einem (nicht gezeigten) Gehäuse enthalten sind und eine einheitliche Anordnung bilden.

[0024] Ein lichtempfindliches Material A steht in Berührung mit der Seitenfläche der Belichtungstrommel **22** und wird mit Aufzeichnungslicht L beleuchtet, welches mit dem optischen Modulator **16** moduliert wird, während sich die Trommel **22** in Pfeilrichtung a um ihre Längsachse dreht, während gleichzeitig die optische Einheit **20** parallel zur Drehachse der Trommel **22** in Pfeilrichtung b rechtwinklig zur Drehung der Trommel **22** bewegt wird, wodurch das lichtempfindliche Material A mit dem Aufzeichnungslicht A abgetastet wird, um bildweise zweidimensional belichtet zu werden.

[0025] Die Belichtungsvorrichtung **10** läßt sich derart umgestalten, daß die Belichtungstrommel **22** anstelle der optischen Einheit **20** in Pfeilrichtung b bewegt wird.

[0026] Abhängig von der spektralen Empfindlichkeitscharakteristik des lichtempfindlichen Materials A können verschiedene bekannte Typen von Lichtquellen eingesetzt werden, die Aufzeichnungslicht L eines schmalen Wellenlängenbereichs abgeben, mit dem das lichtempfindliche Material A von der Lichtquelle **12** belichtet werden kann. Deshalb können abhängig vom lichtempfindlichen Material A verschiedene Arten von Halbleiterlasern (LD), Leuchtdioden und Gaslasern eingesetzt werden.

[0027] In der erfindungsgemäßen Belichtungsvorrichtung **10** sperrt oder leitet der im folgenden noch näher zu erläuternde optische Modulator **16** das Aufzeichnungslicht L abhängig von dem aufzuzeichnenden Bild, um dadurch eine Pulsbreitenmodulation auszuführen. Dementsprechend liefert die Lichtquelle **12** laufend das Aufzeichnungslicht L während des gesamten Vorgangs der Bildaufzeichnung (solange die Belichtungsvorrichtung arbeitet).

[0028] Die Formungsoptik **14** vergrößert das von der Quelle **12** kommende Aufzeichnungslicht L zu einer ausreichenden Größe, die die gesamte Fläche des optischen Modulators **16** (oder des räumlichen Lichtmodulierelements **24**), durch den das Aufzeichnungslicht L läuft, beleuchten kann.

[0029] Solange diese Forderung erfüllt ist, können verschiedene bekannte Typen optischer Elemente als Formungsoptik **14** verwendet werden, beispielsweise Linsen, Spiegel oder Kombinationen aus solchen Elementen. Überflüssig zu erwähnen, daß die Formungsoptik **14** vorzugsweise in der Weise ausgewählt, gestaltet und angeordnet ist, daß das Aufzeichnungslicht L nicht soweit vergrößert wird, daß eine unerwünschte Fläche von dem Licht erreicht wird, insbesondere ein Bereich erreicht wird, bei dem das Licht abträglichen Einfluß auf das lichtempfindliche Material A hat.

[0030] Wenn die Belichtungsvorrichtung **10** gemäß der Erfindung die Lichtquelle **12** an einer derartigen Stelle lagert, daß das emittierte Aufzeichnungslicht L, welches in den optischen Modulator **16** eingegeben wird, die gesamte Durchgangsfläche beleuchten kann, kann die Formungsoptik **14** weggelassen werden.

[0031] Der optische Modulator **16**, der der wesentlichste Bestandteil der Belichtungsvorrichtung **10** gemäß der Erfindung ist, moduliert das Aufzeichnungslicht L mit Hilfe eines räumlichen Lichtmodulierelements **24** unter Verwendung eines Flüssigkristalls. Der optische Modulator **16** enthält eine Basis **26** zum Halten des räumlichen Lichtmodulierelements **24**, außerdem ein Heizmodul **28** und einen Temperaturfühler **30**, die beide zusammen mit dem räumlichen Lichtmodulierelement **24** auf der Basis **26** gehalten werden.

[0032] Das von der Formungsoptik **14** geformte Aufzeichnungslicht L läuft durch den optischen Modulator **14**, um einer Pulsweitenmodulation abhängig von dem aufzuzeichnenden Bild unterzogen zu werden, so daß das Licht dann das Bild trägt.

[0033] Die Basis **26** ist ein Element zum Aufnehmen und Fixieren des räumlichen Lichtmodulierelements **24**, des Heizmoduls **28** und des Temperaturfühlers **30** an vorbestimmten Stellen. Bei einer bevorzugten Ausführungsform dient die Basis **26** auch als Temperaturhalteeinrichtung (Wärmeakkumulator), um die Temperatur des räumlichen Lichtmodulierelements **24** einzustellen. Mit diesen Fähigkeiten besteht die Basis **26** typischerweise aus einem Metallblech hoher Wärmeleitfähigkeit, beispielsweise Aluminium.

[0034] Das einen Flüssigkristall aufweisende räumliche Lichtmodulierelement **24**, welches speziell einen smektischen A-Flüssigkristall aufweist, hat eine Temperaturabhängigkeit bezüglich der Ansprechgeschwindigkeit, der Modulationscharakteristik und der Lichtdurchlässigkeit. Wenn die Basis **26** so ausgebildet ist, daß sie die zusätzliche Fähigkeit hat, auch als Wärmeakkumulator zu fungieren, so läßt sich die Temperatureinstellung mit Hilfe des Heizmoduls **28** und des Temperatursensors **30** in einer effektiveren und exakteren Weise erreichen. Dieser Punkt wird weiter unten noch näher erläutert.

[0035] Die Basis **26** besitzt eine Öffnung, durch die das Aufzeichnungslicht L hindurchtreten kann, und die sich an einer Stelle befindet, die fluchtet mit der Fläche, an der das räumliche Lichtmodulierelement **24** fixiert ist.

[0036] Bei der dargestellten Belichtungsvorrichtung **10**, bei der eine Pulsweitenmodulation erfolgt, ist das räumliche Lichtmodulierelement **24** von dem Typ, der von einem optischen Verschluß abhängig von einem Flüssigkristall beim Betrieb Gebrauch macht. Kurz gesagt, ist das räumliche Lichtmodulierelement **24** ein

Mehrkanal-Flüssigkristall-Verschlußarray aus optischen Flüssigkristallverschlüssen, die parallel zu der Drehachse der Belichtungstrommel **22** angeordnet sind.

[0037] **Fig.** 2 zeigt das Konzept eines beispielhaften Aufbaus des räumlichen Lichtmodulierelements **24**, außerdem in Form eines Blockdiagramms die zugehörigen Treiber- und Temperatursteuerschaltungen.

[0038] Wie dargestellt, besitzt das räumliche Lichtmodulierelement **24** eine Flüssigkristallzelle, umfassend eine Flüssigkristallschicht **32**, die zwischen zwei transparenten Elektroden **34a** und **34b** gehalten wird. Die Flüssigkristallzelle wiederum wird zwischen einem Polarisator **36a** in Berührung mit der transparenten Elektrode **34a** auf der Eintrittsseite und einem Analysator **36b** in Berührung mit der transparenten Elektrode **34b** auf der Austrittsseite gehalten. Die Anordnung dieser Komponenten wird zwischen zwei Glasplättchen **38a** und **38b** gehalten, wodurch das räumliche Lichtmodulierelement **24** gebildet wird. Das Licht kann durch den Polarisator **36a** hindurchtreten und kann mit einem anderen Polarisationswinkel von zum Beispiel 90° den Analysator **36b** passieren.

[0039] Die transparenten Elektroden **34a** und **34b** sowie der Polarisator **36a** und der Analysator **36b** sind typenmäßig keinen Beschränkungen unterworfen, sie können aus verschiedenen bekannten Typen ausgewählt werden, wie sie in Flüssigkristallanzeigen, Verschlüssen etc. verwendet werden.

[0040] **Fig.** 3 zeigt das Konzept der Arbeitsweise des räumlichen Lichtmodulierelements **24**. Wie oben angegeben, kann das den Polarisator **36a** sich von dem den Analysator **36b** durchsetzenden Licht durch einen Polarisationswinkel von 90° unterscheiden. Bei Fehlen einer an die Flüssigkristallschicht **32** über die transparenten Elektroden **34a** und **34b** angelegten Spannung läuft das linear polarisierte Aufzeichnungslicht L von dem Polarisator **36a** glatt durch die Flüssigkristallschicht **32** und wird folglich von dem Analysator **36b** gesperrt.

[0041] Legt man eine Spannung an die Flüssigkristallschicht **32** mit Hilfe der transparenten Elektroden **34a** und **34b** an, so ändert sich die Richtung der Flüssigkristallorientierung, und die Polarisationsrichtung des durch die Flüssigkristallschicht **32** laufenden Lichts ändert sich um einen Winkel θ, wie in **Fig.** 3 zu sehen ist. In anderen Worten: indem man an die Flüssigkristallschicht **32** eine Spannung legt, die groß genug ist, um die Polarisationsebene des Aufzeichnungslichts L um 90° zu drehen, kann das Aufzeichnungslicht L den Analysator **36b** durchlaufen (und folglich das räumliche Lichtmodulierelement **24**).

[0042] Indem man also eine spezifische Spannung über die transparenten Elektroden **34a** und **34b** nach Maßgabe des aufzuzeichnenden Bildes an die Flüssigkristallschicht **32** legt, wird das Aufzeichnungslicht L entweder gesperrt oder durchgelassen, abhängig von dem aufzuzeichnenden Bild, so daß eine Pulsweitenmodulation erreicht wird.

[0043] Das räumliche Lichtmodulierelement **24** besitzt transparente Elektroden **34a** und **34b** in Form von mehr als einem einzigen Paar, im dargestellten Fall in Form von 64 Paaren, bezogen auf die Flüssigkristallschicht **32** entlang der Drehachse der Belichtungstrommel **22**, wobei die einzelnen Elektrodenpaare dazu ausgebildet sind, unabhängig voneinander steuerbar zu sein. Damit handelt es sich bei dem räumlichen Lichtmodulierelement **24** um ein 64-Kanal-Flüssigkristall-Verschlußarray, zusammengesetzt aus 64 unabhängigen Flüssigkristallverschlüssen.

[0044] Das ankommende Aufzeichnungslicht L durchläuft das räumliche Lichtmodulierelement **24**, um unabhängig modulierte Lichtstrahlen L_1–L_{64} zu erzeugen.

[0045] Die Verwendung des 64-Kanal-Lichtmodulierelements **24** ermöglicht also der dargestellten Belichtungsvorrichtung **10** die Erzeugung von 64 Abtastzeilen gleichzeitig aus 64 Strahlen des Aufzeichnungslichts L, um das lichtempfindliche Material A zu belichten. Wenn ein Kanal der Bildaufzeichnung eines Pixels entspricht, kann die Belichtungsvorrichtung **10** gleichzeitig eine Bildaufzeichnung von 64 Pixeln vornehmen und damit eine sehr schnelle Bildaufzeichnung erreichen. Ausgedrückt als Aufzeichnungsgeschwindigkeit, läßt sich dies vergleichen mit einem Lichtstrahlabtaster, der eine bildweise Belichtung mit Hilfe von 64 Lichtstrahlen vornimmt.

[0046] Durch Einstellen der Brechkraft und weiterer Parameter der Abbildungsoptik **18**, was dem durch das räumliche Lichtmodulierelement **24** laufenden Aufzeichnungslicht L ermöglicht, auf das lichtempfindliche Material A abgebildet zu werden, können die Form des Flecks des abgebildeten Aufzeichnungslichts L und die beabstandeten Kanäle auf einen solchen Sollwert eingestellt werden, daß es einfach ist, die Auflösung (die Aufzeichnungsdichte) zu steigern.

[0047] Mit der erfindungsgemäßen Belichtungsvorrichtung **10** können also hochqualitative Bilder (mit hoher Auflösung) mit hoher Geschwindigkeit mittels der Mehrkanalbelichtung erzeugt werden. Da die Anzahl von Kanälen oder die Anzahl von Flüssigkristallverschlüssen in dem räumlichen Lichtmodulierelement **24** leicht auf einen beliebigen Wert eingestellt werden kann, läßt sich der Forderung nach einer noch rascheren Bildaufzeichnung nachkommen, ohne daß dabei die Auflösung verringert wird.

[0048] Zusätzlich hängt die Belichtungsvorrichtung **10** nicht von einem optischen Deflektor (Ablenker) bei der bildweisen Belichtung ab, wie es bei dem herkömmlichen Verfahren zur Rasterabtastung mit einem abgelenkten Lichtstrahl der Fall ist. Durch Auswahl einer passenden Größe der Belichtungstrommel **22** kann also auch die Forderung nach der Aufzeichnung größerer Bilder, beispielsweise im Format A1, nachgekommen werden.

[0049] Es können verschiedene Typen von Flüssigkristallen in dem räumlichen Lichtmodulierelement **24** der Belichtungsvorrichtung **10** verwendet werden, solange die Geschwindigkeit der Änderung der Richtung der Flüssigkristallorientierung abhängig von der angelegten Spannung ausreichend groß ist, um die gewünschte Aufzeichnungsgeschwindigkeit zu erzielen.

[0050] Insbesondere können smektische Flüssigkristalle verwendet werden, insbesondere smektische A-Flüssigkristalle (die als smektische A-Phasen eingesetzt werden), wobei vorzugsweise ferroelektrische Flüssigkristalle (FLC) besonders bevorzugt sind.

[0051] Ferroelektrische Flüssigkristalle besitzen eine hohe Ansprechgeschwindigkeit und weisen bekanntlich einen Phasenübergang von smektisch C* zu smektisch A auf, wenn die Temperatur ansteigt. Verglichen mit nematischen Kristallen und anderen, die üblicherweise in Flüssigkristallanzeigen eingesetzt werden, haben ferroelektrische smektische C*-Flüssigkristalle eine außerordentlich hohe Ansprechgeschwindigkeit. Allerdings sind ferroelektrische smektische A-Flüssigkristalle noch schneller in der Ansprechgeschwindigkeit und eignen sich daher noch besser zur Verwendung im Rahmen der Erfindung, die auf eine hohe Aufzeichnungsgeschwindigkeit abzielt.

[0052] Darüber hinaus besitzen ferroelektrische Flüssigkristalle, insbesondere smektische A-Flüssigkristalle eine starke Linearität bei der Änderung des Winkels, durch die die Polarisationsebene sich ansprechend auf das Anlegen einer Spannung dreht, und folglich läßt sich das räumliche Lichtmodulierelement **24** einfach steuern.

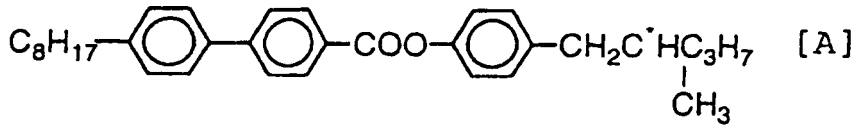
[0053] **Fig.** 4 ist eine graphische Darstellung der Beziehung zwischen der angelegten Spannung (Feldstärke) und der Änderungsgeschwindigkeit der Richtung der Flüssigkristallorientierung (Ansprechzeit) von M764E (dem ferroelektrischen Flüssigkristall, von dem Abdulhalin et al. in Appl. Phys. Lett. 55(16), 16. Oktober 1989 berichten), wenn die Flüssigkristalltemperatur als Parameter genommen wird.

[0054] M764E besitzt bei 29°C einen Phasenübergang, jenseits dessen es eine smektische A-Phase bildet, und unterhalb von dem das Material sich zu einer smektischen C*-Phase wandelt.

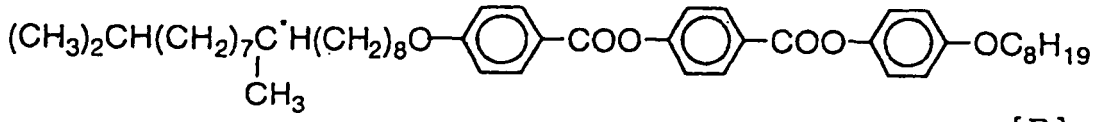
[0055] Wie deutlich aus **Fig.** 4 hervorgeht, besitzt sogar die smektische C*-Phase eine bessere Ansprechcharakteristik als nematische Flüssigkristalle und dergleichen. Allerdings führt die smektische A-Phase (ein smektischer A-Flüssigkristall) zu einer nahezu 100-mal so raschen Ansprechgeschwindigkeit. Darüber hinaus ist die spannungsabhängige Schwankung der Ansprechgeschwindigkeit der smektischen A-Phase extrem klein, und deshalb läßt sich ein stabiler Bauelementbetrieb realisieren.

[0056] Im Rahmen der Erfindung können verschiedene bekannte Arten von ferroelektrischen Flüssigkristallen eingesetzt werden.

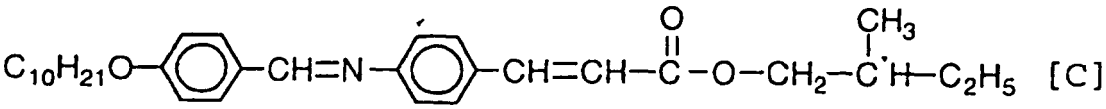
[0057] Spezifische Beispiele beinhalten M764E (siehe oben), ein Flüssigkristall entsprechend der unten angegebenen Formel (A), wobei dieses Flüssigkristall (A) mit einem Flüssigkristall gemäß der unten angegebenen Formel (B) gemischt wird, außerdem DOBAMBC, dargestellt durch die unten angegebene Formel (C):



[A]



[B]



[C]

[0058] Außerdem vorteilhaft einsetzbar sind die ferroelektrischen Flüssigkristalle, die in der US-A-5 116 527 angegeben sind.

[0059] Die Anzahl von Kanälen in dem räumlichen Lichtmodulierelement **24** der Belichtungsvorrichtung **10** ist nicht auf einen speziellen Wert beschränkt und kann festgelegt werden in der jeweils passenden Weise für Faktoren wie die Leistungsfähigkeit beispielsweise, die für die Belichtungsvorrichtung **10** angestrebt wird. Um zu garantieren, daß hochauflösende Bilder mit hoher Geschwindigkeit aufgezeichnet werden, werden 16–256 Kanäle bevorzugt, wobei 32–128 Kanäle noch mehr bevorzugt werden.

[0060] Die nachfolgende Beschreibung betrifft den Fall der Ausführung einer Pulsweitenmodulation mit Hilfe des räumlichen Lichtmodulierelements **24**, dieses kann aber auch so betrieben werden, daß mit gleichen Vorteilen eine Pulsanzahlmodulation durchgeführt wird. Da der in dem räumlichen Lichtmodulierelement **24** verwendete Flüssigkristall einen spannungsabhängigen Winkel aufweist, durch den sich die Polarisationsebene dreht, läßt sich dieser Effekt in der Weise nutzen, daß der Drehungswinkel entsprechend dem aufgezeichneten Bild variiert wird, um dadurch die durch den Analysator **36b** hindurchgehende Lichtmenge so einzustellen, daß durch Intensitätsmodulation eine bildweise Belichtung erfolgt. Allerdings sei erwähnt, daß bei dem räumlichen Lichtmodulierelement **24** unter Verwendung des ferroelektrischen smektischen A-Flüssigkristalls die Menge des Aufzeichnungslichts L einigermaßen schwer zu steuern ist und es manchmal zu dem Stabilitätsproblem kommt. Folglich wird die Pulsweitenmodulation (Pulsanzahlmodulation) aus Gründen der Effizienz der Steuerung stärker bevorzugt.

[0061] Außerdem sei erwähnt, daß in der Belichtungsvorrichtung **10** das Aufzeichnungslicht L nicht vollständig von dem räumlichen Lichtmodulierelement **24** während des Nicht-Aufzeichnungszustands gesperrt werden muß und das Aufzeichnungslicht L, welches zum Belichten des lichtempfindlichen Materials A unzureichend ist, minimale Farbdichten hervorruft und einfach durch das räumliche Lichtmodulierelement **24** durchgelassen werden kann, um auf das lichtempfindliche Material A aufzutreffen. Aber unabhängig davon, wie gering diese Lichtmenge ist, sollte der Überschuß des Aufzeichnungslichts L besser nicht auf das lichtempfindliche Material A auftreffen, so daß das räumliche Lichtmodulierelement **24** vorzugsweise so ausgestaltet wird, daß es in der Lage ist, den unerwünschten Anteil des Aufzeichnungslichts L vollständig zu sperren.

[0062] Wie **Fig.** 2 zeigt, umfaßt die Treiberschaltung für das räumliche Lichtmodulierelement **24** grundsätzlich einen Korrektur-LUT (Tabellenspeicher) **40**, einen D/A-Wandler und einen Treiber **44** für das räumliche Lichtmodulierelement **24**.

[0063] In der dargestellten Belichtungsvorrichtung **10** werden Bilddaten von einer Quelle R, beispielsweise einem Bildlesegerät, dem Korrektur-LUT **40** als digitale Bilddaten für jeden Kanal zugeleitet. Der Korrektur-LUT **40** führt so etwas aus wie eine "Schattierungskorrektur", bei der der Unterschied des räumlichen Lichtmodulierelements **24** von einem Kanal zum anderen korrigiert wird, um eine Gleichmäßigkeit der Parameter wie beispielsweise der Menge des durch die einzelnen Kanäle gehenden Aufzeichnungslichts L zu vergleichmäßigen.

[0064] Wie bereits angemerkt, vergrößert die Formungsoptik **14** der Belichtungsvorrichtung **10** das von der Quelle **12** kommende Aufzeichnungslicht L, so daß dieses in sämtliche Kanäle des räumlichen Lichtmodulier-

elements **24** eingeleitet wird. Aufgrund verschiedener Faktoren wie zum Beispiel der Intensitätsverteilung der Lichtquelle **12**, der Aberrationen der Formungsoptik **14** und der Lageabweichung im Weg des Aufzeichnungslichts L ist die Menge des Aufzeichnungslichts L, die in das räumliche Lichtmodulierelement **24** eingeleitet wird, nicht in sämtlichen Kanälen gleich groß. Darüber hinaus sind die Lichtdurchlässigkeit und die Ansprechgeschwindigkeit des räumlichen Lichtmodulierelements **24** nicht in sämtlichen Kanälen vollständig gleichmäßig, sondern es gibt gewisse Unterschiede, auch wenn diese nur gering sind.

[0065] Wenn unter diesen Umständen das Aufzeichnungslicht L in ähnlicher Weise durch die einzelnen Kanäle des räumlichen Lichtmodulierelements **24** moduliert wird, um das lichtempfindliche Material A zu belichten, differiert der Belichtungsbetrag von einem Kanal zum anderen, so daß es zu einem Bild mit ungleichmäßigen Dichten kommt.

[0066] Um diese Schwierigkeiten zu beseitigen, besitzt die dargestellte Belichtungsvorrichtung **10** Tabellenspeicher (LUTs), welche die Differenzen der Lichtdurchlässigkeit und der Ansprechgeschwindigkeit von einem Kanal zum anderen ausgleichen, um die Dichte-Ungleichmäßigkeit und andere Probleme zu beseitigen. Die Tabellenspeicher werden vorab für die einzelnen Kanäle eingerichtet und in dem Korrektur-LUT **40** gespeichert. Die von einer Bilddatenquelle R gelieferten Bilddaten werden von dem zugehörigen LUT korrigiert, damit die Aufzeichnung eines qualitativ hochstehenden Bilds ohne das Problem von Dichte-Ungleichmäßigkeiten möglich wird.

[0067] Es gibt keine besondere Beschränkung bezüglich des Verfahrens zum Erstellen der LUTs, und es sind verschiedene Methoden möglich, um die Korrekturtabellen bekannter Arten von Belichtungsvorrichtungen einzurichten. Bei einem Beispiel wird die durch jeden Kanal gehende Menge Aufzeichnungslicht L gemessen, oder es wird das lichtempfindliche Material A tatsächlich belichtet, und es werden Dichtemessungen durchgeführt. Auf der Grundlage des Ergebnisses dieser Messungen werden Korrekturkoeffizienten, Funktionen und dergleichen, die für eine gleichmäßige Belichtung (Aufzeichnung) gemäß den gelieferten Bilddaten sorgen, für jeden Kanal berechnet, um dadurch die gewünschten LUTs einzurichten.

[0068] Die in dem Korrektur-LUT **40** korrigierten Bilddaten werden in den D/A-Wandler **42** eingegeben und dort aus digitalem in analoges Format umgewandelt, um dann zu dem Treiber **44** geleitet zu werden.

[0069] Der Treiber **44** liefert dann an jeden Kanal des räumlichen Lichtmodulierelements **24** eine spezifizierte Treiberspannung für eine Zeitdauer (Impulsbreite), die sich durch die gelieferten Bilddaten bestimmt, woraufhin das Aufzeichnungslicht L, welches in das räumliche Lichtmodulierelement **24** eingeleitet wird, abhängig von dem aufzuzeichnenden Bild moduliert wird.

[0070] Die Lichtdurchlässigkeit und die Ansprechgeschwindigkeit des räumlichen Lichtmodulierelements **24**, das von einem Flüssigkristall Gebrauch macht, sind temperaturempfindlich. Insbesondere sind die ferroelektrischen smektischen A-Flüssigkristalle, die vorteilhaft in der erfindungsgemäßen Belichtungsvorrichtung eingesetzt werden, stark temperaturempfindlich, wie aus **Fig.** 4 ersichtlich ist. Darüber hinaus werden Flüssigkristallbauelemente typischerweise bei normalen Temperaturen betrieben, aber um sicher zu gehen, daß die ferroelektrischen Flüssigkristalle die smektische A-Phase halten (smektische A-Flüssigkristalle bleiben), muß die Umgebungstemperatur höher eingestellt werden, als es den normalen Temperaturen entspricht.

[0071] Zu diesem Zweck besitzt die erfindungsgemäße Belichtungsvorrichtung **10** eine Temperatureinstelleinrichtung, die die Temperatur des räumlichen Lichtmodulierelements **24** in einem spezifischen Bereich regelt.

[0072] In der dargestellten Belichtungsvorrichtung **10** ist die Temperatureinstelleinrichtung für das räumliche Lichtmodulierelement **24** von bekannter Bauart und enthält das bereits erwähnte Heizmodul **28** und den Temperaturfühler **30**, außerdem die Basis **26**, die auch als Wärmeakkumulator fungiert, wie bereits oben ausgeführt wurde. Die Temperatureinstelleinrichtung wird von einer Steuerschaltung gesteuert, die einen A/D-Wandler **46**, eine Steuereinheit **48** und einen Treiber **50** enthält.

[0073] Das Heizmodul **28**, welches im Rahmen der Erfindung eingesetzt wird, unterliegt keiner Beschränkung auf spezielle Modelle, es sind verschiedene bekannte Typen von Heizelementen einsetzbar, solange diese in der Lage sind, eine Aufheizung und optionale Abkühlung auf Temperaturen innerhalb des Sollbereichs vorzunehmen, und die außerdem eine zufriedenstellende Ansprechempfindlichkeit besitzen, wozu Leistungstransistoren und thermoelektrische Kühler (TEC) ein Beispiel geben. Das gleiche gilt für den Temperaturfühler **40**, für den unterschiedliche bekannte Typen einsetzbar sind, solange sie eine zufriedenstellende Ansprechempfindlichkeit besitzen, Beispiele sind Thermistoren und Thermopaare.

[0074] Die Temperatur des räumlichen Lichtmodulierelements **24**, die von dem Temperaturfühler **30** gefühlt wird, wird in den A/D-Wandler **46** eingegeben und dort in digitale Daten umgesetzt, die zu der Steuereinheit **48** gegeben werden.

[0075] Die Steuereinheit **48** enthält einen Temperatursteueralgorithmus oder LUTs zum Halten der Temperatur des räumlichen Lichtmodulierelements **24**, wobei die Einrichtungen vorab nach einem bekannten Verfahren eingerichtet werden, um die Relation zwischen der durch den Fühler **30** gemessenen Temperatur (oder die Abweichung von der eingestellten Temperatur) und der dem Heizmodul **28** zuzuführenden Energie repräsentieren. Die Steuereinheit **48** wird mit der Temperatureinstellung (PF) versorgt, bei der es sich um einen optimalen Wert für das räumliche Lichtmodulierelement **24** handelt (PF kann vorab in der Steuereinheit **48** abgespeichert werden), wobei die Differenz zwischen den Meßdaten der Temperatur und PF hergenommen wird, so daß die Steuereinheit **48** die dem Heizmodul **28** zuzuführende Energie anhand des Temperatursteueralgorithmus oder der LUTs ermittelt und an den Treiber **50** ein Befehlssignal liefert, durch welches das Heizmodul **28** diejenige Energiemenge empfängt, die zu dem Befehlssignal von der Steuereinheit **48** vorgegeben wird, so daß die Temperatur des räumlichen Lichtmodulierelements **24** auf einem konstanten Wert gehalten wird.

[0076] Es gibt keine spezielle Beschränkung für den Bereich, in welchem die Temperaturjustierung in der Belichtungsvorrichtung **10** erfolgt, sie muß nur zu der Temperaturabhängigkeit der jeweiligen Kennlinien des räumlichen Lichtmodulierelements **24** passen. Ein bevorzugter Bereich ist etwa die Referenztemperatur ±1°C, wobei der Bereich der Referenztemperatur ±0,1°C noch mehr bevorzugt ist.

[0077] Wie oben ausgeführt, besitzt die dargestellte Belichtungsvorrichtung **10** den optischen Modulator **16** und andere Komponenten der optischen Einheit **20**, die in einem eine integrale Anordnung bildenden Gehäuse enthalten sind. Um daher, eine effektivere Temperaturregelung des räumlichen Lichtmodulierelements **24** zu erreichen, ist es bevorzugt, wenn die optische Einheit **20** auch der Temperaturregelung unterzogen wird, so daß ihr Innenraum auf einer spezifizierten Temperatur gehalten wird.

[0078] Die Referenztemperatureinstellung läßt sich in passender Weise für den speziell verwendeten Flüssigkristall in dem räumlichen Lichtmodulierelement **24** so festlegen, daß ein stabiler Betrieb garantiert ist.

[0079] Wie bereits erwähnt, besitzen ferroelektrische Flüssigkristalle bekanntlich einen Phasenübergang von der smektischen C*- in die smektische A-Phase, wenn die Temperatur ansteigt. Um die smektische A-Phase aufrecht zu erhalten, müssen die ferroelektrischen Flüssigkristalle auf einer oberhalb der normalen Temperaturen liegenden Temperatur gehalten werden. Was allerdings mögliche Einflüsse auf andere optische Elemente angeht, so ist es nicht bevorzugt, wenn die Referenztemperatur besonders hoch eingestellt wird. Wenn andererseits die Referenztemperatur zu nahe am Phasenübergangspunkt liegt, wird der Zustand des Flüssigkristalls möglicherweise bei geringen Temperaturschwankungen umkippen.

[0080] Wenn daher das räumliche Lichtmodulierelement **24** einen ferroelektrischen smektischen A-Flüssigkristall verwendet, wird die Referenztemperatur vorzugsweise auf den kleinstmöglichen Wert eingestellt, bei dem noch der Flüssigkristall die smektische A-Phase stabil halten kann. Noch mehr bevorzugt wird die Referenztemperatur auf etwa 5°C oberhalb des Übergangspunkts von der smektischen C*- in die smektische A-Phase gehalten.

[0081] Wie bereits angesprochen, wird das von dem optischen Modulator **16** (oder dem räumlichen Lichtmodulierelement **24**) abhängig von dem aufzuzeichnenden Bild modulierte Aufzeichnungslicht L dazu gebracht, auf die Abbildungsoptik **18** zu treffen, aus der es in Form von 64 Strahlen (L_1–L_{64}) spezifizierter Größe und Auflösung (Dichte) austritt, die ihrerseits auf das auf der Belichtungstrommel **22** befindliche lichtempfindliche Material A auftreffen.

[0082] Die Belichtungstrommel **22** dreht sich um ihre eigene Längsachse mit einer gegebenen Geschwindigkeit in Pfeilrichtung A, während sich gleichzeitig die optische Einheit **20** parallel zur Längsachse der Trommel **22** mit einer spezifizierten Geschwindigkeit bewegt, beispielsweise einer Geschwindigkeit, bei der, wenn die Belichtungstrommel **22** eine volle Umdrehung ausführt, der Strahl des Aufzeichnungslichts L für den ersten Kanal bei einem auflösungsabhängigen Abstand in stromabwärtiger Richtung entsprechend dem Pfeil b neben die Abtastlinie trifft, die durch den Strahl für den 64-sten Kanal gebildet wird. Im Ergebnis wird das lichtempfindliche Material A einer zweidimensionalen Vollabtastung mit dem Aufzeichnungslicht L unterzogen.

[0083] Die Belichtungsvorrichtung **10** führt eine Belichtung mit 64 Strahlen des Aufzeichnungslichts L aus, und dennoch können, wie bereits erwähnt, hochqualitative Bilder (das heißt solche mit hoher Auflösung) mit

sehr hoher Geschwindigkeit aufgezeichnet werden.

[0084] Die Belichtungsvorrichtung **10** hat den zusätzlichen Vorteil, daß durch Einstellen oder Auswählen der Brechkraft oder Brechungskennwerte der Abbildungsoptik **18** die Form und Größe des Flecks des Aufzeichnungslichts L, der auf dem lichtempfindlichen Material A zu bilden ist, ebenso wie der Abstand zwischen benachbarten Kanälen und weitere Faktoren in effektiver Weise einstellbar sind, um die Auflösung und andere optische Parameter zu verbessern.

[0085] Die Belichtungsvorrichtung **10**, die auf den vorhergehenden Seiten erläutert wurde, ist derart beschaffen, daß die Temperatur des räumlichen Lichtmodulierelements **24** mit dem Temperaturfühler **30** gemessen und auf der Grundlage des Meßergebnisses das Heizmodul **28** so angesteuert wird, daß das räumliche Lichtmodulierelement **24** auf einer Solltemperatur gehalten wird. Allerdings ist dies nicht der einzige Fall der vorliegenden Erfindung, sondern die Menge des Aufzeichnungslichts L, die durch den optischen Modulator **16** (oder das räumliche Lichtmodulierelement **24**) gelaufen ist, läßt sich messen, und auf der Grundlage des Meßergebnisses wird das Heizmodul **28** so angesteuert, daß das räumliche Lichtmodulierelement **24** auf einer Solltemperatur gehalten wird.

[0086] Eine Belichtungsvorrichtung mit einem derartigen Aufbau ist schematisch in **Fig.** 5 dargestellt. Ein Blockdiagramm der Temperatursteuerschaltung für die Belichtungssteuerung ist in **Fig.** 6 gezeigt. Mit Ausnahme des Verfahrens für die Temperatursteuerung besitzt die Belichtungsvorrichtung **60** in **Fig.** 5 im wesentlichen die gleiche Ausgestaltung wie die Belichtungsvorrichtung **10**, wobei gleiche Teile gleiche Bezugszeichen tragen und die folgende Beschreibung sich folglich nur auf die abweichenden Teil beschränkt.

[0087] Die in **Fig.** 5 gezeigte Belichtungsvorrichtung **60** besitzt keinen Temperaturfühler in einem optischen Modulator **62**, sondern einen im optischen Weg befindlichen Trennspiegel **64**, der zumindest einen Teil des Aufzeichnungslichts L, zum Beispiel den Lichtstrahl L_{64} für den 64-sten Kanal reflektiert, wobei der Spiegel sich an einer Stelle stromabwärts der Abbildungsoptik **18** in Ausbreitungsrichtung des Aufzeichnungslichts L befindet und der Strahl L_{64} in einen Intensitätsfühler **66** gelenkt wird, so daß der Betrag gemessen wird.

[0088] Der Intensitätsfühler **66** bei dem hier betrachteten Ausführungsbeispiel ist auf keinen speziellen Typ beschränkt. Man kann sämtliche bekannten Intensitätsfühler verwenden, so zum Beispiel Photodioden, Photoelektronenvervielfacher und CCD-Sensoren.

[0089] Wie **Fig.** 6 zeigt, wird die Menge des von dem Intensitätsfühler **66** erfaßten Aufzeichnungsstrahls L_{64} in einen A/D-Wandler **68** eingegeben, wo eine Umwandlung in digitale Daten erfolgt, die an die Steuereinheit **70** gegeben werden. Wie bereits erwähnt, schwankt das Licht-Reflexionsvermögen des räumlichen Lichtmodulierelements **24** mit dessen Temperatur. Wenn also die Menge des Aufzeichnungslichts L gemessen wird, läßt sich der Zustand (die Temperatur) des räumlichen Lichtmodulierelements **24** auf der Grundlage der Menge des Aufzeichnungslichts L ermitteln. Durch Steuern des Treibervorgangs des Heizmoduls **28** kann also der Zustand oder die Temperatur des räumlichen Lichtmodulierelements **24** innerhalb eines spezifischen Bereichs gehalten werden.

[0090] Die Steuereinheit **70** besitzt einen Temperatursteueralgorithmus oder LUTs zum Halten der Temperatur des räumlichen Lichtmodulierelements **24**, wobei der Algorithmus bzw. die LUTs vorab nach einem bekannten Verfahren eingestellt werden und die Relation zwischen der von dem Intensitätsfühler **66** gemessenen Menge Aufzeichnungslicht L und der an das Heizmodul **28** gegebenen Energie repräsentieren. Die Steuereinheit **70** wird mit der Temperatureinstellung (PF) versorgt, bei der es sich um einen optimalen Wert für das räumliche Lichtmodulierelement **24** handelt (PF läßt sich vorab in der Steuereinheit **70** abspeichern), und basierend auf den Meßdaten der Lichtintensität und dem Wert PF ermittelt die Steuereinheit **70** die in das Heizmodul **28** einzuspeisende Energie mit Hilfe des Temperatursteueralgorithmus oder der LUTs, und sie sendet ein Befehlssignal an den Treiber **50**, der das Heizmodul **28** mit derjenigen Menge Energie versorgt, die dem von der Steuereinheit **70** kommenden Befehlssignal entspricht, wodurch die Temperatur des räumlichen Lichtmodulierelements **24** auf einem konstanten Wert gehalten wird.

[0091] In dem soeben beschriebenen Fall wird ein Signalstrahl des Aufzeichnungslichts L erfaßt, und der Betrieb des Heizmoduls **28** wird entsprechend der Menge (der Intensität) des Strahls gesteuert. Dies ist nicht der einzige Fall der Erfindung, die Belichtungsvorrichtung **60** kann so ausgebildet werden, daß mehr als ein Strahl des Aufzeichnungslichts L, zum Beispiel zwei Strahlen, einer für den ersten und ein anderer für den 64-sten Kanal, erfaßt werden und der Betrieb des Heizmoduls **28** auf der Grundlage der erfaßten Strahlen geregelt wird.

[0092] Wenn das in **Fig.** 5 gezeigte System derart beschaffen ist, daß eine Bildbelichtung mit 64 Kanälen erfolgt, so kann die Anzahl der Kanäle in dem räumlichen Lichtmodulierelement **24** auf 65 erhöht werden, so daß ein Strahl des Aufzeichnungslichts L für Meßzwecke reserviert wird.

[0093] **Fig.** 7 ist eine schematische, perspektivische Ansicht eines noch weiteren Beispiels der erfindungsgemäßen Belichtungsvorrichtung.

[0094] Die Belichtungsvorrichtungen **10** und **60**, die oben beschrieben wurden, haben das gemeinsame Merkmal, daß das räumliche Lichtmodulierelement **24** auf einer spezifizierten Temperatur gehalten wird, so daß es stabil genug arbeitet, um eine rasche Aufzeichnung von Bildern hoher Auflösung zu erreichen. Die Belichtungsvorrichtung, die in **Fig.** 7 allgemein mit **80** bezeichnet ist, sieht vor, daß die Menge des Aufzeichnungslichts L wie bei der Belichtungsvorrichtung **60** gemessen wird und auf der Grundlage des Meßergebnisses die Bilddaten derart korrigiert werden, daß Bilder mit hoher Auflösung konsistent mit hoher Geschwindigkeit aufgezeichnet werden können.

[0095] Sieht man davon ab, daß die Bilddaten ohne Einstellung der Temperatur des räumlichen Lichtmodulierelements **24** verarbeitet werden, hat die Belichtungsvorrichtung **80** nach **Fig.** 7 im wesentlichen die gleiche Ausgestaltung wie die Belichtungsvorrichtung **60**, wobei gleiche Teile gleiche Bezugszeichen tragen. Die folgende Beschreibung konzentriert sich also auf die anders ausgebildeten Teile.

[0096] In der Belichtungsvorrichtung **80** befindet sich ein optischer Modulator **82** mit einer Basis **84** und dem räumlichen Lichtmodulierelement **24**. Die Basis **84** kann ein üblicher Typ sein, der den optischen Modulator **82** an einer vorbestimmten Stelle hält und fixiert.

[0097] Obschon nicht speziell dargestellt, muß, wenn das räumliche Lichtmodulierelement **24** in der Belichtungsvorrichtung **80** einen ferroelektrischen smektischen A-Flüssigkristall verwendet, das Modulierelement **24** und/oder die optische Einheit ihre Temperatur geregelt bekommen, um zu garantieren, daß der Flüssigkristall die smektische A-Phase beibehält. Darüber hinaus wird vorzugsweise eine Temperaturregeleinrichtung zum Halten des räumlichen Lichtmodulierelements **24** auf konstanter Temperatur wie im Fall der Belichtungsvorrichtung **10** und der Belichtungsvorrichtung **60** verwendet, um den Betrieb des räumlichen Lichtmodulierelements **24** zu stabilisieren.

[0098] Wie im Fall der Belichtungsvorrichtung **60** befindet sich der in den optischen Weg eingefügte Trennspiegel **64**, der zumindest einen Teil des Aufzeichnungslichts L, beispielsweise den Strahl L_{64} des 64-sten Kanals reflektiert, stromabwärts bezüglich der Abbildungsoptik **18** in der Belichtungsvorrichtung **80**, und der Strahl L_{64} wird in den Intensitätsfühler **66** geleitet, so daß der Betrag gemessen wird. Der Betrag des Strahls L_{64}, der von dem Intensitätsfühler **66** gemessen wird, wird in den A/D-Wandler **68** eingegeben und dort in digitale Daten umgewandelt, die an eine Steuereinheit **86** gegeben werden.

[0099] Wie bereits erwähnt, ist die Lichtdurchlässigkeit des räumlichen Lichtmodulierelements **24**, welches einen Flüssigkristall verwendet, entsprechend der eigenen Temperatur veränderlich.

[0100] Die Steuereinheit **86** modifiziert die LUTs in dem Korrektur-LUT **40** abhängig von den gemessenen Daten der Lichtintensität derart, daß die Belichtung mit dem Aufzeichnungslicht L zu den Bilddaten aus der Bilddatenquelle R paßt.

[0101] Um zu garantieren, daß das Aufzeichnungslicht L (die Strahlen L_1–L_{63}), die von dem räumlichen Lichtmodulierelement **24** entsprechend den von den LUTs in dem Korrektur-LUT **40** verarbeiteten Bilddaten moduliert werden und zu den Bilddaten aus der Bilddatenquelle R passen, enthält die Steuereinheit **86** einen Algorithmus oder LUTs, eingestellt und vorab geladen mit Werten zum Einstellen der Bedingungen zum Modifizieren der LUTs in dem Korrektur-LUT **40** auf der Grundlage sowohl der vorgeschriebenen Menge des Strahls L_{64}, der gemessen werden sollte, wenn das räumliche Lichtmodulierelement **24** sich in einem spezifischen Zustand befindet, als auch der Menge des Lichtstrahls L_{64}, die tatsächlich mit Hilfe des Intensitätsfühlers **66** gemessen wird.

[0102] Bei Empfang der Daten auf dem Strahl L64, gemessen mit dem Intensitätsfühler **66**, nimmt die Steuereinheit **86** auf den Algorithmus oder auf die LUTs Bezug und stellt die Bedingungen zum Modifizieren der einzelnen LUTs in dem Korrektur-LUT **40** ein und modifiziert diese LUTs.

[0103] Die von der Bilddatenquelle R in den Korrektur-LUT **40** eingespeisten Bilddaten werden mit den so mo-

difizierten LUTs verarbeitet und über den D/A-Wandler **42** in den Treiber **44** gegeben, der das räumliche Lichtmodulierelement **24** entsprechend den verarbeiteten Bilddaten ansteuert.

[0104] Bei der Belichtungsvorrichtung **80** gemäß der Erfindung werden die Schwankungen in dem Zustand des räumlichen Lichtmodulierelements **24** (und folglich die daraus resultierenden Änderungen in der Menge des durchgelassenen Lichts und in der Arbeitsgeschwindigkeit) ausreichend absorbiert, um zu garantieren, daß hochqualitative Bilder (mit hoher Auflösung) bei stabil hoher Geschwindigkeit entsprechend den von der Bilddatenquelle R kommenden Bilddaten aufgezeichnet werden.

[0105] In der obigen Beschreibung werden die LUTs in dem Korrektur-LUT **40** entsprechend den Meßdaten bezüglich der Intensität (dem Betrag) des Aufzeichnupgslichts L modifiziert. Dies ist allerdings nicht der einzige Fall der Erfindung, die Steuereinheit **86** kann derart ausgebildet werden, daß eine getrennte Gruppe von Korrektur-LUTs speziell auf der Grundlage der oben definierten vorbestimmten Menge des Aufzeichnungslichts L und der aktuell gemessenen Menge aufgebaut wird, in dem Korrektur-LUT **40** eingestellt wird und zum Verarbeiten der Bilddaten dient, gefolgt von einer weiteren Verarbeitung der Bilddaten mit den bereits in dem Korrektur-LUT **40** abgespeicherten LUTs. Die Reihenfolge der Verarbeitung der Bilddaten mit den zusätzlichen Korrektur-LUTs und den in dem Korrektur-LUT **40** gespeicherten LUTs kann umgekehrt werden.

[0106] Alternativ können die Bedingungen für die Korrektur in der Bilddatenquelle R anstatt in dem Korrektur-LUT **40** eingestellt werden, so daß die von der Quelle R zu liefernden Bilddaten verarbeitet und anschließend von der Quelle R in die Belichtungsvorrichtung **80** eingegeben werden.

[0107] Während die erfindungsgemäße Belichtungsvorrichtung oben im einzelnen erläutert wurde, versteht sich, daß die Erfindung keineswegs auf die auf den vorausgehenden Seiten angegebenen speziellen Beispiele beschränkt ist, sondern daß verschiedene Verbesserungen und Modifikationen möglich sind, ohne vom Schutzumfang der Erfindung abzuweichen. Beispielsweise können, anstatt eine einzige optische Einheit wie bei den obigen Beispielen zu verwenden, mehrere optische Einheiten in Drehrichtung oder parallel zur Drehachse der Belichtungstrommel angeordnet sein, so daß eine gleichzeitige Belichtung mit diesen optischen Einheiten für Farbbelichtung oder zur Verbesserung der Belichtungsgeschwindigkeit erfolgt.

[0108] Wie oben im einzelnen ausgeführt ist, macht die erfindungsgemäße Belichtungsvorrichtung von einem räumlichen Mehrkanal-Lichtmodulierelement unter Verwendung eines Flüssigkristalls, am meisten bevorzugt eines ferroelektrischen smektischen A-Flüssigkristalls Gebrauch, und dies garantiert, daß Bilder hoher Qualität (hoher Auflösung) bei hoher Geschwindigkeit aufgezeichnet werden können, indem eine Mehrkanalbelichtung mit einer billigen und einfachen Vorrichtung durchgeführt wird.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Belichten eines lichtempfindlichen Materials (A) mit Aufzeichnungslicht (L), das abhängig von einem aufzuzeichnenden Bild oder von Bilddaten, die aus einer Bilddatenquelle geliefert werden, moduliert ist, umfassend eine Aufzeichnungslichtquelle (**12**), ein räumliches Mehrkanal-Lichtmodulierelement (**24**) unter Verwendung eines Flüssigkristalls als Moduliereinrichtung, und eine Abbildungsoptik (**18**), mit der das mit Hilfe des räumlichen Lichtmodulierelements (**24**) modulierte Aufzeichnungslicht auf das lichtempfindliche Material (A) abgebildet wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Flüssigkristall ein ferroelektrischer Flüssigkristall ist und die Vorrichtung außerdem aufweist: eine Einstelleinrichtung zum Einstellen der Temperatur des räumlichen Lichtmodulierelements (**24**), enthaltend eine Heizeinrichtung (**28**), die benachbart zu dem räumlichen Lichtmodulierelement (**24**) angeordnet ist, um den ferroelektrischen Flüssigkristall zu erwärmen und ihn auf einer voreingestellten Referenztemperatur zu halten, so daß der ferroelektrische Flüssigkristall, der in dem räumlichen Lichtmodulierelement (**24**) verwendet wird, stabil eine smektische A-Phase aufrechterhalten kann.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der die Temperatureinstelleinrichtung die Temperatur des räumlichen Lichtmodulierelements auf der Grundlage der Erfassung der Temperatur des räumlichen Lichtmodulierelements und/oder der von dem räumlichen Lichtmodulierelement modulierten Lichtmenge einstellt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, weiterhin umfassend einen Sensor zum Messen der von dem räumlichen Lichtmodulierelement modulierten Lichtmenge, und eine Korrektureinrichtung zum Korrigieren der Bilddaten nach Maßgabe der von dem Sensor erfaßten Lichtmenge.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der die voreingestellte Referenztemperatur höher als Normaltemperatur ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 2, weiterhin umfassend eine Basis zum Halten und zum Fixieren des räumlichen Lichtmodulierelements und der Temperatureinstelleinrichtung, wobei die Basis außerdem als eine Einrichtung zum Halten von Wärme dient, um die Temperatur des räumlichen Lichtmodulierelements einzustellen.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei der das räumliche Mehrkanal-Lichtmodulierelement zwischen 16 und 256 Kanäle aufweist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 6, bei der der von der Einstelleinrichtung eingestellte vorbestimmte Temperaturbereich ein Bereich der voreingestellten Referenztemperatur ±1°C ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, bei der der voreingestellte Temperaturbereich, der von der Einstelleinrichtung eingestellt wird, ein Bereich der voreingestellten Referenztemperatur ±0,1°C ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei der die voreingestellte Referenztemperatur 5°C höher ist als ein Übergangspunkt von einer smektischen C*-Phase zu der smektischen A-Phase in dem ferroelektrischen Flüssigkristall.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 9, bei der die Einstelleinrichtung außerdem aufweist:
einen Temperaturfühler (**30**), der benachbart zu dem räumlichen Lichtmodulierelement (**24**) angeordnet ist, um dessen Temperatur zu erfassen; und
eine Steuereinheit (**48**) zum Steuern der Heizeinrichtung (**28**) nach Maßgabe der von dem Temperaturfühler (**30**) erfaßten Temperatur derart, daß die Temperatur des räumlichen Lichtmodulierelements (**24**) innerhalb des voreingestellten Temperaturbereichs gehalten wird.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, bei der die Steuereinheit (**48**) die Temperatur des räumlichen Lichtmodulierelements (**24**) basierend auf einem Temperatursteueralgorithmus und/oder einer Nachschlagetabelle steuert, die eine Beziehung zwischen der von dem Temperaturfühler (**30**) erfaßten Temperatur und der, der Heizeinrichtung zuzuführenden Energie repräsentieren.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 11, bei der die Einstelleinrichtung außerdem aufweist:
einen Intensitätsfühler (**66**) zum Messen einer Menge des mit dem räumlichen Lichtmodulierelement modulierten Aufzeichnungslichts; und
eine Steuereinheit (**70**) zum Steuern der Heizeinrichtung in Abhängigkeit der von dem Intensitätsfühler gemessenen Aufzeichnungslichtmenge derart, daß die Temperatur des räumlichen Lichtmodulierelements in dem voreingestellten Temperaturbereich gehalten wird.

13. Vorrichtung nach Anspruch 2, bei der die Steuereinheit (**70**) die Temperatur des räumlichen Lichtmodulierelements (**24**) basierend auf einem Temperatursteueralgorithmus und/oder einer Nachschlagetabelle steuert, die eine Beziehung zwischen der von dem Intensitätsfühler gemessenen Aufzeichnungslichtmenge und einer an die Heizeinrichtung zu liefernden Energiemenge repräsentieren.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei der jeder Kanal des räumlichen Mehrkanal-Lichtmodulierelements das Aufzeichnungslicht einer Pulsweitenmodulation und/oder einer Pulszahlmodulation unterzieht.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

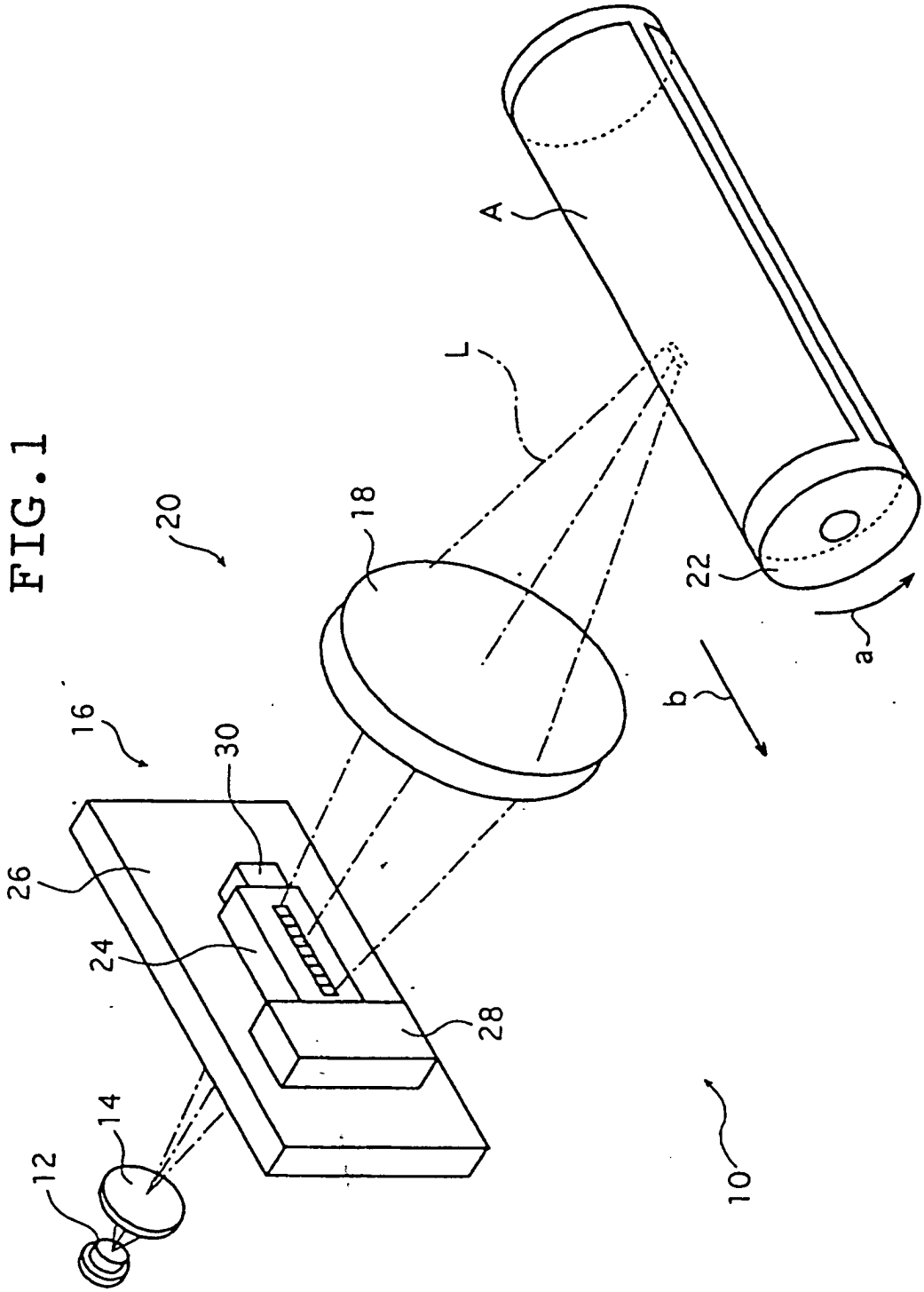


FIG. 2

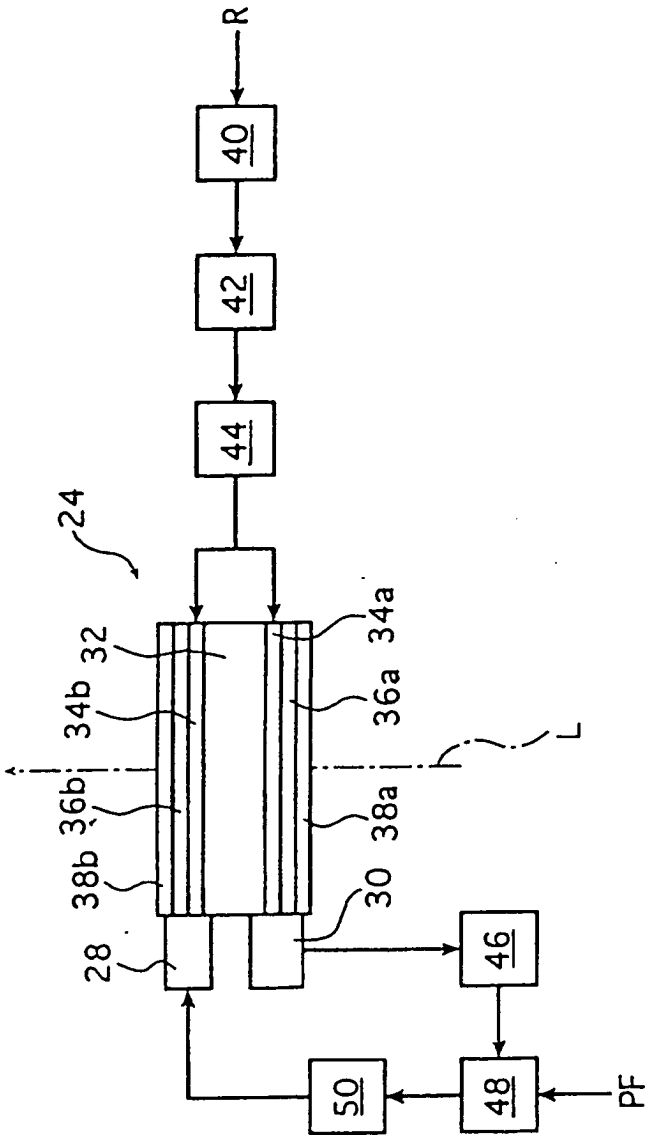


FIG.3

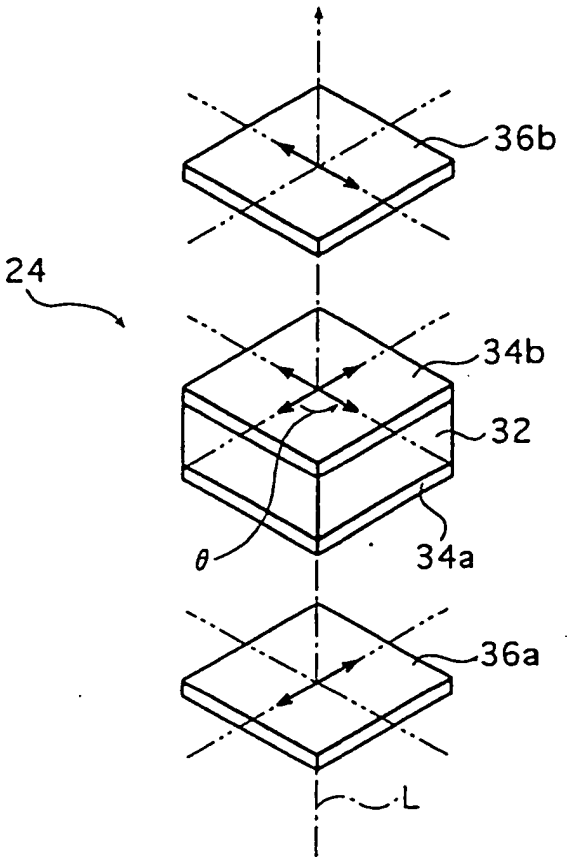


FIG.4

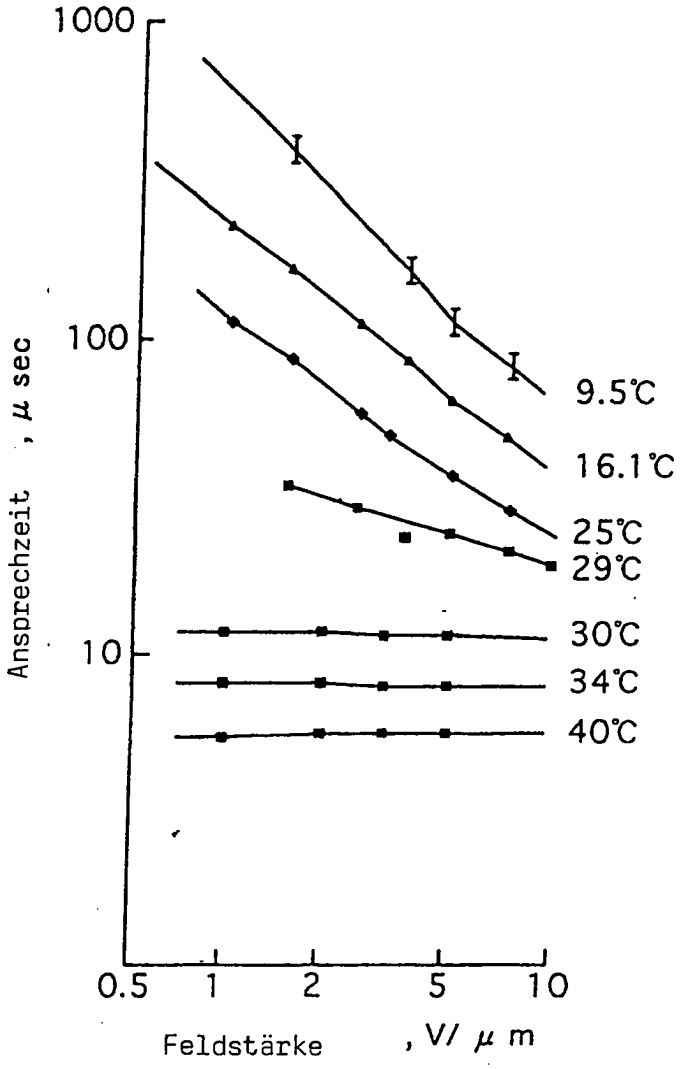

1000
100
10
Ansprechzeit , μ sec
9.5℃
16.1℃
25℃
29℃
30℃
34℃
40℃
0.5
1
2
5
10
Feldstärke , V/ μ m

FIG.5

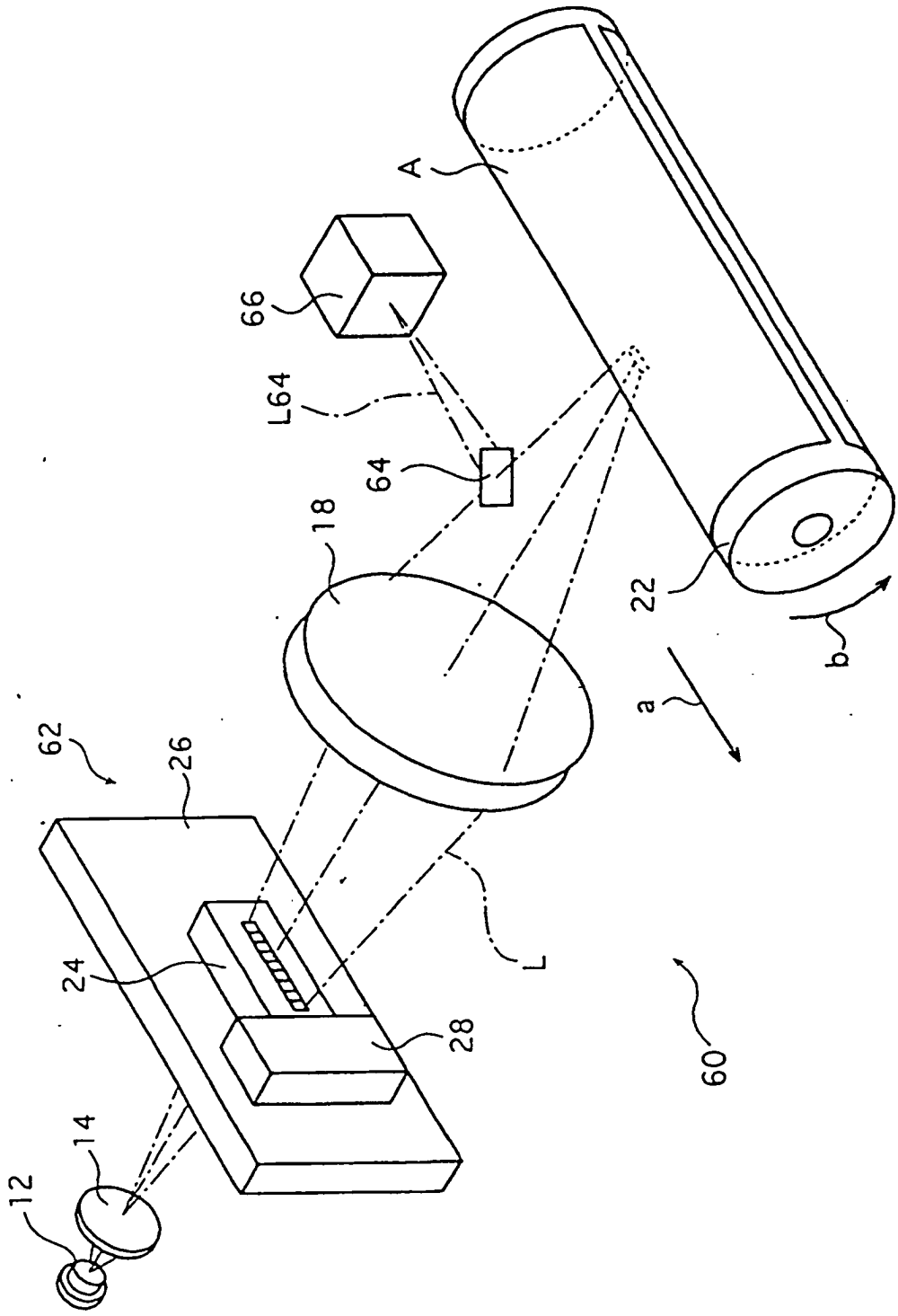


FIG.6

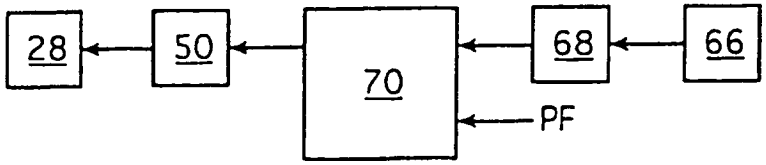


FIG. 7

