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

(10) **DE 696 29 516 T2** 2004.08.05

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 741 312 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **696 29 516.4**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **96 104 824.6**
(96) Europäischer Anmeldetag: **26.03.1996**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **06.11.1996**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **20.08.2003**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **05.08.2004**

(51) Int Cl.[7]: **H04N 9/31**
G02B 27/28, G02B 27/14, H04N 5/74

(30) Unionspriorität:
7899395 **04.04.1995** **JP**
20366495 **09.08.1995** **JP**

(73) Patentinhaber:
Mitsubishi Denki K.K., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:
Meissner, Bolte & Partner GbR, 80538 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE, DE, FR, GB, NL

(72) Erfinder:
Ito, Toshio, Tokyo 100, JP; Ohtsuru, Yoshisuke, Tokyo 100, JP; Koizumi, Hisao, Tokyo 100, JP; Okuda, Takio, Tokyo 100, JP; Myoi, Yasuhito, Tokyo 100, JP; Tomoda, Toshimasa, Tokyo 100, JP; Tanaka, Masaaki, Tokyo 100, JP; Miyamoto, Teruo, Tokyo 100, JP; Ohshige, Toyomi, Tokyo 100, JP; Yoneda, Toshiyuki, Tokyo 100, JP; Suzuki, Fumio, Tokyo 100, JP; Nishino, Kou, Tokyo 100, JP; Matoba, Kazuaki, Tokyo 100, JP; Kojima, Masanori, Tokyo 100, JP; Kawamura, Hiroshi, Tokyo 100, JP; Kimura, Kenji, Tokyo 100, JP; Samejima, Kenji, Tokyo 100, JP; Kawamoto, Naoki, Tokyo 100, JP; Fukada, Miki, Tokyo 100, JP; Nagai, Haruhiko, Tokyo 100, JP; Maeno, , Kenji, , Tokyo 100, , JP

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zum Erzeugen und Projizieren eines Bildes mittels Flüssigkristallmodulatoren und dichroitischen Spiegeln**

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 vorliegende Erfindung betrifft eine Farbbilderzeugungsvorrichtung, wie etwa einen Bildschirmprojektor und ein Projektionsfernsehgerät. Die vorliegende Erfindung betrifft ferner Teile wie eine Beleuchtungseinrichtung, einen Lichtmischer und ein dichroitisches Filter, die in der Farbbilderzeugungsvorrichtung verwendet werden.

[0002] Eine Bilderzeugungsvorrichtung, bei der ein Lichtmodulationselement, wie etwa ein Flüssigkristallpanel verwendet wird, kann wie folgt klassifiziert werden.

(a) Direktanzeigetyp

[0003] Ein durch einen Lichtmodulationseffekt des Flüssigkristallpanels und einer Polarisationsschicht erzeugtes Bild wird direkt ohne Vergrößerung betrachtet. Eine Anzeige bzw. ein Display dieses Typs wird für Uhren, Notebook-PCs und verschiedene Elektrogeräte verwendet.

(b) Projektionsanzeigetyp

[0004] Ein Bild, das durch die Projektion von Licht auf das Flüssigkristallpanel und ein Polarisationselement, die eine Lichtmodulationswirkung haben, erzeugt ist, wird ohne Vergrößerung auf einen Bildschirm projiziert. In Abhängigkeit von der Zahl der Flüssigkristallpanels gibt es zwei Methoden bei dem Projektionsanzeigetyp. Die eine ist eine Einzelpanelmethode mit nur einem Panel, und die andere ist eine Mehrpanelmethode, die mehr als zwei oder drei Panels hat.

[0005] Die vorliegende Erfindung betrifft die Mehrpanelmethode der Anzeige vom Projektionstyp. Die Erfindung betrifft ferner eine Beleuchtungseinrichtung zum Beleuchten des Flüssigkristallpanels. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung eine Bilderzeugungsvorrichtung, bei der die Grundlage zur Anwendung kommt, daß die menschliche Sehcharakteristik eine hohe Auflösung für Luminanz bzw. Leuchtdichte (hell oder dunkel) und eine niedrige Auflösung für Farbe hat.

BESCHREIBUNG DES STANDES DER TECHNIK

Stand der Technik 1

[0006] Die **Fig.** 121 und 122 zeigen Konfigurationen von optischen Systemen von herkömmlichen Flüssigkristall-Projektionsvorrichtungen, wobei die Einzelpanelmethode zur Anwendung kommt. Bei dieser Einzelpanelmethode wird als die Lichtmodulationseinrichtung ein Flüssigkristallpanel mit einer Polarisationsschicht verwendet.

[0007] Es gibt zwei Projektionsmethoden: die Rückprojektion und die Frontprojektion. **Fig.** 121 zeigt die Rückprojektionsmethode. **Fig.** 122 zeigt die Frontprojektionsmethode. (Referenz: "Everything of Liquid Crystal Display" von Akio Sasaki und Shouhei Naemura, Kougyou Cyousakai Company, 22. Apr. 1994, S. 210).

[0008] Die **Fig.** 121 und 122 zeigen eine Lampe (Lichtquelle) **10**, einen Hauptumlenkspiegel **11**, eine Sammellinse **12**, ein Lichtquellensystem **1**, das die Lampe **10** und den Hauptumlenkspiegel **11** aufweist, ein Farbfilter CF, das mosaikartig auf einem Flüssigkristallpanel (LCD: Flüssigkristallanzeige) **300** gebildet ist, eine Projektionslinse **50** zum Vergrößern und Projizieren eines Bildes des Flüssigkristallpanels, das das Farbfilter CF durchlaufen hat, auf einen Bildschirm **60**.

[0009] Die Helligkeit der Anzeige wird durch das Farbfilter CF zwar um ein Drittel verringert, aber das Farbfilter wird wegen seiner Einfachheit verwendet.

Stand der Technik 2

[0010] **Fig.** 123 zeigt ein Drei-Panel-Verfahren, das derzeit angewandt wird. Die vorliegende Erfindung betrifft das Drei-Panel-Verfahren. **Fig.** 123 zeigt eine Konfiguration eines optischen Systems in einer herkömmlichen Flüssigkristall-Projektionsvorrichtung, in der drei Flüssigkristallpanels verwendet werden. Die drei Flüssigkristallpanels mit den drei Primärfarben rot (R), grün (G) und blau (B) dienen als die Lichtmodulationseinrichtung, um eine durch das Farbfilter bei dem Ein-Panel-Verfahren verursachte Verringerung der Helligkeit zu vermeiden.

[0011] **Fig.** 123 zeigt die Lampe **10**, den Hauptumlenkspiegel **11**, das Lichtquellensystem **1**, das die Lampe **10** und den Hauptumlenkspiegel **11** aufweist, und einen Spiegel **2** zur spektralen Trennung und Reflexion. Außerdem ist ein erster dichroitischer Spiegel **21** gezeigt, der blaue Anteile in dem weißen Licht von der Lampe **10** durchläßt und rote und grüne Anteile davon reflektiert. Ein zweiter dichroitischer Spiegel **22** reflektiert nur die grünen Anteile in dem roten Licht und dem grünen Licht, das durch den ersten dichroitischen Spiegel **21** hindurchgetreten ist.

[0012] Dann liefert der zweite dichroitische Spiegel **22** die grünen Anteile an ein Flüssigkristallpanel **31** für grün. Die Umlenkspiegel **23** und **24** liefern das rote Licht und das blaue Licht, die in dem ersten und dem zweiten dichroitischen Spiegel spektral getrennt wurden, an ein Flüssigkristallpanel **30** für rot und ein Flüssigkristallpanel für blau. Ein dritter dichroitischer Spiegel **40f** und ein vierter dichroitischer Spiegel **41f** synthetisieren Licht, das durch eines der Flüssigkristallpanels **30**,**31** und **32** für rot, grün und blau geht.

[0013] Die Projektionslinse **50** vergrößert und projiziert ein Bild, das in dem dritten dichroitischen Spiegel **40f** synthetisiert wird, auf den Bildschirm **60**. Die Flüssigkristallpanels **30**, **31** und **32** für rot, grün und

blau sind an Stellen positioniert, deren Strahlengänge von der Lampe **10** gleich sind, und die Strahlengänge zu der Projektionslinse **50** sind ebenfalls gleich. Das heißt, die Strahlengänge von der Lampe **10** zu der Projektionslinse **50** durch jedes der Flüssigkristallpanels **30**, **31** und **32** sind gleich.

[0014] Flüssigkristallpanels, die siebzigtausend bis dreihunderttausend Pixel haben, werden für rot, grün und blau in dem Flüssigkristallprojektors entsprechend dem Drei-Panel-Verfahren verwendet.

[0015] Der Betrieb des Flüssigkristallprojektors gemäß dem Drei-Panel-Verfahren wird nachstehend beschrieben.

[0016] Das Lichtquellensystem **1** besteht aus der Lampe **10** und dem Hauptumlenkspiegel **11**. Ein in **Fig.** 123 nicht gezeigter zusätzlicher Umlenkspiegel ist manchmal vorgesehen, um vorwärts abgestrahltes Licht zurück zu dem Hauptumlenkspiegel zu richten. Aus diesem Grund wird der Spiegel **11** als Hauptumlenkspiegel bezeichnet. Nahezu paralleles weißes Ausgangslicht **100** wird von dem Lichtquellensystem **1** abgegeben.

[0017] Eine Quelle weißen Lichts, wie etwa eine Metallhalogenidlampe, Xenonlampe oder Halogenlampe dient als Lampe **10**. Eine Reflexionsoberfläche des Hauptumlenkspiegels **11** dient als Lichtsammeleinrichtung. Als Reflexionsoberfläche des Hauptumlenkspiegels **11** wird gewöhnlich eine rotierende parabolische Oberfläche verwendet. Indem ein Austrittsmittelpunkt der Lampe **10** ungefähr an einem Brennpunkt der rotierenden parabolischen Oberfläche positioniert wird, kann nahezu paralleles Ausgangslicht **100** erhalten werden.

[0018] Das Ausgangslicht **100** wird von dem ersten dichroitischen Spiegel **21** und dem zweiten dichroitischen Spiegel **22** in drei monochromatische Lichtarten getrennt. Der erste dichroitische Spiegel **21** läßt das blaue Licht durch und reflektiert das grüne Licht und das rote Licht. Der zweite dichroitische Spiegel **22** reflektiert das grüne Licht und läßt das rote Licht durch. Die drei monochromatischen Lichtarten sind ein rotes monochromatisches Licht **100R**, ein grünes monochromatisches Licht **1000** und ein blaues monochromatisches Licht **100B**.

[0019] Ein Strahlengang des blauen monochromatischen Lichts **100B** wird an dem Umlenkspiegel **23** umgekehrt und für blau in das Flüssigkristallpanel **32** eingeführt. Ein Strahlengang des grünen monochromatischen Lichts **1000** wird an dem zweiten dichroitischen Spiegel **22** umgekehrt und für grün in das Flüssigkristallpanel **31** eingeführt.

[0020] Jedes der Flüssigkristallpanels **30**, **31** und **32** erzeugt ein monochromatisches Bild entsprechend jedem von dem R-Signal, dem G-Signal und dem B-Signal. Die R-, G- und B-Signale sind monochromatische Bildsignale, die aus Farbsignalen in Bildsignalen decodiert sind. Jede der monochromatischen Lichtarten rot, grün und blau, die in die Flüssigkristallpanels **30**, **31** und **32** eingeführt werden, wird hinsichtlich ihrer Lichtstärke gesteuert, indem sie durch die Flüssigkristallpanels **30**, **31** und **32** durchgeht. Dabei wird jede der monochromatischen Lichtarten lichtmoduliert.

[0021] Dann wird das lichtmodulierte Licht an dem dritten und vierten dichroitischen Spiegel **40f** und **41f** wieder zu einem Lichtstrom synthetisiert. Der dritte und der vierte dichroitische Spiegel **40f** und **41f** sind Einrichtungen zum Synthetisieren jedes monochromatischen Lichts. Der synthetisierte Lichtstrom wird in die Projektionslinse **50** eingeführt und mittels spezieller Vergrößerung vergrößert. Dann wird der vergrößerte Lichtstrom auf den Bildschirm **60** projiziert.

[0022] Im Vergleich mit dem Einzel-Panel-Verfahren, bei dem drei Primärfarben durch die Verwendung eines Flüssigkristallpanels realisiert werden, bietet das Drei-Panel-Verfahren, bei dem drei Panels (Flüssigkristallpanels) verwendet werden, den Vorteil, daß eine hochpräzise Bildgüte erhalten werden kann.

[0023] Nachstehend folgen einige Nachteile des Drei-Panel-Verfahrens:

(1) die Konfiguration ist kompliziert;

(2) eine große Zahl von Komponenten ist unbedingt notwendig (z. B. Linsen, dichroitische Spiegel);

(3) die Genauigkeit der optischen Achse sollte verbessert werden.

Stand der Technik 3

[0024] Die Konfiguration in **Fig.** 124 soll eine Verbesserung gegenüber den Nachteilen der **Fig.** 123 sein. Das optische Hauptsystem besteht aus der Lampe **10** (Metallhalogenidlampe), einer Sammellinse **12**, dichroitischen Spiegeln **36** und **37** (da sie in Kreuzform positioniert sind, werden sie allgemein als gekreuzte dichroitische Spiegel bezeichnet), drei Flüssigkristallpanels **30**,**31** und **32** für rot, grün und blau, einem dichroitischen Prisma **45**, der Projektionslinse **50**, Feldlinsen **12a** usw.

[0025] Die **Fig.** 125 und 126 zeigen Konfigurationen der gekreuzten dichroitischen Spiegel. Die dichroitischen Spiegel **36** und **37** sind an Verbindungsstellen **36t** und **37t** gekreuzt miteinander verbunden. Die eine Seite des dichroitischen Spiegels **36** ist mit einem Mehrschicht-Dünnschichtelement **36m** beschichtet, und diejenige des dichroitischen Spiegels **37** ist mit einem Mehrschicht-Dünnschichtelement **37m** beschichtet. Die Mehrschicht-Dünnschichtelemente **36m** und **37m** dienen dem Trennen oder der Synthetisierung von Licht.

[0026] Da es möglich ist, daß Komponenten zum Trennen oder Synthetisieren des Lichts zu einem Modul werden, indem die gekreuzten dichroitischen Spiegel und das dichroitische Prisma **45** verwendet werden, ist die Konfiguration in **Fig.** 124 einfacher als diejenige von **Fig.** 123. Denn im Vergleich mit der Konfiguration von **Fig.** 123 ist die Zahl der Einzelelemente geringer, und die Präzision der optischen Achse kann in **Fig.** 124 höher sein.

[0027] Nachstehend wird der Betrieb des Flüssigkristallprojektors von **Fig.** 124 erläutert.

[0028] Das Ausgangslicht **100** von der Metallhalogenidlampe, die als Lampe **10** dient, wird von dem dichroitischen Kreuzspiegel, der aus den dichroitischen Spiegeln **36** und **37** besteht, in die monochromatischen Lichtarten **100R**, **100** und **100B** getrennt. Die Lichtarten **100R**, **1000** und **100B** sind monochromatische Lichtarten der drei Primärfarben R, G und B. Die Lichtarten R und B werden an den Umlenkspiegeln **23**, **24**, **25** und **26** um 90° gedreht und dem dichroitischen Prisma **45** zugeführt.

[0029] Die Lichtart G dagegen wird dem dichroitischen Prisma **45** direkt zugeführt und geht durch einen Strahlengang, der kürzer als der von R oder B ist, ohne einen Umlenkspiegel zu passieren. Die drei Flüssigkristallpanels **30**, **31** und **32** für die Anzeige jedes Farbbilds R, G und B sind an Eintrittsflächen des dichroitischen Prismas **45** angeordnet. Das Licht R, G oder B wird in jedes der drei Flüssigkristallpanels **30**, **31** und **32** eingeführt. Die Lichtarten R, G und B werden moduliert und jeweils von einem der drei Flüssigkristallpanels durchgelassen und an dem dichroitischen Prisma **45** synthetisiert. Dann wird das synthetisierte Licht vergrößert und von der Projektionslinse **50** auf den Bildschirm projiziert.

[0030] Ein Nachteil von optischen Übertragungssystemen beim Stand der Technik **2** und **3** ist, daß das teure dichroitische Prisma für die Lichtsynthetisierung anstelle des dichroitischen Kreuzspiegels erforderlich ist, wenn die Distanz zwischen dem Flüssigkristallpanel und dem dichroitischen Prisma kurz ist. Der Grund hierfür ist, daß bei Verwendung des dichroitischen Kreuzspiegels für die Lichtsynthetisierung anstelle des dichroitischen Prismas die Verbindungsstellen **36t** und **37t** des dichroitischen Kreuzspiegels auf den Bildschirm projiziert werden.

[0031] Eine Technik zur Lösung des vorstehenden Problems durch Tauchen des dichroitischen Kreuzspiegels in eine Flüssigkeit ist in den nichtgeprüften JP-Patentveröffentlichungen 1-214801 und 5-241018 angegeben.

[0032] Außerdem sind die Strahlengänge von rot und blau zwischen dem dichroitischen Kreuzspiegel und dem dichroitischen Prisma länger als der Strahlengang von grün. Da hier eine Differenz der optischen Weglängen vorliegt, ist es schwierig, verschiedene systematische optische Einstellungen vorzunehmen. Das ist auch das Problem des optischen Übertragungssystems des in **Fig.** 124 gezeigten Stands der Technik **3**.

[0033] Bei dem optischen Übertragungssystem des Stands der Technik **2**, das in **Fig.** 123 gezeigt ist, sind die optischen Weglängen gleich. Das optische Übertragungssystem des Stands der Technik **3**, das in **Fig.** 124 gezeigt ist, bietet zwar den Vorteil einer Vereinfachung der Konfiguration durch die Verwendung einer kleinen Komponentenzahl, weist jedoch den Nachteil auf, daß seine optischen Weglängen ungleich sind.

Stand der Technik 4

[0034] **Fig.** 127 zeigt eine Perspektivansicht eines Beispiels einer herkömmlichen Flüssigkristall-Farbprojektionsvorrichtung, die in der nichtgeprüften JP-Patentveröffentlichung 6-281881 angegeben ist.

[0035] Das Lichtquellensystem **1** mit dem Hauptumlenkspiegel **11**, einer Lichttrenn-/-synthetisiervorrichtung **81**, einem Flüssigkristall-Lichtmodulator **51** einschließlich einer Polarisationsplatte sowie einem optischen Projektionssystem **19** sind in einer Flüssigkristall-Farbprojektionsvorrichtung **80** vorgesehen. Die optische Trenn-/Synthetisiervorrichtung **81** trennt Licht von dem Lichtquellensystem **1** in drei Primärfarben auf und synthetisiert das Licht seriell.

[0036] Die optische Trenn-/Synthetisiervorrichtung **81** weist folgendes auf: Eine optische Farbtrenneinrichtung **82** trennt das Licht von dem Lichtquellensystem **1** in drei Primärfarblichtarten rot, grün und blau. Jede von Strahlengangöffnungs-/-schließeinrichtungen **83**, **84** und **85** läßt das Primärfarblicht, das von der optischen Farbtrenneinrichtung **82** getrennt wurde, in der Reihenfolge rotes Licht, grünes Licht und blaues Licht mit einer gewünschten zeitlichen Abfolge durch oder blockiert es.

[0037] Eine optische Farbsyntheseeinrichtung **86** führt eine serielle Synthetisierung der Primärfarblichtarten rot, grün und blau, die durch die optische Strahlengangöffnungs-/-schließeinrichtung **83**, **84** und **85** durchgelassen werden, in der Reihenfolge rot, grün und blau aus. Rechtwinkelprismen **87**, **88** und **89** führen die durch die optische Farbtrenneinrichtung **82** durchgelassenen Primärfarblichtarten zu den optischen Strahlengangöffnungs-/-schließeinrichtungen **83**, **84** und **85**, die als Lichtleitsystem wirken.

[0038] Die optische Farbtrenneinrichtung **82** ist an der optischen Farbsyntheseeinrichtung **86** positioniert. Das Lichtquellensystem **1** liegt nahe einer Lichteintrittsoberfläche **82a** der optischen Farbtrenneinrichtung **82**, die der Lichteintrittsoberfläche **82a** zugewandt ist. Der Flüssigkristall-Lichtmodulator **51** liegt nahe einer Lichtaustrittsoberfläche **86a** der optischen Farbsyntheseeinrichtung **86** der Lichtaustrittsoberfläche **86a** zugewandt. D. h. der Flüssigkristall-Lichtmodulator **51** liegt unter dem Lichtquellensystem **1**.

[0039] Die optische Farbtrenneinrichtung **82** und die optische Farbsyntheseeinrichtung **86** haben jeweils identische Konfiguration. Bei den vorstehenden Konfigurationen wird ein dichroitisches Prisma verwendet, bei dem eine dichroitische Vielfachschicht **892** für die Reflexion von rot und eine dichroitische Vielfachschicht **893** für die Reflexion von blau gekreuzt sind. Jede optische Strahlengangöffnungs-/-schließeinrichtung **83**, **84** oder **85** ist jeder von drei Oberflächen zugewandt angeordnet, von denen eine, die mit **86b** bezeichnet ist, der Lichtaustrittsoberfläche **86a** zugewandt ist und zwei davon die Oberflächen **86a** und **86b** orthogonal kreuzen.

[0040] Die optische Strahlengangöffnungs-/-schließeinrichtungen **83**, **84** und **85** lassen

das rote Licht, das grüne Licht und das blaue Licht, die von der optischen Farbtrenneinrichtung getrennt sind, durch oder blockieren es unter aufeinanderfolgender Ein-/Aussteuerung zu den gewünschten Zeitpunkten. Das rote Licht, das grüne Licht und das blaue Licht, die eine Phasenumformung zu Licht mit S-Polarisation erfahren haben, werden erneut seriell in der Reihenfolge rotes Licht, grünes Licht und blaues Licht in die optische Farbsyntheseeinrichtung **86** eingeführt.

[0041] Die Rechtwinkelprismen **87**, **88** und **89** dienen als das optische Lichtleitsystem. Die Unterseiten der Rechtwinkelprismen **87**, **88** und **89** liegen an drei Seiten der optischen Farbtrenneinrichtung **82** und der optischen Farbsyntheseeinrichtung **86** mit Ausnahme der Seite, die der Lichtquelle zugewandt ist. Somit hat jede Schräge der Rechtwinkelprismen **87**, **88** und **89** eine Neigung von 45° in bezug auf die Oberfläche, die der optischen Farbtrenneinrichtung **82** und der optischen Farbsyntheseeinrichtung **86** zugewandt ist.

[0042] Das aus der optischen Farbtrenneinrichtung **82** austretende rote Licht, grüne Licht und blaue Licht trifft auf die oberen Schrägen **1104** der Rechtwinkelprismen **87**, **88** und **89** und erfährt vertikal abwärts eine Totalreflexion. Dann treffen die reflektierten Lichtarten auf die unteren Schrägen **105** und erfahren horizontal eine Totalreflexion. Die reflektierten Lichtarten werden in jede der optischen Strahlengangöffnungs-/-schließeinrichtungen **83**, **84** und **85** eingeleitet.

[0043] Ähnliche Konfigurationen wie diejenige von **Fig.** 127 sind in den nichtgeprüften JP-Patentveröffentlichungen 1-314289, 3-245136, 6-242414, 5-244616 und "46.4: Avionics Color Display Using LCD Projection Technology" von J. A. Fowler und R. Blanchard, Hughes Aircraft Co., Carlsbad, CA. 912 SID 92 DIGEST, angegeben.

Stand der Technik 5

[0044] **Fig.** 128 zeigt einen herkömmlichen Flüssigkristallprojektor, der in der nichtgeprüften JP-Patentveröffentlichung 6-214208 angegeben ist.

[0045] Der Flüssigkristallprojektor hat eine Zweischichtstruktur aus Lichttrennsystem und Lichtsynthesesystem. In dem Flüssigkristallprojektor ist die Zahl der eingebauten dichroitischen Filter dadurch verringert, daß zwei dichroitische Filter der obigen beiden optischen Systeme zu den beiden Schichten erweitert und vereinigt sind. Die beiden Schichten, also eine erste Schicht und eine zweite Schicht, sind oben und unten vorgesehen. Die beiden dichroitischen Filter **20** und **21** sind parallel oder orthogonal angeordnet, indem sie von der ersten Schicht zu der zweiten Schicht verlängert sind. Ein Lichttrennsystem **120** trennt Licht von der Lichtquelle **1** der Reihe nach in eine Vielzahl von Farblichtarten.

[0046] Ein Lichtsynthesesystem **160** synthetisiert jedes Farbbild. Das Lichttrennsystem **120** ist in der ersten Schicht vorgesehen, und das Lichtsynthesesystem **160** ist in der zweiten Schicht vorgesehen. Flüssigkristallanzeigepanels **13**, **14** und **15**, die jeder Farbe entsprechende Bilder zeigen, und eine Projektionslinse **18**, die die Lichtquelle überlappt, sind in der zweiten Schicht vorgesehen. Die Umlenkspiegel **23**, **24** und **25**, die den Strahlengang jeder Farbe von der ersten Schicht zu der zweiten Schicht reflektieren, sind ebenfalls vorgesehen.

[0047] Unter Bezugnahme auf **Fig.** 129 werden nun Charakteristiken und Spezifikationen der LCD, die in dem angegebenen Stand der Technik verwendet werden, unter Bezugnahme auf **Fig.** 129 beschrieben.

[0048] Beim Stand der Technik kann ein vielfarbiges Bild von diagonal 38 Inch in einem Gehäuse mit einer Tiefe von 650 mm angezeigt werden, indem das Rückprojektionsverfahren unter Verwendung von drei Umlenkspiegeln angewandt wird. Die Panelgröße der ferroelektrischen LCD für Schwarzweiß-Lichtblende ist 3,34 Inch diagonal. Die Elektrodenpunktstruktur ist 2000 × 2000. Die Auflösung eines projizierten Bilds ist 3 Zeilen/mm. Die maximale Helligkeit **40** ft-L, der maximale Kontrast 100 : 1 kann erreicht werden unter Verwendung einer Metallhalogenidlampe mit 250 W. (Referenz: "Color Liquid Crystal Display" von Shunsuke Kobayashi, Sangyo Tosho Company, 14. Dez. 1990, S. 111–113).

Stand der Technik 6

[0049] Nachstehend wird das für die optische Modulation verwendete Flüssigkristallpanel beschrieben.

[0050] Die **Fig.** 130 und 131 zeigen die Funktionen eines um 90° verdrehten nematischen (TN) Flüssigkristallpanels. (Referenz: "Color Liquid Crystal Display" von Shunsuke Kobayashi, Sangyo Tosho Company, 14. Dez. 1990, S. 1)

[0051] **Fig.** 130 zeigt, wie ein Polarisationslicht von Eingangslicht in Polierrichtung P einer Polarisationsplatte (oder eines Polarisators) durchgelassen wird, wenn die angelegte Spannung des Flüssigkristallpanels ausgeschaltet (= 0) ist. **Fig.** 130 zeigt außerdem, wie das Polarisationslicht des Eingangslichts durch die Polarisationsplatte (oder den Polarisator, Analysator) an der Ausgangsseite geht, deren Polierrichtung A in bezug auf die Polierrichtung P um 90° verdreht ist.

[0052] Andererseits zeigt **Fig.** 131, daß das Eingangslicht von der Polarisationsplatte (oder dem Polarisator, Analysator) an der Ausgangsseite blockiert ist, wenn die angelegte Spannung des Flüssigkristallpanels eingeschaltet ist. Diese Erklärung von TN beschreibt ein Beispiel der Steuerung einer Polarisationsrichtung unter Beibehaltung des Zustands der direkten Polarisation. In dem nematischen Flüssigkristall gibt es einfache nematische, vertikal angeordnete nematische, überdrehte nematische (STN) usw. Flüssigkristalle.

[0053] Ein Polarisator wird gebraucht, um ein Pola-

risationslicht zu erhalten, das als einfallendes Licht des Flüssigkristalls vom TN-Typ notwendig ist. Ganz allgemein wird eine Polarisationsschicht als Polarisator verwendet. Da jedoch die Polarisationsschicht eine Welle P oder eine Welle S von der Lichtquelle absorbiert, ist die Lichtmenge, die effektiv für die Bilderzeugung der optischen Modulationseinrichtung des Flüssigkristalls genutzt wird, weniger als 50%.

[0054] Dabei tritt das Problem auf, daß es schwierig ist, ein helles Bild zu erhalten. Außerdem gibt es das Problem, daß der Polarisator aus der Polarisationsschicht sich rasch verschlechtert, weil von dem Polarisator absorbiertes Licht in Wärme umgewandelt wird und einen Temperaturanstieg der Polarisationsschicht bewirkt. Konkret kann der Polarisator nur eine Million Lux tolerieren, obwohl das Flüssigkristallpanel fünf Millionen Lux tolerieren kann.

[0055] Es ist erwünscht, Licht bis zum Grenzwert des Flüssigkristallpanels abzustrahlen, um die Bildgüte zu verbessern. Das Wärmewiderstandsverhalten der Polarisationsschicht verhindert jedoch ein Abstrahlen des Lichts bis zum Grenzwert des Flüssigkristallpanels.

[0056] Um die vorstehenden Probleme zu lösen, ist eine Technik zum Kühlen des Flüssigkristallpanels durch Eintauchen in eine Flüssigkeit in den nichtgeprüften JP-Patentveröffentlichungen 4-31847 und 6-118371 angegeben.

Stand der Technik 7

[0057] Ein polymerdispergiertes Flüssigkristallpanel benötigt den Polarisator, der die vorgenannten Probleme aufweist, nicht. Bei der Methode des in Polymer dispergierten Flüssigkristallpanels ist eine Vielzahl von sphärischen kleinen Tropfen des nematischen Flüssigkristalls in Polymer dispergiert bzw. verteilt. Eine Anordnung von Flüssigkristallmolekülen in jedem der sphärischen kleinen Tropfen wird in Abhängigkeit von einem elektrischen Feld geändert. Dann wird eine durch die Änderung der Anordnung verursachte Brechzahländerung angewandt.

[0058] Wenn die angelegte Spannung in dem elektrischen Feld inaktiv ist, sind die optischen Achsen des Flüssigkristalls unregelmäßig gerichtet, wie **Fig.** 132 zeigt, und durchgelassenes Licht wird unregelmäßig reflektiert, so daß es milchig weiß ist. Wenn die angelegte Spannung in dem elektrischen Feld aktiv ist, sind die optischen Achsen der kleinen Tropfen in Richtung des elektrischen Feldes angeordnet, wie **Fig.** 133 zeigt.

[0059] Dann ist die Brechzahl des Lichts nahezu koinzident mit der Brechzahl des Polymers, so daß die Streuung verringert und das durchgelassene Licht nahezu transparent wird. (Referenz: "Everything of Liquid Crystal Display" von Akio Sasaki und Shouhei Naemura, Kougyou Chousakai Company, 22. April 1994, S. 32)

[0060] Wenn der Grad der Parallelisierung eines projizierten Lichts hoch ist, kann ein moduliertes Licht mit signifikantem Kontrast in der Konfiguration von **Fig.** 134 erhalten werden. (Referenz: "Liquid Crystal Display Technique in Next Generation" von Tatsuo Uchida, Kogyou Chousakai Company, 1. Nov. 1994, S. 229)

Stand der Technik 8

[0061] Zur Überwindung des Problems, daß der Polarisator Licht von der Lichtquelle zu mehr als 50% absorbiert und es in Wärme umwandelt, ist ein in **Fig.** 135 gezeigtes Polarisationsumwandlungselement vorgeschlagen worden. Licht von der Lichtquelle wird in die Welle P und die Welle S durch einen Polarisationsstrahlteiler **952** getrennt. Die Wellen P und S sind direktes Polarisationslicht, und Polarisationsoberflächen der Wellen P und S verlaufen orthogonal.

[0062] Die Polarisationsrichtung der Welle S wird an einem Halbwellenlängenplättchen **953** um 90° gedreht, und somit werden sämtliche Wellen zu der Welle P. Ein Nachteil dieser Konfiguration ist, daß der Querschnitt des Strahlengangs nach der Polarisation zu einem Rechteck wird, dessen Verhältnis von Länge zu Breite 1 : 2 ist, wie **Fig.** 135 zeigt. Daher ist es manchmal schwierig, den Lichtnutzungs-Wirkungsgrad zu verbessern.

Stand der Technik 9

[0063] Nachstehend werden die Lichtquellen beschrieben. Man benötigt ausreichend Helligkeit in dem Flüssigkristallprojektor vom Projektionstyp. Zur Realisierung der Helligkeit wird eine helle Lichtquelle benötigt.

[0064] Die Forderung nach ausreichender Helligkeit der Lichtquelle bedeutet, daß die Lichtquelle groß wird. Gemäß dem Boltzmannschen Gesetz und dem Wienschen Gesetz ist es unmöglich, die Lichtquelle unter eine bestimmte Größe zu verkleinern. Die Lebensdauer der Lichtquelle und die Farbtemperatur sind ebenfalls Faktoren, die eine Verkleinerung der Lichtquelle nicht zulassen. Außerdem ist es unbedingt notwendig, daß die Lichtquelle eine gewisse Länge hat, wenn eine lange Standzeit der Lichtquelle gefordert wird.

[0065] **Fig.** 136 zeigt Charakteristiken von verschiedenen Lichtquellen. Wenn eine lange Standzeit von Tausenden von Stunden gefordert wird, ist im Fall einer Metallhalogenidlampe mit adäquater Temperatur eine durch einen Elektrodenabstand bei der Entladung bestimmte Bogenlänge, also die Länge der Lichtquelle, 5 mm. **Fig.** 137 zeigt die Raumverteilung der Emissionsluminanz, die 250 W ist und deren Bogenlänge 5 mm ist.

[0066] Angenommen, daß das hellste Emissionslicht 1,0 in **Fig.** 137 ist, werden unter 1,0 liegende Werte auf der Basis von 1,0 als einem Standard gewichtet.

[0067] **Fig.** 138 zeigt eine Metallhalogenidlampe von 250 W, die in einem herkömmlichen Flüssigkris-

tallprojektor verwendet wird.

[0068] Die Metallhalogenidlampe besteht aus der Lampe **10** und dem Hauptumlenkspiegel **11**. Der Hauptumlenkspiegel **11** ist beispielsweise ein rotierender Parabolspiegel. Die Metallhalogenidlampe weist ein Filter **149** zur Absperrung von Licht in einem Bandbereich auf, in dem für das optische System nicht erforderliche Wärme, wie etwa Infrarotstrahlung erzeugt wird. Die IR-Strahlung erwärmt den Hauptumlenkspiegel. Um die Wärme handhaben zu können (also um zu kühlen), muß der Hauptumlenkspiegel eine bestimmte Größe haben. Ein Durchmesser der in **Fig.** 138 gezeigten Lampe ist 80 mm (8 cm).

[0069] **Fig.** 139 zeigt ein Beispiel des Lichtquellensystems, das bei einer herkömmlichen Flüssigkristall-Projektionsvorrichtung verwendet wird. Die Lampe **10**, der Hauptumlenkspiegel **11** und ein Hilfsumlenkspiegel **16**, bestehend aus dem rotierenden Parabolspiegel mit dem gleichen Brennpunkt wie der Hauptumlenkspiegel **11**, sind in der Flüssigkristall-Projektionsvorrichtung vorgesehen. Durch den Einbau des Hilfsumlenkspiegels **16** kann der vorwärts gestreute Lichtstrom, der in dem Fall, in dem der Hilfsumlenkspiegel nicht vorgesehen ist, nicht behandelt worden ist, wirksam genutzt werden.

Stand der Technik 10

[0070] Nachstehend wird der dichroitische Spiegel beschrieben. Der dichroitische Spiegel ist eine Glasplatte, deren Oberfläche mit einer Vielfachdünnschicht beschichtet ist. Aufgrund einer optischen Interferenzfunktion der Dünnschicht wird eine gewisse Lichtmenge, deren Wellenlänge in dem unter einem bestimmten Eintrittswinkel eingeführten Licht einen festgelegten Wert überschreitet, reflektiert und anderes Licht wird durchgelassen. Dabei hat der dichroitische Spiegel die Funktion eines Lichtfilters. Der dichroitische Spiegel wird auch als dichroitischer Filter bezeichnet.

[0071] Die Funktion ist stark verschieden in Abhängigkeit von dem Eintrittswinkel des Eingangslichts, der ein Problem darstellt. Die **Fig.** 140 und 141 zeigen Beispiele der Abhängigkeit der Charakteristik des dichroitischen Spiegels von dem Eintrittswinkel. **Fig.** 140 zeigt, daß die Charakteristik von grün von dem Eintrittswinkel um die Querachse der Wellenlänge des Eingangslichts und die Vertikalachse des Durchlaßgrads der Welle P abhängig ist. **Fig.** 141 zeigt die Abhängigkeit der Charakteristik von rot von dem Eintrittswinkel um die vorgenannte Querachse und die Vertikalachse. Wenn der Eintrittswinkel sich um ±5° ändert, dann ändert sich die Charakteristik stark.

[0072] Ein Mittenwert des Eintrittswinkels kann in Abhängigkeit von der Konfiguration der Dünnschicht in gewissem Maß frei geändert werden. Eine Abschwächung der Filterfunktion, die durch eine große Streuung des Eintrittswinkels bewirkt wird, hängt jedoch von der Substanz der Dünnschichtkonfiguration ab, was nicht verbessert werden kann. Dieses Problem ist nicht nur für den dichroitischen Spiegel typisch und erheblich, sondern auch für ein Element, in dem die Vielfachdünnschicht verwendet wird.

[0073] Der Polarisationsstrahlteiler ist ebenfalls ein Element, in dem die Vielfachdünnschicht verwendet wird. Die Funktion der Polarisationstrennung wird bei dem Polarisationsstrahlteiler durch den Dünnschichteffekt realisiert. Somit ist eine Trenncharakteristik von dem Eintrittswinkel abhängig.

[0074] Die **Fig.** 142, 143 und 144 zeigen die Charakteristik des Polarisationsstrahlteilers, die von dem Eintrittswinkel abhängig ist, um die Querachse der Wellenlänge des Eintrittslichts und die Vertikalachse des Durchlaßgrads der Wellen P und S.

[0075] In den **Fig.** 142, 143 und 144 bezeichnet TP den Durchlaßgrad der Welle P und TS denjenigen der Welle S. TH bezeichnet einen Durchschnittswert von TP und TS.

[0076] **Fig.** 142 zeigt den Fall, daß der Eintrittswinkel 45° ± 0° ist. **Fig.** 143 zeigt den Fall, daß der Eintrittswinkel 45° – 2° = 43° ist. **Fig.** 144 zeigt den Fall, daß der Eintrittswinkel 45° + 4° = 49° ist. Ähnlich wie bei dem dichroitischen Spiegel ändert sich die Charakteristik des Polarisationsstrahlteilers erheblich in Abhängigkeit von der Änderung des Eintrittswinkels von ungefähr ±5°.

[0077] Im Vergleich mit dem Element, bei dem die Vielfachdünnschicht verwendet wird, ist die Charakteristik in Abhängigkeit von dem Eintrittswinkel bei dem Flüssigkristallpanel vom TN-Typ nicht so auffallend, weil das Flüssigkristallpanel vom TN-Typ kein Element aus einer Vielfachdünnschicht ist. Es ist jedoch erforderlich, die nachstehenden zwei Phänomene (a) und (b) zu berücksichtigen.

(a) Ein Phänomen, das durch das Produkt aus der Brechzahl-Anisotropie Δn des Flüssigkristalls und der Dicke d des Flüssigkristalls verursacht wird.

[0078] Das Phänomen hängt von dem Produkt Δn × d ab. Das Produkt Δn × d wird gebildet durch Multiplikation der Brechzahl-Anisotropie Dn des Flüssigkristalls und der Tiefe d des Flüssigkristalls. (Referenz: "Everything of Liquid Crystal Display" von Akio Sasaki und Shouhei Naemura, Kougyou Cyousakai Company, 22. Apr. 1994, S. 143) Wie **Fig.** 145 zeigt, ändert sich die Charakteristik in Abhängigkeit von dem Eintrittswinkel (Betrachtungswinkel).

[0079] Die von dem Eintrittswinkel abhängige Charakteristik ändert sich auf der Basis einer Richtung des Eintrittswinkels. **Fig.** 146 zeigt ein Beispiel dieser Charakteristik. **Fig.** 146 zeigt eine Leuchtdichtecharakteristik, in Abhängigkeit von dem Betrachtungswinkel, eines Flüssigkristallpanels von 1,3 Inch. Jeder Kreis bezeichnet einen Betrachtungswinkel von 10°, und es ist der Fall gezeigt, daß die Leuchtdichte in Abhängigkeit von der Richtung des Eintrittswinkels verschieden ist.

[0080] In **Fig.** 146 ist die Leuchtdichte um so höher,

je kleiner der Wert ist. Diese Werte sind in dem Fall gemessen, daß die Polierrichtungen des Flüssigkristallpanels auf- und abwärts und nach rechts und links verlaufen. Im Fall von **Fig.** 146 wird beispielsweise das Phänomen der Abhängigkeit der Charakteristik von dem Eintrittswinkel ein Problem, wenn die Ausbreitung des Eintrittswinkels ±10 bis 15° überschreitet. (Referenz: "Basis of Liquid Crystal and Display Application" von Katsumi Yoshino und Masanori Ozaki, Korona Company, 1994)

(b) Ein durch Verlust der optischen Wirkung bzw. Übersprechen verursachtes Phänomen

[0081] Das Phänomen wird erzeugt, wenn Licht hoher Leuchtdichte, dessen Eintrittswinkel größer als ein bestimmter Wert ist, eingeleitet wird, weil eine Glasplatte zur Umschließung des Flüssigkristalls eine gewisse Dicke hat. **Fig.** 147 zeigt eine Grundlage dieses Phänomens. Wenn im Fall des Projektionstyps auf einen TFT (Dünnschichttransistor) zum Treiben des Flüssigkristalls das Licht hoher Leuchtdichte direkt projiziert wird, fließt im allgemeinen ein Dunkelstrom in einem Transistorschaltkreis des TFT. Infolgedessen entlädt sich ein Kondensator mit einer Speicherfunktion, der in dem TFT gebildet ist, frühzeitig, und der Kontrast des Flüssigkristalls nimmt ab.
[0082] Um dieses Phänomen zu vermeiden, ist im dem Flüssigkristallpanel vom Projektionstyp eine Oberfläche des Flüssigkristalls des TFT mit einer Chrommaske zum Blockieren des Lichts beschichtet. Wenn jedoch, wie **Fig.** 147 zeigt, der Eintrittswinkel größer als ein bestimmter Wert ist, wird schräg einfallendes Licht an einer der Glasplatten, die den Flüssigkristall umschließen, d. h. an der in bezug auf den Flüssigkristall gegenüberliegenden Seite, reflektiert. Daher erfolgt die Projektion auf den TFT von der keine Chrommaske aufweisenden Rückseite.
[0083] Das Reflexionsvermögen des Glases ist zwar ungefähr 4%, aber das vorstehende Phänomen wird zum Problem, wenn Licht hoher Dichte auf ein Panel mit hoher Lichtbeständigkeit, wie etwa ein Flüssigkristallpanel aus polykristallinem Silizium (poly. Si) projiziert wird. Es ist erforderlich, für die Seite, die das problematische Licht reflektiert, Antireflexionsmaßnahmen zu ergreifen.
[0084] Nachstehend wird der polymerdispergierte Flüssigkristall bzw. PDLC beschrieben.
[0085] Im allgemeinen ist es möglich, das Licht, dessen Raumwinkel einer Lichtstreuung ±dθ entspricht, dadurch schräg einfallen zu lassen, daß eine Konvexlinse und eine adäquate Kondensorblende in einem Strahlengang vorgesehen werden, in dem Licht kollimiert wird.
[0086] Wenn der PDLC zwischen der Linse und der Lichtquelle vorgesehen ist, kann der gesamte parallele Strahl, dessen maximale Streuung ±dθ ist, durchgelassen werden. Im Fall von Licht jedoch, das an dem polymerdispergierten Flüssigkristallpanel gestreut wird, kann nur dasjenige Licht durchgelassen werden, das innerhalb des Raumwinkels dθ in dem Dispersionsraumwinkel Ω ist. Somit wird der Kontrast des Flüssigkristalls vom Dispersionstyp durch die folgende Gleichung ausgedrückt:

$$\text{Kontrast} = \Omega/\{2\pi(1 - \cos d\theta)\} = \Omega/\{\pi d\theta^2\}$$

[0087] Andererseits kann dθ wie folgt geschrieben werden, wenn ein Kontrast mit dem Wert Co gefordert wird:

$$d\theta = (\Omega/\pi/Co)^{1/2}$$

[0088] Angenommen, daß Co = 100, dann kann dΩ wie folgt geschrieben werden:

$$d\theta = 3{,}24\ \Omega^{1/2}\ \text{Grad.}$$

[0089] Auch wenn der Flüssigkristall vom Dispersionstyp eine ideale Charakteristik zeigt, ist ein zulässiger Dispersionswert 8°.
[0090] Da der Dispersionsraumwinkel Ω tatsächlich kleiner ist, erlaubt der PDLC nur einen Dispersionswinkelwert, der nahe dem zulässigen Wert des Dispersionswinkels eines Elements ist, in dem eine Dünnschicht verwendet wird, etwa des gekreuzten dichroitischen Spiegels und des Polarisationsstrahlteilers.
[0091] Aus dem vorstehenden Grund wird das Folgende als notwendig bei einer Konfiguration des Lichtübertragungssystems angesehen, das bei dem herkömmlichen Flüssigkristallprojektor vom Projektionstyp hauptsächlich den Hauptumlenkspiegel **11**, die Kondensorlinse **12** und die Projektionslinse **50** aufweist, die beispielsweise in **Fig.** 122 gezeigt sind. Es wird als notwendig angesehen, das Lichtübertragungssystem einem telezentrischen System anzunähern unter Verwendung des Hauptumlenkspiegels als rotierendem Parabolspiegel und der Kondensorlinse als langer Fokussierungslinse, und das Licht möglichst weitgehend parallel zu machen.
[0092] Aber selbst das telezentrische System weist einige Probleme auf. Das von dem Teil am Brennpunkt des Hauptumlenkspiegels **11** in **Fig.** 138 abgestrahlte Licht wird zwar parallel, aber von dem anderen Teil abgestrahltes Licht ist schräg und nicht parallel. Der Maximalwert dθ der Schräge ist proportional zu einer Bogenlänge Is auf der optischen Achse und umgekehrt proportional zu einem Durchmesser Dm des Hauptumlenkspiegels und des Seitenverhältnisses asr des Hauptumlenkspiegels. Das Vorstehende kann unter Bezugnahme auf die **Fig.** 148 bis 150 und die mathematischen Ausdrücke in den **Fig.** 161 bis 172 ohne weiteres bewiesen und erläutert werden.
[0093] Solange die Bogenlänge Is endlich ist, ist es selbst bei dem telezentrischen System notwendig, den Durchmesser Dm des Hauptumlenkspiegels vergleichsweise groß zu machen, um den Maximalwert dθ der Schräge so zu steuern, daß er innerhalb einer Toleranz des Dünnschichtelements ist. Angenom-

men, daß die Toleranz des Dünnschichtelements, wie etwa eines dichroitischen Spiegels und eines Polarisationstrennelements 6° ist, dann kann der Wert des Durchmessers des Hauptumlenkspiegels nicht kleiner als 7,5 cm (3 Inch) unter der Bedingung sein, daß die Lichtquelle verwendet wird, deren Bogenlänge 5 mm ist, und der herkömmliche Hauptumlenkspiegel verwendet wird, dessen Seitenverhältnis kleiner als **2** ist.

[0094] Das Seitenverhältnis ist ein durch den Durchmesser Dm des Hauptumlenkspiegels/die Länge Lm des Hauptumlenkspiegels ausgedrückter Wert. In der Konfiguration der herkömmlichen Lampe gemäß **Fig.** 138 befindet sich ein Vorderende des Hauptumlenkspiegels vor der Lichtquelle, so daß der Lichtsammel-Wirkungsgrad höher wird, und dann ist das Seitenverhältnis ungefähr **2**.

[0095] Somit ist jede optische Komponente in dem telezentrischen System groß, so daß hohe Kosten entstehen.

[0096] Insbesondere dann, wenn das Flüssigkristallpanel groß ist, besteht die Gefahr, daß nicht nur die Kosten des TFT, sondern auch diejenigen der peripheren Geräte ziemlich hoch werden. Was das Material des TFT betrifft, so ist es ideal, polykristallines Silizium (poly. Si) mit hoher Beweglichkeit zu verwenden. Es ist aber wegen der Hochtemperaturbehandlung notwendig, für das polykristalline Silizium Quarzglas zu verwenden. Die Kosten von Quarzglas sind viel höher als die von anderem Material. Deshalb wird heute in einem großen Flüssigkristallpanel amorphes Silizium (a-Si) verwendet, bei dem die Verwendung von Quarzglas nicht erforderlich ist. Die Größe des für die Projektion verwendeten Flüssigkristallpanels ist beispielsweise meistens 7,62 cm (3 Inch) oder 8,28 cm (3,26 Inch).

[0097] **Fig.** 151 zeigt eine Beziehung zwischen der Lichtquelle und dem Flüssigkristallpanel in einem Fall, in dem die Lichtquelle des telezentrischen Systems gemäß **Fig.** 138 bei dem Flüssigkristallpanel von 3 Inch oder 3,26 Inch oder bei einem Filtersystem gleicher Größe verwendet wird. Der Hauptumlenkspiegel, dessen Durchmesser 8 cm oder 9 cm ist, projiziert paralleles Licht auf ein Panel von 7,62 cm bis 8,28 cm mit einer Winkeldispersion von ungefähr ±8°.

[0098] Nachstehend wird das optische Übertragungssystem einer Projektionsvorrichtung beschrieben, wobei ein kleines polykristallines Silizium von ungefähr 1,3 Inch als Flüssigkristallpanel verwendet wird, wie nachstehend beschrieben wird. In diesem Fall ist es ebenfalls erforderlich, daß der Durchmesser des Hauptumlenkspiegels ungefähr 3 Inch ist, und zwar auf der Basis des Wirkungsgrads eines verwendeten Dünnschichtelements.

[0099] Daher wird, wie **Fig.** 152 zeigt, nur ein Teil des parallelen Lichts von der Lichtquelle auf das Flüssigkristallpanel projiziert, was zu einer Verringerung der Helligkeit auf dem Bildschirm führt. Im Vergleich mit dem Fall von amorphem Silizium mit 3 Inch ist es jedoch im Fall von polykristallinem Silizium möglich, die Helligkeitsminderung in gewissem Maß zu verhindern, indem ein Aperturwirkungsgrad um mehr als das Zweifache erhöht wird, und zwar wegen der hohen Beweglichkeit des polykristallinen Siliziums.

[0100] Da ein Strahlengangdurchmesser und eine optische Weglänge klein sein können, kann die Vorrichtung kompakt sein. In dieser Beziehung kann die Vorrichtung des beschriebenen Falls ein vorteilhaftes Produkt sein. Im Hinblick auf die Verkleinerung und Gewichtsverringerung einer Telekommunikationsvorrichtung infolge des Fortschritts in der Halbleitertechnik muß der Projektor als Informationsanzeigevorrichtung kompakt sein.

Stand der Technik 11

[0101] Nachstehend werden Bildsignale, die in eine Kathodenstrahlröhre bzw. CRT und das Flüssigkristallpanel eingeführt werden, beschrieben. Unter Berücksichtigung einer Ansprechzeitcharakteristik des menschlichen Sehens wird bei einer üblichen Fernsehübertragung alle 30 ms ein Bildrahmen übertragen. In diesem Fall werden die Bildsignale in Form eines Leuchtdichtesignals Y und von Farbdifferenzsignalen U und V übertragen. Es folgen Beziehungen zwischen den Leuchtdichte- und Farbdifferenzsignalen sowie Werte der Farbsignale R, G und B für rot, grün und blau. Die Farbsignale R, G und B können leicht reproduziert werden durch Berechnen der folgenden Ausdrücke:

$$Y = 0{,}30R + 0{,}59G + 0{,}11B \quad (1)$$

$$U = R - Y \quad (2)$$

$$V = B - Y \quad (3).$$

[0102] Ein Farbfernsehübertragungssystem des National Television System Committee (NTSC) ist ein typisches Beispiel für die Verschmälerung eines Bandes einer elektrischen Übertragungswelle durch Signalkomprimierung unter Anwendung der obigen Basis und einer menschlichen Sehcharakteristik für die Farbarterkennungsfunktion.

[0103] Die elektrische Übertragungswelle wird an jeden Haushalt gesendet, indem eine Charakteristik des menschlichen Sehens angewandt wird, wobei eine erkennbare Auflösung des Farbsignals im Vergleich mit derjenigen des Leuchtdichtesignals niedrig ist. In diesem Fall sind die Bandbreiten der Farbdifferenzsignale U und V, deren Auflösung niedrig sein kann, 1,5 MHz und 0,5 MHz, und die Bandbreite des Leuchtdichtesignals, dessen Auflösung hoch sein sollte, wird so verstärkt, daß sie 4,5 MHz ist.

[0104] Nachstehend wird die Codierung des Bildsignals erläutert. Ein Verfahren, bei dem das Leuchtdichtesignal Y und die Farbdifferenzsignale U und V, die gemeinsam das Bildsignal bilden, jeweils in Digi-

talcodes umgewandelt werden, wird als Komponentencodierung bezeichnet. Ein Eingangsbildsignal bei diesem Codierverfahren wird als Komponentenbildsignal bezeichnet.

[0105] Wie eine Übertragungsrate (übertragbares Bit in einer Zeiteinheit, Mb/s) oder eine Datenmenge von Pixels durch das Komponentencodierverfahren verringert wird, wenn die Komponentenbildsignale Y, U und V übertragen werden oder ein Speichervorgang durchgeführt wird, ist ein Aspekt, der zu berücksichtigen ist.

[0106] Angenommen, daß das Leuchtdichtesignal Y und die Farbdifferenzsignale U und V Digitalsignale bei dem Codierverfahren sind, können beispielsweise die nachstehenden drei Komponentencodiermethoden durchgeführt werden. Die drei Komponentencodiermethoden sind in Abhängigkeit davon verschieden, daß die menschliche Sehcharakteristik berücksichtigt worden ist:

(A)

$$Y : U : V = 4 : 4 : 4 \quad (4)$$

(B)

$$Y : U : V = 4 : 2 : 2 \quad (5)$$

(C)

$$Y : U : V = 4 : 1 : 1 \quad (6).$$

[0107] Bei dem vorstehenden Verfahren (A), das ein Grundverfahren ist, sind sämtliche Übertragungsraten (oder die Zahl von Daten von betroffenen Pixels) von Digitaldaten des Leuchtdichtesignals Y und der Farbdichtesignale U und V gleich, und die menschliche Sehcharakteristik ist nicht berücksichtigt. Bei den Verfahren (B) und (C) ist die menschliche Sehcharakteristik berücksichtigt, und die Farbdifferenzsignale werden mit der Übertragungsrate (oder Datenmenge von betroffenen Pixels) entsprechend 1/2, 1/4 der Übertragungsrate (oder Datenmenge von betroffenen Pixels) der Digitaldataen des Leuchtdichtesignals Y verarbeitet (übertragen oder speicherverarbeitet).

[0108] Es ist natürlich, daß die Bildgüte des Farbdifferenzsignals in der Reihenfolge (A), (B) und (C) abnimmt. Da die menschliche Sehcharakteristik so ist, daß die Farbauflösung für das Leuchtdichtesignal gering ist, werden die vorstehenden Verfahren (B) und (C) in der Praxis problemlos angewandt.

[0109] **Fig.** 153 zeigt ein typisches Beispiel von 4 : 2 : 2. (Referenz: "Digital Circuit of Television Signal" von Etoh und Achiba, Korona Company, 25. Sept. 1989, S. 8–10.) Gemäß dem Parameter von **Fig.** 153 ist die Übertragungsrate (Mb/s) 216 Mb/s (= 8 Bits × 13,5 M + 8 Bits × 6,75 M × 2) bei einem seriellen Übertragungsverfahren und 27 Mb/s (13,5 M + 6,75 M × 2) je Übertragungszeile bei einem parallelen Übertragungsverfahren mit neun Übertragungszeilen aus acht Datenzeilen und einer Taktzeile. In der Praxis wird dabei ein redundantes Bit benötigt. Angenommen, daß das redundante Bit 1 Bit für Daten von 8 Bits ist, ist die Übertragungsrate 243 Mb/s (= 9 × 13,5 M + 9 × 6,75 × 2) bei dem seriellen Übertragungsverfahren.

[0110] Für den Fall, daß die Übertragungszeilen des Leuchtdichtesignals und des Farbdifferenzsignals in zwei parallele Zeilen getrennt sind (das redundante Bit ist weggelassen), kann jedes von dem Leuchtdichtesignal und den Farbdifferenzsignalen U und V 108 Mb/s unter Anwendung der obigen Berechnung sein. Dann wird angenommen, daß eine Taktübertragungszeile von 108 Mb/s hinzugefügt wird.

[0111] In jedem Fall wird eine Übertragungszeile benötigt, die eine Übertragungsrate von ungefähr 100 Mb/s tolerieren kann. Das Codierverfahren 4 : 2 : 2 gemäß (B) ist ein Standard, der von dem General Meeting of CCIR (CONSULTIVE COMMITTEE INTERNATIONAL RADIO) zum Gebrauch in einem Studio für digitales Fernsehen und zum Gebrauch für das DI-Format eines digitalen VTR empfohlen wird.

[0112] Als Referenz zeigt **Fig.** 154 ein vorgeschlagenes HDTV-Codierverfahren, das in "Digital Circuit of Television Signal" (S. 10) beschrieben wird. Im Fall des HDTV-Codierverfahrens (HDTV = High Definition Television) sind 148,5 Mb/s (74,25 M + 37,125 M × 2) bei dem Parallelverfahren und 1188 MB/s (148,5 M × 8) bei dem seriellen Verfahren erforderlich.

[0113] Im Fall der Methode (C) mit 4 : 1 : 1 ist das Leuchtdichtesignal 108 Mb/s, und die Farbdifferenzsignale U und V sind 54 Mb/s, wenn die Übertragungszeilen in zwei parallele Zeilen wie oben getrennt sind (das redundante Bit entfällt).

[0114] Wenn die Übertragungsrate für das Farbdifferenzsignal (oder die Datenmenge je Bezugspixel) auf weniger als das Komponentensignal im Fall von 4 : 1 : 1 des Verfahrens (C) unterdrückt wird, ist die Bildgüte selbstverständlich verschlechtert (beispielsweise im Fall von 4 : 0,5 : 0,5 = 8 : 1 : 1).

[0115] Es gibt dabei jedoch Vorteile. Da die Datenmenge des Bildes insgesamt verringert wird, können der Speicherumfang, die Schaltungsgröße und der Energieverbrauch in der digitalen Bildvorrichtung reduziert werden. Mit abnehmender Bilddatenmenge können spezifische Daten, wie etwa Daten eines Rahmens innerhalb kurzer Zeit übertragen werden, wenn die gleiche Übertragungsrate angewandt wird. Es ist ferner möglich, mehr redundante Daten, Zeichendaten und codierte Daten in einer bestimmten Zeit zu übertragen.

[0116] Herkömmlich wird unter Berücksichtigung der vorstehenden Vorteile und des Nachteils der Verschlechterung der Bildgüte 4 : 1 : 1 tatsächlich als ein praktikables Pegelcodierverfahren genutzt.

[0117] Die **Fig.** 155, 156 und 157 zeigen Modelle der Pixelkonfiguration in jedem der genannten Verfahren 4 : 4 : 4, 4 : 2 : 2 und 4 : 1 : 1.

[0118] Es gibt eine herkömmliche Signalverarbei-

tungsvorrichtung, in die die Komponentenbildsignale, bestehend aus dem Leuchtdichtesignal Y und den Farbdifferenzsignalen U und V entsprechend 4 : 4 : 4 eingegeben werden und das Leuchtdichtesignal Y und die Farbdifferenzsignale U und V entsprechend 4 : 2 : 2 oder 4 : 1 : 1 ausgegeben werden. In der Signalverarbeitungsvorrichtung wird ein spezifischer Filtervorgang in bezug auf das Abtastfrequenzverhältnis 4 : 2 : 2 oder 4 : 1 : 1 für das Leuchtdichtesignal Y und die Farbdifferenzsignale U und V ausgeführt. Es ist wohlbekannt, daß eine Verfahrensumwandlung von dem Codierverfahren 4 : 4 : 4 in das Codierverfahren 4 : 2 : 2 oder 4 : 1 : 1 in einem Signalverarbeitungsblock ausgeführt wird, der in **Fig.** 158 gezeigt ist.

Stand der Technik 12

[0119] Herkömmlich wird eine Bildquelle in Bilddaten proportional zu einem Verhältnis von Länge zu Breite eines fertigen Bildes gebildet. Das bei der Bilderzeugung verwendete Flüssigkristallpanel wird ebenfalls proportional zu dem Verhältnis von Länge zu Breite gebildet.

[0120] Das Vorstehende wird nun unter Bezugnahme auf **Fig.** 159 erläutert, die ein Beispiel der herkömmlichen Bilderzeugungsvorrichtung zeigt.

[0121] Ein Flüssigkristallpanel **910** in der herkömmlichen Bilderzeugungsvorrichtung hat das gleiche Verhältnis von Länge zu Breite wie ein gewünschtes zu erzeugendes Bild.

[0122] Angenommen, daß das Verhältnis von Länge zu Breite des gewünschten zu erzeugenden Bildes 3 : 4 ist, dann hat das Verhältnis von Länge zu Breite der physischen Form des Flüssigkristallpanels **910** einen Wert 3 : 4. Ein Bildsignal **900**, das in das Flüssigkristallpanel **910** eingeführt wird, hat das gleiche Verhältnis von Länge zu Breite wie das Flüssigkristallpanel **910**.

[0123] Eine Bilderzeugungseinrichtung **920** gibt das Bildsignal **900** in das Flüssigkristallpanel **910** ein. Die Bilderzeugungseinrichtung **920** moduliert Licht **905** optisch auf der Basis des eingeführten Bildsignals **900** und erzeugt ein lichtmoduliertes Bild **930**.

[0124] Da die herkömmliche Bilderzeugungsvorrichtung wie oben ausgeführt ausgebildet ist, ist sie auf den Gebrauch des Flüssigkristallpanels entsprechend dem Verhältnis von Länge zu Breite einer eingegebenen Bildquelle beschränkt. Sie ist ferner auf den Gebrauch des Flüssigkristallpanels entsprechend einem Seitenverhältnis (Verhältnis von Länge zu Breite) des Bildes beschränkt, das der Benutzer schließlich sieht.

[0125] Da ein Schnitt des Strahlengangs der Lichtquelle im allgemeinen kreisförmig ist, ist wegen der vorstehenden Beschränkung der Nutzungswirkungsgrad der Lichtquelle im Fall eines hochauflösenden Fernsehens, dessen Verhältnis von Länge zu Breite groß und beispielsweise 9 : 16 ist, stark verringert. Der Nutzungswirkungsgrad eines quadratischen Panels ist zwar 64%, aber derjenige des Falls von 9 : 16 ist 54%.

[0126] Im Fall eines kleineren Panels, wie etwa des TFT-Flüssigkristallpanels aus dem polykristallinen Silizium ist eine Gestalt erforderlich, die die Abnahme von möglichst vielen Panels von einer Quarzplatte erlaubt, um die Kosten zu senken.

[0127] Es ist also ideal, das Verhältnis von Länge zu Breite des Panels unter Berücksichtigung der obigen Aspekte und nicht auf der Basis des Bildsignals zu bestimmen.

[0128] Aus dem Dokument JP 04 044 490 A ist eine Bilderzeugungsvorrichtung bekannt, die folgendes aufweist:

i.) eine Projektionslinse;

ii.) ein Farbverarbeitungsteil, das folgendes aufweist:

a) drei Lichtmodulatoren,

b) ein Wellenlängentrennmodul zur Eingabe von Licht, zum Trennen des Lichts in drei Farbkomponenten und zur Abgabe der drei Farbkomponenten an die Lichtmodulatoren,

c) ein Wellenlängensynthetisierungsmodul zur Synthetisierung der drei Lichtarten von den drei Lichtmodulatoren,

d) ein Verbindungsmodul für einen ersten Strahlengang, mit einem Umlenkspiegel zum Einstellen eines Strahlengangs zwischen dem Wellenlängentrennmodul und den Lichtmodulatoren und zwischen den Lichtmodulatoren und dem Wellenlängensynthetisierungsmodul;

iii.) ein Polarisationsverarbeitungsteil, das folgendes aufweist:

e) ein Polarisationstrennmodul zum Trennen von Licht in eine erste und eine zweite Polarisationskomponente und zur Abgabe der ersten Polarisationskomponente an das Wellenlängentrennmodul,

f) einen vierten Lichtmodulator zum Eingeben der zweiten Polarisationskomponente,

g) ein Polarisationssynthetisierungsmodul zum Eingeben von Licht von dem Wellenlängensynthetisierungsmodul und Licht von dem vierten Lichtmodulator,

h) ein Verbindungsmodul für einen zweiten Strahlengang zum Leiten der zweiten Polarisationskomponente zu dem Polarisationssynthetisierungsmodul durch den vierten Modulator; wobei

iv.) die Distanz zwischen der Projektionslinse und dem von dem Wellenlängensynthetisierungsmodul erzeugten Bild gleich der Distanz zwischen der Projektionslinse und dem Bild des vierten Lichtmodulators ist; und wobei

v.) der vierte Lichtmodulator im wesentlichen das gesamte Licht von dem Polarisationssynthetisierungsmodul moduliert, ohne daß irgendein wellenlängenselektives Element in dem durch den vierten Modulator gehenden Strahlengang angeordnet ist.

[0129] Eine der Aufgaben der vorliegenden Erfindung ist die Lösung eines Problems, das durch eine große Zahl optischer Komponenten und eine komplizierte optische Struktur verursacht wird. Beispielsweise gibt es bei dem unter Bezugnahme auf **Fig.** 123 beschriebenen Stand der Technik zu viele optische Komponenten, und die Konstruktion ist sehr kompliziert, weil der Umlenkspiegel und der dichroitische Spiegel, die die Konstruktion bilden, nicht zu einem Modul gemacht worden sind.

[0130] Eine weitere Aufgabe besteht darin, ein durch den gekreuzten dichroitischen Spiegel verursachtes Problem zu lösen, der verwendet wird, um die Zahl der Komponenten zu verringern. Die Verbindungsstellen des gekreuzten dichroitischen Spiegels werden auf den Bildschirm projiziert, wenn die Distanz zwischen mindestens einem der gekreuzten dichroitischen Spiegel und dem Panel kurz wird. Daher muß das gekreuzte dichroitische Prisma, das keine Verbindungsstellen hat und teuer ist, anstelle der gekreuzten dichroitischen Spiegel verwendet werden.

[0131] Eine weitere Aufgabe besteht in der Lösung eines Konstruktionsproblems, das durch einen Unterschied zwischen der Größe der für den Flüssigkristallprojektor und die Projektionslinse verwendeten Beleuchtungseinrichtung und der Größe des Flüssigkristallpanels und des dichroitischen Spiegels bewirkt ist. Im Vergleich mit der Größe der Beleuchtungseinrichtung und der Projektionslinse ist die Größe des Flüssigkristallpanels und des dichroitischen Spiegels verringert worden. Je nachdem, wie die Größe des Flüssigkristallpanels von 3 Inch auf weniger als 1 Inch verringert worden ist, ist auch die Größe des Umlenkspiegels und des dichroitischen Spiegels verringert worden, so daß die Vorrichtung insgesamt kompakt ist.

[0132] Andererseits ist es zum Zweck der Abstrahlung von ausreichend Licht notwendig, daß die Größe der Beleuchtungseinrichtung über eine bestimmte Größe hinausgeht. Mit anderen Worten darf die Beleuchtungseinrichtung nicht kleiner als eine spezifische Größe sein. Außerdem ist es auch notwendig, eine relativ große Projektionslinse zu verwenden.

[0133] Wenn zwischen der Größe der Beleuchtungseinrichtung und der Größe des Flüssigkristallpanels ein großer Unterschied besteht, wird das Licht nicht wirkungsvoll genutzt. Es ist erforderlich, den Durchmesser des projizierten Lichts einzuengen und eine spezifische Länge des optischen Wegs zwischen der Beleuchtungseinrichtung und dem Flüssigkristallpanel einzuhalten, um das Licht wirkungsvoll zu nutzen.

[0134] Es ist sehr wichtig, die verschieden großen Komponenten auf effiziente Weise einander zuzuordnen, um eine erforderliche Länge des optischen Wegs einzuhalten, und die bestgeeignete Konstruktion für die Vorrichtung anzuwenden, um die Vorrichtung insgesamt kompakt zu gestalten.

[0135] Eine weitere Aufgabe ist die Lösung eines Problems, das durch eine Differenz zwischen der Länge des optischen Wegs von der Lampe **10** zur Bilderzeugung von rot oder blau und der Länge des optischen Wegs von der Lampe **10** zur Bilderzeugung von grün verursacht wird. Insbesondere kann das Problem darin bestehen, daß die Lichtverteilung auf den Flüssigkristallpanels **30** und **32** für rot und blau von der Lichtverteilung auf dem Flüssigkristallpanel **31** für grün verschieden ist.

[0136] Der Grund hier ist, daß auch dann, wenn der Hauptumlenkspiegel **11**, der eine perfekte rotierende Paraboloberfläche hat, verwendet wird, das Licht aufgrund der Bogenlänge der Lampe nicht perfekt parallel sein kann. Im allgemeinen gilt, daß in dem Flüssigkristallpanel das Zentrum um so heller und der äußere Teil um so dunkler wird, je länger die Distanz von der Lichtquelle wird.

[0137] Somit tritt die Differenz der Beleuchtungsverteilung mit hell in der Mitte und dunkel an dem darum herum befindlichen Teil bei den Flüssigkristallpanels für rot und blau, die die längsten optischen Wege haben, leicht auf. Um dieses Phänomen auszugleichen, muß ein Weißausgleichs-Korrektursignal an einen Bildsignalschaltkreis von der wohlbekannten Bildsignalkorrekturschaltung geliefert werden.

[0138] Wenn jedoch der erzeugte Korrekturwert groß ist, wird eine ursprünglich erzielte Abstufungsfähigkeit der Anzeige eingeschränkt. Dabei treten leicht das Problem einer Unterbrechung des Weißabgleichs aufgrund der optischen Längendifferenz und das Problem einer Abnahme der Abstufungsfähigkeit des projizierten Bildes infolge der Korrektur der Unterbrechung des Weißabgleichs auf.

[0139] Eine andere Aufgabe ist die Lösung eines Problems, das durch eine Ungleichmäßigkeit der optischen Weglängen verursacht wird. Um eine Farbweichung zu verhindern, muß für jedes Pixel eine präzise gegenseitige Konvergenz bei den Flüssigkristallpanels für rot, grün und blau in der Vorrichtung erfolgen, in der die optischen Weglängen unterschiedlich sind. Dieses Vorgehen führt zu einer langen Einstellzeit bei dem Herstellungsverfahren.

[0140] Eine weitere Aufgabe ist die Lösung eines Problems, das durch die Polarisationsschicht hervorgerufen wird, die viel Wärme erzeugt und eine geringe Lichttoleranz hat und nahe dem Flüssigkristallpanel aufgebracht ist. Der Toleranzwert für das Licht eines kleinen Flüssigkristalls hängt von der Polarisationsschicht ab. Deshalb ist es notwendig, in der Flüssigkristallanzeigevorrichtung, deren Ausgangslichtstrom groß ist, ein Verfahren anzuwenden, bei dem die Polarisationsschicht nicht gebraucht wird. Das Verfahren, bei dem polymerdispergierte Flüssigkristalle verwendet werden oder ein Polarisationsumwandlungselement verwendet wird, ist anstelle des Verfahrens der Verwendung der Polarisationsschicht vorgeschlagen worden.

[0141] Eine weitere Aufgabe ist die Lösung eines Problems, das das Polarisationsumwandlungselement betrifft. Nachdem der Lichtstrom von der Lichtquelle, dessen Querschnitt kreisförmig ist, durch das

Polarisationsumwandlungselement gegangen ist, wird der kreisförmige Querschnitt des Lichtstroms in ein Rechteck umgewandelt, dessen Verhältnis von Länge zu Breite 2 : 1 ist.

[0142] Das bedeutet, daß der Lichtstrom nicht wirksam genutzt wird, weil die bestgeeignete Gestalt für das Flüssigkristallpanel ein Quadrat oder Rechteck ist, dessen Verhältnis von Länge zu Breite höchstens 4 : 3 ist. Um diesen Nachteil auszugleichen, kann das Verhältnis von Länge zu Breite des Lichtstroms durch eine Zylinderlinse geändert werden, und dann kann der Lichtstrom in das Dünnschichtelement eingegeben werden.

[0143] Es besteht jedoch die Gefahr, daß die Bildgüte durch die Zylinderlinse verschlechtert wird, und zwar deshalb, weil Streuungsraten der Lichtneigung in der Länge und der Breite, die für verschiedene der Zylinderlinse nachgeschaltete Dünnschichtelemente wichtig sind, bei manchen Lichtströmen unterschiedlich sind. Dies kann zu der Verschlechterung der Bildgüte führen.

[0144] Eine weitere Aufgabe ist die Lösung eines Problems, das einen großen Rauminhalt des optischen Systems betrifft.

[0145] Das Element, bei dem die Dünnschicht verwendet wird, wie etwa der dichroitische Spiegel und der Polarisationsstrahlteiler, hat einen geringen zulässigen Wert in bezug auf die Dispersion, die bei dem Eintrittswinkel des eintretenden Lichts existiert.

[0146] Die Zwischenraumlänge der Lichtquelle muß einer spezifischen Länge entsprechen, um eine lange Standzeit zu erzielen. Es ist daher erforderlich, daß der Durchmesser des Hauptumlenkspiegels des Lichtquellensystems große Länge hat, um einen Dispersionswert des Winkels des abgestrahlten Lichts zu unterdrücken.

[0147] Aus dem vorstehenden Grund müssen der dichroitische Spiegel und der Polarisationsstrahlteiler eine gewisse Größe haben, um eine gewünschte Charakteristik zu erhalten. Außerdem muß das Element, bei dem die Dünnschicht verwendet wird, so eingebaut sein, daß seine die Dünnschicht tragende Oberfläche um 45° geneigt ist. Da die Flächengröße zu der Raumgröße in Beziehung steht, wird der Rauminhalt des optischen Systems ebenfalls groß.

[0148] Eine weitere Aufgabe besteht in der Lösung eines Problems, das durch Abschattung verursacht wird. Zwischen dem Flüssigkristallpanel und der Projektionslinse zum Projizieren von Licht ist ein dichroitisches Spiegelsystem vorgesehen, dessen optische Weglänge groß ist. Daher ist die Länge des optischen Wegs zwischen dem Flüssigkristallpanel und der Projektionslinse groß. Somit wird bei dem einfachen telezentrischen System eine Abschattung erzeugt, so daß das projizierte Bild häufig schwach wird.

[0149] **Fig.** 160 zeigt die Abschattung. Im Fall von parallelem Licht kann das Licht auf das Flüssigkristallpanel projiziert und genutzt werden, und zwar unabhängig von der optischen Weglänge. In den Fällen von Licht A und Licht B hängt es von der Länge des optischen Wegs ab, ob das Licht genutzt wird oder nicht. Beide Lichtarten A und B können in einem kurzen optischen Weg A genutzt werden. Jedoch wird in einem langen optischen Weg B nur die Lichtart B genutzt, während die Lichtart A nicht genutzt wird. Somit ist es erforderlich, den optischen Weg so kurz wie möglich zu machen, um das Licht wirksam nutzen zu können.

[0150] Eine weitere Aufgabe ist die Lösung eines Kostenproblems, das durch die Verwendung des dichroitischen Spiegels entsteht. Bei der Frontprojektionsvorrichtung, bei der die Distanz zwischen dem Projektor und dem Bildschirm nicht festgelegt ist, ist es notwendig, den teuren dichroitischen Spiegel zur Synthetisierung zwischen dem Flüssigkristallpanel und der Projektionslinse zu haben. Dagegen ist es bei der Rückprojektionsvorrichtung, bei der die Distanz zwischen dem Projektor und dem Bildschirm festgelegt ist, nicht erforderlich, den dichroitischen Spiegel vorzusehen.

[0151] Eine weitere Aufgabe ist die Lösung eines Problems in Hinblick auf die Größe des dichroitischen Spiegels und des Flüssigkristallpanels. Bei der herkömmlichen Vorrichtung ist die Größe des dichroitischen Spiegels häufig eine Grundlage zur Bestimmung der Größe des Flüssigkristallpanels, dessen Kosten pro bestimmter Fläche hoch sind. Ein zulässiger Wert für die Dispersion des Eintrittslichts in dem Flüssigkristallelement ist primär höher als derjenige des Elements, wie etwa des dichroitischen Spiegels, bei dem die Dünnschicht verwendet wird. Da jedoch herkömmlich das einfache telezentrische System verwendet wird, wird die Größe des Flüssigkristallpanels entsprechend der Größe des dichroitischen Spiegels verwendet.

[0152] Eine weitere Aufgabe ist die Lösung eines Problems im Hinblick auf das Flüssigkristallpanel aus polykristallinem Silizium. Da in dem Flüssigkristallpanel aus polykristallinem Silizium das teure Quarzglas verwendet wird, muß die Panelfläche klein gemacht werden. Verglichen mit dem Panel aus amorphem Silizium kann das Panel aus polykristallinem Silizium einen viel höheren Aperturwirkungsgrad pro bestimmter Fläche haben.

[0153] Das heißt, das Flüssigkristallpanel aus polykristallinem Si kann klein sein. In bezug auf das Flüssigkristallpanel aus polykristallinem Silizium wird intensiv daran gearbeitet, ein Verfahren zum effektiven Projizieren des Lichts auf die kleine Fläche zu entwickeln.

[0154] Eine andere Aufgabe ist die Lösung des Problems des Übersprechens, das unter Bezugnahme auf **Fig.** 147 beschrieben wurde. Da die Glasplatte zur Umschließung des Flüssigkristalls eine gewisse Dicke hat, stellt sich der Wirkungsverlust ein, wenn Licht hoher Leuchtdichte, dessen Eintrittswinkel größer als ein bestimmter Wert ist, eingegeben wird.

[0155] Eine andere Aufgabe ist die Lösung eines Problems in bezug auf das Seitenverhältnis. Wenn das Seitenverhältnis des in dem Lichtquellensystem

verwendeten Hauptumlenkspiegels klein ist, wird die Neigungsdispersion des von dem Hauptumlenkspiegel abgestrahlten Lichts auch bei gleichem Durchmesser und gleicher Lichtquellenlänge groß. Der Grund für die Verwendung des kleinen Seitenverhältnisses ist, daß der Lichtsammlungs-Wirkungsgrad des Hauptumlenkspiegels um so größer wird, je kleiner das Seitenverhältnis ist.

[0156] Eine andere Aufgabe ist die Lösung des Problems, daß bei der herkömmlichen Flüssigkristall-Projektionsvorrichtung die menschliche Sehcharakteristik in dem Signalprozeß, dem Lichtmodulationsprozeß und dem Bildsynthetisierungsprozeß nicht gründlich genutzt wird. Es war somit notwendig, die Pixelgröße winzig zu machen und die Leistung der weißen Lichtquelle zu erhöhen, um bei dem herkömmlichen Verfahren die Bildgüte zu verbessern.

[0157] Eine Signalzuordnung und Betriebsverarbeitung unter Anpassung an die menschliche Sehcharakteristik, die eine hohe Auflösung für Leuchtdichte und eine niedrige Farbauflösung hat, sind daher erwünscht. Außerdem ist es auch erwünscht, die Pixelgröße des Flüssigkristallpanels an das Signal anzupassen und eine einfache Verarbeitung der Bildsynthese zu erreichen.

[0158] Eine weitere Aufgabe ist die Lösung eines Problems, das mit dem Verhältnis von Länge zu Breite des Panels zusammenhängt. Da, wie oben gesagt, der Querschnitt des Strahlengangs der Lichtquelle im allgemeinen kreisförmig ist, wird der Nutzungswirkungsgrad der Lichtquelle im Fall des hochauflösenden Fernsehens, dessen Verhältnis von Länge zu Breite groß und beispielsweise 9 : 16 ist, sehr stark verringert.

[0159] Der Nutzungswirkungsgrad eines quadratischen Panels ist zwar 64%, aber derjenige im Fall von 9 : 16 ist 54%.

[0160] Außerdem soll im Fall der Verwendung eines kleineren Panels, etwa des TFT-Flüssigkristallpanels aus dem polykristallinen Si, die Form derart sein, daß zur Kostensenkung möglichst viele Panels von einer Quarzplatte abgenommen werden können.

[0161] Es ist daher ideal, das Verhältnis von Länge zu Breite des Panels unter Berücksichtigung der vorstehenden Aspekte und nicht auf der Basis des Bildsignals zu bestimmen.

[0162] Zusammenfassend ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Projektionsvorrichtung bereitzustellen, die aus einer kleinen Zahl von Komponenten besteht und kompakt ist und deren Aufbau an die menschliche Sehcharakteristik angepaßt ist, wobei ein hochpräzises projiziertes Bild realisiert werden kann.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0163] Diese Aufgabe wird durch die Bilderzeugungsvorrichtung gemäß Anspruch 1 oder 3 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0164] Eine Bilderzeugungsvorrichtung gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung weist ein Farbverarbeitungsteil und ein Polarisationsverarbeitungsteil auf.

[0165] Das Farbverarbeitungsteil weist folgendes auf:

(a) ein Wellenlängentrennmodul, das folgendes aufweist:
eine erste Reflexionsoberfläche zum Reflektieren von Licht mit einer ersten Wellenlänge und eine zweite Reflexionsoberfläche, die die erste Reflexionsoberfläche kreuzt und Licht mit einer zweiten Wellenlänge reflektiert,
zur Abgabe von drei Arten von Licht durch Reflektieren der Lichtarten mit der ersten Wellenlänge und der zweiten Wellenlänge und Durchlassen von Licht mit einer anderen Wellenlänge;
(b) einen ersten, zweiten und dritten Lichtmodulator zum jeweiligen Modulieren der drei Lichtarten, die von dem Wellenlängentrennmodul abgegeben werden, und zur jeweiligen Abgabe der von dem ersten, zweiten und dritten Lichtmodulator modulierten drei Lichtarten;
(c) ein Wellenlängensynthetisierungsmodul, das folgendes aufweist: eine erste Reflexionsoberfläche zum Reflektieren von Licht, das von den Eingangslichtarten die erste Wellenlänge hat, und eine zweite Reflexionsoberfläche zum Reflektieren von Licht, das von den Eingangslichtarten die zweite Wellenlänge hat,
zur Eingabe der von dem ersten, zweiten und dritten Lichtmodulator modulierten drei Lichtarten zum Synthetisieren der drei Lichtarten, um ein Bild zu erzeugen, indem die Lichtarten mit der ersten Wellenlänge und der zweiten Wellenlänge reflektiert werden und Licht mit der anderen Wellenlänge durchgelassen wird, und zur Abgabe von synthetisiertem Licht, das durch Synthetisieren der drei Lichtarten erzeugt ist;
(d) ein Verbindungsmodul für einen ersten Strahlengang zum Einstellen eines ersten Strahlengangs zwischen dem Wellenlängentrennmodul und dem Wellenlängensynthetisierungsmodul, wobei das Polarisationsverarbeitungsteil folgendes aufweist:
(e) ein Polarisationstrennmodul zum Eingeben von Licht, zum Trennen des Lichts in ein erstes Licht und ein zweites Licht, dessen Polarisationsrichtungen verschieden sind, und zum Abgeben des ersten Lichts an das Wellenlängentrennmodul;
(f) einen vierten Lichtmodulator zum Eingeben des zweiten Lichts und eines Bildsignals, zum Modulieren des Polarisationszustands des zweiten Eingangslichts auf der Basis des Bildsignals, und zum Abgeben von moduliertem Licht, das durch Modulation des Polarisationszustands des zweiten Eingangslichts auf der Basis des Bildsignals erzeugt worden ist;
(g) ein Polarisationssynthetisierungsmodul zum

Eingeben des synthetisierten Lichts, das von dem Wellenlängensynthetisierungsmodul abgegeben wird, und des modulierten Lichts, das von dem vierten Lichtmodulator abgegeben wird, und zum Synthetisieren der Lichtarten, um ein Bild zu erzeugen; und

(h) ein Verbindungsmodul für einen zweiten Strahlengang, das zwischen dem Polarisationstrennmodul und dem Polarisationssynthetisierungsmodul angeordnet ist, zum Einstellen eines zweiten Strahlengangs, um das zweite Licht aus dem

[0166] Polarisationstrennmodul durch den vierten Lichtmodulator zu dem Polarisationssynthetisierungsmodul zu leiten.

[0167] Eine Bilderzeugungsvorrichtung gemäß einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung weist ein Farbverarbeitungsteil und ein Polarisationsverarbeitungsteil auf. Das Farbverarbeitungsteil weist folgendes auf:

(a) ein Wellenlängentrennmodul, das folgendes aufweist:

eine erste Reflexionsoberfläche zum Reflektieren von Licht mit einer ersten Wellenlänge und eine zweite Reflexionsoberfläche, die die erste Reflexionsoberfläche kreuzt und Licht mit einer zweiten Wellenlänge reflektiert,

zur Abgabe von drei Arten von Licht durch Reflektieren der Lichtarten mit der ersten Wellenlänge und der zweiten Wellenlänge und Durchlassen von Licht mit einer anderen Wellenlänge;

(b) einen ersten, zweiten und dritten Lichtmodulator zum jeweiligen Modulieren der drei Lichtarten, die von dem Wellenlängentrennmodul abgegeben werden, und zur jeweiligen Abgabe der von dem ersten, zweiten und dritten Lichtmodulator modulierten drei Lichtarten;

(c) ein Wellenlängensynthetisierungsmodul, das folgendes aufweist: eine erste Reflexionsoberfläche zum Reflektieren von Licht, das von den Eingangslichtarten die erste Wellenlänge hat, und eine zweite Reflexionsoberfläche zum Reflektieren von Licht, das von den Eingangslichtarten die zweite Wellenlänge hat,

zur Eingabe der von dem ersten, zweiten und dritten Lichtmodulator modulierten drei Lichtarten zum Synthetisieren der drei Lichtarten, um ein Bild zu erzeugen, indem die Lichtarten mit der ersten Wellenlänge und der zweiten Wellenlänge reflektiert werden und Licht mit der anderen Wellenlänge durchgelassen wird, und zur Abgabe von synthetisiertem Licht, das durch Synthetisieren der drei Lichtarten erzeugt ist;

(d) mindestens eine Sammellinse zwischen dem Wellenlängentrennmodul und dem Wellenlängensynthetisierungsmodul; und

(e) ein Verbindungsmodul für den ersten Strahlengang zum Einstellen eines Strahlengangs, der die mindestens eine Sammellinse aufweist, zwischen dem Wellenlängentrennmodul und dem Wellenlängensynthetisierungsmodul.

Das Polarisationsverarbeitungsteil weist folgendes auf:

(f) ein Polarisationstrennmodul zum Eingeben von Licht, zum Trennen des Lichts in ein erstes Licht und ein zweites Licht, dessen Polarisationsrichtungen verschieden sind, und zum Abgeben des ersten Lichts an das Wellenlängentrennmodul;

(g) einen vierten Lichtmodulator zum Eingeben des zweiten Lichts und eines Bildsignals, zum Modulieren des Polarisationszustands des zweiten Eingangslichts auf der Basis des Bildsignals, und zum Abgeben von moduliertem Licht, das durch Modulation des Polarisationszustands des zweiten Eingangslichts auf der Basis des Bildsignals erzeugt worden ist;

(h) ein Polarisationssynthetisierungsmodul zum Eingeben des synthetisierten Lichts, das von dem Wellenlängensynthetisierungsmodul abgegeben wird, und des modulierten Lichts, das von dem vierten Lichtmodulator abgegeben wird, und zum Synthetisieren der Lichtarten, um ein Bild zu erzeugen; und

(i) ein Verbindungsmodul für einen zweiten Strahlengang, das zwischen dem Polarisationstrennmodul und dem Polarisationssynthetisierungsmodul angeordnet ist, zum Einstellen eines zweiten Strahlengangs, um das zweite Licht aus dem Polarisationstrennmodul durch den vierten Lichtmodulator zu dem Polarisationssynthetisierungsmodul zu leiten.

[0168] Eine Bilderzeugungsvorrichtung gemäß einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung weist ein Farbverarbeitungsteil, ein Polarisationsverarbeitungsteil und eine Projektionslinse zum Projizieren eines Bilds auf einen Bildschirm auf.

[0169] Das Farbverarbeitungsteil weist folgendes auf:

(a) einen ersten, zweiten und dritten Lichtmodulator zur Farbanzeige;

(b) ein Wellenlängentrennmodul, das an der Lichteingangsseite des ersten, zweiten und dritten Lichtmodulators angeordnet ist, zum Eingeben von Licht, zum Trennen des Lichts in drei Arten von Licht, nämlich ein erstes Licht, ein zweites Licht und ein drittes Licht, und zum Abgeben der drei Lichtarten an den ersten, zweiten und dritten Lichtmodulator;

(c) ein Wellenlängensynthetisierungsmodul, das an der Lichtausgangsseite des ersten, zweiten und dritten Lichtmodulators angeordnet ist, zum Eingeben der drei Lichtarten von dem ersten, zweiten und dritten Lichtmodulator, zum Synthetisieren der drei Lichtarten, um synthetisiertes Licht als Bild zu erzeugen, und zum Ausgeben des Bilds; und

(d) ein Verbindungsmodul für einen ersten Strahlengang, das einen Umlenkspiegel aufweist, zum Einstellen der Strahlengänge zwischen dem Wel-

lenlängentrennmodul und dem ersten, zweiten und dritten Lichtmodulator und zwischen dem Wellenlängensynthetisierungsmodul und dem ersten, zweiten und dritten Lichtmodulator.

Das Polarisationsverarbeitungsteil weist folgendes auf:

(e) ein Polarisationstrennmodul zum Eingeben von Licht, zum Trennen des Lichts in ein erstes Licht und ein zweites Licht, deren Polarisationsrichtungen verschieden sind, und zum Abgeben des ersten Lichts an das Wellenlängentrennmodul;

(f) einen vierten Lichtmodulator zum Eingeben des zweiten Lichts und eines Bildsignals, zum Modulieren des Polarisationszustands des zweiten Eingangslichts auf der Basis des Bildsignals, und zum Abgeben von moduliertem Licht, das durch Modulation des Polarisationszustands des zweiten Eingangslichts auf der Basis des Bildsignals erzeugt ist;

(g) ein Polarisationssynthetisierungsmodul zum Eingeben des synthetisierten Lichts, das von dem Wellenlängensynthetisierungsmodul abgegeben wird, und des modulierten Lichts, das von dem vierten Lichtmodulator abgegeben wird, und zum Synthetisieren der Lichtarten, um ein Bild zu erzeugen; und

(h) ein Verbindungsmodul für einen zweiten Strahlengang, das zwischen dem Polarisationstrennmodul und dem Polarisationssynthetisierungsmodul angeordnet ist, zum Einstellen eines zweiten Strahlengangs, um das zweite Licht aus dem Polarisationstrennmodul durch den vierten Lichtmodulator zu dem Polarisationssynthetisierungsmodul zu leiten,

wobei die Bilderzeugungsvorrichtung das Bild von dem Wellenlängensynthetisierungsmodul an einer Bilderzeugungsposition erzeugt, deren Abstand von der Projektionslinse gleich dem Abstand zwischen der Projektionslinse und dem vierten Lichtmodulator ist, wobei die Bilderzeugungsposition in einem Strahlengang zwischen dem Wellenlängensynthetisierungsmodul und der Projektionslinse liegt.

[0170] Eine Bilderzeugungsvorrichtung gemäß einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung weist einen Lichtmischer auf. Der Lichtmischer weist folgendes auf:

(a) ein erstes Filter zum Reflektieren des Lichts mit der ersten Wellenlänge;

(b) ein zweites Filter, das das erste Filter kreuzt, zum Reflektieren des Lichts mit der zweiten Wellenlänge; und

(c) ein drittes Filter, das sowohl das erste Filter als auch das zweite Filter diagonal kreuzt, zum Reflektieren von Licht mit einer bestimmten Polarisationsrichtung, und zum Durchlassen von Licht mit einer anderen Polarisationsrichtung.

[0171] Eine Bilderzeugungsvorrichtung gemäß einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung weist ein Farbverarbeitungsteil auf. Das Farbverarbeitungsteil weist folgendes auf:

(a) ein Wellenlängentrennmodul, das folgendes aufweist: eine erste Reflexionsoberfläche zum Reflektieren von Licht mit einer ersten Wellenlänge und eine zweite Reflexionsoberfläche, die die erste Reflexionsoberfläche kreuzt und Licht mit einer zweiten Wellenlänge reflektiert, zur Abgabe von drei Arten von Licht durch Reflektieren der Lichtarten mit der ersten Wellenlänge und der zweiten Wellenlänge und Durchlassen von Licht mit einer anderen Wellenlänge;

(b) einen ersten, zweiten und dritten Lichtmodulator zum jeweiligen Modulieren der drei Lichtarten, die von dem Wellenlängentrennmodul abgegeben werden, und zur jeweiligen Abgabe der von dem ersten, zweiten und dritten Lichtmodulator modulierten drei Lichtarten;

(c) ein Wellenlängensynthetisierungsmodul, das folgendes aufweist: eine erste Reflexionsoberfläche zum Reflektieren von Licht, das von den Eingangslichtarten die erste Wellenlänge hat, und eine zweite Reflexionsoberfläche, die die erste Reflexionsoberfläche in einer Diagonalen zu der ersten Reflexionsoberfläche kreuzt, zum Reflektieren von Licht, das von den Eingangslichtarten die zweite Wellenlänge hat, zur Eingabe der von dem ersten, zweiten und dritten Lichtmodulator modulierten drei Lichtarten, und zum Synthetisieren der drei Lichtarten, um ein Bild zu erzeugen, indem die Lichtarten mit der ersten Wellenlänge und der zweiten Wellenlänge reflektiert werden und Licht mit der anderen Wellenlänge durchgelassen wird, wobei das Wellenlängensynthetisierungsmodul von jeder Richtung der dreidimensionalen Richtungen des Wellenlängentrennmoduls versetzt positioniert ist; und

(d) ein Verbindungsmodul zum Einstellen eines Strahlengangs zwischen dem Wellenlängentrennmodul und dem Wellenlängensynthetisierungsmodul.

[0172] Weitere Ziele, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachstehenden Beschreibung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen.

[0173] Im Folgenden wird der Ausdruck "der vorliegenden Erfindung" auch im Zusammenhang mit speziellen Merkmalen der beschriebenen Vorrichtung verwendet, die im Rahmen der Erfindung gemäß der Definition in den Nebenansprüchen 1 und 3 verwendet werden können. Dieser Ausdruck sollte nicht als solche Ausführungsformen der Erfindung definierend interpretiert werden, die vom Umfang dieser Ansprüche nicht umfaßt sind.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0174] **Fig.** 1 zeigt eine Konfiguration einer Bilderzeugungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0175] **Fig.** 2 zeigt eine Charakteristik des von der Wellenlänge abhängigen Reflexionsvermögens eines dichroitischen Spiegels zum Reflektieren von rotem Licht in einer Bilderzeugungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0176] **Fig.** 3 zeigt eine von der Wellenlänge abhängige Charakteristik des Reflexionsvermögens eines dichroitischen Spiegels zum Reflektieren von blauem Licht in einer Bilderzeugungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0177] **Fig.** 4 zeigt eine Schnittansicht einer Bilderzeugungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0178] **Fig.** 5 zeigt eine andere Schnittansicht einer Bilderzeugungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0179] **Fig.** 6 zeigt eine weitere Schnittansicht einer Bilderzeugungsvorrichtung der vorliegenden Erfindung;
[0180] **Fig.** 7 zeigt eine Draufsicht auf einen gekreuzten dichroitischen Spiegel gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0181] **Fig.** 8 ist eine Seitenansicht eines Umlenkspiegels gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0182] **Fig.** 9 zeigt ein optisches System gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0183] **Fig.** 10 zeigt eine Konfiguration einer Bilderzeugungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0184] **Fig.** 11 zeigt ein optisches System gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0185] **Fig.** 12 zeigt eine Konfiguration einer Bilderzeugungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0186] **Fig.** 13 zeigt eine andere Konfiguration einer Bilderzeugungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0187] **Fig.** 14 zeigt eine andere Konfiguration einer Bilderzeugungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0188] **Fig.** 15 zeigt eine Konfiguration einer Beleuchtungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0189] **Fig.** 16 zeigt eine andere Konfiguration einer Beleuchtungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0190] **Fig.** 17 zeigt eine andere Konfiguration einer Beleuchtungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0191] **Fig.** 18 zeigt eine andere Konfiguration einer Beleuchtungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0192] **Fig.** 19 zeigt eine andere Konfiguration einer Beleuchtungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0193] **Fig.** 20 zeigt eine andere Konfiguration einer Beleuchtungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0194] **Fig.** 21 zeigt eine andere Konfiguration einer Beleuchtungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0195] **Fig.** 22 zeigt eine andere Konfiguration einer Beleuchtungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0196] **Fig.** 23 zeigt eine andere Konfiguration einer Beleuchtungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0197] **Fig.** 24 zeigt eine andere Konfiguration einer Beleuchtungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0198] **Fig.** 25 zeigt eine andere Konfiguration einer Beleuchtungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0199] **Fig.** 26 zeigt eine andere Konfiguration einer Beleuchtungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0200] **Fig.** 27 zeigt einen Strahlengang einer Beleuchtungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0201] **Fig.** 28 zeigt die Lichtemissionsverteilung einer Gleichstromlampe;
[0202] **Fig.** 29 zeigt eine Konfiguration eines Flüssigkristallprojektors gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0203] **Fig.** 30 zeigt eine Lichttrenncharakteristik eines gekreuzten dichroitischen Prismas;
[0204] **Fig.** 31 zeigt eine andere Lichttrenncharakteristik eines gekreuzten dichroitischen Prismas;
[0205] **Fig.** 32 zeigt eine andere Konfiguration eines Flüssigkristallprojektors gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0206] **Fig.** 33 zeigt eine andere Konfiguration eines Flüssigkristallprojektors gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0207] **Fig.** 34 zeigt eine andere Konfiguration eines Flüssigkristallprojektors gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0208] **Fig.** 35 zeigt ein optisches System eines Flüssigkristallprojektors gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0209] **Fig.** 36 zeigt ein anderes optisches System eines Flüssigkristallprojektors gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0210] **Fig.** 37 zeigt ein Flüssigkristallpanel gemäß der vorliegenden Erfindung, bei dem eine reflexionsmindernde Schicht aufgebracht ist;
[0211] **Fig.** 38 zeigt eine Reflexionscharakteristik einer reflexionsmindernden Schicht gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0212] **Fig.** 39 zeigt ein Flüssigkristallpanel gemäß der vorliegenden Erfindung zur Verhinderung von Übersprechen;
[0213] **Fig.** 40 zeigt ein anderes Flüssigkristallpanel gemäß der vorliegenden Erfindung zur Verhinderung von Übersprechen;

[0214] **Fig.** 41 zeigt eine Konfiguration eines Flüssigkristallprojektors gemäß der vorliegenden Erfindung, wobei ein Flüssigkristallpanel zur Verhinderung von Übersprechen verwendet wird;
[0215] **Fig.** 42 zeigt eine Konfiguration einer Zelle gemäß der vorliegenden Erfindung zur Verhinderung von Übersprechen;
[0216] **Fig.** 43 zeigt eine andere Konfiguration einer Zelle gemäß der vorliegenden Erfindung zur Verhinderung von Übersprechen;
[0217] **Fig.** 44 zeigt eine Konfiguration eines Flüssigkristallprojektors gemäß der vorliegenden Erfindung zur Verhinderung von Übersprechen;
[0218] **Fig.** 45 zeigt einen Flüssigkristallprojektor gemäß der vorliegenden Erfindung, bei dem ein STN-Flüssigkristallpanel und ein TN-Flüssigkristallpanel verwendet werden;
[0219] **Fig.** 46 zeigt einen Flüssigkristallprojektor der Größe A4 gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0220] **Fig.** 47 zeigt einen anderen Flüssigkristallprojektor der Größe A4 gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0221] **Fig.** 48 ist eine Draufsicht auf eine andere Konfiguration eines Flüssigkristallprojektors gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0222] **Fig.** 49 ist eine Seitenansicht einer anderen Konfiguration eines Flüssigkristallprojektors gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0223] **Fig.** 50 ist eine Seitenansicht einer anderen Konfiguration eines Flüssigkristallprojektors gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0224] **Fig.** 51 ist eine Seitenansicht einer anderen Konfiguration eines Flüssigkristallprojektors gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0225] **Fig.** 52 ist eine Seitenansicht einer anderen Konfiguration eines Flüssigkristallprojektors gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0226] **Fig.** 53 ist eine Draufsicht auf eine andere Konfiguration eines Flüssigkristallprojektors gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0227] **Fig.** 54 ist eine Seitenansicht einer anderen Konfiguration eines Flüssigkristallprojektors gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0228] **Fig.** 55 ist ein Verbindungsmodul für einen Strahlengang, wobei gemäß der vorliegenden Erfindung ein Umlenkspiegel mit gekrümmter Oberfläche verwendet wird;
[0229] **Fig.** 56 zeigt ein Wellenlängensynthetisierungsmodul gemäß der vorliegenden Erfindung mit einer Polarisationsschicht;
[0230] **Fig.** 57 zeigt ein Polarisationssynthetisierungsmodul gemäß der vorliegenden Erfindung mit einer Polarisationsschicht;
[0231] **Fig.** 58 zeigt eine andere Konfiguration eines Flüssigkristallprojektors gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0232] **Fig.** 59 zeigt einen Flüssigkristallprojektor gemäß der vorliegenden Erfindung, bei dem ein PDLC-Panel verwendet wird;
[0233] **Fig.** 60 zeigt einen anderen Flüssigkristallprojektor gemäß der vorliegenden Erfindung, bei dem ein PDLC-Panel verwendet wird;
[0234] **Fig.** 61 zeigt ein Polarisationsverarbeitungsteil gemäß der vorliegenden Erfindung, bei dem ein PDLC-Panel verwendet wird;
[0235] **Fig.** 62 zeigt ein anderes Polarisationsverarbeitungsteil gemäß der vorliegenden Erfindung, bei dem ein PDLC-Panel verwendet wird;
[0236] **Fig.** 63 zeigt die Wirkung einer Linse in einer Bilderzeugungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0237] **Fig.** 64 zeigt eine Linse in einer Bilderzeugungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0238] **Fig.** 65 ist ein Blockbild einer Bilderzeugungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0239] **Fig.** 66 ist ein anderes Blockbild einer Bilderzeugungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0240] **Fig.** 67 ist ein anderes Blockbild einer Bilderzeugungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0241] **Fig.** 68 zeigt eine Konfiguration einer Bilderzeugungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung, wobei ein erstes und ein zweites Flüssigkristallpanel für grün verwendet werden;
[0242] **Fig.** 69 zeigt die Beziehung einer Abtastzeile eines ersten Flüssigkristallpanels für grün und eines zweiten Flüssigkristallpanels für grün bei gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0243] **Fig.** 70 zeigt eine andere Konfiguration einer Bilderzeugungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung
[0244] **Fig.** 71 zeigt eine andere Konfiguration einer Bilderzeugungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0245] **Fig.** 72 zeigt eine andere Konfiguration einer Bilderzeugungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0246] **Fig.** 73 zeigt eine andere Konfiguration einer Bilderzeugungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0247] **Fig.** 74 zeigt eine Konfiguration einer Bilderzeugungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung, wobei ein erstes Flüssigkristallpanel, ein zweites Flüssigkristallpanel und ein halbdurchlässiger Spiegel verwendet werden;
[0248] **Fig.** 75 zeigt ein Beispiel eines Lichtmischers gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0249] **Fig.** 76 zeigt ein anderes Beispiel eines Lichtmischers gemäß der vorliegenden Erfindung;
[0250] **Fig.** 77 zeigt eine Konfiguration eines Flüssigkristallprojektors gemäß der vorliegenden Erfindung, bei dem ein Lichtmischer verwendet wird;
[0251] **Fig.** 78 zeigt ein gekreuztes dichroitisches Filter, das in einer Bilderzeugungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet wird;
[0252] **Fig.** 79 zeigt ein anderes gekreuztes dichroitisches Filter, das in einer Bilderzeugungsvorrich-

tung gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet wird;

[0253] **Fig.** 80 zeigt eine Konfiguration einer optischen Einheit einer Bilderzeugungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0254] **Fig.** 81 zeigt eine andere Konfiguration einer optischen Einheit einer Bilderzeugungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0255] **Fig.** 82 zeigt eine optische Einheit einer Bilderzeugungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0256] **Fig.** 83 zeigt die Beziehung der Distanz zwischen einem Flüssigkristallpanel und einer Projektionslinse zu der Bildgröße eines Bildschirms bei gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0257] **Fig.** 84 ist eine Vorderansicht eines Flüssigkristallprojektors gemäß der vorliegenden Erfindung, wobei eine Relaislinse verwendet wird;

[0258] **Fig.** 85 ist eine Seitenansicht eines Flüssigkristallprojektors gemäß der vorliegenden Erfindung, bei dem eine Relaislinse verwendet wird;

[0259] **Fig.** 86 ist eine Perspektivansicht eines Flüssigkristallprojektors gemäß der vorliegenden Erfindung, bei dem eine Relaislinse verwendet wird;

[0260] **Fig.** 87 zeigt ein optisches System eines Flüssigkristallprojektors gemäß der vorliegenden Erfindung, wobei eine Relaislinse verwendet wird;

[0261] **Fig.** 88 zeigt eine andere Konfiguration eines Flüssigkristallprojektors gemäß der vorliegenden Erfindung, bei dem eine Relaislinse verwendet wird;

[0262] **Fig.** 89 zeigt eine andere Konfiguration eines Flüssigkristallprojektors gemäß der vorliegenden Erfindung, bei dem eine Relaislinse verwendet wird;

[0263] **Fig.** 90 zeigt eine andere Konfiguration eines Flüssigkristallprojektors gemäß der vorliegenden Erfindung, bei dem eine Relaislinse verwendet wird;

[0264] **Fig.** 91 zeigt eine andere Konfiguration eines Flüssigkristallprojektors gemäß der vorliegenden Erfindung, bei dem eine Relaislinse verwendet wird;

[0265] **Fig.** 92 zeigt eine andere Konfiguration eines Flüssigkristallprojektors gemäß der vorliegenden Erfindung, bei dem eine Relaislinse verwendet wird;

[0266] **Fig.** 93 zeigt eine andere Konfiguration eines Flüssigkristallprojektors gemäß der vorliegenden Erfindung, bei dem eine Relaislinse verwendet wird;

[0267] **Fig.** 94 zeigt eine andere Konfiguration eines Flüssigkristallprojektors gemäß der vorliegenden Erfindung, bei dem eine Relaislinse verwendet wird;

[0268] **Fig.** 95 zeigt eine andere Konfiguration eines Flüssigkristallprojektors gemäß der vorliegenden Erfindung, bei dem eine Relaislinse verwendet wird;

[0269] **Fig.** 96 zeigt eine andere Konfiguration eines Flüssigkristallprojektors gemäß der vorliegenden Erfindung, bei dem eine Relaislinse verwendet wird;

[0270] **Fig.** 97 zeigt eine andere Konfiguration eines Flüssigkristallprojektors gemäß der vorliegenden Erfindung, bei dem eine Relaislinse verwendet wird;

[0271] **Fig.** 98 zeigt eine Konfiguration eines Flüssigkristallprojektors gemäß der vorliegenden Erfindung, bei dem kein gekreuzter dichroitischer Spiegel verwendet wird;

[0272] **Fig.** 99 zeigt eine Konfiguration eines Flüssigkristallprojektors gemäß der vorliegenden Erfindung, bei dem kein gekreuzter dichroitischer Spiegel verwendet wird;

[0273] **Fig.** 100 zeigt eine Konfiguration eines Flüssigkristallprojektors gemäß der vorliegenden Erfindung, bei dem kein gekreuzter dichroitischer Spiegel verwendet wird;

[0274] **Fig.** 101 zeigt eine Konfiguration eines Flüssigkristallprojektors gemäß der vorliegenden Erfindung, bei dem kein gekreuzter dichroitischer Spiegel verwendet wird;

[0275] **Fig.** 102 zeigt eine Konfiguration eines Flüssigkristallprojektors gemäß der vorliegenden Erfindung, bei dem kein gekreuzter dichroitischer Spiegel verwendet wird;

[0276] **Fig.** 103 zeigt eine Konfiguration eines Flüssigkristallprojektors gemäß der vorliegenden Erfindung, bei dem kein gekreuzter dichroitischer Spiegel verwendet wird;

[0277] **Fig.** 104 zeigt einen Flüssigkristallprojektor gemäß der vorliegenden Erfindung, der wie ein U gebogen ist;

[0278] **Fig.** 105 zeigt einen umgebogenen Flüssigkristallprojektor gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0279] **Fig.** 106 zeigt eine Konfiguration eines Flüssigkristallprojektors gemäß der vorliegenden Erfindung, bei dem kein gekreuzter dichroitischer Spiegel verwendet wird;

[0280] **Fig.** 107 zeigt eine Konfiguration eines Flüssigkristallprojektors gemäß der vorliegenden Erfindung, bei dem kein gekreuzter dichroitischer Spiegel verwendet wird;

[0281] **Fig.** 108 zeigt eine andere Konfiguration eines Flüssigkristallprojektors gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0282] **Fig.** 109 zeigt eine andere Konfiguration eines Flüssigkristallprojektors gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0283] **Fig.** 110 zeigt eine andere Konfiguration eines Flüssigkristallprojektors gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0284] **Fig.** 111 veranschaulicht ein Problem im Fall der Verwendung eines gekreuzten dichroitischen Spiegels bei der vorliegenden Erfindung;

[0285] **Fig.** 112 veranschaulicht im Detail ein Problem im Fall der Verwendung eines gekreuzten dichroitischen Spiegels bei der vorliegenden Erfindung;

[0286] **Fig.** 113 zeigt eine Konfiguration gemäß der vorliegenden Erfindung, bei der ein gekreuzter dichroitischer Spiegel, ein Viertelwellenplättchen und eine Polarisationsschicht verwendet werden;

[0287] **Fig.** 114 zeigt die Wirkung eines gekreuzten dichroitischen Spiegels, eines Viertelwellenplättchens und einer Polarisationsschicht bei der vorliegenden Erfindung;

[0288] **Fig.** 115 zeigt ein anderes Beispiel für den Fall, daß bei der vorliegenden Erfindung ein Viertel-

wellenplättchen und eine Polarisationsschicht verwendet werden;

[0289] **Fig.** 116 zeigt ein anderes Beispiel für den Fall, daß bei der vorliegenden Erfindung ein Viertelwellenplättchen und eine Polarisationsschicht verwendet werden;

[0290] **Fig.** 117 zeigt ein anderes Beispiel für den Fall, daß bei der vorliegenden Erfindung ein Viertelwellenplättchen und eine Polarisationsschicht verwendet werden;

[0291] **Fig.** 118 zeigt eine Konfiguration eines gekreuzten dichroitischen Spiegels und eines Filters bei der vorliegenden Erfindung;

[0292] **Fig.** 119 zeigt eine Charakteristik in dem Fall, daß bei der vorliegenden Erfindung kein Filter verwendet wird;

[0293] **Fig.** 120 zeigt eine Charakteristik in dem Fall, daß bei der vorliegenden Erfindung ein Filter verwendet wird;

[0294] **Fig.** 121 zeigt ein optisches System einer herkömmlichen Flüssigkristallanzeige vom Rückprojektionstyp;

[0295] **Fig.** 122 zeigt ein optisches System einer herkömmlichen Flüssigkristallanzeige vom Frontprojektionstyp;

[0296] **Fig.** 123 zeigt eine Konfiguration eines herkömmlichen Projektors, wobei drei Flüssigkristallpanels verwendet werden;

[0297] **Fig.** 124 zeigt eine andere Konfiguration eines herkömmlichen Projektors, wobei drei Flüssigkristallpanels verwendet werden;

[0298] **Fig.** 125 zeigt eine Konfiguration eines herkömmlichen gekreuzten dichroitischen Spiegels;

[0299] **Fig.** 126 zeigt eine Draufsicht auf einen herkömmlichen gekreuzten dichroitischen Spiegel;

[0300] **Fig.** 127 zeigt einen herkömmlichen Flüssigkristallprojektor;

[0301] **Fig.** 128 zeigt einen anderen herkömmlichen Flüssigkristallprojektor;

[0302] **Fig.** 129 zeigt eine Charakteristik und eine Spezifikation eines herkömmlichen Projektors, wobei ein Flüssigkristallpanel verwendet wird;

[0303] **Fig.** 130 zeigt die Funktionsweise eines herkömmlichen TN-Flüssigkristallpanels;

[0304] **Fig.** 131 zeigt die Funktionsweise eines herkömmlichen TN-Flüssigkristallpanels;

[0305] **Fig.** 132 zeigt die Funktionsgrundlage eines herkömmlichen Flüssigkristallpanels vom Polymerdispersionstyp;

[0306] **Fig.** 133 zeigt eine andere Funktionsgrundlage eines herkömmlichen Flüssigkristallpanels vom Polymerdispersionstyp;

[0307] **Fig.** 134 zeigt eine Projektionsanzeige eines herkömmlichen Flüssigkristallpanels vom Polymerdispersionstyp;

[0308] **Fig.** 135 zeigt ein herkömmliches optisches System, in dem ein Halbwellenplättchen verwendet wird;

[0309] **Fig.** 136 zeigt Charakteristiken von verschiedenen bekannten Lampen als Lichtquelle;

[0310] **Fig.** 137 zeigt die Gewichtung auf der Grundlage der Emissionsform und Emissionsposition einer herkömmlichen Lampe;

[0311] **Fig.** 138 zeigt eine herkömmliche Lichtquelle;

[0312] **Fig.** 139 zeigt eine herkömmliche Beleuchtungseinrichtung mit einem zusätzlichen bzw. Hilfsumlenkspiegel;

[0313] **Fig.** 140 zeigt eine Charakteristik des Eintrittswinkels eines dichroitischen Spiegels;

[0314] **Fig.** 141 zeigt eine Charakteristik des Eintrittswinkels eines dichroitischen Spiegels;

[0315] **Fig.** 142 zeigt eine Charakteristik des Eintrittswinkels eines Polarisationsstrahlteilers;

[0316] **Fig.** 143 zeigt eine Charakteristik des Eintrittswinkels eines Polarisationsstrahlteilers;

[0317] **Fig.** 144 zeigt eine Charakteristik des Eintrittswinkels des Polarisationsstrahlteilers;

[0318] **Fig.** 145 zeigt die Beziehung zwischen der Eintrittswinkelcharakteristik, der Anisotropie der Brechzahl und der Dicke;

[0319] **Fig.** 146 zeigt eine visuelle Charakteristik eines Flüssigkristallpanels;

[0320] **Fig.** 147 verdeutlicht das Übersprechen in einem herkömmlichen Flüssigkristallpanel;

[0321] **Fig.** 148 zeigt die Lichtneigung auf der Basis der Bogenlänge, des Durchmessers des Hauptumlenkspiegels und eines Seitenverhältnisses des Hauptumlenkspiegels;

[0322] **Fig.** 149 zeigt die Lichtneigung auf der Basis der Bogenlänge, des Durchmessers des Hauptumlenkspiegels und eines Seitenverhältnisses des Hauptumlenkspiegels;

[0323] **Fig.** 150 zeigt die Lichtneigung auf der Basis der Bogenlänge, des Durchmessers des Hauptumlenkspiegels und eines Seitenverhältnisses des Hauptumlenkspiegels;

[0324] **Fig.** 151 zeigt ein herkömmliches Lichtquellensystem und Flüssigkristallpanel;

[0325] **Fig.** 152 zeigt ein herkömmliches Lichtquellensystem und Flüssigkristallpanel;

[0326] **Fig.** 153 zeigt verschiedene Beispiele von Parametern eines Teilbildsignals in einem herkömmlichen 4 : 2 : 2-Codiersystem;

[0327] **Fig.** 154 zeigt verschiedene Parameterbeispiele des Bildsignals beim herkömmlichen HDTV;

[0328] **Fig.** 155 zeigt ein Modell der Pixelkonfiguration von verschiedenen herkömmlichen Codiersystemen für ein Teilbildsignal;

[0329] **Fig.** 156 zeigt ein Modell der Pixelkonfiguration von verschiedenen herkömmlichen Codiersystemen für ein Teilbildsignal;

[0330] **Fig.** 157 zeigt ein Modell der Pixelkonfiguration von verschiedenen herkömmlichen Codiersystemen für ein Teilbildsignal;

[0331] **Fig.** 158 ist ein Blockbild der herkömmlichen Signalverarbeitung;

[0332] **Fig.** 159 ist ein Blockbild der herkömmlichen Bilderzeugungsvorrichtung;

[0333] **Fig.** 160 zeigt die Abschattung von Licht;

[0334] **Fig.** 161 zeigt mathematische Ausdrücke zur Erläuterung eines herkömmlichen Systems;
[0335] **Fig.** 162 zeigt mathematische Ausdrücke zur Erläuterung eines herkömmlichen Systems;
[0336] **Fig.** 163 zeigt mathematische Ausdrücke zur Erläuterung eines herkömmlichen Systems;
[0337] **Fig.** 164 zeigt mathematische Ausdrücke zur Erläuterung eines herkömmlichen Systems;
[0338] **Fig.** 165 zeigt mathematische Ausdrücke zur Erläuterung eines herkömmlichen Systems;
[0339] **Fig.** 166 zeigt mathematische Ausdrücke zur Erläuterung eines herkömmlichen Systems;
[0340] **Fig.** 167 zeigt mathematische Ausdrücke zur Erläuterung eines herkömmlichen Systems;
[0341] **Fig.** 168 zeigt mathematische Ausdrücke zur Erläuterung eines herkömmlichen Systems;
[0342] **Fig.** 169 zeigt mathematische Ausdrücke zur Erläuterung eines herkömmlichen Systems;
[0343] **Fig.** 170 zeigt mathematische Ausdrücke zur Erläuterung eines herkömmlichen Systems;
[0344] **Fig.** 171 zeigt mathematische Ausdrücke zur Erläuterung eines herkömmlichen Systems; und
[0345] **Fig.** 172 zeigt mathematische Ausdrücke zur Erläuterung eines herkömmlichen Systems.

GENAUE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

Ausführungsform 1

Ausführungsform 1-1

[0346] Als ein Beispiel eines Flüssigkristallpanels vom Durchlaßtyp wird bei dieser Ausführungsform ein Flüssigkristallpanel vom TN-Typ beschrieben, dessen Verdrehungsbzw. Twistwinkel 90° ist.
[0347] **Fig.** 1 zeigt eine Konfiguration einer Bilderzeugungsvorrichtung der Ausführungsform bei der vorliegenden Erfindung. Ein Flüssigkristallprojektor gemäß der Drei-Panel-Methode, wie er in **Fig.** 1 gezeigt ist, wird als Beispiel der Bilderzeugungsvorrichtung beschrieben. **Fig.** 2 zeigt die Abhängigkeit einer Charakteristik des Reflexionsvermögens eines dichroitischen Spiegels **40a** zur Reflexion von rotem Licht. **Fig.** 3 zeigt die Abhängigkeit einer Charakteristik des Reflexionsvermögens eines dichroitischen Spiegels **40b** zur Reflexion von blauem Licht. **Fig.** 4 ist eine Schnittansicht entlang der Linie A-A in **Fig.** 1. **Fig.** 5 ist eine Schnittansicht entlang der Linie B-B in **Fig.** 1. **Fig.** 6 ist eine Schnittansicht entlang der Linie C-C in **Fig.** 1.
[0348] Der Betrieb der Bilderzeugungsvorrichtung wird unter Bezugnahme auf die **Fig.** 1 bis 6 nachstehend beschrieben. Weißes Ausgangslicht **100** von einem Lichtquellensystem (nicht gezeigt) wird auf einen gekreuzten dichroitischen Spiegel **40** projiziert. (Eine Beleuchtungseinrichtung als Lichtquellensystem für diese Ausführungsform wird noch erläutert.) Wie **Fig.** 7 zeigt, besteht der gekreuzte dichroitische Spiegel **40** aus einem dichroitischen Spiegel **40a** mit einer Oberfläche **40r** zum Reflektieren von rotem Licht und einem dichroitischen Spiegel **40b** mit einer Oberfläche **40s** zum Reflektieren von blauem Licht.
[0349] Die dichroitischen Spiegel **40a** und **40b** sind gekreuzt kombiniert, und ihre reflektierenden Oberflächen **40r** und **40s** verlaufen orthogonal. Die beiden Oberflächen **40r** und **40s** mit aufgebrachter Dünnschicht verlaufen kontinuierlich ohne jeglichen offenen Zwischenraum an ihrer Kreuzungslinie.
[0350] Das Ausgangslicht **100** von dem Lichtquellensystem wird von dem gekreuzten dichroitischen Spiegel **40** in rotes Licht **100R**, grünes Licht **1000** und blaues Licht **100B** getrennt. Das getrennte rote Licht **100R** wird an einem Umlenkspiegel **24** reflektiert, und das reflektierte rote Licht wird durch ein Flüssigkristallpanel **30** für rot (R-LCD) durchgelassen. Bildsignale sind bereits in das Flüssigkristallpanel **30** für rot (R-LCD) eingegeben worden.
[0351] Die Lichtstärke des durchgelassenen roten Lichts **100R** wird in Abhängigkeit von den Bildsignalen gesteuert, d. h. das rote Licht wird lichtmoduliert. Das modulierte Licht wird an einem Umlenkspiegel **27** reflektiert und in einen gekreuzten dichroitischen Spiegel **41** eingegeben. Der gekreuzte dichroitische Spiegel **41** hat die gleiche Konfiguration wie der in **Fig.** 7 gezeigte.
[0352] Das getrennte grüne Licht **1000** wird an einem Umlenkspiegel **26** reflektiert, und das reflektierte grüne Licht wird durch ein Flüssigkristallpanel **31** für grün (G-LCD) durchgelassen. Bildsignale sind in das Flüssigkristallpanel **31** (G-LCD) bereits eingegeben worden. Die Lichtstärke des durchgelassenen grünen Lichts **1000** wird in Abhängigkeit von den Bildsignalen gesteuert, d. h. das Licht wird lichtmoduliert. Das modulierte Licht wird an einem Umlenkspiegel **29** reflektiert und in den gekreuzten dichroitischen Spiegel **41** eingegeben.
[0353] Gleichermaßen wird das getrennte blaue Licht **100B** durch einen Umlenkspiegel **25**, ein Flüssigkristallpanel **32** für blau (B-LCD) und einen Umlenkspiegel **28** in den gekreuzten dichroitischen Spiegel **41** eingegeben.
[0354] Das eingegebene rote Licht **100R**, grüne Licht **1000** und blaue Licht **100B** wird an dem gekreuzten dichroitischen Spiegel **41** synthetisiert, um ein Bild zu erzeugen.
[0355] Wie **Fig.** 8 zeigt, ist auf den Umlenkspiegel **26** eine Polarisationsschicht GL aufgebracht. Polarisationsschichten FL sind ferner auf die Umlenkspiegel **24**, **25**, **27**, **28** und **29** aufgebracht. Die Polarisationsschicht hat die Funktion eines Polarisators für die Flüssigkristallpanels **30**, **31** und **32** (R-LCD, G-LCD, B-LCD).
[0356] Unter Bezugnahme auf die **Fig.** 4 und 9 wird nun ein optisches System der Ausführungsform erläutert. In dem Fall, daß der Durchmesser eines Hauptumlenkspiegels **11** Dm und der Durchmesser einer Projektionslinse **50** Dz ist, ist die Größe des Durchmessers Dm oder Dz größer als die Größe des gekreuzten dichroitischen Spiegels **40** oder **41** oder

des Flüssigkristallpanels.

[0357] Daher ist, wie **Fig.** 4 zeigt, für den Flüssigkristallprojektor ein Abstandselement mit einer Höhe H1 vorgesehen. Die Höhe H1 des Abstandselements ist so eingestellt, daß der Hauptumlenkspiegel **11** und die Projektionslinse **50** strukturell innerhalb des Kastens des Flüssigkristallprojektors sind. Die Höhe H1 ist ferner so eingestellt, daß der Strahlengang für die Eingabe und der Strahlengang für die Ausgabe einander nicht stören.

[0358] Jedes der Flüssigkristallpanels ist in der Mitte der Höhe H1 des Abstandselements angebracht. Somit sind die optischen Weglängen von der Lichtquelle zu jedem der Flüssigkristallpanels gleich. Die optischen Weglängen von jedem der Flüssigkristallpanels zu der Projektionslinse **50** sind ebenfalls gleich. Jedes Flüssigkristallpanel ist in der Mitte des Strahlengangs von der Lichtquelle zu der Projektionslinse **50** vorgesehen.

[0359] **Fig.** 9 zeigt die Konfiguration des in **Fig.** 4 gezeigten optischen Systems.

[0360] Das Ausgangslicht **100** von dem Hauptumlenkspiegel bildet einen konischen Lichtstrom, so daß es an dem Flüssigkristallpanel **31** gesammelt wird. Das Ausgangslicht **100** wird in das Flüssigkristallpanel **31** durch den gekreuzten dichroitischen Spiegel **40** eingegeben. Das in dem Flüssigkristallpanel **31** modulierte Licht wird so ausgegeben, daß es sich konisch ausbreitet. Dieses Licht gelangt durch den gekreuzten dichroitischen Spiegel **41** zu der Projektionslinse **50**. Dabei ist eine Charakteristik der Ausführungsform, daß ein konischer Lichtstrom abgestrahlt wird und der Lichtstrom an dem Flüssigkristallpanel gesammelt wird.

[0361] Durch Projektion des konischen Lichtstroms auf das Flüssigkristallpanel kann das Licht wirkungsvoll genutzt werden. Außerdem kann die oben angegebene strukturelle Differenz überwunden werden, daß nämlich die Größe des Hauptumlenkspiegels oder der Projektionslinse größer als die Größe des gekreuzten dichroitischen Spiegels **40** oder **41** oder des Flüssigkristallpanels **30**, **31** oder **32** ist.

[0362] Die Flüssigkristallpanels werden als Lichtmodulatoren verwendet. Die Pixelgröße des Flüssigkristallpanels **31** für grün ist bei dieser Ausführungsform kleiner als die Pixelgröße der beiden anderen Flüssigkristallpanels **30** und **32** für rot und blau. Die Bandbreite für das grüne Bildsignal ist bei dieser Ausführungsform breiter als die für das Bildsignal der anderen Farben. Nachstehend wird der Grund hierfür erläutert.

[0363] Das menschliche Auge hat eine solche Sehcharakteristik, daß die erkennbare Auflösung für die Helligkeit hoch und die erkennbare Auflösung für Farben niedrig ist. Die folgenden beiden Beispiele betreffen den Flüssigkristallprojektor, der die menschliche Sehcharakteristik nutzt, so daß ein sehr schönes Bild erhalten wird.

[0364] Das erste Beispiel ist eine Methode, bei der die Lichtmodulatoreinrichtung aus einem Lichtmodulator für das Leuchtdichtesignal und einem Lichtmodulator für das Farbsignal besteht. (Eine Projektionsvorrichtung, die diese Methode anwendet, wurde am 27. April 1994 von der gleichen Anmelderin wie im vorliegenden Fall beim japanischen Patentamt eingereicht. Die JP-Patentanmeldungsnummer ist 6-89354.)

[0365] Das zweite Beispiel ist eine Methode, bei der eine Lichtmodulatoreinrichtung aus einem Lichtmodulator für das grüne Farbsignal und einem Lichtmodulator für das rote Farbsignal und das blaue Farbsignal besteht. Der Lichtmodulator für das grüne Farbsignal moduliert das grüne Licht von der vorgenannten Lichttrenneinrichtung auf der Basis eines grünen Farbsignals in eingegebenen Bildsignalen. Der Lichtmodulator für das rote Farbsignal und das blaue Farbsignal moduliert rotes Licht oder blaues Licht von der vorgenannten Lichttrenneinrichtung auf der Basis eines roten Farbsignals oder blauen Farbsignals in eingegebenen Bildsignalen.

[0366] Außerdem weist diese Projektionsvorrichtung die nachstehenden Charakteristiken auf. Die Pixelgröße des Lichtmodulators für das rote Farbsignal und das blaue Farbsignal ist größer als die des Lichtmodulators für das grüne Farbsignal. Die Frequenzbandbreite des grünen Farbsignals ist breiter als die des roten oder des blauen Farbsignals. (Eine Projektionsvorrichtung, die diese Methode anwendet, wurde von der vorliegenden Anmelderin am 1. Dezember 1994 beim japanischen Patentamt eingereicht. Die JP-Patentanmeldungsnummer ist 6-298462.)

[0367] In der Konfiguration dieser Ausführungsform ist die Pixelgröße der Lichtmodulatoreinrichtung für das grüne Farbsignal kleiner als die der Lichtmodulatoreinrichtung für das rote Farbsignal und das blaue Farbsignal. Das heißt, die Auflösung des Flüssigkristallpanels für grün ist höher als die Auflösung der anderen Flüssigkristallpanels für rot und blau. Die Frequenzbandbreite des grünen Farbsignals ist breiter als die des roten Farbsignals oder des blauen Farbsignals. Der Grund für die Wahl von grün basiert auf einer Charakteristik des menschlichen Auges, das für grüne Information empfindlicher ist als für rote oder blaue Information.

[0368] Es ist nicht notwendig, für alle drei Farben eine hohe Auflösung einzustellen. Der Grund hierfür wird nachstehend beschrieben.

[0369] Auch wenn alle drei Farben rot, grün und blau hohe Auflösung haben, kann die menschliche Sehcharakteristik ihre hohe Auflösung nicht erkennen, weil diese Farbsignale einen übermäßigen Wirkungsgrad haben. Es ist also nicht erforderlich, für alle drei Farben eine hohe Auflösung einzustellen. Zum Erhalt eines schönen Bilds genügt es dem menschlichen Auge, hochpräzise Bilddaten für wenigstens eines der drei Farbsignale zu haben.

[0370] Was das Flüssigkristallpanel betrifft, so ist nur ein Flüssigkristallpanel mit hoher Auflösung notwendig zur Entsprechung mit den hochpräzisen Bilddaten, und für die anderen Farben können Flüssig-

kristallpanels mit niedriger Auflösung verwendet werden.

[0371] Wenn die Auflösung des Flüssigkristallpanels hoch gemacht wird, führt dies zu erhöhten Kosten, weil die Panelherstellungsrate niedrig wird, wenn eine hohe Auflösung für das Flüssigkristallpanel erforderlich ist. Außerdem führt die Erhöhung der Auflösung zu einer Helligkeitsabnahme des Bilds, weil der Aperturwirkungsgrad des Panels abnimmt.

[0372] Bei dieser Methode wird die Zahl der Flüssigkristallpanels mit hoher Auflösung auf möglichst wenige beschränkt, und eine Vorrichtung, die an ein Signalband angepaßt ist, kann durch Verwendung des Flüssigkristallpanels mit niedriger Auflösung gebildet werden. Diese Methode eignet sich daher zum Erhalt eines kostengünstigen und für die Praxis geeigneten Projektors.

[0373] Gegenüber dem Fall, daß alle drei Farben mit hoher Auflösung dargestellt werden, kann die Datenmenge für ein Bildsignal verringert werden, ohne daß das Gefühl einer verschlechterten Bildgüte entsteht.

[0374] Das Ergebnis ist, daß die Gesamtgröße der Bilderzeugungsvorrichtung proportional zu der Größenverringerung des Flüssigkristallpanels kompakt gemacht werden kann.

[0375] Wie oben gesagt, brauchen nicht sämtliche Flüssigkristallpanels den gleichen Wirkungsgrad zu haben. Daher kann eine Auswahlmethode für das Flüssigkristallpanel auf der Basis eines abgestuften Prüfstandards in Betracht gezogen werden.

[0376] Der abgestufte Prüfstandard bedeutet, daß ein Prüfstandard des Flüssigkristallpanels so vorgegeben ist, daß er in der Reihenfolge grün, rot und blau niedriger wird.

[0377] Konkret ist jeder kritische Wert der Panelausbeute im Herstellungsprozeß strikt in der Reihenfolge grün, rot und blau definiert. Dabei werden Flüssigkristallhanels für grün auf der Basis des kritischen Werts der Panelausbeute für grün ausgewählt, der besonders strikt definiert ist. Dann werden die Flüssigkristallpanels für rot auf der Basis des kritischen Werts der Panelausbeute für rot ausgewählt, der niedriger als die Panelausbeute für grün definiert ist. Flüssigkristallpanels für blau werden auf der Basis des kritischen Werts der Panelausbeute für blau ausgewählt, der am niedrigsten definiert ist.

[0378] In einem tatsächlichen Flüssigkristallpanel-Herstellungsprozeß und einem Prüfprozeß des hergestellten Flüssigkristallpanels werden die Panels zuerst auf der Basis des Prüfstandards des Flüssigkristallpanels für blau geprüft, der der niedrigste Standard ist. Panels, die dem Prüfstandard für Flüssigkristallpanels für blau nicht entsprechen, werden nicht verwendet, weil sie fehlerhaft sind.

[0379] Zweitens werden Panels auf der Basis des Prüfstandards der Flüssigkristallpanels für rot ausgewählt. Panels, die dem Prüfstandard der Flüssigkristallpanels für rot nicht genügen, werden als Flüssigkristallpanels für blau verwendet.

[0380] Drittens werden Panels auf der Basis des Prüfstandards der Flüssigkristallpanels für grün ausgewählt. Panels, die dem Prüfstandard der Flüssigkristallpanels für grün nicht genügen, werden als Flüssigkristallpanels für rot verwendet. Panels, die dem Prüfstandard für Flüssigkristallpanel für grün genügen, werden als Flüssigkristallpanel für grün verwendet.

[0381] Der kritische Wert der Panelausbeute kann in Abhängigkeit von der vorher erwähnten menschlichen Sehcharakteristik definiert werden.

[0382] Bei der Bilderzeugungsvorrichtung der vorliegenden Ausführungsform sind ein rotes Licht reflektierender dichroitischer Spiegel für die Lichttrennung und ein rotes Licht reflektierender dichroitischer Spiegel für die Lichtsynthese in der gleichen Ebene installiert. Außerdem sind ein blaues Licht reflektierender dichroitischer Spiegel für die Lichttrennung und ein blaues Licht reflektierender dichroitischer Spiegel für die Lichtsynthese in der gleichen Ebene installiert. Somit kann eine kompakte Konstruktion realisiert werden.

[0383] Jedes Flüssigkristallpanel ist in bezug auf sowohl den rotes Licht reflektierenden dichroitischen Spiegel als auch den blaues Licht reflektierenden dichroitischen Spiegel vertikal angebracht, so daß die Konstruktion ebenfalls kompakt wird.

[0384] Jedes Flüssigkristallpanel ist in der gleichen Ebene installiert, die in bezug auf den gekreuzten dichroitischen Spiegel vertikal ist. Der gekreuzte dichroitische Spiegel liegt in der Mitte der Flüssigkristallpanels. Somit sind die optischen Weglängen von der Lichtquelle zu jedem der Flüssigkristallpanels gleich.

[0385] Im Vergleich mit der Konfiguration des herkömmlichen optischen Systems kann die optische Weglänge von der Lampe verringert sein. Das heißt, Die in das Flüssigkristallpanel eingegebene Lichtmenge kann erhöht werden, so daß das Bild hell wird.

[0386] Die optischen Weglängen von jedem der Flüssigkristallpanels zu dem Ort der Lichtsignalsynthetisierung (d. h. einer Spiegelfläche des gekreuzten dichroitischen Spiegels) sind ebenfalls gleich, so daß das Bild schön ist und scharf abgebildet wird.

[0387] Der optische Weg ist durch die sechs Umlenkspiegel gebildet, die den gekreuzten dichroitischen Spiegel und die drei Flüssigkristallpanels umgeben. Da die Polarisationsschicht FL auf die sechs Umlenkspiegel **24** bis **29** aufgebracht ist, ist es nicht notwendig, einen Polarisator zusätzlich an dem Flüssigkristallpanel auszubilden. Wie oben gesagt, ist der Polarisator nicht so wärmebeständig wie das Flüssigkristallpanel. Da die Polarisationsschicht FL bei der vorliegenden Ausführungsform auf die Umlenkspiegel **24** bis **29** aufgebracht ist, können die Umlenkspiegel als Wärmeabstrahlungsmittel dienen, was dazu führt, daß der Nachteil der Warmfestigkeit der Polarisationsschicht überwunden werden kann.

[0388] Da jeder Umlenkspiegel unter 45° in bezug auf jedes Flüssigkristallpanel angebracht ist, kann

bei dieser Ausführungsform die Größe einer Seite der auf den Umlenkspiegel aufgebrachten Polarisationsschicht 1,4 mal so groß wie diejenige der Polarisationsschicht sein, die auf das Flüssigkristallpanel aufgebracht ist. Daher wird der Wärmeabstrahlungs-Wirkungsgrad weiter verbessert. Wie **Fig.** 8 zeigt, wird das Licht durch die Polarisationsschicht FL durchgelassen und gelangt von einer vorderen Oberfläche des Umlenkspiegels in diesen und wird dann an der anderen Oberfläche des Umlenkspiegels reflektiert und tritt aus diesem durch die Polarisationsschicht aus, die auf die vordere Oberfläche des Umlenkspiegels aufgebracht ist.

[0389] Da das Licht zweimal durch die Polarisationsschicht durchgelassen wird, und zwar wenn es in den Umlenkspiegel eintritt und wenn es aus diesem austritt, kann der Polarisationseffekt doppelt so groß wie der Polarisationseffekt in dem Fall sein, in dem es nur einmal durch die Polarisationsschicht durchgelassen wird. Somit kann die Dicke der Polarisationsschicht auf eine Sekunde verringert werden. Im allgemeinen gilt, daß der Polarisationswirkungsgrad um so besser wird, je dünner der Polarisator ist, und dies ist einer der Vorteile der vorliegenden Ausführungsform.

[0390] Da außerdem die durch die Wärme hervorgerufene Verschlechterung des Polarisators vermindert werden kann, kann die Standzeit der Komponenten verlängert werden. Da die Flüssigkristallpanels mit niedriger Auflösung für rot und blau verwendet werden, kann eine praktikable und kostengünstige Bilderzeugungsvorrichtung realisiert werden. Der bisherige Nachteil, daß die Lichtquellenleistung nicht sehr hoch sein darf, weil die Polarisationsplatte erwärmt wird, kann überwunden werden.

[0391] Somit kann ein Flüssigkristallprojektor realisiert werden, der ein helles Bild ergibt. Der Flüssigkristallprojektor kann selbst unter sehr heller Beleuchtung verwendet werden, ohne daß die Raumbeleuchtung vermindert werden muß. Herkömmlich wird die Beleuchtung vermindert.

[0392] Da bei der vorliegenden Ausführungsform der keine Verbindungsstellen aufweisende gekreuzte dichroitische Spiegel gemäß **Fig.** 7 verwendet wird, wird auf den Bildschirm auch dann keine Verbindungsstelle des gekreuzten dichroitischen Spiegels projiziert, wenn der Abstand zwischen dem Flüssigkristallpanel und des gekreuzten dichroitischen Spiegel für die Lichtsynthese klein wird. Der bisherige Nachteil, daß die Verbindungsstelle des gekreuzten dichroitischen Spiegels auf den Bildschirm projiziert wird, kann überwunden werden.

[0393] Da bei der vorliegenden Ausführungsform das Abstandselement mit einer Höhe H1 vorgesehen ist, kann jede Komponente ohne jede Ungleichmäßigkeit selbst dann angeordnet sein, wenn der Hauptumlenkspiegel einer Beleuchtungseinrichtung groß oder der Durchmesser der Projektionslinse groß ist.

[0394] Bei einem bekannten Verfahren wird der gekreuzte dichroitische Spiegel zweistufig angeordnet, um den Flüssigkristallprojektor zu bauen. Die nachstehenden Aspekte des Flüssigkristallprojektors der vorliegenden Ausführungsform sind von dem herkömmlichen Flüssigkristallprojektor stark verschieden. Die optischen Weglängen für rot, grün und blau von dem in den Flüssigkristallprojektor eintretenden Licht zu dem aus dem Flüssigkristallprojektor austretenden Licht sind gleich, und jedes Flüssigkristallpanel ist in der Mitte jedes optischen Wegs angeordnet.

[0395] Bei dem Flüssigkristallprojektor mit der Konfiguration der vorliegenden Ausführungsform wird die Anordnung des gekreuzten dichroitischen Spiegels und des Flüssigkristallpanels in der angegebenen Reihenfolge bedacht, um einen idealen optischen Weg zu verwirklichen. Insbesondere ist es eine besondere Charakteristik der vorliegenden Ausführungsform, daß sie eine Konfiguration hat, bei der das optische System vorgesehen ist, das das Flüssigkristallpanel in der Mitte der gesamten optischen Wege hat.

Ausführungsform 1-2

[0396] **Fig.** 10 zeigt die Konfiguration der Bilderzeugungsvorrichtung einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0397] Ein Polarisationsstrahlteiler (PBS) **47** ist vorgesehen, wie **Fig.** 10 zeigt. Da der Polarisationsstrahlteiler **47** als der Polarisator verwendet wird, ist auf die Umlenkspiegel **24**, **25**, **26**, **27**, **28** und **29** keine Polarisationsschicht aufgebracht. Da der PBS **47** vorgesehen ist, ist es außerdem möglich, die Richtung der Eingabe des Ausgangslichts **100** von dem Hauptumlenkspiegel und die Richtung des Ausgangslichts **500** von dem Flüssigkristallprojektor so einzustellen, daß sie verschieden sind. Daher ist das Abstandselement mit der Höhe H1 gemäß **Fig.** 1 nicht vorgesehen. Es ist auch akzeptabel, das Abstandselement mit der Höhe H1 bei der vorliegenden Ausführungsform vorzusehen. Da die übrigen Konstruktionselemente denen der Bilderzeugungsvorrichtung von **Fig.** 1 gleichen, entfällt eine erneute Erläuterung.

[0398] Bei der vorliegenden Ausführungsform wird der Polarisationsstrahlteiler (PBS) **47** als Polarisator verwendet. Der Polarisationsstrahlteiler trennt unter Polarisation das weiße Licht des natürlichen Lichts in zwei weiße Lichtwellen, und zwar eine Welle P und eine Welle S. Die Polarisationsrichtungen der Wellen P und S sind zueinander orthogonal. Das durch Polarisation getrennte Licht hat die Lichtwellenlänge von 400 nm bis 700 nm, was für Menschen sichtbares Licht ist.

[0399] Wie oben gesagt, tritt bei dem den Polarisator verwendenden Projektor herkömmlich das Problem auf, daß der Polarisator durch die Wärme verschlechtert wird. Ein weiteres Problem ist, daß das Licht nicht effektiv auf das Flüssigkristallpanel projiziert wird, weil das Ausgangslicht von dem Polarisator absorbiert wird.

[0400] Da bei der vorliegenden Ausführungsform

der Polarisationsstrahlteiler verwendet wird, können die vorstehenden Probleme gelöst werden. Das Ausgangslicht von der Lichtquelle kann vorher zu orthogonalem Polarisationslicht verarbeitet werden. Dann ergibt sich dadurch, daß dieses optische System keinen Polarisator hat, der Effekt, daß ein optisches System gebaut werden kann, das geringere Lichtabsorption hat. Ferner stellt sich der Effekt ein, daß die Konstruktion der Bilderzeugungsvorrichtung kompakt sein kann.

[0401] Der Polarisationsstrahlteiler der vorliegenden Ausführungsform ist sowohl Lichtverteiler als auch Lichtsynthetisierer in einem. Somit kann die Zahl der Komponenten in der Bilderzeugungsvorrichtung verringert werden.

[0402] **Fig.** 11 zeigt ein optisches System des Flüssigkristallprojektors der vorliegenden Ausführungsform.

[0403] Indem der Polarisationsstrahlteiler (PBS) **47** größer als die Größe der gekreuzten dichroitischen Spiegel **40** und **41** gemacht wird, kann konisches Ausgangslicht **100** wirksam auf das Flüssigkristallpanel **31** projiziert werden. Ebenso kann das von dem Flüssigkristallpanel abgestrahlte konische Licht wirksam zu der Projektionslinse **50** abgegeben werden.

Ausführungsform 1-3

[0404] **Fig.** 12 zeigt eine Konfiguration der Bilderzeugungsvorrichtung einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0405] Wie **Fig.** 12 zeigt, hat die Bilderzeugungsvorrichtung der vorliegenden Ausführungsform eine Konfiguration, bei der die untere Hälfte des in Ausführungsform 1-2 angegebenen Polarisationsstrahlteilers entfernt ist. Als Polarisator, der die untere Hälfte des Polarisationsstrahlteilers ersetzt, ist eine Polarisationsschicht **43** auf die Umlenkspiegel **27**, **28** und **29** aufgebracht.

Ausführungsform 1-4

[0406] **Fig.** 13 zeigt die Konfiguration der Bilderzeugungsvorrichtung der vorliegenden Erfindung gemäß einer anderen Ausführungsform.

[0407] Anders als bei der in Ausführungsform 1-3 beschriebenen Konfiguration ist die obere Hälfte des Polarisationsstrahlteilers der Ausführungsform 1-2 hier entfernt. Als Polarisator, der die obere Hälfte des Polarisationsstrahlteilers ersetzt, ist die Polarisationsschicht auf die Umlenkspiegel **24**, **25** und **26** aufgebracht.

[0408] Durch Anwendung der Konfiguration, die in der Ausführungsform 1-3 oder 1-4 angegeben ist, ergibt sich der Effekt, daß die Form der Bilderzeugungsvorrichtung variabel ist.

[0409] Ferner ist es akzeptabel, die Ausführungsformen 1-3 und 1-4 in einer Konfiguration zu vereinigen. Durch Verbinden des PBS **47a** von **Fig.** 12 mit dem PBS **47b** von **Fig.** 13 kann in der Bilderzeugungsvorrichtung die Konfiguration erhalten werden, bei der der Polarisationsstrahlteiler sowohl der Lichtverteiler als auch der Lichtsynthetisierer gemäß Ausführungsform 1-2 ist.

Ausführungsform 1-5

[0410] Bei dieser Ausführungsform werden ein Leuchtdichtesignal und ein Farbsignal getrennt, und dann wird das getrennte Signal in dem Flüssigkristallpanel lichtmoduliert, und das modulierte Signal wird synthetisiert, um das Bild zu erzeugen.

[0411] **Fig.** 14 zeigt die Konfiguration der Bilderzeugungsvorrichtung einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0412] Wie **Fig.** 14 zeigt, ist ein Flüssigkristallpanel **33** für das Leuchtdichtesignal (Y-LCD) in der gleichen Ebene wie das Flüssigkristallpanel **30** für rot (R-LCD), das Flüssigkristallpanel **31** für grün (G-LCD) und das Flüssigkristallpanel **32** für blau (B-LCD) angeordnet. Das Flüssigkristallpanel **33** für das Leuchtdichtesignal ist in bezug auf den Polarisationsstrahlteiler (PBS) **47** vertikal angeordnet. Die Umlenkspiegel **34** und **35** sind einander zugewandt unter 45° in bezug auf sowohl den Polarisationsstrahlteiler (PBS) **47** als auch das Flüssigkristallpanel **33** für das Leuchtdichtesignal (Y-LCD) angeordnet.

[0413] Bei der vorliegenden Ausführungsform ist die Pixelgröße des Flüssigkristallpanels für das Farbsignal größer als die Pixelgröße des Flüssigkristallpanels für das Leuchtdichtesignal. Dabei wird für das Farbsignal das Flüssigkristallpanel mit niedriger Auflösung verwendet, und für das Leuchtdichtesignal wird das Flüssigkristallpanel mit hoher Auflösung verwendet. Da die übrigen Elemente der Konfiguration den Elementen der Ausführungsform 1-2 gleichen, entfällt ihre weitere Erläuterung.

[0414] Nachstehend wird die Betriebsweise erläutert. Das Ausgangslicht **100** wird in zwei Wellen getrennt, und zwar eine P-Welle **101P** und eine S-Welle **101S**, deren Polarisationsrichtungen orthogonal zueinander sing, durch eine Polarisationstrennoberfläche des Polarisationsstrahlteilers **47**. Die P-Welle **101P** wird auf das Flüssigkristallpanel **33** für das Leuchtdichtesignal projiziert, und die S-Welle **101S** wird auf die Flüssigkristallpanels **30**, **31** und **32** für das Farbsignal projiziert. Dabei wird das Licht optisch getrennt. Jedes Flüssigkristallpanel ist ein Flüssigkristallpanel vom Durchlaßtyp, um ein lichtmoduliertes Licht durchzulassen.

[0415] Eine Polarisationsrichtung des in das Flüssigkristallpanel **33** für das Leuchtdichtesignal eingegebenen Lichts und eine Polarisationsrichtung des in das Flüssigkristallpanel **31** für das Farbsignal eingegebenen Lichts sind zueinander orthogonal. Daher verläuft eine Polierrichtung, die eine Anordnungsrichtung des Flüssigkristallelements jedes Panels definiert, orthogonal zueinander in Abhängigkeit von der Polarisationsrichtung des Eingangslichts.

[0416] Wenn an jedes Flüssigkristallpanel eine

Spannung zur Ansteuerung des Panels angelegt wird, wird die Polarisationsrichtung des Lichts, das durch das mit der Spannung angelegte Pixel durchgelassen und reflektiert wird und das aus der P-Welle **101P** in das Panel **33** eintritt, als Ergebnis der Eingabe und der Reflexion um 90° gedreht. Das heißt, die Polarisationsrichtung des Lichts wird moduliert. Das Polarisationslicht wird als die Welle S in den Polarisationsstrahlteiler **47** eingegeben. Dann wird das Eingangslicht in Richtung des Bildschirms an der Polarisationstrennoberfläche des Polarisationsstrahlteilers **47** reflektiert.

[0417] Die Polarisationsrichtung des Lichts, das durch das mit der Spannung angelegte Pixel durchgelassen und reflektiert wird und das aus der S-Welle **1015** in die Panels **30**, **31** und **32** für das Farbsignal eintritt, ebenfalls um 90° gedreht. Das Polarisationslicht wird in den Polarisationsstrahlteiler **47** als die Welle P eingegeben. Die Welle P wird durch die Polarisationstrennoberfläche des Polarisationsstrahlteilers **47** durchgelassen und gelangt zu dem Bildschirm.

[0418] Somit wird das Licht in das Pixel eingegeben, das mit der Spannung zur Ansteuerung des Flüssigkristallpanels an das Flüssigkristallpanel **33** für das Leuchtdichtesignal und die Flüssigkristallpanels **30**, **31** und **32** für das Farbsignal angelegt wird. Dann wird das Licht reflektiert oder polarisiert. Das Polarisationslicht wird von dem Polarisationsstrahlteiler **47** zu dem Licht **500** lichtsynthetisiert, wobei das Farbbild synthetisiert wird. Das Licht **500** wird auf den (nicht gezeigten) Bildschirm von einer (nicht gezeigten) Projektionslinse projiziert. Dabei hat der Polarisationsstrahlteiler die Funktion eines Lichttrenn- und eines Lichtsynthetisierelements.

[0419] Der Polarisationsstrahlteiler **47** in der Konfiguration der vorliegenden Ausführungsform hat die vier nachstehenden Funktionen. Die erste Funktion ist die Trennung des Ausgangslichts von der Lichtquelle. Die zweite Funktion ist die Lichtsynthetisierung jedes modulierten Lichts. Die dritte Funktion ist eine Funktion als Polarisator an der Eingangsseite des herkömmlichen TN-Flüssigkristallpanels. Die vierte Funktion ist eine Funktion als Analysator an der Ausgangsseite des herkömmlichen TN-Flüssigkristallpanels. Da der Polarisationsstrahlteiler **47** der vorliegenden Ausführungsform diese vier Funktionen hat, kann die Vorrichtung kompakt und kostengünstig sein.

[0420] Da der Polarisator und der Analysator bei dieser Ausführungsform entfallen, wird insbesondere ein durch den Polarisator und den Analysator verursachter Lichtverlust im Strahlengang nicht erzeugt. Der Verlust liegt gewöhnlich bei ungefähr 50%. Selbst wenn leistungsverminderte Lichtarten der P-Welle und der S-Welle jeweils an den Flüssigkristallpanels lichtmoduliert werden, wird die gesamte projizierte Lichtleistung nicht vermindert, da das natürliche Licht polarisierend in die P-Welle und die S-Welle getrennt wird und das modulierte Licht von jedem Flüssigkristall in dem Polarisationsstrahlteiler **47** lichtsynthetisiert wird. Somit kann ein helles projiziertes Bild erzeugt werden.

[0421] Die optischen Weglängen haben die Mindestlänge, und jede der Komponenten kann in das optische System von **Fig.** 14 integriert sein. Es ist daher möglich, eine Modulkonfiguration eines dreidimensionalen "Einzelbausteins" anzuwenden.

[0422] Wie oben gesagt, hat in Abhängigkeit von der menschlichen Sehcharakteristik das Flüssigkristallpanel für das Leuchtdichtesignal eine höhere Auflösung als das Flüssigkristallpanel für das Farbsignal. Daher kann die nachstehende Auswahlmethode des Flüssigkristallpanels in Betracht kommen. Wenn die Flüssigkristallpanels für das Leuchtdichtesignal oder für das Farbsignal in möglichst großer Zahl von einem Substrat abgenommen werden, ist ein kritischer Wert der Panelausbeute beim Herstellungsprozeß für das Flüssigkristallpanel für das Leuchtdichtesignal besonders streng definiert. Die Flüssigkristallpanels für die Leuchtdichte werden daher auf der Basis des strengsten kritischen Werts ausgewählt. Ein kritischer Wert der Panelausbeute für grün ist geringer als derjenige der Panelausbeute für die Leuchtdichte definiert. Dann werden die Flüssigkristallpanels für grün auf der Basis des kritischen Werts ausgewählt.

[0423] Ein kritischer Wert der Panelausbeute für rot ist geringer als derjenige der Panelausbeute für grün. Dann werden die Flüssigkristallpanels für rot auf der Basis des kritischen Werts ausgewählt. Ein kritischer Wert der Panelausbeute für blau ist am niedrigsten definiert. Dann werden die Flüssigkristallpanels für blau auf der Basis des niedrigsten kritischen Werts ausgewählt.

[0424] Wenn die Verwendung eines großen Flüssigkristallpanels für Luminanz erforderlich ist, kann ein solches Flüssigkristallpanel erzeugt werden, indem von den nachfolgenden Flüssigkristallpanels möglichst viele von einem Substrat abgenommen werden. Ein Flüssigkristallpanel für Leuchtdichte wird mit Dünnschichttransistoren bzw. TFT versehen, deren Maßstabsgröße gleich derjenigen des Flüssigkristallpanels für Farbe in einem Farbverarbeitungsteil ist. Das Flüssigkristallpanel für Leuchtdichte hat eine ähnliche Gestalt wie das Flüssigkristallpanel für Farbe. Die Fläche des Flüssigkristallpanels für Leuchtdichte beträgt das Vierfache derjenigen des Panels für Farbe.

[0425] Das Prüfverfahren auf der Basis des oben erwähnten Stufenprüfstandards kann auch für die Wahl des Flüssigkristallpanels für Leuchtdichte und desjenigen für Farbe angewandt werden. Durch Vorgeben eines zusätzlichen Stufenprüfstandards, der für das Flüssigkristallpanel für Leuchtdichte am strengsten definiert ist, kann das oben angegebene Prüfverfahren vollständig angewandt werden.

Ausführungsform 2

Ausführungsform 2-1

[0426] Die in der oben angegebenen Bilderzeugungsvorrichtung verwendete Beleuchtungseinrichtung wird in den Ausführungsformen 2-1 bis 2-10 erläutert.

[0427] **Fig.** 15 zeigt eine Schnittansicht der Beleuchtungseinrichtung der vorliegenden Ausführungsform. Die Beleuchtungseinrichtung besteht aus der Lampe **10** und dem Hauptumlenkspiegel **11**. Der Hauptumlenkspiegel **11** ist ein rotierender elliptischer Spiegel. Bei dieser Ausführungsform liegt die Lampe **10** an einem Brennpunkt oder nahe dem Brennpunkt des rotierenden elliptischen Spiegels.

[0428] Eine Oberfläche **90**, auf die das Licht projiziert wird, liegt an dem anderen Brennpunkt **80f** des rotierenden elliptischen Spiegels, so daß eine optische Achse **15c** ein Zentrum oder ein allgemeines Zentrum der Oberfläche **90** wird. Der andere Brennpunkt **80f** des rotierenden elliptischen Spiegels ist ein Punkt, an dem der Durchmesser des konisch gesammelten Lichtstroms am kleinsten wird.

[0429] Ausgangslicht von der Lampe **10** wird durch Anwendung der obigen Konfiguration für die Beleuchtungseinrichtung konisch gesammelt. Daher kann das Licht wirkungsvoll auf ein kleines Flüssigkristallpanel projiziert werden.

Ausführungsform 2-2

[0430] **Fig.** 16 zeigt eine Schnittansicht der Beleuchtungseinrichtung der vorliegenden Ausführungsform.

[0431] Die Konfigurationen der Lampe **10** und des Hauptumlenkspiegels **11** sind gleich wie bei der Ausführungsform 2-1. Bei der vorliegenden Ausführungsform liegt die Oberfläche **90** zum Empfang des projizierten Lichts etwas näher an der Lampe **10** als der andere Brennpunkt **80f** des rotierenden elliptischen Spiegels. Ebenso wie bei der Ausführungsform 2-1 wird bei der vorliegenden Ausführungsform das Licht wirkungsvoll auf das kleine Flüssigkristallpanel projiziert.

Ausführungsform 2-3

[0432] **Fig.** 17 ist eine Schnittansicht der Beleuchtungseinrichtung der vorliegenden Ausführungsform. Die Elemente mit Ausnahme der Gestalt des Hauptumlenkspiegels **11** sind ähnlich wie die Elemente in **Fig.** 15. Der Hauptumlenkspiegel **11** ist ein rotierender elliptischer Spiegel und ist in einer Ebene **13p** geschnitten, die in bezug auf die optische Achse vertikal ist und sich mit der Lampe **10** vereinigt. Ebenso wie in **Fig.** 15 liegt die Lampe **10** am Brennpunkt oder am allgemeinen Brennpunkt des rotierenden elliptischen Spiegels, was zeigt, daß der Hauptumlenkspiegel **10** an der Ebene geschnitten ist, die sich mit dem Brennpunkt oder allgemeinen Brennpunkt vereinigt. Aufgrund dieser Konfiguration kann der Sammelwirkungsgrad des Ausgangslichts von dem Hauptumlenkspiegel **11** erhöht werden. Daher kann wie bei der vorhergehenden Ausführungsform das Licht bei der vorliegenden Ausführungsform wirkungsvoll auf das kleine Flüssigkristallpanel projiziert werden.

Ausführungsform 2-4

[0433] Eine Beleuchtungseinrichtung, die einen Hilfsumlenkspiegel aufweist, wird nachstehend erläutert. Der Hilfsumlenkspiegel dient zum Zurückleiten des vorwärts abgestrahlten Lichts zu der Lampe, um das Licht wirkungsvoll zu nutzen. **Fig.** 18 ist eine Schnittansicht der Beleuchtungseinrichtung der vorliegenden Ausführungsform. Die Konfiguration der Beleuchtungseinrichtung der vorliegenden Ausführungsform kann erhalten werden durch Hinzufügen eines Hilfsumlenkspiegels **16** zu der Konfiguration der **Fig.** 15 oder **Fig.** 16. Der Hilfsumlenkspiegel **16** ist ein Kugelspiegel. Die Lampe **10** liegt im Zentrum oder dem allgemeinen Zentrum des Kugelspiegels.

[0434] Durch die Anwesenheit des Hilfsumlenkspiegels **16** kann Licht, das von dem Hauptumlenkspiegel **11** nicht direkt reflektiert wird, über den Hilfsumlenkspiegel **16** und den Hauptumlenkspiegel **11** auf die Oberfläche **90** für die Projektion projiziert werden. Da der Hilfsumlenkspiegel **16**, der ein Kugelspiegel ist, so positioniert ist, daß das Zentrum oder allgemeine Zentrum des Kugelspiegels genau an der Position der Lampe **10** liegt, wird an dem Hilfsumlenkspiegel **16** reflektiertes Licht immer zu dem Hauptumlenkspiegel **11** zurückgestrahlt. Dadurch können Lichtverluste verringert werden.

Ausführungsform 2-5

[0435] **Fig.** 19 ist eine Schnittansicht der Beleuchtungseinrichtung der vorliegenden Ausführungsform. Die Konfiguration der Beleuchtungseinrichtung der vorliegenden Ausführungsform kann erhalten werden durch Hinzufügen des Hilfsumlenkspiegels **16** zu der Konfiguration von **Fig.** 17. Der Hilfsumlenkspiegel **16**, der ein Kugelspiegel ist, ist so positioniert, daß das Zentrum oder allgemeine Zentrum des Kugelspiegels genau an der Position der Lampe **10** eingestellt ist.

[0436] Durch die Anwesenheit des Hilfsumlenkspiegels **16** kann Licht, das von dem Hauptumlenkspiegel nicht direkt reflektiert wird, auf die zur Projektion bestimmte Oberfläche **90** über den Hilfsumlenkspiegel **16** und den Hauptumlenkspiegel **11** projiziert werden.

Ausführungsform 2-6

[0437] **Fig.** 20 ist eine Schnittansicht der Beleuchtungseinrichtung der vorliegenden Ausführungsform. Die Konfiguration der Beleuchtungseinrichtung der vorliegenden Ausführungsform kann erhalten werden

durch Hinzufügen einer Vielzahl von Hilfsumlenkspiegeln **16** zu der Konfiguration von **Fig.** 18. Die Vielzahl von Hilfsumlenkspiegeln **16** sind Kugelspiegel und so positioniert, daß die Mitten oder allgemeinen Mitten der Kugelspiegel genau auf die Position der Lampe **10** eingestellt sind.

[0438] Durch die Anwesenheit der Vielzahl von Hilfsumlenkspiegeln **16** können die Lichtverluste bei der vorliegenden Ausführungsform geringer als bei den obigen Ausführungsformen sein. Somit kann das Ausgangslicht von der Lampe **10** wirkungsvoll auf die Oberfläche **90** für die Projektion projiziert werden.

Ausführungsform 2-7

[0439] **Fig.** 21 ist eine Schnittansicht der Beleuchtungseinrichtung der vorliegenden Ausführungsform. Die Konfiguration der Beleuchtungseinrichtung der vorliegenden Ausführungsform kann erhalten werden durch Hinzufügen einer Vielzahl der Hilfsumlenkspiegel **16** zu der Konfiguration von **Fig.** 19. Die Vielzahl von Hilfsumlenkspiegeln **16** sind Kugelspiegel und so positioniert, daß die Mitten oder allgemeinen Mitten der Kugelspiegel genau auf die Position der Lampe **10** eingestellt sind.

[0440] Durch die Anwesenheit der Vielzahl von Hilfsumlenkspiegeln **16** können die Lichtverluste bei der vorliegenden Ausführungsform geringer als bei den obigen Ausführungsformen sein. Somit kann das Ausgangslicht von der Lampe **10** wirkungsvoll auf die Oberfläche **90** für die Projektion projiziert werden.

Ausführungsform 2-8

[0441] **Fig.** 22 ist eine Schnittansicht der Beleuchtungseinrichtung der vorliegenden Ausführungsform. Die Konfiguration der Beleuchtungseinrichtung der vorliegenden Ausführungsform kann erhalten werden durch Hinzufügen des Hilfsumlenkspiegels **16** zu der Konfiguration von **Fig.** 15. Eine Charakteristik des Hilfsumlenkspiegels **16** der vorliegenden Ausführungsform ist, daß das Ausgangslicht von der Lampe **10**, das direkt zu der Oberfläche **90** für die Projektion gerichtet wird, von dem Hilfsumlenkspiegel **16** zu dem Hauptumlenkspiegel **11** reflektiert wird. Das Ausgangslicht von der Lampe **10** kann durch Anwendung dieser Konfiguration ebenfalls wirkungsvoll auf die für die Projektion bestimmte Oberfläche **90** projiziert werden.

Ausführungsform 2-9

[0442] **Fig.** 23 ist eine Schnittansicht der Beleuchtungseinrichtung der vorliegenden Ausführungsform. Der Hilfsumlenkspiegel **16** gleicht demjenigen in **Fig.** 22 und ist in der Beleuchtungseinrichtung der vorliegenden Ausführungsform vorgesehen. Der Hauptumlenkspiegel **11** ist in einer Ebene geschnitten, die zu der optischen Achse vertikal ist und sich mit der Lampe vereinigt. Das Ausgangslicht von der Lampe **10** kann durch Anwendung dieser Konfiguration ebenfalls wirkungsvoll auf die Oberfläche **90** für die Projektion projiziert werden.

Ausführungsform 2-10

[0443] **Fig.** 24 zeigt eine Schnittansicht der Beleuchtungseinrichtung der vorliegenden Ausführungsform. Das Ausgangslicht von der Lampe **10** wird bei der Beleuchtungseinrichtung der vorliegenden Ausführungsform an der Oberfläche **90** für die Projektion von einer Kondensorlinse **12** konisch gesammelt. Der Hauptumlenkspiegel **11** ist ein Kugelspiegel, und die Lampe **10** liegt im Zentrum oder im allgemeinen Zentrum des Kugelspiegels. Die Kondensorlinse **12** ist so positioniert, daß die Lichtquelle zwischen dem Hauptumlenkspiegel **11** und dem Brennpunkt **80f** an der Hauptumlenkspiegelseite der Kondensorlinse **12** eingestellt ist.

[0444] **Fig.** 25 ist eine Schnittansicht einer anderen Beleuchtungseinrichtung der vorliegenden Ausführungsform. Der Hauptumlenkspiegel **11** ist ein rotierender Parabolspiegel in **Fig.** 25. **Fig.** 26 zeigt eine Schnittansicht einer anderen Beleuchtungseinrichtung, deren Hauptumlenkspiegel **11** ein rotierender Parabolspiegel ist.

[0445] Die Lichtquelle zum Abstrahlen von Licht und der Hauptumlenkspiegel zur Reflexion des Lichts sind in der Beleuchtungseinrichtung der vorliegenden Ausführungsform vorgesehen. Der Hauptumlenkspiegel **11** ist ein rotierender Parabolspiegel. Da die Lichtquelle in der Mitte oder dem allgemeinen Brennpunkt des rotierenden Parabolspiegels liegt, wird ein zylindrischer paralleler Lichtstrom erzeugt. Die in der Beleuchtungseinrichtung vorgesehene Kondensorlinse **12** sammelt das Licht von dem Hauptumlenkspiegel **11** und strahlt einen konischen Lichtstrom ab.

[0446] **Fig.** 27 zeigt einen Fall, in dem der konische Lichtstrom von jeder Beleuchtungseinrichtung der obigen Ausführungsformen in einer Sammellinse **55** zu einem zylindrischen parallelen Strom umgewandelt wird. Die Dispersionsrate einer Lichtneigung bei der Umwandlung von dem konischen Lichtstrom zu dem zylindrischen Lichtstrom in der Sammellinse **55** ist umgekehrt proportional zu einem Seitenverhältnis asr des Hauptumlenkspiegels **11** (Seitenverhältnis asr = Durchmesser Dm des Hauptumlenkspiegels 11/Länge Lm des Hauptumlenkspiegels **11**). Daher ist das Seitenverhältnis des Hauptumlenkspiegels **11** so, daß es größer als **2** ist. Angenommen, daß das Seitenverhältnis **4** ist, wird die Dispersionsrate des Eingangslichts ungefähr die Hälfte. Dann kann das Flüssigkristallpanel klein sein, so daß es 0,75 Inch ist.

[0447] Insbesondere dann, wenn der Hauptumlenkspiegel **11** mit einem großen Seitenverhältnis verwendet wird, wird viel Licht nicht reflektiert. Der Hilfsumlenkspiegel **16**, der in der Beleuchtungseinrichtung vorgesehen ist, dient zum Zurückleiten des nichtreflektierten Lichts zu dem Hauptumlenkspiegel **11**.

[0448] Beispielsweise kann der Hilfsumlenkspiegel **16** ein kugelförmiger Umlenkspiegel sein, dessen Zentrum oder allgemeines Zentrum sich an der Lichtquelle befindet. Durch Anwendung dieser Form des Hilfsumlenkspiegels kann das Ausgangslicht von der Lichtquelle ohne Verluste zu dem Hauptumlenkspiegel **11** reflektiert werden.

[0449] Wenn beispielsweise der Hilfsumlenkspiegel **16** ein Kugelspiegel ist und auf der Mittelachse des Hauptumlenkspiegels **11** nahe der Lichtquelle vorgesehen ist, wird kein paralleles Licht von dem Hilfsumlenkspiegel **16** störend beeinflußt.

[0450] Der Hilfsumlenkspiegel **16** kann beispielsweise ein Ring sein. Da das Ausgangslicht von der Lichtquelle zu dem Flüssigkristallpanel durch die Mitte des Rings geht, erfolgt keine störende Beeinflussung von parallelem Licht durch den Hilfsumlenkspiegel **16**.

[0451] Für den Fall, daß die Vielzahl von Hilfsumlenkspiegeln **16** vorgesehen ist, kann das Licht, das von einem einzelnen Hilfsumlenkspiegel nicht zurückgestrahlt werden kann, zu dem Hauptumlenkspiegel **11** zurückreflektiert werden.

[0452] Eine andere Methode zur Verbesserung des Lichtquellensystems besteht darin, eine Metallhalogenidlampe mit Gleichstromerregung zu verwenden, die seit einiger Zeit auf dem Markt ist und deren Charakteristik in **Fig.** 28 gezeigt ist. Im Fall der Gleichstromerregung werden Punkte hoher Leuchtdichte an der Kathode im Ende einer der Elektroden konzentriert verteilt, wie **Fig.** 28 zeigt. Wenn daher das Zentrum der Leuchtdichteverteilung um die Kathode herum am Brennpunkt der rotierenden Parabolfläche liegt, kann die Dispersion der Lichtneigung verringert werden. Im Fall der herkömmlichen Metallhalogenidlampe mit Wechselstromerregung wird die Dispersionsrate groß, weil sich die Punkte der höchsten Leuchtdichte an den Enden der beiden Elektroden befinden, weil die Kathode wechselt.

[0453] Die Beleuchtungseinrichtung, bei der das Ausgangslicht von der Lichtquelle von der Kondensorlinse konisch gesammelt wird, ist bei der vorliegenden Ausführungsform erläutert worden. Selbst wenn der Durchmesser der Beleuchtungseinrichtung ungefähr 8 cm beträgt, kann das Licht wirkungsvoll auf ein kleines Flüssigkristallpanel mit weniger als 1,3 Inch projiziert werden, wenn die Beleuchtungseinrichtung der vorliegenden Ausführungsform verwendet wird. Wenn die Beleuchtungseinrichtung der vorliegenden Ausführungsform für einen Projektor verwendet wird, kann ein helles und sehr schönes Bild erhalten werden.

[0454] Die Beleuchtungseinrichtung in den vorstehenden Ausführungsformen ist unter der Bedingung erläutert worden, daß sie für das Flüssigkristallpanel bei der Drei-Panel-Methode verwendet wird. Die verschiedenen oben angeführten Beleuchtungseinrichtungen können jedoch auch für den herkömmlichen Flüssigkristallprojektor oder eine andere Bilderzeugungsvorrichtung verwendet werden. Außerdem können die obigen verschiedenen Beleuchtungseinrichtungen nicht nur für das Flüssigkristallpanel vom Durchlaßtyp, sondern auch für das Flüssigkristallpanel vom Reflexionstyp verwendet werden.

Ausführungsform 3

Ausführungsform 3-1

[0455] **Fig.** 29 zeigt die Bilderzeugungsvorrichtung der vorliegenden Ausführungsform. Ein Farbverarbeitungsteil **1000** ist in dieser Bilderzeugungsvorrichtung vorgesehen. Das Farbverarbeitungsteil **1000** besteht aus einem Wellenlängentrennmodul **1040**, Lichtmodulatoren (Flüssigkristallpanels) **30**, **31**, **32**, einem Wellenlängensynthetisierungsmodul **1041** und einem Verbindungsmodul für den Strahlengang.

[0456] Das Wellenlängensynthetisierungsmodul **1040** umfaßt einen ersten gekreuzten dichroitischen Spiegel **40**, der in einem Kasten **401h** in eine Flüssigkeit **400j** getaucht ist. Das Wellenlängensynthetisierungsmodul **1041** umfaßt einen zweiten gekreuzten dichroitischen Spiegel **41**, der in einem Kasten **402h** in die Flüssigkeit **400j** getaucht ist. Das Verbindungsmodul für den Strahlengang besteht aus Umlenkspiegeln **24** bis **29**.

[0457] Der erste gekreuzte dichroitische Spiegel **40** in dem Wellenlängentrennmodul **1040** ist der gleiche wie der gekreuzte dichroitische Spiegel in **Fig.** 7. Der erste gekreuzte dichroitische Spiegel **40** weist eine erste Reflexionsoberfläche (dichroitischer Spiegel **40a**) und eine zweite Reflexionsoberfläche (dichroitischer Spiegel **40b**) auf. Die erste Reflexionsoberfläche (dichroitischer Spiegel **40a**) reflektiert Licht R mit einer ersten Wellenlänge.

[0458] Die zweite Reflexionsoberfläche (dichroitischer Spiegel **40b**) reflektiert Licht B mit einer zweiten Wellenlänge. Da Licht G einer anderen Wellenlänge durch den ersten gekreuzten dichroitischen Spiegel **40** durchgelassen wird, werden von dem ersten gekreuzten dichroitischen Spiegel **40** drei Lichtarten R, G und B abgegeben.

[0459] Die Lichtmodulatoren (Flüssigkristallpanels) **30**, **31** und **32** sind in bezug auf jede der drei Lichtarten von dem ersten gekreuzten dichroitischen Spiegel vertikal positioniert. Dabei ist der Lichtmodulator **30** in bezug auf das Licht R vertikal positioniert. Ebenso ist der Lichtmodulator **31** zu dem Licht G und der Lichtmodulator **32** zu dem Licht B vertikal. Jeder der drei Lichtmodulatoren erhält eine der drei Lichtarten, die von dem ersten gekreuzten dichroitischen Spiegel **40** ausgegeben werden.

[0460] Außerdem erhält jeder der drei Lichtmodulatoren ein Bildsignal, moduliert den Polarisationszustand des Eingangslichts in Abhängigkeit von dem Bildsignal und gibt das modulierte Licht ab. Die obigen Lichtmodulatoren sind Flüssigkristallpanels und modulieren den Polarisationszustand des Eingangslichts in Abhängigkeit von dem Bildsignal. Da die Flüssigkristallpanels vom Durchlaßtyp sind, führen

sie die Lichtmodulation durch, indem sie das Eingangslicht durchlassen.

[0461] Der zweite gekreuzte dichroitische Spiegel **41** in dem Wellenlängensynthetisierungsmodul **1041** entspricht dem in **Fig.** 7 gezeigten gekreuzten dichroitischen Spiegel. Der gekreuzte dichroitische Spiegel **41** erhält die drei Lichtarten R, G und B, die von den Lichtmodulatoren **30**, **31** und **32** moduliert worden sind. Der zweite gekreuzte dichroitische Spiegel **41** weist eine erste Reflexionsoberfläche (dichroitischer Spiegel **41a**) und eine zweite Reflexionsoberfläche (dichroitischer Spiegel **40b**) auf. Die ersten Reflexionsoberfläche (dichroitischer Spiegel **41a**) liegt in der gleichen Ebene wie die erste Reflexionsoberfläche (dichroitischer Spiegel **40a**) des ersten gekreuzten dichroitischen Spiegels **40** und reflektiert das Licht R mit der ersten Wellenlänge. Die zweite Reflexionsoberfläche (dichroitischer Spiegel **41b**) liegt in der gleichen Ebene wie die zweite Reflexionsoberfläche (dichroitischer Spiegel **40b**) des ersten gekreuzten dichroitischen Spiegels **40** und reflektiert das Licht B mit der zweiten Wellenlänge. Da das Licht G mit einer anderen Wellenlänge durch den zweiten gekreuzten dichroitischen Spiegel **41** durchgelassen wird, werden die drei Lichtarten R, G und B synthetisiert zur Erzeugung eines Bildes.

[0462] Das Verbindungsmodul für den Strahlengang befindet sich zwischen dem Wellenlängentrennmodul **1040** und den drei Lichtmodulatoren **30**, **31**, **32** und befindet sich zwischen dem Wellenlängensynthetisierungsmodul **1041** und den drei Lichtmodulatoren **30**, **31**, **32**. Das Verbindungsmodul für den Strahlengang weist die Umlenkspiegel **24** bis **29** auf.

[0463] Die Umlenkspiegel **24** bis **29** sind in bezug auf die von dem Stromabnehmervorrichtung **1040** abgegebenen drei Lichtarten unter 45° positioniert und drehen die Richtungen der drei Lichtarten um nahezu 90°. Die Strahlengänge sind so verbunden, daß die von den Umlenkspiegeln gedrehten Lichtarten durch die Lichtmodulatoren zu dem Wellenlängensynthetisierungsmodul **1041** geleitet werden.

[0464] Die Umlenkspiegel **24** bis **29** sind an den beiden Seiten jedes der Flüssigkristallpanels **30**, **31** und **32** angebracht. Die Umlenkspiegel **24**, **25** und **26** gegen die Lichtarten, die von dem Wellenlängensynthetisierungsmodul **1040** abgegeben werden, in die Flüssigkristallpanels **30**, **31** und **32** ein. Die Umlenkspiegel **27**, **28** und **29** gegen die Lichtarten, die von den Flüssigkristallpanels **30**, **31** und **32** abgegeben werden, in das Wellenlängensynthetisierungsmodul **1041** ein.

[0465] Das Licht R mit der ersten Wellenlänge, das Licht B mit der zweiten Wellenlänge und das Licht G mit einer anderen Wellenlänge sind Farbsignale, die rot, blau und grün bezeichnen. Die Flüssigkristallpanels **30**, **31** und **32** sind entsprechend den Farbsignalen vorgesehen und modulieren die Farbsignale für rot, blau und grün. Da die Lichtmodulatoren **30**, **31** und **32** verwendet werden, die ausschließlich an eine Lichtwellenlänge jeder Farbe angepaßt sind, wird ein helles projiziertes Bild erzeugt, in dem der beste Farbton erhalten wird, und die Farben beeinflussen einander kaum.

[0466] Der erste und der zweite gekreuzte dichroitische Spiegel **40** und **41** sind aus separaten Platten zusammengesetzt. Der erste gekreuzte dichroitische Spiegel **40** in dem Kasten **401h** bildet das Wellenlängentrennmodul **1040**. Der zweite gekreuzte dichroitische Spiegel **41** in dem Kasten **402h** bildet das Wellenlängensynthetisierungsmodul **1041**. Herkömmliche werden zwei Spiegel und eine Vielzahl von Komponenten zum Halten der Spiegel für die gekreuzten dichroitischen Spiegel verwendet. Die Zahl der obigen Komponenten kann mit dem gekreuzten dichroitischen Spiegel der vorliegenden Erfindung reduziert werden. Daher können die Montage und Einstellung leicht durchgeführt werden.

[0467] In der vorstehenden Erläuterung werden zwar die beiden Kästen, d. h. der erste Kasten **401h** und der zweite Kasten **402h**, verwendet, es ist jedoch auch akzeptabel diese zu einem Kasten zu vereinigen. In diesem Fall können die dichroitischen Spiegel **40a** und **41a** aus einem dichroitischen Spiegel aus einer Platte bestehen. Gleicher-Omaßen können die dichroitischen Spiegel **40b** und **41b** ein dichroitischer Spiegel aus einer Platte sein. Durch Anwendung dieser Konfiguration kann ein einziges Wellenlängentrennmodul/Wellenlängensynthetisierungsmodul gebildet werden, so daß die Zahl der Komponenten weiter verringert wird.

[0468] Aspekte der Bildung der dichroitischen Spiegel von dem ersten und dem zweiten gekreuzten dichroitischen Spiegel durch getrennte Platten oder durch eine einzige Platte werden nachstehend unter Bezugnahme auf die **Fig.** 30 und 31 erläutert.

[0469] Wenn ein normaler Weißmodus zum Anzeigen eines weißen Bildschirms verwendet wird (was beim allgemeinen Projektor der Fall ist) und dem TN-Flüssigkristall keine Spannung zugeführt wird, wird zum Erzeugen des Bilds Licht verwendet, dessen Polarisationsoberflächenrichtung am Eingang in das Flüssigkristallpanel um 90° in bezug auf die Polarisationsoberflächenrichtung am Ausgang aus dem Flüssigkristallpanel gedreht wird. Wenn beispielsweise die Welle S in das Flüssigkristallpanel eingegeben wird, wird aus dem Flüssigkristallpanel die Welle P abgegeben, deren Polarisationsoberfläche unter 90° zu der Polarisationsoberfläche der Welle S ist.

[0470] Wenn daher die Welle S in das Wellenlängentrennmodul **1040** eingegeben wird, wird die Welle P in das Wellenlängensynthetisierungsmodul **1041** eingegeben. Es ist daher erwünscht, daß der als das Wellenlängentrennmodul **1040** verwendete dichroitische Spiegel oder das dichroitische Prisma die bestgeeignete Charakteristik für die Welle S hat. Es ist außerdem erwünscht, daß das Wellenlängensynthetisierungsmodul **1041** die bestgeeignete Charakteristik für die Welle P hat.

[0471] Eine Lichttrenncharakteristik der Welle P

zum Definieren des Farbtons ist jedoch von der Lichttrenncharakteristik der Welle S zum Definieren des Farbtons in dem dichroitischen Spiegel oder dem dichroitischen Prisma verschieden. Wenn die beste Charakteristik für die Welle S definiert wird, ist dies nicht die beste Charakteristik für die Welle P.

[0472] **Fig.** 30 zeigt die Lichttrenncharakteristik, wobei blau des gekreuzten dichroitischen Prismas reflektiert wird. **Fig.** 31 zeigt die Lichttrenncharakteristik, wobei rot des gekreuzten dichroitischen Prismas reflektiert wird.

[0473] In den **Fig.** 30 und 31 bezeichnet TS die Lichttrenncharakteristik für die Welle S, und TP bezeichnet die Lichttrenncharakteristik für die Welle P. Wie die Figuren zeigen, besteht eine Wellenlängendifferenz von ungefähr 80 nm zwischen der Welle P in dem Fall, in dem ihr Transmissionsgrad 50% ist, und der Wellenlänge S in dem Fall, in dem ihr Transmissionsgrad 50% ist.

[0474] Die **Fig.** 30 und 31 zeigen zwar den Fall der Verwendung des dichroitischen Prismas, aber bei Verwendung des dichroitischen Spiegels besteht eine Wellenlängendifferenz von ungefähr 70 nm zwischen der Wellenlänge der Welle P im Fall ihres Transmissionsgrads von 50% und der Wellenlänge der Welle S im Fall ihres Transmissionsgrads von 50%. Es ist daher schwierig, die richtigen Farben zu realisieren, wenn sowohl die Farbtrennung als auch die Farbsynthese von dem dichroitischen Spiegel oder dem dichroitischen Prisma durchgeführt wird, der bzw. das aus einer einzigen Platte mit gleichförmiger Charakteristik besteht.

[0475] Aus dem vorgenannten Grund ist es erwünscht, einen dichroitischen Spiegel oder ein dichroitisches Prisma, der/das aus einzelnen Platten mit unterschiedlichen Charakteristiken bestehen, für das Wellenlängentrennmodul und das Wellenlängensynthetisierungsmodul zu verwenden. Es gibt einen herkömmlichen Flüssigkristallprojektor mit Zweistufenkonstruktion, wobei ein gekreuzter dichroitischer Spiegel zum Trennen und zum Synthetisieren verwendet wird.

[0476] Wie oben gesagt, ist es aber vorteilhaft, gesonderte gekreuzte dichroitische Spiegel zum Trennen und zum Synthetisieren zu haben, weil die Charakteristiken der Welle P von denjenigen der Welle S verschieden sind. Eines der Merkmale der vorliegenden Ausführungsform ist die Ausbildung des dichroitischen Spiegels mit separaten gekreuzten dichroitischen Spiegeln, die unterschiedliche Charakteristiken haben, und zwar auch bei Anwendung der Zweistufenkonstruktion.

[0477] Die Flüssigkeit **400j**, deren Brechzahl nahezu gleich derjenigen des Plattenmaterials (im allgemeinen Glas) für die dichroitischen Spiegel **40a**, **40b**, **41a** und **41b** ist, ist in die Kästen **401h** und **402h** von **Fig.** 29 gefüllt. Ein passendes Öl, wie etwa Ethylenglykol ist ein Beispiel für die Flüssigkeit **400j**. Wenn die dichroitischen Spiegel **40a**, **40b**, **41a** und **41b** in die Flüssigkeit **400j** getaucht sind, stellt sich der folgende Effekt ein.

[0478] (1) Wenn der gekreuzte dichroitische Spiegel aus separaten Platten in Luft verwendet wird, wird der Bildschirm durch eine Verbindungslinie (Verbindungsstelle) von zwei dichroitischen Spiegeln verschlechtert, was durch eine Brechzahldifferenz zwischen einem Glas und der Luft bedingt ist. Eine solche Erscheinung, daß die Verbindungslinie auf den Bildschirm projiziert wird, kann bei der vorliegenden Ausführungsform dadurch vermieden werden, daß der in die Flüssigkeit **400j** getauchte gekreuzte dichroitische Spiegel verwendet wird.

[0479] Herkömmlich wird zur Vermeidung der Störung infolge der Verbindungsstelle das teure gekreuzte dichroitische Prisma verwendet. Da ferner bei der vorliegenden Ausführungsform der gekreuzte dichroitische Spiegel ohne Verbindungsstelle, wie er in **Fig.** 7 gezeigt ist, verwendet wird, kann die Störung infolge der Verbindungsstelle vermieden werden.

[0480] Bei der Konfiguration von **Fig.** 7 existiert zwar eine Verbindungsstelle **40t**, aber die Erscheinung, daß ein unpräzises Zusammenfügen an der Verbindungsstelle **40t** den Bildschirm verschlechtert, kann dadurch vermieden werden, daß der in die Flüssigkeit **400j** getauchte gekreuzte dichroitische Spiegel verwendet wird, selbst wenn die Verbindungsstelle **40t** nicht exakt ausgeführt ist.

[0481] Wie oben gesagt, wird der in **Fig.** 7 gezeigte gekreuzte dichroitische Spiegel oder der in **Fig.** 7 gezeigte, in die Flüssigkeit getauchte gekreuzte dichroitische Spiegel verwendet, um eine Projektion der Verbindungsstelle auf den Bildschirm zu vermeiden. Es ist also erwünscht, als den zweiten gekreuzten dichroitischen Spiegel **41** für die Lichtsynthetisierung den gekreuzten dichroitischen Spiegel von **Fig.** 7 oder den in die Flüssigkeit getauchten gekreuzten dichroitischen Spiegel von **Fig.** 7 zu verwenden.

[0482] (2) Da die Flüssigkeit mit hoher Brechzahl in den Kasten gefüllt ist, wird eine Lichtneigung in dem Kasten auf 1/Brechzahl verringert. Außerdem wird eine für die Praxis geeignete optische Länge des Wellenlängentrennmoduls **1040** in dem Farbverarbeitungsteil **1000** ebenfalls verringert. Dabei kann die Abschattung vermieden werden, die dann erzeugt wird, wenn die optische Länge groß ist. Der Übertragungswirkungsgrad wird verbessert.

[0483] Insbesondere zeigt die Verringerung der Lichtneigung, daß der Wirkungsgrad des Vielfachdünnschichtelements verbessert wird, was ein wichtiger Aspekt dabei ist, die Vorrichtung außerordentlich kompakt zu machen. Dieser Aspekt wird noch erläutert.

[0484] (3) Da die Flüssigkeit ein Kühlmittel sein kann, wird der Wärmeabstrahlungs-Wirkungsgrad des gekreuzten dichroitischen Spiegels gesteigert.

[0485] Es ist vorteilhaft, daß die Brechzahl der Flüssigkeit kleiner als diejenige des Plattenmaterials für den gekreuzten dichroitischen Spiegel und größer als diejenige von Luft ist. Wie oben gesagt wird, ist vor-

gesehen, den gekreuzten dichroitischen Spiegel in die Flüssigkeit zu tauchen, um die optische Weglänge einzustellen und die Verbindungsfugen-Störung des dichroitischen Spiegels zu vermeiden. Im Hinblick auf dieses Ziel ist es sogar erwünscht, daß die Brechzahl der Flüssigkeit gleich derjenigen des Plattenmaterials ist. Wenn allerdings die Flüssigkeit und das Plattenmaterial des gekreuzten dichroitischen Spiegels die gleiche Brechzahl haben, wird es schwierig, den dichroitischen Spiegel zu konstruieren.

[0486] Der Grund hierfür ist, daß es schwierig wird, dem gekreuzten dichroitischen Spiegel die gewünschten Charakteristiken zu geben. Somit wird als die Brechzahl der Flüssigkeit eine kleinere Brechzahl als diejenige des Plattenmaterials (Glas) des gekreuzten dichroitischen Spiegels verwendet. Wenn beispielsweise angenommen wird, daß die Brechzahl des Plattenmaterials 1,5 bis 1,7 ist, ist es vorteilhaft, wenn die Brechzahl der Flüssigkeit (Ethylenglykol) 1,42 bis 1,44 ist.

[0487] Ein Längenunterschied der optischen Weglängen der drei Farben, der bei der Vorrichtung erzeugt wird, die den herkömmlichen gekreuzten dichroitischen Spiegel verwendet, ist in dem Farbverarbeitungsteil **1000** beseitigt. Beispielsweise gibt es in **Fig.** 124 einen Längenunterschied unter den optischen Weglängen von rot, blau und grün an dem Strahlengang von der Lichtquelle **10** zu dem Vorgang der Bildsynthetisierung von rot, grün und blau.

[0488] Ein grünes monochromatisches Licht **1000** gelangt direkt zu der Projektionslinse **50**. Dagegen gelangen ein rotes monochromatisches Licht **100R** und ein blaues monochromatisches Licht **100B** über die Umlenkspiegel **26** und **24** oder die Umlenkspiegel **23** und **25** zu der Projektionslinse.

[0489] Wenn eine Ungleichheit der Lichtübertragungszeilen vorliegt, ist der Weißausgleich in der Mitte des Bildschirms von dem Weißausgleich an den Außenbereichen des Bildschirms verschieden. Wenn ferner eine Ungleichheit der Lichtübertragungszeilen vorliegt, muß eine präzise gegenseitige Konvergenz für jedes Pixel unter den Flüssigkristallpanels für rot, grün und blau durchgeführt werden. Das heißt, es müssen Vorgänge erfolgen, die im Fertigungsprozeß viel Justierzeit in Anspruch nehmen. Das Farbverarbeitungsteil **1000** der vorliegenden Ausführungsform löst dieses Problem.

[0490] Bei dieser Ausführungsform wird der Polarisator für das Flüssigkristallpanel an mindestens einem von dem ersten Umlenkspiegel und dem zweiten Umlenkspiegel angewandt. Der Umlenkspiegel hat die Funktion eines Kühlmittels des Polarisators. Da jeder Umlenkspiegel unter 45° in Bezug auf jedes Flüssigkristallpanel eingebaut ist, kann die Fläche des Polarisators größer sein, so daß der Wärmeabstrahlungs-Wirkungsgrad erhöht wird. Wenn das Verbindungsmodul für den Strahlengang in die Flüssigkeit in dem Kasten eintaucht, d. h. wenn der Umlenkspiegel in die Flüssigkeit eintaucht, wird der Wärmeabstrahlungs-Wirkungsgrad weiter erhöht.

[0491] Wenn außerdem die Polarisationsschicht, die den Polarisator hat, in dem Wellenlängentrennmodul, das mit der Flüssigkeit gefüllt ist, oder in dem Wellenlängensynthetisierungsmodul, das mit der Flüssigkeit gefüllt ist, angewandt wird, wird der Wärmeabstrahlungs-Wirkungsgrad der Polarisationsschicht gesteigert. Der Fall, daß die den Polarisator aufweisende Polarisationsschicht in dem Wellenlängentrennmodul oder dem Wellenlängensynthetisierungsmodul verwendet wird, wird später erläutert.

[0492] Die Bilderzeugungsvorrichtung der vorliegenden Ausführungsform kann ein Polarisationsverarbeitungsteil **2000** vor und hinter dem Farbverarbeitungsteil **1000** aufweisen. Das Polarisationsverarbeitungsteil **2000** besteht aus einem Polarisationstrennmodul **1047**, einem Polarisationssynthetisierungsmodul **1048**, dem Lichtmodulator **33** für die Leuchtdichte und einem Verbindungsmodul für den Strahlengang.

[0493] Das Polarisationstrennmodul **1047** weist einen ersten Polarisationsstrahlteiler **47a** auf, der in die Flüssigkeit **400j** in einem dritten Kasten **403h** eintaucht. Das Polarisationssynthetisierungsmodul **1048** weist einen zweiten Polarisationsstrahlteiler **47b** (nicht gezeigt) auf, der in die Flüssigkeit **400j** in einem vierten Kasten **404h** eintaucht.

[0494] Der erste Polarisationsstrahlteiler **47a** des Polarisationstrennmoduls **1047** gibt das Licht ein, trennt das Licht in zwei Lichtarten, deren Polarisationsrichtungen orthogonal zueinander sind, beispielsweise eine erste Lichtart (z. B. die Welle P) und eine zweite Lichtart (z. B. die Welle S), und gibt die erste Lichtart (die Welle P) an das Wellenlängentrennmodul **1040** ab.

[0495] Der Lichtmodulator **33** ist nahezu vertikal in bezug auf die optische Achse des abgegebenen zweiten Lichts angebracht. Der Lichtmodulator **33** gibt das zweite Licht und ein Schwarzweiß-Teilsignal (Leuchtdichte-Teilsignal) in das Bildsignal ein, moduliert den Polarisationszustand des Eingangslichts auf der Basis des Leuchtdichte-Teilsignals des Bildsignals und gibt das modulierte Licht ab.

[0496] Der zweite Polarisationsstrahlteiler **47b** des Polarisationssynthetisierungsmoduls **1048** gibt die erste und die zweite Lichtart ein und erzeugt ein Bild durch Synthetisieren der beiden Lichtarten.

[0497] Das Verbindungsmodul für den Strahlengang besteht aus Umlenkspiegeln **29a** und **29b** und liegt in dem Strahlengang der zweiten Lichtart zwischen dem Polarisationstrennmodul **1047** und dem Polarisationssynthetisierungsmodul **1048**. Das Verbindungsmodul für den Strahlengang stellt eine Verbindung mit einem zweiten Strahlengang her durch Leiten des Ausgangslichts von dem Polarisationstrennmodul **1047** zu dem Polarisationssynthetisierungsmodul **1048** durch den Lichtmodulator **33**.

[0498] Wie **Fig.** 32 zeigt, ist es akzeptabel, anstelle der Umlenkspiegel **29a** und **29b** des Strahlengang-Verbindungsmoduls in **Fig.** 29 einen Umlenkspiegel **29c** einzubauen. Der Umlenkspiegel **29c** wird

an einem Ausgang der zweiten Lichtart aus dem Polarisationstrennmodul **1047** angebracht und in bezug auf die optische Achse der zweiten Lichtart vertikal angeordnet. Der Umlenkspiegel **29c** leitet das von der Lampe **10** in den ersten Polarisationsstrahlteiler **47a** eingegebene Licht zum Lichtquellensystem zurück. Das von dem Umlenkspiegel **29c** reflektierte Licht wird von dem Hauptumlenkspiegel **11** erneut in den ersten Polarisationsstrahlteiler **47a** eingegeben und gelangt wiederum zu dem Umlenkspiegel **29c**.

[0499] Dieser Vorgang wird wiederholt. Da das Licht mehrfach in den Polarisationsstrahlteiler **47a** eingegeben wird, kann die verbliebene Welle P, die durch die einmalige Eingabe noch nicht getrennt wurde, getrennt werden. Da ferner die Welle S auf den Hauptumlenkspiegel projiziert wird, kann Energie der Welle S von dem Hauptumlenkspiegel absorbiert werden, so daß der Wärmeabstrahlungs-Wirkungsgrad gesteigert wird.

[0500] Das Polarisationstrennmodul **1047** und das Polarisationssynthetisierungsmodul **148** haben jeweils getrennte Polarisationsstrahlteiler. Jeder Polarisationsstrahlteiler ist in dem Kasten **403h** oder **404h** umschlossen. Es ist möglich, die Polarisationsstrahlteiler in dem Polarisationstrennmodul **1047** und dem Polarisationssynthetisierungsmodul **1048** und die Kästen **403h** und **404h** gemeinsam auszubilden.

[0501] Dabei wird ein Polarisationsstrahlteiler in einem gemeinsamen Kasten umschlossen, und dann kann die Polarisationstrennung und die Polarisationssynthetisierung jeweils durch Verwenden eines verschiedenen Teils, d. h. eines oberen Teils und eines unteren Teils, des Polarisationsstrahlteilers in dem Kasten ausgeführt werden. Daher können die herkömmlichen zwei Spiegel und die Zahl der Komponenten zum Halten derselben verringert werden.

[0502] Es ist auch akzeptabel, das Wellenlängentrennmodul **1040**, das in dem Farbverarbeitungsteil **1000** verwendet wird, und das Polarisationstrennmodul **1047**, das in dem Polarisationsverarbeitungsteil **2000** verwendet wird, in einem Kasten unterzubringen, so daß sie ein Modul sind. Es ist ebenfalls akzeptabel, das Wellenlängensynthetisierungsmodul **1041**, das in dem Farbverarbeitungsteil **1000** verwendet wird, und das Polarisationssynthetisierungsmodul **1048**, das in dem Polarisationsverarbeitungsteil **2000** verwendet wird, in einem Kasten unterzubringen, so daß sie ein Modul sind.

[0503] Es ist ferner akzeptabel, das Wellenlängentrennmodul **1040**, das Wellenlängensynthetisierungsmodul **1041**, das Polarisationstrennmodul **1047** und das Polarisationssynthetisierungsmodul **1048** in einem Kasten anzuordnen, so daß sie ein Modul sind. Durch Anwendung dieser Konfiguration können Montage und Justierung ganz erheblich vereinfacht werden. Es ist außerdem akzeptabel, das Strahlengang-Verbindungsmodul mit anderen Modulen zu vereinigen.

[0504] Die Flüssigkeit **400j**, deren Brechzahl gleich oder kleiner als diejenige des Plattenmaterial (im allgemeinen Glas) der Polarisationsstrahlteiler **47a** oder **47b** ist, ist in dem Kasten vorgesehen. Die Polarisationsstrahlteiler **47a** und **47b** tauchen in diese Flüssigkeit **400j**. Die Wirkungen der Flüssigkeit **400j** sind folgende.

(a) Die Neigung des Eingangslichts wird auf 1/Brechzahl reduziert.

[0505] Da die Lichtneigung reduziert wird, wird der Wirkungsgrad des Vielfachdünnschichtelements verbessert, was ein wichtiger Aspekt dabei ist, die Vorrichtung sehr kompakt zu bauen. Die Auswirkung von (a) wird noch beschrieben.

(b) Die optische Weglänge wird auf 1/Brechzahl verkürzt.

[0506] Da die praktikable Länge der Strahlengänge des Polarisationstrennmoduls, des Polarisationssynthetisierungsmoduls, des Wellenlängentrennmoduls und des Wellenlängensynthetisierungsmoduls verkürzt werden, kann die Abschattung ausgeschlossen werden, und der Wirkungsgrad des Transmissionsgrads kann verbessert werden. In **Fig.** 160 wird sogar das Licht A in einem kurzen Strahlengang A durchgelassen.

[0507] In einem langen Strahlengang B wird nur Licht B oder Licht mit einer kleineren Neigung als B durchgelassen, und das Licht A oder Licht mit einer größeren Neigung als B wird beseitigt. Das heißt, es ist erforderlich, einen Strahlengang zu haben, dessen Durchmesser größer als der Durchmesser des Strahlengangs A ist, dessen Strahlengang kurz ist, um dadurch das Licht A zusätzlich zu dem Licht B nutzen zu können.

[0508] Die **Fig.** 33 und 34 zeigen Draufsichten auf den Flüssigkristallprojektor der vorliegenden Ausführungsform. Die **Fig.** 35 und 36 zeigen optische Systeme des Strahlengangs für grün des Flüssigkristallprojektors.

[0509] Wie die **Fig.** 33 und 35 zeigen, ist die Linse **55**, die den konischen Lichtstrom in einen zylindrischen Lichtstrom umwandelt, an der Lichteingangsstelle des Polarisationsverarbeitungsteils **2000** angebracht. In einem Fall, in dem kein Polarisationsverarbeitungsteil **2000** vorgesehen ist, ist die Linse **55**, die den konischen Lichtstrom in einen zylindrischen Lichtstrom umwandelt, an der Lichteingabestelle des ersten gekreuzten dichroitischen Spiegels **40** des Farbverarbeitungsteils **1000** angeordnet, wie die **Fig.** 34 und 36 zeigen.

[0510] In Anbetracht der Wärme ist ein kleinster Wert des Durchmessers des Lichtquellensystems 1 im allgemeinen so ausgelegt, daß dieser 8 cm bis 10 cm beträgt. Der Durchmesser des Strahlengangs von Licht, das von dem Lichtquellensystem **1** abgegeben wird, wird konisch verengt, so daß das Licht in das Polarisationsverarbeitungsteil **2000** oder den ersten gekreuzten dichroitischen Spiegel **40** eintritt, deren

Strahlengangdurchmesser kleiner als derjenige des Ausgangslichts sind. Dabei ist die Linse **55** die Sammellinse zur Umwandlung des konischen Lichts in paralleles Licht und Leiten desselben in das Polarisationsverarbeitungsteil **2000** oder den ersten gekreuzten dichroitischen Spiegel **40**.

[0511] Wie erwähnt, hat die Neigung des Lichts von der Lichtquelle auch dann eine endliche Dispersion, wenn das zentrale Licht des Lichts von der Sammellinse in das parallele Licht umgewandelt wird. Der Grund hierfür ist, daß die Lichtquelle eine gewisse Länge hat und daß das zentrale Licht nicht immer parallel ist. Die Dispersionsrate ist zu der Länge der Lichtquelle (der Bogenlänge) proportional und ist zu einem Durchmesser des Hauptumlenkspiegels und dessen Seitenverhältnis umgekehrt proportional.

[0512] Die Dispersionsrate ist in Abhängigkeit von der Konstruktion des Lichtquellensystems und der Art der Lichtquelle (Lampe) unterschiedlich. Wenn beispielsweise eine Metallhalogenidlampe vom Wechselstromtyp mit einer Bogenlänge von 5 mm verwendet wird, muß die folgende Bedingung erfüllt sein, um einen ausreichenden Betrieb zu erhalten. Es ist erforderlich, daß paralleles Licht von einem Spiegel mit parabolischer Oberfläche abgestrahlt wird, dessen Durchmesser 8 cm ist, und daß das Licht auf das Flüssigkristallpanel und den dichroitischen Spiegel projiziert wird, deren Durchmesser in der Praxis 7,6 cm (3 Inch) bis 8,4 cm (3,3 Inch) sind.

[0513] Wenn jedoch der parallele Lichtstrom von dem Lichtquellensystem von der Kondensorlinse gesammelt und von der Kollimatorlinse in einen parallelen Lichtstrom mit einem Durchmesser umgewandelt wird, der kleiner als der Durchmesser Dm des Hauptumlenkspiegels ist, wird die Dispersionsrate der Lichtneigung in dem Lichtstrom erhöht. Es wird somit schwierig, die optischen Komponenten ausreichend zu betreiben.

[0514] In dem Fall, daß der dichroitische Spiegel oder der Polarisationsstrahlteiler in Luft verwendet wird, wird der Wirkungsgrad der Lichttrennung und Lichtsynthetisierung auf die Hälfte reduziert, wenn der praktikable Durchmesser des Strahlengangs von den vorgenannte 3 Inch auf 2 Inch verkleinert ist.

[0515] Zur Lösung dieses Problems werden bei der Vorrichtung der vorliegenden Ausführungsform das Wellenlängentrennmodul, das Wellenlängensynthetisierungsmodul, das Polarisationstrennmodul und das Polarisationssynthetisierungsmodul in die Flüssigkeit mit hoher Brechzahl getaucht. Wenn das Licht in das Polarisationstrennmodul, das mit der Flüssigkeit gefüllt ist, eingegeben wird, wird die Neigung des Lichts auf 1/Brechzahl verringert.

[0516] Somit wird es möglich, den Durchmesser des Strahlengangs in dem Polarisationsverarbeitungsteil und in dem Farbverarbeitungsteil auf 1/Brechzahl einzuengen. Angenommen, die Brechzahl der Flüssigkeit ist 1,5, dann ist es immer noch möglich, den Wirkungsgrad der Vorrichtung auch dann aufrechtzuerhalten, wenn der Durchmesser des Strahlengangs am Ausgang des Lichtquellensystems von 3 Inch auf 2 Inch durch die Kondensorlinse und die Sammellinse reduziert wird.

[0517] Linsen **70a**, **71a** und **72a** sind am Ausgang des Wellenlängentrennmoduls **1040** des Farbverarbeitungsteils **1000** angebracht. Die Linsen **70a**, **71a** und **72a** wandeln den zylindrischen Lichtstrom in einen konischen Lichtstrom um. Die Linsen **70b**, **71b** und **72b** sind an dem Lichteingang des Wellenlängensynthetisierungsmodul wandeln den zylindrischen Lichtstrom in einen konischen Lichtstrom um. Linsen **70b**, **71b** und **72b** sind an dem Lichteingang des Wellenlängensynthetisierungsmoduls **1041** in dem Farbverarbeitungsteils **1000** angeordnet. Die Linsen **70b**, **71b** und **72b** wandeln den konischen Lichtstrom in einen zylindrischen Lichtstrom um. Jede der Linsen **70a** bis **72b** besteht zwar bei der vorliegenden Ausführungsform aus einer Linse, es ist aber auch akzeptabel, daß sie aus mehreren Linsen bestehen.

[0518] Ein zulässiger Wert für die Neigung des Lichts, das in das entsprechend behandelte Flüssigkristallpanel eingegeben wird, ist so hoch, daß er ungefähr zwei- oder dreimal so hoch wie der zulässige Wert des Elements ist, bei dem die Dünnschicht verwendet wird, etwa des dichroitischen Spiegels und des Polarisationsstrahlteilers. Der zulässige Wert des Elements, bei dem die Dünnschicht verwendet wird, ist ±4°, während derjenige des Flüssigkristallpanels ungefähr ±12° ist.

[0519] Auch wenn daher die Flüssigkristallpanels **30**, **31** und **32** klein sind, kann eine ausreichende Projizierung durch Anwendung der geeigneten Relaislinsen **70a**, **71a** und **72a**, die den Lichtstrom schmaler machen, erfolgen.

[0520] Angenommen, daß ein Durchmesser des Lichtstroms des dichroitischen Spiegels **2** Inch ist, dann kann das Licht ohne Verluste auf das Flüssigkristallpanel von 2/3 Inch projiziert werden.

[0521] Das Polarisationsverarbeitungsteil **2000** hat außerdem die gleiche Konfiguration bei Anwendung der Linsen **73a** und **73b**.

[0522] Der Fall, daß das Flüssigkristallpanel selber in die Flüssigkeit mit hoher Brechzahl getaucht ist, wird später erläutert. Da die Lichtmodulation durch den Flüssigkristall ein Phänomen ist, das in dem Flüssigkristall mit hoher Brechzahl erzeugt wird, kann durch Tauchen des Flüssigkristallpanels in die Flüssigkeit keine Wirkung erzielt werden. Somit ist der zulässige Dispersionswert nur ungefähr doppelt so hoch (3/1,5) wie der zulässige Wert des dichroitischen Spiegels oder des Polarisationsstrahlteilers in der Flüssigkeit, deren Brechzahl 1,5 ist.

[0523] Somit ist ersichtlich, daß es unter Berücksichtigung von in der Praxis brauchbaren Werten, die für die Konstruktion verwendet werden, unmöglich ist, den praktikablen Durchmesser des gesammelten Strahlengangs, d. h. die Größe des Flüssigkristallpanels, kleiner als 1,5 Inch, also die Hälfte von 3 Inch, zu machen, wenn das Licht an dem Flüssigkristallpa-

nel gesammelt wird.

[0524] Die Linsen **55**, **70a** bis **72b** können gemeinsam an der Seite jedes Kastens des Wellenlängentrennmoduls **1040**, des Polarisationstrennmoduls **1047** oder des Polarisationssynthetisierungsmoduls **1048** angebracht sein. Die Kästen und die Linsen können aus durchsichtigem Kunststoff gegossen sein, so daß die Zahl von Komponenten reduziert wird.

[0525] In **Fig.** 33 ist ein mit der Flüssigkeit **400j** gefüllter Kasten **405h** an dem zweiten Strahlengang angebracht. Der Kasten **405h** ist ebenso groß wie der Kasten **401h**, und die Flüssigkeit **400j** in dem Kasten **405h** hat die gleiche Brechzahl wie die Flüssigkeit **400j** in dem Kasten **401h**. Der Kasten **405h** dient dazu, die optischen Weglängen der ersten Lichtart (Welle P) und der zweiten Lichtart (Welle S) gleich zu machen und die Vorrichtung kompakt zu machen.

[0526] Durch das Vorhandensein des Kastens **405h** kann der Strahlengang der zweiten Lichtart (Welle S) auf 1/Brechzahl der Flüssigkeit **400j** reduziert werden, so daß die Vorrichtung kompakt ist. Ein offener Zwischenraum W1 zwischen dem Kasten **402h** und dem Kasten **405h** dient dazu zu verhindern, daß die Linse **55** in Kontakt mit dem Kasten **405h** gelangt. Ein offener Zwischenraum W2 zwischen dem Kasten **402h** und dem Kasten **401h** dient dazu zu verhindern, daß die Projektionslinse **50**, die Linse **55** und die Linse **72b** einander berühren.

Ausführungsform 3-2

[0527] Das Problem der Lichtreflexion stellt sich durch Einbauen der Relaislinse und Projizieren des verschmälerten Lichtstroms auf das Flüssigkristallpanel, wie in der Ausführungsform 3-1 beschrieben wird. Wenn das Licht diagonal in das Flüssigkristallpanel eingegeben wird, wie der Stand der Technik angibt, tritt ein Verlust der optischen Wirkung ein bzw. es wird Übersprechen erzeugt, und dann fließt Dunkelstrom in einem TFT-Schaltkreis. Die Verhinderung von Übersprechen bei der vorliegenden Ausführungsform wird nachstehend beschrieben.

[0528] **Fig.** 37 zeigt, daß Glasplatten **991** und **993** den Flüssigkristall **992** eines Flüssigkristallpanels **999** umschließen. Die Glasplatte **991** befindet sich an der Lichteingabeseite, und die Glasplatte **993** befindet sich an der Lichtausgabeseite. Der TFT ist auf die Lichteingabeseite der Glasplatte **993** aufgebracht. Eine Antireflexionsschicht **994**, die eine Reflexion verhindert, ist auf die Lichtausgabeseite der Glasplatte **993** aufgebracht. Durch Aufbringen der Antireflexionsschicht **994** kann verhindert werden, daß reflektiertes Licht den TFT aktiviert und ein schädlicher Dunkelstrom erzeugt wird.

[0529] Die Antireflexionsschicht **994** kann auf die eine Seite der Glasplatte **993** zur gleichen Zeit aufgebracht werden, zu der der TFT auf der anderen Seite der Glasplatte **993** gebildet wird. Das Reflexionsvermögen der Antireflexionsschicht **994** ist so ausgebildet, daß es bei dem Eintrittswinkel von 5° bis 15° am geringsten ist, wie in **Fig.** 38 gezeigt ist. Es ist möglich, das Reflexionsvermögen der Antireflexionsschicht **994** von dem Eintrittswinkel abhängig zu machen.

[0530] Wenn beispielsweise der Eintrittswinkel mit 10° festgelegt ist, kann die Antireflexionsschicht so ausgebildet werden, daß ihr Reflexionsvermögen bei dem Eintrittswinkel von 10° am niedrigsten ist. Bei der vorliegenden Ausführungsform ist zwar der Fall erläutert worden, daß die Antireflexionsschicht **994** aufgebracht ist, es ist aber auch akzeptabel, eine dünne Antireflexionsschicht auf die Glasplatte **994** haftend aufzubringen.

[0531] **Fig.** 39 zeigt ein anderes Beispiel des Flüssigkristallpanels zum Verhindern von Übersprechen. In **Fig.** 39 ist ein Glasblock **996** gezeigt, der aus dem gleichen Material wie die Glasplatten **991** und **993** des Flüssigkristallpanels **999** besteht. Der Glasblock **996** hat eine Breite W4, die größer als die Breite W3 der Glasplatten **991** und **993** ist. Der Glasblock **996** ist mit einem Bindemittel **995** an dem Flüssigkristallpanel **999** angebracht. Die Brechzahl des Bindemittels **995** ist nahezu gleich wie diejenige der Glasplatten **991** und **993** des Flüssigkristallpanels **999**. Licht absorbierendes Material **998** ist an den beiden Seiten des Glasblocks **996** vorgesehen. Auf die Lichtausgangsseite des Glasblocks **996** ist eine Antireflexionsbeschichtung **997** aufgebracht.

[0532] Wenn das Licht diagonal in das Flüssigkristallpanel der obigen Konfiguration eingegeben wird, so wird das in die Glasplatte **993** eingegebene Licht durch die Glasplatte **993**, das Bindemittel **995** und den Glasblock **996** durchgelassen, weil die Glasplatte **993**, das Bindemittel **995** und der Glasblock **996** nahezu die gleiche Brechzahl haben. Dann wird das Licht ausgegeben, nachdem es durch die Antireflexionsbeschichtung **997** durchgelassen wurde.

[0533] Wenn das Licht das Licht absorbierende Material **998** auf seinem Weg durch den Glasblock **996** erreicht, wird das Licht von dem Licht absorbierenden Material **998** absorbiert, so daß keine Ursache für Übersprechen erzeugt wird. Das Übersprechen wird proportional zu dem diagonalen Eintrittswinkel des Lichts in bezug auf das Flüssigkristallpanel **999** erzeugt. Je größer der diagonale Eintrittswinkel ist, um so mehr wird Übersprechen erzeugt. Das Übersprechen wird jedoch bei der vorliegenden Ausführungsform kaum erzeugt, weil das diagonale Eingangslicht von dem Licht absorbierenden Material **998** absorbiert wird.

[0534] Wenn die Breite W4 des Glasblocks **996** groß wird, dann wird das Licht absorbierende Material **998** lang. Das heißt, die Lichtabsorptionsrate wird erhöht. Wenn jedoch das Licht absorbierende Material **998** lang wird, besteht die Gefahr, daß Licht absorbiert wird, das nicht absorbiert werden sollte. Es ist daher erwünscht, daß die Breite W4 des Glasblocks **996** ein Mehrfaches der Breite W3 der Glasplatte **993** ist.

[0535] **Fig.** 40 zeigt ein anderes Beispiel des Flüssigkristallpanels zum Verhindern von Übersprechen. Das Flüssigkristallpanel **999** ist in eine Zelle **103** eingebaut, die mit Flüssigkeit **104** gefüllt ist, deren Brechzahl nahezu gleich dem der Glasplatten **991** und **993** ist. Die Zelle **103** besteht aus für Licht durchlässigem Material. Die Antireflexionsbeschichtung **997** ist auf die beiden Seiten der Zelle **103** aufgebracht. Das Licht absorbierende Material **998** ist ebenfalls an den beiden anderen Seiten der Zelle **103**, die keine Antireflexionsbeschichtung tragen, aufgebracht.

[0536] Bei Verwendung des Flüssigkristallpanels der vorstehenden Konfiguration kann eine Lichtreflexion an der Grenze zwischen der Glasplatte **991** und der Flüssigkeit **104** und eine Lichtreflexion an der Grenze zwischen der Glasplatte **993** und der Flüssigkeit **104** verhindert werden, weil die Glasplatten **991** und **993** und die Flüssigkeit **104** eine nahezu gleiche Brechzahl haben.

[0537] Der Fall, in dem die Antireflexionsschicht wie oben erwähnt auf das Flüssigkristallpanel aufgebracht ist, verlangt einen speziellen Prozeß, so daß das Flüssigkristallpanel teuer wird. Wenn das Flüssigkristallpanel in die Flüssigkeit taucht, deren Brechzahl gleich derjenigen des Glases ist, das den Flüssigkristall umgibt, entfällt eine Reflexion an dem Glas. Die Reflexion an der Platte, die die Flüssigkeit umschließt, wird jedoch zum Problem.

[0538] Diese schädliche Reflexion an der Platte kann dadurch beseitigt werden, daß die Antireflexionsschicht auf dem richtigen Teil der Platte angebracht wird. Im allgemeinen ist es einfacher, einen Haftvorgang mit einer gewöhnlichen Platte auszuführen, als den Haftvorgang mit dem Glas des Flüssigkristallpanels auszuführen, bei dem komplizierte Fertigungsvorgänge ablaufen.

[0539] Es erübrigt sich daher, die Antireflexionsschicht **994** oder eine andere Antireflexionsdünnschicht aufzubringen, wenn das Flüssigkristallpanel **999** in der Flüssigkeit **104** angeordnet ist. Außerdem kann das Flüssigkristallpanel **999** von der Flüssigkeit **104** gekühlt werden.

[0540] **Fig.** 41 zeigt den Fall der Verwendung des Flüssigkristallpanels, das in **Fig.** 40 gezeigt ist. Die Flüssigkristallpanels **30**, **31**, **32** und **33** sind in Flüssigkeit **30j**, **31j**, **32j** und **33j** getaucht, die in Kästen **30h**, **31h**, **32h** und **33h** gefüllt ist.

[0541] **Fig.** 42 zeigt ein anderes Beispiel des Flüssigkristallpanels zur Verhinderung von Übersprechen. Eine Oberfläche **103a** der Zelle an der Lichtausgangsseite ist eine gekrümmte Oberfläche, was ein Merkmal von **Fig.** 42 ist. Da die Oberfläche **103a** der Zelle eine konkav gekrümmte Oberfläche ist, kann das Reflexionslicht ohne weiteres von dem Licht absorbierenden Material **998** absorbiert werden.

[0542] **Fig.** 43 zeigt ein weiteres Beispiel des Flüssigkristallpanels zur Verhinderung von Übersprechen. Ein Merkmal dieses Beispiels ist, daß eine Oberfläche **103b** der Zelle an der Lichtausgangsseite in bezug auf das Ausgangslicht diagonal installiert ist. Das Reflexionslicht kann von dem Licht absorbierenden Material **998** leicht absorbiert werden, weil die Oberfläche **103b** in bezug auf das Ausgangslicht diagonal installiert ist.

[0543] **Fig.** 44 zeigt ein anderes Beispiel zur Verhinderung von Übersprechen. In **Fig.** 44 sind die Glasplatten der Flüssigkristallpanels **30**, **31** und **32** an den Lichtausgangsseiten so installiert, daß sie in die Flüssigkeit **400j** des Wellenlängensynthetisierungsmoduls **1041** tauchen. Der gekreuzte dichroitische Spiegel und das Flüssigkristallpanel bestehen im allgemeinen aus Glasplatten. Die Flüssigkeit **400j** hat eine Brechzahl, die gleich oder kleiner als die der Glasplatte des gekreuzten dichroitischen Spiegels und des Flüssigkristallpanels ist.

[0544] Da die Glasplatten an den Lichtausgangsseiten die Flüssigkeit **400j** berühren, kann die Lichtreflexion an der Lichtausgangsseite verhindert werden. Es ist möglich, ohne daß dies in der Figur gezeigt ist, eine gleichartige Konfiguration bei dem Flüssigkristallpanel **33** für Leuchtdichte zu verwenden, indem das Flüssigkristallpanel **33** für Leuchtdichte haftend an dem Polarisationssynthetisierungsmodul **1048** angebracht wird, so daß Übersprechen verhindert wird.

Ausführungsform 3-3

[0545] **Fig.** 45 zeigt eine Konfiguration des Flüssigkristallprojektors der vorliegenden Ausführungsform. Ein Merkmal der Ausführungsform ist, daß für die Flüssigkristallpanels **30**, **31** und **32** für Farbe STN-Flüssigkristall verwendet wird. für das Flüssigkristallpanel **33** für Leuchtdichte wird TN-Flüssigkristall verwendet. Der STN-Flüssigkristall hat zwar den Vorteil, daß er aufgrund seiner einfachen Konfiguration billig ist. Andererseits ist das Ansprechverhalten des TN-Flüssigkristallpanels höher als das des STN-Flüssigkristallpanels, aber der Preis ist höher als der des STN-Flüssigkristallpanels.

[0546] Es ist eine menschliche Sehcharakteristik, daß das Auge für Leuchtdichte empfindlicher ist als für Farbe. Diese menschliche Sehcharakteristik wird bei der vorliegenden Ausführungsform genutzt. Die räumliche Frequenzcharakteristik des menschlichen Auges für Leuchtdichte ist derjenigen für Farbe überlegen. Daher ist die Auflösung des Flüssigkristallpanels **33** für Leuchtdichte so definiert, daß sie das Drei- bis Vierfache der Auflösung der Flüssigkristallpanels **30**, **31** und **32** für Farbe ist.

[0547] Ein Flüssigkristallpanel mit ungefähr dreihunderttausend Pixel wird als das Flüssigkristallpanel **33** für Leuchtdichte bei der vorliegenden Ausführungsform verwendet. Ein Flüssigkristallpanel mit fünfundsiebzigtausend bis hunderttausend Pixel wird als die Flüssigkristallpanels **30**, **31** und **32** für Farbe verwendet. Auf der Basis der Raumfrequenzcharakteristik des menschlichen Auges werden Flüssigkristallpanels mit unterschiedlichen Auflösungen ver-

wendet.

[0548] Die zeitliche Frequenzcharakteristik des menschlichen Auges für Leuchtdichte ist derjenigen für Farbe ebenfalls überlegen. Wegen dieser zeitlichen Frequenzcharakteristik des menschlichen Auges wird als Flüssigkristallpanel für Leuchtdichte bei der vorliegenden Ausführungsform das TN-Flüssigkristallpanel **33** mit raschem Ansprechvermögen verwendet. Die STN-Flüssigkristallpanels **30**, **31** und **32** mit langsamem Ansprechvermögen werden als die Flüssigkristallpanels für Farbe verwendet.

[0549] Obwohl die STN-Flüssigkristallpanels ein langsames Ansprechvermögen haben, treten wegen der zeitlichen Frequenzcharakteristik des menschlichen Auges keine Störungen auf. Durch die Verwendung des STN-Flüssigkristallpanels als Flüssigkristallpanel für Farbe kann ein kostengünstiger Flüssigkristallprojektor hergestellt werden.

[0550] Wie oben gesagt, wird das TN-Flüssigkristallpanel **33** mit dreihunderttausend Pixel als das Flüssigkristallpanel für Leuchtdichte verwendet. Daher ist das Flüssigkristallpanel für die Leuchtdichte größer als das Flüssigkristallpanel für Farbe. Die Konstruktion ist derart, daß paralleles Licht auf dieses große Flüssigkristallpanel projiziert wird. Die Linsen **74** und **75** sind Relaislinsen zum wirksamen Projizieren des parallelen Lichts für das Flüssigkristallpanel **33** für die Leuchtdichte.

[0551] Die Gestalt eines Spiegels zum Einstellen des Strahlengangs für die Flüssigkristallpanels **30**, **31** und **32** für Farbe ist bei der vorliegenden Ausführungsform dreieckig. Die Linsen **70a**, **71a** und **72a** projizieren das Licht diagonal unter ungefähr 15° auf die Flüssigkristallpanels **30**, **31** und **32**. Somit können die Umlenkspiegel **24** bis **29** verwendet werden, die zur Anpassung an den Strahlengang dreieckig sind. Bei Verwendung der dreieckigen Umlenkspiegel **24** bis **29** kann der Flüssigkristallprojektor kleiner gebaut werden.

[0552] Bei Anwendung eines Dreiecks als die Form des Umlenkspiegels **28** erfolgt keine Berührung zwischen dem Umlenkspiegel **28** und der Projektionslinse **50**. Es wird daher möglich, die Kästen **401h** und **402h** nahe beieinander anzuordnen, ohne daß ein offener Zwischenraum zwischen ihnen vorhanden ist. Es ist ferner akzeptabel, den Kasten **401h** und den Kasten **402h** als ein Modul auszubilden, so daß die Zahl der Komponenten weiter verringert wird.

Ausführungsform 3-4

[0553] Die **Fig.** 46 und 47 zeigen weitere Beispiele des Flüssigkristallprojektors. Der Fall der ebenen Größe A4 des Flüssigkristallprojektors wird bei der vorliegenden Ausführungsform beschrieben. Zur Realisierung der Ebene der Größe A4 muß der Strahlengang manchmal eine bestimmte Länge einhalten, was von verschiedenen anderen optischen Elementen in der Vorrichtung abhängig ist. Bei der vorliegenden Ausführungsform kann das Einhalten einer Länge des Strahlengangs dadurch verwirklicht werden, daß die Höhe H des Projektors größer gemacht wird.

[0554] Der Fall, daß zu der Strahlenganglänge H1 hinzuaddiert ist, indem ein Abstandshalter der Höhe H1 eingebaut wird, ist in den **Fig.** 46 und 47 gezeigt. Es ist dennoch vorteilhaft, das Flüssigkristallpanel **999** in der Mitte des Strahlengangs auch dann, wenn die Höhe H1 hinzuaddiert ist, vorzusehen. Wenn die Höhe H1 hinzugefügt wird, um die Größe A4 zu verwirklichen, gibt es einen Raum um das Flüssigkristallpanel **999** herum.

[0555] Daher kann das Flüssigkristallpanel **999** verwendet werden, das in der Zelle eingeschlossen ist, die mit der Antireflexionsflüssigkeit gefüllt ist. Bei der vorliegenden Ausführungsform gibt es den Vorteil, daß das Flüssigkristallpanel **999** nicht groß gemacht werden muß, selbst das Panel **999** in die Flüssigkeit mit hoher Brechzahl eintaucht.

[0556] **Fig.** 46 zeigt den Fall, daß das Licht direkt in das Farbverarbeitungsteil **1000** eingegeben und daraus direkt ausgegeben wird. Da der Abstandshalter mit der Höhe H1 vorgesehen ist, kann jede Komponente innerhalb des Flüssigkristallprojektors ohne jede Unregelmäßigkeit angeordnet sein, selbst wenn der Hauptumlenkspiegel **11** oder der Durchmesser der Projektionslinse **50** groß ist.

[0557] **Fig.** 47 zeigt den Fall, in dem das Farbverarbeitungsteil **1000** und das Polarisationsverarbeitungsteil **2000** vorgesehen sind. Da die Richtungen des Eingangslichts und des Ausgangslichts verschieden sind, sind der Hauptumlenkspiegel **11** und die Projektionslinse **50** in **Fig.** 47 in unterschiedlichen Positionen angeordnet. Im Vergleich mit der Konfiguration von **Fig.** 46 besteht keine Gefahr einer Berührung zwischen dem Hauptumlenkspiegel **11** und der Projektionslinse **50**.

[0558] In dem Fall, daß der Durchmesser des Strahlengangs durch die Linse **71a** verengt wird und der verengte Lichtstrom auf das Flüssigkristallpanel **999** projiziert wird, gibt es den Fall, daß eine bestimmte Distanz zwischen der Linse **71a** und dem Flüssigkristallpanel **999** eingehalten werden muß. Außerdem gibt es den Fall, daß eine bestimmte Strahlenganglänge einzuhalten ist, wenn das Licht von dem Flüssigkristallpanel **999** auf die Linse **71b** abgestrahlt wird. Es wird möglich, die Distanz zwischen der Linse **71a** oder **71b** und dem Flüssigkristallpanel **999** dadurch einzustellen, daß der Abstandshalter mit der Höhe H1 eingebaut wird.

[0559] **Fig.** 48 ist eine Draufsicht auf den Flüssigkristallprojektor der vorliegenden Ausführungsform. **Fig.** 49 ist eine Seitenansicht des Flüssigkristallprojektors der vorliegenden Ausführungsform.

[0560] Der Flüssigkristallprojektor dieser Ausführungsform ist in zwei Stufen unterteilt, und zwar eine erste Stufe für die Polarisations- und die Farbverarbeitung und eine zweite Stufe für die Verarbeitung der Leuchtdichte. Sämtliche Komponenten in der ersten Stufe sind so ausgebildet, daß sie nur eine Form haben. In **Fig.** 48 trennt der Polarisationsstrahlteiler

47a das Licht von der Lichtquelle **10** in die Welle P und die Welle S. Die Welle P wird in einen gekreuzten dichroitischen Spiegel **40x** geleitet und in die Lichtarten R, G und B getrennt.

[0561] Die getrennten Lichtarten werden von der Linse **70a**, **71a** oder **72a** weitergeleitet und in das Flüssigkristallpanel **30**, **31** oder **32** eingegeben. Das in dem Flüssigkristallpanel **30**, **31** oder **32** modulierte Licht wird in einen gekreuzten dichroitischen Spiegel **40a** über die Linsen **70b**, **71b** oder **72b** eingegeben. Die Lichtarten R, G und B werden in dem gekreuzten dichroitischen Spiegel **40y** synthetisiert und an den Polarisationsstrahlteiler **47b** abgegeben.

[0562] **Fig.** 49 zeigt, daß die von dem Polarisationsstrahlteiler **47a** getrennte Welle S in Richtung zu der zweiten Stufe projiziert und in das Flüssigkristallpanel **33** für Leuchtdichte über den Umlenkspiegel **29a** und die Linsen **74a** und **75a** eingegeben wird. Das in dem Flüssigkristallpanel **33** modulierte Licht durchsetzt die Linsen **75b** und **74b** und wird an dem Umlenkspiegel **29b** reflektiert, so daß es in den Polarisationsstrahlteiler **47b** geht. Der Polarisationsstrahlteiler **47b** synthetisiert ein Farbsignal, das in dem gekreuzten dichroitischen Spiegel **40y** in der ersten Stufe synthetisiert wird, und ein Signal für die Leuchtdichte, das von der zweiten Stufe ausgesendet wird, und gibt das synthetisierte Signal zu der Projektionslinse **50** ab.

[0563] Der Strahlengang der Lichtart G ist kürzer als derjenige der Lichtart R oder B in **Fig.** 48. Um die Strahlenganglänge der Lichtart G gleich derjenigen der Lichtart R oder B zu machen, ist in den Strahlengängen R und B eine Flüssigkeit **30j** vorgesehen. Die Brechzahl der Flüssigkeit **30j** ist höher als diejenige von Luft. Somit hat die Flüssigkeit **30j** die optische Funktion, die Strahlenganglänge um den Betrag der Brechzahl zu verringern. Die Strahlenganglängen der Lichtarten R, G und B können gemäß der angegebenen Konstruktion äquivalent sein.

[0564] Wie **Fig.** 48 zeigt, ist die Distanz zwischen den Mitten der beiden gekreuzten dichroitischen Spiegel **40x** und **40y** durch die Länge L2 definiert. Die Distanz zwischen der Mitte des gekreuzten dichroitischen Spiegels **40x** und dem Umlenkspiegel **24** oder **25** oder die Distanz zwischen der Mitte des gekreuzten dichroitischen Spiegels **40y** und dem Umlenkspiegel **26** oder **27** ist durch die Länge L1 definiert.

[0565] Die Strahlenganglänge der Lichtart G ist L2, und die Strahlenganglänge der Lichtarten R oder B ist L2 + 2L1. Da der Strahlengang der Lichtart G in Luft übertragen wird, ist die Brechzahl des Strahlengangs der Lichtart G = 1. Die Strahlengänge der Lichtarten R und B werden in der Flüssigkeit übertragen. Es ist erforderlich, dass die Flüssigkeit **30j** eine Brechzahl n hat, die L2 = (L2 + 2L1)/n genügt.

[0566] Durch Verwendung der Flüssigkeit **30j**, deren Brechzahl n ist, können die Strahlenganglängen der Lichtarten R, G und B äquivalent sein. Die Strahlenganglänge für die Leuchtdichte ist zwar nicht gezeigt, aber die Strahlenganglängen der Lichtarten R, G und B können äquivalent sein, indem eine Flüssigkeit, deren Brechzahl hoch ist, in den Strahlengang für die Leuchtdichte eingebracht wird.

[0567] Wie **Fig.** 48 zeigt, ist es auch akzeptabel, nur das Flüssigkristallpanel **31** für die Lichtart G in die Flüssigkeit **30j** zu tauchen, während der Strahlengang der Lichtart G durch die Luft verläuft. Eine Kühlwirkung kann durch Tauchen des Flüssigkristallpanels **31** in die Flüssigkeit **30j** verstärkt werden. Außerdem kann Übersprechen verhindert werden, wenn diagonales Licht eingegeben wird.

Ausführungsform 3-6

[0568] **Fig.** 50 ist eine Draufsicht auf den Flüssigkristallprojektor der vorliegenden Ausführungsform. **Fig.** 51 ist eine Seitenansicht des Flüssigkristallprojektors der vorliegenden Ausführungsform.

[0569] Bei dem Flüssigkristallprojektor der vorliegenden Ausführungsform sind die Linsen **70a** bis **72b** an den Seiten der gekreuzten dichroitischen Spiegel **40x** und **40y** angebracht, was einen Unterschied gegenüber der Ausführungsform 3-5 bildet. Das Wellenlängentrennmodul **1040** besteht aus dem gekreuzten dichroitischen Spiegel **40x**, der in die Flüssigkeit **30j** taucht, und das Wellenlängensynthetisierungsmodul **1041** besteht aus dem gekreuzten dichroitischen Spiegel **40y**, der in die Flüssigkeit **30j** taucht, was ebenfalls ein Unterschied gegenüber der Ausführungsform 3-5 ist. Die Strahlenganglängen der Lichtarten R, G und B sind dadurch äquivalent gemacht, daß die Flüssigkeit mit hoher Brechzahl in die Strahlengänge der Lichtarten R und B eingefügt ist.

[0570] Wie **Fig.** 50 zeigt, ist die Distanz zwischen den Mitten der beiden gekreuzten dichroitischen Spiegel **40x** und **40y** mit L2 definiert, und die Distanz zwischen den Mitten der Linsen **71a** und **71b** ist mit L3 definiert. Die Distanz zwischen der Mitte der Linse **70a** und dem Umlenkspiegel **24** oder zwischen der Linse **70b** und dem Umlenkspiegel **26** ist mit L1 definiert. Wenn die Länge L3, die Strahlenganglänge der Lichtart G, gleich der Länge L2 + 2L1 ist, können die Strahlenganglänge der Lichtart R oder B und damit drei Strahlenganglängen äquivalent sein.

[0571] Da die Strahlenganglänge L3 der Lichtart G in Luft übertragen wird, ist die Brechzahl des Strahlengangs der Lichtart G = 1. Die Strahlengänge der Lichtarten R und B werden in der Flüssigkeit übertragen. Die Flüssigkeit muß eine Brechzahl n haben, die L3 = (L2 + 2L1)/n genügt. Durch Verwendung der Flüssigkeit **30j**, deren Brechzahl n ist, können die Strahlenganglängen der Lichtarten R, G und B äquivalent sein.

Ausführungsform 3-7

[0572] **Fig.** 52 zeigt den Flüssigkristallprojektor der vorliegenden Ausführungsform: In den **Fig.** 48 und 51 sind die Lichtquelle **10** und die Projektionslinse **50**

entlang der Richtung einer langen Seite des Flüssigkristallprojektors angeordnet. Bei der vorliegenden Ausführungsform sind die Lichtquelle und die Projektionslinse **50** an der Seite, nicht entlang der Richtung der langen Seite, des Flüssigkristallprojektors angeordnet, so daß die Größe des Flüssigkristallprojektors kompakt wird. Da zwischen der Lichtquelle und der Projektionslinse ausreichend Abstand vorhanden ist, berührt die Lichtquelle die Projektionslinse zu keiner Zeit.

[0573] **Fig.** 53 zeigt eine Draufsicht auf den Flüssigkristallprojektor der vorliegenden Ausführungsform. **Fig.** 54 ist eine Seitenansicht des Flüssigkristallprojektors der vorliegenden Ausführungsform.

[0574] Als Linsen **70a**, **70b**, **72a** und **72b** werden, wie **Fig.** 53 zeigt, hohle Konkavlinsen verwendet, was gegenüber der Konfiguration von **Fig.** 50 verschieden ist. Da die Luftlinsen direkt in die Flüssigkeit **30j** getaucht sind, deren Brechzahl n ist, kann die gleiche Wirkung wie bei einer Konvexlinse erhalten werden.

[0575] Hohle Konvexlinsen werden ferner als Linsen **70c**, **70d**, **72c** und **72d** verwendet. Da die Luftlinsen direkt in die Flüssigkeit **30j** getaucht sind, deren Brechzahl n ist, kann die gleiche Wirkung wie diejenige einer Konkavlinse erhalten werden. Die Linsen **70c**, **70d**, **72c** und **72d** dienen der Änderung des in das Flüssigkristallpanel eingegebenen Lichts zu parallelem Licht und dem konischen Abstrahlen des von dem Flüssigkristallpanel abgestrahlten Lichts.

[0576] Die Linsen **71a** und **71b** sind so geformt, daß sie Seiten des Kastens des Flüssigkristallprojektors einschließen. Oberflächen, an der Lichteingangsseite und der Lichtausgangsseite, der Zelle des Flüssigkristallpanels für die Lichtart G in **Fig.** 53 sind gekrümmte Oberflächen. Das von der Linse **71a** abgestrahlte Licht wird, indem es durch die gekrümmte Oberfläche hindurchgeht, zu parallelem Licht geändert.

[0577] Dann wird das parallele Licht durch das Flüssigkristallpanel durchgelassen und an der gekrümmten Oberfläche an der Lichtausgangsseite ausgegeben. Da die Oberfläche an der Ausgangsseite die gekrümmte Oberfläche ist, kann durch reflektiertes Licht verursachtes Übersprechen verhindert werden, wie in **Fig.** 42 gezeigt ist. Da ferner die gekrümmte Oberfläche die Funktion einer Linse hat, wird konisch verbreitertes Licht zu der Linse **71b** abgestrahlt.

Ausführungsform 3-9

[0578] **Fig.** 55 zeigt ein anderes Beispiel des Verbindungsmoduls für den Strahlengang. Ein Merkmal der vorliegenden Ausführungsform ist, daß ein erster Umlenkspiegel **25x** mit gekrümmter Oberfläche und ein zweiter Umlenkspiegel **27y** mit gekrümmter Oberfläche vorgesehen sind. **Fig.** 55 zeigt nur das Strahlengang-Verbindungsmodul. Die anderen Elemente sind die gleichen wie diejenigen des Flüssigkristallprojektors der **Fig.** 48 oder 50.

[0579] An dem gekreuzten dichroitischen Spiegel **40x** getrenntes Licht wird an dem ersten Umlenkspiegel **25x** mit gekrümmter Oberfläche reflektiert. Das reflektierte Licht wird nahezu im Zentrum des Strahlengang-Verbindungsmoduls gesammelt. Das gesammelte Licht geht zu dem zweiten Umlenkspiegel **27y** mit gekrümmter Oberfläche und wird dann von dem zweiten Umlenkspiegel **27y** mit gekrümmter Oberfläche um 90° gedreht, so daß es paralleles Licht wird.

[0580] Das parallele Licht wird in den gekreuzten dichroitischen Spiegel **40y** eingegeben. Die vorstehenden Spiegel mit gekrümmter Oberfläche können Parabolspiegel sein. Das parallele Licht kann gesammelt werden, und das gesammelte Licht kann unter Verwendung des Umlenkspiegels mit gekrümmter Oberfläche, jedoch ohne Verwendung der Linse, zu dem parallelen Licht zurückgeleitet werden.

Ausführungsform 3-10

[0581] **Fig.** 56 zeigt ein anderes Beispiel des Wellenlängentrennmoduls, wobei der gekreuzte dichroitische Spiegel in der Flüssigkeit in dem Kasten eingeschlossen ist.

[0582] Die Polarisationsschicht **43** ist im Inneren des Wellenlängentrennmoduls aufgebracht. Was die Polarisationsschicht betrifft, so kann sie an der Vorder- oder Rückseite des Flüssigkristallpanels aufgebracht sein oder kann auf den Umlenkspiegel aufgebracht sein, wie in den vorstehenden Ausführungsformen angegeben wurde. Die Polarisationsschicht **43** ist der vorliegenden Ausführungsform im Inneren des Wellenlängentrennmoduls aufgebracht. Es folgen die Vorteile der Aufbringung der Polarisationsschicht im Inneren des Wellenlängentrennmoduls.

(1) Im Vergleich mit der Größe des Flüssigkristallpanels ist das Wellenlängentrennmodul größer. Es ist daher möglich, eine größere Fläche für die Polarisationsschicht als in dem Fall zuhaben, wenn die Polarisationsschicht an der Vorder- oder Rückseite des Flüssigkristallpanels aufgebracht ist.

(2) Da die Polarisationsschicht in die Flüssigkeit taucht, wird die Kühlwirkung der Polarisationsschicht erhöht.

[0583] Unter Bezugnahme auf **Fig.** 56 wird zwar der Fall des Wellenlängentrennmoduls erläutert, aber die Polarisationsschicht kann auch bei dem Wellenlängensynthetisierungsmodul aufgebracht sein.

Ausführungsform 3-11

[0584] **Fig.** 57 zeigt ein anderes Beispiel des Polarisationstrennmoduls, wobei der Polarisationsstrahlteiler **47a** in der Flüssigkeit in dem Kasten vorgesehen ist. Die Polarisationsschichten **47x** und **47y** des Polarisationstrennmoduls sind bei der vorliegenden Ausführungsform in der Flüssigkeit. Die Polarisations-

schicht **47x** läßt die Welle P durch und blockiert die Welle S. Die Polarisationsschicht **47y** läßt die Welle S durch und blockiert die Welle P. Der Polarisationsstrahlteiler **47a** läßt die Welle P durch und reflektiert die Welle S.

[0585] Es ist jedoch nicht möglich, in dem Polarisationsstrahlteiler **47a** die Welle P perfekt von der Welle S zu trennen. Wie **Fig.** 57 zeigt, sind daher die Polarisationsschichten **47x** und **47y** aufgebracht, um eine perfektere Welle P oder Welle S zu erhalten. **Fig.** 57 zeigt zwar den Fall des Polarisationstrennmoduls, die gleiche Konfiguration kann aber bei dem Polarisationssynthetisierungsmodul angewandt werden.

Ausführungsform 3-12

[0586] **Fig.** 58 zeigt den Flüssigkristallprojektor der vorliegenden Ausführungsform. Dieser Flüssigkristallprojektor besteht aus dem Wellenlängentrennmodul **1040**, dem Polarisationstrennmodul **1047**, den Flüssigkristallpanels **30**, **31** und **32**, den Umlenkspiegeln **24**, **25** und **26** sowie den Projektionslinsen **50a**, **50b** und **50c**. Die Lichtarten R, G und B werden über die Umlenkspiegel **24**, **25** und **26** in dem Flüssigkristallprojektor zu den Flüssigkristallpanels **30**, **31** und **32** gesandt. Die drei in den Flüssigkristallpanels modulierten Lichtarten werden auf einen Bildschirm **60** von den Projektionslinsen **50a**, **50b** und **50c** synthetisiert, um ein Bild zu erzeugen.

[0587] **Fig.** 54 zeigt zwar den Fall, daß das Polarisationstrennmodul **1047** vorgesehen ist, es ist aber auch akzeptabel, wenn kein Polarisationstrennmodul vorgesehen ist. Im Vergleich mit den Flüssigkristallpanels zur Modulation von rot und blau ist es auch akzeptabel, das Flüssigkristallpanel zur Modulation von grün hochpräzise auszubilden und ein grünes Signal mit einem Leuchtdichtesignal in das Flüssigkristallpanel für grün zur Modulation einzugeben. Es ist ferner akzeptabel, die Flüssigkristallpanels für rot und blau durch STN-Flüssigkristallpanels auszubilden und das Flüssigkristallpanel für grün mit einem TN-Flüssigkristallpanel auszubilden.

Ausführungsform 3-13

[0588] **Fig.** 59 zeigt den Flüssigkristallprojektor der vorliegenden Ausführungsform. Ein Merkmal der vorliegenden Ausführungsform ist, daß ein polymerdispergiertes Flüssigkristallpanel bzw. PDLC verwendet wird. Dispersion und Transmission des Lichts werden in dem PDLC-Panel genutzt. PDLC-Panels **30P**, **31P** und **32P** werden bei der vorliegenden Ausführungsform anstelle der Flüssigkristallpanels **30**, **31** und **32** der obigen Ausführungsformen verwendet. In der Regel ist es erforderlich, paralleles Licht in das PDLC-Panel einzugeben. Daher wird von der Linse **55** paralleles Licht geformt, und das parallele Licht wird in das PDLC-Panel eingegeben.

[0589] Von dem PDLC-Panel ausgegebenes Licht ist ebenfalls paralleles Licht. Dieses parallele Licht wird von der Linse **79** zu einer Blende **51** gesammelt. Das Kontrastverhältnis kann von der Blende **51** vergrößert werden. Da im Fall des PDLC-Panels die in den vorstehenden Ausführungsformen angegebene Polarisation nicht angewandt wird, kann intaktes natürliches Licht eingegeben werden, so daß ein helles Bild erhalten werden kann.

[0590] **Fig.** 60 zeigt ein anderes Beispiel der Verwendung des PDLC-Panels. Die PDLC-Panels **30P**, **31P** und **32P** sind an den Seiten des Wellenlängentrennmoduls **1040** angeordnet. Blenden **51a**, **51b** und **51c** sind in der Mitte der Umlenkspiegel vorgesehen. Linsen **70**, **71** und **72**, deren Brennpunkte an den Blenden sind, sind zwischen den PDLC-Panels **30P**, **31P** und **32P** und den Blenden **51a**, **51b** und **51c** angeordnet.

[0591] Unter Bezugnahme auf die **Fig.** 59 und 60 wird zwar der Fall der Verwendung des PDLC-Panels für das Farbverarbeitungsteil beschrieben, aber es ist auch akzeptabel, das PDLC-Panel für das Flüssigkristallpanel für die Leuchtdichte in dem Polarisationsverarbeitungsteil zu verwenden.

[0592] **Fig.** 61 zeigt, daß das Flüssigkristallpanel **33P** aus PDLC zwischen den Umlenkspiegeln **29a** und **29b** angeordnet ist. Die Linse **79** und die Blende **51** (nicht gezeigt) in dem Farbverarbeitungsteil können ebenfalls als die Linse und die Blende bei dieser Konfiguration verwendet werden.

[0593] **Fig.** 62 zeigt, daß das Flüssigkristallpanel **33P** aus PDLC an der Seite des Polarisationstrennmoduls **1047** angeordnet ist. Zwischen den Umlenkspiegeln **29a** und **29b** ist eine Blende **51d** vorgesehen. In diesem Fall werden die Linse **74** und die Blende **51d** ausschließlich für das Polarisationsverarbeitungsteil verwendet.

Ausführungsform 3-14

[0594] Die **Fig.** 63 und 64 zeigen Einzelheiten der Linse **55**, die am Eintritt des Polarisationstrennmoduls oder des Wellenlängentrennmoduls angeordnet ist. Die Lampe **10**, der Hauptumlenkspiegel **11**, eine Bifokallinse **55**, das Wellenlängentrennmodul **1040** (oder das Polarisationstrennmodul **1047**), das Strahlengang-Verbindungsmodul **1031**, das Wellenlängensynthetisierungsmodul **1041** (oder das Polarisationssynthetisierungsmodul **1048**) und das Flüssigkristallpanel **31** sind in **Fig.** 63 vorgesehen.

[0595] Wenn ein Brennpunkt einer konkaven Linse an einem Brennpunkt des Hauptumlenkspiegels liegt, wenn also der Brennpunkt der Linse im Zentrum der Bogenlänge der Lampe **10** angeordnet ist, wird im allgemeinen Licht vom Zentrum der Lampe **10**, also vom Brennpunkt des Hauptumlenkspiegels – in **Fig.** 63 in gestrichelten Linien gezeigt – an dem Hauptumlenkspiegel reflektiert. Dann geht das reflektierte Licht durch einen Punkt C und wird zu parallelem Licht **100**.

[0596] Licht von einem Ende der Lichtquelle (einem Ende der Bogenlänge) – in **Fig.** 63 als Strichpunktli-

nie gezeigt – gelangt im Fall der Einstärkenlinse durch einen Punkt A, der weiter innen als der Punkt C an der Konkavlinse ist, und wird zu Licht **108** weiter innen als das parallele Licht **100**. Das heißt, obwohl dieses innere Licht **108** eine gewisse Neigung hat, kann es von dem Flüssigkristallpanel 31 wirksam genutzt werden.

[0597] Andererseits geht Licht von dem anderen Ende der Lichtquelle (dem anderen Ende der Bogenlänge) – in Vollinie in **Fig.** 63 gezeigt – durch einen Punkt B weiter außen als der Punkt C an der Konkavlinse und wird zu Licht **101**, das weiter außen als das parallele Licht ist, in Fall der Einstärkenlinse. Dieses Licht wird aus dem Flüssigkristallpanel hinausgeworfen, wie **Fig.** 63 zeigt.

[0598] Gemäß **Fig.** 64 hat die Linse **55** zwei Brennpunkte F1 und F2 bei der vorliegenden Ausführungsform. Die Linse **55** besteht aus einem ersten Linsenteil **55a** und einem zweiten Linsenteil **55b**. Der erste Linsenteil **55a** mit dem Brennpunkt F1 ist innerhalb eines Radius R1 von der optischen Achse. Der zweite Linsenteil **55b** ist innerhalb der Länge R3(R2 – R1 = R3) am äußeren Teil des Radius R1.

[0599] Der zweite Linsenteil **55b** hat den zweiten Brennpunkt F2. Eine Brennweite des ersten Brennpunkts F1 ist kürzer als die Brennweite des zweiten Brennpunkts F2. Die Tatsache, daß der Brennpunkt F1 und der Brennpunkt des Hauptumlenkspiegels identisch sind, zeigt, daß der Brennpunkt F1 in der Mitte der Bogenlänge der Lichtquelle liegt.

[0600] Wie oben angegeben, ist es möglich, das aus dem Strahlengang austretende Licht, wie etwa das Licht **101** zu einem Licht zu ändern, das in das Flüssigkristallpanel **31** etwa als Licht **102** unter Verwendung der Bifokallinse eingegeben werden kann.

Ausführunasform 4

[0601] Die Bilderzeugungsvorrichtung mit Bildumwandlungseinrichtungen zum Umwandeln eines Verhältnisses von Länge zu Breite eines Bilds zu einem gewünschten Verhältnis wird nun bei der vorliegenden Ausführungsform beschrieben.

[0602] **Fig.** 65 ist ein Blockbild einer Konfiguration der Bilderzeugungsvorrichtung der vorliegenden Ausführungsform. Die Funktionsweise der Bilderzeugungsvorrichtung wird unter Bezugnahme auf **Fig.** 65 beschrieben.

[0603] Eine Bildsignalumwandlungseinrichtung **602** gibt ein Bildsignal **600** ein und wandelt das Bildsignal **600** in ein umgewandeltes Bildsignal **604** um, dessen Verhältnis von Länge zu Breite das gleiche wie dasjenige eines Flüssigkristallpanels **610** ist. Die Bilderzeugungseinrichtung **620** gibt das umgewandelte Bildsignal **604** in das Flüssigkristallpanel **610** ein.

[0604] Die Bilderzeugungseinrichtung **620** gibt ferner Eingangslicht **905** in das Flüssigkristallpanel **610** ein. Die Bilderzeugungseinrichtung **620** erzeugt ein lichtmoduliertes Bild **630** auf der Basis des umgewandelten Bildsignals **604** und des Eingangslichts **905** in dem Flüssigkristallpanel **610**. Das lichtmodulierte Bild **630**, das von der Bilderzeugungseinrichtung **620** erzeugt wurde, wird von der Bildumwandlungseinrichtung **640** in ein Bild **660** mit einem gewünschten Verhältnis von Länge zu Breite umgewandelt. Das gewünschte Verhältnis von Länge zu Breite bezeichnet ein Seitenverhältnis des Bildes, das der Benutzer betrachtet.

[0605] Herkömmlich wird Bildinformation an das Verhältnis von Länge zu Breite des vom Benutzer betrachteten Bilds angepaßt. Das für die Bilderzeugungseinrichtung benutzte Flüssigkristallpanel wird ebenfalls auf der Basis des Verhältnisses von Länge zu Breite des vom Benutzer betrachteten Bilds hergestellt. Angenommen, daß ein Bildschirm für das Bild das Verhältnis 3 : 4 hat, haben die Bildinformation und das Flüssigkristallpanel ebenfalls das Verhältnis 3 : 4 gehabt.

[0606] Bei der Bilderzeugungsvorrichtung der vorliegenden Ausführungsform ist es dagegen möglich, ein Bild unter Verwendung des Flüssigkristallpanels zu erzeugen, dessen Verhältnis von Länge zu Breite von mindestens einem von den Verhältnissen von Länge zu Breite des Bildsignals **600** und des umgewandelten Bilds **660** verschieden ist.

[0607] Der Grund hierfür ist, daß die Bildsignalumwandlungseinrichtung **602** das Verhältnis von Länge zu Breite eines Eingangsbildsignals so umwandelt, daß es gleich dem Verhältnis von Länge zu Breite des Flüssigkristallpanel **610** ist. Außerdem wandelt die Bildumwandlungseinrichtung **640** das lichtmodulierte Bild **630** zu dem Bild **660** mit einem gewünschten Verhältnis von Länge zu Breite um.

[0608] Das heißt, auch wenn der Bildschirm und die Bildinformation das Verhältnis von Länge zu Breite 3 : 4 haben, muß das Verhältnis von Länge zu Breite des Flüssigkristallpanels nicht 3 : 4 sein. Hinsichtlich des Verhältnisses von Länge zu Breite des Flüssigkristallpanels sollte dieses so definiert sein, daß das Flüssigkristallpanel effizient und kostengünstig hergestellt werden kann.

[0609] Im übrigen kann das Verhältnis von Länge zu Breite des Flüssigkristallpanels in Abhängigkeit von einer Querschnittsform des Lichtstroms definiert sein, der von dem optischen System einschließlich des Flüssigkristallpanels erzeugt wird. Wenn die Querschnittsform des Lichtstroms kreisrund ist, dann ist quadratisch die beste Form zur effektivsten Nutzung des Lichts. Es ist also erwünscht, daß das Flüssigkristallpanel ein Verhältnis von Länge zu Breite von 4 : 4 hat.

[0610] Wenn das Flüssigkristallpanel das Verhältnis von Länge zu Breite von 4 : 4 hat, kann es von 4 : 4 auf 3 : 4 durch Multiplikation der Länge mit 3/4 geändert werden. Wenn die Bildinformation das Verhältnis von Länge zu Breite von 3 : 4 hat und das Flüssigkristallpanel eines von 4 : 4 hat, kann gleichermaßen die Bildinformation von 3 : 4 auf 4 : 4 durch einen digitalen Prozeß umgewandelt werden. Dann kann die Bildinformation von 4 : 4 in das Flüssigkristallpanel

eingegeben werden.

[0611] In **Fig.** 66 ist die Bildumwandlungseinrichtung eine Zylinderlinse **640a**. Ein in dem Flüssigkristallpanel **610** erzeugtes Bild wird von der Zylinderlinse **640a** in Querrichtung vergrößert und auf den Bildschirm **60** projiziert, wie die Strichlinie in **Fig.** 66 zeigt.

[0612] In **Fig.** 66 ist zwar der Fall gezeigt, daß das Bild seitlich vergrößert wird, es ist aber auch akzeptabel, wenn es vertikal vergrößert wird. Das Verhältnis von Länge zu Breite des Bilds kann durch Ändern einer Form, Charakteristik und Zuordnung der Zylinderlinse frei eingestellt werden. Eine Bilderzeugungsvorrichtung, in der die Bildumwandlung selektiv ist, kann durch Vorsehen einer entfernbaren oder lösbaren Linse verwirklicht werden.

[0613] **Fig.** 67 zeigt ein Beispiel der Bilderzeugungsvorrichtung, in der zwei Linsen verwendet werden. Licht wird auf die Bilderzeugungsvorrichtung von dem Lichtquellensystem mit der Lampe **10** und dem Hauptumlenkspiegel **11** projiziert. Da die Bilderzeugungsvorrichtung von **Fig.** 67 die gleiche Konfiguration wie diejenige von **Fig.** 1 hat, entfallen Erläuterungen der Bezugszeichen. Zuerst wird ein erzeugtes Bild von einer Zylinderlinse **640b** vertikal vergrößert und dann von der Zylinderlinse **640a** quer vergrößert und auf den Bildschirm **60** projiziert.

[0614] Wie oben gesagt, kann das Bild frei vertikal und quer vergrößert werden, indem mehrere eingebaute Linsen verwendet werden. Wenn ferner Umschalteinrichtungen (nicht gezeigt) zum Umschalten der Linsen vorgesehen sind, kann eine Bilderzeugungsvorrichtung realisiert werden, bei der die Vergrößerungsrate zum Zeitpunkt der Projizierung in Abhängigkeit von der eingeschalteten Linse selektiv sein kann.

[0615] Die ungeprüfte JP-Patentveröffentlichung 4-149426 zeigt zwar eine Displayvorrichtung vom Projektionstyp mit einer Zylinderlinse, aber diese Zylinderlinse dient der Korrektur von Astigmatismus und nicht der Änderung des Verhältnisses von Länge zu Breite, wie das bei der vorliegenden Ausführungsform beschrieben wird.

Ausführungsform 5

[0616] **Fig.** 68 zeigt eine andere Konfiguration der Bilderzeugungsvorrichtung der vorliegenden Erfindung. Ein Merkmal der Bilderzeugungsvorrichtung von **Fig.** 68 ist, daß sie ein erstes Flüssigkristallpanel **31a** für erstes grün und ein zweites Flüssigkristallpanel **31b** für zweites grün aufweist. Ein Filter F zur Extraktion von grünem Licht aus weißem Licht (die Welle S in **Fig.** 68) ist vor dem zweiten Flüssigkristallpanel **31b** für zweites Grün eingebaut. Größe und Präzision des Flüssigkristallpanels **30** für rot, des Flüssigkristallpanels **32** für blau, des ersten Flüssigkristallpanels **31a** für erstes grün und des zweiten Flüssigkristallpanels **31b** für zweites grün sind sämtlich gleich.

[0617] Das Flüssigkristallpanel **30** für rot, das Flüssigkristallpanel **32** für blau und das erste Flüssigkristallpanel **31a** für erstes grün sind so angeordnet, daß den Panels entsprechende Pixel an derselben Stelle des Bildschirms synthetisiert werden können. Andererseits ist das zweite Flüssigkristallpanel **31b** für zweites grün so positioniert, daß ein Bild an einer Stelle erzeugt werden kann, die in Vertikalrichtung um ein halbes Pixel von der synthetisierten Stelle von rot, blau und erstem grün versetzt ist.

[0618] **Fig.** 69 zeigt die Beziehung zwischen Abtastzeilen, die von dem ersten Flüssigkristallpanel **31a** für erstes grün und dem zweiten Flüssigkristallpanel **31b** für zweites grün abgegeben werden. Die von dem ersten Flüssigkristallpanel **31a** für erstes grün (G1) abgegebene Abtastzeile ist als durchgehende Linie gezeigt. Die von dem zweiten Flüssigkristallpanel **31b** für zweites grün (G2) abgegebene Abtastzeile ist als gestrichelte Linie gezeigt. Die Abtastzeile von dem zweiten Flüssigkristallpanel **31b** für zweites grün wird in Vertikalrichtung um 0,5 Pixel versetzt von der Abtastzeile abgegeben, die von dem ersten Flüssigkristallpanel **31a** für erstes grün abgegeben wird.

[0619] Das größte aktuelle Problem eines kleinen Flüssigkristallpanels von etwa 0,7 Inch ist, daß nicht ausreichend Pixel in Längsrichtung des Bildschirms vorhanden sind. Beispielsweise ist die Zahl der Längs-Pixel des Flüssigkristallpanels von 0,7 Inch gleich 240 Punkten. Es sind jedoch in Längsrichtung mehr als vierhundert Abtastzeilen erforderlich, um ein Bild anzuzeigen, das durch NTSC-Signale erzeugt wird, die in einem Heimfernseher usw. verwendet werden.

[0620] Zur Lösung des Problems wird das Flüssigkristallpanel für grün bei der vorliegenden Ausführungsform in Vertikalrichtung um 0,5 Pixel verlagert. Ein hochauflösendes Bild von vierhundertachtzig Abtastzeilen kann verwirklicht werden, indem das Flüssigkristallpanel für grün wie oben verlagert wird. Somit kann das hochauflösende Bild von vierhundertachtzig Abtastzeilen erhalten werden, indem zwei Flüssigkristallpanels für grün von beispielsweise 0,7 Inch verwendet werden.

[0621] Außerdem können die Kosten des Flüssigkristallprojektors verringert werden, weil sämtliche Flüssigkristallpanels für rot, blau, erstes und zweites grün aus dem gleichen Typ von Flüssigkristallpanels gebildet sind.

[0622] Wenn der Flüssigkristallprojektor durch Eingabe eines Bildsignals im Zeilensprungmodus betrieben wird, kann das obige System der vorliegenden Ausführungsform realisiert werden, und zwar ohne spezielle Schaltung, indem ein Bildsignal eines ersten Felds in das erste Flüssigkristallpanel für ersts grün eingegeben wird und ein Bildsignal eines zweiten Felds in das zweite Flüssigkristallpanel für zweites grün eingegeben wird.

[0623] Im Fall der Eingabe des Zeilensprungmodus-Signals kann also das hochauflösende Bild mit

vierhundertachtzig Abtastzeilen erhalten werden, ohne eine Umwandlung von Nicht-Zeilensprung zu Zeilensprung und eine spezielle Verarbeitung wie Abtastung mit doppelter Geschwindigkeit vorzunehmen.

[0624] Es ist im allgemeinen unmöglich, das Flüssigkristallpanel im Zeilensprungmodus zu betreiben. Die NTSC-Signale, die bei Heimfernsehern usw. verwendet werden, sind jedoch im Zeilensprungmodus. Daher ist es erforderlich, ein Zeilensprungsignal zu einem Nicht-Zeilensprungsignal umzuwandeln, wenn das Flüssigkristallpanel in Längsrichtung tatsächlich vierhundertundachtzig Abtastzeilen anzeigt.

[0625] Eine Umwandlungsschaltung, ein Speicher usw. werden für die Umwandlung benötigt, was zu Kostensteigerungen führt. Gemäß der vorliegenden Ausführungsform können die Zeilensprungsignale intakt genutzt werden, ohne daß die Umwandlung vom Zeilensprungsignal zum Nicht-Zeilensprungsignal erforderlich ist.

[0626] Da sämtliche Größen der Flüssigkristallpanels wie oben gesagt gleich sind, wird keine Linse zum Einstellen der Vergrößerung benötigt. Der Fall, daß die Größe des Flüssigkristallpanels für die Leuchtdichte größer als die anderen Flüssigkristallpanels für Farben ist oder daß das Flüssigkristallpanel für grün größer als die anderen Flüssigkristallpanels ist, wurde in den obigen Ausführungsformen beschrieben. Bei der vorliegenden Ausführungsform wird die Linse zum Einstellen der Vergrößerung nicht benötigt, weil alle Panelgrößen die gleichen sind.

[0627] Das System, daß das Flüssigkristallpanel für grün aus dem ersten und dem zweiten Flüssigkristallpanel für erstes grün und zweites grün besteht, kann auch bei dem Flüssigkristallprojektor gemäß dem Stand der Technik oder dem Flüssigkristallprojektor mit der Konfiguration jeder obigen Ausführungsform angewandt werden.

[0628] Die **Fig.** 70 bis 73 zeigen Beispiele der Flüssigkristallprojektoren, die in den obigen Ausführungsformen angegeben sind, wobei das System der vorliegenden Ausführungsform angewandt wird. Ein Merkmal der **Fig.** 70 bis 73 ist, daß das zweite Flüssigkristallpanel für zweites grün als Ersatz für das Flüssigkristallpanel für die Leuchtdichte dient, das in den obigen Ausführungsformen verwendet wird. Das Filter F ist zwar in den **Fig.** 70 bis 73 nicht gezeigt, es ist jedoch akzeptabel, daß das Filter F irgendwo in dem Strahlengang zwischen dem Polarisationsstrahlteiler **47a** und dem zweiten Flüssigkristallpanel **31b** für zweites grün (G2) angeordnet ist.

[0629] In der vorstehenden Erläuterung wird zwar der Fall beschrieben, daß das Flüssigkristallpanel für grün in Vertikalrichtung um 0,5 Pixel verlagert wird, es ist aber auch akzeptabel, wenn es in Querrichtung oder diagonal verlagert wird. Es ist auch akzeptabel, wenn es um 0,1, 0,4 oder 0,7 Pixel und nicht um 0,5 Pixel verlagert wird.

[0630] **Fig.** 74 zeigt eine andere Konfiguration der Bilderzeugungsvorrichtung der vorliegenden Ausführungsform. Der Aspekt, daß Ausgangslicht von dem ersten Flüssigkristallpanel **31a** für erstes grün und dem zweiten Flüssigkristallpanel **31b** für zweites grün von einem halbdurchlässigen Spiegel **91** synthetisiert wird, ist von der Konfiguration von **Fig.** 68 verschieden. Der Ausgang von dem zweiten Flüssigkristallpanel **31b** für zweites grün wird von dem Polarisationsstrahlteiler **47b** im Fall von **Fig.** 68 synthetisiert.

[0631] Es ist zwar möglich, Lichtarten unterschiedlicher Wellenlänge in dem gekreuzten dichroitischen Spiegel **41** zu synthetisieren, es ist aber unmöglich, Lichtarten mit derselben Wellenlänge zu synthetisieren. Daher können im Fall von **Fig.** 68 die Lichtarten mit derselben Wellenlänge von dem Polarisationsstrahlteiler **47b** synthetisiert werden. Es ist ein Merkmal von **Fig.** 74, daß der halbdurchlässige Spiegel **91** zur Synthetisierung von Licht für grün verwendet wird.

[0632] Der Lichtnutzungs-Wirkungsgrad wird zwar auf 50% durch die Verwendung des halbdurchlässigen Spiegels **91** verringert, aber das grüne Licht kann ebenso hell wie rot oder blau sein, weil die Helligkeit des grünen Lichts der vorliegenden Ausführungsform doppelt vorhanden ist.

[0633] Es ist erwünscht, daß die Länge von dem gekreuzten dichroitischen Spiegel **41** zu dem ersten Flüssigkristallpanel **31a** für erstes grün und dem zweiten Flüssigkristallpanel **31b** für zweites grün gleich ist. Es ist ferner erwünscht, daß die Länge von dem gekreuzten dichroitischen Spiegel **41** zu dem Flüssigkristallpanel **30** für rot und zu dem Flüssigkristallpanel **32** für blau gleich ist.

[0634] In dem Fall, in dem der Polarisationsstrahlteiler oder der halbdurchlässige Spiegel zur Synthetisierung der Wellen P und S verwendet werden, wird die Strahlenganglänge zwischen dem Flüssigkristallpanel und der Projektionslinse um eine Länge von ungefähr einem Durchmesser des Flüssigkristallpanels verlängert. Da Platz für den Polarisationsstrahlteiler oder den halbdurchlässigen Spiegel zusätzlich zu dem Platz für den dichroitischen Spiegel benötigt wird, wird der hintere Brennpunkt der Projektionslinse verlängert, und es wird schwierig, eine Linse zu verwenden, deren Brennweite f kurz ist.

[0635] Da dann keine große Vergrößerung realisierbar ist, wird die Projektionslänge groß. Es ist für ein Rückprojektionsfernsehen erforderlich, eine möglichst kurze Projektionslänge zu haben, weil eine Verschlankung der Vorrichtung eine wichtige Forderung ist.

[0636] Daher wird ein Lichtmischer verwendet, wie er in den **Fig.** 75 und 76 gezeigt ist. Der Lichtmischer von **Fig.** 75 mischt die Lichtarten R, G, B und die Wellen P und S in dem Würfel. Durch das Vorhandensein des Lichtmischers kann grünes Licht von dem Flüssigkristallpanel für zweites grün gemischt werden unter Verwendung des gleichen hinteren Brennpunkts wie im Fall der drei Farben, die von dem gekreuzten dichroitischen Spiegel gemischt werden.

[0637] **Fig.** 75 zeigt ein zusammengesetztes Pris-

ma, wobei Reflexionsoberflächen für R und B einander wie ein X kreuzen, und eine Reflexionsoberfläche für S den Buchstaben X diagonal kreuzt. **Fig.** 76 zeigt das zusammengesetzte Prisma, wobei die Reflexionsoberflächen für B und S einander wie ein Buchstabe X kreuzen und die Reflexionsoberfläche für R den Buchstaben X diagonal kreuzt.

[0638] In **Fig.** 75 werden die Lichtarten R, G, B, die aus den Richtungen der Buchstaben R, G, B kommen, in das zusammengesetzte Prisma eingegeben. Das Licht R wird von der Reflexionsoberfläche für rot reflektiert, das Licht B wird von der Reflexionsoberfläche für blau reflektiert, und das Licht G1 wird durchgelassen. Dann werden die drei Lichtarten gemischt. Zu diesem Zeitpunkt wird ein Teil des gemischten Lichts durch die Reflexionsoberfläche für S durchgelassen.

[0639] Da alle diese Lichtarten Wellen P sind, werden die Lichtarten keinem Einfluß von der Reflexionsoberfläche für S ausgesetzt, die den X-förmigen dichroitischen Spiegel diagonal kreuzt. Dann wird das gemischte Licht ausgegeben, wie **Fig.** 75 zeigt. Licht G2 wird entlang der Richtung eingegeben, die mit der Reflexionsoberfläche des gekreuzten dichroitischen Spiegels parallel ist.

[0640] Da das Licht G2 die Welle S ist, wird das Licht G2 an der Reflexionsoberfläche für S reflektiert, mit der Welle P synthetisiert, die durch Mischen der Lichtarten R, G, B entstanden ist, und wird ausgegeben. Ein Teil der Welle S, der von der Reflexionsoberfläche für S reflektiert wird, wird durch die Reflexionsoberflächen für R und B des dichroitischen Spiegels durchgelassen.

[0641] Da diese durchgelassene Welle S nur aus Grünanteil besteht, kann die Welle S durch sämtliche Reflexionsoberflächen durchgelassen werden und bleibt unbeeinflußt. Das angegebene Funktionsprinzip kann auch auf den Fall von **Fig.** 76 angewandt werden. Das Prinzip wird in dem Strahlengangsystem für die optische Trennung in drei Dimensionen in **Fig.** 76 entwickelt.

[0642] **Fig.** 77 zeigt ein Beispiel des Flüssigkristallprojektors unter Anwendung des Lichtmischers. Ein Lichtmischer **1041x** von **Fig.** 77 besteht aus dem gekreuzten dichroitischen Spiegel und dem Polarisationsstrahlteiler, wie **Fig.** 75 zeigt. Lichtarten rot, blau und erstes grün und zweites grün können von dem Lichtmischer **1041x** gemischt und ausgegeben werden.

[0643] Es wurde zwar der Fall der Verwendung des Lichtmischers in der Konfiguration von **Fig.** 77 beschrieben, aber der Lichtmischer der vorliegenden Ausführungsform kann auch bei jedem vorgenannten Projektor unter der folgenden Bedingung verwendet werden. Solange der gekreuzte dichroitische Spiegel die Rolle eines vierten Flüssigkristallpanels hat, in dem einzelnes Licht, wie etwa grünes Licht moduliert wird und das modulierte Einzellicht wie bei der vorliegenden Ausführungsform durchgelassen wird, kann der Lichtmischer bei jedem Projektor angewandt werden.

[0644] Wenn jedoch bei der oben angegebenen Ausführungsform das Flüssigkristallpanel für die Leuchtdichte verwendet wird, kann der Lichtmischer der vorliegenden Ausführungsform nicht verwendet werden. Denn da der Ausgang von dem Flüssigkristallpanel für Leuchtdichte weißes Licht ist, wird ein Teil des weißen Lichts in Abhängigkeit von seiner Wellenlänge hin und wieder von dem gekreuzten dichroitischen Spiegel reflektiert.

Ausführungsform 6

[0645] **Fig.** 78 zeigt den gekreuzten dichroitischen Spiegel der vorliegenden Ausführungsform. Der Aspekt, daß der gekreuzte dichroitische Spiegel der vorliegenden Ausführungsform nicht aus den wie ein X gekreuzten dichroitischen Spiegeln besteht, ist der Unterschied zu der vorstehenden Ausführungsform.

[0646] Wie **Fig.** 78 zeigt, kreuzt der erste dichroitische Spiegel **40a** für die Reflexion von rot den zweiten dichroitischen Spiegel **40b** für die Reflexion von blau an der Diagonalen jeder Reflexionsoberfläche. In dem folgenden Teil der Beschreibung wird der vorliegende Fall, daß zwei dichroitische Spiegel einander an der Diagonalen kreuzen, d. h. daß die Spiegel orthogonal zueinander sind, ebenfalls als die gekreuzten dichroitischen Spiegel bezeichnet.

[0647] **Fig.** 78 zeigt ein gekreuztes dichroitisches Spiegelmodul **40g** zur Lichttrennung der vorliegenden Ausführungsform. Bei dem herkömmlichen Modul sind der dichroitische Spiegel zum Reflektieren von R und der dichroitische Spiegel zum Reflektieren von B wie der Buchstabe X angeordnet. Bei der vorliegenden Ausführungsform besteht das gekreuzte dichroitische Spiegelmodul **40g** aus dem zur Z-Achse parallelen dichroitischen Spiegel **40a** und dem zur X-Achse parallelen dichroitischen Spiegel **40b**.

[0648] Der R-Lichtanteil des Eingangslichts **905** entlang der Y-Achse wird an dem dichroitischen Spiegel **40a** reflektiert. Die reflektierte R-Lichtkomponente wird entlang der Z-Achse als Lichtart **906** ausgegeben. Gleichzeitig wird der B-Lichtanteil des Eingangslichts **905** an dem dichroitischen Spiegel **40b** reflektiert.

[0649] Die reflektierte B-Lichtkomponente wird entlang der X-Achse als Lichtart **907** ausgegeben. Der G-Lichtanteil des Eingangslichts **905** wird entlang der Y-Achse als Lichtart **908** ausgegeben. Wie oben gesagt wird, wird das Eingangslicht **905** in drei Lichtarten, und zwar die R-Lichtkomponente **906**, die G-Lichtkomponente **908** und die B-Lichtkomponente **907** getrennt.

[0650] Die drei Lichtarten gehen orthogonal in die Richtungen von drei Dimensionen. **Fig.** 79 zeigt ein gekreuztes dichroitisches Spiegelmodul **41g** zur Synthetisierung von Licht bei der vorliegenden Ausführungsform. Die Konfiguration des gekreuzten dichroitischen Spiegelmoduls **41g** zur Lichtsynthetisierung ist gleich derjenigen von **Fig.** 78. Die R-Lichtkompo-

nente **916** wird an dem dichroitischen Spiegel **41a** zur Reflexion von R reflektiert und als Licht **915** ausgegeben. Die B-Lichtkomponente **917** wird an dem dichroitischen Spiegel **41b** zum Reflektieren des B-Anteils reflektiert und als Lichtart **915** ausgegeben.

[0651] Die G-Lichtkomponente **918** wird an den dichroitischen Spiegeln **41a** und **41b** nicht reflektiert, sondern direkt als Lichtart **915** ausgegeben. Wie oben gesagt wird, gehen die Lichtarten **916**, **917** und **918** orthogonal in Richtung von drei Dimensionen und werden in dem Modul der vorliegenden Ausführungsform zu dem Ausgangslicht **915** synthetisiert.

[0652] **Fig.** 80 zeigt eine optische Einheit der vorliegenden Ausführungsform. Diese optische Einheit besteht aus dem gekreuzten dichroitischen Spiegelmodul **40g** zum Trennen von Licht, dem gekreuzten dichroitischen Spiegelmodul **41g** zum Synthetisieren von Licht, die oben angegeben wurden, und sechs Umlenkspiegeln **24** bis **29**. In dem gekreuzten dichroitischen Spiegelmodul **41g** zur Synthetisierung von Licht in **Fig.** 79 wird die Lichtart R von oben eingegeben. Dagegen ist das gekreuzte dichroitische Spiegelmodul **41g** für die Synthetisierung von Licht in **Fig.** 80 so eingebaut, daß die Lichtart R von der Seite eingegeben wird.

[0653] Das Eingangslicht **905** wird in die Lichtarten R, B und G, die zueinander orthogonal sind, von dem gekreuzten dichroitischen Spiegelmodul **40g** zur Lichttrennung getrennt. Die Lichtart R wird von dem Umlenkspiegel 24 um 90° gedreht und von dem Umlenkspiegel **27** erneut um 90° gedreht, so daß sie in das gekreuzte dichroitische Spiegelmodul **41g** zur Synthetisierung von Licht eintritt. Dann wird die Lichtart R in dem gekreuzten dichroitischen Spiegelmodul **41g** zur Synthetisierung von Licht synthetisiert und als Licht **915** ausgegeben.

[0654] Die Lichtart G geht direkt durch das gekreuzte dichroitische Spiegelmodul **40g** zur Lichttrennung und gelangt zu dem Umlenkspiegel **26**. Die Lichtart G wird an dem Umlenkspiegel **26** um 90° gedreht und an dem Umlenkspiegel **29** erneut um 90° gedreht und gelangt in das gekreuzte dichroitische Spiegelmodul **41g** zur Synthetisierung von Licht. Dann wird die Lichtart G in dem gekreuzten dichroitischen Spiegelmodul **41g** für die Synthetisierung von Licht synthetisiert und als das Licht **915** ausgegeben.

[0655] Die Lichtart B wird an dem Umlenkspiegel **25** um 90° gedreht und an dem Umlenkspiegel **28** erneut um 90° gedreht und gelangt in das gekreuzte dichroitische Spiegelmodul **41g** zur Synthetisierung von Licht. Dann wird die Lichtart B in dem gekreuzten dichroitischen Spiegelmodul **41g** zur Synthetisierung von Licht synthetisiert und als Licht **915** ausgegeben.

[0656] Es ist möglich, jede Strahlenganglänge von der Lampe bis zu der Bildsynthetisierung von rot, grün und blau gleich zu machen, indem die Flüssigkristallpanels an den entsprechenden Positionen im Strahlengang zwischen dem gekreuzten dichroitischen Spiegelmodul **40g** für die Lichttrennung und dem gekreuzten dichroitischen Spiegelmodul **41g** für die Lichtsynthetisierung angeordnet werden. Es ist ferner möglich, jede Strahlenganglänge von jedem Flüssigkristallpanel bis zu der Projektionslinse gleich zu machen.

[0657] Eine Oberfläche des gekreuzten dichroitischen Spiegelmoduls **41g** zur Lichtsynthetisierung, in die die Lichtarten R, G und B eingegeben werden, kann als Beispiel für die richtigen Positionen genannt werden. Es ist auch akzeptabel, das Flüssigkristallpanel für rot an der Position anzuordnen, an der sich der Umlenkspiegel **24** zur Reflexion von R und der Umlenkspiegel **27** zur Reflexion von R vereinigen.

[0658] In diesem Fall ist das Flüssigkristallpanel für rot in bezug auf den Strahlengang vertikal angeordnet. Gleichermaßen können die Flüssigkristallpanels für blau und grün an der Stelle angeordnet werden, an der sich zwei Umlenkspiegel im Strahlengang für blau oder grün vereinigen. In diesem Fall sind die Flüssigkristallpanels für blau und grün in bezug auf jeden Strahlengang vertikal angeordnet.

[0659] **Fig.** 81 zeigt ein anderes Beispiel der optischen Einheit der vorliegenden Ausführungsform. Durch das Merkmal, daß in der optischen Einheit von **Fig.** 81 ein Spiegel anstatt zwei verwendet wird, unterscheidet sich die Konfiguration von der optischen Einheit von **Fig.** 80. Der Umlenkspiegel **24** oder **29** in **Fig.** 80 ist zur Reflexion von R oder G angeordnet. Es ist möglich, die Umlenkspiegel **24** und **29** in derselben Ebene anzuordnen. Daher zeigt **Fig.** 81 einen Umlenkspiegel **249**, der durch Vereinigen der Umlenkspiegel **24** und **29** gebildet ist.

[0660] Ebenso ist in **Fig.** 81 ein Umlenkspiegel **257** gezeigt, der durch Vereinigen der Umlenkspiegel **25** und **27** von **Fig.** 80 gebildet ist, und es ist ein Umlenkspiegel **268** in **Fig.** 81 gezeigt, der durch Vereinigen der Umlenkspiegel **26** und **28** von **Fig.** 80 entstanden ist. Die Zahl der Komponenten kann verringert werden, indem die jeweils einen Spiegel bildenden Spiegel verwendet werden.

[0661] **Fig.** 82 zeigt ein anderes Beispiel der optischen Einheit der vorliegenden Ausführungsform. Die Richtung der Lichtart B, die von dem Eingangslicht in der optischen Einheit von **Fig.** 82 abgetrennt ist, ist von derjenigen von **Fig.** 80 verschieden. In **Fig.** 80 ist die Richtung der Lichtart B, die von dem Eingangslicht getrennt ist, rechts von dem weiteren Eingangslicht. In **Fig.** 82 ist die Richtung der Lichtart B, die von dem Eingangslicht getrennt ist, links von dem weiteren Eingangslicht. Im übrigen ist die Konfiguration die gleiche wie in **Fig.** 80.

[0662] Es ist akzeptabel, in **Fig.** 82 die Konfiguration der Bildung eines Spiegels aus zwei Spiegeln zu verwenden.

[0663] Die bei der vorliegenden Ausführungsform beschriebene optische Einheit kann in dem Farbverarbeitungsteil verwendet werden, das weiter oben angegeben ist. Es ist somit möglich, jedes Beispiel der Anwendungen und Ausführungsformen, die für das Farbverarbeitungsteil des vorgenannten Flüssigkristallprojektors angegeben sind, bei der optischen

Einheit der vorliegenden Ausführungsform mit dem gekreuzten dichroitischen Spiegel zu verwenden. Beispielsweise kann folgendes bei der optischen Einheit der vorliegenden Ausführungsform angewandt werden.

(1) Der gekreuzte dichroitische Spiegel kann in einem Kasten angeordnet und in Flüssigkeit getaucht werden, die eine höhere Brechzahl als Luft hat und sich in dem Kasten befindet, so daß ein Modul gebildet ist.

(2) Es kann ein Abstandselement mit der Höhe H1 vorgesehen werden, damit die optische Einheit besser einstellbar ist bei der Anordnung der Beleuchtungseinrichtung und der Projektionslinse.

(3) Zwei Oberflächen des gekreuzten dichroitischen Spiegels, die eine Dünnschicht aufweisen, können bearbeitet werden, so daß sie an ihrer Verbindungslinie ohne einen Zwischenraum kontinuierlich verbunden sind.

(4) Eine Polarisationsschicht kann in dem Modulkasten vorgesehen werden.

(5) Linsen können an der Vorder- und Rückseite des optischen Einheit der vorliegenden Ausführungsform angebracht werden. Die Linsen und der Kasten können ein Modul bilden.

(6) Zu der optischen Einheit der vorliegenden Ausführungsform kann ein Polarisationstrennmodul oder ein Polarisationssynthetisierungsmodul hinzugefügt werden.

Ausführungsform 7

[0664] Bei der vorliegenden Ausführungsform wird ein Bildsynthetisierungssystem für den Fall beschrieben, daß die Größe des Flüssigkristallpanels für die Leuchtdichte von derjenigen des Flüssigkristallpanels für Farbe verschieden ist. Der Flüssigkristallprojektor, der kompakt ist und ein möglichst großes Bild projizieren kann, wird bei dieser Ausführungsform ebenfalls angegeben.

[0665] **Fig.** 83 zeigt die Beziehung zwischen der Position des Flüssigkristallpanels und der Größe des auf den Bildschirm projizierten Bilds. Wenn sich das Flüssigkristallpanel bei P1 befindet, erzeugt Licht, das durch die Projektionslinse **50** durchgelassen wird, ein Bild der Größe S1 auf dem Bildschirm **60**. Wenn das Flüssigkristallpanel bei P2 liegt, erzeugt das durch die Projektionslinse **50** durchgelassene Licht ein Bild der Größe S2 auf dem Bildschirm **60**.

[0666] Je kürzer der Abstand zwischen der Projektionslinse **50** und dem Flüssigkristallpanel ist, um so größer wird das auf den Bildschirm **60** projizierte Bild. Wenn der Abstand zwischen der Flüssigkristallpanel und der Projektionslinse **50** kurz ist, wird der Flüssigkristallprojektor kompakt. Es ist daher möglich, den Flüssigkristallprojektor zu verkleinern und ein großes Bild auf den Bildschirm zu projizieren, indem das Flüssigkristallpanel möglichst nahe an der Projektionslinse **50** angeordnet wird.

[0667] Eine Vorderansicht des Flüssigkristallprojektors ist in **Fig.** 84 gezeigt, **Fig.** 85 ist eine Seitenansicht, und **Fig.** 86 ist eine Perspektivansicht.

[0668] Bei der vorliegenden Ausführungsform wird davon ausgegangen, daß das Flüssigkristallpanel für die Leuchtdichte eine Länge von 1,3 Inch auf seiner Diagonalen hat und das Flüssigkristallpanel für Farbe eine Länge von 0,7 Inch auf seiner Diagonalen hat. Außerdem wird angenommen, daß das Verhältnis von Länge zu Breite der Flüssigkristallpanels für Leuchtdichte und für Farbe gleich ist. Infolgedessen ist das Flächenverhältnis des Flüssigkristallpanels für Leuchtdichte und des Flüssigkristallpanels für Farbe ungefähr 4 : 1.

[0669] In dem Fall, daß die Größe des Flüssigkristallpanels für Leuchtdichte von derjenigen des Flüssigkristallpanels für Farbe verschieden ist, wie das oben der Fall ist, werden Relaislinsen **93**, **94** und **95** verwendet, um die Größen von Bildern gleich zu machen. Dann werden die Bilder in dem Polarisationsstrahlteiler **47b** synthetisiert.

[0670] Wie **Fig.** 85 zeigt, liegen die Relaislinsen **93**, **94** und **95** zwischen den Flüssigkristallpanels für die Farben R, G und B und dem gekreuzten dichroitischen Spiegel **41**. Jede Relaislinse **93**, **94** und **95** ist jeweils entsprechend einem jeweiligen der Flüssigkristallpanels für Farbe installiert. Das Flüssigkristallpanel für Leuchtdichte ist an der Seite des Polarisationsstrahlteilers **47b** angeordnet.

[0671] Die Relaislinsen **93**, **94** und **95** senden Bilder von den Flüssigkristallpanels für Farbe zu einer Bilderzeugungsposition V an einer anderen Seite des Polarisationsstrahlteilers 47b, um so ein Bild zu erzeugen. V in **Fig.** 85 bezeichnet die Position, an der die Relaislinsen **93**, **94** und **95** Bilder zur Erzeugung eines Bildes senden. Es wird nicht davon ausgegangen, daß ein spezielles Flüssigkristallpanel oder sonstige Hardware bei V liegt.

[0672] Die Größe des Bilds in der Bilderzeugungsposition V ist gleich derjenigen des Bilds des Flüssigkristallpanels für Leuchtdichte. Der Polarisationsstrahlteiler **47b** synthetisiert das Bild in der Bilderzeugungsposition V und das Bild des Flüssigkristallpanels für Leuchtdichte. Dann wird in einer Endstufe ein Bild, das aus den synthetisierten Bildern besteht, durch die Projektionslinse **50** auf den Bildschirm projiziert.

[0673] Nachstehend wird unter Bezugnahme auf **Fig.** 87 das optische System in dem Fall erläutert, daß das Bild von der Relaislinse **94** vergrößert wird.

[0674] In **Fig.** 87 ist ein Brennpunkt f1 ein gemeinsamer Brennpunkt der Linse **71a** und einer Linse **71c**. Ein Brennpunkt f2 ist ein Brennpunkt der Relaislinse **94**. Ein Brennpunkt f3 ist ein gemeinsamer Brennpunkt der Relaislinse **94** und der Linse **71b**. Ein Brennpunkt f4 ist ein Brennpunkt der Linse **71b**. Die Länge L1 ist die Brennweite der Relaislinse **94**, und die Länge L2 ist die Brennweite der Linse **71b**. Angenommen, daß L1 × 2 = L2 und L2 = L3, wird der Durchmesser von Licht, das von dem Flüssigkristallpanel G für grün abgegeben wird, im Verlauf von der

Relaislinse **94** bis zu der Linse **71b** allmählich auf das Doppelte vergrößert.

[0675] Wie **Fig.** 87 zeigt, sollte der gekreuzte dichroitische Spiegel **41** zwischen der Linse **71b** und der Bilderzeugungsposition V angeordnet sein. Wenn daher der gekreuzte dichroitische Spiegel **41** groß ist, ist es in der Praxis möglich, die Brennweite der Linse **71b** durch Tauchen des gekreuzten dichroitischen Spiegels **41** in eine Flüssigkeit, deren Brechzahl n ist (n > 1), zu tauchen.

[0676] Das heißt, auch wenn der Beziehung L2 = L3 physisch nicht genügt ist, kann die Bildgröße wie oben gesagt auf das Doppelte vergrößert werden, indem die Längen von L2 und L3 gleich gemacht werden. Auf diese Weise kann die Größe eines von dem Flüssigkristallpanel für Farbe abgegebenen Bilds das Doppelte betragen.

[0677] Der Brennpunkt f1 ist ein gemeinsamer Brennpunkt der Linsen an beiden Seiten des Brennpunkt f1, und der Brennpunkt f3 ist ein gemeinsamer Brennpunkt der Linsen an beiden Seiten des Brennpunkts f3. Die Lichtdispersion kann verhinert und das Licht kann effektiv genutzt werden, indem die Brennpunkte f1 und f3 zu gemeinsamen Brennpunkten der beiden Linsen an den beiden Seiten der Brennpunkte f1 und f3 gemacht werden.

[0678] Nachstehend wird der Fall erläutert, daß die Bildgröße auf dem Bildschirm möglichst groß gemacht wird durch Verkürzen des Abstands zwischen dem Flüssigkristallpanel und der Projektionslinse **50**.

[0679] Wie **Fig.** 85 zeigt, sind das Flüssigkristallpanel für Leuchtdichte und die Bilderzeugungsposition V an den Seiten des Polarisationsstrahlteilers **47b** angeordnet. Bei Verwendung des Flüssigkristallpanels für Leuchtdichte und des Flüssigkristallpanels für Farbe werden Bilder von den beiden Flüssigkristallpanels von dem Polarisationsstrahlteiler **47b** synthetisiert und zu der Projektionslinse **50** ausgegeben. In diesem Fall ist die Lage des Flüssigkristallpanels, das der Projektionslinse **50** am nächsten ist, an der Seite des Polarisationsstrahlteilers **47b**.

[0680] Es ist also erwünscht, das Flüssigkristallpanel für Leuchtdichte an der einen Seite des Polarisationsstrahlteilers **47b** und das Flüssigkristallpanel für Farbe an der anderen Seite des Polarisationsstrahlteilers **47b** anzuordnen. Beispielsweise ist es vorteilhaft, das Flüssigkristallpanel für Farbe an der Bilderzeugungsposition V in **Fig.** 85 anzuordnen.

[0681] In einem Fall, in dem das Farbverarbeitungsteil **1000** aus den drei Flüssigkristallpanels für R, G und B besteht, wie **Fig.** 85 zeigt, müssen die Ausgänge der drei Flüssigkristallpanels durch den gekreuzten dichroitischen Spiegel **41** synthetisiert und der synthetisierte Ausgang an den Polarisationsstrahlteiler **47b** gesendet werden. Es ist daher unmöglich, die drei Flüssigkristallpanels für R, G und B an den Seiten des Polarisationsstrahlteilers **47b** anzuordnen.

[0682] Bei der vorliegenden Ausführungsform werden Bilder von den drei Flüssigkristallpanel für Farbe an der Bilderzeugungsposition V an der Seite des Polarisationsstrahlteilers **47b** von den Relaislinsen **93**, **94** und **95** gesammelt. Das hat die Wirkung, als ob die Flüssigkristallpanels für Farbe sich an der Bilderzeugungsposition V befänden. Das heißt, das Vorstehende ist äquivalent einem virtuellen Flüssigkristallpanel für Farbe an der Bilderzeugungsposition V.

[0683] Der Einbau des Flüssigkristallpanels für Leuchtdichte und des virtuellen Flüssigkristallpanels für Farbe an den Seiten des Polarisationsstrahlteilers **47b**, wie oben angegeben, bedeutet den Einbau des Flüssigkristallpanels für Leuchtdichte und des virtuellen Flüssigkristallpanels für Farbe an Positionen, deren Abstände von der Projektionslinse **50** gleich sind. In diesem Fall liegt die Position der Projektionslinse 50 am nächsten. Auf die obige Weise kann ein großes Bild auf den Bildschirm projiziert werden.

[0684] Es wurde zwar der Fall der Verwendung von drei Relaislinsen beschrieben, es ist aber auch akzeptabel, eine Relaislinse **92** zwischen dem gekreuzten dichroitischen Spiegel **41** und dem Polarisationsstrahlteiler **47b** anzuordnen, wie **Fig.** 88 zeigt. In diesem Fall befindet sich die Bilderzeugungsposition V des von der Relaislinse **92** erzeugten Bilds ebenfalls an der Seite des Polarisationsstrahlteilers **47b**. Somit ist es erforderlich, zwischen dem gekreuzten dichroitischen Spiegel **41** und dem Polarisationsstrahlteiler **47b** eine festgelegte Länge L einzuhalten.

[0685] Für den Fall, daß die Relaislinsen für jedes der Flüssigkristallpanels entsprechend den **Fig.** 84 bis 86 eingebaut sind, muß jede Relaislinse eine Charakteristik haben, die an jede der Farben R, G und B angepaßt ist. Wenn zwischen dem gekreuzten dichroitischen Spiegel **41** und dem Polarisationsstrahlteiler **47b** nur eine Relaislinse angeordnet ist, muß die Relaislinse eine an drei Farben R, G und B angepaßte Charakteristik haben. Es ist zwar ein Vorteil, daß der Gebrauch nur einer Linse ausreichend ist, aber ein Nachteil ist, daß eine teure Linse benötigt wird.

[0686] Vorstehend wurde der Fall erläutert, daß das Bild des Flüssigkristallpanels für Farbe vergrößert wird. **Fig.** 89 zeigt den Fall, daß das Bild des Flüssigkristallpanel für Leuchtdichte verkleinert wird. In **Fig.** 89 wird der Ausgang des Flüssigkristallpanels für Leuchtdichte von einer Relaislinse **91** verkleinert, und ein Bild, dessen Größe gleich derjenigen eines Bilds ist, das von dem Flüssigkristallpanel für Farbe abgegeben wird, wird an der Bilderzeugungsposition V erzeugt.

[0687] In dem obigen Beispiel wird zwar der Fall beschrieben, daß jede Linse **91** bis **95** aus einer Linse besteht, es ist aber auch akzeptabel, die Relaislinse durch Zusammenbau einer Vielzahl von Linsen zu bilden.

[0688] Die **Fig.** 90, 91 und 92 zeigen den Fall, daß die Größe des Bilds des Flüssigkristallpanels für Leuchtdichte und des Bilds des Flüssigkristallpanels für Farbe dadurch gleich gemacht wird, daß die Relaislinse in dem Flüssigkristallprojektor verwendet wird. Die Konfigurationen des in den **Fig.** 90, 91 und

92 gezeigten Flüssigkristallprojektors unterscheiden sich von derjenigen des genannten Flüssigkristallprojektors. In de **Fig.** 90 und 91 befinden sich das Flüssigkristallpanel für Leuchtdichte und die Bilderzeugungsposition V an den Seiten des Polarisationsstrahlteilers **47b**.

[0689] Diese Position liegt der Projektionslinse **50** am nächsten. In **Fig.** 90 werden drei Relaislinsen **93**, **94** und **95** verwendet. In **Fig.** 91 ist die Relaislinse **92** zwischen dem gekreuzten dichroitischen Spiegel **41** und dem Polarisationsstrahlteiler **47b** angeordnet. In **Fig.** 92 ist die Relaislinse **91** zwischen dem Flüssigkristallpanel für Leuchtdichte und dem Polarisationsstrahlteiler **47b** angeordnet.

[0690] **Fig.** 93 zeigt, daß die Relaislinse in dem Flüssigkristallprojektor einer anderen Konfiguration verwendet wird. Die Relaislinse **92** ist zwischen dem gekreuzten dichroitischen Spiegel **41** und dem Polarisationsstrahlteiler **47b** in **Fig.** 93 angeordnet. Es ist auch akzeptabel, drei Relaislinsen zwischen jedem Flüssigkristallpanel für Farbe und dem gekreuzten dichroitischen Spiegel in **Fig.** 93 anzuordnen. Es ist ferner akzeptabel, die Relaislinse zwischen dem Flüssigkristallpanel für Leuchtdichte und dem Polarisationsstrahlteiler **47b** anzuordnen.

[0691] Die **Fig.** 94, 95, 96 und 97 zeigen den Fall, daß die Relaislinse bei dem in den obigen Ausführungsformen genannten Flüssigkristallprojektor verwendet wird. Die Relaislinse **92** wird in **Fig.** 94 für das Flüssigkristallpanel für Farbe verwendet. Die Relaislinse **91** wird in **Fig.** 95 für das Flüssigkristallpanel für Leuchtdichte verwendet. Die Relaislinse **92** wird in **Fig.** 96 für das Flüssigkristallpanel für Farbe verwendet. Die Relaislinse **91** wird in **Fig.** 97 für das Flüssigkristallpanel für Leuchtdichte verwendet.

[0692] Weitere Charakteristiken des Flüssigkristallprojektors der vorliegenden Ausführungsform werden nun unter Bezugnahme auf die **Fig.** 84 und 85 erläutert. Der Polarisationsstrahlteiler **47a**, das Flüssigkristallpanel für Leuchtdichte und der Polarisationsstrahlteiler **47b** sind in dem Flüssigkristallprojektor in den **Fig.** 84 und 85 direkt in Reihe angeordnet. Das heißt, der Polarisationsstrahlteiler **47a**, das Flüssigkristallpanel für Leuchtdichte, der Polarisationsstrahlteiler **47b** und die Projektionslinse **50** sind entlang der Richtung der direkten Eingabe von Licht von der Lichtquelle **11** angeordnet.

[0693] Ein Grund zum Anordnen jedes Moduls des Polarisationsverarbeitungsteils **2000** in Reihe entlang der Direktlinie, wie vorstehend angegeben, ist, daß das Flüssigkristallpanel für Leuchtdichte hohe Auflösung hat. Wie gesagt wurde, ist die Auflösung des Flüssigkristallpanels für Leuchtdichte im Vergleich mit der Auflösung des Flüssigkristallpanels für Farbe hoch, und zwar auf der Basis der menschlichen Sehcharakteristik.

[0694] Es ist also erforderlich, die optische Achse für die Eingabe in das Flüssigkristallpanel für Leuchtdichte exakt auszufluchten. Die Ausfluchtung der optischen Achse kann präzise eingestellt und leicht durchgeführt werden durch seriellen Einbau jeder Komponente des Polarisationsverarbeitungsteils **2000** entlang der direkten Linie.

[0695] Andererseits erfolgt die Anzeige mit niedriger Auflösung in dem Farbverarbeitungsteil **1000** – verglichen mit dem Polarisationsverarbeitungsteil **2000** – auf der Grundlage der menschlichen Sehcharakteristik. Es ist daher nicht unbedingt erforderlich, daß das Farbverarbeitungsteil **1000** die Ausfluchtung so präzise im Vergleich mit dem Fall der Leuchtdichte ausführt. Daher ist es akzeptable den Strahlengang des Farbverarbeitungsteils **1000** durch Anwendung eines Spiegels und eines gekreuzten dichroitischen Spiegels zu ändern.

[0696] In den obigen Ausführungsformen wird der Fall angegeben, daß der Strahlengang des Polarisationsverarbeitungsteils **2000** durch Verwendung der Spiegel geändert wird. Ein Merkmal der vorliegenden Ausführungsform ist, daß der Strahlengang des Polarisationsverarbeitungsteils **2000** direkt ist, wie in **Fig.** 85 zu sehen ist. Die **Fig.** 88 und 89 zeigen ebenfalls dieses Merkmal. Auch wenn das Farbverarbeitungsteil **1000** eine gegenüber dem Vorstehenden andere Konfiguration hat, ist es möglich, den Strahlengang des Polarisationsverarbeitungsteils **2000** direkt zu halten, wie die **Fig.** 90, 91 und 92 zeigen.

[0697] Nachstehend wird der Flüssigkristallprojektor erläutert, bei dem der gekreuzte dichroitische Spiegel nicht verwendet wird, weil die Relaislinse verwendet wird.

[0698] **Fig.** 98 ist ein Beispiel des Flüssigkristallprojektors, bei dem der gekreuzte dichroitische Spiegel nicht verwendet wird. Wie gesagt wurde, wird der gekreuzte dichroitische Spiegel durch Kreuzen von zwei der vorliegenden Erfindungen Spiegeln gebildet. Ein Vorteil des gekreuzten dichroitischen Spiegels ist, daß die Zahl der Komponenten der Vorrichtung verringert und somit die Vorrichtung kleiner gebaut werden kann.

[0699] Der gekreuzte dichroitische Spiegel weist jedoch den Nachteil auf, daß an der Kreuzungslinie der beiden dichroitischen Spiegel ein offener Zwischenraum gebildet wird und daß der gekreuzte dichroitische Spiegel teuer ist. Es ist möglich, die Distanz zwischen dem Flüssigkristallpanel für Farbe und der Projektionslinse durch Verwendung des gekreuzten dichroitischen Spiegels zu verkürzen.

[0700] Wenn jedoch die Bilder von den drei Flüssigkristallpanels für Farbe gesammelt werden können, um ein Bild an der Bilderzeugungsposition V an der Seite des Polarisationsstrahlteilers **47b** zu erzeugen, ist es nicht notwendig, die Distanz zwischen dem Flüssigkristallpanel für Farbe und der Projektionslinse **50** zu verkürzen. Somit ist es vorteilhaft, den gekreuzten dichroitischen Spiegel, der die vorstehenden Nachteile aufweist, nicht zu verwenden.

[0701] **Fig.** 98 zeigt die Konfiguration des Flüssigkristallpanels, wobei zwei dichroitische Spiegel anstelle des gekreuzten dichroitischen Spiegels verwendet werden. Die Polarisationsstrahlteiler **47a** und

47b, dichroitische Spiegel **451** bis **454**, Kästen **451h** bis **454h**, in denen die dichroitischen Spiegel **451** bis **454** in die Flüssigkeit tauchen, deren Brechzahl n ist, die Umlenkspiegel **23** bis **25** und die Relaislinsen **91** bis **99** sind in **Fig.** 98 gezeigt. Der Brennpunkt f1 ist ein gemeinsamer Brennpunkt der Relaislinse **91** und der Relaislinse **92**. Das Flüssigkristallpanel für rot ist an dem gemeinsamen Brennpunkt f1 angeordnet.

[0702] Der Brennpunkt f2 ist ein gemeinsamer Brennpunkt der Relaislinse **92** und der Relaislinse **93**. Die Brennweiten der Relaislinsen **91** bis **99** sind sämtlich L1. Die Distanzen von den Relaislinsen **93**, **96** und **99** zu der Bilderzeugungsposition V sind mit L3 definiert. Die Länge L3 ist physisch zwar länger als die Brennweite L1, es ist aber möglich, die Längen L1 und L3 als äquivalent anzusehen, weil das Innere der Kästen **453h** bis **455h** mit der Flüssigkeit gefüllt ist, die die Brechzahl n haben.

[0703] Es ist somit möglich, die Bilderzeugungsposition V an einer Brennpunktlage der Relaislinsen **93**, **96** und **99** zu positionieren. Die Bilder von den drei Flüssigkristallpanels für Farbe werden durch die Relaislinsen durchgelassen und an der Bilderzeugungsposition V gesammelt, um ein Bild zu erzeugen. In diesem Fall ist die Größe des Bilds gleich der Größe des Flüssigkristallpanels für Farbe, weil die Brennweite jeder Relaislinse L1 ist (L3 ist äquivalent L1).

[0704] Die Größe des Flüssigkristallpanels für Leuchtdichte ist gleich derjenigen des Flüssigkristallpanels für Farbe im Fall von **Fig.** 98. Das Bild von dem Flüssigkristallpanel für Leuchtdichte und das an der Bilderzeugungsposition V erzeugte Bild werden von dem Polarisationsstrahlteiler **47b** synthetisiert und an die Projektionslinse **50** ausgegeben.

[0705] Es ist möglich, die Kästen **450h**, **451h** und **452h** so zu kombinieren, daß ein Modul für die Wellenlängentrennung bei dem Flüssigkristallprojektor von **Fig.** 98 erhalten wird. Es ist auch möglich, die Kästen **453h**, **454h** und **455h** so zu kombinieren, daß ein Modul für die Wellenlängensynthese gebildet wird. Dieses Wellenlängentrennmodul ist das gleiche wie das Wellenlängensynthetisierungsmodul. Das heißt, die eine Art von Modul kann als das Wellenlängentrennmodul oder das Wellenlängensynthetisierungsmodul verwendet werden.

[0706] Es ist akzeptabel, den obigen Modulen die Umlenkspiegel **23** und **24** hinzuzufügen, so daß sich ein Modul ergibt. Außerdem ist es auch akzeptabel, die Relaislinsen **91**, **94**, **97** und **93**, **96**, **99** zu den obigen Modulen hinzuzufügen, um ein Modul zu erhalten. Selbst wenn diese Umlenkspiegel und die Relaislinsen hinzugefügt werden, so daß sich ein Modul ergibt, kann das Modul als das Wellenlängentrennmodul oder als das Wellenlängensynthetisierungsmodul verwendet werden.

[0707] Wie oben gesagt, kann die Zahl der Komponenten durch die Bildung von Modulen stark verringert werden. Außerdem können die Herstellungskosten des Flüssigkristallprojektors verringert werden, weil ein Modul jeweils als das Wellenlängentrennmodul oder das Wellenlängensynthetisierungsmodul verwendet werden kann.

[0708] **Fig.** 99 zeigt ein Beispiel eines verbesserten Flüssigkristallprojektors von **Fig.** 98. **Fig.** 99 zeigt den Flüssigkristallprojektor, bei dem die Länge zwischen dem Wellenlängentrennmodul und dem Wellenlängensynthetisierungsmodul vergrößert ist. Die Länge des Flüssigkristallprojektors von **Fig.** 98 ist L10. Die Länge des Flüssigkristallprojektors von **Fig.** 99 ist L11 (L10 < L11). Da die Länge zwischen dem Wellenlängentrennmodul und dem Wellenlängensynthetisierungsmodul in dem Flüssigkristallprojektor von **Fig.** 99 größer gemacht ist, können die Brennweiten der Relaislinsen **91** bis **99** von L1 zu L4 geändert werden (L4 > L1).

[0709] Eine Linse mit langer Brennweite ist billiger als eine Linse mit kurzer Brennweite zu erhalten. Daher kann der Preis des Flüssigkristallprojektors gesenkt werden, indem die Länge des Flüssigkristallprojektors vergrößert wird. Außerdem kann die Länge zwischen dem Wellenlängentrennmodul und dem Wellenlängensynthetisierungsmodul auf der Basis der Brennweite und einer Charakteristik der Relaislinse frei geändert werden, so daß die Flexibilität bei der Konstruktion des Flüssigkristallprojektors verbessert wird.

[0710] **Fig.** 100 zeigt eine andere Konfiguration des Flüssigkristallprojektors. Ein Merkmal von **Fig.** 100 ist, daß zwischen dem Polarisationsstrahlteiler **47b** und dem Kasten **454h** eine Länge L5 vorgesehen ist. Die Länge L5 ist vorgesehen, um die Brennpunktlage der Relaislinse **93**, **96** und **99** mit der Bilderzeugungsposition V an der Seite des Polarisationsstrahlteilers **47b** in Übereinstimmung zu bringen. Die Bilderzeugungsposition V kann präzise an der Brennpunktlage der Relaislinsen **93**, **96** und **99** liegen, indem die Länge L5 eingestellt wird. Die Relaislinsen **93**, **96** und **99** können durch Ändern der Länge L5 flexibel ausgewählt werden.

[0711] **Fig.** 101 zeigt eine andere Konfiguration des Flüssigkristallprojektors. Die Länge L9 des Flüssigkristallprojektors von **Fig.** 101 ist kürzer als die Länge L10 des Flüssigkristallprojektors von **Fig.** 98. Die Brennweiten der Relaislinsen **91** bis **99** von **Fig.** 101 sind L1, was denjenigen der Relaislinsen von **Fig.** 98 entspricht. Da die Länge L9 des Flüssigkristallprojektors kürzer als die Länge L10 ist, ist die Position der Relaislinsen von **Fig.** 101 von derjenigen der Relaislinsen von **Fig.** 98 verschieden.

[0712] Wenn also ein die Relaislinse einschließendes Modul gebildet wird, ist es nicht möglich, ein Modul von einer Art sowohl als das Wellenlängentrennmodul als auch das Wellenlängensynthetisierungsmodul zu verwenden. Der Grund hierfür ist, daß die Position der Relaislinsen des Wellenlängentrennmoduls von derjenigen des Wellenlängensynthetisierungsmoduls verschieden ist. Wenn die Relaislinsen **91** bis **99** mit kurzen Brennweiten im Fall von **Fig.** 101 verwendet werden, ist es möglich, die gleiche Position der Relaislinsen wie in **Fig.** 98 zu haben.

[0713] **Fig.** 102 zeigt eine andere Konfiguration des Flüssigkristallprojektors. **Fig.** 102 zeigt den Fall, daß das Flüssigkristallpanel für Leuchtdichte größer als das Flüssigkristallpanel für Farbe ist. Als Beispiel wird nun der Fall erläutert, daß ein von dem Flüssigkristallpanel für Farbe ausgegebenes Bild auf doppelte Größe vergrößert und zu der Bilderzeugungsposition V zum Erzeugen eines Bilds geleitet wird.

[0714] Die Relaislinse **91** und eine Relaislinse **92a** haben einen gemeinsamen Brennpunkt f1. Die Relaislinse **92a** und eine Relaislinse **92** haben einen gemeinsamen Brennpunkt f2. Das Flüssigkristallpanel für rot liegt an dem gemeinsamen Brennpunkt f2. Die Relaislinse **92b** und die Relaislinse **93** haben einen gemeinsamen Brennpunkt f3. Die Brennweiten der Relaislinsen **92a** und **92b** sind L1. Die Brennweiten der Relaislinsen **91** und **93** sind L2 (L1 × 2 = L2).

[0715] Die Lichtdispersion kann verhindert und Licht kann wirksam genutzt werden, wenn die Brennpunkte f1, f2 und f3 als der gemeinsame Brennpunkt jeder Relaislinse definiert sind. Wenn die Beziehung L1 × 2 = L2 und die Beziehung L2 = L3 gilt, wird das von dem Flüssigkristallpanel R für Farbe abgegebene Bild auf doppelte Größe vergrößert und zu der Bilderzeugungsposition V projiziert, um ein Bild zu erzeugen. Die Länge L3 ist zwar physisch länger als die Länge L2, aber L3 und L2 können äquivalent sein.

[0716] Der Grund hierfür ist, daß die Brennweite speziell verlängert werden kann, weil das Licht durch die Flüssigkeit mit der Brechzahl n durchgelassen wird. Die gleiche Beziehung wie oben kann auch für die Flüssigkristallpanels B und G für blau und grün gelten. Das heißt, doppelt so große Bilder wie die Größe jedes Flüssigkristallpanels der Panels B und G können auf die Bilderzeugungsposition V projiziert werden, um ein Bild zu erzeugen.

[0717] Wie **Fig.** 103 zeigt, ist es auch akzeptabel, den Polarisationsstrahlteiler **47a**, das Flüssigkristallpanel Y für die Leuchtdichte, den Polarisationsstrahlteiler **47b** und die Projektionslinse **50** entlang der Richtung der direkten Lichtleitung anzuordnen. Da die Strahlenganglängen der drei Flüssigkristallpanels für Farbe unterschiedlich sind, ist es vorteilhaft die Strahlenganglängen äquivalent zu machen, indem der Kasten (nicht gezeigt) verwendet wird, der mit der Flüssigkeit gefüllt ist, die die Brechzahl n hat.

[0718] Unter Bezugnahme auf die **Fig.** 98 bis 103 wurde der Fall beschreiben, daß das Flüssigkristallpanel für Leuchtdichte in dem Flüssigkristallprojektor verwendet wird. Es ist auch akzeptabel, das zweite Flüssigkristallpanel für zweites grün wie in den **Fig.** 68 bis 77 gezeigt zu installieren.

[0719] **Fig.** 104 zeigt eine Konfiguration, bei der der in **Fig.** 98 gezeigte Flüssigkristallprojektor wie ein U umgebogen ist. Da der Strahlengang U-förmig umgebogen ist, sind die Umlenkspiegel **26** und **27** hinzugefügt. Es ist möglich, die Länge des Flüssigkristallprojektors etwa halb so groß wie die Länge von **Fig.** 98 zu machen, indem die U-Konfiguration bei dem Flüssigkristallprojektor angewandt wird. Die Strahlenganglänge kann geändert und die Linse flexibel gewählt werden, indem die Höhe des Abstandshalters H1 eingestellt wird. Außerdem kann das Positionieren der Lichtquelle, der Projektionslinse und anderer Komponenten flexibel ausgeführt werden.

[0720] **Fig.** 105 zeigt ein weiteres Beispiel der Konfiguration, bei der der Flüssigkristallprojektor umgebogen ist. Bei dem U-förmigen Flüssigkristallprojektor von **Fig.** 104 ist, obwohl sich die Polarisationsstrahlteiler **47a** und **47b** nahe beieinander befinden, die Länge des Strahlengangs bis zu dem Flüssigkristallpanel für Leuchtdichte groß, wie ein Pfeil A in **Fig.** 104 zeigt.

[0721] In **Fig.** 105 ist die Länge des Strahlengangs von Licht, das in das Flüssigkristallpanel für Leuchtdichte eingegeben wird, so kurz wie möglich gemacht, indem die Umlenks spiegel **28** und **29** zwischen den Polarisationsstrahlteilern **47a** und **47b** angebracht sind.

[0722] Durch den Polarisationsstrahlteiler **47a** durchgelassenes Licht wird an den Umlenkspiegeln **28** und **29** reflektiert, durch das Flüssigkristallpanel für Leuchtdichte durchgelassen und in den Polarisationsstrahlteiler **47b** eingegeben, wie ein Pfeil B zeigt. Der Polarisationsstrahlteiler **47b** synthetisiert die Bilder, die von dem Flüssigkristallpanel für Farbe und dem Flüssigkristallpanel für Leuchtdichte entlang einem Pfeil C kommen, und gibt das synthetisierte Bild aus.

[0723] Es ist zwar nicht gezeigt, jedoch akzeptabel, auch den Flüssigkristallprojektor von **Fig.** 103 U-förmig umzubiegen, wie in den **Fig.** 104 und 105 gezeigt ist. Wenn der Flüssigkristallprojektor von **Fig.** 103 U-förmig umgebogen ist, können der Polarisationsstrahlteiler **47a**, das Flüssigkristallpanel für Leuchtdichte und der Polarisationsstrahlteiler **47b** entlang der Laufrichtung des Lichts installiert werden.

[0724] Einige Beispiele des Flüssigkristallprojektors, bei denen der gekreuzte dichroitische Spiegel nicht verwendet wird, weil die Bilderzeugungsposition V an der Seite des Polarisationsstrahlteilers **47b** vorgesehen ist, wurden unter Bezugnahme auf die **Fig.** 98 bis 105 beschrieben. Wie oben angegeben, ist der gekreuzte dichroitische Spiegel teuer und hat charakteristische Nachteile.

[0725] Die Relaislinse hat zwei Rollen, zum einen die Erzeugung des Bilds des Flüssigkristallpanel für Farbe an der Bilderzeugungsposition V und zum anderen die Gleichmachung der Größe des Bilds des Flüssigkristallpanels für Farbe mit demjenigen des Flüssigkristallpanels für Leuchtdichte.

[0726] Bei den Konfigurationsbeispielen der **Fig.** 98 bis 102 sind alle Längen von jedem der drei Flüssigkristallpanels für Farbe bis zu der Bilderzeugungsposition V gleich. Außerdem ist die Zahl der Linsen und die Linsenarten, die zwischen den Flüssigkristallpanels für Farbe und der Bilderzeugungsposition V vorgesehen sind, sämtlich gleich. Auch die Distanzen in der Flüssigkeit mit der Brechzahl n, durch die das Licht durchgelassen wird, sind gleich.

[0727] Somit können die Farbjustierung und die Positionseinstellung präzise und einfach durchgeführt werden. Das Polarisationsverarbeitungsteil mit den Polarisationsstrahlteilern **47a** und **47b** und dem Flüssigkristallpanel für Leuchtdichte ist in den **Fig.** 98 bis 105 vorgesehen. Es ist auch akzeptabel, kein Polarisationsverarbeitungsteil vorzusehen.

[0728] **Fig.** 106 zeigt eine andere Konfiguration des Flüssigkristallprojektors. Der gekreuzte dichroitische Spiegel wird bei dem Flüssigkristallprojektor von **Fig.** 106 nicht verwendet. In **Fig.** 106 bezeichnet DM1 den dichroitischen Spiegel, der grünes Licht durchläßt und rotes Licht reflektiert, DM2 bezeichnet denjenigen, der blaues Licht durchläßt und grünes Licht reflektiert, DM4 bezeichnet denjenigen, der blaues und grünes Licht durchläßt und rotes Licht reflektiert, DM5 bezeichnet denjenigen, der blaues Licht durchläßt und grünes Licht reflektiert, DM6 bezeichnet denjenigen, der rotes Licht durchläßt und blaues Licht reflektiert, DM8 bezeichnet denjenigen, der rotes und blaues Licht durchläßt und grünes Licht reflektiert, und M3 und M7 bezeichnen die Umlenkspiegel.

[0729] Durch Anwendung der Konfiguration von **Fig.** 106 bei dem Flüssigkristallprojektor kann grünes Licht eingegeben und in dem ersten und zweiten Flüssigkristallpanel **31a** und **31b** für grün moduliert werden, rotes Licht kann eingegeben und in dem Flüssigkristallpanel **30** für rot moduliert werden, und blaues Licht kann eingegeben und in dem Flüssigkristallpanel **32** für blau moduliert werden.

[0730] Außerdem wird Ausgangslicht von dem ersten Flüssigkristallpanel **31a** für grün und dem Flüssigkristallpanel **30** für rot von dem dichroitischen Spiegel DM1 synthetisiert und in den Polarisationsstrahlteiler **47b** eingegeben. Andererseits wird Ausgangslicht von dem zweiten Flüssigkristallpanel **31b** für grün und dem Flüssigkristallpanel **32** für blau von dem dichroitischen Spiegel DM5 synthetisiert und in den Polarisationsstrahlteiler **47b** eingegeben.

[0731] Der dichroitische Spiegel DM2 läßt das blaue Licht durch, und der dichroitische Spiegel DM6 läßt das rote Licht durch. Unnötiges Licht wird auf die obige Weise beseitigt.

[0732] Ein Merkmal der vorliegenden Ausführungsform ist, daß vier Flüssigkristallpanels in Paare aufgeteilt sind. Da die Flüssigkristallpanels in Gruppen aufgeteilt sind, die mit geradzahligen Flüssigkristallpanels gebildet sind (jeweils zwei bei diesem Beispiel), kann der gekreuzte dichroitische Spiegel entfallen. Wenn drei Farblichtarten synthetisiert werden müssen, kann ein gekreuzter dichroitischer Spiegel zur Synthetisierung verwendet werden, oder es können zwei direkt zugeordnete dichroitische Spiegel für die Synthetisierung verwendet werden. Da die Flüssigkristallpanels in Paare entsprechend **Fig.** 106 aufgeteilt sind, braucht der gekreuzte dichroitische Spiegel nicht verwendet zu werden, und die zwei dichroitischen Spiegel brauchen nicht direkt zugeordnet zu werden.

[0733] Dabei gibt es in jedem Strahlengang zwischen jedem der vier Flüssigkristallpanels und der Projektionslinse nur einen dichroitischen Spiegel und einen Polarisationsstrahlteiler. Dadurch ist es möglich, die Distanzen zwischen der Projektionslinse und den Flüssigkristallpanels gleich und kurz zu machen. Durch Verkürzen der Distanz zwischen der Projektionslinse und dem Flüssigkristallpanel kann ein großes Bild auf den Bildschirm projiziert werden.

[0734] Das erste und das zweite Flüssigkristallpanel **31a** und **31b** für grün sind entlang der Bildlänge um ein halbes Pixel versetzt. Durch Anordnen des Flüssigkristallpanels an der Position, die um ein halbes Pixel entlang der Bildlänge verschoben ist, wie oben gesagt, kann ein Bild in Längsrichtung erzeugt werden, das doppelte Auflösung hat. Die Einzelheiten in dieser Beziehung wurden in Ausführungsform **5** beschrieben.

[0735] Es ist auch akzeptabel, obwohl in Ausführungsform **5** nicht erwähnt, die Auflösung des ersten und des zweiten Flüssigkristallpanels **31a** und **31b** für grün in Breitenrichtung höher als diejenige der Flüssigkristallpanels **30** und **32** für rot und blau zu machen. Dabei kann davon ausgegangen werden, daß die Auflösung für die Breitenrichtung des ersten und zweiten Flüssigkristallpanels **31a** und **31b** für grün 800 Punkte ist und diejenige der Flüssigkristallpanels **30** und **32** für rot und blau 400 Punkte ist.

[0736] Durch Anwendung der obigen Ausführungen hat ein grünes Bild, das von dem ersten und dem zweiten Flüssigkristallpanel **31a** und **31b** gebildet wird, sowohl in Längs- als auch in Breitenrichtung die zweifache Auflösung gegenüber derjenigen eines Bilds, das von den Flüssigkristallpanels **30** und **32** für rot und blau erzeugt wird.

[0737] In **Fig.** 106 wird das Bild von dem ersten Flüssigkristallpanel **31a** für grün durch den dichroitischen Spiegel DM1 durchgelassen und in den Polarisationsstrahlteiler **47b** eingegeben. Andererseits wird das Bild von dem Flüssigkristallpanel **30** für rot an dem dichroitischen Spiegel DM1 reflektiert und in den Polarisationsstrahlteiler **47b** eingegeben. Wenn daher die Bilder von dem ersten Flüssigkristallpanel **31a** für grün und dem zweiten Flüssigkristallpanel **30** für rot in den Polarisationsstrahlteiler **47b** eingegeben werden, dann werden die Bilder in bezug auf rechts und links umgekehrt.

[0738] Es ist erforderlich, einen Signalschaltkreis einzustellen, um die Bilder, die vorher in bezug auf rechts und links umgekehrt wurden, von dem ersten Flüssigkristallpanel **31a** fü grün oder dem Flüssigkristallpanel **30** für rot auszugeben. Es ist außerdem notwendig, den Signalschaltkreis einzustellen, um Bilder, die vorher in bezug auf rechts und links umgekehrt wurden, von dem zweiten Flüssigkristallpanel **31b** für grün oder dem Flüssigkristallpanel **32** für blau auszugeben.

[0739] **Fig.** 107 zeigt eine andere Konfiguration des Flüssigkristallprojektors. Der Aspekt, daß in **Fig.** 107 Umlenkspiegel M2 und M6 anstelle der dichroiti-

schen Spiegel DM2 und DM6 vorgesehen sind, ist von dem Flüssigkristallprojektor von **Fig.** 106 verschieden. Außerdem sind im Unterschied zu **Fig.** 106 Filter FL1 und FL2 an den Seiten des Polarisationsstrahlteilers **47a** in **Fig.** 107 vorgesehen. Das Filter FL1 dient der Reflexion von blauem Licht, und das Filter FL2 dient der Reflexion von rotem Licht. Da unnötiges Licht unter Verwendung der Filter FL1 und FL2 reflektiert wird, können die Umlenkspiegel M2 und M6 anstelle der dichroitischen Spiegel DM2 und DM6 von **Fig.** 106 verwendet werden.

[0740] **Fig.** 108 zeigt eine andere Konfiguration des Flüssigkristallprojektors. **Fig.** 108 zeigt außerdem den Fall des Flüssigkristallprojektors, bei dem der gekreuzte dichroitische Spiegel nicht verwendet wird. **Fig.** 108 zeigt dichroitische Spiegel DM11 bis DM16, Umlenkspiegel M1 bis M4, die Relaislinsen **91** bis **98** und Brennpunkte f1 bis f10 der Relaislinsen. Die Brennpunkte f1 bis f10 sind bei der vorliegenden Ausführungsform außerdem gemeinsame Brennpunkte jeder Linse. Beispielsweise ist der Brennpunkt f6 der gemeinsame Brennpunkt der Linse **55** und der Relaislinse **97**.

[0741] Der Brennpunkt f9 ist der gemeinsame Brennpunkt der Relaislinsen **97** und **98**. Der Brennpunkt f10 ist der gemeinsame Brennpunkt der Relaislinse **98** und der Projektionslinse **50**. Die Flüssigkristallpanels **30**, **31a**, **31b** und **32** sind an den Seiten der Kästen **453h** und **455h** angebracht. Die Kästen **453h** und **455h** sind mit der Flüssigkeit gefüllt, deren Brechzahl n ist (n > = 1). Die dichroitischen Spiegel DM13 und DM16 tauchen in die Flüssigkeit ein. Der Polarisationsstrahlteiler **47b** taucht ebenfalls in die Flüssigkeit mit der Brechzahl n in dem Kasten **454h** ein.

[0742] Es ist möglich, die Distanz zwischen der Projektionslinse **50** und jedem der Flüssigkristallpanels **30**, **31a**, **31b** und **32** dadurch zu verkürzen, daß die Kästen **453h**, **454h** und **455h** mit der Flüssigkeit gefüllt werden, deren Brechzahl n ist. Dabei kann eine äquivalente Zuordnung wie in dem Fall erreicht werden, in dem das Flüssigkristallpanel nahe der Projektionslinse liegt, und ein vergrößertes Bild kann auf dem Bildschirm erzeugt werden.

[0743] Der dichroitische Spiegel DM12 reflektiert blaues Licht, und der dichroitische Spiegel DM15 reflektiert rotes Licht. Unnötiges Licht wird durch die dichroitischen Spiegel DM12 und DM15 entfernt. Die Brennweite der Relaislinse **97** ist L7, und die Brennweite der Relaislinse **98** ist L8. Es ist akzeptabel, daß der Wert der Brennweite L7 gleich dem der Brennweite L8 ist.

[0744] **Fig.** 109 zeigt eine andere Konfiguration des Flüssigkristallprojektors. Der Unterschied zu dem Flüssigkristallprojektor von **Fig.** 108 ist, daß die Funktionen der dichroitischen Spiegel DM12 und DM15 durch die dichroitischen Spiegel DM13a und DM16a in **Fig.** 109 vorgesehen sind. Der dichroitische Spiegel DM13a synthetisiert rotes Licht und grünes Licht und reflektiert blaues Licht. Der dichroitische Spiegel DM16a synthetisiert blaues Licht und grünes Licht und reflektiert rotes Licht. Daher kann im Fall von **Fig.** 109 die Zahl der dichroitischen Spiegel verringert werden.

[0745] **Fig.** 110 zeigt eine andere Konfiguration des Flüssigkristallprojektors. In **Fig.** 110 besteht der Unterschied zu **Fig.** 108 darin, daß der dichroitische Spiegel DM12 so verlagert ist, daß er sich an der Position des Umlenkspiegels M1 von **Fig.** 108 befindet und als Ersatz für den Umlenkspiegel M1 dient. Das Merkmal, daß der dichroitische Spiegel DM15 verlagert und nun an der Position des Umlenkspiegels M4 von **Fig.** 108 liegt und als Ersatz für den Umlenkspiegel M4 dient, ist ebenfalls im Unterschied zu dem Flüssigkristallprojektor von **Fig.** 108. Da der Strahlengang geändert und unnötiges Licht entfernt werden kann, indem der dichroitische Spiegel wie oben gesagt verwendet wird, ist es möglich, den Umlenkspiegel zu entfernen, so daß die Zahl der Komponenten verringert wird.

Ausführungsform 8

[0746] In den obigen Ausführungsformen wird der Fall beschrieben, daß die Flüssigkristallpanels an den Seiten des gekreuzten dichroitischen Spiegels **41**, wie etwa in **Fig.** 111 angeordnet sind. Wenn die Flüssigkristallpanels an beiden Seiten des gekreuzten dichroitischen Spiegels angeordnet sind, werden die Lichtarten R2 und B2, die nicht an den dichroitischen Spiegeln **41a** und **41b** reflektiert worden sind, auf die Rückseiten der Flüssigkristallpanels projiziert, die an den gegenüberliegenden Seiten des gekreuzten dichroitischen Spiegels angeordnet sind.

[0747] **Fig.** 112 zeigt den Fall, daß Licht in das Flüssigkristallpanel für rot von der Panelrückseite eingegeben wird. Das Flüssigkristallpanel besteht aus Flüssigkristall LC und Glasplatten G1 und G2. Der Flüssigkristall LC ist zwischen den Glasplatten G1 und G2 eingeschlossen. Der Flüssigkristall LC wird von dem Dünnschichttransistor TFT aktiviert.

[0748] Eine schwarze Matrix BM ist an der Lichteingangsseite angeordnet, so daß der Dünnschichttransistor TFT nicht fehlbetrieben werden kann. Die schwarze Matrix BM ist so ausgebildet, daß sie das Eingangslicht blockiert und für den richtigen Betrieb des Dünnschichttransistors sorgt. Die schwarze Matrix BM ist für die Eingangslichtrichtung wirksam, kann jedoch Licht, das von der Rückseite des Flüssigkristallpanels kommt, nicht ausschließen.

[0749] Wie **Fig.** 112 zeigt, wird der größte Teil des blauen Lichts B als Licht B1 an dem dichroitischen Spiegel **41b** des gekreuzten dichroitischen Spiegels **41** reflektiert, aber ein Teil des blauen Lichts B wird als Licht B2 durch den dichroitischen Spiegel **41b** hindurchgelassen. Das durchgelassene Licht B2 wird in das Flüssigkristallpanel für rot von der Rückseite des Panels eingegeben und durch die Glasplatte G2 durchgelassen, um auf den Dünnschichttransistor TFT projiziert zu werden. Eine in **Fig.** 113 gezeigte

Konfiguration dient dem Verhindern des obigen Nachteils.

[0750] 1/4-Wellenlängenplättchen RH und BH sind zwischen dem gekreuzten dichroitischen Spiegel und jedem der Flüssigkristallpanels angeordnet. Polarisationsschichten RP und BP sind auf die Flüssigkristallpanel-Seiten der 1/4-Wellenlängenplättchen RH und BH aufgebracht. Die durch den dichroitischen Spiegel durchgelassenen Lichtarten R2 und B2 können durch Anordnen des 1/4-Wellenlängenplättchens und der Polarisationsschicht blockiert werden.

[0751] **Fig.** 114 zeigt die Funktionsweise. Es wird in **Fig.** 114 davon ausgegangen, daß blaues Licht die Welle P nutzt, und die Polarisationsschichten RP und BP lassen die Welle P durch, blockieren jedoch die Welle S. Die Welle P, die durch das Flüssigkristallpanel für blau durchgelassen wurde, wird durch die Polarisationsschicht BP und das 1/4-Wellenlängenplättchen BH durchgelassen. Die Welle P wird dadurch, daß sie durch das 1/4-Wellenlängenplättchen geht, von direkt polarisierendem zu elliptisch polarisierenden Licht geändert.

[0752] Der größte Teil des durch das 1/4-Wellenlängenplättchen BH durchgelassenen Lichts wird an dem dichroitischen Spiegel **41b** des gekreuzten dichroitischen Spiegels **41** reflektiert und als Lichtart B1 ausgegeben. Die durch den dichroitischen Spiegel **41b** durchgelassene Lichtart B2 wird in das 1/4-Wellenlängenplättchen RH eingegeben und durch das 1/4-Wellenlängenplättchen RH von elliptisch polarisierendem Licht zu direkt polarisierendem Licht geändert. Die Achse für die Phasencharakteristik des 1/4-Wellenlängenplättchens BH verläuft unter 90° zu der Achse für die Phasencharakteristik des 1/4-Wellenlängenplättchens RH.

[0753] Somit wird die Lichtart B2 zu der Welle S nach dem Durchtritt durch das 1/4-Wellenlängenplättchen RH. Da die Polarisationsschicht RP die Welle P durchläßt und die Welle S blockiert, erreicht die Lichtart B2 das Flüssigkristallpanel für rot nicht.

[0754] Da, wie oben gesagt wird, das Licht durch das zweimal durchgelassen wird, wird die Welle P so polarisiert, daß sie die Welle S ist, und die Welle S wird von der Polarisationsschicht blockiert. Die Eingabe des Lichts von der Rückseite des Flüssigkristallpanels kann somit verhindert werden. Dabei kann die Eingabe des Lichts von der Rückseite dadurch verhindert werden, daß das 1/4-Wellenlängenplättchen und die Polarisationsschicht auf den Flüssigkristallpanels vorgesehen sind, die an den beiden Seiten des gekreuzten dichroitischen Spiegels liegen.

[0755] Unter Bezugnahme auf **Fig.** 114 wird der Fall des Flüssigkristallpanels für grün erläutert. Es ist vorteilhaft, eine Polarisationsschicht GP und ein 1/4-Wellenlängenplättchen GH für das Flüssigkristallpanel für grün einzubauen. Wie **Fig.** 114 zeigt, wird davon ausgegangen, daß das Flüssigkristallpanel für grün, die Polarisationsschicht GP und das 1/4-Wellenlängenplättchen GH aus einem Material bestehen, dessen Brechzahl n ist. Da sämtliche Brechzahlen gleich sind, verläuft das Licht, ohne reflektiert zu werden, an jedem Rand des Flüssigkristallpanels, der Polarisationsschicht GP und dem 1/4-Wellenlängenplättchen.

[0756] Wenn jedoch das Licht aus dem 1/4-Wellenlängenplättchen GH in die Luft austritt, wird Reflexionslicht erzeugt, wie der Pfeil zeigt, weil die Brechzahl der Luft und des 1/4-Wellenlängenplättchens verschieden sind. Wenn das Reflexionslicht in die Polarisationsschicht GP eingegeben wird, ist die Welle P bereits zu der Welle S polarisiert worden, weil das Licht zweimal durch das 1/4-Wellenlängenplättchen durchgelassen wurde. Daher kann das Reflexionslicht nicht in das Flüssigkristallpanel für grün eingegeben werden, weil die Polarisationsschicht GP die Welle S blockiert.

[0757] **Fig.** 115 zeigt den Fall, daß das Flüssigkristallpanel nicht direkt an der Seite des gekreuzten dichroitischen Spiegels liegt. Der Umlenkspiegel liegt zwar zwischen dem gekreuzten dichroitischen Spiegel **41** und dem Flüssigkristallpanel in **Fig.** 114, aber die Eingabe des Lichts in den Dünnschichttransistor kann verhindert werden, indem das 1/4-Wellenlängenplättchen und die Polarisationsschicht, wie oben gesagt, vorgesehen werden.

[0758] **Fig.** 116 zeigt eine andere Konfiguration, wobei die Polarisationsschicht und das 1/4-Wellenlängenplättchen entfernt von dem Flüssigkristallpanel angeordnet sind. Es ist auch akzeptabel, obwohl nicht gezeigt, wenn die Polarisationsschicht und das 1/4-Wellenlängenplättchen separat angeordnet sind. Es ist ferner akzeptabel, nur die Polarisationsschicht und das 1/4-Wellenlängenplättchen an den beiden Seiten des gekreuzten dichroitischen Spiegels zu positionieren, wie in **Fig.** 117 gezeigt ist.

[0759] **Fig.** 118 zeigt den Fall, daß ein Filter verwendet wird, um die Eingabe des Lichts von der Rückseite des Flüssigkristallpanels zu verhindern. Der gekreuzte dichroitische Spiegel **40** trennt das Licht, und der gekreuzte dichroitische Spiegel **41** synthetisiert das Licht bei dem in **Fig.** 118 gezeigten Flüssigkristallprojektor. Es gibt den Fall, daß eine Charakteristik des dichroitischen Spiegels **40a**, der bei dem gekreuzten dichroitischen Spiegel **40** verwendet wird, von derjenigen des dichroitischen Spiegels **41a** verschieden ist, der in dem gekreuzten dichroitischen Spiegel **41** verwendet wird.

[0760] Es gibt einen weiteren Fall, wobei eine Charakteristik des dichroitischen Spiegels **40b** von derjenigen des dichroitischen Spiegels **41b** verschieden ist. Daher werden nur Signale, deren Frequenz an die Charakteristik des gekreuzten dichroitischen Spiegels **41** angepaßt ist, von den Filtern RF, GF und BF ausgefiltert. Durch diese Vorgehensweise kann das Licht, das durch die dichroitischen Spiegel **41a** und **41b** durchgelassen und in das Flüssigkristallpanel von der Rückseite eingegeben wird, verringert werden.

[0761] **Fig.** 119 zeigt die Charakteristik der dichroiti-

schen Spiegel **40a** und **41a**. Der trennende dichroitische Spiegel **40a** reflektiert Licht einer Frequenz, die durch eine dicke Linie in **Fig.** 119 gezeigt ist, so daß das Licht zum roten Licht R wird. Der synthetisierende dichroitische Spiegel **41a** reflektiert Licht einer Frequenz, die durch eine dünne Linie bezeichnet ist. Da die Charakteristiken der dichroitischen Spiegel **40a** und **41a** verschieden sind, kann der Teil R1, der durch Querlinien bezeichnet ist, von dem dichroitischen Spiegel **41a** reflektiert werden, aber der Teil R2, der durch schräge Linien bezeichnet ist, kann nicht reflektiert und in das Flüssigkristallpanel für blau von der Rückseite eingegeben werden.

[0762] Wie **Fig.** 118 zeigt, wird daher das rote Licht R, das von dem dichroitischen Spiegel **40a** ausgegeben wird, von dem Filter RF gefiltert. Das Filter RF läßt Licht durch, dessen Frequenz zwischen F1 bis F2 liegt, wie **Fig.** 120 zeigt. Infolgedessen ist der durch die schrägen Linien bezeichnete Teil R2 von dem Filter RF bereits entfernt worden, wenn das Licht in den gekreuzten dichroitischen Spiegel **41** eintritt, so daß verhindert wird, daß das Licht durch den dichroitischen Spiegel **41a** durchtritt.

Patentansprüche

1. Bilderzeugungsvorrichtung, die folgendes aufweist:
– ein Farbverarbeitungsteil (**1000**) und
– ein Polarisationsverarbeitungsteil (**2000**),
wobei das Farbverarbeitungsteil (**1000**) folgendes aufweist:
(a) ein Wellenlängentrennmodul (**1040**, **40**), das folgendes aufweist: eine erste Reflexionsoberfläche (**40a**) zum Reflektieren von Licht (R) mit einer ersten Wellenlänge und eine zweite Reflexionsoberfläche (**40b**), die die erste Reflexionsoberfläche (**40a**) kreuzt und Licht (B) mit einer zweiten Wellenlänge reflektiert,
zur Abgabe von drei Arten von Licht (R, B, G) durch Reflektieren der Lichtarten (R, B) mit der ersten Wellenlänge und der zweiten Wellenlänge und Durchlassen von Licht (G) mit einer anderen Wellenlänge;
(b) einen ersten, zweiten und dritten Lichtmodulator (**30**, **31**, **32**) zum jeweiligen Modulieren der drei Lichtarten (R, B, G), die von dem Wellenlängentrennmodul (**1040**, **40**) abgegeben werden, und zur jeweiligen Abgabe der von dem ersten, zweiten und dritten Lichtmodulator (**30**, **31**, **32**) modulierten drei Lichtarten;
(c) ein Wellenlängensynthetisierungsmodul (**1041**, **41**), das folgendes aufweist: eine erste Reflexionsoberfläche (**41a**) zum Reflektieren von Licht (R), das von den Eingangslichtarten die erste Wellenlänge hat, und eine zweite Reflexionsoberfläche (**41b**) zum Reflektieren von Licht (B), das von den Eingangslichtarten die zweite Wellenlänge hat, zur Eingabe der von dem ersten, zweiten und dritten Lichtmodulator (**30**, **31**, **32**) modulierten drei Lichtarten (R, B, G), zum Synthetisieren der drei Lichtarten, um ein Bild zu erzeugen, indem die Lichtarten (R, B) mit der ersten Wellenlänge und der zweiten Wellenlänge reflektiert werden und Licht (G) mit der anderen Wellenlänge durchgelassen wird, und zur Abgabe von synthetisiertem Licht, das durch Synthetisieren der drei Lichtarten erzeugt ist;
(d) ein Verbindungsmodul (**24** bis **29**) für einen erster Strahlengang zum Einstellen eines ersten Strahlengangs zwischen dem Wellenlängentrennmodul (**1040**, **40**) und dem Wellenlängensynthetisierungsmodul (**1041**, **41**), und
wobei das Polarisationsverarbeitungsteil (**2000**) folgendes aufweist:
(e) ein Polarisationstrennmodul (**1047**, **47a**) zum Eingeben von Licht, zum Trennen des Lichts in ein erstes Licht (P) und ein zweites Licht (S), deren Polarisationsrichtungen verschieden sind, und zum Abgeben des ersten Lichts (P) an das Wellenlängentrennmodul (**1040**, **40**);
(f) einen vierten Lichtmodulator (**33**) zum Eingeben des zweiten Lichts (S) und eines Bildsignals, zum Modulieren des Polarisationszustands des zweiten Eingangslichts (S) auf der Basis des Bildsignals, und zum Abgeben von moduliertem Licht, das durch Modulation des Polarisationszustands des zweiten Eingangslichts (S) auf der Basis des Bildsignals erzeugt worden ist;
(g) ein Polarisationssynthetisierungsmodul (**1048**, **47b**) zum Eingeben des synthetisierten Lichts, das von dem Wellenlängensynthetisierungsmodul (**1041**) abgegeben wird, und des modulierten Lichts, das von dem vierten Lichtmodulator (**33**) abgegeben wird, und zum Synthetisieren der Lichtarten, um ein Bild zu erzeugen; und
(h) ein Verbindungsmodul (**29a**, **29b**, **29c**) für einen zweiten Strahlengang, das zwischen dem Polarisationstrennmodul (**1047**, **47a**) und dem Polarisationssynthetisierungsmodul (**1048**, **47b**) angeordnet ist, zum Einstellen eines zweiten Strahlengangs, um das zweite Licht aus dem Polarisationstrennmodul (**1047**, **47a**) durch den vierten Lichtmodulator (**33**) zu dem Polarisationssynthetisierungsmodul zu leiten,
wobei im wesentlichen das gesamte Licht von dem Polarisationstrennmodul von dem vierten Lichtmodulator moduliert wird, ohne daß irgendein wellenlängenselektives Element in den Strahlengang zwischen dem Polarisationstrenn- und dem Polarisationssynthetisierungsmodul und dem vierten Lichtmodulator eingefügt ist, und
ferner folgendes aufweist: eine Relaislinse (**91** bis **99**) zum Angleichen der Größe von Bildern, die von dem vierten Lichtmodulator (**33**) abgegeben werden, und der Größe von Bildern, die von dem ersten bis dritten Lichtmodulator (**30**, **31**, **32**) abgegeben werden.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei das Verbindungsmodul (**24** bis **29**) für den ersten Strahlengang mindestens eine Sammellinse (**70a**, **71a**, **72a**; **70b**, **71b**, **72b**) zwischen dem Wellenlängentrennmodul (**1040**, **40**) und dem Wellenlängensynthetisie-

rungsmodul (**1041**, **41**) aufweist.

3. Bilderzeugungsvorrichtung, die folgendes aufweist:
– ein Farbverarbeitungsteil (**1000**),
– ein Polarisationsverarbeitungsteil (**2000**) und
– eine Projektionslinse (**50**) zum Projizieren eines Bilds auf einen Bildschirm (**60**),
wobei das Farbverarbeitungsteil (**1000**) folgendes aufweist:
(a) einen ersten, zweiten und dritten Lichtmodulator (**30**, **31**, **32**) zur Farbanzeige;
(b) ein Wellenlängentrennmodul (**1040**, **40**), das an der Lichteingangsseite des ersten, zweiten und dritten Lichtmodulators (**30**, **31**, **32**) angeordnet ist, zum Eingeben von Licht, zum Trennen des Lichts in drei Arten von Licht, nämlich ein erstes Licht (R), ein zweites Licht (B) und ein drittes Licht (G), und zum Abgeben der drei Lichtarten (R, B, G) an den ersten, zweiten und dritten Lichtmodulator (**30**, **31**, **32**);
(c) ein Wellenlängensynthetisierungsmodul (**1041**, **41**), das an der Lichtausgangsseite des ersten, zweiten und dritten Lichtmodulators (**30**, **31**, **32**) angeordnet ist, zum Eingeben der drei Lichtarten (R, B, G) von dem ersten, zweiten und dritten Lichtmodulator (**30**, **31**, **32**), zum Synthetisieren der drei Lichtarten, um synthetisiertes Licht als Bild zu erzeugen, und zum Ausgeben des Bilds; und
(d) ein Verbindungsmodul (**24** bis **29**) für einen ersten Strahlengang, das einen Umlenkspiegel aufweist, zum Einstellen der Strahlengänge zwischen dem Wellenlängentrennmodul (**1040**, **40**) und dem ersten, zweiten und dritten Lichtmodulator (**30**, **31**, **32**) und zwischen dem Wellenlängensynthetisierungsmodul (**1041**, **41**) und dem ersten, zweiten und dritten Lichtmodulator (**30**, **31**, **32**), wobei das Polarisationsverarbeitungsteil (**2000**) folgendes aufweist:
(e) ein Polarisationstrennmodul (**1047**, **47a**) zum Eingeben von Licht, zum Trennen des Lichts in ein erstes Licht (P) und ein zweites Licht (S), deren Polarisationsrichtungen verschieden sind, und zum Abgeben des ersten Lichts (P) an das Wellenlängentrennmodul (**1040**, **40**);
(f) einen vierten Lichtmodulator (**33**) zum Eingeben des zweiten Lichts (S) und eines Bildsignals, zum Modulieren des Polarisationszustands des zweiten Eingangslichts (S) auf der Basis des Bildsignals, und zum Abgeben von moduliertem Licht, das durch Modulation des Polarisationszustands des zweiten Eingangslichts (S) auf der Basis des Bildsignals erzeugt ist;
(g) ein Polarisationssynthetisierungsmodul (**1048**, **47b**) zum Eingeben des synthetisierten Lichts, das von dem Wellenlängensynthetisierungsmodul (**1041**, **41**) abgegeben wird, und des modulierten Lichts, das von dem vierten Lichtmodulator (**33**) abgegeben wird, und zum Synthetisieren der Lichtarten, um ein Bild zu erzeugen; und
(h) ein Verbindungsmodul (**29a**, **29b**, **29c**) für einen zweiten Strahlengang, das zwischen dem Polarisationstrennmodul (**1047**, **47a**) und dem Polarisationssynthetisierungsmodul (**1048**, **47b**) angeordnet ist, zum Einstellen eines zweiten Strahlengangs, um das zweite Licht aus dem Polarisationstrennmodul (**1047**, **47a**) durch den vierten Lichtmodulator (**33**) zu dem Polarisationssynthetisierungsmodul (**1048**, **47b**) zu leiten,
wobei die Bilderzeugungsvorrichtung das Bild von dem Wellenlängensynthetisierungsmodul (**1041**, **41**) an einer Bilderzeugungsposition erzeugt, deren Abstand von der Projektionslinse (**50**) gleich dem Abstand zwischen der Projektionslinse (**50**) und dem vierten Lichtmodulator (**33**) ist, wobei die Bilderzeugungsposition in einem Strahlengang zwischen dem Wellenlängensynthetisierungsmodul (**1041**, **41**) und der Projektionslinse (**50**) liegt,
wobei im wesentlichen das gesamte Licht von dem Polarisationstrennmodul von dem vierten Lichtmodulator moduliert wird, ohne daß irgendein wellenlängenselektives Element in den Strahlengang zwischen dem Polarisationstrenn- und dem Polarisationssynthetisierungsmodul und dem vierten Lichtmodulator eingefügt ist, und
die ferner folgendes aufweist: eine Relaislinse (**91** bis **99**) zum Angleichen der Größe von Bildern, die von dem vierten Lichtmodulator (**33**) abgegeben werden, und der Größe von Bildern, die von dem ersten bis dritten Lichtmodulator (**30**, **31**, **32**) abgegeben werden.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Wellenlängentrennmodul (**1040**, **40**) das erste Licht eingibt, das von dem Polarisationsverarbeitungsteil abgegeben wird, und wobei der erste, zweite und dritte Lichtmodulator (**30**, **31**, **32**) in dem ersten Strahlengang des ersten Lichts angeordnet sind, entsprechend den drei Farbsignalen Blau (B), Grün (G) und Rot (R) vorgesehen sind, und drei Lichtarten (B, G, R) durch die drei Farbsignale, die die Intensität von Blau, Grün und Rot bezeichnen, modulieren, und wobei der vierte Lichtmodulator (**33**) für ein monochromatisches Bild vorgesehen ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei jeder von dem ersten, zweiten und dritten Lichtmodulator (**30**, **31**, **32**) in dem Farbverarbeitungsteil eine Flüssigkristallplatte vom STN-Typ ist, und wobei der vierte Lichtmodulator (**33**) in dem Polarisationsverarbeitungsteil eine Flüssigkristallplatte vom TN-Typ ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, die ferner eine Lichtquelle (**10**, **11**) zum Projizieren von Licht und eine Linse (**55**) zum Eingeben von Licht von der Lichtquelle (**10**, **11**) aufweist, und wobei die Linse (**55**) eine zerstreuende Linse ist, die am Außenumfang eine größere Brennweite als am Innenumfang hat.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

wobei der erste Lichtmodulator (**30**) Licht einer ersten Farbe (R) moduliert, der zweite Lichtmodulator (**31**) Licht einer zweiten Farbe (B) moduliert, und der dritte Lichtmodulator (**32**) und der vierte Lichtmodulator (**33**) Licht einer dritten Farbe (G) modulieren, und der erste Lichtmodulator (**30**) eine Flüssigkristallplatte für Rot (R) ist, der zweite Lichtmodulator (**31**) eine Flüssigkristallplatte für Blau (B) ist, und der dritte Lichtmodulator (**32**) und vierte Lichtmodulator (**33**) Flüssigkristallplatten für Grün (G) sind.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, die ferner folgendes aufweist: eine Lichtquelle (**10**) zum Projizieren von Licht, einen Hauptreflexionsspiegel (**11**) zum Reflektieren von Licht und eine Sammellinse (**12**), wobei die Sammellinse (**12**) das von dem Hauptreflexionsspiegel (**11**) reflektierte Licht als einen konischen Lichtstrom sammelt und den konischen Lichtstrom auf den Lichtmodulator projiziert.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, die ferner folgendes aufweist: eine Lichtquelle (**10**, **11**) zum Projizieren von Licht mit konischem Lichtstrom, und eine Linse (**55**), die an einem Lichteintritt in das Verbindungsmodul für den ersten Strahlengang angeordnet ist, zum Ändern des konischen Lichtstroms in einen zylindrischen Lichtstrom.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei das Wellenlängensynthetisierungsmodul (**1041**) einen Lichtmischer (**1041x**) zum Mischen der drei Lichtarten (R, B, G) aufweist, der folgendes aufweist:
(a) ein erstes Filter zum Reflektieren des Lichts mit der ersten Wellenlänge;
(b) ein zweites Filter, das das erste Filter kreuzt, zum Reflektieren des Lichts mit der zweiten Wellenlänge; und
(c) ein drittes Filter, das sowohl das erste Filter als auch das zweite Filter diagonal kreuzt, zum Reflektieren von Licht mit einer bestimmten Polarisationsrichtung, und zum Durchlassen von Licht mit einer anderen Polarisationsrichtung.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 4 bis 10, wobei das Wellenlängentrennmodul (**1040**, **40**) und das Wellenlängensynthetisierungsmodul (**1041**, **41**) Kästen aus transparentem Kunststoff sind, die mit einer Flüssigkeit gefüllt sind, wobei dichroitische Spiegel (**40a**, **40b**, **41a**, **41b**) die Reflexionsoberflächen bilden, wobei die Schnittlinie dieser Oberflächen eine Raumdiagonale des Kastens ist.

Es folgen 154 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig.1

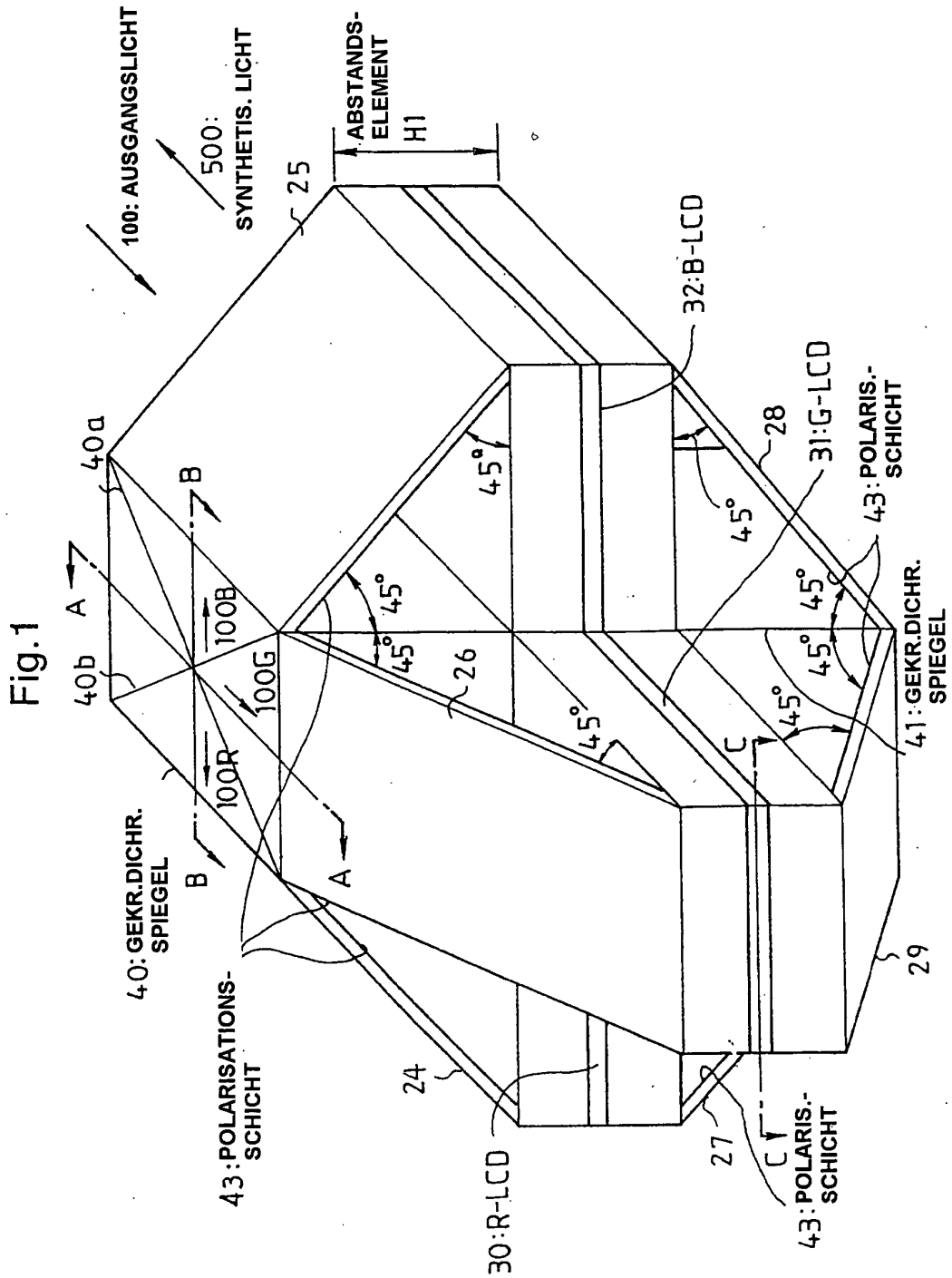


Fig.2

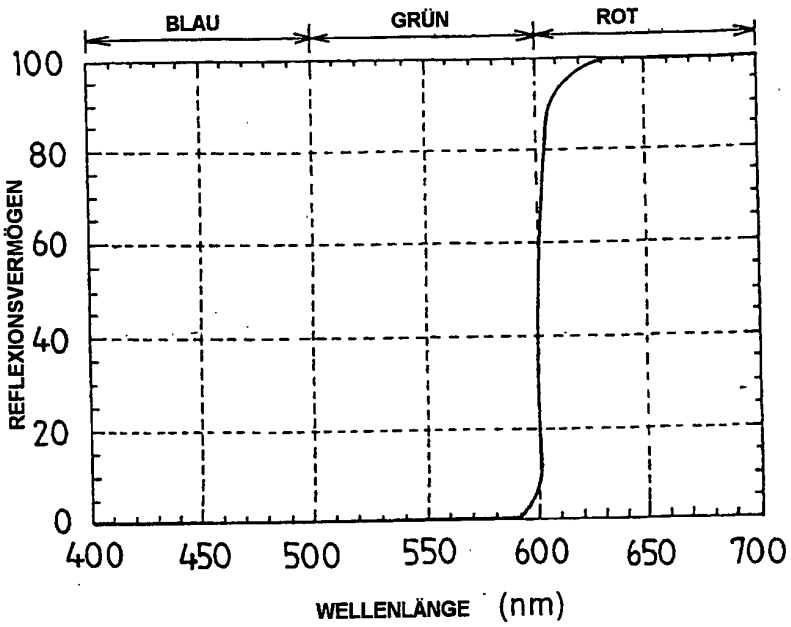

BLAU
GRÜN
ROT
100
80
60
40
20
0
REFLEXIONSVERMÖGEN
400
450
500
550
600
650
700
WELLENLÄNGE (nm)

Fig.3

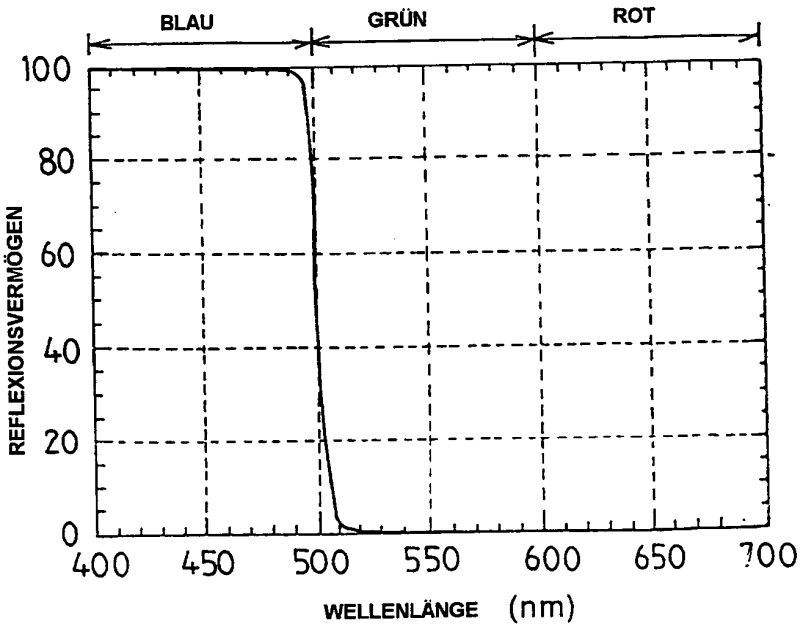

BLAU
GRÜN
ROT
100
80
60
40
20
0
REFLEXIONSVERMÖGEN
400
450
500
550
600
650
700
WELLENLÄNGE (nm)

Fig.4

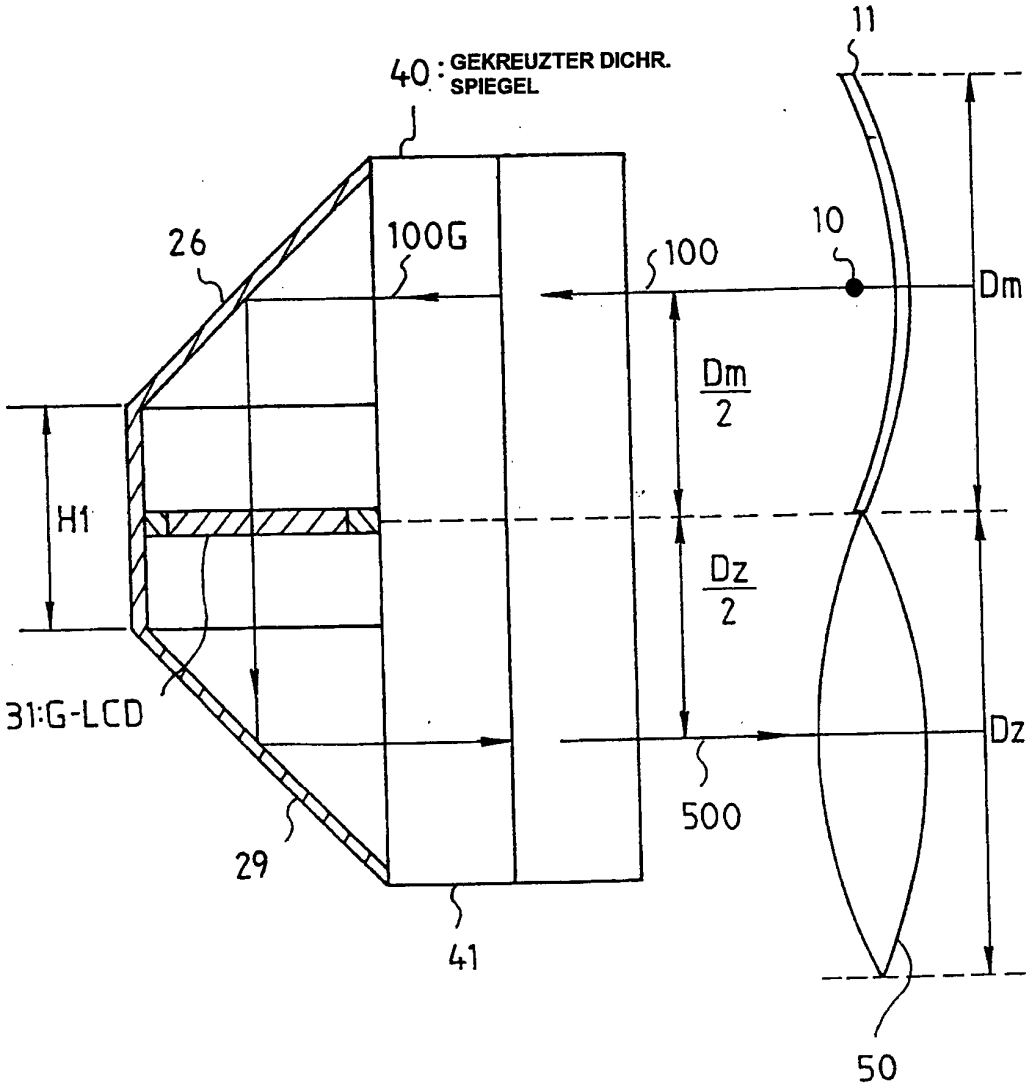

11
40 : GEKREUZTER DICHR. SPIEGEL
26
100G
100
10
Dm
Dm/2
H1
Dz/2
31:G-LCD
Dz
500
29
41
50

Fig.5

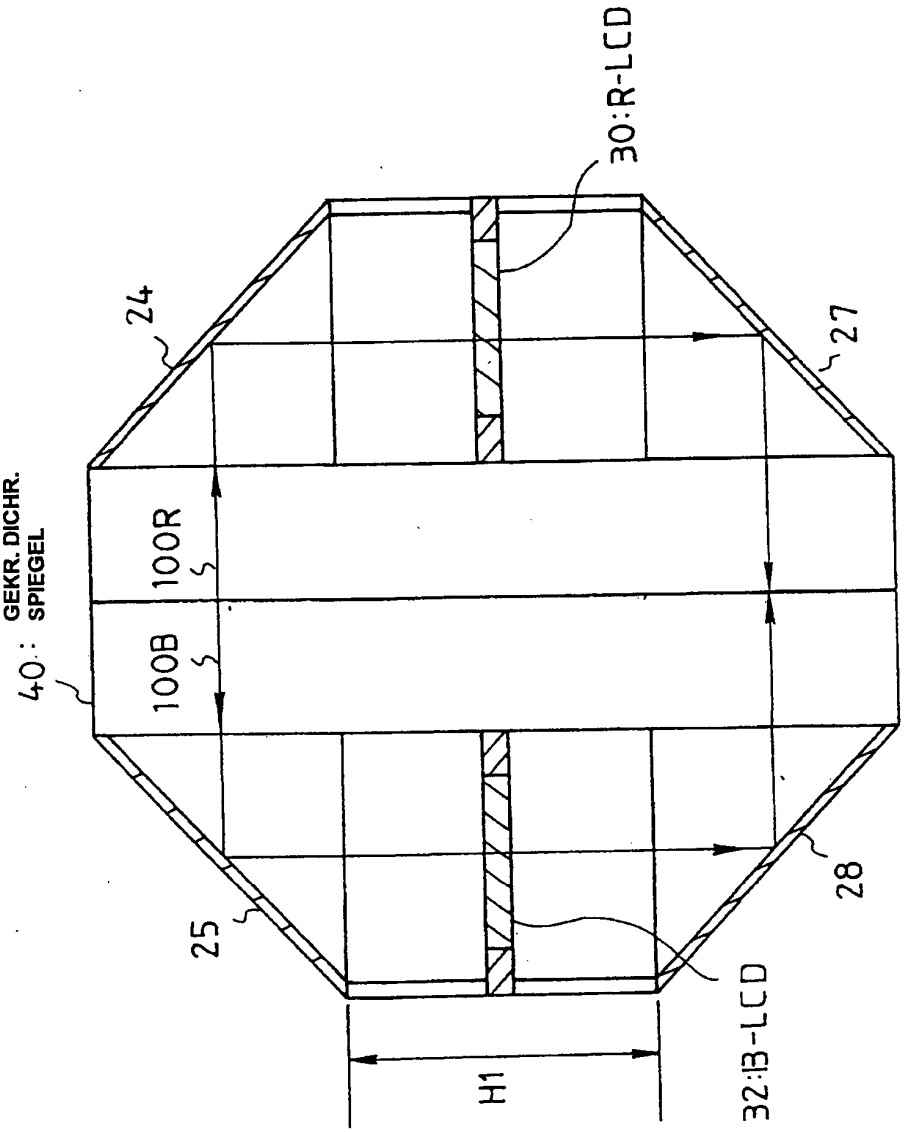


Fig.6

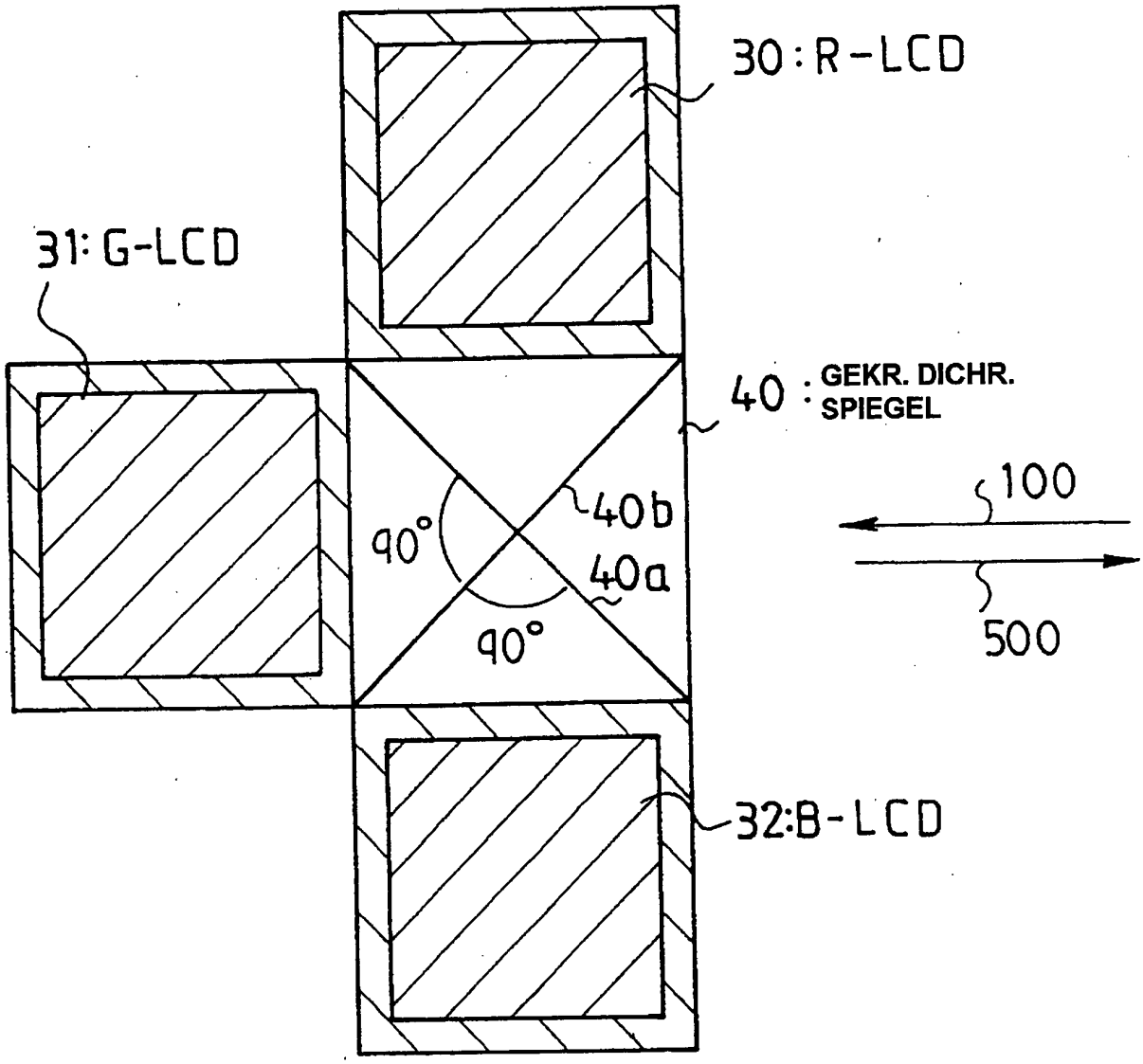

30 : R-LCD
31: G-LCD
40 : GEKR. DICHR. SPIEGEL
100
40b
40a
90°
90°
500
32:B-LCD

Fig.7

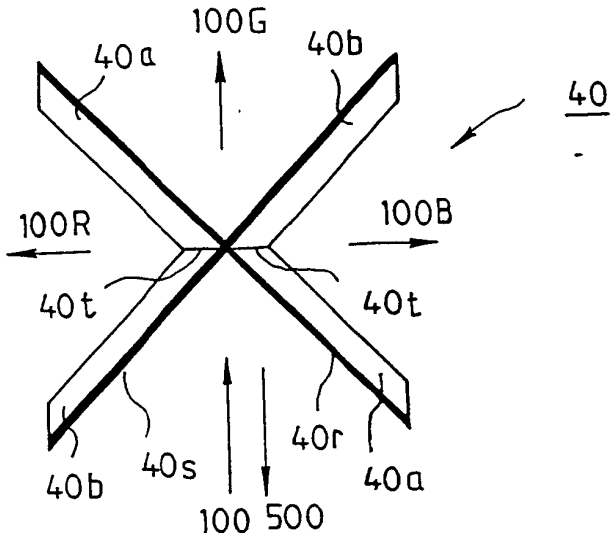


Fig.8

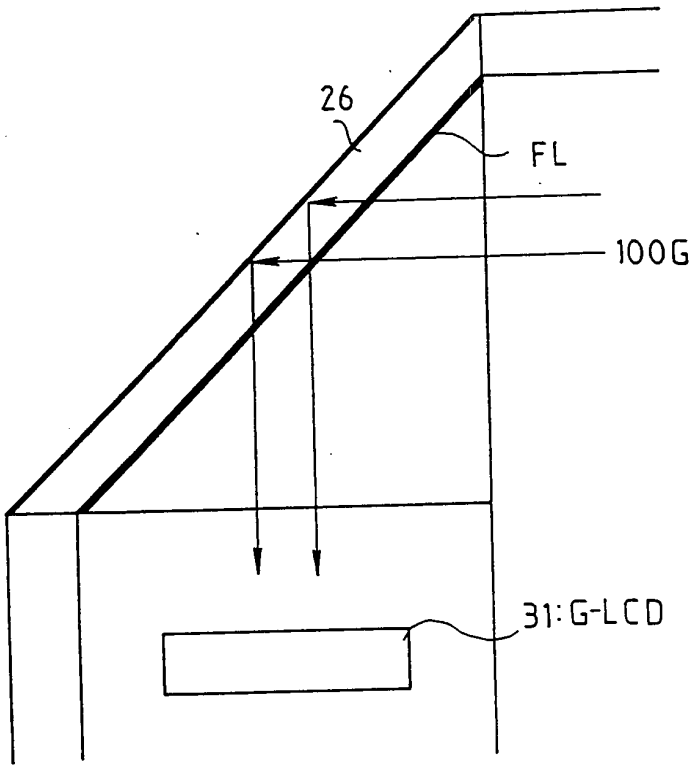


Fig.9

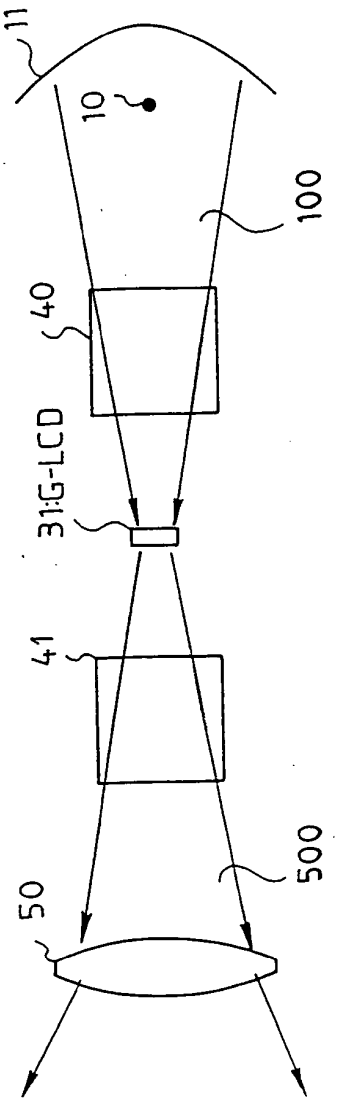


Fig.10

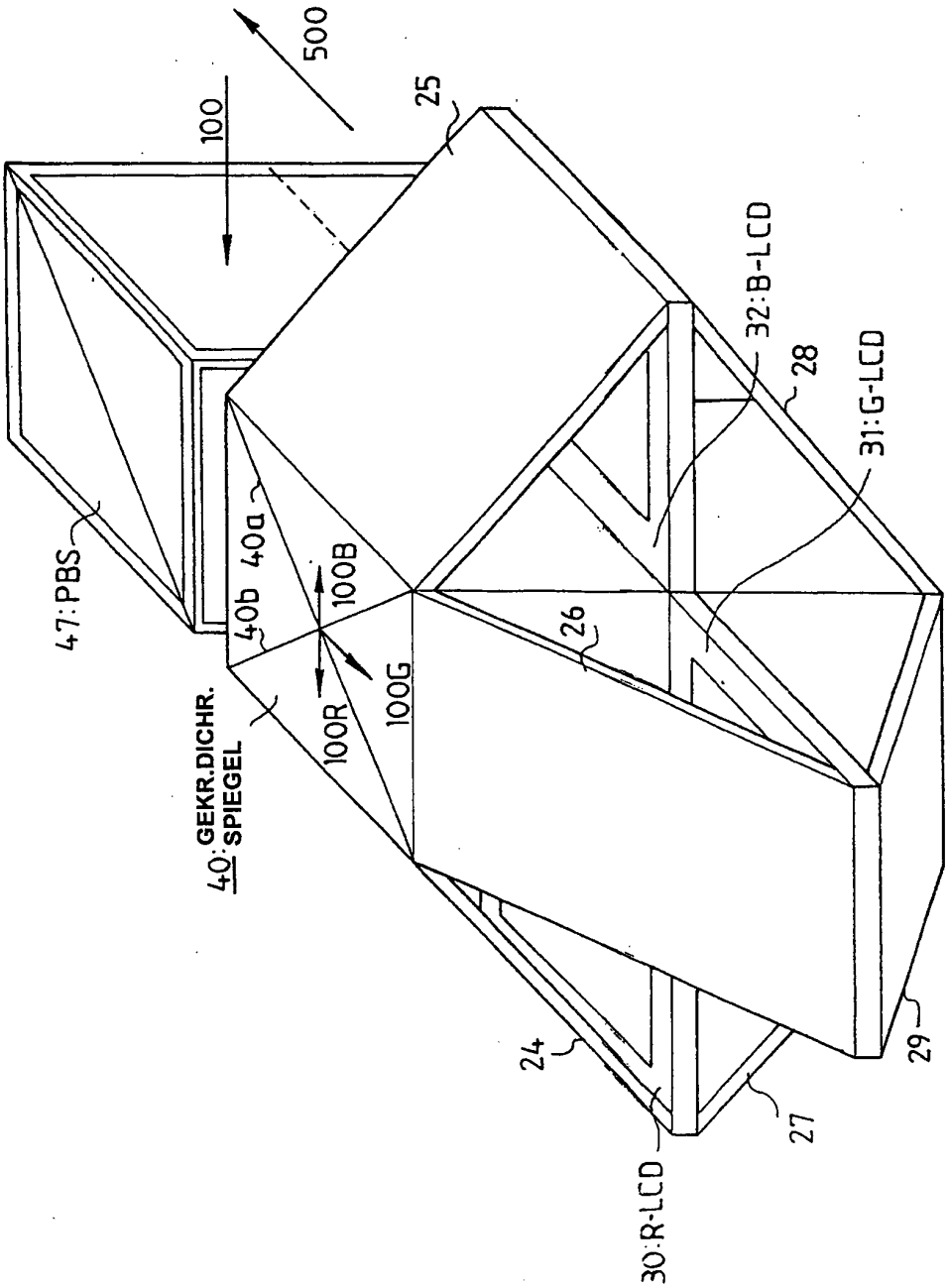

500
100
25
32:B-LCD
28
31:G-LCD
47:PBS
40a
40b
100B
100G
100R
26
40:GEKR.DICHR. SPIEGEL
24
27
29
30:R-LCD

Fig.11

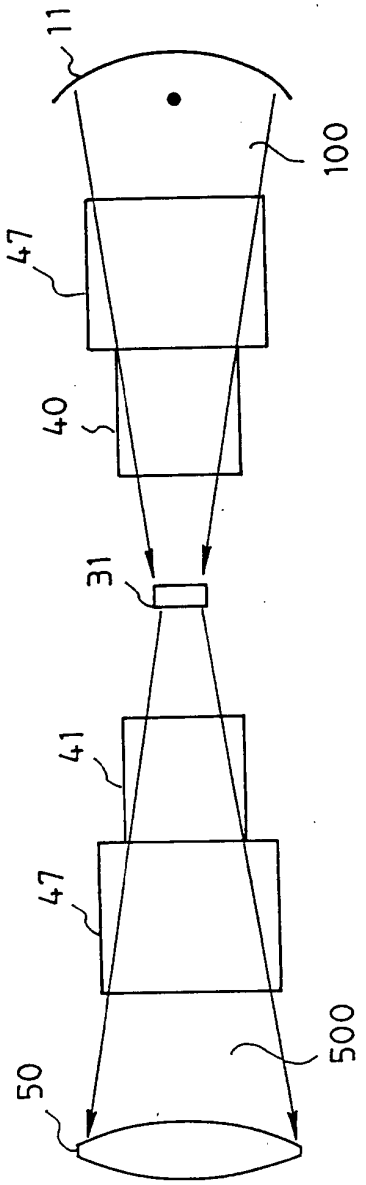


Fig.12

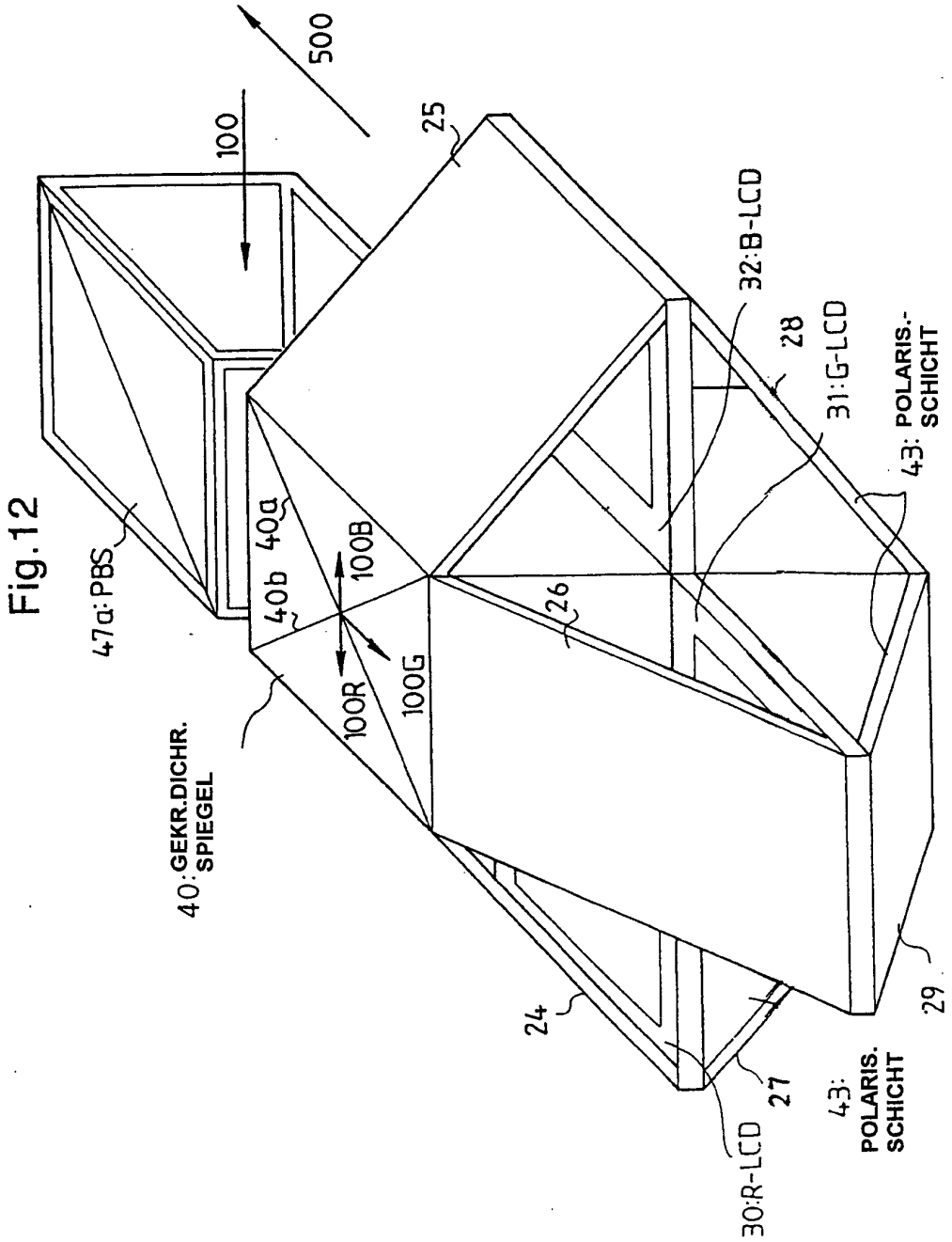

500
100
25
32:B-LCD
28
31:G-LCD
43: POLARIS.-SCHICHT
47a:PBS
40a
40b
100B
100R
100G
26
40:GEKR.DICHR. SPIEGEL
24
27
43: POLARIS. SCHICHT
29
30:R-LCD

Fig.13

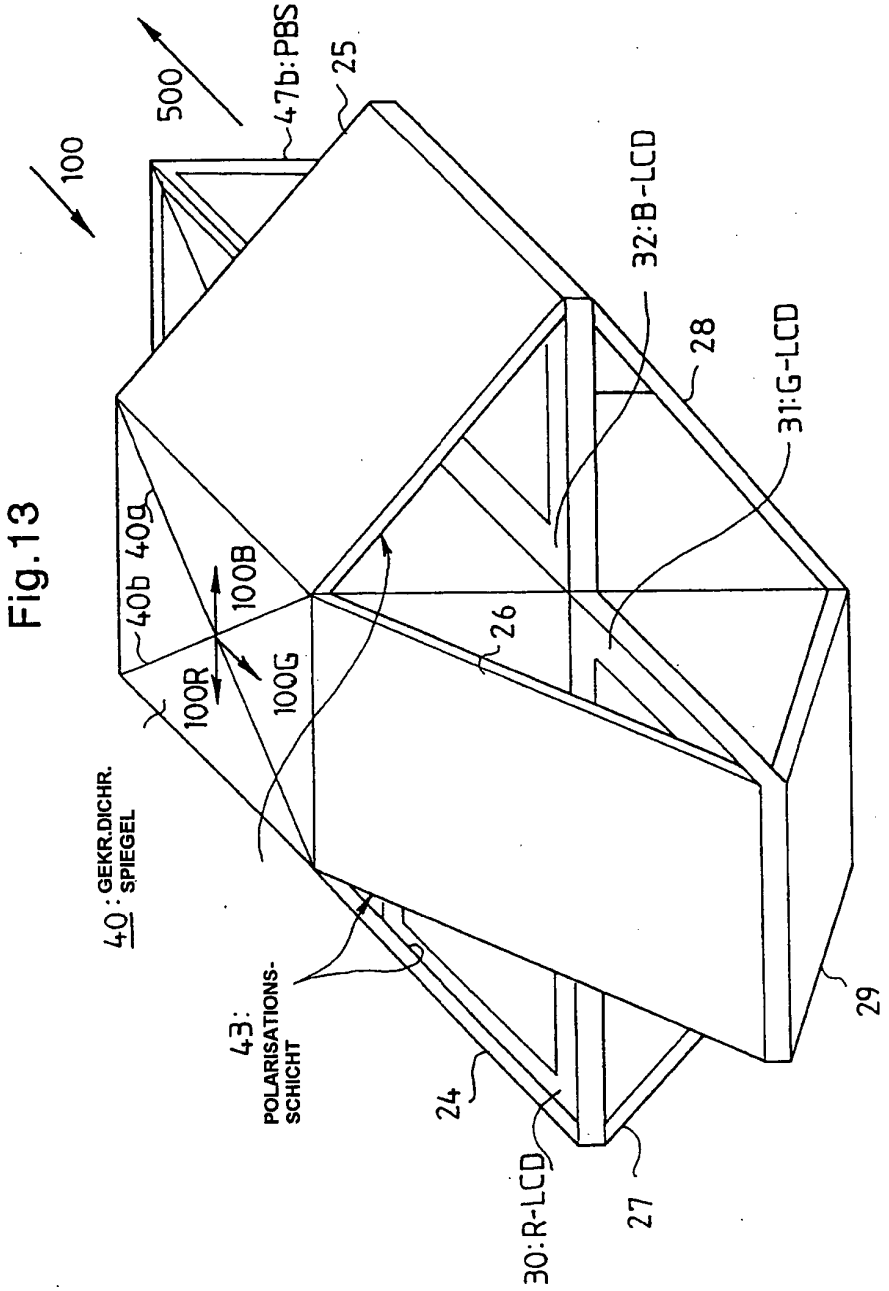

100
500
47b:PBS
25
32:B-LCD
28
31:G-LCD
40b 40g
100B
100R
100G
26
40 : GEKR.DICHR. SPIEGEL
43: POLARISATIONS-SCHICHT
24
30:R-LCD
27
29

Fig.14

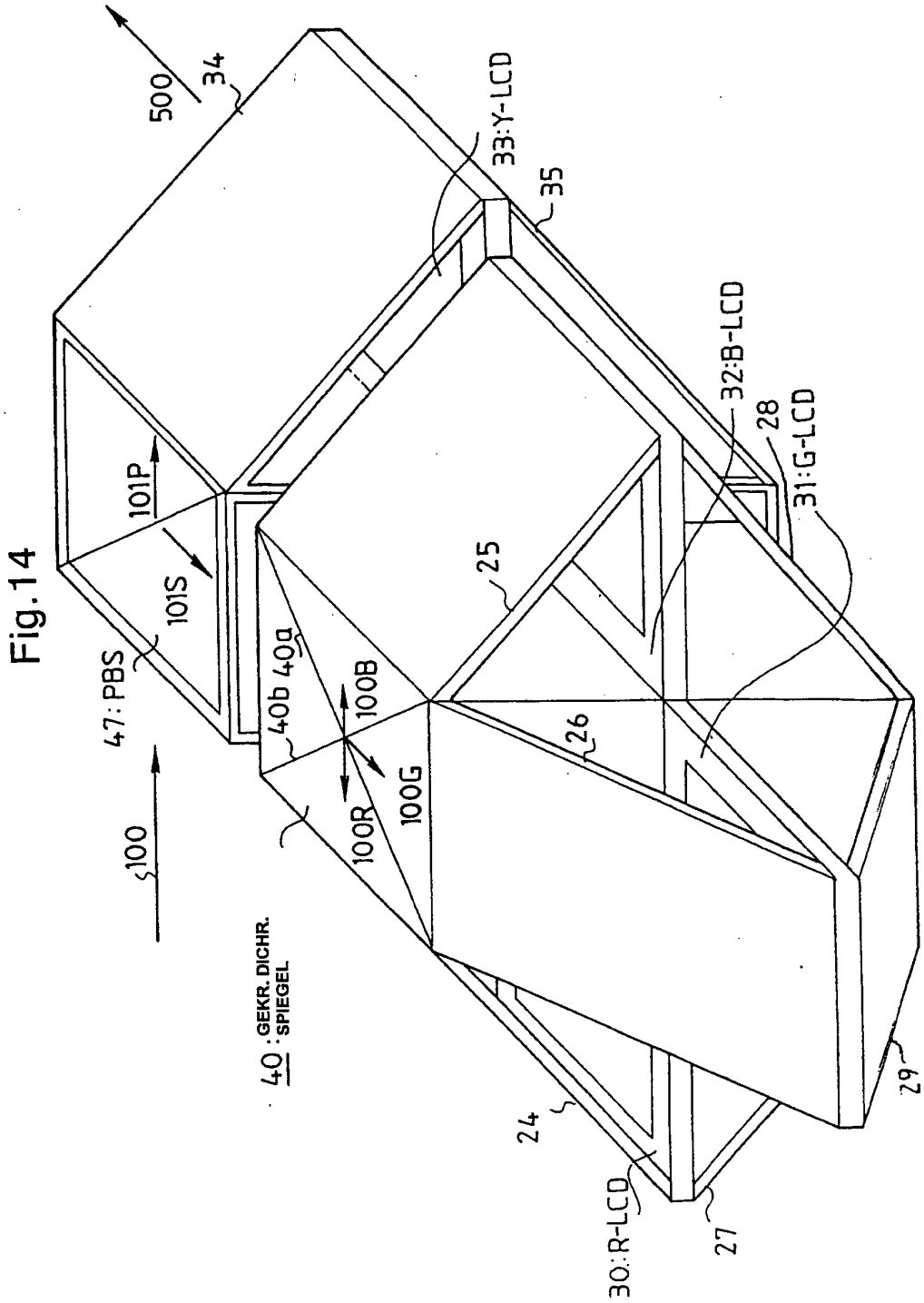

500
34
33:Y-LCD
35
32:B-LCD
28
31:G-LCD
101P
101S
25
47:PBS
40b
40a
100B
26
100R
100G
100
40:GEKR. DICHR. SPIEGEL
24
30:R-LCD
27
29

Fig.15

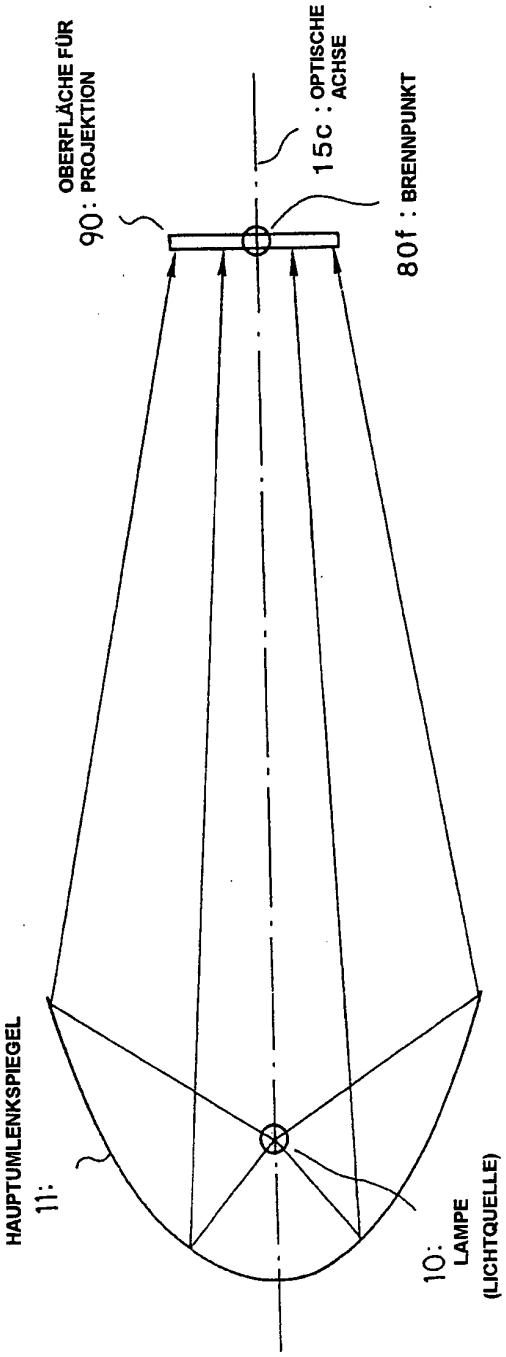
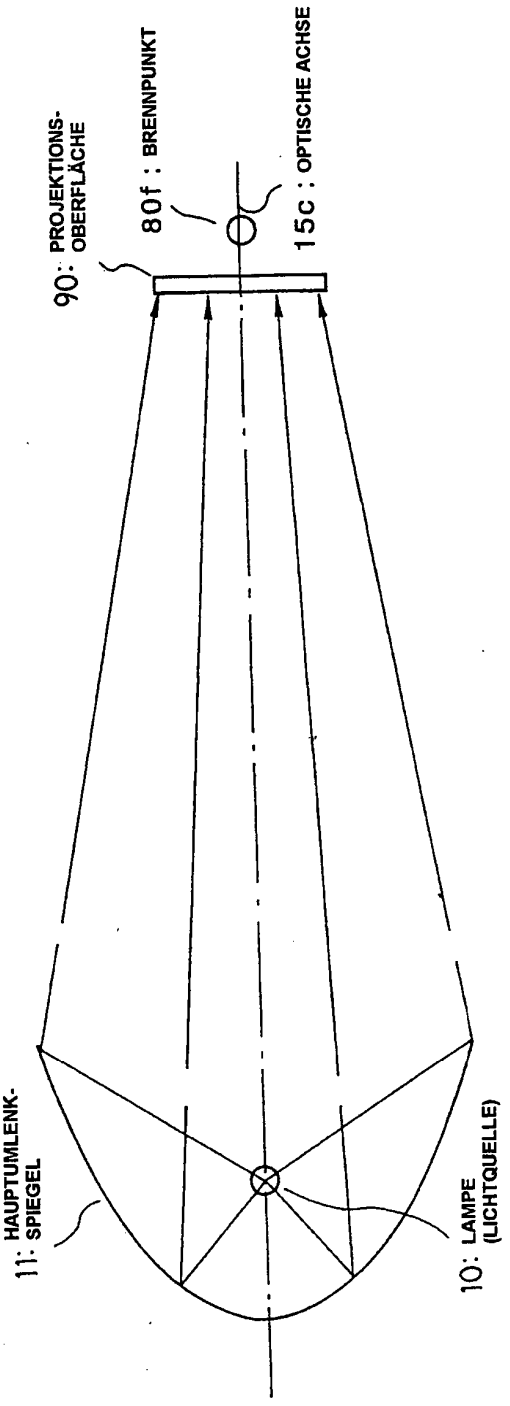

OBERFLÄCHE FÜR PROJEKTION
90: PROJEKTION
15c : OPTISCHE ACHSE
80f : BRENNPUNKT
HAUPTUMLENKSPIEGEL
11:
10:
LAMPE
(LICHTQUELLE)

Fig.16


90: PROJEKTIONS-OBERFLÄCHE
80f : BRENNPUNKT
15c : OPTISCHE ACHSE
11: HAUPTUMLENK-SPIEGEL
10: LAMPE (LICHTQUELLE)

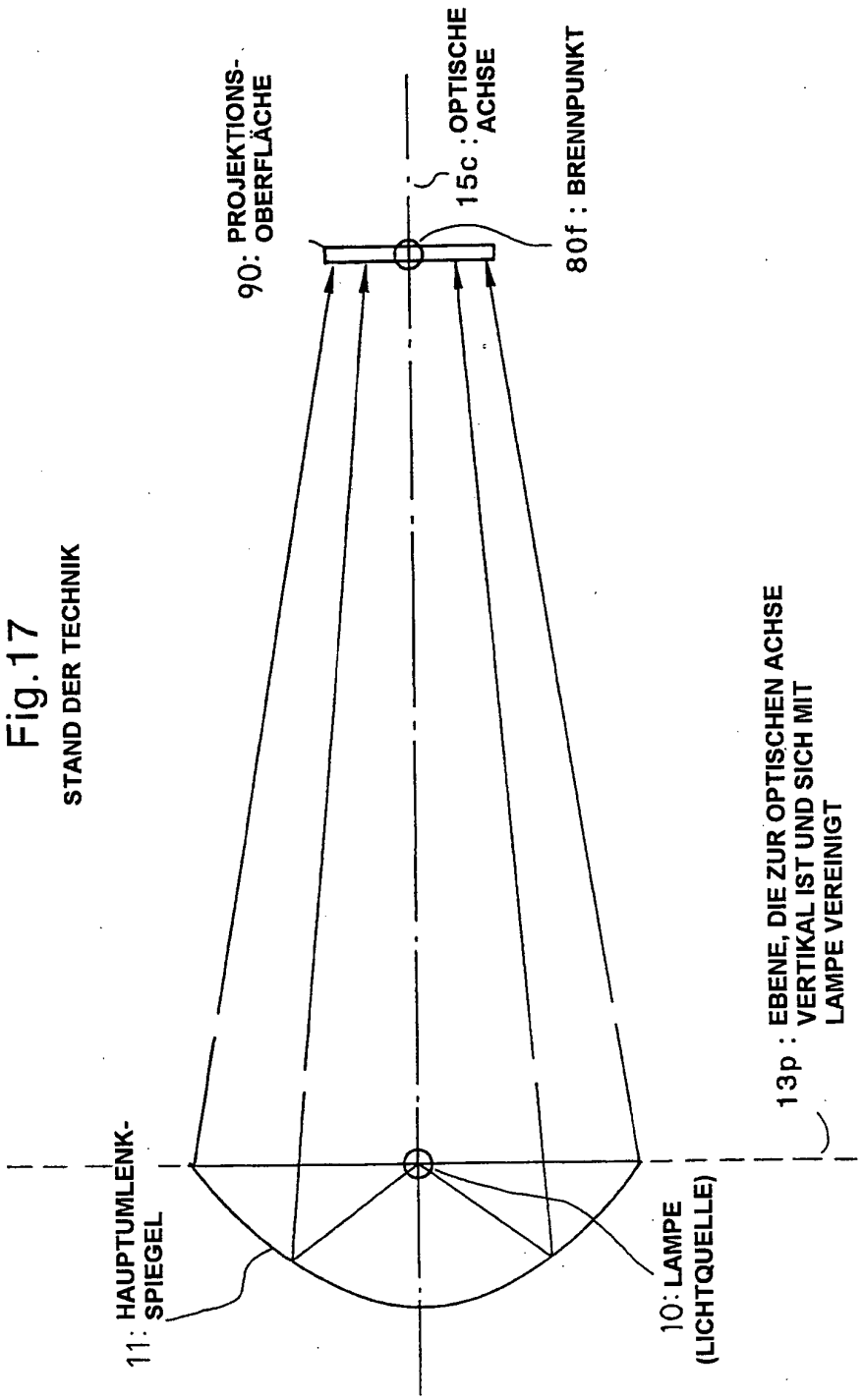


Fig.17
STAND DER TECHNIK

Fig.18

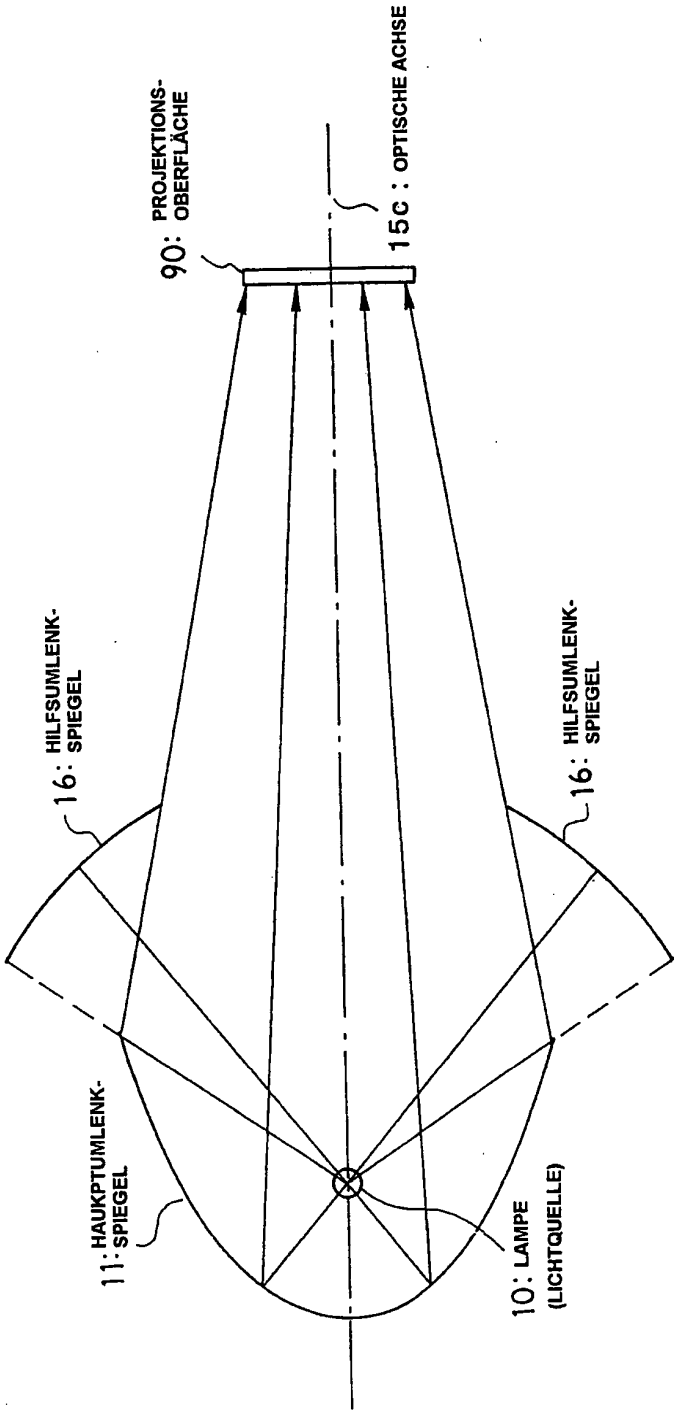

90: PROJEKTIONS-OBERFLÄCHE
15c : OPTISCHE ACHSE
16: HILFSUMLENK-SPIEGEL
16: HILFSUMLENK-SPIEGEL
11: HAUKPTUMLENK-SPIEGEL
10: LAMPE (LICHTQUELLE)

Fig.19

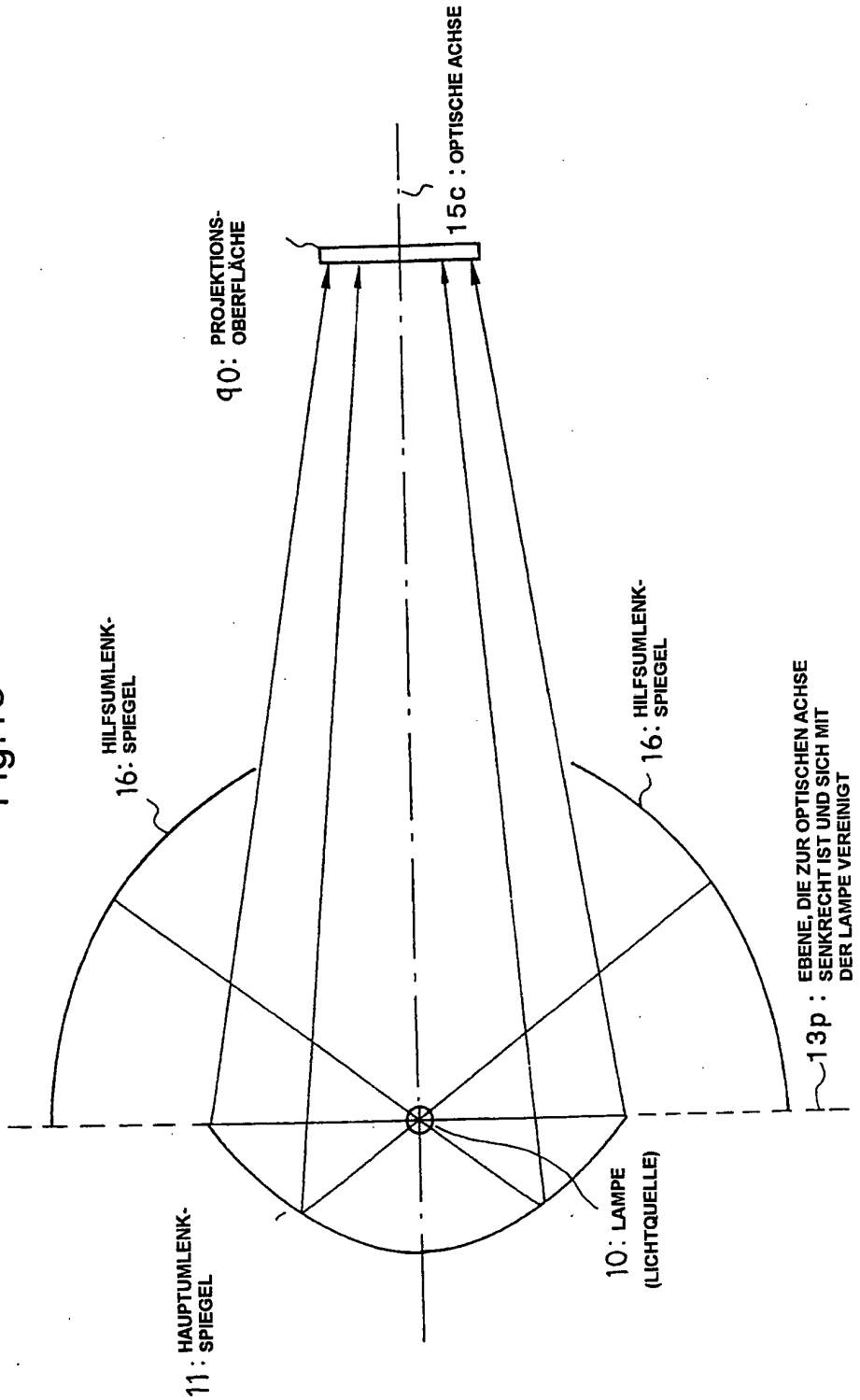

90: PROJEKTIONS-OBERFLÄCHE
15c : OPTISCHE ACHSE
16: HILFSUMLENK-SPIEGEL
16: HILFSUMLENK-SPIEGEL
13p : EBENE, DIE ZUR OPTISCHEN ACHSE SENKRECHT IST UND SICH MIT DER LAMPE VEREINIGT
11 : HAUPTUMLENK-SPIEGEL
10: LAMPE (LICHTQUELLE)

Fig.20

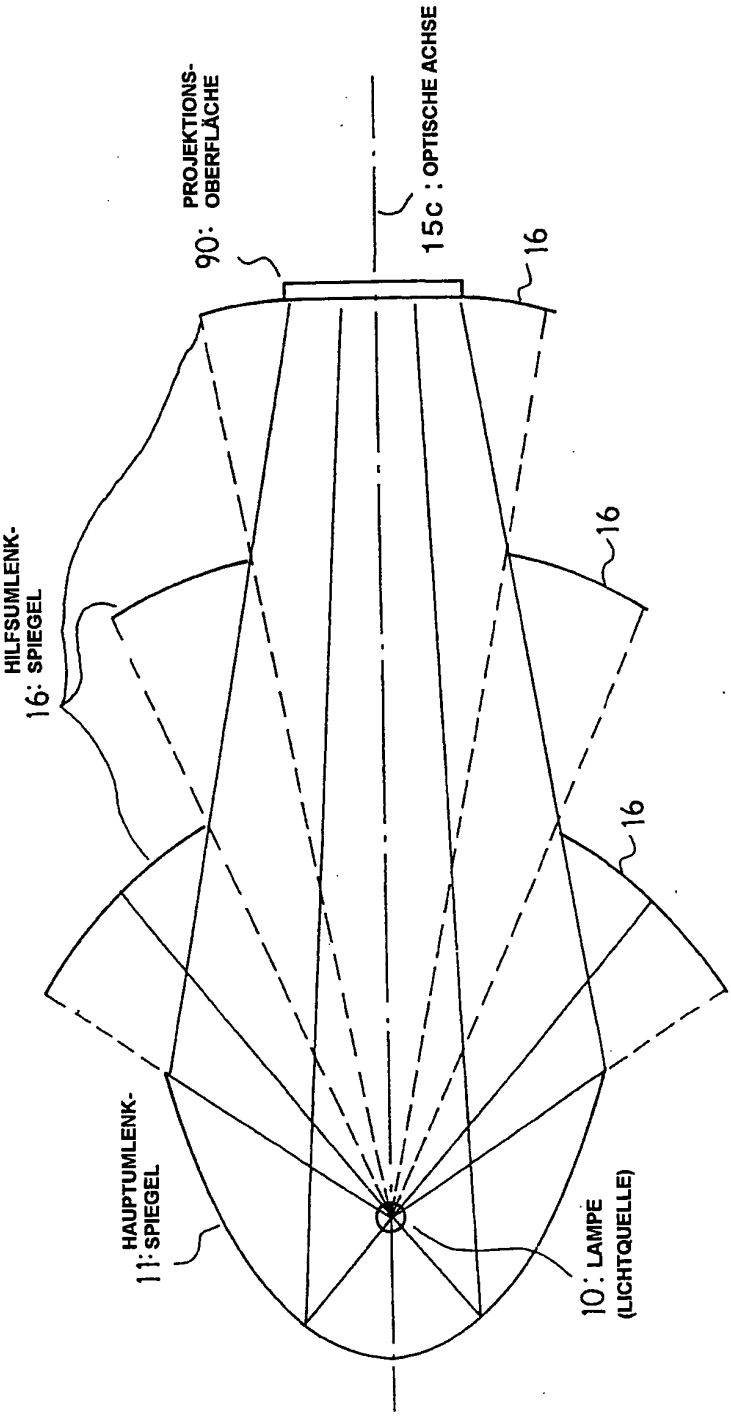

90: PROJEKTIONS-OBERFLÄCHE
15c : OPTISCHE ACHSE
16
16
16
HILFSUMLENK-16: SPIEGEL
HAUPTUMLENK-11: SPIEGEL
10: LAMPE (LICHTQUELLE)

Fig.21

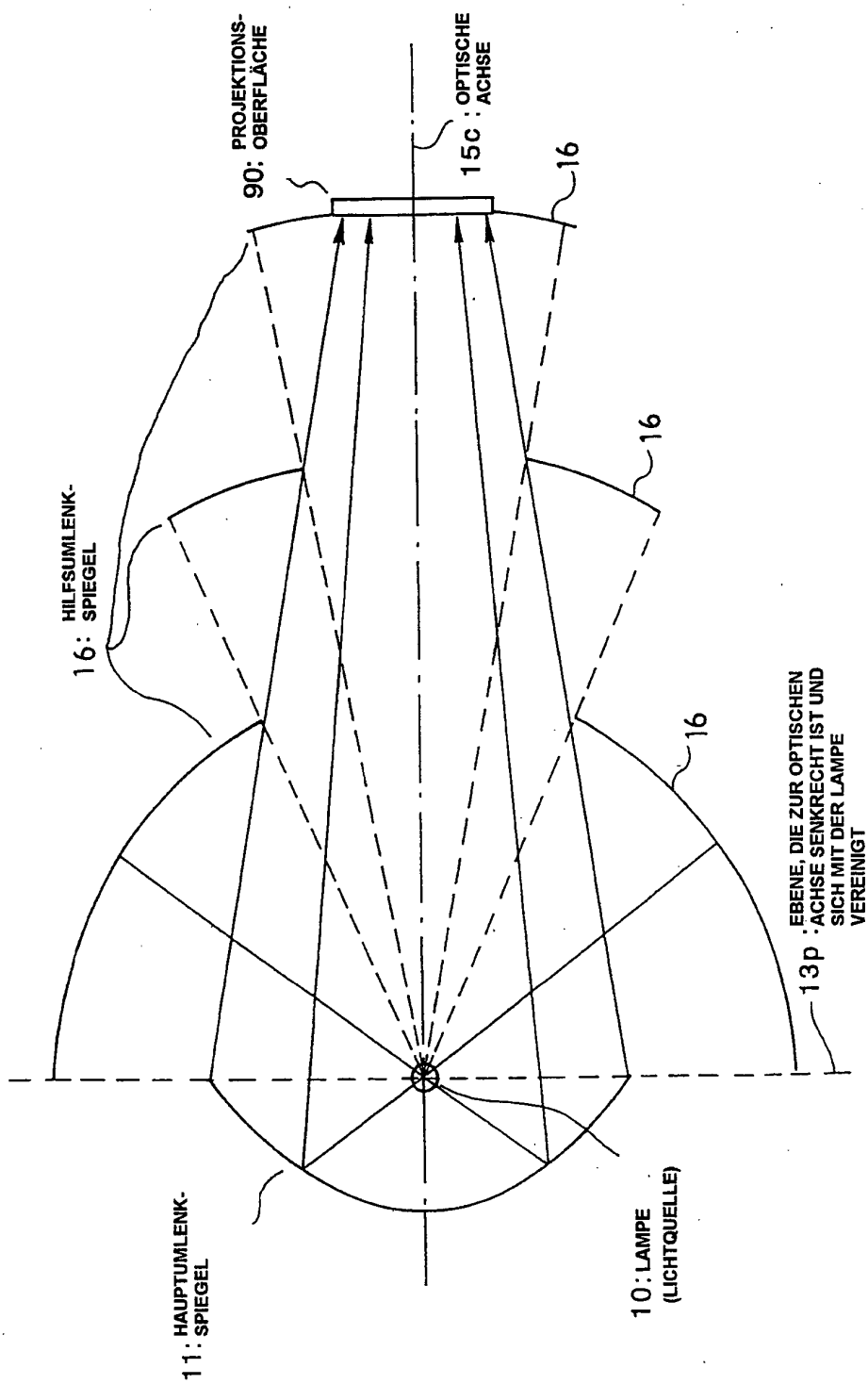

90: PROJEKTIONS-OBERFLÄCHE
15c : OPTISCHE ACHSE
16
16
16
16: HILFSUMLENK-SPIEGEL
13p : EBENE, DIE ZUR OPTISCHEN ACHSE SENKRECHT IST UND SICH MIT DER LAMPE VEREINIGT
11: HAUPTUMLENK-SPIEGEL
10: LAMPE (LICHTQUELLE)

Fig.22

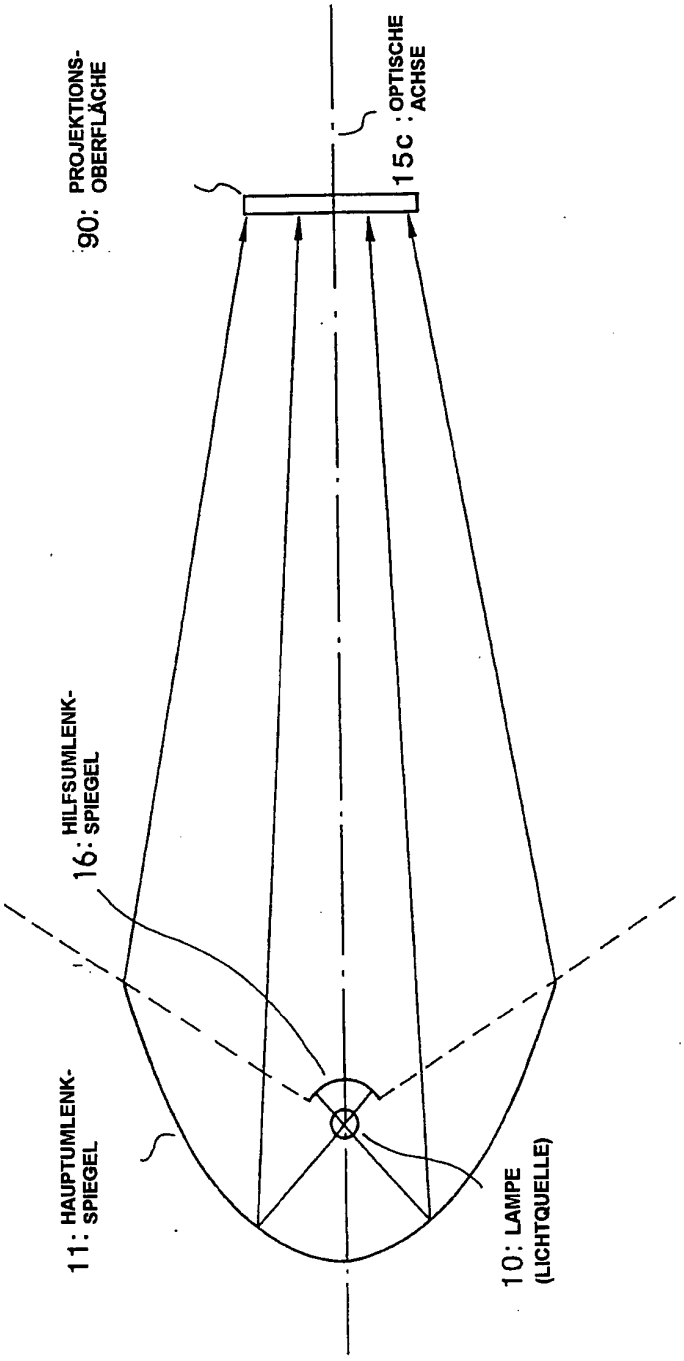

90: PROJEKTIONS-OBERFLÄCHE
15c : OPTISCHE ACHSE
16: HILFSUMLENK-SPIEGEL
11: HAUPTUMLENK-SPIEGEL
10: LAMPE (LICHTQUELLE)

Fig.23

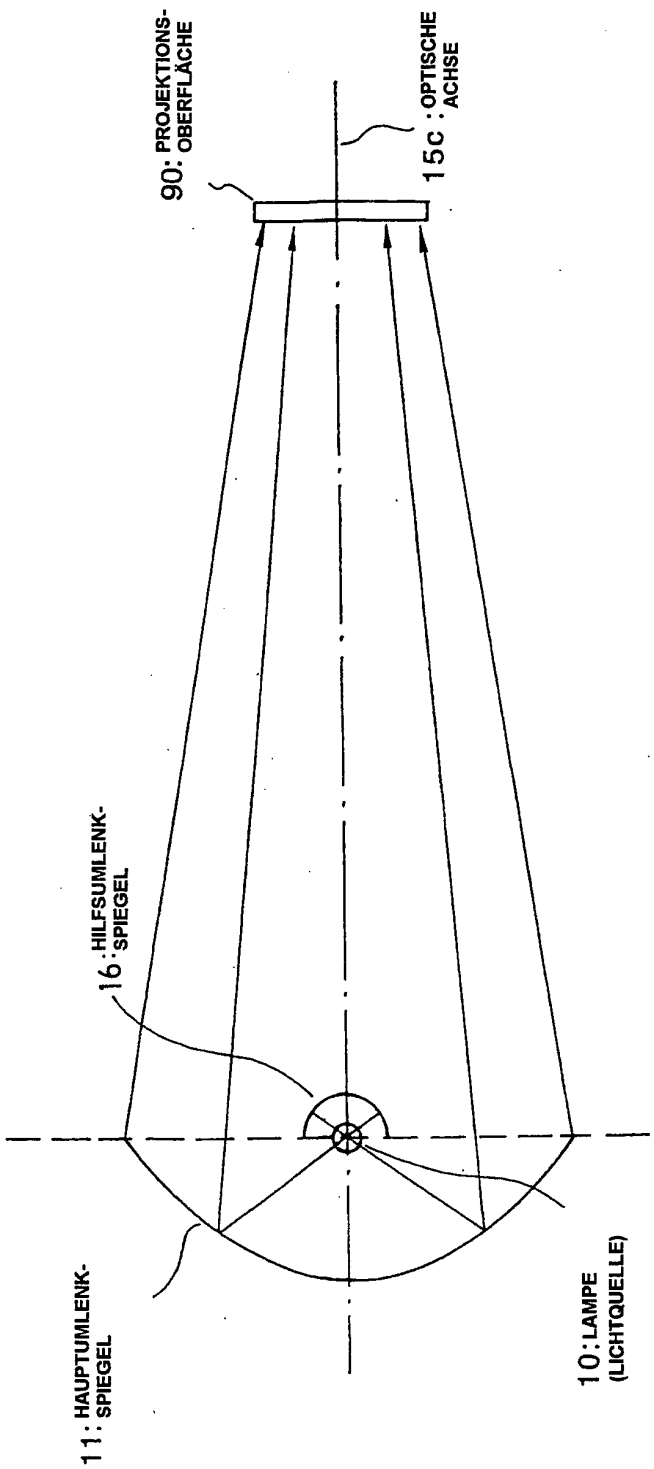

90: PROJEKTIONS-OBERFLÄCHE
15c : OPTISCHE ACHSE
16 : HILFSUMLENK-SPIEGEL
11 : HAUPTUMLENK-SPIEGEL
10 : LAMPE (LICHTQUELLE)

Fig.24

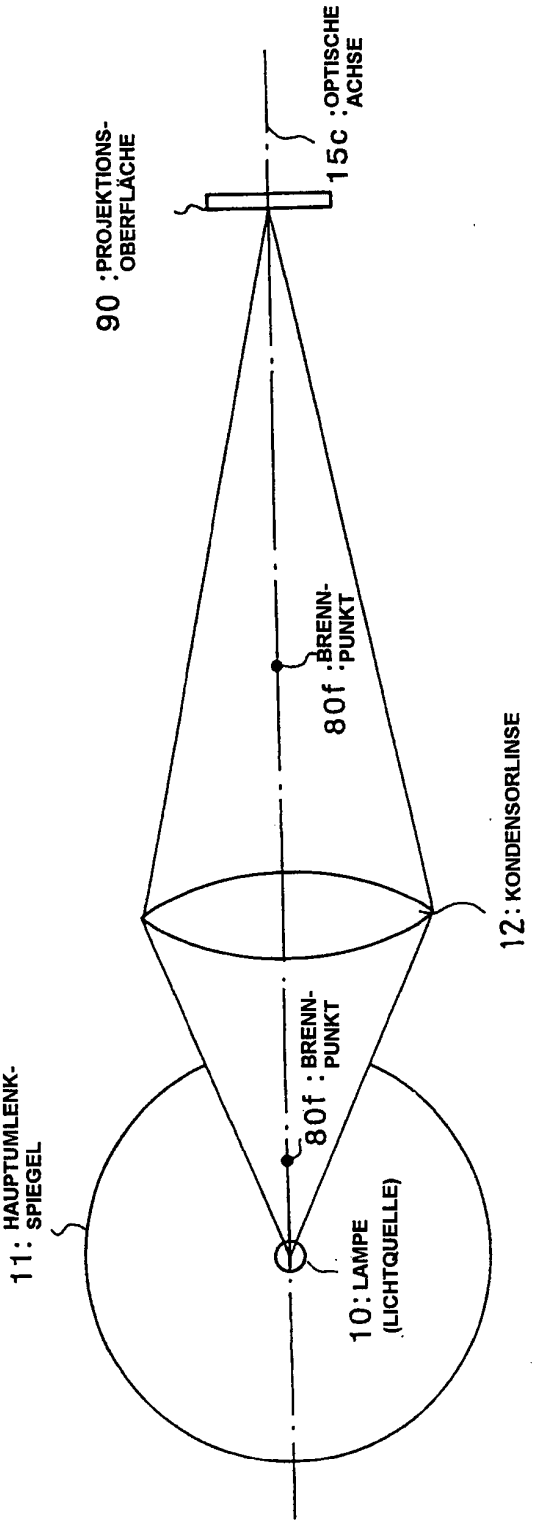

90 :PROJEKTIONS-OBERFLÄCHE
15c :OPTISCHE ACHSE
80f :BRENN-PUNKT
12: KONDENSORLINSE
80f : BRENN-PUNKT
11: HAUPTUMLENK-SPIEGEL
10: LAMPE (LICHTQUELLE)

Fig.25

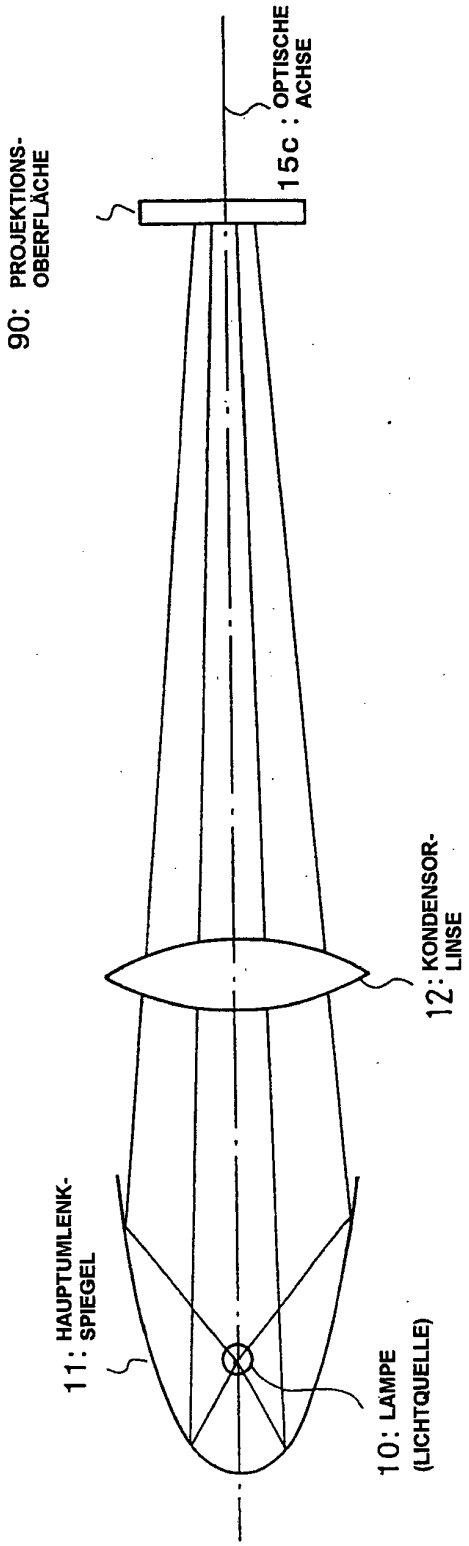

90: PROJEKTIONS-OBERFLÄCHE
15c : OPTISCHE ACHSE
12: KONDENSOR-LINSE
11: HAUPTUMLENK-SPIEGEL
10: LAMPE (LICHTQUELLE)

Fig.26

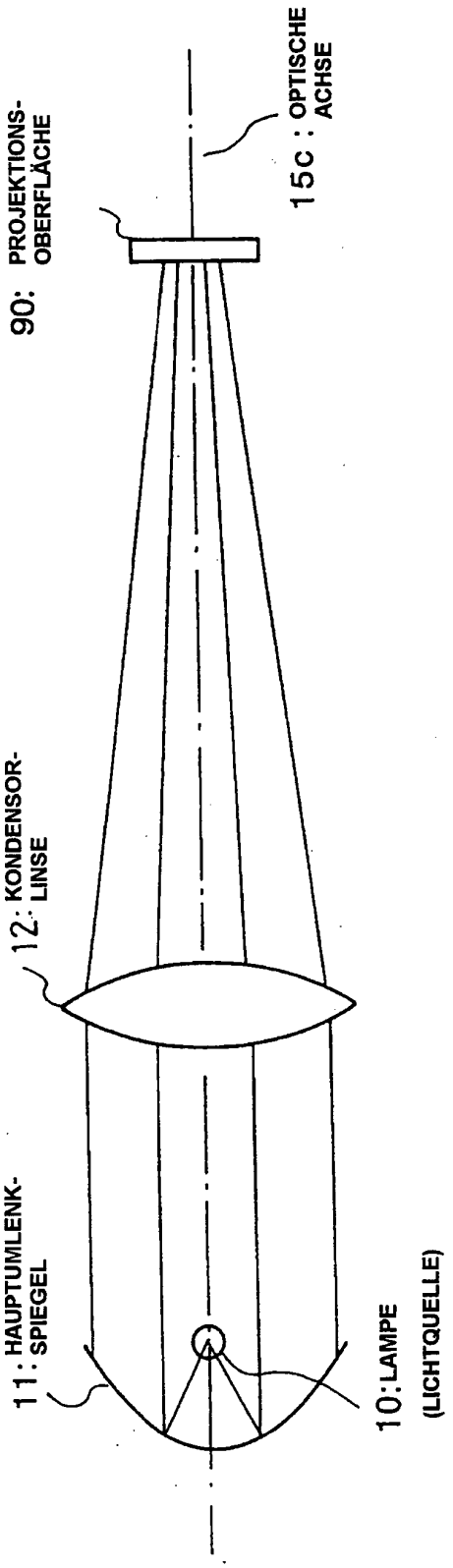
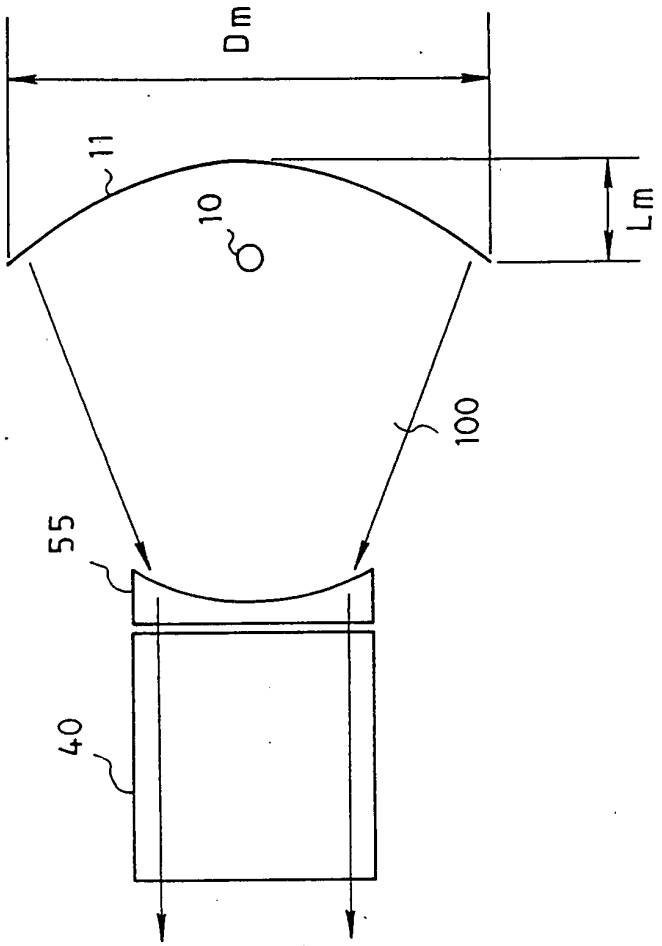

90: PROJEKTIONS-OBERFLÄCHE
15c : OPTISCHE ACHSE
12: KONDENSOR-LINSE
11: HAUPTUMLENK-SPIEGEL
10: LAMPE (LICHTQUELLE)

Fig.27



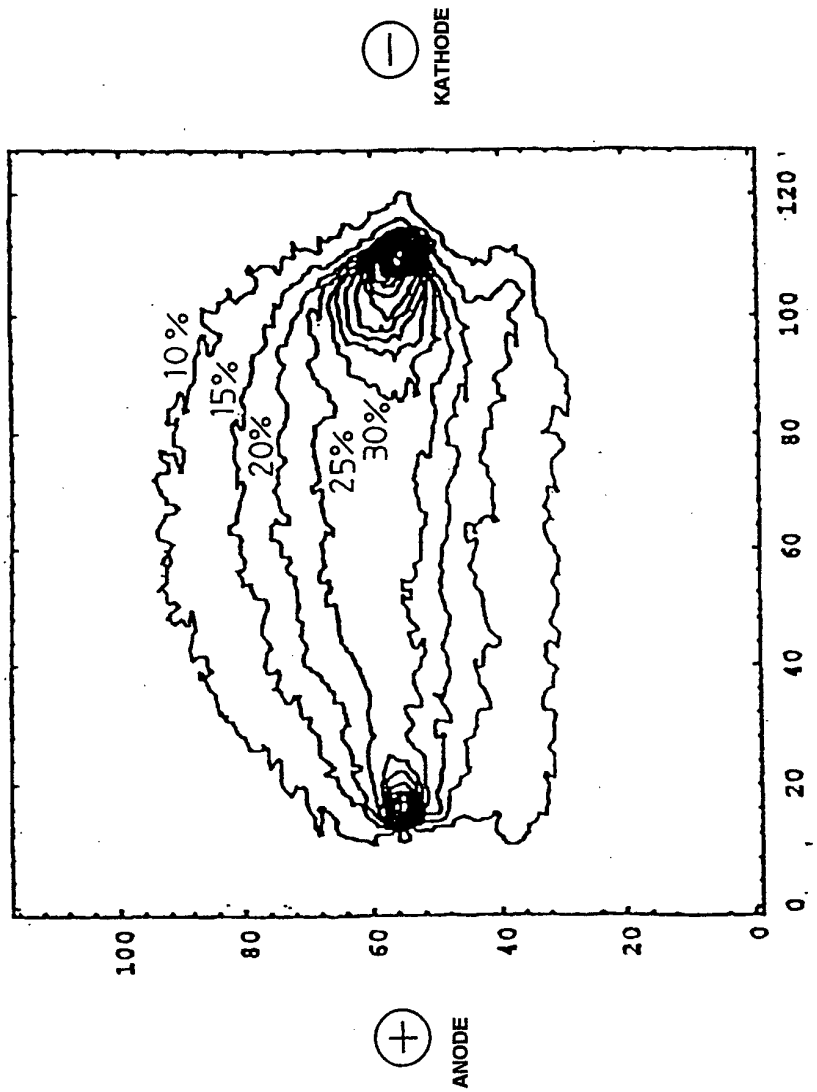


Fig.28

Fig.29

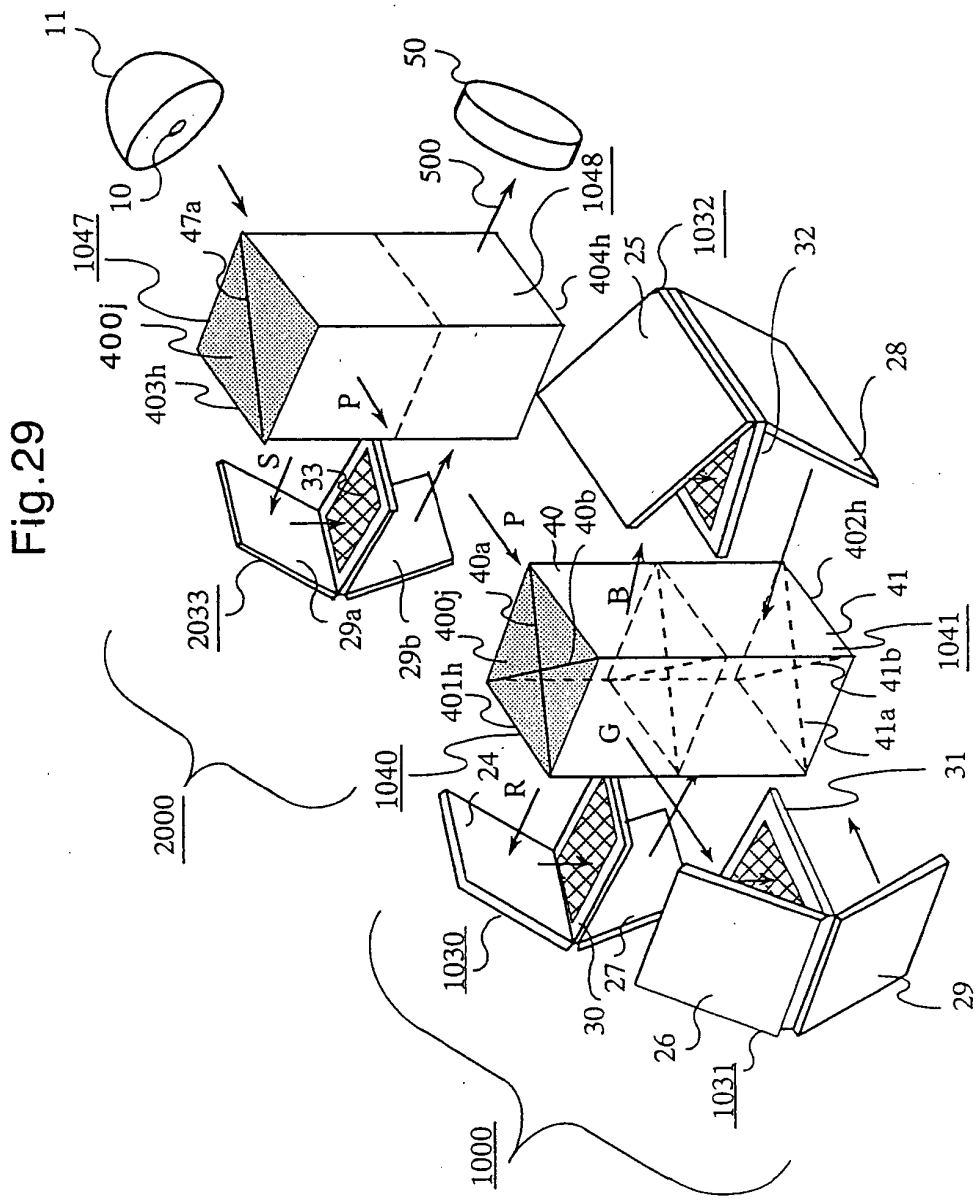

11
10
50
500
1047
47a
400j
403h
1048
404h
25
1032
32
28
P
S
33
2033
29a
29b
40
40a
40b
402h
41
1041
41b
41a
B
G
401h
1040
24
R
31
2000
1030
27
30
26
1031
29
1000

Fig.30

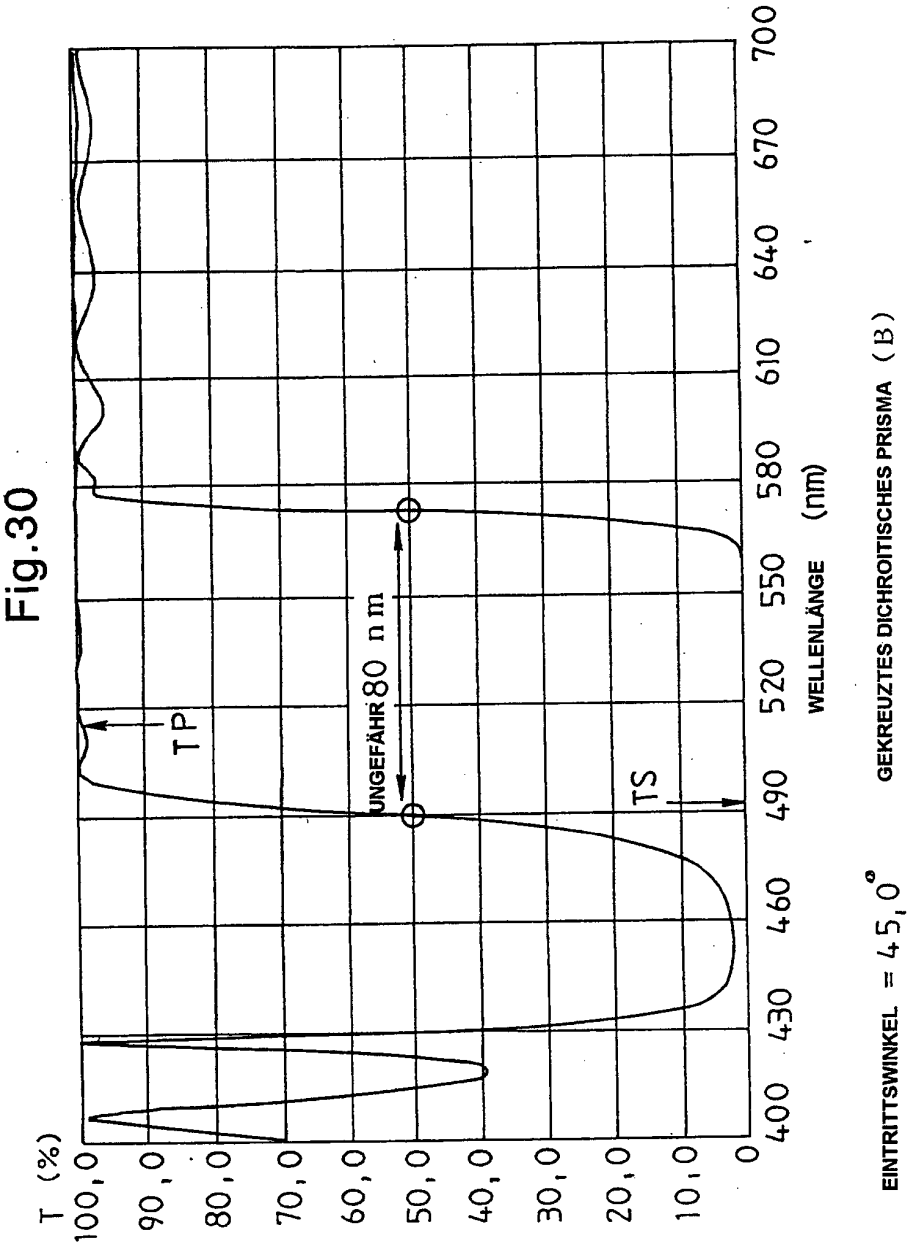

T (%)
100,0
90,0
80,0
70,0
60,0
50,0
40,0
30,0
20,0
10,0
0
400
430
460
490
520
550
580
610
640
670
700
WELLENLÄNGE (nm)
TP
TS
UNGEFÄHR 80 nm
EINTRITTSWINKEL = 45,0°
GEKREUZTES DICHROITISCHES PRISMA (B)

Fig.31

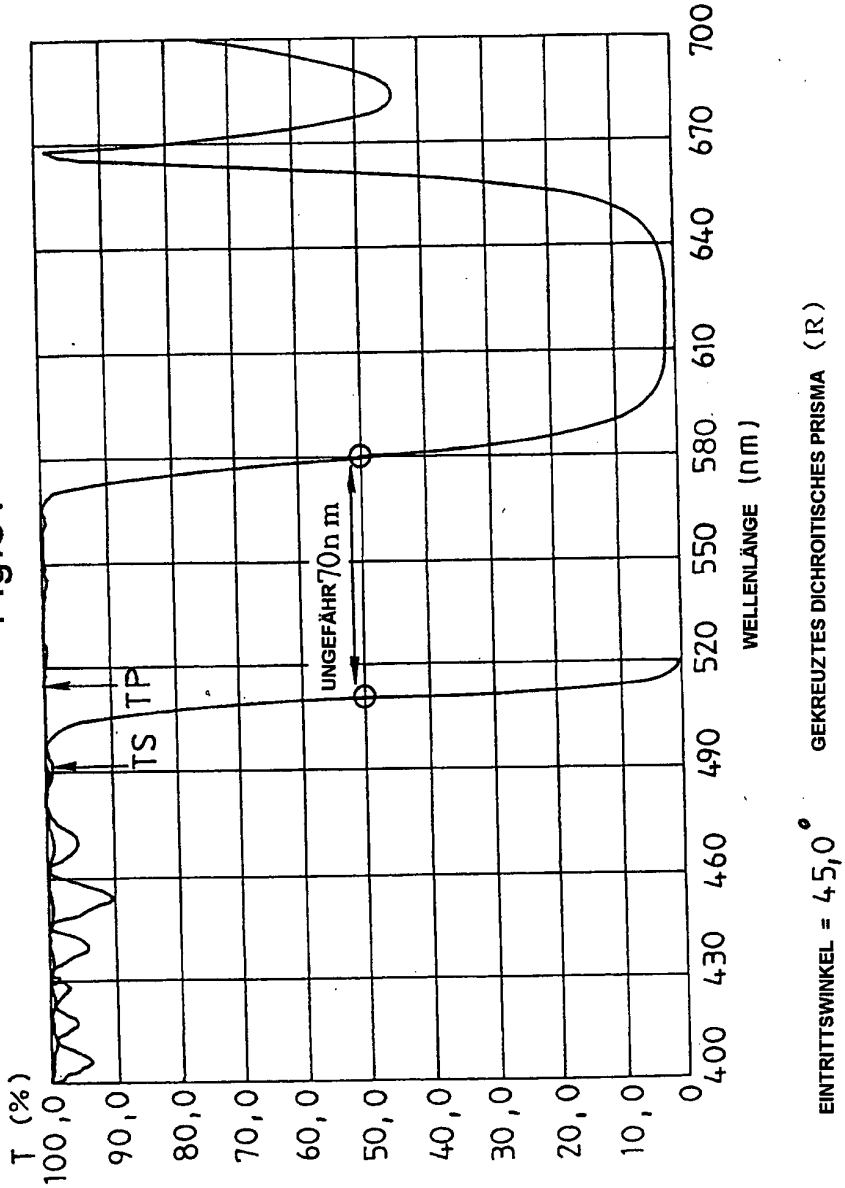

T (%)
100,0
90,0
80,0
70,0
60,0
50,0
40,0
30,0
20,0
10,0
0
400
430
460
490
520
550
580
610
640
670
700
WELLENLÄNGE (nm)
TS
TP
UNGEFÄHR 70nm
EINTRITTSWINKEL = 45,0°
GEKREUZTES DICHROITISCHES PRISMA (R)

Fig.32

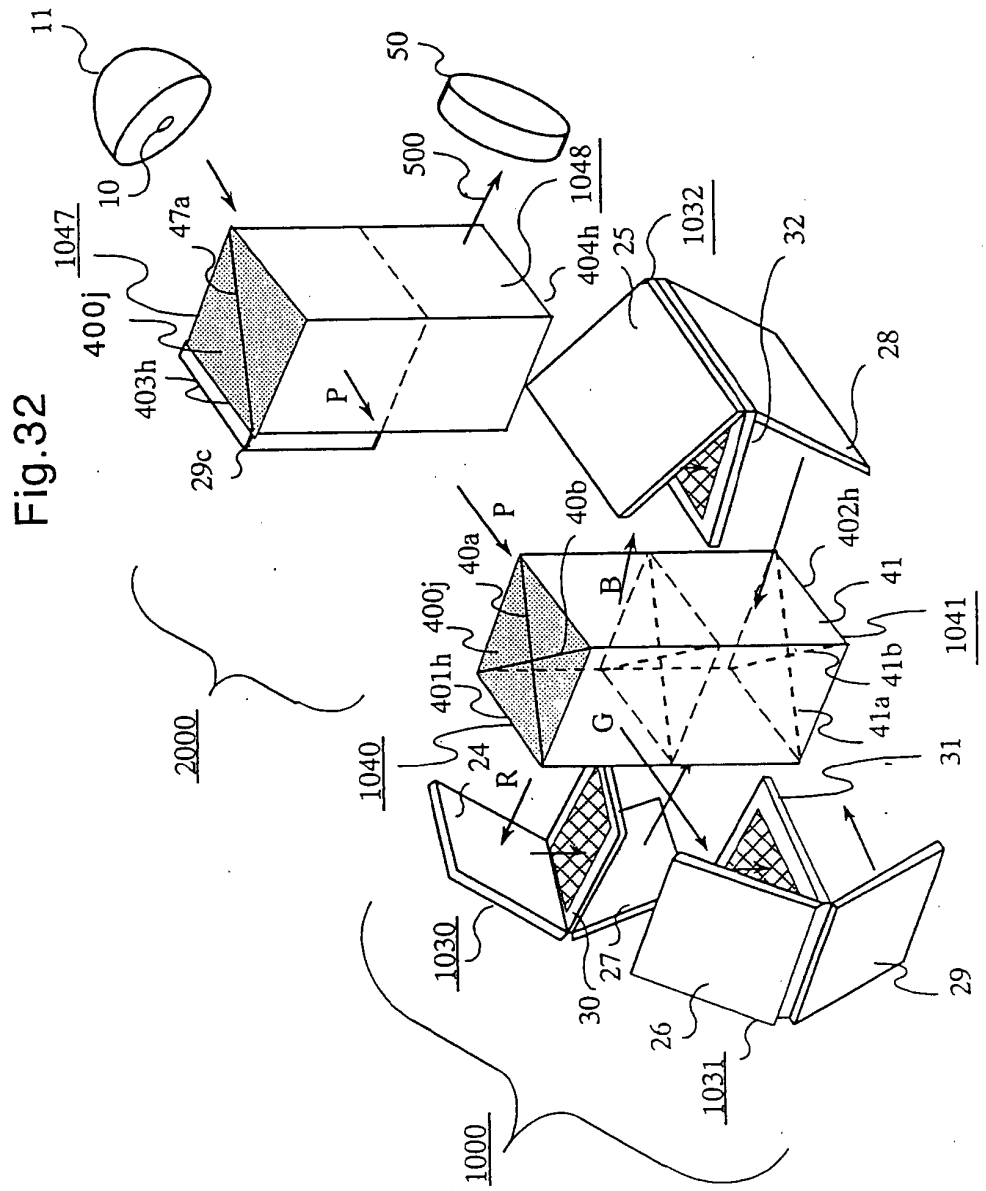

11
10
50
500
1047
47a
400j
403h
29c
P
1048
404h
25
1032
32
28
P
40a
40b
400j
401h
B
402h
41
1041
41b
41a
G
1040
24
R
31
2000
1030
27
30
26
1031
29
1000

Fig.33

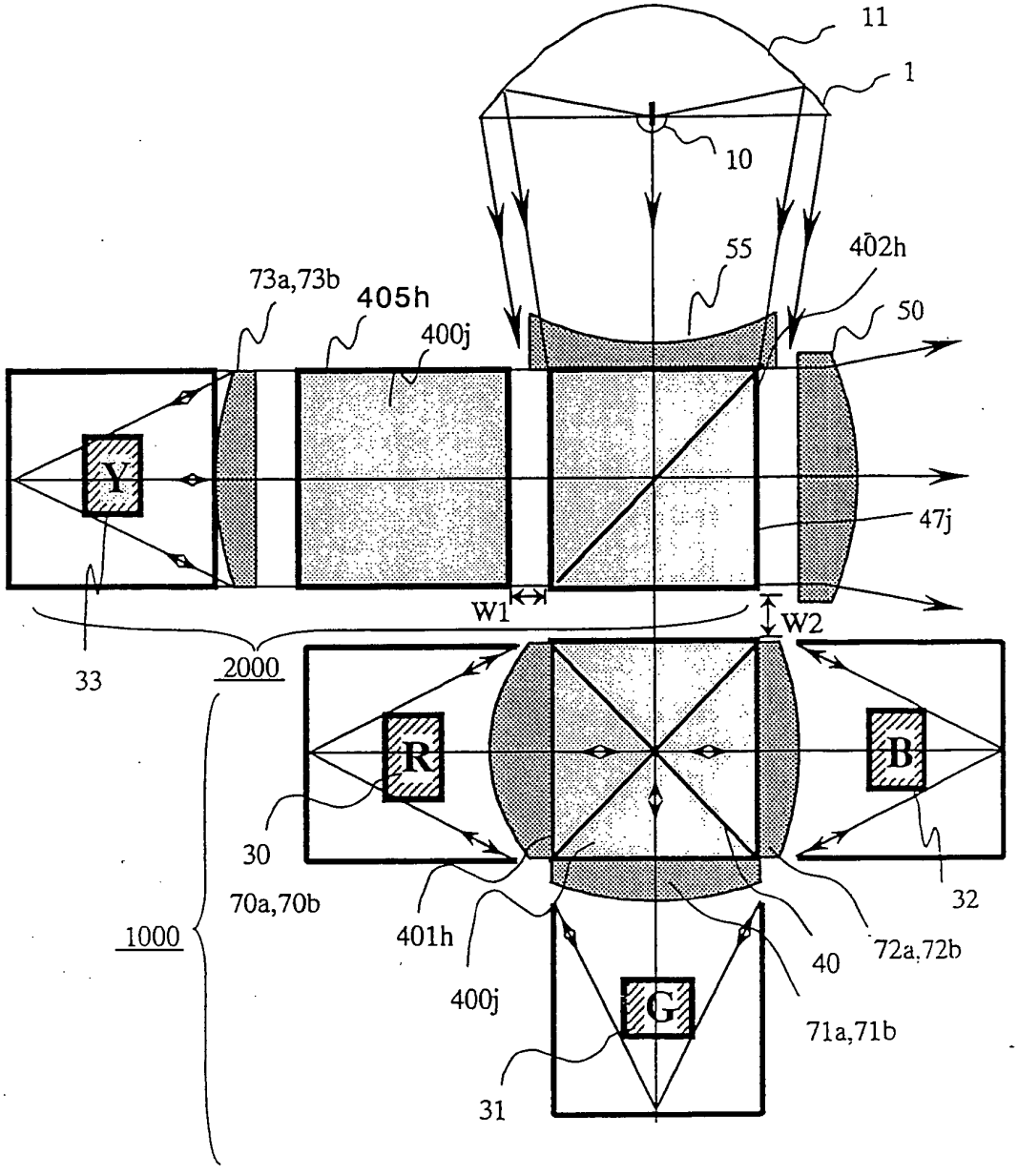

11
1
10
55
402h
50
73a,73b
405h
400j
Y
47j
W1
W2
33
2000
R
B
30
70a,70b
1000
401h
400j
40
72a,72b
32
G
71a,71b
31

Fig.34

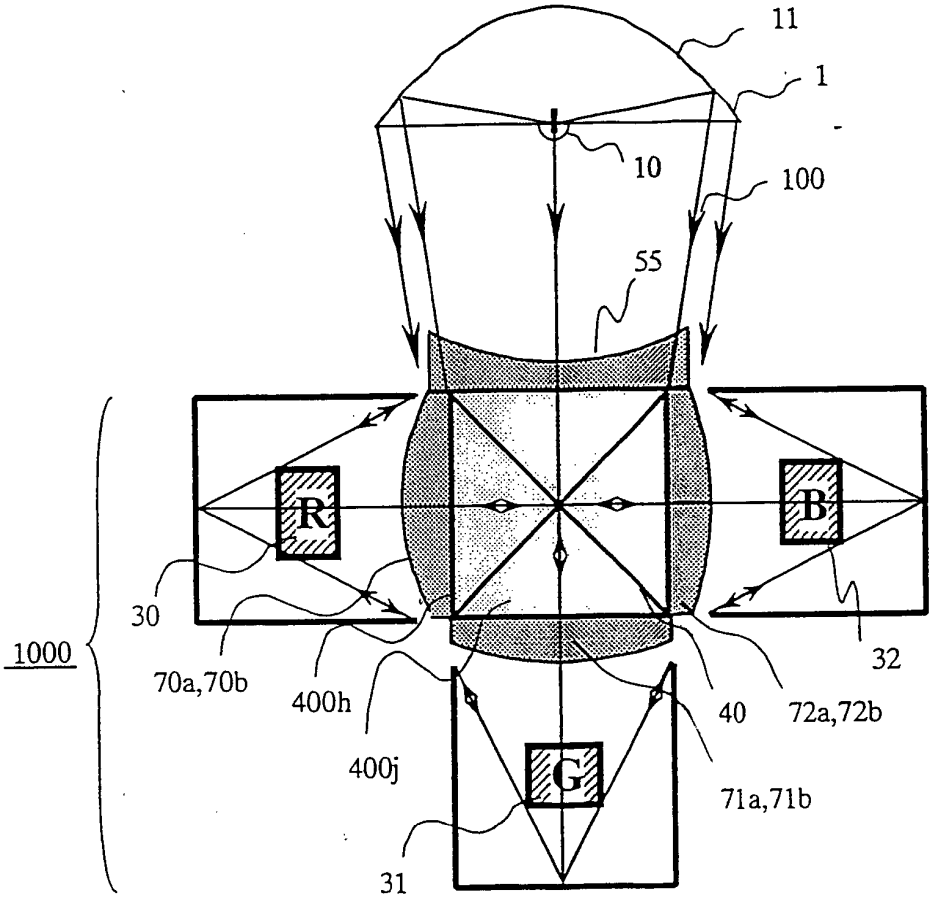

11
1
10
100
55
R
B
G
30
1000
70a,70b
400h
400j
31
40
72a,72b
71a,71b
32

Fig.35

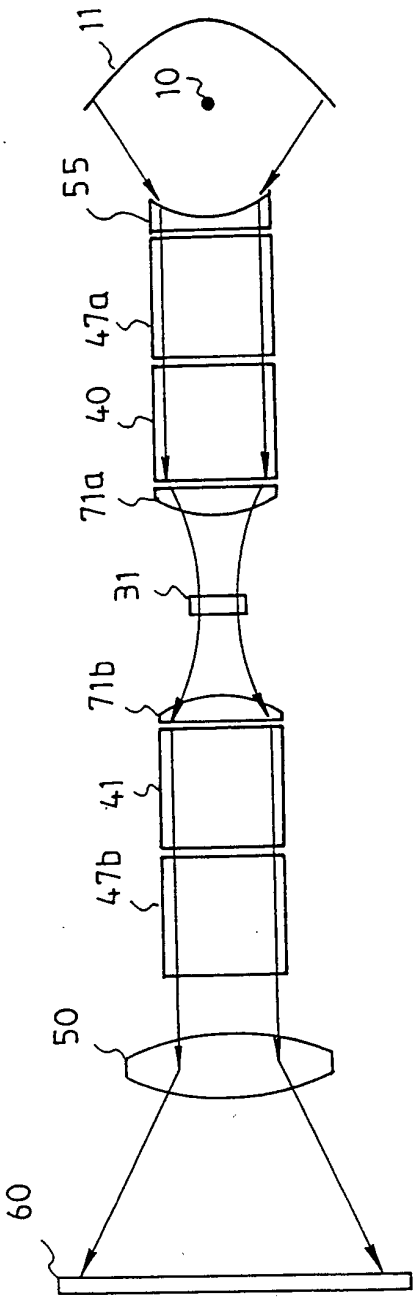


Fig.36

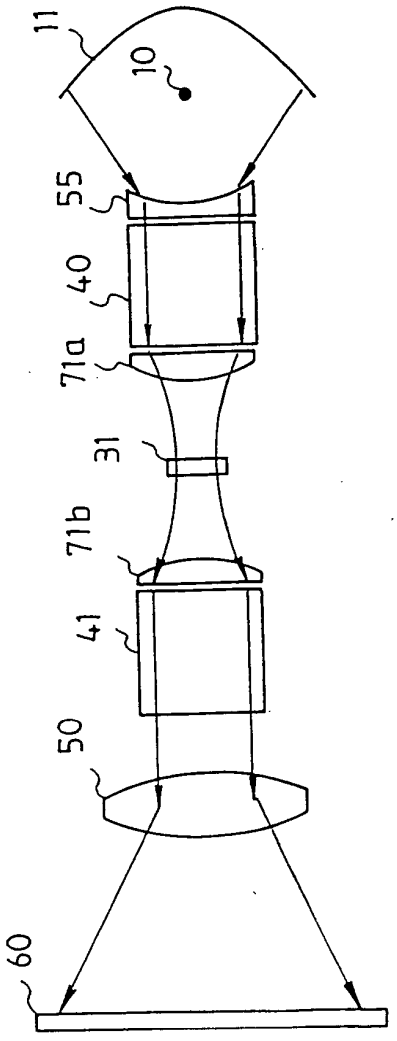


Fig.37

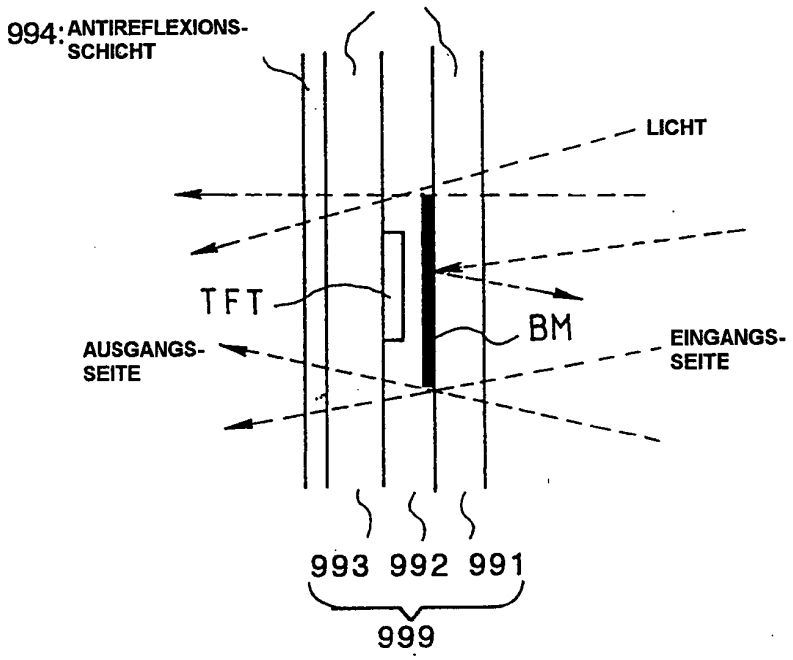

994: ANTIREFLEXIONS-SCHICHT
LICHT
TFT
BM
AUSGANGS-SEITE
EINGANGS-SEITE
993 992 991
999

Fig.38

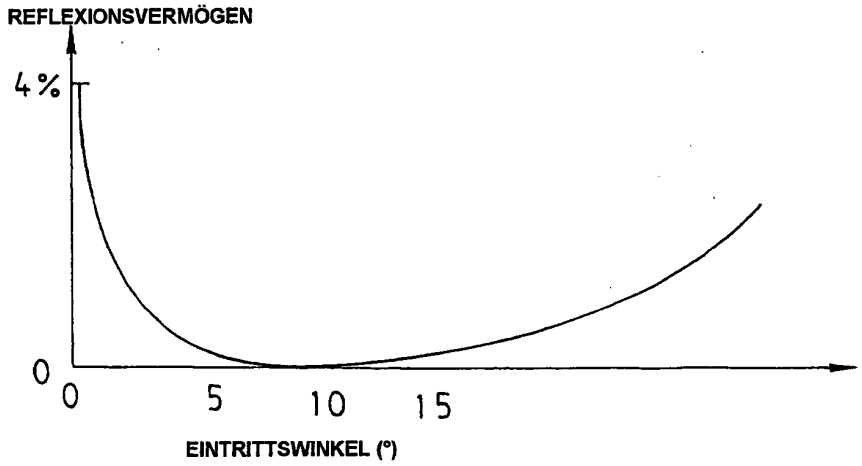

REFLEXIONSVERMÖGEN
4%
0
0
5
10
15
EINTRITTSWINKEL (°)

Fig.39

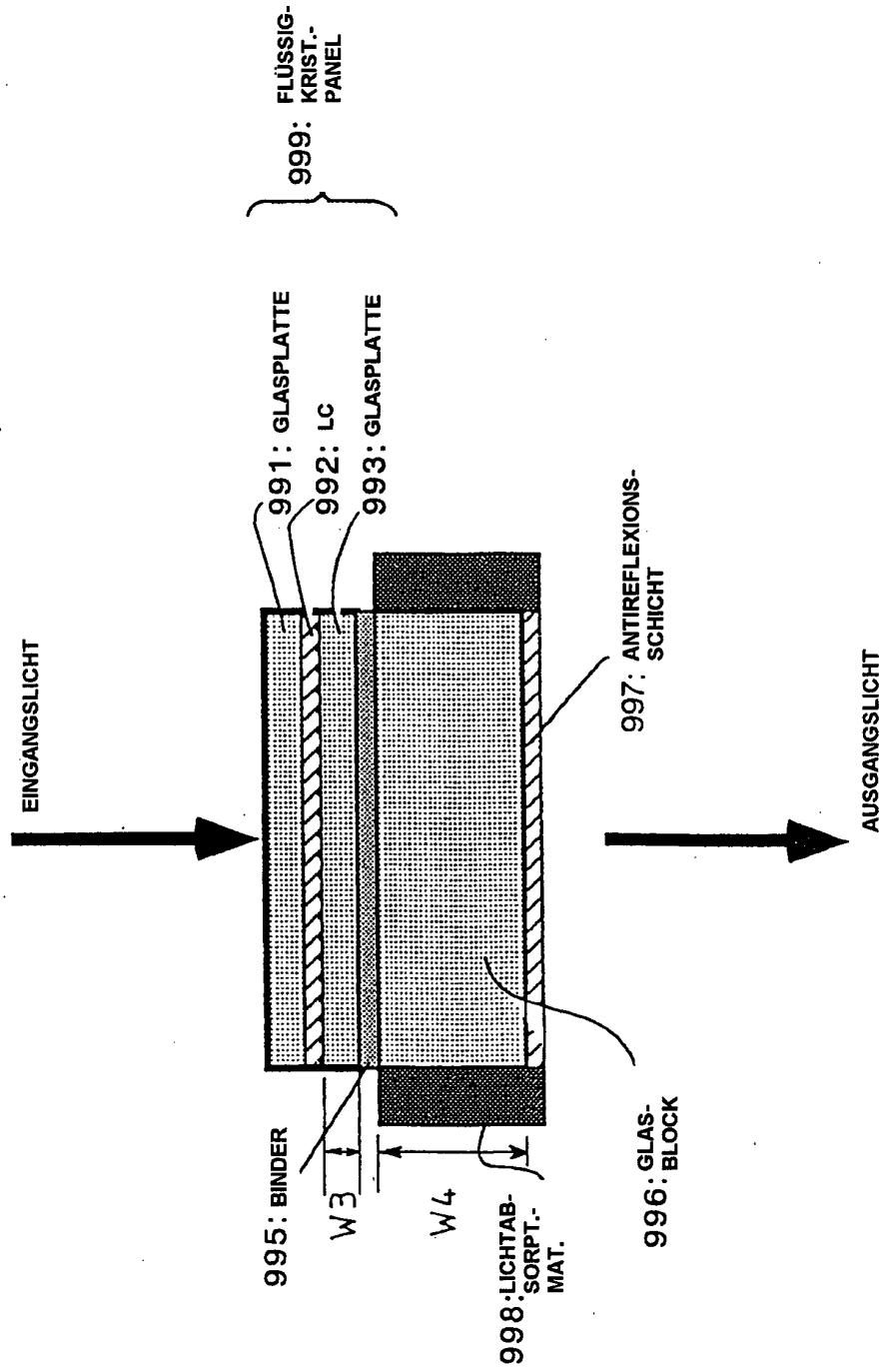

EINGANGSLICHT
999: FLÜSSIG-KRIST.-PANEL
991: GLASPLATTE
992: LC
993: GLASPLATTE
997: ANTIREFLEXIONS-SCHICHT
AUSGANGSLICHT
995: BINDER
W3
W4
998: LICHTAB-SORPT.-MAT.
996: GLAS-BLOCK

Fig.40

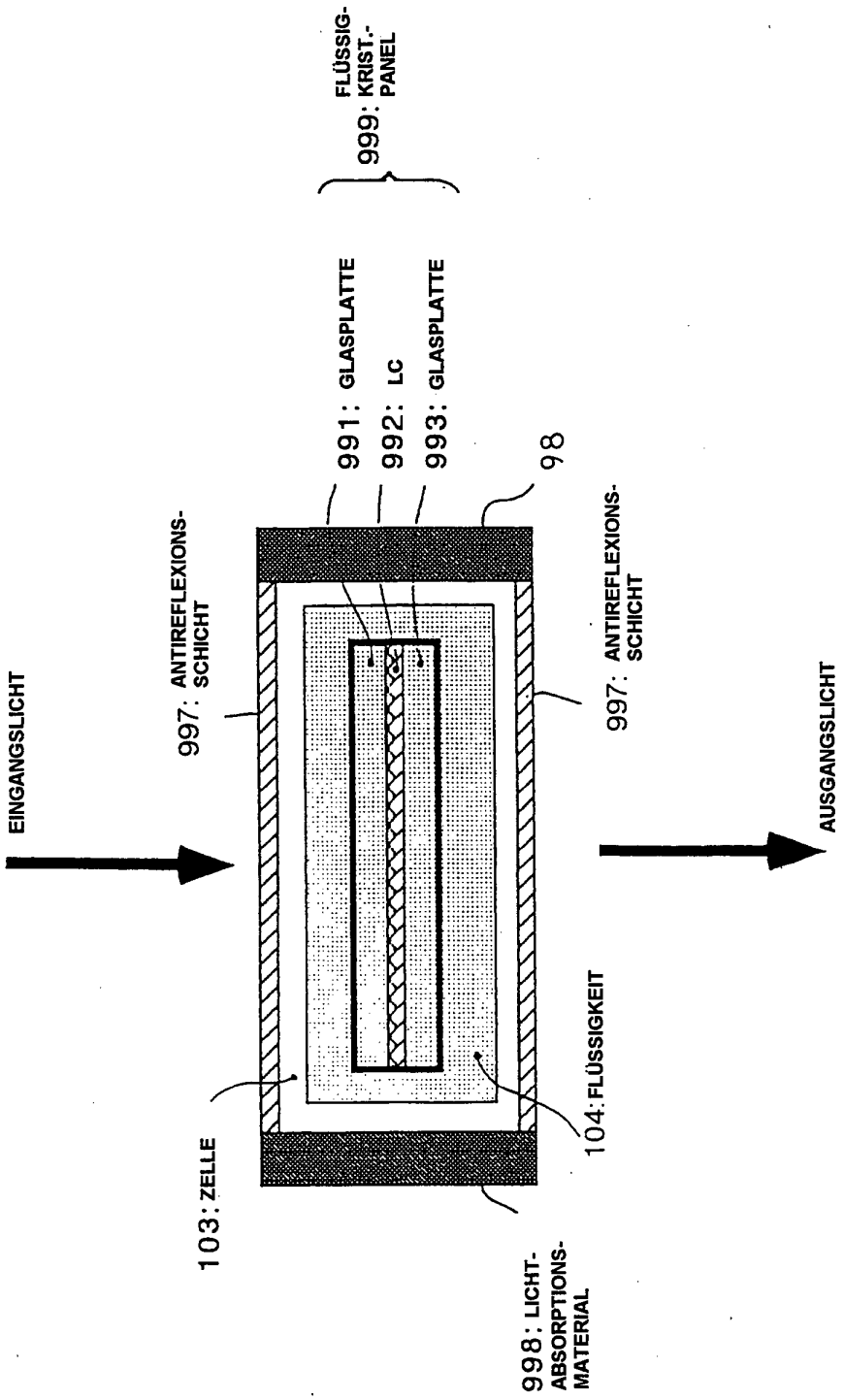

EINGANGSLICHT
997: ANTIREFLEXIONS-SCHICHT
991: GLASPLATTE
992: LC
993: GLASPLATTE
FLÜSSIG-KRIST.-PANEL
999:
98
997: ANTIREFLEXIONS-SCHICHT
AUSGANGSLICHT
104: FLÜSSIGKEIT
103: ZELLE
998: LICHT-ABSORPTIONS-MATERIAL

Fig.41

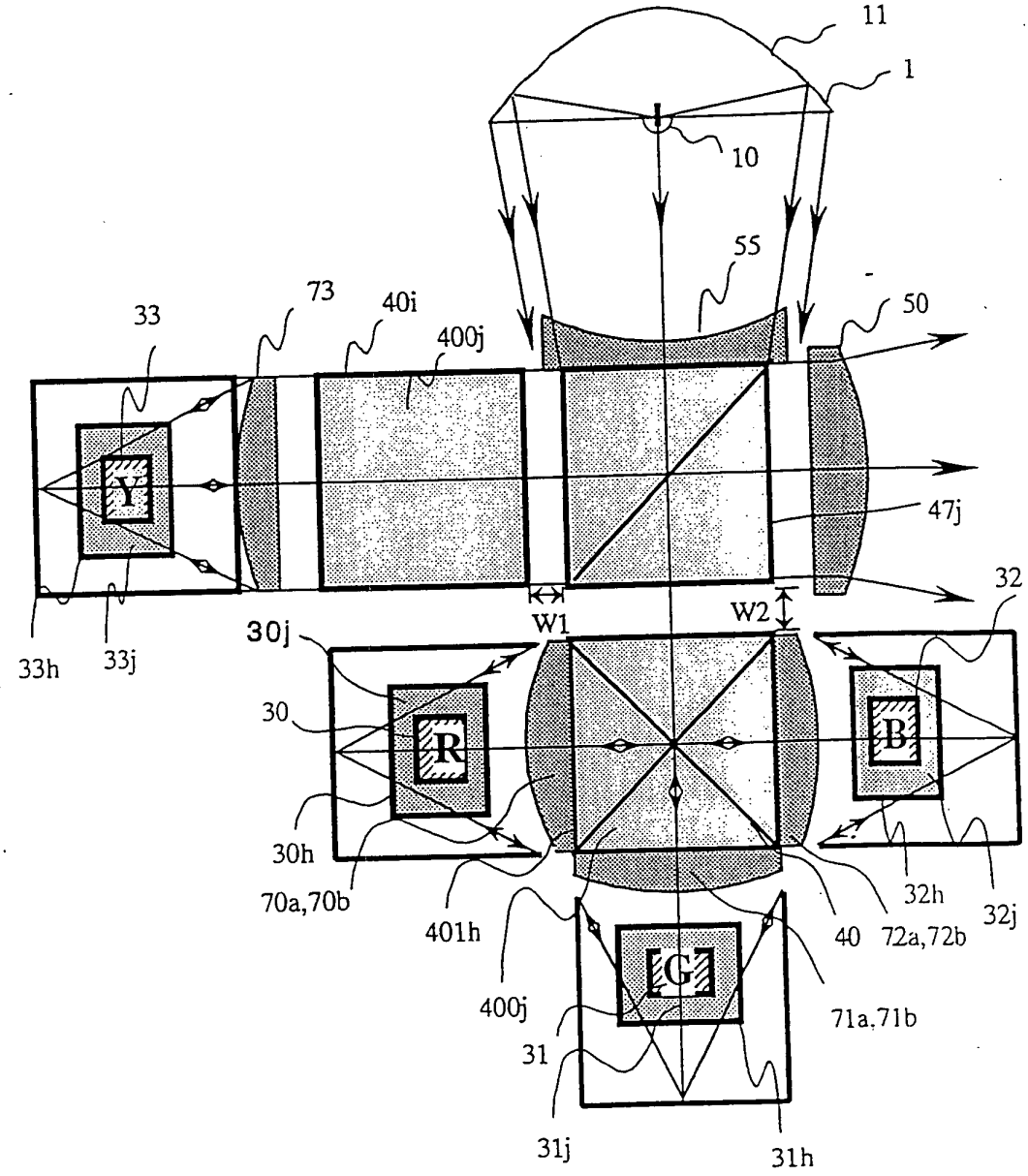

11
1
10
55
50
73
40i
400j
33
47j
32
W1
W2
30j
30
33h
33j
30h
70a,70b
401h
400j
31
31j
31h
40
72a,72b
32h
32j
71a,71b
Y
R
G
B

Fig.42

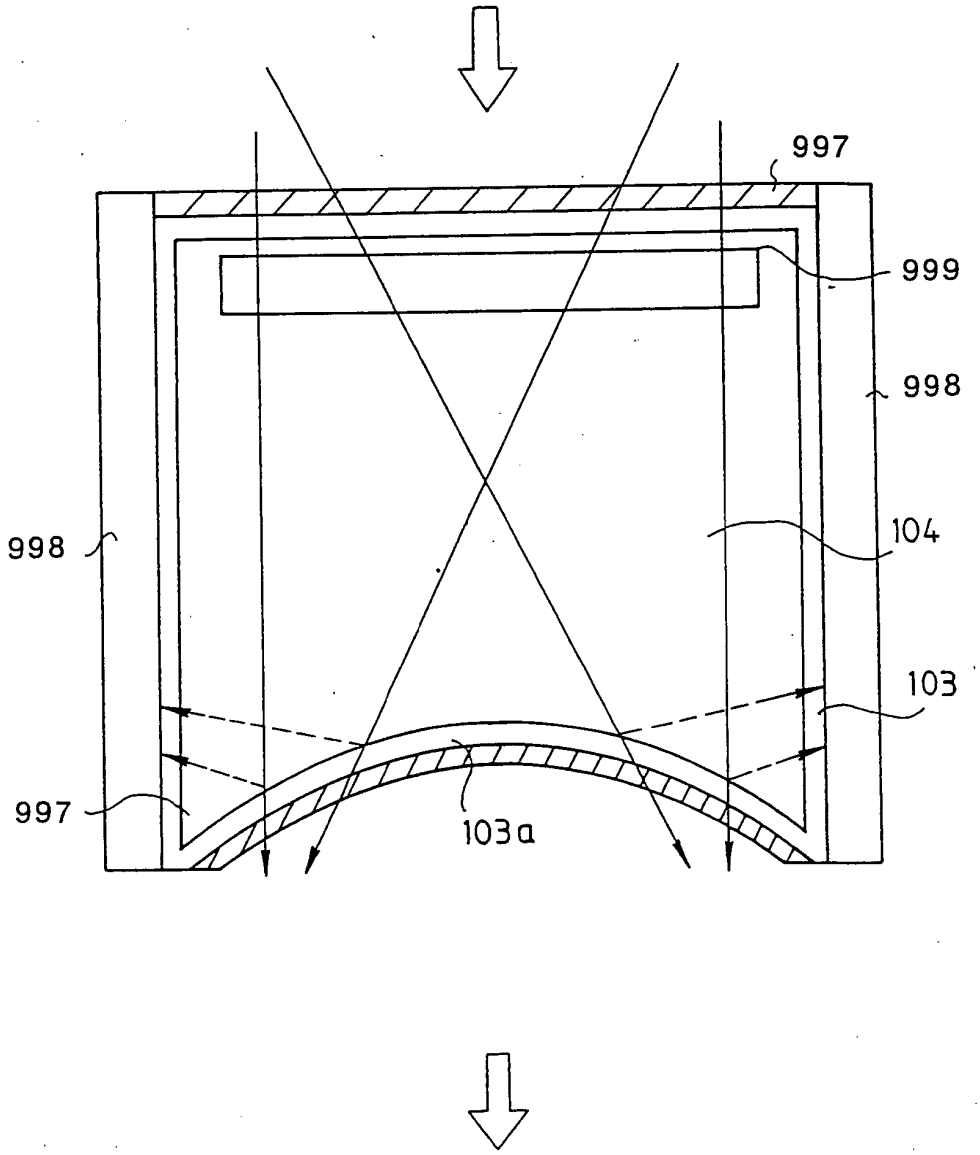


Fig.43

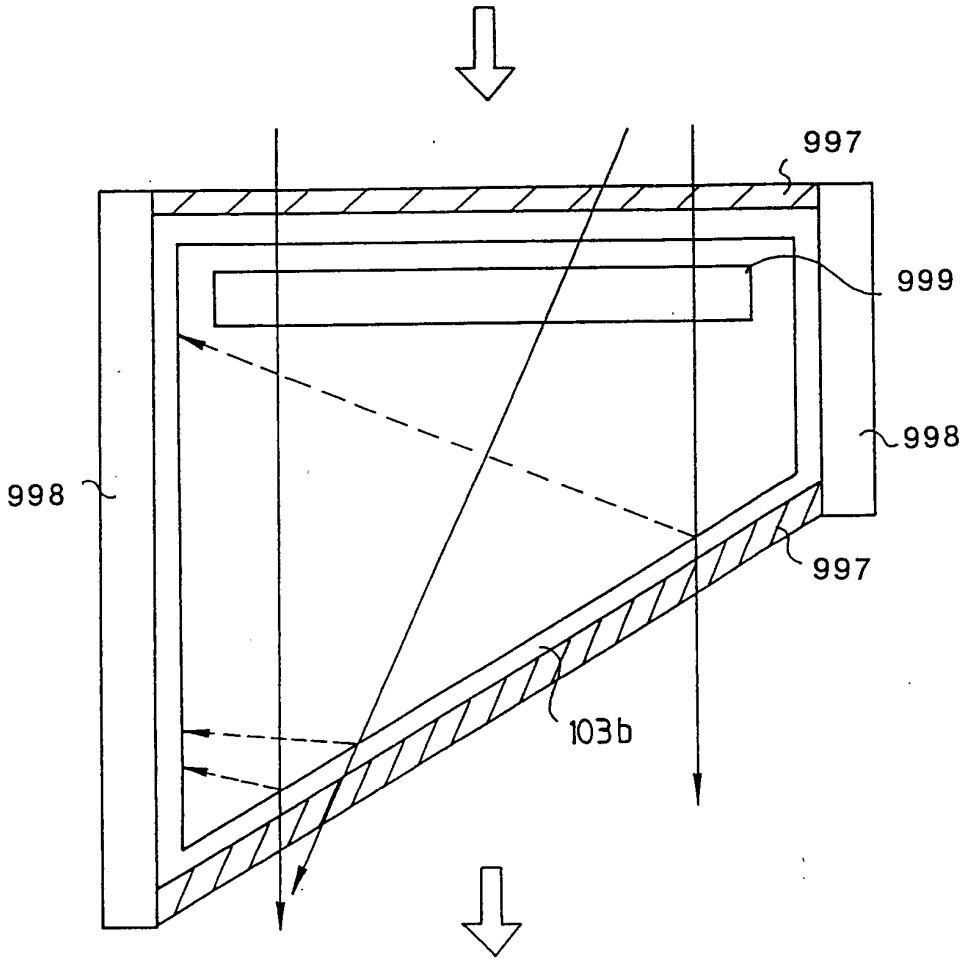


Fig.44

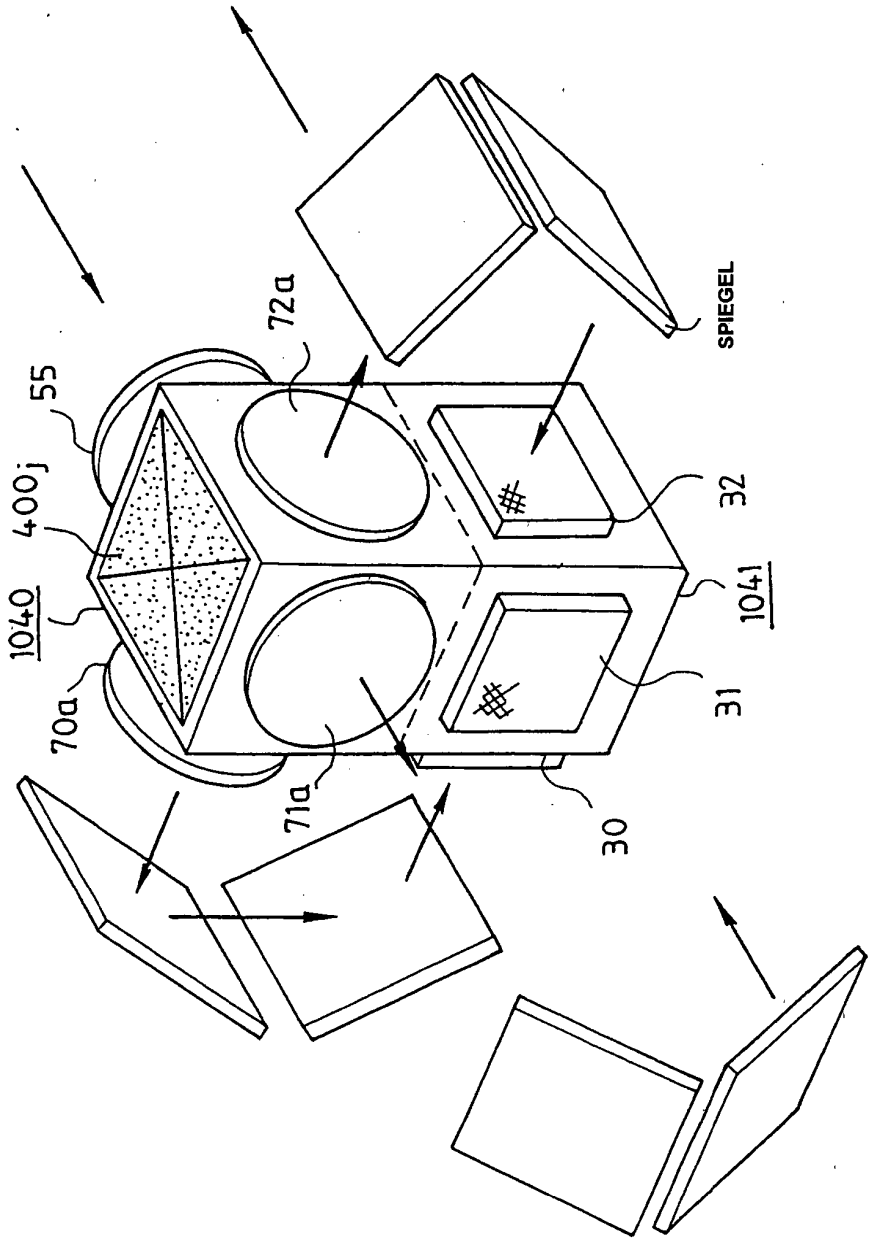


Fig.45

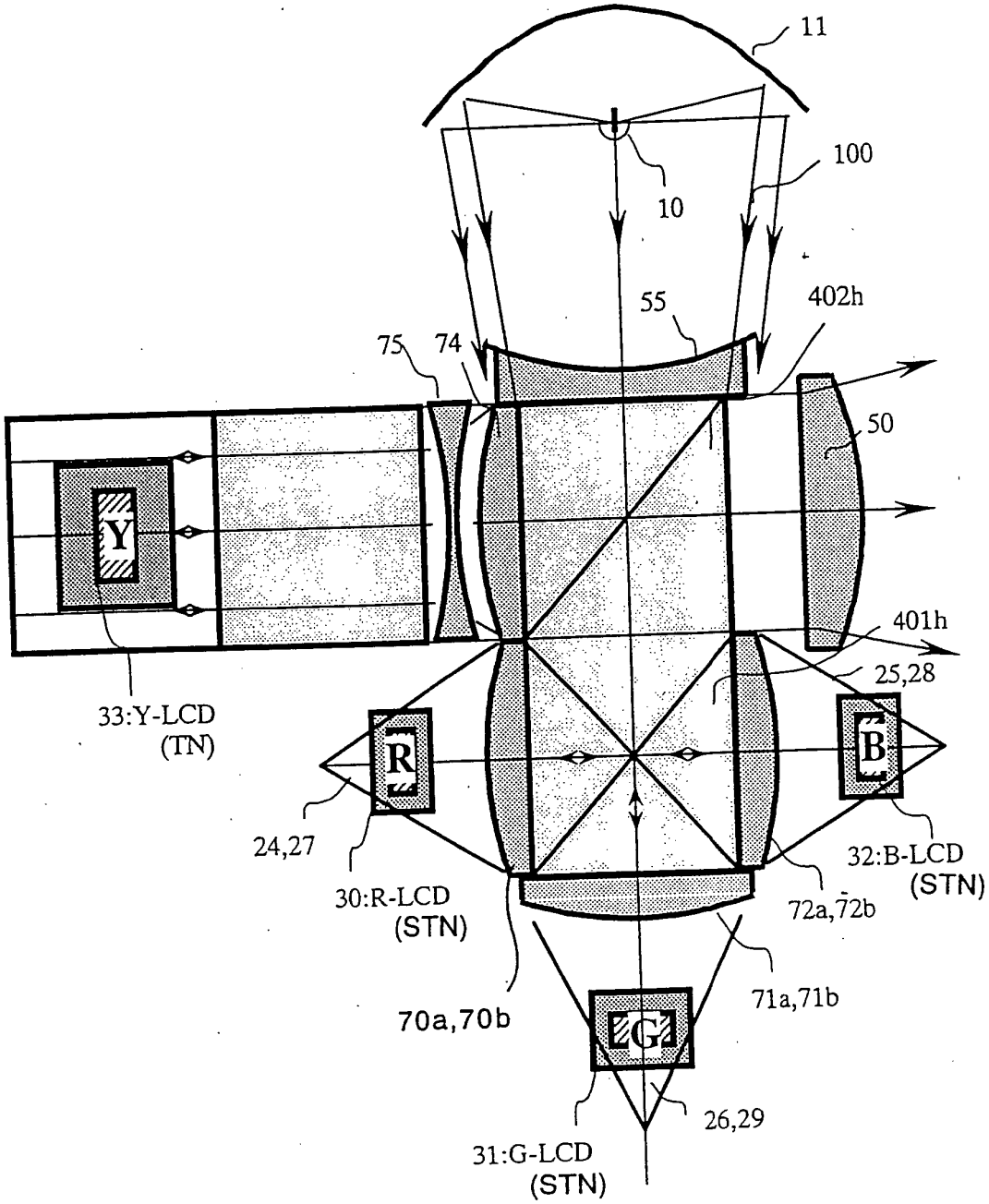

11
100
10
55
402h
75
74
50
Y
401h
25,28
33:Y-LCD
(TN)
R
B
24,27
32:B-LCD
(STN)
30:R-LCD
(STN)
72a,72b
71a,71b
70a,70b
G
26,29
31:G-LCD
(STN)

Fig.46

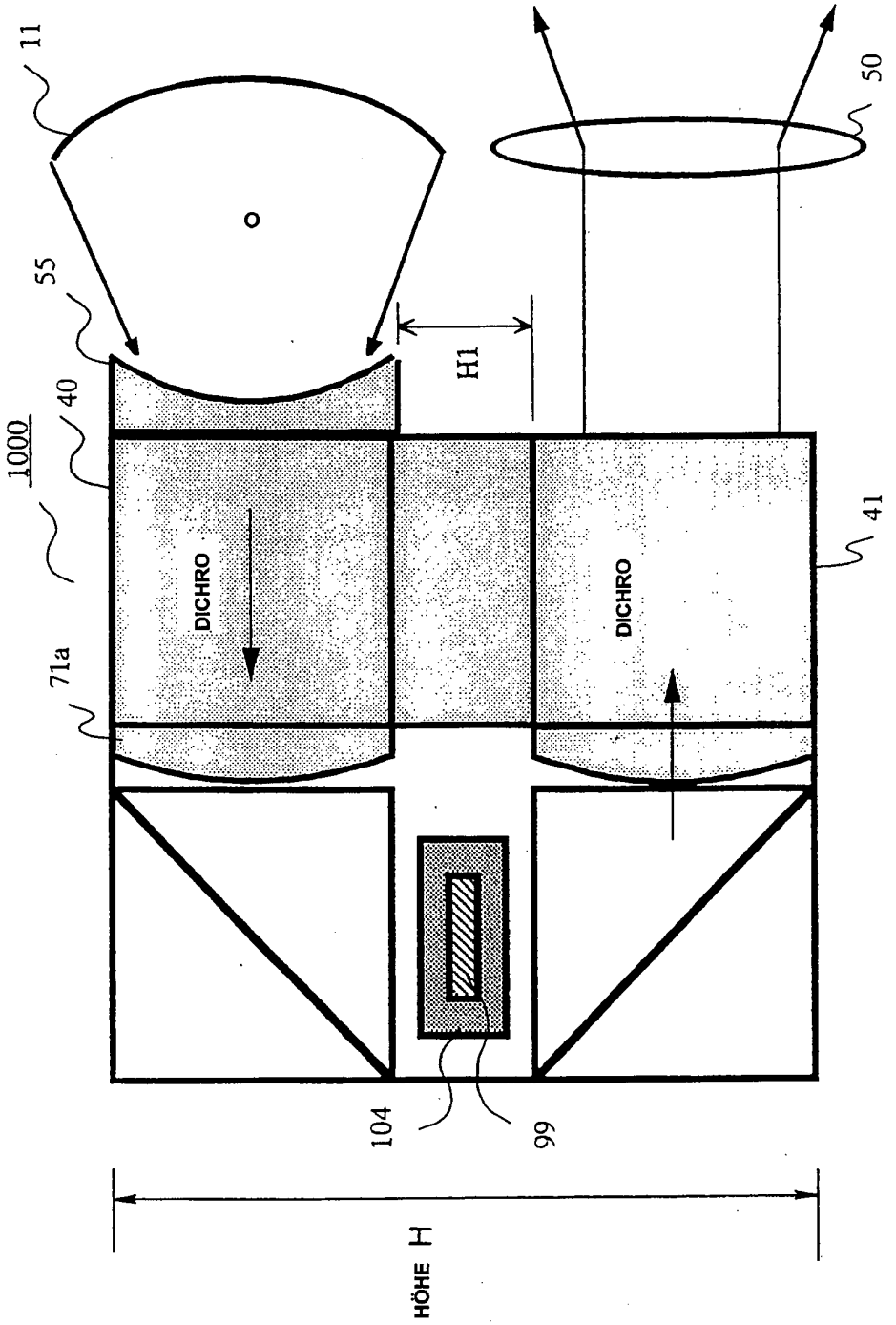


Fig.47

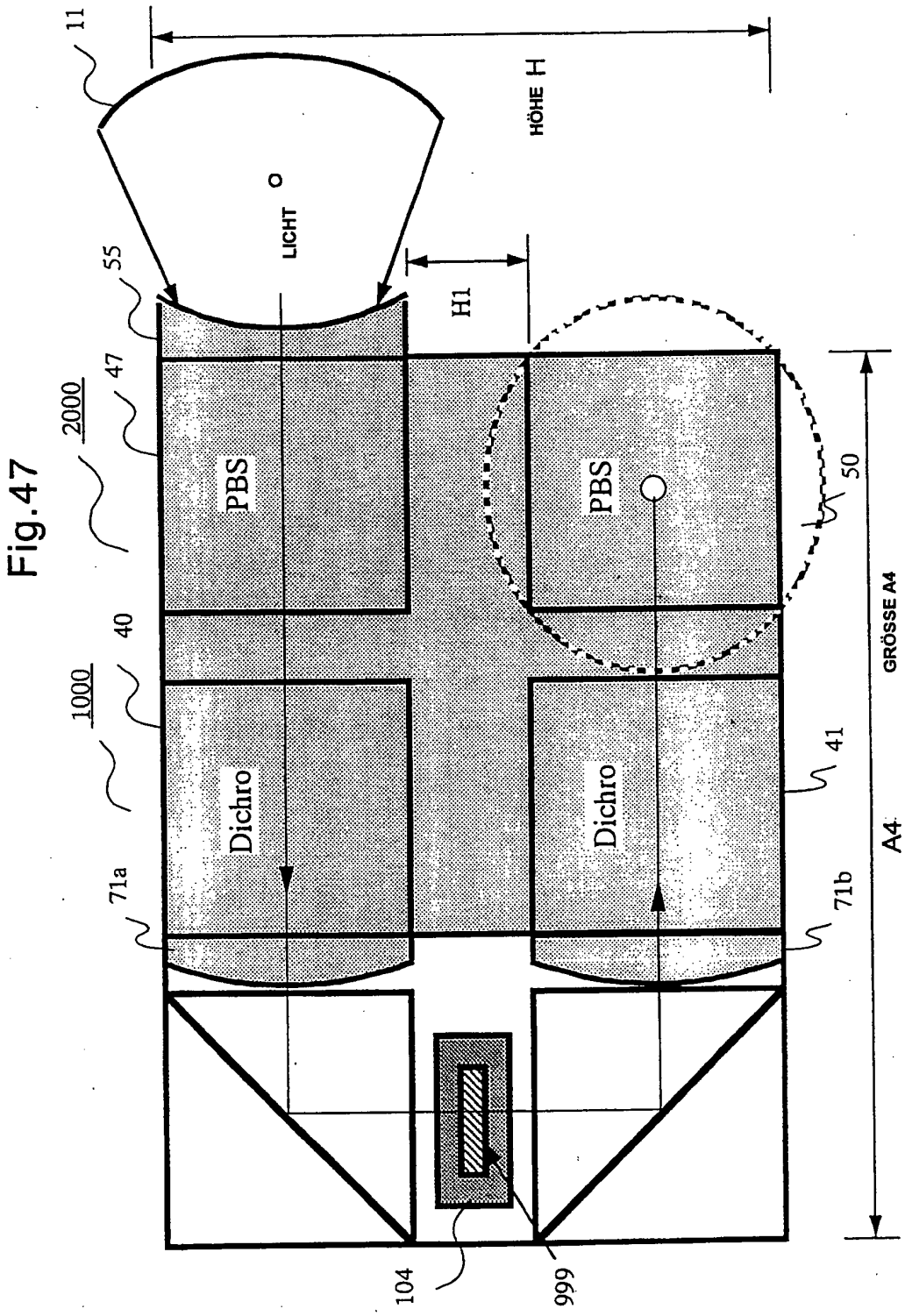

11
HÖHE H
LICHT
55
H1
47
2000
PBS
PBS
50
40
1000
Dichro
Dichro
41
GRÖSSE A4
A4
71a
71b
104
999

Fig.48

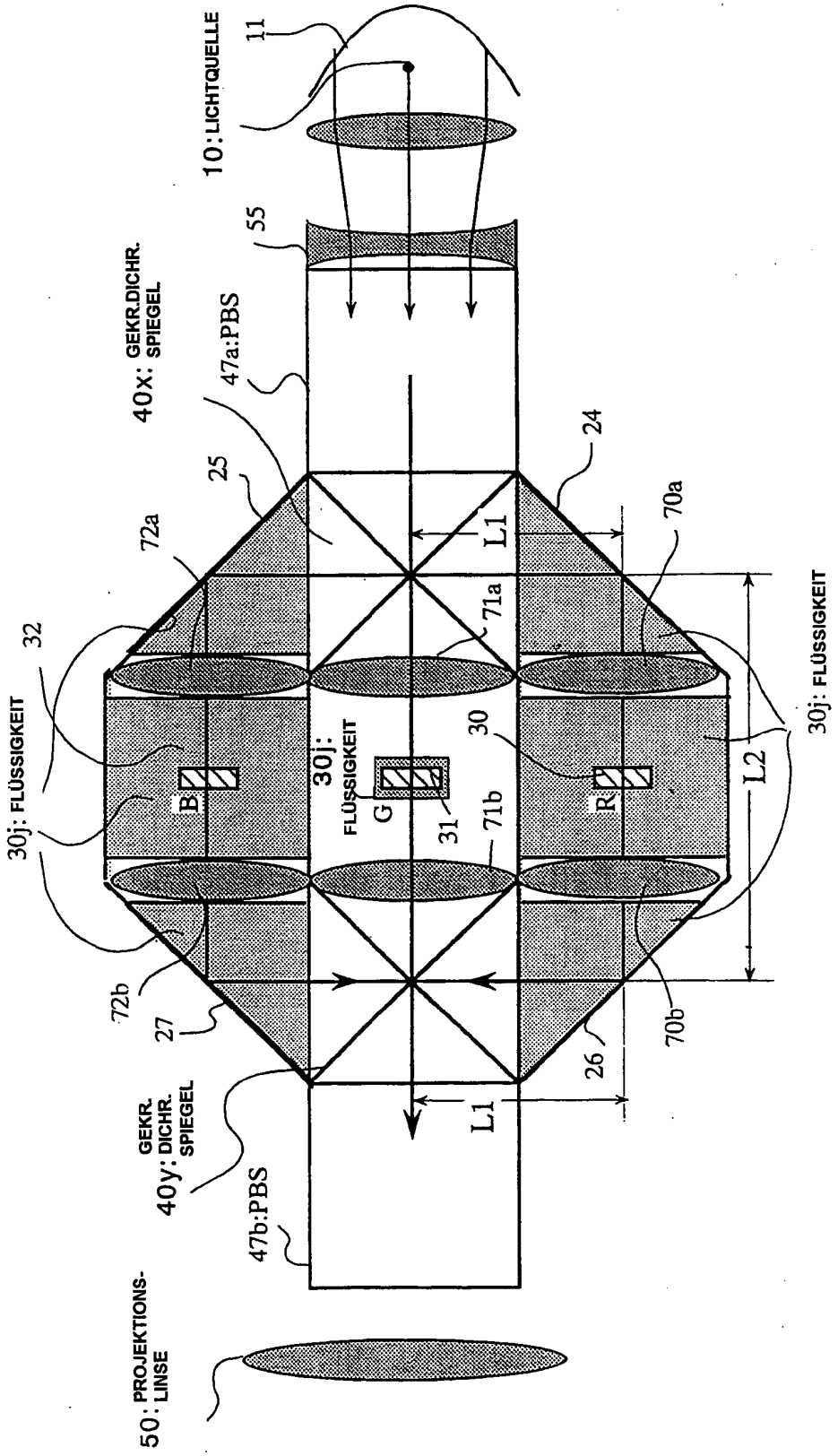

10: LICHTQUELLE
11
55
40x: GEKR.DICHR. SPIEGEL
47a:PBS
24
25
72a
70a
L1
71a
32
30j: FLÜSSIGKEIT
30j: FLÜSSIGKEIT
B
30j: FLÜSSIGKEIT
G
31
71b
30
R
L2
30j: FLÜSSIGKEIT
72b
27
70b
26
L1
40y: GEKR. DICHR. SPIEGEL
47b:PBS
50: PROJEKTIONS-LINSE

Fig.49

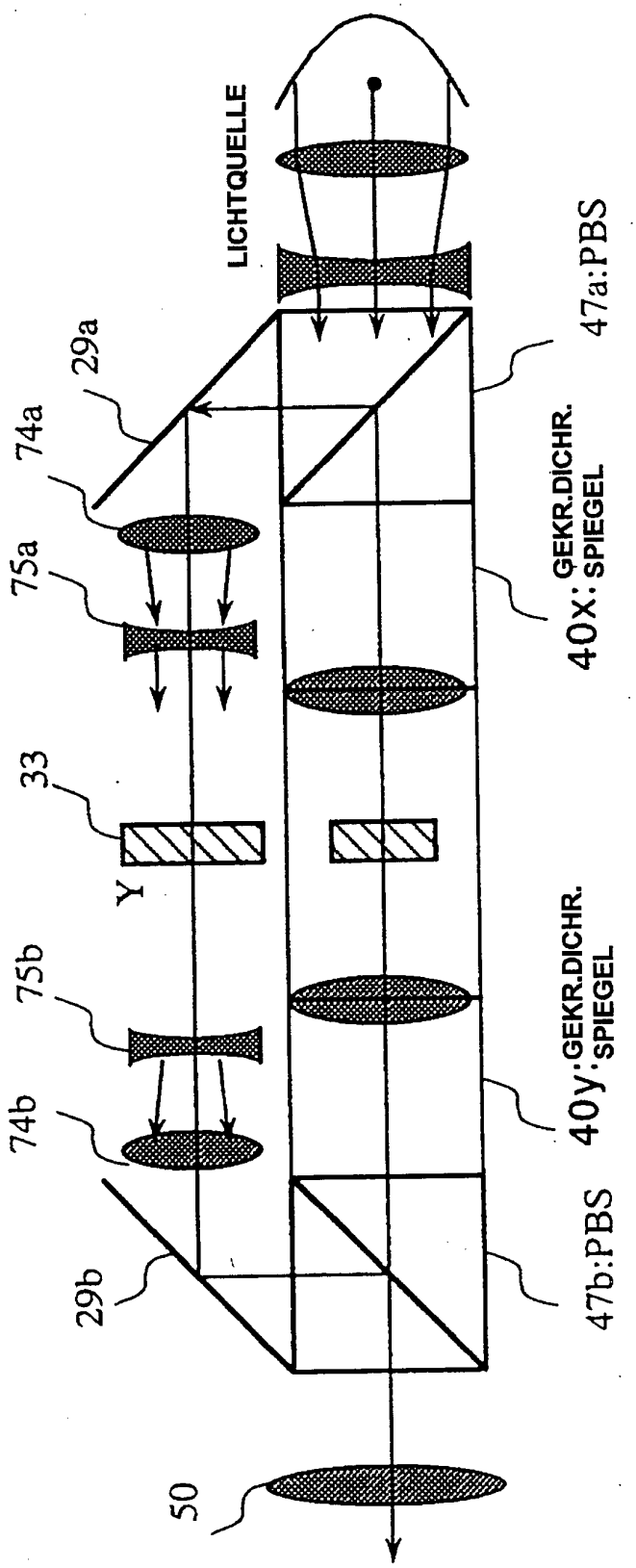

LICHTQUELLE
47a:PBS
29a
74a
75a
40x: GEKR.DICHR. SPIEGEL
33
Y
75b
74b
40y: GEKR.DICHR. SPIEGEL
29b
47b:PBS
50

Fig.50

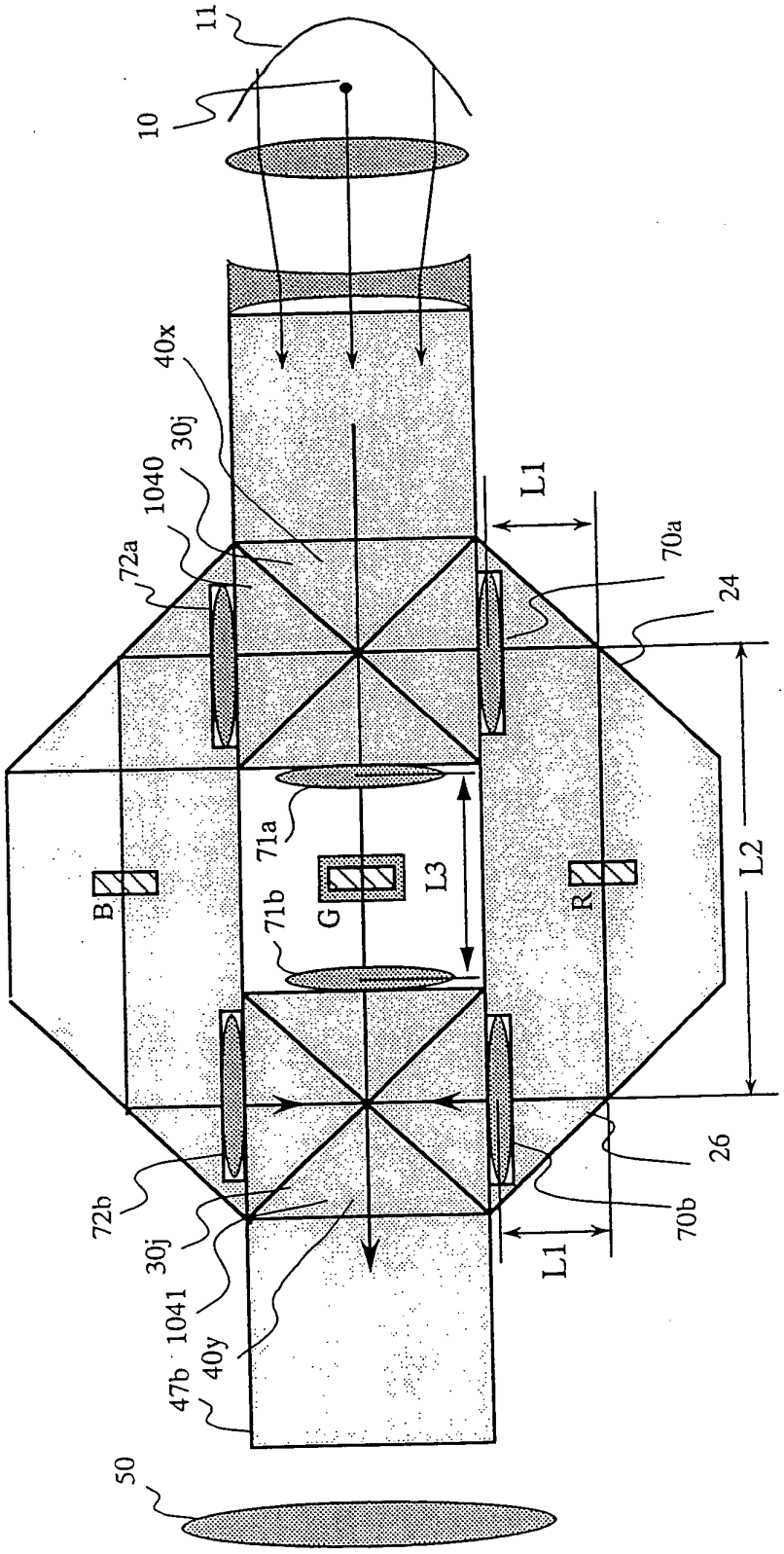

11
10
40x
30j
1040
72a
L1
70a
24
71a
L3
L2
B
G
R
71b
26
72b
30j
1041
70b
L1
47b
40y
50

Fig.51

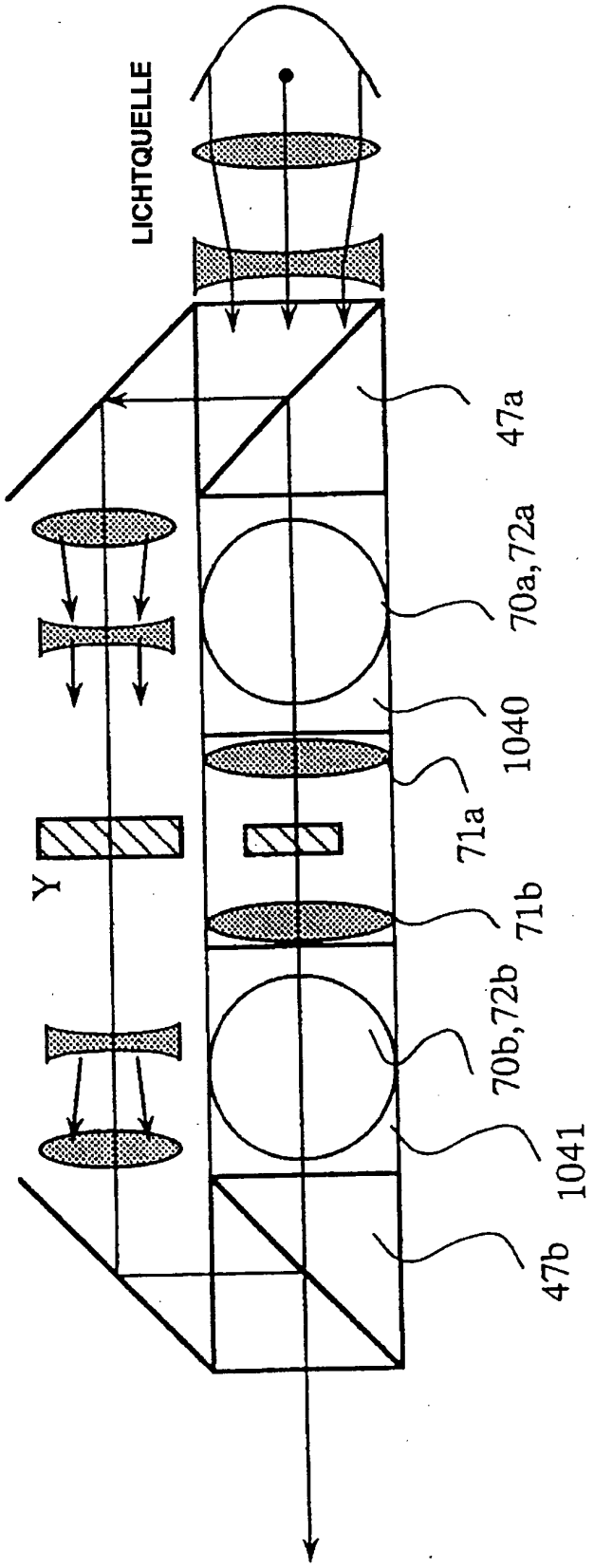


Fig.52

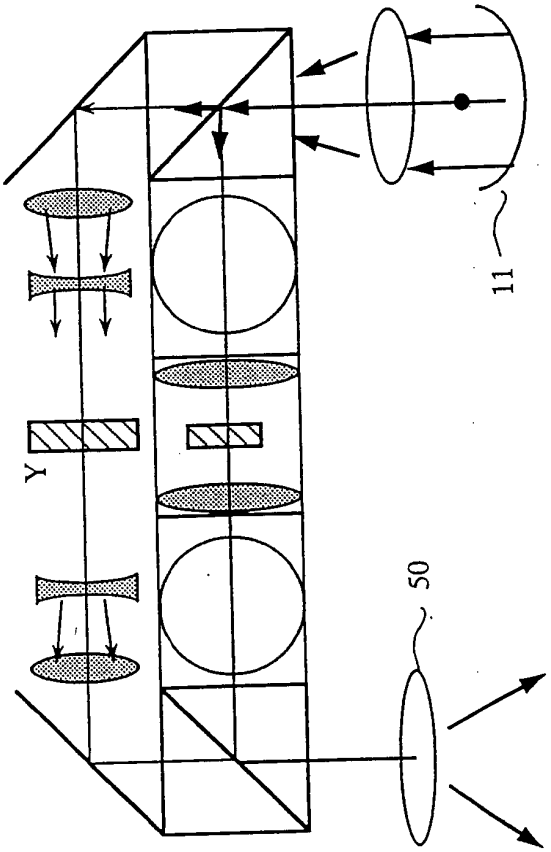


Fig.53

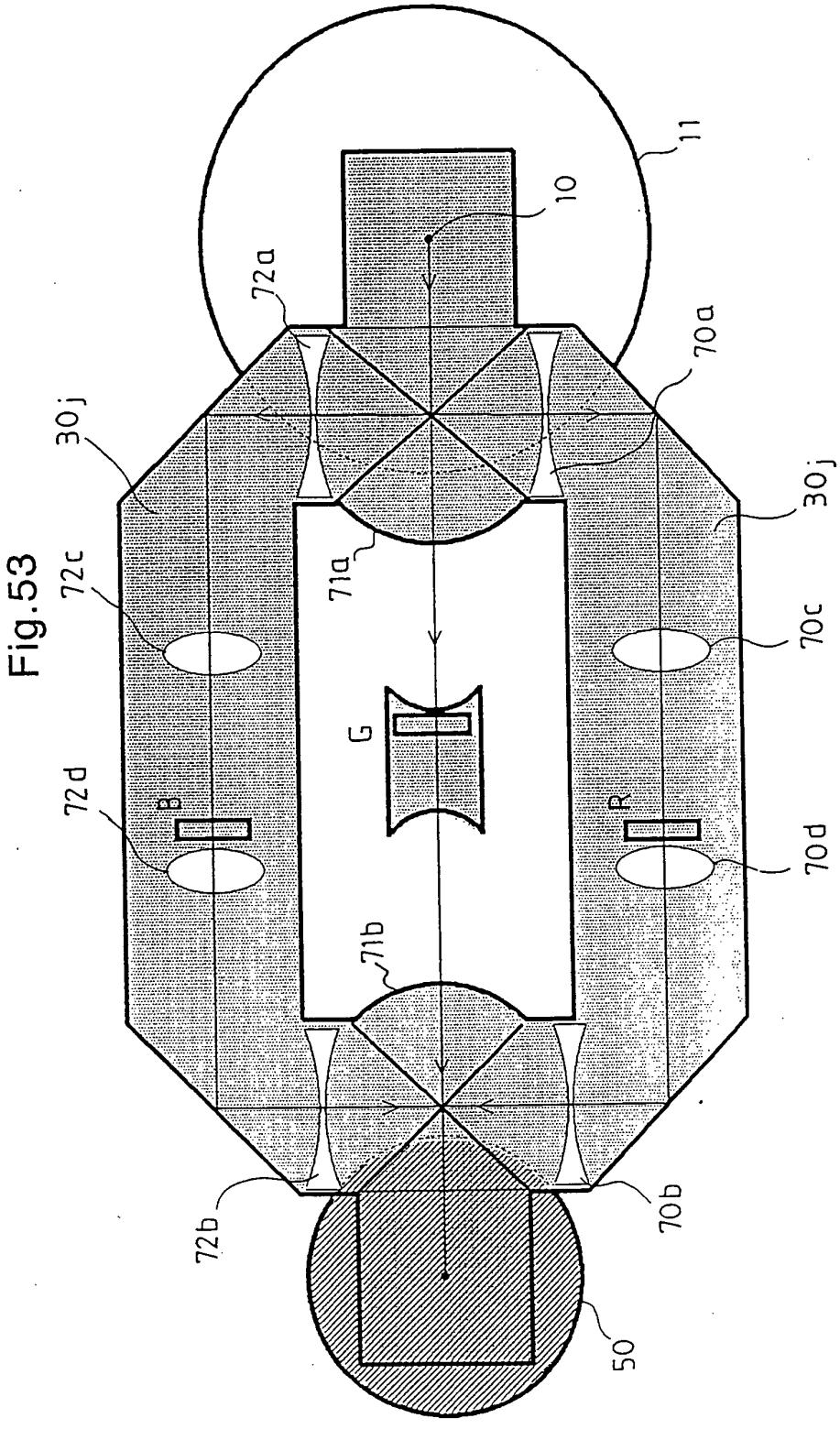


Fig.54

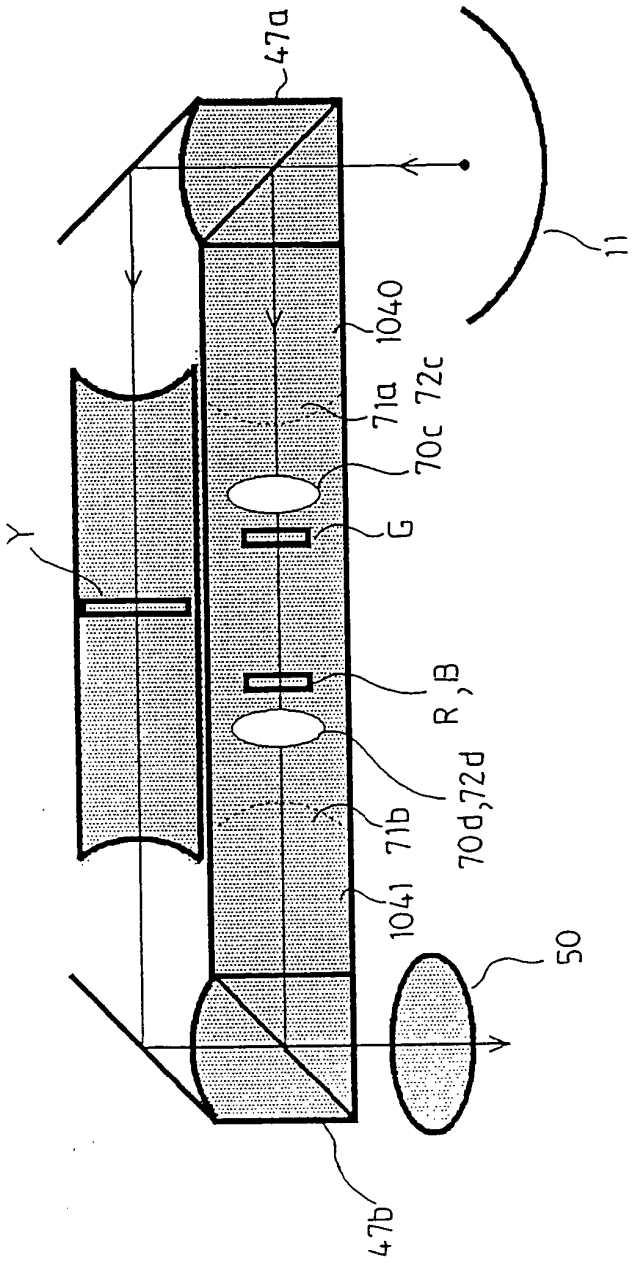


Fig.55

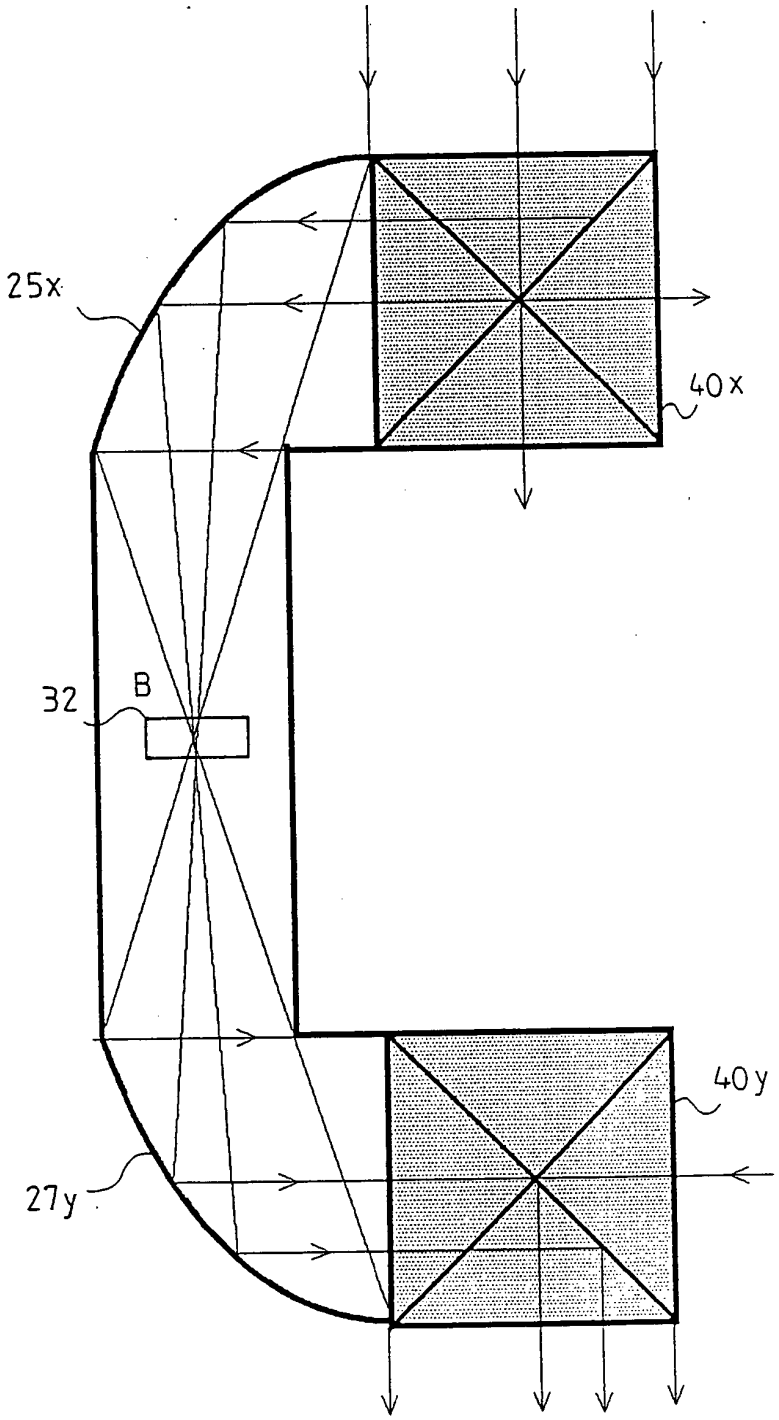


Fig.56

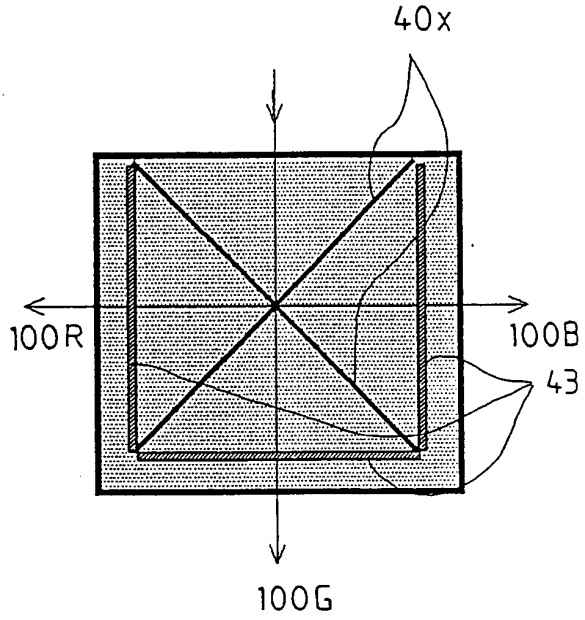


Fig.57

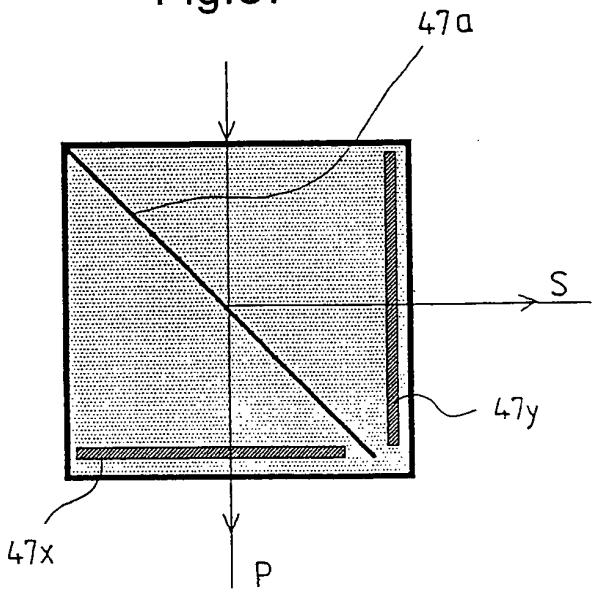


Fig.58

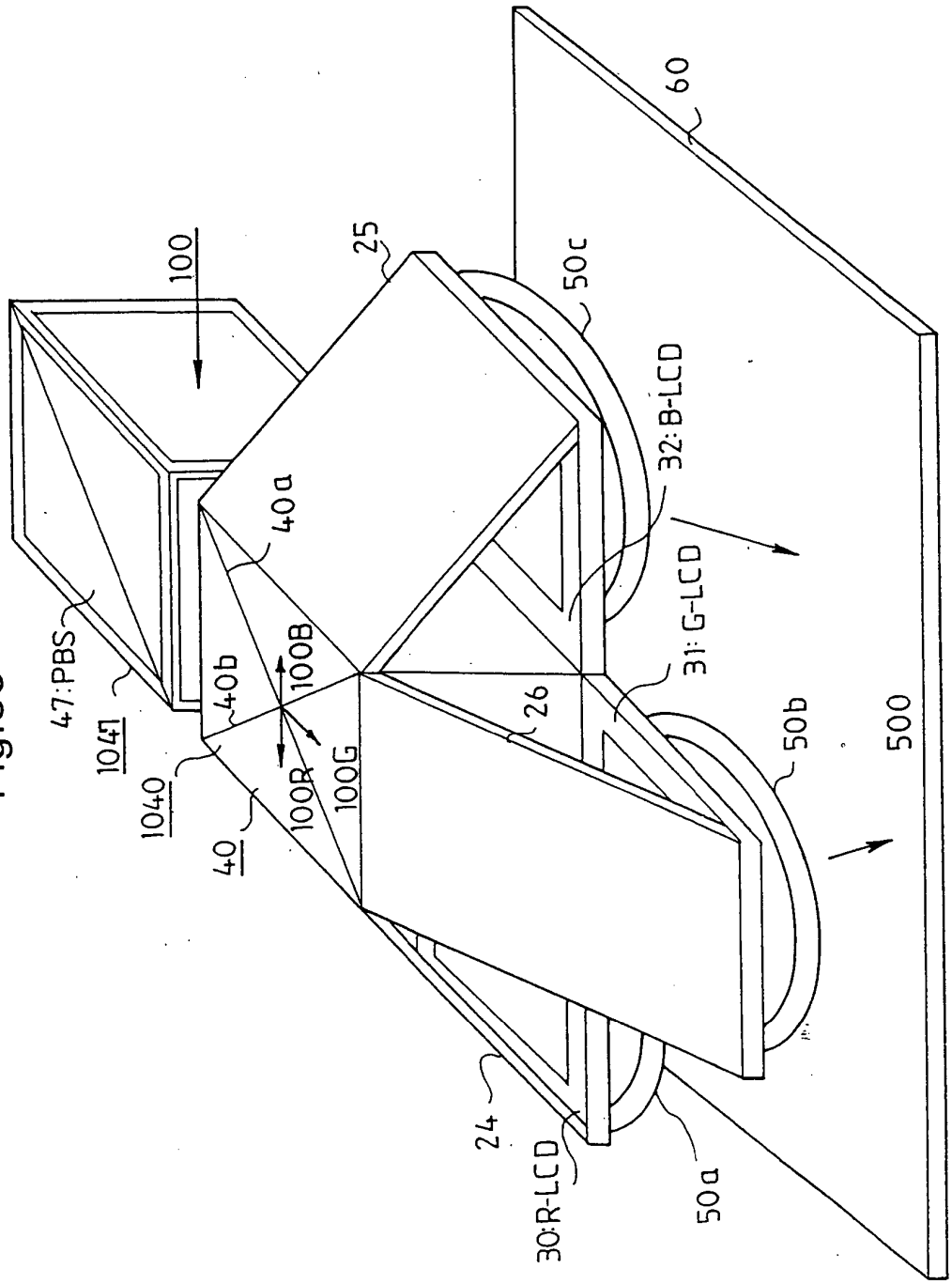

60
100
25
50c
32: B-LCD
40a
31: G-LCD
47: PBS
1041
40b
100B
26
50b
500
1040
100R
100G
40
24
30: R-LCD
50a

Fig.59

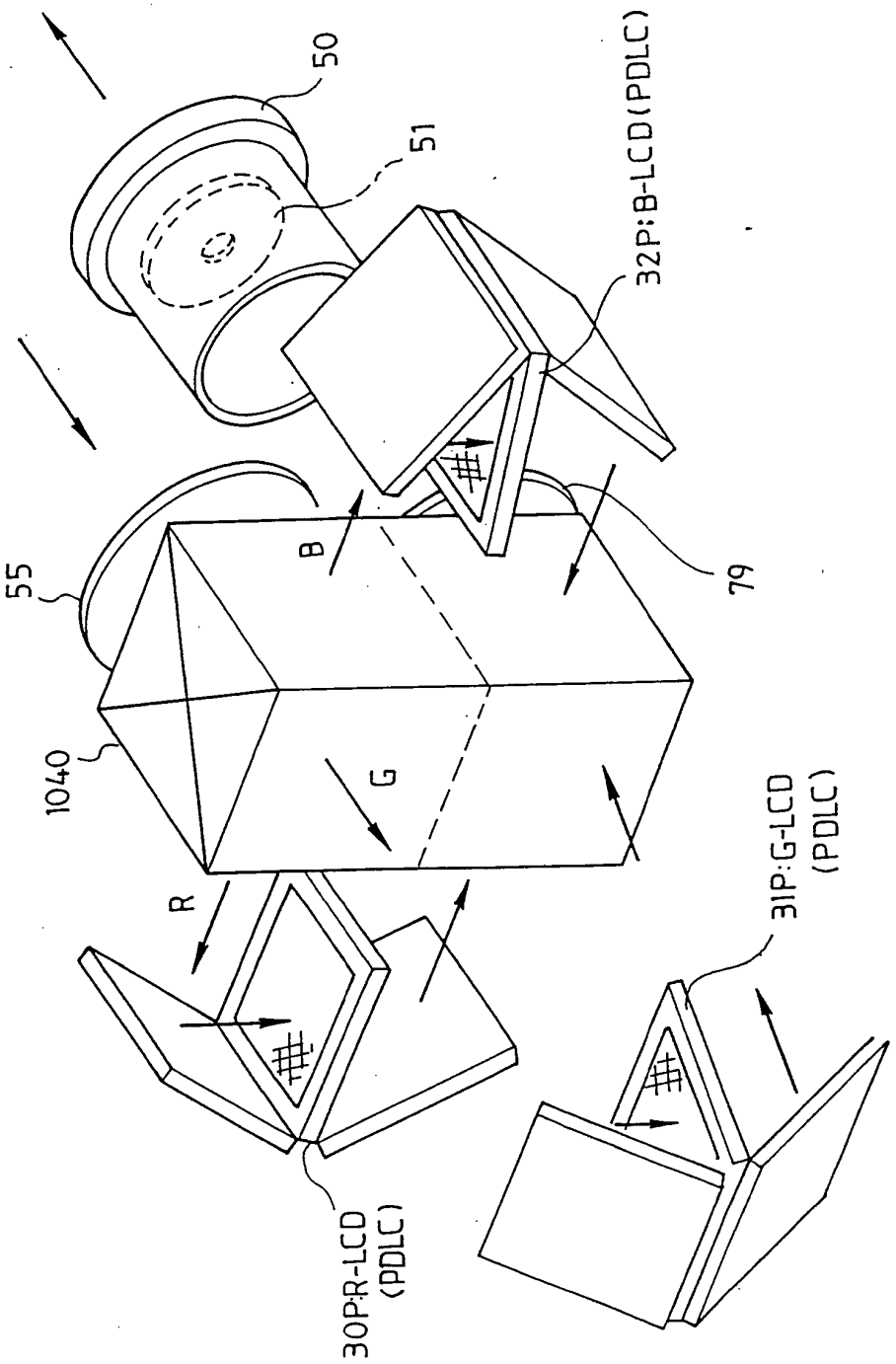


Fig.60

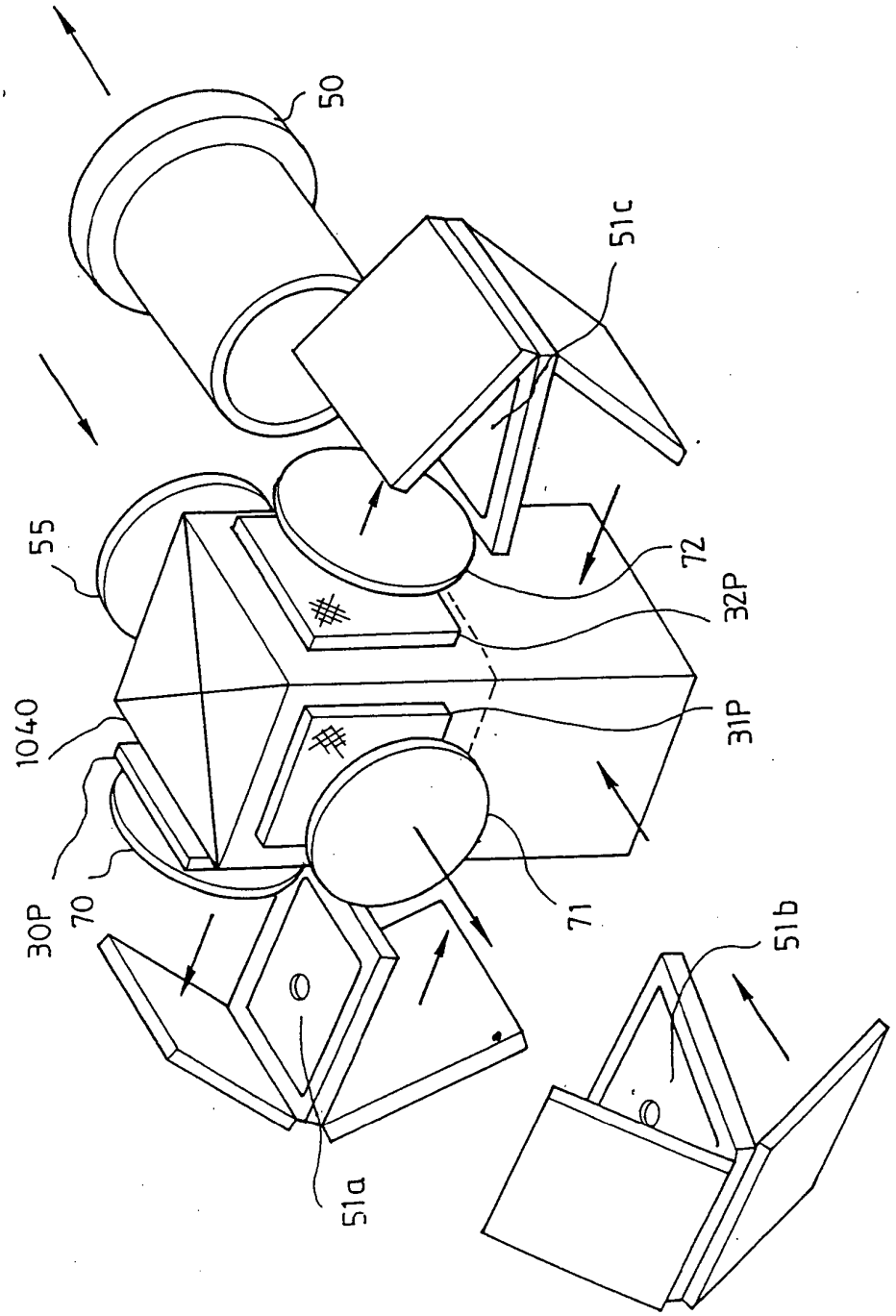


Fig.61

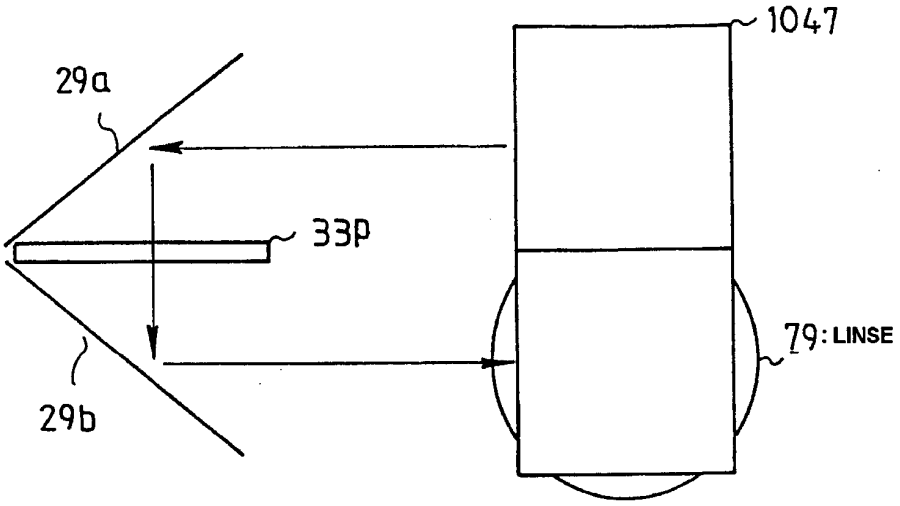

1047
29a
33P
79: LINSE
29b

Fig.62

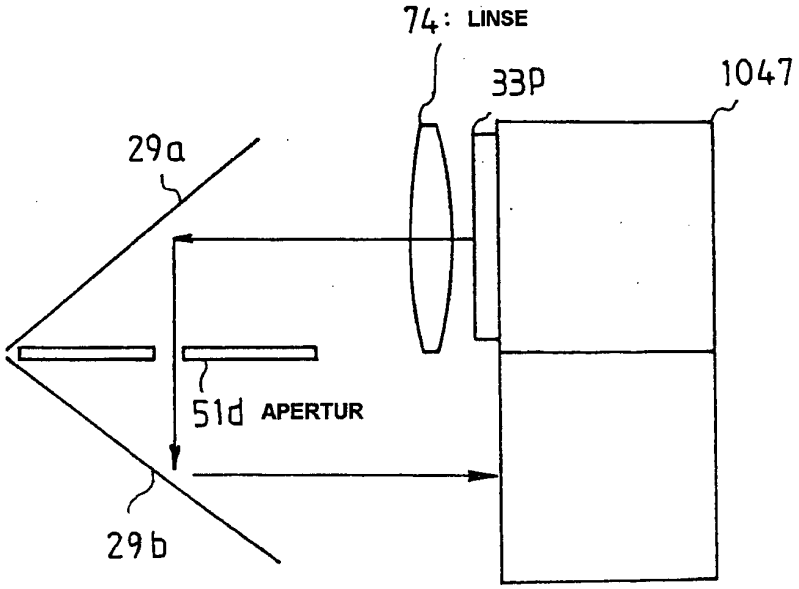

74: LINSE
33P
1047
29a
51d APERTUR
29b

Fig.63

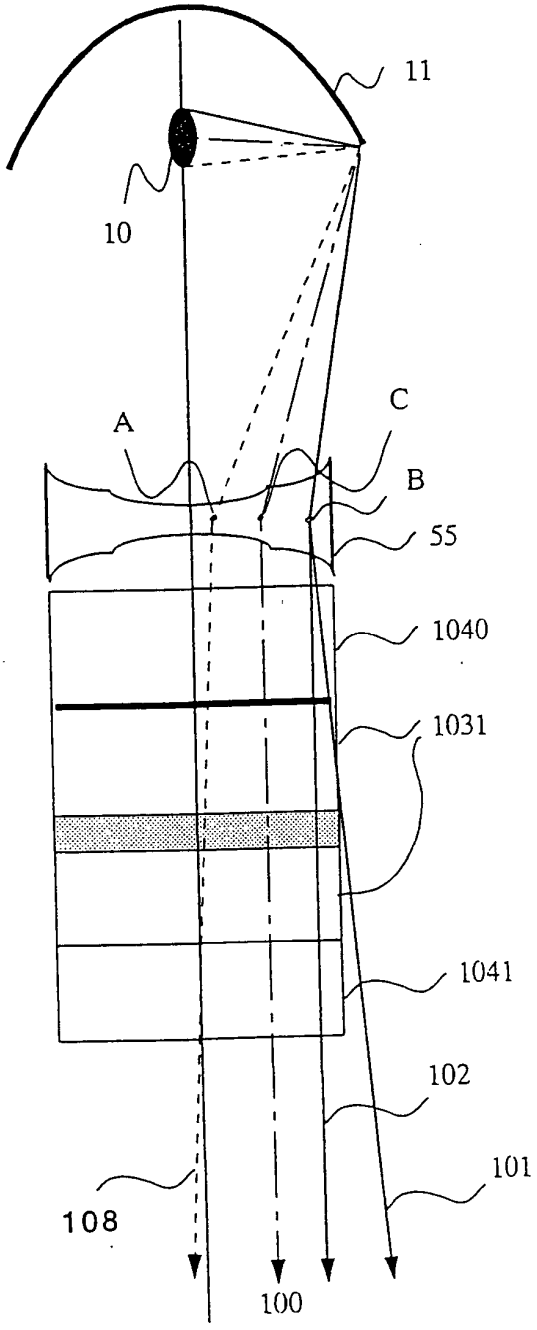


Fig.64

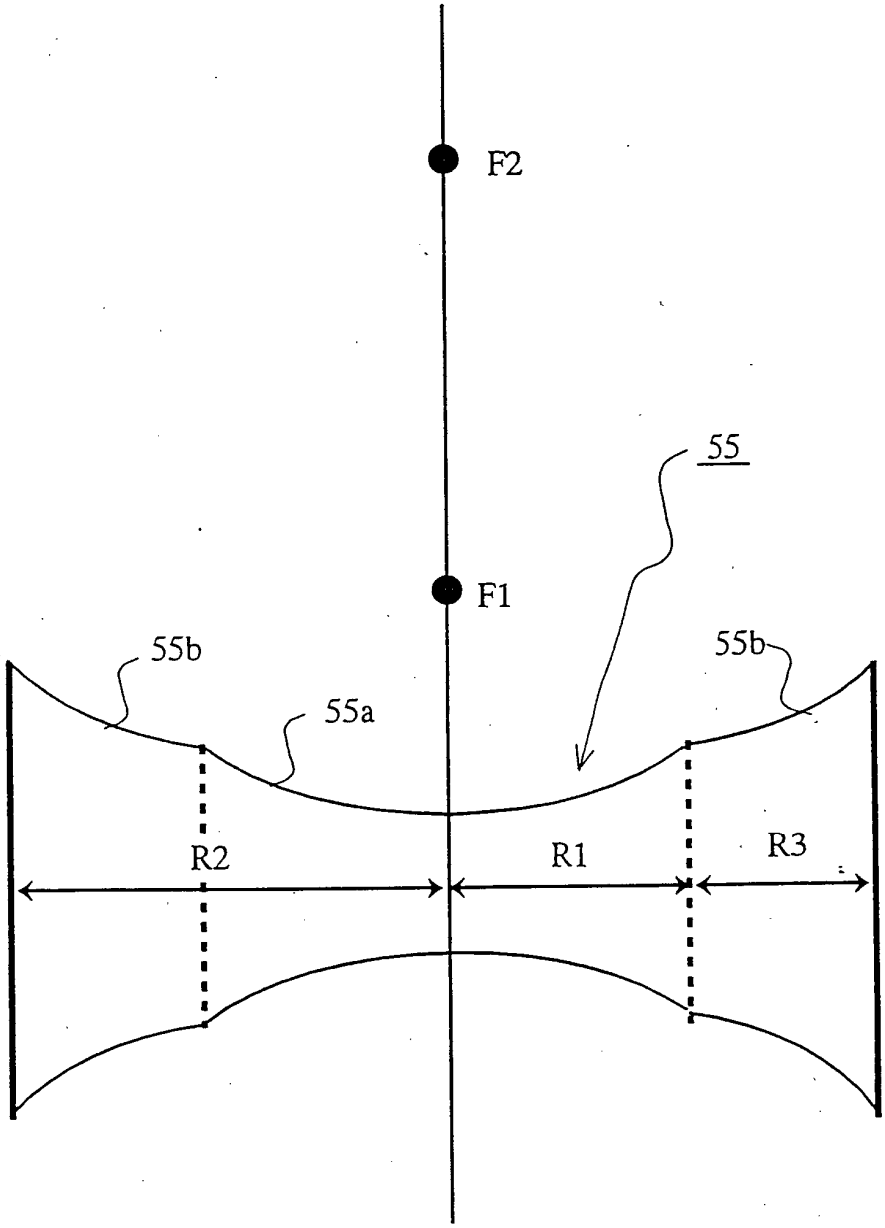


Fig.65

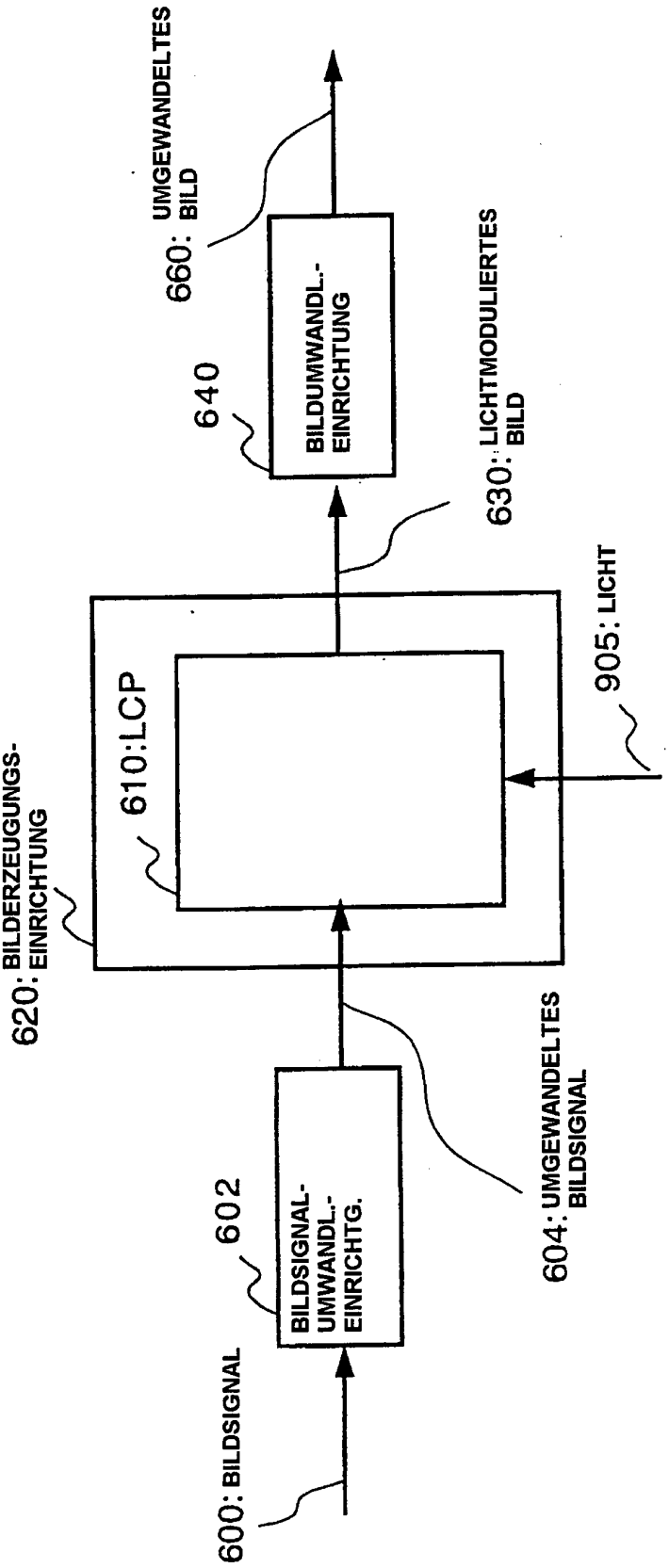

600: BILDSIGNAL
602
BILDSIGNAL-UMWANDL.-EINRICHTG.
604: UMGEWANDELTES BILDSIGNAL
620: BILDERZEUGUNGS-EINRICHTUNG
610:LCP
905: LICHT
630: LICHTMODULIERTES BILD
640
BILDUMWANDL.-EINRICHTUNG
660: UMGEWANDELTES BILD

Fig.66

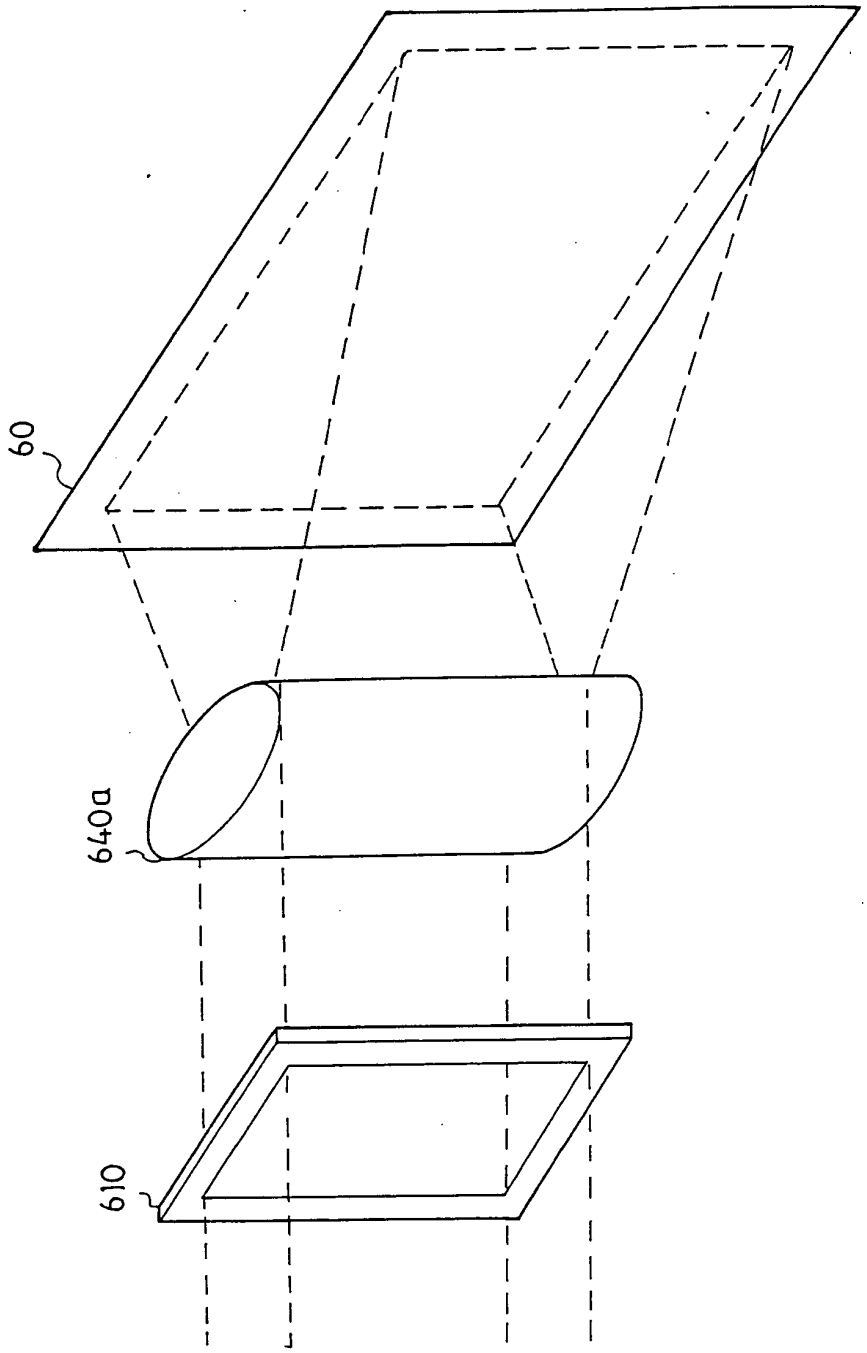


Fig.67

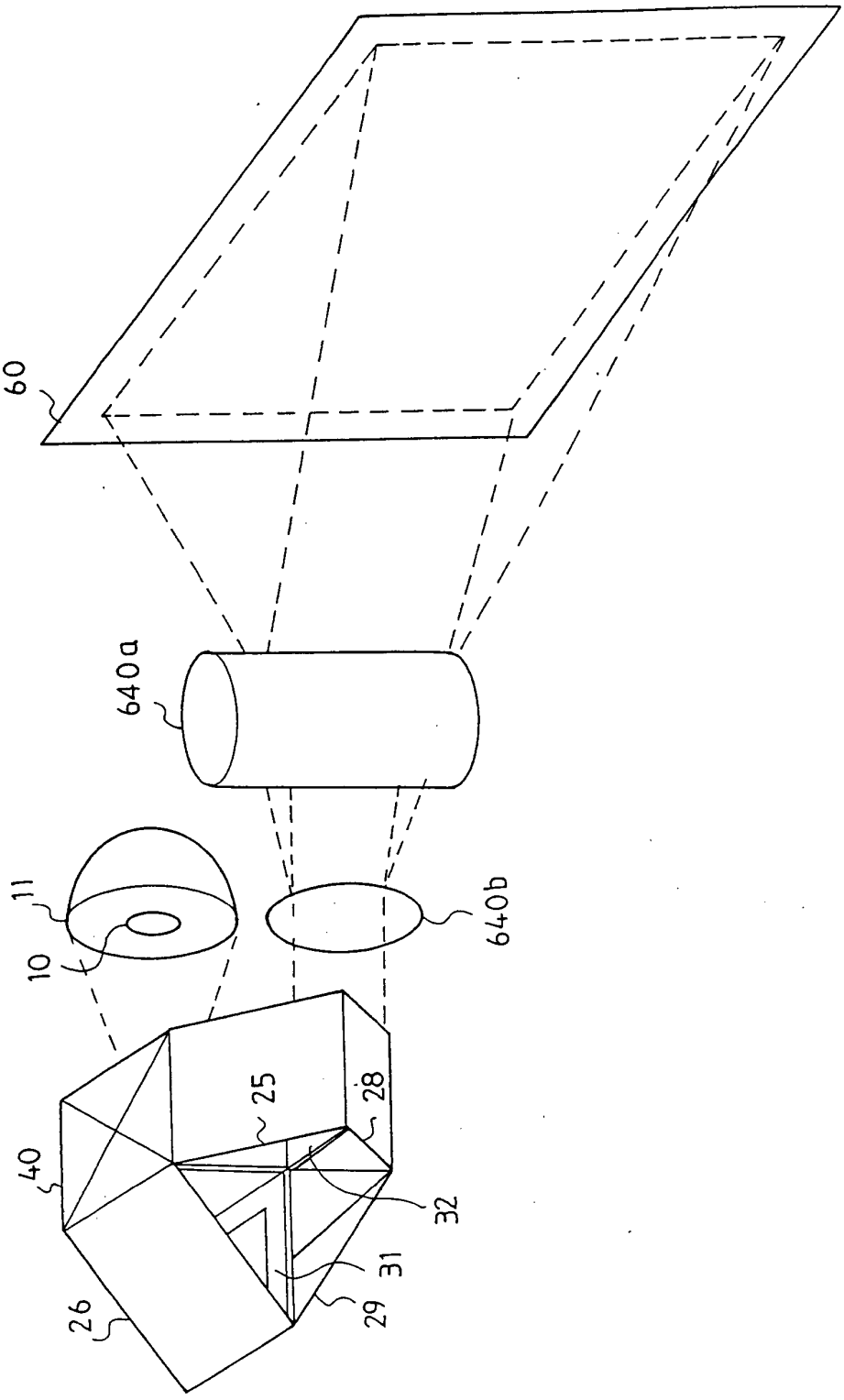


Fig.68

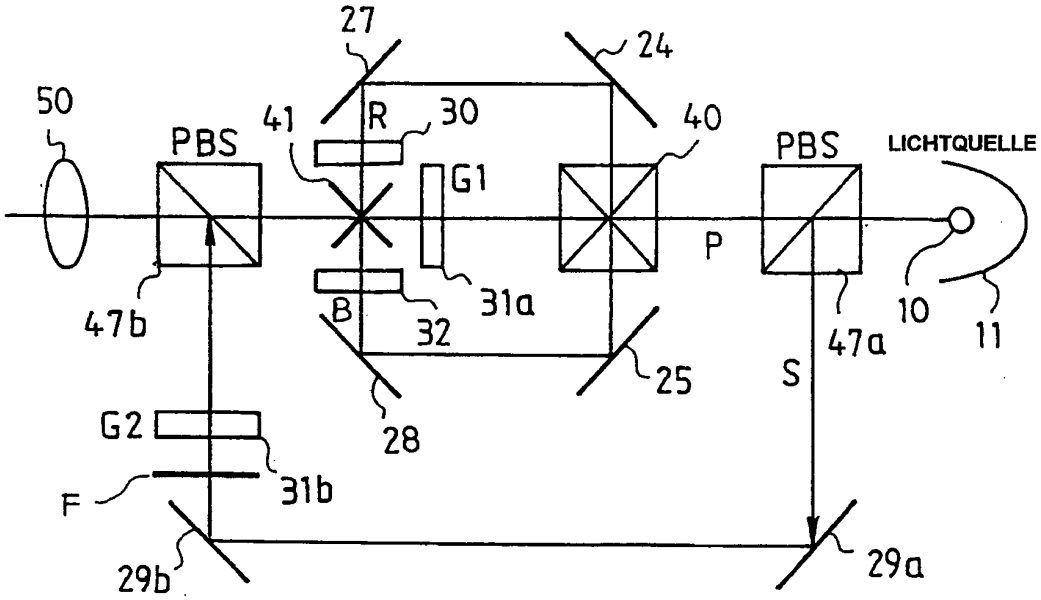
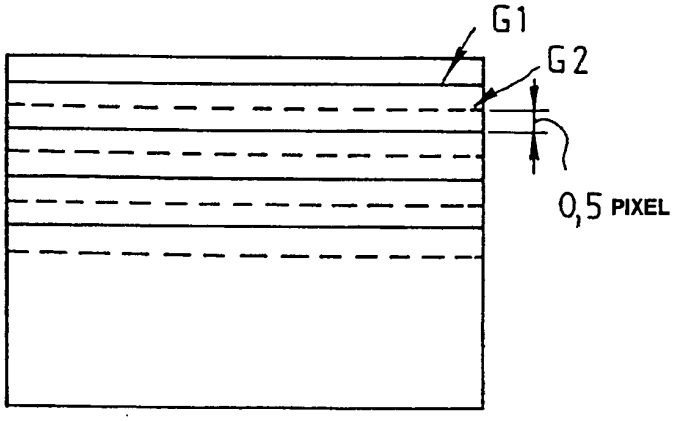

27
24
50
41
R
30
40
PBS
PBS
LICHTQUELLE
G1
P
47b
B
31a
32
10
11
47a
S
25
G2
28
31b
F
29b
29a

Fig.69


G1
G2
0,5 PIXEL

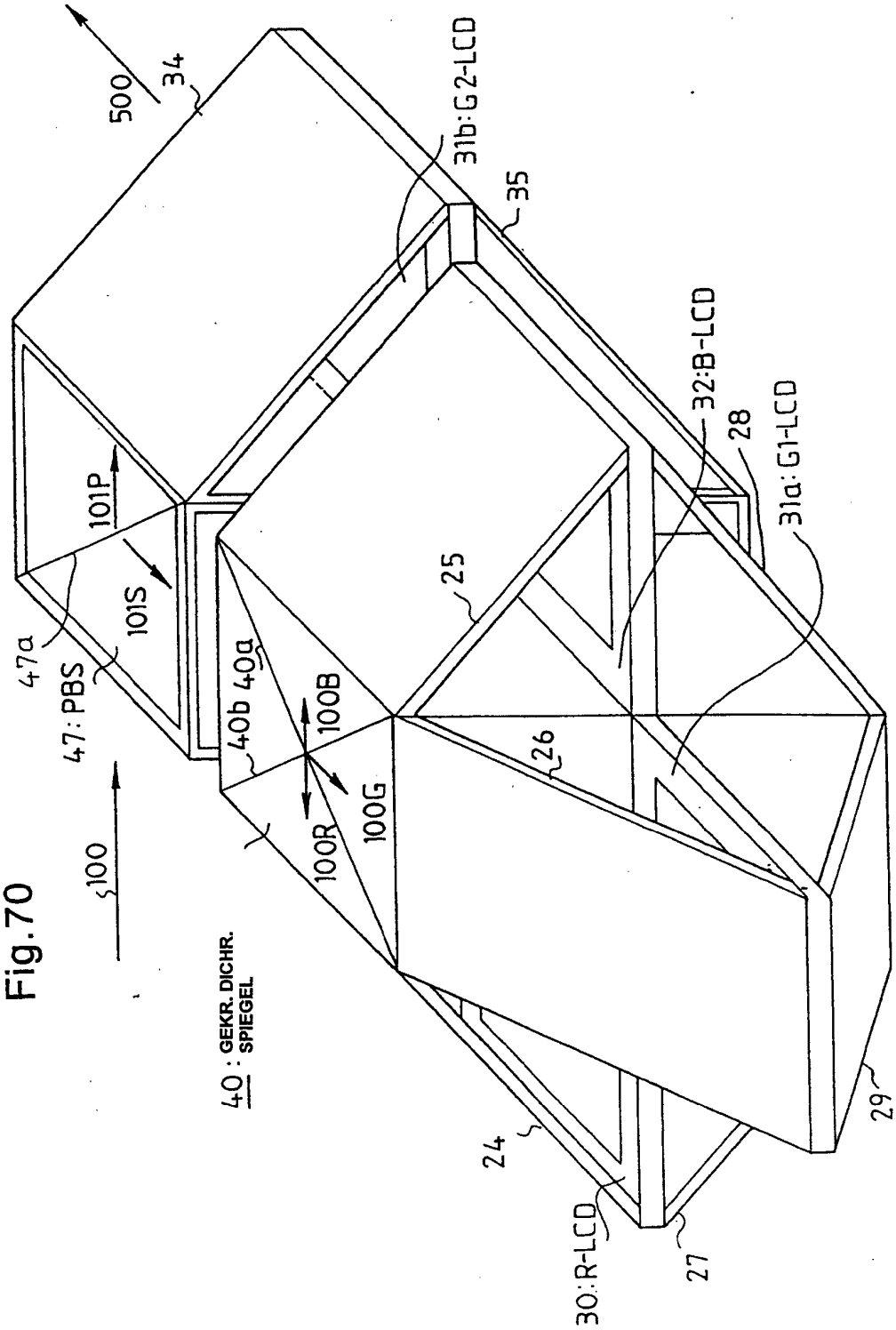

500
34
31b:G2-LCD
35
32:B-LCD
28
31a:G1-LCD
101P
101S
47a
47:PBS
40b
40a
100B
25
26
100G
100R
100
40 : GEKR. DICHR. SPIEGEL
24
30:R-LCD
27
29

Fig.70

Fig.71

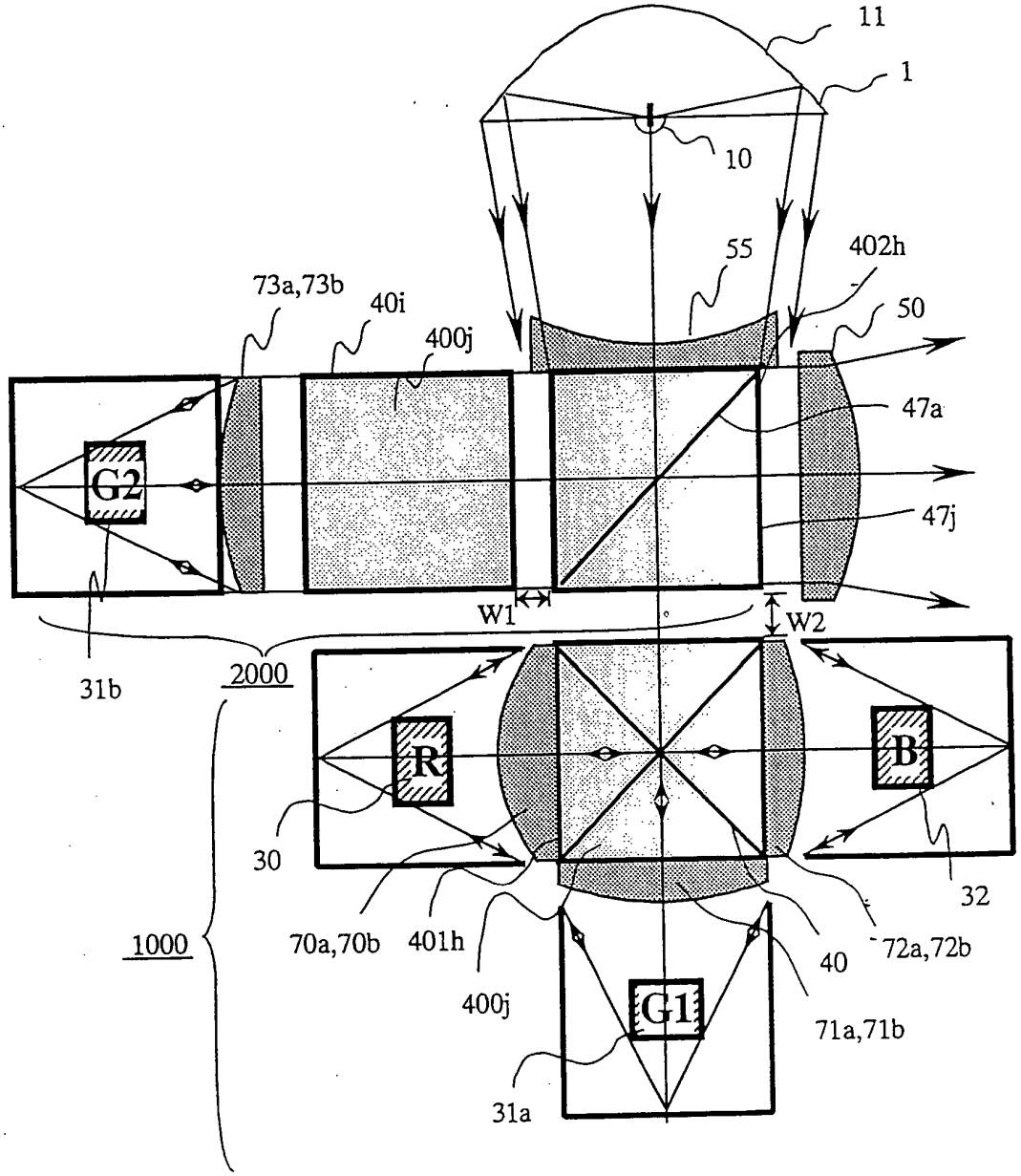

11
1
10
55
402h
73a,73b
40i
400j
50
47a
G2
47j
W1
W2
31b
2000
R
B
30
32
1000
70a,70b
401h
40
72a,72b
400j
G1
71a,71b
31a

Fig.72

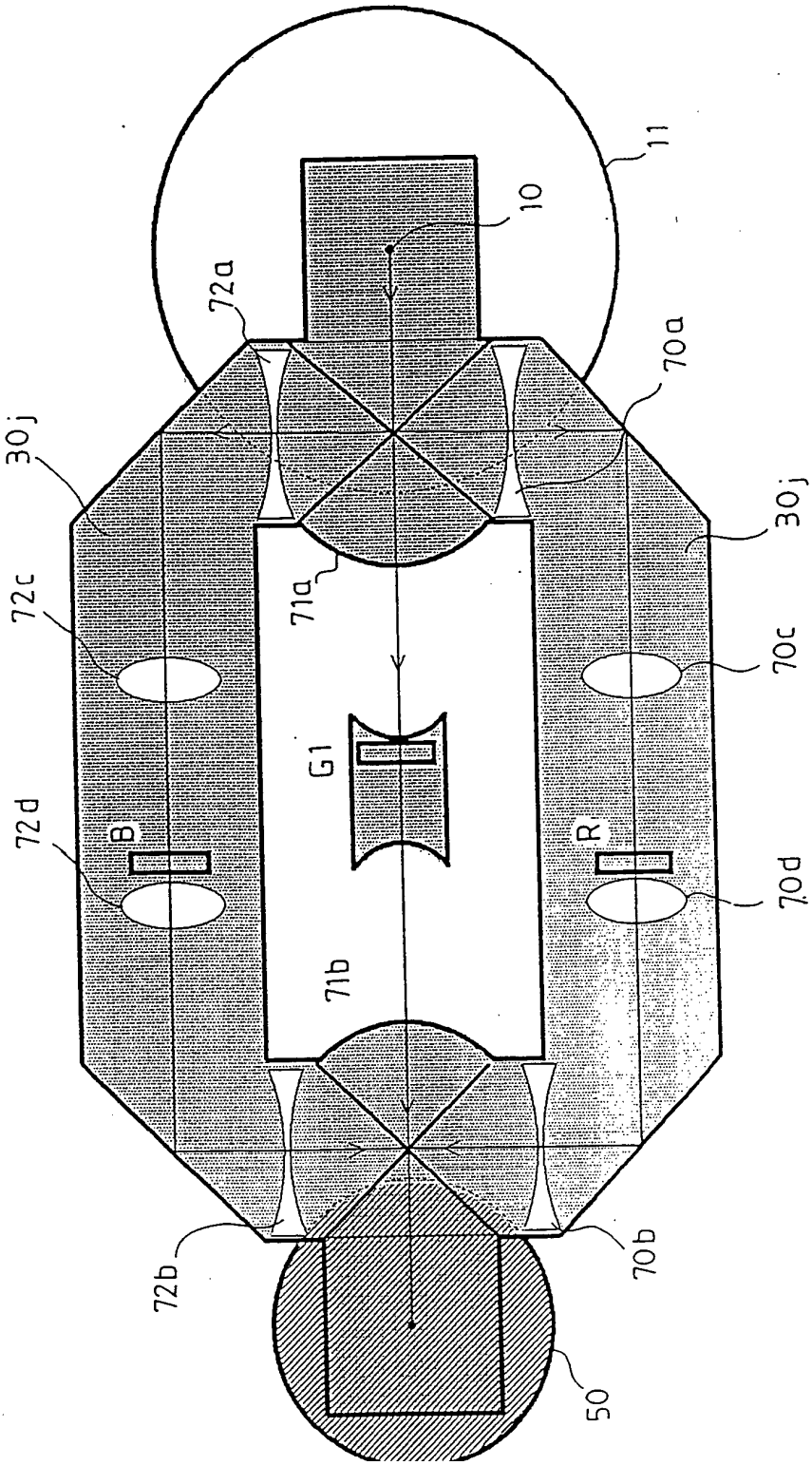


Fig.73

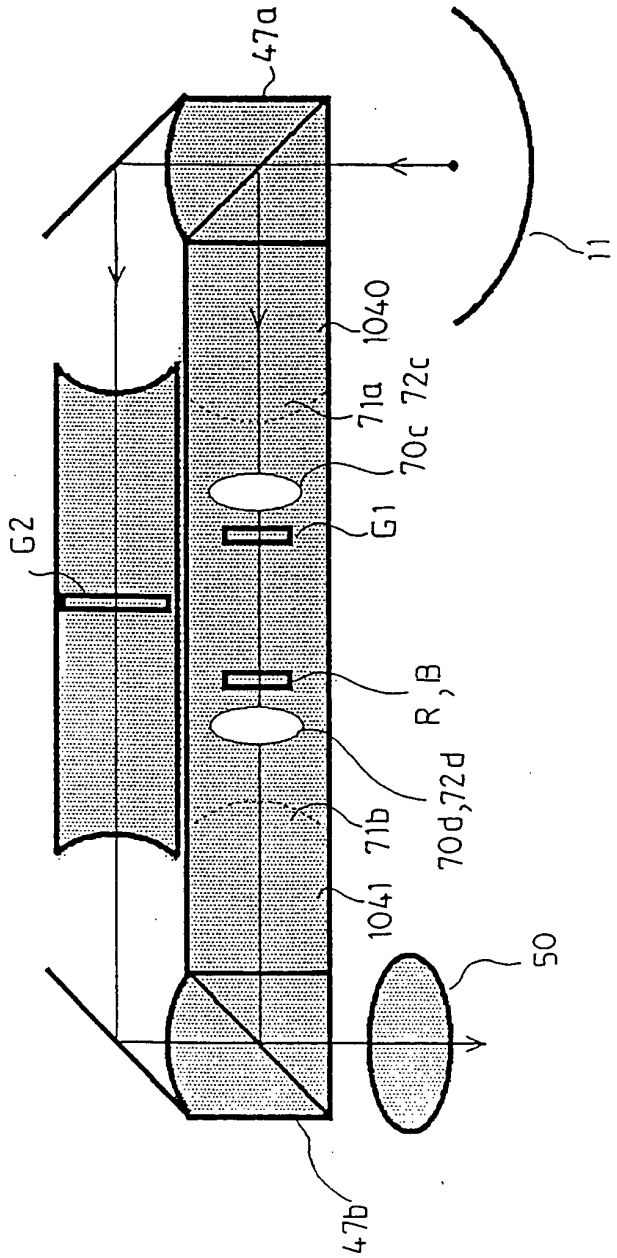


Fig.74

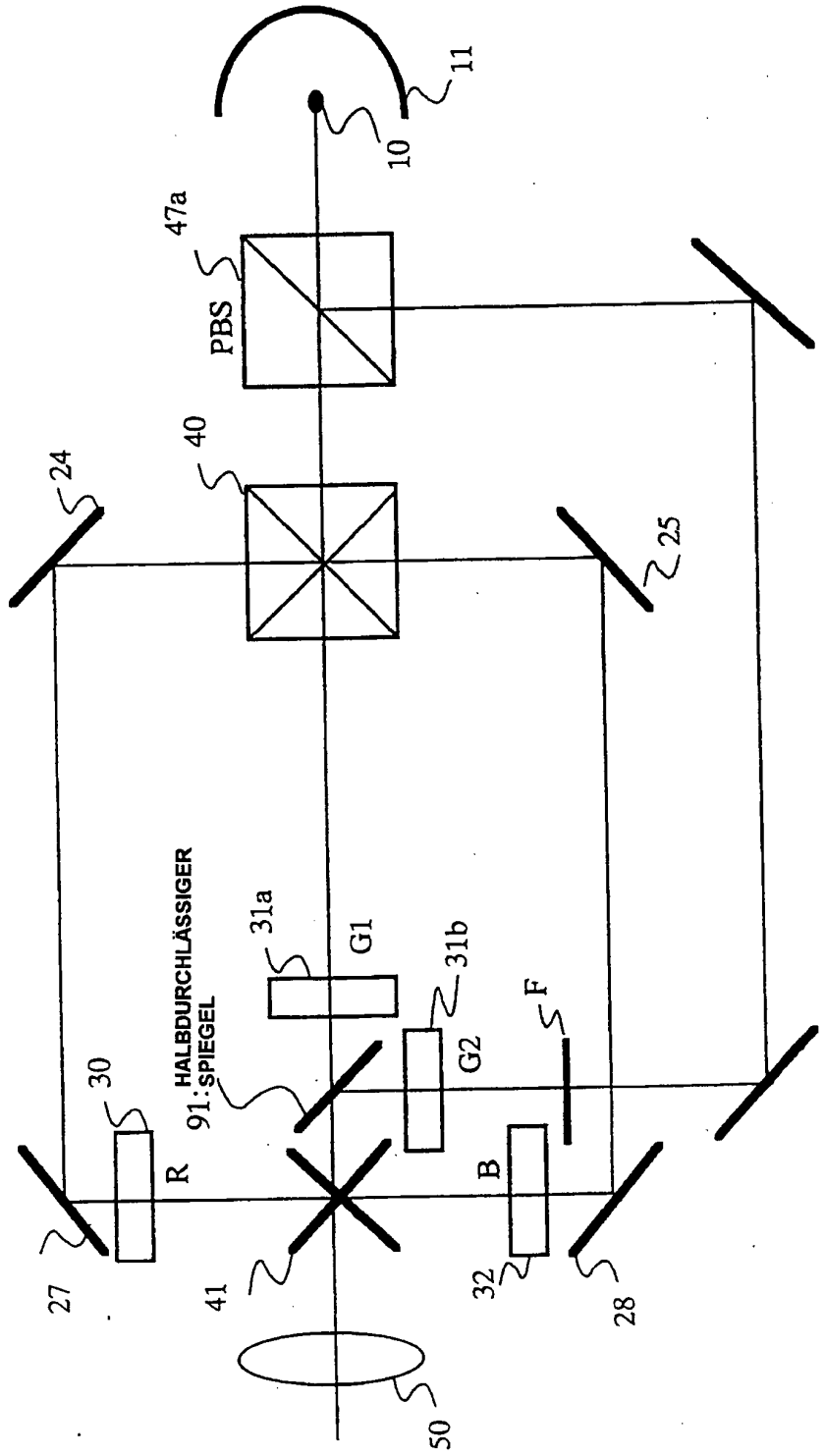

11
10
47a
PBS
40
24
25
HALBDURCHLÄSSIGER SPIEGEL
91:
31a
G1
31b
G2
F
30
R
B
27
41
32
28
50

Fig.75

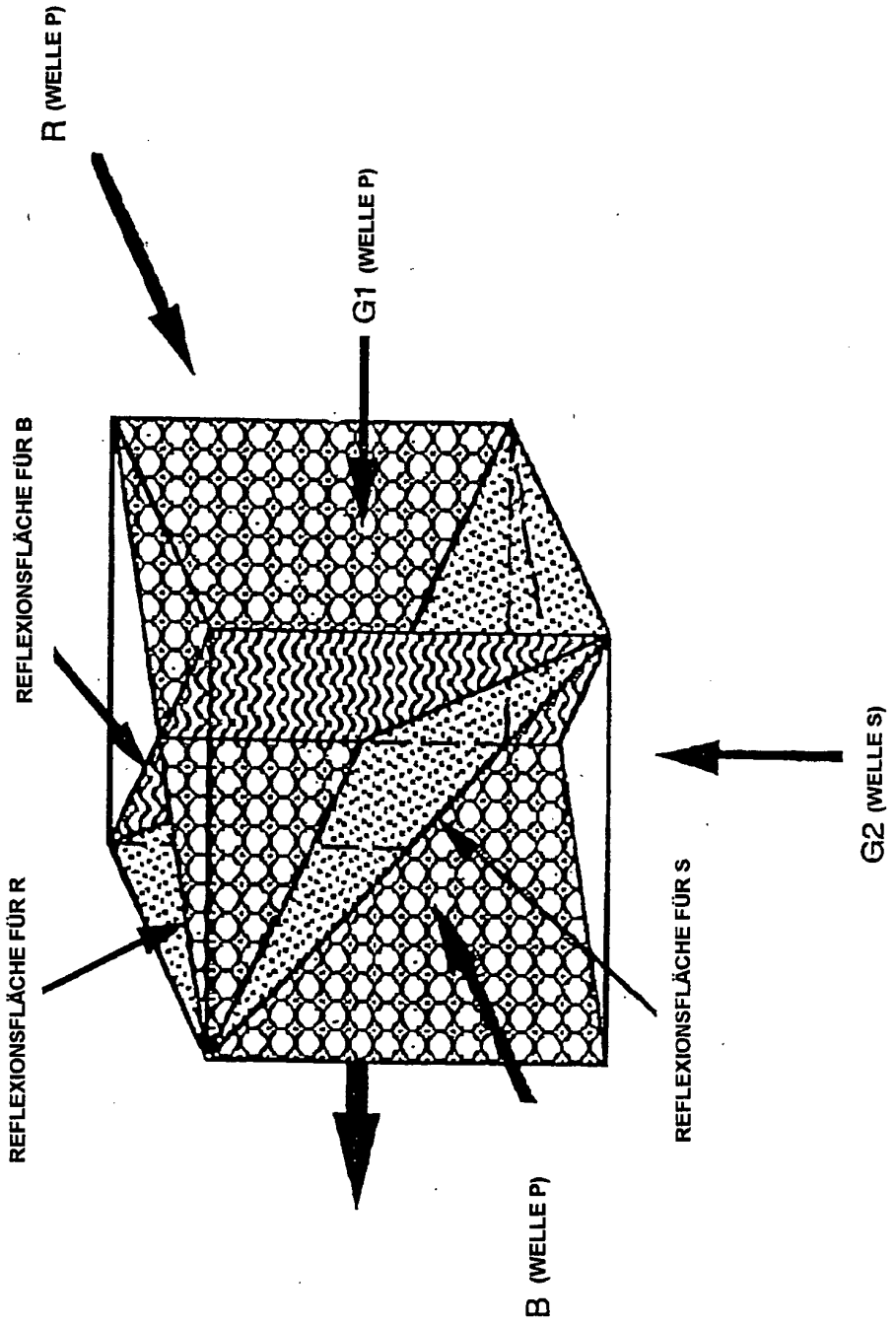

R (WELLE P)
G1 (WELLE P)
REFLEXIONSFLÄCHE FÜR B
REFLEXIONSFLÄCHE FÜR R
REFLEXIONSFLÄCHE FÜR S
G2 (WELLE S)
B (WELLE P)

Fig.76

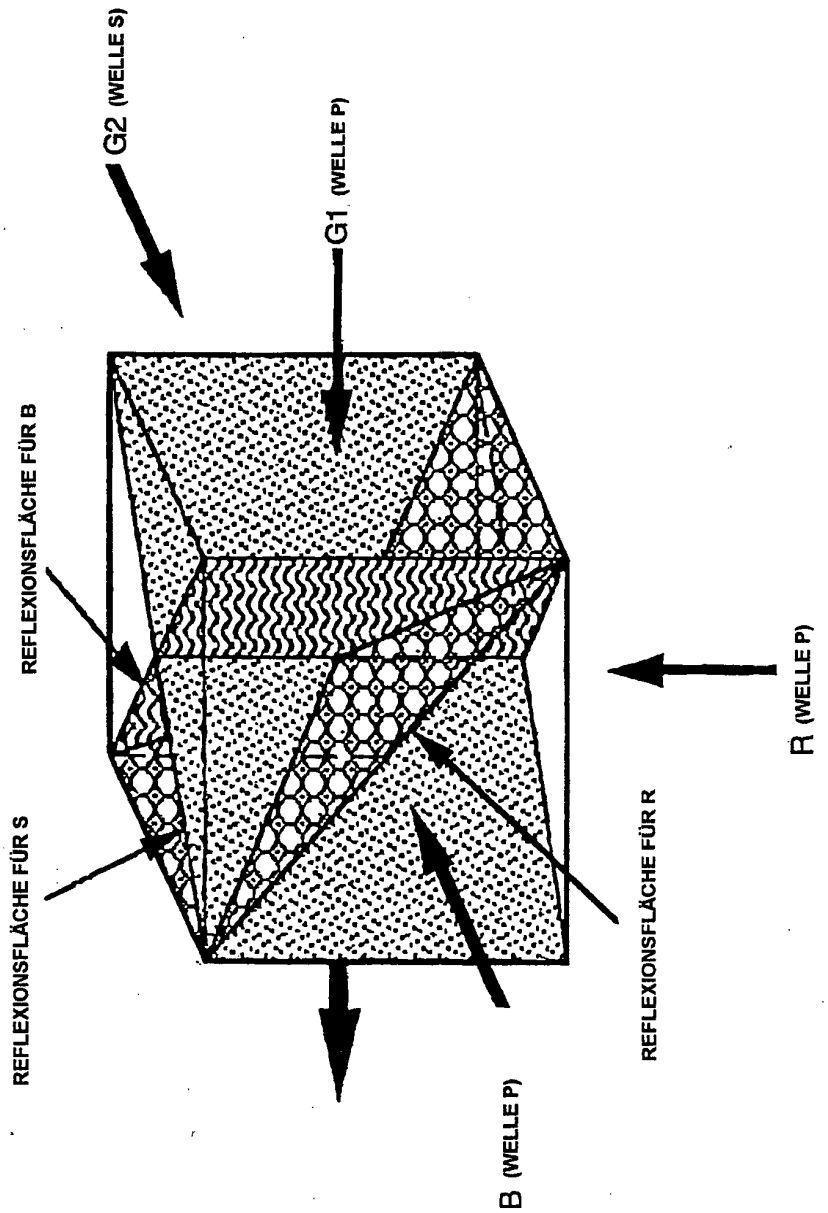

G2 (WELLE S)
G1 (WELLE P)
REFLEXIONSFLÄCHE FÜR B
REFLEXIONSFLÄCHE FÜR S
REFLEXIONSFLÄCHE FÜR R
R (WELLE P)
B (WELLE P)

Fig.77

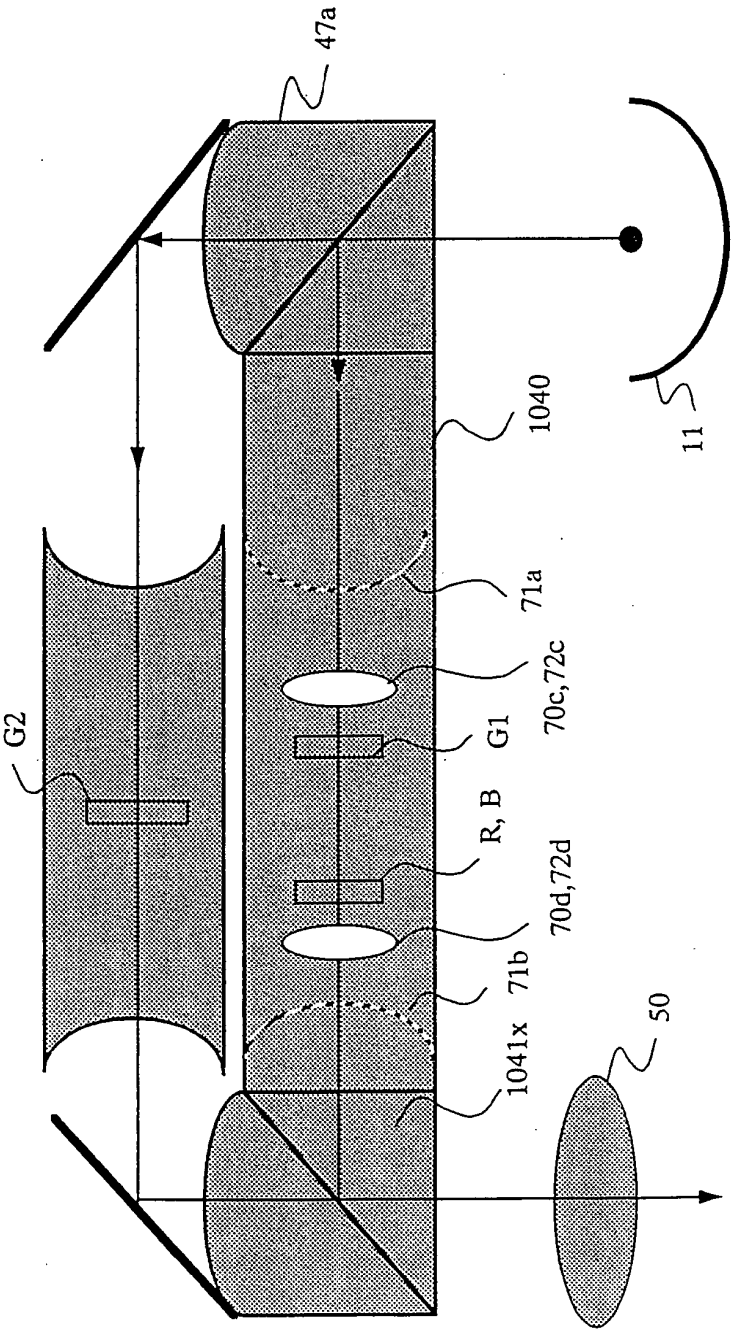


Fig.78

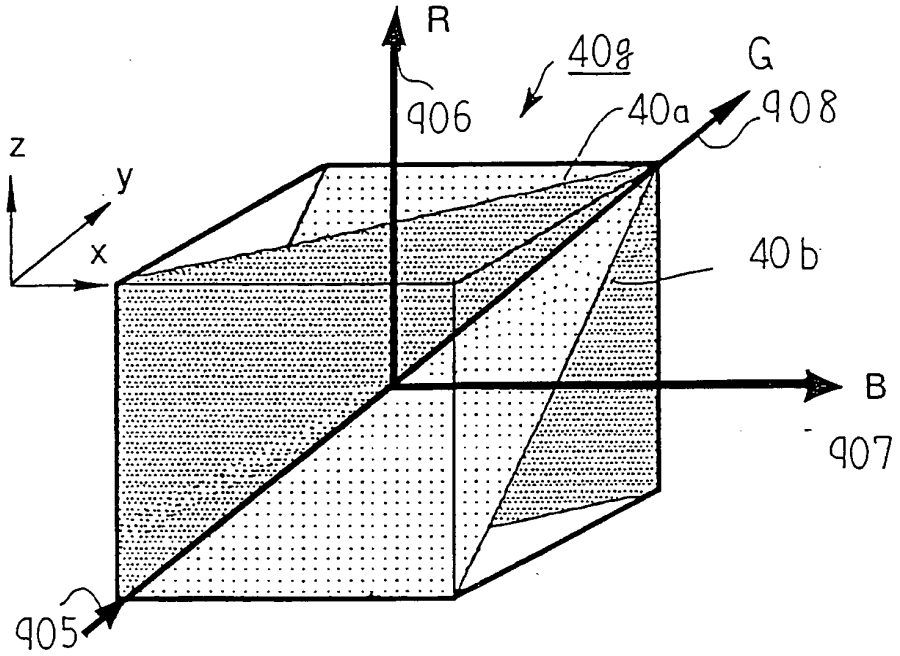

R
40g
G
906
40a
908
z
y
x
40b
B
907
905

Fig.79

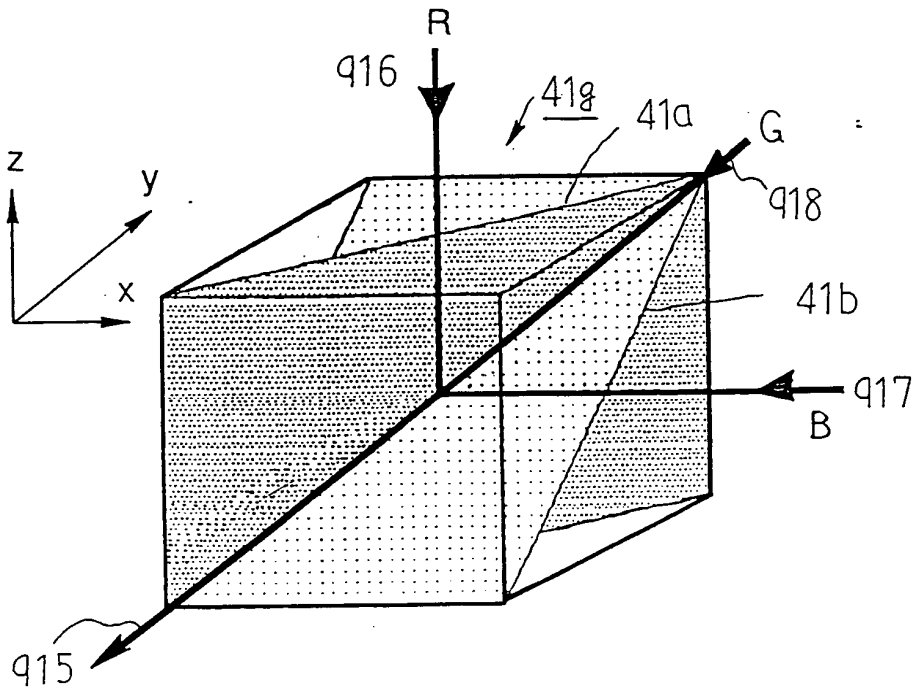

R
916
41g
41a
G
z
y
918
x
41b
917
B
915

Fig.80

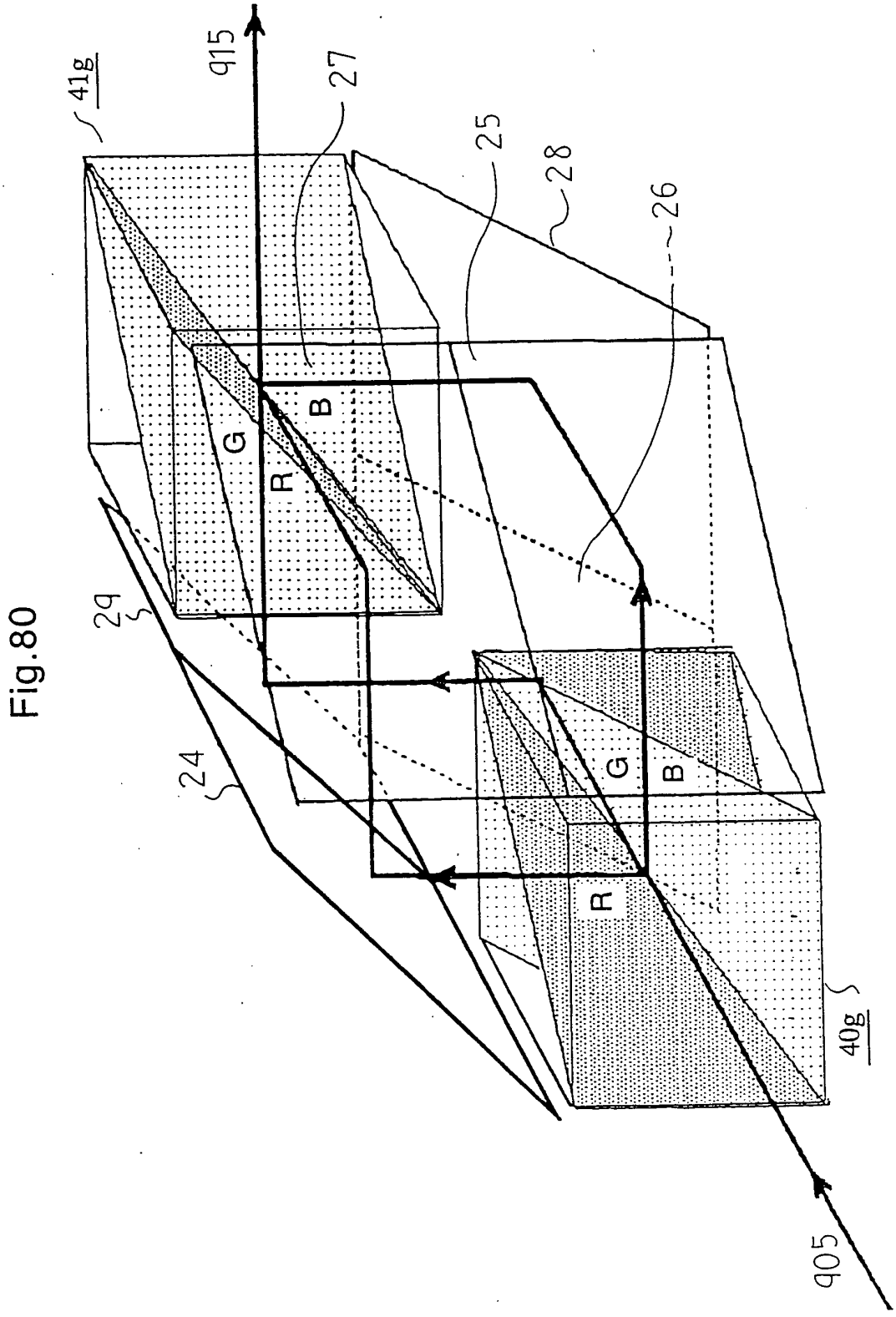


Fig.81

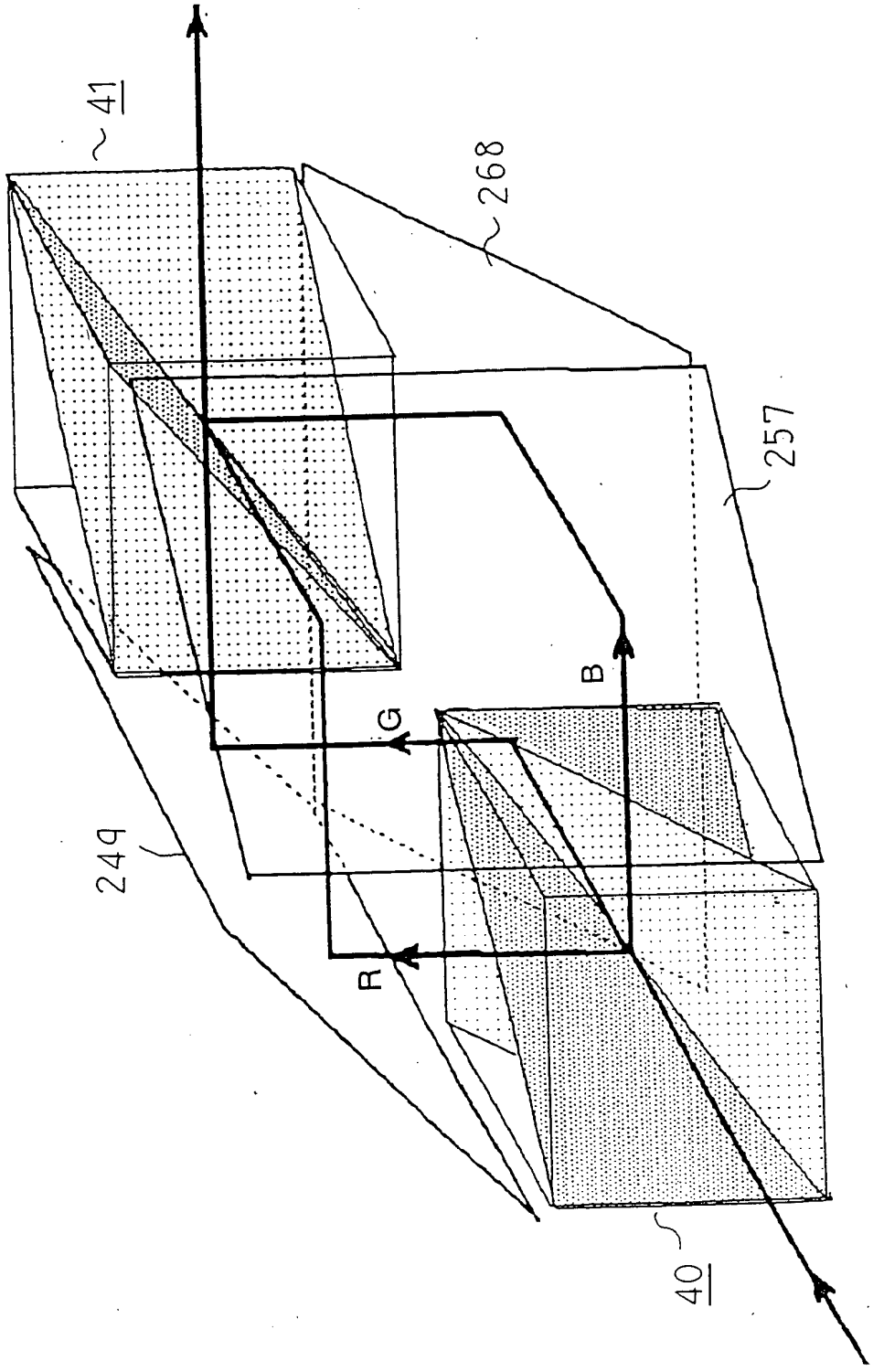


Fig.82

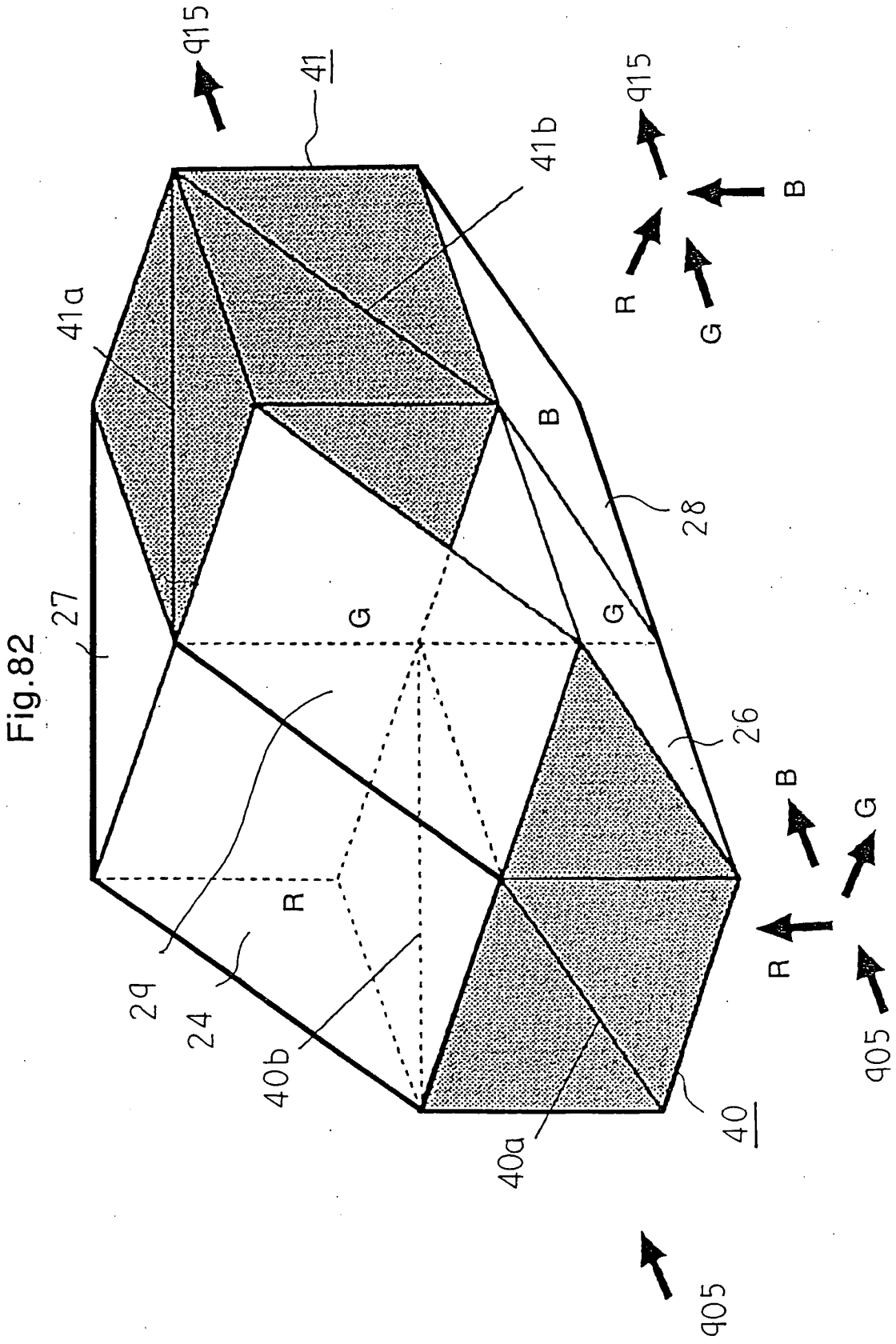


Fig.83

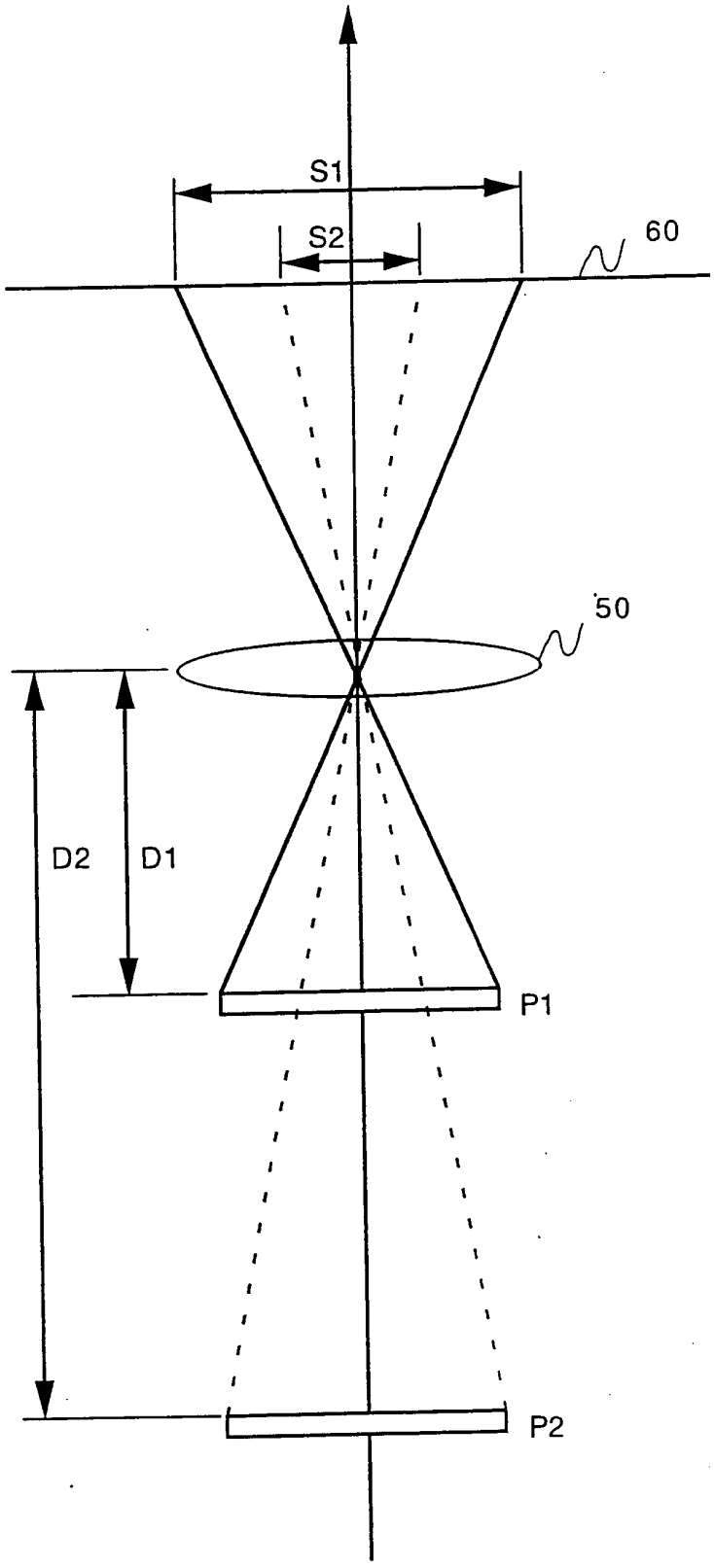


Fig.84

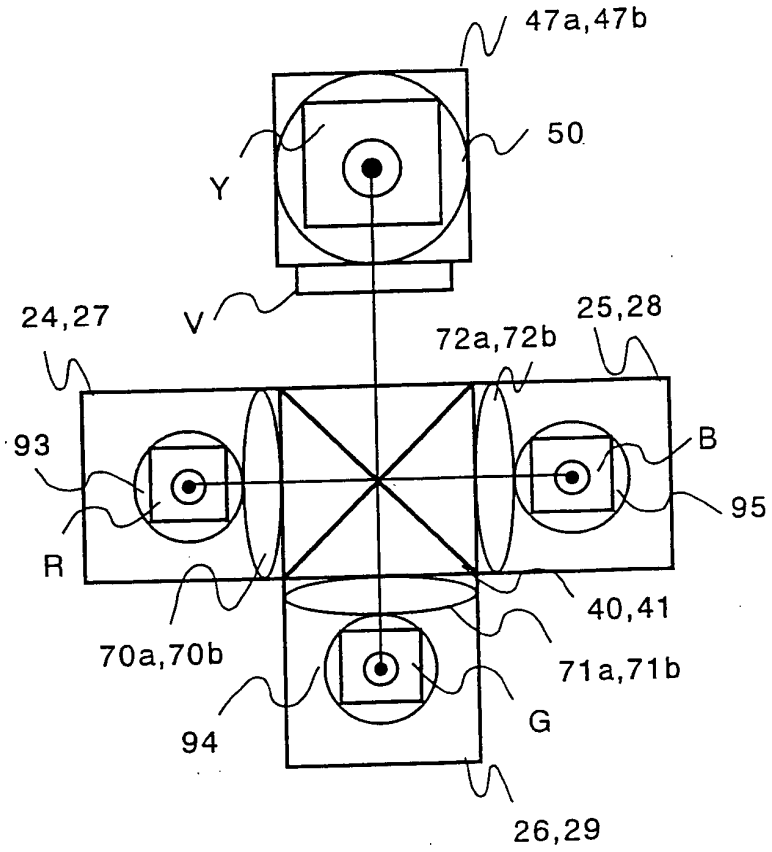

47a,47b
50
Y
V
24,27
25,28
72a,72b
93
B
95
R
40,41
70a,70b
71a,71b
94
G
26,29

Fig.85

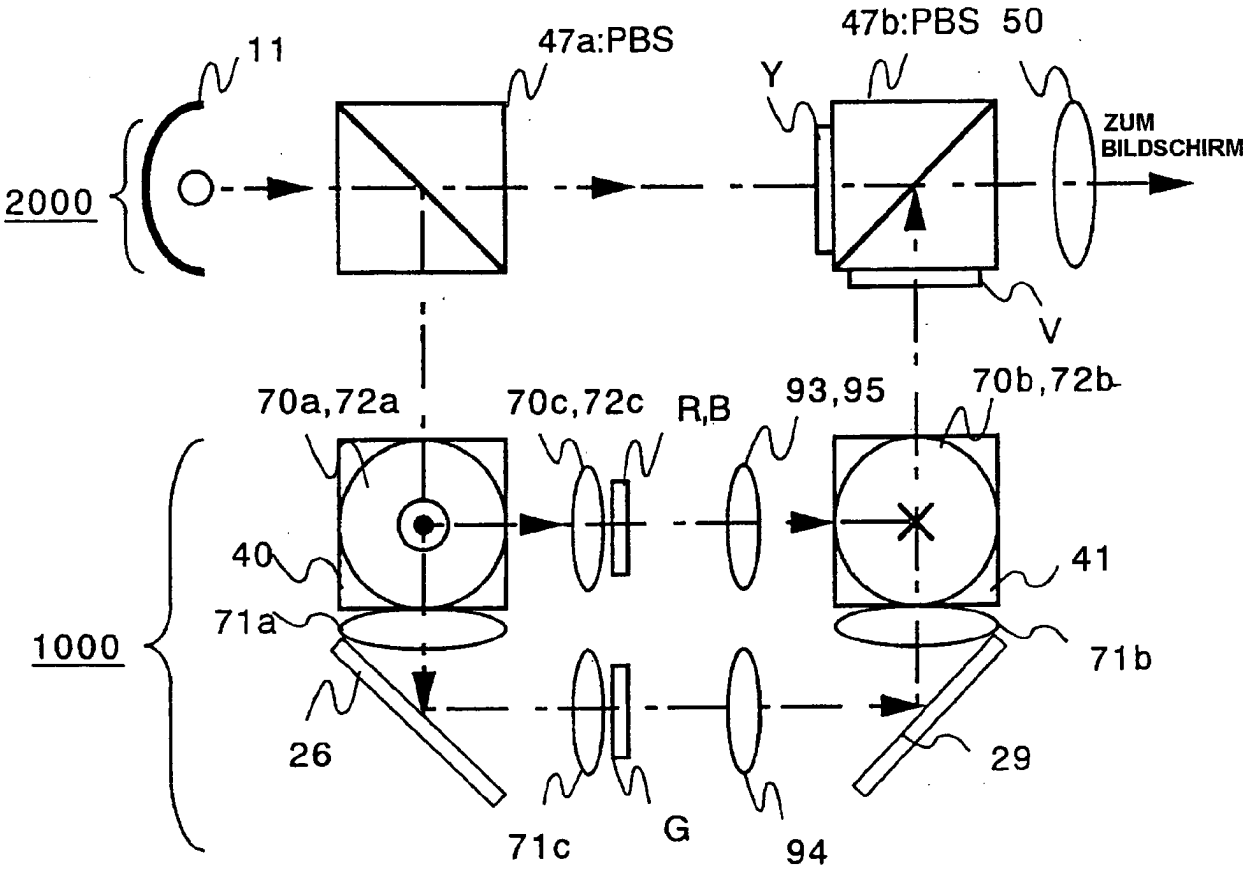

11
47a:PBS
47b:PBS
50
Y
ZUM
BILDSCHIRM
2000
V
70a,72a
70c,72c
R,B
93,95
70b,72b
40
41
71a
71b
1000
26
29
71c
G
94

Fig.86

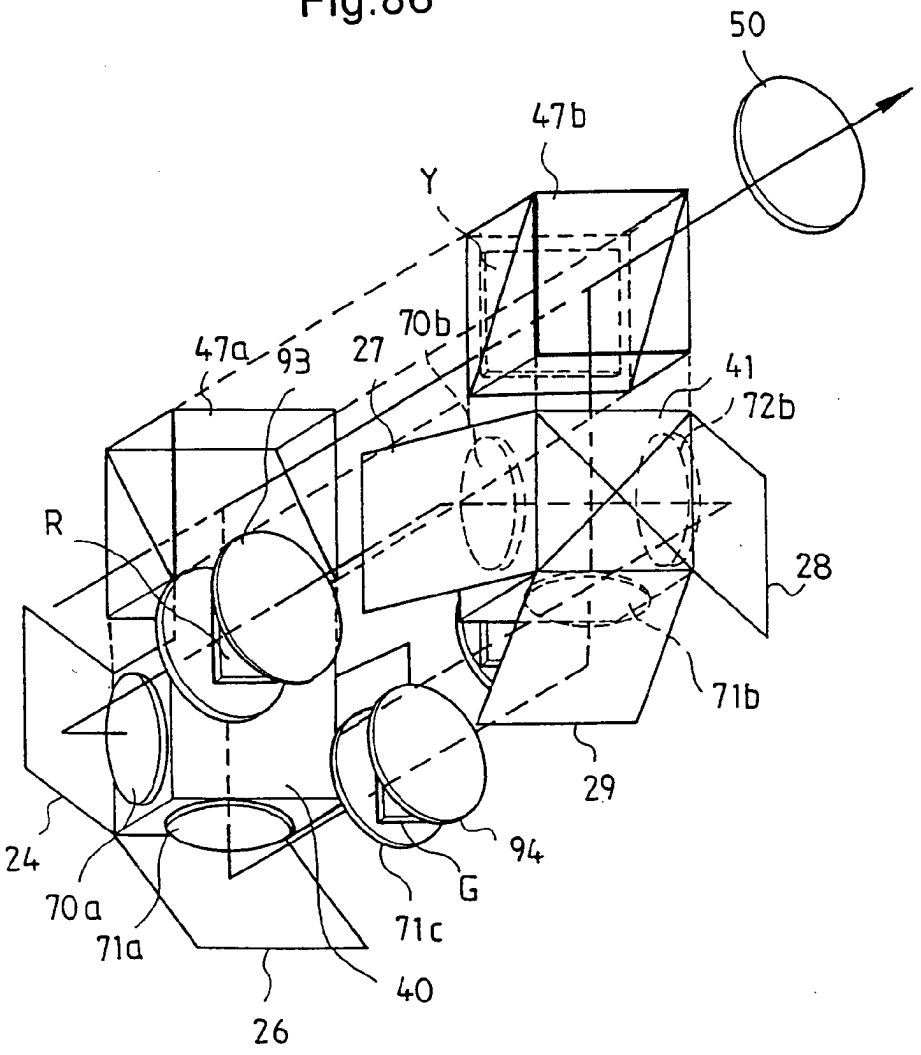


Fig.87

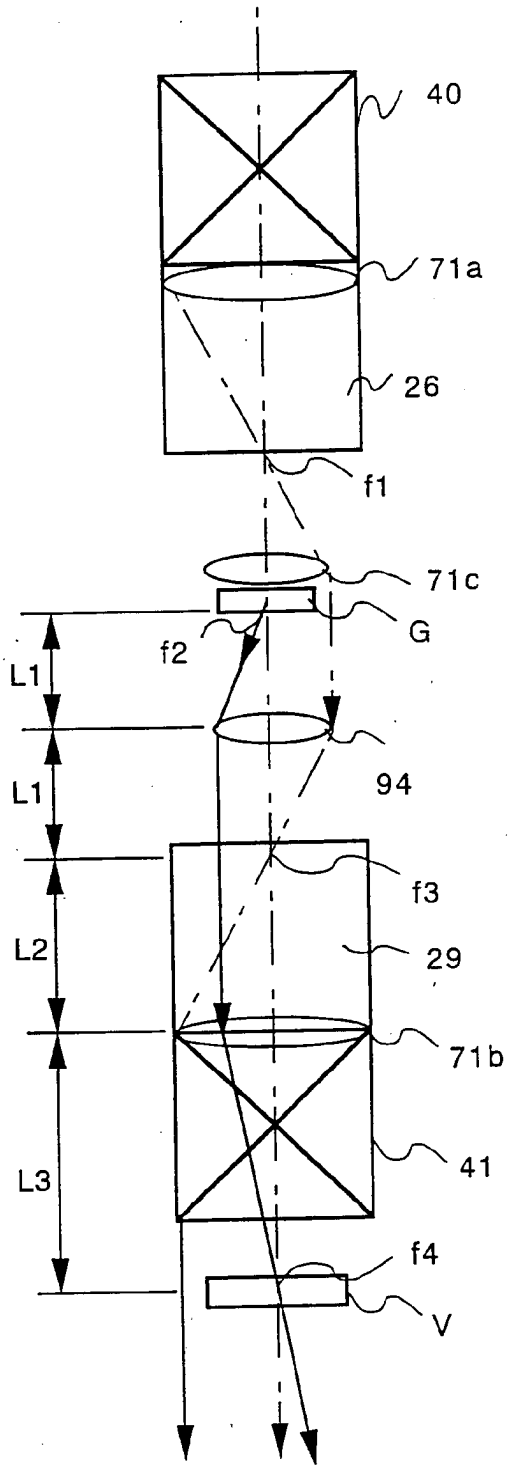


Fig.88

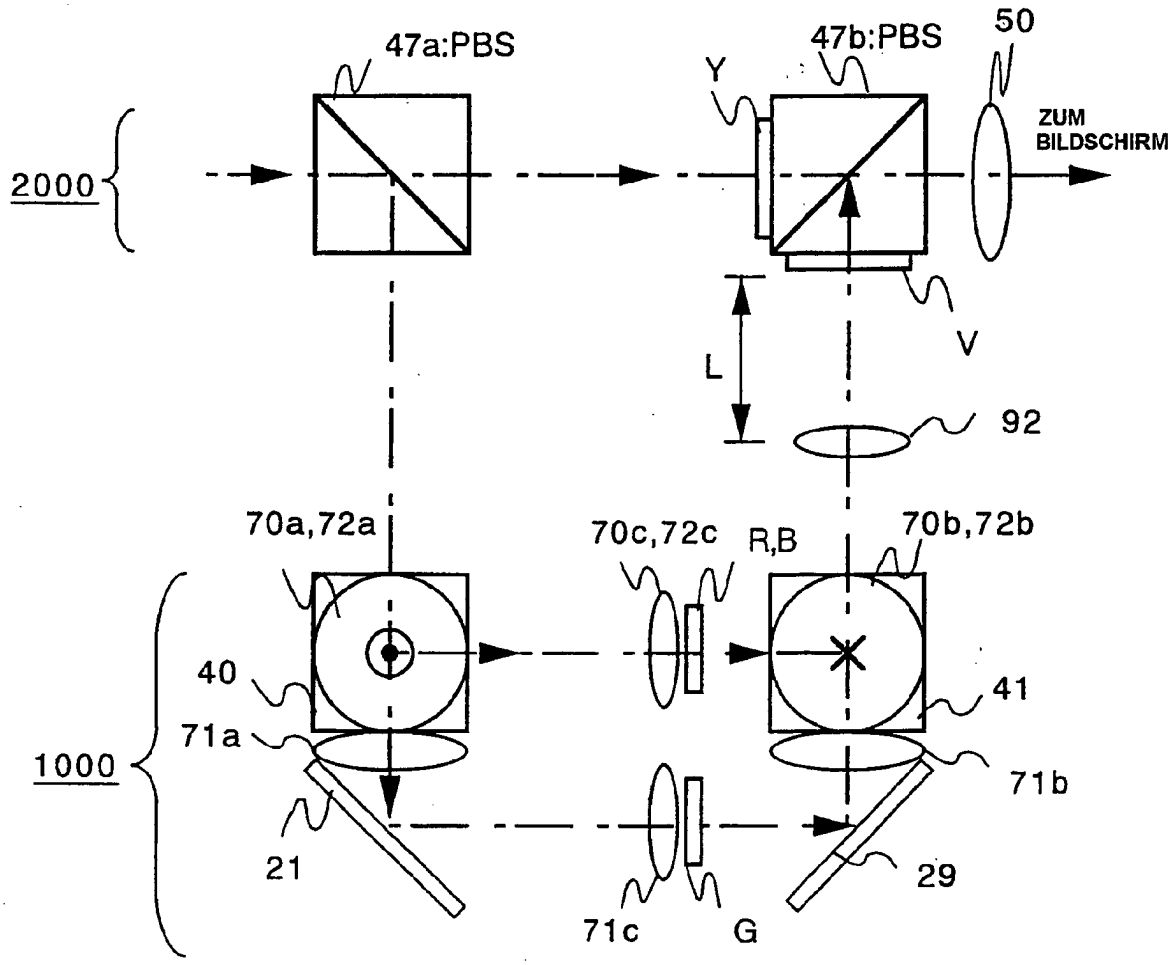
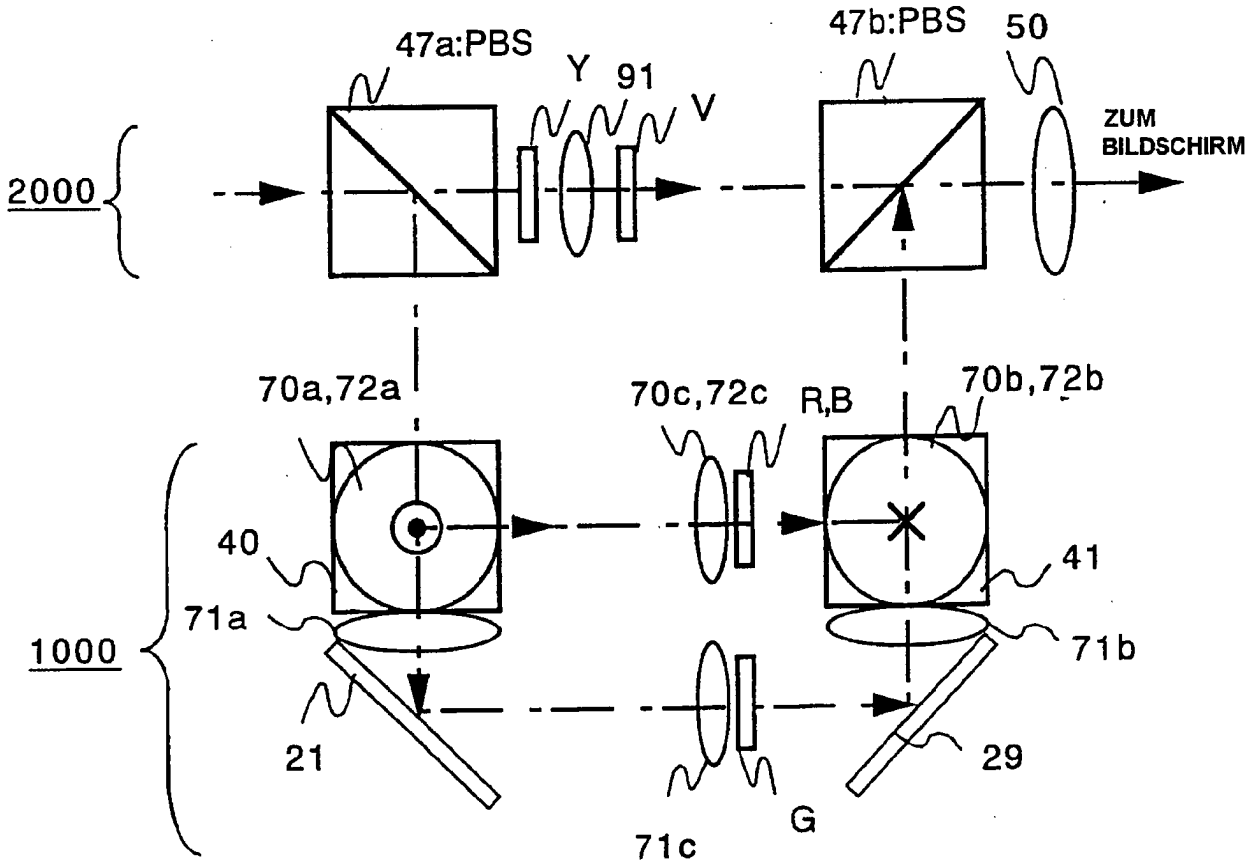

47a:PBS
47b:PBS
50
Y
ZUM
BILDSCHIRM
2000
V
L
92
70a,72a
70c,72c
R,B
70b,72b
40
41
71a
71b
1000
21
29
71c
G

Fig.89


47a:PBS
Y
91
V
47b:PBS
50
ZUM
BILDSCHIRM
2000
70a,72a
70c,72c
R,B
70b,72b
40
41
71a
71b
1000
21
29
71c
G

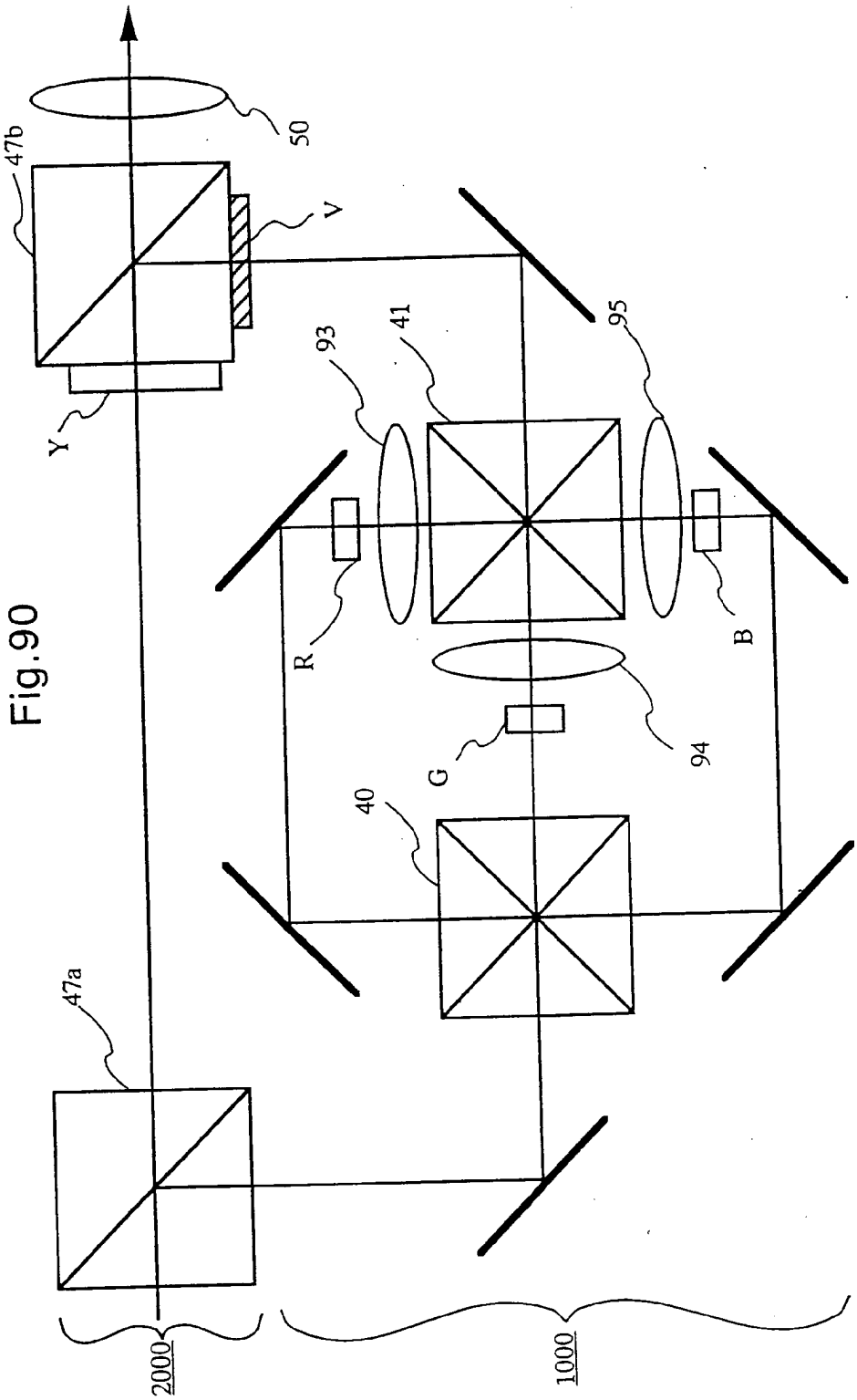


Fig.90

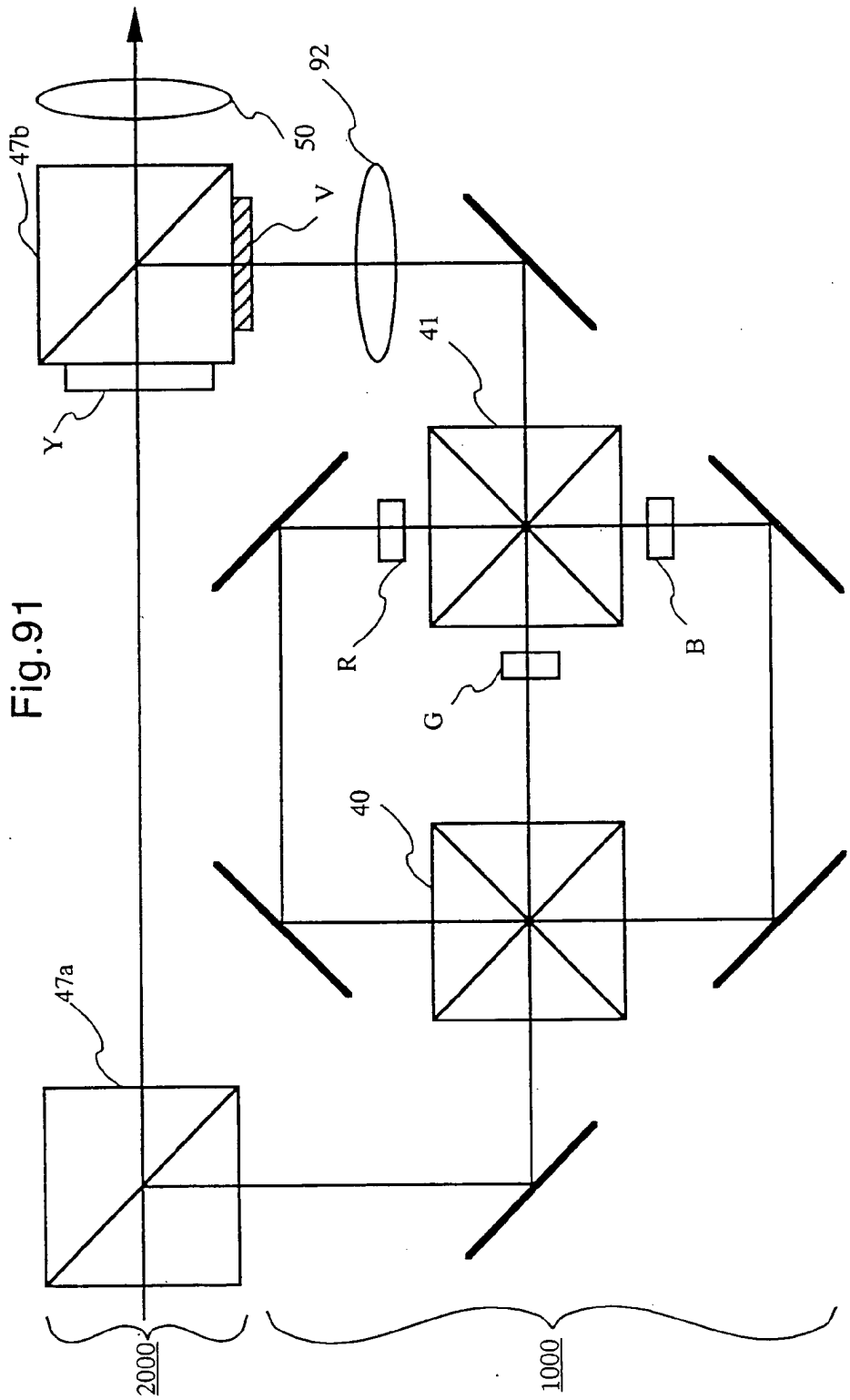


Fig.91

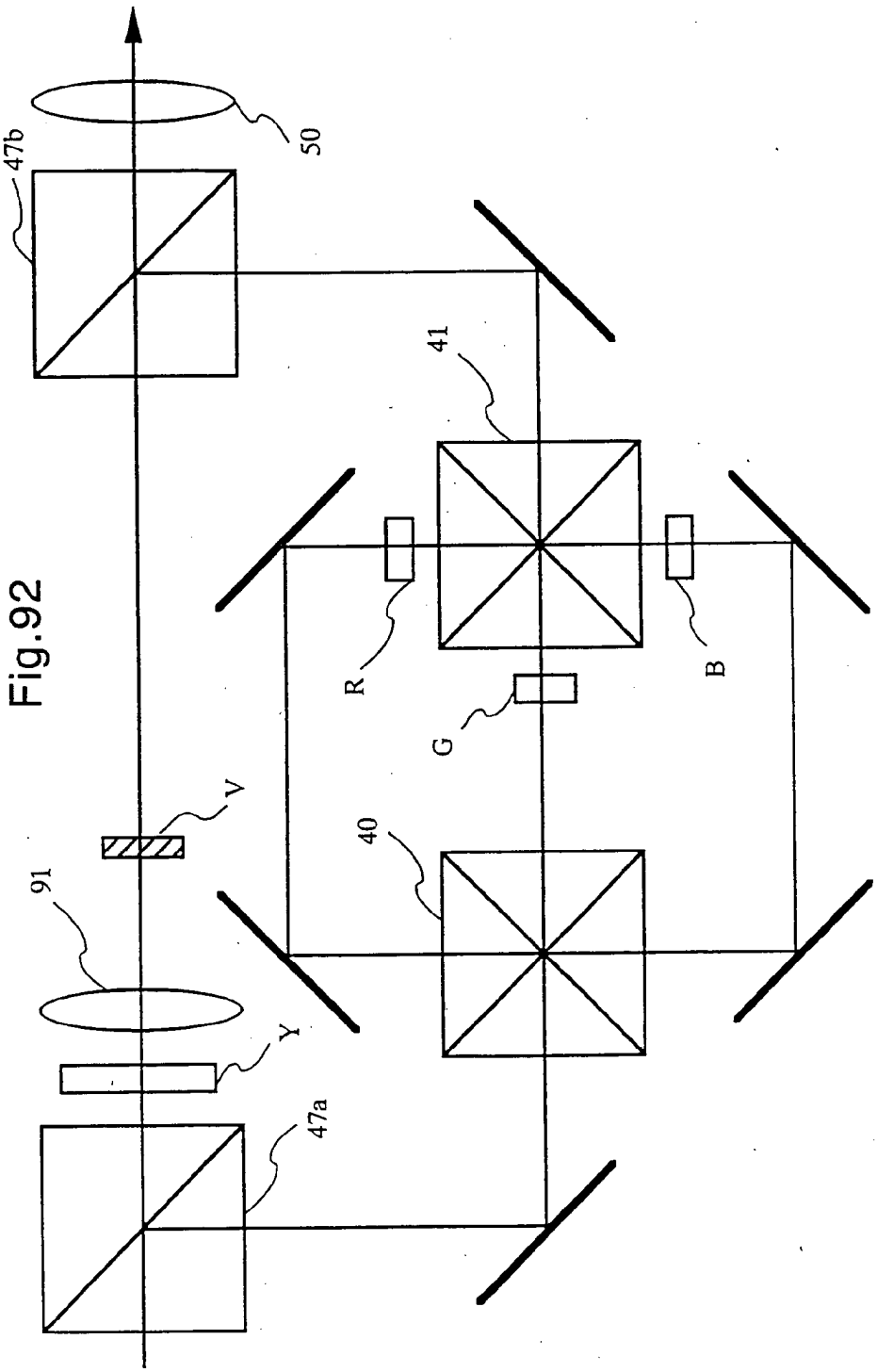


Fig.92

Fig.93

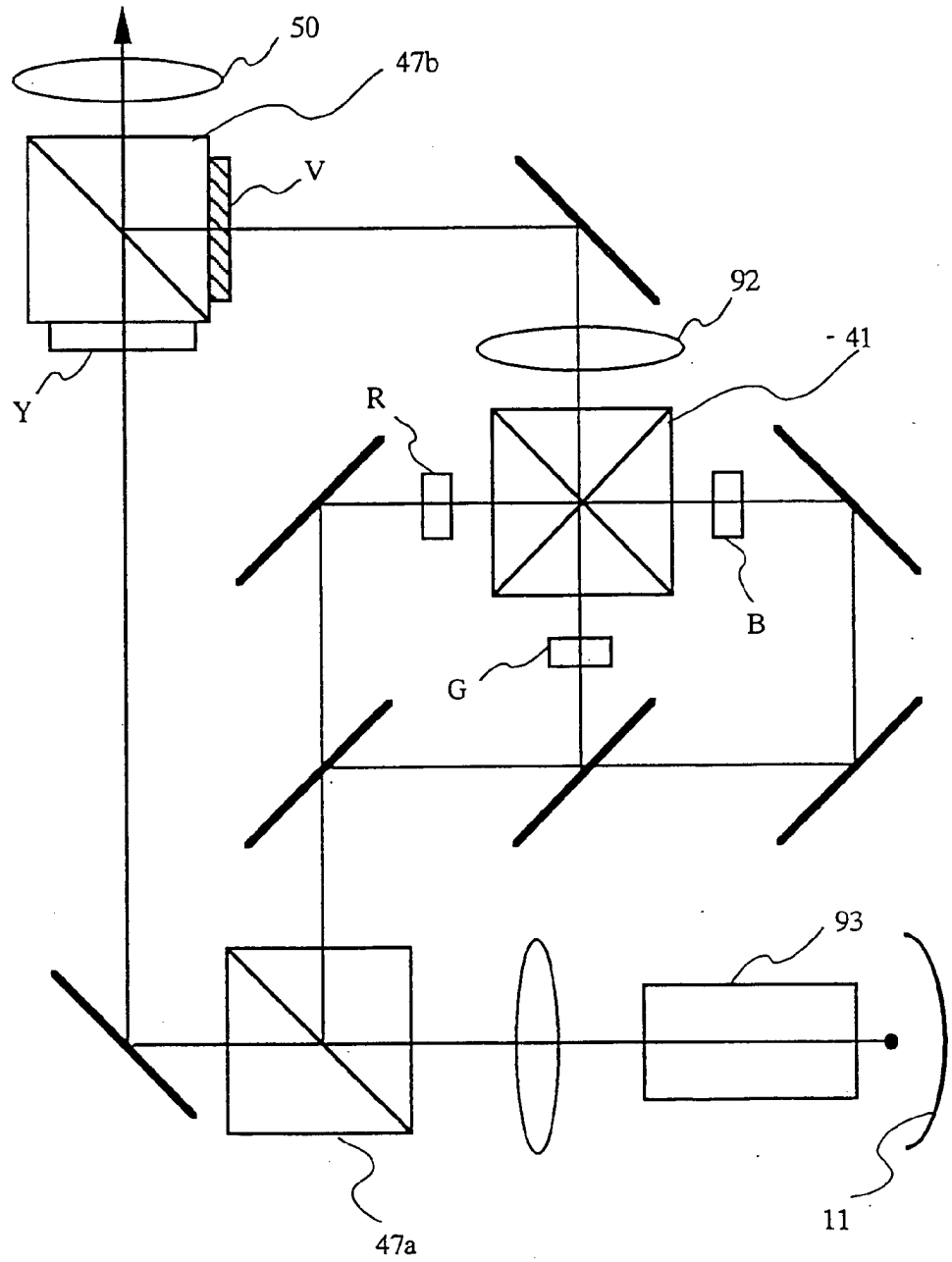


Fig.94

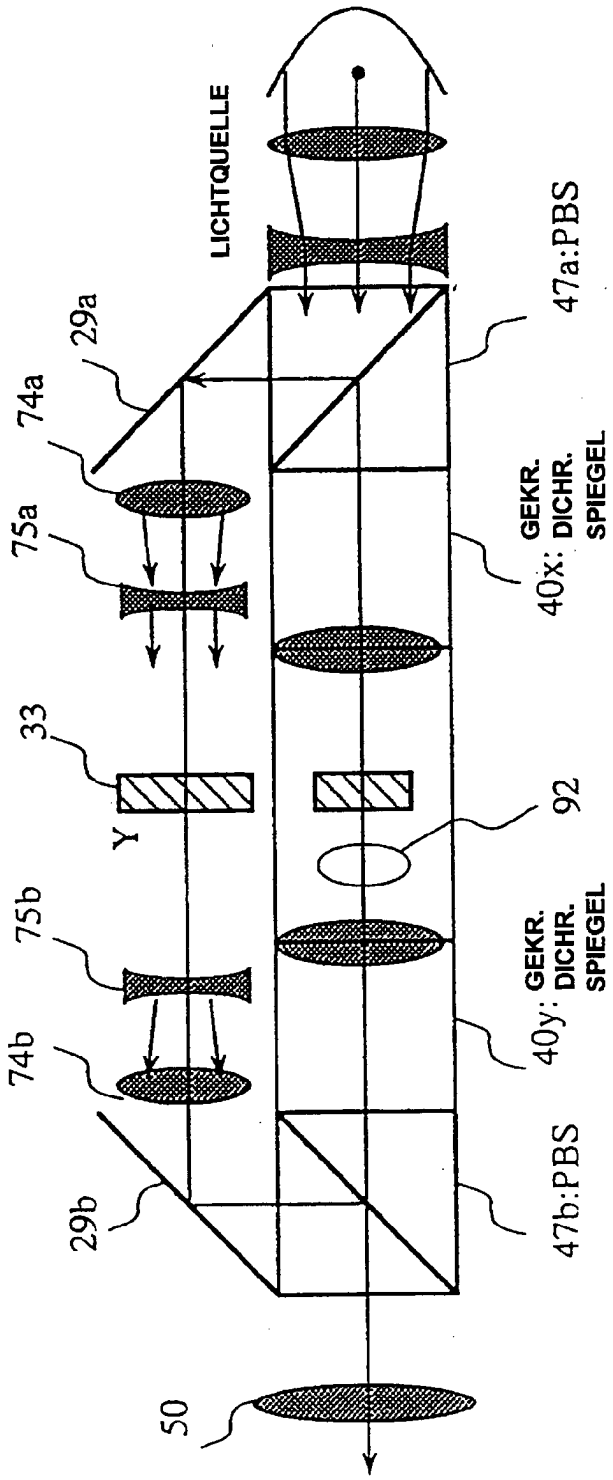

LICHTQUELLE
47a:PBS
29a
74a
75a
GEKR. DICHR. SPIEGEL
40x:
33
Y
92
75b
74b
GEKR. DICHR. SPIEGEL
40y:
29b
47b:PBS
50

Fig.95

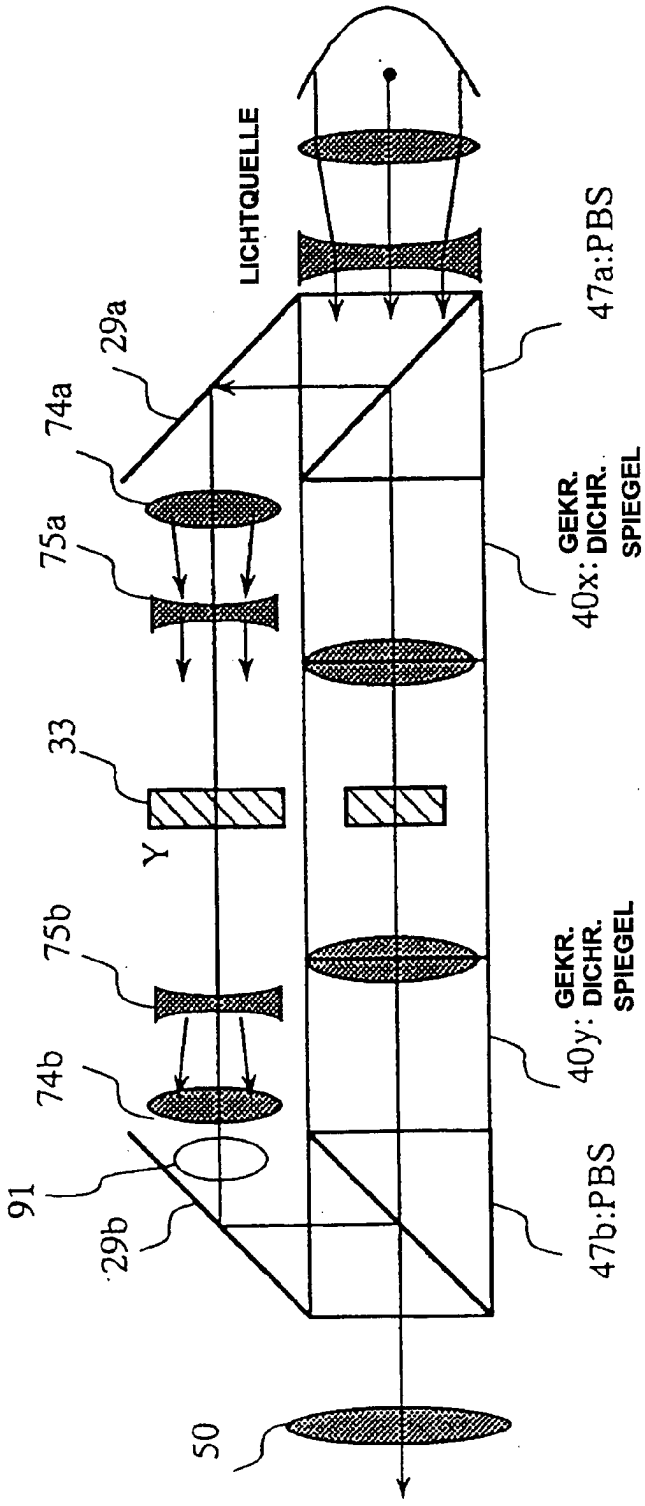

LICHTQUELLE
47a:PBS
29a
74a
75a
GEKR. DICHR. SPIEGEL
40x:
33
Y
75b
74b
GEKR. DICHR. SPIEGEL
40y:
91
47b:PBS
29b
50

Fig.96

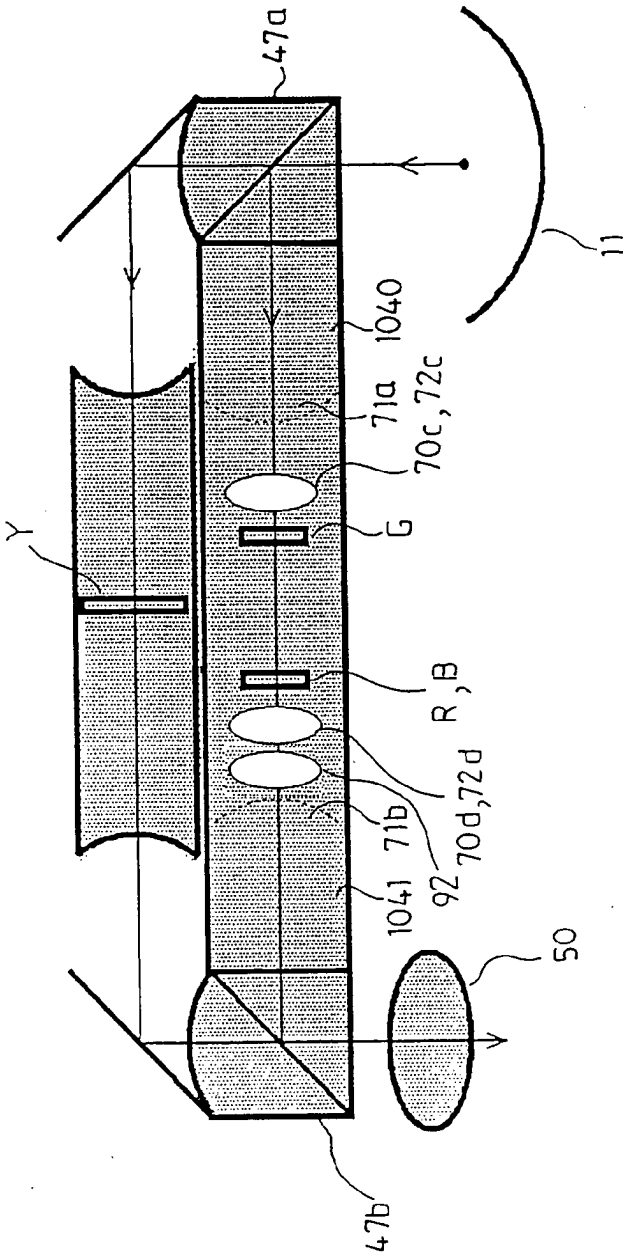


Fig.97

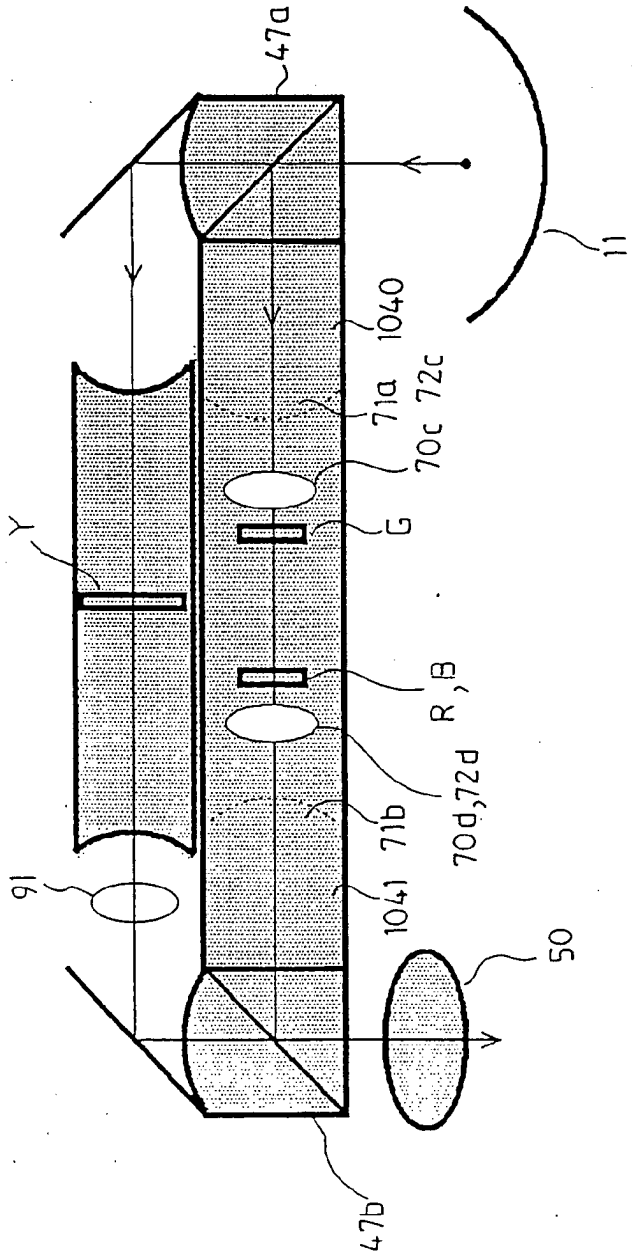


Fig.98

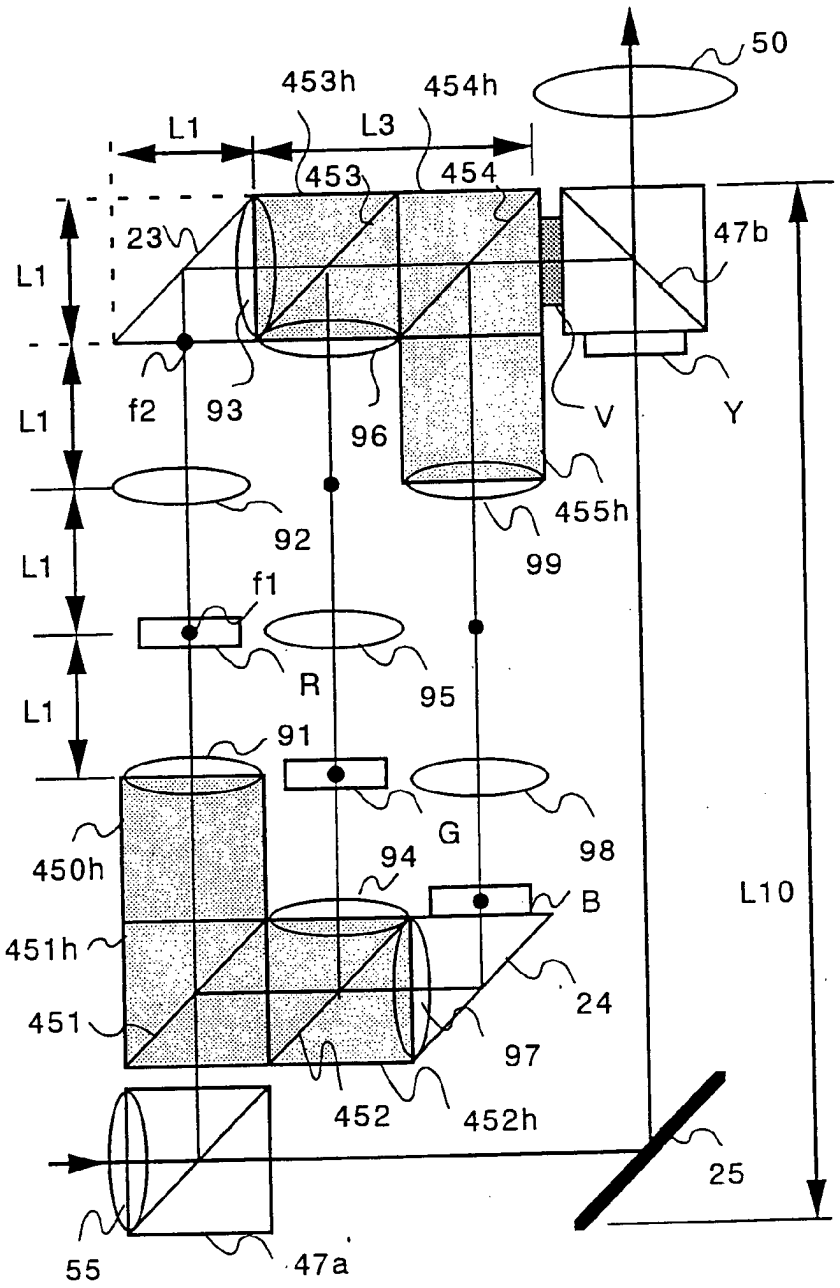

50
453h
454h
L1
L3
453
454
23
47b
L1
f2
93
96
V
Y
L1
92
455h
99
L1
f1
R
95
L1
91
G
98
450h
94
B
L10
451h
24
451
97
452
452h
25
55
47a

Fig.99

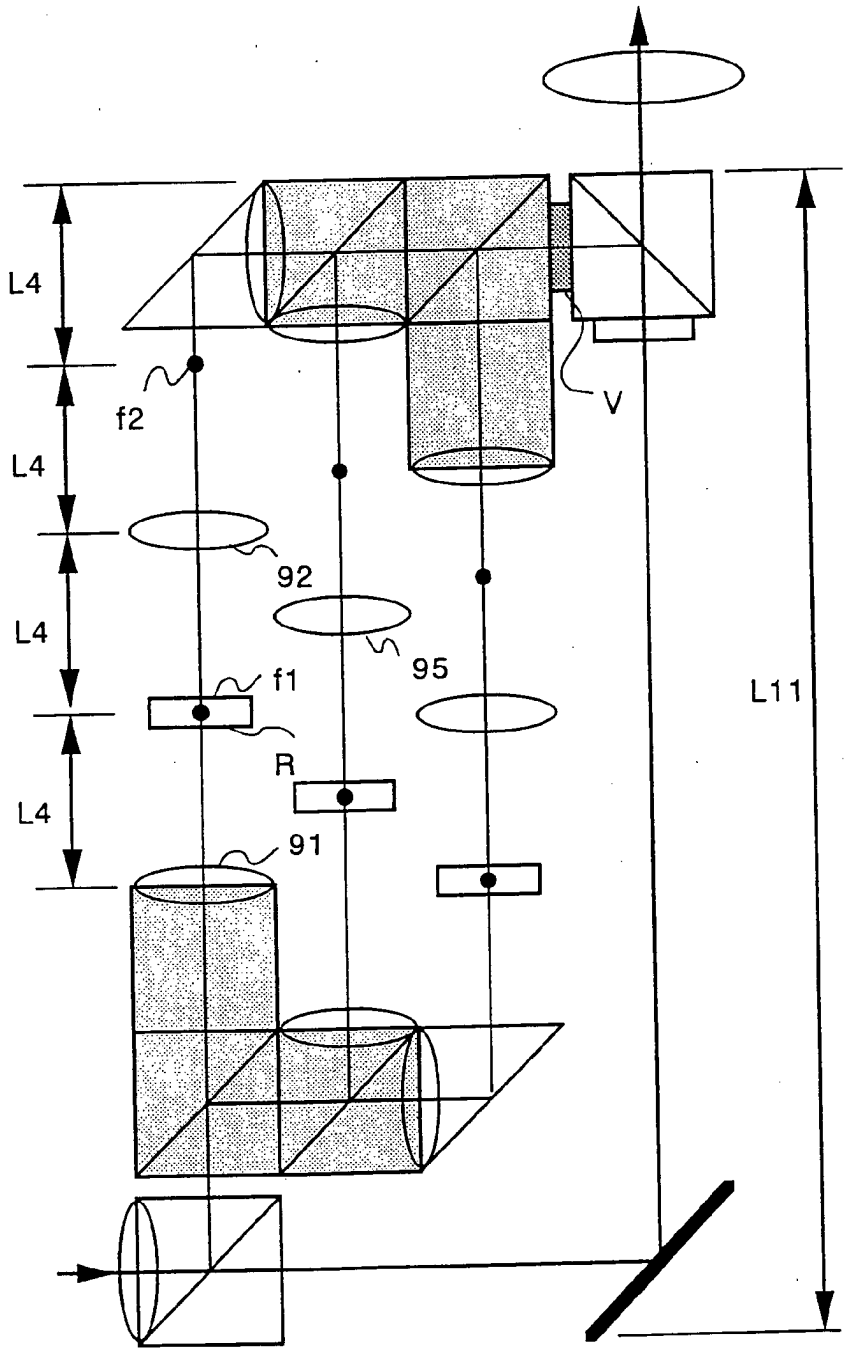


Fig.100

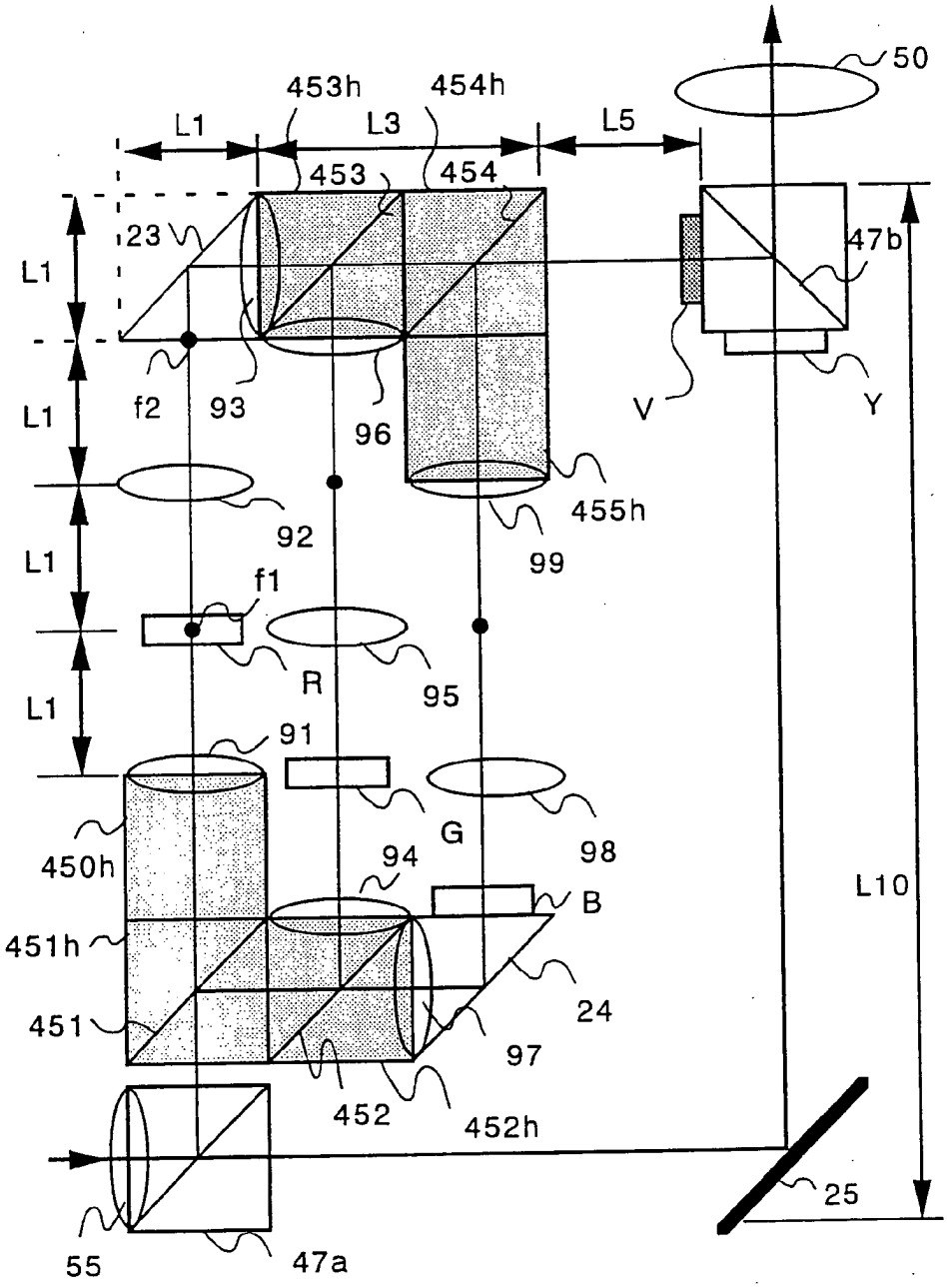

50
453h
454h
L1
L3
L5
453
454
23
47b
L1
f2
93
96
V
Y
L1
92
455h
99
L1
f1
R
95
L1
91
G
98
450h
94
B
L10
451h
24
451
97
452
452h
25
55
47a

Fig.101

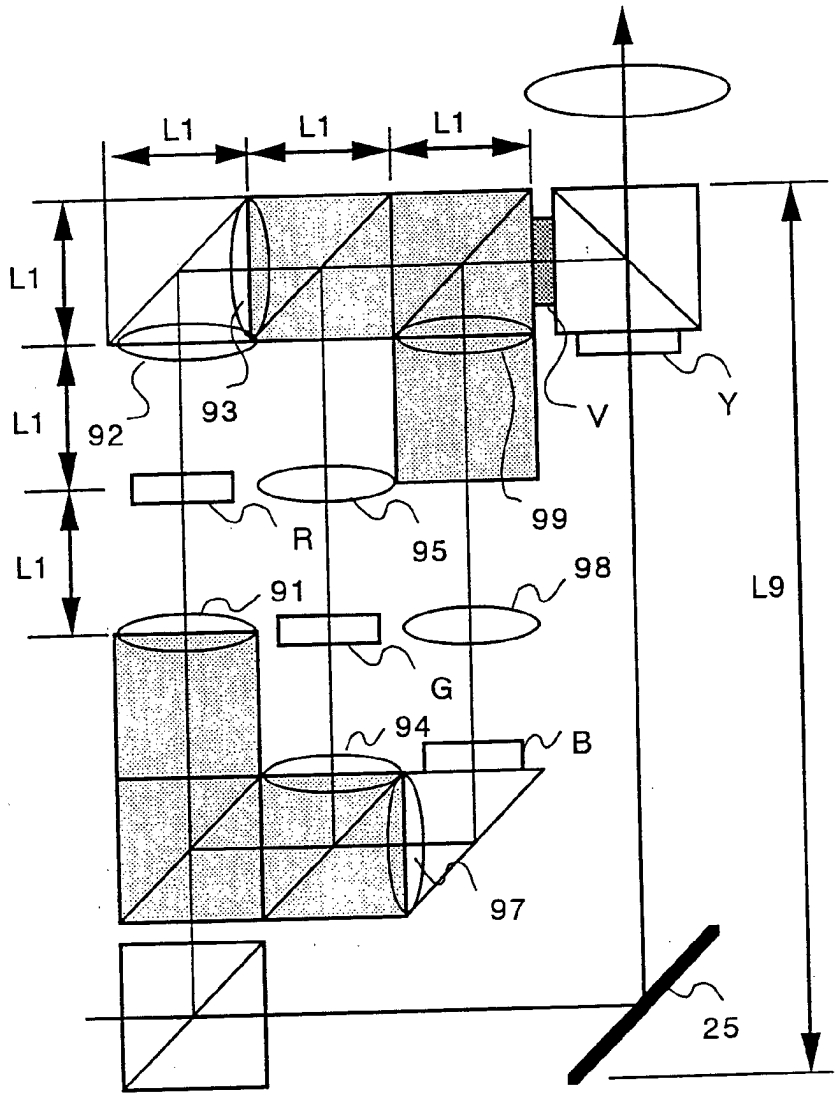


Fig.102

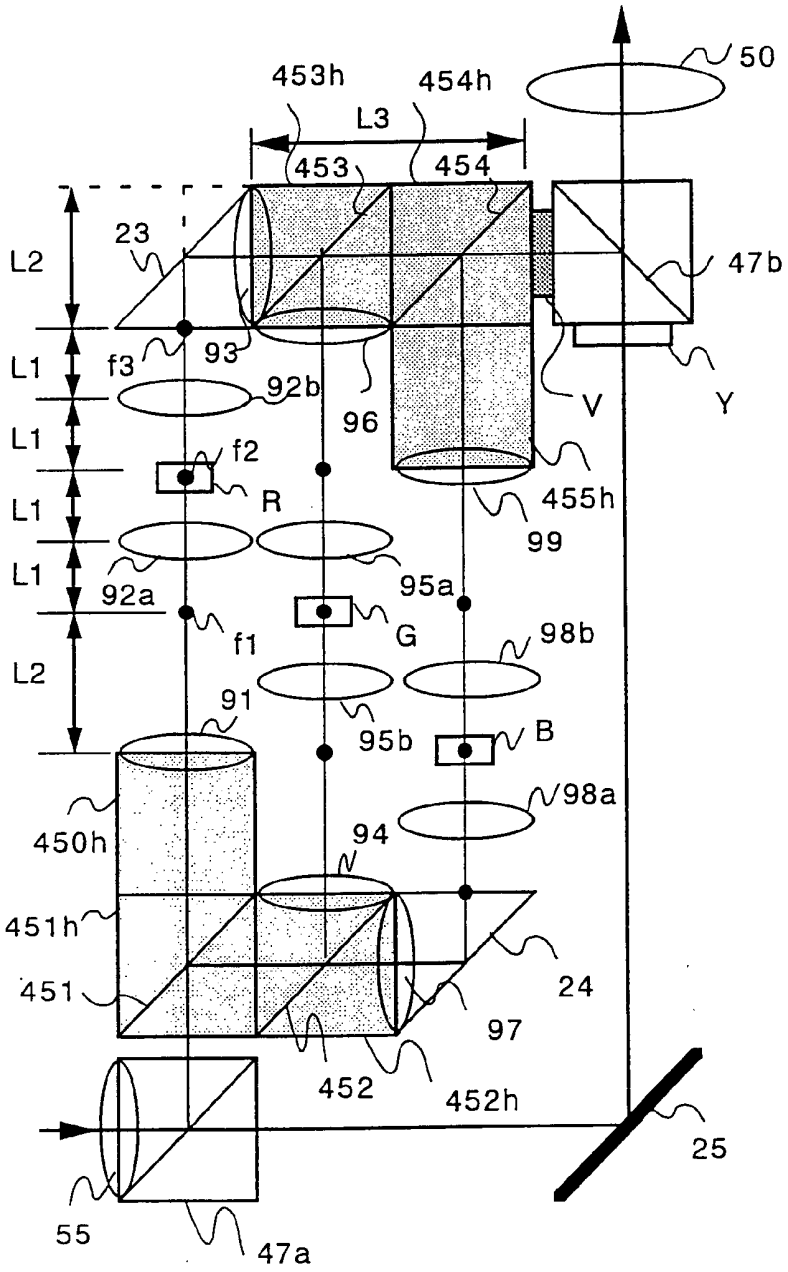

453h
454h
50
L3
453
454
23
L2
47b
L1
f3
93
92b
96
V
Y
L1
f2
L1
R
455h
99
L1
92a
95a
L1
f1
G
98b
L2
91
95b
B
98a
450h
94
451h
24
451
97
452
452h
25
55
47a

Fig.103

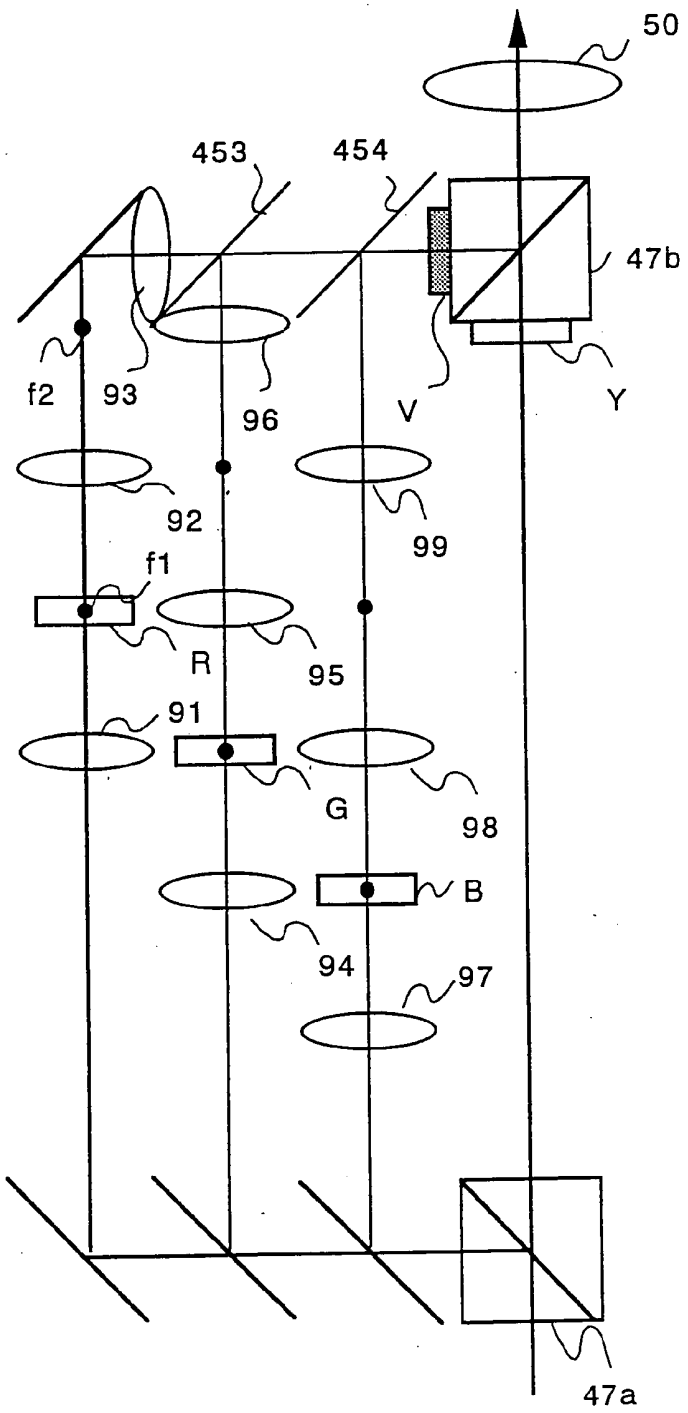


Fig.104

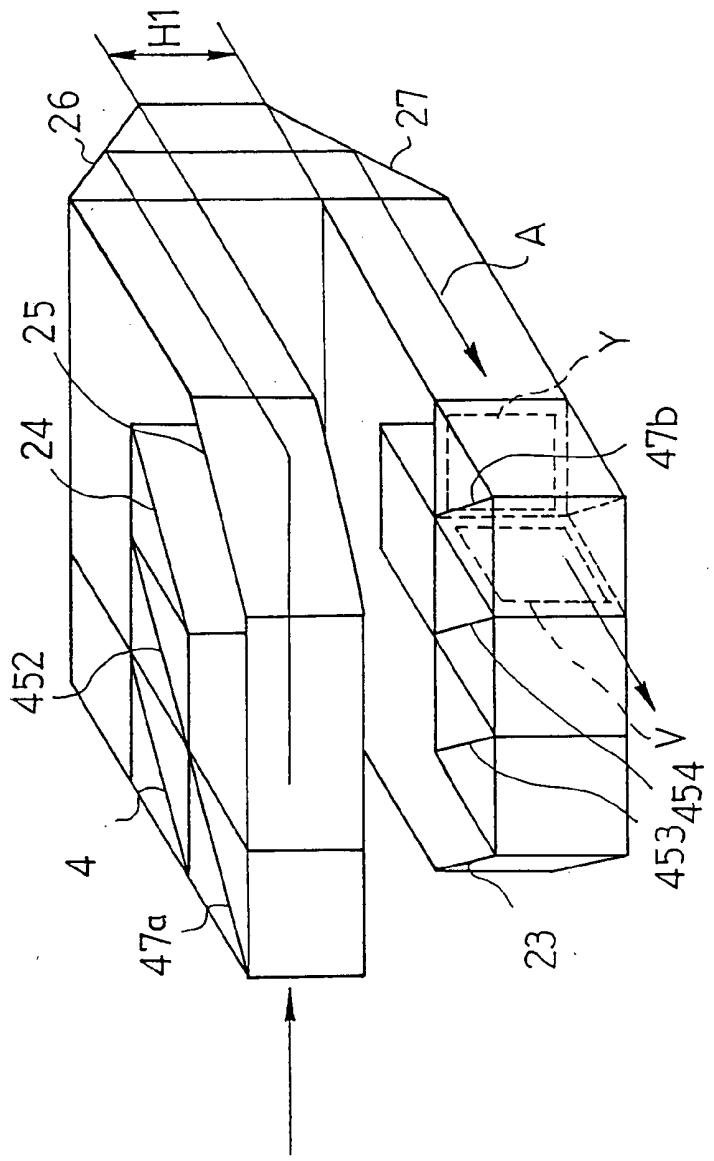


Fig.105

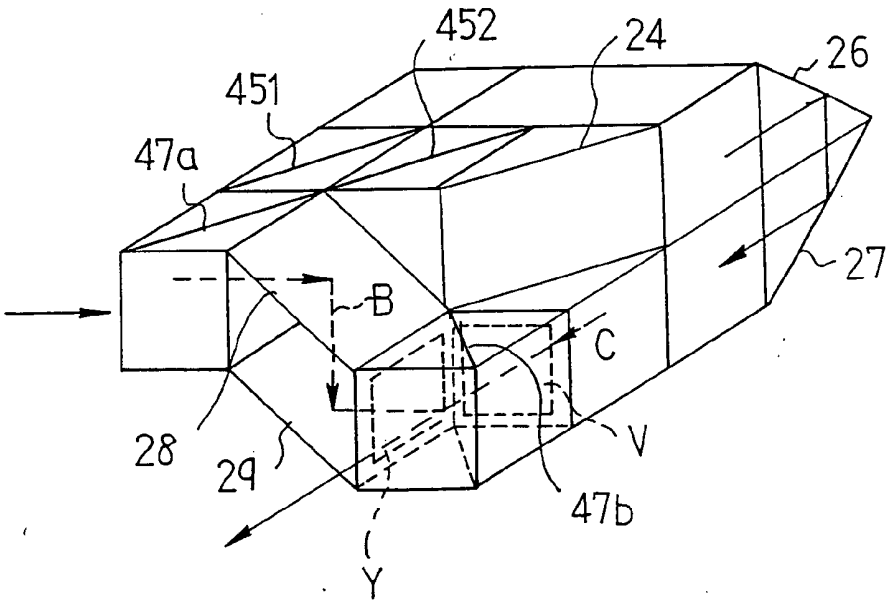


Fig.106

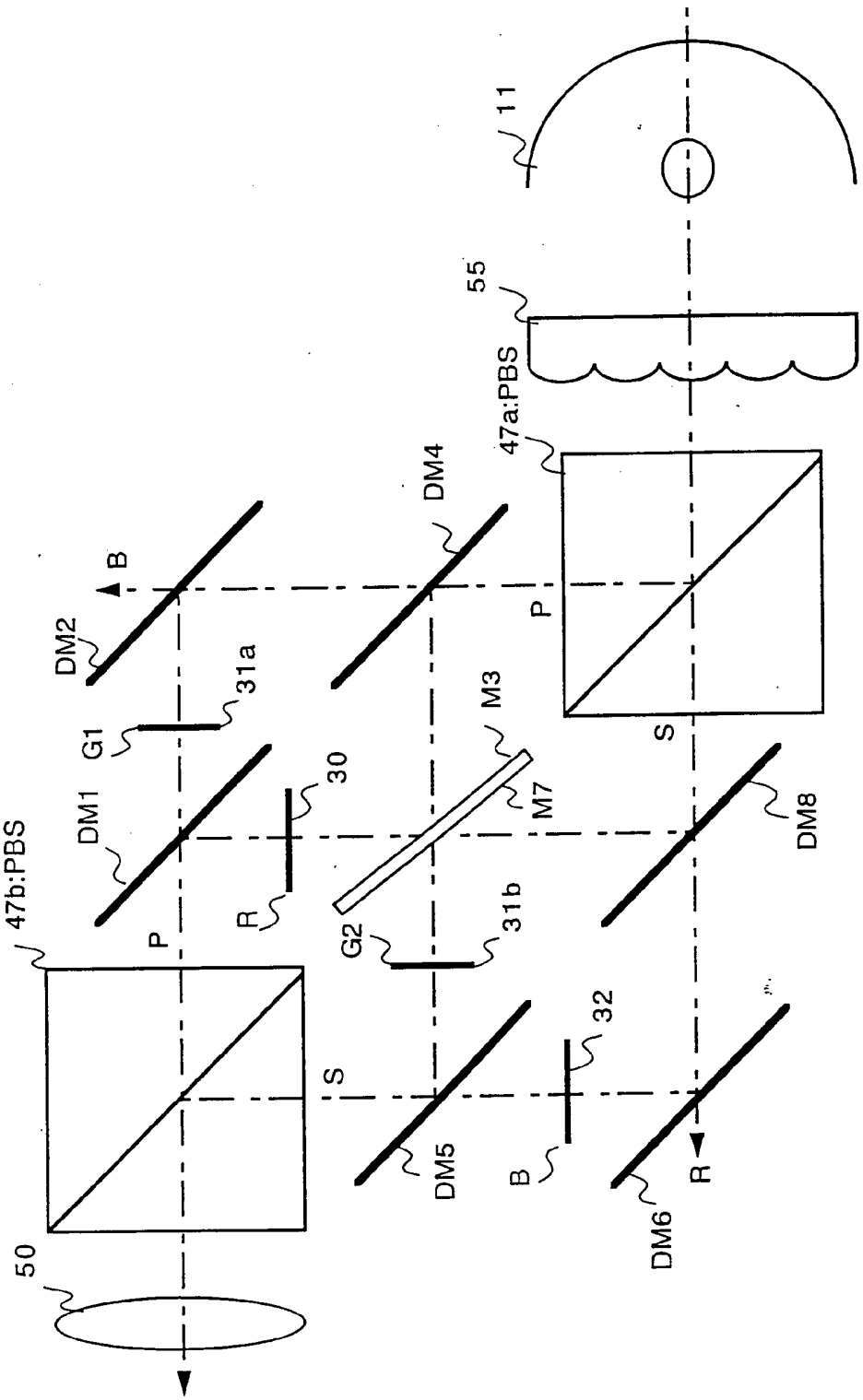

11
55
47a:PBS
DM4
B
DM2
31a
G1
M3
P
S
DM1
30
M7
DM8
47b:PBS
R
G2
31b
P
S
32
DM5
B
R
DM6
50

Fig.107

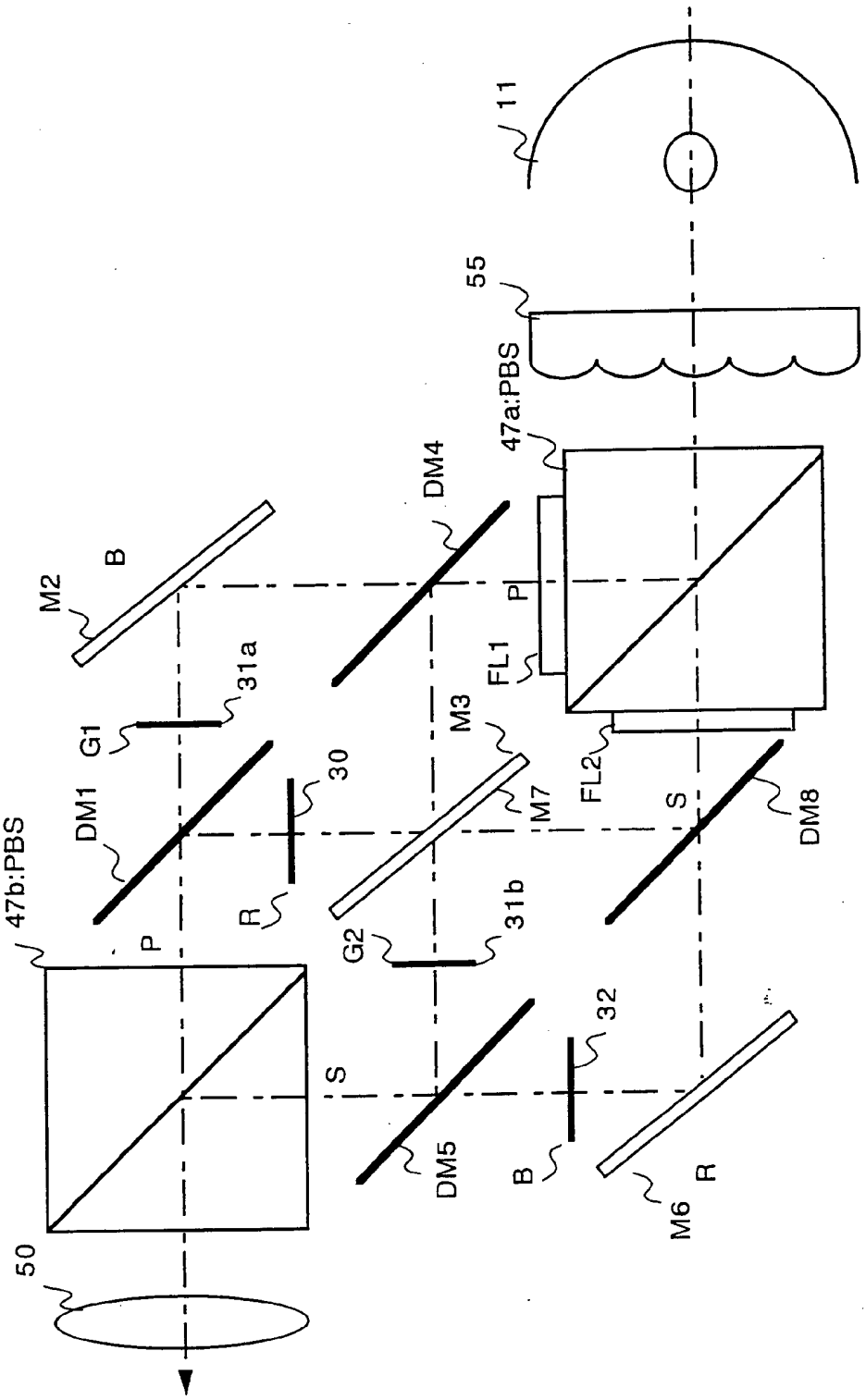

11
55
47a:PBS
DM4
M2
B
P
FL1
31a
G1
M3
DM1
30
M7
FL2
S
DM8
47b:PBS
R
G2
31b
P
32
S
DM5
B
R
M6
50

Fig.108

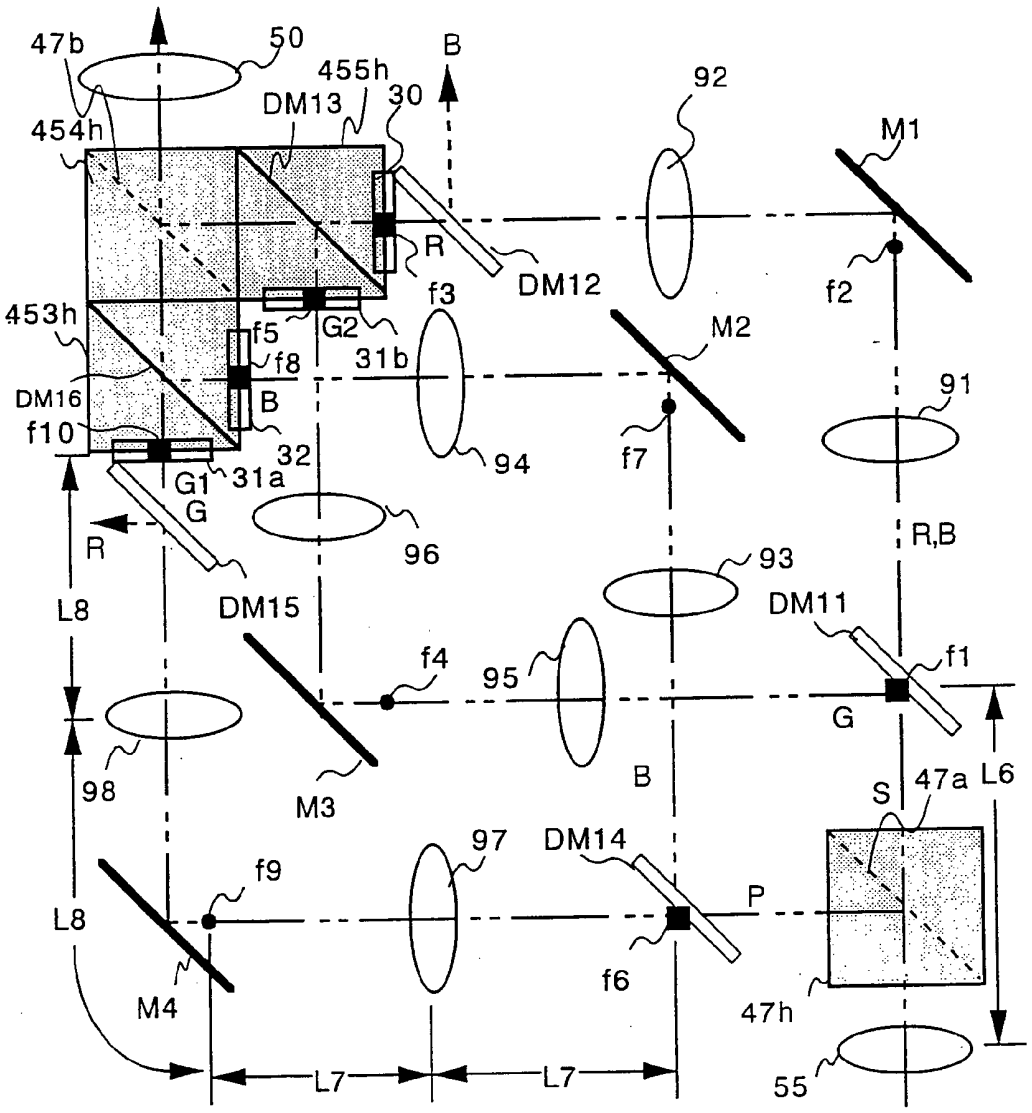

47b
50
B
455h
DM13
30
454h
92
M1
R
DM12
f2
453h
f3
M2
f5
G2
f8
31b
91
DM16
B
f10
32
94
f7
G1
31a
G
96
R
R,B
93
L8
DM15
DM11
f4
95
f1
G
98
M3
B
47a
L6
S
97
DM14
f9
P
L8
f6
M4
47h
L7
L7
55

Fig.109

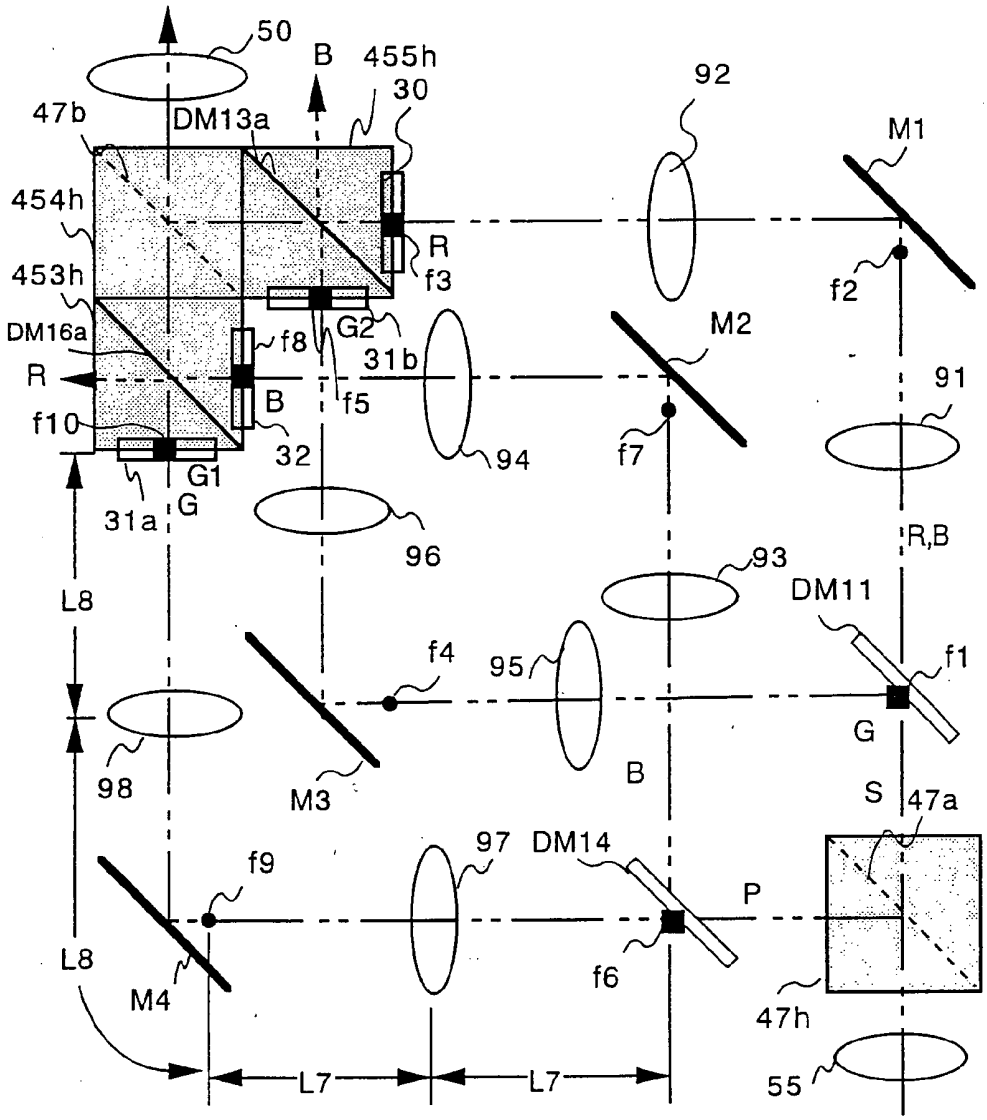

50
B
455h
30
47b
DM13a
92
M1
454h
R
f3
f2
453h
G2
M2
DM16a
f8
31b
91
R
B
f5
f10
32
f7
94
G1
G
31a
96
R,B
93
L8
DM11
f4
95
f1
G
98
M3
B
S
47a
97
DM14
f9
P
L8
f6
M4
47h
L7
L7
55

Fig.110

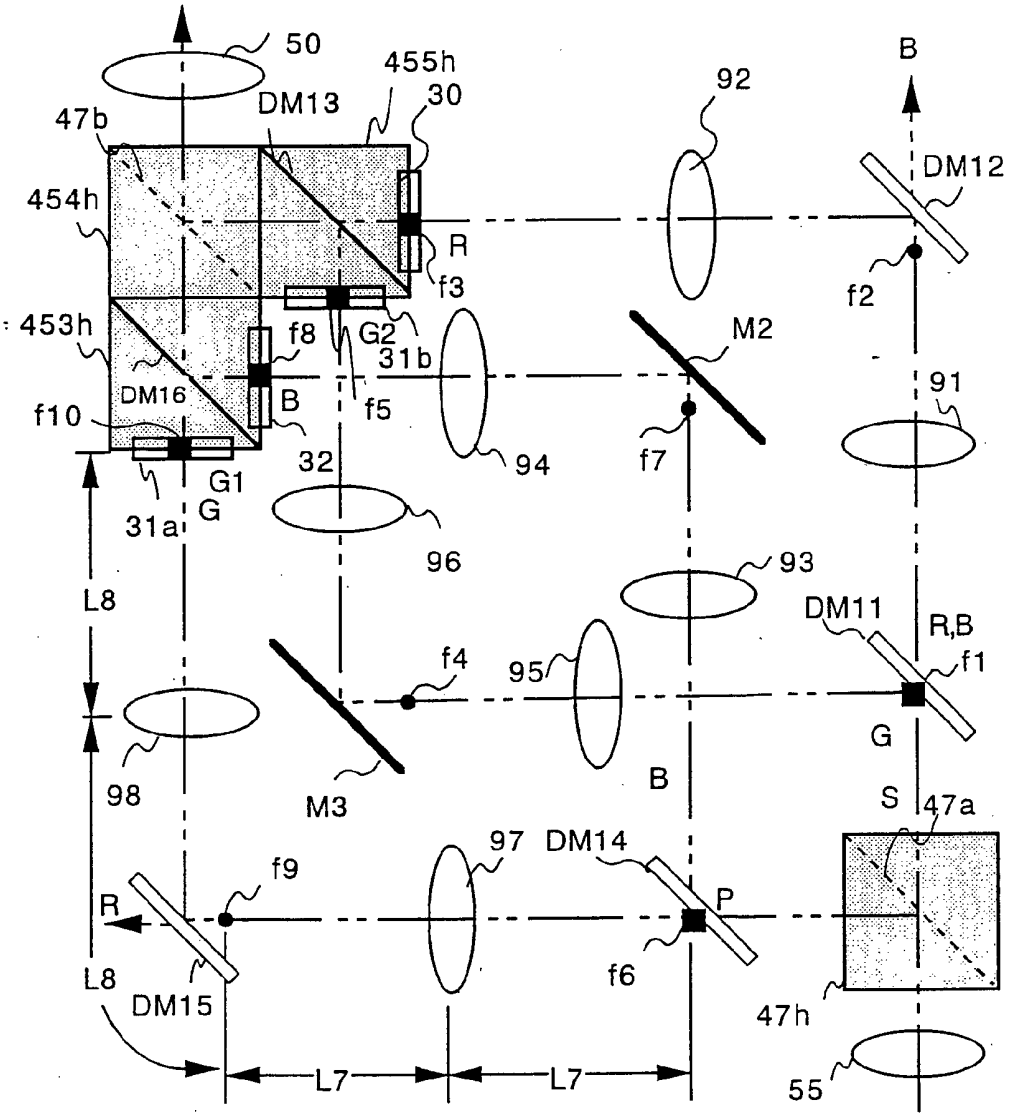

50
455h
30
DM13
47b
454h
R
f3
453h
f8
G2
31b
M2
92
B
DM12
f2
DM16
B
f5
f10
G1
G
31a
32
94
f7
91
96
93
L8
DM11
R,B
f1
f4
95
G
98
M3
B
S
47a
97
DM14
f9
R
P
f6
L8
DM15
47h
L7
L7
55

Fig.111

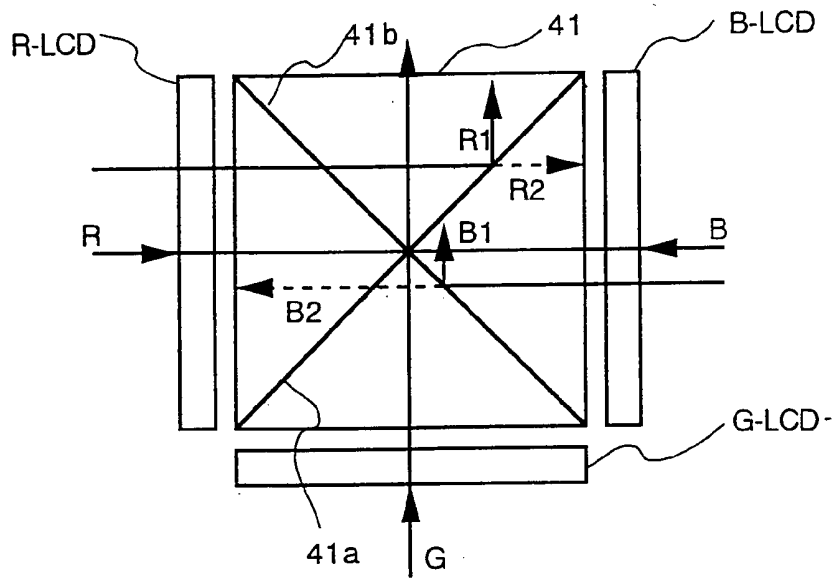


Fig.112

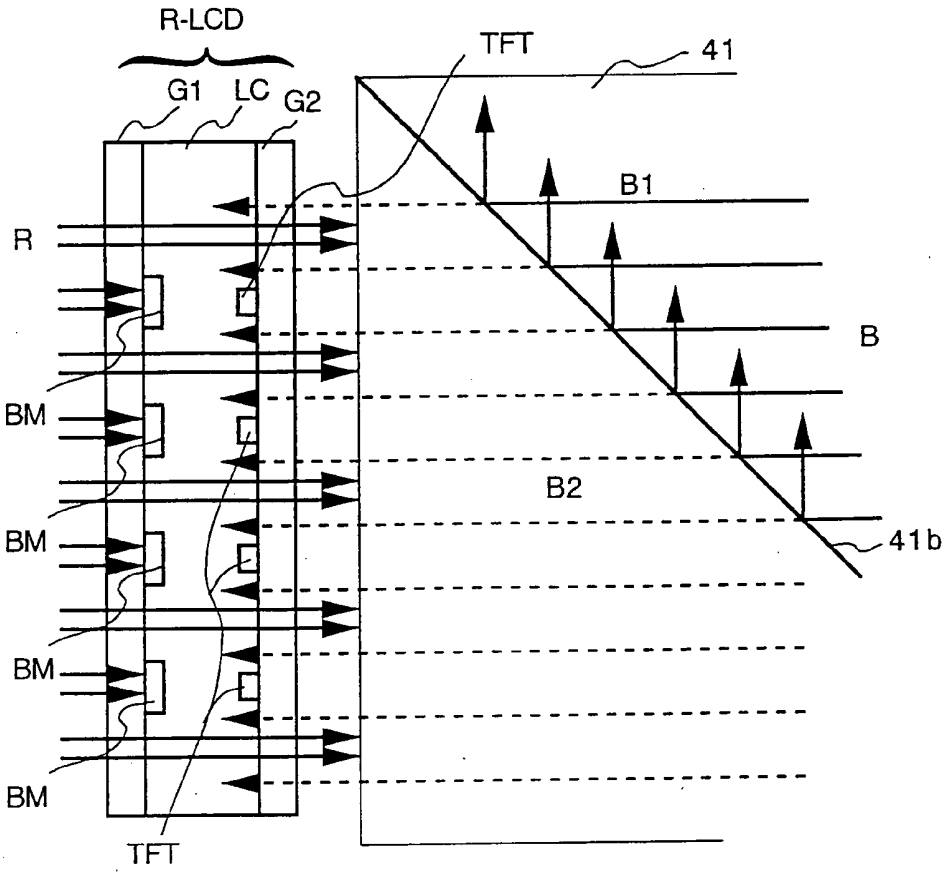


Fig.113

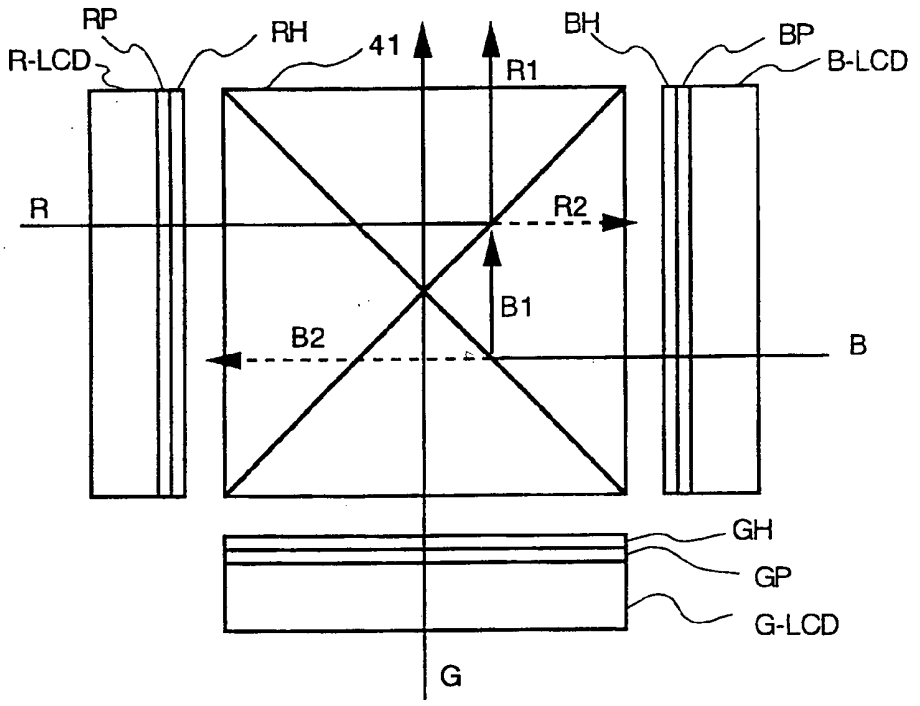


Fig.114

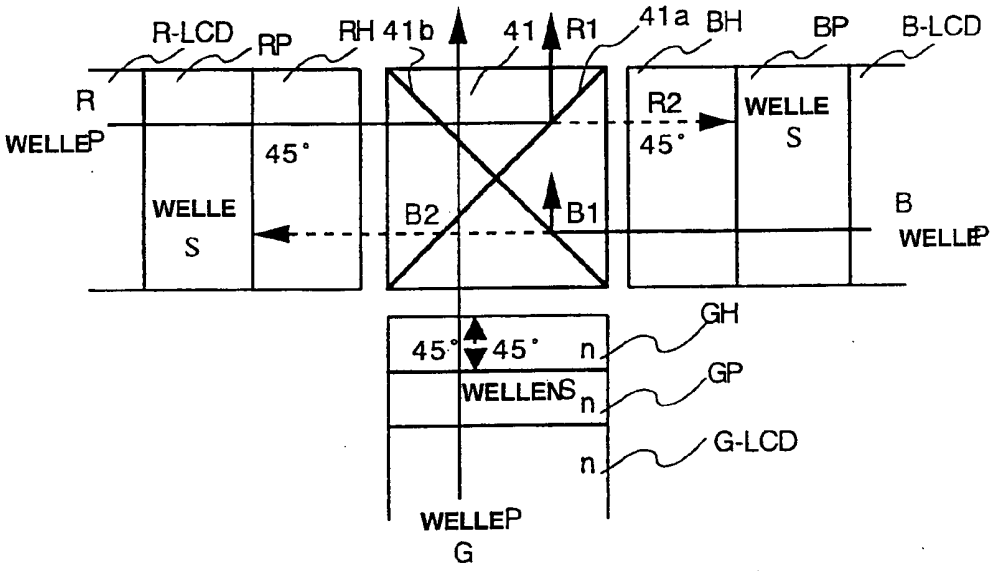


Fig.115

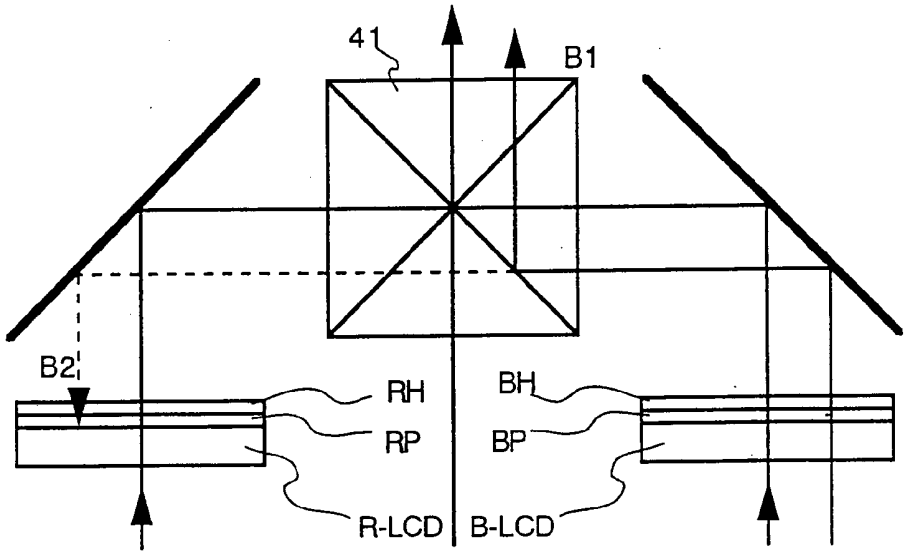


Fig.116

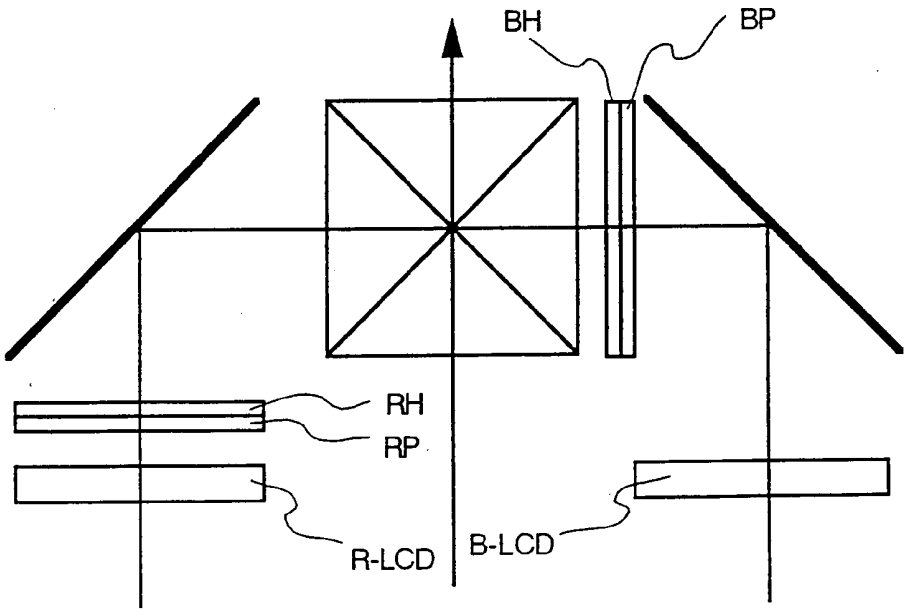


Fig.117

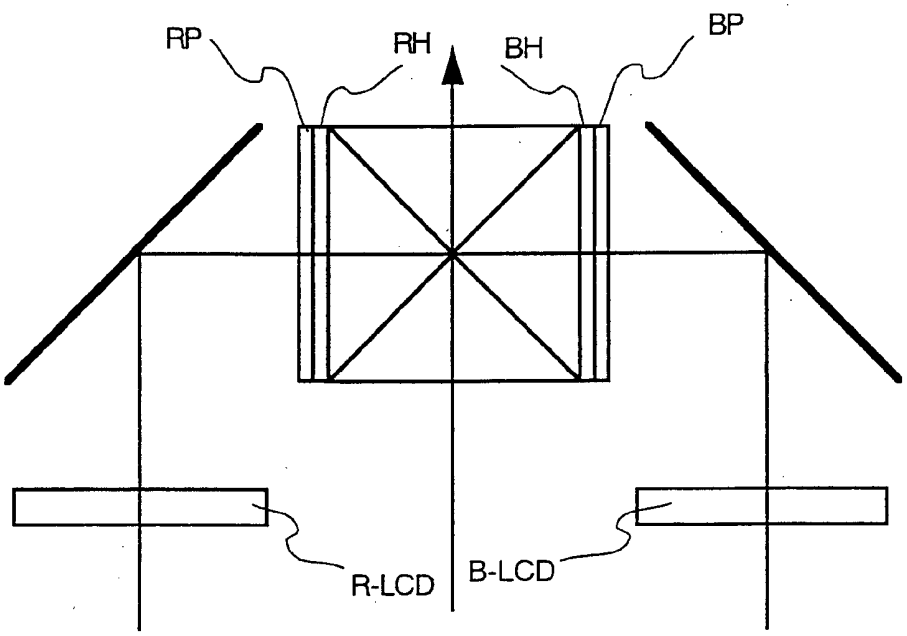


Fig.118

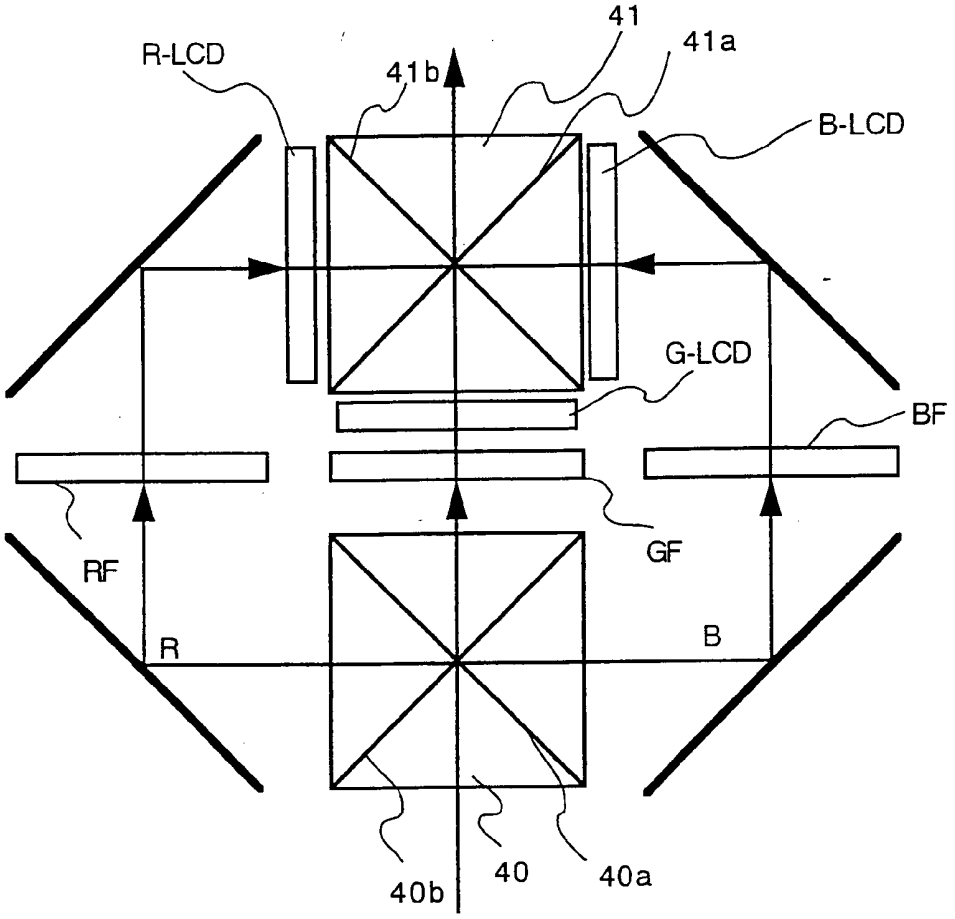


Fig.119

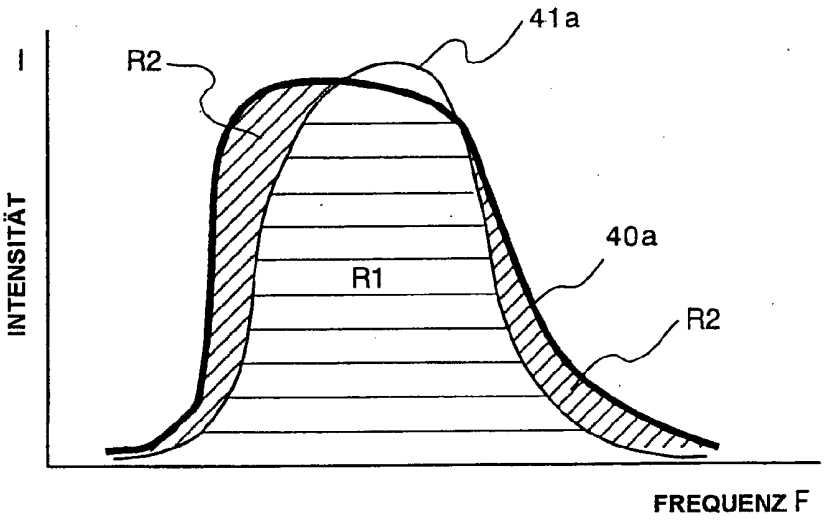


Fig.120

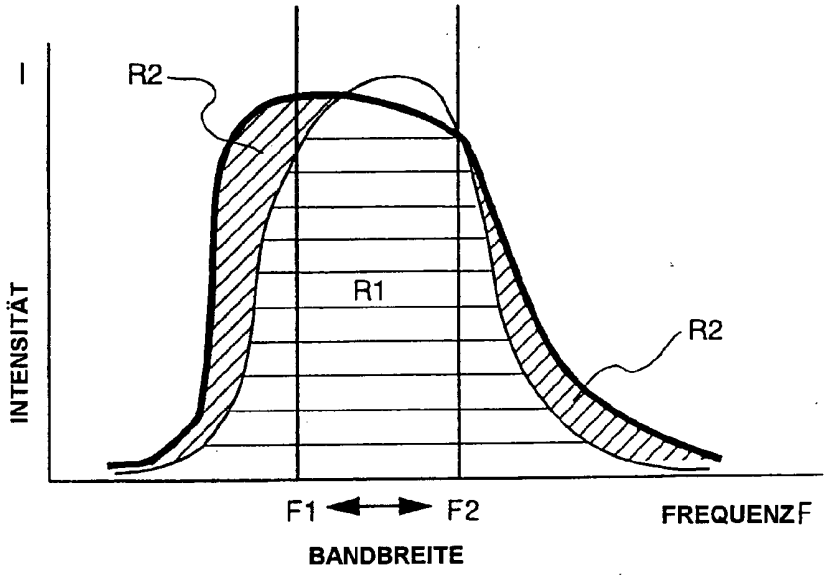


Fig.121
STAND DER TECHNIK

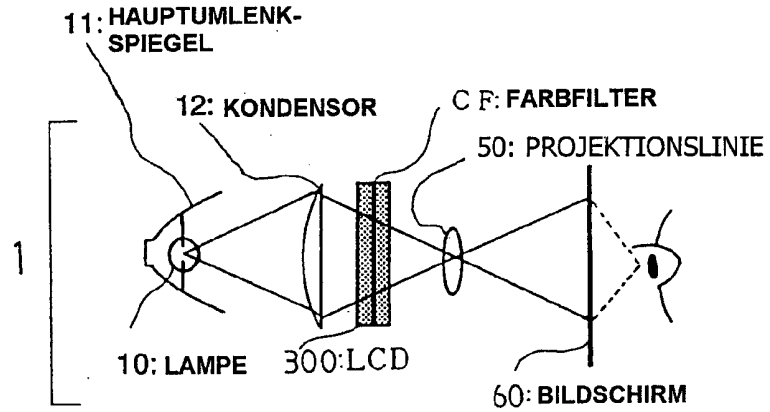


Fig.122
STAND DER TECHNIK

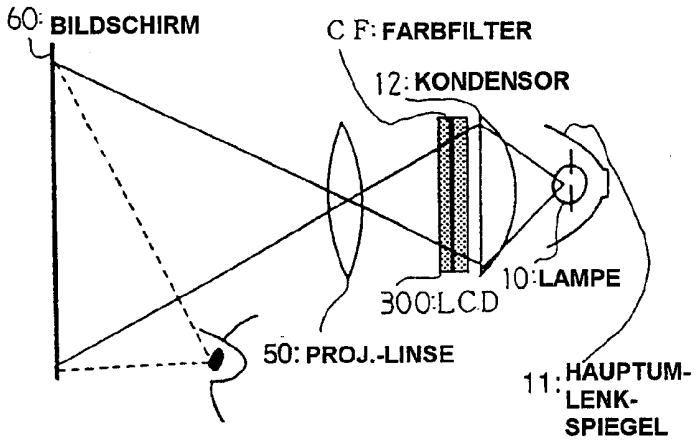


Fig.123
STAND DER TECHNIK

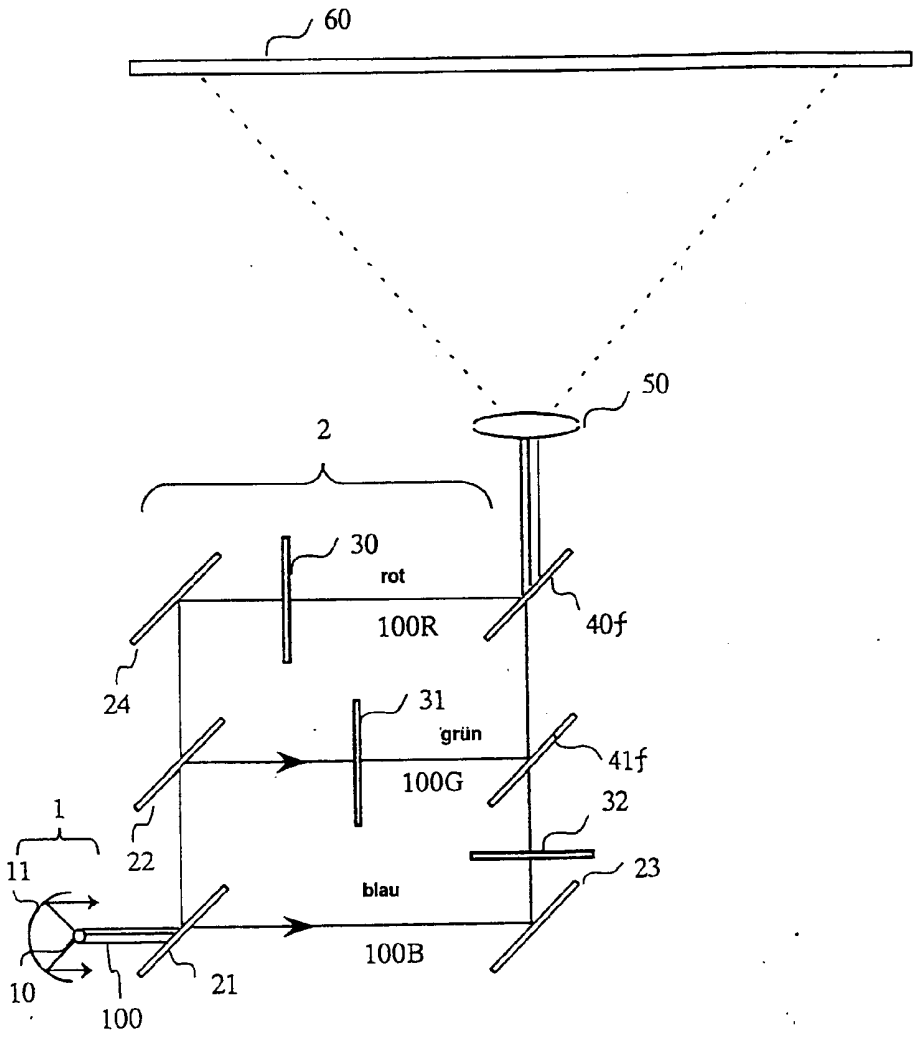


Fig.124
STAND DER TECHNIK

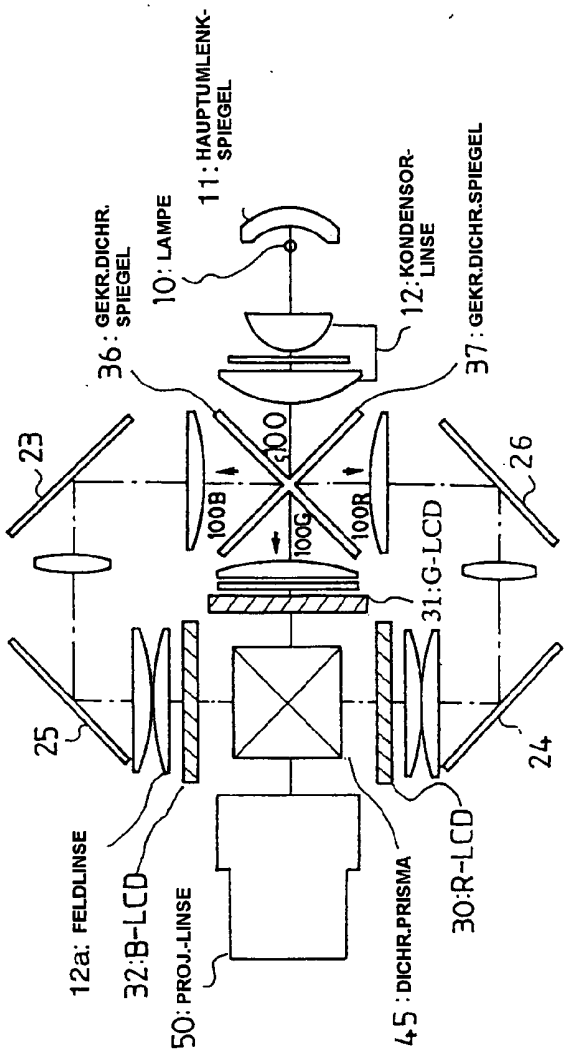


Fig.125

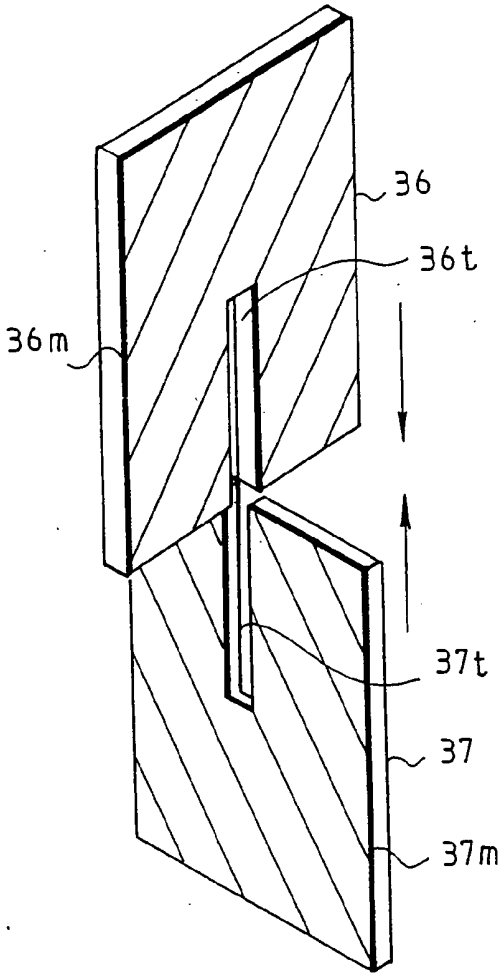


Fig.126

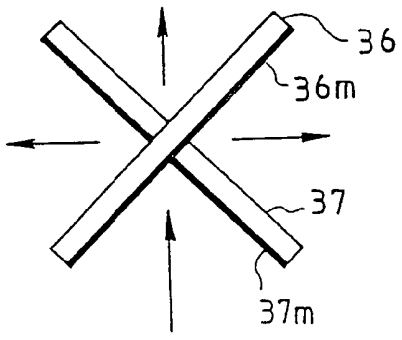


Fig.127

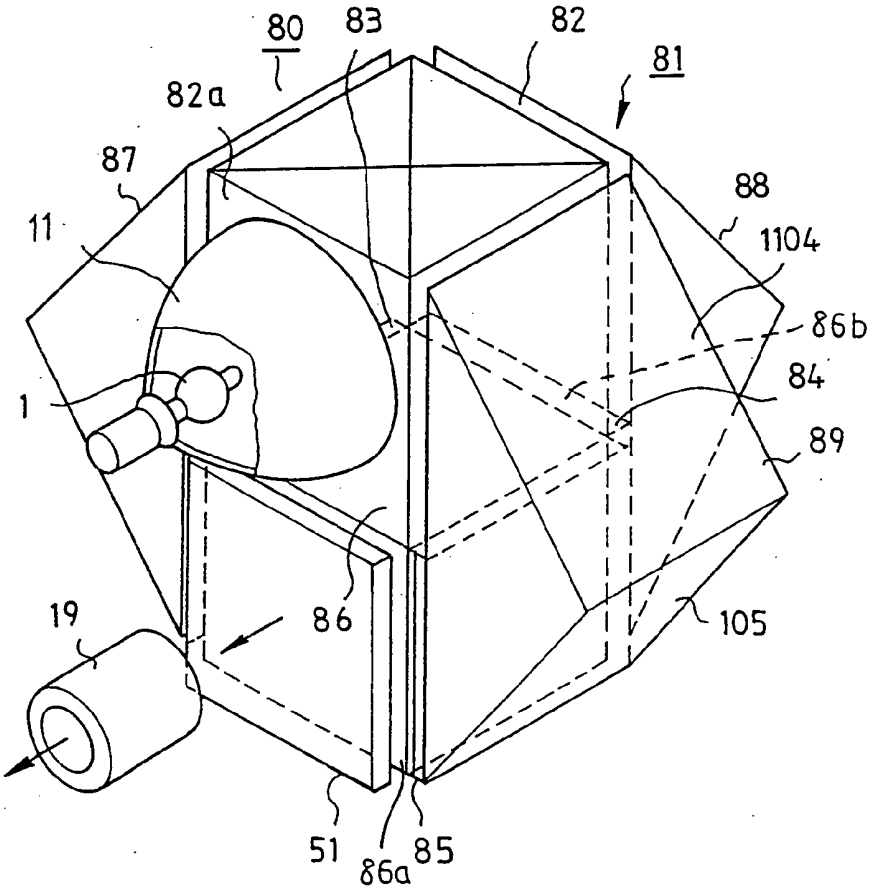


Fig.128

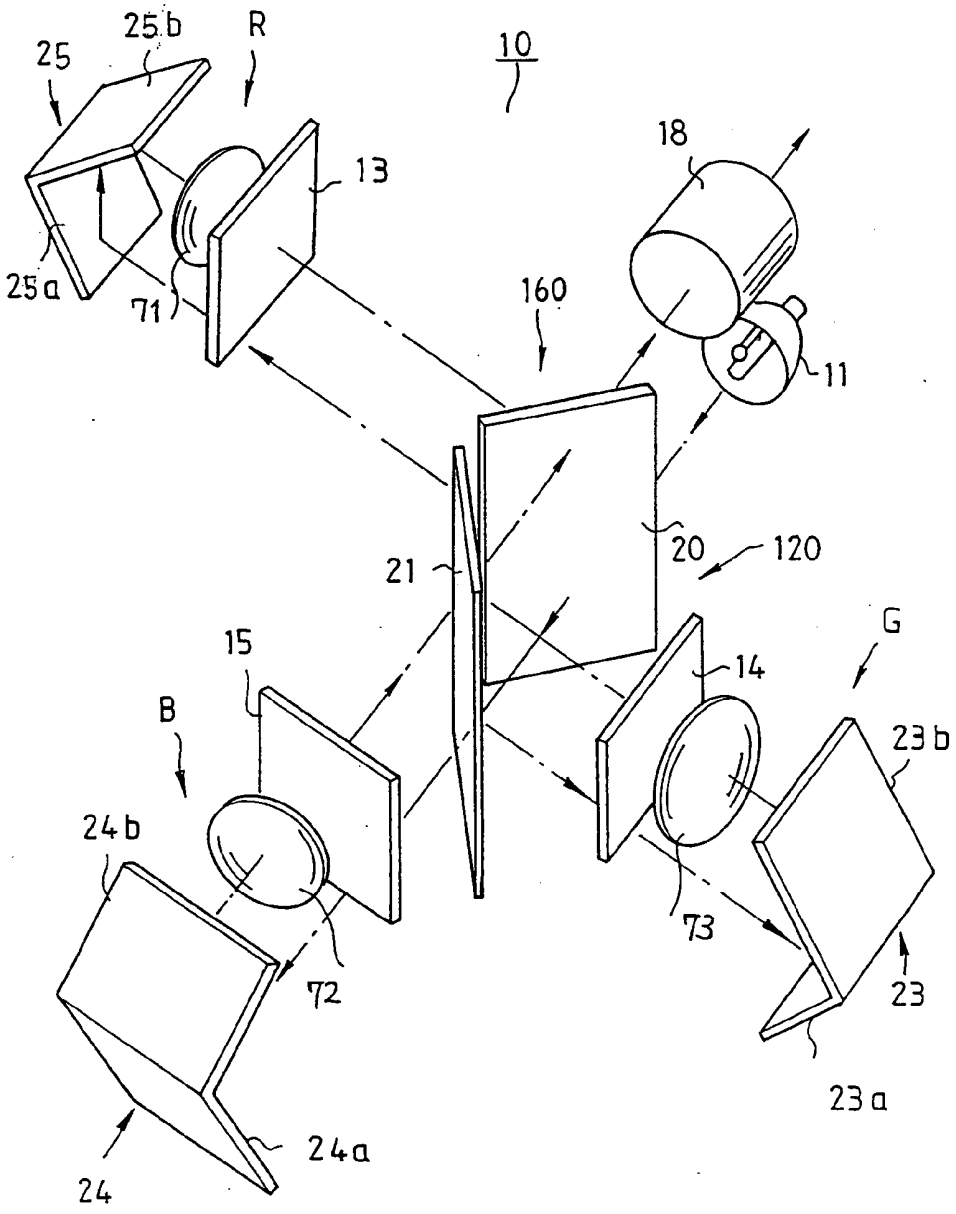

25
25b
R
10
18
13
25a
71
160
11
20
120
21
15
G
14
B
23b
24b
73
72
23
24
24a
23a

Fig.129

STAND DER TECHNIK

CHARAKTERISTIKEN & SPEZIFIKATIONEN DES LCD

ANZEIGEFLÄCHE	667 × 667mm^2 (38 inches)
AUFLÖSUNG	3 ZEILEN /mm
DISPLAYFARBE	8 FARBEN
MAX. LEUCHTDICHTE	40 ft - L
DISPLAY-KONTRAST	>20 : 1 (MAX 100 : 1)
BILDSCHIRMERNEURUNGS-GESCHW.	0,5 s / BILDSCHIRM
SICHT	±30 GRAD (HORIZONTAL/VERTIKAL)
AUSSENMASSE	794(H) ×1040(W) × 650(D)mm^3
GESAMTGEWICHT	65kg

Fig.130
STAND DER TECHNIK

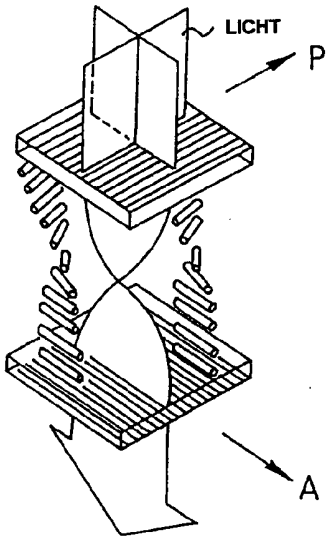


Fig.131
STAND DER TECHNIK

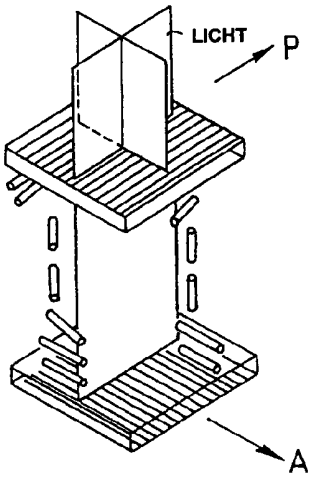


Fig.132

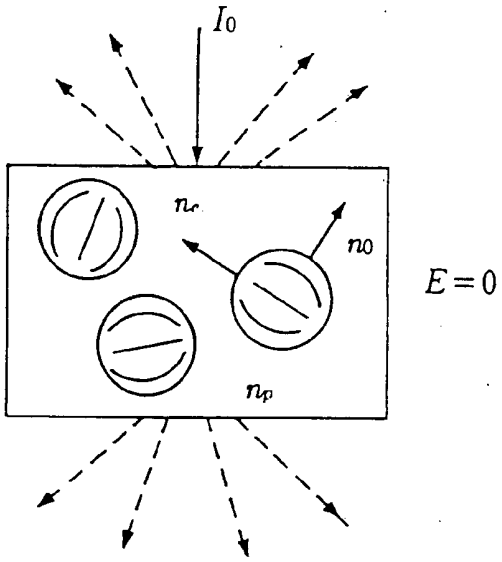


Fig.133

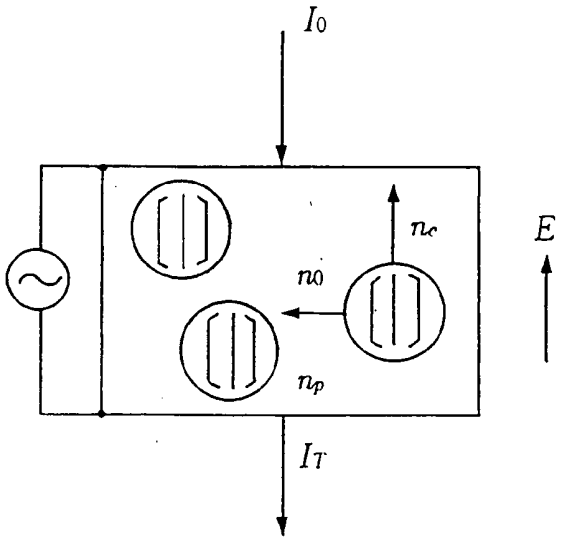
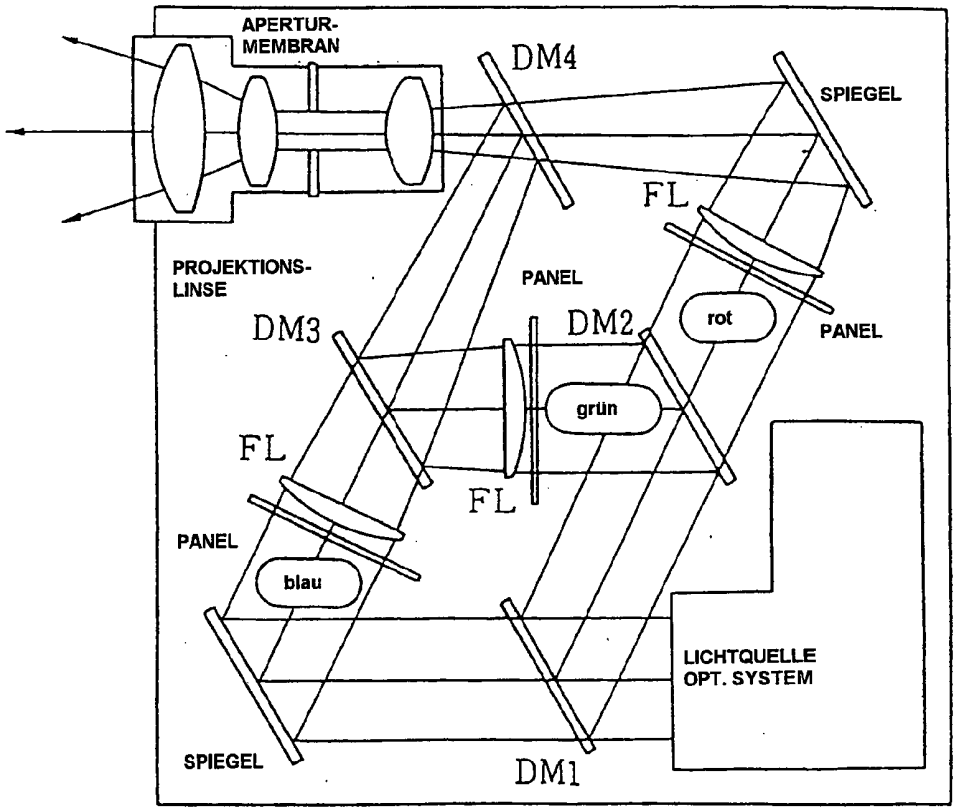


Fig.134
STAND DER TECHNIK



DM : DICHROITISCHER SPIEGEL

FL : FELDLINSE

PROJEKTIONS-DISPLAY VON HOCHMOLEKULAREM FLÜSSIGKRISTALL VOM DISPERSIONSTYP (LCPC)

Fig.135
STAND DER TECHNIK

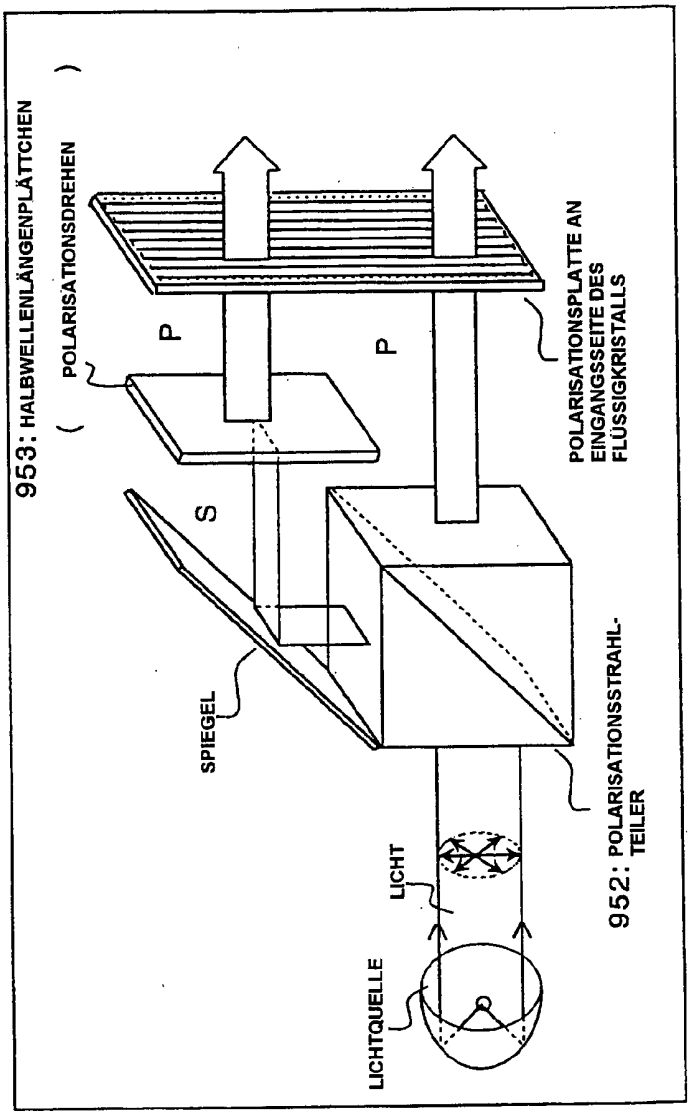


Fig.136

LAMPE	METALL HALOGEN	XENON	HALOGEN
LICHTLEISTUNG FARBTEMPERATUR LEBENSDAUER	80lm/W 9000K 2000H	30lm/W 6500K 500H	30lm/W 3000K 100H

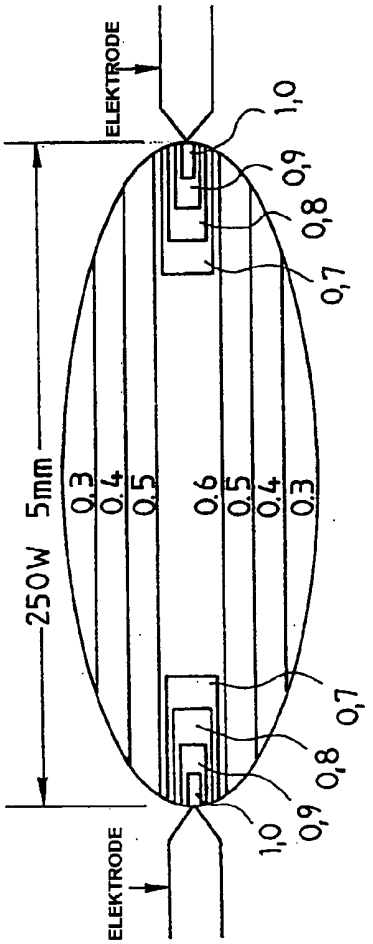


Fig.137
STAND DER TECHNIK

Fig.138

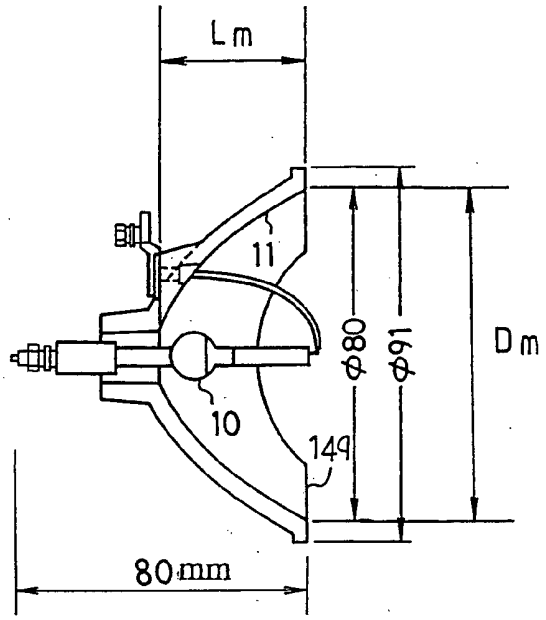


Fig.139

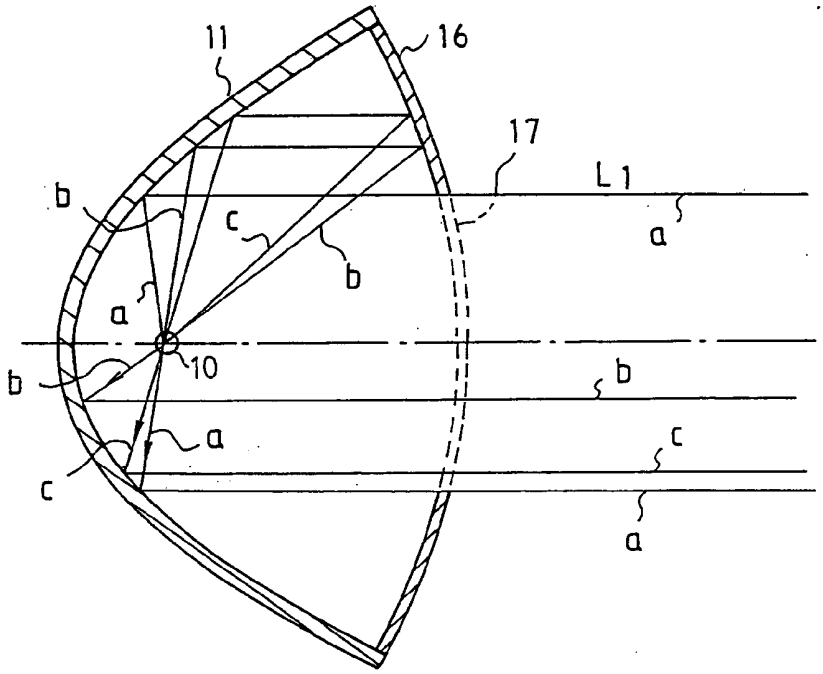


Fig.140
STAND DER TECHNIK

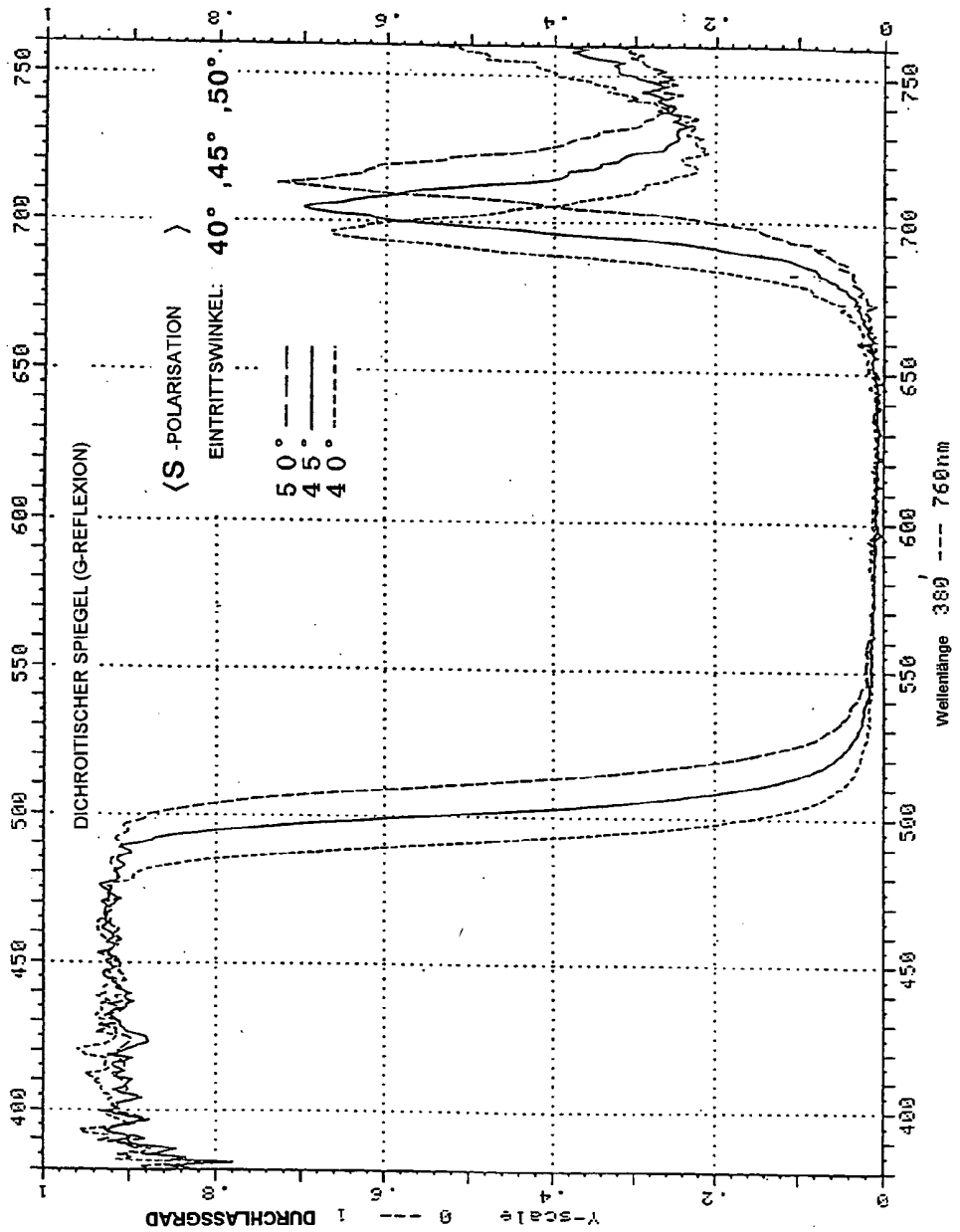


Fig.141
STAND DER TECHNIK

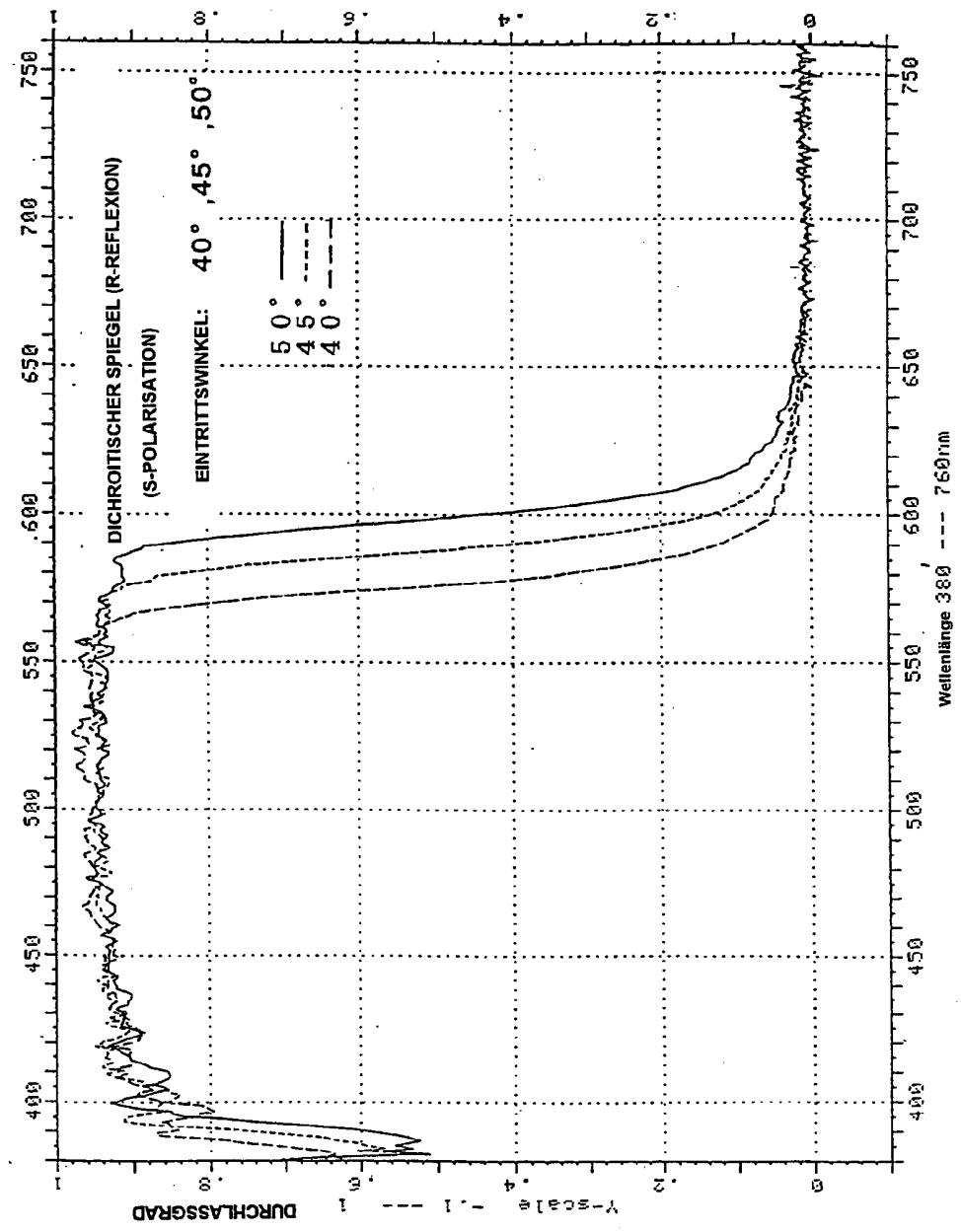


Fig.142
STAND DER TECHNIK

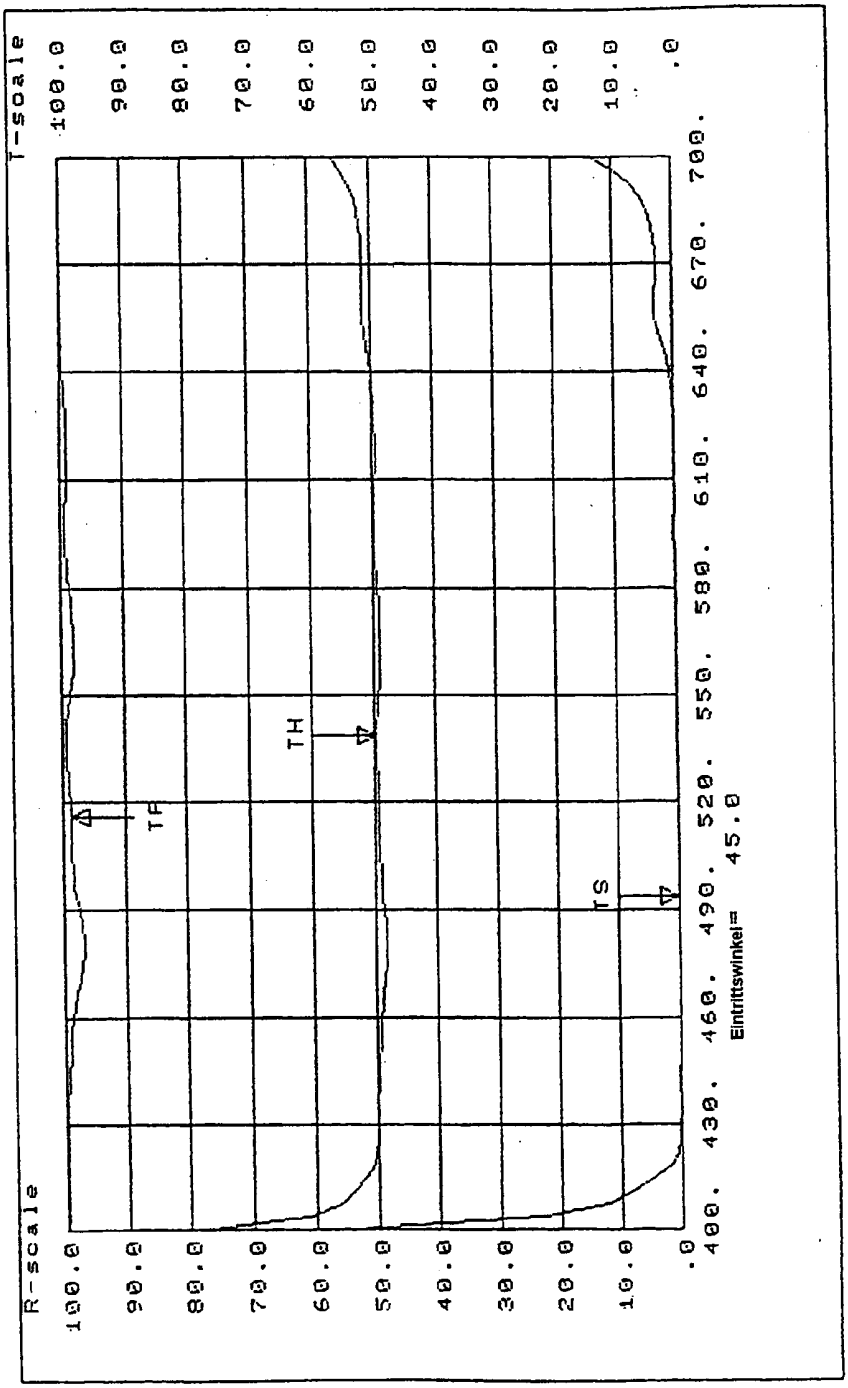


Fig.143
STAND DER TECHNIK

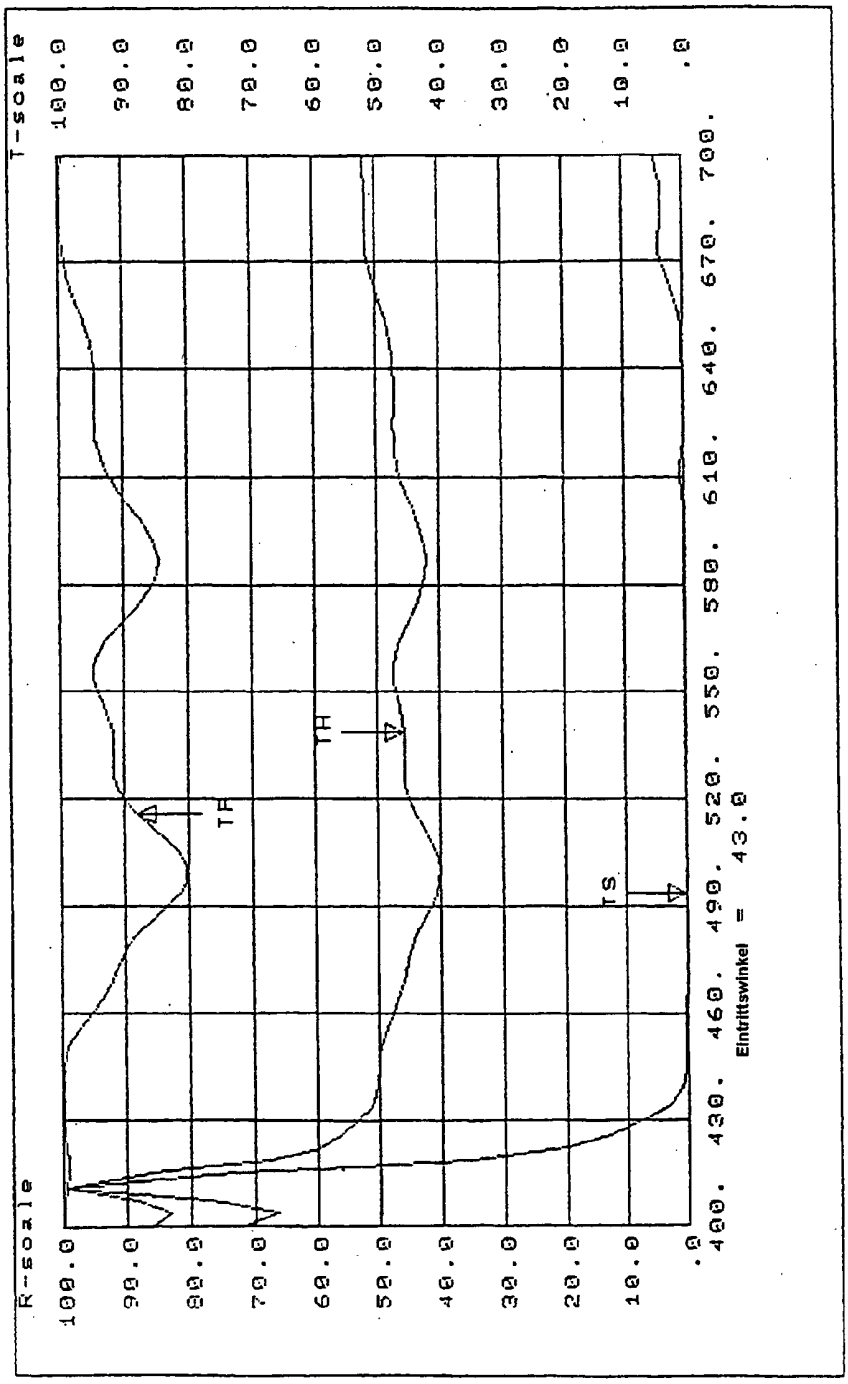


Fig.144
STAND DER TECHNIK

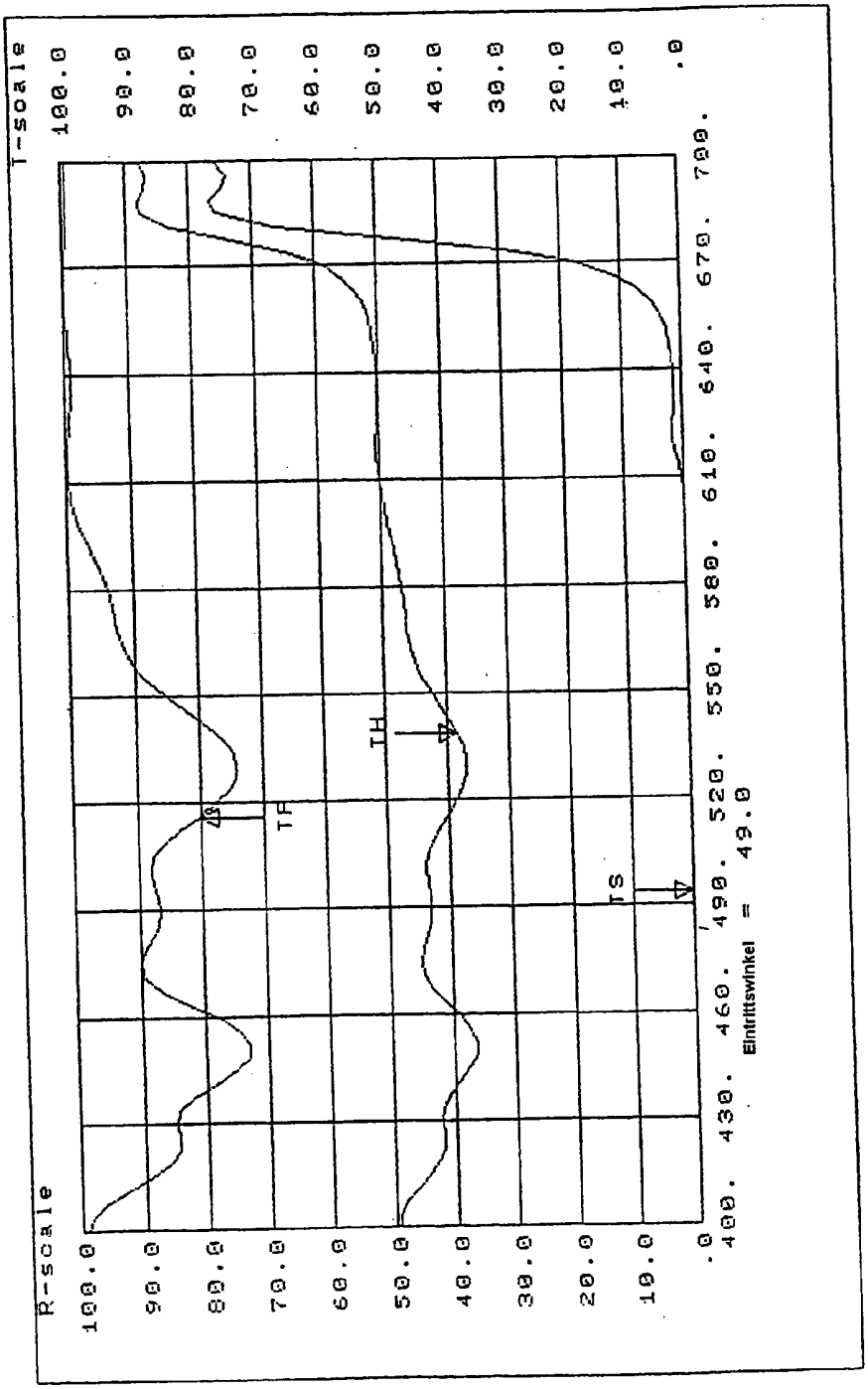


Fig.145

STAND DER TECHNIK

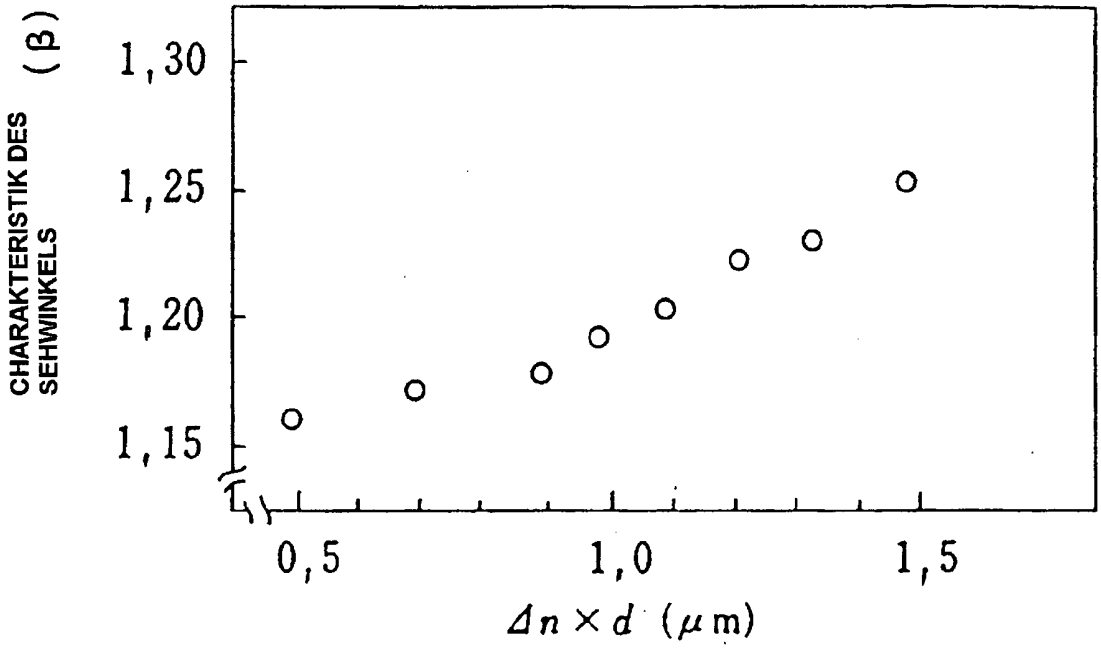


Fig.146
STAND DER TECHNIK

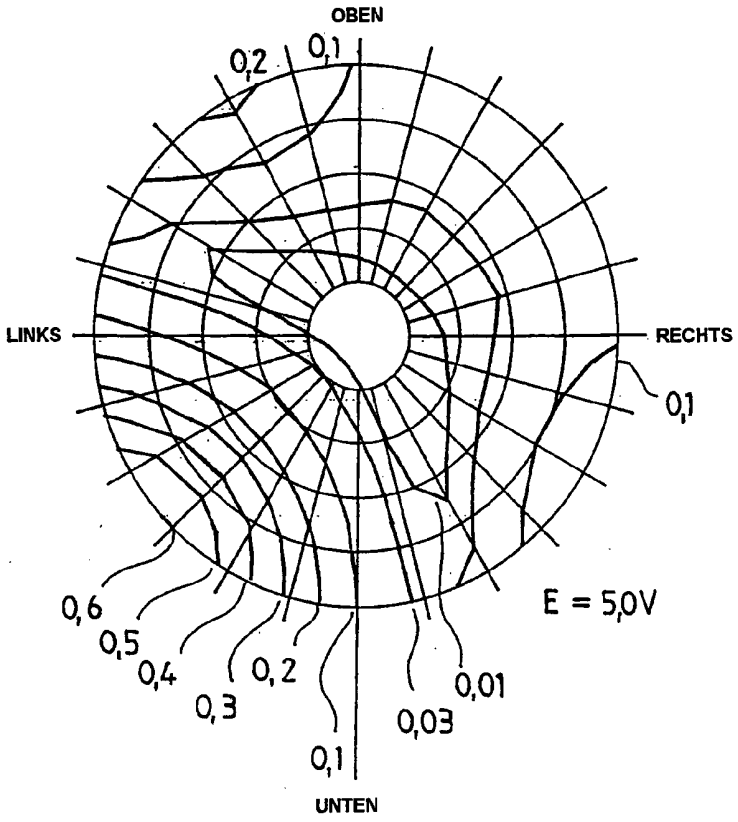


Fig.147
STAND DER TECHNIK

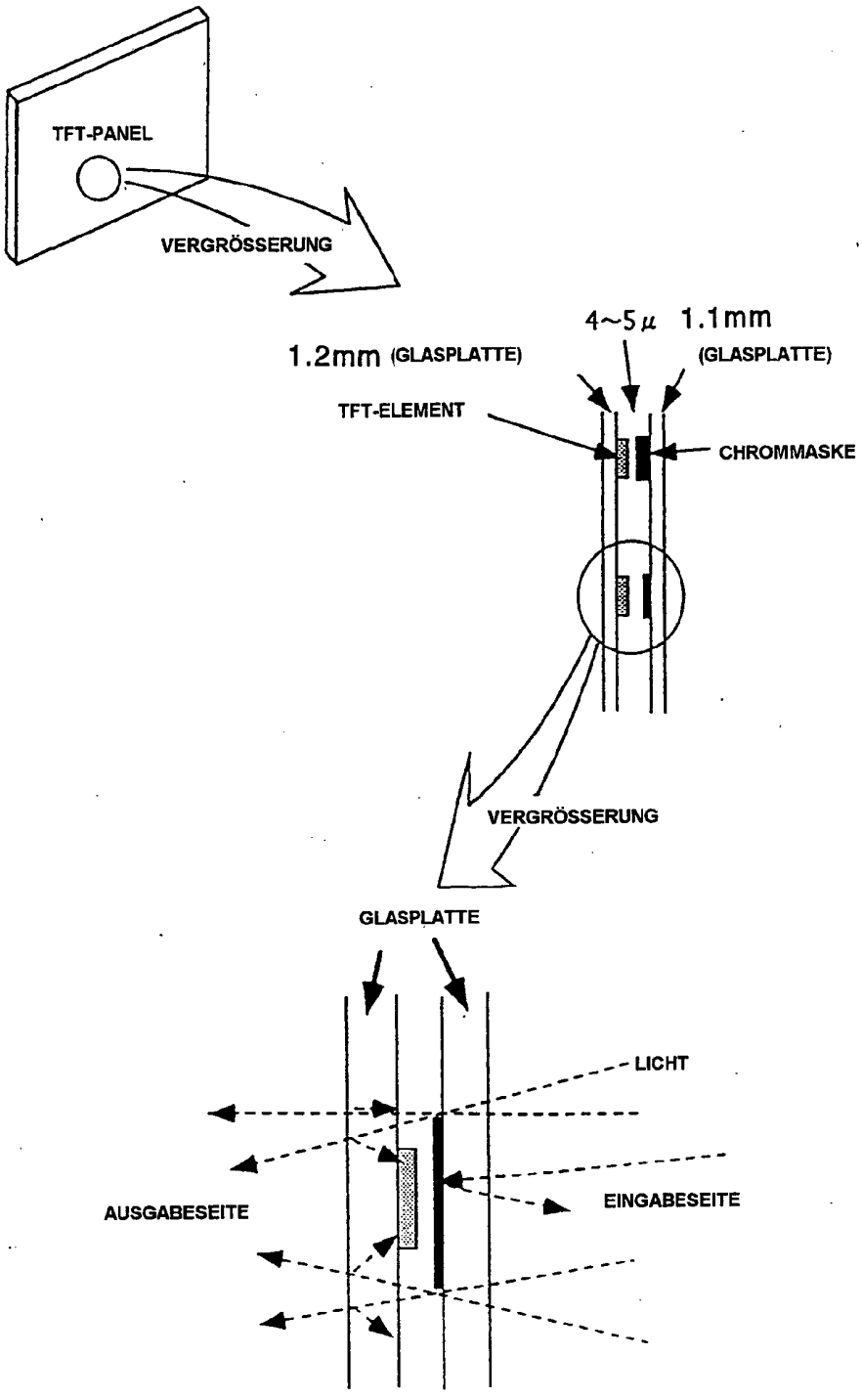


Fig.148

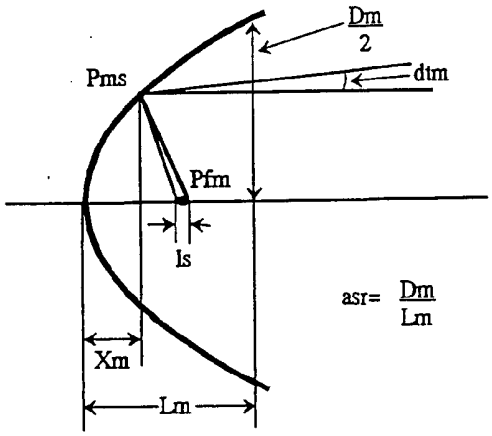


Fig.149

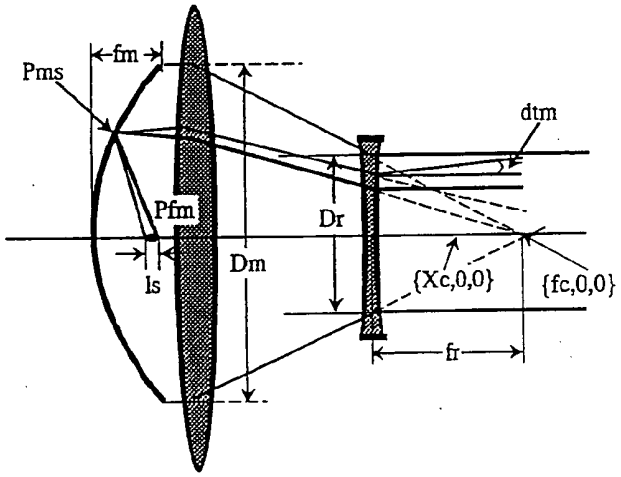


Fig.150

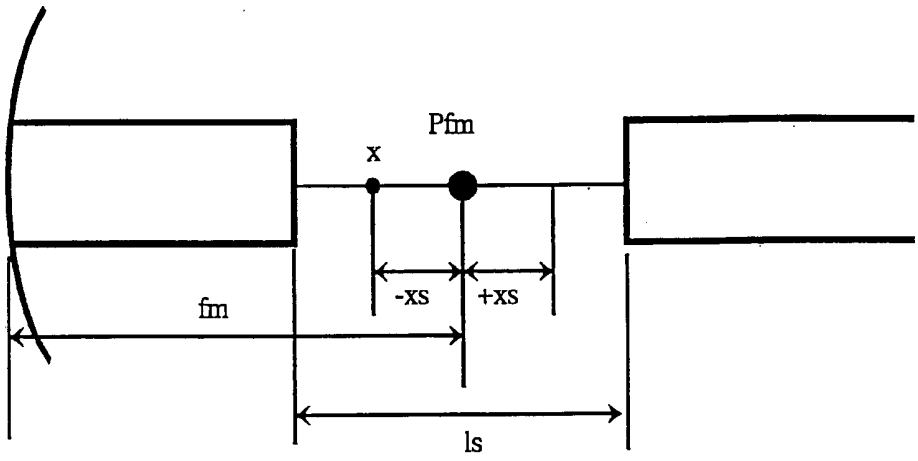


Fig.151

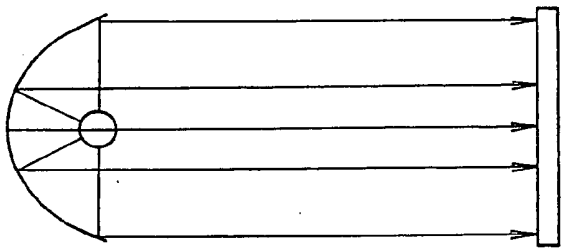


Fig.152

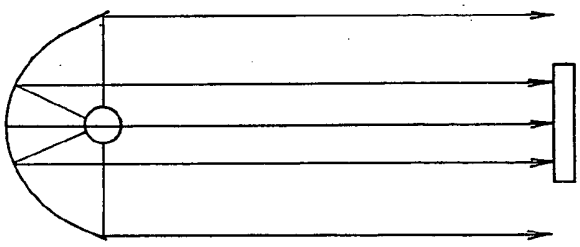


Fig.153

STAND DER TECHNIK

TV-METHODE			525/60	625/50
ABTASTZAHL PRO ABTASTZEILE				
LEUCHTDICHTE	Y		858	864
FARBDIFFERENZ	C_r	C_b	429	432
ABTASTFREQUENZ				
LEUCHTDICHTE	Y		13,5 MHz	
FARBDIFFERENZ	C_r	C_b	6,75 MHz	
EFFEKTIVE ABTASTZAHL PRO ABTASTZEILE				
LEUCHTDICHTE	Y		720	
FARBDIFFERENZ	C_r	C_b	360	
QUANTISIERUNG			8 BITS DIREKTQUANTISIERUNG	
PEGELZUWEISUNG			SCHWARZ : 16	
LEUCHTDICHTE	Y		WEISS-PEAK :235	
FARBDIFFERENZ	C_r	C_b	128 ±112	

Fig.154
STAND DER TECHNIK

ABTASTZEILENNUMMER		1125
FELDNUMMER PRO ABTASTUNG		60
SEITENVERHÄLTNIS		16 : 9
ABTASTZAHL PRO ABTASTZEILE		
LEUCHTDICHTE	Y	2200
FARBDIFFERENZ	P_r P_b	1100
ABTASTFREQUENZ		
LEUCHTDICHTE	Y	74,25 MHz
FARBDIFFERENZ	P_r P_b	37,125 MHz
EFFEKTIVE ABTASTZAHL PRO ABTASTZEILE		
LEUCHTDICHTE	Y	1920
FARBDIFFERENZ	P_r P_b	960

Fig.155

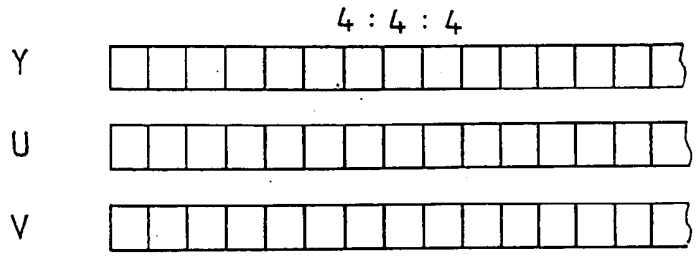


Fig.156

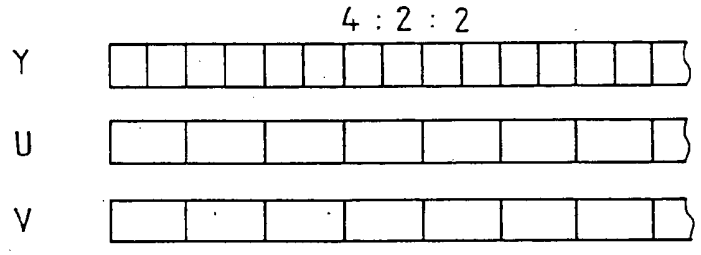


Fig.157

STAND DER TECHNIK

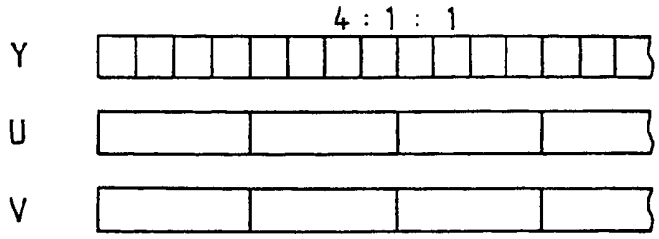


Fig.158

STAND DER TECHNIK

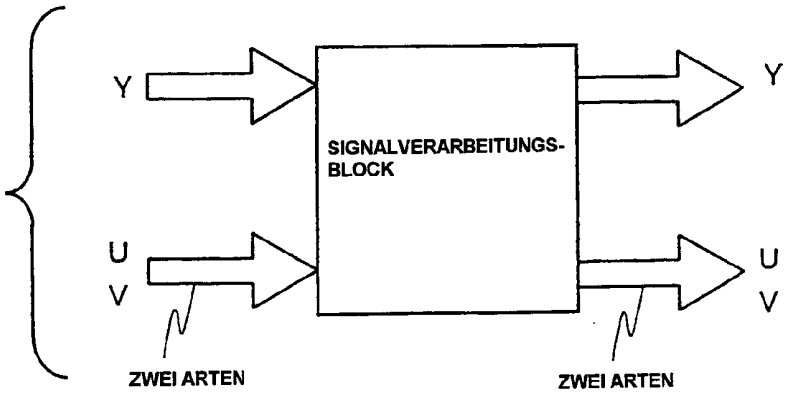


Fig.159
STAND DER TECHNIK

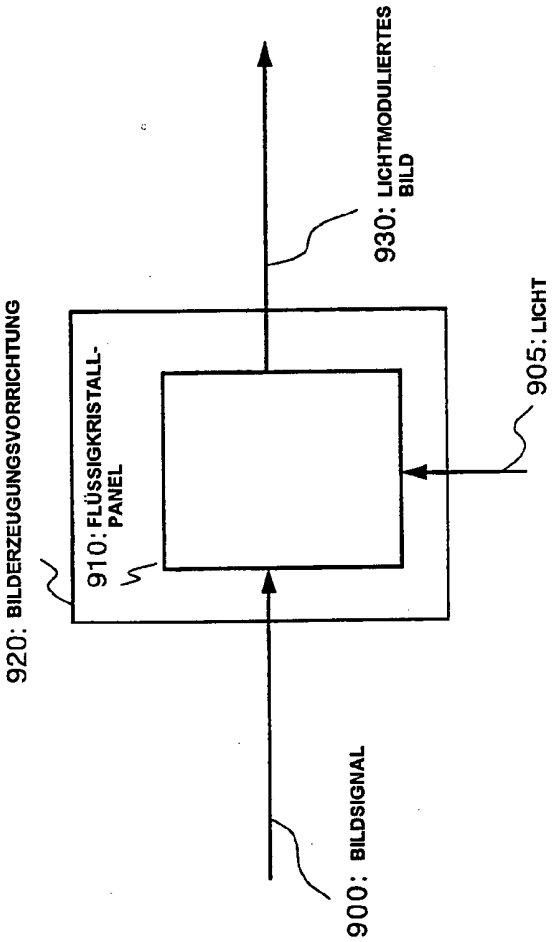


Fig.160

STAND DER TECHNIK

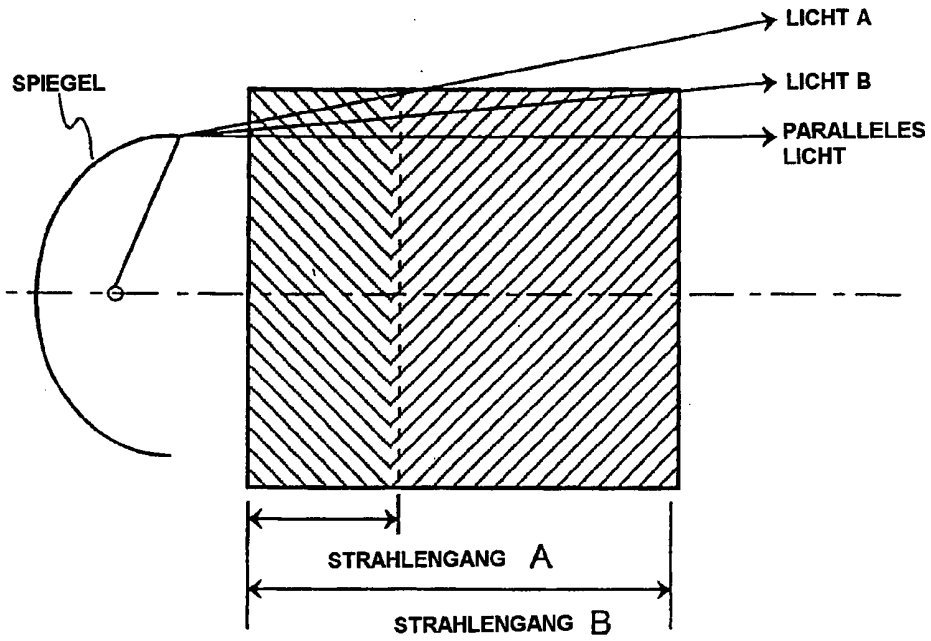


Fig.161

STAND DER TECHNIK

Vorbereitung

Definition der Funktionen

Man beachte, dass jede Länge durch die Spiegel-Brennweite dividiert ist

x,r,a: Zylinderkoordinaten

Ursprung am Oberende des Parab. & x ist Axialrichtung der Linse

rm: Spiegelradius **xm: Position der Achsrichtung** **, fm: Brennweite**

Pf: Spiegelbrennpunkt , Pm: jeder Punkt auf dem Spiegel , Ps: Strahlungspunkt auf Achse

fxb[f, Modifikation von L,xa]: Linsengleichung

```
rm[fm_,xm_]:=2 Sqrt[fm xm]
ab[x_]:=Sqrt[x.x]
Pm:={xm,rm[fm,xm] Cos[a],rm[fm,xm] Sin[a]}
Pf:={fm,0,0}
Ps:={fm+xs,0,0}
fxb[f_,L_,xa_]:=(-L^2 + f*xa + L*xa)/(f - L + xa)
```


DE 696 29 516 T2 2004.08.05

Fig.162

STAND DER TECHNIK

Analyse

1. Lichtneigung von {fm+xs,0,0}

1.1 Lichtneigung {fm+xs,0,0} durch Pms

Lm: Spiegellänge xs: axiale Position eines abgestrahlten Punkts vom Brennpunkt

s: Neigung des emittierten Lichts von der Position, ars: Seitenverhältnis von Spiegel (=Dm/Lm) (=Dm/Lm)

```
 a=0
Tan[t]->(Pm-Pf)[[1]]/(Pm-Pf)[[2]]
Normal[Series[Tan[t]-Tan[t-dt],{dt,0,1}]]
Simplify[Solve[xs==rm[fm,xm] %,dt][[1]]/.%%]
as1=s->Simplify[PowerExpand[dt/.%/.xm->fm Xm/.
   Solve[Dm==2 rm[fm,Lm],fm][[1]]]/.
   Solve[asr==Dm/Lm,Lm][[1]]]
```

0

Fig.163

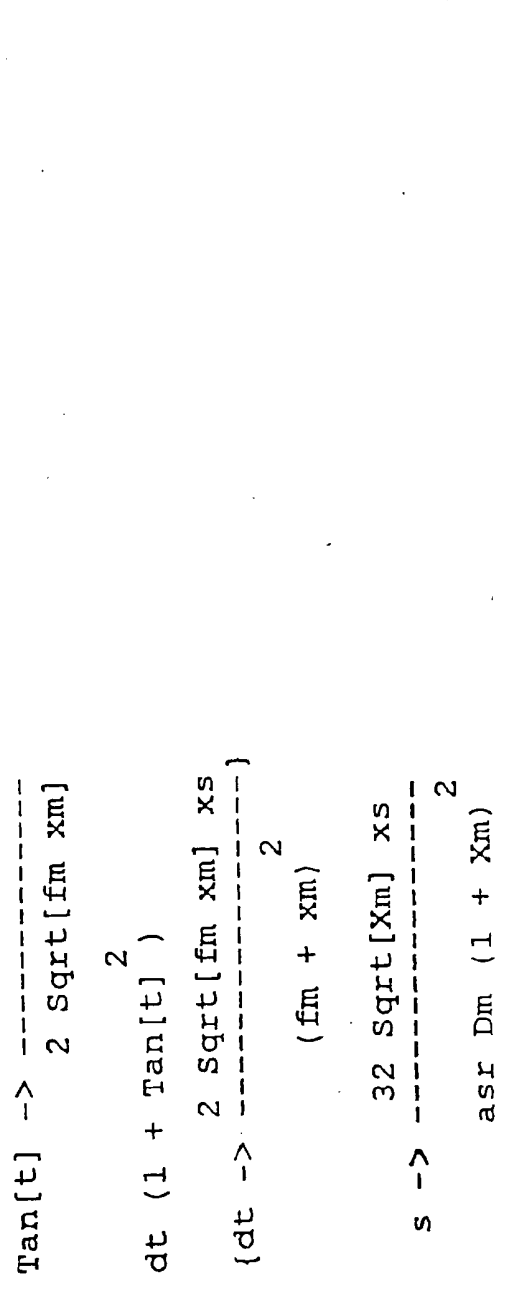

-fm + xm
Tan[t] -> ----------
2 Sqrt[fm xm]
2
dt (1 + Tan[t])
2 Sqrt[fm xm] xs
{dt -> ----------}
2
(fm + xm)
32 Sqrt[Xm] xs
s -> ----------
2
asr Dm (1 + Xm)

Fig.164
STAND DER TECHNIK

1.2 Neigungsänderung aufgrund von Strahlformung durch Relaislinse

Dc: Durchmesser des kollimierten Lichtwegs durch Relaislinse

sc: Lichtneigung an kollimierten Lichtweg

```
xc->Normal[Simplify[Series[fxb[
   fc,fm,-rm[fm,xm]/dt+fm],{dt,0,1}]]]
Simplify[Normal[Series[fxb[
   -fr,fc+fm-fr,xc/.%],{dt,0,1}]]]
sc->-(rm[fm,xm] fr/fc)/(%-(fc+fm-2 fr))
sc/.%/.fr->fc Dc/Dm
sc->%/.as1

xc -> fc + fm + (dt*fc^2*(fm*xm)^(1/2))/(2*fm*xm)
```


DE 696 29 516 T2 2004.08.05

Fig.165

STAND DER TECHNIK

$$fc + fm - 2\,fr - \frac{2\,fr^{2}\,\mathrm{Sqrt}[fm\ xm]}{dt\ fc^{2}}$$

$$sc \rightarrow \frac{dt\ fc}{fr}$$

$$\frac{Dm\ dt}{Dc}$$

$$sc \rightarrow \frac{Dm\ dt}{Dc}$$

☐ **Resultat**

fs[as,D,xs,xm]: Lichtstrahlneigung als eine Funktion von **D,xs,Xm**

D: Lichtwegdurchmesser , **as:** Seitenverhältnis von Hauptspiegel

```
fs[asr_,D_,xs_,Xm_]:=
  (32*Xm^(1/2)*xs)/(asr*D*(1 + Xm)^2)
```

Fig.166

STAND DER TECHNIK

■ **1.3** **Durchschnittliche Lichtneigung von** **{fm+xs,0,0}**

va: **Winkel zwischen Achse und Licht vom Brennpunkt**

as: **Seitenverhältnis Hauptspiegel**

```
a=0
Cos[va]->PowerExpand[Simplify[
   (Pf-Pm)[[1]]/ab[Pf-Pm]/.xm->Xm fm]]
Simplify[D[Cos[va]/.%,Xm]]
S->fs[as,D,xs,Xm]/xs D as
Sav->N[Integrate[- (S/.%) %%,{Xm,0,1}]]
sa=Sav xs/D/as/.%

0
```

Fig.167

```
                1 - Xm
Cos[va] -> ------
                1 + Xm

   -2
---------
         2
(1 + Xm)

     32 Sqrt[Xm]
S -> -----------
                2
      (1 + Xm)

Sav -> 8.94985
8.94985 xs
----------
   as D
```

Fig.168

STAND DER TECHNIK

2. Verteilung der Lichtneigung von Quelle bei Länge ls

2.1 Maximale Lichtneigung

```
Solve[D[fs[as,D,ls/2,Xm],Xm]==0,Xm][[1]]
sm=N[fs[as,D,ls/2,Xm]/.%]

          1
{Xm -> -}
          3

5.19615 ls
----------
   as D
```

Fig.169

STAND DER TECHNIK

2.2 Äußere Lichtneigung

```
so=fs[as,D,ls/2,1]

4 ls
----
as D
```

Standardabweichung der Lichtneigung

☐ Wechselstrom-Metallhalogenid mit Bogen von 4 mm

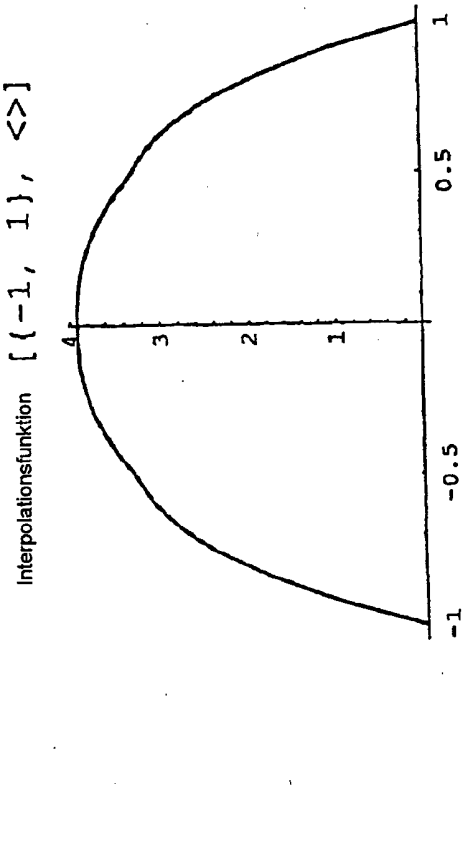
Verteilung der Lichtstärke :{{xs, Stärke },....}==

{{-1,0},{-(1-1/4),2.4},{-0.5,3.3}, {0,3.9},{0.5,3.3},{(1-1/4),2.4},{1,0}}

```
fx=Interpolation[{{-1,0},{-(1-1/4),2.4},{-0.5,3.3},
      {0,3.9},{0.5,3.3},{(1-1/4),2.4},{1,0}}]
Plot[fx[x],{x,-1,1},PlotRange->All]
NIntegrate[fx[x],{x,-1,1}]
RelativeMeanDeviation->NIntegrate[
Abs[x] fx[x],{x,-1,1}]/%
RelativeStDeviation->Sqrt[NIntegrate[
x^2 fx[x],{x,-1,1}]/%%]
SlopeDeviation->sa RelativeStDeviation/.
  %/.xs->ls/2
```

Fig.170

STAND DER TECHNIK




```
-Graphics-
5.87
RelativeMeanDeviation -> 0.406289
RelativeStDeviation -> 0.479084
                2.14387 ls
SlopeDeviation -> ----------
                    as D
```

Fig.171

STAND DER TECHNIK

Endresultat

sm : Mittlere Neigung des Lichts, abgestrahlt von {fm+xs,0,0},

so: Neigung des vom Spiegelende emittierten Lichts

sac : Abweichung der Neigung, emittiert von Lichtquelle mit ls

```
Clear[sm,so,sa]
sm[asr_,D_,ls_]:= 4.5 ls/(asr*D)
so[asr_,D_,ls_]:= 4.0 ls/(asr*D)
sac[asr_,D_,ls_]:= 2.1*ls/(asr*D)
```

Beispiel

```
sac[2,8.0,0.5] 180/3.14
3.76194
```


DE 696 29 516 T2 2004.08.05

Fig.172

STAND DER TECHNIK

■ Neigung am Brennpunkt

Xi : Eingang Kondensorlinse , XO : Ausgang Kondensorlinse

y: Ort des äußeren Strahls, dtf: Neigung am Brennpunkt

```
fxo[f_,L_,xi_]:=(-L^2 + f*xi + L*xi)/(f - L + xi)
fy[L_,yi_,xo_,x_]:=yi(1-(x-L)/(xo-L))

Normal[Series[fxo[f,0,-D/2/s],{s,0,1}]]
RadiusAtFocus->Series[fy[0,D/2,%,f],{s,0,1}]
Solve[Dp/2==f s,f][[1]]
sf->D/2/f/.%
```

$$f + \frac{2\,f^2\,s}{D}$$

$$\text{RadiusAtFocus} \to f\,s + O[s]^2$$

$$\left(f \to \frac{Dp}{2\,s}\right)$$

$$sf \to \frac{D\,s}{Dp}$$

DE 696 29 516 T2 2004.08.05