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

(10) **DE 600 07 574 T2** 2004.11.25

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 031 870 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 07 574.5**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 301 406.5**
(96) Europäischer Anmeldetag: **23.02.2000**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **30.08.2000**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **07.01.2004**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **25.11.2004**

(51) Int Cl.[7]: **G02B 27/28**
G02B 27/18, H04N 9/31

(30) Unionspriorität:
4465999 23.02.1999 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, GB

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

(74) Vertreter:
Hössle Kudlek & Partner, Patentanwälte, 70184 Stuttgart

(72) Erfinder:
Itoh, Yoshitaka, Suwa-shi, Nagano-ken 392-8502, JP

(54) Bezeichnung: **Beleuchtungssystem und Projektor**

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

[0001] Diese Erfindung betrifft ein Beleuchtungssystem, das Licht von einer Lichtquelle in mehrere Lichtstrahlenbündel aufteilt, die Lichtstrahlenbündel in einen Typ polarisierten Lichts umsetzt, bei dem die Polarisation im Wesentlichen in einer Richtung verläuft, und diese Lichtstrahlenbündel auf die gleiche Beleuchtungszone überlagert. Die Erfindung betrifft außerdem einen Projektor, der durch die Verwendung des Beleuchtungssystems Bilder mit einer gleichförmigen Helligkeit anzeigen kann.

[0002] In einer Vorrichtung eines Projektionsanzeigesystems wird Licht, das auf elektrooptische Vorrichtungen, die als Lichtventile bezeichnet werden, projiziert wird, gemäß der Bildinformation moduliert und das auf diese Weise modulierte Licht wird auf einen Schirm projiziert, um dadurch Bilder anzuzeigen. Flüssigkristallplatten (Flüssigkristall-Lichtventile) sind die elektrooptischen Vorrichtungen, die gewöhnlich verwendet werden. Es ist erwünscht, dass die durch ein Projektionsanzeigesystem angezeigten Bilder gleichförmig und hell sind und das Licht, das durch das in der Vorrichtung verwendete Beleuchtungssystem ausgesendet wird, einen hohen Wirkungsgrad besitzt. Herkömmlich werden optische Integratorsysteme verwendet, um eine gleichförmige Beleuchtung einer Zone durch Flüssigkristall-Lichtventile sicherzustellen. Außerdem wird in einem Projektor, der Flüssigkristall-Lichtventile verwendet, die die Modifikation von lediglich einem Typ von linear polarisiertem Licht verwenden, zur Vergrößerung der Lichtausbeute ein Polarisationsumsetzungssystem verwendet, um nicht polarisiertes Licht von der Lichtquelle in einen Typ von linear polarisiertem Licht umzusetzen.

[0003] **Fig.** 24 zeigt die Konfiguration eines herkömmlichen Beleuchtungssystems. Dieses Beleuchtungssystem umfasst eine Lichtquelle **4120**, eine erste Linsenanordnung **4130**, eine zweite Linsenanordnung **4140**, ein Polarisationsumsetzungssystem **4150** und eine Überlagerungslinse **4160**. Die zwei Linsenanordnungen **4130** und **4140** und die Überlagerungslinse **4160** bilden ein optisches Integratorsystem.

[0004] Die erste Linsenanordnung **4130** besitzt mehrere kleine Linsen **4132**. Die zweite Linsenanordnung **4140** besitzt mehrere kleine Linsen **4142**, die den mehreren kleinen Linsen **4132** der ersten Linsenanordnung **4130** entsprechen.

[0005] Das Polarisationsumsetzungssystem **4150** besitzt mehrere Paare aus Polarisationsteilungsfilm **4152** und Reflexionsfilm **4154**, die längs der x-Achse parallel angeordnet sind. Der Polarisationsteilungsfilm **4152** und der Reflexionsfilm **4154** besitzen eine feste Neigung in der Richtung der x-Achse, die sich, betrachtet von der z-Achse, in Gegenuhrzeigerrichtung neigt. Die Austrittsseite jedes Polarisationsteilungsfilms **4152** ist mit einem λ/2-Retardationsfilm **4156** versehen.

[0006] Im Wesentlichen paralleles Licht, das von der Lichtquelle **4120** ausgesendet wird, wird durch die mehreren kleinen Linsen **4132** in mehrere Teillichtstrahlenbündel aufgeteilt. Die Konzentrationswirkung der kleinen Linsen **4132** und **4142** bewirkt das Konvergieren jedes der Teillichtstrahlenbündel in die Nähe des Polarisationsteilungsfilms **4152** des Polarisationsumsetzungssystems **4150**. Der Polarisationsteilungsfilm **4152** überträgt effektiv eine linear polarisierte Lichtkomponente vollständig, wie z. B. p-polarisiertes Licht, während er alle anderen linear polarisierten Lichtkomponenten, wie z. B. s-polarisiertes Licht, effektiv reflektiert. Die durch den Polarisationsteilungsfilm **4152** reflektierte linear polarisierte Lichtkomponente wird durch den Reflexionsfilm **4154** auf die Überlagerungslinse **4160** reflektiert. Die linear polarisierte Lichtkomponente, die von dem Polarisationsteilungsfilm **4152** durchgelassen wird, trifft auf den λ/2-Retardationsfilm **4156** auf, wird in linear polarisiertes Licht mit der gleichen Polarisierungsrichtung wie die andere linear polarisierte Lichtkomponente umgesetzt und trifft auf die Überlagerungslinse **4160** auf. Somit werden die mehreren Teillichtstrahlenbündel, die auf der Überlagerungslinse **4160** auftreffen, im Wesentlichen in einen Typ von linear polarisiertem Licht umgesetzt und werden in der Beleuchtungszone **4180** im Wesentlichen überlagert. Das ermöglicht eine im Wesentlichen gleichförmige Beleuchtung der Beleuchtungszone **4180** durch im Wesentlichen einen Typ von linear polarisiertem Licht.

[0007] In dem obigen herkömmlichen Beleuchtungssystem wird bewirkt, dass die Teillichtstrahlenbündel, die durch die erste Linsenanordnung **4130** gebildet werden, in der Nähe des Polarisationsteilungsfilms **4152** konvergieren und die Teillichtstrahlenbündel, die auf dem Polarisationsteilungsfilm **4152** auftreffen, werden folglich räumlich getrennt. Der Reflexionsfilm **4154** ist dort angeordnet, wo keine Teillichtstrahlenbündel vorhanden sind, und reflektiert linear polarisiertes Licht, das durch den Polarisationsteilungsfilm **4152** reflektiert wird. Auf diese Weise wird nicht polarisiertes Licht, das von der Lichtquelle ausgesendet wird, durch den Polarisationsteilungsfilm **4152** und den Reflexionsfilm **4154** in zwei Typen von linear polarisiertem Licht getrennt.

[0008] Wenn die Lichtquelle ein vollständig paralleles Strahlenbündel aussendet, wird bewirkt, dass die Teillichtstrahlenbündel in der Nähe des Polarisationsteilungsfilms 4152 im Wesentlichen zu einem Punkt konvergieren. Wenn jedoch in der Praxis das Strahlenbündel von der Lichtquelle **4120** nicht vollständig parallel ist, wird das Bild mit einem gewissen Grad der Divergenz gebildet. Die Breite des Polarisations-

teilungsfilms **4152** und des Reflexionsfilms **4154** längs der x-Achse ist so eingestellt, dass fast das gesamte Licht, das zum Bilden des Bilds verwendet wird, effektiv auf dem Polarisationsteilungsfilm **4152** einfällt.

[0009] Ein wirkungsvoller Weg, um mit einem Projektor ein helleres Bild zu erreichen, besteht darin, den Ausgang der Lichtquellenlampe zu vergrößern. Lichtquellenlampen, die verwendet werden, enthalten Metallhalogenidlampen und Quecksilberlampen. Um die Lichtausbeute zu vergrößern, ist es bevorzugt, eine Lampe mit einem langen Lichtbogen zu verwenden. Das Strahlenbündel, der von einer Lampe mit langem Lichtbogen ausgesendet wird, ist jedoch gewöhnlich weniger parallel als ein von einer Lampe mit kurzem Lichtbogen ausgesendetes Strahlenbündel. Das bedeutet, dass selbst dann, wenn eine Lampe mit kurzem Lichtbogen, die in einem Beleuchtungssystem verwendet wird, durch eine Lampe mit langem Lichtbogen ersetzt wird, hat eine verringerte Parallelität des Strahlenbündels einen geringeren Anteil des Lichts, das auf dem Polarisationsteilungsfilm **4152** auftrifft, zur Folge, wodurch der Wirkungsgrad der Polarisationsteilung verringert wird. Somit besteht das Problem darin, dass selbst dann, wenn der Ausgang der Lichtquelle vergrößert wird, kein großer Anstieg des effektiven Ausgangs des Lichts, das zum Beleuchten der Beleuchtungszone verwendet wird, vorhanden ist.

[0010] JP 5.072.417-A beschreibt ein Beleuchtungssystem des Standes der Technik. Der Oberbegriff von Anspruch 1 basiert auf diesem Dokument.

[0011] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Technologie zu schaffen, die in einem optischen Integratorsystem und Polarisationsumsetzungssystem, das eine Lichtquellenlampe mit einem größeren Ausgang als eine herkömmliche Lampe verwendet, ermöglicht, dass der Lichtausgang vergrößert wird, ohne den Wirkungsgrad des Beleuchtungssystems zu verringern. Es ist eine weitere Aufgabe, einen Projektor zu schaffen, der ermöglicht, dass ein helleres gleichmäßigeres Projektionsbild erreicht werden kann.

[0012] Wenigstens ein Teil der oben genannten sowie weitere verwandte Aufgaben werden erreicht durch ein Beleuchtungssystem, das eine Lichtauftreffoberfläche einer optischen Vorrichtung als eine Beleuchtungszone beleuchtet. Das System umfasst: eine Lichtquelle, die nicht polarisiertes Licht aussendet, ein optisches Leistungsänderungs-Übertragungssystem, das die Größe eines von der Lichtquelle ausgesendeten Lichtstrahlenbündels ändert, ein optisches Überlagerungssystem, das eine Beleuchtung der Beleuchtungszone durch ein gegebenes auftreffendes Lichtstrahlenbündel bewirkt, und ein Polarisationsumsetzungssystem, das an einer ausgewählten Position längs eines Lichtweges von einer Auftreffoberfläche des optischen Leistungsänderungs-Übertragungssystems zu einer Austrittsfläche des optischen Überlagerungssystems vorgesehen ist, um ein auftreffendes Lichtstrahlenbündel aus nicht polarisiertem Licht in ein Lichtstrahlenbündel mit einer linear polarisierten Komponente mit einem Polarisationsrichtungstyp umzusetzen, und das umgesetzte Lichtstrahlenbündel aussendet, wobei die Größe eines Lichtstrahlenbündels, das in das Polarisationsumsetzungssystem eintritt, durch das optische Leistungsänderungs-Übertragungssystem in einer vorgeschriebenen Richtung verringert wird, wobei das optische Leistungsänderungs-Übertragungssystem umfasst: eine erste Linsenanordnung mit mehreren ersten kleinen Linsen, und eine zweite Linsenanordnung mit mehreren zweiten kleinen Linsen, wobei das Polarisationsumsetzungssystem umfasst: eine Polarisationsstrahlteileranordnung, die mehrere Paare zueinander paralleler Polarisationsteilungsfilme und Reflexionsfilme in einem geneigten Zustand längs der vorgeschriebenen Richtung besitzt und das auftreffende Strahlenbündel aus nicht polarisiertem Licht in mehrere Teillichtstrahlenbündel aus zwei Typen von linear polarisiertem Licht trennt, und eine Polarisationsumsetzungsvorrichtung, die die Polarisationsrichtung eines ersten Typs von linear polarisiertem Licht der beiden Typen von linear polarisiertem Licht in die gleiche Polarisationsrichtung wie ein zweiter Typ von linear polarisiertem Licht umsetzt, wobei ein von der Lichtquelle ausgesendetes Lichtstrahlenbündel durch das optische Leistungsänderungs-Übertragungssystem in mehrere Teillichtstrahlenbündel geteilt wird und die Größe jedes der mehreren Teillichtstrahlenbündel in der vorgeschriebenen Richtung durch das optische Leistungsänderungs-Übertragungssystem verringert wird, dadurch gekennzeichnet, dass das optische Leistungsänderungs-Übertragungssystem ferner umfasst: Relay- bzw. eine Übertragungslinsenanordnung, die mehrere Übertragungslinsen besitzt, die auf einer Lichtaussendeseite der ersten Linsenanordnung angeordnet ist, derart, dass die zweite Linsenanordnung auf einer Lichtaussendeseite der Übertragungslinsenanordnung angeordnet ist, wobei die erste Linsenanordnung und die zweite Linsenanordnung an einander zugeordneten Punkten der Übertragungslinsenanordnung angeordnet sind.

[0013] In dem Beleuchtungssystem der vorliegenden Erfindung kann die Größe eines Lichtstrahlenbündels, der in das Polarisationsumsetzungssystem eintritt, durch ein optisches Leistungsänderungs-Übertragungssystem in einer vorgeschriebenen Richtung verringert werden, wodurch die Ausbeute des in das Polarisationsumsetzungssystem eintretenden Lichts verbessert wird. Folglich kann die Beleuchtungszone durch einen Typ von linear polarisiertem Licht mit im Wesentlichen gleichförmigen Polarisationsrichtungen hell und gleichförmig beleuchtet

werden. Da es im Allgemeinen eine proportionale Beziehung zwischen dem Ausgang einer Lichtquellenlampe und einer Lichtbogenlänge gibt und die Parallelität des von der Lichtquellenlampe ausgesendeten Lichtstrahlenbündels sich verschlechtert, wenn die Lichtbogenlänge ansteigt, gibt es dann, wenn eine Lampe mit hoher Ausgangsleistung verwendet wird, eine Minderung der Ausbeute des auftreffenden Lichts in Bezug auf das Polarisationsumsetzungssystem. Gemäß der Konfiguration dieser Erfindung ist es jedoch dann, wenn eine Lichtquellenlampe mit einer größeren Ausgangsleistung als eine herkömmliche Lampe verwendet wird, möglich, die Helligkeit des Beleuchtungslichts, das in der gleichen Richtung polarisiertes Licht enthält, zu erhöhen, ohne den Wirkungsgrad des Beleuchtungssystems zu verringern. Die vorgeschriebene Richtung bedeutet dabei in Bezug auf das Lichtstrahlenbündel eine oder zwei Richtungen, die senkrecht zu der Ausbreitungsrichtung des Lichtstrahlenbündels verlaufen. Deswegen wird dann, wenn das optische Leistungsänderungs-Übertragungssystem unter Verwendung eines optischen Kondensorelements aufgebaut wird, das in jeder Richtung eine gleichförmige Leistung besitzt, wie etwa eine sphärische Linse, die Größe des Strahlenbündelabschnitts in jeder Richtung dementsprechend verringert. Außerdem wird dann, wenn das optische Leistungsänderungs-Übertragungssystem unter Verwendung eines optischen Kondensorelements aufgebaut wird, das in lediglich in einer Richtung eine Leistung besitzt, die Größe des Strahlenbündelabschnitts lediglich in einer Richtung verringert.

[0014] Das optische Leistungsänderungs-Übertragungssystem bzw. -Relaysystem wird durch eine Anordnung von Linsen gebildet, wodurch der Wirkungsgrad des auftreffenden Lichts in Bezug auf das Polarisationsumsetzungssystem verbessert werden kann. Wenn der Schwerpunkt auf der Verbesserung des Wirkungsgrads des auftreffenden Lichts in Bezug auf die Polarisationsstrahlteileranordnung liegt, kann ein optisches Leistungsänderungs-Übertragungssystem verwendet werden, das ein optisches Kondensorelement verwendet, das in einer Richtung gekrümmt ist, wie etwa eine zylindrische Linse, wie oben beschrieben wurde.

[0015] Bei dieser Konfiguration ist es vorzuziehen, dass das optische Überlagerungssystem umfasst: eine dritte Linsenanordnung mit mehreren dritten kleinen Linsen, auf denen die in das optische Überlagerungssystem eintretenden mehreren Teillichtstrahlenbündel auftreffen, eine vierte Linsenanordnung mit mehreren vierten kleinen Linsen, die den mehreren dritten kleinen Linsen entsprechen, und eine Überlagerungslinse, die mehrere Teillichtstrahlenbündel, die durch die dritte Linsenanordnung und die vierte Linsenanordnung verlaufen, der Beleuchtungszone überlagern.

[0016] Die Verwendung eines optischen Überlagerungssystems, das in der oben beschriebenen Weise konfiguriert ist, ermöglicht, dass effektiv das gesamte Licht, das von dem Polarisationsumsetzungssystem ausgeht, zu der Beleuchtungszone geleitet wird, wodurch die Lichtausbeute des Beleuchtungssystems verbessert wird und die Beleuchtungszone gleichförmiger beleuchtet werden kann.

[0017] Das optische Überlagerungssystem kann umfassen: eine dritte Linsenanordnung mit mehreren kleinen Linsen, die die mehreren Teillichtstrahlenbündel der Beleuchtungszone im Wesentlichen überlagern, und eine vierte Linsenanordnung mit mehreren vierten kleinen Linsen, die den mehreren dritten kleinen Linsen entsprechen.

[0018] In diesem Fall kann der Einfallswinkel des Beleuchtungsstrahlenbündels, das auf die Beleuchtungszone auftrifft, kleiner gemacht werden im Vergleich zu dem Einfallswinkel in einem optischen Überlagerungssystem, das dritte und vierte Linsenanordnungen und eine Überlagerungslinse umfasst. Wenn optische Systeme und Elemente, bei denen die optischen Charakteristiken von dem Einfallswinkel abhängen, in der Beleuchtungszone angeordnet sind, ermöglicht das die Verbesserung der Lichtausbeute dieser Systeme und Elemente. Das dient außerdem zur Verringerung der Komplexität und der Kosten des Beleuchtungssystems.

[0019] Gemäß den obigen Konfigurationen ist es vorzuziehen, dass das Polarisationsumsetzungssystem zwischen dem optischen Leistungsänderungs-Übertragungssystem und dem optischen Überlagerungssystem angeordnet ist. Das Polarisationsumsetzungssystem kann zwischen der Übertragungslinsenanordnung und der zweiten Linsenanordnung des optischen Leistungsänderungs-Übertragungssystems angeordnet sein. Das Polarisationsumsetzungssystem kann zwischen der dritten Linsenanordnung und der vierten Linsenanordnung angeordnet sein.

[0020] Unabhängig davon, welche Stelle für das Polarisationsumsetzungssystem verwendet wird, ist es möglich, die Ausbeute des in das Polarisationsumsetzungssystem eintretenden Lichts zu verbessern, wie oben beschrieben wurde. Die Verbesserung ist jedoch größer, wenn das Polarisationsumsetzungssystem zwischen der Übertragungslinsenanordnung und der zweiten Linsenanordnung oder zwischen der dritten und der vierten Linsenanordnung angeordnet ist im Vergleich zu der Anordnung zwischen dem optischen Leistungsänderungs-Übertragungssystem und dem optischen Überlagerungssystem.

[0021] Wenn das Polarisationsumsetzungssystem darüber hinaus zwischen dem optischen Leistungsänderungs-Übertragungssystem und der zweiten

Linsenanordnung oder zwischen der Übertragungslinsenanordnung und der zweiten Linsenanordnung angeordnet ist, können die zweite und die dritte Linsenanordnung optisch integriert werden.

[0022] "Optisch integrierte" Elemente bedeutet eine Kombination von optischen Elementen, die mit einem Klebstoff miteinander verklebt sind, oder ein einzelnes optisches Element, das die Funktionen mehrerer optischer Elemente besitzt. Die Funktionen der zweiten Linsenanordnung des optischen Leistungsänderungs-Übertragungssystems und die Funktionen der dritten Linsenanordnung des optischen Überlagerungssystems können in einer der Linsenanordnungen integriert sein, während die andere Linsenanordnung weggelassen wird. Das optische Integrieren mehrerer optischer Elemente (die zweite und die dritte Linsenanordnung) ermöglicht, dass der Lichtverlust, der an Grenzflächen zwischen den Elementen auftritt, verringert werden kann, wodurch die Lichtausbeute verbessert wird. Es ermöglicht außerdem, dass die Komplexität und die Kosten des optischen Systems verringert werden können.

[0023] Gemäß der obigen Konfiguration ist es vorzuziehen, dass die mehreren ersten kleinen Linsen der ersten Linsenanordnung jeweils eine unterschiedliche Position der optischen Achse in einer Richtung senkrecht zu der vorgeschriebenen Richtung besitzen, so dass mehrere Teillichtstrahlenbündel, die in das Polarisationsumsetzungssystem eintreten, wenigstens in der Richtung senkrecht zu der vorgeschriebenen Richtung zueinander benachbart sind. "Vorgeschriebene Richtung" bedeutet die Richtung, in der die mehreren Gruppen von abwechselnden Polarisationsteilungsfilmen und Reflexionsfilmen in dem Polarisationsumsetzungssystem angeordnet sind.

[0024] Indem dadurch der Auftreffwinkel des Beleuchtungsstrahlenbündels auf der Beleuchtungszone verringert werden kann, wenn die optischen Systeme und Elemente in der Beleuchtungszone angeordnet sind, ermöglicht das, dass die Lichtausbeute dieser Systeme und Elemente weiter verbessert werden kann. Es ermöglicht außerdem, dass die optischen Systeme längs des Lichtwegs von dem Polarisationsumsetzungssystem zu der Beleuchtungszone verkleinert werden können.

[0025] Bei dieser Konfiguration können die mehreren Teillichtstrahlenbündel, die in der vorgeschriebenen Richtung angeordnet sind, in dem optischen Leistungsänderungs-Übertragungssystem um ein Verkleinerungsverhältnis verringert werden, das gemäß einer Position der Anordnung jedes Teillichtstrahlenbündels unterschiedlich ist.

[0026] Dadurch ist es möglich, den Auftreffwinkel des Beleuchtungsstrahlenbündels, das auf die Beleuchtungszone auftrifft, weiter zu verringern, und wenn die optischen Systeme und Elemente, bei denen die optischen Charakteristiken von dem Einfallswinkel abhängen, in der Beleuchtungszone angeordnet sind, kann die Lichtausbeute dieser Systeme und Elemente weiter verbessert werden.

[0027] Gemäß der obigen Konfiguration können die Übertragungslinsen als zusammengesetzte Linse gebildet sein, die wenigstens aus zwei Linsen gebildet ist.

[0028] Die Bildung der Übertragungslinsen als zusammengesetzte Linse ermöglicht die Korrektur der chromatischen Aberration, der sphärischen Aberration und des Astigmatismus und dergleichen, die bei einer Konfiguration mit einzelner Linse leicht auftreten.

[0029] Die vorliegende Erfindung betrifft außerdem einen ersten Projektor zum Anzeigen von projizierten Bildern. Der erste Projektor umfasst: eines der obigen Beleuchtungssysteme, eine elektrooptische Vorrichtung, die in Reaktion auf Bildsignale Licht, das von dem Beleuchtungssystem empfangen wird, in Licht für die Erzeugung von Bildern umsetzt und das umgesetzte Licht aussendet, und ein optisches Projektionssystem, das von der elektrooptischen Vorrichtung ausgesendetes Licht projiziert.

[0030] Der erste Projektor verwendet das erfindungsgemäße Beleuchtungssystem, so dass selbst dann, wenn eine Lichtquellenlampe mit einer höheren Ausgangsleistung als eine herkömmliche Lampe verwendet wird, der Lichtausgang vergrößert werden kann, ohne den Wirkungsgrad des Beleuchtungssystems zu verringern. Dadurch kann ein helleres gleichförmigeres Projektionsbild erreicht werden. Als erster Projektor der Erfindung kann eine sequentielle Vorrichtung des Farbanzeigesystems mit einer monochromen Flüssigkristallplatte und einem System im Zeitbereich vorgesehen sein, bei dem Farbfilter oder dergleichen, die spezielle Farben erzeugen können, verwendet werden.

[0031] Der erste Projektor kann ferner umfassen: einen Farbseparator, der von dem Beleuchtungssystem ausgesendetes Licht in mehrere Farbkomponenten separiert, mehrere elektrooptische Vorrichtungen, die jede der Farbkomponenten, die durch den Farbseparator separiert wurden, getrennt empfangen, und einen Farbkombinierer, der Licht jeder Farbkomponente, das von den mehreren elektrooptischen Vorrichtungen ausgesendet wird, kombiniert, wobei das optische Projektionssystem das kombinierte Licht, das von dem Farbkombinierer ausgeht, projiziert.

[0032] Diese Anordnung ermöglicht, dass hellere gleichförmigere Farbprojektionsbilder erhalten wer-

den können.

[0033] Bei dieser Konfiguration ist es vorzuziehen, dass unter der Annahme, dass x, y und z drei zueinander senkrechte Richtungsachsen sind, wobei z eine zu einer optischen Achse des von dem Beleuchtungssystem ausgehenden Lichts parallele Richtung ist, der Farbseparator eine Farbtrennoberflächen-Ebene besitzt, die zu der Ebene xz im Wesentlichen senkrecht und um einen vorgeschriebenen Winkel zu der Ebene yz geneigt ist, und das Beleuchtungssystem so positioniert ist, dass die vorgeschriebene Richtung, in der mehrere der Paare aus Polarisationsteilungsfilm und Reflexionsfilm, die in dem Polarisationsumsetzungssystem enthalten sind, angeordnet sind, mit der y-Richtung im Wesentlichen zusammenfällt.

[0034] Gemäß dieser Anordnung ist die vorgeschriebene Richtung, in der die mehreren Paare aus Polarisationsteilungsfilm und Reflexionsfilm in dem Polarisationsumsetzungssystem angeordnet sind (die nachfolgend als die Polarisationsteilungsrichtung bezeichnet wird), zu der Richtung der Farbtrennung in der Farbtrennoberflächen-Ebene des Farbseparators senkrecht, so dass der Änderungsbereich des Einfallswinkels des auf der Farbtrennoberfläche auftreffenden Lichts verringert werden kann. Da die Farbtrenncharakteristiken der Farbtrennoberfläche von dem Auftreffwinkel abhängen, verringert eine Reduzierung des Änderungsbereichs des Auftreffwinkels die Abweichung in den Farben des Lichts, das den Farbseparator verlässt. Folglich können Projektionsbilder erreicht werden, die gleichförmigere Helligkeit und Farben besitzen.

[0035] Es ist außerdem vorzuziehen, dass unter der Annahme, dass x, y und z drei zueinander senkrechte Richtungsachsen sind, wobei z eine zu einer optischen Achse des von dem Beleuchtungssystem ausgehenden Lichts parallele Richtung ist, der Farbkombinierer eine Farbkombinationsoberflächen-Ebene besitzt, die zu der Ebene xz im Wesentlichen senkrecht ist, und mit der Ebene yz einen vorgeschriebenen Winkel bildet, und das Beleuchtungssystem so positioniert ist, dass die vorgeschriebene Richtung, in der die mehreren Paare aus Polarisationsteilungsfilm und Reflexionsfilm angeordnet sind, mit der Richtung y im Wesentlichen zusammenfällt.

[0036] Gemäß dieser Anordnung ist die vorgeschriebene Richtung, in der polarisiertes Licht in dem Polarisationsumsetzungssystem separiert wird, senkrecht zu der Richtung der Farbkombinierung in der Farbkombinationsoberflächen-Ebene in dem Farbkombinierer, wodurch der Änderungsbereich des Auftreffwinkels des auf der Farbkombinationsoberfläche auftreffenden Lichts verringert werden kann. Da die Farbkombinations-Charakteristiken der Farbkombinationsoberfläche von dem Auftreffwinkel abhängen, verringert die Reduzierung des Änderungsbereichs des Auftreffwinkels eine Abweichung in den kombinierten Farben, die die Farbkombinationsoberfläche verlassen. Folglich können Projektionsbilder erhalten werden, die gleichförmigere Helligkeit und Farben besitzen.

[0037] Die vorliegende Erfindung betrifft ferner einen zweiten Projektor zum Anzeigen projizierter Bilder, mit: einem der obigen Beleuchtungssysteme, einer elektrooptischen Vorrichtung des Reflexionstyps, die in Reaktion auf empfangene Bildsignale auftreffendes Licht in. Licht zum Erzeugen von Bildern umsetzt, während sie das Licht reflektiert, einem optischen Projektionssystem, das von der elektrooptischen Vorrichtung des Reflexionstyps ausgesendetes Licht projiziert, und einer Polarisationsteilungsvorrichtung, die erstes linear polarisiertes Licht, das von dem Beleuchtungssystem empfangen wird, zu der elektrooptischen Vorrichtung des Reflexionstyps lenkt und außerdem zweites linear polarisiertes Licht, das von der elektrooptischen Vorrichtung des Reflexionstyps empfangen wird und in einer zu dem ersten linear polarisierten Licht senkrechten Richtung polarisiert ist, zu dem optischen Projektionssystem lenkt.

[0038] Der zweite Projektor verwendet außerdem das erfindungsgemäße Beleuchtungssystem, so dass selbst dann, wenn eine Lichtquellenlampe verwendet wird, die eine größere Ausgangsleistung als eine herkömmliche Lampe besitzt, der Lichtausgang vergrößert werden kann, ohne den Wirkungsgrad des Beleuchtungssystems zu verringern. Somit können Projektionsbilder erhalten werden, die heller sind und gleichförmigere Helligkeit und Farben aufweisen.

[0039] In dieser Konfiguration ist es vorzuziehen, dass unter der Annahme, dass x, y, z drei zueinander senkrechte Richtungsachsen sind, wobei z eine zu einer optischen Achse des von dem Beleuchtungssystem ausgehenden Lichts parallele Richtung ist, das Polarisationsstrahlteilerelement eine Polarisationslichttrennoberflächen-Ebene besitzt, die zu der Ebene xz im Wesentlichen senkrecht und um einen vorgeschriebenen Winkel zu der Ebene yz geneigt ist, und das Beleuchtungssystem so positioniert ist, dass die vorgeschriebene Richtung, in der mehrere Gruppen aus Polarisationsteilerfilm und Reflexionsfilm, die in dem Polarisationsumsetzungssystem enthalten sind, angeordnet sind, mit der x-Richtung im Wesentlichen zusammenfällt.

[0040] Wenn linear polarisiertes Licht, das in der zur z-Richtung geneigten Ebene yz liegt, auf die Farbtrennoberfläche fällt, verringert die Drehung der Polarisationsachse den Wirkungsgrad des Lichts, das in einer optoelektrischen Vorrichtung verwendet wird. Da gemäß der obigen Konfiguration der Änderungsbereich des Einfallswinkels von Licht, das auf die Polarisationslichttrennoberfläche fällt, in der Ebene yz

kleiner gemacht werden kann als in der Ebene xz, kann die Drehung der Polarisationsachse verringert werden. Das hat Projektionsbilder zur Folge, die heller sind und einen größeren Kontrast besitzen.

[0041] Die vorliegende Erfindung betrifft außerdem einen dritten Projektor zum Anzeigen projizierter Bilder, mit: einem der obigen Beleuchtungssysteme, einer elektrooptischen Vorrichtung, die mehrere Pixel, wovon jedes mehrere Unterpixel enthält, die dem Licht jeder von mehreren Farben entsprechen, sowie einem optischen Kondensorsystem, das mehrere kleine Kondensorlinsen enthält, die jedem Pixel entsprechen. Die elektrooptische Vorrichtung setzt in Reaktion auf gegebene Bildinformationen Licht, das von jedem Pixel durchgelassen wird, in Licht für die Erzeugung eines Bildes jedes Pixels um. Der Projektor umfasst ferner einen Farbseparator, der von dem Beleuchtungssystem ausgehendes Licht in mehrere Farbkomponenten separiert und außerdem Licht jeder der mehreren Farbkomponenten in zueinander verschiedene Richtungen lenkt, damit es auf den Unterpixeln auftrifft, die den jeweiligen Farbkomponenten entsprechen, und ein optisches Projektionssystem, das von der elektrooptischen Vorrichtung ausgesendetes Licht projiziert.

[0042] Der dritte Projektor gemäß der Erfindung verwendet außerdem das erfindungsgemäße Beleuchtungssystem, so dass selbst dann, wenn eine Lichtquellenlampe verwendet wird, die eine größere Ausgangsleistung als eine herkömmliche Lampe besitzt, der Lichtausgang vergrößert werden kann, ohne den Wirkungsgrad des Beleuchtungssystems zu verringern, wodurch ermöglicht wird, dass Projektionsbilder erhalten werden, die heller sind und gleichförmigere Helligkeit und Farben besitzen.

[0043] Es ist bei dieser Konfiguration vorzuziehen, dass unter der Annahme, dass x, y, z drei zueinander senkrechte Richtungsachsen sind, wobei z eine zu einer optischen Achse des von dem Beleuchtungssystem ausgehenden Lichts parallele Richtung ist, der Farbseparator mehrere Farbtrennoberflächen-Ebenen besitzt, die Licht wahlweise in mehrere Farbkomponenten trennen, zu der Ebene xz im Wesentlichen senkrecht sind und um einen unterschiedlichen, vorgeschriebenen Winkel zu der Ebene yz geneigt sind, und das Beleuchtungssystem so positioniert ist, dass die vorgeschriebene Richtung, in der mehrere Paare aus Polarisationsteilungsfilm und Reflexionsfilm, die in dem Polarisationsumsetzungssystem enthalten sind, angeordnet sind, mit der y-Richtung im Wesentlichen zusammenfällt.

[0044] Gemäß dieser Anordnung ist die Richtung, in die polarisiertes Licht in dem Polarisationsumsetzungssystem getrennt wird, senkrecht zu der Richtung der Farbtrennung in der Farbtrennoberflächen-Ebene des optischen Farbtrennungssystems, wodurch ermöglicht wird, dass der Änderungsbereich des Auftreffwinkels von Licht, das auf die Farbtrennoberfläche einfällt, verringert werden kann. Da die Farbtrenn-Charakteristiken der Farbtrennoberfläche von dem Einfalls- bzw. Auftreffwinkel abhängen, verringert die Reduzierung des Änderungsbereichs des Auftreffwinkels die Abweichung der Farben des Lichts, das aus dem optischen Farbtrennungssystem austritt. Folglich können Projektionsbilder erhalten werden, die gleichförmigere Helligkeit und Farben besitzen.

[0045] Es ist außerdem bevorzugt, dass das Beleuchtungssystem so positioniert ist, die vorgeschriebene Richtung, in der mehrere Paare aus Polarisationsteilungsfilm und Reflexionsfilm angeordnet sind, im Wesentlichen gleich einer Richtung ist, die senkrecht zu einer Richtung ist, auf die die mehreren Unterpixel jedes Pixels ausgerichtet sind.

[0046] Da gemäß dieser Anordnung die Richtung, in der polarisiertes Licht in dem Polarisationsumsetzungssystem getrennt wird, senkrecht zu der Richtung ist, in der die mehreren in jedem Pixel enthaltenen Unterpixel angeordnet sind, ist es möglich, die Farbverschiebung infolge des auftreffenden Lichts, das nicht für jeden Farbunterpixel relevant ist, zu verringern.

[0047] Diese sowie weitere Aufgaben, Merkmale, Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden nun unter Bezugnahme auf mehrere bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung beschrieben, die lediglich beispielhaft und unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung angegeben werden, in der:

[0048] **Fig.** 1 eine Draufsicht der allgemeinen Konfiguration wesentlicher Teile eines Beleuchtungssystems ist, das eine erste Ausführungsform der Erfindung umfasst;

[0049] **Fig.** 2 eine perspektivische Ansicht der ersten Linsenanordnung **32** ist;

[0050] **Fig.** 3 eine vergrößerte Ansicht einer Gruppe aus ersten kleinen Linsen **32a**, zweiten kleinen Linsen **34a** und einer Übertragungslinse **36a** ist;

[0051] die **Fig.** 4(A) und 4(B) die Konfigurationen des Polarisationsumsetzungssystems **40** zeigen;

[0052] die **Fig.** 5(A) und 5(B) Variationen der Übertragungslinsenanordnung **36** zeigen;

[0053] die **Fig.** 6(A) und 6(B) weitere Variationen der Übertragungslinsenanordnung **36** zeigen;

[0054] die **Fig.** 7(A) und 7(B) Variationen des optischen Überlagerungssystems **50** zeigen;

[0055] **Fig.** 8 eine Draufsicht der allgemeinen Konfiguration wesentlicher Teile eines Beleuchtungssystems als eine zweite Ausführungsform der Erfindung ist;

[0056] **Fig.** 9 eine Draufsicht der allgemeinen Konfiguration wesentlicher Teile eines Beleuchtungssystems als eine dritte Ausführungsform der Erfindung ist;

[0057] die **Fig.** 10(A) und 10(B) einen Vergleich zwischen einem Beleuchtungssystem der vierten Ausführungsform und dem Beleuchtungssystem der ersten Ausführungsform zeigen;

[0058] **Fig.** 11 eine Draufsicht der allgemeinen Konfiguration wesentlicher Teile eines Beleuchtungssystems als eine fünfte Ausführungsform der Erfindung ist;

[0059] **Fig.** 12 eine veranschaulichende Darstellung ist, die die Parallelität des Lichts betrifft, das an dem optischen Leistungsänderungs-Übertragungssystem **30** auftrifft;

[0060] **Fig.** 13 eine Draufsicht der allgemeinen Konfiguration wesentlicher Teile eines Beleuchtungssystems als eine sechste Ausführungsform der Erfindung ist;

[0061] **Fig.** 14 eine Draufsicht der allgemeinen Konfiguration wesentlicher Teile eines Beleuchtungssystems als eine siebte Ausführungsform der Erfindung ist;

[0062] die **Fig.** 15(A) und 15(B) einen Vergleich zwischen der Form der Lichtstrahlenbündel, die auf das Polarisationsumsetzungssystem **40** in dem Beleuchtungssystem **100** der ersten Ausführungsform auftreffen, und der Form der Lichtstrahlenbündel, die auf das Polarisationsumsetzungssystem **40H** in dem Beleuchtungssystem **100H** der siebten Ausführungsform auftreffen, zeigen;

[0063] **Fig.** 16 eine Draufsicht der allgemeinen Konfiguration wesentlicher Teile eines Beleuchtungssystems als eine achte Ausführungsform der Erfindung ist;

[0064] **Fig.** 17 eine Draufsicht der allgemeinen Konfiguration wesentlicher Teile eines Projektors ist, der das erfindungsgemäße Beleuchtungssystem verwendet; die **Fig.** 18(A) und 18(B) veranschaulichende Darstellungen sind, die Licht betreffen, das sich von dem Beleuchtungssystem **100'** zu dem ersten dichroitischen Spiegel **202** und zu dem dichroitischen Kreuzprisma **320** bewegt;

[0065] **Fig.** 19 die Farbtrenncharakteristiken des ersten dichroitischen Spiegels **202** zeigt;

[0066] **Fig.** 20 eine Draufsicht der allgemeinen Konfiguration wesentlicher Teile eines weiteren Projektors ist, der das erfindungsgemäße Beleuchtungssystem verwendet;

[0067] **Fig.** 21 eine veranschaulichende Darstellung ist, die Licht betrifft, das an dem Polarisationsteilungsprisma **420** auftrifft;

[0068] **Fig.** 22 eine Draufsicht der allgemeinen Konfiguration wesentlicher Teile eines weiteren Projektors ist, der das erfindungsgemäße Beleuchtungssystem verwendet;

[0069] die **Fig.** 23(A) und 23(B) vergrößerte Darstellungen einer Pixelkonfiguration des Flüssigkristall-Farblichtventils **520** des Einzelplattentyps sind;

[0070] **Fig.** 24 die Konfiguration eines herkömmlichen Beleuchtungssystems zeigt; und

[0071] **Fig.** 25 eine Draufsicht der wesentlichen Teile eines weiteren Beleuchtungssystems gemäß der Erfindung ist.

[0072] Es werden nun Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnung beschrieben. Falls nicht anders angegeben ist, erfolgt in jeder der folgenden Ausführungsformen die Richtung der Lichtausbreitung längs der z-Achse (die Richtung parallel zur optischen Achse) und wenn ein Betrachter der Richtung der Lichtausbreitung zugewandt ist, ist seine 12 Uhr-Richtung die y-Achse (die vertikale Richtung) und seine 3 Uhr-Richtung die x-Achse (horizontale Richtung).

A Erste Ausführungsform

[0073] **Fig.** 1 ist eine Draufsicht der allgemeinen Konfiguration wesentlicher Teile eines Beleuchtungssystems, das eine erste Ausführungsform der Erfindung umfasst. Das Beleuchtungssystem **100** enthält eine Lichtquelle **20**, ein optisches Leistungsänderungs-Übertragungssystem **30**, ein Polarisationsumsetzungssystem **40** und ein optisches Überlagerungssystem **50**. Das optische Leistungsänderungs-Übertragungssystem bzw. -relaysystem **30** ist so angeordnet, dass seine optische Achse im Wesentlichen mit der optischen Achse **20LC** der Lichtquelle **20** übereinstimmt. Das Polarisationsumsetzungssystem **40** und das optische Überlagerungssystem **50** sind so angeordnet, dass ihre optischen Achsen mit einer optischen Achse **100LC** des Systems übereinstimmen, die durch das Zentrum einer Beleuchtungszone **80** verläuft. Die Lichtquellenachse **20LC** ist um eine gegebene Verschiebung Dp parallel zu der optischen Achse **100LC** des Systems in der x-Richtung versetzt. Der Betrag der Verschiebung Dp wird später erläutert. Das optische Überlagerungssystem **50** enthält ein optisches Integratorsystem, um

die Beleuchtungszone **80** im Wesentlichen gleichförmig zu beleuchten.

[0074] Die Lichtquelle **20** besitzt eine Lichtquellenlampe **22** und einen konkaven Spiegel **24**, der das Licht von der Lichtquellenlampe **22** als ein nahezu bzw. in etwa paralleles Lichtstrahlenbündel reflektiert. Die Lichtquellenlampe **22** kann eine Metallhalogenidlampe, eine Quecksilberlampe oder dergleichen sein. Es ist vorzuziehen, einen parabolischen Spiegel als konkaven Spiegel **24** zu verwenden. An Stelle eines parabolischen Spiegels kann ein elliptischer oder ein sphärischer Spiegel oder dergleichen verwendet werden.

[0075] Das optische Leistungsänderungs-Übertragungssystem **30** enthält eine erste Linsenanordnung **32**, eine zweite Linsenanordnung **34** und eine Übertragungslinsenanordnung **36**. **Fig.** 2 ist eine perspektivische Ansicht der ersten Linsenanordnung **32**. Die erste Linsenanordnung **32** ist als eine Matrix aus M Zeilen und N Spalten von plankonvexen ersten kleinen Linsen **32a** gebildet, wovon jede die Kontur einer im Wesentlichen rechtwinkligen Form besitzt. In dem in **Fig.** 2 gezeigten Beispiel betragen M = 5 und N = 4. Während die Form von jeder der ersten kleinen Linsen **32a**, betrachtet von der z-Richtung, nicht auf die rechtwinklige Form dieses Beispiels beschränkt ist, ist es erwünscht, dass die Linsen eine Form besitzen, die ihre Anordnung ohne Zwischenraum zwischen ihnen ermöglicht. Die ersten kleinen Linsen der ersten Linsenanordnung können eine äußere Form besitzen, die der Form der Beleuchtungszone **80** entspricht, da es, wie später beschrieben wird, erwünscht ist, dass ein Lichtstrahlenbündel, das durch die ersten kleinen Linsen verläuft und in der Größe durch das optische Leistungsänderungs-Übertragungssystem **30** verringert wurde, auf dritten kleinen Linsen **52a** einer dritten Linsenanordnung **52** auftrifft, und dass die dritten kleinen Linsen **52a** eine Form besitzen, die so eingestellt ist, dass sie der Form der Fläche der Beleuchtungszone **80**, die eigentlich beleuchtet wird, entspricht. Wird z. B. angenommen, dass eine Flüssigkristallplatte als Beleuchtungszone verwendet wird und das Seitenverhältnis ihrer Bilderzeugungsfläche 4:3 beträgt, wird das Seitenverhältnis der ersten kleinen Linsen **32a** ebenfalls auf 4:3 eingestellt sein.

[0076] Die zweite Linsenanordnung **34**, die in **Fig.** 1 gezeigt ist, ist ebenfalls so geformt, dass sie eine rechtwinklige Matrix aus M Zeilen und N Spalten von plankonvexen zweiten kleinen Linsen **34a** ist, die den ersten kleinen Linsen **32a** der ersten Linsenanordnung **32** entsprechen. Die zweiten kleinen Linsen **34a** sind kleiner als die ersten kleinen Linsen **32a** und sind durch ebene Plattenabschnitte **34b** verbunden, so dass die zweiten kleinen Linsen **34a** voneinander beabstandet sind. Es ist für die zweiten kleinen Linsen **34a** nicht wesentlich, dass sie durch ebene Plattenabschnitte **34b** verbunden sind. Die zweite Linsenanordnung **34** kann außerdem zweite kleine Linsen **34aA** umfassen, die die gleiche Form wie die ersten kleinen Linsen **32a** (jedoch unterschiedliche optische Charakteristiken) besitzen.

[0077] Die Übertragungslinsenanordnung **36** enthält bikonvexe Übertragungslinsen **36a**, die in einer Matrix von M Zeilen und N Spalten, die den mehreren ersten kleinen Linsen **32a** und den zweiten kleinen Linsen **34a** entsprechen, angeordnet sind.

[0078] **Fig.** 3 ist eine vergrößerte Ansicht einer Gruppe aus ersten kleinen Linsen **32a**, zweiten kleinen Linsen **34a** und der Übertragungslinse **36a**. Die ersten kleinen Linsen **32a** und die zweiten kleinen Linsen **34a** sind an einander zugeordneten Punkten der Übertragungslinse **36a** angeordnet. Das heißt, der Brennpunktsabstand fr der Übertragungslinse **36a** ist auf (L1 × L2)/(L1 + L2) eingestellt, wobei L1 die Strecke zwischen der ersten kleinen Linse **32a** und der Übertragungslinsenanordnung **36a** ist und L2 die Strecke zwischen der Übertragungslinse **36a** und der zweiten kleinen Linse **34a** ist. Der Brennpunktsabstand f1 der ersten kleinen Linse **32a** ist auf L1 eingestellt und der Brennpunktsabstand f2 der zweiten kleinen Linse **34a** ist auf L2 eingestellt.

[0079] Das Teillichtstrahlenbündel der Breite D1, das auf die Auftreffoberfläche der ersten kleinen Linse **32a** auftrifft, wird durch die erste kleine Linse **32a** konvergiert, um in der Übertragungslinse **36a** ein Bild zu erzeugen. Das Licht von dem Bild trifft auf die zweite kleine Linse **34a** auf. Die zweite kleine Linse **34a** sendet ein Lichtstrahlenbündel der Breite D2 aus. Die Breite D2 ist im Wesentlichen gleich (D1 × L2/L1). Im Einzelnen besitzt das optische Leistungsänderungs-Übertragungssystem **30** die Funktion zum Verringern der Breite D1 des Teillichtstrahlenbündels, das in die erste kleine Linse **32a** eintritt, um das Verhältnis der Strecke L2 zur Strecke L1, d. h. um (L2/L1). Wenn z. B. L2 als 1/2 L1 eingestellt ist, kann das optische Leistungsänderungs-Übertragungssystem **30** die Breite D2 des Strahlenbündels, das von der zweiten kleinen Linse **34a** ausgeht, so verändern, dass sie die Hälfte der Breite D1 des Strahlenbündels ist, das in die erste kleine Linse **32a** eintritt. Im Folgenden wird jedes der mehreren Lichtstrahlenbündel, das durch die erste Linsenanordnung **32** gebildet wird, auch als ein Teillichtstrahlenbündel oder erstes Teillichtstrahlenbündel bezeichnet und jedes der mehreren Lichtstrahlenbündel, das aus dem optischen Leistungsänderungs-Übertragungssystem **30** austritt, wird auch als ein reduziertes Teillichtstrahlenbündel oder zweites Teillichtstrahlenbündel bezeichnet.

[0080] Licht, das von der Lichtquelle **20** ausgesendet wird, enthält typischerweise Licht, das zur Lichtquellenachse **20LC** nicht parallel ist. Wenn das der

Fall ist und die ersten kleinen Linsen **32a** und die zweiten kleinen Linsen **34a** einfach aufgereiht sind, kann es Licht geben, das aus den ersten kleinen Linsen **32a** austritt und nicht in die zweiten kleinen Linsen **34a** eintreten kann, wodurch die Lichtausbeute des optischen Leistungsänderungs-Übertragungssystems **30** verschlechtert wird. Das Anordnen der Übertragungslinsen **36a** an einer Position, die ein gemeinsamer Brennpunkt der ersten kleinen Linsen **32a** und der zweiten kleinen Linsen **34a** ist, ermöglicht dem Licht, das nicht parallel zur Lichtquellenachse **20LC** ist, durch die Brechkraft der Übertragungslinsen **36a** zu den zweiten kleinen Linsen **34a** geleitet zu werden, wodurch die Lichtausbeute vergrößert wird.

[0081] Die **Fig.** 4(A) und 4(B) veranschaulichen die Konfigurationen des Polarisationsumsetzungssystems **40**, wobei **Fig.** 4(A) eine perspektivische Ansicht des Systems und **Fig.** 4(B) eine vergrößerte Darstellung eines Abschnitts davon ist. Das Polarisationsumsetzungssystem **40** enthält eine Lichtabdeckplatte **42**, eine Polarisationsstrahlteileranordnung **44** und eine wahlweise Verzögerungsplatte **46**. Die Polarisationsstrahlteileranordnung **44** besitzt eine Konfiguration, die erreicht wird, indem mehrere durchlässige Platten **44a** miteinander verklebt werden, die die Form von Säulen mit parallelogrammförmigem Querschnitt aufweisen. Polarisationsteilungsfilme **44b** und Reflexionsfilme **44c** sind abwechselnd auf den Grenzflächen der durchlässigen Platten **44a** ausgebildet. Die Polarisationsstrahlteileranordnung **44** kann hergestellt werden, indem mehrere Glasplatten, auf denen die Polarisationsteilungsfilme **44b** und Reflexionsfilme **44c** ausgebildet sind, miteinander verklebt werden, um die abwechselnde Anordnung der Filme zu erzeugen, und indem anschließend die verklebten Glasplatten bei einem vorgeschriebenen Winkel geschnitten werden. Der Polarisationsteilungsfilm **44b** kann aus einem dielektrischen Mehrschichtfilm gebildet werden und der Reflexionsfilm **44c** kann aus einem dielektrischen Mehrschichtfilm oder aus einem Aluminiumfilm gebildet werden.

[0082] Wie in **Fig.** 4(A) gezeigt ist, umfasst die Lichtabdeckplatte **42** Lichtabdeckabschnitte **42a** und durchlässige Abschnitte **42b**, die in einer streifenförmigen Anordnung angeordnet sind. Auftreffendes Licht wird durch die Abdeckabschnitte **42a** blockiert und durch die transparenten Abschnitte **42b** durchgelassen. Somit steuert die Lichtabdeckplatte **42** den Durchgang von Licht. Die Lichtabdeckabschnitte **42a** und die durchlässigen Abschnitte **42b** sind so angeordnet, dass reduzierte Teillichtstrahlenbündel von der zweiten Linsenanordnung **34** lediglich auf dem Polarisationsteilungsfilm **44b** und nicht auf dem Reflexionsfilm **44c** auftreffen. Wie in **Fig.** 4(B) gezeigt ist, sind die durchlässigen Abschnitte so angeordnet, dass ihre Mittelpunkte mit denen der Polarisationsteilungsfilme **44b** übereinstimmen, und die Breite der durchlässigen Abschnitte **42b** (die Breite in der x-Richtung) ist so eingestellt, das sie im Wesentlichen gleich der Breite Wp des Polarisationsteilungsfilms **44b** in der x-Richtung ist. Deswegen blockieren die Lichtabdeckabschnitte **42a** der Lichtabdeckplatte **42** effektiv alle reduzierten Teillichtstrahlenbündel, die die nicht durch den Polarisationsteilungsfilm **44b** verlaufen, so dass lediglich Lichtstrahlenbündel, die durch die durchlässigen Abschnitte **42b** verlaufen, auf dem Polarisationsteilungsfilm **44b** auftreffen. In dieser Ausführungsform ist die Lichtabdeckplatte **42** eine durchlässige Platte (z. B. aus Glas), auf die ein Film mit lichtabschirmenden Eigenschaften, wie etwa ein Film aus Chrom oder Aluminium oder ein dielektrischer Mehrschichtfilm, ausgebildet ist. Die Lichtabdeckplatte **42** kann z. B. unter Verwendung einer Aluminiumplatte, die mit Lichtdurchgangsöffnungen versehen ist, gebildet werden.

[0083] Die Breite der parallelen Teillichtstrahlenbündel, die von der zweiten Linsenanordnung **34** ausgesendet werden, wird durch das optische Leistungsänderungs-Übertragungssystem **30** so eingestellt, dass sie nicht größer als die Breite Wp jedes durchlässigen Abschnitts **42b** in der x-Richtung ist. Das stellt sicher, dass effektiv alle Lichtstrahlenbündel, die von der zweiten Linsenanordnung **34** ausgehen, durch den durchlässigen Abschnitt **42b** verlaufen.

[0084] Ein nicht polarisiertes Lichtstrahlenbündel, das durch den durchlässigen bzw. transparenten Abschnitt **42b** verläuft, der in **Fig.** 4(B) durch die durchgehende Linie angegeben ist, trifft auf den Polarisationsteilungsfilm **44b** der Polarisationsstrahlteileranordnung **44** auf und wird dadurch in zwei Typen des linear polarisierten Lichts, s-polarisiertes Licht und p-polarisiertes Licht, aufgeteilt, was durch die unterbrochenen Linien angegeben ist. Das p-polarisierte Licht wird von dem Polarisationsteilungsfilm **44b** unverändert durchgelassen. Das s-polarisierte Licht wird durch den Polarisationsteilungsfilm **44b** reflektiert, dann durch den Reflexionsfilm **44c** reflektiert und tritt als ein Strahlenbündel mit einer Breite von Wp in x-Richtung parallel zum dem Strahlenbündel aus p-polarisierten Licht aus. Ein λ/2-Retardationsfilm **46a** ist auf der Oberfläche der wahlweisen Verzögerungsplatte **46** ausgebildet, von der das von dem Polarisationsteilungsfilm **44b** durchgelassene Licht austritt, während auf der durchlässigen Schicht **46b**, die die Oberfläche ist, von der durch den Reflexionsfilm **44c** reflektiertes Licht austritt, kein derartiger λ/2-Retardationsfilm **46a** ausgebildet ist. Dementsprechend wird p-polarisiertes Licht, das von dem Polarisationsteilungsfilm **44b** durchgelassen wird, durch den λ/2-Retardationsfilm **46a** in s-polarisiertes Licht umgesetzt und tritt aus der wahlweisen Verzögerungsplatte **46** aus. Andererseits bleibt der Polarisationszustand des s-polarisierten Lichts, das von dem Reflexionsfilm **46c** reflektiert wird, effektiv unbeeinflusst von seinem Durchgang durch die durchläs-

sige Schicht **46** und tritt deswegen als s-polarisiertes Licht aus der wahlweisen Verzögerungsplatte **46** aus. Im Ergebnis wird im Wesentlichen das gesamte nicht polarisierte Licht, das in das Polarisationsumsetzungssystem **40** eintritt, in s-polarisiertes Licht zur Emission umgesetzt. Alternativ kann das Licht als p-polarisiertes Licht umgesetzt und ausgesendet werden, indem ein λ/2-Retardationsfilm **46a** auf dem Abschnitt der wahlweisen Verzögerungsplatte **46** ausgebildet wird, von dem Licht, das durch den Reflexionsfilm **44c** reflektiert wurde, austritt. Der Polarisationsteilungsfilm **44b** kann ausgebildet sein, um s-polarisiertes Licht durchzulassen und p-polarisiertes Licht zu reflektieren. In der obigen Erläuterung entspricht die wahlweise Verzögerungsplatte **46** der Polarisationsumsetzungsvorrichtung der beanspruchten Erfindung.

[0085] Wenn das nicht polarisierte Licht direkt auf dem Reflexionsfilm **44c** auftrifft, wird Licht, das aus dem Polarisationsumsetzungssystem **40** austritt, p-polarisiertes Licht und nicht das gewünschte s-polarisierte Licht sein. Wie oben beschrieben wurde, ist das System in dieser Ausführungsform so eingestellt, dass effektiv alle der mehreren reduzierten Teillichtstrahlenbündel, die von dem optischen Leistungsänderungs-Übertragungssystem **30** ausgehen, auf dem Polarisationsteilungsfilm **44b** auftreffen. Die Lichtabdeckplatte **42** verhindert, dass Licht auf dem Reflexionsfilm **44c** auftrifft und unerwünschtes linear polarisiertes Licht (in diesem Beispiel p-polarisiertes Licht) von dem Polarisationsumsetzungssystem **40** ausgesendet wird.

[0086] Wie in **Fig.** 4(B) ersichtlich ist, sind die Mittelpunkte der zwei Strahlenbündel des s-polarisierten Lichts, die aus dem Polarisationsumsetzungssystem **40** austreten, in der x-Richtung von dem Mittelpunkt des auftreffenden nicht polarisierten Lichts (s + p-polarisiertes Licht) versetzt. Der Betrag dieser Versetzung ist gleich der Hälfte der Breite Wp des λ/2-Retardationsfilms **46a** (d. h. die Hälfte der Breite des Polarisationsteilungsfilms **44b** in der x-Richtung). Deswegen ist, wie in **Fig.** 1 gezeigt ist, die Lichtquellenachse **20LC** gegen die optische Achse **100LC** des Polarisationsumsetzungssystems **40** um einen Betrag Dp, der gleich Wp/2 ist, versetzt.

[0087] Wie beschrieben wurde, werden die mehreren zweiten Teillichtstrahlenbündel, die aus der zweiten Linsenanordnung **34** ausgehen, in dem Polarisationsumsetzungssystem **40** in dritte Teillichtstrahlenbündel mit einer doppelten Anzahl der zweiten Teillichtstrahlenbündel umgesetzt. Da die Anzahl der Teillichtstrahlenbündel bei dem Durchgang durch das Polarisationsumsetzungssystem **40** verdoppelt wird, wenn die äußere Form der ersten kleinen Linsen **32a** der ersten Linsenanordnung **32** rechtwinklig ist und wenn das Reduktionsverhältnis (L2/L1) des optischen Leistungsänderungs-Übertragungssystems **30** kleiner als 1/2 ist, ist es erwünscht, dass die längere Seite der rechtwinkligen Form der ersten kleinen Linsen **32a** in der gleichen Richtung verläuft wie die Richtung der Polarisationslichtseparation in dem Polarisationsumsetzungssystem 40, um die Größe des gesamten optischen Systems zu verringern.

[0088] Das optische Überlagerungssystem **50** (**Fig.** 1) enthält eine dritte Linsenanordnung **52**, eine vierte Linsenanordnung **54** und eine Übertragungslinse **56**. In der dritten Linsenanordnung **52** sind dritte kleine Linsen **52a**, die effektiv die gleichen sind wie die zweiten kleinen Linsen **34a**, auf dem optischen Weg der dritten Teillichtstrahlenbündel, die aus dem Polarisationsumsetzungssystem **40** austreten, angeordnet. Das heißt, die dritte Linsenanordnung **52** ist so angeordnet, dass die dritten kleinen Linsen **52a** auf die zweiten kleinen Linsen in Bezug auf die y-Richtung und auf die λ/2-Verzögerungsplatte **46a** und die durchlässige Schicht **46b** der wahlweisen Verzögerungsplatte **46** in Bezug auf die x-Richtung ausgerichtet sind. Die vierte Linsenanordnung **54** besitzt im Wesentlichen die gleiche Konfiguration wie die dritte Linsenanordnung **52**. Aus der z-Richtung betrachtet entspricht die äußere Form der dritten kleinen Linsen **52a** im Wesentlichen der Form der eigentlichen Beleuchtungsfläche der Beleuchtungszone **80**. Wenn z. B. angenommen wird, dass eine Flüssigkristallplatte als Beleuchtungszone verwendet wird und das Seitenverhältnis der Bilderzeugungsfläche 4:3 beträgt, wird das Seitenverhältnis der dritten kleinen Linsen **52a** ebenfalls auf 4:3 eingestellt sein.

[0089] Die dritten kleinen Linsen **52a** bewirken ein Konvergieren der mehreren dritten Teillichtstrahlenbündel, die von dem Polarisationsumsetzungssystem **40** ausgehen, in der Nähe der vierten kleinen Linsen **54a** der vierten Linsenanordnung **54**. Die vierte Linsenanordnung **54** ist so angeordnet, dass die Achse jedes davon austretenden Teillichtstrahlenbündels, das auf die Übertragungslinse **56** auftrifft, senkrecht zu der ebenen Auftreffoberfläche der Übertragungslinse **56** ist. Die Übertragungslinse **56** überlagert die mehreren auftreffenden Teillichtstrahlenbündel der Beleuchtungszone **80**.

[0090] Zusammenfassend ist das Beleuchtungssystem **100** so aufgebaut, dass das optische Leistungsänderungs-Übertragungssystem **30** verwendet wird, um das Strahlenbündel parallelen Lichts von der Lichtquelle **20** in mehrere erste Teillichtstrahlenbündel aufzuteilen und die Breite jedes der ersten Teillichtstrahlenbündel auf eine Breite einzustellen, die ermöglicht, dass das Lichtstrahlenbündel durch die Lichtabdeckplatte **42** durchgeht, d. h. eine Breite, die kleiner ist als die Breite des durchlässigen Abschnitts **42b** in der x-Richtung. Jedes der zweiten Teillichtstrahlenbündel, das durch das optische Leistungsänderungs-Übertragungssystem **30** ausgesendet wird, wird durch das Polarisationsumsetzungs-

system **40** in linear polarisiertes Licht umgesetzt, bei dem die polarisierten Komponenten die gleiche Polarisationsrichtung besitzen. In diesem Fall ist die Lichtabdeckplatte **42** an der Eintrittsseite der Polarisationsstrahlteileranordnung **44** vorgesehen, so dass lediglich die zweiten Teillichtstrahlenbündel auf den Polarisationsteilungsfilm **44b** auftreffen. Das bedeutet, dass effektiv kein Licht über den Reflexionsfilm **44c** auf dem Polarisationsteilungsfilm **44b** auftrifft und linear polarisiertes Licht, das von dem Polarisationsumsetzungssystem **40** ausgesendet wird, im Wesentlichen auf einen Typ beschränkt ist. Durch die dritte Linsenanordnung **52** wird bewirkt, dass die dritten Teillichtstrahlenbündel, die von dem Polarisationsumsetzungssystem **40** ausgehen, in der Nähe der vierten Linsenanordnung **54** konvergieren. Durch die konvergierende Wirkung der vierten Linsenanordnung **54** trifft jedes auf diese Weise konvergiertes Teillichtstrahlenbündel, das davon austritt, auf der Übertragungslinse **56** auf, wobei die Strahlenbündelachse senkrecht zu der Auftreffoberfläche der Übertragungslinse verläuft. Demzufolge werden die Teillichtstrahlenbündel, die von der Übertragungslinse **56** ausgehen, an mehr oder weniger der selben Position der Beleuchtungszone **80** überlagert.

[0091] Wie oben beschrieben wurde, unterteilt gemäß dem Beleuchtungssystem **100** der ersten Ausführungsform das optische Leistungsänderungs-Übertragungssystem **30** das Strahlenbündel parallelen Lichts von der Lichtquelle **20** in mehrere erste Teillichtstrahlenbündel und unterteilt außerdem die Strahlenbündel und verringert die Größe jedes Strahlenbündels, so dass im Wesentlichen das gesamte Strahlenbündel auf dem Polarisationsteilungsfilm **44b** der Polarisationsstrahlteileranordnung **44**, die das Polarisationsumsetzungssystem **40** umfasst, auftrifft. Somit kann ein Polarisationslicht-Beleuchtungssystem mit einem hohen Wirkungsgrad der Polarisationsumsetzung mit der unter Bezugnahme auf den Stand der Technik beschriebenen Lichtquellenlampe mit hoher Ausgangsleistung erreicht werden.

[0092] In dem Beleuchtungssystem **100** von **Fig.** 1 sind die zweite Linsenanordnung **34**, das Polarisationsumsetzungssystem **40** und die dritte Linsenanordnung **52** getrennt, um das Verständnis der Funktionen des optischen Leistungsänderungs-Übertragungssystems **30**, des Polarisationsumsetzungssystems **40** und des optischen Überlagerungssystems **540** zu vereinfachen. Durch Verwenden eines optischen Klebstoffs können jedoch die zweite Linsenanordnung **34**, das Polarisationsumsetzungssystem **40** und die dritte Linsenanordnung **52**, wenn auch die die Richtung der Flächen der dritten Linsenanordnung **52** umgekehrt ist, miteinander verklebt werden, um ein einzelnes optisches Element zu bilden. Alternativ könnte ein Montagegestell verwendet werden, um die Elemente zu einer Einheit zu kombinieren. Ein Integrieren der zweiten Linsenanordnung **34**, des Polarisationsumsetzungssystems **40** und der dritten Linsenanordnung **52** würde den Lichtverlust verringern, der an den Grenzflächen zwischen den Elementen auftritt, wodurch die Lichtausbeute verbessert wird.

[0093] In der obigen Erläuterung sind die ersten bis vierten Linsenanordnungen **32**, **34**, **52** und **54** sowie die Übertragungslinse **56** plankonvexe Linsen. Es können jedoch andere Linsen verwendet werden, wie etwa bikonvexe Linsen. Wenn plankonvexe Linsen verwendet werden, gibt es darüber hinaus keine Einschränkung, welches die konvexe Seite ist. Das heißt, die konvexe Seite kann auf der Lichtquellenseite oder auf der Beleuchtungszonenseite sein. Werden jedoch die optischen Charakteristiken der Linsen unter Bezugnahme auf die Verringerung der sphärischen und chromatischen Aberration berücksichtigt, ist es vorzuziehen, dass bei der ersten Linsenanordnung **32** und bei der dritten Linsenanordnung **52** die konvexe Seite auf der Lichtquellenseite ist. Von diesem Standpunkt aus gesehen könnten statt dessen auch asphärische Linsen verwendet werden.

[0094] In Bezug auf die Länge des optischen Wegs zwischen der zweiten Linsenanordnung **34** und der dritten Linsenanordnung **52** ist der optische Weg, der über den Reflexionsfilm **44c** verläuft, um einen Betrag, der der Breite des Polarisationsteilungsfilms **44b** entspricht, länger als der optische Weg, der nicht über den Reflexionsfilm **44c** verläuft. Das kann eine Differenz bei der Ausbeute des auftreffenden Lichts (Helligkeit) an der dritten Linsenanordnung **52** zwischen den die dritte Linsenanordnung **52** erreichenden Strahlenbündeln, die über bzw. nicht über den Reflexionsfilm **44c** verlaufen, zur Folge haben. Da jedoch die Strahlenbündel, die durch das Polarisationsumsetzungssystem **40** verlaufen, durch die zweite Linsenanordnung **34** im Wesentlichen parallel bleiben, ist die Differenz bei der Ausbeute des auftreffenden Lichts sehr klein. Da außerdem die Strahlenbündel, die von der dritten Linsenanordnung **52** ausgehen, schließlich an einer Stelle der Beleuchtungszone **80** überlagert werden, stellt in der Praxis eine Differenz der Ausbeute des auftreffenden Lichts an der dritten Linsenanordnung **52** kein praktisches Problem dar und das gilt ebenso für die anderen Ausführungsformen und Variationen, die hier beschrieben wurden, mit Ausnahme des Beleuchtungssystems **100F**, das unter Bezugnahme auf die fünfte Ausführungsform beschrieben wurde.

[0095] Die **Fig.** 5(A) und 5(B) veranschaulichen Varianten der Übertragungslinsenanordnung **36**. Zur bequemen Darstellung sind in den **Fig.** 5(A) und 5(B) das Polarisationsumsetzungssystem **40** und das optische Überlagerungssystem **50** nicht gezeigt. Wie oben beschrieben wurde, konzentrieren die ersten kleinen Linsen **32a** der ersten Linsenanordnung **32** die Strahlenbündel auf die Übertragungslinsen **36a** der Übertragungslinsenanordnung **36**. Demzufolge

muss jede der Übertragungslinsen **36a** eine solche Größe besitzen, damit sie das Strahlenbündel aufnehmen kann, das durch jede der kleinen Linsen **32a** konvergiert wurde. Die Übertragungslinsenanordnung **36A**, die in **Fig.** 5(A) gezeigt ist, weist mehrere Übertragungslinsen **36Aa** auf, wovon jede gerade die richtige Größe besitzt, um die Strahlenbündel aufzunehmen, die durch die ersten kleinen Linsen **32a** konvergiert wurden. Die Übertragungslinsenanordnung **36B**, die in **Fig.** 5(B) gezeigt ist, weist ebenfalls in ähnlicher Weise mehrere Übertragungslinsen **36Ba** auf, wovon jede gerade die richtige Größe besitzt, um die Strahlenbündel aufzunehmen, die durch die ersten kleinen Linsen **32a** konvergiert wurden, und diese Übertragungslinsen **36Ba** sind durch ebene Plattenabschnitte **36Bb** verbunden. In der Anordnung von **Fig.** 5(B) kann die Linsenanordnung als ein Element gebildet sein, wodurch die Herstellung einfacher ist als im Fall von **Fig.** 5(A). Wie in der **Fig.** 5(A) und 5(B) gezeigt ist, besitzt darüber hinaus die zweite Linsenanordnung **34A**, die der zweiten Linsenanordnung **34** von **Fig.** 1 entspricht, die kleinen Linsen **34Aa**, die in einer Matrix ohne Zwischenräume zwischen den Linsen angeordnet sind, und es ist einfach, die zweite Linsenanordnung durch integrale Formgebung herzustellen.

[0096] Die **Fig.** 6(A) und 6(B) veranschaulichen andere Varianten der Übertragungslinsenanordnung **36**. Die **Fig.** 6(A) und 6(B) zeigen die Übertragungslinsenanordnungen **36C** und **36D**, die zusammengesetzte Übertragungslinsen enthalten, die jeweils durch das Zusammenfügen von zwei Linsen gebildet sind. In **Fig.** 6(A) ist die Übertragungslinsenanordnung **36C** aus mehreren zusammengesetzten Übertragungslinsen **36Ca** gebildet. Jede zusammengesetzte Übertragungslinse **36Ca** enthält zwei plankonvexe Linsen **36Ca1** und **36Ca2**, die so zusammengefügt sind, dass die konvexen Seiten einander zugewandt sind. In **Fig.** 6(B) ist die Übertragungslinsenanordnung **36D** aus mehreren zusammengesetzten Übertragungslinsen **36Da** gebildet, wovon jede eine bikonvexe Linse **36Da1** und eine konkavkonvexe Linse **36Da2** enthält, die so zusammengefügt sind, dass die konkave Seite der konkavkonvexen Linse **36Da2** mit der entsprechenden konvexen Seite der bikonvexen Linse **36Da1** in Kontakt ist.

[0097] Vom Standpunkt der Führung des Lichts, das von den ersten kleinen Linsen **32a** zu den zweiten kleinen Linsen **34a** ausgeht, ist es erwünscht, Linsen mit einer kurzen Brennweite oder mit einer hohen Brechkraft als die Übertragungslinsen **36a** der Übertragungslinsenanordnung **36** zu verwenden. Bei einzelnen Linsen mit kurzer Brennweite stellt die sphärische und chromatische Aberration den wesentlichen Effekt dar, der es unmöglich machen kann, dass die mehreren Teillichtstrahlenbündel, die durch die erste Linsenanordnung **32** gebildet werden, effektiv zu der zweiten Linsenanordnung **34** geleitet werden, insbesondere dann, wenn das von der Lichtquelle **20** ausgesendete Strahlenbündel eine geringe Parallelität besitzt. Die Verwendung von wenigstens zwei Linsen für die Bildung der Übertragungslinse ermöglicht die Korrektur der sphärischen und chromatischen Aberration. Im Einzelnen ermöglicht die Verwendung einer Übertragungslinsenanordnung, die wie in den **Fig.** 6(A) und 6(B) zusammengesetzte Übertragungslinsen enthält, dass die Teillichtstrahlenbündel, die durch die erste Linsenanordnung **32** gebildet werden, effektiv zu der zweiten Linsenanordnung **34** geleitet werden.

[0098] Die **Fig.** 7(A) und 7(B), veranschaulichen Varianten des optischen Überlagerungssystems **50**. Zur bequemen Darstellung sind in den **Fig.** 7(A) und 7(B) die Lichtquelle **20**, das optische Leistungsänderungs-Übertragungssystem **30** und das Polarisationsumsetzungssystem **40** nicht gezeigt. In dem optischen Überlagerungssystem **50**, das in **Fig.** 1 gezeigt ist, besteht ein Zwischenraum zwischen der vierten Linsenanordnung **54** und der Übertragungslinse **56**. Diese Elemente können jedoch optisch integriert sein. Es kann ein optischer Klebstoff verwendet werden, um die vierte Linsenanordnung **54** und die Übertragungslinse **56**, die als unabhängige optische Elemente gebildet wurden, zusammenzufügen, wie in **Fig.** 7(A) gezeigt ist, oder es kann ein einzelnes optisches Element gebildet werden, das die Funktionen dieser beiden Elemente aufweist. Die vierte Linsenanordnung **54** und die Übertragungslinse **56** können z. B. durch integrales Formen als eine einzelne Übertragungslinsenanordnung (exzentrische Linsenanordnung) **54B** gebildet werden, wie in **Fig.** 7(B) gezeigt ist, die die Funktionen sowohl der vierten Linsenanordnung **54** als auch der Übertragungslinse **56** besitzt. Das optische Integrieren der vierten Linsenanordnung **54** und der Übertragungslinse **56** verringert somit den Lichtverlust, der an den Grenzflächen zwischen den Elementen auftritt, wodurch die Lichtausbeute weiter steigt. Die obige Ausführungsform wurde unter Bezugnahme auf die Verwendung eines optischen Überlagerungssystems beschrieben, das die dritte Linsenanordnung **52**, die vierte Linsenanordnung **54** und die Übertragungslinse **56** enthält. Die Erfindung ist jedoch nicht darauf beschränkt. Es kann z. B. jede Konfiguration eines optischen Systems verwendet werden, die Licht effektiv von dem Polarisationsumsetzungssystem **40** an die Beleuchtungszone **80** übertragen und außerdem die Ungleichförmigkeit des Helligkeitspegels in der Beleuchtungszone **80** verringern kann.

[0099] In der obigen Erläuterung ist das Seitenverhältnis der ersten kleinen Linsen **32a** auf den gleichen Wert eingestellt wie das Seitenverhältnis der Beleuchtungszone **80**. Das stellt jedoch keine Einschränkung dar. Die ersten kleinen Linsen **32a** können statt dessen jede Form besitzen, die es ermöglicht, dass Licht effektiv auf dem Polarisationstei-

lungsfilm **44b** auftrifft. Damit jedoch die Beleuchtungszone **80** mit hohem Wirkungsgrad beleuchtet wird, ist es vorzuziehen, dass die dritten kleinen Linsen **52a** das selbe Seitenverhältnis erhalten wie die Beleuchtungszone **80**. Um den Lichtverlust zu verringern und die Lichtausbeute zu verbessern, ist es daher außerdem vorzuziehen, dass die ersten kleinen Linsen **32a** das selbe Seitenverhältnis erhalten wie die Beleuchtungszone **80**. Obwohl es keine Einschränkungen an den Formen der kleinen Linsen **34a** und **54a** der zweiten Linsenanordnung **34** und der vierten Linsenanordnung **54** gibt, ist es anhand der gleichen Betrachtungsweise erwünscht, kleine Linsen zu verwenden, die eine rechteckige Form besitzen, um ihre Anordnung in einer Matrix zu vereinfachen.

[0100] Die Erläuterung des Beleuchtungssystems **100** erfolgte ferner unter Bezugnahme auf die Verwendung der üblichen konzentrischen Linsen für die ersten kleinen Linsen **32a**, die zweiten kleinen Linsen **34a** und die Übertragungslinsen **36a**. Alle Linsen oder ein Teil dieser Linsen können jedoch zylindrische Linsen sein, die eine Brechkraft in die Richtung besitzen, in die der Polarisationsteilungsfilm **44b** und der Reflexionsfilm **44c** angeordnet sind, d. h. in dieser Ausführungsform die x-Richtung. Alternativ können diese Linsen torische Linsen sein, die längs der x- und y-Achsen eine unterschiedliche Brechkraft besitzen. Die Verwendung von exzentrischen Linsen für die erste Linsenanordnung **32** und die zweite Linsenanordnung **34** würde z. B. außerdem ermöglichen, die Abmessungen der ersten Linsenanordnung **32** in der xy-Ebene größer zu machen als die der zweiten Linsenanordnung **34**, wodurch ermöglicht wird, dass das Licht, das von der Lichtquelle **20** ausgesendet wird, effektiv zu dem Polarisationsumsetzungssystem **40** geleitet wird.

[0101] Jede der obenbeschriebenen Variationen kann außerdem auf die anderen Ausführungsform, die im Folgenden beschrieben werden, angewendet werden.

B. Zweite Ausführungsform

[0102] **Fig.** 8 ist eine Draufsicht der allgemeinen Konfiguration wesentlicher Teile eines Beleuchtungssystems als eine zweite Ausführungsform der Erfindung. Bei diesem Beleuchtungssystem **100C** wird an Stelle des optischen Überlagerungssystems **50** des Beleuchtungssystems **100**, das in **Fig.** 1 gezeigt ist, ein optisches Überlagerungssystem **50C** verwendet. Das optische Überlagerungssystem **50C** enthält eine dritte Linsenanordnung **52C**, eine vierte Linsenanordnung **54C** und eine Übertragungslinse **56**. In der dritten Linsenanordnung **52C** wurden jeweils zwei der dritten kleinen Linsen **52a**, die in der x-Richtung der dritten Linsenanordnung **52** angeordnet sind (**Fig.** 1), durch eine kleine Linse **52Ca** ersetzt. Zwei Teillichtstrahlenbündel, wovon ein Teillichtstrahlenbündel aus dem Polarisationsteilungsfilm **44b** und das andere aus dem Reflexionsfilm **44c** austritt, treffen auf jeder der dritten kleinen Linsen **52Ca** auf. Die vierte Linsenanordnung **54C** weist mehrere vierte kleine Linsen **54Ca** auf, die so positioniert sind, dass sie den dritten kleinen Linsen **52Ca** der dritten Linsenanordnung **52C** entsprechen.

[0103] Die beiden Teillichtstrahlenbündel PLa und PLb, die aus dem λ/2-Retardationsfilm **46a** und der durchlässigen Schicht **46b** der wahlweisen Verzögerungsplatte **46** austreten, die das Polarisationsumsetzungssystem **40** bilden, konvergieren durch die dritten kleinen Linsen **52Ca** in der Nähe der vierten Linsenanordnung **54C**. Das Teillichtstrahlenbündel PLa von dem λ/2-Retardationsfilm **46a** beleuchtet über die Übertragungslinse **56** einen Teil der Beleuchtungszone **80** auf der +x-Seite der optischen Achse **100LC** des Systems, während das Teillichtstrahlenbündel PLb den Teil der Beleuchtungszone **80** auf der –x-Seite der optischen Achse **100LC** beleuchtet. In gleicher Weise wird die Beleuchtungszone **80** durch die anderen Teillichtstrahlenbündel beleuchtet, die von den anderen λ/2-Retardationsfilmen **46a** und durchlässigen Schichten **46b** kommen. Somit werden die mehreren Teillichtstrahlenbündel, die von den λ/2-Retardationsfilmen **46a** ausgehen der Beleuchtungszone **80** an der +x-Seite in Bezug auf die optische Achse **100LC** des Systems überlagert und die Teillichtstrahlenbündel, die von den durchlässigen Schichten **46b** kommen, werden der Beleuchtungszone **80** auf der –x-Seite relativ zur optischen Achse **100LC** des Systems überlagert.

[0104] Wie in der ersten Ausführungsform ermöglicht somit das Beleuchtungssystem **100C** der zweiten Ausführungsform, dass die Beleuchtungszone **80** mit effektiv einem Typ von linear polarisiertem Licht gleichförmig beleuchtet wird. Es kann außerdem ein Beleuchtungssystem mit einem hohen Wirkungsgrad der Umsetzung von polarisiertem Licht erreicht werden. Darüber hinaus kann ein Polarisationslicht-Beleuchtungssystem mit dem Typ einer Lichtquellenlampe mit großer Ausgangsleistung, der unter Bezugnahme auf den Stand der Technik beschrieben wurde, erreicht werden.

[0105] Wie beschrieben wurde, werden gemäß der Anordnung dieser zweiten Ausführungsform die Teillichtstrahlenbündel, die von den λ/2-Retardationsfilmen **46a** und den durchlässigen Schichten **46b** ausgehen, verwendet, um unterschiedliche Seiten der Beleuchtungszone **80**, wovon eine die +x-Seite und die andere die –x-Seite in Bezug auf die optische Achse **100LC** des Systems ist, separat zu beleuchten. Das kann die Ursache für Helligkeitsschwankungen sein und Helligkeitsdemarkationslinien auf der Beleuchtungszone **80** bewirken, wenn ein wesentlicher Unterschied zwischen den effektiven Beleuch-

tungsintensitäten der Teillichtstrahlenbündel, die von den λ/2-Retardationsfilmen **46a** ausgehen, und jenen, die von den durchlässigen Schichten **46b** ausgehen, vorhanden ist. Eine derartige Intensitätsschwankung kann jedoch durch Optimierung der optischen Charakteristiken des Polarisationsteilungsfilms **44b** und des λ/2-Retardationsfilms **46a** auf einen sehr kleinen Pegel verringert werden, wodurch effektiv alle Demarkationslinien eliminiert werden. Obwohl Schwankungen der Charakteristiken der kleinen Linsen **52Ca** und **54Ca** eine geringe Positionsabweichung der Teillichtstrahlenbündel auf der Beleuchtungszone **80** zur Folge haben können, können jedoch Schwankungen der Helligkeit und Helligkeitsdemarkationslinien verhindert werden. In dem Beleuchtungssystem **100** der ersten Ausführungsform werden die Teillichtstrahlenbündel, die von dem Polarisationsumsetzungssystem **40** ausgesendet werden, verwendet, um die gesamte Fläche der Beleuchtungszone **80** zu beleuchten, so dass es keine derartigen Helligkeitsschwankungen oder Demarkationslinien auf der Beleuchtungszone **80** gibt. In Bezug auf die Gleichförmigkeit der Beleuchtung ist deswegen die erste Ausführungsform der zweiten Ausführungsform vorzuziehen. Die zweite Ausführungsform ist deswegen vorteilhaft, da weniger kleine Linsen verwendet werden, um die dritte Linsenanordnung **52C** und die vierte Linsenanordnung **54C** zu bilden, die durch die Verringerung des Lichtverlusts an den Übergängen zwischen den kleinen Linsen den Wirkungsgrad des Beleuchtungslichts viel größer machen.

[0106] Es gibt keine direkte bzw. strenge Beziehung zwischen der Anzahl der Teillichtstrahlenbündel, die von den Abschnitten des Polarisationsteilungsfilms **44b** und des Reflexionsfilms **44c** des Polarisationsumsetzungssystems **40** ausgehen, und der Anzahl der kleinen Linsen **52a** und **54a** in den dritten und vierten Linsenanordnungen **52** und **54**. Deswegen kann, wie unter Bezugnahme auf die zweite Ausführungsform beschrieben wurde, eine Anordnung verwendet werden, bei der eine kleine Linse auf der dritten Linsenanordnung und eine weitere auf der vierten Linsenanordnung verwendet werden, um ein Paar Teillichtstrahlenbündel von einem benachbarten Paar aus Polarisationsteilungsfilm **46b** und Reflexionsfilm **44c** zu übertragen. Umgekehrt kann außerdem eine Anordnung verwendet werden, bei der für jedes Teillichtstrahlenbündel, das von einem Polarisationsteilungsfilm **44b** oder einem Reflexionsfilm **44c** ausgeht, zwei oder mehr kleinen Linsen vorhanden sind. Die Verwendung der letzteren Anordnung würde es ermöglichen, die Ungleichförmigkeit der Helligkeit an der Beleuchtungszone **80** weiter zu verringern.

C. Dritte Ausführungsform

[0107] Die erste und die zweite Ausführungsform betreffen ein Beleuchtungssystem mit einem Polarisationsumsetzungssystem, das ein optisches Integratorsystem verwendet, wobei die Verwendung eines Integratorsystems jedoch nicht wesentlich ist. **Fig.** 9 ist eine Draufsicht der allgemeinen Konfiguration wesentlicher Teile eines Beleuchtungssystems als eine dritte Ausführungsform der Erfindung.

[0108] Bei diesem Beleuchtungssystem **100D** wird an Stelle des optischen Überlagerungssystems **50** des Beleuchtungssystems **100**, das in **Fig.** 1 gezeigt ist, eine Überlagerungslinsenanordnung **50D** verwendet. Die Überlagerungslinsenanordnung **50D** enthält mehrere kleine Linsen **50Da**, die auf dem optischen Weg der mehreren Teillichtstrahlenbündel, die von dem Polarisationsumsetzungssystem **40** ausgehen, angeordnet sind. Die kleinen Linsen **50Da** sind exzentrische Linsen, bei denen die optische Achse in Abhängigkeit von der Entfernung von der optischen Achse **100LC** des Systems versetzt ist, so dass die Teillichtstrahlenbündel, die von den kleinen Linsen **50Da** ausgehen, der Beleuchtungszone **80** überlagert werden.

[0109] Wie in den ersten zwei Ausführungsform ermöglicht somit das Beleuchtungssystem **100D** der dritten Ausführungsform, dass die Beleuchtungszone **80** mit effektiv einem Typ von linear polarisiertem Licht gleichförmig beleuchtet wird. Es kann außerdem ein Beleuchtungssystem mit einem großen Wirkungsgrad der Umsetzung von polarisiertem Licht erreicht werden. Darüber hinaus kann ein Polarisationslicht-Beleuchtungssystem mit dem Typ der Lichtquellenlampe mit großer Ausgangsleistung, der unter Bezugnahme auf den Stand der Technik beschrieben wurde, erreicht werden.

[0110] Da die dritte Ausführungsform weniger Einzelteile besitzt als die erste und die zweite Ausführungsform, kann die Vorrichtung kleiner hergestellt werden. Wie oben beschrieben wurde, bieten die ersten zwei Ausführungsformen eine bessere Lichtausbeute als die dritte Ausführungsform.

[0111] Wenn Licht, das auf die Überlagerungslinsenanordnung **50D** auftrifft, eine gute Parallelität besitzt, werden die Strahlenbündel, die aus der Überlagerungslinsenanordnung **50D** austreten, im Wesentlichen auf der Beleuchtungszone **80** überlagert. In der Praxis ist jedoch Licht, das von der Lichtquelle **20** ausgesendet wird, nicht vollständig parallel. Im Einzelnen ist die Verschlechterung der Parallelität des Lichts, das von dem optischen Leistungsänderungs-Übertragungssystem **30** ausgesendet wird, umgekehrt proportional zu dem obenbeschriebenen Reduktionsverhältnis (L2/L1). Da Teillichtstrahlenbündel, die auf der Überlagerungslinsenanordnung **50D** unter einem vorgegebenen Winkel zur optischen Achse **100DLC** des Systems auftreffen, den Bereich an einer etwas anderen Position beleuchten als

Teillichtstrahlenbündel, die im Wesentlichen parallel zur optischen Achse **100DLC** des Systems auf der Überlagerungslinsenanordnung **50D** auftreffen, ist es schwierig, alle Teillichtstrahlenbündel, die von der Überlagerungslinsenanordnung **50D** ausgehen, an der gleichen Position der Beleuchtungszone **80** zu überlagern. Um eine gleichförmige Beleuchtung der Beleuchtungszone **80** zu erreichen, ist es deswegen erwünscht, jedes der Teillichtstrahlenbündel, die von den kleinen Linsen **50Da** ausgehen, so einzustellen, dass es eine etwas größere Fläche als die Beleuchtungszone **80** beleuchtet. Im Ergebnis wird die Lichtausbeute in der Beleuchtungszone **80** bei der dritten Ausführungsform kleiner als bei der ersten Ausführungsform. Wenn ein optisches Überlagerungssystem **50** wie bei dem Beleuchtungssystem **100** der ersten Ausführungsform ein optisches Integratorsystem verwendet, wird jedes der mehreren Teillichtstrahlenbündel, die von dem optischen Überlagerungssystem **50** ausgesendet werden, im Wesentlichen an der gleichen Position der Beleuchtungszone **80** überlagert. Deswegen können die erste und die zweite Ausführungsform eine größere Lichtausbeute als die dritte Ausführungsform schaffen.

D. Vierte Ausführungsform

[0112] Die **Fig.** 10(A) und (B) zeigen einen Vergleich zwischen einem Beleuchtungssystem einer vierten Ausführungsform und dem Beleuchtungssystem der ersten Ausführungsform. **Fig.** 10(A) ist eine Draufsicht der allgemeinen Konfiguration wesentlicher Teile des Beleuchtungssystems der vierten Ausführungsform, während **Fig.** 10(B) das Beleuchtungssystem **100** der ersten Ausführungsform zeigt. Dieses Beleuchtungssystem **100E** besitzt an Stelle des optischen Überlagerungssystems **50** des Beleuchtungssystems **100** ein optisches Überlagerungssystem **50E**. Das optische Überlagerungssystem **50E** enthält eine dritte Linsenanordnung **52E** und eine vierte Linsenanordnung **54E**. Die dritte Linsenanordnung **52E** besitzt die Funktionen der dritten Linsenanordnung **52** und der Übertragungslinse **56** des Beleuchtungssystems **100**. Die mehreren kleinen Linsen **52Ea**, die die dritte Linsenanordnung **52E** bilden, sind exzentrische Linsen, bei denen die optische Achse in Abhängigkeit von der Entfernung von der optischen Achse **100ELC** des Systems versetzt ist, so dass die Teillichtstrahlenbündel, die von den kleinen Linsen **50Ea** ausgehen, der Beleuchtungszone **80** überlagert werden. Die vierte Linsenanordnung **54E** enthält mehrere kleine Linsen **54Ea**, die auf den optischen Wegen der mehreren Teillichtstrahlenbündel, die aus der dritten Linsenanordnung **52E** austreten, angeordnet sind. Durch die Beugungskraft der mehreren kleinen Linsen **54Ea** werden selbst jene Strahlenbündel, die von der Lichtquelle **20** unter einem Neigungswinkel relativ zu der optischen Achse **100ELC** des Systems ausgesendet werden, im Wesentlichen an der gleichen Position der Beleuchtungszone **80** überlagert. Dabei wird angenommen, dass der Auftreffwinkel der Achse des Teillichtstrahlenbündels, das von der äußersten kleinen Linse **52Ea** ausgeht, in der Beleuchtungszone **80** Θ1 beträgt, und der Auftreffwinkel der Achse des Teillichtstrahlenbündels, das von der äußersten kleinen Linse **52a** ausgeht, in der Beleuchtungszone **80** Θ2 beträgt.

[0113] Die dritte Linsenanordnung **52E** funktioniert als eine Übertragungslinse, so dass dann, wenn die Entfernung von der dritten Linsenanordnung **52E** zu der Beleuchtungszone **80** gleich der Entfernung von der dritten Linsenanordnung **51** des Beleuchtungssystems **100** zu der Beleuchtungszone **80** ist, der Auftreffwinkel Θ1 kleiner ist als Θ2.

[0114] Die Charakteristiken eines optischen Systems, wie etwa eine Flüssigkristallplatte oder Linsen, auf denen Licht auftrifft, das von dem Beleuchtungssystem ausgesendet wird, hängen von dem Auftreffwinkel des Lichts ab. Im Allgemeinen bedeutet ein kleinerer Auftreffwinkel des Lichts eine größere Lichtausbeute. Deswegen ist das Beleuchtungssystem **100E** der vierten Ausführungsform im Vergleich zum Beleuchtungssystem **100** der ersten Ausführungsform vorteilhaft, da es in der Beleuchtungszone eine größere Lichtausbeute schafft.

E. Fünfte Ausführungsform

[0115] **Fig.** 11 ist eine Draufsicht eines Beleuchtungssystems **100F**, bei dem die Linsenanordnung **34** des Beleuchtungssystems **100** der ersten Ausführungsform weggelassen ist und an Stelle der dritten Linsenanordnung **52** eine dritte Linsenanordnung **52F** verwendet wird, die die Funktionen der zweiten Linsenanordnung **34** und der dritten Linsenanordnung **52** besitzt. Die erste Linsenanordnung **32**, die Übertragungslinsenanordnung **36** und die dritte Linsenanordnung **52F** bilden ein optisches Leistungsänderungs-Übertragungssystem **30F**. Außerdem bilden die dritte Linsenanordnung **52F**, die vierte Linsenanordnung **54** und die Übertragungslinse **56** ein optisches Überlagerungssystem **50F**. Außerdem können die vierte Linsenanordnung **54** und die Übertragungslinse **56** so betrachtet werden, dass sie das optische Überlagerungssystem **50F** bilden.

[0116] Die erste Linsenanordnung **32** unterteilt das Strahlenbündel parallelen Lichts von der Lichtquelle **20** in mehrere Teillichtstrahlenbündel und bewirkt ein Konvergieren der Lichtstrahlenbündel innerhalb der Übertragungslinsenanordnung **36**. Die mehreren Teillichtstrahlenbündel, die von der Übertragungslinsenanordnung **36** ausgehen, verlaufen durch das Polarisationsumsetzungssystem **40** und treffen auf der dritten Linsenanordnung **52F** auf. Die mehreren Teillichtstrahlenbündel, die auf der dritten Linsenan-

ordnung **52F** auftreffen, werden durch das optische Überlagerungssystem **50F** der Beleuchtungszone **80** überlagert.

[0117] Die mehreren Teillichtstrahlenbündel, die von der Übertragungslinsenanordnung **36** ausgehen, treffen auf der dritten Linsenanordnung **52F** auf. Da das Polarisationsumsetzungssystem **40** zwischen der Übertragungslinsenanordnung **36** und der dritten Linsenanordnung **52f** angeordnet ist, ist die Breite jedes Teilstrahlenbündels, das auf dem Polarisationsumsetzungssystem **40** auftrifft, kleiner als die Breite jedes Teillichtstrahlenbündels, das auf der dritten Linsenanordnung **52F** auftrifft, und kleiner als die Breite des Polarisationsteilungsfilms **44b** in der x-Richtung, d. h. die Breite des durchlässigen Abschnitts **42b** der Lichtabdeckplatte **42** in x-Richtung.

[0118] **Fig.** 12 ist eine veranschaulichende Darstellung bezüglich der Parallelität der Lichtstrahlenbündel, die auf das optische Leistungsänderungs-Übertragungssystem **30** auftreffen. In dem Beleuchtungssystem **100** der ersten Ausführungsform treffen Teillichtstrahlenbündel, die um ein vorgeschriebenes Reduktionsverhältnis (L2/L1) reduziert sind, auf den zweiten kleinen Linsen **34a** auf. Da das von der Lichtquelle **20** ausgesendete Licht nicht vollständig parallel ist, treffen die Teillichtstrahlenbündel an den ersten kleinen Linsen **32a** bei unterschiedlichen Winkeln zur optischen Achse **32aLC** auf. Ein Teillichtstrahlenbündel, das bei einem Winkel ΘL1 zur optischen Achse **32aLC** auftrifft, wird auf dem selben Weg zu den zweiten kleinen Linsen **34a** geleitet wie die Teillichtstrahlenbündel, die parallel zur optischen Achse **32aLC** sind, sie treten jedoch aus den zweiten kleinen Linsen **34a** bei einem Winkel ΘL2 (≒ ΘL1 × L1/L2) aus, der größer als ΘL1 ist. Ein Lichtstrahlenbündel, das von den zweiten kleinen Linsen **34a** ausgeht, divergiert folglich weiter, wenn die Entfernung von den zweiten kleinen Linsen **34a** ansteigt. Deswegen kann jedes der Teillichtstrahlenbündel, die von der zweiten Linsenanordnung ausgehen, für die entsprechenden dritten kleinen Linsen **52a** der dritten Linsenanordnung zu groß werden, was eine Verringerung der Lichtausbeute zur Folge hat.

[0119] Da bei dem Beleuchtungssystem **100F** die dritte Linsenanordnung **52F** im Vergleich zu dem Beleuchtungssystem **100** der ersten Ausführungsform die Funktionen der zweiten Linsenanordnung enthält, besitzt sie den Vorteil, dass sie die Ausbeute von Licht, das auf der Polarisationsstrahlteileranordnung **44** auftrifft, und von Licht, das auf der dritten Linsenanordnung **52F** auftrifft, verbessern kann. Die zweite Linsenanordnung **34** muss nicht weggelassen werden, sondern kann statt dessen in der Nähe der dritten Linsenanordnung **52** vorhanden sein. Vom Standpunkt der Lichtausbeute ist es jedoch vorteilhaft, die zweite Linsenanordnung **34** wegzulassen und die dritte Linsenanordnung **52F** zu verwenden. Das ist außerdem in Bezug auf die Vereinfachung des Aufbaus des Beleuchtungssystems vorteilhaft.

[0120] Im Hinblick auf die Länge des optischen Wegs zwischen der Übertragungslinsenanordnung **36** und der dritten Linsenanordnung **52F** ist der optische Weg, der über den Reflexionsfilm **44c** verläuft, um einen Betrag, der der Breite des Polarisationsteilungsfilms **44b** in der x-Richtung entspricht (siehe **Fig.** 4(B)), länger als der optische Weg, der nicht über den Reflexionsfilm **44c** verläuft. In der vorliegenden Anordnung bilden die erste Linsenanordnung **32**, die Übertragungslinsenanordnung **36** und die dritte Linsenanordnung **52F** das optische Leistungsänderungs-Übertragungssystem, so dass der Unterschied in der Länge des optischen Wegs die Breite eines Lichtstrahlenbündels, das auf der dritten Linsenanordnung **52F** auftrifft, nicht beeinflusst. Im Einzelnen ist ein Lichtstrahlenbündel, das auf den dritten kleinen Linsen **52Fb**, die hinter dem Reflexionsfilm **44c** angeordnet sind, auftrifft, breiter als ein Lichtstrahlenbündel, das auf den dritten kleinen Linsen **52Fa** auftrifft, die hinter dem Polarisationsteilungsfilm **44b** angeordnet sind. Dieser Breitenunterschied beeinflusst nicht die Ausbeute des auftreffenden Lichts in Bezug auf die dritte Linsenanordnung **52F**. Deswegen ist es erwünscht, die dritte Linsenanordnung **52F** unter Verwendung dritter kleiner Linsen **52Fa** und **52Fb** aufzubauen, die in Bezug auf die optischen Charakteristiken der Linsen (z. B. Brennweite) und die Lage der z-Achse (insbesondere die Anordnung der dritten kleinen Linsen **52Fb** näher an dem Polarisationsumsetzungssystem **40** als die dritten kleinen Linsen **52Fa**) geringfügig modifiziert sind. Die Linsencharakteristiken der vierten kleinen Linsen **54a**, die die vierte Linsenanordnung **54** bilden, können dementsprechend modifiziert sein. Die Verwendung einer dritten Linsenanordnung **52F**, die auf diese Weise modifiziert ist, ermöglicht die Eliminierung der Wirkung der obigen Unterschiede in den optischen Weglängen. Somit sind in diesem Beispiel die dritten kleinen Linsen **52Fa** und **52Fb**, die plankonvexe Linsen mit zwei Typen von unterschiedlichen optischen Charakteristiken sind, so angeordnet, dass die konvexen Oberflächen in entgegengesetzte Richtungen orientiert sind.

F. Sechste Ausführungsform

[0121] **Fig.** 13 ist eine Draufsicht der allgemeinen Konfiguration wesentlicher Teile eines Beleuchtungssystems als eine sechste Ausführungsform der Erfindung. Bei diesem Beleuchtungssystem **100G** ist die dritte Linsenanordnung **52** des Beleuchtungssystems **100** der ersten Ausführungsform weggelassen und an Stelle der zweiten Linsenanordnung **34** wird eine zweite Linsenanordnung **34G** verwendet, die die Funktionen der zweiten Linsenanordnung **34** und der dritten Linsenanordnung **52** besitzt. Somit bilden die erste Linsenanordnung **32**, die Übertragungslinsenanordnung **36** und die zweite Linsenanordnung **34G**

ein optisches Leistungsänderungs-Übertragungssystem **30G**. Außerdem bilden die zweite Linsenanordnung **34G**, die vierte Linsenanordnung **54** und die Übertragungslinse **56** ein optisches Überlagerungssystem **50G**. Außerdem können die vierte Linsenanordnung **54** und die Übertragungslinse **56** so betrachtet werden, dass sie das optische Überlagerungssystem **50G** bilden.

[0122] Die erste Linsenanordnung **32** unterteilt das Strahlenbündel aus parallelem Licht von der Lichtquelle **20** in mehrere Teillichtstrahlenbündel und konvergiert die Lichtstrahlenbündel innerhalb der Übertragungslinsenanordnung **36**. Die mehreren Teillichtstrahlenbündel, die von der Übertragungslinsenanordnung **36** ausgehen, treffen auf der zweiten Linsenanordnung **34F** auf. Die mehreren Teillichtstrahlenbündel, die auf der zweiten Linsenanordnung **34G** auftreffen, werden wieder durch die zweite Linsenanordnung **34G** in die Nähe der vierten Linsenanordnung **54** konvergiert. Die auf diese Weise in der Nähe der vierten Linsenanordnung **54** konvergierten mehreren Teillichtstrahlenbündel werden die durch die Übertragungslinse **56** der Beleuchtungszone **80** überlagert.

[0123] Die mehreren Teillichtstrahlenbündel, die von der zweiten Linsenanordnung **34G** ausgehen, konvergieren und treffen auf der vierten Linsenanordnung **54** auf. Das Polarisationsumsetzungssystem **40** ist zwischen der zweiten Linsenanordnung **34G** und der vierten Linsenanordnung **54** vorgesehen. Die Breite jedes Teilstrahlenbündels, das auf dem Polarisationsumsetzungssystem **40** auftrifft, ist kleiner als die Breite des Polarisationsteilungsfilms **44b** in der x-Richtung, d. h. kleiner als die Breite des durchlässigen Abschnitts **42b** der Lichtabdeckplatte **42** in x-Richtung. Im Vergleich mit dem Beleuchtungssystem **100** der ersten Ausführungsform besitzt das Beleuchtungssystem **1000** dieser sechsten Ausführungsform den Vorteil, dass es in der Lage ist, die Ausbeute von Licht, das auf der Polarisationsstrahlteileranordnung **44** auftrifft, zu verbessern. Die dritte Linsenanordnung **52** muss nicht weggelassen werden, sondern sie kann statt dessen in der Nähe der zweiten Linsenanordnung **34** enthalten sein. Vom Standpunkt der Lichtausbeute ist es jedoch vorteilhaft, die dritte Linsenanordnung **52** wegzulassen und die zweite Linsenanordnung **34G** zu verwenden. Das ist außerdem in Bezug auf die Vereinfachung des Aufbaus des Beleuchtungssystems vorteilhaft.

[0124] In der zweiten Linsenanordnung **34g** ist die Anzahl von Linsen, die in der x-Richtung angeordnet sind, kleiner als die Anzahl von Linsen der dritten Linsenanordnung **52**, die der x-Richtung angeordnet sind. Der Grund für die kleinere Anzahl besteht darin, dass in der x-Richtung die Anzahl der Teillichtstrahlenbündel, die von dem Polarisationsumsetzungssystem **40** ausgesendet werden, doppelt so groß ist wie die Anzahl der auftreffenden Teillichtstrahlenbündel. Da die zweite Linsenanordnung **34G**, die die Funktionen sowohl der zweiten Linsenanordnung **34** als auch der dritten Linsenanordnung **52** besitzt, an der Eintrittsseite des Polarisationsumsetzungssystems **40** angeordnet ist, kann sie in der x-Richtung mit weniger Linsen als die dritte Linsenanordnung **52** konfiguriert werden. Gemäß dieser Erfindung bedeutet "optisch integriert" nicht nur die Verwendung von Klebstoff, um mehrere optische Elemente miteinander zu verkleben, um ein einzelnes optisches Element zu bilden, das die Funktionen mehrerer optischer Elemente besitzt, sondern beinhaltet außerdem das Eliminieren optischer Komponenten, die nicht erforderlich sind.

G. Siebte Ausführungsform

[0125] **Fig.** 14 ist eine Seitenansicht der allgemeinen Konfiguration wesentlicher Teile eines Beleuchtungssystems als eine siebte Ausführungsform der Erfindung. In diesem Beleuchtungssystem **100H** ist das optische Leistungsänderungs-Übertragungssystem **30** der ersten Ausführungsform durch ein optisches Leistungsänderungs-Übertragungssystem **30H** ersetzt worden. Abgesehen von dem Größenunterschied längs der y-Achse sind das Polarisationsumsetzungssystem **40H** und das optische Überlagerungssystem **50H** gleich dem Polarisationsumsetzungssystem **40** bzw. dem optischen Überlagerungssystem **50**.

[0126] Das optische Leistungsänderungs-Übertragungssystem **30H** enthält eine erste Linsenanordnung **32H**, eine Übertragungslinsenanordnung **36H** und eine zweite Linsenanordnung **34H**. Die erste Linsenanordnung **32H** enthält mehrere erste kleine Linsen **32Ha**. Die ersten kleinen Linsen **32Ha** sind exzentrische Linsen, bei denen die Position der optischen Achse um einen Betrag, der von der Entfernung von der optischen Achse **100HLC** des Systems in y-Richtung abhängt, in der y-Richtung versetzt ist. Deswegen wird ein Teillichtstrahlenbündel, das von einer ersten kleinen Linse **32Ha** ausgeht, die von der optischen Achse **100HLC** in der Richtung der ±y-Achse versetzt ist, gemäß dem Versetzungsbetrag abgelenkt.

[0127] Die Übertragungslinsenanordnung **36H** enthält mehrere Übertragungslinsen **36Ha**, die in den optischen Wegen der mehreren Teillichtstrahlenbündel, die von der ersten Linsenanordnung **32H** ausgehen, angeordnet sind. Im Vergleich zu der Übertragungslinsenanordnung **36** des in **Fig.** 1 gezeigten Beleuchtungssystems ist die Übertragungslinsenanordnung **36H** längs der y-Achse zu jeder Seite der optischen Achse **100HLC** des Systems kleiner. Die zweite Linsenanordnung **34H** enthält mehrere kleine Linsen **34Ha**, die in den optischen Wegen der Teillichtstrahlenbündel, die von der Übertragungslin-

senanordnung **36H** ausgehen, angeordnet sind und ist längs der y-Achse zu jeder Seite der optischen Achse **100HLC** des Systems kleiner als die zweite Linsenanordnung **34** des Beleuchtungssystems **100**. Die zweiten kleinen Linsen **34Ha** sind exzentrische Linsen, bei denen die Position der optischen Achse in der y-Richtung in der entgegengesetzten Richtung (längs der y-Achse) von der optischen Achse der entsprechenden ersten kleinen Linsen **32Ha** um einen Betrag versetzt ist, der sich auf die Entfernung von der optischen Achse **100HLC** des Systems bezieht. Folglich ist die Mittelachse jedes der Teillichtstrahlenbündel, die von der zweiten Linsenanordnung **34H** ausgehen, im Wesentlichen parallel zu der optischen Achse **100HLC** des Systems.

[0128] Die **Fig.** 15(A) und 15(B) zeigen einen Vergleich zwischen der Form der Teillichtstrahlenbündel, die auf das Polarisationsumsetzungssystem **40** der ersten Ausführungsform auftreffen, und der Form der Teillichtstrahlenbündel, die auf das Polarisationsumsetzungssystem **40H** in dem Beleuchtungssystem **100H** der siebten Ausführungsform auftreffen. In jedem Fall erfolgt die Ansicht von der Beleuchtungszone **80**. In **Fig.** 15(A) treffen mehrere Teillichtstrahlenbündel auf den Polarisationsteilungsfilm **44b** und den Reflexionsfilm **44c** der Polarisationsstrahlteileranordnung auf, die das Polarisationsumsetzungssystem **40** bilden. Jedes der Teillichtstrahlenbündel, die von der ersten Linsenanordnung **32** ausgehen, wird durch das optische Leistungsänderungs-Übertragungssystem **30** kontrahiert und trifft auf das Polarisationsumsetzungssystem **40** auf. Das hat Bereiche NA zwischen den Teillichtstrahlenbündeln in der vertikalen Richtung zur Folge, in denen überhaupt kein Licht ist. Wenn das Polarisationsumsetzungssystem **40H** verwendet wird, wie in **Fig.** 15(B) gezeigt ist, sind die Bereiche NA eliminiert und die vertikale Größe des Polarisationsumsetzungssystems **40** kann verringert werden.

[0129] Somit wird gemäß dem Beleuchtungssystem **100H** der siebten Ausführungsform das Polarisationsumsetzungssystem **40** der ersten Ausführungsform durch ein Polarisationsumsetzungssystem **40H** ersetzt, das in der vertikalen Richtung kleiner ist, wodurch möglich wird, das optische System stromabwärts von dem Polarisationsumsetzungssystem **40H** kleiner herzustellen. Darüber hinaus kann der Auftreffwinkel von Licht, das auf der Beleuchtungszone **80** in der y-Richtung auftrifft, verringert werden, wodurch es möglich ist, den Wirkungsgrad der Lichtausbeute an der Beleuchtungszone im Vergleich zum Beleuchtungssystem **100** zu vergrößern.

[0130] Selbst wenn die erste Linsenanordnung **32H** gleich der ersten Linsenanordnung **32** der ersten Ausführungsform ist und für den konkaven Spiegel **24** der Lichtquelle **20** ein elliptischer Spiegel verwendet wird, kann der selbe Effekt erreicht werden wie derjenige, der mit dem Beleuchtungssystem **100H** erreicht wird. Da im Einzelnen die erste Linsenanordnung **32** aus konzentrischen Linsen gebildet ist, können Herstellungskosten und verschiedene Typen der Aberration bei der ersten Linsenanordnung **32** effektiver verringert werden als bei dem Beleuchtungssystem **100H**.

H. Achte Ausführungsform

[0131] **Fig.** 16 ist eine Draufsicht der allgemeinen Konfiguration wesentlicher Teile eines Beleuchtungssystems als eine achte Ausführungsform der Erfindung. Dieses Beleuchtungssystem **100I** enthält ein optisches Leistungsänderungs-Übertragungssystem **30I**, ein Polarisationsumsetzungssystem **40I** und ein optisches Überlagerungssystem **50I**.

[0132] Wenn der konkave Spiegel **24** der Lichtquelle **20** ein parabolischer Spiegel ist, ist die Parallelität des Lichtstrahlenbündels, das von der Lichtquelle **20** ausgesendet wird, um die optische Achse (wird nachfolgend als dir Mittelposition bezeichnet) am schlechtesten und wird zum Umfang hin besser. Wie oben unter Bezugnahme auf **Fig.** 12 in der fünften Ausführungsform beschrieben wurde, weisen die Teillichtstrahlenbündel, die aus dem optischen Leistungsänderungs-Übertragungssystem austreten, dann, wenn das Strahlenbündel eine geringe Parallelität besitzt, eine größere Divergenz auf. Demzufolge neigen die Teillichtstrahlenbündel, die auf dem Polarisationsumsetzungssystem **40H** auftreffen, dazu, im Mittelabschnitt größer zu sein als am Umfang. Da darüber hinaus die Lichtintensität im Mittelabschnitt der Lichtquelle **20** größer ist, ist es erwünscht, die Größe des Polarisationsumsetzungssystems **40H** in der x-Richtung in Übereinstimmung mit der Größe der Teillichtstrahlenbündel des Mittelabschnitts einzustellen. Die Verwendung der Teillichtstrahlenbündel des Mittelabschnitts als Referenz ermöglicht, dass die Teillichtstrahlenbündel des Umfangsabschnitts vertikal und horizontal kleiner gemacht werden können als die Teillichtstrahlenbündel des Mittelabschnitts, wodurch außerdem ermöglicht wird, die vertikale und horizontale Größe des Umfangsabschnitts des Polarisationsumsetzungssystems **40H** zu verringern.

[0133] Das Polarisationsumsetzungssystem **40I** ist so konfiguriert, dass der Abschnitt **40I1**, auf dem die Teillichtstrahlenbündel die in der ±x-Richtung die äußersten sind, auftreffen, kleiner ist als der andere Abschnitt **40I2**. Das optische Leistungsänderungs-Übertragungssystem **30I** enthält zwei Teile **30I1** und **30I2** mit unterschiedlichen Linsencharakteristiken, wobei der Teil **30I1** Lichtstrahlenbündel mit einer Größe erzeugt, die dem Abschnitt **40I1** des Polarisationsumsetzungssystems entspricht, und der Teil **30I2** Lichtstrahlenbündel einer Größe erzeugt, die dem Abschnitt **40I2** des Polarisationsumsetzungssystems entspricht. Die dritte Linsenanordnung

52I und die vierte Linsenanordnung **54I** sind ebenfalls mit Teilen **52I1** und **54I2**, die der Größe des Abschnitts **40I1** des Polarisationsumsetzungssystems entsprechen, und mit Teilen **52I2** und **54I2**, die der Größe des Abschnitts **40I2** des Polarisationsumsetzungssystems entsprechen, konfiguriert.

[0134] Das Beleuchtungssystem **100I** ist stromabwärts des Polarisationsumsetzungssystems **40I** positioniert, wodurch es kleiner hergestellt werden kann. Außerdem kann der Auftreffwinkel von Licht an der Beleuchtungszone **80** vergrößert werden, so dass dann, wenn optische Systeme oder optische Elemente, bei denen die optischen Charakteristiken von dem Auftreffwinkel abhängen, stromabwärts von dem Beleuchtungssystem verwendet werden sollen, die Lichtausbeute dieser Systeme und Elemente im Vergleich zu dem Beleuchtungssystem **100** der ersten Ausführungsform verbessert werden kann.

J. Neunte Ausführungsform

[0135] **Fig.** 17 ist eine Draufsicht der allgemeinen Konfiguration wesentlicher Teile eines Projektors, der das Beleuchtungssystem der Erfindung verwendet. Dieser Projektor **1000** enthält ein Beleuchtungssystem **100'**, einen Farbseparator **200**, ein Lichtleitsystem **220**, drei Flüssigkristall-Lichtventile (Flüssigkristallplatten) **300R**, **3000**, **300B**, ein dichroitisches Kreuzprisma **320** und ein optisches Projektionssystem **340**. In dem Projektor **1000** wird Licht, das von dem Beleuchtungssystem **100'** ausgesendet wird, durch den Farbseparator **200** in rotes (R), blaues (B) und grünes (G) Licht aufgeteilt. Das Licht jeder Farbe verläuft durch die entsprechenden Flüssigkristall-Lichtventile **300R**, **300G** und **300B** und wird gemäß der Bildinformation moduliert. Die modulierten Farblichter werden dann durch das dichroitische Kreuzprisma **320** kombiniert und das Farbbild wird durch das optische Projektionssystem **340** auf einem Bildschirm SC angezeigt.

[0136] In dem Beleuchtungssystem **100'** sind der Polarisationsteilungsfilm **44b** und der Reflexionsfilm **44c** des Polarisationsumsetzungssystems **40** des Beleuchtungssystems **100** in der y-Richtung angeordnet.

[0137] Die Funktionen der optischen Elemente, die das Beleuchtungssystem **100'** bilden, sind die gleichen wie jene des Beleuchtungssystems **100**. Somit sendet das Beleuchtungssystem **100'** ein Beleuchtungsstrahlenbündel von linear polarisiertem Licht (in diesem Beispiel s-polarisiertes Licht), bei dem die polarisierten Komponenten die gleiche Polarisationsrichtung besitzen, um die Flüssigkristall-Lichtventile **300R**, **3000** und **300B**, die jeweils die Beleuchtungszone **80** bilden, zu beleuchten. Die Auftreffoberflächen der Flüssigkristall-Lichtventile **300R**, **300G** und **300B** sind mit Polarisationsplatten versehen (die so angeordnet sind, dass die Durchlassachse der Polarisationsplatten auf die Polarisationsachse des Lichts ausgerichtet ist), um den Polarisierungsgrad des Beleuchtungslichts zu verbessern. Wenn jedoch das Licht, das von dem Beleuchtungssystem **100'** ausgesendet wird, stark polarisiert ist, können die Polarisationsplatten weggelassen werden. Der Polarisierungsgrad des Beleuchtungslichts, der hier genannt wurde, bedeutet den Anteil des Beleuchtungslichts, welches das hier beschriebene linear polarisierte Licht ist.

[0138] Der Farbseparator **200** enthält dichroitische Spiegel **202** und **204** und einen Reflexionsspiegel **208**, die dazu dienen, die Lichtstrahlenbündel von dem Beleuchtungssystem **100'** in rotes, blaues und grünes Licht zu trennen. Der erste dichroitische Spiegel lässt rote Lichtkomponenten, die in dem Licht von dem Beleuchtungssystem **100'** enthalten sind, durch und reflektiert blaue und grüne Komponenten. Rotes Licht, das von dem ersten dichroitischen Spiegel **202** durchgelassen wurde, wird durch den Reflexionsspiegel **208** auf das dichroitische Kreuzprisma **320** reflektiert. Rotes Licht von dem Farbseparator **200** geht über eine Vorsatzlinse **232** zu dem roten Flüssigkristall-Lichtventil **300R**. Die Vorsatzlinse **232** setzt die Teillichtstrahlenbündel, die von dem Beleuchtungssystem **100'** ausgesendet werden, in Lichtstrahlenbündel um, die zu ihrer Mittelachse parallel sind. Die Vorsatzlinsen **234** und **230**, die vor den anderen Flüssigkristall-Lichtventilen vorgesehen sind, führen die gleiche Funktion aus.

[0139] Von den blauen und grünen Lichtkomponenten, die von dem ersten dichroitischen Spiegel **202** reflektiert werden, wird grünes Licht durch den zweiten dichroitischen Spiegel **204** reflektiert und wird dadurch zum dichroitischen Kreuzprisma **320** abgelenkt. Die grüne Lichtkomponente, die von dem Farbseparator **200** ausgesendet wird, geht über die Vorsatzlinse **234** zum grünen Flüssigkristall-Lichtventil **300G**. Die blaue Lichtkomponente, die vom zweiten dichroitischen Spiegel **204** durchgelassen wird, tritt aus dem Farbseparator **200** aus und trifft auf das Lichtleitsystem **220** auf, in dem es durch die Eintrittslinse **222**, die Übertragungslinse **226**, Reflexionsspiegel **224** und **228** und die Austrittslinse (Vorsatzlinse) **230** und weiter zum blauen Flüssigkristall-Lichtventil **300B** verläuft. Der Grund für die Verwendung eines Leitsystems **220** für das blaue Licht besteht darin, eine Verringerung der Lichtausbeute zu verhindern, die durch die Tatsache bewirkt wird, dass der optische Weg des blauen Lichts länger ist als der der anderen Farben. Mit anderen Worten, es muss ermöglicht werden, dass das blaue Licht unverändert zur Austrittslinse **230** durchgelassen wird. Die Entfernungen von der Übertragungslinse **56** des Beleuchtungssystems **100'** zu jedem der Flüssigkristall-Lichtventile **300R** und **330G** sind so eingestellt, das sie im Wesentlichen gleich sind.

[0140] Die Flüssigkristall-Lichtventile **300R**, **300G** und **300B** wirken als Lichtmodulator zum Modulieren des Lichts jeder Farbe gemäß der empfangenen Bildinformationen (Bildsignale). Das dichroitische Kreuzprisma **320** wirkt als ein Farbkombinierer zum Kombinieren des auf diese Weise modulierten Lichts der drei Farben, um ein Farbbild zu erzeugen. Das dichroitische Prisma **320** umfasst eine Rotlicht-Reflexionsoberfläche **321**, die aus dielektrischen Mehrschicht-Filmstapeln gebildet ist, und eine Blaulicht-Reflexionsoberfläche **322**, die aus dielektrischen Mehrschicht-Filmstapeln gebildet ist, die in der Form eines Kreuzes angeordnet sind. Die Rotlicht-Reflexionsoberfläche **321** und die Blaulicht-Reflexionsoberfläche **322** bilden die Farbkombinationsoberfläche der Erfindung. Licht, das durch das dichroitische Kreuzprisma kombiniert wurde, tritt in der Richtung des optischen Projektionssystems **340** aus, das das kombinierte Licht projiziert, um auf dem Bildschirm SC ein Farbbild anzuzeigen. Es ist vorzuziehen, für das optische Projektionssystem **340** telezentrische Linsen zu verwenden.

[0141] Die Verwendung eines Beleuchtungssystems **100'** mit einem großen Wirkungsgrad der Polarisationsumsetzung verbessert die Lichtausbeute des Projektors **1000**, was die Anzeige eines helleren Bildes zur Folge hat.

[0142] Die Verwendung des Projektors **1000** mit einem Beleuchtungssystem von einer der oben beschriebenen weiteren Ausführungsformen wird trotzdem ermöglichen, dass im Wesentlichen die gleichen Wirkungen erreicht werden.

[0143] Die **Fig.** 18(A) und 18(B) sind veranschaulichende Darstellungen, die das Licht betreffen, das von dem Beleuchtungssystem **100'** zu dem ersten dichroitischen Spiegel **202**, zu dem zweiten dichroitischen Spiegel **204** und zu dem dichroitischen Kreuzprisma **320** geht. Die **Fig.** 18(A) und 18(B) konzentrieren sich lediglich auf den ersten dichroitischen Spiegel **202**, das Flüssigkristall-Rotlichtventil **300R** und das dichroitischen Kreuzprisma **320**, die zur Einfachheit so gezeigt sind, dass in einer geraden Linie angeordnet sind. Wie gezeigt ist, ist der erste dichroitische Spiegel **202** im Wesentlichen senkrecht zu der xz-Ebene positioniert und bildet einen vorgeschrieben Winkel ΘM1 in Bezug auf die yz-Ebene.

[0144] **Fig.** 19 zeigt die Farbtrenncharakteristiken des ersten dichroitischen Spiegels **202**. Wenn ein Lichtstrahlenbündel auf den ersten dichroitischen Spiegel **202** bei einem vorgeschriebenen Winkel ΘM1 auftrifft, lässt der dichroitische Spiegel nur die rote Komponente durch (oberhalb etwa 580 nm) und reflektiert die anderen Komponenten (blau und grün), wie in **Fig.** 19 durch die durchgängige Linie angegeben ist. Eine Abweichung beim Auftreffwinkel des auf den dichroitischen Spiegel **202** auftreffenden Lichts hat eine entsprechende Änderung der Farbtrennchara-kteristiken zur Folge. Es gibt deswegen eine Abweichung bei dem roten Licht, das zu dem Flüssigkristall-Rotlichtventil **300R** geleitet wird, es sein denn, es wird bewirkt, dass das Licht bei dem vorgeschriebenen Winkel ΘM1 auf den dichroitischen Spiegel **202** auftrifft.

[0145] Selbst wenn zwei Lichtstrahlenbündel LA1, LA2 von unterschiedlichen Punkten in der x-Richtung bei den gleichen absoluten Winkeln ΘLA1, ΘLA2 relativ zu der optischen Achse **1000LC** des Systems ausgesendet werden, werden sich die Auftreffwinkel auf dem ersten dichroitischen Spiegel **202** trotzdem voneinander unterscheiden und von dem vorgeschriebenen Winkel ΘM1 abweichen, wie in **Fig.** 18(A) gezeigt ist. Zum Beispiel ergibt sich in Bezug auf das Lichtstrahlenbündel LA1 der Typ der Charakteristik, der in **Fig.** 19 mit der Punkt-Strich-Linie angegeben ist, und in Bezug auf das Lichtstrahlenbündel LA1 ergibt sich der Typ der Charakteristik, der in **Fig.** 19 mit der gestrichelten Linie angegeben ist, an Stelle der geforderten Farbtrenncharakteristik, die durch die durchgehende Linie dargestellt ist. Wenn im Einzelnen in der xy-Ebene schräg auftreffendes Licht mit einem Auftreffwinkel ΘLA1, ΘLA2 relativ zu der optischen Achse **1000LC** des Systems vorhanden ist, zeigen die Farbtrenncharakteristiken des ersten dichroitischen Spiegels **202** eine Änderung, die der Vergrößerung des Auftreffwinkels proportional ist, wodurch eine asymmetrische Farbabweichung längs der x-Achse des roten Lichts, das zu dem Flüssigkristall-Rotlichtventil **300R** geleitet wird, bewirkt wird.

[0146] Wenn andererseits, wie in **Fig.** 18(B) gezeigt ist, zwei Lichtstrahlenbündel LB1, LB2 von unterschiedlichen Punkten in der y-Richtung bei den gleichen absoluten Winkeln ΘLB1, ΘLB2 relativ zu der optischen Achse **1000LC** des Systems ausgesendet werden, sind die absoluten Auftreffwinkel Θa1, Θa2 in Bezug auf den ersten dichroitischen Spiegel **202** gleich, so dass die Farbtrenncharakteristik in Bezug auf die Lichtstrahlenbündel LA1, LA2 ebenfalls gleich sind. Die Farbtrenncharakteristiken in Bezug auf die beiden Strahlenbündel LB1, LB2 sind z. B. jene, die in **Fig.** 19 durch die Punkt-Strich-Linie angegeben sind. Wenn im Einzelnen in der yz-Ebene schräg auftreffendes Licht mit einem Auftreffwinkel ΘLA1, ΘLA2 relativ zu der optischen Achse **1000LC** des Systems vorhanden ist, zeigen die Farbtrenncharakteristiken des ersten dichroitischen Spiegels **202** eine Änderung, die der Hälfte der Vergrößerung des Auftreffwinkels proportional ist, wodurch eine symmetrische Farbabweichung längs der y-Achse des roten Lichts, das zu dem Flüssigkristall-Rotlichtventil **300R** geleitet wird, bewirkt wird. Ein wichtiger Punkt liegt jedoch darin, dass der Effekt, den in der yz-Ebene schräg auftreffendes Licht auf die Farbtrenncharakteristiken des dichroitischen Spiegels besitzt, kleiner ist als der

Effekt von in der xz-Ebene schräg auftreffendem Licht. Folglich ist der Effekt der Farbabweichung in der y-Richtung bei rotem Licht, das über den ersten dichroitischen Spiegel **202** zu dem Flüssigkristall-Rotlichtventil **300R** durchgelassen wird, geringer als der Effekt einer solchen Farbabweichung in der x-Richtung.

[0147] Das zeigt, dass es in Bezug auf den Winkel, bei dem Licht aus dem Beleuchtungssystem relativ zu der optischen Achse **1000LC** des Systems ausgeht, vorzuziehen ist, dass der Winkel in der x-Richtung kleiner ist als der Winkel in der y-Richtung.

[0148] In dem Polarisationsumsetzungssystem **40** des Beleuchtungssystems **100'** wird jedes der Teillichtstrahlenbündel, die aus dem optischen Leistungsänderungs-Übertragungssystem **30** austreten, in zwei Strahlenbündel in die Richtung unterteilt, in welcher der Polarisationsteilungsfilm **44b** und der Reflexionsfilm **44c** angeordnet sind, welches die y-Richtung ist. Die Dichte des Lichtflusses, der von dem Beleuchtungssystem **100'** ausgesendet wird, ist in der y-Richtung größer als in der x-Richtung, deswegen neigen in der y-Richtung angeordnete Strahlenbündel im Vergleich zu der Auswirkung der in der x-Richtung angeordneten Strahlenbündel des Lichtflusses dazu, eine größere Auswirkung auf optische Systeme oder optische Elemente zu besitzen, bei denen die optischen Charakteristiken eine Winkelabhängigkeit aufweisen. Außerdem kann, wie unter Bezugnahme auf die siebte Ausführungsform beschrieben wurde, die Größe des Polarisationslichtteilungssystems in der Richtung, die senkrecht zu der Richtung verläuft, in der das polarisierte Licht in dem Polarisationsumsetzungssystem **40** aufgeteilt wird, verringert werden, so dass die Neigung von Strahlenbündeln des Lichtflusses in der Ebene, die der Richtung entspricht, in der polarisiertes Licht aufgeteilt wird (die yz-Ebene), größer wird als die Neigung von Strahlenbündeln des Lichtflusses in der Ebene (xz-Ebene) senkrecht zu der Richtung, in der das polarisierte Licht unterteilt wird, und deswegen besteht die Tendenz, dass die Auswirkung auf optische Systeme oder optische Elemente, die optische Charakteristiken mit einer Winkelabhängigkeit aufweisen, größer wird.

[0149] Die obige Erläuterung für den ersten dichroitischen Spiegel **202** gilt auch für den zweiten dichroitischen Spiegel **204**.

[0150] Anhand des oben Stehenden ist es in dem Projektor **1000** vorzuziehen, ein Beleuchtungssystem zu verwenden, bei dem das Polarisationsumsetzungssystem **40** die linear polarisierten Lichtkomponenten in der y-Richtung und nicht in der x-Richtung unterteilt. Das heißt, wenn das Beleuchtungssystem dieser Erfindung bei einer Vorrichtung angewendet wird, die einen dichroitischen Spiegel enthält, ist es vorzuziehen, dass die Richtung, in der polarisiertes Licht in dem Polarisationsumsetzungssystem aufgeteilt wird, in rechten Winkeln zu der Richtung angeordnet ist, in der Licht durch den dichroitischen Spiegel in zwei Farben aufgeteilt wird. Das wird vorteilhaft Farbabweichungen in dem projizierten Bild verringern.

[0151] Da der Projektor **1000** ein Beleuchtungssystem **100'** verwendet, in dem das Polarisationsumsetzungssystem **40** linear polarisierte Lichtkomponenten in der y-Richtung aufteilt, werden Farbabweichungen in den projizierten Bildern verringert.

[0152] Die obige Erläuterung, die unter Bezugnahme auf den dichroitischen Spiegel erfolgte, gilt außerdem für die rot-reflektierende dichroitische Oberfläche **321** und die blau-reflektierende dichroitische Oberfläche **322** des dichroitischen Kreuzprismas **320**. Selbst wenn im Einzelnen, wie in **Fig.** 18(A) gezeigt ist, zwei Lichtstrahlenbündel LA1, LA2 von unterschiedlichen Punkten längs der x-Achse bei den gleichen absoluten Winkeln ΘLA1, ΘLA2 relativ zu der optischen Achse **1000LC** des Systems ausgesendet werden, werden sich trotzdem die Auftreffwinkel ΘA1, ΘB2 von Licht, das auf der rot-reflektierenden dichroitischen Oberfläche **321** auftrifft, voneinander unterscheiden und von dem vorgeschriebenen Winkel ΘM2 abweichen. Wenn andererseits, wie in **Fig.** 18(B) gezeigt ist, zwei Lichtstrahlenbündel LB1, LB2 von unterschiedlichen Punkten längs der x-Achse bei den gleichen absoluten Winkeln ΘLB1, ΘLB2 relativ zu der optischen Achse **1000LC** des Systems auf die rot-reflektierende dichroitische Oberfläche **321** auftreffen, werden die absoluten Auftreffwinkel Θa2, Θb2 in Bezug auf den ersten dichroitischen Spiegel **202** gleich sein.

[0153] Deswegen ist es dann, wenn das Beleuchtungssystem dieser Erfindung bei einer Vorrichtung angewendet wird, die ein dichroitisches Kreuzprisma enthält, vorzuziehen, dass die Richtung, in der das polarisierte Licht in dem Polarisationsumsetzungssystem unterteilt wird, in rechten Winkeln zu der Richtung angeordnet ist, in der Licht von dem dichroitischen Prisma in zwei Farben getrennt wird.

[0154] Da der Projektor **1000** ein Beleuchtungssystem **100'** verwendet, bei dem das Polarisationsumsetzungssystem **40** linear polarisierte Lichtkomponenten in der y-Richtung aufteilt, sind Farbveränderungen in den projizierten Bildern verringert.

[0155] Während der Projektor **1000** unter Bezugnahme auf eine Vorrichtung zum Anzeigen von Farbbildern beschrieben wurde, kann er außerdem als Projektor zum Anzeigen monochromer Bilder verwendet werden.

K. Zehnte Ausführungsform

[0156] **Fig.** 20 ist eine Draufsicht der allgemeinen Konfiguration wesentlicher Teile eines weiteren Projektors, der das Beleuchtungssystem der Erfindung verwendet. Dieser Projektor **2000** verwendet das Beleuchtungssystem **100** der ersten Ausführungsform.

[0157] Der Projektor **2000** enthält das Beleuchtungssystem **100**, ein Polarisationsteilungsprisma **420**, ein Flüssigkristall-Lichtventil des Reflexionstyps (Flüssigkristallplatte) **440** und ein optisches Projektionssystem **340**. Das Flüssigkristall-Lichtventil des Reflexionstyps **440**, das Polarisationsteilungsprisma **420** und das optische Projektionssystem **340** sind in dieser Reihenfolge auf der optischen Achse **2000LC** des Systems angeordnet.

[0158] Linear polarisiertes Licht in einem s-polarisierten Zustand, das von dem Beleuchtungssystem **100** ausgesendet wird, tritt über eine Seitenoberfläche **422**, die parallel zur optischen Achse **2000LC** des Systems ist, in das Polarisationsteilungsprisma **420** ein und trifft auf einen Polarisationsteilungsfilm **428** auf. Der Polarisationsteilungsfilm **428** reflektiert s-polarisiertes Licht und lässt p-polarisiertes Licht durch, so dass s-polarisiertes Licht, das auf den Polarisationsteilungsfilm **428** auftrifft, durch eine Seitenoberfläche **424**, die dem Lichtventil **440** zugewandt ist, heraus reflektiert wird.

[0159] Licht, das auf dem Lichtventil **440** auftrifft, wird in die der Auftreffrichtung entgegengesetzte Richtung zurück reflektiert. Wenn das Flüssigkristall vollständig ausgeschaltet ist, ist Licht, das aus dem Lichtventil **440** austritt, s-polarisiertes Licht, das in das Polarisationsteilungsprisma **420** eintritt und wieder durch den Polarisationsteilungsfilm **428** reflektiert wird. Folglich trifft Licht, das von dem Lichtventil **440** kommt, nicht auf dem optischen Projektionssystem **340** auf, sondern tritt aus der Seitenoberfläche **422**, die dem Beleuchtungssystem **100** zugewandt ist, aus, was eine dunkle Anzeige auf dem Bildschirm SC zur Folge hat. Wenn das Flüssigkristall vollständig eingeschaltet ist, wird Licht, das aus dem Lichtventil **440** austritt, in p-polarisiertes Licht umgesetzt und wird deswegen von dem Polarisationsteilungsfilm **428** durchgelassen. Folglich tritt Licht, das von dem Lichtventil **440** kommt, aus der Seitenoberfläche **426** aus und trifft auf dem optischen Projektionssystem **340** auf, wodurch ein heller Anzeigeschirm erzeugt wird. Wenn das Flüssigkristall in einem Zwischenzustand zwischen ein- und ausgeschaltet ist, enthält der Zwischenzustand sowohl s- als auch p-polarisiertes Licht, wodurch eine Grauwert-Anzeige erzeugt wird.

[0160] Auf diese Weise verwendet der Projektor **2000** Licht, das von dem Beleuchtungssystem **100** ausgesendet wird, um das Flüssigkristall jedes Pixels des Lichtventils **440** gemäß empfangener Bildinformationen ein- und auszuschalten und um dadurch Bilder auf dem Bildschirm anzuzeigen.

[0161] Mit dem Projektor **2000** dieser zehnten Ausführungsform kann außerdem die Lichtausbeute durch die Verwendung eines Beleuchtungssystems verbessert werden, das einen großen Wirkungsgrad der Polarisationslichtumsetzung besitzt, wodurch helle Bilder angezeigt werden können.

[0162] Mit einem Projektor **2000**, der eines der Beleuchtungssysteme verwendet, die oben in den anderen Ausführungsformen beschrieben wurden, kann im Wesentlichen die gleiche Wirkung erreicht werden.

[0163] Das Polarisationsteilungsprisma **420** entspricht der Polarisationsteilungsvorrichtung der beanspruchten Erfindung.

[0164] Der Projektor **2000** wurde unter Bezugnahme auf Beleuchtungslicht von dem Beleuchtungssystem **100**, das von dem Polarisationsteilungsprisma **420** auf das Lichtventil **440** reflektiert wird, beschrieben. Es kann jedoch statt dessen eine Anordnung verwendet werden, bei der das Beleuchtungslicht von dem Beleuchtungssystem **100** von dem Polarisationsteilungsprisma **420** auf das Flüssigkristall-Lichtventil **440** des Reflexionstyps durchgelassen wird und das von dem Flüssigkristall-Lichtventil **440** des Reflexionstyps reflektierte Licht von dem Polarisationsteilungsprisma **420** auf das optische Projektionssystem **340** reflektiert wird.

[0165] **Fig.** 21 ist eine veranschaulichende Darstellung, die das Licht betrifft, das auf dem Polarisationsteilungsprisma **420** auftrifft. Dabei konzentriert sich die Erläuterung auf Licht in der yz-Ebene. Licht B ist ein Lichtstrahlenbündel, das auf die Seitenoberfläche **422** senkrecht auftrifft (d. h. längs einer Linie, senkrecht zu der Seitenoberfläche **422** oder längs der z-Achse) und Licht A und Licht C sind schräg auftreffende Lichtstrahlenbündel, die bei einem Winkel zur Normallinie der Lichtauftreffoberfläche **422** auftreffen. Wenn die Polarisationsachse des Lichts, das auf der Seitenoberfläche **422** auftrifft, senkrecht zu der Richtung verläuft, in der polarisiertes Licht von dem Polarisationsteilungsfilm **428** unterteilt wird (die z- und x-Richtungen), d. h., wenn die Polarisationsachse die y-Achse ist, wird das Licht, entweder A, B oder C um 90° abgelenkt, indem es von dem Polarisationsteilungsfilm **44b** reflektiert wird, und tritt deswegen an der Seitenoberfläche **424** aus. Da das Licht B senkrecht auf der Seitenoberfläche **422** auftrifft, wird die Orientierung der Polarisationsachse vom Licht B, das aus der Seitenoberfläche **424** von dem Polarisationsteilungsfilm **428** heraus reflektiert wird, die y-Richtung sein. Bei dem Licht A und C, das auf der Auftreffoberfläche **422** schräg auftrifft, wenn man aus der z-Richtung auf das Polarisationsteilungsprisma

420 blickt, wird jedoch die Polarisationsachse von Licht, das von der Seitenoberfläche **4242** ausgeht, nicht mit der y-Achse übereinstimmen, sondern wird um +ΘR (Licht A) bzw. –ΘR (Licht C) relativ zur y-Achse gedreht sein. Dabei wird eine Drehung in Gegenuhrzeigerrichtung als positive Drehung betrachtet. Falls Licht auf den Polarisationsteilungsfilm **428** bei einem Neigungswinkel in Bezug auf die z-Achse in einer Ebene (Ebene yz) auftrifft, d. h. senkrecht zu der Richtung, in der polarisiertes Licht durch den Polarisationsteilungsfilm **428** aufgeteilt wird (die Richtungen der x- und z-Achse), wird die Polarisationsachse des Lichts, das von dem Polarisationsteilungsfilm **428** reflektiert wird, ungeachtet der Polarisationslichtteilungs-Charakteristiken des Polarisationsteilungsfilms **428** gedreht. Das bedeutet, dass selbst dann, wenn linear polarisiertes Licht auf das Polarisationsteilungsprisma **420** auftrifft, nachdem die Polarisationsachse zuvor eingestellt wurde, das Licht, das aus der Seitenoberfläche **4242** austritt und auf das Flüssigkristall-Lichtventil **440** des Reflexionstyps auftrifft, eine unerwünschte linear polarisierte Lichtkomponente enthält und die Helligkeit und den Kontrast der projizierten Bilder verschlechtert, falls ein Teil des linear polarisierten Lichts relativ zur Seitenoberfläche **422** schräg auftrifft.

[0166] Es ist deswegen vorzuziehen, dass das Licht, das von dem Beleuchtungssystem ausgesendet wird, in der y-Richtung in Bezug auf die optische Achse **2000LC** des Systems, d. h. in einer Richtung senkrecht zu der Richtung, in der das polarisierte Licht von dem Polarisationsteilungsfilm **428** aufgeteilt wird, eine geringere Neigung besitzt.

[0167] Wie oben beschrieben wurde, ist die Dichte des Lichtflusses, der von dem Beleuchtungssystem ausgesendet wird, in der Richtung größer, in der das Polarisationsumsetzungssystem **40** das polarisierte Licht aufteilt, als in rechten Winkeln dazu. Deswegen haben Strahlenbündel des Lichtflusses, die auf die Richtung ausgerichtet sind, in der das polarisierte Licht aufgeteilt wird, im Vergleich zu Strahlenbündeln des Lichtflusses, die in rechten Winkeln zu der Richtung verlaufen, in der das polarisierte Licht unterteilt wird, eine stärkere Auswirkung auf optische Systeme oder optische Elemente, bei denen die optischen Charakteristiken eine Winkelabhängigkeit besitzen. Wie unter Bezugnahme auf die siebte Ausführungsform beschrieben wurde, kann darüber hinaus die Größe des Polarisationslichtteilungssystems in der Richtung senkrecht zu der Richtung, in der das Polarisationsumsetzungssystem **40** das polarisierte Licht unterteilt, verringert werden, so dass die Neigung der Strahlenbündel des Lichtflusses in der Ebene, die die Richtung enthält, in der das polarisierte Licht unterteilt wird, eine größere Auswirkung auf optische Systeme oder optische Elemente, die optische Charakteristiken mit einer Winkelabhängigkeit aufweisen, besitzen als die Neigung von Strahlenbündel des Lichtflusses in der Ebene senkrecht zu der Richtung, in der das polarisierte Licht unterteilt wird.

[0168] Anhand des oben Stehenden ist es in dem Projektor **2000** der zehnten Ausführungsform vorzuziehen, ein Beleuchtungssystem zu verwenden, bei dem das Polarisationsumsetzungssystem **40** linear polarisiertes Licht in der gleichen Richtung wie das Polarisationsteilungsprisma **420**, d. h. in der x-Richtung unterteilt. Mit anderen Worten, wenn das Beleuchtungssystem dieser Erfindung bei einem Projektor angewendet wird, der ein Flüssigkristall-Lichtventil des Reflexionstyps und ein Polarisationsteilungsprisma enthält, ist es vorzuziehen, dass die Richtung, in der polarisiertes Licht in dem Polarisationsumsetzungssystem des Beleuchtungssystems unterteilt wird, mit der Richtung übereinstimmt, in der das Polarisationsteilungsprisma das polarisierte Licht unterteilt. Das ist vorteilhaft, um den Wirkungsgrad der Polarisationsumsetzung des Polarisationsteilungsprismas zu verbessern und die Helligkeit und den Kontrast der projizierten Bilder zu vergrößern.

[0169] Während der Projektor **2000** unter Bezugnahme auf eine Vorrichtung zum Anzeigen monochromer Bilder beschrieben wurde, kann er außerdem ebenso wirkungsvoll bei einem Projektor zum Anzeigen von Farbbildern angewendet werden.

L. Elfte Ausführungsform

[0170] **Fig.** 22 ist eine Draufsicht der allgemeinen Konfiguration wesentlicher Teile eines weiteren Projektors, der das Beleuchtungssystem der Erfindung verwendet.

[0171] Der Projektor **3000** enthält ein Beleuchtungssystem **100'**, drei dichroitische Spiegel **500R**, **500G** und **500B**, ein Flüssigkristall-Farblichtventil des Reflexionstyps (Flüssigkristallplatte) **520** und ein optisches Projektionssystem **340**. Die dichroitischen Spiegel **500R**, **500G** und **500B** reflektieren rotes (R), grünes (G) bzw. blaues (B) Licht und lassen andere Farben durch. Die Spiegel **500R**, **500G**, **500B** sind in dieser Reihenfolge an der Seite nahe zum Beleuchtungssystem **100'** in einer zueinander nicht parallelen Beziehung angeordnet. Die dichroitischen Spiegel müssen nicht in dieser Reihenfolge angeordnet sein, ihre Anordnung wird jedoch anhand der Pixelkonfiguration eines Flüssigkristall-Farblichtventils **520** des Einzelplattentyps, das später beschrieben wird, bestimmt. Außerdem kann an Stelle des dichroitischen Spiegels, der von dem Beleuchtungssystem **100'** am weitesten entfernt ist (in dieser Ausführungsform der dichroitische Spiegel **500B**), ein reflektierender Spiegel verwendet werden.

[0172] Die dichroitischen Spiegel **500R**, **5000** und **500B** sind nahe zum Schnittpunkt von der optischen Achse **100LC** des Beleuchtungssystems **100'** und

der optischen Achse **300LC** des Projektionssystems **340**, die durch den Mittelpunkt des Flüssigkristall-Farblichtventils **520** des Einzelplattentyps verläuft, mit der Normallinie der Spiegeloberfläche des grün-reflektierenden dichroitischen Spiegels **500G** und der optischen Achse **100LC** des Beleuchtungssystems **100'**, die einen Winkel von 45° bilden, angeordnet. Der rot-reflektierende dichroitische Spiegel **500R** ist in Uhrzeigerrichtung um die y-Achse gedreht, wodurch sie in einem geringen Winkel zum dichroitischen Spiegel **500G** eingestellt ist. Der blau-reflektierende dichroitische Spiegel **500B** ist ebenfalls geringfügig um die y-Achse gedreht, um sie in einem geringen Winkel zum dichroitischen Spiegel **500G** einzustellen. Die Winkel werden später erläutert.

[0173] Von dem Licht, das von dem Beleuchtungssystem **100'** ausgesendet wird, wird rotes Licht von dem dichroitischen Spiegel **500R** auf das Lichtventil **520** reflektiert. Nachdem grünes Licht von dem dichroitischen Spiegel **500R** durchgelassen wurde, wird es von dem dichroitischen Spiegel **500G** reflektiert, geht durch den dichroitischen Spiegel **500R** und trifft auf das Lichtventil **520**. Blaues Licht geht durch die dichroitischen Spiegel **500R** und **5000** und wird dann ebenfalls von dem dichroitischen Spiegel **500B** reflektiert und erreicht das Lichtventil **520**. Da die drei dichroitischen Spiegel zueinander nicht parallel sind, trifft das von jedem dichroitischen Spiegel reflektierte Licht bei unterschiedlichen Auftreffwinkeln auf das Lichtventil **520** auf.

[0174] Die **Fig.** 23(A) und 23(B) sind vergrößerte Darstellungen einer Pixelkonfiguration des Flüssigkristall-Farblichtventils **520** des Einzelplattentyps. Wie in **Fig.** 23(A) gezeigt ist, enthält das Lichtventil **520** einen Lichtventilabschnitt **530**, der mehrere Pixel enthält, und eine Mikrolinsenanordnung **540**, die auf der Auftreffoberfläche des Lichtventilabschnitts **530** vorgesehen ist. Jedes Pixel **531** des Lichtventilabschnitts **530** enthält drei Farbunterpixel **531R**, **531G**, **531B**, die den Farben rot (R), grün (G) bzw. blau (B) entsprechen. Die Auftreffoberfläche jedes Pixels **531** ist mit einer Mikrolinse **541** versehen. Die Lichtstrahlenbündel der drei Farben, die auf dem Flüssigkristall-Farblichtventil **520** des Einzelplattentyps bei unterschiedlichen Auftreffwinkeln auftreffen, werden jeweils durch die einzelnen Mikrolinsen **541** der Mikrolinsenanordnung **540** auf die entsprechenden Unterpixel **531R**, **531G**, **531B** gebündelt und jedes Unterpixel moduliert das Farblicht gemäß Bildinformationssignalen, die an das System angelegt werden.

[0175] Die Auftreffwinkel des Lichts jeder Farbe auf dem Lichtventil **520**, die den Winkeln der drei dichroitischen Spiegel entsprechen, werden so eingestellt, dass das Licht jeder Farbe auf dem entsprechenden Pixel auftrifft.

[0176] Diese Winkel werden gemäß dem Abstand PD zwischen den Unterpixeln **531R**, **531G**, **531B** und der Brennweite fμ der Mikrolinsen **541** bestimmt.

[0177] Licht, das von jedem der Pixel **531** des Lichtventils **520** von **Fig.** 22 ausgeht, wird durch das optische Projektionssystem **340** projiziert, um auf dem Bildschirm SC ein Farbbild anzuzeigen.

[0178] Mit dem Projektor **3000** dieser zehnten Ausführungsform kann außerdem die Lichtausbeute durch die Verwendung eines Beleuchtungssystems **100'** mit einem großen Wirkungsgrad der Polarisationslichtumsetzung verbessert werden, wodurch die Anzeige von hellen Bildern möglich wird.

[0179] Darüber hinaus kann im Wesentlichen der gleiche Effekt mit einem Projektor **3000** erreicht werden, der eines der Beleuchtungssysteme verwendet, die in den oben beschriebenen anderen Ausführungsformen verwendet wurden.

[0180] Wie unter Bezugnahme auf die siebte Ausführungsform beschrieben wurde, kann die Größe des Polarisationslichtteilungssystems in der Richtung senkrecht zu der Richtung, in der das polarisierte Licht in dem Polarisationsumsetzungssystem **40** unterteilt wird, verringert werden, so dass die Neigung von Strahlenbündeln des Lichtflusses in der Ebene, die die Richtung enthält, in der polarisiertes Licht unterteilt wird (yz-Ebene), eine größere Auswirkung auf optische Systeme oder optische Elemente, die optische Charakteristiken mit einer Winkelabhängigkeit haben, besitzt als die Neigung von Strahlenbündel des Lichtflusses in der Ebene (xz-Ebene) senkrecht zu der Richtung, in der das polarisierte Licht unterteilt wird. Da ferner die Dichte des Lichtflusses, der von dem Beleuchtungssystem **100** ausgesendet wird, in der y-Richtung größer ist als in der x-Richtung, verglichen mit der Auswirkung der Strahlenbündel des Lichtflusses, die in der x-Richtung angeordnet sind, besitzen die in der y-Richtung angeordneten Strahlenbündel eine größere Auswirkung auf solche optische Systeme oder optische Elemente, bei denen die optischen Charakteristiken eine Winkelabhängigkeit aufweisen. Es gibt eine umgekehrte Beziehung zwischen dem Strahlenbündel-Divergenzwinkel und den Strahlenbündel-Konzentrationseigenschaften. Ein Bild mit kleiner Konvergenz kann nicht mit einem Lichtstrahlenbündel erzeugt werden, das einen großen Divergenzwinkel aufweist. Je größer demzufolge der Divergenzwinkel des Lichts ist, das zum Beleuchten eines Flüssigkristall-Lichtventils verwendet wird, desto kleiner ist die Lichtausbeute des Lichtventils und des optischen Projektionssystems.

[0181] Wie in **Fig.** 23(B) gezeigt ist, besitzen die Subpixel bzw. Unterpixel **531R**, **531G**, **531B**, die ein Pixel **531** des Lichtventils **520** bilden, jeweils eine rechteckige Form, die in der y-Richtung ausgedehnt ist, was bei Betrachtung aus der z-Richtung ein im

Wesentlichen quadratisches Pixel **531** zur Folge hat. Durch die Verwendung einer Anordnung, die die Form der Unterpixel mit den optischen Charakteristiken, wie etwa der Divergenzwinkel oder der Konvergenzwinkel des darauf auftreffenden Lichtstrahlenbündels, in Übereinstimmung bringt, wird es deswegen möglich, eine derartige Verringerung der Lichtausbeute selbst dann zu verhindern, wenn bei dem Beleuchtungssystem **100'** das Strahlenbündel, das von dem Beleuchtungssystem ausgesendet wird, in einer bestimmten Richtung einen verhältnismäßig großen Divergenzwinkel besitzt. Im Einzelnen wird die Richtung, in der das Strahlenbündel von dem Beleuchtungssystem **100** einen großen Divergenzwinkel aufweist, vorzugsweise so eingestellt, dass sie mit den längeren Seiten der rechteckigen Unterpixel übereinstimmt. Bei einer derartigen Anordnung ist das konvergierte Bild in der x-Richtung klein und in der y-Richtung verhältnismäßig groß, wodurch ermöglicht wird, dass Licht jeder Farbe auf dem entsprechenden Unterpixel auftrifft.

[0182] Demzufolge wird in dem Projektor **3000** der elften Ausführungsform die Richtung, in der polarisiertes Licht in dem Polarisationsumsetzungssystem **40** unterteilt wird, so eingestellt, dass sie mit den längeren Seiten der rechteckigen Unterpixel, die in dem Flüssigkristall-Lichtventil verwendet werden, übereinstimmt. Folglich trifft Licht jeder Farbe lediglich auf dem entsprechenden Unterpixel auf, wodurch es möglich wird, Bilder zu erreichen, die hell und ohne Farbversatz sind. Bei einem Projektor, der Lichtventile verwendet, bei denen die Farbunterpixel räumlich getrennt sind, wobei Flüssigkristall-Farblichtventile des Reflexionstyps ein typisches Beispiel sind, ist es möglich, das Licht jeder Farbe, das auf den falschen Unterpixel auftrifft (wodurch sich die Farbwiedergabe der angezeigten Bilder verschlechtert), durch Ausrichtung auf die Richtung, in der das Strahlenbündel am breitesten ist und den größten Winkel mit den längeren Seiten der Unterpixel aufweist, zu verringern.

[0183] Obwohl die obigen Ausführungsformen unter Bezugnahme auf das Beispiel eines Beleuchtungssystems beschrieben wurden, das ein optisches Leistungsänderungs-Übertragungssystem besitzt, das eine erste Linsenanordnung, eine zweite Linsenanordnung und eine Übertragungslinsenanordnung enthält, ist die Erfindung nicht darauf beschränkt und kann statt dessen außerdem in der nachfolgend beschriebenen Weise konfiguriert sein.

[0184] **Fig.** 25 zeigt eine Variation des Beleuchtungssystems der Erfindung. Das Beleuchtungssystem **100J** enthält eine Lichtquelle **20**, ein optisches Leistungsänderungs-Übertragungssystem **30J**, ein Polarisationsumsetzungssystem **40J** und ein optisches Überlagerungssystem **50J**. Das optische Leistungsänderungs-Übertragungssystem **30J** enthält eine erste Linse **32J**, eine Übertragungslinse **36J** und eine zweite Linse **34J**, die die gleichen Funktionen besitzen wie die erste kleine Linse **32a**, die Übertragungslinse **36a** und die zweite kleine Linse **34a** der ersten Ausführungsform.

[0185] Das Polarisationsumsetzungssystem **40J** besitzt einen Polarisationsstrahlteiler **44Fa** und ein Reflexionsprisma **44Jb** sowie eine λ/2-Verzögerungsplatte **46J**. Ein Lichtstrahlenbündel, das von dem optischen Leistungsänderungs-Übertragungssystem **30J** ausgesendet wird, trifft auf dem Polarisationsstrahlteiler **44Ja** auf und wird durch den Polarisationsteilungsfilm **44b** in zwei Typen von linear polarisiertem Licht, wie etwa s-polarisiertes Licht und p-polarisiertes Licht, unterteilt. Ein Typ des linear polarisierten Lichts, z. B. p-polarisiertes Licht, geht durch den Polarisationsteilungsfilm **44b** und trifft auf die λ/2-Verzögerungsplatte **46J** auf, wo er in s-polarisiertes Licht umgesetzt wird und austritt. Das s-polarisierte Licht wird durch den Polarisationsteilungsfilm **44b** auf das Reflexionsprisma **44Jb** reflektiert, wo es durch den Reflexionsfilm **44c** reflektiert wird und im Wesentlichen in der gleichen Richtung wie das s-polarisierte Licht, das von der λ/2-Verzögerungsplatte **46J** ausgesendet wird, austritt. Auf diese Weise wird das Lichtstrahlenbündel, das von dem optischen Leistungsänderungs-Übertragungssystem **30J** ausgesendet wird, von dem Polarisationsumsetzungssystem **40J** in zwei Lichtstrahlenbündel, die in der gleichen Richtung polarisiert sind, umgesetzt.

[0186] Das optische Überlagerungssystem **50J** enthält ein Paar dritter Linsen **52J** und ein Paar vierter Linsen **54J**, die den dritten Linsen **52J** entsprechen und an der Austrittsseite des Polarisationsstrahlteilers **44Ja** und des Reflexionsprismas **44Jb** angeordnet sind. Die zwei Lichtstrahlenbündel, die von dem Polarisationsumsetzungssystem **40J** ausgehen, beleuchten über die entsprechenden vierten Linsen **54J** und die dritten Linsen **52J** im Wesentlichen die gleiche Stelle auf der Beleuchtungszone **80**.

[0187] In diesem Beleuchtungssystem **100J** kann ebenfalls die Größe des Lichtstrahlenbündels, das von der Lichtquelle **20** ausgesendet wird, durch das optische Leistungsänderungs-Übertragungssystem **30J** verringert werden, wodurch ermöglicht wird, dass das Strahlenbündel von der Lichtquelle **20** effektiv auf das Polarisationsumsetzungssystem **40** auftrifft. Das Ergebnis ist ein Beleuchtungssystem mit einem großen Wirkungsgrad der Polarisationslichtumsetzung.

[0188] Die obige Beschreibung erfolgte unter Bezugnahme auf ein Beleuchtungssystem, das bei einem Projektor angewendet wurde. Das ist jedoch nicht einschränkend. Das Beleuchtungssystem der Erfindung kann statt dessen bei verschiedenen Typen von Vorrichtungen angewendet werden.

[0189] Obwohl eine Flüssigkristallplatte als eine elektrooptische Vorrichtung verwendet wird, kann jeder Typ von elektrooptischen Vorrichtungen verwendet werden, der ein spezielles linear polarisiertes Licht für die Beleuchtung verwendet.

[0190] Selbstverständlich sind die obigen Ausführungsformen lediglich veranschaulichend und in keiner Weise einschränkend. Der Umfang der vorliegenden Erfindung ist lediglich durch die beigefügten Ansprüche beschränkt.

Patentansprüche

1. Beleuchtungssystem, das eine als Beleuchtungszone dienende Lichtauftreffoberfläche einer optischen Vorrichtung beleuchtet, wobei das System aufweist:
eine Lichtquelle (**20**), die nicht polarisiertes Licht aussendet,
ein optisches Leistungsänderungs-Übertragungssystem bzw. Relaysystem (**30**), das die Größe eines von der Lichtquelle ausgesendeten Lichtstrahlenbündels ändert,
ein optisches Überlagerungssystem (**50**), das eine Beleuchtung der Beleuchtungszone durch ein gegebenes auftreffendes Lichtstrahlenbündel bewirkt, und
ein Polarisationsumsetzungssystem (**40**), das an einer ausgewählten Position längs eines Lichtweges von einer Auftreffoberfläche des optischen Leistungsänderungs-Übertragungssystems zu einer Austrittsfläche des optischen Überlagerungssystems vorgesehen ist, um ein auftreffendes Lichtstrahlenbündel aus nicht polarisiertem Licht in ein Lichtstrahlenbündel mit einer linear polarisierten Komponente mit einem Polarisationsrichtungstyp umzusetzen, und das umgesetzte Lichtstrahlenbündel aussendet,
wobei die Größe eines Lichtstrahlenbündels, das in das Polarisationsumsetzungssystem (**40**) eintritt, durch das optische Leistungsänderungs-Übertragungssystem (**30**) in einer vorgeschriebenen bzw. vorgegebenen Richtung verringert wird,
wobei das optische Leistungsänderungs-Übertragungssystem (**30**) aufweist:
eine erste Linsenanordnung (**32**) mit mehreren ersten kleinen Linsen, und
eine zweite Linsenanordnung (**34**) mit mehreren zweiten kleinen Linsen,
wobei das Polarisationsumsetzungssystem (**40**) aufweist:
eine Polarisationsstrahlteileranordnung (**44**), die mehrere Paare zueinander paralleler Polarisationsteilungsfilme und Reflexionsfilme in einem geneigten Zustand längs der vorgeschriebenen Richtung besitzt und das auftreffende Strahlenbündel aus nicht polarisiertem Licht in mehrere Teillichtstrahlenbündel aus zwei Typen von linear polarisiertem Licht trennt, und
eine Polarisationsumsetzungsvorrichtung (**46**), die die Polarisationsrichtung eines ersten Typs von linear polarisiertem Licht der beiden Typen von linear polarisiertem Licht in die gleiche Polarisationsrichtung wie ein zweiter Typ von linear polarisiertem Licht umsetzt,
wobei ein von der Lichtquelle ausgesendetes Lichtstrahlenbündel durch das optische Leistungsänderungs-Übertragungssystem in mehrere Teillichtstrahlenbündel geteilt wird und die Größe jedes der mehreren Teillichtstrahlenbündel in der vorgeschriebenen Richtung durch das optische Leistungsänderungs-Übertragungssystem verringert wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass das optische Leistungsänderungs-Übertragungssystem (**30**) ferner aufweist:
eine Übertragungslinsenanordnung (**36**), die mehrere Übertragungslinsen besitzt, die auf einer Lichtaussendeseite der ersten Linsenanordnung angeordnet ist, derart, dass die zweite Linsenanordnung auf einer Lichtaussendeseite der Übertragungslinsenanordnung angeordnet ist,
wobei die erste Linsenanordnung und die zweite Linsenanordnung an einander zugeordneten bzw. konjugierten Punkten der Übertragungslinsenanordnung angeordnet sind.

2. Beleuchtungssystem nach Anspruch 1, bei dem das optische Überlagerungssystem (**50**) aufweist:
eine dritte Linsenanordnung (**52**) mit mehreren dritten kleinen Linsen, auf die die mehreren Teillichtstrahlenbündel, die in das optische Überlagerungssystem eintreten, auftreffen,
eine vierte Linsenanordnung (**54**) mit mehreren vierten kleinen Linsen, die den mehreren dritten kleinen Linsen entsprechen, und
eine Überlagerungslinse (**56**), die der Beleuchtungszone mehrere Teillichtstrahlenbündel, die durch die dritte Linsenanordnung und durch die vierte Linsenanordnung verlaufen, überlagert.

3. Beleuchtungssystem nach Anspruch 1, bei dem das optische Überlagerungssystem (**50**) aufweist:
eine dritte Linsenanordnung (**52**) mit mehreren kleinen Linsen, die die mehreren Teillichtstrahlenbündel auf der Beleuchtungszone im Wesentlichen überlagern, und
eine vierte Linsenanordnung (**54**) mit mehreren vierten kleinen Linsen, die den mehreren dritten kleinen Linsen entsprechen.

4. Beleuchtungssystem nach Anspruch 2 oder 3, bei dem das Polarisationsumsetzungssystem (**40**) zwischen der dritten Linsenanordnung (**50**) und der vierten Linsenanordnung (**54**) angeordnet ist.

5. Beleuchtungssystem nach Anspruch 4, bei dem die zweite Linsenanordnung (**34**) und die dritte Linsenanordnung (**52**) optisch integriert sind.

6. Beleuchtungssystem nach einem der Ansprü-

che 1 bis 3, bei dem das Polarisationsumsetzungssystem (**40**) zwischen dem optischen Leistungsänderungs-Übertragungssystem (**30**) und dem optischen Überlagerungssystem (**50**) angeordnet ist.

7. Beleuchtungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem das Polarisationsumsetzungssystem (**40**) zwischen der Übertragungslinsenanordnung (**36**) und der zweiten Linsenanordnung (**34**) des optischen Leistungsänderungs-Übertragungssystems (**30**) angeordnet ist.

8. Beleuchtungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem die optischen Achsen der mehreren ersten kleinen Linsen der ersten Linsenanordnung (**32**) in einer zu der vorgeschriebenen Richtung senkrechten Richtung jeweils eine andere Position haben, so dass mehrere Teillichtstrahlenbündel, die in das Polarisationsumsetzungssystem eintreten, in wenigstens der zu der vorgeschriebenen Richtung senkrechten Richtung einander benachbart sind.

9. Beleuchtungssystem nach Anspruch 8, bei dem die mehreren Teillichtstrahlenbündel, die in der vorgeschriebenen Richtung angeordnet sind, in dem optischen Leistungsänderungs-Übertragungssystem in einem Reduzierungsverhältnis reduziert werden, das entsprechend der Position jedes Teillichtstrahlenbündels auf der Anordnung unterschiedlich ist.

10. Beleuchtungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem die Übertragungslinsen durch eine zusammengesetzte Linse, die wenigstens zwei Linsen umfasst, gebildet sind.

11. Projektor (**1000**) zum Anzeigen projizierter Bilder, mit:
einem Beleuchtungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
einer elektrooptischen Vorrichtung (**300**), die in Reaktion auf Bildsignale Licht, das von dem Beleuchtungssystem empfangen wird, in Licht für die Erzeugung von Bildern umsetzt und das somit umgesetzte Licht aussendet, und
einem optischen Projektionssystem (**340**), das von der elektrooptischen Vorrichtung ausgesendetes Licht projiziert.

12. Projektor nach Anspruch 11, der ferner aufweist:
einen Farbseparator (**200**), der von dem Beleuchtungssystem ausgesendetes Licht in mehrere Farbkomponenten separiert,
mehrere elektrooptische Vorrichtungen (**300R**, **300G**, **300B**), die jede der Farbkomponenten, die durch den Farbseparator separiert wurden, getrennt empfangen, und
einen Farbkombinierer (**320**), der Licht jeder Farbkomponente, das von den mehreren elektrooptischen Vorrichtungen ausgesendet wird, kombiniert,
wobei das optische Projektionssystem das kombinierte Licht, das von dem Farbkombinierer ausgeht, projiziert.

13. Projektor nach Anspruch 12,
bei dem unter der Annahme, dass x, y und z drei zueinander senkrechte Richtungsachsen sind, wobei z eine zu einer optischen Achse des von dem Beleuchtungssystem ausgehenden Lichts parallele Richtung ist, der Farbseparator eine Farbtrennoberflächen-Ebene besitzt, die zu der Ebene xz im Wesentlichen senkrecht und um einen vorgeschriebenen Winkel zu der Ebene yz geneigt ist, und
das Beleuchtungssystem so positioniert ist, dass die vorgeschriebene Richtung, in der mehrere der Paare aus Polarisationsteilungsfilm und Reflexionsfilm, die in dem Polarisationsumsetzungssystem enthalten sind, angeordnet sind, mit der y-Richtung im Wesentlichen zusammenfällt.

14. Projektor nach Anspruch 12 oder 13,
bei dem unter der Annahme, dass x, y und z drei zueinander senkrechte Richtungsachsen sind, wobei z eine zu einer optischen Achse des von dem Beleuchtungssystem ausgehenden Lichts parallele Richtung ist, der Farbkombinierer eine Farbkombinationsoberflächen-Ebene besitzt, die zu der Ebene xz im Wesentlichen senkrecht und um einen vorgeschriebenen Winkel zu der Ebene yz geneigt ist, und
das Beleuchtungssystem so positioniert ist, dass die vorgeschriebene Richtung, in der die mehreren Paare aus Polarisationsteilungsfilm und Reflexionsfilm angeordnet sind, mit der Richtung y im Wesentlichen zusammenfällt.

15. Projektor (**2000**) zum Anzeigen projizierter Bilder, mit:
einem Beleuchtungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
einer elektrooptischen Vorrichtung (**440**) des Reflexionstyps, die in Reaktion auf empfangene Bildsignale auftreffendes Licht in Licht zum Erzeugen von Bildern umsetzt, während sie das Licht reflektiert,
einem optischen Projektionssystem (**340**), das von der elektrooptischen Vorrichtung des Reflexionstyps ausgesendetes Licht projiziert, und
einer Polarisationsteilungsvorrichtung (**420**), die erstes linear polarisiertes Licht, das von dem Beleuchtungssystem empfangen wird, zu der elektrooptischen Vorrichtung des Reflexionstyps lenkt und außerdem zweites linear polarisiertes Licht, das von der elektrooptischen Vorrichtung des Reflexionstyps empfangen wird und in einer zu dem ersten linear polarisierten Licht senkrechten Richtung polarisiert ist, zu dem optischen Projektionssystem lenkt.

16. Projektor nach Anspruch 15,
bei dem unter der Annahme, dass x, y und z drei zueinander senkrechte Richtungsachsen sind, wobei z

eine zu einer optischen Achse des von dem Beleuchtungssystem ausgehenden Lichts parallele Richtung ist, das Polarisationsstrahlteilerelement eine Polarisationslichttrennoberflächen-Ebene besitzt, die zu der Ebene xz im Wesentlichen senkrecht und um einen vorgeschriebenen Winkel zu der Ebene yz geneigt ist, und
das Beleuchtungssystem so positioniert ist, dass die vorgeschriebene Richtung, in der mehrere Gruppen aus Polarisationsteilerfilm und Reflexionsfilm, die in dem Polarisationsumsetzungssystem enthalten sind, angeordnet sind, mit der x-Richtung im Wesentlichen zusammenfällt.

17. Projektor (**3000**) zum Anzeigen projizierter Bilder, mit:
einem Beleuchtungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
einer elektrooptischen Vorrichtung (**520**), die mehrere Pixel, wovon jedes mehrere Unterpixel enthält, die dem Licht jeder von mehreren Farben entsprechen, sowie ein optisches Kondensorsystem, das mehrere kleine Kondensorlinsen enthält, die jedem Pixel entsprechen, umfasst und in Reaktion auf gegebene Bildinformationen Licht, das von jedem Pixel durchgelassen wird, in Licht für die Erzeugung eines Bildes jedes Pixels umsetzt,
einem Farbseparator (**500**), der von dem Beleuchtungssystem ausgehendes Licht in mehrere Farbkomponenten separiert und außerdem Licht jeder der mehreren Farbkomponenten in zueinander verschiedene Richtungen lenkt, damit es auf den Unterpixeln auftrifft, die den jeweiligen Farbkomponenten entsprechen, und
einem optischen Projektionssystem (**340**), das von der elektrooptischen Vorrichtung ausgesendetes Licht projiziert.

18. Projektor nach Anspruch 17,
bei dem unter der Annahme, dass x, y und z drei zueinander senkrechte Richtungsachsen sind, wobei z eine zu einer optischen Achse des von dem Beleuchtungssystem ausgehenden Lichts parallele Richtung ist, der Farbseparator mehrere Farbtrennoberflächen-Ebenen besitzt, die Licht wahlweise in mehrere Farbkomponenten trennen, zu der Ebene xz im Wesentlichen senkrecht sind und um einen unterschiedlichen, vorgeschriebenen Winkel zu der Ebene yz geneigt sind, und
das Beleuchtungssystem so positioniert ist, dass die vorgeschriebene Richtung, in der mehrere Paare aus Polarisationsteilungsfilm und Reflexionsfilm, die in dem Polarisationsumsetzungssystem enthalten sind, angeordnet sind, mit der y-Richtung im Wesentlichen zusammenfällt.

19. Projektor nach Anspruch 17 oder 18, bei dem das Beleuchtungssystem so positioniert ist, dass die vorgeschriebene Richtung, in der mehrere Paare aus Polarisationsteilungsfilm und Reflexionsfilm angeordnet sind, mit einer Richtung, die zu einer Richtung senkrecht ist, in der die mehreren Unterpixel jedes Pixels ausgerichtet sind, im Wesentlichen zusammenfällt.

Es folgen 24 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

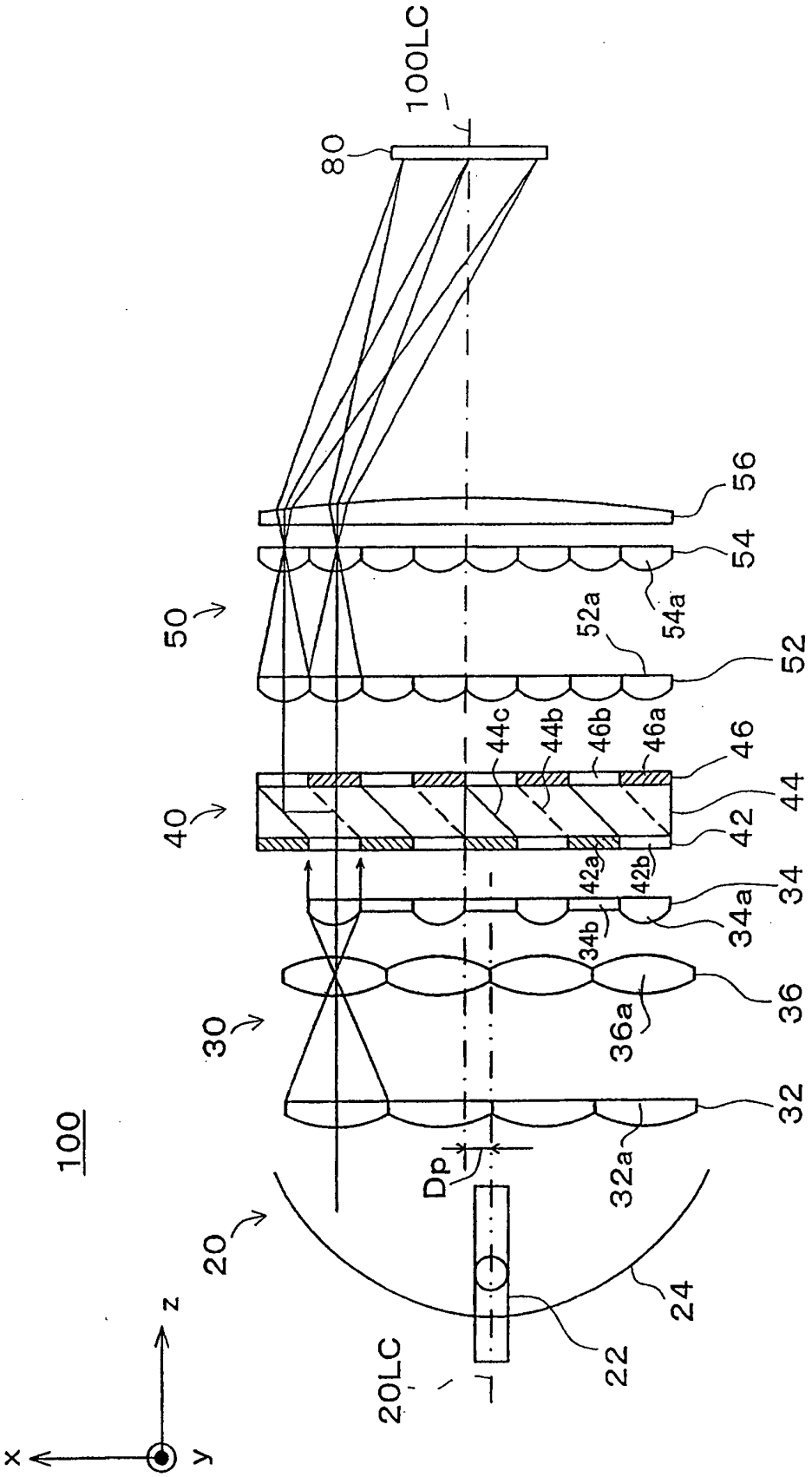


Fig. 1

Fig.2

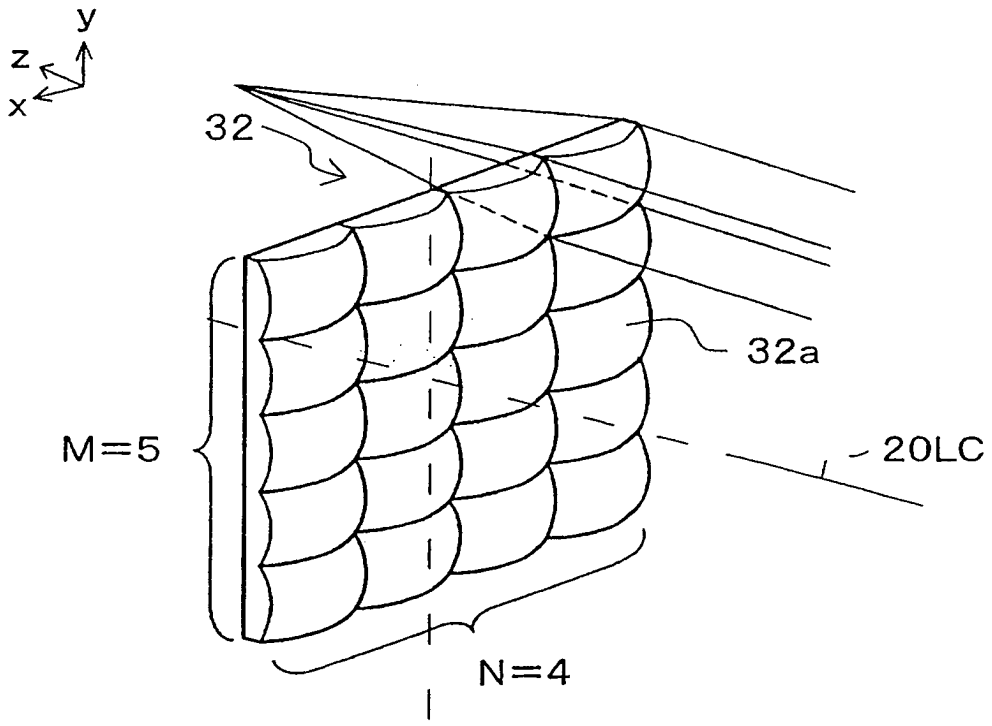


Fig.3

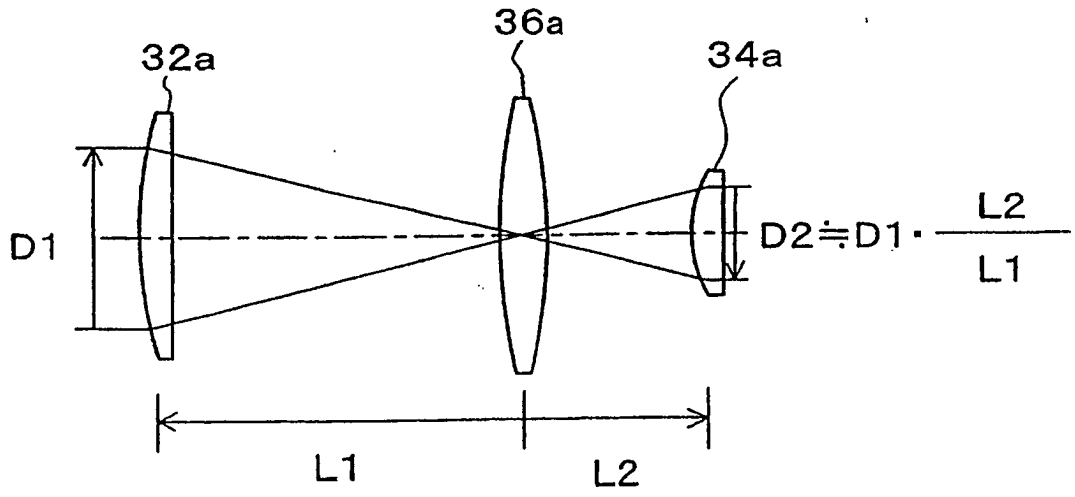


Fig.4(A)

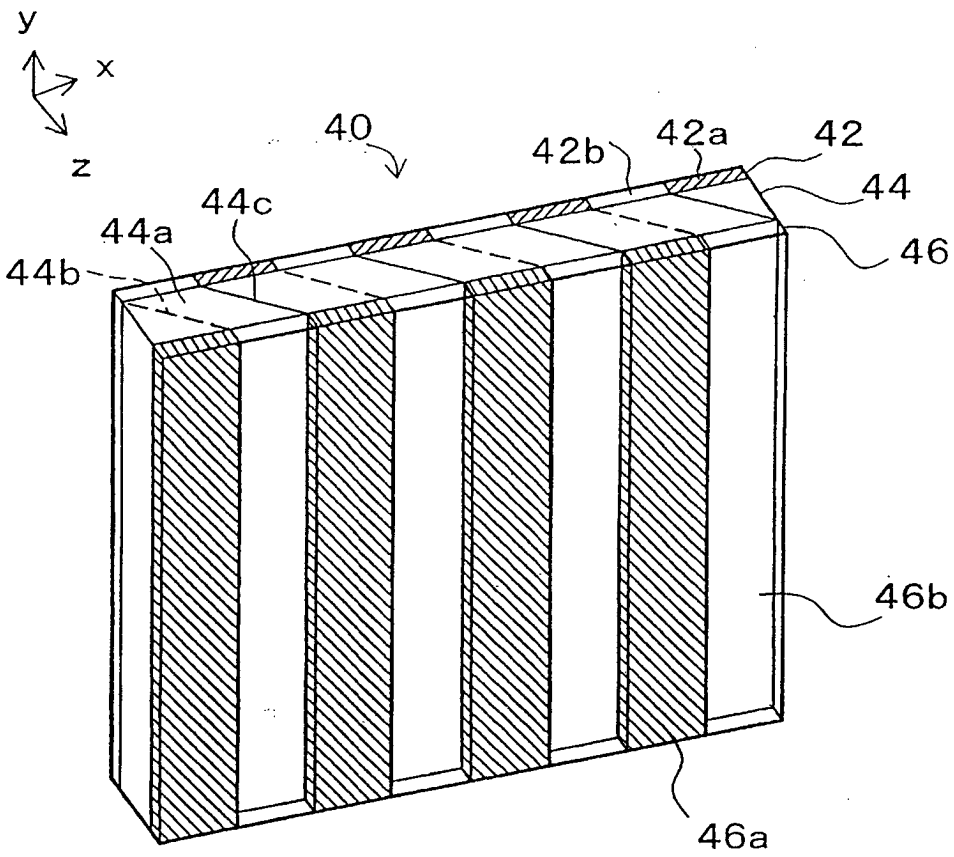

y
x
z
40
42b
42a
42
44
44c
44a
44b
46
46b
46a

Fig.4(B)

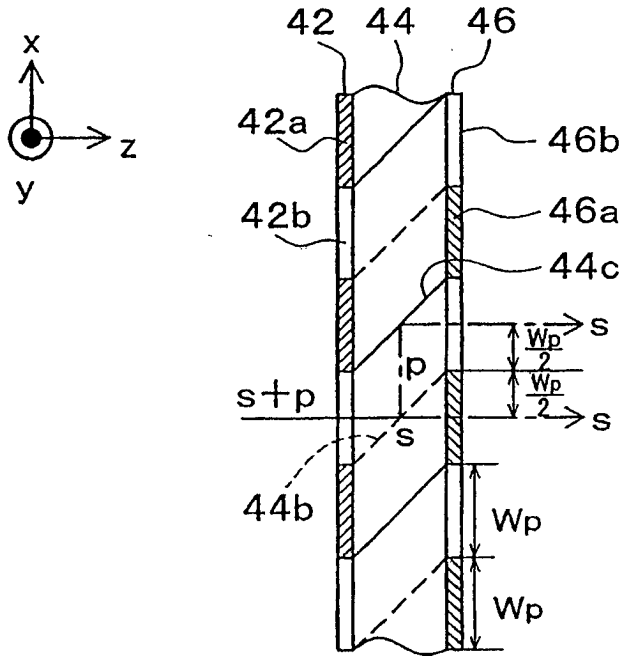

x
z
y
42
44
46
42a
46b
42b
46a
44c
Wp/2
s
p
Wp/2
s+p
s
s
44b
Wp
Wp

Fig.5(B)

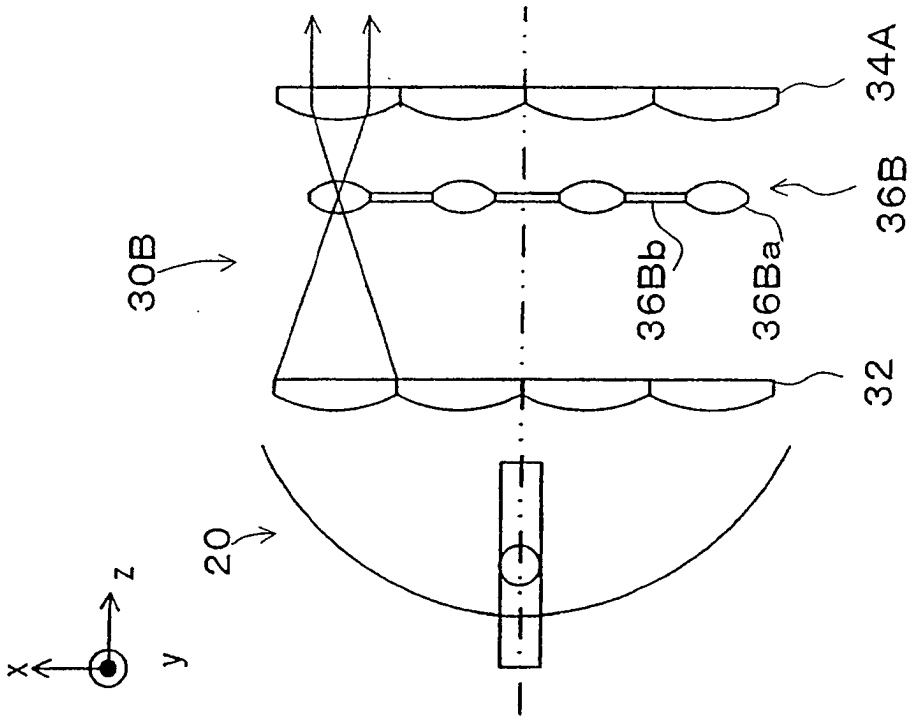


Fig.5(A)

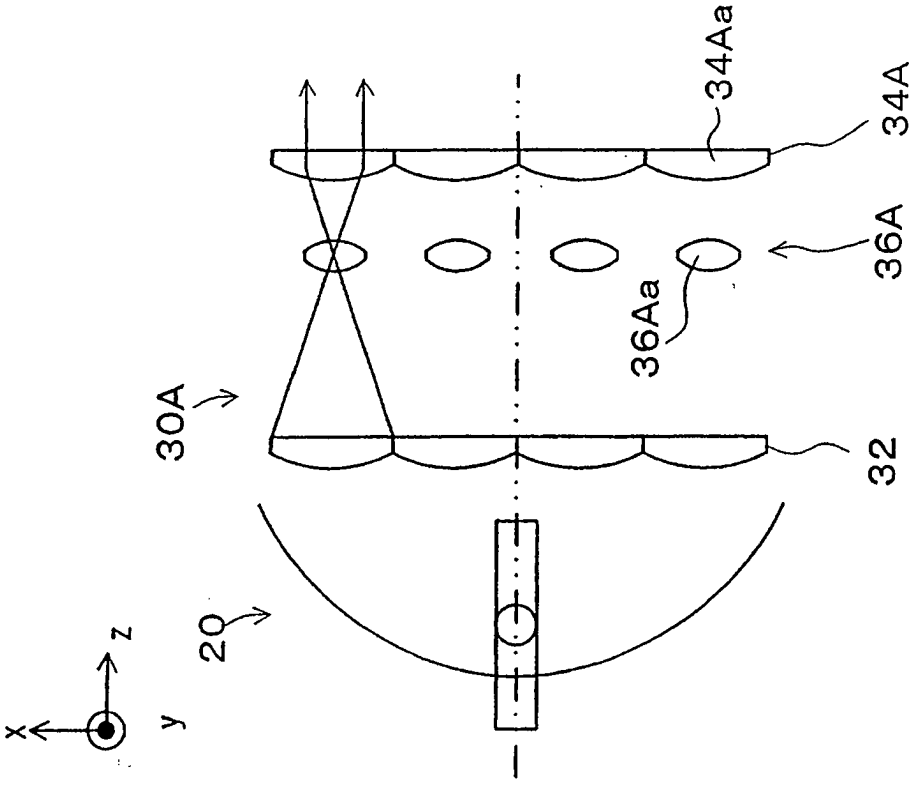


Fig.6(B)

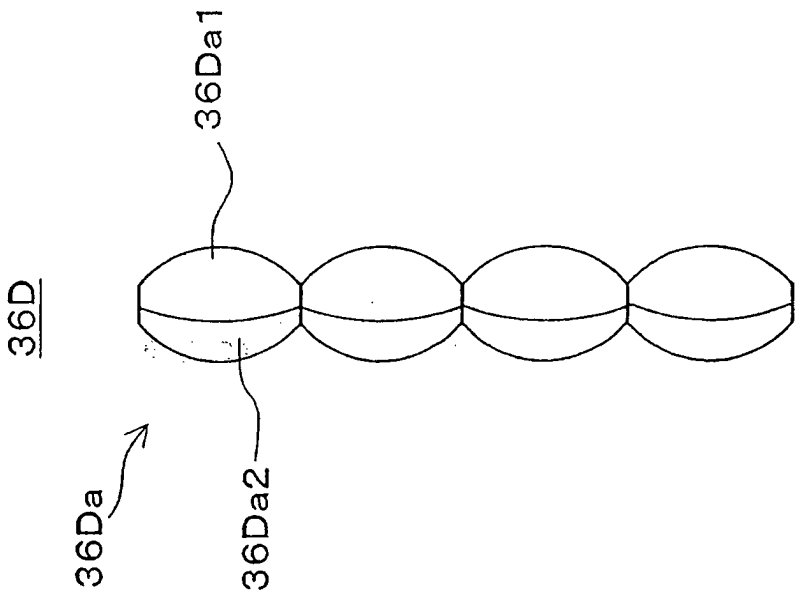


Fig.6(A)

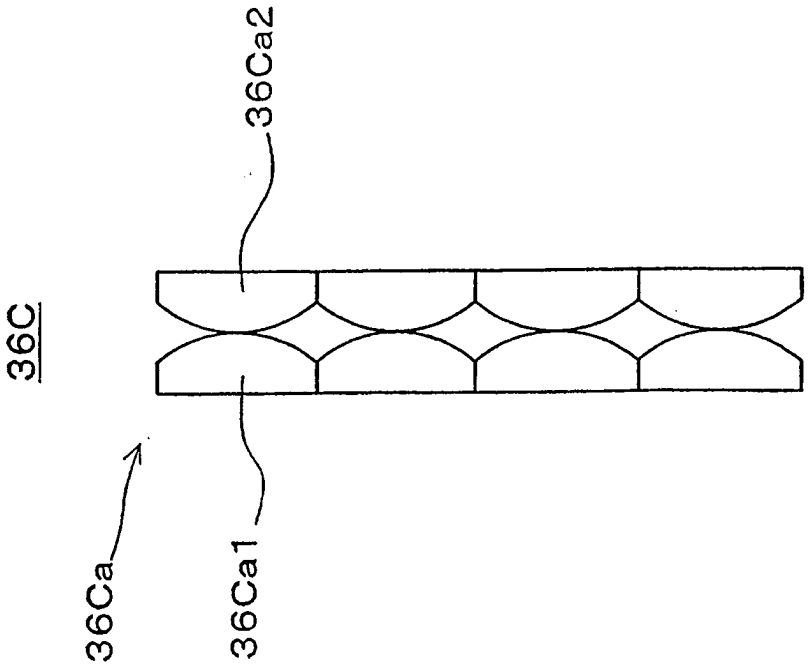


Fig.7(A)

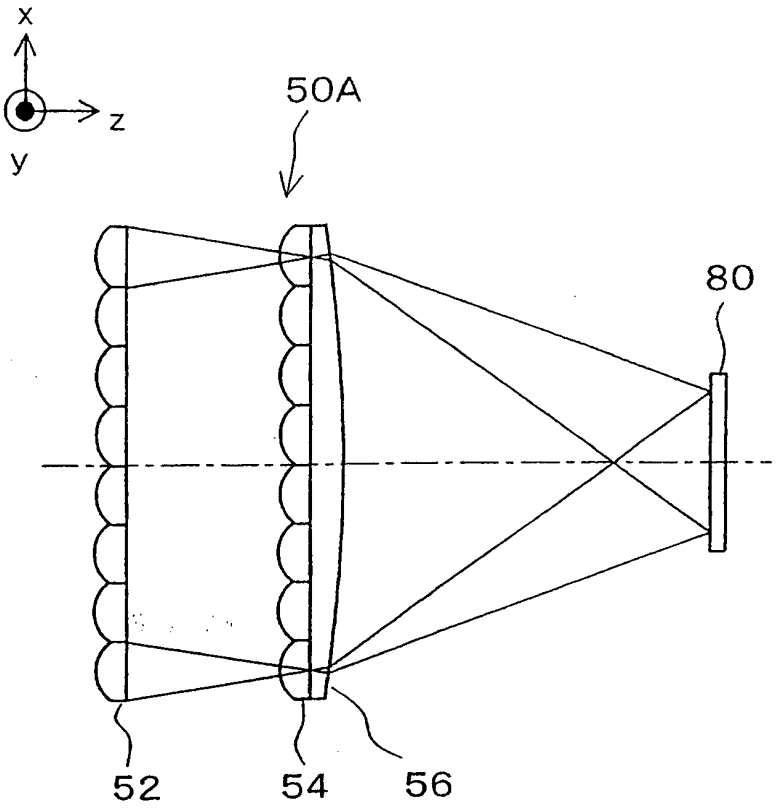
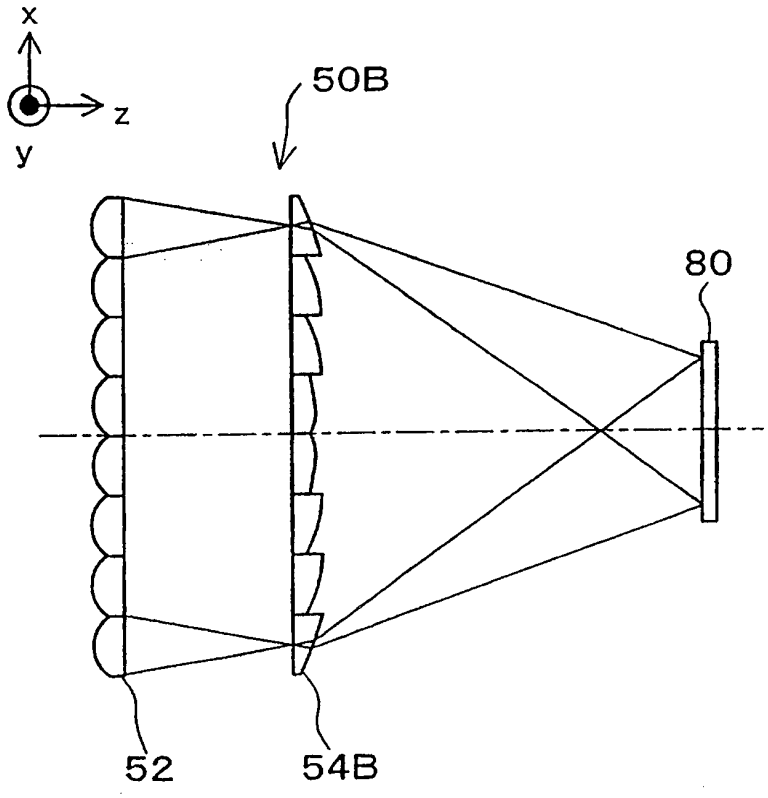


Fig.7(B)



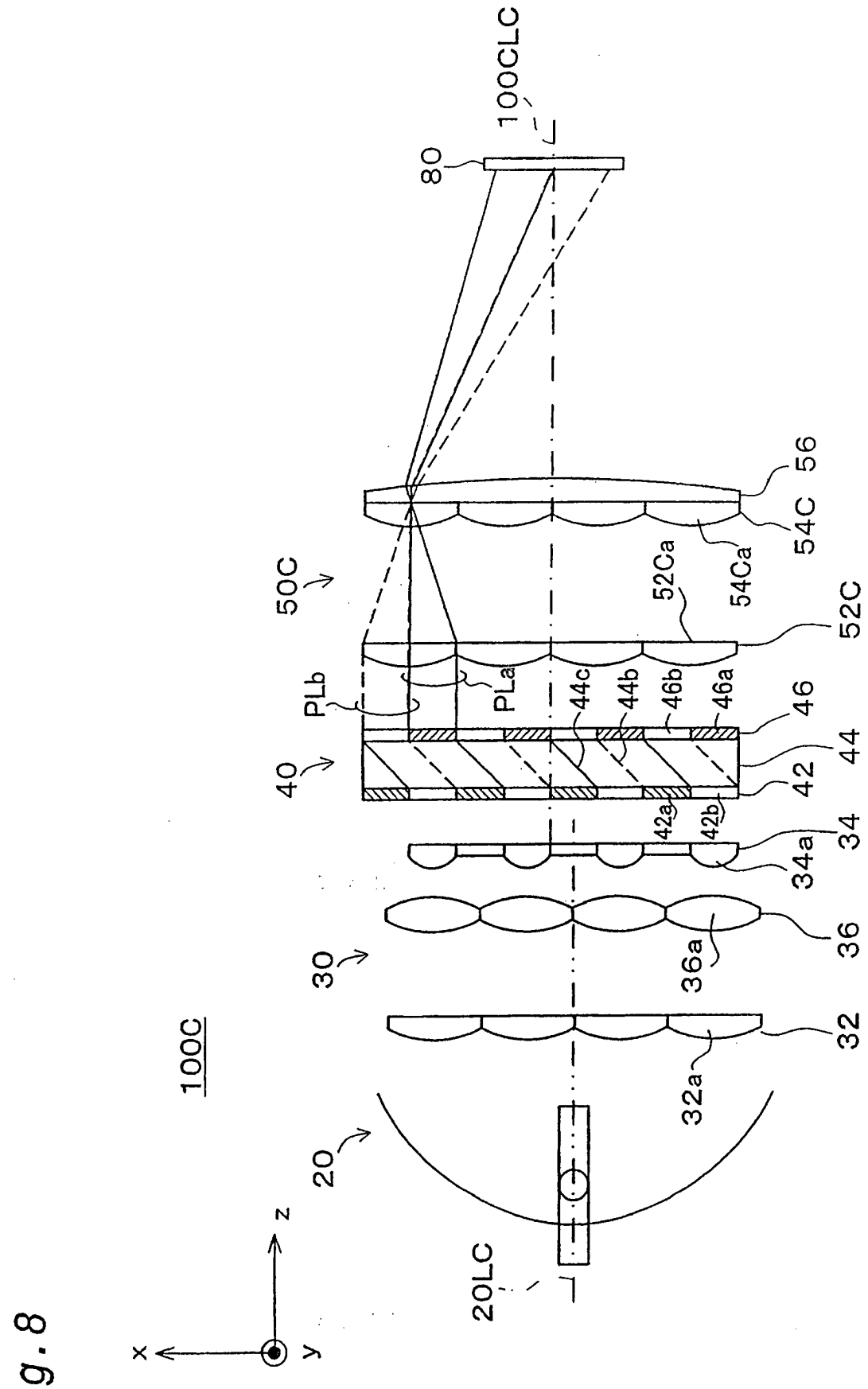

100CLC
80
56
54C
54Ca
52Ca
52C
50C
PLb
PLa
44c
44b
46b
46a
46
44
40
42
42a
42b
34
34a
36
36a
30
32
32a
100C
20
20LC
z
x
y

Fig.8

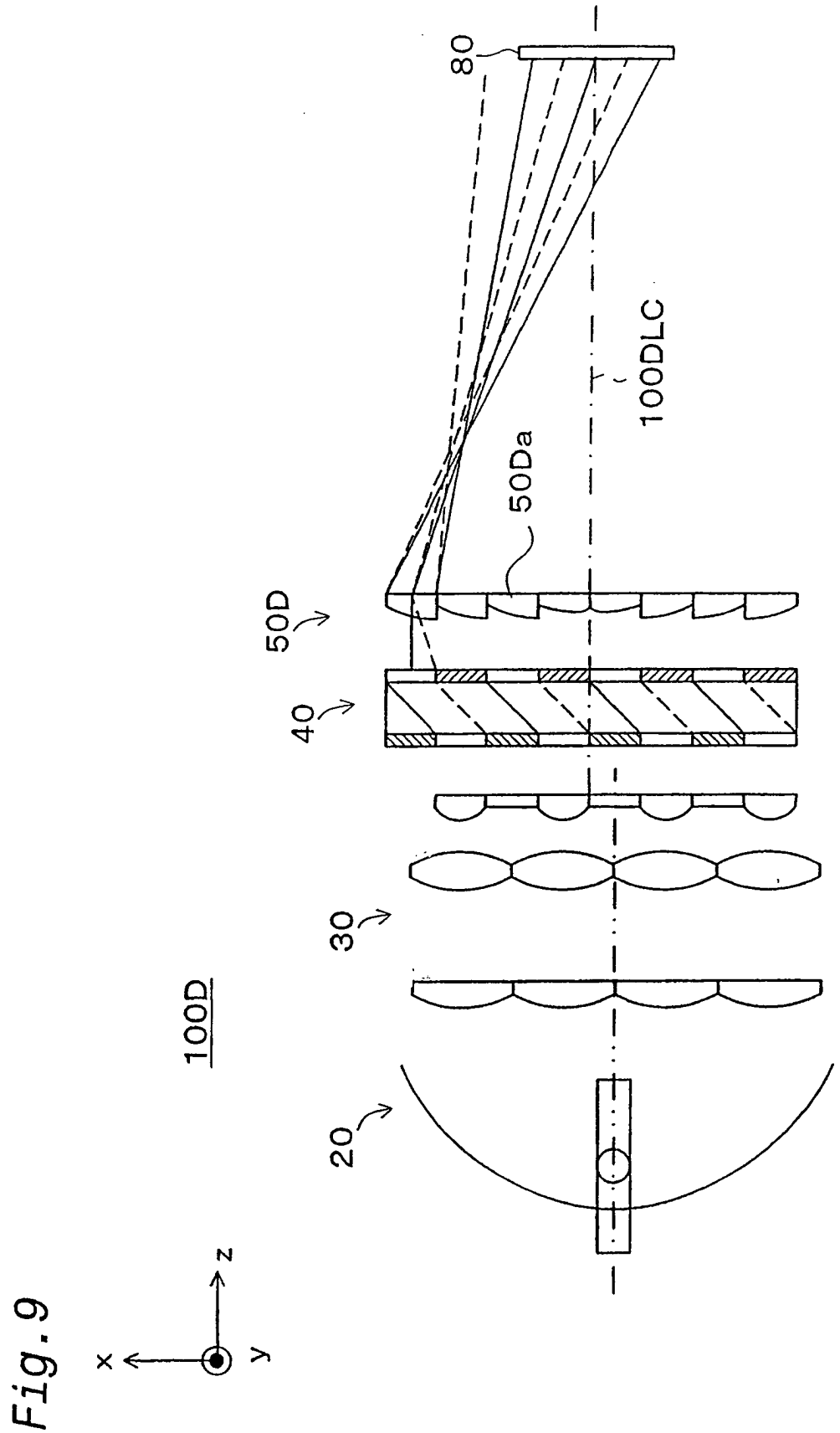


Fig. 9

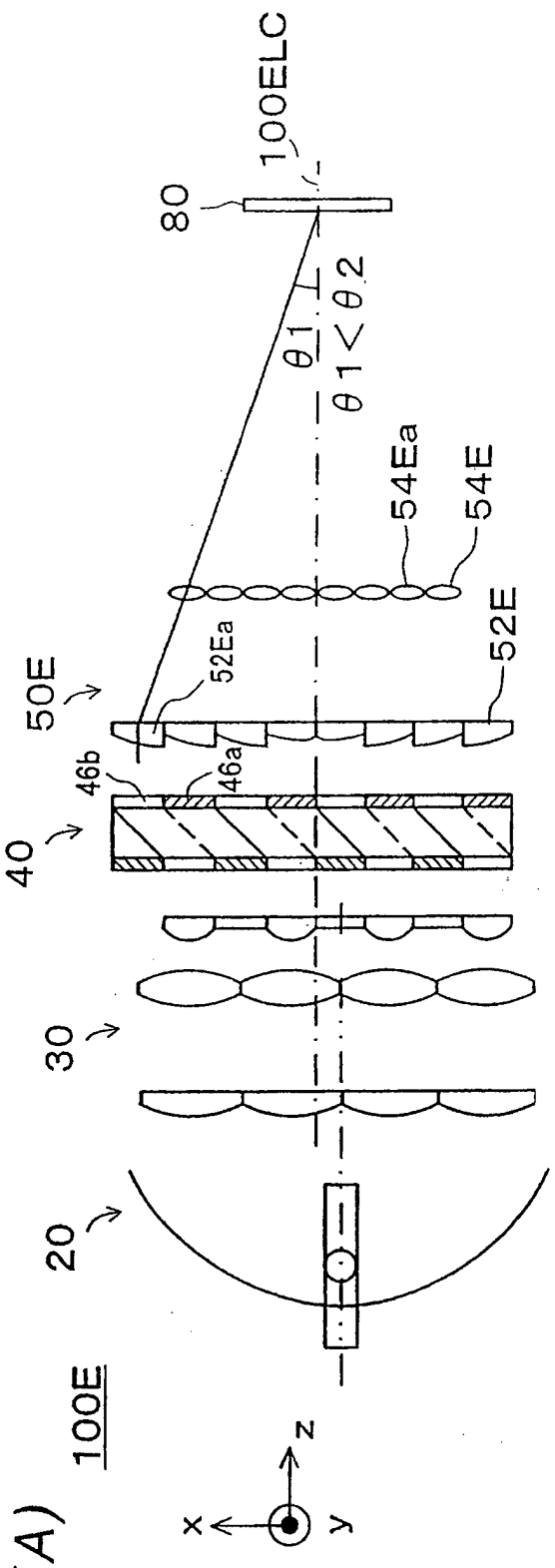


Fig. 10(A)

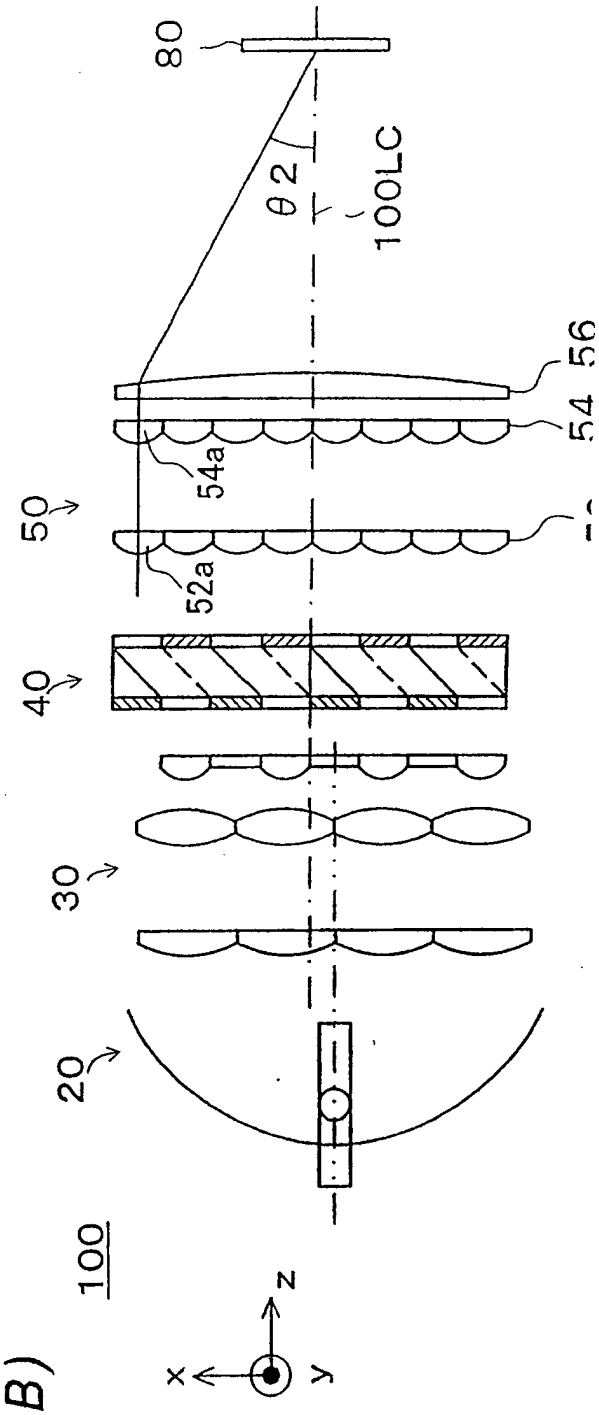


Fig. 10(B)

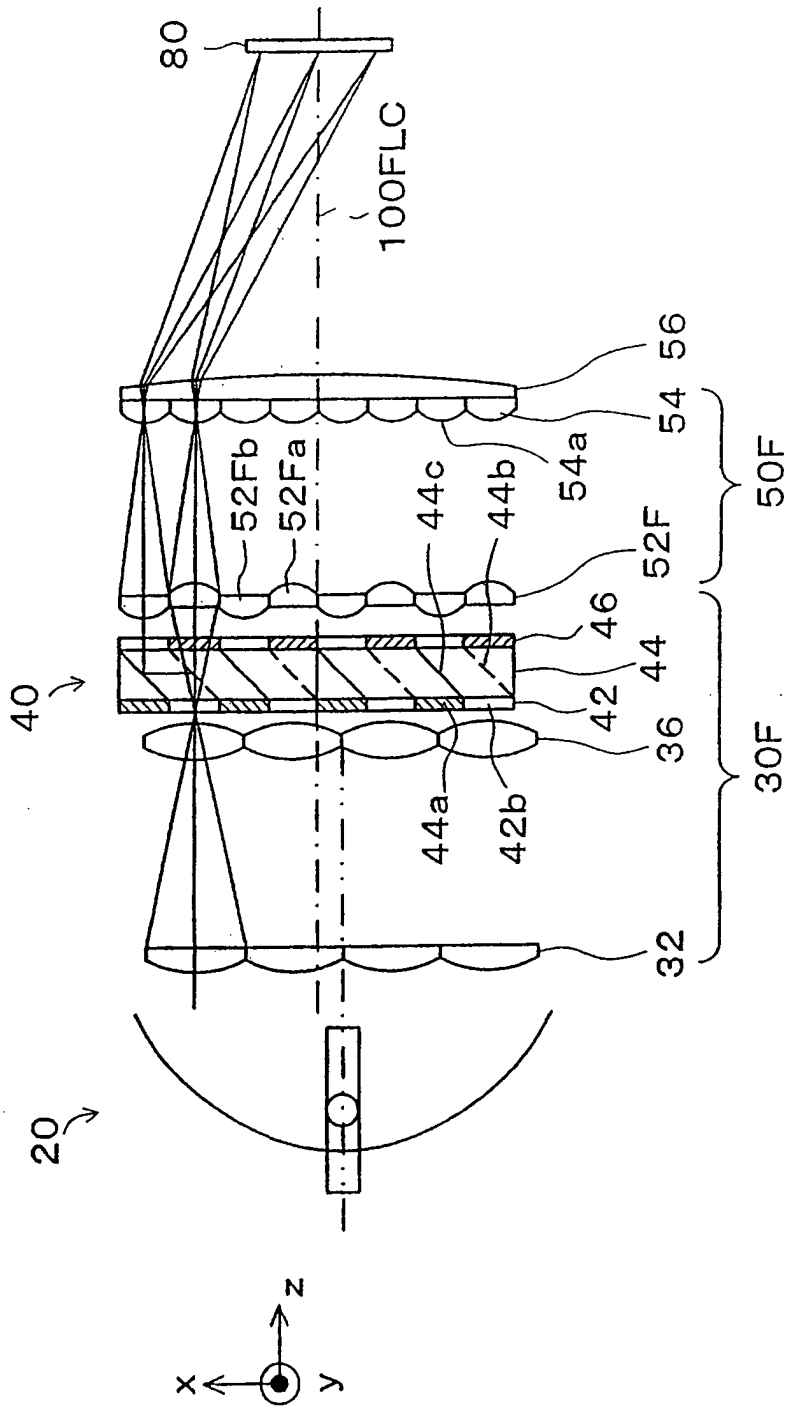

80
100FLC
56
54
54a
52Fb
52Fa
44c
44b
52F
50F
46
44
42
40
36
44a
42b
30F
32
20
z
x
y

Fig. 11

100F

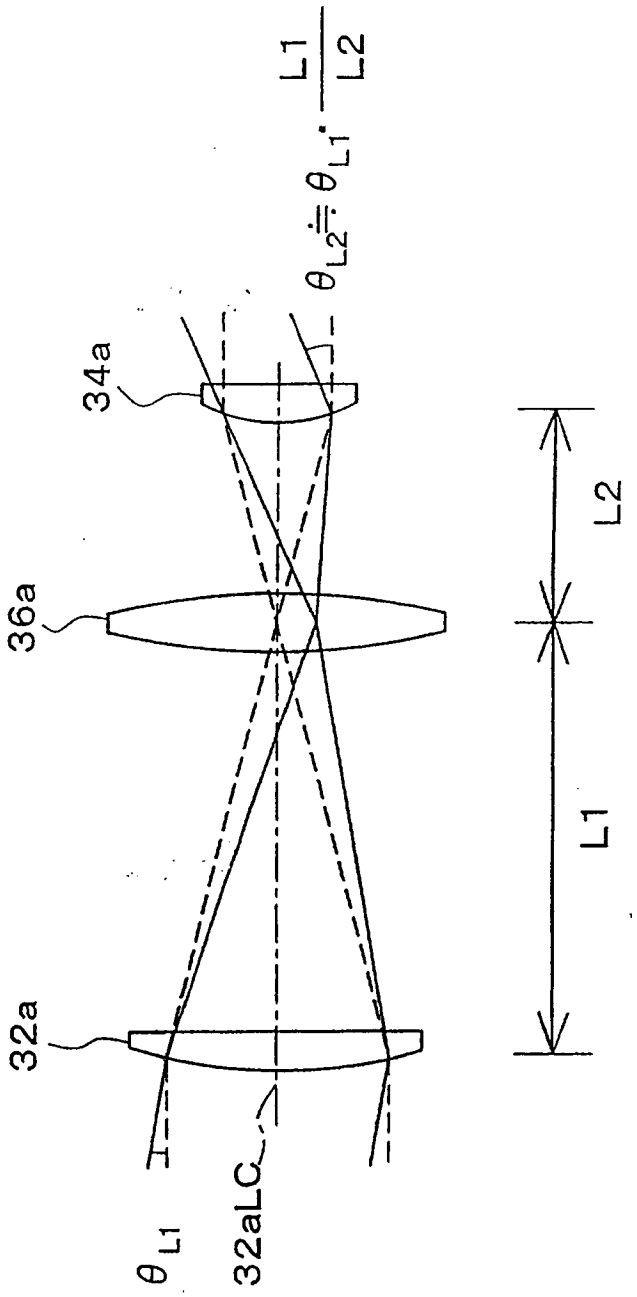


Fig. 12

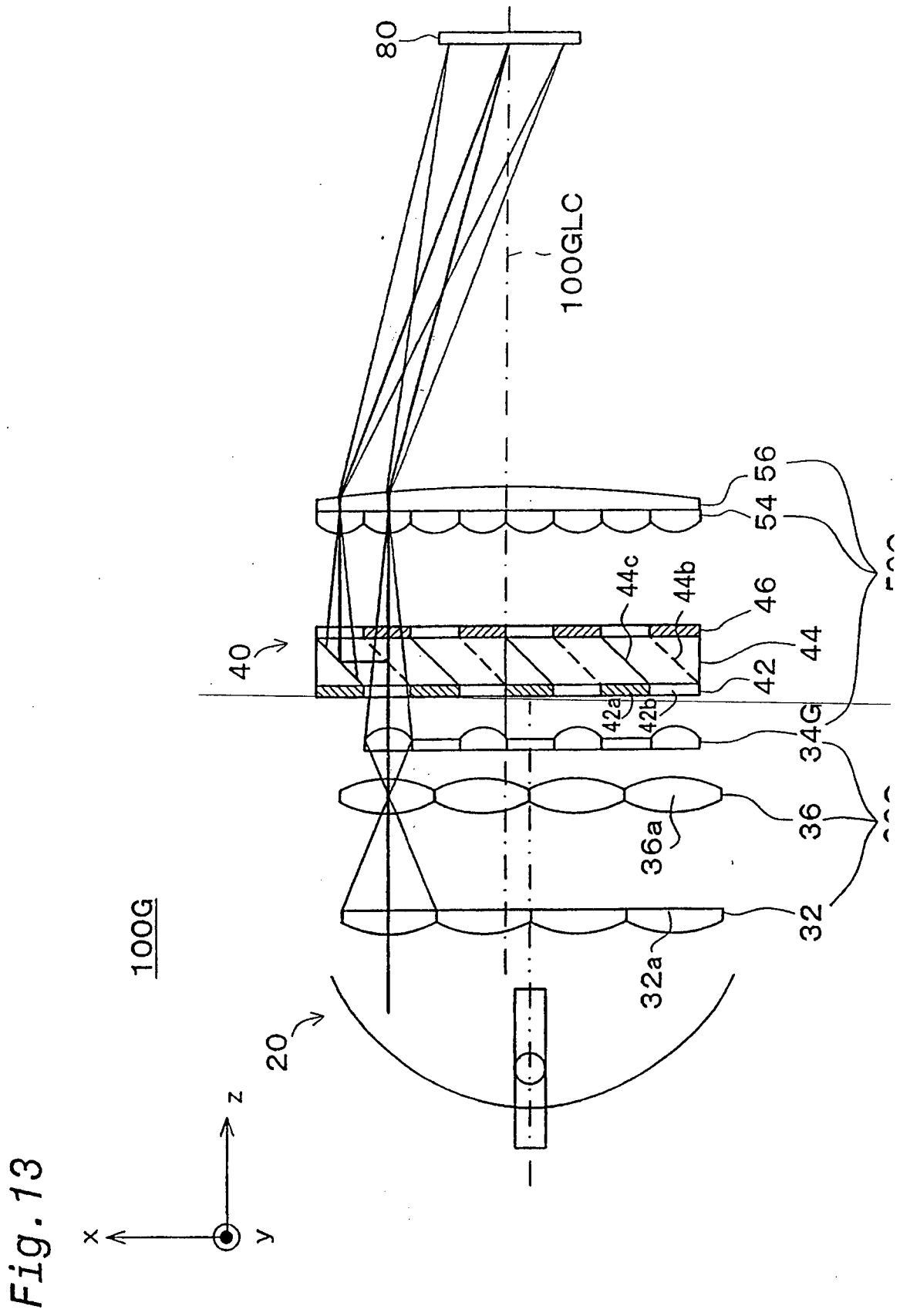

80
100GLC
54
56
44c
44b
46
44
42
40
42a
42b
34G
36
36a
32
32a
20
100G
z
x
y

Fig. 13

Fig.14

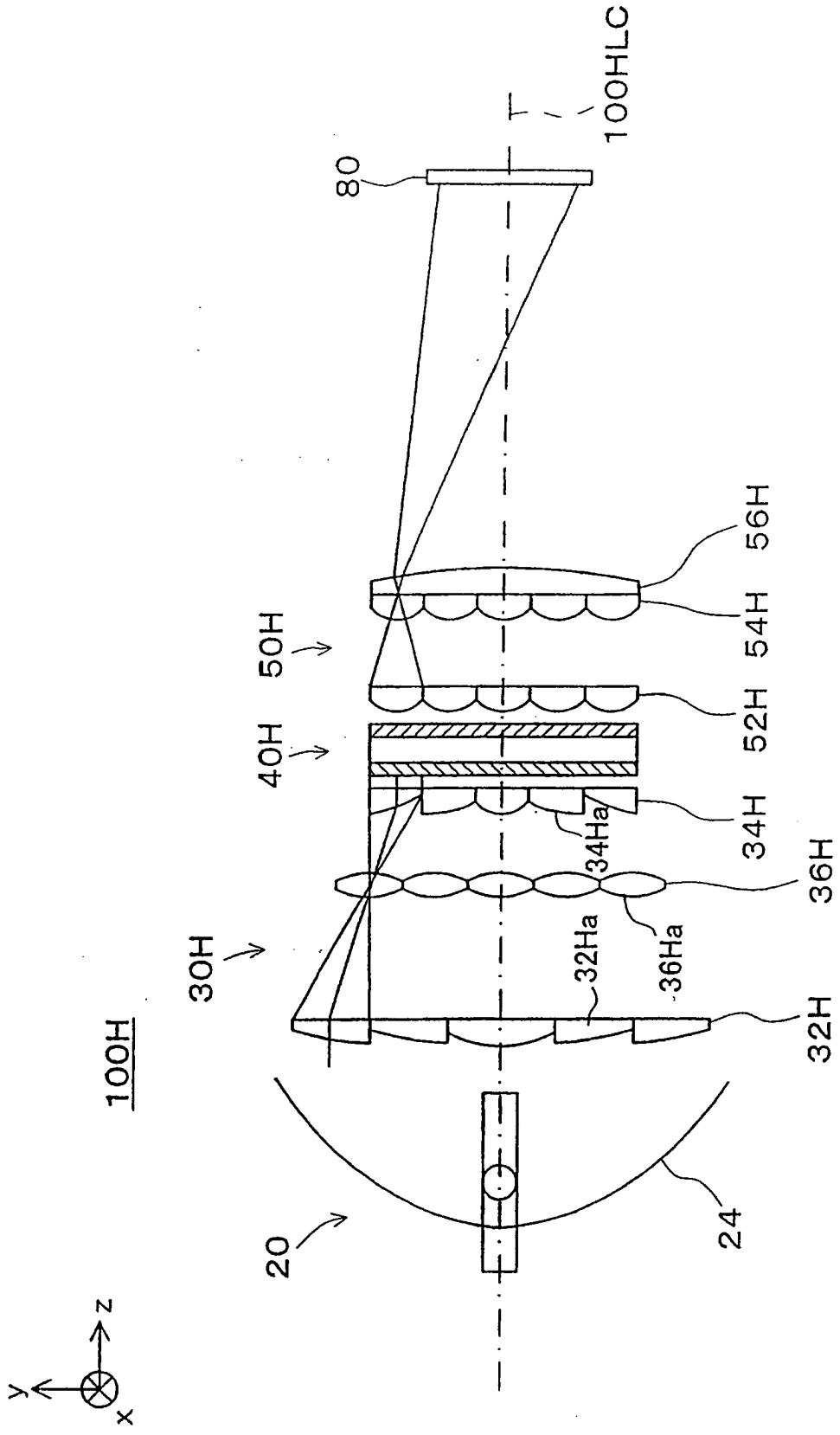

100HLC
80
56H
54H
50H
52H
40H
34H
34Ha
36H
30H
32Ha
36Ha
32H
100H
20
24
z
y
x

Fig. 15(A)

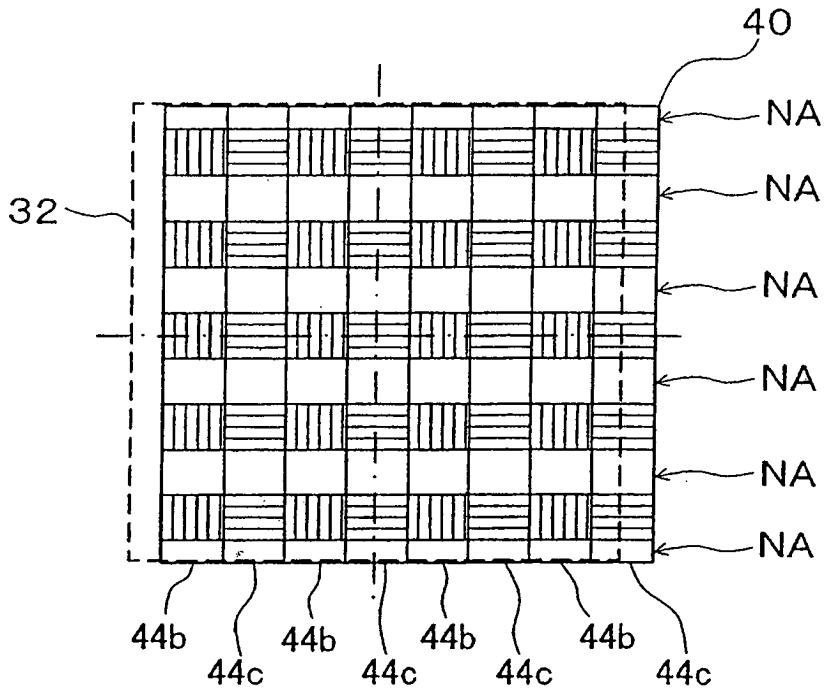
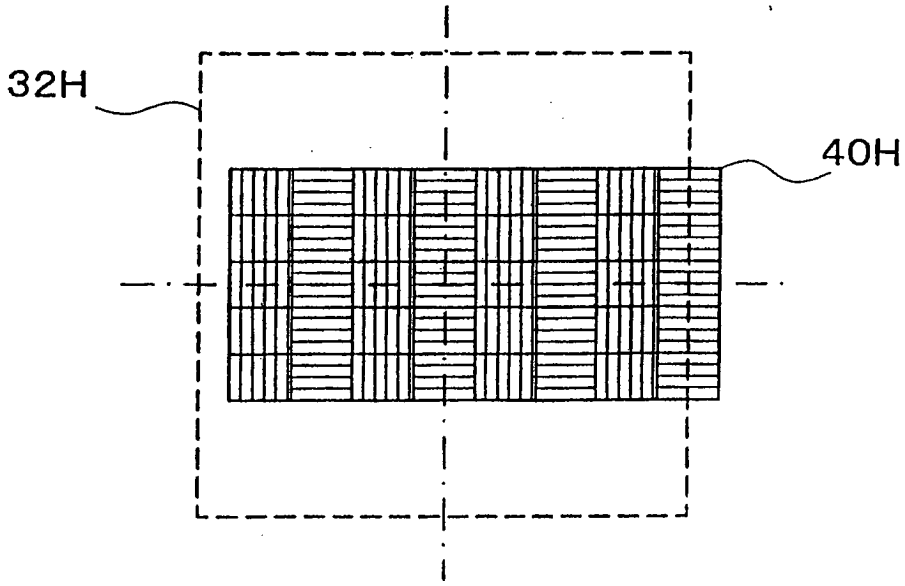


Fig. 15(B)



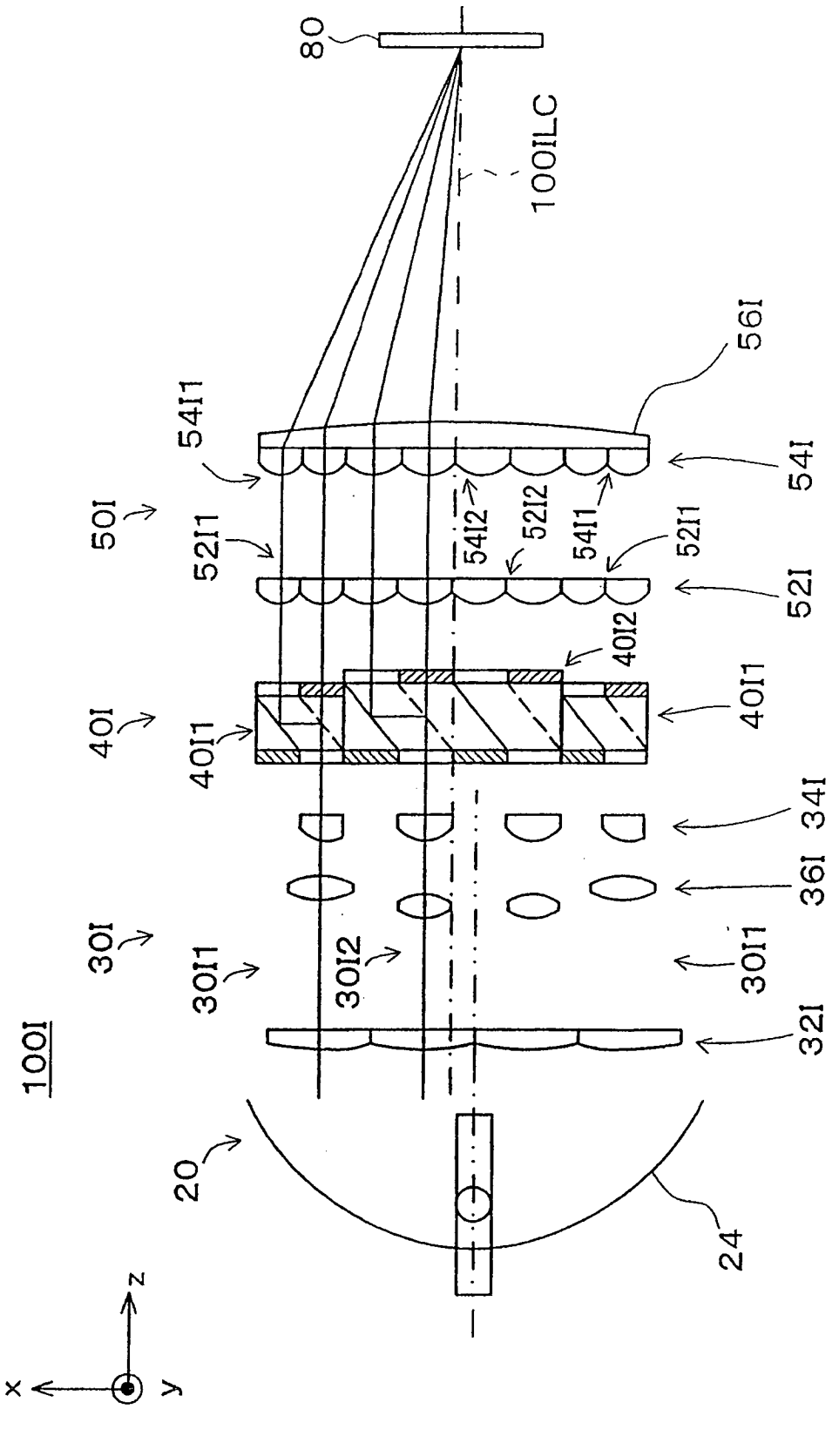

80
100ILC
561
5411
541
501
5211
5412
5212
5411
5211
521
4012
401
4011
4011
341
361
301
3011
3012
3011
321
1001
20
24
z
x
y

Fig. 16

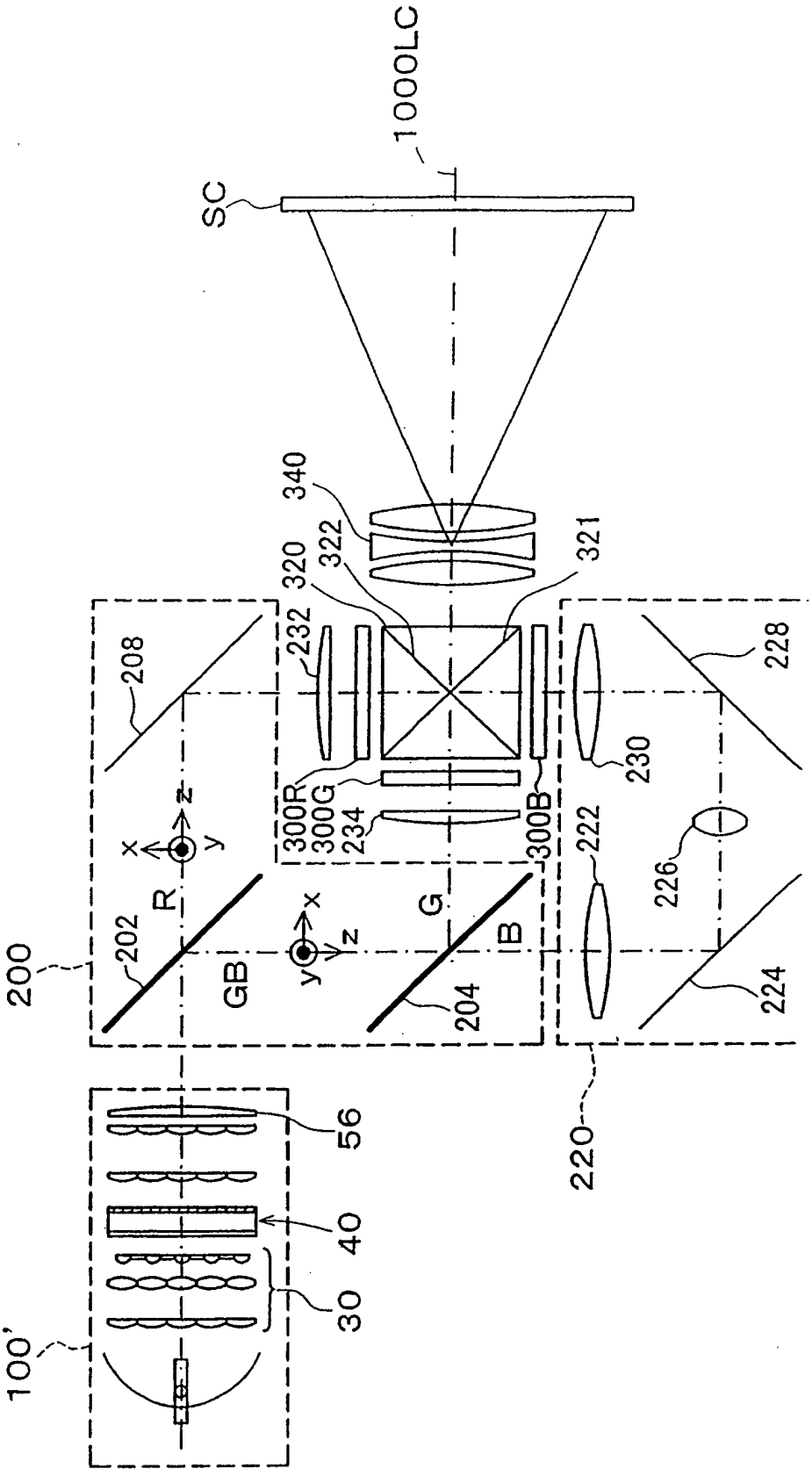

1000LC
SC
340
322
320
321
232
208
228
230
300R
300G
234
300B
222
226
R
G
B
GB
202
204
200
224
220
56
40
30
100'

Fig.17

1000

Fig.18(A)

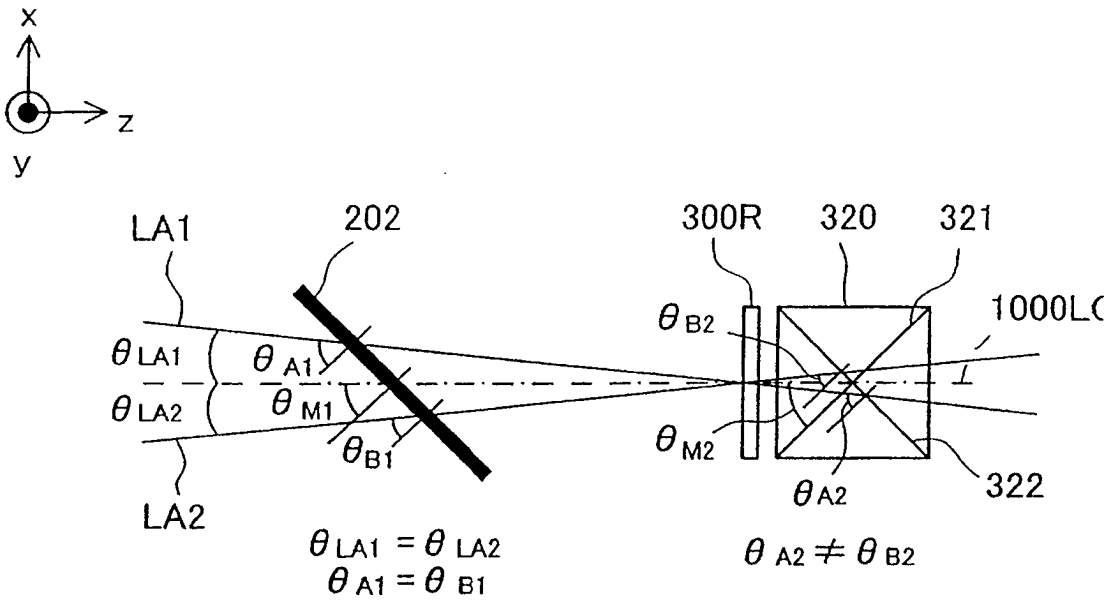


Fig.18(B)

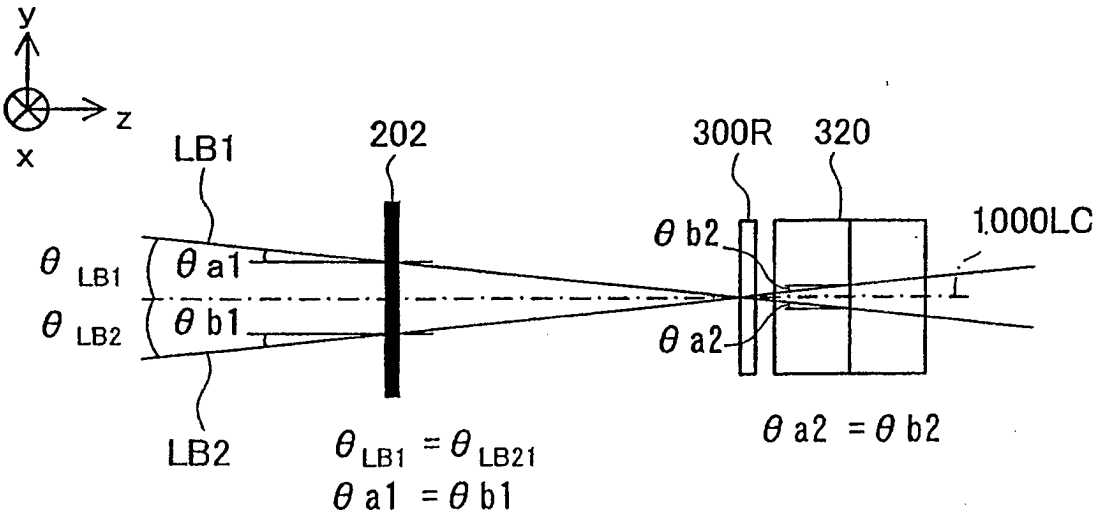


Fig. 19

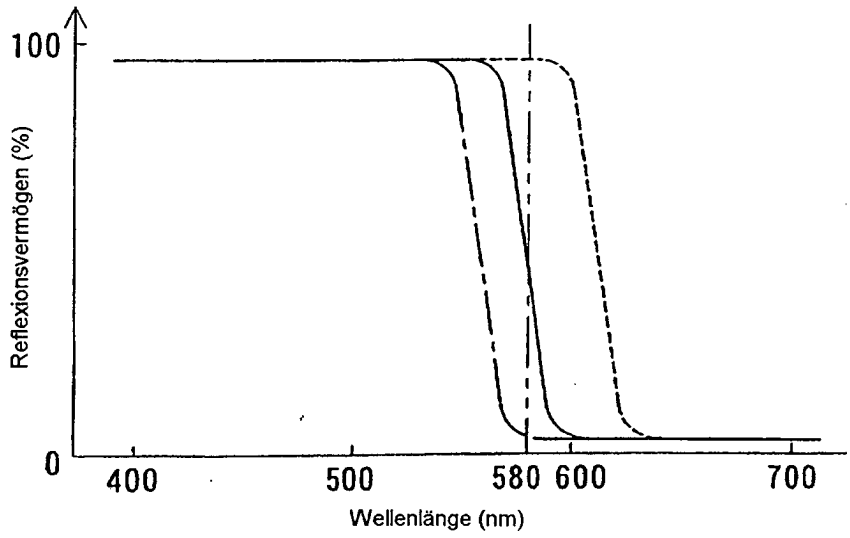

100
0
Reflexionsvermögen (%)
400
500
580
600
700
Wellenlänge (nm)

Fig. 20

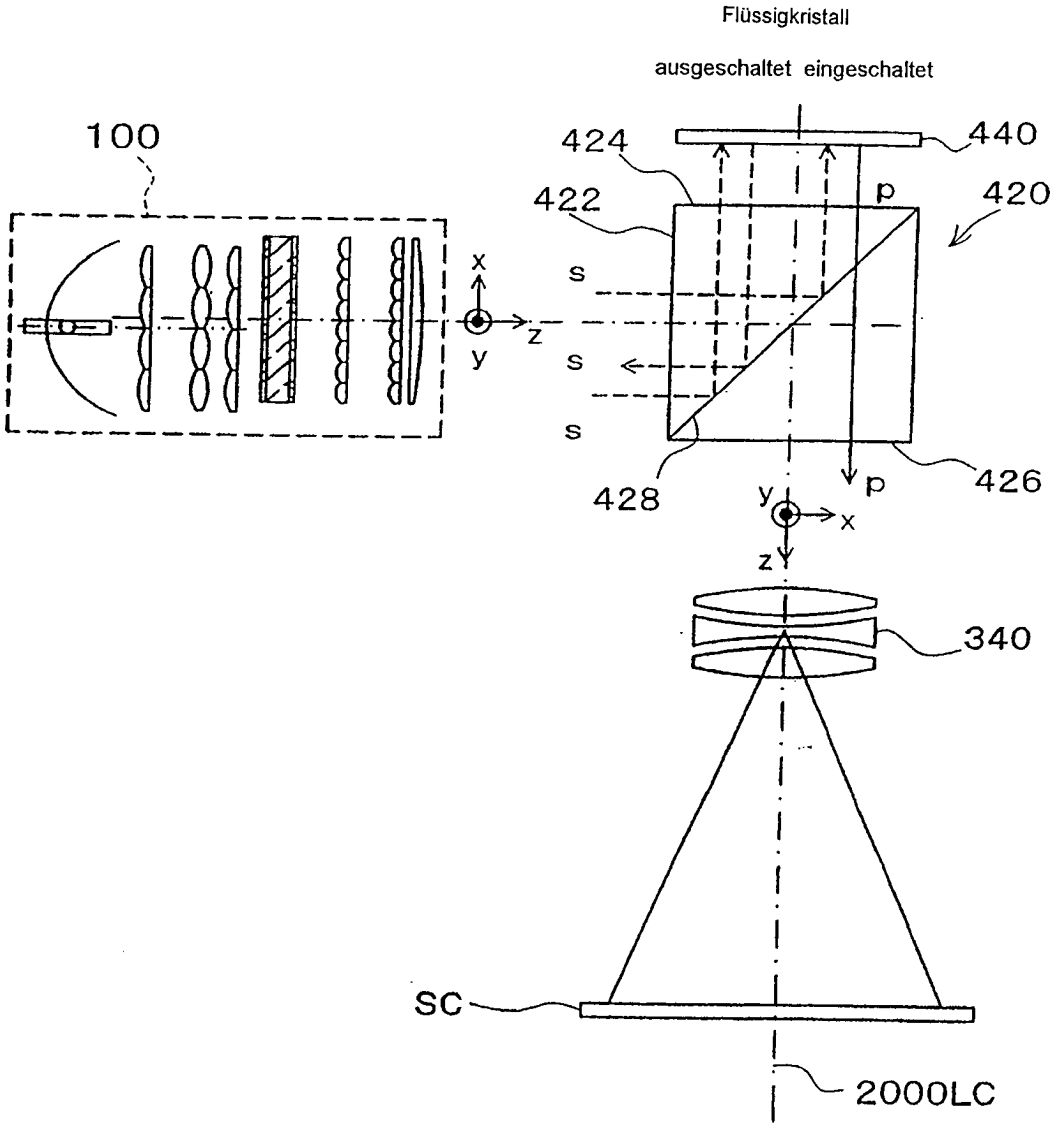
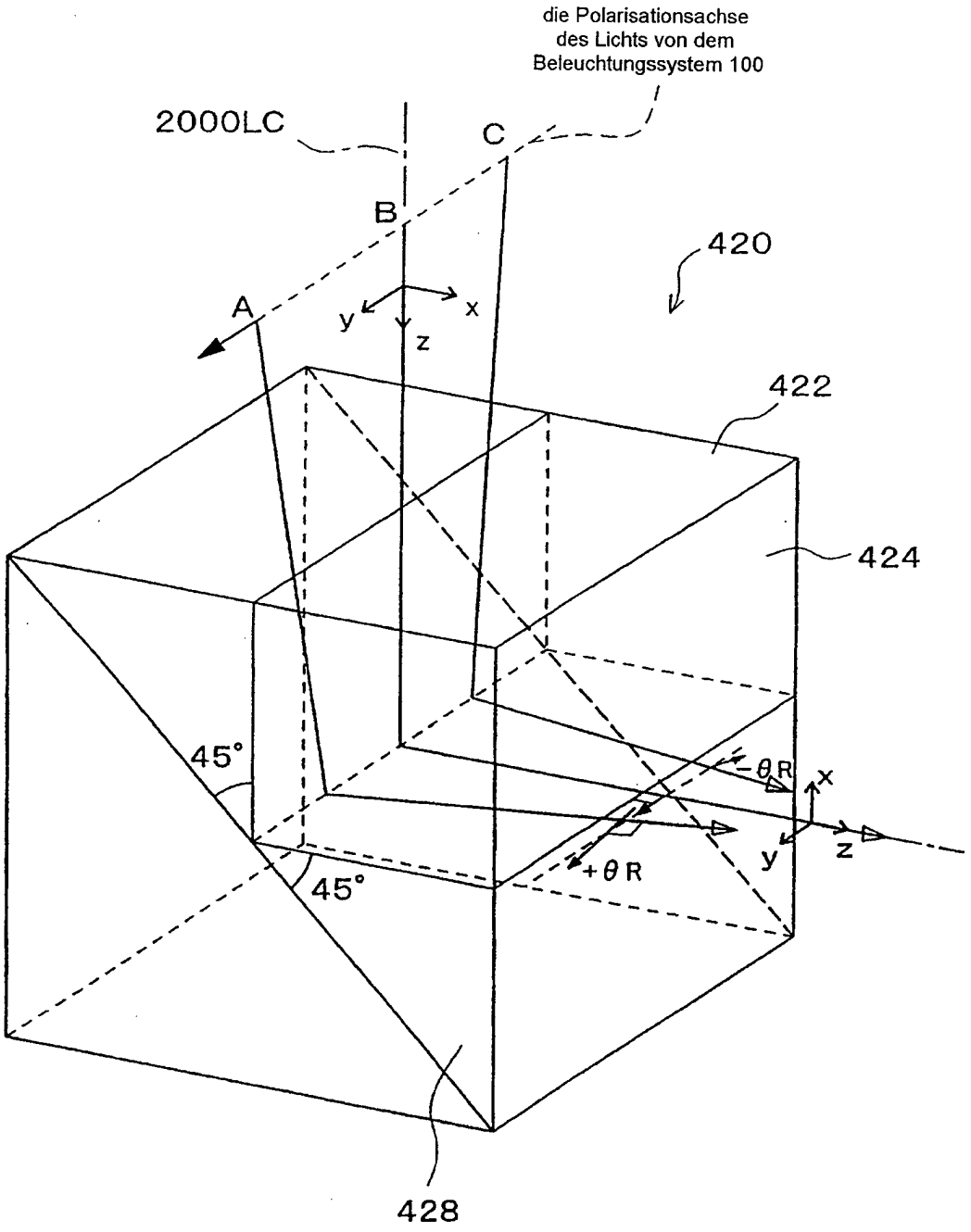

2000
Flüssigkristall
ausgeschaltet eingeschaltet
100
424
440
422
p
420
s
s
s
x
y
z
428
y
x
p
426
z
340
SC
2000LC

Fig.21


die Polarisationsachse
des Lichts von dem
Beleuchtungssystem 100
2000LC
C
B
A
420
y
x
z
422
424
45°
45°
-θR
+θR
x
y
z
428

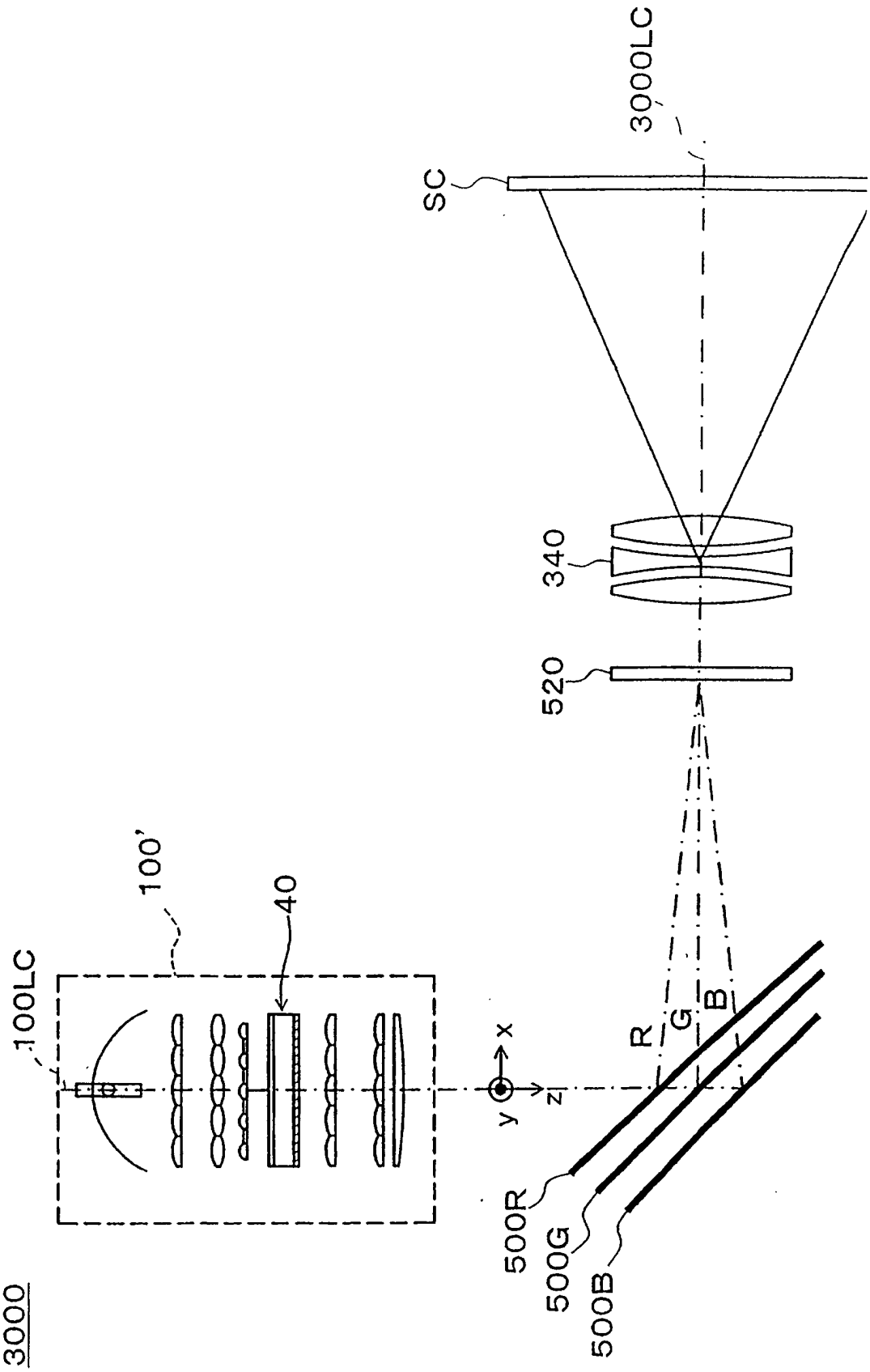


Fig. 22

Fig.23(B)

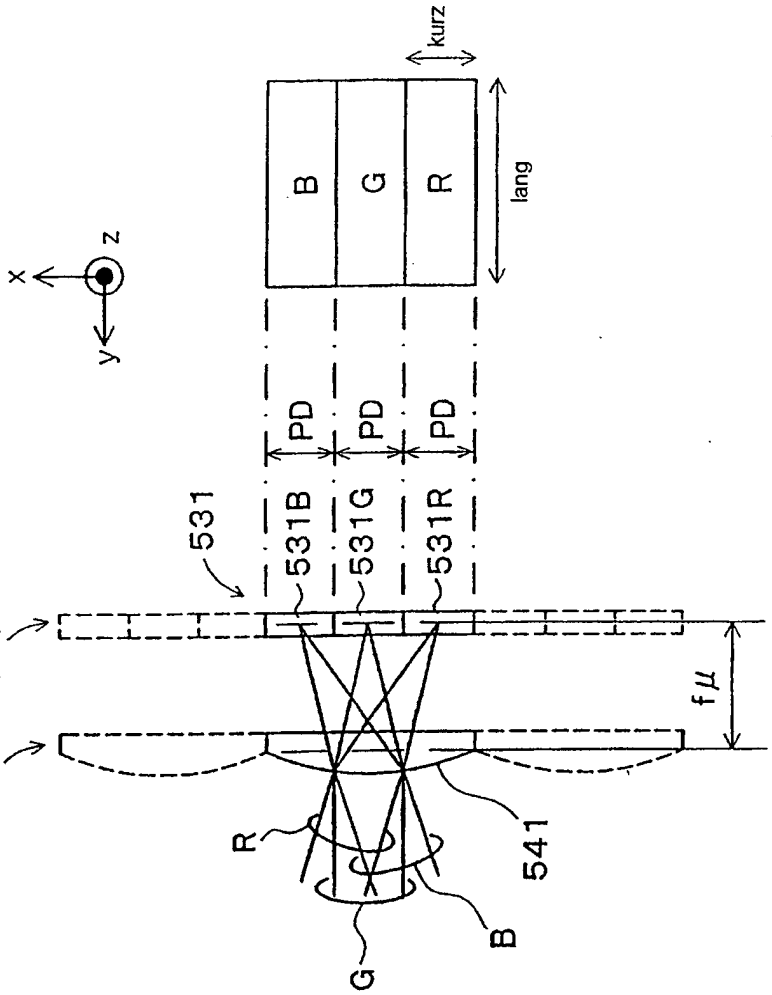
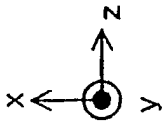


Fig.23(A)

520



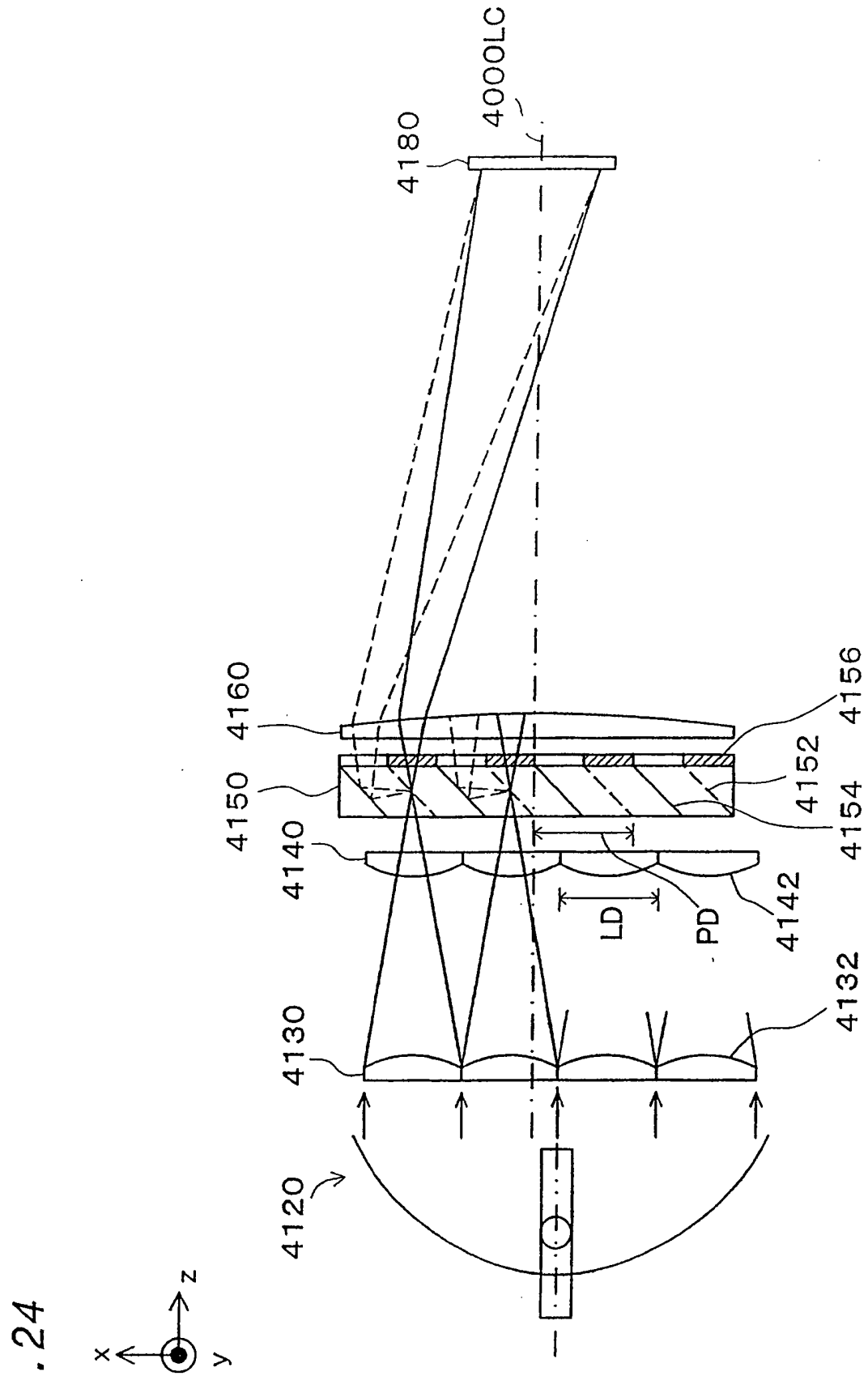

4000LC
4180
4160
4156
4150
4152
4154
4140
4142
LD
PD
4132
4130
4120
z
x
y

Fig.24

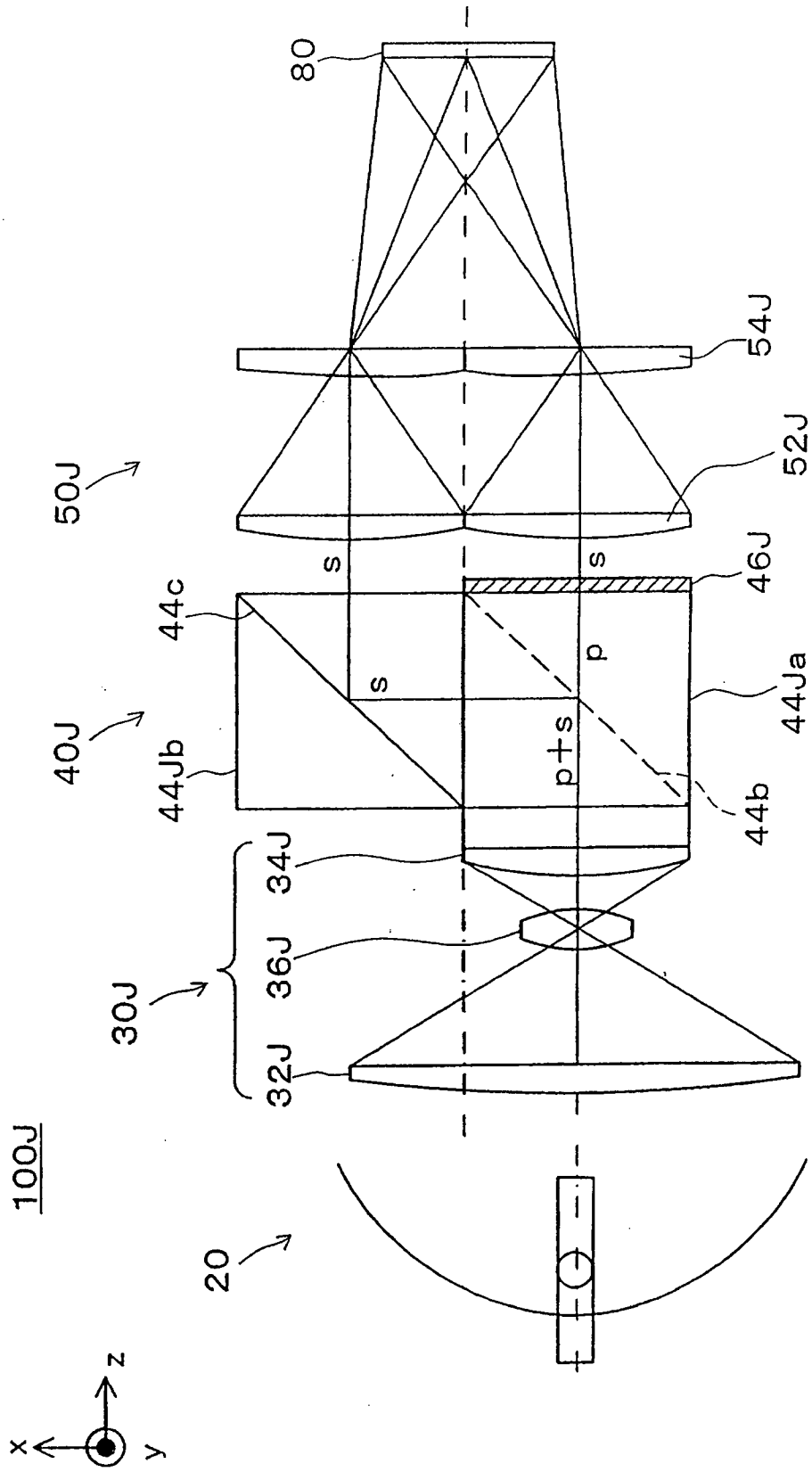

80
54J
52J
50J
s
s
46J
44c
p
s
44Ja
40J
44Jb
p+s
44b
34J
36J
30J
32J
100J
20
z
x
y

Fig. 25