



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 601 13 887 T2 2006.06.14

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 122 580 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 601 13 887.2

(96) Europäisches Aktenzeichen: 01 300 951.9

(96) Europäischer Anmeldetag: 02.02.2001

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 08.08.2001

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: 12.10.2005

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 14.06.2006

(51) Int Cl.⁸: G02B 27/28 (2006.01)

G02F 1/1335 (2006.01)

H04N 9/31 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

2000028369 04.02.2000 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:

Seiko Epson Corp., Tokio/Tokyo, JP

(72) Erfinder:

Ito, Yoshitaka, Suwa-shi, Nagano-ken 392-8502, JP

(74) Vertreter:

Weickmann & Weickmann, 81679 München

(54) Bezeichnung: 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 eingelebt, 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] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Projektor, der Licht von einer Lichtquelle mittels eines lichtstrahlteilenden optischen Elements in mehrere Teillichtstrahlen teilt, die mehrere Lichtquellenbilder innerhalb einer virtuellen Ebene bilden, die eine virtuelle optische Beleuchtungsachse, die fast durch die Mitte des lichtstrahlteilenden optischen Elements verläuft, nahezu im rechten Winkel schneidet; der die mehreren Teillichtstrahlen in einen Typ von polarisiertem Lichtstrahl, der im Wesentlichen in derselben Richtung polarisiert ist, mittels eines Polarisationsumwandlungselement umwandelt; und der anschließend den polarisierten Zustand des polarisierten Lichtstrahls mittels einer elektrooptischen Vorrichtung ändert und einen Zustand mittels des Polarisationswahlelements auswählt, um auf der Grundlage von Bildinformationen ein optisches Bild zu erzeugen, und das optische Bild vergrößert und projiziert.

[0002] Seit kurzem sind Projektoren bekannt, die mit einem Flüssigkristallbaustein vom Reflexionstyp arbeiten. Bei einem solchen Flüssigkristallbaustein vom Reflexionstyp kann die Dichte der Bildelemente erhöht werden, indem eine Struktur, wie beispielsweise ein Transistor; zum Ansteuern des Flüssigkristalls unter einem Reflexionsspiegel gebildet wird. Darum hat der Flüssigkristallbaustein vom Reflexionstyp den Vorteil, dass er im Gegensatz zu dem Fall, wo ein durchlässiger Flüssigkristallbaustein verwendet wird, ein klares Projektionsbild mit hoher Auflösung erzeugt.

[0003] Außerdem ist vorgeschlagen worden, in Projektoren, die mit einer elektrooptischen Vorrichtung, wie beispielsweise einem Flüssigkristallbaustein, arbeiten, ein optisches Integratorsystem oder ein Polarisationsumwandlungselement zu verwenden, um die Größe des gesamten Bausteins zu verringern und gleichzeitig ein helles Projektionsbild ohne Anzeigegleichmäßigkeiten zu erzeugen (siehe die japanische ungeprüfte Patentanmeldung Nr. 8-34127, die japanische ungeprüfte Patentanmeldung Nr. 10-232430, EP 0 848 274 A usw.). Bei dem optischen Integratorsystem wird Licht von einer Lichtquelle mittels eines lichtstrahlteilenden optischen Elements in mehrere Teillichtstrahlen geteilt, so dass mehrere Lichtquellenbilder entstehen, wobei die Lichtquellenbilder als Pseudolichtquellen betrachtet werden, und Licht von den mehreren Lichtquellenbildern wird über ein Flüssigkristallpaneel gelegt, wodurch Beleuchtungslicht mit einer gleichmäßigen Intensitätsverteilung erhalten werden kann. In dem Polarisationsumwandlungselement wird Licht von einer Lichtquelle in mehrere Teillichtstrahlen geteilt, um eine Polarisationsumwandlung zu vollziehen, und dann wird das Licht über einen Flüssigkristallbaustein gelegt, wodurch man Beleuchtungslicht erhält, das in dieselbe Richtung polarisiert ist.

[0004] Aus diesem Grund wird angenommen, dass man ein helleres Projektionsbild mit hoher Auflösung und ohne Anzeigegleichmäßigkeiten erzeugen kann, wenn das optische Integratorsystem und das Polarisationsumwandlungselement in Kombination in dem Projektor unter Verwendung des Flüssigkristallbausteins vom Reflexionstyp verwendet werden.

[0005] Wenn jedoch ein Flüssigkristallbaustein vom Reflexionstyp, das mit einem Polarisationsmodus als einem Anzeigemodus arbeitet, in einem Projektor verwendet wird, so wird im Allgemeinen ein Polarisationswahlelement (beispielsweise ein Polarisationsstrahlteiler) zum räumlichen Trennen und Auswählen von Licht mit verschiedenen Polarisationszuständen verwendet, aber die Polarisationswahlcharakteristik des Polarisationswahlelements ist stark vom Einfallswinkel abhängig. Genauer gesagt, wird in dem Fall, wo eine Einfallsebene definiert wird, die eine fast mittige Achse des einfallenden Lichts und eine Normallinie einer Polarisationswahlfläche des Polarisationswahlelements beinhaltet, die Polarisationsselektivität stark eingeschränkt, wenn der Lichteinfallswinkel in einer Ebene vergrößert wird, welche die Einfallsebene im rechten Winkel schneidet. Da dieses Phänomen zu einem Großteil von einer geometrischen Positionsbeziehung zwischen einer Polarisationswahlfläche und dem dort eintretenden Licht abhängt, ist es sehr schwierig, die wesentliche Einschränkung der Polarisationsselektivität zu verhindern. Wenn andererseits der Lichteinfallswinkel auf der Einfallsebene vergrößert wird, so wird die Polarisationsselektivität ebenfalls eingeschränkt, aber der Grad der Einschränkung ist relativ klein im Vergleich zu dem Grad der Einschränkung in der Ebene, welche die Einfallsebene im rechten Winkel schneidet, und die Einschränkung der Polarisationsselektivität kann verhindert werden, indem man die Polarisationswahlfläche entsprechend konfiguriert. Um also die Polarisationsselektivität des Polarisationswahlelements zu verbessern, ist es wichtig, den Lichteinfallswinkel in der Ebene, welche die Einfallsebene im rechten Winkel schneidet, so weit wie möglich zu verkleinern.

[0006] Darüber hinaus kann das optische System, das mit dem optischen Integratorsystem oder dem Polarisationsumwandlungselement arbeitet, aufgrund seines optischen Verfahrens nicht das Phänomen vermeiden, dass sich die Winkelverteilung des Einfallswinkels von Beleuchtungslicht erweitert.

[0007] Aus diesem Grund wird in dem Fall, wo das optische Integratorsystem und das Polarisationsumwandlungselement in Kombination in dem Projektor unter Verwendung des Flüssigkristallbausteins vom Reflexionstyp verwendet werden, die Polarisationsselektivität der Polarisationswahlfläche eingeschränkt, da der Einfallswinkel von Licht, das in die Polarisationswahlfläche eintritt, vergrößert wird, was insofern zu einem Problem führt, als der Lichtausnut-

zungseffizienz verringert wird und die Helligkeit ungleichmäßig wird.

[0008] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Projektor bereitzustellen, der ein helles Projektionsbild mit hoher Lichtausnutzungseffizienz und hoher Qualität erzeugen kann, während ein Flüssigkristallbaustein vom Reflexionstyp und ein optischen Integratorsystem oder ein Polarisationsumwandlungselement miteinander kombiniert werden.

[0009] Der Projektor gemäß der vorliegenden Erfindung erreicht die oben genannte Aufgabe durch Konfigurieren einer Polarisationsstrahl trennungsrichtung und von Eigenschaften eines lichtstrahlteilenden optischen Elements.

[0010] (1) Der Projektor gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein Projektor, der Folgendes umfasst:
 ein lichtstrahlteilendes optisches Element, um Licht aus einer Lichtquelle in eine Vielzahl von Teillichtstrahlen zu teilen;
 ein Polarisationsumwandlungselement, um die Vielzahl von Teillichtstrahlen in einen Typ von polarisiertem Lichtstrahl umzuwandeln, der im Wesentlichen in den gleichen Richtungen polarisiert ist;
 eine elektrooptische Vorrichtung, um einen Beleuchtungslichtstrahl zu modulieren, der vom Polarisationsumwandlungselement emittiert wird;
 eine Projektionslinse, um Licht zu projizieren, das von der elektrooptischen Vorrichtung moduliert wurde; und
 eine Polarisationswahlfläche, um Licht einer bestimmten polarisierten Komponente zu wählen, die im Beleuchtungslichtstrahl enthalten ist, und das Licht zu der elektrooptischen Vorrichtung hin zu emittieren, und um Licht einer bestimmten polarisierten Komponente im Licht zu wählen, das von der elektrooptischen Vorrichtung moduliert wurde, und das Licht zur Projektionslinse hin zu emittieren;
 wobei die Richtung der Polarisationsstrahl trennung durch das Polarisationsumwandlungselement die X-Achsen-Richtung ist, wenn als Einfallsebene eine Ebene angenommen wird, die durch die Mittelachse des Beleuchtungslights und eine Normale der Polarisationswahlfläche definiert wird, wobei die Normal-Linie nicht mit der Mittelachse zusammenfällt und von der Wahlfläche von dem Punkt aus verläuft, an dem die Mittelachse die Wahlfläche schneidet; die Richtung, die parallel zur Einfallsebene liegt und die Mittelachse im rechten Winkel schneidet, als die X-Achsen-Richtung definiert wird; und die Richtung, die die Einfallsebene im rechten Winkel schneidet, als die Y-Achsen-Richtung definiert wird;
 wobei das lichtstrahlteilende optische Element so konfiguriert ist, dass die Vielzahl von Lichtquellenbildern in der Y-Achsen-Richtung näher angeordnet sind als in der X-Achsen-Richtung;
 wobei das lichtstrahlteilende optische Element eine Linsenanordnung ist, die aus einer Vielzahl von Kon-

densorlinsen besteht, die in der X-Achsen-Richtung und der Y-Achsen-Richtung angeordnet sind; und wobei ein reduzierendes optisches System, um die Gesamtquerschnittsgröße des Beleuchtungslichtstrahls in der Y-Achsen-Richtung zu reduzieren, zwischen der Lichtquelle und dem Polarisationsumwandlungselement angeordnet ist.

[0011] Gemäß der vorliegenden Erfindung, wie sie oben beschrieben ist, ist die Polarisationsstrahl trennbarkeit der Polarisationswahlfläche stark vom Einfallwinkel eines einfallenden Lichtstrahls abhängig. Genauer gesagt, wird die Polarisationsselektivität erheblich eingeschränkt, wenn ein Lichteinfallswinkel in der Y-Achsen-Richtung, welche die Einfallsebene im rechten Winkel schneidet, vergrößert wird. Andererseits wird in dem Polarisationsumwandlungselement – da zwei Arten von polarisierten Lichtstrahlen, die in verschiedenen Richtungen polarisiert sind, aus den Teillichtstrahlen erzeugt werden – die Breite jedes Teillichtstrahls in der Trennungsrichtung im Wesentlichen verdoppelt, und die Winkelverteilung des Lichts erweitert sich. Um also die Polarisationsselektivität in dem Polarisationswahlelement zu verbessern, ist es wichtig, die Abhängigkeit der Polarisationsselektivität vom Einfallwinkel und die Verbreiterung der Winkelverteilung des darauf einfallenden Lichts zu berücksichtigen.

[0012] Gemäß der vorliegenden Erfindung kann eine Vergrößerung des Einfallwinkels von Licht in der Y-Achsen-Richtung, das auf die Polarisationswahlfläche auftrifft, eingeschränkt werden, da die Richtung der Polarisationsstrahl trennung in dem Polarisationsumwandlungselement die X-Achse-Richtung ist. Somit kann die Polarisationsselektivität auf einem relativ hohen Niveau gehalten werden, wodurch es möglich ist, ein helles Projektionsbild mit einem hohen Kontrastverhältnis zu erzeugen.

[0013] (2) Als die elektrooptische Vorrichtung kann beispielsweise ein Flüssigkristallbaustein vom Reflexionstyp verwendet werden, der an einer Stelle angeordnet ist, auf welcher Licht einfällt, das von der Polarisationswahlfläche entweder durchgelassen oder reflektiert wird, und der das einfallende Licht moduliert und das modulierte Licht von der Einfallsebene des Lichts emittiert.

[0014] Das heißt, da die Vergrößerung des Einfallwinkels von Licht in der Y-Achsen-Richtung weiter verkleinert werden kann, indem die Abstände der Lichtquellenbilder in der Y-Achsen-Richtung verengt werden, kann die Polarisationsselektivität der Polarisationswahlfläche auf einem sehr hohen Niveau gehalten werden, wodurch es möglich ist, ein sehr helles Projektionsbild mit einem hohen Kontrastverhältnis zu erzeugen.

[0015] In diesem Fall ist es möglich, die Abstände

der mehreren Lichtquellenbilder in der Y-Achsen-Richtung zu verringern, indem man die Lichtsammelleigenschaften der mehreren Kondensorlinsen entsprechend konfiguriert. Da die Kondensorlinsen eine Linsenanordnung bilden, können zusätzlich zu einer allgemeinen Linse auch Hologrammlinsen oder Beugungslinsen zum Kondensieren von Licht mittels eines holografischen Effekts oder Beugung verwendet werden.

[0016] Außerdem können – weil die Bilder, die auf den Kondensorlinsen der Linsenanordnung erzeugt werden, auf eine Anzeigefläche der elektrooptischen Vorrichtung gelegt werden, die eine zu beleuchtende Fläche ist – die Kondensorlinsen vorzugsweise die Formen aufweisen, die im Wesentlichen der Form der Anzeigefläche der elektrooptischen Vorrichtung ähneln. Dies kann die Beleuchtungseffizienz erhöhen.

[0017] Des Weiteren kann es sich bei den mehreren Kondensorlinsen, aus denen die Linsenanordnung besteht, vorzugsweise ganz oder teilweise um eine dezentralisierte Linse handeln.

[0018] Das heißt, weil die Lichtquellenbilder an anderen Positionen als den physikalischen Mitten der Kondensorlinsen erzeugt werden können, indem die Kondensorlinsen ganz oder teilweise mit der dezentralisierten Linse gebildet werden, können die Abstände der mehreren Lichtquellenbilder, die auf einer virtuellen Ebene erzeugt werden, frei gesteuert werden.

[0019] Durch die Disposition eines solchen reduzierenden optischen Systems kann die Gesamtquerschnittsgröße des Beleuchtungslichts in der Y-Achsen-Richtung reduziert werden. Aus diesem Grund kann die Vergrößerung des Einfallswinkels von Licht in der Y-Achsen-Richtung weiter eingeschränkt werden, und die Polarisationsselektivität der Polarisationswahlfläche kann auf einem sehr hohen Niveau gehalten werden. Darum ist es möglich, ein sehr helles Projektionsbild mit einem hohen Kontrastverhältnis zu erhalten. Weil der Gesamtdurchmesser des Lichtstrahls, der die zu beleuchtende Fläche beleuchtet, verringert werden kann, kann des Weiteren auf eine teure Linse mit einer kleinen F-Zahl als Projektionslinse verzichtet werden. Dadurch lassen sich die Kosten für den Projektor senken.

[0020] In diesem Fall kann nicht nur die Querschnittsgröße in der Y-Achsen-Richtung reduziert werden, sondern auch die Querschnittsgröße in der X-Achsen-Richtung. In diesem Fall ist es möglich, die Polarisationsselektivität der Polarisationswahlfläche auf einem höheren Niveau zu halten.

[0021] Ein solches reduzierendes optisches System kann aus mindestens einer Konvexlinse, die auf der Einfallsseite oder der Emissionsseite der Linsenan-

ordnung angeordnet ist, und mindestens einer Konkavlinse, die auf der Einfallsseite des Polarisationsauswahlelements angeordnet ist, aufgebaut sein. In diesem Fall können, wenn nur die Querschnittsgröße in der Y-Achsen-Richtung des Beleuchtungslichtstrahls reduziert wird, Zylinderlinsen als die Konkavlinse und die Konvexlinse verwendet werden. Während die Konvexlinse bzw. die Konkavlinse durch ein einzelnes Linsenelement gebildet werden können, können sie vorzugsweise auch eine kombinierte Linse sein, die durch eine Kombination mehrere Linsen gebildet wird, wenn die Verringerung der optischen Aberration berücksichtigt wird.

[0022] Zusätzlich zu allgemeinen Linsen mit Oberflächen, die gekrümmte Formen aufweisen, kann es sich bei der Konvexlinse und der Konkavlinse, die eine Reihe der oben angesprochenen reduzierenden optischen Systeme bilden, um Hologrammlinsen oder Beugungslinsen zum Kondensieren von Licht mittels eines holografischen Effekts oder Beugung handeln.

[0023] (6) Als das Polarisationsumwandlungselement kann vorzugsweise ein Polarisationsumwandlungselement verwendet werden, das eine Polarisationsstrahl trennungsschicht, um einen polarisierten Lichtstrahl durchzulassen und den anderen polarisierten Lichtstrahl in zwei Typen von polarisierten Lichtstrahlen zu reflektieren; eine Reflexionsschicht, um den anderen polarisierten Lichtstrahl zu reflektieren; und eine Verzögerungsschicht, um die Polarisationsrichtungen der zwei Typen von polarisierten Lichtstrahlen zu vereinen, um die Emissionsrichtungen der zwei Typen von polarisierten Lichtstrahlen zu vereinen, enthält.

[0024] Es werden nun weiter beispielhaft Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung anhand der Zeichnungen beschrieben.

[0025] [Fig. 1](#) ist eine schematische Draufsicht einer ersten Ausführungsform eines Projektors der vorliegenden Erfindung.

[0026] [Fig. 2](#) ist eine schematische perspektivische Ansicht, welche die Beziehung zwischen einem Stab und Positionen von Lichtquellenbildern S in der Ausführungsform zeigt.

[0027] [Fig. 3](#) enthält Schaubilder, die jeweils die Konfiguration eines Polarisationsumwandlungselements in der Ausführungsform zeigen, wobei [Fig. 3\(a\)](#) eine horizontale Schnittansicht und [Fig. 3\(b\)](#) eine nach außen weisende perspektivische Ansicht zeigt.

[0028] [Fig. 4](#) ist eine Veranschaulichung, welche die geometrische Beziehung zwischen einer Polarisationswahlfläche und einem darauf einfallenden

Lichtstrahl in der Ausführungsform zeigt.

[0029] [Fig. 5](#) ist eine schematische perspektivische Ansicht, welche die Beziehung zwischen einem Stab und Positionen von Lichtquellenbildern S gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0030] [Fig. 6](#) ist eine schematische perspektivische Ansicht, welche die Beziehung zwischen einem Stab und Positionen von Lichtquellenbildern S gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0031] [Fig. 7](#) ist eine schematische horizontale Schnittansicht einer vierten Ausführungsform des Projektors der vorliegenden Erfindung.

[0032] [Fig. 8](#) ist eine schematische horizontale Schnittansicht einer fünften Ausführungsform des Projektors der vorliegenden Erfindung.

[0033] [Fig. 9](#) zeigt die schematische Konfiguration einer sechsten Ausführungsform des Projektors der vorliegenden Erfindung, wobei [Fig. 9\(a\)](#) eine vertikale Schnittansicht aus der X-Achsen-Richtung gesehen ist und [Fig. 9\(b\)](#) eine horizontale Schnittansicht aus der Y-Achsen-Richtung gesehen ist.

[0034] [Fig. 10](#) ist eine vertikale Schnittansicht, welche die schematische Konfiguration einer siebenten Ausführungsform des Projektors der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0035] [Fig. 11](#) enthält Schaubilder, die jeweils die schematische Konfiguration einer achten Ausführungsform des Projektors der vorliegenden Erfindung zeigen, wobei [Fig. 11\(a\)](#) eine vertikale Schnittansicht aus der X-Achsen-Richtung gesehen ist und [Fig. 11\(b\)](#) eine horizontale Schnittansicht aus der Y-Achsen-Richtung gesehen ist.

[0036] [Fig. 12](#) ist eine vertikale Schnittansicht, welche die schematische Konfiguration einer neunten Ausführungsform des Projektors der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0037] [Fig. 13](#) ist eine schematische horizontale Schnittansicht, die eine zehnte Ausführungsform des Projektors der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0038] In der folgenden Beschreibung stellt die Z-Achsen-Richtung die Richtung der Lichtausbreitung dar, die Y-Achsen-Richtung stellt die 12-Uhr-Richtung (die Richtung, welche die Ebene aus der Figur in [Fig. 1](#) im rechten Winkel schneidet) relativ zur Richtung der Lichtausbreitung dar, und die X-Achsen-Richtung stellt die 3-Uhr-Richtung relativ zur Richtung der Lichtausbreitung dar. In den [Fig. 1](#) bis [Fig. 13](#) haben die gleichen Komponenten die glei-

chen Bezugszahlen.

A. Erste Ausführungsform

[0039] [Fig. 1](#) ist eine schematische Draufsicht einer ersten Ausführungsform eines Projektors der vorliegenden Erfindung.

[0040] Der Projektor enthält eine Beleuchtungsvorrichtung **1**, einen Polarisationsstrahlteiler **60**, der eine Polarisationswahlfläche umfasst, einen Flüssigkristallbaustein **1000**, der als eine elektrooptische Vorrichtung dient, sowie eine Projektionslinse **300**. Der Projektor ist dergestalt konfiguriert, dass Licht, das von der Beleuchtungsvorrichtung **1** ausgesandt wurde, durch den Flüssigkristallbaustein **1000** auf der Grundlage von Bildinformationen moduliert wird und durch die Projektionslinse **300** dergestalt vergrößert und projiziert wird, dass ein Projektionsbild auf einer Projektionsebene **2000** entsteht.

1. Beleuchtungsvorrichtung **1**

[0041] Die Beleuchtungsvorrichtung **1** umfasst eine Lichtquellenlampe **10**, die entlang einer imaginären optischen Beleuchtungssachse **L** angeordnet ist; einen Stab **20**, der als ein lichtstrahlteilendes optisches Element dient, um Licht von der Lichtquellenlampe **10** in mehrere Teillichtstrahlen zu teilen, die mehrere Lichtquellenbilder erzeugen; ein optisches Übertragungssystem **30** zum Übertragen eines Bildes auf einer Emissionsendfläche **26** des Stabes **20** zu einer zu beleuchtenden Fläche; und ein Polarisationsumwandlungselement **40**, das in dem optischen Übertragungssystem **30** angeordnet ist und dazu dient, eine Polarisationsstrahl trennung und eine Polarisationsumwandlung vorzunehmen. Die zu beleuchtende Fläche wird durch den Flüssigkristallbaustein **1000** gebildet, der als ein Beispiel für die elektrooptische Vorrichtung zum Erzeugen eines Bildes durch optische Modulation dient. Es wird angenommen, dass die Anzeigeebene des Flüssigkristallbausteins **1000** in dieser Ausführungsform eine quadratische Form hat, wobei die Größe in der X-Achsen-Richtung gleich der Größe in der Y-Achsen-Richtung ist.

1-1 Lichtquellenlampe

[0042] Die Lichtquellenlampe **10** umfasst eine Lichtquelle **11** zum radialen Aussenden eines Lichtstrahls und einen elliptischen Spiegel **12** zum Sammeln des von der Lichtquelle **11** abgegebenen Lichts, wobei einer von zwei Brennpunkten des elliptischen Spiegels **12** so eingestellt wird, dass er sich an – oder in der Nähe – der Lichtquelle **11** befindet, und der andere Brennpunkt so eingestellt wird, dass er sich an – oder in der Nähe – einer Einfallsendfläche **22** des Stabes **20** befindet. Das von der Lichtquelle **11** abgebene Licht wird nahe der Einfallsendfläche **22** des Stabes **20** durch den elliptischen Spiegel **12** konden-

siert und tritt im kondensierten Zustand in den Stab **20** ein. Anstelle des elliptischen Spiegels **12** kann auch ein Parabolspiegel oder ein Kugelspiegel verwendet werden. In diesem Fall ist es jedoch notwendig, ein Kondensorelement zum Kondensieren von nahezu parallelem Licht, das von dem Spiegel in Richtung der Einfallsfläche **22** des Stabes **20** ausgesandt wird, auf der Emissionsseite des Spiegels zu installieren.

1-2 Lichtstrahlteilendes optisches Element

[0043] Der Stab **20**, der als das lichtstrahlteilende optische Element dient, ist ein Element zum Teilen des Lichts von der Lichtquellenlampe **10** in mehrere Teillichtstrahlen, so dass mehrere Lichtquellenbilder **S** entstehen, die in der X-Y-Ebene ungefähr in einer Matrix angeordnet sind.

[0044] Der Stab **20** ist ein länglicher massiver Stab aus einem transparenten lichtleitenden Material, wie beispielsweise einem Glasmaterial, und ist ein Sechsfächner, der die Einfallsfläche **22** an der Stelle, wo das Licht eintritt, vier Reflexionsflächen **24a**, **24b**, **24c** und **24d** zum Reflektieren und Durchlassen von Licht sowie die Emissionsfläche **26**, von der das durchgelassene Licht ausgesandt wird, aufweist, wie in [Fig. 2](#) gezeigt. Da eine vollständige Spiegelung ohne optische Verluste bewirkt wird und Licht unter Ausnutzung dessen an den vier Reflexionsflächen **24a**, **24b**, **24c** und **24d** durchgelassen wird, kann in diesem Fall der Stab **20** eine hohe Lichtdurchlässigkeitseffizienz realisieren.

[0045] Sowohl die Einfallsfläche **22** als auch die Emissionsfläche **26** haben in der X-Y-Ebene rechteckige Querschnitte. Genauer gesagt, haben im Fall dieser Ausführungsform die Einfallsfläche **22** und die Emissionsfläche **26** Formen, die im Wesentlichen der Form der Anzeigefläche des Flüssigkristallbausteins **1000** ähneln, der eine zu beleuchtende Fläche ist. Das heißt, sie haben jeweils die Form eines Quadrates. Die Reflexionsfläche **24a** und die Reflexionsfläche **24c** sind zueinander parallel, und die Reflexionsfläche **24b** und die Reflexionsfläche **24d** sind zueinander parallel. Das auf den Stab **20** auftreffende Licht wird in mehrere Teillichtstrahlen geteilt, die entsprechend den Unterschieden in den Reflexionspositionen und der Anzahl der Reflexionen an den Reflexionsflächen **24a**, **24b**, **24c** und **24d** verschiedene Emissionswinkel relativ zur Emissionsfläche **26** aufweisen.

[0046] Die mehreren Teillichtstrahlen, die unter verschiedenen Winkeln von dem Stab **20** ausgesandt werden, werden von einer Kondensorlinse **31** kondensiert und erzeugen die mehreren Lichtquellenbilder **S** ungefähr in einer Matrix in der X-Y-Ebene, die fast parallel zu der Emissionsfläche **26** verläuft und die optische Beleuchtungssachse **L** in einem rech-

ten Winkel an einer Stelle schneidet, die um einen vorgegebenen Abstand von dem Stab **20** beabstandet ist. Die X-Y-Ebene, auf der die mehreren Lichtquellenbilder erzeugt werden, wird die virtuelle Ebene **P** genannt.

[0047] Auf oder in der Nähe der virtuellen Ebene **P**, auf der die mehreren Lichtquellenbilder **S** erzeugt werden, sind eine erste Durchlasslinse **50**, ein Polarisationsumwandlungselement **40** und eine zweite Durchlasslinse **52** angeordnet, wie in [Fig. 1](#) gezeigt.

1-3 Polarisationsumwandlungselement

[0048] Das Polarisationsumwandlungselement **40** hat die Aufgabe, einfallendes Licht in zuvor festgelegte lineare polarisierte Lichtstrahlen umzuwandeln. **Fig. 3(a)** ist eine horizontale Schnittansicht zur Erläuterung von dessen Konfiguration, und **Fig. 3(b)** ist eine nach außen weisende perspektivische Ansicht.

[0049] Das Polarisationsumwandlungselement **40** wird gebildet durch Zusammenfügen mehrerer lichtdurchlässiger Elemente **41A** und **41B**, mehrerer Polarisationsstrahltrennungsschichten **42** und Reflexionsschichten **44**, die abwechselnd zwischen den lichtdurchlässigen Elementen angeordnet sind, und Verzögerungsschichten **48**, bei denen es sich um polarisationsrichtungsändernde Mittel handelt, die an Positionen angeordnet sind, die den Polarisationsstrahltrennungsschichten **42** entsprechen. Das Polarisationsumwandlungselement **40** entsteht durch abwechselndes Verbunden des lichtdurchlässigen Elements **41A**, auf dem die Polarisationsstrahltrennungsschichten **42** und die Reflexionsflächen **44** ausgebildet sind, mit dem lichtdurchlässigen Element **41B**, auf dem keine Polarisationsstrahltrennungsschichten **42** und keine Reflexionsflächen **44** ausgebildet sind, mittels Klebstoff und durch anschließendes Verbunden der Verzögerungsschichten **48** mit dem lichtdurchlässigen Element **41B**. Die X-Achsen-Richtung entspricht der X-Achsen-Richtung, und die Y-Achsen-Richtung entspricht der Y-Achsen-Richtung. Die Polarisationsstrahltrennungsschichten **42** und die Reflexionsschichten **44** müssen nicht unbedingt alle in die gleiche Richtung ausgerichtet sein. Beispielsweise können sie so angeordnet sein, dass die benachbarten lichtdurchlässigen Elemente **41A** und **41B** – unter Verwendung der X-Y-Ebene als Symmetrieebene – gefaltet und angeordnet werden. Obgleich bei dieser Ausführungsform alle Abstände zwischen den Polarisationsstrahltrennungsschichten **42** und den Reflexionsschichten **44** gleich sind, können sie auch verschieden sein.

[0050] Aus Gründen der Einfachheit wird in der Fläche des Polarisationsumwandlungselements **40** auf der Lichteinfallseite eine Fläche, die der Polarisationsstrahltrennungsschicht **42** direkt entspricht, als eine "Einfallsfläche **45A**" bezeichnet, und eine Flä-

che, die der Reflexionsschicht **44** direkt entspricht, wird als eine "Einfallsfläche **45B**" bezeichnet. Gleichermassen wird in der Fläche auf der Lichtheissenseite eine Fläche, die der Polarisationsstrahl trennungsschicht **42** direkt entspricht, als eine "Emissionsfläche **46A**" bezeichnet, und eine Fläche, die der Reflexionsschicht **44** direkt entspricht, wird als eine "Emissionsfläche **46B**" bezeichnet. Da die lichtdurchlässigen Elemente **41A** und **41B** wie oben beschrieben angeordnet sind, sind mehrere der Einfallsflächen **45A** und der Einfallsebenen **45B** abwechselnd in vorgegebenen Abständen entlang einer Polarisationsstrahl trennungsschicht **42**, das heißt, in der X-Achsen-Richtung, ausgebildet. Gleichermassen sind mehrere der Emissionsflächen **46A** und der Emissionsflächen **46B** abwechselnd in vorgegebenen Abständen entlang der X-Achsen-Richtung ausgebildet.

[0051] Die Polarisationsstrahl trennungsschichten **42** haben die Aufgabe, einfallendes unpolarisiertes Licht räumlich in zwei Typen von linearen polarisierten Lichtstrahlen zu trennen, deren Polarisationsrichtungen sich ungefähr im rechten Winkel schneiden. Das heißt, Licht, das auf die Polarisationsstrahl trennungsschichten **42** auftrifft, wird geteilt in einen ersten linearen polarisierten Lichtstrahl, bei dem es sich um durchgelassenes Licht handelt, das von den Polarisationsstrahl trennungsschichten **42** durchgelassen wurde, und einen zweiten linearen polarisierten Lichtstrahl, bei dem es sich reflektiertes Licht handelt, das von den Polarisationsstrahl trennungsschichten **42** reflektiert wurde, wobei dessen Ausbreitungsrichtung um etwa 90 Grad gebogen wird. Bei dieser Ausführungsform ist der erste lineare polarisierte Lichtstrahl ein p-polarisierter Lichtstrahl, und der zweite lineare polarisierte Lichtstrahl ist ein s-polarisierter Lichtstrahl, und die Polarisationsstrahl trennungsschichten **42** sind so ausgebildet, dass sie solche Eigenschaften und Winkel aufweisen, dass der s-polarisierte Lichtstrahl, bei dem es sich um reflektiertes Licht handelt, nahezu parallel zur X-Achsen-Richtung reflektiert wird. Die Polarisationsstrahl trennungsschichten **42** können mittels dielektrischer Mehrschichtfilme realisiert werden.

[0052] Die Reflexionsschichten **44** haben die Aufgabe, das reflektierte Licht von den Polarisationsstrahl trennungsschichten **42** erneut zu reflektieren und das Licht im Wesentlichen in die gleiche Richtung zu richten wie die Ausbreitungsrichtung des durchgelassenen Lichts. Die Reflexionsschicht **44** kann mittels dielektrischer Mehrschichtfilme oder Aluminiumfilme realisiert werden.

[0053] Die Verzögerungsschichten **48** haben die Aufgabe, eine Polarisationsrichtung eines der polarisierten Lichtstrahlen des durchgelassenen Lichts und des reflektierten Lichts im Wesentlichen in Überein-

stimmung mit einer Polarisationsrichtung des anderen polarisierten Lichtstrahls zu bringen. Bei dieser Ausführungsform werden Platten von halber Wellenlänge als Verzögerungsschichten **48** verwendet und werden selektiv nur auf den Emissionsflächen **46A** angeordnet, wie in den **Fig. 3(a)** und **3(b)** gezeigt. Darum wird nur die Polarisationsrichtung von Licht, das von den Polarisationsstrahl trennungsschichten **42** durchgelassen wurde, um etwa 90 Grad gedreht, und der Großteil des Lichts, das von dem Polarisationsumwandlungselement **40** abgegeben wird, wird in einen Typ von polarisiertem Lichtstrahl umgewandelt. Bei dieser Ausführungsform wird der Großteil des Lichts, das von dem Polarisationsumwandlungselement **40** abgegeben wird, in einen s-polarisierten Lichtstrahl umgewandelt.

[0054] Für die Art und die Position der Verzögerungsschichten gelten keine Einschränkungen, so lange sie in der Lage sind, Polarisationsrichtungen zweier polarisierter Lichtstrahlen, die durch die Polarisationsstrahl trennungsschichten **42** getrennt wurden, zu einer einzigen Polarisationsrichtung eines einzigen Typs von polarisiertem Lichtstrahl zu vereinen. Beispielsweise kann eine Konfiguration so erfolgen, dass Verzögerungsschichten mit unterschiedlichen optischen Eigenschaften dergestalt auf den Emissionsflächen **46A** und den Emissionsflächen **46B** angeordnet sind, dass die Polarisationsrichtungen von polarisierten Lichtstrahlen, welche die Verzögerungsschichten passieren, vereinigt werden.

[0055] Da das Polarisationsumwandlungselement **40**, wie es oben beschrieben wurde, verwendet wird, kann unpolarisiertes Licht, das von der Lichtquellenlampe **10** ausgesendet wird, effizient in einen Typ von polarisiertem Lichtstrahl umgewandelt werden. Darum kann in dem Flüssigkristallbaustein **1000**, der nur einen einzigen Typ von polarisiertem Lichtstrahl verarbeiten kann, die Lichtausnutzungseffizienz gesteigert werden.

1-4 Optisches Übertragungssystem

[0056] Das optische Übertragungssystem **30** ist ein optisches Übertragungssystem zum Übertragen eines Bildes, das auf der Emissionsendfläche **26** des Stabes **20** gebildet wird, zu dem Flüssigkristallbaustein **1000**, der eine zu beleuchtende Fläche ist, wie in **Fig. 1** gezeigt. Bei dieser Ausführungsform besteht das optische Übertragungssystem **30** aus der Kondensorlinse **31**, der ersten Durchlasslinse **50**, der zweiten Durchlasslinse **52** und einer Kollimatorlinse **32**.

[0057] Die Kondensorlinse **31** ist in der Nähe der Emissionsendfläche **26** des Stabes **20** angeordnet und hat die Aufgabe, Teillichtstrahlen vom Stab **20** über die erste Durchlasslinse **50** in das Polarisationsumwandlungselement **40** zu leiten. Obgleich die

Kondensorlinse **31** dieser Ausführungsform aus einer Linsenkombination aus zwei Kondensorlinsen **31a** und **31b** besteht, ist sie nicht darauf beschränkt, und es kann auch eine allgemeine Einzellinse verwendet werden. Um jedoch eine optische Abberation zu verringern, zu der es im Allgemeinen kommt, wenn die Teillichtstrahlen zum Polarisationsumwandlungselement **40** geleitet werden, wird zweckmäßigerweise eine Linsenkombination oder eine asphärische Linse verwendet.

[0058] Die erste Durchlasslinse **50** ist eine Linsenanordnung, bei der mehrere rechteckige Kondensorlinsen **51** ungefähr in einer Matrix kombiniert sind, und hat die Aufgabe, jeden der mehreren Teillichtstrahlen effizient in die Einfallsfläche **45A** (siehe **Fig. 3**) des Polarisationsumwandlungselements **40** zu leiten. Anzahl und Disposition der Kondensorlinsen **51** werden so festgelegt, dass sie der Anzahl und der Position von Lichtquellenbildern entsprechen, die durch die Teillichtstrahlen gebildet werden. Obgleich es bezüglich der Form der Kondensorlinsen **51**, aus denen die erste Durchlasslinse **50** besteht, keine Einschränkungen gibt, sind mehrere rechteckige Kondensorlinsen, die – wie in dieser Ausführungsform – zweidimensional aufeinander ausgerichtet und in Form einer Platte gestaltet sind, gut geeignet. Wenn die erste Durchlasslinse **50** unter Verwendung der mehreren Kondensorlinsen **51** konfiguriert ist, so können außerdem die Lichtsammeleigenschaften der Kondensorlinsen **51** dergestalt optimiert werden, dass eine optische Aberration, die beim Durchlassen von Lichtstrahlen allgemein auftritt, wirksam verringert werden kann. Die erste Durchlasslinse **50** kann jedoch auch – je nach der Charakteristik des von dem Stab ausgesandten Lichtstrahls (beispielsweise im Fall eines kleinen Emissionswinkels) – mittels einer Einzellinse konfiguriert sein, ohne dass die mehreren Kondensorlinsen verwendet werden, und es ist ebenfalls möglich, auf die erste Durchlasslinse zu verzichten.

[0059] Die zweite Durchlasslinse **52** ist auf der Emissionsseite des Polarisationsumwandlungselements **40** angeordnet und hat die Aufgabe, mehrere Teillichtstrahlen, die von dem Polarisationsumwandlungselement **40** ausgesandt wurden, über den Flüssigkristallbaustein **1000**, der eine zu beleuchtende Fläche ist, durchzulassen und die Teillichtstrahlen über eine zu beleuchtende Fläche zu legen. Obgleich die zweite Durchlasslinse **52** dieser Ausführungsform aus einer Einzellinse besteht, kann sie auch von einer Linsenanordnung gebildet werden, die mittels mehrerer Linsen konfiguriert ist, und zwar in einer ähnlichen Weise wie bei der ersten Durchlasslinse **50**.

[0060] Obgleich bei dieser Ausführungsform die erste Durchlasslinse **50** auf der Einfallsseite des Polarisationsumwandlungselements **40** angeordnet ist

und die zweite Durchlasslinse **52** auf der Emissionsseite des Polarisationsumwandlungselements **40** angeordnet ist, können diese Durchlasslinsen **50** und **52** auch zusammen auf der Einfallsseite oder der Emissionsseite des Polarisationsumwandlungselements **40** angeordnet sein, wobei in einem solchen Fall die Aufgaben der Durchlasslinsen **50** und **52** zu einer einzigen Linse kombiniert werden können. In diesem Fall können die Kosten der Beleuchtungsvorrichtung gesenkt werden. Weil die erste Durchlasslinse **50** bei dieser Ausführungsform auf der Einfallsseite des Polarisationsumwandlungselements **40** angeordnet ist, wird des Weiteren die Aufgabe, jeden der mehreren Teillichtstrahlen effektiv in die Einfallsfläche **45A** des Polarisationsumwandlungselements **40** zu leiten, an die erste Durchlasslinse **50** übertragen. Weil die zweite Durchlasslinse **52** auf der Emissionsseite des Polarisationsumwandlungselements **40** angeordnet ist, wird des Weiteren die Aufgabe, die mehreren Teillichtstrahlen über den Flüssigkristallbaustein **1000** zu legen, an die zweite Durchlasslinse **52** übertragen. Die Aufgaben, die den Durchlasslinsen **50** und **52** zugewiesen werden, können jedoch geeignetenfalls auch entsprechend den Positionen, an denen die Durchlasslinsen **50** und **52** angeordnet sind, vertauscht werden.

[0061] Die Kollimatorlinse **32** ist auf der Einfallsseite des Flüssigkristallbausteins **1000**, der eine zu beleuchtende Fläche ist, angeordnet und hat die Aufgabe, die mehreren Teillichtstrahlen, die vom Polarisationsumwandlungselement **40** kommend über die zweite Durchlasslinse **52** auf den Flüssigkristallbaustein **1000** auftreffen, in Licht umzuwandeln, das nahezu parallel zu jeder ihrer Mittelachsen verläuft, und das Licht effektiv in den Flüssigkristallbaustein **1000** zu leiten. Darum ist die Kollimatorlinse **32** nicht unbedingt erforderlich und kann weggelassen werden.

[0062] Da das oben beschriebene optische Übertragungssystem **30** angeordnet ist, wird das Bild, das auf der Emissionsendfläche **26** des Stabes **20** entsteht, vergrößert oder verkleinert und wird auf den Flüssigkristallbaustein **1000** übertragen, der eine zu beleuchtende Fläche ist.

2. Polarisationsstrahlteiler, Flüssigkristallbaustein, Projektionslinse

[0063] Der Polarisationsstrahlteiler **60** wird durch Zwischenschieben und Verbinden der Polarisationswahlfläche **62** zwischen zwei Rechteckprismen hergestellt und ist ein optisches Element mit der Aufgabe, einen unpolarisierten Lichtstrahl in zwei Typen von linearen polarisierten Lichtstrahlen aufzuteilen, deren Polarisationsrichtungen sich nahezu im rechten Winkel schneiden. Die Polarisationswahlfläche **62** wird aus einem dielektrischen Mehrschichtfilm in einer Weise hergestellt, die der Polarisationsstrahl trennungsschicht **42**, die das Polarisationsumwand-

lungselement **40** bildet, ähnelt.

[0064] Ein s-polarisierter Lichtstrahl, der von der Beleuchtungsvorrichtung **1** ausgeht, tritt in den Polarisationsstrahlteiler **60** ein, wird von der Polarisationswahlfäche **62** reflektiert und wird in Richtung des Flüssigkristallbausteins **1000** vom Reflexionstyp ausgesandt. Der Flüssigkristallbaustein **1000** moduliert das Licht auf der Grundlage von (nicht gezeigten) externen Bildsignalen dergestalt, dass ein Polarisationsstatus geändert wird. Weil der Flüssigkristallbaustein **1000** vom Reflexionstyp allgemein bekannt ist, wird auf eine nähere Beschreibung seines Aufbaus und seiner Funktion verzichtet.

[0065] Licht, das durch den Flüssigkristallbaustein **1000** moduliert wurde, tritt in den Polarisationsstrahlteiler **60** ein. Das Licht, das durch den Flüssigkristallbaustein **1000** moduliert wurde, wird entsprechend den Bildsignalen teilweise in den p-polarisierten Zustand umgewandelt, und ein Lichtstrahl, der in den p-polarisierten Zustand umgewandelt wurde, wird durch die Polarisationswahlfäche **62** durchgelassen und wird in Richtung der Projektionslinse **300** ausgesandt. Das in Richtung der Projektionslinse **300** ausgesandte Licht wird über die Projektionslinse **300** auf eine Projektionsebene **2000**, wie beispielsweise eine Leinwand, projiziert.

[0066] Zwei Polarisatoren **70** und **72**, die auf der Einfallsseite und der Emissionsseite des Polarisationsstrahlteilers **60** angeordnet sind, haben die Aufgabe, den Polarisationsgrad von polarisierten Lichtstrahlen, die diese Polarisatoren passieren, weiter zu verstärken. Wenn der Grad der polarisierten Lichtstrahlen, die von der Beleuchtungsvorrichtung **1** ausgesandt werden, ausreichend hoch ist, so kann der Polarisator **70** weggelassen werden. Gleichermaßen kann, wenn der Polarisationsgrad von polarisierten Lichtstrahlen, die von dem Polarisationsstrahlteiler **60** in Richtung der Projektionslinse **300** ausgesandt werden, ausreichend hoch ist, der Polarisator **72** weggelassen werden.

[0067] Obgleich der Flüssigkristallbaustein **1000** bei dieser Ausführungsform an einer Position angeordnet ist, die der Projektionslinse **300** über den Polarisationsstrahlteiler **60** hinweg gegenüberliegt, kann der Flüssigkristallbaustein **1000** auch an einer Position angeordnet sein, die der Beleuchtungsvorrichtung **1** über den Polarisationsstrahlteiler **60** hinweg gegenüberliegt. In diesem Fall kann die Konfiguration dergestalt sein, dass die Polarisationszustände der Beleuchtungslightstrahlen, die von der Beleuchtungsvorrichtung **1** ausgesandt werden, im Voraus in dem p-polarisierten Zustand vereint werden können, so dass der s-polarisierte Lichtstrahl, der von dem Flüssigkristallbaustein **1000** ausgesandt wird, in ein optisches Projektionssystem eintritt. Alternativ kann die Polarisationswahlfäche **62** des Polarisations-

strahlteilers **60** Eigenschaften aufweisen, die bewirken, dass der p-polarisierte Lichtstrahl reflektiert und der s-polarisierte Lichtstrahl durchgelassen wird.

3. Beziehung zwischen der Polarisationsstrahl trennungsrichtung und der Polarisationswahlfäche **62**

[0068] [Fig. 4](#) zeigt die geometrische Positionsbeziehung zwischen der Polarisationswahlfäche **62** und einem darauf einfallenden Lichtstrahl. In [Fig. 4](#) ist eine Einfallsebene **4** eine virtuelle Ebene, die durch eine Mittelachse **2** eines Beleuchtungslightstrahls, der auf die Polarisationswahlfäche **62** auftritt, und der Normallinie H der Polarisationswahlfäche **62** definiert wird, und verläuft parallel zur X-Z-Ebene.

[0069] Die Polarisationsstrahl trennbarkeit der Polarisationswahlfäche **62** hängt stark vom Einfallswinkel ab. Das heißt, wenn der Lichteinfallswinkel in X-Achsen-Richtung parallel zur Einfallsebene **4** oder in Y-Achsen-Richtung, welche die Einfallsebene **4** im rechten Winkel schneidet, größer wird, so wird die Polarisationsstrahl trennbarkeit verringert. Wie zuvor beschrieben, reflektiert und emittiert die Polarisationswahlfäche **62** den s-polarisierten Lichtstrahl, der in dem Beleuchtungslight enthalten ist, in Richtung des Flüssigkristallbausteins **1000** und wählt und emittiert den p-polarisierten Lichtstrahl in dem Light, das durch den Flüssigkristallbaustein **1000** moduliert wurde, in Richtung der Projektionslinse **300**. Wenn also die Polarisationsstrahl trennbarkeit der Polarisationswahlfäche **62** verringert wird, so wird die Menge der s-polarisierten Lichtstrahlen, die zu dem Flüssigkristallbaustein **1000** geleitet wird, verringert, so dass die Lichtausnutzungseffizienz sinkt und das Projektionsbild dunkel wird. Da die Funktion als ein Filter zum Auswählen eines bestimmten polarisierten Lightstrahls in dem Light, das durch den Flüssigkristallbaustein **1000** moduliert wurde, verringert wird, sinkt auch das Kontrastverhältnis der Projektionsbildes.

[0070] Es ist möglich, die Abhängigkeit vom Einfallswinkel in der X-Achsen-Richtung parallel zur Einfallsebene **4** hinreichend zu verringern, indem die Struktur (beispielsweise ein Typ eines dielektrischen Films oder eine Art der Konfiguration) der Polarisationsstrahl trennungsebene **62** entsprechend gestaltet wird. Andererseits kann die Abhängigkeit vom Einfallswinkel in der Y-Achsen-Richtung, welche die Einfallsebene **4** im rechten Winkel schneidet, nicht durch eine entsprechende Gestaltung der Struktur der Polarisationswahlfäche **62** gelöst werden, weil sie von der geometrischen Positionsbeziehung zwischen der Polarisationswahlfäche **62** und dem auf sie auftreffenden Light dominiert wird. Um also die Polarisationsstrahl selektivität der Polarisationswahlfäche **62** aufrecht zu erhalten, wenn Light in einem Winkel auf die Polarisationswahlfäche **62** auftrifft, ist es beson-

ders wichtig, den Einfallswinkel in Y-Achsen-Richtung, welche die Einfallsebene 4 im rechten Winkel schneidet, zu verringern.

[0071] Somit ist in dieser Ausführungsform, wie in den [Fig. 1](#) und 3(a) gezeigt, die Richtung der Polarisationsstrahl trennung durch das Polarisationsumwandlungselement 40 die X-Achsen-Richtung parallel zur Einfallsebene 4, um dadurch ein Vergrößern des Einfallswinkels in der Y-Achsen-Richtung zu verhindern. Das heißt, da die Polarisationsstrahl trennung durch das Polarisationsumwandlungselement 40 in der X-Achsen-Richtung bewirkt wird, wird der Gesamtdurchmesser des Beleuchtungslichtstrahls in der X-Achsen-Richtung vergrößert, aber der Gesamtdurchmesser des Beleuchtungslichtstrahls in der Y-Achsen-Richtung, welche die Einfallsebene 4 im rechten Winkel schneidet, wird nicht vergrößert. Infolge dessen kann ein Vergrößern des Einfallswinkels in der Y-Achsen-Richtung, welche die Einfallsebene 4 im rechten Winkel schneidet, verhindert werden, wodurch es möglich ist, die Polarisationsstrahl trennbarkeit auf einem relativ hohen Niveau zu halten. Dadurch kann ein helles und kontrastreiches Projektionsbild erzeugt werden.

B. Zweite Ausführungsform

[0072] Die Abstände der Lichtquellenbilder S, die auf der virtuellen Ebene P erzeugt werden, können beliebig gesteuert werden, indem der Abstand der Reflexionsflächen des Stabes eingestellt wird. Wenn der Abstand der Reflexionsflächen allmählich von der Einfallsfläche zur Emissionsfläche verringert wird, so können die Abstände der Lichtquellenbilder S erweitert werden. Im Weiteren wird der Zustand, bei dem der Abstand der Reflexionsflächen allmählich von der Einfallsfläche zur Emissionsfläche hin verringert wird, als ein "verjüngter" Zustand bezeichnet. Wenn umgekehrt der Abstand der Reflexionsflächen allmählich von der Einfallsfläche zur Emissionsfläche hin vergrößert wird, so kann der Abstand der Lichtquellenbilder verringert werden. Im Weiteren wird der Zustand, bei dem der Abstand der Reflexionsflächen allmählich von der Einfallsfläche zur Emissionsfläche hin vergrößert wird, als ein "umgekehrt verjüngter" Zustand bezeichnet.

[0073] Diese Ausführungsform zeigt eine Ausführungsform, bei der sich die Reflexionsflächen des Stabes, die sich in Y-Achsen-Richtung einander gegenüberliegen, im umgekehrt verjüngten Zustand befinden, und sie gleicht dem Projektor der ersten Ausführungsform, mit Ausnahme der Stabform. Darum wird auf die Beschreibung von Abschnitten mit Ausnahme des Stabes verzichtet. Des Weiteren ist es möglich, modifizierte Formen der Komponenten, die in der ersten Ausführungsform beschrieben wurden, in dieser Ausführungsform zu verwenden.

[0074] [Fig. 5](#) ist eine schematische perspektivische Ansicht, welche die Beziehung zwischen einem Stab 210 und Positionen von Lichtquellenbildern S zeigt. Die Querschnitte sowohl einer Einfallsfläche 212 als auch einer Emissionsfläche 216 in der X-Y-Ebene haben eine rechteckige Form. Im Fall dieser Ausführungsform ist die Emissionsfläche 216 so gestaltet, dass ihre Form im Wesentlichen der Form eines Flüssigkristallbausteins ähnelt, der eine zu beleuchtende Fläche ist. Ein Paar Reflexionsflächen 214a und 214c, die sich in der X-Achsen-Richtung einander gegenüberliegen, verlaufen parallel zueinander. Ein Paar Reflexionsflächen 214b und 214d, die sich in der Y-Achsen-Richtung einander gegenüberliegen, befinden sich im umgekehrt verjüngten Zustand. Aus diesem Grund sind die Anordnungsabstände der mehreren Lichtquellenbilder 5 – im Vergleich zum Fall der Stange 20 in der ersten Ausführungsform – in der Y-Achsen-Richtung, in der sich das Paar Reflexionsflächen 214b und 214d im umgekehrt verjüngten Zustand einander gegenüberliegen, enger.

[0075] Darum kann bei dieser Ausführungsform die Vergrößerung des Einfallswinkels in der Y-Achsen-Richtung, welche die Einfallsebene 4 der Polarisationswahlfläche 62 im rechten Winkel schneidet, weiter eingeschränkt werden, wodurch es möglich ist, die Polarisationsstrahl trennbarkeit der Polarisationswahlfläche 62 auf einem deutlich hohen Niveau zu halten.

[0076] Des Weiteren kann bei dieser Ausführungsform infolge der Verringerung der Anordnungsabstände der Lichtquellenbilder S in der Y-Achsen-Richtung die Größe des Polarisationsumwandlungselements 40 und des Polarisationsstrahlteilers in der Y-Achsen-Richtung verringert werden, wodurch die Größe und die Kosten der Beleuchtungsvorrichtung verringert werden können und die Größe und die Kosten des Projektors gesenkt werden können. Außerdem kann die Projektionslinse 300 verkleinert werden, und es kann ein helles Projektionsbild erzeugt werden, selbst wenn eine Linse mit kleiner Apertur verwendet wird.

C. Dritte Ausführungsform

[0077] Es wird nun eine dritte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben. Diese Ausführungsform zeigt eine Ausführungsform, bei der sich Reflexionsflächen eines Stabes, die sich in Y-Achsen-Richtung einander gegenüberliegen, im umgekehrt verjüngten Zustand befinden, ähnlich der zweiten Ausführungsform, und wobei des Weiteren Reflexionsflächen des Stabes, die sich in X-Achsen-Richtung einander gegenüberliegen, im verjüngten Zustand befinden, und sie gleicht dem Projektor der ersten Ausführungsform, mit Ausnahme der Stabform. Darum wird auf die Beschreibung von Abschnitten

mit Ausnahme des Stabes verzichtet. Des Weiteren ist es auch möglich, modifizierte Formen der Komponenten, die in der ersten Ausführungsform beschrieben wurden, in dieser Ausführungsform zu verwenden.

[0078] [Fig. 6](#) ist eine schematische perspektivische Ansicht, welche die Beziehung zwischen einem Stab **220** und Positionen von Lichtquellenbildern **S** zeigt. Der Querschnitt einer Emissionsendfläche **226** des Stabes **220** in der X-Y-Ebene hat eine rechteckige Form. Im Fall dieser Ausführungsform sind die Einfallsfläche **222** und die Emissionsendfläche **22b** so gestaltet, dass ihre Form im Wesentlichen der Form eines Flüssigkristallbausteins ähnelt, der eine zu beleuchtende Fläche ist. Ein Paar Reflexionsflächen **224b** und **224d**, die sich in der Y-Achsen-Richtung einander gegenüberliegen, befinden sich im umgekehrt verjüngten Zustand. Aus diesem Grund sind die Anordnungsabstände mehrerer Lichtquellenbilder **S** – im Vergleich zum Fall der Stange **20** in der ersten Ausführungsform – in der Y-Achsen-Richtung, in der sich das Paar Reflexionsflächen **224b** und **224d** im umgekehrt verjüngten Zustand einander gegenüberliegen, enger. Darum werden gemäß dieser Ausführungsform die gleichen Vorteile realisiert wie beider zweiten Ausführungsform.

[0079] Des Weiteren befinden sich bei dieser Ausführungsform ein Paar Reflexionsflächen **224a** und **224c**, die sich in der X-Achsen-Richtung einander gegenüberliegen, im verjüngten Zustand. Aus diesem Grund sind die Anordnungsabstände der mehreren Lichtquellenbilder **S** – im Vergleich zum Fall der Stange **20** in der ersten Ausführungsform – in der X-Achsen-Richtung, in der sich das Paar Reflexionsflächen **224a** und **224c** im verjüngten Zustand einander gegenüberliegen, größer.

[0080] Anhand der [Fig. 3\(a\)](#) und [3\(b\)](#) wird die Beziehung zwischen der Polarisationsumwandlungseffizienz des Polarisationsumwandlungselementes **40** und der Position des Einfalls von Licht beschrieben. Wie in der ersten Ausführungsform beschrieben, trennt das Polarisationsumwandlungselement **40** Licht, das auf die Einfallsfläche **45A** strahlt und auf die Polarisationsstrahl trennungsschichten **42** auftrifft, in p-polarisierte Lichtstrahlen und s-polarisierte Lichtstrahlen; reflektiert die s-polarisierten Lichtstrahlen mittels der Reflexionsschichten **44** in derselben Richtung wie die p-polarisierten Lichtstrahlen; wandelt die p-polarisierten Lichtstrahlen mittels der Verzögerungsschichten **48** in s-polarisierte Lichtstrahlen um; und emittiert schließlich die s-polarisierten Lichtstrahlen. Wenn jedoch Licht auf die Einfallsfläche **45B** des Polarisationsumwandlungselementes **40** einstrahlt, so tritt das Licht über die Reflexionsschichten **44** in die Polarisationsstrahl trennungsschichten **42** ein. Darum wird der erste polarisierte Lichtstrahl durch die Polarisationsstrahl trennungsschichten **42** in der X-Ach-

sen-Richtung durchgelassen, und der zweite polarisierte Lichtstrahl wird durch die Polarisationsstrahl trennungsschichten **42** in der Z-Achsen-Richtung reflektiert. Infolge dessen wird ein polarisierter Lichtstrahl, der sich von dem unterscheidet, der direkt über die Einfallsfläche **45A** auf die Polarisationsstrahl trennungsschichten **42** auftrifft, von den Emissionsflächen **46A** und **46B** abgestrahlt. Das heißt, obgleich ein unpolarisierter Lichtstrahl in den zweiten polarisierten Lichtstrahl umgewandelt werden soll, wird der erste polarisierte Lichtstrahl durch das Polarisationsumwandlungselement **40** emittiert, wodurch die Polarisationsumwandlungseffizienz sinkt. Dies offenbart, dass es, um eine hohe Polarisationsumwandlungseffizienz des Polarisationsumwandlungselements **40** zu erreichen, sehr wichtig ist, es einem Lichtstrahl selektiv nur zu gestatten, in die Einfallsfläche **45A** einzutreten. Das heißt, dass die Abstände zwischen den Polarisationsstrahl trennungsschichten **42** und den Reflexionsschichten **44** vorzugsweise so eingestellt werden, dass die Größe der Einfallsfläche **45B** die Größen der Lichtquellenbilder **S** übersteigt.

[0081] Bei dieser Ausführungsform werden die Abstände der Lichtquellenbilder **S** in der X-Achsen-Richtung so vergrößert, dass die Größe der Einfallsfläche **45A** ausreichend größer sein kann als die Größen der Lichtquellenbilder **S**. Darum darf der Lichtstrahl vom Stab **220** nur mit einer ausreichenden Sicherheitstoleranz in den Abschnitt der Einfallsfläche **45A** der Polarisationsstrahl trennungsschichten **42** eintreten, dann kann die Einfallseffizienz von Licht auf die Polarisationsstrahl trennungsschicht **42** auf sichere Weise erhöht werden. Infolge dessen wird es möglich, die Lichtausnutzungseffizienz in dem Projektor zu erhöhen und gleichzeitig die Polarisationsumwandlungseffizienz des Polarisationsumwandlungselementes **40** auf sichere Weise zu erhöhen.

[0082] Wenn sich die Lichtquellenlampe **10** nahe an einer Punktlichtquelle befindet, so können die Größen der Lichtquellenbilder **S** relativ klein gehalten werden. Darum ist es in diesem Fall nicht notwendig, die Anordnungsabstände der Lichtquellenbilder **S** in der X-Achsen-Richtung zu vergrößern. Das heißt, diese Ausführungsform ist sehr effektiv für einen Fall, wo sich die Lichtquellenlampe **10** nicht sehr nahe an einer Punktlichtquelle befindet und die Größe der Lichtquellenbilder **S** zunimmt.

D. Vierte Ausführungsform

[0083] [Fig. 7](#) ist eine horizontale Schnittansicht, welche die schematische Konfiguration einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. Die vierte Ausführungsform unterscheidet sich zum Teil von der ersten Ausführungsform in der Konfiguration der Beleuchtungsvorrichtung. Andere Konfigurationen sind die gleichen wie die zuvor beschriebene

erste Ausführungsform. Darum wird auf eine Beschreibung der gleichen Konfigurationen wie bei der ersten Ausführungsform verzichtet. Des Weiteren ist es auch möglich, modifizierte Formen der Komponenten, die in der ersten Ausführungsform beschrieben wurden, in dieser Ausführungsform zu verwenden. In [Fig. 7](#) wurden der Polarisationsstrahleiter **60**, die Polarisatoren **70** und **72**, die Projektionslinse **300** und die Projektionsebene **2000** weggelassen.

[0084] Eine Beleuchtungsvorrichtung **1A** umfasst eine Lichtquellenlampe **15**, eine Linsenanordnung **600**, eine erste Durchlasslinse **610**, ein Polarisationsumwandlungselement **40**, eine zweite Durchlasslinse **620** und eine Kollimatorlinse **32**. Diese Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, dass die Linsenanordnung **600**, die aus mehreren Kondensorlinsen besteht, anstelle des Stabes als ein lichtstrahlteilendes optisches Element verwendet wird. Die Beleuchtungsvorrichtung **1A** teilt Licht, das von der Lichtquellenlampe **15** abgegeben wird, mittels der Linsenanordnung **600** in mehrere Teillichtstrahlen, wandelt die Teillichtstrahlen mittels des Polarisationsumwandlungselements **40** in einen Typ von polarisiertem Lichtstrahl um und legt dann den polarisierten Lichtstrahl über eine Anzeigefläche eines Flüssigkristallbausteins **1000**, der eine zu beleuchtende Fläche ist.

[0085] Die Lichtquellenlampe **15** umfasst eine Lichtquelle **11** zum Aussenden von Licht und einen Parabolspiegel **14** zum Sammeln von Licht, das von der Lichtquelle **11** ausgesendet wurde. Der Spiegel ist nicht auf den Parabolspiegel beschränkt, und es ist möglich, entsprechend den Konfigurationen der Linsenanordnung **600**, der Durchlasslinsen **610** und **620**, des Polarisationsumwandlungselements **40** und dergleichen, die der Lichtquellenlampe **15** nachgeordnet sind, auch einen elliptischen Spiegel oder einen Kugelspiegel zu verwenden.

[0086] Die Linsenanordnung **600** hat mehrere Kondensorlinsen **600a**, die im Wesentlichen in einer Matrix angeordnet sind. Die äußere Form jeder Kondensorlinse **600a** ist so eingestellt, dass sie der Form der Anzeigefläche des Flüssigkristallbausteins **1000**, der eine zu beleuchtende Fläche ist, ähnelt. Licht, das von der Lichtquellenlampe **15** auf die Linsenanordnung **600** fällt, wird durch die Lichtsammelwirkung jeder Kondensorlinse **600a** der gestalt in mehrere Teillichtstrahlen geteilt, dass genauso viele Lichtquellenbilder, wie Kondensorlinsen **600a** in der X-Y-Ebene, die im Wesentlichen im rechten Winkel zur optischen Beleuchtungssachse **L** verläuft, vorhanden sind, im Wesentlichen in einer Matrix gebildet werden. Die Kondensorlinsen **600a** werden so eingestellt, dass sie solche Lichtsammaleigenschaften besitzen, dass mehrere Lichtquellenbilder nur auf der Einfallsfläche **45A** (siehe [Fig. 3](#)) des Polarisationsumwandlungselements **40** gebildet werden.

Durch teilweises Verwenden einer dezentralisierten Linse in einem Teil der mehreren Kondensorlinsen **600a** werden bei dieser Ausführungsform die Abstände der zu bildenden Lichtquellenbilder gesteuert.

[0087] Des Weiteren hat die erste Durchlasslinse **610**, die auf der Einfallsseite des Polarisationsumwandlungselements **40** angeordnet ist, ungefähr die gleiche Aufgabe wie die erste Durchlasslinse **50** in der ersten Ausführungsform. Die Anzahl der Kondensorlinsen **610a** in der ersten Durchlasslinse **610** entspricht der Anzahl von Kondensorlinsen **600a**, welche die Linsenanordnung **600** bilden. Bei dieser Ausführungsform ist ein Teil der Kondensorlinsen **610a** als dezentralisierte Linse ausgebildet. Die Konfiguration ist so, dass die Kondensorlinsen **610a** so angeordnet sind, dass sie Positionen entsprechen, wo mehrere Lichtquellenbilder gebildet werden. Die Lichtsammelcharakteristik der Kondensorlinsen **610** wird so eingestellt, dass die Teillichtstrahlen, die durch die Linsenanordnung **600** geteilt werden, nahezu im rechten Winkel in die Einfallsfläche **45A** des Polarisationsumwandlungselements **40** eintreten (siehe [Fig. 3](#)). Weil Licht in die Einfallsfläche **45A** des Polarisationsumwandlungselements **40** mit einem Einfallswinkel nahe 0 Grad eintreten kann, ist es daher möglich, die Polarisationsumwandlungseffizienz zu erhöhen. Obgleich es keine Einschränkungen hinsichtlich der Form jeder Kondensorlinse **610a** gibt, ist eine rechteckige oder sechseckige Form zweckmäßig, weil sie sich leicht gruppieren lassen.

[0088] Die zweite Durchlasslinse **620** hat die gleiche Aufgabe wie die zweite Durchlasslinse **52** in der ersten Ausführungsform, das heißt, die Aufgabe, die Teillichtstrahlen, die durch die Linsenanordnung **600** geteilt wurden, über die Anzeigefläche des Flüssigkristallbausteins **1000**, der eine zu beleuchtende Fläche ist, zu legen. Obgleich die zweite Durchlasslinse **620** in dieser Ausführungsform aus einer achsen-symmetrischen sphärischen Einzellinse besteht, ist sie nicht darauf beschränkt. Es können beispielsweise auch eine Linsenanordnung, eine Fresnel-Linse, eine Linsenkombination aus mehreren Linsen oder dergleichen verwendet werden. Wenn eine solche Linse verwendet wird, so können verschiedene Arten optischer Aberrationen vermieden werden. Die Fresnel-Linse ist günstig für die Verringerung des Gewichts der Beleuchtungsvorrichtung **1A**, weil die Mittendicke der Linse verringert werden kann.

[0089] Bei dieser Ausführungsform ist es ebenfalls möglich, die gleichen Vorteile zu realisieren wie bei der ersten Ausführungsform.

[0090] Obgleich die dezentralisierte Linse teilweise in den Kondensorlinsen **600a** und **610a**, die in dieser Ausführungsform die Linsenanordnung **600** und die erste Durchlasslinse **610** bilden, verwendet wird, ist die dezentralisierte Linse kein Muss. Darüber hinaus

können alle Kondensorlinsen **600a** und **610a** dezentralisierte Linsen sein. Bei dieser Ausführungsform ist es möglich, die Lichtsammelleigenschaften der Kondensorlinsen **600a** der Linsenanordnung **600** dergestalt einzustellen, dass die Anordnungsabstände der Lichtquellenbilder in der Y-Achsen-Richtung verringert werden. Es ist des Weiteren möglich, die Lichtsammelleigenschaften dergestalt einzustellen, dass die Anordnungsabstände in der X-Achsen-Richtung vergrößert werden. Durch ein derartiges Einstellen der Lichtsammelleigenschaften der Kondensorlinsen **600a** ist es möglich, die gleichen Vorteile zu realisieren wie bei der zweiten und dritten Ausführungsform.

E. Fünfte Ausführungsform

[0091] [Fig. 8](#) ist eine horizontale Schnittansicht, welche die schematische Konfiguration einer fünften Ausführungsform zeigt. Die fünfte Ausführungsform ist eine Modifikation der oben beschriebenen vierten Ausführungsform und unterscheidet sich von der vierten Ausführungsform dadurch, dass eine erste Durchlasslinse **612** zwischen dem Polarisationsumwandlungselement **40** und der zweiten Durchlasslinse **620** angeordnet ist. Andere Punkte sind die gleichen wie bei der vierten Ausführungsform. Darum wird auf eine Beschreibung der gleichen Konfiguration wie bei der vierten Ausführungsform verzichtet. Des Weiteren ist es ebenso möglich, modifizierte Formen der Komponenten, die in der vierten Ausführungsform beschrieben wurden, in dieser Ausführungsform zu verwenden. In [Fig. 8](#) wurden der Polarisationsstrahlteiler **60**, die Polarisatoren **70** und **72**, die Projektionslinse **300** und die Projektionsebene **2000** weggelassen.

[0092] Die erste Durchlasslinse **612** ist – wie auch die erste Durchlasslinse **610** in der vierten Ausführungsform – eine Linsenanordnung, die aus mehreren Kondensorlinsen **612a** besteht. Obgleich die erste Durchlasslinse **610** in der vierten Ausführungsform die Aufgabe hat, es den Teillichtstrahlen zu ermöglichen, nahezu im rechten Winkel in die Einfallssfläche **45A** des Polarisationsumwandlungselements **40** einzutreten, hat die erste Durchlasslinse **612** dieser Ausführungsform keine derartige Funktion, weil sie auf der Emissionsseite des Polarisationsumwandlungselements **40** angeordnet ist. Die Konfiguration dieser Ausführungsform verzichtet praktisch auf die erste Durchlasslinse **610** der vierten Ausführungsform. Darum kann die Konfiguration zweckmäßigerweise verwendet werden, wenn Eigenschaften von Licht, das von der Lichtquellenlampe **15** ausgesandt wird, beispielsweise der Parallelismus, ausgezeichnet sind.

[0093] Grundwirkungsweise und Grundeffekt dieser Ausführungsform sind die gleichen wie die Wirkungsweise und der Effekt der vierten Ausführungsform. Gemäß dieser Ausführungsform können jedoch die optischen Verluste verminder werden, weil die An-

zahl der Schnittflächen verringert werden kann, indem die erste Durchlasslinse **612** und die zweite Durchlasslinse **620** optisch kombiniert werden. Weil die erste Durchlasslinse **612** auch die Aufgabe der zweiten Durchlasslinse **620** übernimmt, ist es des Weiteren ebenfalls möglich, auf die zweite Durchlasslinse **620** zu verzichten und die Kosten der Beleuchtungsvorrichtung und des Projektors zu senken.

[0094] Obgleich in dieser Ausführungsform eine Kondensorlinse **612a** der Emissionsfläche **46A** und der Emissionsfläche **45B** (siehe [Fig. 3](#)) des Polarisationsumwandlungselementes **40** entspricht, ist es möglich, die Lichtausnutzungseffizienz der ersten Durchlasslinse **612** weiter zu erhöhen, wenn die Kondensorlinsen **612a** so angeordnet werden, dass eine 1:1-Entsprechung mit der Emissionsfläche **46A** und der Emissionsfläche **45B** des Polarisationsumwandlungselementes **40** hergestellt wird, das heißt, wenn die erste Durchlasslinse **612** mittels der doppelten Anzahl an Kondensorlinsen **612a** von [Fig. 8](#) gebildet wird.

F. Sechste Ausführungsform

[0095] [Fig. 9](#) zeigt die schematische Konfiguration einer sechsten Ausführungsform des Projektors der vorliegenden Erfindung, wobei [Fig. 9\(a\)](#) eine vertikale Schnittansicht aus der X-Achsen-Richtung gesehen ist und [Fig. 9\(b\)](#) eine horizontale Schnittansicht aus der Y-Achsen-Richtung gesehen ist.

[0096] Die sechste Ausführungsform ist eine Modifikation der zuvor beschriebenen vierten Ausführungsform und ist dadurch gekennzeichnet, dass ein afokales optisches System **700**, das als ein reduzierendes optisches System dient, zwischen der Linsenanordnung **600** und der ersten Durchlasslinse **610** angeordnet ist. Andere Punkte sind die gleichen wie bei der vierten Ausführungsform. Darum wird auf eine Beschreibung der gleichen Konfiguration wie bei der vierten Ausführungsform verzichtet. Des Weiteren ist es möglich, modifizierte Formen der Komponenten, die in der vierten Ausführungsform beschrieben wurden, in dieser Ausführungsform zu verwenden. In den [Fig. 9\(a\)](#) und [9\(b\)](#) wurden der Polarisationsstrahlteiler **60**, die Polarisatoren **70** und **72**, die Projektionslinse **300** und die Projektionsebene **2000** weggelassen.

[0097] Das afokale optische System **700** hat die Aufgabe, einen Durchmesser von Gesamtlichtstrahlen zu verringern, ohne den Parallelismus von Licht, das durch dieses System hindurch passiert, nennenswert zu verschlechtern. Bei dieser Ausführungsform besteht das afokale optische System **700** aus einer konvexen Zylinderlinse **710** und einer konkaven Zylinderlinse **712**, die beide nur eine Krümmung in der Y-Achsen-Richtung aufweisen. Die Funktion, die derjenigen der Zylinderlinsen **710** und **712** entspricht, kann auch realisiert werden, indem man eine Linsen-

kombination aus zwei oder mehr Linsen verwendet. In diesem Fall kann die optische Aberration vermindert werden. Die konvexe Zylinderlinse **710** ist auf der Emissionsseite der Linsenanordnung **600** angeordnet und bricht Licht, das durch die konvexe Zylinderlinse **710** hindurch passiert, nur in der Y-Achsen-Richtung, um das Licht zu der optischen Beleuchtungsachse L hin abzulenken. Die konkave Zylinderlinse **712** ist hingegen auf der Einfallssseite der ersten Durchlasslinse **610** angeordnet und kollimiert im Wesentlichen das Licht, das durch die konvexe Zylinderlinse **710** zur optischen Beleuchtungsachse L hin abgelenkt wurde. Weil bei dieser Ausführungsform das afokale optische System **700**, das durch die Zylinderlinsen **710** und **712** gebildet wird, die jeweils nur in der Y-Achsen-Richtung gekrümmt sind, auf diese Weise verwendet wird, kann die Ausbreitung eines Lichtstrahls in der Y-Achsen-Richtung weiter eingeschränkt werden, wodurch es möglich ist, die Polarisationsstrahl trennbarkeit der Polarisationswahlfläche auf einem deutlich hohen Niveau zu halten. Dadurch kann ein sehr helles und kontrastreiches Projektionsbild erzeugt werden. Des Weiteren kann bei dieser Ausführungsform infolge der Einschränkung des Lichtstrahls in der Y-Achsen-Richtung die Größe des Polarisationsumwandlungselements **40** und des Polarisationsstrahlteilers **60** in der Y-Achsen-Richtung verringert werden, wodurch eine Verringerung der Größe und der Kosten der Beleuchtungsvorrichtung und eine Verringerung der Größe und der Kosten des Projektors erreicht werden kann.

[0098] Darüber hinaus kann auch die Projektionslinse **300** verkleinert werden, und es kann ein helles Projektionsbild erzeugt werden, selbst wenn eine Linse mit kleiner Apertur verwendet wird.

[0099] Des Weiteren ist es im Fall dieser Ausführungsform möglich, die Polarisationsstrahl trennbarkeit problemlos auf einem deutlich hohen Niveau zu halten, ohne die Lichtsammeigenschaften der Kondensorlinsen **600a** der Linsenanordnung **600** auf komplizierte Weise einzustellen.

[0100] Obgleich die Zylinderlinsen **710** und **712**, die beide nur eine Krümmung in der Y-Achsen-Richtung aufweisen, in dieser Ausführungsform verwendet werden, kann auch eine Linse, die in zwei Richtung gekrümmt ist, oder eine torische Linse verwendet werden. Dadurch ist es möglich, die Ausbreitung der Gesamtlichtstrahlen in der X-Achsen-Richtung einzuschränken, und die Polarisationsstrahl trennbarkeit der Polarisationswahlfläche **62** kann auf einem höheren Niveau gehalten werden.

G. Beleuchtungsvorrichtung gemäß der siebenten Ausführungsform

[0101] [Fig. 10](#) ist eine vertikale Schnittansicht, welche die schematische Konfiguration einer siebenten

Ausführungsform des Projektors der vorliegenden Erfindung zeigt. Die siebente Ausführungsform ist eine Modifikation der oben beschriebenen sechsten Ausführungsform und ist dadurch gekennzeichnet, dass eine konvexe Zylinderlinse **710**, die ein afokales optisches System **700** bildet, das als ein reduzierendes optisches System dient, auf der Einfallssseite einer Linsenanordnung **600** angeordnet ist, die als ein lichtstrahlteilendes optisches Element dient. Da andere Konfigurationen die gleichen sind wie bei der sechsten Ausführungsform, wird auf ihre Beschreibung verzichtet. Des Weiteren ist es möglich, modifizierte Formen der Komponenten, die in der sechsten Ausführungsform beschrieben wurden, in dieser Ausführungsform zu verwenden. In [Fig. 10](#) wurden der Polarisationsstrahlteiler **60**, die Polarisatoren **70** und **72**, die Projektionslinse **300** und die Projektionsebene **2000** weggelassen.

[0102] Selbst wenn die Position der konvexen Zylinderlinse **710** wie bei dieser Ausführungsform verändert wird, ist es möglich, die gleiche Wirkungsweise und den gleichen Effekt zu erzielen wie bei der sechsten Ausführungsform.

[0103] Eine Konfiguration kann der gestalt sein, dass eine konkave Zylinderlinse **712** auf der Emissionsseite einer ersten Durchlasslinse **610** angeordnet wird.

H. Achte Ausführungsform

[0104] [Fig. 11](#) enthält Schaubilder, die jeweils die schematische Konfiguration einer achten Ausführungsform des Projektors der vorliegenden Erfindung zeigen, wobei [Fig. 11\(a\)](#) eine vertikale Schnittansicht aus der X-Achsen-Richtung gesehen ist und [Fig. 11\(b\)](#) eine horizontale Schnittansicht aus der Y-Achsen-Richtung gesehen ist. Die achte Ausführungsform ist eine Modifikation der zuvor beschriebenen sechsten und siebenten Ausführungsform und ist dadurch gekennzeichnet, dass die Funktion des afokalen optischen Systems **700** an die Linsenanordnung **600** und die erste Durchlasslinse **610** aus der sechsten und siebenten Ausführungsform übertragen wird. Das heißt, eine Linsenanordnung **800**, die als ein lichtstrahlteilendes optisches Element dient, und eine erste Durchlasslinse **810** bilden das afokale optische System, das als ein reduzierendes optisches System dient. Des Weiteren ist es möglich, modifizierte Formen der Komponenten, die in der sechsten und siebenten Ausführungsform beschrieben wurden, in dieser Ausführungsform zu verwenden. In den [Fig. 11\(a\)](#) und [11\(b\)](#) wurden der Polarisationsstrahlteiler **60**, die Polarisatoren **70** und **72**, die Projektionslinse **300** und die Projektionsebene **2000** weggelassen.

[0105] Die Linsenanordnung **800** wird durch mehrere Kondensorlinsen **800a** gebildet, die in einer Matrix

angeordnet sind. Licht, das von einer Lichtquellenlampe **15** ausgesendet wird, wird durch die Lichtsammlwirkung der Kondensorlinsen **800a** dergestalt in mehrere Teillichtstrahlen geteilt, dass genauso viele Lichtquellenbilder gebildet werden, wie Kondensorlinsen **800a** in der X-Y-Ebene, die nahezu im rechten Winkel eine optische Beleuchtungssachse L schneidet, vorhanden sind. Des Weiteren hat die Linsenanordnung **800**, wie die konvexe Zylinderlinse **710** in der sechsten und siebenten Ausführungsform, die Aufgabe, Licht in der Y-Achsen-Richtung so zu brechen, dass es zu der optischen Beleuchtungssachse L hin abgelenkt wird.

[0106] Die erste Durchlasslinse **810** wird durch mehrere Kondensorlinsen **810a** gebildet, die in einer Matrix angeordnet sind. Die Konfiguration ist so, dass die Positionen der Kondensorlinsen **810a** Positionen entsprechen, wo mehrere Lichtquellenbilder gebildet werden. Die Lichtsammelleigenschaften der Kondensorlinsen **810a** werden so eingestellt, dass die Teillichtstrahlen, die durch die Kondensorlinsen **810a** passieren, nahezu im rechten Winkel in die Einfallsoberfläche **45A** des Polarisationsumwandlungselementes **40** eintreten. Des Weiteren hat die erste Durchlasslinse **810**, wie die konkave Zylinderlinse **712** in der sechsten und siebenten Ausführungsform, die Aufgabe, Licht bezüglich der optischen Beleuchtungssachse L im Wesentlichen zu kollimieren.

[0107] Durch diese Ausführungsform ist es auch möglich, die gleiche Wirkungsweise und den gleichen Effekt wie bei der oben beschriebenen sechsten und siebenten Ausführungsform zu erzielen. Da des Weiteren durch die Linsenanordnung **800**, die als das lichtstrahlteilende optische Element dient, und die erste Durchlasslinse **810** die gleiche Funktion wie durch das afokale optische System **700** der sechsten und siebenten Ausführungsform realisiert werden kann, ist es möglich, Verringerungen bei Größe, Gewicht und Kosten der Beleuchtungsvorrichtung zu realisieren, indem die Zahl der Bauteile verringert wird.

I. Beleuchtungsvorrichtung gemäß der neunten Ausführungsform

[0108] [Fig. 12](#) ist eine vertikale Schnittansicht, welche die schematische Konfiguration einer neunten Ausführungsform des Projektors der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0109] Die neunte Ausführungsform ist eine Modifikation der zuvor beschriebenen vierten Ausführungsform und ist dadurch gekennzeichnet, dass ein konkav Linsensystem **900**, das als ein reduzierendes optisches System dient, zwischen einer zweiten Durchlasslinse **620** und einer Kollimatorlinse **32** angeordnet ist. Andere Punkte sind die gleichen wie bei der vierten Ausführungsform. Darum wird auf eine

Beschreibung der gleichen Konfigurationen wie bei der vierten Ausführungsform verzichtet. Des Weiteren ist es auch möglich, modifizierte Formen der Komponenten, die in der vierten Ausführungsform beschrieben wurden, in dieser Ausführungsform zu verwenden. In [Fig. 12](#) wurden der Polarisationsstrahlteiler **60**, die Polarisatoren **70** und **72**, die Projektionslinse **300** und die Projektionsebene **2000** weggelassen.

[0110] Das konkav Linsensystem **900** besteht aus einer Linsenkombination, die durch eine Kombination aus zwei konkaven Linsen **900a** und **900b** gebildet wird, um die optische Aberration zu mindern, und bewirkt eine Komprimierung eines Durchmessers der Gesamtlightstrahlen in der X-Richtung und der Y-Achsen-Richtung. Darum kann die Ausbreitung des Lichtstrahls in der Y-Achsen-Richtung und der X-Achsen-Richtung weiter eingeschränkt werden, wodurch es möglich ist, die Polarisationsstrahl trennbarkeit auf einem deutlich hohen Niveau zu halten. Dadurch kann ein sehr helles und kontrastreiches Projektionsbild erzeugt werden. Des Weiteren kann bei dieser Ausführungsform infolge der Einschränkung des Lichtstrahls in der Y-Achsen-Richtung und der X-Achsen-Richtung die Größe des Polarisationsumwandlungselementes **40** und des Polarisationsstrahlteilers **60** verringert werden, wodurch eine Verringerung der Größe und der Kosten der Beleuchtungsvorrichtung und eine Verringerung der Größe und der Kosten des Projektors erreicht werden kann. Darüber hinaus kann die Projektionslinse **300** verkleinert werden, und es kann ein helles Projektionsbild erzeugt werden, selbst wenn eine Linse mit kleiner Apertur verwendet wird.

[0111] Eine Konfiguration kann dergestalt sein, dass das konkav Linsensystem **900** eine konkav Zylinderlinse ist, die nur eine Krümmung in der Y-Achsen-Richtung aufweist, um die Lichtausbreitung in der Y-Achsen-Richtung einzuschränken. Des Weiteren kann das konkav Linsensystem **900** in dem Projektor verwendet werden, der mit dem Stab arbeitet, wie im Fall der ersten bis dritten Ausführungsform.

J. Zehnte Ausführungsform

[0112] [Fig. 13](#) ist eine schematische horizontale Schnittansicht, die einen hauptsächlichen Teil des Projektors gemäß einer zehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. Diese Ausführungsform ist eine Modifikation des Projektors gemäß der obigen ersten bis neunten Ausführungsform und ist dadurch gekennzeichnet, dass Licht, das von einem Polarisationsstrahlteiler **60** ausgesendet wird, mittels eines keilförmigen Prismas, das als Farbtrennmittel dient, in rotes Licht, blaues Licht und grünes Licht geteilt wird, wobei farbige Lichtanteile in drei Flüssigkristallbausteine vom Reflexionstyp ein-

treten, die entsprechend dem farbigen Licht bereitgestellt sind, um ein Farbbild zu erzeugen. Der in **Fig. 13** gezeigte Konfigurationsteil ist ein Teil, der durch die Konfigurationen ersetzt werden kann, die auf die Kollimatorlinse **32** der ersten bis neunten Ausführungsform folgen. Es wird sowohl auf eine Veranschaulichung als auch eine Beschreibung eines Abschnitts von der Kollimatorlinse **32**, der Projektionslinse **300** und der Projektionsebene **2000** in Richtung der Lichtquelle verzichtet.

[0113] Das Farbtrennmittel **100** wird durch eine Kombination von drei Prismen **100a**, **100b** und **100c** gebildet. Das keilförmige Prisma **100a** ist säulenförmig und hat einen dreieckigen Querschnitt, wobei ein dichroitischer Film R, der rotes Licht reflektiert und andersfarbiges Licht durchlässt, auf einer Oberfläche dieses Prismas neben dem keilförmigen Prisma **100b** ausgebildet ist. Das keilförmige Prisma **100a** ist zwischen dem Polarisationsstrahlteiler **60** und dem keilförmigen Prisma **100b** mit einem sehr geringen Spiel angeordnet. Das keilförmige Prisma **100b** hat eine ähnliche Form wie das keilförmige Prisma **100a**, wobei ein dichroitischer Film B, der blaues Licht reflektiert und andersfarbiges Licht durchlässt, auf der Oberfläche dieses Prismas, das an das keilförmige Prisma **100c** angebondet ist, ausgebildet ist. Das Prisma **100c** ist ein säulenförmiges Prisma mit einem im Wesentlichen trapezförmigen Querschnitt, wobei jede Seite als eine schräge Linie ausgebildet ist. Eine Ebene, die der schrägen Linie des Prismas **100c** entspricht, ist an die Ebene des keilförmigen Prismas **100b**, auf welcher der dichroische Film B für blaues Licht ausgebildet ist, angebondet.

[0114] Ein Flüssigkristallbaustein **1000R** ist ein Flüssigkristallbaustein vom Reflexionstyp, der speziell für rotes Licht vorgesehen ist, und ist so angeordnet, dass er der Ebene zugewandt ist, auf welcher der dichroische Film R für das rote Licht des keilförmigen Prismas **100a** nicht ausgebildet ist und die nicht neben dem Polarisationsstrahlteiler **60** liegt. Des Weiteren ist ein Flüssigkristallbaustein **1000B** ein Flüssigkristallbaustein vom Reflexionstyp, der speziell für das blaue Licht vorgesehen ist, und ist so angeordnet, dass er einer Ebene zugewandt ist, auf welcher der dichroische Film B für das blaue Licht des keilförmigen Prismas **100b** nicht ausgebildet ist und die nicht neben dem keilförmigen Prisma **100a** liegt. Des Weiteren ist ein Flüssigkristallbaustein **1000G** ein Flüssigkristallbaustein vom Reflexionstyp, der speziell für das grüne Licht vorgesehen ist, und ist so angeordnet, dass er einer Ebene zugewandt ist, die einer gegenüberliegenden Seite der schrägen Linie des Prismas **100c** entspricht. Die Grundstrukturen der Flüssigkristallbausteine **1000R**, **1000B** und **1000G** sind die gleichen wie bei dem Flüssigkristallbaustein **1000**, der in den obigen Ausführungsformen verwendet wird, und optische Eigenschaften von Flüssigkristallschichten und Bildpunktelektroden wer-

den entsprechend dem Wellenlängenbereich des entsprechenden farbigen Lichts optimiert.

[0115] Bei dieser Ausführungsform tritt ein polarisierter Lichtstrahl (beispielsweise ein s-polarisierter Lichtstrahl), der von der Beleuchtungsvorrichtung ausgesandt und von einer Polarisationswahlfläche **62** des Polarisationsstrahlteilers **60** reflektiert wurde, zuerst in das keilförmige Prisma **100a** ein, wo er in ein rotes Licht, das von dem dichroischen Film R für das rote Licht reflektiert wird, und ein blaues Licht und ein grünes Licht, das von dem dichroischen Film R für das rote Licht durchgelassen wird, geteilt wird. Das rote Licht, das von dem dichroischen Film R für das rote Licht reflektiert wird, wird an einer Schnittstelle des keilförmigen Prismas **100a**, die dem Polarisationsstrahlteiler **60** zugewandt ist, vollständig reflektiert, tritt dann in den Flüssigkristallbaustein **1000R** für das rote Licht ein und wird anhand von (nicht gezeigten) externen Bildinformationen moduliert. Als nächstes treten das blaue Licht und das grüne Licht, das von dem dichroischen Film R für das rote Licht durchgelassen wird, in das keilförmige Prisma **100b** ein, wo es in ein blaues Licht, das von dem dichroischen Film B für das blaue Licht reflektiert wird, und ein grünes Licht, das von dem dichroischen Film B für das blaue Licht durchgelassen wird, geteilt wird. Das blaue Licht das von dem dichroischen Film B für das blaue Licht reflektiert wird, wird an einer Schnittstelle des keilförmigen Prismas **100b**, die dem des keilförmigen Prisma **100a** zugewandt ist, vollständig reflektiert, tritt dann in den Flüssigkristallbaustein **1000B**, der speziell für das blaue Licht gedacht ist, ein und wird anhand von (nicht gezeigten) externen Bildinformationen moduliert. Schließlich geht das grüne Licht, das von dem dichroischen Film B für das blaue Licht durchgelassen wird, im Wesentlichen geradewegs in das Prisma **100c** hinein, von wo aus es in den Flüssigkristallbaustein **1000G**, der speziell für das grüne Licht gedacht ist, eintritt, und wird anhand von (nicht gezeigten) externen Bildinformationen moduliert.

[0116] Jeder der farbigen Lichtanteile, die durch die Flüssigkristallbausteine **1000R**, **1000B** bzw. **1000G** reflektiert werden, kehrt im Moment des Eintretens auf denselben optischen Weg zurück, um als ein projiziertes Licht synthetisiert zu werden, und tritt erneut in den Polarisationsstrahlteiler **60** ein. Da es sich bei den polarisierten Lichtstrahlen, die anhand der externen Bildinformationen moduliert werden, um p-polarisierte Teillichtstrahlen handelt, werden die polarisierten Lichtstrahlen von der Polarisationswahlfläche **62** durchgelassen und werden durch eine Projektionslinse **300**, die als ein Projektionsmittel dient, vergrößert und auf eine vordere Projektionsebene **2000** projiziert. Drei farbige Lichtanteile, die durch die drei Flüssigkristallbausteine **1000R**, **1000G** bzw. **1000B** moduliert wurden, werden mittels des obigen Verfahrens dergestalt auf die Projektionsebene **2000**

projiziert, dass sie an derselben Position übereinander gelegt werden und ein Farbbild anzeigen. Es kann eine Konfiguration verwendet werden, wobei das Farbtrennmittel **100** an einer Position angeordnet ist, die der Beleuchtungsvorrichtung über den Polarisationsstrahlteiler **60** hinweg gegenüber liegt. In diesem Fall wird der Polarisationszustand von Beleuchtungslicht, das von der Beleuchtungsvorrichtung ausgesandt wird, in den p-polarisierten Zustand vereinheitlicht, so dass s-polarisierte Lichtstrahlen, die von den Flüssigkristallbausteinen **1000R**, **1000G** und **1000B** vom Reflexionstyp ausgesandt werden, in die Projektionslinse **300** eintreten.

[0117] Bei dieser Ausführungsform ist die Größe des Polarisationsstrahlteilers **60** und dergleichen im Vergleich zu der Größe der Flüssigkristallbausteine **1000R**, **1000G** und **1000B** relativ groß, wie in [Fig. 13](#) gezeigt. Insbesondere aus diesem Grund eignet sich die Kombination dieser Ausführungsform mit der fünften bis achten Ausführungsform, bei denen das afokale optische System **700**, das als ein reduzierendes optisches System dient, und das konkave Linsensystem **900** verwendet werden, für die Realisierung einer Verkleinerung des Polarisationsstrahlteilers **60**.

[0118] Gemäß dieser Ausführungsform ist es möglich, den gleichen Vorteil zu realisieren wie bei einer der Ausführungsformen 1 bis 9.

K. Weitere Ausführungsformen

[0119] Die Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung sind nicht auf die oben beschriebenen Beispiele beschränkt, und es sind zahlreiche Modifikationen innerhalb des Geltungsbereichs der Erfindung möglich. Obgleich beispielsweise die Stäbe **20**, **210** und **220** in den obigen Ausführungsformen 1 bis 3 massiv sind und aus lichtleitenden Materialien bestehen, kann der Stab auch ein Hohlzylinder sein, der aus einem Element mit einer lichtreflektierenden Oberfläche, beispielsweise ein Reflexionsspiegel (wobei ein oberflächenreflektierender Spiegel zweckmäßig ist), gebildet wird. In diesem Fall wird Licht durch eine Reflexionsoberfläche reflektiert, die zur Innenseite des Hohlstabes gerichtet ist, und das Licht breitet sich in Luft aus, die im Vergleich zu einem Glasmaterial oder dergleichen einen niedrigen Brechungsindex aufweist. Als Reflexionsoberfläche kann eine Oberfläche eines üblichen Reflexionsspiegels oder eines Reflexionsspiegel, auf dem ein reflexionsverstärkender Film durch einen dielektrischen Körper ausgebildet ist, verwendet werden. Da der Hohlstab mit weniger Gewicht hergestellt werden kann als der massive Stab, der aus einer Masse von lichtleitenden Materialien besteht, ist es möglich, die Kosten der Beleuchtungsvorrichtung unter die Kosten zu senken, die ein massiver Stab verursacht. Weil Luft, die einen Brechungsindex von nahezu 1 hat, in

dem Hohlstab enthalten ist, können überdies die Stäbe **20**, **210** und **220** in Z-Achsen-Richtung kürzer gestaltet werden als im Fall eines massiven Stabes, der einen Brechungsindex von größer als 1 hat, und es besteht die Möglichkeit, die Beleuchtungsvorrichtung und den Projektor zu verkleinern.

[0120] Darüber hinaus kann der Projektor entweder vom Rückprojektionstyp sein, wobei eine Leinwand von hinten bestrahlt wird, oder er kann vom Frontprojektionstyp sein, wobei eine Leinwand von vorn bestrahlt wird.

Patentansprüche

1. Projektor, umfassend:
ein lichtstrahlteilendes optisches Element, um Licht aus einer Lichtquelle in eine Vielzahl von Teillichtstrahlen zu teilen, die eine Vielzahl von Lichtquellenbildern formen;
ein Polarisationsumwandlungselement (**40**), um die Vielzahl von Teillichtstrahlen in einen Typ von polarisierten Lichtstrahl umzuwandeln, der im Wesentlichen in den gleichen Richtungen polarisiert ist;
ein elektrooptisches Gerät (**1000**), um einen Beleuchtungslichtstrahl zu modulieren, der vom Polarisationsumwandlungselement emittiert wird;
eine Projektionslinse (**300**), um Licht zu projizieren, das vom elektrooptischen Gerät moduliert wurde; und
eine Polarisationswahlfläche (**62**), um Licht einer bestimmten polarisierten Komponente zu wählen, die im Beleuchtungslichtstrahl enthalten ist, und um Licht einer bestimmten polarisierten Komponente im Licht zu wählen, das vom elektrooptischen Gerät moduliert wurde, und das Licht zur Projektionslinse hin zu emittieren;
wobei die Richtung der Polarisationsstrahl trennung durch das Polarisationsumwandlungselement die X-Achsen-Richtung ist, wenn als Einfallsebene eine Ebene angenommen wird, die durch die Mittelachse des Beleuchtungslights und eine Normale der Polarisationswahlfläche definiert wird, wobei die Normal-Linie nicht mit der Mittelachse zusammenfällt und von der Polarisationswahlfläche von dem Punkt aus verläuft, an dem die Mittelachse die Wahlfläche schneidet, die Richtung, die parallel zur Einfallsebene liegt und die Mittelachse im rechten Winkel schneidet, als die X-Achsen-Richtung definiert wird, und die Richtung, die die Einfallsebene im rechten Winkel schneidet, als die Y-Achsen-Richtung definiert wird;
wobei das lichtstrahlteilende optische Element so konfiguriert ist, dass die Vielzahl von Lichtquellenbildern in der Y-Achsen-Richtung näher angeordnet sind als in der X-Achsen-Richtung;
wobei das lichtstrahlteilende optische Element eine Linsenanordnung (**600**) ist, die aus einer Vielzahl von Kondensorlinsen besteht, die in der X-Achsen-Richtung und der Y-Achsen-Richtung angeordnet sind; und

wobei ein reduzierendes optisches System (**700**), um die Gesamtquerschnittsgröße des Beleuchtungslichtstrahls in der Y-Achsen-Richtung zu reduzieren, zwischen der Lichtquelle und dem Polarisationsumwandlungselement angeordnet ist.

2. Projektor nach Anspruch 1, wobei das elektro-optische Gerät ein Flüssigkristallgerät reflektierenden Typs ist, das an einer Stelle angeordnet ist, auf welcher Licht einfällt, das entweder durchgelassen oder von der Polarisationswahlfläche reflektiert wird, das einfallende Licht moduliert, und das modulierte Licht von der Einfallsfläche des Lichts emittiert.

3. Projektor nach Anspruch 1, wobei die Vielzahl von Kondensorlinsen Formen aufweisen, die im Wesentlichen der Form einer Anzeigefläche des elektro-optischen Geräts entsprechen.

4. Projektor nach Anspruch 1 oder 3, wobei die Vielzahl von Kondensorlinsen eine dezentralisierte Linse einschließen.

5. Projektor nach Anspruch 1, wobei das reduzierende optische System die Gesamtquerschnittsgröße des Beleuchtungslichtstrahls auch außerdem in der X-Achsen-Richtung reduziert.

6. Projektor nach Anspruch 1 oder 5, wobei das reduzierende optische System mindestens eine Konvexlinse einschließt, die auf einer von der Einfallsseite und der Emissionsseite des lichtstrahlteilenden optischen Elements angeordnet ist, und mindestens eine Konkavlinse, die auf der Einfallsseite des Polarisationsumwandlungselements angeordnet ist.

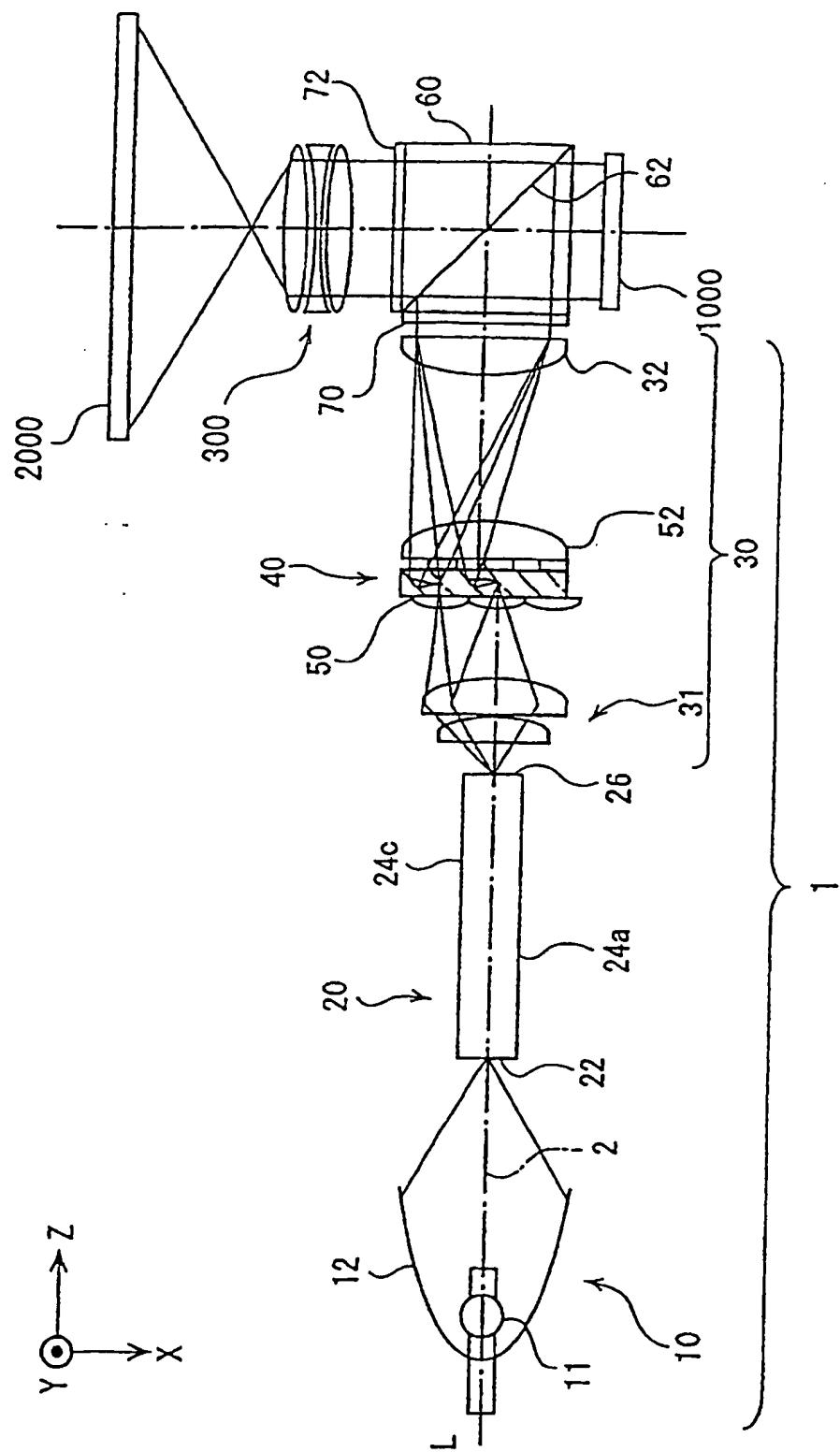
7. Projektor nach einem der Ansprüche 1, 5 und 6, wobei mindestens eine von der Konvexlinse und der Konkavlinse durch eine Kombination von zwei oder mehr Linsen geformt wird.

8. Projektor nach einem der Ansprüche 1 und 5 bis 7, wobei das reduzierende optische System aus einer Zylinderlinse besteht.

9. Projektor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei das Polarisationsumwandlungselement eine Polarisationsstrahl trennungsschicht umfasst, um einen polarisierten Lichtstrahl durchzulassen und den anderen polarisierten Lichtstrahl in zwei Typen von polarisierten Lichtstrahlen zu reflektieren, eine Reflexionsschicht, um den anderen polarisierten Lichtstrahl zu reflektieren, und eine Verzögerungsschicht, um die Polarisationsrichtung der zwei Typen von polarisierten Lichtstrahlen zu vereinen, um die Emissionsrichtungen der zwei Typen von polarisierten Lichtstrahlen zu vereinen.

Es folgen 13 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



[Fig. 1]

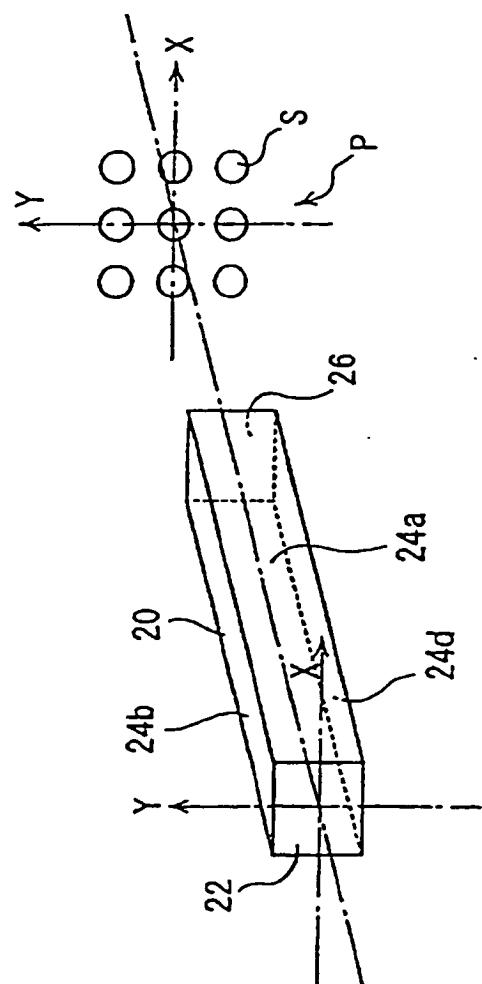
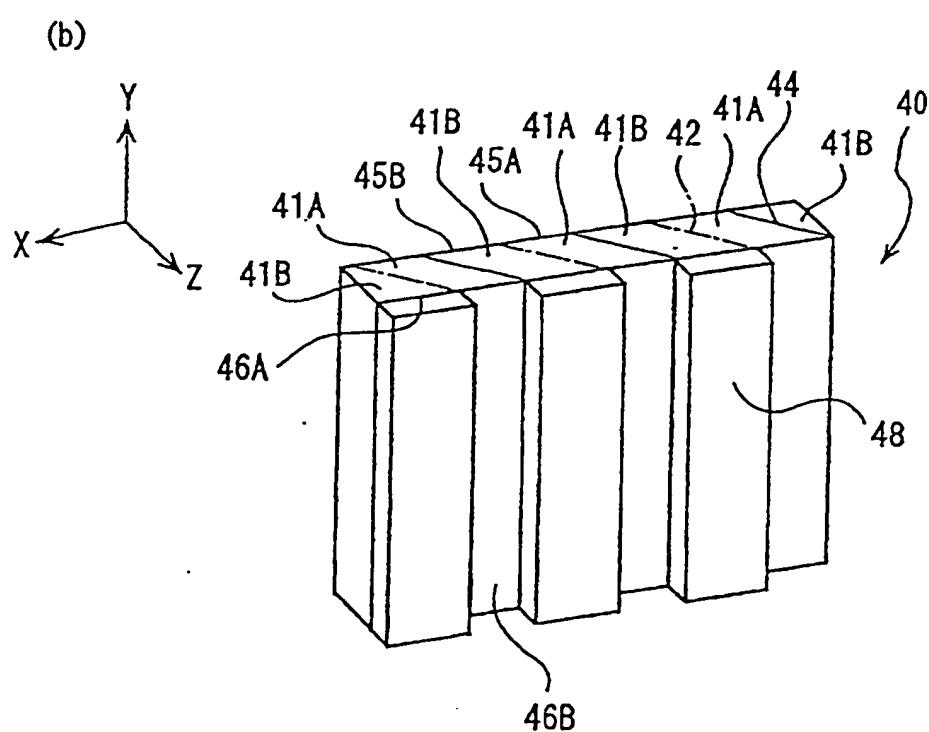
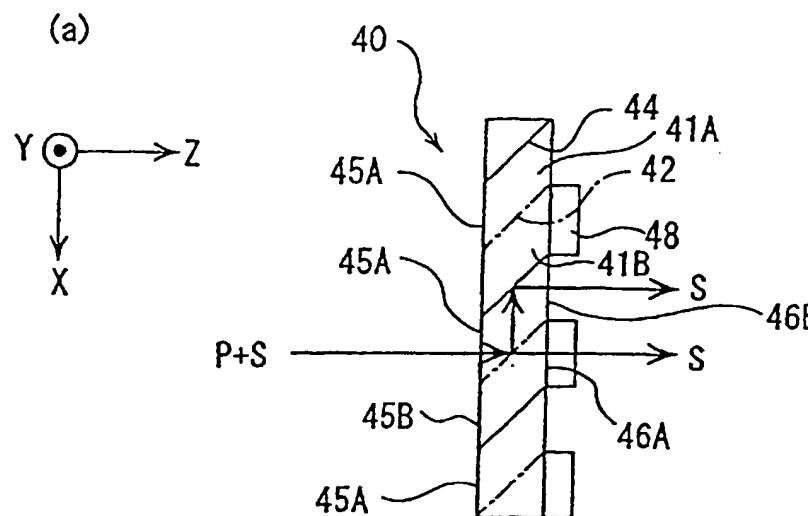
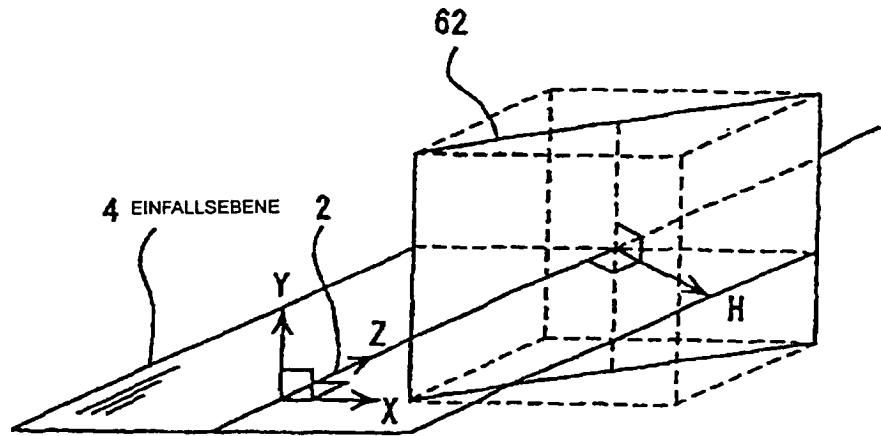


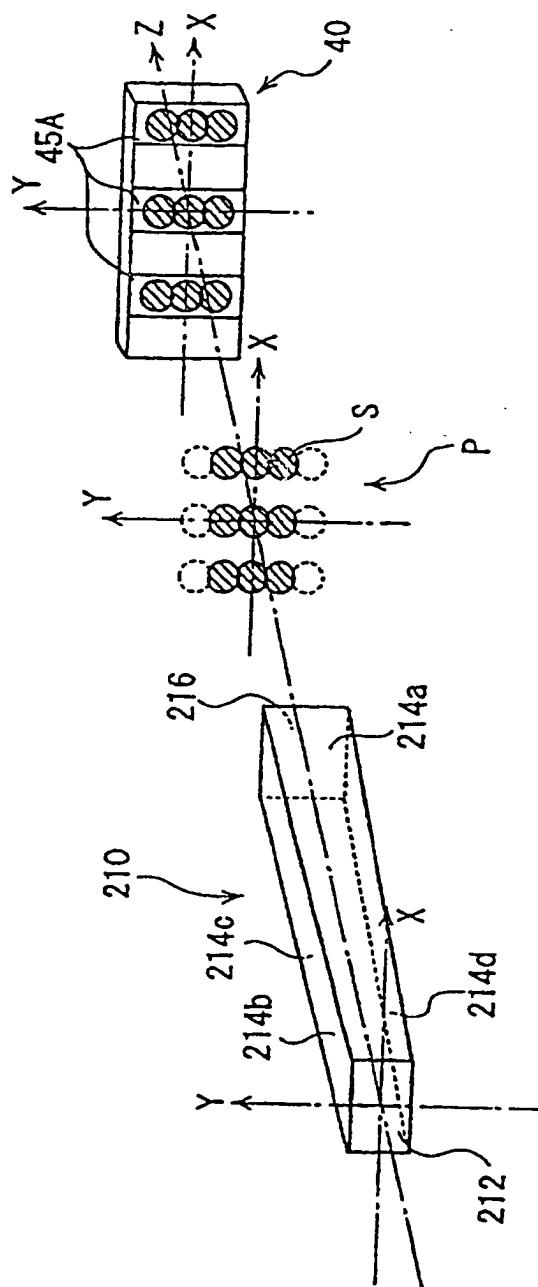
Fig. 2]



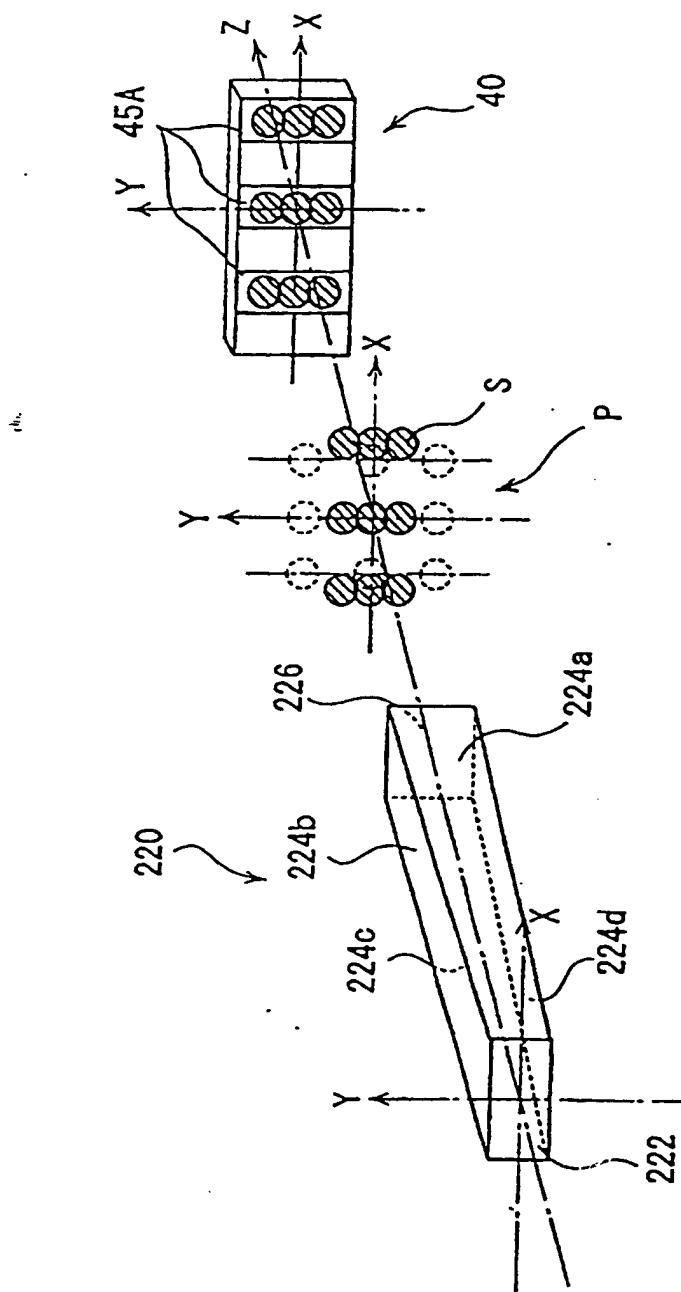
[Fig. 3]



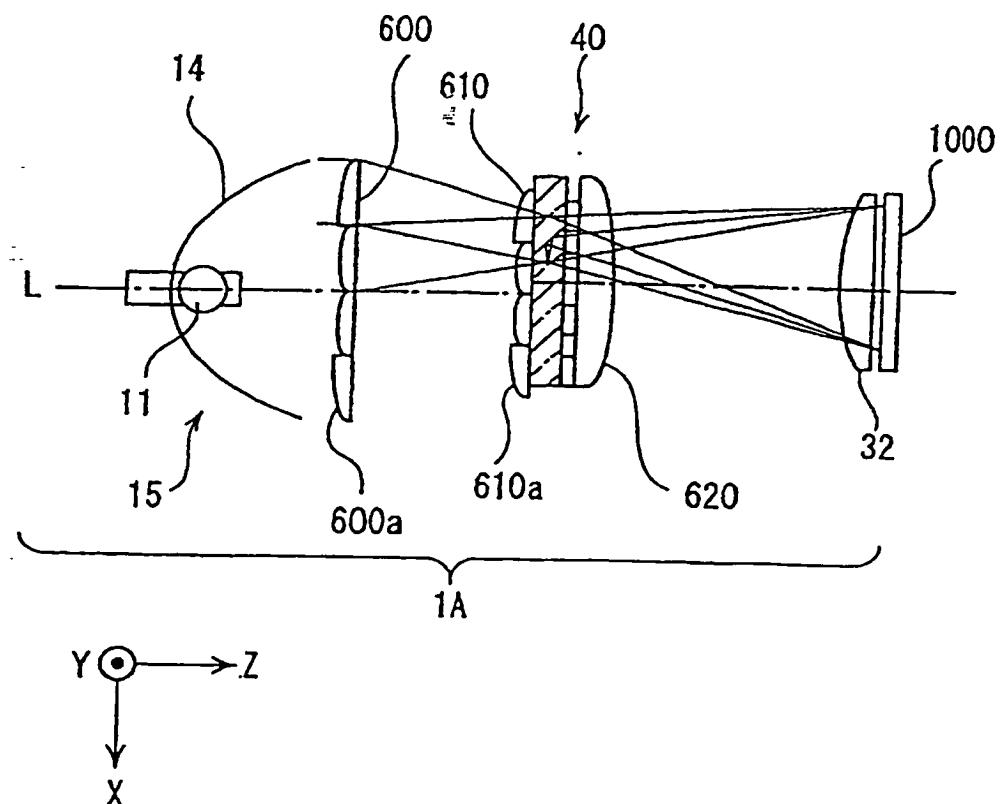
[Fig. 4]



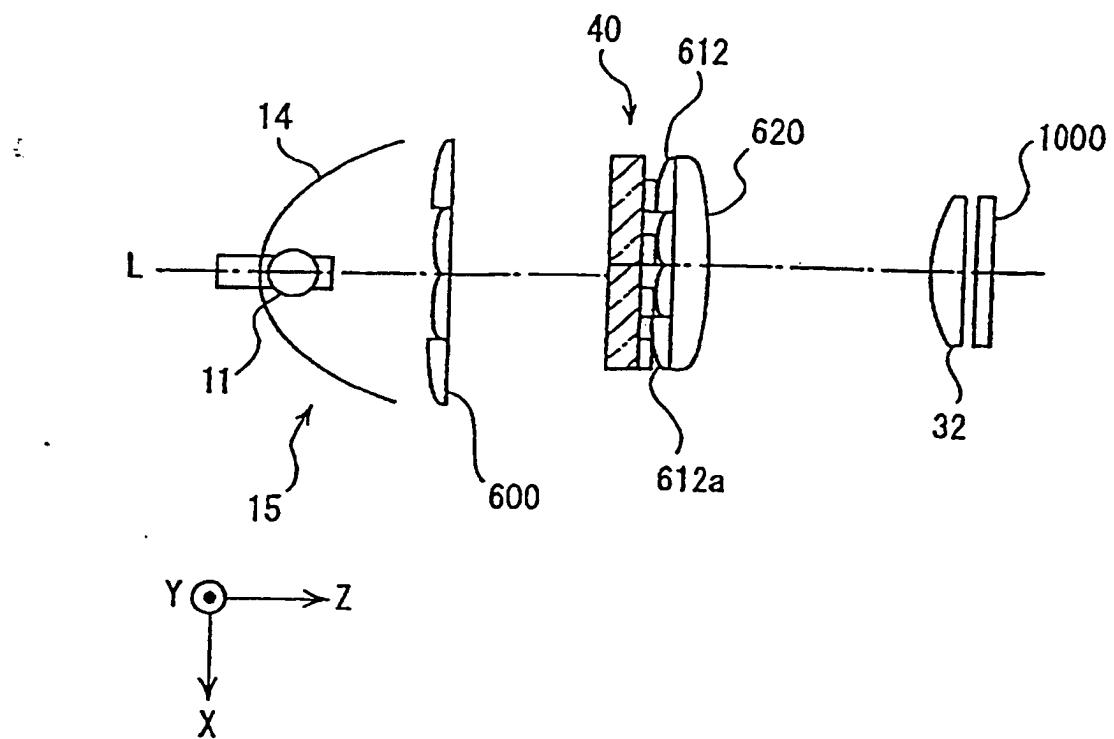
[Fig. 5]



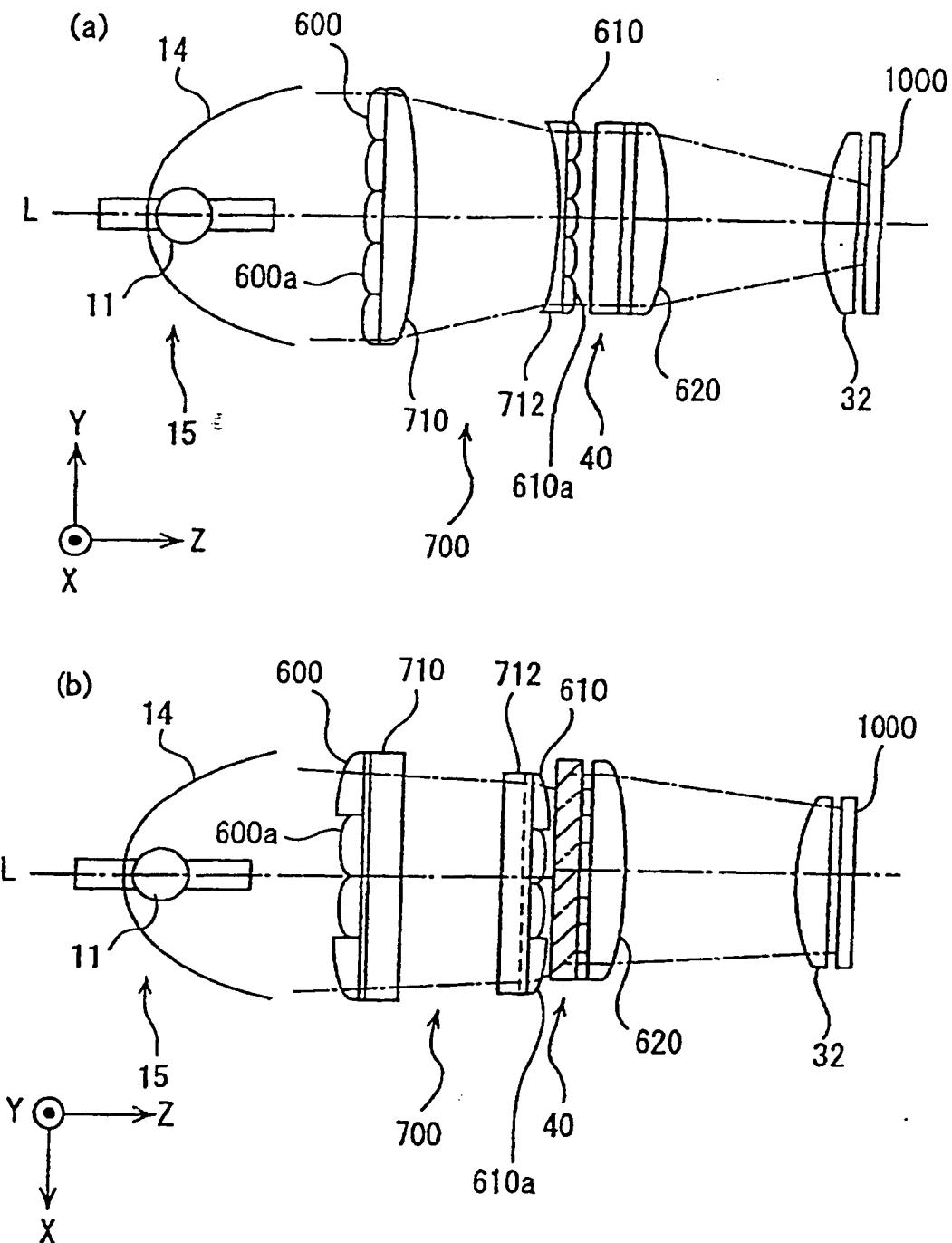
[Fig. 6]



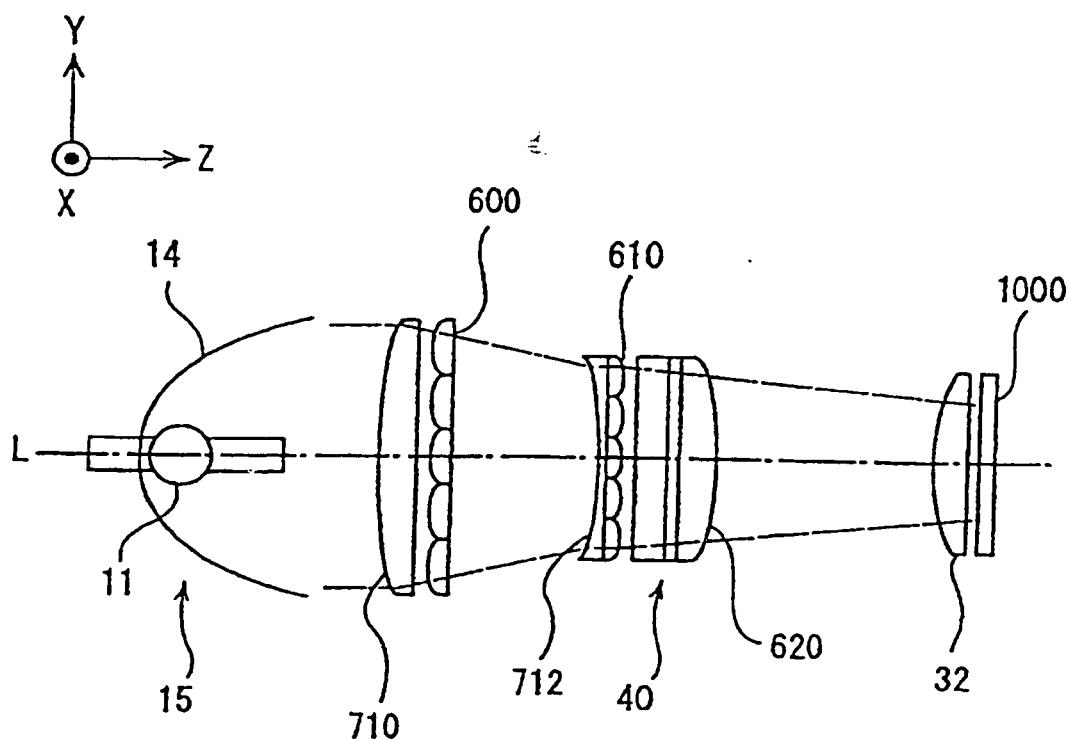
[Fig. 7]



[Fig. 8]

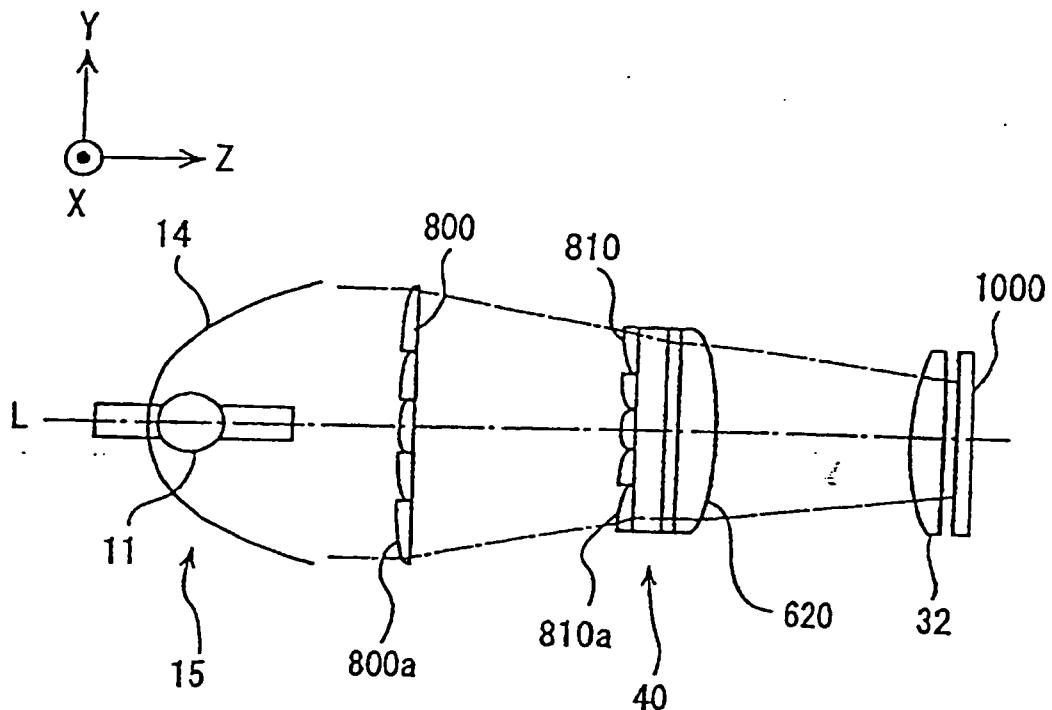


[Fig. 9]

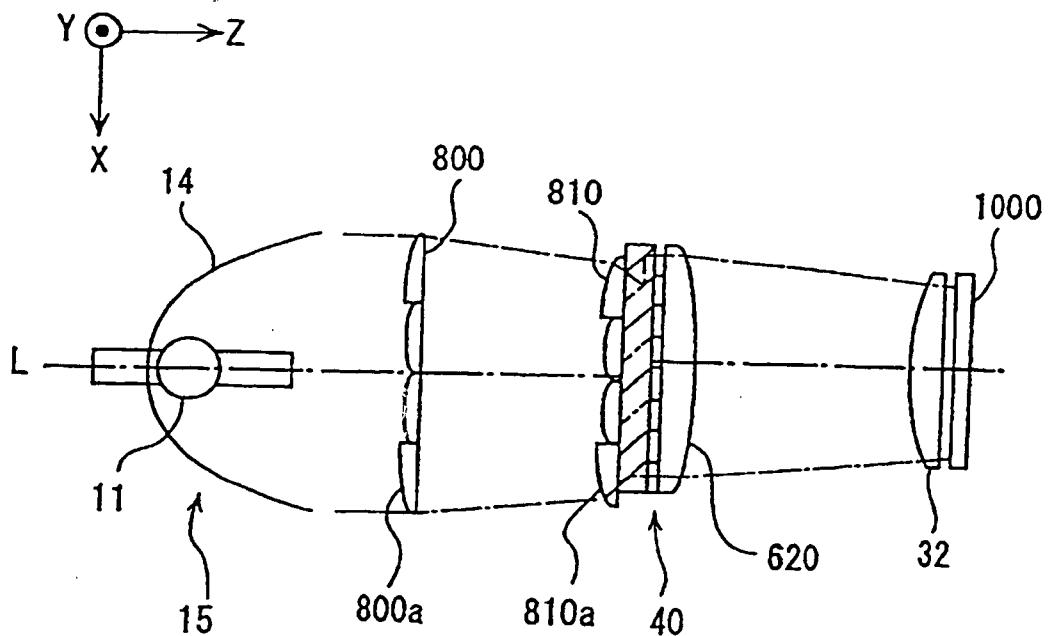


[Fig. 10]

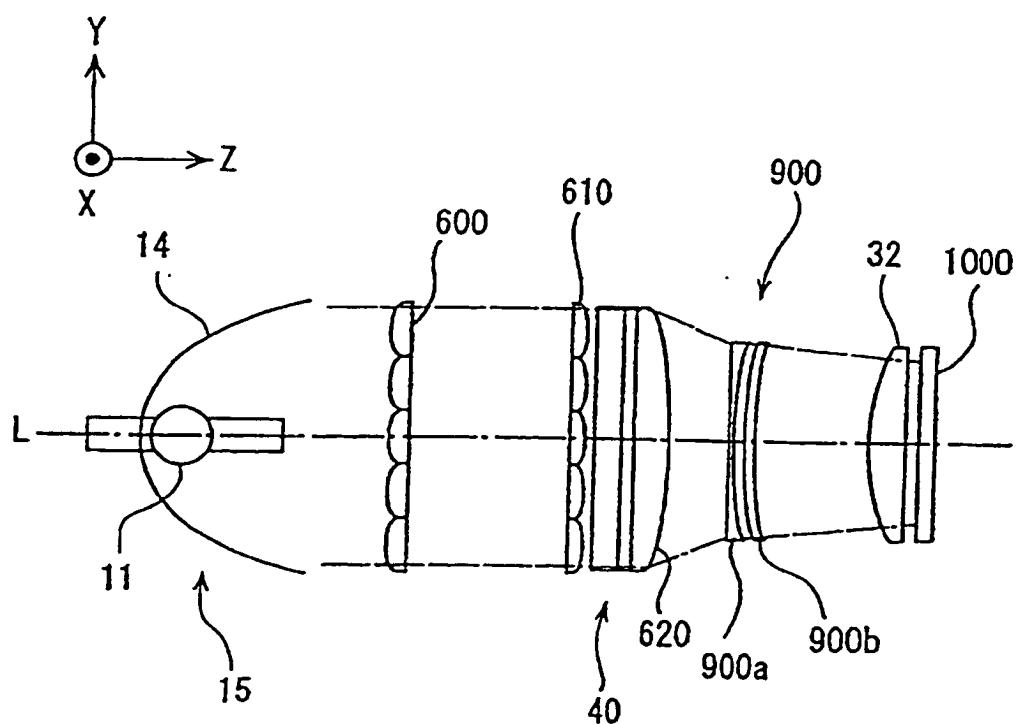
(a)



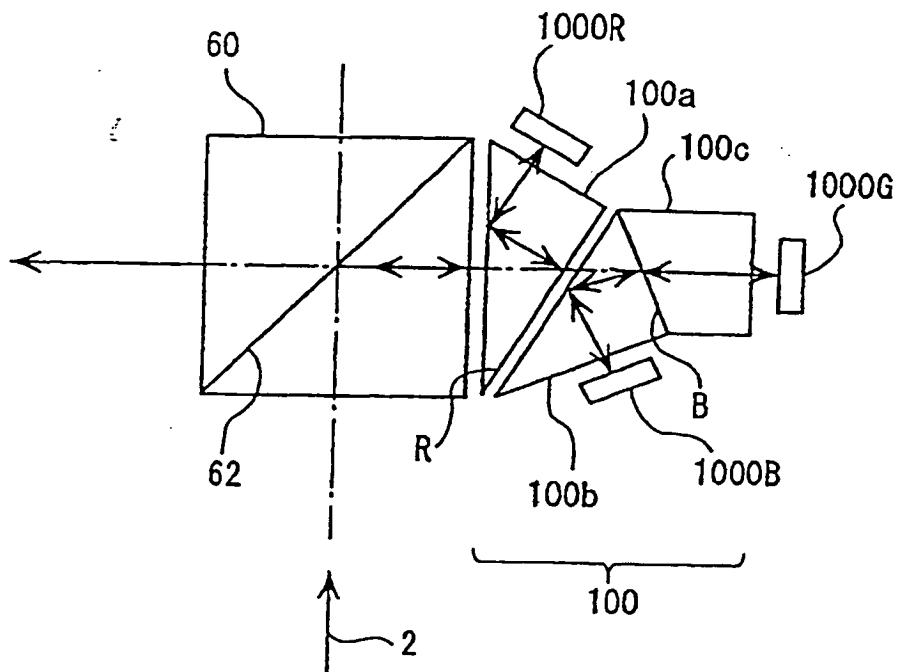
(b)



[Fig. 11]



[Fig. 12]



[Fig. 13]