



(10) **DE 11 2013 004 405 T5** 2015.06.11

(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2014/038434**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2013 004 405.6**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2013/072850**
(86) PCT-Anmeldetag: **27.08.2013**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **13.03.2014**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **11.06.2015**

(51) Int Cl.: **G03B 21/14** (2006.01)
F21S 2/00 (2006.01)
G02B 5/30 (2006.01)
H01S 5/022 (2006.01)
F21Y 101/02 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2012-198116 **10.09.2012** **JP**

(71) Anmelder:
MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION, Tokyo, JP

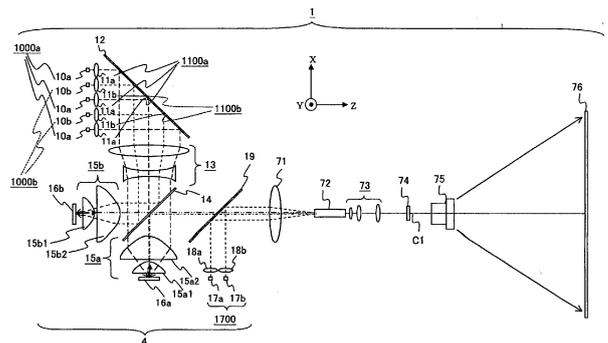
(74) Vertreter:
**HOFFMANN - EITLE Patent- und Rechtsanwälte
PartmbB, 81925 München, DE**

(72) Erfinder:
**Yamada, Akihiro, c/o Mitsubishi Electric Cor,
Tokyo, JP; Sawanaka, Tomohiko, c/o Mitsubishi
Electric Cor, Tokyo, JP; Yagyu, Shinji, c/o
Mitsubishi Electric Corp, Tokyo, JP; Kida, Hiroshi,
c/o Mitsubishi Electric Cor, Tokyo, JP; Samejima,
Kenji, c/o Mitsubishi Electric Corp, Tokyo, JP**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Lichtquellenvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Um eine Lichtverwendungseffizienz zu verbessern, weist eine Lichtquellenvorrichtung (4) eine erste monochromatische Lichtquellengruppe (1000a) auf sowie eine zweite monochromatische Lichtquellengruppe (1000b), ein Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement (14), eine erste Phosphor-Schicht (16a) und eine zweite Phosphor-Schicht (16b). Die erste monochromatische Lichtquellengruppe (1000a) gibt erstes polarisiertes Licht mit einer festen Polarisationsrichtung aus. Die zweite monochromatische Lichtquellengruppe (1000b) gibt zweites polarisiertes Licht mit einer festen Polarisationsrichtung aus. Die erste Phosphor-Schicht emittiert Licht in einem ersten Wellenlängenband. Die zweite Phosphor-Schicht emittiert Licht in einem zweiten Wellenlängenband. Das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement (14) richtet das erste polarisierte Licht auf die erste Phosphor-Schicht, durch Transmittieren des ersten polarisierten Lichts und richtet das zweite polarisierte Licht auf die zweite Phosphor-Schicht, durch Reflektieren des zweiten polarisierten Lichts, und reflektiert das Licht in dem ersten Wellenlängenband, emittiert von der ersten Phosphor-Schicht, und transmittiert das Licht in dem zweiten Wellenlängenband, emittiert von der zweiten Phosphor-Schicht.



Beschreibung

Zusammenfassung der Erfindung

Technisches Gebiet

Durch die Erfindung zu lösende Probleme

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Lichtquellenvorrichtung, und insbesondere eine Lichtquellenvorrichtung, die in einer Projektionsanzeigevorrichtung verwendet wird.

Stand der Technik

[0002] Die Verwendung von LED-(engl. light emitting diode)Lichtquellen mit einer Vielzahl von LEDs, oder von Laserlichtquellen mit einer Vielzahl von Laseremissionselementen, anstelle von Hochdruckquecksilberlampen oder Xenon-Lampen als Lichtquellen für Projektionsanzeigevorrichtungen wurde vorgeschlagen.

[0003] Es besteht jedoch ein Problem darin, dass die Temperaturabhängigkeit von beispielsweise roten Laseremissionselementen hoch ist, die eine Steuerung durch ein Peltier-Element oder dergleichen erfordert, so dass der Kühlmechanismus komplex wird. Ein anderes Problem besteht darin, dass kleine grüne Laseremissionselemente mit einer hohen Ausgabe nicht verfügbar sind. Aus diesen Problemen stammen Vorschläge für Lichtquellenvorrichtungen, die Phosphor verwenden.

[0004] Patentreferenz 1 offenbart eine Lichtquellenvorrichtung, bei der Anregungslicht Phosphor anregt, und der angeregte Phosphor Licht (Ausgangslicht) in einem bestimmten Wellenlängenband ausgibt, wenn dieser in dessen Grundzustand zurückkehrt. Das von der Anregungslichtquelle abgestrahlte Anregungslicht bestrahlt ein Phosphor-Rad. Das Phosphor-Rad weist einen Segmentbereich mit einer Phosphor-Schicht auf, die Licht in einem roten Wellenlängenband emittiert, sowie einen Segmentbereich mit einer Phosphor-Schicht, die Licht in einem grünen Wellenlängenband emittiert, und einen Segmentbereich mit einer Phosphor-Schicht, die Licht in einem blauen Wellenlängenband emittiert. LEDs oder Lichtemissionselemente werden als die Anregungslichtquelle verwendet. Ein Radmotor dreht das Phosphor-Rad, so dass das Anregungslicht den Phosphor der Farbe in jedem Segmentbereich abwechselnd anregt. Patentreferenz 1 schlägt eine Lichtquellenvorrichtung vor, die Ausgangslicht von jeder Farbe (Licht in dem Wellenlängenband von jeder Farbe) abwechselnd ausgibt.

Stand-der-Technik-Referenzen

[0005] Patentreferenz 1: Japanische Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer 2010-85740 (Paragrafen 0042-0048, **Fig. 6**)

[0006] In der Lichtquellenvorrichtung in der Patentreferenz 1 wird jedoch ein jeweiliger Phosphor der drei Farben in Segmentbereichen angeordnet, die in einer separaten Anordnung in der peripheren Richtung des Phosphor-Rads platziert sind. D. h., dass Ausgangslicht von jeder Farbe zu einer unterschiedlichen Zeit ausgegeben wird, wodurch die gesteuerte bzw. kontrollierte Emission des Ausgangslichts von jeder Farbe (des Lichts in dem Wellenlängenband von jeder Farbe) beschränkt wird. Da die Periode beschränkt ist, in der Ausgangslicht von jeder Farbe (Licht in dem Wellenlängenband von jeder Farbe) emittiert wird, bedeutet dies, dass eine Steuerung der Menge des emittierten Lichts jeder Farbe in einer beschränkten Periode stattfinden muss. Die Steuerung des Ausmaßes an emittiertem Licht von jeder Farbe in Übereinstimmung mit dem Eingangsbild ist folglich beschränkt.

[0007] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher in der Bereitstellung einer Lichtquellenvorrichtung, die eine Vielzahl von Lichttypen verwendet, die von einer Vielzahl von Phosphor-Schichten emittiert werden, die Beschränkungen bezüglich der Emissionsperioden abschwächt, und die Steuerbarkeit des Ausmaßes von emittiertem Licht jeder Farbe verbessert.

Mittel zum Lösen des Problems

[0008] Eine Lichtquellenvorrichtung gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung weist eine erste monochromatische Lichtquellengruppe zum Ausgeben ersten polarisierten Lichts mit einer festen Polarisationsrichtung auf sowie eine zweite monochromatische Lichtquellengruppe zum Ausgeben zweiten polarisierten Lichts mit einer festen Polarisationsrichtung, ein Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement, eine erste Phosphor-Schicht zum Emittieren von Licht in einem ersten Wellenlängenband bei Anregung, und eine zweite Phosphor-Schicht zum Emittieren von Licht in einem zweiten Wellenlängenband bei Anregung. Das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement richtet das erste polarisierte Licht auf die erste Phosphor-Schicht, indem das erste polarisierte Licht transmittiert wird, und richtet das zweite polarisierte Licht auf die zweite Phosphor-Schicht, indem das zweite polarisierte Licht reflektiert wird, und reflektiert das Licht in dem ersten Wellenlängenband, emittiert von der ersten Phosphor-Schicht, und transmittiert das Licht in dem zweiten Wellenlängenband, das von der zweiten Phosphor-Schicht emittiert wird.

Effekte der Erfindung

[0009] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird eine Vielzahl von Lichttypen verwendet, die von einer Vielzahl von Phosphor-Schichten emittiert werden, wodurch die Beschränkungen bezüglich der Emissionsperioden abgeschwächt werden können, und die Steuerbarkeit des Ausmaßes an emittiertem Licht jeder Farbe verbessert werden kann.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0010] Fig. 1 ist ein Diagramm zur schematischen Darstellung einer Konfiguration einer Lichtquellenvorrichtung und einer Projektionsanzeigevorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung.

[0011] Fig. 2 ist eine Vorderansicht zur schematischen Darstellung der ersten monochromatischen Lichtquellengruppe und der zweiten monochromatischen Lichtquellengruppe in Fig. 1.

[0012] Fig. 3(a) und Fig. 3(b) sind eine Seitenansicht und eine Vorderansicht zur schematischen Darstellung der Form des Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelements in Fig. 1.

[0013] Fig. 4 ist ein Diagramm zur Darstellung einer Polarisationsseparationscharakteristik und einer Wellenlängenseparationscharakteristik des Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelements in Fig. 1.

[0014] Fig. 5 ist eine Perspektivansicht zur schematischen Darstellung eines Lichtintensitäts-Uniformierungselements in Fig. 1.

[0015] Fig. 6 ist ein Diagramm zur Darstellung einer Polarisationsseparations-Charakteristik und einer Wellenlängenseparationscharakteristik eines anderen Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelements, das in der ersten Ausführungsform verwendet werden kann.

[0016] Fig. 7 ist ein Diagramm zur schematischen Darstellung einer Konfiguration einer Lichtquellenvorrichtung und einer Projektionsanzeigevorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung.

[0017] Fig. 8 ist ein Diagramm zur Darstellung einer Polarisationsseparations-Charakteristik eines Polarisationsauswahlelements in Fig. 7.

[0018] Fig. 9 ist ein Diagramm zur schematischen Darstellung einer Konfiguration einer Lichtquellenvorrichtung und einer Projektionsanzeigevorrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung.

[0019] Fig. 10(a) und Fig. 10(b) sind schematische Vorderansichten zur Darstellung einer Linsenanordnung in Fig. 9.

[0020] Fig. 11 ist ein Diagramm zur schematischen Darstellung einer Konfiguration einer Lichtquellenvorrichtung und einer Projektionsanzeigevorrichtung gemäß einer vierten Ausführungsform der Erfindung.

[0021] Fig. 12 ist ein Diagramm, das einen Referenzstandard einer Achse einer Polarisierung (Polarisationsrichtung) erläutert.

[0022] Fig. 13(a) und Fig. 13(b) sind Diagramme zur Darstellung einer Wellenlängenseparationscharakteristik von zwei in Fig. 11 gezeigten Wellenlängenauswahlelementen.

[0023] Fig. 14 ist ein Diagramm zur Darstellung einer Wellenlängenseparations-Charakteristik, wenn die zwei in Fig. 11 gezeigten Wellenlängenseparationsselemente mit einem einzelnen Wellenlängenauswahlelement implementiert werden.

[0024] Fig. 15 ist ein Diagramm zur Darstellung einer beispielhaften relativen Lichtintensitätskurve (relative Lichtintensität bei jeder Wellenlänge) von Licht, das durch eine Anregung einer Phosphor-Schicht für eine Farbe Grün und einer Phosphor-Schicht für eine Farbe Rot imitiert wird.

[0025] Fig. 16 ist ein Diagramm zur schematischen Darstellung einer Variation der Konfiguration der Lichtquellenvorrichtung und der Projektionsanzeigevorrichtung gemäß der vierten Ausführungsform der Erfindung.

[0026] Fig. 17 ist ein Diagramm zur schematischen Darstellung einer Variation der Konfiguration der Lichtquellenvorrichtung und der Projektionsanzeigevorrichtung gemäß der vierten Ausführungsform der Erfindung.

[0027] Fig. 18 ist ein Diagramm zur Darstellung einer Polarisationsseparations-Charakteristik eines Farbsparationselements.

[0028] Fig. 19 ist ein Diagramm zur schematischen Darstellung einer Konfiguration einer Lichtquellenvorrichtung und einer Projektionsanzeigevorrichtung gemäß einer fünften Ausführungsform der Erfindung.

[0029] Fig. 20 ist ein Diagramm zur Darstellung einer Wellenlängenauswahl-Charakteristik eines Farbsparationselements.

[0030] Fig. 21 ist ein Diagramm zur Darstellung einer Wellenlängenauswahl-Charakteristik eines Farbsparationselements.

[0031] Fig. 22 ist ein Diagramm zur Darstellung einer Wellenlängenauswahl-Charakteristik eines Farbseparationselements.

Modus zum Ausführen der Erfindung

[0032] Eine Lichtquellenvorrichtung, die Phosphor verwendet, ist ebenfalls in der Japanischen Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer 2011-13317 offenbart (im Folgenden als Patentdokument 2 bezeichnet). Patentdokument 2 schlägt eine Lichtquellenvorrichtung vor, die Licht in einem grünen Wellenlängenband und Licht in einem blauen Wellenlängenband abwechselnd ausgibt, mittels einer Matrixanordnung einer Vielzahl von blauen Laserlichtquellen und einem rotierenden Phosphorrad, und rotes Licht von einer unabhängigen Routen-LED ausgibt (siehe zum Beispiel, Paragraphen [0072]–[0088] und Fig. 1, Fig. 8 und Fig. 9 in Patentdokument 2).

[0033] Da diese Lichtquellenvorrichtung eine LED mit einer großen Emissionsoberfläche und einem großen Streuwinkel als eine rote Lichtquelle verwendet, gibt es jedoch ein Problem der geringen Lichtverwendungseffizienz.

[0034] Ein anderes Problem besteht darin, dass die Lichtverwendungseffizienz der Lichtquellenvorrichtungen im Patentdokument 1 und Patentdokument 2 gering ist, da diese ein Phosphorrad verwenden, um Licht unterschiedlicher Farben zu unterschiedlichen Zeiten auszugeben, und Licht unterschiedlicher Farben nicht simultan ausgeben kann. Ein weiteres Problem besteht darin, dass aufgrund von chromatischen Aberrationseffekten Unterschiede in der Fokussierungseffizienz von jeder Farbe auftreten, wenn das Licht jeder Farbe durch das gleiche optische System propagiert. Mit der vorliegenden Erfindung ist es möglich, eine Lichtquellenvorrichtung und eine Projektionsanzeigevorrichtung zu implementieren, welche die chromatischen Aberrationseffekte abschwächen kann.

Erste Ausführungsform

Projektionsanzeigevorrichtung 1

[0035] Fig. 1 ist ein Diagramm zur schematischen Darstellung einer Konfiguration einer Projektionsanzeigevorrichtung 1 mit einer Lichtquellenvorrichtung 4 gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung. Um die Beschreibung zu vereinfachen, zeigt Fig. 1 ein orthogonales XYZ-Koordinatensystem. Die X-Achsenrichtung ist die vertikale Richtung in Fig. 1. Die Richtung von unten nach oben in Fig. 1 ist die positive X-Achsenrichtung; die Richtung von oben nach unten ist die negative X-Achsenrichtung. Eine Linsengruppe 13, ein Lichtreflexionselement 12, erste Kollimationslinsen 11a, zweite Kollimationslinsen 11b, erste monochromatische Lichtquellen 10a und

zweite monochromatische Lichtquellen 10b sind an der positiven X-Achsenrichtung eines Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelements 14 angeordnet. Die Y-Achsenrichtung ist die Richtung senkrecht zu dem Zeichnungsblatt, auf dem Fig. 1 gezeigt ist. Die positive Y-Achsenrichtung ist die Richtung von der rückwärtigen Seite (Rückseite) der Vorderseite des Zeichnungsblatts; die negative Y-Achsenrichtung ist die Richtung von der Vorderseite zu der rückwärtigen Seite (Rückseite) des Zeichnungsblatts. Die Z-Achsenrichtung ist die horizontale Richtung in Fig. 1. Die Richtung von links nach rechts in Fig. 1 ist die positive Z-Achsenrichtung; die Richtung von rechts nach links ist die negative Z-Achsenrichtung. Ein Farbseparationselement 19, eine Fokussierlinse 71, ein Lichtintensitäts-Uniformierungselement 72, eine Relais-Linsengruppe 73, ein Bildanzeigeelement 74, eine Projektionsoptik 75, und ein Bildschirm 76 sind an der positiven Z-Achsenrichtung des Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelements 14 angeordnet. In den folgenden Ausführungsformen ist ein „Farbseparationselement“ ein „Wellenlängenauswahlelement“.

[0036] Die Projektionsanzeigevorrichtung 1 gemäß der ersten Ausführungsform enthält die Lichtquellenvorrichtung 4, das Lichtintensitäts-Uniformierungselement 72, das Lichtanzeigeelement oder ein Lichtventil 74 und die Projektionsoptik 75, wie in Fig. 1 gezeigt. Die Projektionsanzeigevorrichtung 1 kann ferner die Fokussierlinse 71, die Relais-Linsengruppe 73 und den Bildschirm 76 enthalten. Ein Lichtfluss, der von der Lichtquellenvorrichtung 4 ausgegeben wird, wird auf eine Einfallsfläche 72a des Lichtintensitäts-Uniformierungselements 72 durch die Fokussierlinse 71 fokussiert. Nachdem die Lichtintensität durch das Lichtintensitäts-Uniformierungselement 72 uniform bzw. gleichförmig gemacht wird, wird der Lichtfluss von einer Ausgangsoberfläche 72b des Lichtintensitäts-Uniformierungselements 72 ausgegeben, geht durch die Relais-Linsengruppe 73, wird dann einer Modulation unterworfen, ansprechend auf ein eingegebenes Videosignal durch das Lichtventil 74, und wird zu einem Bildlicht. Das Bildlicht wird vergrößert und auf dem Bildschirm 76 projiziert. Fig. 1 zeigt ein Beispiel, bei dem das Lichtventil 74 ein Transmissionsbild-Anzeigeelement ist (zum Beispiel ein Transmissions-Flüssigkristall-Anzeigeelement oder dergleichen). Wenn das Bildanzeigeelement ein Transmissions-Flüssigkristall-Anzeigeelement ist, müssen Polarisationsplatten an einer Einfallsseite und einer Ausgangsseite des Flüssigkristall-Anzeigeelements platziert werden, diese werden jedoch hier der Einfachheit halber weggelassen. Das Lichtventil 74 kann ein reflektierendes Lichtanzeigeelement sein (zum Beispiel ein reflektierendes Flüssigkristall-Anzeigeelement, eine digitale Mikrospiegelvorrichtung (DMD) oder dergleichen). Die Projektionsanzeigevorrichtung 1 kann eine rückwärtsseitige projektionsartige Konfiguration aufwei-

sen, bei der der Bildschirm **76** durchlässig ist und das angezeigte Bild durch den Bildschirm beobachtet wird (von einer Position an der positiven Z-Achse des Bildschirms **76**). Alternativ kann die Projektionsanzeigevorrichtung **1** eine vorderseitige projektionsartige Konfiguration aufweisen, bei der das angezeigte Bild von der Vorderseite des Bildschirms beobachtet wird (von einer Position an der negativen Z-Achse des Bildschirms **76**). Die Formen und Anordnung der Fokussierlinse **71**, des Lichtintensitäts-Uniformierungselements **72**, der Relais-Linsengruppe **73**, des Lichtventils **74**, der Projektionsoptik **75** und des Bildschirms **76** sind nicht auf das dargestellte Beispiel beschränkt; viele Variationen sind möglich. Der Ausdruck „Lichtventil“ bezeichnet ein Bildanzeigeelement. Das „Bildanzeigeelement“ ist ein Element zum Wandeln von Licht in Bildlicht. Der Ausdruck „Bildlicht“ bezeichnet Licht, das eine Bildinformation trägt (zum Beispiel Licht, das gemäß einer Bildinformation räumlich moduliert wurde). Ein Beispiel der Verwendung eines Lichtventils wird im Folgenden erläutert.

Lichtquellenvorrichtung 4

[0037] Wie in **Fig. 1** gezeigt, enthält die Lichtquellenvorrichtung **4** in der ersten Ausführungsform eine erste monochromatische Lichtquellengruppe **1000a**, eine zweite monochromatische Lichtquellengruppe **1000b**, ein Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement (auch als ein „Polarisationsauswahl-Wellenlängenauswahl-Element“ bezeichnet) **14**, eine erste Phosphor-Schicht **16a** und eine zweite Phosphor-Schicht **16b**. Die Lichtquellenvorrichtung **4** in der ersten Ausführungsform kann ferner eine erste Kollimationslinsengruppe **1100a**, eine zweite Kollimationslinsengruppe **1100b**, ein Lichtreflexionselement **12**, eine Linsengruppe **13**, eine erste Fokussierlinsengruppe **15a** und eine zweite Fokussierlinsengruppe **15b** enthalten. Die Lichtquellenvorrichtung **4** in der ersten Ausführungsform kann darüber hinaus dritte monochromatische Lichtquellen **17a**, **17b**, dritte Kollimationslinsen **18a**, **18b** und ein Farbeseparationselement **19** enthalten, wie in **Fig. 1** gezeigt.

[0038] Erste monochromatische Lichtquellengruppe **1000a** und zweite monochromatische Lichtquellengruppe **1000b** **Fig. 2** ist eine Vorderansicht zur schematischen Darstellung der ersten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000a** und der zweiten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000b** in **Fig. 1**. Die ersten monochromatischen Lichtquellen **10a** und die zweiten monochromatischen Lichtquellen **10b** in **Fig. 2** wechseln sich in zwei orthogonalen Richtungen ab. Die „zwei orthogonalen Richtungen“ sind die vertikale Richtung und die horizontale Richtung in **Fig. 2**. Die erste monochromatische Lichtquellengruppe **1000a** enthält eine Vielzahl erster monochromatischer Lichtquellen **10a**. Die ersten monochromatischen

romatischen Lichtquellen **10a** geben ein erstes polarisiertes Licht mit einer festen Polarisationsrichtung aus. Die erste Kollimationslinsengruppe **1100a** enthält eine Vielzahl erster Kollimationslinsen **11a**. Die ersten monochromatischen Lichtquellen **10a** und die ersten Kollimationslinsen **11a** sind in einer 1-zu-1-Beziehung. Die Lichtausgabe von den ersten monochromatischen Lichtquellen **10a** wird durch die ersten Kollimationslinsen **11a** kollimiert. Andere Anordnungen der Vielzahl erster monochromatischer Lichtquellen **10a** können verwendet werden. Der Ausdruck „polarisiertes Licht“ bezeichnet Licht, das eine feste Polarisationsrichtung aufweist; „Licht mit einer festen Polarisationsrichtung“ ist zum Beispiel linear polarisiertes Licht, dessen Polarisationsebene auf eine einzelne Ebene beschränkt ist. Linear polarisiertes Licht, dessen Polarisationsebene auf eine einzelne Ebene beschränkt ist, wird hier der Einfachheit halber als polarisiertes Licht bezeichnet, es wird jedoch auch eine Ausgabe elliptisch polarisierten Lichts neben linear polarisiertem Licht in Erwägung gezogen. Elliptisch polarisiertes Licht kann die gleichen Effekte wie linear polarisiertes Licht erzeugen.

[0039] Die zweite monochromatische Lichtquellengruppe **1000b** enthält eine Vielzahl zweiter monochromatischer Lichtquellen **10b**. Die zweiten monochromatischen Lichtquellen **10b** geben zweites polarisiertes Licht mit einer festen Polarisationsrichtung aus. Die Polarisationsrichtung des zweiten polarisierten Lichts unterscheidet sich um 90 Grad von der Polarisationsrichtung des ersten polarisierten Lichts. Die zweite Kollimationslinsengruppe **1100b** enthält eine Vielzahl zweiter Kollimationslinsen **11b**. Die zweiten monochromatischen Lichtquellen **10b** und die zweiten Kollimationslinsen **11b** sind in einer 1-zu-1-Beziehung. Licht, das von den zweiten monochromatischen Lichtquellen **10b** ausgegeben wird, wird durch die zweiten Kollimationslinsen **11b** kollimiert. Andere Anordnungen der Vielzahl zweiter monochromatischer Lichtquellen **10b** können ebenso verwendet werden.

[0040] Jede der Vielzahl erster monochromatischer Lichtquellen **10a** ist zum Beispiel ein blaues Laserlicht-Emissionselement (blaue Laserdiode). Jede der Vielzahl zweiter monochromatischer Lichtquellen **10b** ist zum Beispiel ein blaues Laserlicht-Emissionselement (blaue Laserdiode). Die erste Ausführungsform beschreibt einen Fall, bei dem das Wellenlängenband des von den ersten monochromatischen Lichtquellen **10a** ausgegebenen Lichts und das Wellenlängenband von der zweiten monochromatischen Lichtquelle **10b** emittierten Lichts gleich sind. Das Wellenlängenband des Lichts, das von den ersten monochromatischen Lichtquellen **10a** ausgegeben wird, kann sich jedoch von dem Wellenlängenband des Lichts unterscheiden, das von den zweiten monochromatischen Lichtquellen **10b** ausgegeben wird.

[0041] Das Licht (zum Beispiel blaues Laserlicht), das von den ersten monochromatischen Lichtquellen **10a** emittiert wird, ist das erste polarisierte Licht mit einer festen Polarisationsrichtung. Das Licht (zum Beispiel blaues Laserlicht), das von der zweiten monochromatischen Lichtquelle **10b** emittiert wird, ist das zweite polarisierte Licht mit einer festen Polarisationsrichtung. Die Polarisationsrichtung des ersten polarisierten Lichts unterscheidet sich um 90 Grad von der Polarisationsrichtung des zweiten polarisierten Lichts. Das erste polarisierte Licht, das auf das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** einfällt, ist zum Beispiel ein b-polarisiertes Licht und das zweite polarisierte Licht ist ein s-polarisiertes Licht.

[0042] Erste Kollimationslinsengruppe **1100a** und zweite Kollimationslinsengruppe **1100b** Die erste Kollimationslinsengruppe **1100a** enthält die Vielzahl erster Kollimationslinsen **11a**. Die ersten monochromatischen Lichtquellen **10a** und die ersten Kollimationslinsen **11a** sind in einer 1-zu-1-Beziehung. Die Lichtausgabe von den ersten monochromatischen Lichtquellen **10a** wird durch die ersten Kollimationslinsen **11a** kollimiert.

[0043] Die zweite Kollimationslinsengruppe **1100b** enthält die Vielzahl zweiter Kollimationslinsen **11b**. Die zweiten monochromatischen Lichtquellen **10b** und die zweiten Kollimationslinsen **11b** sind in einer 1-zu-1-Beziehung. Die Lichtausgabe von den zweiten monochromatischen Lichtquellen **10b** wird durch die zweiten Kollimationslinsen **11b** kollimiert.

[0044] Die erste Kollimationslinsengruppe **1100a** und die zweite Kollimationslinsengruppe **1100b** können jeweils eine einzelne einheitliche Linsenanordnung sein. Wenn die erste Kollimationslinsengruppe **1100a** und die zweite Kollimationslinsengruppe **1100b** jeweils eine einzelne einheitliche Linsenanordnung sind, ist es möglich, die Reduzierung der Lichtverwendungseffizienz abzuschwächen, die durch Installationsvariationen der ersten Kollimationslinsen **11a** und der zweiten Kollimationslinsen **11b** verursacht wird. „Installationsvariationen“ werden durch eine Linsen-Exzentrizität usw. verursacht. Eine „Exzentrizität“ bedeutet, dass eine optische Achse einer Linse oder eines optischen Elements von einer beabsichtigten optischen Achse abweicht. Eine Exzentrizität enthält eine Exzentrizität (die Zentrierung), die aus einem Offset einer optischen Achse einer Linse oder eines optischen Elements in einer Ebene senkrecht zu einer idealen optischen Achse entsteht, und eine Exzentrizität (Neigung), die entsteht, wenn eine optische Achse einer Linse oder eines optischen Elements bezüglich einer idealen optischen Achse geneigt oder rotiert ist. Wenn Plastik verwendet wird, um die erste Kollimationslinsengruppe **1100a** und die zweite Kollimationslinsengruppe **1100b** als einzelne einheitliche Linsenanordnungen auszubilden,

können zum Beispiel Installationsvariationen der ersten Kollimationslinse **11a** und der zweiten Kollimationslinse **11b** durch eine Formpräzision und eine Ausbildungspräzision unterdrückt werden.

Lichtreflexionselement **12**

[0045] Das Lichtreflexionselement **12** beugt dem Lichtweg des ersten polarisierten Lichts, das von den ersten monochromatischen Lichtquellen **10a** ausgegeben wurde, und die ersten Kollimationslinsen **11a** passiert hat, um 90 Grad. Das Lichtreflexionselement **12** beugt darüber hinaus den Lichtweg des zweiten polarisierten Lichts, das von den zweiten monochromatischen Lichtquellen **10b** ausgegeben wurde, und die zweiten Kollimationslinsen **11b** passiert hat, um 90 Grad. Die Lichtreflexionsoberfläche des Lichtreflexionselements **12** ist bevorzugt zum Beispiel mit einer Silberbeschichtung ausgebildet, die blaues Licht effizient reflektieren kann. Gemäß **Fig. 1** ist es ebenso möglich, das erste polarisierte Licht und das zweite polarisierte Licht auf die Linsengruppe **13** einfallen zu lassen, ohne das Lichtreflexionselement **12** zu verwenden oder deren Lichtwege zu beugen. Die Größe der Lichtquellenvorrichtung **4** kann dadurch reduziert werden, indem dessen Länge in der X-Achsenrichtung verkürzt wird.

Linsengruppe **13**

[0046] Die Linsengruppe **13** weist Funktionen auf, wie zum Beispiel ein Kollimieren und Reduzieren des Durchmessers des Lichtflusses von dem Lichtreflexionselement **12**. Die Linsengruppe **13** enthält zum Beispiel eine erste Linse oder eine zweite Linse. Die Konfiguration der Linsengruppe **13** ist jedoch nicht auf das in **Fig. 1** gezeigte Beispiel beschränkt. Die Linsengruppe **13** kann aus einer einzelnen Linse bestehen. Die Linsengruppe **13** kann darüber hinaus aus drei oder mehr Linsen bestehen. Die Lichtquellenvorrichtung **4** kann ohne die Linsengruppe **13** konfiguriert sein. Die folgenden Ausführungsformen zeigen optische Elemente zum Reduzieren des Durchmessers des Lichtflusses als die Linsengruppe.

[0047] Erste Fokussierlinsengruppe **15a** und zweite Fokussierlinsengruppe **15b** Die erste Fokussierlinsengruppe **15a** fokussiert das erste polarisierte Licht in Kombination mit der Linsengruppe **13**. Die erste Fokussierlinsengruppe **15a** enthält eine erste Fokussierlinse **15a1** und eine zweite Fokussierlinse **15a2**. Die Konfiguration der ersten Fokussierlinsengruppe **15a** ist jedoch nicht auf das in **Fig. 1** gezeigte Beispiel beschränkt. Die erste Fokussierlinsengruppe **15a** kann aus einer einzelnen Linse bestehen. Die erste Fokussierlinsengruppe **15a** kann darüber hinaus aus drei oder mehr Linsen bestehen. Unter Berücksichtigung einer einzelnen oder Mehrfachlinsen-Konfiguration kann die erste Fokussierlinsengruppe

15a als ein erstes Fokussierelement **15a** bezeichnet werden.

[0048] Die zweite Fokussierlinsengruppe **15b** fokussiert das zweite polarisierte Licht in Kombination mit der Linsengruppe **13**. Die zweite Fokussierlinsengruppe **15b** enthält eine erste Fokussierlinse **15b1** und eine zweite Fokussierlinse **15b2**. Die Konfiguration der zweiten Fokussierlinsengruppe **15b** ist jedoch nicht auf das in **Fig. 1** gezeigte Beispiel beschränkt. Die zweite Fokussierlinsengruppe **15b** kann aus einer einzelnen Linse bestehen. Die zweite Fokussierlinsengruppe **15b** kann darüber hinaus aus drei oder mehr Linsen bestehen. Unter Berücksichtigung einer einzelnen oder Mehrfachlinsen-Konfiguration kann die zweite Fokussierlinsengruppe **15b** als ein erstes Fokussierelement **15a** bezeichnet werden.

Erste Phosphor-Schicht **16a** und zweite Phosphor-Schicht **16b**

[0049] Die erste Phosphor-Schicht **16a** empfängt das erste polarisierte Licht als ein Anregungslicht. Die erste Phosphor-Schicht **16a** wird durch das erste polarisierte Licht angeregt und emittiert dadurch Licht in einem ersten Wellenlängenband. Das Licht in dem ersten Wellenlängenband ist zum Beispiel ein Licht in einem Routenwellenlängenband.

[0050] Die zweite Phosphor-Schicht **16b** empfängt das zweite polarisierte Licht als ein Anregungslicht. Die zweite Phosphor-Schicht **16b** wird durch das zweite polarisierte Licht angeregt und emittiert dadurch Licht in einem zweiten Wellenlängenband. Das Licht in dem zweiten Wellenlängenband ist zum Beispiel ein Licht in einem grünen Wellenlängenband.

Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14**

[0051] Die **Fig. 3(a)** und **Fig. 3(b)** sind eine Seitenansicht und eine Vorderansicht zur schematischen Darstellung der Form des Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelements **14** in **Fig. 1**. **Fig. 3(a)** ist die Seitenansicht. **Fig. 3(b)** ist die Vorderansicht. Das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** weist eine Polarisationsauswahlfunktion und eine Wellenlängenauswahlfunktion auf. Die „Polarisationsauswahlfunktion“ ist eine Funktion, die Licht gemäß der Polarisationsrichtung des Lichts reflektiert oder transmittiert. Die „Wellenlängenauswahlfunktion“ ist eine Funktion, die Licht gemäß der Wellenlänge des Lichts reflektiert oder transmittiert. Insbesondere weist das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** die Eigenschaft zum Transmittieren von p-polarisiertem Licht und zum Reflektieren von s-polarisiertem Licht (eine Polarisationsauswahlfunktion) und eine Eigenschaft zum Separieren von Farben auf, die in einem

dielektrischen Mehrschichtfilm ausgebildet werden (eine Wellenlängenauswahlfunktion).

[0052] Das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** überträgt das erste polarisierte Licht mittels dessen Polarisationsauswahlfunktion. Die erste Fokussierlinsengruppe **15a** sammelt das erste polarisierte Licht und richtet das gesammelte Licht auf die erste Phosphor-Schicht **16a**. Das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** reflektiert das zweite polarisierte Licht mittels dessen Polarisationsauswahlfunktion. Die zweite Fokussierlinsengruppe **15b** sammelt das zweite polarisierte Licht und richtet das gesammelte Licht auf die zweite Phosphor-Schicht **16b**.

[0053] Das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** verwendet dessen Wellenlängenauswahlfunktion zur Reflektion des Lichts in dem ersten Wellenlängenband, das von der ersten Phosphor-Schicht **16a** emittiert wird. Das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** verwendet dessen Wellenlängenauswahlfunktion zum Übertragen des Lichts in dem zweiten Wellenlängenband, das von der zweiten Phosphor-Schicht **16b** emittiert wird.

[0054] **Fig. 4** ist ein schematisches Diagramm zur Darstellung einer optischen Transmissions-Charakteristik des Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelements **14** bezüglich der Wellenlänge. In **Fig. 4** stellt die horizontale Achse eine Wellenlänge [nm] von Licht dar, und die vertikale Achse stellt eine optische Lichtdurchlässigkeit bzw. Transmittanz [%] dar. Eine Kurve **200p** stellt die optische Transmissions-Charakteristik für p-polarisiertes Licht dar, das auf das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** fällt. Die Kurve **200p** ist durch eine Punkt-Strich-Linie gezeigt. Eine Kurve **200s** zeigt die optische Transmissions-Charakteristik für s-polarisiertes Licht, das auf das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** fällt. Die Kurve **200s** ist durch eine gepunktete Linie gezeigt.

[0055] Wie durch die Kurven **200p** und **200s** gezeigt, weist das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** unterschiedliche optische Transmissions-Charakteristika für p-polarisiertes Licht und s-polarisiertes Licht auf. Die Kurve **200p** in **Fig. 4** zeigt zum Beispiel, dass die optische Lichtdurchlässigkeit von einer Wellenlänge von 430 nm (genauer gesagt in der Nähe von 430 nm) ansteigt, und zu 100% wird, bei einer Wellenlänge von 445 nm (genauer gesagt in der Nähe von 445 nm). Die Kurve **200p** zeigt ebenfalls die optische Lichtdurchlässigkeit, die von einer Wellenlänge von 595 nm (genauer gesagt in der Nähe von 595 nm) abfällt und zu 0% wird, bei einer Wellenlänge von 610 nm (genauer gesagt in der Nähe von 610 nm). Die Kurve **200s** zeigt die optische Lichtdurchlässigkeit, die von einer Wel-

lenlänge von 445 nm (insbesondere in der Nähe von 445 nm) ansteigt, und zu 100% wird, bei einer Wellenlänge von 460 nm (genauer gesagt in der Nähe von 460 nm). Die Kurve **200s** zeigt darüber hinaus die optische Lichtdurchlässigkeit, die von einer Wellenlänge von 575 nm (genauer gesagt in der Nähe von 575 nm) abfällt und zu 0% wird, bei einer Wellenlänge von 590 nm (genauer gesagt in der Nähe von 590 nm). Der Ausdruck „genauer gesagt“ zeigt hier an, dass Variationen in der Charakteristik berücksichtigt werden, die auftreten, wenn tatsächliche Elemente hergestellt werden. Das Gleiche gilt für die folgende Beschreibung.

[0056] Dieser Unterschied in der optischen Transmissions-Charakteristik bewirkt, dass Licht in Wellenlängenbändern W1 und W2, die durch doppel-seitige Pfeile in **Fig. 4** angezeigt werden, übertragen wird, wenn das Licht p-polarisiert ist, und reflektiert werden, wenn das Licht s-polarisiert ist. D. h., dass das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** als ein Polarisationsauswahlelement für Licht in den Wellenlängenbändern W1 und W2 verwendet werden kann, die durch die doppel-seitigen Pfeile in **Fig. 4** angezeigt sind. Das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** kann darüber hinaus als ein Wellenlängenauswahlelement (ein Farbbandfilter) für Licht von Wellenlängen außer den Wellenlängenbändern W1 und W2 verwendet werden, die durch die doppel-seitigen Pfeile in **Fig. 4** angezeigt sind. Das Wellenlängenband W1 in **Fig. 4** ist ein Band von 440 nm bis 450 nm (genauer gesagt, ein Band von ca. 440 nm bis ca. 450 nm). Das Wellenlängenband W2 ist ein Band von 585 nm bis 600 nm (genauer gesagt, ein Band von ca. 585 nm bis ca. 600 nm). Das Wellenlängenband W2 an der längeren Wellenlängenseite ist im Allgemeinen breiter als das Wellenlängenband W1 an der kürzeren Wellenlängenseite. In dem Wellenlängenband W1 von 440 nm bis 450 nm ist zum Beispiel die optische Lichtdurchlässigkeit bzw. Transmittanz von p-polarisiertem Licht 90% oder mehr und der optische Reflexionsgrad von s-polarisiertem Licht ist 90% oder mehr. Charakteristika bei Wellenlängen geringer als 440 nm sind ohne Bedeutung. Bei 425 nm kann zum Beispiel die optische Lichtdurchlässigkeit von p-polarisiertem Licht 30% sein und der optische Reflexionsgrad von s-polarisiertem Licht kann 60% sein. Was entscheidend ist, ist das Wellenlängenband, für das die Polarisationsauswahlfunktion verwendet wird. Die Charakteristika der optischen Lichtdurchlässigkeit und des optischen Reflexionsgrads für polarisiertes Licht in dem Bereich 440 nm bis 450 nm sind hier entscheidend. In dem Wellenlängenband W2 verwendet diese Ausführungsform die Wellenlängenauswahlfunktion, verwendet jedoch nicht die Polarisationsauswahlfunktion, so dass das Wellenlängenband W2 weniger wichtig ist, solange als polarisiertes Licht von Routenwellenlängen reflektiert wird. Wenn sich das Wellenlängenband W2 von

585 nm bis 600 nm erstreckt, heißt das, dass der Reflexionsgrad von Licht mit Wellenlängen länger als 600 nm bevorzugt hoch ist, unabhängig von der Polarisationsrichtung.

[0057] Das blaue Laserlicht, das zum Anregen verwendet wird, ist in **Fig. 4** durch eine Kurve **200** gezeigt. Da die Kurve **200** Laserlicht anzeigt, weist dieses ein relativ schmales Längenband auf. In **Fig. 4** ist das Wellenlängenband des blauen Laserlichts, das zur Anregung verwendet wird, zum Beispiel das Band von 444 nm bis 446 nm. **Fig. 4** zeigt die Charakteristik des Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelements **14**, wenn die erste Phosphor-Schicht **16a** Licht in dem Routenwellenlängenband ausgibt und die zweite Phosphor-Schicht **16b** Licht in dem grünen Wellenlängenband ausgibt. **Fig. 4** zeigt ein Beispiel, bei dem die zentrale Wellenlänge des ersten polarisierten Lichts von den ersten monochromatischen Lichtquellen **10a** 445 [nm] ist und die zentrale Wellenlänge des zweiten polarisierten Lichts von den zweiten monochromatischen Lichtquellen **10b** ebenfalls 445 [nm] ist. Es ist jedoch ebenfalls möglich, Lichtquellen mit einer zentralen Wellenlänge von 465 [nm] als die ersten monochromatischen Lichtquellen **10a** und die zweiten monochromatischen Lichtquellen **10b** zu verwenden. In diesem Fall reicht es für die Kurve **200s** des Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelements **14** aus, unterhalb 470 nm reflektierend zu sein, und bezüglich der Kurve **200p**, unterhalb 460 nm reflektierend zu sein. D. h., dass 90% oder mehr des p-polarisierten Lichts übertragen bzw. transmittiert werden sollte und 90% oder mehr des s-polarisierten Lichts in dem Wellenlängenband von 460 nm bis 470 nm reflektiert werden sollte.

[0058] Das durch das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** transmittierte Licht wird auf die erste Phosphor-Schicht **16a** durch die erste Fokussierlinsengruppe **15a** fokussiert. Das durch das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** reflektierte Licht wird auf die zweite Phosphor-Schicht **16b** durch die zweite Fokussierlinsengruppe **15b** fokussiert. Die erste Fokussierlinsengruppe **15a** und die zweite Fokussierlinsengruppe **15b** sind hier bevorzugt von einer unterschiedlichen Ausgestaltung. Wenn die Linsen **15a1** und **15b1** sphärische Linsen sind, und die Linsen **15a2** und **15b2** asphärische Linsen sind, sind zum Beispiel die Dicken, Krümmungen und Positionen der Linsen **15a1** und **15b1** am nächsten zu den Phosphor-Schichten **16a** bzw. **16b** entsprechend der Farbe des Lichts ausgebildet, das von den Phosphor-Schichten **16a** und **16b** angeregt wird. Die Linse **15a1** ist die Linse, die am nächsten zu der ersten Phosphor-Schicht **16a** ist. Die Linse **15b1** ist die Linse, die am nächsten zu der zweiten Phosphor-Schicht **16b** ist. Die Linse **15a2** ist die Linse, die am zweit nächsten zu der ersten Phosphor-Schicht **16a** ist. Die Linse **15b2** ist die Linse, die am zweit nächsten an der

zweiten Phosphor-Schicht **16b** ist. Dies reduziert eine chromatische Aberration, und kann daher die Effizienz erhöhen, mit der das Licht auf das Lichtintensitäts-Uniformierungselement **72** fokussiert wird. Die zweitnächsten Linsen **15a2** und **15b2** sind a-sphärische Linsen, so dass angesichts der Kosten bevorzugt wird, dass diese gemeinsam verwendet werden. In diesem Fall wird für die zweitnächsten Linsen **15a2** und **15b2** bevorzugt, ein Glasmaterial mit einer geringen Dispersion auszuwählen. Der Ausdruck „geringe Dispersion“ bedeutet, dass die AB-Nummer groß ist. Der Ausdruck „geringe Dispersion“ bedeutet auch, dass die Wellenlängenabhängigkeit des Brechungsindex klein ist.

[0059] Die erste Phosphor-Schicht **16a** wird durch das Anregungslicht angeregt, um Licht in dem roten Wellenlängenband zu emittieren. Die zweite Phosphor-Schicht **16b** wird durch das Anregungslicht angeregt, um Licht in dem grünen Wellenlängenband zu emittieren. Der Fall der Anregung durch blaues Laserlicht wird hier erläutert. D. h., dass das Anregungslicht ein blaues Laserlicht ist.

[0060] Dritte monochromatische Lichtquellen **17a**, **17b** und dritte Kollimationslinsen **18a**, **18b** Die dritten monochromatischen Lichtquellen **17a** und **17b** sind zum Beispiel blaue Laserlichtquellen. Die dritten Kollimationslinsen **18a** und **18b** geben Licht aus, das von den dritten monochromatischen Lichtquellen **17a** bzw. **17b** ausgegeben wird, als kollimierte Lichtflüsse.

Farbseparationselement **19**

[0061] Das Farbseparationselement **19** ist zum Beispiel als ein dielektrischer Mehrschichtfilm ausgebildet. Das Farbseparationselement **19** weist die Eigenschaft zum Transmittieren der Farbe Rot und Grün und zum Reflektieren der Farbe Blau auf. Das Licht von den dritten monochromatischen Lichtquellen **17a**, **17b** wird durch das Farbseparationselement **19** reflektiert. Das Licht von den dritten monochromatischen Lichtquellen **17a**, **17b** wird dann durch die Fokussierlinse **71** auf das Lichtintensitäts-Uniformierungselement **72** fokussiert. Das Licht, das von dem Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** auf das Farbseparationselement **19** einfällt, wird durch das Farbseparationselement **19** transmittiert. Das Licht, das von dem Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** auf das Farbseparationselement **19** einfällt, wird dann durch die Fokussierlinse **71** auf das Lichtintensitäts-Uniformierungselement **72** fokussiert.

Lichtintensitäts-Uniformierungselement **72**

[0062] Die von den Phosphor-Schichten **16a** und **16b** und den dritten monochromatischen Lichtquellen **17a** und **17b** ausgegebenen Lichtflüsse wer-

den durch die Fokussierlinse **71** auf das Lichtintensitäts-Uniformierungselement **72** fokussiert. **Fig. 5** ist eine Perspektivansicht des Lichtintensitäts-Uniformierungselements **72**. Wie in **Fig. 5** gezeigt, führt das Lichtintensitäts-Uniformierungselement **72** eine Uniformierung bzw. Vereinheitlichung der Lichtintensität von Licht durch, das von der Einfallsoberfläche **72a** eintritt, in dem Querschnitt des Lichtflusses. „In dem Querschnitt des Lichtflusses“ bedeutet in einer Ebene orthogonal zu der optischen Achse C1 des Lichtintensitäts-Uniformierungselements **72**. Die „Uniformierung der Lichtintensität“ bedeutet eine Reduzierung von Beleuchtungsunregelmäßigkeiten. Das Lichtintensitäts-Uniformierungselement **72** gibt einen Lichtfluss mit einer uniformierten bzw. gleichmäßigen Lichtintensität von dessen Ausgangsoberfläche **72b** aus. D. h., dass das Lichtintensitäts-Uniformierungselement **72** die Funktion zum Uniformieren bzw. Vereinheitlichen der Lichtintensität des einfallenden Lichtflusses in einer Ebene aufweist, die orthogonal zu der optischen Achse C1 ist, und den resultierenden Lichtfluss ausgibt.

[0063] Das Lichtintensitäts-Uniformierungselement **72** besteht im Allgemeinen aus Glas, Plastik oder einem anderen transparenten Material. Ein mögliches Lichtintensitäts-Uniformierungselement **72** ist ein polygonaler säulenförmiger Stab, der konfiguriert ist, total reflektierende innere Wände aufzuweisen. D. h., dass dieses ein säulenförmiges Element ist, dessen ebener Querschnitt orthogonal zu der optischen Achse C1 ein Polygon ist. Ein anderes mögliches Lichtintensitäts-Uniformierungselement **72** ist eine Röhre (röhrenförmiges Element) mit einer polygonalen Querschnittsform, die mit Licht reflektierenden Oberflächen an der Innenseite aufgebaut ist. Wenn das Lichtintensitäts-Uniformierungselement **72** ein polygonaler säulenförmiger Stab ist, reflektiert das Lichtintensitäts-Uniformierungselement **72** einfallendes Licht mehrere Male, unter Verwendung des Totalreflexionseffekts an der Schnittstelle zwischen dem transparenten Material und Luft, und gibt dann das Licht von der Ausgangsoberfläche **72b** aus. Wenn das Lichtintensitäts-Uniformierungselement **72** eine Röhre mit einem polygonalen Querschnitt ist, reflektiert das Lichtintensitäts-Uniformierungselement **72** einfallendes Licht mehrere Male, unter Verwendung des reflektierenden Effekts durch nach innen ausgerichtete Oberflächenspiegel, und gibt dann das Licht von der Ausgangsoberfläche **72b** aus. Das Lichtintensitäts-Uniformierungselement **72** kann Licht mehrere Male intern reflektieren, wenn dieses eine geeignete Länge in der Propagationsrichtung des Lichtflusses aufweist. Das Licht, das intern mehrere Male reflektiert wurde, überflutet (engl. floods) die Ausgangsoberfläche **72b** des Lichtintensitäts-Uniformierungselements **72**. Dies stellt eine uniforme bzw. gleichmäßige Lichtintensitätsverteilung an der Ausgangsoberfläche **72b** des Lichtintensitäts-Uniformierungselements **72** bereit.

Relais-Linsengruppe 73

[0064] Nachdem dessen Intensität in dem Lichtintensitäts-Uniformierungselement 72 gleichmäßig gemacht wurde, wird der Lichtfluss durch die Relais-Linsengruppe 73 zu dem Lichtventil 74 geführt. Die Relais-Linsengruppe 73 in Fig. 1 weist hier eine Drei-Linsen-Konfiguration auf, jedoch ist dieses keine Beschränkung. Die Relais-Linsengruppe 73 kann mit vier Linsen konfiguriert sein und kann a-sphärische Linsen verwenden. Neben Linsen kann die Relais-Linsengruppe 73 konfiguriert sein, flache Spiegel und gebogene Spiegel zu verwenden, um den Lichtfluss zu dem Lichtventil 74 zu führen.

Lichtventil 74

[0065] Das Lichtventil 74 ist zum Beispiel ein Flüssigkristall-Lichtventil oder ein DMD. In Beziehung zu dem Lichtventil 74 verwendet eine Projektionsanzeigevorrichtung, die ein Flüssigkristall-Lichtventil verwendet, gemäß und Fig. 13 in der Veröffentlichung WO 2005/026835 (im Folgenden als Patentreferenz 3 bezeichnet), eine erste Linsenordnung und eine zweite Linsenordnung mit einer Vielzahl von Linsenzellen, die in einer Matrix angeordnet sind, um die Lichtintensität zu vereinheitlichen, und stellt ein Polarisationswandlungselement in der Stufe bereit, die der zweiten Linsenordnung folgt, um die Polarisationsrichtung auszurichten, wodurch die Lichtverwendungseffizienz erhöht wird. In der Projektionsanzeigevorrichtung 1, wie in Fig. 1 gezeigt, die das Lichtintensitäts-Uniformierungselement 72 verwendet, das die Funktion der Ausrichtung von Polarisationsrichtungen nicht aufweist, insbesondere aufgrund der nicht ausgerichteten Polarisationsrichtungen eines roten Lichtflusses und eines grünen Lichtflusses, wird jedoch die Verwendung einer DMD bevorzugt, beurteilt angesichts der erhöhten Lichtverwendungseffizienz. Die erste Ausführungsform zeigt eine einzelne DMD, jedoch können drei DMDs verwendet werden. In diesem Fall ermöglicht die erste Ausführungsform, rotes Licht, grünes Licht und blaues Licht zu allen Zeitpunkten angeschaltet zu halten, wodurch die Reduzierung der Helligkeit aufgrund des Effekts einer Zeitunterteilungsansteuerung der DMD unterdrückt wird.

Effekte

[0066] Die Lichtquellenvorrichtung 4 und die Projektionsanzeigevorrichtung 1 gemäß der ersten Ausführungsform verwenden, wie oben beschrieben, das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement 14, um das Laserlicht von den blauen Laserlicht-Emissionselementen zu separieren, die die Lichtquelle zur Anregung ausbilden. Wenn die blauen Laserlicht-Emissionselemente konstant angeschaltet sind, wird es möglich, rotes Licht und grünes Licht konstant auszugeben. Wenn die blauen Laserlicht-

Emissionselemente mit unterschiedlichen Polarisierungen selektiv angeschaltet sind, können Lichtgrößen bzw. Lichtquantitäten von jeder Farbe gemäß dem Eingabebild ausgegeben werden. Der Effekt einer verbesserten Lichtverwendungseffizienz kann somit von der Lichtquellenvorrichtung 4 und der Projektionsanzeigevorrichtung 1 erhalten werden.

[0067] Die Fokussierlinsengruppen für die erste Phosphor-Schicht 16a und die zweite Phosphor-Schicht 16b können unabhängig sein, so dass diese für die Farben Rot und Grün ausgebildet sein können. Die Lichtquellenvorrichtung 4 und die Projektionsanzeigevorrichtung 1 können daher den Effekt einer erhöhten Effizienz beim Konzentrieren von Licht auf das Lichtintensitäts-Uniformierungselement 72 erzeugen.

Variationen

[0068] Fig. 6 ist ein schematisches Diagramm zur Darstellung eines anderen Beispiels der optischen Transmissions-Charakteristik des Polarisationsauswahl- und Wellenlängenelements 14 bezüglich der Wellenlänge. In Fig. 6 zeigt die horizontale Achse die Wellenlänge [nm] von Licht und die vertikale Achse zeigt eine optische Lichtdurchlässigkeit bzw. Transmittanz [%]. Eine Kurve 201p stellt die optische Transmissions-Charakteristik für p-polarisiertes Licht dar, das auf das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenelement 14 einfällt. Eine Kurve 201s stellt die optische Transmissions-Charakteristik für s-polarisiertes Licht dar, das auf das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenelement 14 einfällt.

[0069] Wie durch die Kurven 201p und 201s gezeigt, weist das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement 14 unterschiedliche optische Transmissions-Charakteristika für p-polarisiertes Licht und s-polarisiertes Licht auf. Die Kurve 201s in Fig. 6 zeigt zum Beispiel, dass die optische Lichtdurchlässigkeit bzw. Transmittanz von einer Wellenlänge von 430 nm (genauer gesagt, in der Nähe von 430 nm) abfällt, und bei einer Wellenlänge von 445 nm (genauer gesagt, in der Nähe von 445 nm) zu 0% wird. Die Kurve 201s zeigt darüber hinaus, dass die optische Lichtdurchlässigkeit bzw. Transmittanz von einer Wellenlänge von 595 nm (genauer gesagt, in der Nähe von 595 nm) ansteigt, und bei einer Wellenlänge von 610 nm (genauer gesagt, in der Nähe von 610 nm) zu 100% wird. Die Kurve 201p zeigt, dass die optische Lichtdurchlässigkeit bzw. Transmittanz von einer Wellenlänge von 445 nm (genauer gesagt, in der Nähe von 445 nm) abfällt, und bei einer Wellenlänge von 460 nm (genauer gesagt, in der Nähe von 460 nm) zu 0% wird. Die Kurve 201p zeigt darüber hinaus, dass die optische Lichtdurchlässigkeit bzw. Transmittanz von einer Wellenlänge von 575 nm (genauer gesagt, in der Nähe von 575 nm) ansteigt, und

bei einer Wellenlänge von 590 nm (genauer gesagt, in der Nähe von 590 nm) zu 100% wird.

[0070] Dieser Unterschied in den optischen Transmissions-Charakteristika bewirkt, dass Licht in Wellenlängenbändern W3 und W4, angezeigt durch doppelseitige Pfeile in **Fig. 6**, durch das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** transmittiert wird, wenn das Licht p-polarisiertes Licht ist, und durch das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** reflektiert wird, wenn das Licht s-polarisiertes Licht ist. D. h., dass das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** als ein Polarisationsauswahlelement für Licht in den Wellenlängenbändern W3 und W4 verwendet werden kann, die durch die doppelseitigen Pfeile in **Fig. 6** angezeigt sind. Das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** kann darüber hinaus als ein Wellenlängenauswahlelement (ein Farbfilter) für Licht von Wellenlängen außer den Wellenlängenbändern W3 und W4 verwendet werden, die durch die doppelseitigen Pfeile in **Fig. 6** angezeigt sind.

[0071] Das Wellenlängenband W3 in **Fig. 6** ist ein Band von 440 nm bis 450 nm (genauer gesagt, ein Band von ca. 440 nm bis ca. 450 nm); das Wellenlängenband W4 ist ein Band von 585 nm bis 600 nm (genauer gesagt, ein Band von ca. 585 nm bis ca. 600 nm). Das Wellenlängenband W4 an der längeren Wellenlängenseite ist im Allgemeinen breiter als das Wellenlängenband W3 an der kürzeren Wellenlängenseite. In dem Wellenlängenband W3 von 440 nm bis 450 nm ist die optische Lichtdurchlässigkeit bzw. Transmittanz von p-polarisiertem Licht zum Beispiel 90 Grad oder mehr und der Reflexionsgrad von s-polarisiertem Licht ist 90% oder mehr. Charakteristika bei Wellenlängen, die geringer als 440 nm sind, sind ohne Bedeutung. Zum Beispiel kann die optische Lichtdurchlässigkeit von p-polarisiertem Licht bei 425 nm 60% sein und der Reflexionsgrad von s-polarisiertem Licht kann 30% sein. Was hier von Bedeutung ist, ist die Charakteristik der optischen Lichtdurchlässigkeit bzw. Transmittanz und des Reflexionsgrads für polarisiertes Licht in dem Bereich von 440 nm bis 450 nm, in dem die Polarisationsauswahlfunktion verwendet wird.

[0072] Da diese Ausführungsform die Wellenlängenauswahlfunktion verwendet, jedoch nicht die Polarisationsauswahlfunktion verwendet, ist das Wellenlängenband W4 weniger wichtig, solange wie polarisiertes Licht roter Wellenlänge übertragen bzw. transmittiert wird. Wenn sich das Wellenlängenband W4 von 585 nm bis 600 nm erstreckt, ist die optische Lichtdurchlässigkeit bzw. Transmittanz von Licht von Wellenlängen, die länger als 600 nm sind, bevorzugt hoch, unabhängig von der Polarisationsrichtung.

[0073] Das blaue Laserlicht, das zur Anregung verwendet wird, wird durch eine Kurve **200** in **Fig. 6** angezeigt. Da die Kurve **200** Laserlicht anzeigt, weist diese ein relativ kleines Wellenlängenband auf. Das Wellenlängenband des blauen Laserlichts gemäß **Fig. 6**, das zur Anregung verwendet wird, ist zum Beispiel von 444 nm bis 446 nm. **Fig. 6** zeigt die Charakteristik des Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelements **14**, wenn die erste Phosphor-Schicht **16a** Licht in dem grünen Wellenlängenband ausgibt, und die zweite Phosphor-Schicht **16b** Licht in dem roten Wellenlängenband ausgibt. **Fig. 6** zeigt ein Beispiel, bei dem die zentrale Wellenlänge des ersten polarisierten Lichts von den ersten monochromatischen Lichtquellen **10a** gleich 445 [nm] ist, und die zentrale Wellenlänge des zweiten polarisierten Lichts von den zweiten monochromatischen Lichtquellen **10b** ebenfalls gleich 445 [nm] ist. Es ist jedoch möglich, Lichtquellen mit einer zentralen Wellenlänge von 465 [nm] als die ersten monochromatischen Lichtquellen **10a** und die zweiten monochromatischen Lichtquellen **10b** zu verwenden. In diesem Fall reicht es für die Kurve **201p** des Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelements **14** aus, unterhalb 470 nm lichtdurchlässig zu sein, und für die Kurve **201s**, lichtdurchlässig unterhalb von 460 nm zu sein. D. h., dass 90% oder mehr des p-polarisierten Lichts transmittiert werden sollte, und 90% des s-polarisierten Lichts in dem Wellenlängenband von 460 nm bis 470 nm reflektiert werden sollte.

[0074] Die erste Ausführungsform zeigt einen Fall, bei dem die erste Phosphor-Schicht **16a** und die zweite Phosphor-Schicht **16b** auf flache Platten beschichtet sind. Die erste Phosphor-Schicht **16a** und die zweite Phosphor-Schicht **16b** können jedoch auf Rotationsplatten beschichtet sein, die durch eine Antriebskraft eines Motors oder dergleichen gedreht werden. In dieser Konfiguration wird die erste Phosphor-Schicht **16a** auf eine erste Rotationsplatte beschichtet und die zweite Phosphor-Schicht **16b** wird auf eine zweite Rotationsplatte beschichtet. Wenn die erste Phosphor-Schicht **16a** auf eine stationäre flache Platte beschichtet wird, und die zweite Phosphor-Schicht **16b** auf eine andere stationäre flache Platte beschichtet wird, wird im Allgemeinen eine Wärmesenke oder eine andere Art einer Kühlstruktur an der Rückoberfläche von sowohl der ersten Phosphor-Schicht **16a** als auch der zweiten Phosphor-Schicht **16b** bereitgestellt. Wenn die erste Rotationsplatte und die zweite Rotationsplatte verwendet werden, kann die Kühlstruktur jedoch weggelassen werden. Aufgrund der Tatsache, dass bei Verwendung einer Rotationsplatte die Position einer Lichtbestrahlung sich konstant ändert, was eine Erhöhung der Temperatur des Phosphors abschwächt. Die Verwendung einer stationären flachen Platte, die mit der ersten Phosphor-Schicht **16a** bereitgestellt ist, und einer anderen stationären flachen Platte, die mit der zweiten Phosphor-Schicht **16b** bereitgestellt ist, an-

stelle von Rotationsplatten, weist jedoch den Vorteil auf, nicht durch Vibrationsgeräusche, die Haltbarkeit und dergleichen der Motoren beeinflusst zu sein.

[0075] In der ersten Ausführungsform sind die dritten monochromatischen Lichtquellen **17a** und **17b** blaue Laseremissionselemente, diese können jedoch auch blaue LEDs sein. Da jedoch in diesem Fall eine LED einen breiteren Lichtdivergenzwinkel aufweist, ist es für die dritte Kollimationslinse **18a** und die dritte Kollimationslinse **18b** erforderlich, a-sphärische Linsen zu sein, oder die Anzahl der Linsen zu erhöhen. Alternativ müssen diese a-sphärische Linsen sein, wie bei der Verwendung für die ersten Fokussierlinsengruppen **15a** und **15b**, um den Lichtfluss zu kollimieren.

[0076] Die Lichtquellenvorrichtung **4** enthält die erste monochromatische Lichtquellengruppe **1000a**, die zweite monochromatische Lichtquellengruppe **1000b**, das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14**, die erste Phosphor-Schicht **16a** und die zweite Phosphor-Schicht **16b**. Die erste monochromatische Lichtquellengruppe **1000a** gibt das erste polarisierte Licht mit einer festen Polarisationsrichtung aus. Die zweite monochromatische Lichtquellengruppe **1000b** gibt das zweite polarisierte Licht mit einer festen Polarisationsrichtung aus. Bei Anregung gibt die erste Phosphor-Schicht **16a** Licht in dem ersten Wellenlängenband aus. Bei Anregung gibt die zweite Phosphor-Schicht **16b** Licht in dem zweiten Wellenlängenband aus. Das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** überträgt bzw. transmittiert das erste polarisierte Licht, um das erste polarisierte Licht auf die erste Phosphor-Schicht **16a** zu richten, und reflektiert das zweite polarisierte Licht, um das zweite polarisierte Licht auf die zweite Phosphor-Schicht **16b** zu richten. Das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** reflektiert das Licht in dem ersten Wellenlängenband, das von der ersten Phosphor-Schicht **16a** emittiert wird, und transmittiert das Licht in dem zweiten Wellenlängenband, das von der zweiten Phosphor-Schicht **16b** emittiert wird.

[0077] Das zweite polarisierte Licht weist eine Polarisationsrichtung auf, die sich um 90 Grad von der Polarisationsrichtung des ersten polarisierten Lichts unterscheidet.

[0078] Die Lichtquellenvorrichtung **4** enthält das erste Fokussierlinsenelement **15a**, das an dem Lichtpfad bzw. Lichtweg des ersten polarisierten Lichts zwischen dem Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** und der ersten Phosphor-Schicht **16a** angeordnet ist, sowie das zweite Fokussierlinsenelement **15b**, das an dem Lichtpfad des zweiten polarisierten Lichts zwischen dem Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** und der zweiten Phosphor-Schicht **16b** angeordnet ist. Unter Berücksichtigung einer einzelnen

oder Mehrfach-Linsenkonfiguration usw. können, wie oben vermerkt, die Fokussierlinsengruppen **15a** und **15b** als die Fokussierelemente **15a** und **15b** beschrieben werden.

[0079] Die Lichtquellenvorrichtung **4** weist eine dritte monochromatische Lichtquellengruppe **1700** und das Farbseparationselement **19** auf. Die dritte monochromatische Lichtquellengruppe **1700** gibt Licht in einem dritten Wellenlängenband aus. Das Farbseparationselement **19** bringt den Lichtweg des Lichts in dem dritten Wellenlängenband in Übereinstimmung mit dem gemeinsamen Lichtweg, der durch den Lichtweg des Lichts in dem ersten Wellenlängenband, das durch das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** reflektiert wurde, und den Lichtweg des Lichts in dem zweiten Wellenlängenband gemeinsam verwendet wird, das durch das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** transmittiert wurde.

[0080] Das erste polarisierte Licht ist p-polarisiertes Licht zum Zeitpunkt des Einfalls auf das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14**; das zweite polarisierte Licht ist s-polarisiertes Licht zum Zeitpunkt des Einfalls auf dem Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14**.

[0081] Das erste polarisierte Licht ist blaues Laserlicht; das zweite polarisierte Licht ist blaues Laserlicht.

[0082] Das erste Fokussierlinsenelement **15a** und das zweite Fokussierlinsenelement **15b** weisen unterschiedliche optische Charakteristika auf.

[0083] Die Lichtquellenvorrichtung **4** enthält ferner das optische Element **13**, das angeordnet ist an einem gemeinsamen Weg, der durch den Lichtweg des ersten polarisierten Lichts zwischen der ersten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000a** und dem Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** und dem Lichtweg des zweiten polarisierten Lichts zwischen der zweiten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000b** und dem Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** gemeinsam verwendet wird, zum Reduzieren des Flussdurchmessers des ersten polarisierten Lichts und des Flussdurchmessers des zweiten polarisierten Lichts. In der Ausführungsform ist das optische Element zum Reduzieren der Lichtflussdurchmesser als eine Linsengruppe gezeigt.

[0084] Von dem Licht in dem ersten Wellenlängenband und dem Licht in dem zweiten Wellenlängenband ist eines rotes Licht und das andere ist grünes Licht. Das Licht in dem ersten Wellenlängenband ist das Licht, das durch die erste Phosphor-Schicht **16a** emittiert wird. Das Licht in dem zweiten Wellenlängen-

genband ist das Licht, das durch die zweite Phosphor-Schicht **16b** emittiert wird.

[0085] Die Projektionsanzeigevorrichtung **1** enthält die Lichtquellenvorrichtung **4**, das Lichtintensitäts-Uniformierungselement **72**, das Lichtventil **74** und die Projektionsoptik **75**. Das Lichtintensitäts-Uniformierungselement **72** führt zu einer gleichmäßigen Intensität des Lichts von der Lichtquellenvorrichtung **4**. Das Lichtventil **74** ändert das durch das Lichtintensitäts-Uniformierungselement **72** erzeugte gleichmäßige Licht in ein Bildlicht. Die Projektionsoptik **75** führt eine Vergrößerung und Projektion des Bildlichts durch, das durch das Lichtventil **74** erzeugt wird.

[0086] Die Projektionsanzeigevorrichtung kann ferner den Bildschirm **76** enthalten, auf den das Bildlicht durch die Projektionsoptik **75** projiziert wird. Diese Art einer Projektionsanzeigevorrichtung **1** wird zum Beispiel als ein Rückprojektionsfernseher bezeichnet. Ein Rückprojektionsfernseher ist ein Fernseher mit einer großen Größe, der einen eingebauten Projektor verwendet, um ein Bild anzuzeigen, indem dieses auf einer Rückoberfläche eines Bildschirms projiziert wird, der wie ein Anzeigepanel aussieht.

Zweite Ausführungsform

[0087] Fig. 7 ist ein Diagramm zur schematischen Darstellung einer Konfiguration einer Projektionsanzeigevorrichtung **2** mit einer Lichtquellenvorrichtung **5** gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung. Um die Beschreibung zu vereinfachen, zeigt Fig. 7 ein orthogonales XYZ-Koordinatensystem. Die X-Achsenrichtung ist die vertikale Richtung in Fig. 7. Die Richtung von unten nach oben in Fig. 7 ist die positive X-Achsenrichtung; die Richtung von oben nach unten ist die negative X-Achsenrichtung. Eine Linsengruppe **23**, ein Polarisationsauswahlelement **22**, erste Kollimationslinsen **21a**, zweite Kollimationslinsen **21b**, erste monochromatische Lichtquellen **20a** und zweite monochromatische Lichtquellen **20b** sind an der positiven X-Achsenrichtung eines Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelements **24** angeordnet. Die Y-Achsenrichtung ist die Richtung senkrecht zu dem Zeichnungsblatt, auf dem Fig. 7 gezeigt ist. Die positive Y-Achsenrichtung ist die Richtung von der rückwärtigen Seite (Rückseite) zu der Vorderseite des Zeichnungsblatts; die negative Y-Achsenrichtung ist die Richtung von der Vorderseite zu der rückwärtigen Seite (Rückseite) des Zeichnungsblatts. Die Z-Achsenrichtung ist die horizontale Richtung in Fig. 7. Die Richtung von links nach rechts in Fig. 7 ist die positive Z-Achsenrichtung; die Richtung von rechts nach links ist die negative Z-Achsenrichtung. Ein Farbseparationselement **29**, eine Fokussierlinse **71**, ein Lichtintensitäts-Uniformierungselement **72**, eine Relais-Linsengruppe **73**, ein Bildanzeigeelement **74**, eine Projektionsoptik **75** und ein Bildschirm **76** sind an der positiven Z-Achsenrichtung

te des Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelements **24** angeordnet.

[0088] Die Lichtquellenvorrichtung **5** in der zweiten Ausführungsform unterscheidet sich von der Lichtquellenvorrichtung **4** in der ersten Ausführungsform darin, dass diese das Polarisationsauswahlelement **22** anstelle des Lichtreflexionselements **12** verwendet. In Fig. 7 haben Komponenten, die gleich zu den in Fig. 1 (in der ersten Ausführungsform) gezeigten Komponenten sind, gleiche Bezugszeichen, und eine Erläuterung wird nicht wiederholt. Die Komponenten, die gleich zu den Komponenten in der ersten Ausführungsform sind, sind die Fokussierlinse **71**, das Lichtintensitäts-Uniformierungselement **72**, die Relais-Linsengruppe **73**, das Bildausbildungselement **74**, die Projektionsoptik **75** und der Bildschirm **76**. Die Komponenten, die im Folgenden angezeigt werden, werden durch Bezugszeichen bezeichnet, die sich von den Bezugszeichen unterscheiden, die für die entsprechenden Komponenten in der ersten Ausführungsform verwendet werden, jedoch sind deren Konfigurationen (einschließlich Formen, Strukturen, Materialeigenschaften, usw.) und Funktionen gleich zu denen der entsprechenden Komponenten in der ersten Ausführungsform. Wenn eine Beschreibung weggelassen wird, gilt daher die Beschreibung, die in der ersten Ausführungsform angegeben ist. Die Komponenten in der zweiten Ausführungsform, die mit Bezugszeichen gezeigt sind, die sich von jenen unterscheiden, die in der ersten Ausführungsform verwendet wurden, deren Konfigurationen und Funktionen jedoch gleich zu jenen der Komponenten in der ersten Ausführungsform sind, sind die ersten monochromatischen Lichtquellen **20a**, die zweiten monochromatischen Lichtquellen **20b**, die ersten Kollimationslinsen **21a**, die zweiten Kollimationslinsen **21b**, die erste monochromatische Lichtquellengruppe **2000a**, die zweite monochromatische Lichtquellengruppe **2000b**, die Linsengruppe **23**, das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **24**, die erste Fokussierlinsengruppe **25a**, die zweite Fokussierlinsengruppe **25b**, die erste Phosphor-Schicht **26a**, die zweite Phosphor-Schicht **26b**, die dritten monochromatischen Linsen **27a**, **27b**, die dritten Kollimationslinsen **28a**, **28b**, und das Farbseparationselement **29**.

[0089] Die Projektionsanzeigevorrichtung **2** gemäß der zweiten Ausführungsform enthält die Lichtquellenvorrichtung **5**, das Lichtintensitäts-Uniformierungselement **72**, das Bildanzeigeelement oder das Lichtventil **74**, und die Projektionsoptik **75**, wie in Fig. 7 gezeigt. Die Projektionsanzeigevorrichtung **2** kann darüber hinaus die Fokussierlinse **71**, die Relais-Linsengruppe **73** und den Bildschirm **76** enthalten. Die Lichtquellenvorrichtung **5** gemäß der zweiten Ausführungsform enthält die erste monochromatische Lichtquellengruppe **2000a**, die zweite monochromatische Lichtquellengruppe **2000b**, das Pola-

risationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **24**, die erste Phosphor-Schicht **26a**, die zweite Phosphor-Schicht **26b** und das Polarisationsauswahlelement **22**, wie in **Fig. 7** gezeigt. Die Lichtquellenvorrichtung **5** gemäß der zweiten Ausführungsform kann darüber hinaus eine erste Kollimationslinsengruppe **2100a**, eine zweite Kollimationslinsengruppe **2100b**, die Linsengruppe **23**, die erste Fokussierlinsengruppe **25a** und die zweite Fokussierlinsengruppe **25b** enthalten. Darüber hinaus kann die Lichtquellenvorrichtung **5** in der zweiten Ausführungsform die dritten monochromatischen Lichtquellen **27a**, **27b**, die dritten Kollimationslinsen **28a**, **28b**, und das Farbseparationselement **29** enthalten, wie in **Fig. 7** gezeigt.

[0090] Die Lichtquellenvorrichtung **5** gemäß der zweiten Ausführungsform positioniert die erste monochromatische Lichtquellengruppe **2000a**, die das erste polarisierte Licht ausgibt, und die erste Kollimationslinsengruppe **2100a** weg von der zweiten monochromatischen Lichtquellengruppe **2000b**, die das zweite polarisierte Licht ausgibt, und die zweite Kollimationslinsengruppe **2100b**. Das erste polarisierte Licht, das von der ersten monochromatischen Lichtquellengruppe **2000a** ausgegeben wird, trifft auf eine Oberfläche des Polarisationsauswahlelements **22** (die Oberfläche, die in **Fig. 7** in Richtung nach oben rechts ausgerichtet ist) bei einem Einfallswinkel von 45 Grad. Das zweite polarisierte Licht, das von der zweiten monochromatischen Lichtquellengruppe **2000b** ausgegeben wird, trifft auf die andere Oberfläche des Polarisationsauswahlelements **22** (die Oberfläche, die in **Fig. 7** in Richtung nach unten links ausgerichtet ist) bei einem Einfallswinkel von 45 Grad. Das Polarisationsauswahlelement **22** wird verwendet, um das erste polarisierte Licht und das zweite polarisierte Licht in einen Lichtfluss zu bringen, der in Richtung des Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelements **24** gerichtet ist. D. h., dass in **Fig. 7** das Polarisationsauswahlelement **22** das erste polarisierte Licht transmittiert. Das Polarisationsauswahlelement **22** reflektiert darüber hinaus das zweite polarisierte Licht. Das Polarisationsauswahlelement **22** kombiniert das erste polarisierte Licht und das zweite polarisierte Licht in einen einzelnen Lichtfluss. Der durch das Polarisationsauswahlelement **22** kombinierte Lichtfluss wird von dem Polarisationsauswahlelement **22** in Richtung der Linsengruppe **23** ausgegeben.

[0091] In allen anderen Aspekten ist die Lichtquellenvorrichtung **5** gemäß der zweiten Ausführungsform gleich zu der Lichtquellenvorrichtung **4** gemäß der ersten Ausführungsform. Die zweite Ausführungsform stellt eine erhöhte Flexibilität bei der Auswahl der Anordnung der ersten monochromatischen Lichtquellen **20a** und der zweiten monochromatischen Lichtquellen **20b** bereit, was zu einem leichteren Design führt. Da darüber hinaus die Anordnungsichte der Lichtquellen verbessert werden

kann, können diese mehr Licht ausgeben. D. h., dass das Polarisationsauswahlelement **22** das erste polarisierte Licht und das zweite polarisierte Licht kombiniert, und verglichen mit der ersten Ausführungsform dadurch einen sich stärker verjüngenden Lichtfluss mit der gleichen Lichtquantität erzeugen kann. Die Lichtquantität pro Einheitsfläche in dem Lichtfluss wird daher in der zweiten Ausführungsform erhöht. In **Fig. 7** können darüber hinaus außer der Linsengruppe **23** (zum Beispiel das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **24**, das Farbseparationselement **29** und die Fokussierlinse **71**) eine kleinere Größe aufweisen.

[0092] **Fig. 8** ist ein schematisches Diagramm zur Darstellung einer optischen Transmissions-Charakteristik des Polarisationsauswahlelements **22**. In **Fig. 8** stellt die horizontale Achse die Wellenlänge [nm] des Lichts dar, und die vertikale Achse gibt eine optische Lichtdurchlässigkeit bzw. Transmittanz [%] an. Eine Kurve **400p** zeigt eine optische Transmissions-Charakteristik für p-polarisiertes Licht, das auf das Polarisationsauswahlelement **22** einfällt. Die Kurve **400p** ist durch eine strichpunktierte Linie gezeigt. Eine Kurve **400s** zeigt eine optische Transmissions-Charakteristik für s-polarisiertes Licht, das auf das Polarisationsauswahlelement **22** einfällt. Die Kurve **400s** ist durch eine punktierte Linie gezeigt.

[0093] Wie durch die Kurven **400p** und **400s** gezeigt, weist das Polarisationsauswahlelement **22** unterschiedliche optische Transmissions-Charakteristika für p-polarisiertes Licht und s-polarisiertes Licht auf. Die Charakteristika für das Polarisationsauswahlelement **22** sind für den Fall, wenn die ersten monochromatischen Lichtquellen **20a** und die zweiten monochromatischen Lichtquellen **20b** blaue Laseremissionselemente sind, wie in **Fig. 8** gezeigt. Die Kurve **400p** zeigt, dass die optische Lichtdurchlässigkeit bzw. Transmittanz von einer Wellenlänge von 445 nm (genauer gesagt, in der Nähe von 445 nm) abfällt, und bei einer Wellenlänge von 460 nm (genauer gesagt, in der Nähe von 460 nm) zu 0% wird. Die Kurve **400s** zeigt, dass die optische Lichtdurchlässigkeit bzw. Transmittanz von einer Wellenlänge von 430 nm (genauer gesagt, in der Nähe von 430 nm) abfällt, und bei einer Wellenlänge von 445 nm (genauer gesagt, in der Nähe von 445 nm) zu 0% wird.

[0094] Dieser Unterschied in den optischen Transmissions-Charakteristika bewirkt, dass Licht in einem Wellenlängenband **W5**, angezeigt durch einen doppelseitigen Pfeil in **Fig. 8**, transmittiert bzw. durchgelassen wird, wenn das Licht p-polarisiertes Licht ist, jedoch reflektiert wird, wenn dieses s-polarisiertes Licht ist. D. h., dass das Polarisationsauswahlelement **22** als ein Polarisationsauswahlelement für das Licht in dem Wellenlängenband **W5** verwendet werden kann, das in **Fig. 8** durch den doppelseitigen Pfeil angezeigt ist. Das Polarisationsauswahlelement

22 kann darüber hinaus als ein Wellenlängenauswahlelement (ein Farbbandfilter) für Licht von Wellenlängen außer dem Wellenlängenband W5 verwendet werden, das in **Fig. 8** durch den doppelseitigen Pfeil angezeigt ist. Das Wellenlängenband W5 in **Fig. 8** ist ein Band von 440 nm bis 450 nm. In dem Wellenlängenband W5 von 440 nm bis 450 nm, ist die optische Lichtdurchlässigkeit bzw. Transmittanz von p-polarisiertem Licht zum Beispiel 90% oder mehr, und der Reflexionsgrad von s-polarisiertem Licht ist 90% oder mehr. Charakteristika von Wellenlängen, die geringer als 440 nm sind, sind ohne Bedeutung. Zum Beispiel kann die optische Lichtdurchlässigkeit von p-polarisiertem Licht bei 425 nm 60% sein und der Reflexionsgrad von s-polarisiertem Licht kann 30% sein. Von Bedeutung ist hier die Charakteristik der optischen Lichtdurchlässigkeit und des Wirkungsgrads für polarisiertes Licht in dem Bereich von 440 nm bis 450 nm, in dem die Polarisationsauswahlfunktion verwendet wird.

[0095] Wenn die zentralen Wellenlängen der ersten monochromatischen Lichtquellen **20a** und der zweiten monochromatischen Lichtquellen **20b** 445 [nm] sind, weist das Polarisationsauswahlelement **22** die Eigenschaft auf, Licht mit Wellenlängen zu reflektieren, die länger als 460 [nm] sind. Bei diesem Beispiel wird angenommen, dass die zentralen Wellenlängen der ersten monochromatischen Lichtquellen **20a** und der zweiten monochromatischen Lichtquellen **20b** 445 [nm] sind. Die zentralen Wellenlängen können jedoch auch 465 [nm] sein. In diesem Fall reicht es für die Kurve **400p** des Polarisationsauswahlelements **22** aus, unterhalb 470 nm lichtdurchlässig zu sein, und für die Kurve **400s**, lichtdurchlässig unterhalb 460 nm zu sein. Das Licht mit einer Wellenlänge von 465 [nm] muss nur die erste Phosphor-Schicht **26a** anregen, um rotes Licht auszugeben. Das Licht mit einer Wellenlänge von 465 [nm] muss nur die zweite Phosphor-Schicht **26b** anregen, um grünes Licht auszugeben. Die hier durch die erste Phosphor-Schicht **26a** und die zweite Phosphor-Schicht **26b** angeregten Farben werden durch die Eigenschaften des Polarisationsauswahlelements **22** bestimmt.

[0096] Das Polarisationsauswahlelement **22** ist mit einem dielektrischen Mehrschichtfilm ausgebildet, welcher die Eigenschaften eines Farbseparationsfilters aufweist. In der zweiten Ausführungsform ist das Polarisationsauswahlelement **22** ein Element mit einer flachen Plattenform. Es ist hier der Fall gezeigt, bei dem die ersten monochromatischen Lichtquellen **20a** p-polarisiertes Licht ausgeben und die zweiten monochromatischen Lichtquellen **20b** s-polarisiertes Licht ausgeben.

[0097] Die Charakteristika des Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelements **24** sind die gleichen wie die Charakteristika des Polarisations-

auswahl- und Wellenlängenauswahlelements **14** in der ersten Ausführungsform. Das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **24** weist die optische Transmissions-Charakteristik bezüglich der Wellenlänge vergleichbar zu jenen in **Fig. 4** oder **Fig. 6** auf. **Fig. 6** zeigt eine Charakteristik für den Fall, bei dem die erste Phosphor-Schicht **26a** Licht in einem Rotenwellenlängenband ausgibt. Es zeigt darüber hinaus eine Charakteristik für den Fall, bei dem die zweite Phosphor-Schicht **26b** Licht in einem grünen Wellenlängenband ausgibt. **Fig. 6** zeigt eine Charakteristik für den Fall, bei dem die erste Phosphor-Schicht **26a** Licht in einem grünen Wellenlängenband ausgibt. Es zeigt ebenfalls eine Charakteristik für den Fall, bei dem die zweite Phosphor-Schicht **26b** Licht in einem roten Wellenlängenband ausgibt.

[0098] Wenn die ersten monochromatischen Lichtquellen **20a** das erste polarisierte Licht ausgeben, und die zweiten monochromatischen Lichtquellen **20b** das zweite polarisierte Licht ausgeben, sind im Allgemeinen die polarisierten Komponenten des ersten polarisierten Lichts, ausgegeben von den ersten monochromatischen Lichtquellen **20a**, und das zweite polarisierte Licht, ausgegeben von den zweiten monochromatischen Lichtquellen **20b**, nicht 100% polarisiert. Aus diesem Grund enthält das erste polarisierte Licht ein polarisiertes Licht mit geringen unterschiedlichen Polarisationskomponenten. Das zweite polarisierte Licht enthält ebenfalls polarisiertes Licht mit leicht unterschiedlichen Polarisationskomponenten. Die zweite Ausführungsform ermöglicht, dass das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **24** das Licht von s-polarisierten Komponenten zurück weist, das von den ersten monochromatischen Lichtquellen **20a** einfällt. Das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **24** kann ebenfalls das Licht von p-polarisierten Komponenten zurückweisen, das von den zweiten monochromatischen Lichtquellen **20b** einfällt. Gleichermaßen kann das Polarisationsauswahlelement **22** das Licht von s-polarisierten Komponenten zurückweisen, das von den ersten monochromatischen Lichtquellen **20a** einfällt. Das Polarisationsauswahlelement **22** kann das Licht von p-polarisierten Komponenten zurückweisen, das von den zweiten monochromatischen Lichtquellen **20b** einfällt.

[0099] Wenn daher nur die ersten monochromatischen Lichtquellen **20a** leuchten, wird zum Beispiel Licht von s-polarisierten Komponenten in dem von den ersten monochromatischen Lichtquellen **20a** ausgegebenen Licht durch das Polarisationsauswahlelement **22** reflektiert. Dies eliminiert Licht von s-polarisierten Komponenten, das in Richtung der zweiten Phosphor-Schicht **26b** gerichtet ist, aus dem Licht, das von den ersten monochromatischen Lichtquellen **20a** ausgegeben wird. Folglich strahlt die zweite Phosphor-Schicht **26b** (grüner Phosphor) kein Licht

aus, was ein Vermischen der Farben Rot und Grün verhindert.

[0100] Die zweite Ausführungsform ermöglicht darüber hinaus, dass mehr Platz zwischen den ersten monochromatischen Lichtquellen **20a** und den zweiten monochromatischen Lichtquellen **20b** als in der ersten Ausführungsform bereitgestellt wird. Die Lichtquellen in Lichtquellenvorrichtungen sind Wärme erzeugende Elemente.

[0101] Durch die Bereitstellung von mehr Raum bzw. Platz zwischen den ersten monochromatischen Lichtquellen **20a** und den zweiten monochromatischen Lichtquellen **20b** wird die Konzentration dieser Wärme erzeugenden Elemente reduziert, was ermöglicht, dass Wärme leichter dissipiert. Dies verbessert die Lichtausgabeffizienz der ersten monochromatischen Lichtquellen **20a** und der zweiten monochromatischen Lichtquellen **20b**. Die Kühlstruktur für die Lichtquellen kann ebenfalls vereinfacht werden. Darüber hinaus kann die Lichtquellenvorrichtung kleiner sein.

[0102] Wenn das Polarisationsauswahlelement **22** und das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **24** äquivalente optische Transmissions-Charakteristika aufweisen (die Charakteristika in **Fig. 4** oder **Fig. 6**), ist es darüber hinaus möglich, ein Farbmischen zu verhindern, dass durch weniger als 100% Polarisation der polarisierten Komponenten des ersten polarisierten Lichts und der polarisierten Komponenten des zweiten polarisierten Lichts verursacht wird. Das erste polarisierte Licht ist ein Licht, das von den ersten monochromatischen Lichtquellen **20a** ausgegeben wird. Das zweite polarisierte Licht ist ein Licht, das von den zweiten monochromatischen Lichtquellen **20b** ausgegeben wird. Indem dem Polarisationsauswahlelement **22** und dem Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **24** äquivalente optische Transmissions-Charakteristika gegeben werden, kann entsprechend ein Farbmischen verhindert werden. Darüber hinaus kann das Polarisationsauswahlelement **22** und das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **24** in der gleichen Fertigung verarbeitet werden. Da somit die Herstellung des Polarisationsauswahlelements **22** und des Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelements **24** vereinfacht ist, können die Kosten reduziert werden. Da das Polarisationsauswahlelement **22** und das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **24** darüber hinaus zu der gleichen Fertigung gehören, können Variationen in deren optischen Transmissions-Charakteristika unterdrückt werden und die Qualität kann verbessert werden, indem ein Farbmischen verhindert wird. Die zweite Ausführungsform erzeugt hier darüber hinaus den Effekt des Verhinderns eines Farbmischens, das durch Variationen von ± 5 nm oder mehr von 445 nm in den zentralen Wellenlängen der

ersten monochromatischen Lichtquellen **20a** und der zweiten monochromatischen Lichtquellen **20b** verursacht wird.

[0103] Das Polarisationsauswahlelement **22** transmittiert eines von dem ersten polarisierten Licht und dem zweiten polarisierten Licht und reflektiert das andere, wodurch die Propagationsrichtung des ersten polarisierten Lichts und die Propagationsrichtung des zweiten polarisierten Lichts in Richtung des Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelements **24** gerichtet wird.

[0104] Die optischen Transmissions-Charakteristika, die Variationen in der optischen Lichtdurchlässigkeit bezüglich der Wellenlänge des Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelements **24** anzeigen, und die optischen Transmissions-Charakteristika, die Variationen in der optischen Lichtdurchlässigkeit bezüglich einer Wellenlänge des Polarisationsauswahlelements **22** aufweisen, sind die gleichen. Vorausgesetzt, dass dieses eine Polarisationsauswahl-Charakteristik aufweist, kann das Polarisationsauswahlelement **22** jedoch effektiv in der Verhinderung eines Farbmischens sein, selbst dann, wenn dieses nicht die gleiche Charakteristik wie das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **24** aufweist.

Dritte Ausführungsform

[0105] **Fig. 9** ist ein Diagramm zur schematischen Darstellung einer Konfiguration einer Projektionsanzeigevorrichtung **3** mit einer Lichtquellenvorrichtung **6** gemäß einer dritten Ausführungsform. Um die Beschreibung zu vereinfachen, zeigt **Fig. 9** ein orthogonales XYZ-Koordinatensystem. Die X-Achsenrichtung ist die vertikale Richtung in **Fig. 9**. Die Richtung von unten nach oben in **Fig. 9** ist die positive X-Achsenrichtung; die Richtung von oben nach unten ist die negative X-Achsenrichtung. Eine Linsengruppe **33**, ein Lichtreflexionselement **32**, erste Kollimationslinsen **31a**, zweite Kollimationslinsen **31b**, erste monochromatische Lichtquellen **30a** und zweite monochromatische Lichtquellen **30b** sind an der positiven X-Achsenenseite eines Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelements **34** angeordnet. Die Y-Achsenrichtung ist die Richtung senkrecht zu dem Zeichnungsblatt, auf dem **Fig. 9** dargestellt ist. Die positive Y-Achsenrichtung ist die Richtung von der rückwärtigen Seite (Rückseite) zu der Vorderseite des Zeichnungsblatts; die negative Y-Achsenrichtung ist die Richtung von der Vorderseite zu der rückwärtigen Seite (Rückseite) des Zeichnungsblatts. Die Z-Achsenrichtung ist die horizontale Richtung in **Fig. 9**. Die Richtung von links nach rechts in **Fig. 9** ist die positive Z-Achsenrichtung; die Richtung von rechts nach links ist die negative Z-Achsenrichtung. Ein Farbseparationselement **39**, eine Fokussierlinse **71**, ein Lichtintensitäts-Uniformie-

rungelement **72**, eine Relais-Linsengruppe **73**, ein Bildanzeigeelement **74**, eine Projektionsoptik **75** und ein Bildschirm **76** sind an der positiven Z-Achsen- seite des Polarisationsauswahl- und Wellenlängenaus- wahllements **34** angeordnet.

[0106] Die Lichtquellenvorrichtung **6** in der dritten Ausführungsform unterscheidet sich von der Licht- quellenvorrichtung **4** in der ersten Ausführungsform darin, dass diese ferner eine Linsenordnungsgrup- pe **80** und eine Linse **81** enthält. In **Fig. 9** haben Kom- ponenten, die gleich zu den in **Fig. 1** (in der ersten Ausführungsform) gezeigten Komponenten sind, die gleichen Bezugszeichen und eine Beschreibung wird nicht wiederholt. Die Komponenten, die gleich zu den Komponenten in der ersten Ausführungsform sind, sind die Fokussierlinse **71**, das Lichtintensitäts-Uni- formierungselement **72**, die Relais-Linsengruppe **73**, das Bildanzeigeelement **74**, die Projektionsoptik **75** und der Bildschirm **76**. Die Komponenten, die im Fol- genden angegeben werden, sind durch Bezugszei- chen bezeichnet, die sich von den Bezugszeichen un- terscheiden, die für die entsprechenden Kompen- ten in der ersten Ausführungsform verwendet wur- den, jedoch sind deren Konfigurationen (einschließ- lich Formen, Strukturen, Materialqualitäten usw.) und Funktionen die gleichen, wie jene der entsprechen- den Komponenten in der ersten Ausführungsform. Wenn immer eine Beschreibung weggelassen wird, gilt daher die Beschreibung, die in der ersten Aus- führungsform gegeben wurde. Die Komponenten in der dritten Ausführungsform, die mit Bezugszeichen gezeigt sind, die sich von denen unterscheiden, die in der ersten Ausführungsform verwendet wurden, deren Konfigurationen und Funktionen jedoch gleich zwischen Komponenten in der ersten Ausführungs- form sind, sind die ersten monochromatischen Licht- quellen **30a**, die zweiten monochromatischen Licht- quellen **30b**, die ersten Kollimationslinsen **31a**, die zweiten Kollimationslinsen **31b**, die erste monochro- matische Lichtquellengruppe **3000a**, die zweite mo- nochromatische Lichtquellengruppe **3000b**, die Lin- sengruppe **33**, das Polarisationsauswahl- und Wel- lenlängenauswahllement **34**, eine erste Fokussier- linsengruppe **35a**, eine zweite Fokussierlinsengrup- pe **35b**, eine erste Phosphor-Schicht **36a**, eine zwei- te Phosphor-Schicht **36b**, dritte monochromatische Lichtquellen **37a**, **37b**, dritte Kollimationslinsen **38a**, **38b** und das Farbseparationselement **39**.

[0107] Die Projektionsanzeigevorrichtung **3** gemäß der dritten Ausführungsform enthält die Lichtquellen- vorrichtung **6**, das Lichtintensitäts-Uniformierungs- element **72**, das Bildanzeigeelement oder das Licht- ventil **74**, und die Projektionsoptik **75**, wie in **Fig. 9** gezeigt. Die Projektionsanzeigevorrichtung **3** kann darüber hinaus die Fokussierlinse **71**, die Relais- Linsengruppe **73** und den Bildschirm **76** enthalten. Die Lichtquellenvorrichtung **6** gemäß der dritten Aus- führungsform enthält die erste monochromatische

Lichtquellengruppe **3000a**, die zweite monochroma- tische Lichtquellengruppe **3000b**, das Polarisations- auswahl- und Wellenlängenauswahllement **34**, die erste Phosphor-Schicht **36a**, die zweite Phosphor- Schicht **36b** und die Linsenordnungsgruppe **80**, die in **Fig. 9** gezeigt. Die Lichtquellenvorrichtung **6** in der dritten Ausführungsform kann ebenso eine erste Kollimationslinsengruppe **3100a**, eine zweite Kollি- mationslinsengruppe **3100b**, das Lichtreflexionsele- ment **32**, die erste Fokussierlinsengruppe **35a**, die zweite Fokussierlinsengruppe **35b** und die Linse **81** enthalten. Darüber hinaus kann die Lichtquellenvor- richtung **6** in der dritten Ausführungsform die dritten monochromatischen Lichtquellen **37a**, **37b**, die drit- ten Kollimationslinsen **38a**, **38b** und das Farbsepara- tionselement **39** enthalten, wie in **Fig. 9** gezeigt.

[0108] Mit Ausnahme der Aufnahme der Linsenan- ordnungsgruppe **80** und der Linse **81** ist die Licht- quellenvorrichtung **6** gemäß der dritten Ausführungs- form gleich zu der Lichtquellenvorrichtung **4** in der ersten Ausführungsform. Lichtflüsse, die von den ers- ten monochromatischen Lichtquellen **30a** und den zweiten monochromatischen Lichtquellen **30b** ausge- geben werden, werden durch das Lichtreflexions- element **32** reflektiert und deren Durchmesser wer- den durch die Linsengruppe **33** reduziert. Die Licht- flüsse, die von den ersten monochromatischen Licht- quellen **30a** ausgegeben werden, werden durch die Linsenordnungsgruppe **80**, die Linse **81** und die erste Fokussierlinsengruppe **35a** in eine bestimmte Form auf der ersten Phosphor-Schicht **36a** fokussiert. Die Lichtflüsse, die von den zweiten monochromati- schen Lichtquellen **30b** ausgegeben werden, werden gleichermaßen durch die Linsenordnungsgruppe **80**, die Linse **81** und die zweite Fokussierlinsengrup- pe **35b** in eine bestimmte Form auf der zweiten Phos- phor-Schicht **36b** fokussiert.

[0109] Die **Fig. 10(a)** und **Fig. 10(b)** sind schema- tische Vorderansichten zur Darstellung einer ersten Linsenordnung **80a** und einer zweiten Linsenan- ordnung **80b**. **Fig. 10(a)** zeigt die erste Linsenan- ordnung **80a**. **Fig. 10(b)** zeigt die zweite Linsenan- ordnung **80b**. Wie in den **Fig. 10(a)** und **Fig. 10(b)** gezeigt, enthält die Linsenordnungsgruppe **80** die erste Linsenordnung **80a** und die zweite Linsenan- ordnung **80b**. Die erste Linsenordnung **80a** enthält eine Vielzahl von Linsenzellen **80a1**, die in der hor- izontalen und vertikalen Richtung angeordnet sind. Die zweite Linsenordnung **80b** enthält gleicher- maßen eine Vielzahl von Linsenzellen **80b1**, die in der horizontalen und vertikalen Richtung angeord- net sind. Die „horizontale und vertikale Richtung“ be- zeichnet hier die Richtungen, von gegenseitig ortho- gonalen Achsen in einer Ebene.

[0110] Die Formen der Linsenzellen **80a1** und **80b1** sind nicht sonderlich eingeschränkt. Die Formen der Linsenzellen **80a1** und **80b1** sind jedoch bevorzugt

vergleichbar bzw. ähnlich zu der Form der Einfallsoberfläche **72a** des Lichtintensitäts-Uniformierungselements **72**. Die Form der Linsenzellen **80a1** in der ersten Linsenordnung **80a** ist auf die erste Phosphor-Schicht **36a** und die zweite Phosphor-Schicht **36b** fokussiert. D. h., dass die Einfallsoberfläche der ersten Linsenordnung **80a** in einer optisch konjugierten Beziehung mit der ersten Phosphor-Schicht **36a** steht. Die Einfallsoberfläche der ersten Linsenordnung **80a** steht ebenso in einer optisch konjugierten Beziehung mit der zweiten Phosphor-Schicht **36b**. Eine „optisch konjugierte Beziehung“ ist eine Beziehung, bei der Licht, das von einem Punkt emittiert wird, ein Bild an dem anderen Punkt ausbildet.

[0111] Die Linsenzellen **80a1** und **80b1** in den **Fig. 10(a)** und **Fig. 10(b)** sind hier in der Form rechteckig. Da jedoch die Ausgangsoberfläche **72b** des Lichtintensitäts-Uniformierungselements **72** in einer optisch konjugierten Beziehung mit dem Lichtventil **74** steht, sind die Formen der Linsenzellen **80a1** und **80b1** bevorzugt im Allgemeinen vergleichbar zu der Form des Lichtventils **74**. Für das Lichtventil **74** mit einer XGA-(engl. eXtended Graphics Array: 1024×768 Pixel)Auflösung, wobei die Formen der Linsenzellen **80a1** und **80b1** bevorzugt ein 4:3-Verhältnis der horizontalen Dimension zu der vertikalen Dimension (H:V = 4:3) aufweist. Die Einfallsoberfläche **72a** des Lichtintensitäts-Uniformierungselements **72** ist bevorzugt derart geformt, dass das Verhältnis deren horizontalen Dimension **72a1** zu deren vertikaler Dimension **72aV** gleich 4:3 ist (Horizontal:Vertikal)(**72aH:72aV** = 4:3).

[0112] Da die erste Phosphor-Schicht **36a** und die Einfallsoberfläche des Lichtintensitäts-Uniformierungselements **72** in einer optisch konjugierten Beziehung stehen, und die zweite Phosphor-Schicht **36b** und die Einfallsoberfläche **72a** des Lichtintensitäts-Uniformierungselements **72** in einer optisch konjugierten Beziehung stehen, ist die Form der Einfallsoberfläche der ersten Linsenordnung **80a** bevorzugt vergleichbar zu der Form der Einfallsoberfläche **72a** des Lichtintensitäts-Uniformierungselements **72**.

[0113] Die Linsenordnungsgruppe **80** weist den Effekt der Reduzierung der Dichte der Lichtflüsse auf, die auf die erste Phosphor-Schicht **36a** und die zweite Phosphor-Schicht **36b** fokussiert werden. Wenn ein Lichtfluss mit einer hohen optischen Dichte einfällt, wird die Effizienz (externe Quanteneffizienz) des Anregungslichts an der ersten Phosphor-Schicht **36a** und der zweiten Phosphor-Schicht **36b** durch den Einfluss einer lokalen Erhöhung der Temperatur verschlechtert. Es wird daher bevorzugt, das Licht so gleichmäßig wie möglich zu fokussieren, um die Temperaturverteilung zu vereinheitlichen bzw. zu uniformieren, wodurch die externe Quanteneffizienz verbessert wird. Wenn polarisiertes Licht als Anregungslicht verwendet wird wie in der ersten bis dritten Aus-

führungsform, wird jedoch nicht bevorzugt, ein Mittel wie zum Beispiel eine Lichtdiffusionsplatte zu wählen, die der Lichtanordnungsgruppe **80** folgend angeordnet ist, um die fokussierte Dichte an der ersten Phosphor-Schicht **36a** und der zweiten Phosphor-Schicht **36b** zu reduzieren. Dies ist der Fall, da eine Lichtdiffusionsplatte die Polarisationsrichtung des Lichts stört. Der Ausdruck „folgend“ bezeichnet die Seite, in deren Richtung das Licht propagiert (d. h., die nachfolgende (engl. downstream) Seite in der Richtung der Lichtpropagation) von einer Position, durch die das Licht transmittiert bzw. hindurch gelassen wird. Der Ausdruck „vorhergehend“ bezeichnet die Seite, aus der das Licht propagiert (d. h. die davor liegende (engl. upstream) Seite in der Richtung der Lichtpropagation) von einer Position, durch die das Licht transmittiert bzw. hindurch gelassen wird. Das Lichtintensitäts-Uniformierungselement **72**, die Relais-Linsengruppe **73**, das Lichtventil **74**, die Projektionsoptik **75** und der Bildschirm **76** sind zum Beispiel in **Fig. 9** der Fokussierlinse **71** folgend angeordnet. Das Lichtventil **74**, die Relais-Linsengruppe **73**, das Lichtintensitäts-Uniformierungselement **72** und die Fokussierlinse **71** sind vorhergehend der Projektionsoptik **75** angeordnet. Die Verwendung der Linsenordnungsgruppe **80** kann das Problem des Einfalls eines Lichtflusses hoher optischer Dichte auf die Phosphor-Oberflächen lösen. Die Form der Einfallsoberfläche der ersten Linsenordnung **80a** kann darüber hinaus ausgewählt werden, um die Fokussiereffizienz des Lichts zu erhöhen, das auf das Lichtintensitäts-Uniformierungselement **72** fokussiert wird.

[0114] Die Linse **81** ist bevorzugt der Linsenordnungsgruppe **80** folgend angeordnet. Die Linse **81** unterdrückt die Dispersion des Lichts, das die Linsenordnungsgruppe **80** passiert hat, wodurch eine Reduzierung in der Lichtmenge unterdrückt wird, die die erste Fokussierlinsengruppe **35a** oder die zweite Fokussierlinsengruppe **35b** erreicht. Dies ermöglicht, das Licht effizient auf die erste Phosphor-Schicht **36a** und die zweite Phosphor-Schicht **36b** fokussiert wird.

[0115] Der Lichtfluss vor der Linsenordnungsgruppe **80** wird bevorzugt so gut wie möglich kollimiert. Dies kann den Lichtfluss, der von der Linsenordnungsgruppe **80** ausgegeben wird, effizient zu der ersten Phosphor-Schicht **36a** und der zweiten Phosphor-Schicht **36b** führen.

[0116] Die Linsenzellen **80a1** der ersten Linsenordnung **80a** und die Linsenzellen **80b1** der zweiten Linsenordnung **80b** können beiderseitig exzentrisch sein. Indem die Linsenzellen **80a1**, **80b1** exzentrisch gemacht werden, wird die Lichtfokussiereffizienz und die Uniformität bzw. Gleichmäßigkeit der Lichtintensität an der ersten Phosphor-Schicht **36a** und der zweiten Phosphor-Schicht **36b** erhöht.

[0117] Obwohl die Linse **81** in der dritten Ausführungsform bereitgestellt ist, selbst wenn die Linse **81** weggelassen wird, ist es immer noch möglich, den Lichtfluss in eine gewünschte Form an der ersten Phosphor-Schicht **36a** und der zweiten Phosphor-Schicht **36b** zu fokussieren.

[0118] Das erste polarisierte Licht, das von den ersten monochromatischen Lichtquellen **30a** ausgegeben wird, erreicht in der dritten Ausführungsform die erste Phosphor-Schicht **36a**. Das zweite polarisierte Licht, das von den zweiten monochromatischen Lichtquellen **30b** ausgegeben wird, erreicht die zweite Phosphor-Schicht **36b**. Das Licht, das von den dritten monochromatischen Lichtquellen **37a** und **37b** ausgegeben wird, wird mit dem Licht kombiniert, das in der ersten Phosphor-Schicht **36a** und der zweiten Phosphor-Schicht **36b** angeregt wird, und erreicht das Lichtintensitäts-Uniformierungselement **72**. Das Ausmaß an rotem Licht, das Ausmaß an grünem Licht und das Ausmaß von blauem Licht kann entsprechend an den entsprechenden Lichtquellen gesteuert werden. Die Lichtquellenvorrichtung und die Lichtquellen in der dritten Ausführungsform können daher gesteuert werden, nicht mehr als notwendig Licht zu emittieren, wodurch die Lebensdauer der Lichtquelle verlängert wird. Es ist ebenfalls möglich, auf verschiedene Farbabweichungen in dem anzuzeigenden Bild zu reagieren. Um ein starkes rotes Bild anzuzeigen, können daher die individuellen Lichtquellen **30a**, **30b**, **37a** und **37b** gesteuert werden, um die optische Intensität von rotem Licht zu erhöhen und die Ausgabe von grünem Licht und blauem Licht zu reduzieren.

[0119] Die Erfindung in der dritten Ausführungsform kann als eine Lichtquelle nicht nur für rückwärtsseitige Projektionsfernsehgeräte verwendet werden, und für vorderseitige Projektoren und vorderseitige Projektionsanzeigevorrichtungen, die Bilder auf eine Wand oder einen Bildschirm projizieren, sondern ebenfalls für Fahrzeuganzeigevorrichtungen und andere Anwendungen. Die Erfindungen gemäß der ersten, zweiten, vierten und fünften Ausführungsform kann auch als Lichtquellen nicht nur für rückwärtsseitige Projektionsfernsehgeräte, und für vorderseitige Projektoren und vorderseitige Projektionsanzeigevorrichtungen verwendet werden, die Bilder auf eine Wand oder einen Bildschirm projizieren, sondern ebenso für Fahrzeuganzeigevorrichtungen und andere Anwendungen.

[0120] Ein anderes Wellenlängenauswahlelement mit einem optischen Transmissionsband, das sowohl das Wellenlängenband des ersten polarisierten Lichts, ausgegeben von der ersten monochromatischen Lichtquellengruppe **3000a**, als auch das Wellenlängenband des zweiten polarisierten Lichts, ausgegeben von der zweiten monochromatischen Lichtquellengruppe **3000b**, kann ebenso bereitgestellt

werden. Dieses Wellenlängenauswahlelement ist an dem Lichtweg von der ersten monochromatischen Lichtquellengruppe **3000a** und der zweiten monochromatischen Lichtquellengruppe **3000b** zu dem Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **34** angeordnet.

[0121] Die Lichtquellenvorrichtung **6** enthält die erste Linsenanordnung **80a** mit der Anordnung der Linsenzellen **80a1** und die zweite Linsenanordnung **80b** mit der Anordnung der Linsenzellen **80b1**, und weist die Linsenanordnungsgruppe **80** mit der ersten Linsenanordnung **80a** und der zweiten Linsenanordnung **80b** auf, die derart angeordnet sind, dass diese sich einander gegenüber stehen. Die erste Linsenanordnung **80a** ist an dem gemeinsamen Lichtweg angeordnet, der gemeinsam durch den Lichtweg des ersten polarisierten Lichts von der ersten monochromatischen Lichtquellengruppe **3000a** zu dem Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **34** und dem Lichtweg des zweiten polarisierten Lichts von der zweiten monochromatischen Lichtquellengruppe **3000b** zu dem Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **34** verwendet wird, und die Einfallsoberfläche der ersten Linsenanordnung **80a** steht in einer optisch konjugierten Beziehung mit der ersten Phosphor-Schicht **36a** und der zweiten Phosphor-Schicht **36b**.

Vierte Ausführungsform

[0122] Fig. 11 ist ein Diagramm zur schematischen Darstellung einer Konfiguration einer Projektionsanzeigevorrichtung **8** mit einer Lichtquellenvorrichtung **7** gemäß einer vierten Ausführungsform der Erfindung. Um die Beschreibung zu vereinfachen, zeigt Fig. 11 ein orthogonales XYZ-Koordinatensystem. Die X-Achsenrichtung ist die vertikale Richtung in Fig. 11. Die Richtung von unten nach oben in Fig. 11 ist die positive X-Achsenrichtung; die Richtung von oben nach unten ist die negative X-Achsenrichtung. Wellenlängenauswahlelemente **44** und **54**, eine Linsengruppe **13**, erste Kollimationslinsen **11a**, zweite Kollimationslinsen **11b**, erste monochromatische Lichtquellen **10a** und zweite monochromatische Lichtquellen **10b** sind an der positiven X-Achsenrichtung eines Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelements **14** angeordnet. Die Y-Achsenrichtung ist die Richtung senkrecht zu dem Zeichnungsblatt, auf dem Fig. 11 dargestellt ist. Die positive Y-Achsenrichtung ist die Richtung von der rückwärtigen Seite (Rückseite) zu der Vorderseite des Zeichnungsblatts; die negative Y-Achsenrichtung ist die Richtung von der Vorderseite zu der rückwärtigen Seite (Rückseite) des Zeichnungsblatts. Die Z-Achsenrichtung ist die horizontale Richtung in Fig. 11. Die Richtung von links nach rechts in Fig. 11 ist die positive Z-Achsenrichtung; die Richtung von rechts nach links ist die negative Z-Achsenrichtung. Ein Farbseparationselement **19**, eine Fokussierlinse **71**, ein Lichtintensitäts-

Uniformierungselement **72**, eine Relais-Linsengruppe **73**, ein Bildanzeigeelement **74**, eine Projektionsoptik **75** und ein Bildschirm **76** sind an der positiven Z-Achsen­seite des Polarisationsauswahl- und Wellenlängen­auswahl­elements **14** angeordnet.

[0123] Die Lichtquellenvorrichtung **7** in der vierten Ausführungsform unterscheidet sich von der Lichtquellenvorrichtung **4** in der ersten Ausführungsform darin, dass diese die Wellenlängen­auswahl­elemente **44** und **54** enthält. Die Lichtquellenvorrichtung **7** in der vierten Ausführungsform unterscheidet sich weiter von der Lichtquellenvorrichtung **4** in der ersten Ausführungsform darin, dass diese kein Lichtreflexionselement **12** enthält. Komponenten in **Fig. 11**, die die gleichen wie die Komponenten sind, die in **Fig. 1** (in der ersten Ausführungsform) gezeigt sind, weisen die gleichen Bezugszeichen auf und eine Beschreibung wird nicht wiederholt. Die Komponenten in **Fig. 11**, die die gleichen, wie die in **Fig. 1** (in der ersten Ausführungsform) gezeigten Komponenten sind, sind die ersten monochromatischen Lichtquellen **10a**, die zweiten monochromatischen Lichtquellen **10b**, die ersten Kollimationslinsen **11a**, die zweiten Kollimationslinsen **11b**, eine erste monochromatische Lichtquellengruppe **1000a**, eine zweite monochromatische Lichtquellengruppe **1000b**, die Linsengruppe **13**, das Polarisationsauswahl- und Wellenlängen­auswahl­element **14**, eine erste Fokussierlinsengruppe **15a**, eine zweite Fokussierlinsengruppe **15b**, eine erste Phosphor-Schicht **16a**, eine zweite Phosphor-Schicht **16b**, dritte monochromatische Lichtquellen **17a**, **17b**, dritte Kollimationslinsen **18a**, **18b**, ein Farbseparationselement **19**, die Fokussierlinse **71**, das Lichtintensitäts-Uniformierungselement **72**, die Relais-Linsengruppe **73**, das Bildausbildungselement **74**, die Projektionsoptik **75** und der Bildschirm **76**.

[0124] Wenn eine zentrale Wellenlänge der ersten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000a** und eine zentrale Wellenlänge der zweiten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000b** sich von deren Designwert (in dem Bereich von 440 nm bis 450 nm) abweichen, wird ein Abschnitt eines ersten polarisierten Lichts, das von der ersten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000a** ausgeht, durch das Polarisationsauswahl- und Wellenlängen­auswahl­element **14** reflektiert und erreicht die zweite Phosphor-Schicht **16b**. Gleichermaßen wird ein Teil des zweiten polarisierten Lichts, das von der zweiten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000b** ausgeht, durch das Polarisationsauswahl- und Wellenlängen­auswahl­element **14** übertragen bzw. durchgelassen, und erreicht die erste Phosphor-Schicht **16a**. Als ein Ergebnis tritt ein Farbmischen auf. Die vierte Ausführungsform wird unter der Annahme erläutert, dass der Designwert der zentralen Wellenlänge der ersten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000a** und die zentrale Wellen-

länge in der zweiten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000b** gleich 445 nm ist. Durch die Platzierung der Wellenlängen­auswahl­elemente **44** und **54**, die Licht mit Wellenlängen in der Nähe von 445 nm (in dem Bereich von 440 nm bis 450 nm) nur zwischen den Lichtquellen **10a**, **10b** und dem Polarisationsauswahl- und Wellenlängen­auswahl­element **14** transmittieren, kann das oben erwähnte Farbmischen unterdrückt werden. Wohingegen ein Farbmischen aufgrund einer Abweichung in der Polarisationsrichtung des Lichts mit der zweiten Ausführungsform behandelt wurde, wird ein Farbmischen aufgrund der Abweichung in der Wellenlänge des Lichts mit der vierten Ausführungsform behandelt. Die vierte Ausführungsform kann ein Farbmischen aufgrund einer Abweichung der Wellenlänge des Lichts verhindern. Indem das Lichtreflexionselement **12** eliminiert wird, macht die vierte Ausführungsform darüber hinaus einen Abstand von den ersten monochromatischen Lichtquellen **10a** und den zweiten monochromatischen Lichtquellen **10b** zu der Linsengruppe **13** kürzer als in der ersten Ausführungsform. Dies verkürzt die Dimension der Lichtquellenvorrichtung **4** in der X-Achsenrichtung, so dass die Lichtquellenvorrichtung **4** kompakter gemacht werden kann.

[0125] Die Wellenlängen­auswahl­elemente **44** und **54** in **Fig. 11** sind zwischen der Linsengruppe **13** und dem Polarisationsauswahl- und Wellenlängen­auswahl­element **14** angeordnet. Das Wellenlängen­auswahl­element **44** ist an der Seite näher zu der Linsengruppe **13** (in der positiven X-Achsenrichtung) angeordnet; das Wellenlängen­auswahl­element **54** ist an der Seite näher zu dem Polarisationsauswahl- und Wellenlängen­auswahl­element **14** (in der negativen X-Achsenrichtung) angeordnet. Ein Lichtdiffusionselement **64** ist zwischen der Linsengruppe **13** und dem Wellenlängen­auswahl­element **44** angeordnet.

[0126] Die vierte Ausführungsform wird für den Fall erläutert, bei dem das Polarisationsauswahl- und Wellenlängen­auswahl­element **14** die in **Fig. 4** gezeigte optische Transmissions-Charakteristik aufweist. Wenn die zentrale Wellenlänge der zweiten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000b** gleich 450 nm oder mehr ist, wird ein Teil des s-polarisierten Lichts in dem zweiten polarisierten Licht durch das Polarisationsauswahl- und Wellenlängen­auswahl­element **14** transmittiert und erreicht die erste Phosphor-Schicht **16a**. Wenn die zentrale Wellenlänge der ersten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000a** gleich 440 nm oder weniger ist, wird ein Teil des p-polarisierten Lichts in dem ersten polarisierten Licht durch das Polarisationsauswahl- und Wellenlängen­auswahl­element **14** reflektiert und erreicht die zweite Phosphor-Schicht **16b**. Dies bedeutet, dass dann, wenn die zentralen Wellenlängen der ersten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000a** und der zweiten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000b** von der Nähe von 445 nm (in

dem Bereich von 440 nm bis 450 nm) abweichen, in Richtung einer kürzeren Wellenseite oder einer längeren Wellenseite, ein Farbmischen auftritt. Es wird daher bevorzugt, die Wellenlängenauswahlelemente **44**, **54**, die nur Licht der Wellenlänge in der Nähe von 445 nm transmittieren, zwischen den Lichtquellen **10a**, **10b** und dem Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** zu platzieren.

[0127] Im Folgenden werden die Wellenlängenauswahlelemente **44** und **54** beschrieben. Das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** weist unterschiedliche optische Transmissions-Charakteristika für p-polarisiertes Licht und s-polarisiertes Licht auf. Wenn Licht in das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** bei einem Einfallswinkel von 45 Grad eintritt, zeigen daher die optische Transmissions-Charakteristik von p-polarisiertem Licht und die optische Transmissions-Charakteristik von s-polarisiertem Licht unterschiedliche Merkmale. Wenn Licht in das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** bei einem Einfallswinkel von 0 Grad eintritt, zeigt p-polarisiertes Licht und s-polarisiertes Licht jedoch die gleiche optische Transmissions-Charakteristik. D. h., dass das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** die Eigenschaft aufweist, dessen Polarisationsauswahlfunktion zu verlieren, wenn Licht in das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** bei einem Einfallswinkel von 0 Grad eintritt. **Fig. 12** ist ein Diagramm zur Darstellung von p-polarisiertem Licht und s-polarisiertem Licht.

[0128] **Fig. 12** ist ein Diagramm zur Darstellung einer Referenzebene einer Polarisationsachse (Polarisationsrichtung). Die Referenzebene **121** ist eine Ebene, die eine optische Achse (angezeigt durch einen nach rechts zeigenden Pfeil in **Fig. 12**) eines Lichtstrahls **1200** enthält, der auf ein Reflexionselement **120** einfällt, und eine optische Achse (angezeigt durch eine nach oben zeigenden Pfeil in **Fig. 12**) des Lichtstrahls **1200**, der durch das Reflexionselement **120** reflektiert wird. Licht mit einer Polarisationsachse parallel zu der Referenzebene **121** ist p-polarisiertes Licht; Licht mit einer Polarisationsachse orthogonal zu der Referenzebene **121** ist s-polarisiertes Licht. Wenn folglich der Lichtstrahl **1200** parallel zu einer Normalen **121N** der Reflexionsoberfläche des Reflexionselements **120** einfällt (d. h., wenn der Einfallswinkel 0 Grad ist), wird keine Referenzebene definiert. Dies ist der Fall, da die optische Achse des an dem Reflexionselement **120** einfallenden Lichts und die optische Achse des durch das Reflexionselement **120** reflektierten Lichts übereinstimmen, so dass die Ebene (Referenzebene) nicht bestimmt werden kann, die die optische Achse des an dem Reflexionselement **120** einfallenden Lichts und die optische Achse des durch das Reflexionselement **120** reflektierten Lichts enthält. Wenn folglich keine Referenz-

ebene bestimmt werden kann, zeigen die Wellenlängenauswahlelemente **44** und **54** die gleiche optische Transmissions-Charakteristik für sowohl p-polarisiertes Licht als auch s-polarisiertes Licht, wie oben beschrieben. Wenn der Einfallswinkel des Lichts kleiner als 40 Grad wird, wird mit anderen Worten die p-s-Polarisationsseparationsbreite (zum Beispiel die Breite des Wellenlängenbands **W1** und die Breite des Wellenlängenbands **W2** in **Fig. 4**) verringert. Wenn der Einfallswinkel des Lichts größer als 45 Grad wird, wird die p-s-Separationsbreite (zum Beispiel die Breite des Wellenlängenbands **W1** und die Breite des Wellenlängenbands **W2** in **Fig. 4**) verbreitert. Es ist Vorsicht geboten, da die optischen Transmissions-Charakteristika eines dielektrischen Mehrschichtfilms gemäß dem Einfallswinkel des einfallenden Lichts variieren. Wenn zum Beispiel der Einfallswinkel des einfallenden Lichts verringert wird, werden die optischen Lichtdurchlässigkeitskurven **200p** und **200s**, die die optische Transmissions-Charakteristik in **Fig. 4** zeigen, in Richtung der langen Wellenlängenseite verschoben (in **Fig. 4** nach rechts).

[0129] Die **Fig. 13(a)** und **Fig. 13(b)** sind schematische Diagramme zur Darstellung einer Wellenlängenseparations-Charakteristik (optische Transmissions-Charakteristik) der Wellenlängenauswahlelemente **44** und **54**. In den **Fig. 13(a)** und **Fig. 13(b)** zeigt die vertikale Achse eine optische Lichtdurchlässigkeit bzw. Transmittanz [%] und die horizontale Achse zeigt die Wellenlänge [nm] des Lichts. **Fig. 13(a)** zeigt die optische Transmissions-Charakteristik des Wellenlängenauswahlelements **44**; **Fig. 13(b)** zeigt die optische Transmissions-Charakteristik des Wellenlängenauswahlelements **54**. Das Wellenlängenauswahlelement **44** reflektiert Licht mit Wellenlängen von 450 nm oder mehr. D. h., dass das Wellenlängenauswahlelement **44** Licht an der langen Wellenlängenseite von 450 nm reflektiert. Um das Farbmischen soweit wie möglich zu reduzieren, kann eine Lichtdurchlässigkeitskurve **130a**, die die optische Transmissions-Charakteristik des Wellenlängenauswahlelements **44** zeigt, in Richtung der kurzen Wellenlängenseite von 450 nm verschoben werden. Das Wellenlängenauswahlelement **54** reflektiert Licht mit Wellenlängen von 440 nm oder weniger. D. h., dass das Wellenlängenauswahlelement **54** Licht an der kurzen Wellenlängenseite von 440 nm reflektiert. Um das Farbmischen soweit wie möglich zu reduzieren, kann eine Lichtdurchlässigkeitskurve **130b**, die die optische Transmissions-Charakteristik des Wellenlängenauswahlelements **54** anzeigt, in Richtung der langen Wellenlängenseite von 440 nm verschoben werden.

[0130] Das Licht, das das Wellenlängenauswahlelement **44** und das Wellenlängenauswahlelement **54** passiert, ist Licht mit zentralen Wellenlängen, die sich von 440 nm bis 450 nm erstrecken. Licht außerhalb dieses Wellenlängenbereichs wird daher re-

flektiert und erreicht das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** nicht. **Fig. 14** ist ein schematisches Diagramm zur Darstellung der Wellenlängenseparations-Charakteristik, wenn ein einzelnes Element für die Wellenlängenauswahlelemente **44** und **54** eingesetzt wird. Die vertikale Achse in **Fig. 14** gibt die optische Lichtdurchlässigkeit bzw. Transmittanz [%] an, und die horizontale Achse gibt die Wellenlänge [nm] des Lichts an. Mit der in **Fig. 14** gezeigten Charakteristik wird Licht mit Wellenlängen von 440 nm oder weniger und Licht mit Wellenlängen von 450 nm oder mehr reflektiert. D. h., dass die in **Fig. 14** gezeigte optische Transmissions-Charakteristik eine Charakteristik ist, die Licht in dem Wellenlängenbereich von 440 nm bis 450 nm transmittiert bzw. überträgt.

[0131] Es reicht für die Wellenlängenauswahlelemente **44**, **54** aus, die in **Fig. 14** gezeigte Charakteristik bereitzustellen. D. h., dass die Wellenlängenauswahlelemente **44**, **54** die Eigenschaft aufweisen, Licht mit Wellenlängen in dem Bereich von 440 nm bis 450 nm zu transmittieren bzw. durch zu lassen. Aus diesem Grund können die Wellenlängenauswahlelemente in ein einzelnes Element kombiniert werden, wenn dies eine Einfallsoberfläche bereit stellt, die die optische Transmissions-Charakteristik des Wellenlängenauswahlelements **44** aufweist, sowie eine Ausgangsoberfläche mit der Charakteristik des Wellenlängenauswahlelements **54**. Diese einzelne Wellenlängenauswahlelement-Konfiguration ermöglicht, dass die Lichtquellenvorrichtung **7** kompakter ist.

[0132] Es ist für die Wellenlänge des Lichts, das durch das Wellenlängenauswahlelement **44** und das Wellenlängenauswahlelement **54** hindurch tritt, ausreichend, in dem Bereich von 440 nm bis 450 nm zu sein. Die Wellenlängen-Charakteristika der Wellenlängenauswahlelemente **44**, **54** für Wellenlängen, die stark von 440 nm und 450 nm abweichen, sind somit unerheblich. In **Fig. 13(a)** ist das Wellenlängenauswahlelement **44** zum Beispiel mit der Eigenschaft gezeigt, Licht an der langen Wellenlängenseite von 450 nm zu reflektieren (optische Lichtdurchlässigkeit bzw. Transmittanz ist 0%), sowie der Eigenschaft, Licht an der kurzen Wellenlängenseite von 450 nm durch zu lassen (optische Lichtdurchlässigkeit bzw. Transmittanz ist 100%). Das Wellenlängenauswahlelement **44** kann jedoch die Eigenschaft aufweisen, Licht mit einer Wellenlänge von 400 nm zu reflektieren, das stark von 440 nm und 450 nm abweicht.

[0133] Wenn Licht, das durch die Wellenlängenauswahlelemente **44**, **54** reflektiert wird, direkt an die erste monochromatische Lichtquellengruppe **1000a** und die zweite monochromatische Lichtquellengruppe **1000b** zurückgegeben würde, würde dies die Lebensdauer der Lichtquellen verkürzen, die die erste monochromatische Lichtquellengruppe **1000a**

und die zweite monochromatische Lichtquellengruppe **1000b** ausbilden. Um dies zu verhindern, kann das Lichtdiffusionselement **64** zwischen der ersten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000a** und den Wellenlängenauswahlelementen **44**, **54** bereit gestellt werden. Das Lichtdiffusionselement **64** kann ebenso zwischen der zweiten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000b** und den Wellenlängenauswahlelementen **44**, **54** bereitgestellt werden.

[0134] Das Lichtdiffusionselement **64** weist die Funktion zum Variieren eines Lichtwinkels auf. Dies ermöglicht eine Reduzierung der Lichtintensität, die direkt zu der ersten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000a** und der zweiten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000b** zurückkehrt. Das Lichtdiffusionselement **64** kann an jeder Position angeordnet werden, solange diese zwischen der ersten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000a** und der zweiten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000b** und den Wellenlängenauswahlelementen **44**, **54** ist. Das Lichtdiffusionselement **64** kann zum Beispiel in der Linsengruppe **13** angeordnet werden. Wenn das Lichtdiffusionselement **64** eine geringe Lichtdiffusivität aufweist, weist dieses einen geringen Effekt an dem Polarisationsgrad des Lichts auf.

[0135] In der vierten Ausführungsform wird ein Farbmisches aufgrund von Variationen im Polarisationsgrad der monochromatischen Lichtquellengruppen **1000a**, **1000b** nicht berücksichtigt. Um das Farbmisches weiter zu reduzieren, ist jedoch die Konfiguration der zweiten Ausführungsform bevorzugt. Die vierte Ausführungsform kann jedoch als bevorzugt angesehen werden, angesichts der Reduzierung der Größe und der Herstellungskosten der Lichtquellenvorrichtung.

[0136] Ein Teil des roten Lichts, das von der ersten Phosphor-Schicht **16a** ausgegeben wird, wird durch das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** transmittiert. Ein Teil des grünen Lichts, das von der zweiten Phosphor-Schicht **16b** ausgegeben wird, wird durch das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** reflektiert. Ein Teil des Lichts, das von der ersten Phosphor-Schicht **16a** und der zweiten Phosphor-Schicht **16b** ausgegeben wird, wird dadurch zu den monochromatischen Lichtquellengruppen **1000a**, **1000b** zurückgegeben.

[0137] **Fig. 15** ist ein schematisches Diagramm zur Darstellung eines Beispiels einer relativen Lichtintensität mit Bezug auf eine Wellenlänge (eine Kurve **200G**) des Lichts, das in der Phosphor-Schicht für die Farbe Grün angeregt wird. **Fig. 15** ist auch ein Diagramm zur Darstellung eines Beispiels einer relativen Lichtintensität mit Bezug auf eine Wellenlänge (eine Kurve **200R**) des Lichts, das in der Phosphor-Schicht für die Farbe Rot angeregt wird. Die vertikale Achse

an der rechten Seite von **Fig. 15** gibt eine relative Lichtintensität [%] an. Die vertikale Achse an der linken Seite von **Fig. 15** gibt eine optische Lichtdurchlässigkeit bzw. Transmittanz [%] an. Die horizontale Achse in **Fig. 15** zeigt die Wellenlänge [nm]. Eine Kurve **200p** stellt die optische Transmissions-Charakteristik von p-polarisiertem Licht dar, das an dem Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** einfällt. Die Kurve **200p** ist durch eine strichpunktierte Linie gezeigt. Eine Kurve **200s** stellt eine optische Transmissions-Charakteristik von s-polarisiertem Licht dar, das an dem Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** einfällt. Die Kurve **200s** ist durch eine gestrichelte Linie mit kürzeren Strichen gezeigt.

[0138] Die Kurve **200G** ist für grünes Anregungslicht. Die Kurve **200G** ist durch eine gestrichelte Linie mit langen Strichen gezeigt. Eine zentrale Wellenlänge der Kurve **200G** ist 550 nm. Das grüne Anregungslicht weist eine nicht gleichmäßige Polarisationsrichtung auf. Ein Teil des Lichts der s-polarisierten Komponenten an der langen Wellenlängenseite von 575 nm wird daher durch das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** reflektiert und kehrt zu den monochromatischen Lichtquellengruppen **1000a**, **1000b** zurück. Die Kurve **200R** repräsentiert rotes Anregungslicht. Die Kurve **200R** ist durch eine strichdoppelpunktierte Linie gezeigt. Eine zentrale Wellenlänge der Kurve **200R** ist 620 nm. Das rote Anregungslicht weist ebenfalls eine nicht gleichmäßige Polarisationsrichtung auf. Ein Teil des Lichts der p-polarisierten Komponenten an der kurzen Wellenlängenseite von 610 nm wird daher durch das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** transmittiert und kehrt zu den monochromatischen Lichtquellengruppen **1000a**, **1000b** zurück.

[0139] Es besteht die Möglichkeit, dass unabhängig von der Polarisation auf Grundlage der Wellenlängen-Charakteristik des Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelements **14** und der relativen Lichtintensitätskurve bezüglich der Wellenlänge des Anregungslichts ein Teil des Anregungslichts zu den monochromatischen Lichtquellengruppen **1000a**, **1000b** zurückkehren kann und die Lebensdauer der monochromatischen Lichtquellengruppen **1000a**, **1000b** verkürzt. Die Wellenlängenauswahlelemente **44**, **54** reflektieren Licht an der langen Wellenlängenseite von 450 nm. Diese weisen somit den weiteren Effekt einer Reduzierung des Zurückgebens von Licht von der ersten Phosphor-Schicht **16a** und der zweiten Phosphor-Schicht **16b** auf.

[0140] Die zusätzlichen Wellenlängenauswahlelemente **44** und **54** weisen ein optisches Transmissionsband auf, das sowohl das Wellenlängenband des ersten polarisierten Lichts enthält, das von der ersten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000a** aus-

gegeben wird, als auch das Wellenlängenband des zweiten polarisierten Lichts, das von der zweiten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000b** ausgegeben wird. Die Wellenlängenauswahlelemente **44** und **54** sind an dem Lichtweg von der ersten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000a** und der zweiten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000b** zu dem Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** angeordnet.

Erste Variation

[0141] Im Folgenden wird ein Fall erläutert, bei dem die zentrale Wellenlänge des Lichts, das von der ersten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000a** emittiert wird, sich von der zentralen Wellenlänge des Lichts unterscheidet, das von der zweiten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000b** emittiert wird.

[0142] Wenn das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** die in **Fig. 4** gezeigte optische Transmissions-Charakteristik aufweist, ist eine zentrale Wellenlänge des Lichts, das von der ersten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000a** emittiert wird, gleich 465 nm. Das von der zweiten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000b** emittierte Licht ist s-polarisiertes Licht mit einer zentralen Wellenlänge von 445 nm. Das von der ersten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000a** emittierte Licht wird durch das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** transmittiert und erreicht die erste Phosphor-Schicht **16a**, wodurch diese angeregt wird, um rotes Licht zu erzeugen. In diesem Fall ist die Polarisationsrichtung des Lichts, das von der ersten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000a** emittiert wird, ohne Bedeutung. Die zweite monochromatische Lichtquellengruppe **1000b** emittiert das s-polarisierte Licht mit der zentralen Wellenlänge von 445 nm. Das Licht, das von der zweiten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000b** emittiert wird, wird durch das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** reflektiert, und erreicht die zweite Phosphor-Schicht **16b**, wodurch diese angeregt wird, um grünes Licht zu erzeugen.

[0143] Wenn das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** die in **Fig. 6** gezeigte optische Transmissions-Charakteristik aufweist, ist das von der ersten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000a** emittierte Licht ein p-polarisiertes Licht mit einer zentralen Wellenlänge von 445 nm. Eine zentrale Wellenlänge des von der zweiten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000b** emittierten Lichts ist 465 nm. Das von der ersten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000a** emittierte Licht wird durch das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** transmittiert bzw. durch gelassen und erreicht die erste Phosphor-Schicht **16a**, wo dieses grüne Anregungslicht erzeugt. Das von der zweiten monochromatischen Lichtquellengrup-

pe **1000b** emittierte Licht wird durch das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** reflektiert und erreicht die zweite Phosphor-Schicht **16b**, an der dieses rotes Anregungslicht erzeugt. In diesem Fall ist die Polarisationsrichtung des von der zweiten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000b** emittierten Lichts ohne Bedeutung.

[0144] Bezüglich der optischen Transmissions-Charakteristik des Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelements **14** reicht die Differenz zwischen der (Halbwerts-)Position einer 50%-igen optischen Lichtdurchlässigkeit bzw. Transmittanz des p-polarisierten Lichts an der kurzen Wellenlängenseite und der Position der 50%-igen optischen Lichtdurchlässigkeit bzw. Transmittanz des s-polarisierten Lichts an der kurzen Wellenlängenseite im Allgemeinen von ca. 10 nm bis 20 nm. Wenn folglich die Differenz zwischen der zentralen Wellenlänge der ersten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000a** und der zentralen Wellenlänge der zweiten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000b** 20 nm oder weniger ist, sind die monochromatischen Lichtquellen an der kurzen Wellenlängenseite in der Lage, Licht die Phosphor-Schicht erreichen zu lassen, unter Verwendung einer Polarisations-Charakteristik, wodurch die Lichteffizienz erhöht wird.

[0145] Dies ermöglicht, dass das Auftreten des Farbmischens ohne eine Berücksichtigung von Variationen in der Polarisierung und Wellenlänge der monochromatischen Lichtquellengruppe und der zentralen Wellenlänge von 465 nm unterdrückt wird. Dies bedeutet, dass die Polarisationsrichtung der monochromatischen Lichtquellengruppe mit der zentralen Wellenlänge von 465 nm nicht orthogonal oder parallel zu der Polarisationsachse des Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelements **14** sein muss. Genauer gesagt ist es für eine Mehrheit der Komponenten nicht erforderlich, orthogonal oder parallel zu der Polarisationsachse zu sein. Zum Beispiel ist eine Rotationspolarisationsrichtung (Zirkular-Polarisation) erlaubt.

[0146] Die erste Variation der vierten Ausführungsform stellt eine Konfiguration der Lichtquellenvorrichtung **7** bereit, bei der Licht, das von der ersten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000a** emittiert wird, p-polarisiertes Licht mit einer zentralen Wellenlänge von 445 nm emittiert wird, und eine zentrale Wellenlänge von Licht, das von der zweiten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000b** emittiert wird, ist 465 nm. Diese Konfiguration kann für die erste, zweite oder dritte Ausführungsform angewendet werden. In derartigen Fällen ist es für das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** ausreichend, die in **Fig. 6** gezeigte optische Transmissions-Charakteristik aufzuweisen. Dies ermöglicht, dass das Auftreten des Farbmischens unterdrückt wird, ohne die Polarisationsrichtung der zweiten mo-

nochromatischen Lichtquellengruppe **1000b** berücksichtigen zu müssen.

[0147] Die erste Variation der vierten Ausführungsform stellt ebenfalls eine Konfiguration der Lichtquellenvorrichtung **7** bereit, bei der eine zentrale Wellenlänge des Lichts, das von der ersten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000a** emittiert wird, 465 nm ist, und das Licht, das von der zweiten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000b** emittiert wird, s-polarisiertes Licht in einer zentralen Wellenlänge von 445 nm ist. Diese Art der Konfiguration ist für die erste, zweite oder dritte Ausführungsform anwendbar. In diesem Fall ist es für das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** ausreichend, die in **Fig. 4** gezeigte optische Transmissions-Charakteristik aufzuweisen.

[0148] Wenn die Differenz zwischen den zentralen Wellenlängen der ersten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000a** und der zweiten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000b** größer als 20 nm ist, ist es möglich, nur die Funktion des Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelements **14** als ein Wellenlängenauswahlelement zu verwenden, um eine hohe Lichtverwendungseffizienz aufrecht zu erhalten, während das Auftreten des Farbmischens unterdrückt wird.

[0149] Die zentrale Wellenlänge des zweiten polarisierten Lichts unterscheidet sich von der zentralen Wellenlänge des ersten polarisierten Lichts. Bei dem ersten polarisierten Licht handelt es sich um Licht, das durch die ersten monochromatischen Lichtquellen **10a** ausgegeben wird. Das zweite polarisierte Licht ist Licht, das durch die zweiten monochromatischen Lichtquellen **10b** ausgegeben wird.

[0150] Das optische Transmissionsband der Wellenlängenauswahlelemente **44, 54** enthält das Wellenlängenband des ersten polarisierten Lichts, ausgegeben von der ersten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000a**, und das Wellenlängenband des zweiten polarisierten Lichts, ausgegeben von der zweiten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000b**. Wenn entsprechend die zentrale Wellenlänge des Lichts, emittiert von der ersten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000a**, gleich 445 nm ist, und die zentrale Wellenlänge des Lichts, emittiert von der zweiten monochromatischen Lichtquellengruppe **1000b**, gleich 465 nm ist, ist es für die Wellenlänge des Lichts, das durch das Wellenlängenauswahlelement **44** und das Wellenlängenauswahlelement **54** hindurch tritt, ausreichend, in dem Bereich von 440 nm bis 470 nm zu sein. Die Wellenlängenauswahlelemente **44, 54** reflektieren dadurch Licht an der langen Wellenlängenseite von 470 nm. Entsprechend weisen diese den weiteren Effekt der Unterdrückung des Zurückkehrens von Licht von der ersten Phosphor-

Schicht **16a** und der zweiten Phosphor-Schicht **16b** auf.

Zweite Variation

[0151] Fig. 16 ist ein Diagramm zur schematischen Darstellung einer Konfiguration einer Projektionsanzeigevorrichtung **9a** in einer zweiten Variation der vierten Ausführungsform. Die Projektionsanzeigevorrichtung **9a** gemäß der zweiten Variation unterscheidet sich von der in Fig. 1 gezeigten Projektionsanzeigevorrichtung **8** darin, dass diese dritte monochromatische Lichtquellen **47a** und **47b**, dritte Kollimationslinsen **48a** und **48b** und ein Farbseparationselement (Lichtweg-Änderungselement) **49** enthält, anstelle der dritten monochromatischen Lichtquellen **17a** und **17b**, der dritten Kollimationslinsen **18a** und **18b** und des Farbseparationselements **19**. Die dritten monochromatischen Lichtquellen **47a** und **47b** bilden eine dritte monochromatische Lichtquellengruppe **4700** aus. Die Projektionsanzeigevorrichtung **9a** in der zweiten Variation unterscheidet sich auch von der Projektionsanzeigevorrichtung **8** in Fig. 11, wobei das Farbseparationselement **19** zwischen dem Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** und der Fokussierlinse **71** angeordnet ist, darin, dass das Farbseparationselement **49** zwischen der Fokussierlinse **71** und dem Lichtintensitäts-Uniformierungselement **72** angeordnet ist.

[0152] Die dritten monochromatischen Lichtquellen **47a** und **47b** sind derart angeordnet, um einen Lichtfluss in der negativen X-Achsenrichtung zu emittieren. Die dritten Kollimationslinsen **48a** und **48b** sind in der negativen X-Achsenrichtung von den dritten monochromatischen Lichtquellen **47a** und **47b** angeordnet. Die dritten Kollimationslinsen **48a** und **48b** kollimieren das von den dritten monochromatischen Lichtquellen **47a** und **47b** emittierte Licht. Eine Fokussierlinse **300** ist in der negativen X-Achsenrichtung von den dritten monochromatischen Lichtquellen **47a** und **47b** angeordnet. Die Fokussierlinse **300** fokussiert das von den dritten monochromatischen Lichtquellen **47a** und **47b** emittierte Licht auf die Einfallsoberfläche **72a** des Lichtintensitäts-Uniformierungselements **72**. Alternativ kann der Lichtfluss auf das Lichtintensitäts-Uniformierungselement **72** gerichtet werden, ohne Verwendung der Fokussierlinse **300**, indem die optische Achse der dritten Kollimationslinsen **48a** und **48b** bezüglich der optischen Achse der dritten monochromatischen Lichtquellen **47a** und **47b** exzentrisch gemacht werden. Das Farbseparationselement **49** ist in der negativen X-Achsenrichtung von der Fokussierlinse **300** angeordnet.

[0153] Die dritte monochromatische Lichtquellengruppe **4700** gibt Licht in einem dritten Wellenlängenband aus. Das Farbseparationselement (Lichtweg-Änderungselement) **49** bringt den Lichtweg des

Lichts in dem dritten Wellenlängenband in Übereinstimmung mit dem gemeinsamen Lichtweg, der durch den Lichtweg des Lichts in dem ersten Wellenlängenband, das durch das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** reflektiert wird, und dem Lichtweg des Lichts in dem zweiten Wellenlängenband, das durch das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** transmittiert wurde, gemeinsam verwendet wird.

[0154] Eine Lichtquellenvorrichtung **7a** gemäß der zweiten Variation der vierten Ausführungsform verwendet die Fokussierlinse **71**, um Licht in dem ersten Wellenlängenband, das durch das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** reflektiert wird, und Licht in dem zweiten Wellenlängenband, das durch das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** transmittiert wird, auf das Lichtintensitäts-Uniformierungselement **72** zu fokussieren. Das Lichtweg-Änderungselement **49** ist zwischen der Fokussierlinse **71** und dem Lichtintensitäts-Uniformierungselement **72** angeordnet, anstelle des Farbseparationselements **19**.

[0155] Lichtflüsse, die von der ersten Phosphor-Schicht **16a** und der zweiten Phosphor-Schicht **16b** ausgegeben werden, werden auf das Lichtintensitäts-Uniformierungselement **72** durch die Fokussierlinse **71** fokussiert. Lichtflüsse, die von den dritten monochromatischen Lichtquellen **47a** und **47b** emittiert werden, werden über das Farbseparationselement **49** auf das Lichtintensitäts-Uniformierungselement **72** fokussiert. Das Licht, das von den dritten monochromatischen Lichtquellen **47a** und **47b** emittiert wird, nimmt daher einen Lichtweg, der sich von dem Licht unterscheidet und unabhängig davon ist, dass von dem Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** in das Lichtintensitäts-Uniformierungselement **72** eintritt. Dies ermöglicht, dass ein Raum zwischen dem Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** und der Fokussierlinse **71** reduziert wird. Die Länge in der Z-Achsenrichtung wird daher verkürzt, wodurch die Vorrichtung kompakter gemacht werden kann. Das Farbseparationselement **49** weist die Eigenschaft zum Reflektieren des Lichtflusses in dem Wellenlängenband der dritten monochromatischen Lichtquellen **47a** und **47b** sowie zum Transmittieren des Lichts auf, das von dem Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** in das Lichtintensitäts-Uniformierungselement **72** eintritt.

[0156] Die Konfiguration der dritten monochromatischen Lichtquellen **47a** und **47b**, der dritten Kollimationslinsen **48a** und **48b** und des Farbseparationselements **49**, die in der zweiten Variation gezeigt ist, kann in Ausführungsformen außer den oben beschriebenen eingesetzt werden. Die Projektionsanzeigevorrichtung **1** der in Fig. 1 gezeigten ersten Ausführungsform kann die Konfiguration der dritten mo-

nochromatischen Lichtquellen **47a** und **47b**, der dritten Kollimationslinsen **48a** und **48b** und des Farbseparationselements **49** einsetzen, beschrieben in der zweiten Variation, anstelle der dritten monochromatischen Lichtquellen **17a** und **17b**, der dritten Kollimationslinsen **18a** und **18b** und des Farbseparationselements **19**. Die Projektionsanzeigevorrichtung **2** in der in **Fig. 7** gezeigten zweiten Ausführungsform kann die obige Konfiguration anstelle der dritten monochromatischen Lichtquellen **27a** und **27b**, der dritten Kollimationslinsen **28a** und **28b** und des Farbseparationselements **29** einsetzen. Die Projektionsanzeigevorrichtung **3** in der in **Fig. 9** gezeigten dritten Ausführungsform kann die in der zweiten Variation beschriebene Konfiguration einsetzen, anstelle der dritten monochromatischen Lichtquellen **37a** und **37b**, der dritten Kollimationslinsen **38a** und **38b** und dem Farbseparationselement **39**.

[0157] Die Lichtquellenvorrichtung **7a** enthält die dritte monochromatische Lichtquellengruppe **4700** und das Lichtweg-Abänderungselement **49**. Die dritte monochromatische Lichtquellengruppe **4700** gibt Licht in dem dritten Wellenlängenband aus. Das Lichtweg-Abänderungselement **49** bringt den Lichtweg des Lichts in dem dritten Wellenlängenband in eine Übereinstimmung mit dem gemeinsamen Lichtweg, der durch den Lichtweg des Lichts in dem ersten Wellenlängenband, das durch das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** reflektiert wurde, und den Lichtweg des Lichts in dem zweiten Wellenlängenband, das durch das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** transmittiert wurde, gemeinsam verwendet.

[0158] Die Lichtquellenvorrichtung **7a** enthält die Fokussierlinse **71** zum Fokussieren des Lichts in dem ersten Wellenlängenband, das durch das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** reflektiert wird, und des Lichts in dem zweiten Wellenlängenband, das durch das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14** transmittiert wurde, auf das Lichtintensitäts-Uniformierungselement **72**. Das Lichtweg-Abänderungselement **49** ist zwischen der Fokussierlinse **71** und dem Lichtintensitäts-Uniformierungselement **72** angeordnet.

Dritte Variation

[0159] **Fig. 17** ist ein Diagramm zur schematischen Darstellung einer Konfiguration einer Projektionsanzeigevorrichtung **9b** in einer dritten Variation der vierten Ausführungsform. Die Projektionsanzeigevorrichtung **9b** in der dritten Variation der vierten Ausführungsform verwendet eine dritte Phosphor-Schicht **56c** anstelle der blauen Laserlichtquellen **17a** und **17b**. Die Projektionsanzeigevorrichtung **9b** gemäß der dritten Variation unterscheidet sich von der in **Fig. 11** gezeigten Projektionsanzeigevorrichtung **8** darin, dass diese dritte monochromatische Lichtquel-

len **57**, dritte Kollimationslinsen **58**, eine Linsengruppe **53**, ein Farbseparationselement (Lichtweg-Abänderungselement) **59**, eine dritte Fokussierlinsengruppe **55c** und die dritte Phosphor-Schicht **56c** enthält, anstelle der dritten monochromatischen Lichtquellen **17a** und **17b**, der dritten Kollimationslinsen **18a** und **18b**, und dem Farbseparationselement **19** in der in **Fig. 11** gezeigten Projektionsanzeigevorrichtung **8**.

[0160] Die Vielzahl der dritten monochromatischen Lichtquellen **57** bilden eine dritte monochromatische Lichtquellengruppe **5700** aus. Die dritten monochromatischen Lichtquellen **57** sind derart angeordnet, so dass Lichtflüsse in der negativen X-Achsenrichtung emittiert werden. Eine zentrale Wellenlänge der dritten monochromatischen Lichtquellen **57** ist zum Beispiel 405 nm. Die dritten Kollimationslinsen **58** sind entsprechend der dritten monochromatischen Lichtquellen **57** in der negativen X-Achsenrichtung von den dritten monochromatischen Lichtquellen **57** angeordnet. D. h., dass eine dritte Kollimationslinse **58** pro dritte monochromatische Lichtquelle **57** bereitgestellt ist. Die Vielzahl dritter Kollimationslinsen **58** bilden eine dritte Kollimationslinsengruppe **5800** aus. Die dritten Kollimationslinsen **58** wandeln die von den dritten monochromatischen Lichtquellen **57** ausgehenden Lichtflüsse in ein kollimiertes Licht um.

[0161] Die Linsengruppe **53** ist in der negativen X-Achsenrichtung von den dritten Kollimationslinsen **58** angeordnet. Wie die Linsengruppe **13** weist die Linsengruppe **53** die Funktionen zum Reduzieren des Durchmessers sowie zum Kollimieren des Lichtflusses auf, der von der dritten monochromatischen Lichtquelle **57** emittiert wird. Die Linsengruppe **53** enthält zum Beispiel eine erste Linse und eine zweite Linse. Die Konfiguration der Linsengruppe **53** ist jedoch nicht auf das in **Fig. 17** gezeigte Beispiel beschränkt. Die Linsengruppe **53** kann eine Einzel-linsenkongfiguration aufweisen. Die Linsengruppe **53** kann ebenso mit drei oder mehr Linsen konfiguriert sein. Die Linsengruppen **13** und **53** können von einer Konfiguration einer Lichtquellenvorrichtung **7b** weggelassen werden.

[0162] Das Farbseparationselement **59** ist in der negativen X-Achsenrichtung von der Linsengruppe **53** angeordnet. Das Licht, das nach einer Durchmesserreduzierung durch die Linsengruppe **53** kollimiert wird, wird durch das Farbseparationselement **59** transmittiert und propagiert in die negative X-Achsenrichtung. Wie in **Fig. 18** gezeigt, unterscheiden sich die Charakteristika des Farbseparationselements **59** von jenen der Farbseparationselemente **19**, **49**, die in der vierten Ausführungsform gezeigt sind. In **Fig. 18** zeigt die horizontale Achse die Wellenlänge [nm] des Lichts und die vertikale Achse zeigt eine optische Lichtdurchlässigkeit bzw. Transmittanz [%]. Eine Kurve **170s** in **Fig. 18**, gezeigt durch eine gestrichelte Linie, stellt die optische Transmissi-

ons-Charakteristik von s-polarisiertem Licht dar. Eine Kurve **170p**, gezeigt durch eine strichpunktierte Linie stellt die optische Transmissions-Charakteristik von p-polarisiertem Licht dar. Das Farbseparationselement **59** transmittiert 90% oder mehr des Lichts in dem Wellenlängenband von 400 nm bis 410 nm. Die optische Transmissions-Charakteristik des Farbseparationselements **59** für s-polarisiertes Licht startet eine Verringerung von, zum Beispiel 410 nm (genauer gesagt, in der Nähe von 410 nm) und wird zu 0% bei 425 nm (genauer gesagt, in der Nähe von 425 nm). Die optische Transmissions-Charakteristik für s-polarisiertes Licht startet mit einem Anstieg ab 490 nm (genauer gesagt, in der Nähe von 490 nm) und wird zu 100% bei 505 nm (genauer gesagt, in der Nähe von 505 nm). Die optische Transmissions-Charakteristik von p-polarisiertem Licht des Farbseparationselements **59** startet eine Verringerung ab 420 nm (genauer gesagt, in der Nähe von 420 nm), und wird zu 0% bei 435 nm (genauer gesagt, in der Nähe von 435 nm). Die optische Transmissions-Charakteristik für p-polarisiertes Licht startet mit einem Anstieg bei 475 nm (genauer gesagt, in der Nähe von 475 nm) und wird zu 100% bei 490 nm (genauer gesagt, in der Nähe von 490 nm).

[0163] Dies ermöglicht, dass das Farbseparationselement **59** nur Licht in dem blauen Wellenlängenband von 435 nm bis 475 nm reflektiert. D. h., dass Anregungslicht, das eine zentrale Wellenlänge von 405 nm aufweist, Licht in dem grünen Wellenlängenband und Licht in dem roten Wellenlängenband das Farbseparationselement **59** passieren. Licht in dem blauen Wellenlängenband wird durch das Farbseparationselement **59** reflektiert. Es ist dadurch möglich, weißes Licht aus einem Phosphor-Licht der drei Farben Rot, Grün und Blau auszubilden. Es wurde ein Beispiel gezeigt, bei dem Licht in dem Wellenlängenband von 435 nm bis 475 nm reflektiert wird, jedoch kann das Farbseparationselement **59** die Eigenschaft zum Reflektieren von Licht in, zum Beispiel dem Wellenlängenband von 450 nm bis 480 nm aufweisen.

[0164] Die dritte Fokussierlinsengruppe **55c** ist in der negativen X-Achsenrichtung von dem Farbseparationselement **59** angeordnet. Die dritte Fokussierlinsengruppe **55c** fokussiert, zum Beispiel in Kombination mit der Linsengruppe **53**, Licht, das nach einer Durchmesserreduzierung durch die Linsengruppe **53** kollimiert wurde. Die dritte Fokussierlinsengruppe **55c** enthält eine erste Fokussierlinse **55c1** und eine zweite Fokussierlinse **55c2**. Die erste Fokussierlinse **55c1** ist die Linse, die am nächsten zu der dritten Phosphor-Schicht **56c** ist. Die zweite Fokussierlinse **55c2** ist die Linse, die am zweit nächsten zu der dritten Phosphor-Schicht **56c** ist. Die Konfiguration der dritten Fokussierlinsengruppe **55c** ist jedoch nicht auf das in **Fig. 17** gezeigte Beispiel beschränkt. Die dritte Fokussierlinsengruppe **55c** kann mit einer einzelnen Linse konfiguriert sein. Die drit-

te Fokussierlinsengruppe **55c** kann ebenso mit drei oder mehr Linsen konfiguriert sein.

[0165] Die dritte Phosphor-Schicht **56c** ist in der negativen X-Achsenrichtung von der dritten Fokussierlinsengruppe **55c** angeordnet. Das durch die dritte Fokussierlinsengruppe **55c** fokussierte Licht tritt als Anregungslicht in die dritte Phosphor-Schicht **56c**. Die dritte Phosphor-Schicht **56c** wird durch das Licht angeregt, das durch die dritte Fokussierlinsengruppe **55c** fokussiert wird, um Licht in dem dritten Wellenlängenband zu emittieren. Das Licht in dem dritten Wellenlängenband ist zum Beispiel Licht in dem blauen Wellenlängenband. Das von der dritten Phosphor-Schicht **56c** ausgegebene Licht kann Licht in dem blauen Wellenlängenband mit einer zentralen Wellenlänge von 460 nm sein. Genauer gesagt, kann dieses Licht mit einer zentralen Wellenlänge in der Nähe von 460 nm sein.

[0166] Das Licht in dem dritten Wellenlängenband propagiert in der positiven X-Achsenrichtung. Nach einer Reflektion durch das Farbseparationselement **59** propagiert das Licht in dem dritten Wellenlängenband in die positive Z-Achsenrichtung. Das Licht in dem dritten Wellenlängenband, das durch das Farbseparationselement **59** reflektiert wird, propagiert auf dem gleichen Lichtweg wie der gemeinsame Lichtweg, der gemeinsam verwendet wird durch das Licht in dem ersten Wellenlängenband, reflektiert durch das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14**, und dem Licht in dem zweiten Wellenlängenband, transmittiert durch das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement **14**. Danach wird das Licht in dem dritten Wellenlängenband durch die Fokussierlinse **71** auf das Lichtintensitäts-Uniformierungselement **72** fokussiert.

[0167] Folglich ist der gesamte Lichtfluss, der das Lichtventil **74** erreicht, Licht, das in den Phosphor-Schichten angeregt wurde. Dies erzeugt den weiteren Effekt der Eliminierung des Bedarfs, Speckle aufgrund einer Laserkohärenz zu berücksichtigen.

Fünfte Ausführungsform

[0168] **Fig. 19** ist ein Diagramm zur schematischen Darstellung einer Konfiguration einer Projektionsanzeigevorrichtung **90** mit einer Lichtquellenvorrichtung **7c** gemäß einer fünften Ausführungsform. Um die Beschreibung zu vereinfachen, zeigt **Fig. 9** ein orthogonales XYZ-Koordinatensystem. Die X-Achsenrichtung ist die vertikale Richtung in **Fig. 19**. Die Richtung von unten nach oben in **Fig. 19** ist die positive X-Achsenrichtung; die Richtung von oben nach unten ist die negative X-Achsenrichtung. Eine Linsengruppe **23**, ein Farbseparationselement **62**, erste Kollimationslinsen **21a**, zweite Kollimationslinsen **21b**, erste monochromatische Lichtquellen **20a** und zweite monochromatische Lichtquellen **20b** sind an

der positiven X-Achsen­seite eines Farbseparations­elements **65** angeordnet. Die Y-Achsen­richtung ist die Richtung senkrecht zu dem Zeichnungsblatt, auf dem **Fig. 19** dargestellt ist. Die positive Y-Achsen­richtung ist die Richtung von der rückwärtigen Seite (Rückseite) zu der Vorderseite des Zeichnungsblatts; die negative Y-Achsen­richtung ist die Richtung von der Vorderseite zu der rückwärtigen Seite (Rückseite) des Zeichnungsblatts. Die Z-Achsen­richtung ist die horizontale Richtung in **Fig. 19**. Die Richtung von links nach rechts in **Fig. 19** ist die positive Z-Achsen­richtung; die Richtung von rechts nach links ist die negative Z-Achsen­richtung. Ein Farbseparations­element **69**, eine Fokussierlinse **71**, ein Lichtintensitäts­Uniformierungselement **72**, eine Relais-Linsengruppe **73**, ein Bildanzeigeelement **74**, eine Projektionsoptik **75** und ein Bildschirm **76** sind an der positiven Z-Achsen­seite des Farbseparations­elements **65** angeordnet.

[0169] Die Lichtquellen­vorrichtung **7c** gemäß der fünften Ausführungsform unterscheidet sich von der Lichtquellen­vorrichtung **5** in der zweiten Ausführungsform darin, dass diese das Farbseparations­element **69**, eine dritte Fokussierlin­sen­gruppe **25c** und eine dritte Phosphor-Schicht **26c** anstelle des Farbseparations­elements **29**, der dritten Kollimations­lin­sen **28a** und **28b** und der dritten monochromatischen Lichtquellen **27a** und **27b** verwendet, das Polarisationsauswahl­element **22** mit dem Farbseparations­element **62** ersetzt, und das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahl­element **24** mit dem Farbseparations­element **65** ersetzt. Die Lichtquellen­vorrichtung **7c** unterscheidet sich von der Lichtquellen­vorrichtung **5** darin, dass diese ferner dritte Kollimations­lin­sen **21c** und dritte monochromatische Lichtquellen **20c** enthält.

[0170] In **Fig. 19** haben Komponenten, die gleich zu den in **Fig. 7** (in der zweiten Ausführungsform) gezeigten Komponenten sind, die gleichen Bezugszeichen und eine Beschreibung wird nicht wiederholt. Die Komponenten, wobei es sich um die gleichen Komponenten in der zweiten Ausführungsform handelt, sind eine erste monochromatische Lichtquellen­gruppe **2000a**, eine zweite monochromatische Lichtquellen­gruppe **2000b**, eine erste Kollimations­lin­sen­gruppe **2100a**, eine zweite Kollimations­lin­sen­gruppe **2100b**, die Linsengruppe **23**, eine erste Fokussierlin­sen­gruppe **25a**, eine zweite Fokussierlin­sen­gruppe **25b**, eine Phosphor-Schicht **26a**, eine zweite Phosphor-Schicht **26b**, die Fokussierlinse **71**, das Lichtintensitäts­Uniformierungselement **72**, die Relais-Linsengruppe **73**, das Bildanzeigeelement **74**, die Projektionsoptik **75** und der Bildschirm **76**. In der zweiten Ausführungsform hatten die zweiten monochromatischen Lichtquellen **20b**, die zweite monochromatische Lichtquellen­gruppe **2000b**, die zweiten Kollimations­lin­sen **21b**, die zweite Kollimations­lin­sen­gruppe **2100b**, die zweite Fokussierlin­sen­gruppe **25b**, die

zweite Phosphor-Schicht **26b** und die Linsengruppe **23** Charakteristika, die für grünes Licht geeignet sind, wenn das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahl­element **24** in **Fig. 4** verwendet wurde; in der fünfte Ausführungsform werden deren Charakteristika als für blaues Licht geeignet beschrieben. Wie später erläutert, unterscheidet sich die Charakteristik des Farbseparations­elements **65** von der Charakteristik des Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahl­elements **24** in **Fig. 4**.

[0171] Die Projektionsanzeigevorrichtung **90** gemäß der fünften Ausführungsform enthält die Lichtquellen­vorrichtung **7c**, das Lichtintensitäts­Uniformierungselement **72**, das Bildanzeigeelement oder das Lichtventil **74** und die Projektionsoptik **75**, wie in **Fig. 19** gezeigt. Die Projektionsanzeigevorrichtung **90** kann darüber hinaus die Fokussierlinse **71**, die Relais-Linsengruppe **73** und den Bildschirm **76** enthalten. Die Lichtquellen­vorrichtung **7c** gemäß der fünften Ausführungsform enthält die erste monochromatische Lichtquellen­gruppe **2000a**, die zweite monochromatische Lichtquellen­gruppe **2000b**, das Farbseparations­element **65**, die erste Phosphor-Schicht **26a** und die zweite Phosphor-Schicht **26b**, wie in **Fig. 19** gezeigt. Die Lichtquellen­gruppe **7c** kann darüber hinaus eine dritte monochromatische Lichtquellen­gruppe **2000c**, das Farbseparations­element **69**, die dritte Phosphor-Schicht **26c** und das Farbseparations­element **62** enthalten. Darüber hinaus kann die Lichtquellen­vorrichtung **7c** gemäß der fünften Ausführungsform die erste Kollimations­lin­sen­gruppe **2100a**, die zweite Kollimations­lin­sen­gruppe **2100b**, eine dritte Kollimations­lin­sen­gruppe **2100c**, Linsengruppen **23** und **63**, die erste Fokussierlin­sen­gruppe **25a**, die zweite Fokussierlin­sen­gruppe **25b** und die dritte Fokussierlin­sen­gruppe **25c** enthalten.

[0172] Die dritte Phosphor-Schicht **26c** ist an der Position der dritten monochromatischen Lichtquellen **27a** und **27b** angeordnet. Die dritte Fokussierlin­sen­gruppe **25c** ist an der Position der dritten Kollimations­lin­sen **28a** und **28b** angeordnet.

[0173] Die Polarisation und Polarisationsrichtung des Lichts, das von den ersten monochromatischen Lichtquellen **20a** emittiert wird, des Lichts, das von den zweiten monochromatischen Lichtquellen **20b** emittiert wird, und des Lichts, das von den dritten monochromatischen Lichtquellen **20c** emittiert wird, sind ohne Bedeutung. D. h., dass Licht, das ausgegeben wird von den ersten monochromatischen Lichtquellen **20a**, das Licht, das ausgegeben wird von den zweiten monochromatischen Lichtquellen **20b**, und das Licht, das ausgegeben wird von den dritten monochromatischen Lichtquellen **20c**, s-polarisiertes Licht, p-polarisiertes Licht oder elliptisch polarisiertes Licht sein kann. Die ersten Lichtquellen **20a** sind Anregungslichtquellen mit einer zentralen Wellenlänge von 460 nm, das für die Farbe Rot verwendet wird. Die zwei-

ten Lichtquellen **20b** sind Anregungslichtquellen mit einer zentralen Wellenlänge von 405 nm, die für die Farbe Blau verwendet werden. Die dritten Lichtquellen **20c** sind Anregungslichtquellen mit einer zentralen Wellenlänge von 445 nm, die für die Farbe Grün verwendet werden. Die zentrale Wellenlänge der ersten Lichtquellen **20a** kann 445 nm sein, jedoch beschreibt diese Ausführungsform den Fall von 460 nm.

[0174] Das Farbseparationselement **62** weist die Funktion zum Transmittieren des Lichts auf, das durch die ersten Lichtquellen **20a** mit einer zentralen Wellenlänge von 460 nm emittiert wird. Das Farbseparationselement **62** weist ebenso die Funktion zum Reflektieren des Lichts auf, das durch die zweiten Lichtquellen **20b** mit einer zentralen Wellenlänge von 405 nm emittiert wird. Das Farbseparationselement **62** weist zum Beispiel eine Charakteristik auf, die vergleichbar zu der in **Fig. 4** gezeigten Charakteristik ist, bei Wellenlängen, die gleich zu 500 nm oder weniger sind. D. h., dass das Farbseparationselement **62** eine Charakteristik aufweist, so dass Licht mit einer zentralen Wellenlänge von 405 nm reflektiert wird und Licht mit einer zentralen Wellenlänge von 460 nm transmittiert bzw. durchgelassen wird, unabhängig von der Polarisationsrichtung. Dieses kann die gleiche Charakteristik wie in **Fig. 4** aufweisen, jedoch wurde 500 nm oder weniger hier erwähnt, da es die Charakteristik an der kurzen Wellenlängenseite ist, die hier wichtig ist.

[0175] Das durch die ersten Lichtquellen **20a** emittierte Licht wird in die negative X-Achsenrichtung ausgegeben. Das von den ersten Lichtquellen **20a** emittierte Licht wird durch die ersten Kollimationslinsen **21a** kollimiert. Danach wird das von den ersten Lichtquellen **20a** emittierte Licht durch das Farbseparationselement **62** transmittiert und wird zu einem kollimierten Licht mit einem Lichtflussdurchmesser, der durch die Linsengruppe **23** reduziert wird. Das von den ersten Lichtquellen **20a** emittierte Licht wird dann durch das Farbseparationselement **65** transmittiert. Nach der Transmission durch das Farbseparationselement **65** wird der Lichtfluss, der von den ersten Lichtquellen **20a** emittiert wird, durch die erste Fokussierlinsengruppe **25a** auf die erste Phosphor-Schicht **26a** für die Farbe Rot fokussiert.

[0176] Das durch die zweiten Lichtquellen **20b** emittierte Licht wird in der positiven Z-Achsenrichtung ausgegeben. Das von den zweiten Lichtquellen **20b** emittierte Licht wird durch die zweiten Kollimationslinsen **21b** kollimiert. Danach wird diese durch das Farbseparationselement **62** reflektiert, propagiert in die negative X-Achsenrichtung, und wird zu kollimiertem Licht mit einem Lichtflussdurchmesser, der durch die Linsengruppe **23** reduziert wird. Das von den zweiten Lichtquellen **20b** emittierte Licht wird dann in die negative Z-Achsenrichtung durch das Farbseparationselement **65** reflektiert. Nach einer Reflektion

durch das Farbseparationselement **65** wird der Lichtfluss, der von den zweiten Lichtquellen **20b** emittiert wird, durch die zweite Fokussierlinsengruppe **25b** auf die zweite Phosphor-Schicht **26b** für die Farbe Blau fokussiert.

[0177] Das Farbseparationselement **65** weist die Eigenschaft zum Transmittieren von Licht in einem blauen Wellenlängenband und die Eigenschaft zum Reflektieren von rotem Licht auf. Da Farbseparationselement **65** zeigt zum Beispiel die gleiche optische Transmissions-Charakteristik wie in **Fig. 4**. Der Ausdruck „Licht in einem blauen Wellenlängenband“ bezeichnet hier Licht mit einer Wellenlänge von 450 nm bis 480 nm. Der Ausdruck „Licht in einem roten Wellenlängenband“ bezeichnet Licht mit einer Wellenlänge von 585 nm bis 630 nm. Der Ausdruck „Licht in einem grünen Wellenlängenband“ bezeichnet Licht mit einer Wellenlänge von 500 nm bis 580 nm.

[0178] Das Licht, das von der ersten Phosphor-Schicht **26a** für die Farbe Rot emittiert wird, propagiert in die positive X-Achsenrichtung, wird durch das Farbseparationselement **65** in die positive Z-Achsenrichtung reflektiert, und propagiert in Richtung des Farbseparationselements **69**. Das Licht, das von der zweiten Phosphor-Schicht **26b** für die Farbe Blau emittiert wird, propagiert in die positive Z-Achsenrichtung, geht durch das Farbseparationselement **65** und propagiert in Richtung des Farbseparationselements **69**. Das Licht, das von der ersten Phosphor-Schicht **26a** für die Farbe Rot emittiert wird, und durch das Farbseparationselement **65** reflektiert wird, und das Licht, das von der zweiten Phosphor-Schicht **26b** für die Farbe Blau emittiert wird, und durch das Farbseparationselement **65** transmittiert bzw. durchgelassen wird, propagieren auf einem gemeinsamen Lichtweg.

[0179] Das Farbseparationselement **69** transmittiert Licht in dem blauen Wellenlängenband und Licht in dem roten Wellenlängenband. Das Farbseparationselement **69** reflektiert darüber hinaus Licht in dem grünen Wellenlängenband. **Fig. 20** ist ein Diagramm zur Darstellung der Wellenlängenauswahl-Charakteristik des Farbseparationselements **69**. In **Fig. 20** stellt die horizontale Achse eine Wellenlänge [nm] von Licht dar, und die vertikale Achse stellt eine optische Lichtdurchlässigkeit bzw. Transmittanz [%] dar. Eine Kurve **210s** in **Fig. 20**, gezeigt durch eine gestrichelte Linie, zeigt die optische Transmissions-Charakteristik für s-polarisiertes Licht. Eine Kurve **210p**, gezeigt durch eine strichpunktierte Linie zeigt die optische Transmissions-Charakteristik für p-polarisiertes Licht. Für s-polarisiertes Licht, wie zum Beispiel in **Fig. 20** gezeigt, verringert sich die optische Lichtdurchlässigkeit bzw. Transmittanz von einer Wellenlänge von 465 nm (genauer gesagt, in der Nähe von 465 nm) und wird zu 0% bei einer Wellenlänge von 480 nm (genauer gesagt, in der Nähe von 480 nm).

Die optische Transmissions-Charakteristik für s-polarisiertes Licht wird ebenso von einer Wellenlänge von 585 nm (genauer gesagt, in der Nähe von 585 nm) erhöht, und wird zu 100% bei einer Wellenlänge von 600 nm (genauer gesagt, in der Nähe von 600 nm). Für p-polarisiertes Licht wird die optische Lichtdurchlässigkeit bzw. Transmittanz ab einer Wellenlänge von 475 nm (genauer gesagt, in der Nähe von 475 nm) verringert und wird zu 0% bei einer Wellenlänge von 490 nm (genauer gesagt, in der Nähe von 490 nm). Die optische Lichtdurchlässigkeit bzw. Transmittanz für p-polarisiertes Licht beginnt ebenso ab einer Wellenlänge von 570 nm (genauer gesagt, in der Nähe von 570 nm) anzusteigen und wird zu 100% bei einer Wellenlänge von 585 nm (genauer gesagt, in der Nähe von 585 nm). Licht in dem roten Wellenlängenband und Licht in dem blauen Wellenlängenband gehen durch das Farbseparationselement **69** und weiter in Richtung der Fokussierlinse **71**.

[0180] Ein Lichtfluss in dem grünen Wellenlängenband wird von der dritten Phosphor-Schicht **26c** emittiert. Die dritte Phosphor-Schicht **26c** ist an der negativen X-Achsenrichtung des Farbseparationselements **69** angeordnet. Die Anregungslichtquellen der dritten Phosphor-Schicht **26c** sind die dritten monochromatischen Lichtquellen **20c**. Die dritten monochromatischen Lichtquellen **20c** sind an der positiven X-Achsenrichtung des Farbseparationselements **69** angeordnet. Eine zentrale Wellenlänge der dritten monochromatischen Lichtquellen **20c** ist 445 nm. Die dritten monochromatischen Lichtquellen **20c** geben Licht in der negativen X-Achsenrichtung aus. Das ausgegebene Licht wird durch die dritten Kollimationslinsen **21c** kollimiert. Der Flussdurchmesser des kollimierten Lichtflusses wird durch eine Linsengruppe **63** reduziert.

[0181] Die Linsengruppe **63** enthält zum Beispiel eine erste Linse und eine zweite Linse. Die Konfiguration der Linsengruppe **63** ist jedoch nicht auf das in **Fig. 19** gezeigte Beispiel beschränkt. Die Linsengruppe **63** kann mit einer einzelnen Linse konfiguriert sein. Die Linsengruppe **63** kann ebenso mit drei oder mehr Linsen konfiguriert sein. Die Lichtquellenanordnung **7c** kann ohne die Linsengruppe **63** konfiguriert sein.

[0182] Das kollimierte Licht mit dem reduzierten Flussdurchmesser propagiert in Richtung des Farbseparationselements **69**. Das kollimierte Licht mit dem reduzierten Flussdurchmesser wird durch das Farbseparationselement **69** transmittiert. Danach wird das kollimierte Licht mit dem reduzierten Lichtflussdurchmesser durch die dritte Fokussierlinsengruppe **25c** auf die dritte Phosphor-Schicht **26c** für die Farbe Grün fokussiert. Das fokussierte Licht regt die dritte Phosphor-Schicht **26c** an. Die dritte Phosphor-Schicht **26c** gibt grünes Licht in der positiven X-Achsenrichtung aus. Das Licht in dem grünen Wel-

lenlängenband wird durch die dritte Fokussierlinsengruppe **25c** kollimiert, durch das Farbseparationselement **69** reflektiert und propagiert dann in die positive Z-Achsenrichtung. Das Licht in dem grünen Wellenlängenband, das durch das Farbseparationselement **69** reflektiert wird, propagiert auf dem gleichen Lichtweg wie das Licht in dem roten Wellenlängenband, reflektiert durch das Farbseparationselement **65**, und das Licht in dem blauen Wellenlängenband, transmittiert durch das Farbseparationselement **65**. Danach propagiert das grüne Licht in Richtung der Fokussierlinse **71**.

[0183] Die Konfiguration, die (an der positiven X-Achsenrichtung) der Fokussierlinse **71** folgt, ist die gleiche wie in **Fig. 7**, so dass eine Beschreibung nicht wiederholt wird. Die ersten monochromatischen Lichtquellen **20a** und die zweiten monochromatischen Lichtquellen **20b** können in der gleichen Art und Weise wie die Lichtquellen in der ersten Ausführungsform angeordnet sein. In diesem Fall wird das Farbseparationselement **62** mit einem Lichtreflexionselement (Licht reflektierenden Spiegel) **12** ersetzt.

[0184] Unabhängig von den Polarisationsrichtungen der Lichtquellen wird es möglich, wie oben beschrieben, Licht in einem roten Wellenlängenband, Licht in einem grünen Wellenlängenband und Licht in einem blauen Wellenlängenband aus Phosphor-Schichten zu erzeugen. Dies eliminiert den Effekt von Speckle-artigen Helligkeitsunregelmäßigkeiten, die aufgrund einer Laser-Kohärenz auftreten. Da darüber hinaus eine Zeit-Unterteilungsansteuerung (engl. time division driving) nicht erforderlich ist, kann jede Farbe ohne zeitliche Einschränkungen eingeschaltet werden. Wie in der ersten Ausführungsform können die Positionen der zweiten Phosphor-Schicht **26b** für die blaue Farbe und der ersten Phosphor-Schicht **26a** für die rote Farbe ausgetauscht werden. In diesem Fall weist das Farbseparationselement **65** eine Wellenlängen-Charakteristik auf, die Licht reflektiert, das von den zweiten monochromatischen Lichtquellen **20b** für die Farbe Rot emittiert wird, Licht transmittiert, das von den ersten monochromatischen Lichtquellen **20a** für die Farbe Blaue emittiert wird, Licht reflektiert, das von der ersten Phosphor-Schicht **26a** für die Farbe Blaue emittiert wird, und Licht transmittiert, das durch die zweite Phosphor-Schicht **26b** für die Farbe Rot emittiert wird. Kurzum reicht es für das Farbseparationselement **65** aus, eine Charakteristik aufzuweisen, die vergleichbar zu der Charakteristik in **Fig. 18** ist.

[0185] Die fünfte Ausführungsform verwendet die ersten Lichtquellen **20a** als Anregungslichtquelle für die Farbe Rot und die dritten Lichtquellen **20c** als Anregungslichtquelle für die Farbe Grün. Es ist jedoch ebenfalls möglich, den ersten Lichtquellen **20a** eine zentrale Wellenlänge von 445 nm zu geben und die

ersten Lichtquellen **20a** als Anregungslichtquelle für die Farbe Grün zu verwenden. In diesem Fall weist das Farbseparationselement **62** die Eigenschaft zum Reflektieren von Licht mit einer zentralen Wellenlänge von 405 nm und zum Transmittieren von Licht mit einer zentralen Wellenlänge von 445 nm auf. Es reicht für das Farbseparationselement **65** aus, Licht mit einer zentralen Wellenlänge von 405 nm zu reflektieren, Licht mit einer zentralen Wellenlänge von 445 nm zu transmittieren, Licht in dem blauen Wellenlängenband zu transmittieren, und Licht in dem grünen Wellenlängenband zu reflektieren. Die Farbseparationselemente **62** und **65** können zum Beispiel die in **Fig. 21** gezeigte Charakteristik aufweisen.

[0186] **Fig. 21** ist ein Diagramm zur Darstellung der Wellenlängenauswahl-Charakteristik des Farbseparationselements. In **Fig. 21** zeigt die horizontale Achse eine Wellenlänge [nm] des Lichts und die vertikale Achse zeigt die optische Lichtdurchlässigkeit bzw. Transmittanz [%]. Eine Kurve **220s**, die durch eine gestrichelte Linie gezeigt ist, zeigt die optische Transmissions-Charakteristik für s-polarisiertes Licht. Eine Kurve **220p**, die durch eine strichpunktierte Linie gezeigt ist, stellt die optische Transmissions-Charakteristik für p-polarisiertes Licht dar. Für s-polarisiertes Licht wächst die optische Lichtdurchlässigkeit bzw. Transmittanz von einer Wellenlänge von 425 nm (genauer gesagt, in der Nähe von 425 nm) an, und wird bei einer Wellenlänge von 440 nm (genauer gesagt, in der Nähe von 440 nm) zu 100%. Die optische Transmissions-Charakteristik für s-polarisiertes Licht beginnt darüber hinaus einen Abfall von einer Wellenlänge von 470 nm (genauer gesagt, in der Nähe von 470 nm) und wird zu 0% bei einer Wellenlänge von 485 nm (genauer gesagt, in der Nähe von 485 nm). Für p-polarisiertes Licht wächst die optische Lichtdurchlässigkeit bzw. Transmittanz von einer Wellenlänge von 415 nm (genauer gesagt, in der Nähe von 415 nm) an, und wird bei einer Wellenlänge von 430 nm (genauer gesagt, in der Nähe von 430 nm) zu 100%. Die optische Transmissions-Charakteristik für p-polarisiertes Licht beginnt ebenso mit einer Verringerung von einer Wellenlänge von 485 nm (genauer gesagt, in der Nähe von 485 nm) und wird zu 0% bei einer Wellenlänge von 500 nm (genauer gesagt, in der Nähe von 500 nm). D. h., dass dieses Licht mit einer zentralen Wellenlänge von 405 nm reflektiert, Licht mit einer zentralen Wellenlänge von 445 nm transmittiert, Licht in dem blauen Wellenlängenband (450 nm bis 480 nm) transmittiert und Licht in dem grünen Wellenlängenband (500 nm bis 580 nm) reflektiert.

[0187] Die erste Phosphor-Schicht **26a** emittiert grünes Licht und die dritte Phosphor-Schicht **26c** emittiert rotes Licht. Da folglich die dritten Lichtquellen **20c** zur Anregungslichtquelle für die Farbe Rot wird, ist es notwendig, die Charakteristik des Farbseparationselements **69** zu berücksichtigen. In diesem Fall

ist die zentrale Wellenlänge der dritten Lichtquellen **20c** 445 nm oder 460 nm. Das Farbseparationselement **69** muss eine Charakteristik aufweisen, so dass Licht in dem roten Wellenlängenband reflektiert wird, und Licht in den blauen und grünen Wellenlängenbändern transmittiert bzw. durchgelassen wird. Das Farbseparationselement **69** kann entsprechend die in **Fig. 22** gezeigte Charakteristik aufweisen.

[0188] **Fig. 22** ist ein Diagramm zur Darstellung der Wellenlängenauswahl-Charakteristik des Farbseparationselements. In **Fig. 22** stellt die horizontale Achse eine Wellenlänge [nm] von Licht dar, und die vertikale Achse stellt eine optische Lichtdurchlässigkeit bzw. Transmittanz [%] dar. Eine Kurve **230s**, gezeigt durch eine gestrichelte Linie, stellt die optische Transmissions-Charakteristik für s-polarisiertes Licht dar. Eine Kurve **230p**, gezeigt durch eine strichpunktierte Linie, stellt die optische Transmissions-Charakteristik für p-polarisiertes Licht dar. Die optische Transmissions-Charakteristik für s-polarisiertes Licht beginnt mit einer Verringerung von einer Wellenlänge von 570 nm (genauer gesagt, in der Nähe von 570 nm) und wird zu 0% bei einer Wellenlänge von 585 nm (genauer gesagt, in der Nähe von 585 nm). Die optische Transmissions-Charakteristik für p-polarisiertes Licht beginnt eine Verringerung von einer Wellenlänge von 585 nm (genauer gesagt, in der Nähe von 585 nm) und wird zu 0% bei einer Wellenlänge von 600 nm (genauer gesagt, in der Nähe von 600 nm). Dies ermöglicht, dass das Farbseparationselement **69** nur Licht in dem roten Wellenlängenband reflektiert.

[0189] Der Unterschied zwischen der zentralen Wellenlänge von 405 nm der Anregungslichtquellen **20b** für die Farbe Blau und der zentralen Wellenlänge von 445 nm der Anregungslichtquellen **20a** für die Farbe Grün ist daher 40 nm. Folglich ist es möglich, Licht von den Anregungslichtquellen **20b** für die Farbe Blau für Licht von den Anregungslichtquellen **20a** für die Farbe Grün unter Verwendung des Farbseparationselements **65** zu separieren, selbst ohne eine Berücksichtigung des Unterschieds zwischen der optischen Transmissions-Charakteristik des s-polarisierten Lichts und der optischen Transmissions-Charakteristik des p-polarisierten Lichts. Um Polarisations-effekte abzuschwächen, ist der Unterschied in der zentralen Wellenlänge zwischen den Anregungslichtquellen hier bevorzugt zumindest 30 nm oder mehr.

[0190] Die Lichtquellenanordnung **7c** enthält die erste monochromatische Lichtquellengruppe **2000a**, die zweite monochromatische Lichtquellengruppe **2000b**, das Wellenlängenauswahlelement **65**, die erste Phosphor-Schicht **26a** und die zweite Phosphor-Schicht **26b**. Die erste monochromatische Lichtquellengruppe **2000a** gibt ein erstes Licht aus. Die zweite monochromatische Lichtquellengruppe **2000b** gibt ein zweites Licht mit einer unterschiedlichen zentralen Wellenlänge von dem ersten Licht aus. Die

erste Phosphor-Schicht **26a** wird angeregt und emittiert dadurch Licht in einem ersten Wellenlängenband. Die zweite Phosphor-Schicht **26b** wird angeregt und emittiert dadurch Licht in einem zweiten Wellenlängenband. Das Wellenlängenauswahlelement **65** transmittiert das erste Licht, wodurch das erste Licht auf die erste Phosphor-Schicht **26a** gerichtet wird. Das Wellenlängenauswahlelement **65** reflektiert das zweite Licht, wodurch das zweite Licht auf die zweite Phosphor-Schicht **26b** gerichtet wird. Das Wellenlängenauswahlelement **65** reflektiert das Licht in dem ersten Wellenlängenband, das von der ersten Phosphor-Schicht **26a** emittiert wird. Das Wellenlängenauswahlelement **65** transmittiert das Licht in dem zweiten Wellenlängenband, das von der zweiten Phosphor-Schicht **26b** emittiert wird. Das Wellenlängenauswahlelement **65** bewirkt, dass das reflektierte Licht in dem ersten Wellenlängenband und das transmittierte Licht in dem zweiten Wellenlängenband auf einem gemeinsam verwendeten Lichtweg propagiert. Die erste Phosphor-Schicht **26a** oder die zweite Phosphor-Schicht **26b** ist eine Phosphor-Schicht, die blaues Licht emittiert. Ein „Wellenlängenauswahlelement“ ist ein „Farbseparationselement“.

[0191] Der Fall der linearen Polarisierung der ersten monochromatischen Lichtquellen **10a, 20a, 30a** und der zweiten monochromatischen Lichtquellen **10b, 20b, 30b** wurde in der ersten, zweiten, dritten und vierten Ausführungsform beschrieben. Der gleiche Effekt kann jedoch ebenso mit einer elliptischen Polarisierung erhalten werden, bei der Komponenten, die orthogonal oder parallel zu der Polarisationsachse sind, in der Mehrheit sind. „Die Mehrheit“ bezeichnet hier, zum Beispiel, 80% oder mehr.

[0192] Obwohl oben stehende Ausführungsformen der Erfindung beschrieben wurden, ist die Erfindung nicht auf diese Ausführungsformen beschränkt.

Liste der Bezugszeichen

1, 2, 3, 8, 9, 90 Projektionsanzeigevorrichtung; **4, 5, 6, 7, 7a, 7b, 7c** Lichtquellenvorrichtung; **10a, 20a, 30a** erste monochromatische Lichtquelle; **1000a, 2000a, 3000a** erste monochromatische Lichtquellengruppe; **10b, 20b, 30b** zweite monochromatische Lichtquelle; **1000b, 2000b, 3000b** zweite monochromatische Lichtquellengruppe; **11a, 21a, 31a** erste Kollimationslinse; **1100a, 2100a, 3100a** erste Kollimationslinsengruppe; **11b, 21b, 31b** zweite Kollimationslinse; **1100b, 2100b, 3100b** zweite Kollimationslinsengruppe; **2100c, 5800** dritte Kollimationslinsengruppe; **12, 32** Lichtreflexionselement; **22** Polarisationsauswahlelement; **13, 23, 33, 53, 63** Linsengruppe; **14, 24, 34** Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement; **15a, 25a, 35a** erste Fokussierlinsengruppe; **15b, 25b, 35b** zweite Fokussierlinsengruppe; **25c, 55c** dritte Fo-

kussierlinsengruppe; **16a, 26a, 36a** erste Phosphor-Schicht; **16b, 26b, 36b** zweite Phosphor-Schicht; **26c, 56c** dritte Phosphor-Schicht; **17a, 17b, 27a, 27b, 37a, 37b, 47a, 47b, 20c, 57** dritte monochromatische Lichtquelle; **1700, 2000c, 2700, 3700, 4700, 5700** dritte monochromatische Lichtquellengruppe; **18a, 18b, 28a, 28b, 38a, 38b, 48a, 48b, 21c, 58** dritte Kollimationslinse; **19, 29, 39, 49, 59, 62, 65, 69** Farbseparationselement (Lichtweg-Abänderungselement); **44, 54** Wellenlängenauswahlelement; **64** Lichtdiffusionselement; **71** Fokussierlinse; **72** Lichtintensitäts-Uniformierungselement; **72a** Einfallsoberfläche; **72b** Ausgangsoberfläche; **72aV** vertikale Dimension der Einfallsoberfläche; **72aH** horizontale Dimension der Einfallsoberfläche; **73** Relais-Linsengruppe; **74** Lichtventil (Bildanzeigeelement); **75** Projektionsoptik; **76** Bildschirm; **80** Linsenarrangementsgruppe; **80a** erste Linsenarrangementsgruppe; **80b** zweite Linsenarrangementsgruppe; **81** Linse; **80a1, 80b1** Linsenzelle; **130a, 130b, 140, 170a, 170p, 170s, 200, 200p, 200s, 201p, 201s, 210p, 210s, 220p, 220a, 220s, 230p, 230s, 400a, 400p, 400s, 200R, 200G** Kurve; **1200** Lichtstrahl; **120** Reflexionselement; **300** Fokussierlinse; **W1, W2, W3, W4, W5** Wellenlängenband; **V** vertikale Dimension; **H** horizontale Dimension.

Patentansprüche

1. Lichtquellenvorrichtung, umfassend:
 - eine erste monochromatische Lichtquellengruppe zum Ausgeben ersten polarisierten Lichts mit einer festen Polarisierungsrichtung;
 - eine zweite monochromatische Lichtquellengruppe zum Ausgeben zweiten polarisierten Lichts mit einer festen Polarisierungsrichtung;
 - ein Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement;
 - eine erste Phosphor-Schicht zum Emittieren von Licht in einem ersten Wellenlängenband bei Anregung; und
 - eine zweite Phosphor-Schicht zum Emittieren von Licht in einem zweiten Wellenlängenband bei Anregung; wobei
 - das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement
 - das erste polarisierte Licht durch Transmittieren des ersten polarisierten Lichts auf die erste Phosphor-Schicht richtet und das zweite polarisierte Licht durch Reflektieren des zweiten polarisierten Lichts auf die zweite Phosphor-Schicht richtet, und
 - das Licht in dem ersten Wellenlängenband, emittiert von der ersten Phosphor-Schicht, reflektiert und das Licht in dem zweiten Wellenlängenband, emittiert von der zweiten Phosphor-Schicht, transmittiert.
2. Lichtquellenvorrichtung nach Anspruch 1, wobei das zweite polarisierte Licht eine Polarisierungsrichtung aufweist, die sich von einer Polarisierungs-

richtung des ersten polarisierten Lichts um 90 Grad unterscheidet.

3. Lichtquellenvorrichtung nach Anspruch 1, wobei eine zentrale Wellenlänge des zweiten polarisierten Lichts sich von einer zentralen Wellenlänge des ersten polarisierten Lichts unterscheidet.

4. Lichtquellenvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, ferner mit einem Polarisationsauswahlelement zum Richten einer Propagationsrichtung des ersten polarisierten Lichts und einer Propagationsrichtung des zweiten polarisierten Lichts in Richtung des Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelements durch Transmittieren von einem und Reflektieren des anderen des ersten polarisierten Lichts und des zweiten polarisierten Lichts.

5. Lichtquellenvorrichtung nach Anspruch 4, wobei eine optische Transmissions-Charakteristik des Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelements, die Variationen in der optischen Transmittanz anzeigt, bezüglich einer Wellenlängen und optischen Transmissions-Charakteristik des Polarisationsauswahlelements, die Variationen in der optischen Transmittanz bezüglich einer Wellenlänge anzeigt, gleich zueinander sind.

6. Lichtquellenvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, ferner mit einem Wellenlängenauswahlelement, das ein optisches Transmissionsband aufweist, das sowohl ein Wellenlängenband des ersten polarisierten Lichts, ausgegeben von der ersten monochromatischen Lichtquellengruppe, als auch ein Wellenlängenband des zweiten polarisierten Lichts, ausgegeben von der zweiten monochromatischen Lichtquellengruppe, enthält, wobei das Wellenlängenauswahlelement an einem Lichtweg von der ersten monochromatischen Lichtquellengruppe und der zweiten monochromatischen Lichtquellengruppe zu dem Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement angeordnet ist.

7. Lichtquellenvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, ferner mit:

einem ersten Fokussierelement, angeordnet an einem Lichtweg des ersten polarisierten Lichts zwischen dem Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement und der ersten Phosphor-Schicht; und

einem zweiten Fokussierelement, angeordnet an einem Lichtweg des zweiten polarisierten Lichts zwischen dem Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement und der zweiten Phosphor-Schicht.

8. Lichtquellenvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, ferner mit einer Linsenanzahlungsgruppe, die eine erste Linsenanzahlungsgruppe mit einer Vielzahl von Linsenzellen enthält, die in einer Anordnung aus-

gerichtet sind, und einer zweiten Linsenanzahlungsgruppe mit einer Vielzahl von Linsenzellen, die in einer Anordnung ausgerichtet sind, wobei die erste Linsenanzahlungsgruppe und die zweite Linsenanzahlungsgruppe gegenüber voneinander angeordnet sind, wobei die erste Linsenanzahlungsgruppe von einem gemeinsamen Lichtweg ist, der gemeinsam verwendet wird durch einen Lichtweg des ersten polarisierten Lichts zwischen der ersten monochromatischen Lichtquellengruppe und dem Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement und einem Lichtweg des zweiten polarisierten Lichts zwischen der zweiten monochromatischen Lichtquellengruppe und dem Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement, und wobei eine Einfallsoberfläche der ersten Linsenanzahlungsgruppe in einer konjugierten Beziehung mit der ersten Phosphor-Schicht und der zweiten Phosphor-Schicht ist.

9. Lichtquellenvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, ferner mit:

einer ersten monochromatischen Lichtquelle zum Ausgeben von Licht in einem dritten Wellenlängenband; und

ein Lichtweg-Abänderungselement, um einen Lichtweg des Lichts in dem dritten Wellenlängenband identisch mit einem gemeinsamen Lichtweg zu machen, der gemeinsam verwendet wird durch einen Lichtweg des Lichts in dem ersten Wellenlängenband, reflektiert durch das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement, und einem Lichtweg des Lichts in dem zweiten Wellenlängenband, das durch das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement transmittiert wird.

10. Lichtquellenvorrichtung nach Anspruch 9, ferner mit einer Fokussierlinse zum Fokussieren des Lichts in dem ersten Wellenlängenband, reflektiert durch das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement, und des Lichts in dem zweiten Wellenlängenband, transmittiert durch das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement, auf ein optisches Intensitäts-Uniformierungselement, wobei das Lichtweg-Abänderungselement zwischen der Fokussierlinse und dem optischen Intensitäts-Uniformierungselement angeordnet ist.

11. Lichtquellenvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei:

das erste polarisierte Licht p-polarisiertes Licht ist, bei Einfall auf das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement; und

das zweite polarisierte Licht s-polarisiertes Licht ist, bei Einfall auf das Polarisationsauswahl- und Wellenlängenauswahlelement.

12. Lichtquellenvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei:

das erste polarisierte Licht blaues Laserlicht ist; und das zweite polarisierte Licht blaues Laserlicht ist.

13. Lichtquellenvorrichtung, umfassend:
eine erste monochromatische Lichtquellengruppe zum Ausgeben ersten Lichts;
eine zweite monochromatische Lichtquellengruppe zum Ausgeben zweiten Lichts mit einer zentralen Wellenlänge, die sich von dem ersten Licht unterscheidet;
ein Wellenlängenauswahlelement;
eine erste Phosphor-Schicht zum Emittieren von Licht in einem ersten Wellenlängenband, bei Anregung; und
eine zweite Phosphor-Schicht zum Emittieren von Licht in einem zweiten Wellenlängenband, bei Anregung; wobei
das Wellenlängenauswahlelement
das erste Licht durch Transmittieren des ersten Lichts auf die erste Phosphor-Schicht richtet, und das zweite Licht durch Reflektieren des zweiten Lichts auf die zweite Phosphor-Schicht richtet, und
das Licht in dem ersten Wellenlängenband, emittiert von der ersten Phosphor-Schicht, reflektiert, und das Licht in dem zweiten Wellenlängenband, emittiert von der zweiten Phosphor-Schicht, transmittiert,
das reflektierte Licht in dem ersten Wellenlängenband und das transmittierte Licht in dem zweiten Wellenlängenband einen gemeinsamen Lichtweg aufweisen, und
eine von der ersten Phosphor-Schicht und der zweiten Phosphor-Schicht eine Phosphor-Schicht ist, die blaues Licht emittiert.

Es folgen 19 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

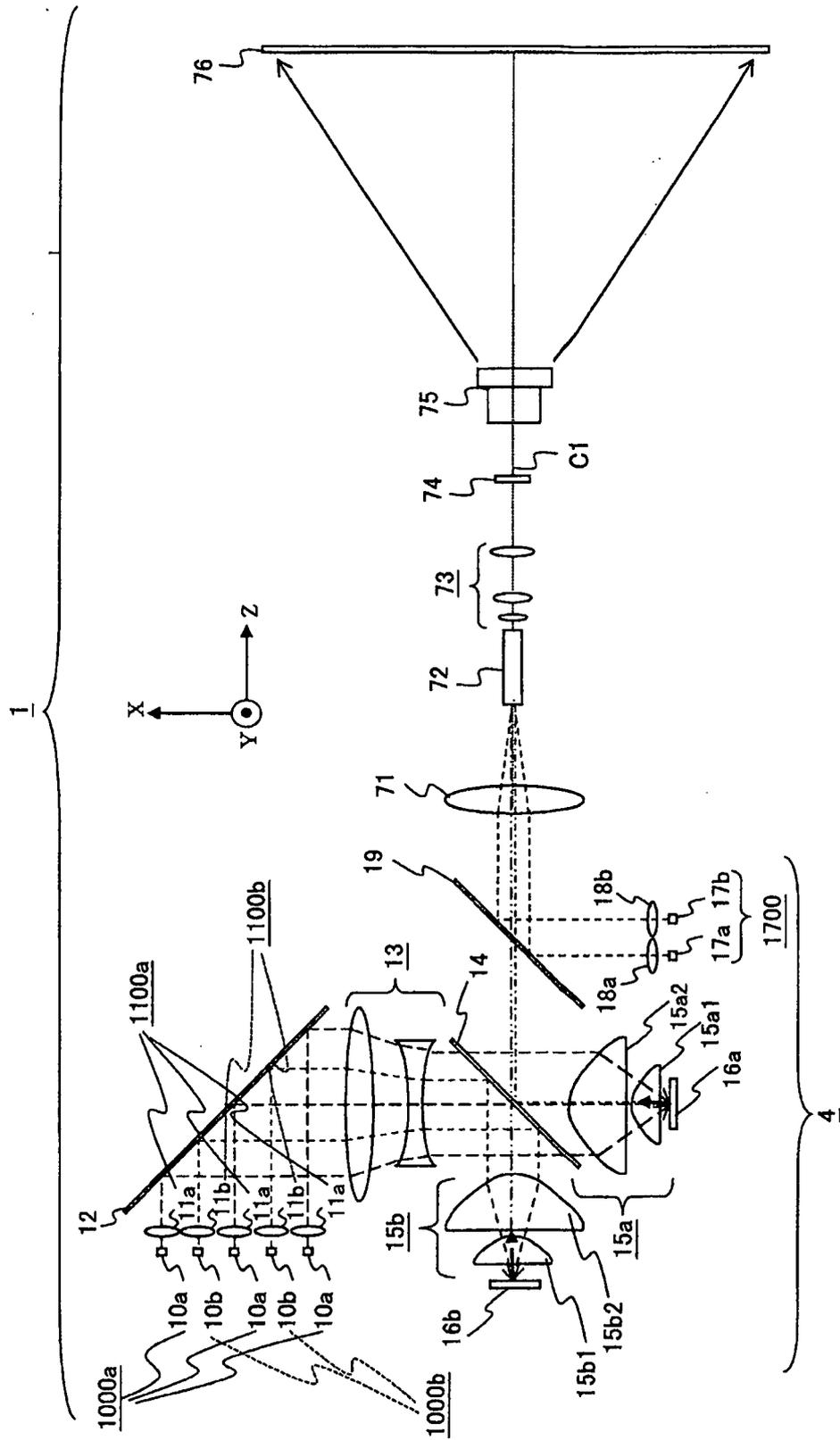


FIG. 2

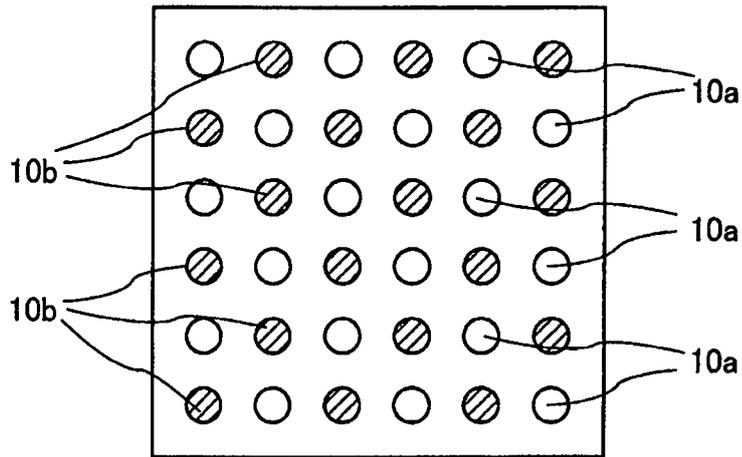


FIG. 3(a)

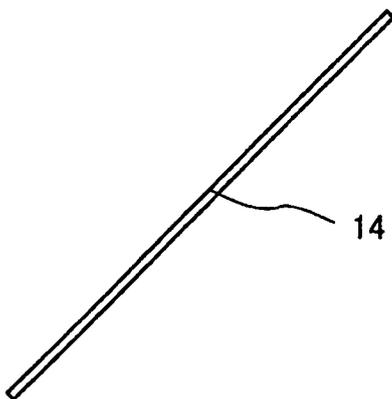


FIG.3(b)

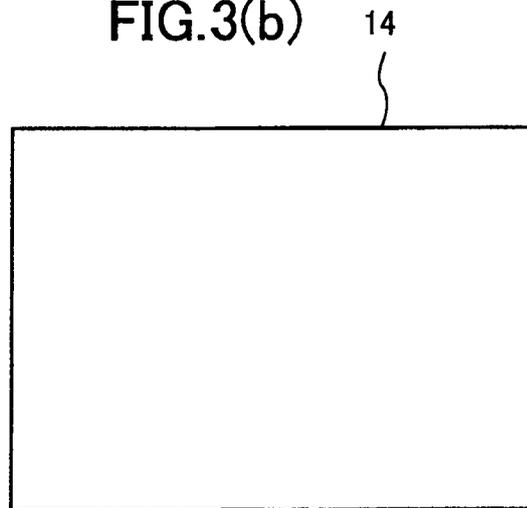


FIG. 4

OPTISCHE TRANSMITTANZ (%)

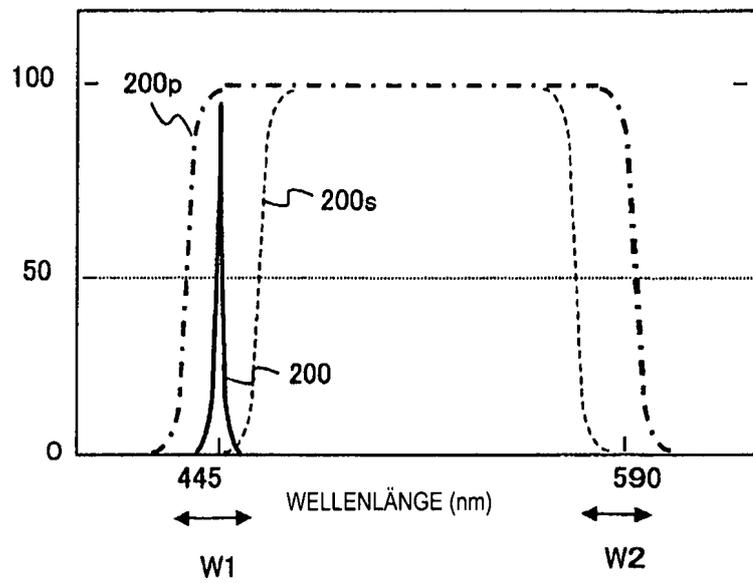


FIG. 5

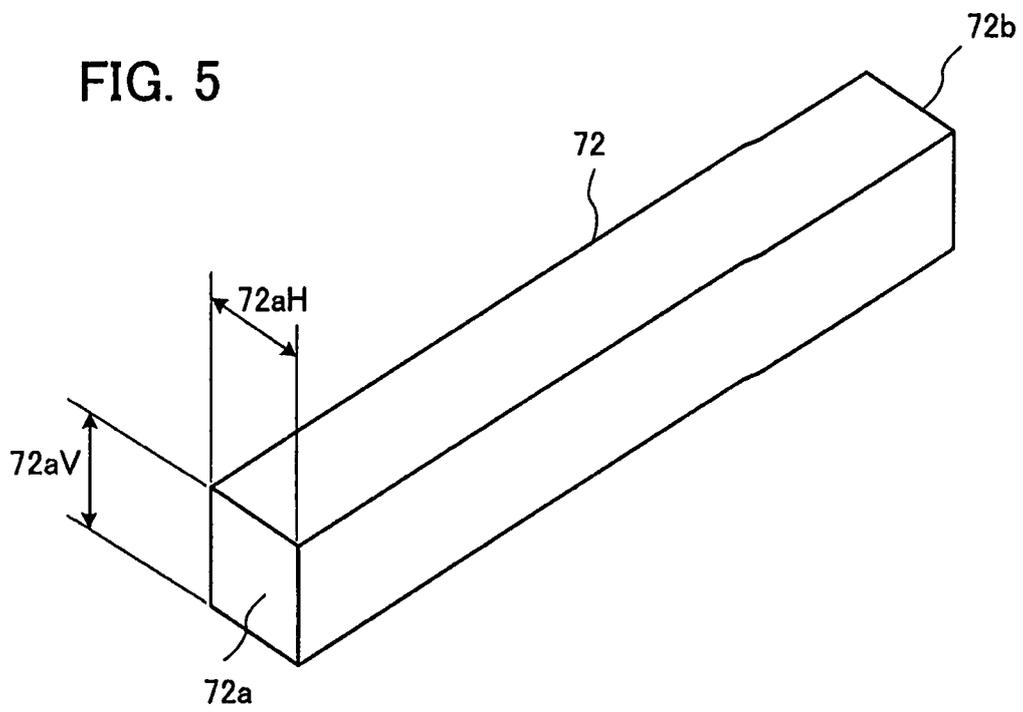


FIG. 6

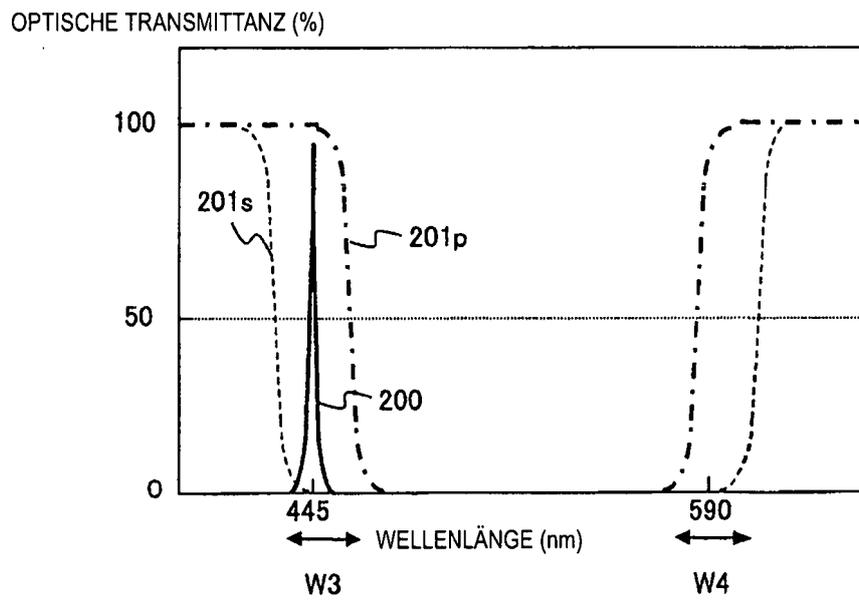


FIG. 7

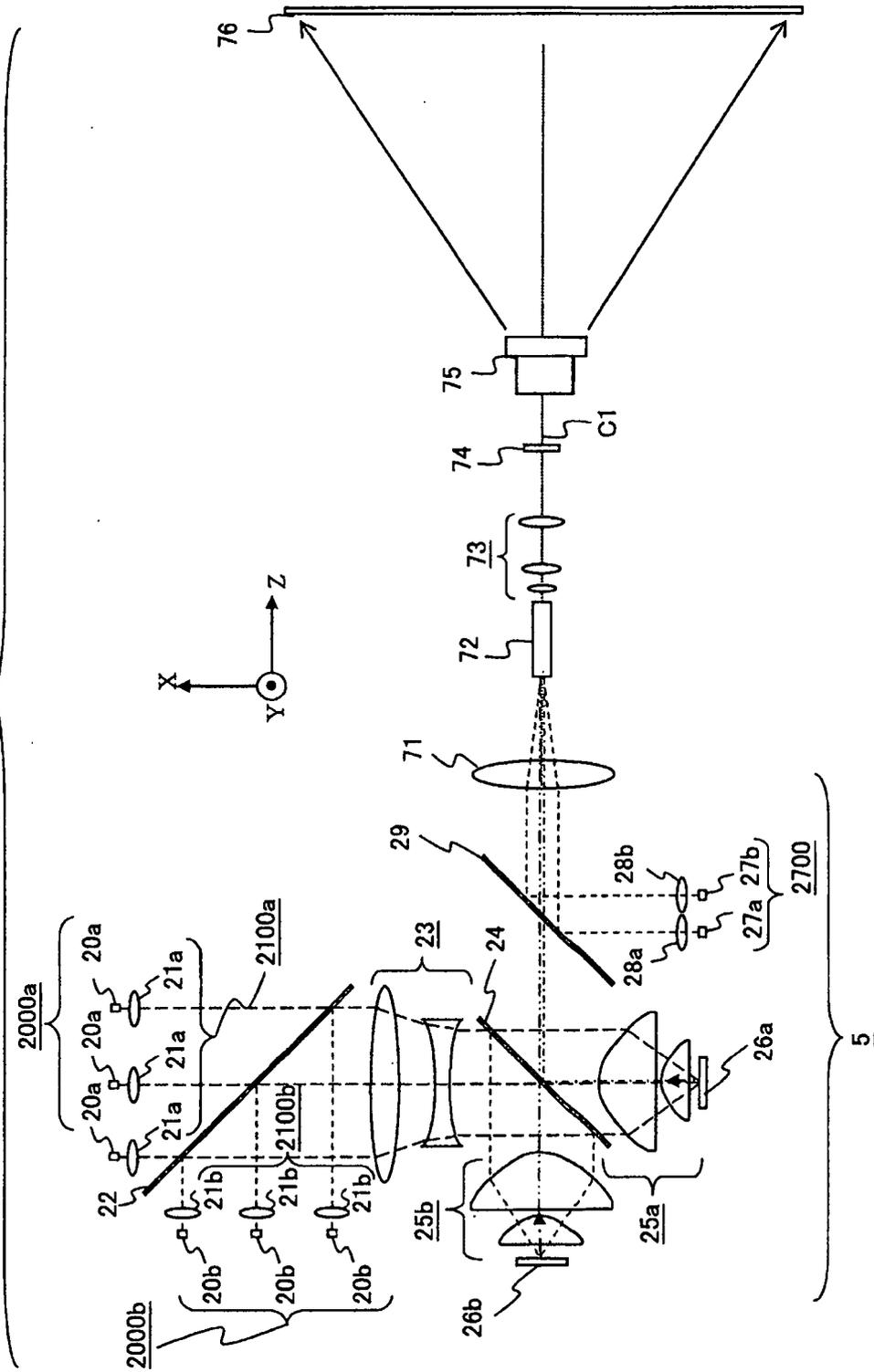


FIG. 8

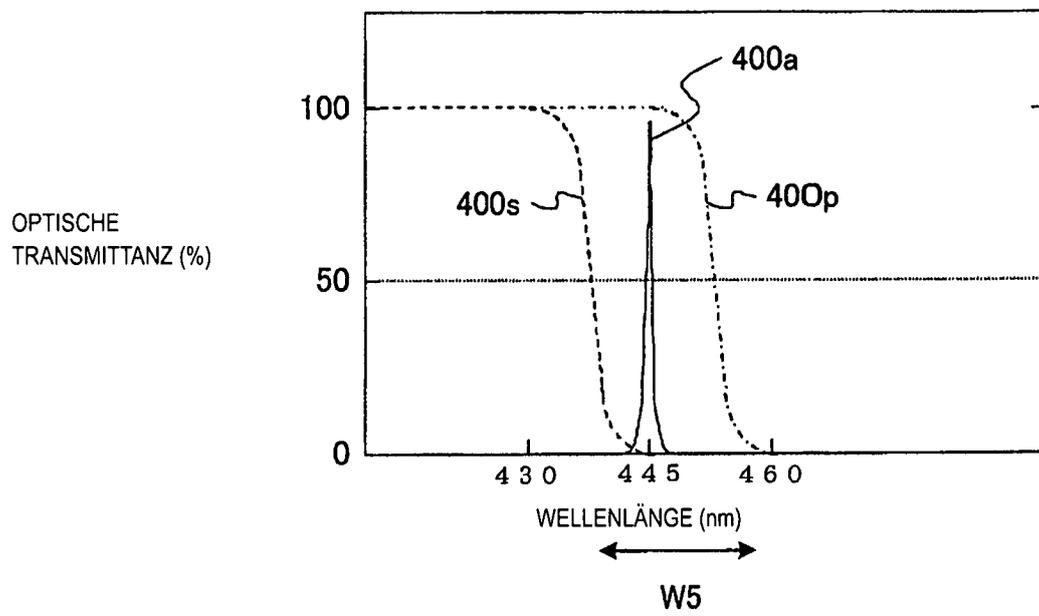


FIG. 9

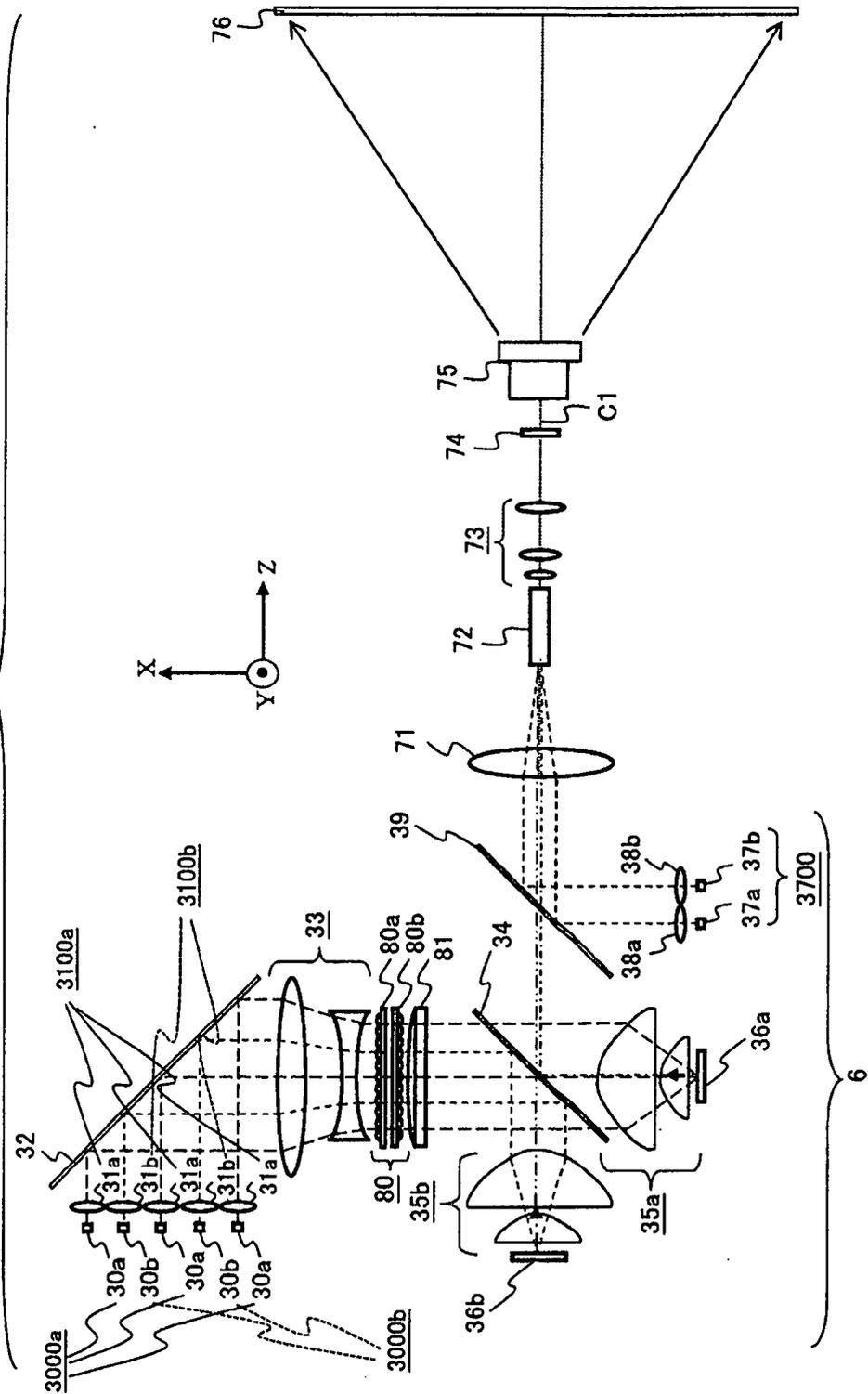


FIG. 10(a)

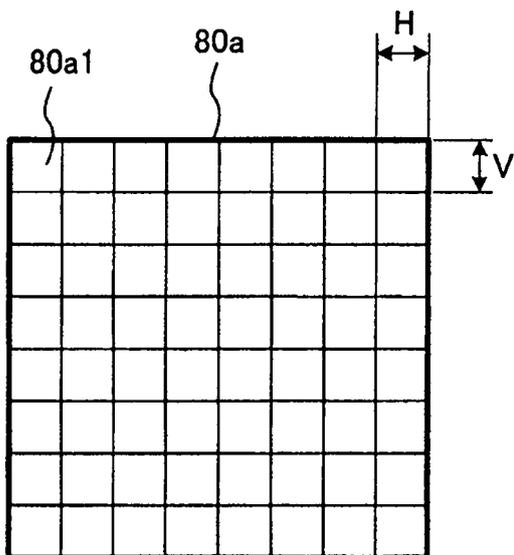


FIG. 10(b)

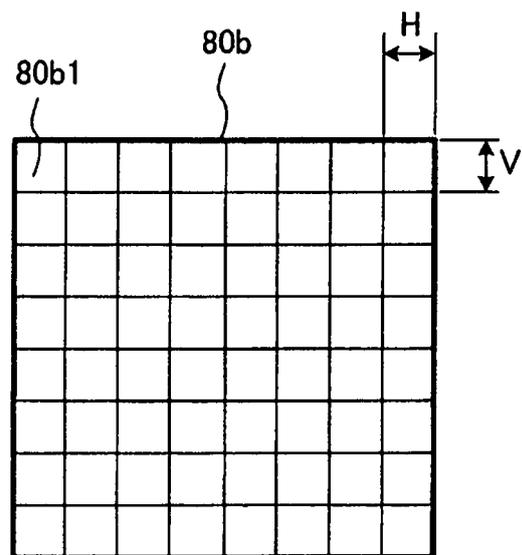


FIG. 11

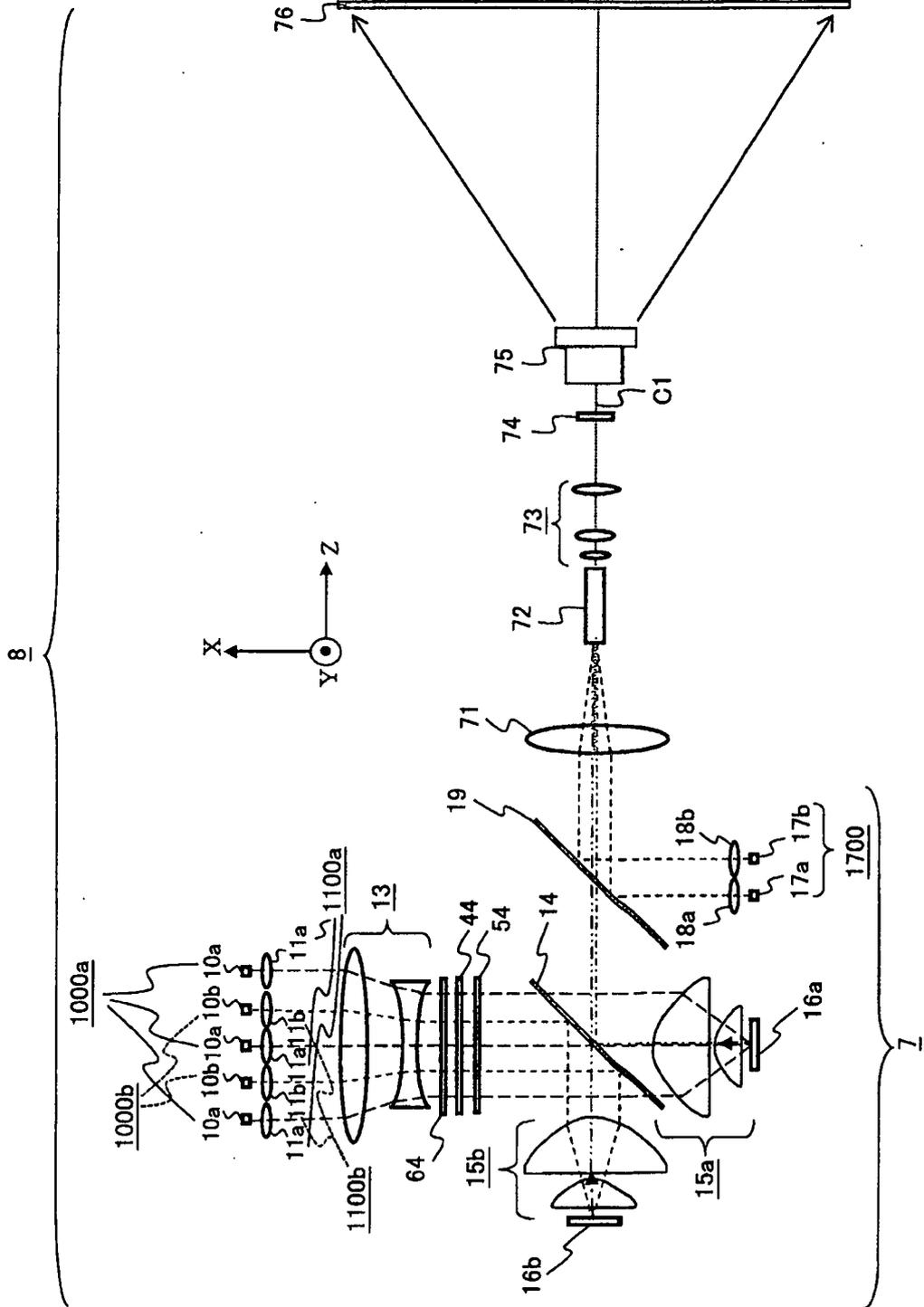


FIG. 12

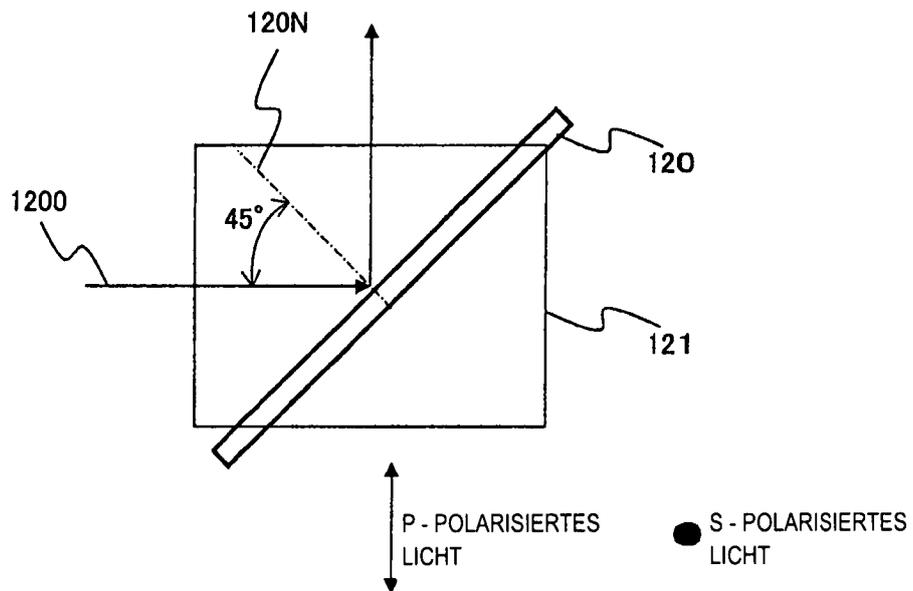


FIG. 13(a)

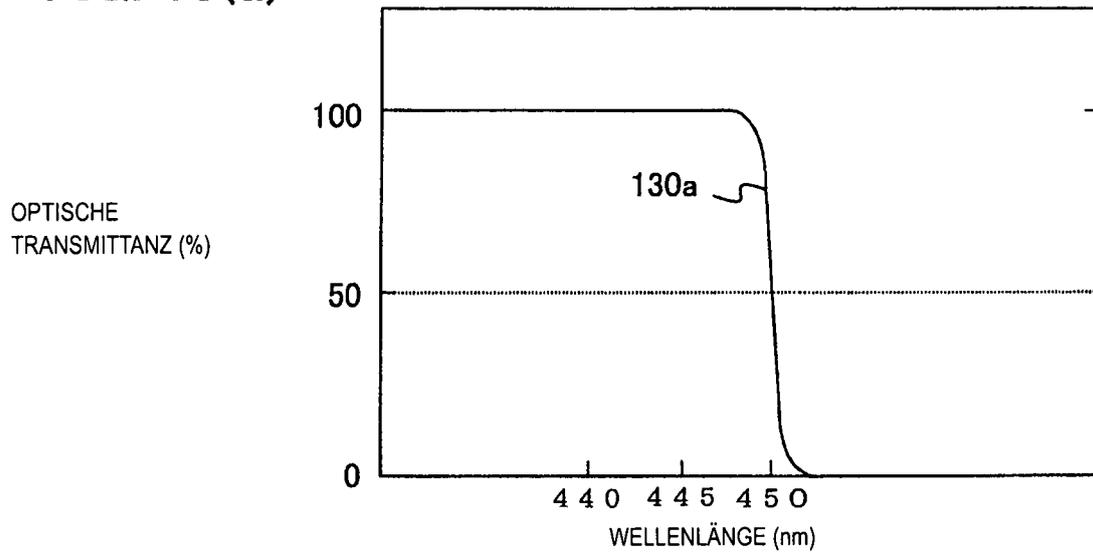


FIG. 13(b)

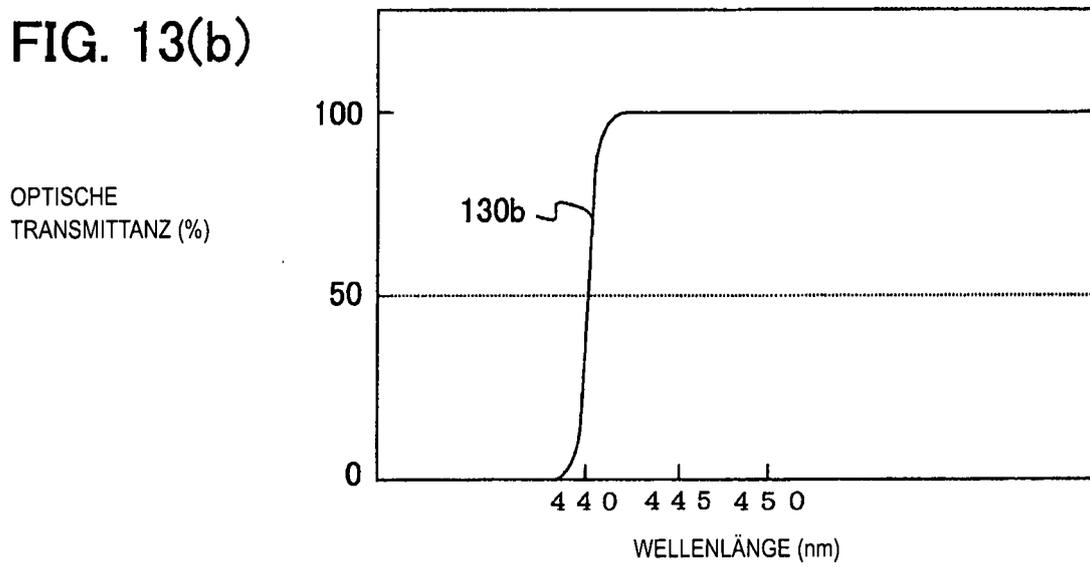


FIG. 14

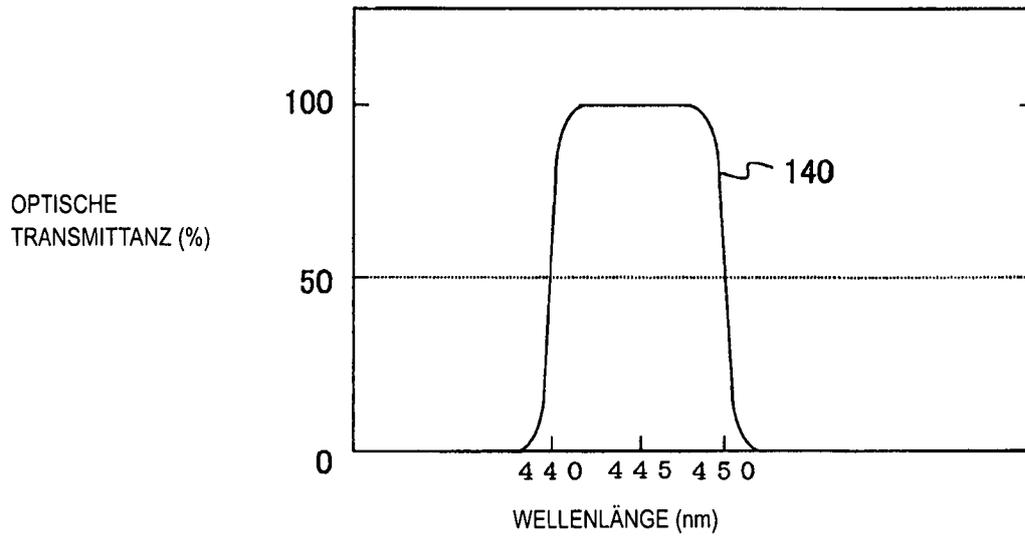


FIG. 15

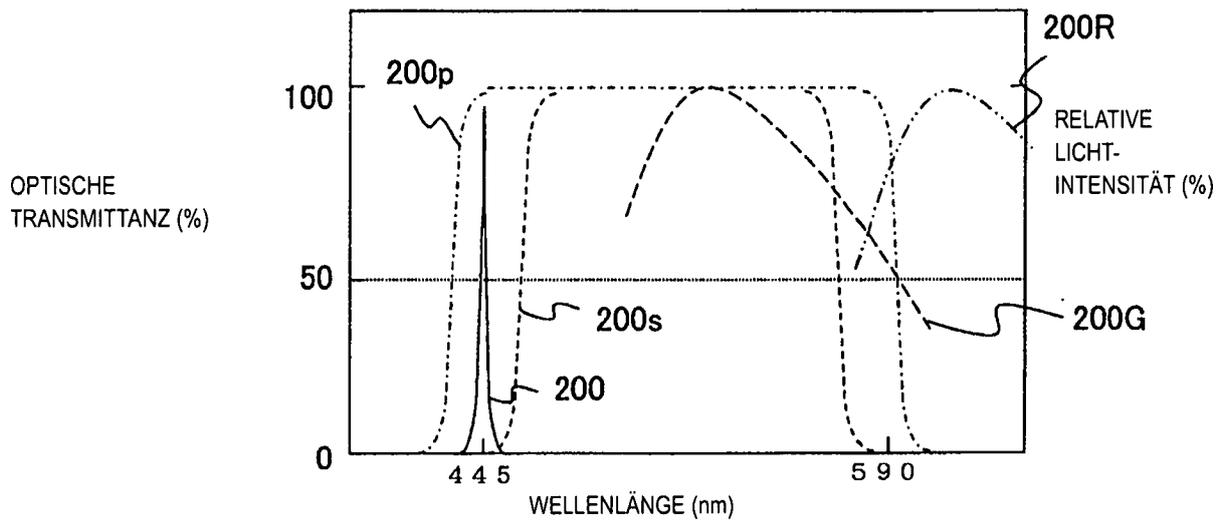


FIG. 16

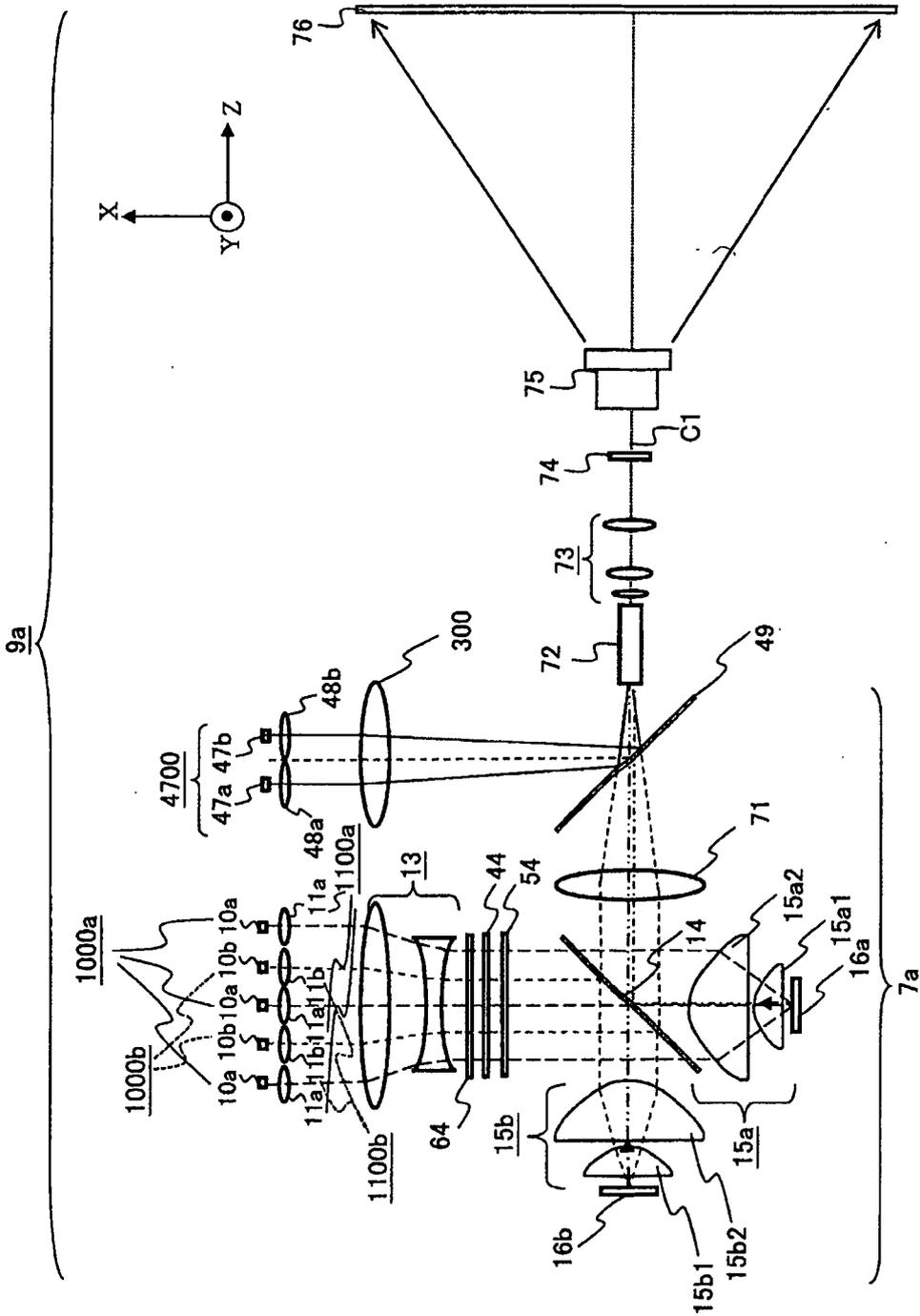


FIG. 17

9b

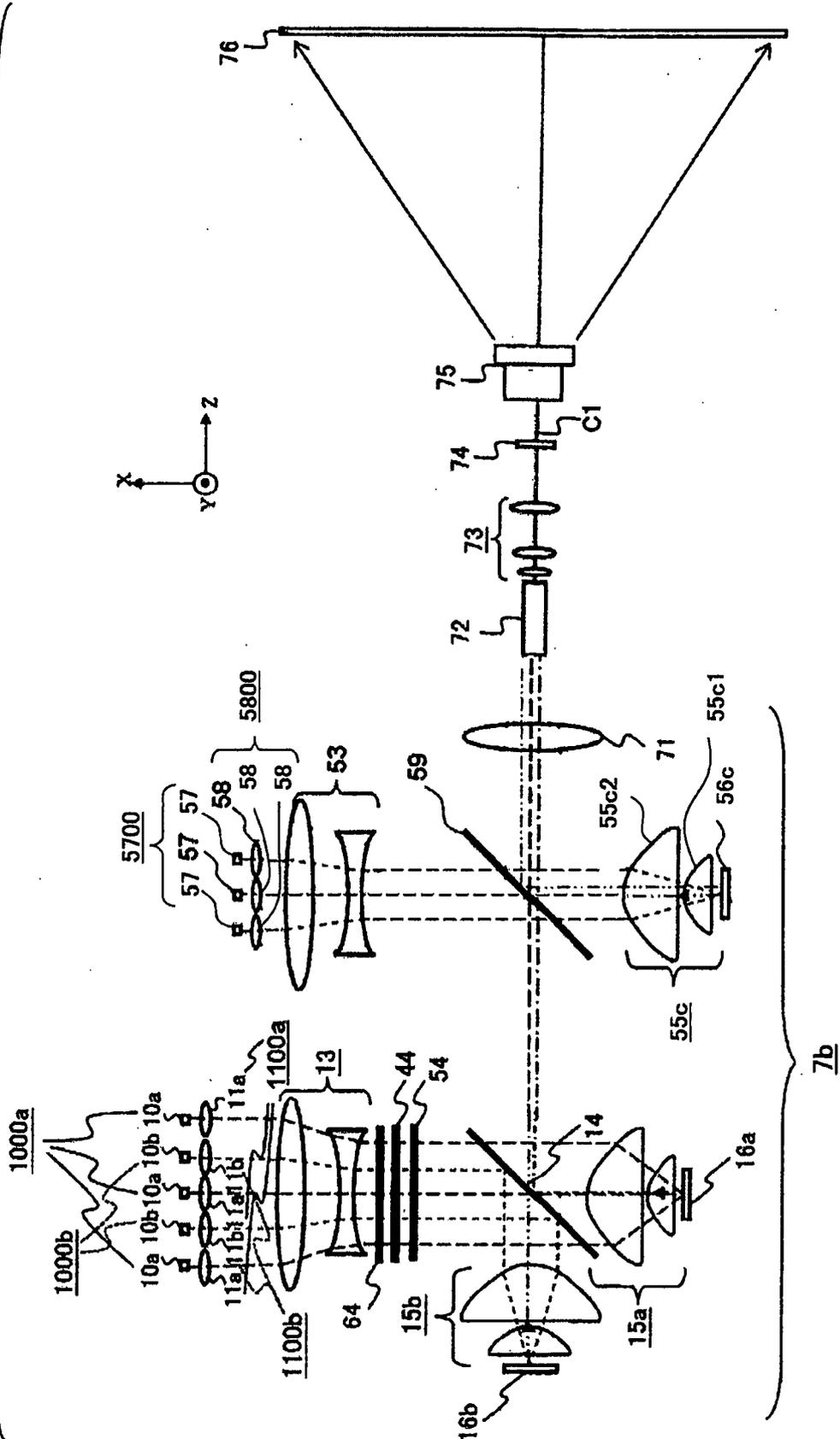


FIG. 18

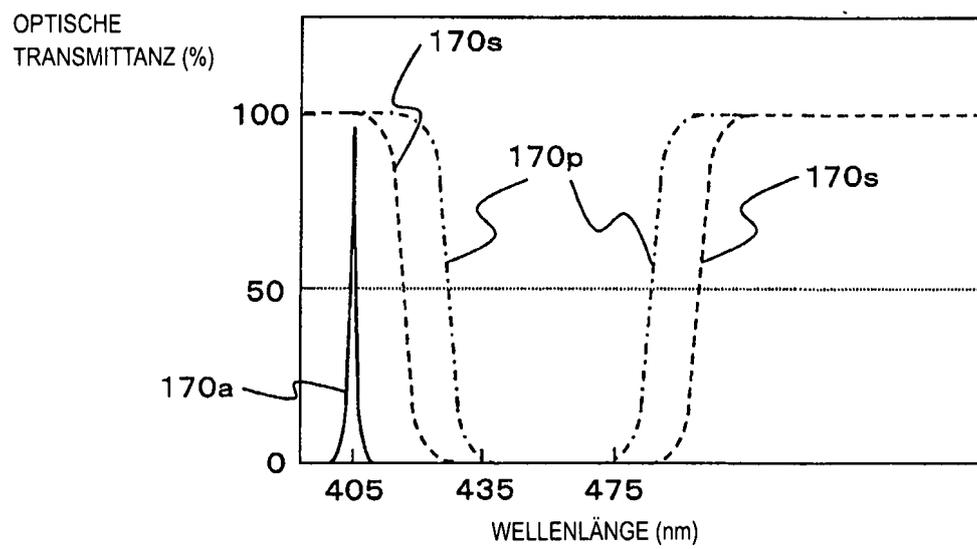


FIG. 19

90

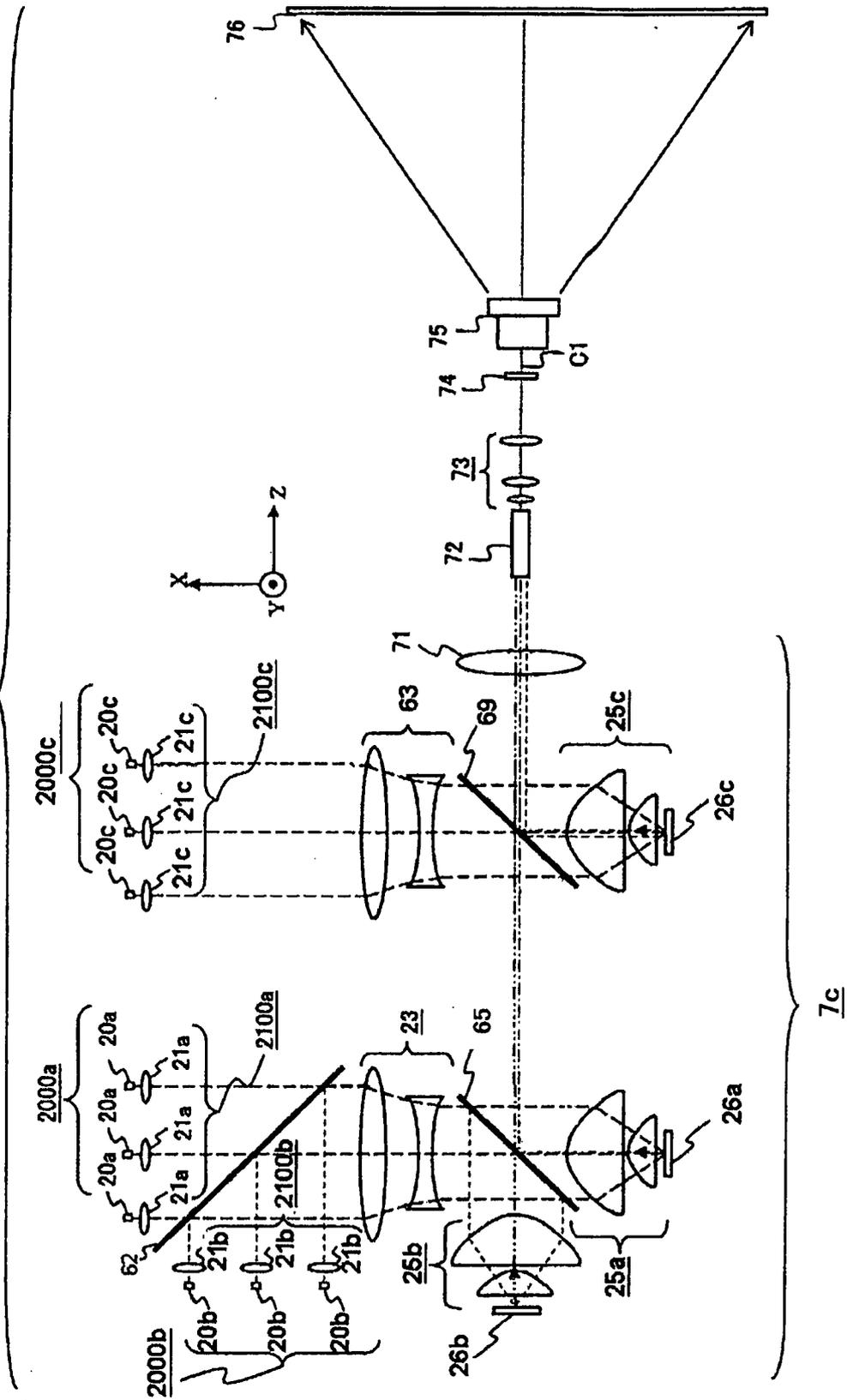


FIG. 20

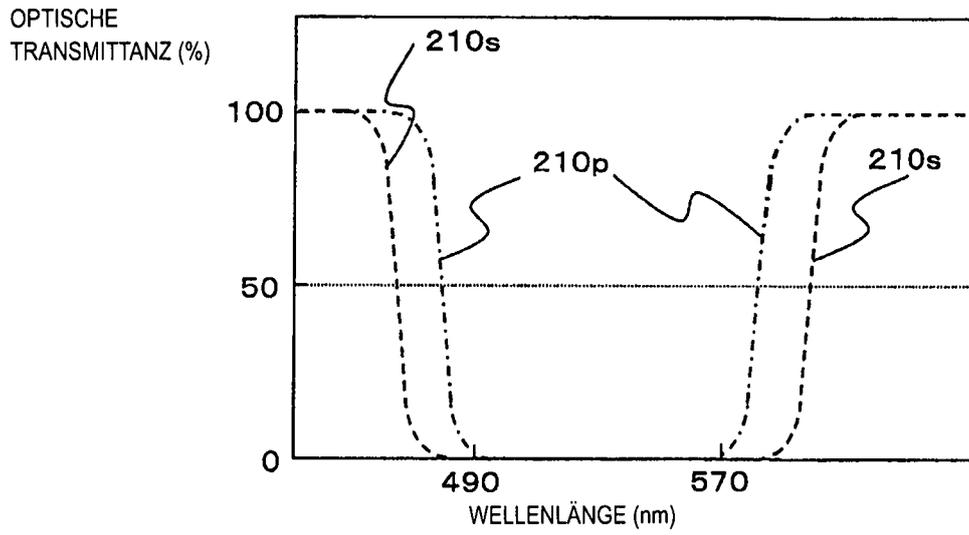


FIG. 21

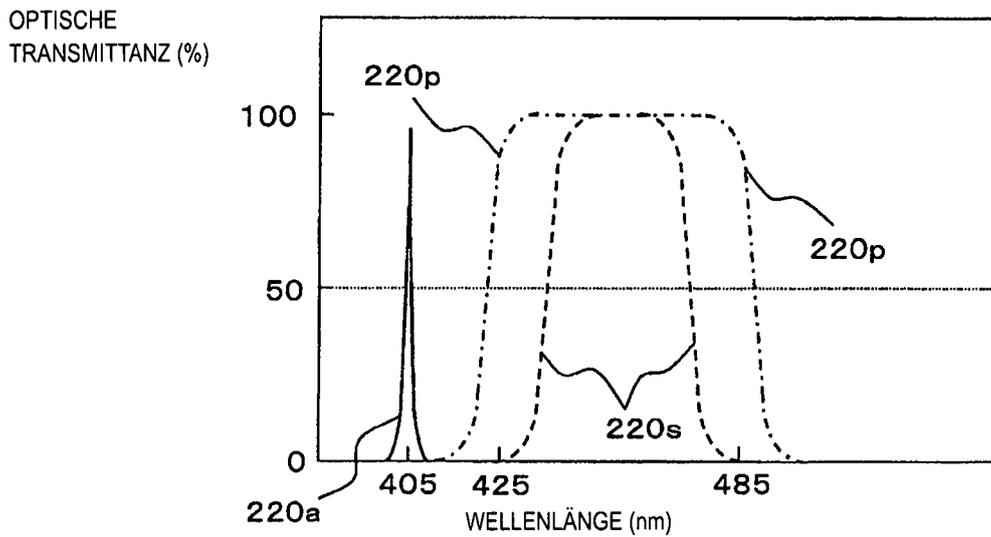


FIG. 22

