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

(10) **DE 697 23 929 T2** 2004.06.17

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 829 739 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 23 929.2**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP97/00790**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 907 298.0**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 97/034173**
(86) PCT-Anmeldetag: **12.03.1997**
(87) Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung: **18.09.1997**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **18.03.1998**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **06.08.2003**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **17.06.2004**

(51) Int Cl.[7]: **G02B 5/30**
G02B 27/28, G03B 21/00, G02F 1/13, G02F 1/1335

(30) Unionspriorität:

5521596	**12.03.1996**	**JP**
30113896	**25.10.1996**	**JP**

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

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

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

(72) Erfinder:
HASHIZUME, Toshiaki, Suwa-shi, Nagano-ken 392, JP; ITOH, Yoshitaka, Suwa-shi, Nagano-ken 392, JP; YAJIMA, Akitaka, Suwa-shi, Nagano-ken 392, JP

(54) Bezeichnung: **POLARISATIONSSTRAHLTEILER, VERFAHREN ZU SEINER HERSTELLUNG UND PROJEKTIONSANZEIGE**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Diese Erfindung betrifft eine Polarisationslichtteilervorrichtung, ein Verfahren zum Herstellen der Vorrichtung und eine Projektionsdarstellungsvorrichtung unter Verwendung dieser Polarisationslichtteilervorrichtung.

[0002] **Fig.** 26 ist eine perspektivische Darstellung eines herkömmlichen Polarisationsstrahlteilers. Diese Vorrichtung weist dreieckige Prismen auf, auf die Polarisationslichtteilerfilme und reflektierende Aluminiumfilme aufgedampft sind, wobei die Prismen danach aneinandergeklebt werden. Die Prismen **71**, **72**, **73** und **74** sind dabei aus dem Material BK7 hergestellte polierte Prismen, und diese vier Prismen bilden eine Einheit, die sich zur Bildung der gesamten Vorrichtung wiederholt. Ein Polarisationslichtteilerfilm **75** ist durch Dampfabscheidung in Form anorganischer Dünnfilme auf diejenige Fläche des Prismas **72** aufgebracht, die dem Prisma **71** gegenübersteht. Zusätzlich ist ein reflektierender Aluminiumfilm **76** auf diejenige Fläche des Prismas **73** aufgedampft, die dem Prisma **74** gegenübersteht. Die Prismen **71**, **72**, **73** und **74** sind mit einem Klebstoff an ihren jeweiligen Flächen zusammengeklebt. Wenn ein Lichtstrahl **77** am Polarisationslichtteilerfilm **75** in das Prisma **72** eintritt, läuft die P-polarisierte Lichtkomponente in bezug auf die Lichteinfallsebene als durchgelassenes Licht **77** durch das Prisma **71** und tritt aus. Andererseits wird die S-polarisierte Lichtkomponente durch den Polarisationslichtteilerfilm **75** reflektiert, tritt dann in das Prisma **73** ein, wird durch den reflektierenden Film **76** reflektiert und verläßt die Vorrichtung als ein S-polarisierter Lichtstrahl **78**. Auf diese Weise wird ein herkömmlicher Polarisationsstrahlteiler durch Aneinanderkleben von Prismen gebildet, die jeweils einen Polarisationslichtteilerfilm oder einen reflektierenden Film in einer sich wiederholenden Struktur aufweisen.

[0003] Herkömmliche Polarisationsstrahlteiler können US-A-2 748 659, worin eine Lichtquelle für polarisiertes Licht offenbart ist, US-A-5 221 982, worin ein polarisierender Wellenlängenteiler offenbart ist, und EP-A-0 508 413, worin eine polarisierende Umwandlungseinheit zur Verwendung in einem Projektor offenbart ist, entnommen werden.

[0004] Beim herkömmlichen Verfahren werden die dreieckigen Prismen jeweils einzeln poliert, bedampft und aneinandergeklebt, so daß es nicht möglich ist, die Größe der sich wiederholenden Struktur von Polarisationslichtteilerfilmen und reflektierenden Filmen zu verringern, um der Gesamtvorrichtung eine dünne Struktur zu geben. Dies liegt daran, daß wenn die Größe der sich wiederholenden Struktur verringert werden würde, sogar noch kleinere dreieckige Prismen hergestellt werden müßten und die Kanten der Prismen durch das Polieren verlorengehen würden, so daß kein Licht durch sie hindurchtritt, woraus sich das Problem einer verringerten Helligkeit ergeben würde. Zusätzlich wird das Erreichen gleichmäßiger Höhen unter den Prismen umso schwieriger, je kleiner die Prismen werden. Zusätzliche Probleme, die beim Zusammenkleben der Prismen auftreten, sind unter anderem eine Fehlausrichtung, eine Ungleichmäßigkeit und eine höckerige Struktur an den Lichteintrittsflächen und Lichtaustrittsflächen. Daher reißen die Randbereiche, die infolge der Ungleichmäßigkeit herausstehen, leicht, und es ist schwierig, andere optische Elemente an den Lichteintrittsflächen und den Lichtaustrittsflächen anzubringen. Zusätzlich treten im Fall einer Winkelfehlausrichtung beim Aneinanderkleben der Prismen Probleme auf, bei denen sich die optischen Achsen des einfallenden Lichts und des emittierten Lichts ändern. Die vorliegende Erfindung schlägt Lösungen für diese Probleme vor.

[0005] Zum Lösen wenigstens eines Teils dieser Probleme umfaßt eine erste erfindungsgemäße Polarisationslichtteilervorrichtung nach Anspruch 1 einen Substratblock mit einer Lichteintrittsfläche, einer Lichtaustrittsfläche, welche im wesentlichen parallel zu der Lichteintrittsfläche ist, und einer Anzahl lichtdurchlässiger Substrate, welche an einer Anzahl von Übergangsflächen, welche einen vorbestimmten Winkel bezüglich der Lichteintrittsfläche und der Lichtaustrittsfläche einschließen, aneinandergeklebt sind, wobei der Substratblock ferner eine Anzahl von Polarisationslichtteilerfilmen und eine Anzahl von reflektierenden Filmen, welche abwechselnd auf der Anzahl der Übergangsflächen vorgesehen sind, aufweist, sowie ein Positionsidentifizierungsteil, welches auf wenigstens einer der beiden Seitenflächen des Substratblocks, welche in etwa senkrecht zu der Anzahl der Übergangsflächen ausgebildet sind, vorgesehen ist, wobei das Positionsidentifizierungsteil zum Zeitpunkt der Positionierung der Polarisationslichtteilervorrichtung einsetzbar ist.

[0006] Mittels der ersten Polarisationslichtteilervorrichtung ist an ihrer Seitenfläche ein Positionsidentifizierungsteil bereitgestellt, so daß die Polarisationslichtteilervorrichtung, wenn sie in einer anderen Vorrichtung verwendet wird, verhältnismäßig genau positioniert werden kann.

[0007] In der ersten Polarisationslichtteilervorrichtung befindet sich das Positionsidentifizierungsteil vorzugsweise an einer Position, die in etwa den gleichen Abstand von zwei anderen Seitenflächen hat, die an die Seitenflächen angrenzen, an denen das Positionsidentifizierungsteil bereitgestellt ist. Auf diese Weise kann die Positionierungsgenauigkeit im Zentrum des optischen Elements vergrößert werden.

[0008] Alternativ befindet sich das Positionsidentifizierungsteil vorzugsweise an einer Position, die verschiedene Abstände von den zwei anderen Seitenflächen hat, die an die Seitenflächen angrenzen, an denen das Positionsidentifizierungsteil bereitgestellt ist. Auf diese Weise kann die Orientierung der Polarisationslichtteilervorrichtung anhand des Positionsidentifizierungsteils bestimmt werden.

[0009] Das Positionsidentifizierungsteil kann eine

an der Seitenfläche bereitgestellte Projektion bzw. Auskragung sein, oder das Positionsidentifizierungsteil kann eine an der Seitenfläche bereitgestellte Vertiefung sein. Alternativ kann das Positionsidentifizierungsteil ein Abschnitt sein, der mit einer bestimmten Farbe, die von derjenigen des Rests der Seitenfläche verschieden ist, markiert ist.

[0010] Ein erstes Verfahren zum Herstellen einer Polarisationslichtteilervorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung umfaßt die in Anspruch 7 angegebenen Schritte: (a) alternierendes Zusammenkleben einer Anzahl von lichtdurchlässigen Substraten an einer Anzahl von Grenz- bzw. Übergangsflächen zur Bildung eines Verbundplattenelements, welches eine Anzahl von Polarisationslichtteilerfilmen und eine Anzahl von reflektierenden Filmen, die alternativ auf der Anzahl der Übergangsflächen vorgesehen sind, aufweist, (b) Schneiden des Verbundplattenelements in einem vorbestimmten Winkel bezüglich der Anzahl der Übergangsflächen zur Bereitstellung eines Substratblocks, der im wesentlichen parallele Lichteintrittsflächen und Lichtaustrittsflächen, die in etwa senkrecht zu der Anzahl der Übergangsflächen gebildet sind, aufweist, und (c) Polieren der Lichteintrittsfläche und der Lichtaustrittsfläche des Substratblocks, wobei Schritt (a) den Schritt des Bildens eines Positionsidentifizierungsteils, welches zum Zeitpunkt der Positionierung der Polarisationslichtteilervorrichtung einsetzbar ist, auf wenigstens einer der Seitenflächen des Substratblocks, die in etwa senkrecht zu der Anzahl der Übergangsflächen ausgebildet sind, umfaßt.

[0011] Demgemäß kann die erwähnte erste Polarisationslichtteilervorrichtung durch das erste Verfahren hergestellt werden.

[0012] Das erste Verfahren umfaßt vorzugsweise den Schritt (d) des Polierens der Lichteintrittsfläche und der Lichtaustrittsfläche des Substratblocks. Auf diese Weise können die Lichteintrittsfläche und die Lichtaustrittsfläche des die Polarisationslichtteilervorrichtung bildenden Substratblocks leicht poliert werden, so daß die Polarisationslichtteilervorrichtung leicht hergestellt werden kann.

[0013] Gemäß dem ersten Verfahren umfaßt Schritt (a) vorzugsweise den Schritt des Bildens einer Auskragung als Positionsidentifizierungsteil durch Versetzen wenigstens einiger der Anzahl der lichtdurchlässigen Substrate gegenüber den anderen lichtdurchlässigen Substraten. Auf diese Weise kann die als Positionsidentifizierungsteil verwendete Auskragung genau und leicht gebildet werden.

[0014] Eine Polarisationslichtumwandlungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung umfaßt eine Polarisationslichtteilervorrichtung gemäß dem vorstehenden Verfahren zur Herstellung einer Polarisationslichtteilervorrichtung und Polarisationslichtumwandlungsmittel, die auf der Seite der Lichtaustrittsfläche der Polarisationslichtteilervorrichtung bereitgestellt sind, zur Umwandlung von Licht mit zwei Arten von Polarisationslichtkomponenten, welche durch die Polarisationslichtteilerschicht getrennt sind, in Licht mit einer Art von Polarisationslichtkomponente. Auf diese Weise kann Licht mit zwei Arten von Polarisationslichtkomponenten als einfallendes Licht bereitgestellt werden, und Licht mit einer Art von Polarisationslichtkomponente als emittiertes Licht erhalten werden.

[0015] Das Polarisationslichtumwandlungsmittel ist vorzugsweise eine λ/2-Phasenschicht, die gegenüber der Lichtaustrittsfläche jedes zweiten Substrats unter den Lichtaustrittsflächen der Substrate bereitgestellt ist. Auf diese Weise kann eine Art linear polarisierten Lichts als emittiertes Licht erhalten werden. Weiterhin ist ein Antireflexionsfilm vorzugsweise auf wenigstens einer von der Lichteintrittsflächenseite und der Lichtaustrittsflächenseite bereitgestellt. Auf diese Weise kann der Lichtverlust durch Reflexion an der Oberfläche verringert werden.

[0016] Eine erste Projektionsdarstellungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung umfaßt, wie in Anspruch 12 angegeben, eine Lichtquelle, ein optisches Integratorsystem mit einer ersten Linsenplatte und einer zweiten Linsenplatte, welche das Licht von der Lichtquelle in eine Anzahl von Lichtflüssen teilen, und eine Polarisationslichtumwandlungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung, Modulationsmittel zum Modulieren von Licht, welches von der Polarisationslichtumwandlungsvorrichtung emittiert wird, und ein optisches Projektionssystem, welches das durch die Modulationsmittel modulierte Licht projiziert.

[0017] Eine zweite Projektionsdarstellungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung umfaßt, wie in Anspruch 13 angegeben, eine Lichtquelle, ein optisches Integratorsystem mit einer ersten Linsenplatte und einer zweiten Linsenplatte, welche das Licht von der Lichtquelle in eine Anzahl von Lichtflüssen teilen, eine Polarisationslichtumwandlungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung, ein optisches Farbtrennsystem, welches Licht, das von der Polarisationslichtumwandlungsvorrichtung emittiert wird, in Licht einer Anzahl von Farben trennt, Modulationsmittel zum individuellen Modulieren der Anzahl von Lichtfarben, welche durch das optische Farbtrennsystem getrennt wurden, ein optisches Synthetisiersystem, welches das durch die Modulationsmittel modulierte Licht synthetisiert, und ein optisches Projektionssystem, welches das durch das optische Synthetisiersystem synthetisierte Licht projiziert.

[0018] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren zum Herstellen einer Polarisationslichtteilervorrichtung, die Licht mit zufälligen Polarisationsrichtungen in zwei Arten polarisierten Lichts zerlegt, die folgenden Schritte: Bilden eines Substratblocks mit einer sich wiederholenden Struktur einer ersten Substratplatte, einer Polarisationslichtteilerschicht, einer zweiten Substratplatte und einer reflektierenden Schicht und Schneiden des Substratblocks in einem vorbestimmten Winkel in bezug auf die Flächen der Substratplatten.

[0019] Das vorstehende Verfahren hat den Vorteil, daß es nicht erforderlich ist, die Oberflächen für die einzelnen Polarisationslichtteilerschichten und reflektierenden Schichten zu polieren. Es hat den zusätzlichen Vorteil, daß der Parallelitätsgrad zwischen den sich wiederholenden Polarisationslichtteilerschichten und reflektierenden Schichten höher ist als bei einer Struktur, bei der einzelne tetraedrische Prismen aneinandergeklebt sind. Weiterhin können Polarisationslichtteilervorrichtungen mit der gleichen Struktur, die die gleichen Eigenschaften aufweisen, leicht in großer Zahl hergestellt werden, indem sie aus dem Substratblock geschnitten werden.

[0020] Bei diesem Verfahren umfaßt der Schritt des Bildens eines Substratblocks vorzugsweise die folgenden Schritte: Bilden der Polarisationslichtteilerschichten auf den ersten Substratplatten, Bilden der reflektierenden Schichten auf den zweiten Substratplatten und abwechselndes Stapeln der ersten Substratplatten, auf denen die Polarisationslichtteilerschichten gebildet sind, und der zweiten Substratplatten, auf denen die reflektierenden Schichten gebildet sind. Auf diese Weise kann der Substratblock leicht gebildet werden.

[0021] Weiterhin ist es bei diesem Verfahren beim Schritt des abwechselnden Stapelns der ersten Substratplatten, auf denen die Polarisationslichtteilerschichten gebildet sind, und der zweiten Substratplatten, auf denen die reflektierenden Schichten gebildet sind, bevorzugt, daß die ersten Substratplatten und die zweiten Substratplatten abwechselnd gestapelt werden, wobei ihre Enden um einen Betrag, der von einem Winkel, unter dem der Substratblock zu schneiden ist, abhängt, leicht versetzt sind.

[0022] Durch Stapeln der Substrate, wobei ihre Enden leicht versetzt sind, kann der Umfang der beim Schneiden der Substratblöcke erzeugten Substratverschwendung verringert werden.

[0023] Bei diesem Verfahren umfaßt der Schritt des Bildens eines Substratblocks vorzugsweise die folgenden Schritte: Bilden der Polarisationslichtteilerschichten auf den ersten Substratplatten, Bilden der reflektierenden Schichten auf den zweiten Substratplatten, Stapeln von einer der ersten Substratplatten, worauf die Polarisationslichtteilerschichten gebildet sind, und einer der zweiten Substratplatten, worauf die reflektierenden Schichten gebildet sind, um dadurch einen Grundblock zu bilden, und Stapeln mehrerer Grundblöcke. Auf diese Weise können Substratblöcke mit der gewünschten Größe leicht gebildet werden, indem einfach mehrere Substratblöcke gestapelt werden.

[0024] Beim Schritt des Stapelns mehrerer Grundblöcke werden die Grundblöcke vorzugsweise gestapelt, wobei ihre Enden um einen Betrag, der von einem Winkel, unter dem der Substratblock geschnitten wird, abhängt, leicht versetzt sind. Auf diese Weise kann der Umfang der beim Schneiden der Substrate erzeugten Substratverschwendung verringert werden.

[0025] Vorzugsweise umfaßt dieses Verfahren den weiteren Schritt des Polierens einer Schnittfläche nach dem Schritt des Schneidens des Substratblocks unter einem vorbestimmten Winkel. Die zwei auf diese Weise polierten Schnittflächen werden zu flachen Lichteintritts- und Lichtaustrittsflächen.

[0026] Vorzugsweise weist dieses Verfahren den weiteren Schritt des Stapelns eines Blindsubstrats auf wenigstens eines der Substrate, wodurch beide Flächen des Substratblocks abgedeckt werden, nachdem der Substratblock gebildet wurde, auf. Auf diese Weise wird der Randbereich nicht durch Reißen oder Brechen beschädigt, und es kann der Verlust des durch den Randbereich hindurchtretenden Lichts verringert werden.

[0027] Vorzugsweise sind bei diesem Verfahren die erste Substratplatte und die zweite Substratplatte polierte Glasplatten. Die polierte Glasplatte besteht vorzugsweise aus Weißglasplatten oder nicht alkalischem Glas. Alternativ bestehen die erste Substratplatte und die zweite Substratplatte vorzugsweise aus Float-Glas. Durch die Verwendung polierten Plattenglases oder von Float-Glas kann die Genauigkeit des Wiederholungsgenauigkeit des Polarisationslichtteilerfilms und des reflektierenden Films leicht kostengünstig verbessert werden.

[0028] Bei diesem Verfahren ist eine von der ersten und der zweiten Substratplatte vorzugsweise ein farbiges, lichtdurchlässiges Substrat, und die andere ist ein farbloses, lichtdurchlässiges Substrat. Auf diese Weise können die Positionen der Polarisationslichtteilerschichten und der reflektierenden Schichten leicht unterschieden werden.

[0029] Der reflektierende Film kann ein dünner Aluminiumfilm oder ein dünner dielektrischer Film sein. Der reflektierende Film kann alternativ aus einem dünnen Aluminiumfilm und einem dünnen dielektrischen Film bestehen.

[0030] Die Polarisationslichtteilervorrichtung wird vorzugsweise durch eines der vorstehenden Verfahren zum Herstellen einer Polarisationslichtteilervorrichtung hergestellt. Bei dieser Polarisationslichtteilervorrichtung kann die sich wiederholende Struktur aus Polarisationslichtteilerschichten und reflektierenden Schichten abhängig von der Dicke und der Anzahl der Substrate festgelegt werden. Mit anderen Worten kann durch eine feine Wiederholung eine große Anzahl sich wiederholender Strukturen in ein dünnes Substrat aufgenommen werden. Der Parallelitätsgrad zwischen den sich wiederholenden Polarisationslichtteilerschichten und reflektierenden Schichten ist durch die Genauigkeit des Substrats bestimmt, so daß ein hoher Parallelitätsgrad leicht erhalten werden kann. Zusätzlich kann die Wiederholungsanordnung auch regelmäßig mit hoher Genauigkeit konfiguriert werden. Zusätzlich sind die Lichteintritts- und Lichtaustrittsflächen sauber, so daß Phasenplatten angebracht werden können, Antireflexionsfilme aufgebracht werden können und andere Verarbeitungen leicht ausgeführt werden können.

[0031] Es ist bevorzugt, daß die Lichtdurchlässigkeitseigenschaften des Polarisationslichtteilerfilms so eingestellt werden, daß Unterschiede der Lichtdurchlässigkeit in bezug auf Licht einer Wellenlänge entsprechend Spitzen bei verschiedenen Farben höchstens etwa 5% betragen, wenn das Licht bei einer den Spitzen entsprechenden Wellenlänge bei verschiedenen Farben im Lichtspektrum unter einer innerhalb eines vorbestimmten Bereichs liegenden Einfallswinkeldifferenz in den Polarisationslichtteilerfilm eintritt.

[0032] **Fig.** 1 ist eine perspektivische Ansicht, in der ein gemäß einem Verfahren zur Herstellung eines Polarisationsstrahlteilers gemäß einer ersten Anordnung hergestellter Substratblock dargestellt ist.

[0033] **Fig.** 2 zeigt eine Draufsicht und eine Vorderansicht des in **Fig.** 1 dargestellten Substratblocks.

[0034] **Fig.** 3 zeigt eine perspektivische Ansicht und eine Schnittansicht des Polarisationsstrahlteilers gemäß der ersten Anordnung.

[0035] **Fig.** 4 ist eine Schnittansicht des Polarisationsstrahlteilers gemäß der ersten Anordnung und einer Anordnung einer Polarisationslichtumwandlungsvorrichtung, bei der dieser Polarisationsstrahlteiler verwendet wird.

[0036] **Fig.** 5 ist eine perspektivische Ansicht des in **Fig.** 4 dargestellten Polarisationsstrahlteilers, an dem eine λ/2-Phasenplatte angebracht ist.

[0037] **Fig.** 6 ist eine perspektivische Ansicht, in der der gemäß einem Verfahren zur Herstellung des Polarisationsstrahlteilers gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung hergestellte Substratblock dargestellt ist.

[0038] **Fig.** 7 zeigt eine Draufsicht und eine Vorderansicht des Plattenglasblocks aus **Fig.** 6.

[0039] **Fig.** 8 ist ein erklärendes Diagramm, in dem der Prozeß des Herstellens einer Polarisationslichtteilervorrichtung zur Verwendung in LCD-Projektoren aus einem entlang den Schneidflächen **84a** und **84b** aus **Fig.** 7(A) geschnittenen Block dargestellt ist.

[0040] **Fig.** 9 ist eine perspektivische Ansicht des Polarisationsstrahlteilers gemäß der ersten bevorzugten Ausführungsform.

[0041] **Fig.** 10 ist eine perspektivische Ansicht, in der der gemäß einem Verfahren zur Herstellung des Polarisationsstrahlteilers gemäß einer zweiten bevorzugten Ausführungsform hergestellte Substratblock dargestellt ist.

[0042] **Fig.** 11 zeigt eine Draufsicht und eine Vorderansicht des Plattenglasblocks aus **Fig.** 7.

[0043] **Fig.** 12 ist ein erklärendes Diagramm, in dem der Prozeß des Herstellens einer Polarisationslichtteilervorrichtung zur Verwendung in LCD-Projektoren aus einem entlang den Schneidflächen **328a** und **328b** aus **Fig.** 8(A) geschnittenen Block dargestellt ist.

[0044] **Fig.** 13 ist eine perspektivische Ansicht des Polarisationsstrahlteilers gemäß der zweiten bevorzugten Ausführungsform.

[0045] **Fig.** 14 ist ein erklärendes Diagramm, in dem die Wirkung des Blindglases **324** dargestellt ist.

[0046] **Fig.** 15 ist eine perspektivische Ansicht, in der das Verfahren zur Herstellung des Polarisationsstrahlteilers gemäß einer dritten bevorzugten Ausführungsform dargestellt ist.

[0047] **Fig.** 16 zeigt eine Draufsicht und eine Vorderansicht des Plattenglasblocks aus **Fig.** 15.

[0048] **Fig.** 17 ist eine perspektivische Ansicht des Polarisationsstrahlteilers gemäß der dritten bevorzugten Ausführungsform.

[0049] **Fig.** 18 ist ein erklärendes Diagramm, in dem die Schwierigkeiten dargestellt sind, die auftreten, wenn die Lichteintrittsfläche und die Reflexionsfläche unbeabsichtigt vertauscht werden.

[0050] **Fig.** 19 ist ein schematisches Strukturdiagramm, in dem eine Draufsicht der wichtigen Abschnitte einer Polarisationslicht-Beleuchtungsvorrichtung mit einer Gruppe von Strahlteilern auf der Grundlage der bevorzugten Ausführungsform dargestellt sind.

[0051] **Fig.** 20 ist ein schematisches Strukturdiagramm, in dem die wichtigen Abschnitte der mit einer Polarisationslicht-Beleuchtungsvorrichtung **500** ausgerüsteten Projektionsdarstellungsvorrichtung **800** dargestellt sind.

[0052] **Fig.** 21 ist eine Draufsicht einer anderen bevorzugten Ausführungsform der Projektionsdarstellungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0053] **Fig.** 22 ist eine perspektivische Ansicht einer bevorzugten Ausführungsform des Polarisationsstrahlteilers gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0054] **Fig.** 23 ist ein erklärendes Diagramm, in dem der Einfallswinkel von auf den Polarisationslichtteilerfilm einfallendem Licht dargestellt ist.

[0055] **Fig.** 24 ist eine Graphik der Lichtdurchlässigkeit des Polarisationslichtteilerfilms als Funktion des Spektrums und des Einfallswinkels des einfallenden Lichts.

[0056] **Fig.** 25 ist eine Graphik der Lichtdurchlässigkeit eines anderen Polarisationslichtteilerfilms als Funktion des Spektrums und des Einfallswinkels.

[0057] **Fig.** 26 ist eine perspektivische Ansicht eines herkömmlichen Polarisationsstrahlteilers.

[0058] Es folgt eine Erklärung des Verfahrens zur Herstellung der Polarisationslichtteilervorrichtung (als ein "optisches Element" bezeichnet) gemäß der vorliegenden Erfindung zusammen mit der Struktur der Polarisationslichtteilervorrichtung mit Bezug auf bevorzugte Ausführungsformen.

A. Erste Anordnung:

[0059] **Fig.** 1 ist eine perspektivische Ansicht, in der ein gemäß einem Verfahren zur Herstellung eines Polarisationsstrahlteilers, der nicht erfindungsgemäß ist, jedoch zu Erklärungszwecken aufgenommen ist, hergestellter Substratblock dargestellt ist. Auf blaues Platten-Float-Glas **1** wird ein Polarisationslichtteilerfilm **2** aufgedampft, dessen Struktur aus mehreren dünnen Schichten aus anorganischem Material be-

steht. Zusätzlich wird auf das blaue Platten-Float-Glas **4** ein reflektierender Aluminiumfilm aufgebracht. Der Reflexionsgrad wird durch die Dampfabscheidung von einer oder mehreren Schichten eines Dünnfilms aus anorganischem Material zwischen diesem reflektierenden Film **5** aus Aluminium und dem blauen Platten-Float-Glas **4** erhöht. Diese zwei Teile von blauem Platten-Float-Glas **1** und **4** werden mit einem Klebstoff **3** zusammengeklebt, um einen Grundstruktur-Glaskörper **7** zu bilden. Grundstruktur-Glaskörper **8** und **9** werden in der gleichen Weise hergestellt und mit einem Klebstoff **6** zusammengeklebt, wobei ihre Enden leicht versetzt werden. Eine Gruppe aus mehreren auf diese Weise zusammengeklebten Grundstruktur-Glaskörpern wird als Glasblock **19** bezeichnet. Wie nachstehend in Einzelheiten beschrieben wird, werden Stücke aus Blindglas **10** und **12** an beiden Oberflächen des Glasblocks **19** bereitgestellt.

[0060] In dieser Beschreibung werden plattenförmige transparente Elemente, beispielsweise aus Plattenglas oder aus Blindglas, als "transparente Substrate" oder einfach "Substrate" bezeichnet. Zusätzlich wird ein durch Zusammenkleben von Plattenglas oder Blindglas gebildeter Glasblock **19** oder ein hieraus geschnittener Block als "Substratblock" bezeichnet.

[0061] **Fig.** 2 zeigt eine Draufsicht und eine Vorderansicht des in **Fig.** 1 dargestellten Substratblocks. Dieser Substratblock wird mit einer Schneidmaschine entlang den Schneidebenen **14**, **15**, **16** ... zerschnitten. In **Fig.** 2 sind der Klebstoff **3**, der Polarisationslichtteilerfilm **2** und der reflektierende Film **5** fortgelassen. Wie aus **Fig.** 1 ersichtlich ist, werden die Schneidebenen **14**, **15**, **16** ... bei dieser Anordnung unter einem Winkel von 45° in bezug auf den Polarisationslichtteilerfilm **2** und den reflektierenden Film **5** geschnitten. Schließlich kann nach dem Polieren der Schnittfläche ein Polarisationsstrahlteiler erhalten werden. **Fig.** 3(A) ist eine perspektivische Ansicht des so erhaltenen Polarisationsstrahlteilers, und **Fig.** 3(B) ist eine Schnittansicht. Durch Schneiden beider Enden dieses Polarisationsstrahlteilers **20**, so daß ein in etwa rechtwinkliges Parallelepiped gebildet wird, läßt er sich leichter zu einer Projektionsdarstellungsvorrichtung oder einer anderen optischen Vorrichtung zusammensetzen.

[0062] Bei diesem Polarisationsstrahlteiler **20** werden die Polarisationslichtteilerflächen und reflektierenden Flächen abwechselnd unter einem Winkel von 45° in Bezug auf die Schneidebenen **14** und **15** aneinandergereiht. Es ist ersichtlich, daß bei dieser Struktur der Zwischenraum zwischen dem Polarisationslichtteilerfilm **2** und dem reflektierenden Film **5** aus Aluminium durch die Dicke der Teile aus blauem Platten-Float-Glas **1** und **4** festgelegt ist. Mit anderen Worten ist es bei Verwendung dünner Platten möglich, einen Polarisationsstrahlteiler mit einer sehr feinen Teilung zu bilden. Dies ist mit dem herkömmlichen Verfahren zum Aneinanderkleben dreieckiger Prismen nicht möglich. Zusätzlich werden bei dieser Anordnung die Schneidebenen **14**, **15**, **16** ... im letzten Schritt poliert, so daß an den Lichteintrittsflächen und Lichtaustrittsflächen ein hoher Flachheitsgrad erhalten werden kann. Mit anderen Worten werden die Probleme der wechselseitigen Fehlausrichtung, wenn die dreieckigen Prismen aneinandergeklebt werden, der Ungleichmäßigkeit der Lichteintritts- und Lichtaustrittsflächen entsprechend den Schneidebenen **14**, **15**, **16** ..., sowie des Leckens von Klebstoff, der die Lichteintritts- und Lichtaustrittsflächen verschmutzt, gelöst. Daher ergeben sich in der Hinsicht vorteilhafte Wirkungen, daß wenn Licht aus einer zu den Schneidebenen **14**, **15**, **16** ... senkrechten Richtung in den Polarisationsstrahlteiler **20** eintritt, eine gerade optische Achse aufrechterhalten wird und das Licht nicht gestreut wird. Zusätzlich kann bei Verwendung von blauem Platten-Float-Glas als Material der sich wiederholende Zwischenraum zwischen dem Polarisationslichtteilerfilm **2** und dem reflektierenden Film **5** mit der Dicke des Glases gesteuert werden, so daß der Zwischenraum zwischen dem Polarisationslichtteilerfilm und dem reflektierenden Film durch Erzeugen des Glasblocks **19** aus demselben großen Stück Float-Glas gleichmäßig gemacht werden kann. Daher ist bei Verwendung eines Polarisationsstrahlteilers gemäß der Anordnung in einem LCD-Projektor oder einer anderen Projektionsdarstellungsvorrichtung die Positionswiederholungsgenauigkeit des Polarisationslichtteilerfilms und des reflektierenden Films hoch, und auch ihre Parallelität ist hoch, so daß die Wirksamkeit der Polarisationsteilung von Licht erhöht werden kann.

[0063] Zusätzlich werden bei dieser Anordnung die Blindglasstücke **10** und **12**, die an beiden Flächen des Glasblocks **19** bereitgestellt werden, um ein Reißen und Brechen zu verhindern, mit Klebstoffen **11** und **13** angebracht. Diese Blindglasstücke **10** und **12** werden verwendet, um zu verhindern, daß die scharfen Ecken des plattenförmigen Polarisationsstrahlteilers reißen oder brechen, wenn er aus dem Glasblock **19** geschnitten wird. Weil die Kanten dieses Blindglases reißen und brechen, wird mit anderen Worten verhindert, daß das blaue Platten-Float-Glas **1**, das den Polarisationslichtteilerfilm **2** aufweist, reißt oder bricht.

[0064] Zusätzlich hat das Verfahren zur Herstellung dieser Anordnung den Vorteil, daß große Anzahlen von Polarisationsstrahlteilern mit der gleichen Genauigkeit und der gleichen Struktur auf einmal hergestellt werden können. Mit anderen Worten werden durch Anordnen eines Glasblocks **19** in der Schneidmaschine und Schneiden entlang den Schneidebenen **14**, **15**, **16** ... Polarisationsstrahlteiler mit der gleichen Genauigkeit und der gleichen Struktur erhalten. Durch diese Verwendung des Herstellungsverfahrens dieser Anordnung wird der Vorteil erreicht, daß die Massenproduktion von Polarisationsstrahlteilern mit der gleichen Genauigkeit und der gleichen Struktur möglich ist. Diese Vorteile sind umso größer, je

geringer die Größe der aneinandergeklebten Prismen ist und je größer die Anzahl der aneinandergeklebten Glasplatten ist. Wenngleich bei dieser Anordnung das Schneiden so ausgeführt wird, daß die Schneidebenen **14**, **15**, **16** ... einen Winkel von 45° in bezug auf den Polarisationslichtteilerfilm **2** und den reflektierenden Film **5** bilden, muß dieser Winkel nicht unbedingt 45° betragen.

[0065] Weil blaues Platten-Float-Glas für das Glas bei dieser Anordnung verwendet wird, ist überdies das Polieren der Oberfläche zur Dampfabscheidung unnötig. Mit anderen Worten ergibt sich bei Verwendung des unmodifizierten Rohmaterials eine ausreichende Genauigkeit. Dies ist ein erheblicher Vorteil gegenüber dem herkömmlichen Herstellungsverfahren, bei dem dreieckige Prismen aneinandergeklebt werden, die auf drei Seiten poliert sind. Zusätzlich ist der Gesichtspunkt, daß Glasbrüche während des Schneidens und Polierens nur am Randbereich auftreten, auch in Hinblick darauf vorteilhaft, daß Lichtverluste reduziert werden. Zusätzlich ermöglicht das Abscheiden auf eine große Glasplatte bei der Dampfabscheidung mehrerer Dünnfilme eine einfachere Handhabung und Inspektion, woraus sich der Vorteil ergibt, daß ein aufgedampfter Film besserer Qualität erhalten wird. Es ist durch die Verwendung polierten Plattenglases anstatt blauen Platten-Float-Glases möglich, die Genauigkeit weiter zu verbessern.

[0066] Weil bei dieser Anordnung die Grundstruktur-Glaskörper **7**, **8** und **9** hergestellt werden, indem zunächst zwei Plattenglasstücke aneinandergeklebt werden, kann ein Polarisationsstrahlteiler guter Qualität erhalten werden. Dies liegt daran, daß es möglich ist, durch Sichtbetrachtung zu bestätigen, daß keine Blasen vorhanden sind und daß der Klebstoff gleichmäßig härtet. Das durch diese Grundglaskörper hindurchtretende Licht ist wichtig, weil das zwischen benachbarten Grundstruktur-Glaskörpern reflektierte Licht kein ursprünglich wirksames Licht ist. Beim Ankleben eines Grundglaskörpers an einen anderen ist es nicht möglich, auf Blasen zu prüfen, weil es mehrere Schichten eines reflektierenden Aluminiumfilms gibt, so daß Fälle auftreten, in denen eine Ungleichmäßigkeit des Klebens auftritt. Das Vorhandensein von Blasen **17** oder Ungleichmäßigkeiten **18** ist jedoch nicht wichtig, solange die Haftung gut ist. Mit anderen Worten wird durch das Herstellungsverfahren dieser Anordnung die Qualität für die wichtigen Klebbereiche innerhalb des Grundstruktur-Glaskörpers gewährleistet, so daß die Polarisationslichtteil-Eigenschaften überlegen sind.

[0067] Wenngleich der reflektierende Film **5** ausschließlich aus einem Aluminiumfilm gebildet werden kann, kann durch Bilden des reflektierenden Films **5** aus einem Aluminiumfilm und einem mehrschichtigen dielektrischen Film (Dünnfilmdielektrikum), wie in diesem Beispiel, sein Reflexionsgrad um 3% bis 5% erhöht werden. Hierdurch wird nicht nur die Wirksamkeit der Lichtverwendung erhöht, sondern es wird auch die Lichtabsorption durch den reflektierenden Film **5** verringert, wodurch die Wärmeabstrahlung durch den Polarisationsstrahlteiler unterdrückt wird, woraus sich eine erhöhte Zuverlässigkeit ergibt.

[0068] **Fig.** 4 zeigt ein weiteres Beispiel des Polarisationsstrahlteilers der Anordnung und eine Schnittansicht einer Polarisationslichtumwandlungsvorrichtung unter Verwendung dieses Polarisationsstrahlteilers . Bei dem in **Fig.** 3 dargestellten Polarisationsstrahlteiler werden zwei Stücke blauen Platten-Float-Glases **1** und **4** verwendet, bei dieser Anordnung werden jedoch stattdessen ein Stück weißen Plattenglases **22** und ein Stück blauen Plattenglases **24** verwendet. **23** bezeichnet einen durch Dampfabscheidung zahlreicher Schichten von zwei verschiedenen Typen anorganischen Materials auf das weiße Plattenglas **22** gebildeten Polarisationslichtteilerfilm. **25** bezeichnet einen reflektierenden Aluminiumfilm, der auf das blaue Plattenglas **24** aufgedampft ist. Diese sind mit Klebstoff **35** aneinandergeklebt. Das weiße Plattenglas **22**, auf das der Polarisationslichtteilerfilm **23** aufgedampft ist, und das blaue Plattenglas **24**, auf das der reflektierende Film **25** aufgedampft ist, sind abwechselnd mit Klebstoff aneinandergeklebt, und das Ganze bildet einen Polarisationsstrahlteiler **36**. Das Verfahren zur Herstellung dieses Polarisationsstrahlteilers **36** umfaßt, wie vorstehend beschrieben wurde, das abwechselnde Aneinanderkleben großer flacher Platten von weißem Plattenglas **22**, welche einen Polarisationslichtteilerfilm **23** aufweisen, und großer flacher Platten von blauem Plattenglas **24**, die einen reflektierenden Aluminiumfilm **25** aufweisen, und dann das schräge Schneiden von ihnen in bezug auf die Klebflächen, um plattenförmige Blöcke zu bilden, und das Polieren der Schnittfläche. Daher ist der Polarisationsstrahlteiler **36** gemäß dieser Anordnung dadurch gekennzeichnet, daß das weiße Plattenglas **22** und das blaue Plattenglas **24** ohne Unebenheiten aneinandergeklebt werden und eine integrierte Struktur bilden. Da die Genauigkeit durch die Bestandteile des weißen Plattenglases **22** und des blauen Plattenglases **24** festgelegt ist, kann eine erhebliche Genauigkeit erwartet werden. Weil die Dickengenauigkeit einer typischen Glasplatte umso größer ist, je dünner das Glas ist, nimmt die Genauigkeit zu, wenn die Teilung des Polarisationslichtteilerfilms **23** und des reflektierenden Films **25** feiner wird und die Dicke des Polarisationsstrahlteilers **36** geringer wird. Mit anderen Worten kann ein dünner und hochgenauer Polarisationsstrahlteiler erhalten werden.

[0069] Zusätzlich bezeichnen **31** und **32** bei niedriger Temperatur als Dünnfilme aus anorganischen Materialien gebildete Antireflexionsfilme zum Verhindern, daß Licht an der Oberfläche reflektiert wird. Durch die Bildung der Antireflexionsfilme **31** und **32** bei niedriger Temperatur auf der Lichteintrittsflächen-Seite und der Lichtaustrittsflächen-Seite wird verhindert, daß die Klebkraft der Klebstoffe **21** und **35** bei der Dünnfilmbildung beeinträchtigt wird und daß das Glas abfällt oder verrutscht. Durch die Bildung

dieser Antireflexionsfilme **31** und **32** bei niedriger Temperatur wird eine Struktur ermöglicht, bei der an der Oberfläche kein Lichtverlust auftritt. An der unteren Fläche (Lichtaustrittsfläche) des den Polarisationsstrahlteiler **36** bildenden blauen Plattenglases ist eine λ/2-Phasenplatte **26** ausgebildet. Der bei niedriger Temperatur gebildete Antireflexionsfilm **32** wird gebildet, nachdem diese λ/2-Phasenplatte **26** auf das blaue Plattenglas **24** aufgeklebt wurde.

[0070] Der Polarisationsstrahlteiler **36**, die selektiv bereitgestellte λ/2-Phasenplatte **26** und eine rechtwinklig ausgebildete Linsengruppe **33** nehmen einen Lichtstrahl mit einer zufälligen Polarisationsachse an (nachstehend als "zufällig polarisiertes Licht" bezeichnet) und wandeln ihn in einen Lichtstrahl mit einer einzigen Polarisationsachse um. Dieses System wird nachstehend beschrieben. Die Linsengruppe **33** ist ein Satz von Linsen, welche mit einem Abstand angeordnet sind, der der Breite des weißen Plattenglases **22** und des blauen Plattenglases **24** im polierten Zustand des Blocks gleicht, wobei ein Stück von jedem angeklebt ist. Wenn Licht in die Linsengruppe **33** eintritt, wird es als ein Lichtstrahl **27** auf die polierte Oberfläche des weißen Plattenglases **22** fokussiert. Diese polierte Oberfläche weist einen Antireflexionsfilm **31** auf, so daß hier kein Lichtverlust auftritt und fast das gesamte Licht in das Innere des weißen Plattenglases **22** eintritt. Der Polarisationslichtteilerfilm **23** zerlegt den Lichtstrahl **27** in P-polarisiertes Licht **29** und S-polarisiertes Licht **28**. Das S-polarisierte Licht **28** wird durch den reflektierenden Aluminiumfilm **25** reflektiert und läuft dann durch den Antireflexionsfilm **32** und tritt aus. Die optische Achse der λ/2-Phasenplatte **26** ist auf 45° in bezug auf die olarisationsachse P-polarisierten Lichts gelegt. Daher wird die optische Achse des P-polarisierten Lichts **29** durch die λ/2-Phasenplatte um 90° gedreht und wird zu S-polarisiertem Licht **30**, das die gleiche optische Achse wie das S-polarisierte Licht **28** aufweist. Wie vorstehend beschrieben wurde, kann durch diese Anordnung aus zufällig polarisiertem Licht **27** S-polarisiertes Licht **28** und **30** mit einer gleichmäßigen optischen Achse erhalten werden. Es ist bei dieser Anordnung, wie vorstehend beschrieben wurde, durch Kombinieren des Polarisationsstrahlteilers **36** mit einer Linsengruppe **33** und einer λ/2-Phasenplatte 26 und Aufbringen bei niedriger Temperatur gebildeter Antireflexionsfilme **31** und **32** möglich, eine Polarisationslichtumwandlungsvorrichtung zu implementieren, die aus zufällig polarisiertem Licht einen Typ polarisierten Lichts wirksam erzeugt.

[0071] Der Polarisationsstrahlteiler **36** dieser Anordnung wird durch Aufdampfen eines Polarisationslichtteilerfilm in Form eines mehrschichtigen Dünnfilms aus anorganischem Material auf ein Stück Plattenglas und Aufdampfen eines reflektierenden Aluminiumfilms auf ein anderes Stück Plattenglas und anschließendes Schneiden und Polieren gebildet, so daß eine dünne plattenförmige Konstruktion möglich ist, die von der Dicke des Plattenglases abhängt. Weil das Plattenglas mit der größeren Lichtweglänge, über die das vom Polarisationslichtteilerfilm **23** reflektierte Licht läuft, aus weißem Plattenglas **22** besteht, ergibt sich der zusätzliche Vorteil, daß die Lichtabsorption dort unterdrückt wird. Weil das andere Glasstück weiterhin aus blauem Plattenglas **24** besteht, ist es leicht, das weiße Plattenglas **22** und das blaue Plattenglas **24** zu unterscheiden. Indem also dafür gesorgt wird, daß das auf der äußersten linken Seite angeordnete Glas und das auf der äußersten rechten Seite angeordnete Glas auf einer Seite weißes Glas und auf der anderen Seite blaues Glas ist, ist es leicht, die Orte des Polarisationslichtteilerfilms und des reflektierenden Films zu unterscheiden. Wenn demgemäß ein Dünnfilm aus anorganischem Material zwischen dem reflektierenden Film **25** aus Aluminium und dem weißen Plattenglas **22** bereitgestellt wird, um den Reflexionsgrad erheblich zu erhöhen, wird hierdurch die Möglichkeit ausgeschlossen, daß die Positionen des Polarisationslichtteilerfilms und der reflektierenden Fläche des reflektierenden Films unbeabsichtigt ausgetauscht werden und dadurch dieser Vorteil aufgehoben wird.

[0072] Weil das Schneiden und das Polieren weiterhin ausgeführt werden, nachdem die Glasplatten aneinandergeklebt wurden, um die Polarisationslichtumwandlungsvorrichtung herzustellen, ist es weiterhin möglich, eine kompakte Polarisationslichtumwandlungsvorrichtung mit einer feinen Teilung bereitzustellen. Wenn die Wiederholungsteilung fein wird, kann der λ/2-Phasenplatte **38** weiterhin eine Konfiguration gegeben werden, bei der sich Fenster streifenförmig öffnen, wie in **Fig.** 5 dargestellt ist, und diese kann auf der Lichtaustrittsflächenseite des Polarisationsstrahlteilers **37** bereitgestellt werden.

[0073] Wie vorstehend beschrieben wurde, wird durch das vorstehend erwähnte Herstellungsverfahren ein durch abwechselndes Aneinanderkleben von Plattenglas mit einem aus einem mehrschichtigen Dünnfilm aus anorganischem Material auf seiner Oberfläche bestehenden Polarisationslichtteilerfilm und von Plattenglas mit einem reflektierenden Film auf seiner Oberfläche gebildeter Glasblock unter einem vorbestimmten Winkel in bezug auf die aneinandergeklebten Flächen geschnitten, wobei die sich wiederholende Struktur des Polarisationslichtteilerfilms und der reflektierenden Flächen abhängig von der Dicke und der Anzahl der Plattenglasstücke festgelegt werden kann. Mit anderen Worten kann ein Polarisationsstrahlteiler durch feine Wiederholung unter Verwendung einer Struktur mit einer großen Anzahl von Wiederholungen in einer dünnen Platte gebildet werden, wobei die Parallelität der Oberflächen durch die Genauigkeit des Glases bestimmt ist, so daß eine Struktur mit einer hohen Genauigkeit und einem hohen Parallelitätsgrad erhalten werden kann und auch eine hohe Genauigkeit des Wiederholungsabstands der Polarisationslichtteilerflächen und reflektierenden Flächen erhalten werden kann. Zusätzlich sind die Lichteintrittsflächen und Lichtaustrittsflä-

chen gleichmäßig, so daß Phasenplatten angebracht werden können, Antireflexionsfilme aufgebracht werden können und andere Verarbeitungen leicht ausgeführt werden können.

[0074] Weil es beim Herstellungsverfahren nicht erforderlich ist, die Oberflächen der einzelnen Polarisationslichtteilerfilme und reflektierenden Filme zu polieren, ergeben sich die Vorteile, daß der Parallelitätsgrad der sich wiederholenden Polarisationslichtteilerfilme und reflektierenden Filme höher ist als bei einer Struktur, bei der einzelne tetraedrische Prismen aneinandergeklebt sind, daß die Polarisationslichtteilerflächen oder reflektierenden Flächen nicht reißen oder brechen und daß eine große Anzahl von Polarisationsstrahlteilern mit den gleichen Eigenschaften leicht erzeugt werden kann, indem sie aus Plattenglas ausgeschnitten werden. Weil das Aufdampfen des Polarisationslichtteilerfilms und des reflektierenden Films weiterhin ohne Modifikationen auf der Glasplatte ausgeführt wird, sind spezielle Bedampfungsverfahren nicht erforderlich, und die Qualität der Filme kann leicht untersucht werden. Falls die Untersuchung leicht ist, lassen sich die Eigenschaften leicht identifizieren, und es ist auch eine stabile Massenproduktion möglich.

[0075] Es ist zusätzlich durch Bilden jedes Grundstruktur-Glaskörpers durch Aneinanderkleben von einem Stück Plattenglas mit einem Polarisationslichtteilerfilm und einem Stück Plattenglas mit einem reflektierenden Film möglich, Blasen und eine ungleichmäßige Klebung in den aneinandergeklebten Bereichen, durch die wirksames Licht hindurchtritt, zu unterdrücken.

[0076] Zusätzlich kann die Wiederholungsgenauigkeit der Polarisationslichtteilerfilme und reflektierenden Filme durch die Verwendung von Plattenglas und Float-Glas leicht und kostengünstig vergrößert werden.

[0077] Es ist zusätzlich durch die Verwendung einer Polarisationslichtumwandlungseinrichtung, die den Polarisationszustand an der Lichtaustrittsfläche des Polarisationsstrahlteilers hervorruft, möglich, eine Polarisationslichtumwandlungsvorrichtung zu erzeugen, die zufällig polarisiertes Licht in polarisiertes Licht umwandeln kann, welches den gleichen Polarisationszustand aufweist. Falls eine solche Polarisationslichtumwandlungsvorrichtung in einem LCD-Projektor oder einer anderen Projektionsdarstellungsvorrichtung verwendet wird, kann fast das gesamte von der Lichtquelle emittierte Licht als Beleuchtungslicht verwendet werden, so daß die Helligkeit des projizierten Bilds erheblich vergrößert werden kann. Es sei bemerkt, daß bei der vorstehend beschriebenen Anordnung diese Struktur erreicht wurde, indem selektiv eine λ/2-Phasenplatte auf der Lichtaustrittsfläche des Polarisationsstrahlteilers bereitgestellt wurde, die Einrichtung zum Ausführen einer Polarisationslichtumwandlung jedoch nicht auf dieses Verfahren beschränkt ist.

[0078] Weil die aus dünnen Filmen aus anorganischem Material bestehenden Antireflexionsfilme weiterhin bei niedriger Temperatur an der Oberfläche des Polarisationsstrahlteilers gebildet werden, kann eine Struktur, die einen Lichtverlust an der Oberfläche verhindert, verwirklicht werden, ohne daß der im Inneren des Polarisationsstrahlteilers verwendete Klebstoff beschädigt wird. Falls die Polarisationslichtumwandlungsvorrichtung insbesondere an der Oberfläche bereitgestellt wird und die λ/2-Phasenplatte angeklebt wird und dann die Antireflexionsfilme bei niedriger Temperatur gebildet werden, ist ihre Wirkung groß.

[0079] Zusätzlich wird durch die Verwendung einer Struktur, bei der zum Verhindern des Reißens und Brechens verwendetes Blindglas an beide Enden geklebt wird, ein Verlust infolge des Reißens oder Brechens der an beiden Enden vorhandenen Polarisationslichtteilerfilme verhindert. Mit anderen Worten tritt keine Verschwendung des durch diese Abschnitte hindurchtretenden Lichts auf. Bei der erwähnten Anordnung wird Blindglas an beiden Enden bereitgestellt, es kann jedoch auch eine Struktur verwendet werden, bei der es nur auf einer Seite bereitgestellt ist.

[0080] Zusätzlich können die Positionen der Polarisationslichtteilerflächen und der reflektierenden Flächen klar gemacht werden, indem eines von dem Plattenglasstück, das mit einem Polarisationslichtteilerfilm bedampft ist, und dem Plattenglasstück, das mit einem reflektierenden Film bedampft ist, als weißes Plattenglas oder nicht alkalisches Glas und das andere als farbiges Glas bereitgestellt wird, so daß die Vorderseite und die Rückseite leicht unterschieden werden können.

[0081] Es kann auch ein anderer reflektierender Film als ein Aluminiumfilm verwendet werden, und es kann beispielsweise ein mehrschichtiger dielektrischer Film verwendet werden. Falls ein aus Aluminium hergestellter reflektierender Film verwendet wird, tritt der Vorteil auf, daß der Reflexionsgrad nicht vom Einfallswinkel des Lichts abhängt und daß das aus dem Polarisationsstrahlteiler austretende Licht nicht anfällig für Farbänderungen ist. Andererseits ist es bei Verwendung eines aus einem mehrschichtigen dielektrischen Film (Dünnfilmdielektrikum) bestehenden reflektierenden Films möglich, den Reflexionsgrad zu erhöhen.

[0082] Zusätzlich können eine Lichtquelle, eine erste Linsenplatte, die aus mehreren rechtwinkligen Linsen besteht, und eine zweite Linsenplatte, die aus fokussierenden Linsen besteht, deren Anzahl gleich der Anzahl der mehreren rechtwinkligen Linsen ist, welche die erwähnte erste Linsenplatte bilden, ein Integratorbeleuchtungssystem bilden, das mit der vorstehend erwähnten Polarisationslichtumwandlungsvorrichtung kombiniert werden kann, um eine Polarisationslicht-Beleuchtungsvorrichtung zu erhalten, die das von der Lichtquelle emittierte zufällig polarisierte Licht in polarisiertes Licht mit dem gleichen Polarisationszustand umwandelt. Bei einer herkömmlichen

Projektionsdarstellungsvorrichtung wird entweder der P-polarisierte Lichtfluß oder der S-polarisierte Lichtfluß durch eine polarisierende Platte absorbiert, die im Modulationselement der LCD-Tafel oder dergleichen bereitgestellt ist, diese Lichtabsorption tritt jedoch bei Verwendung dieser Polarisationslicht-Beleuchtungsvorrichtung nicht auf. Demgemäß ist der Lichtausnutzungsgrad hoch, und es kann eine helle Projektionsdarstellungsvorrichtung erhalten werden.

[0083] Zusätzlich kann ein heller Bildschirm ohne Ungleichmäßigkeiten erhalten werden, falls eine Projektionsdarstellungsvorrichtung durch Kombinieren der vorstehend erwähnten Polarisationslichtumwandlungsvorrichtung und des Integratorbeleuchtungssystems erzeugt wird. Falls zusätzlich die Anzahl der Linsenteilungen in der das Integratorbeleuchtungssystem aufweisenden Linsenplatte erhöht wird, um die Gleichmäßigkeit und die Helligkeit der Beleuchtung weiter zu erhöhen, kann durch die erwähnte Struktur der Polarisationslichtumwandlungsvorrichtung leicht die Anzahl der Polarisationslichtteilerfilme des Polarisationsstrahlteilers entsprechend erhöht werden. Es ist mit anderen Worten lediglich erforderlich, dünnere und zahlreichere Schichten des Plattenglases aneinanderzukleben. Zusätzlich wird der Polarisationsstrahlteiler umso dünner, je größer die Anzahl der Polarisationslichtteilerfilme wird, so daß er sich umso leichter in einem optischen System anordnen läßt. Falls die vorstehend erwähnte Polarisationslichtumwandlungsvorrichtung verwendet wird, kann daher eine helle Projektionsdarstellungsvorrichtung ohne Beleuchtungsschwankungen bereitgestellt werden.

B. Erste bevorzugte Ausführungsform:

[0084] **Fig.** 6 ist eine perspektivische Ansicht des bei der Herstellung des Polarisationsstrahlteilers gemäß der ersten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendeten Plattenglasblocks, während **Fig.** 7(A) eine Draufsicht ist und **Fig.** 7(B) eine Vorderansicht ist.

[0085] Der in **Fig.** 6 dargestellte Plattenglasblock weist sechs aneinandergeklebte Grundstruktur-Glaskörper **80** und **81** auf, wobei an beiden Enden Blindglasstücke **82** und **84** angeklebt sind. Jeder der Grundstruktur-Glaskörper **80** und **81** hat die gleiche Struktur und wird durch den gleichen Prozeß hergestellt wie die Grundstruktur-Glaskörper der in **Fig.** 1 dargestellten ersten Anordnung.

[0086] Wie anhand **Fig.** 6 und **Fig.** 7(B) ersichtlich ist, steht von den sechs Grundstruktur-Glaskörpern **80** und **81** der dritte Grundstruktur-Glaskörper **81** von rechts in Höhenrichtung um einen Betrag H0 aus den anderen Grundstruktur-Glaskörpern **80** heraus. Falls die Höhe des Plattenglasblocks H ist (70 mm gemäß dieser Ausführungsform), ist der Wert der Höhe des Vorsprungs H0 vorzugsweise ein Wert von etwa 3% von H (oder etwa 2 mm gemäß dieser Ausführungsform).

[0087] Wie anhand **Fig.** 7(B) ersichtlich ist, steht aus der oberen Randfläche dieses Glasblocks nur ein Grundstruktur-Glaskörper **81** vor, welcher eine Auskragung bildet, und dieser Grundstruktur-Glaskörper **81** bildet an der unteren Randfläche eine Vertiefung. Daher weist der aus diesem Plattenglasblock ausgeschnittene Polarisationsstrahlteiler in der Hinsicht einen Vorteil auf, daß sein oberer Teil und sein unterer Teil anhand der Auskragung und der Vertiefung leicht identifiziert werden können.

[0088] Die Schraffur an der oberen Fläche des Grundstruktur-Glaskörpers **81**, die in **Fig.** 6 und **Fig.** 7(A) nach oben vorsteht, wird nur verwendet, um die Zeichnung einfacher lesbar zu machen. Es ist tatsächlich nicht erforderlich, eine spezielle Farbe zu verwenden, um ihn von den anderen Grundstruktur-Glaskörpern zu unterscheiden.

[0089] Durch Schneiden dieses Plattenglasblocks entlang den Schneidebenen **84a** und **84b** kann ein Substratblock (transparenter Block) ausgeschnitten werden, der als ein Polarisationsstrahlteiler verwendet werden kann.

[0090] **Fig.** 8 ist ein erklärendes Diagramm, in dem der Prozeß zur Herstellung einer Polarisationslichtteilervorrichtung zur Verwendung in LCD-Projektoren aus einem entlang den Schneidebenen **84a** und **84b** aus **Fig.** 7(A) geschnittenen Substratblock dargestellt ist. Zuerst werden, wie in **Fig.** 8(A) dargestellt ist, beide Enden des ausgeschnittenen Substratblocks in etwa senkrecht zur Lichtaustrittsfläche **86** geschnitten, um einen Polarisationsstrahlteiler **89** zu erhalten, der in etwa die Form eines rechtwinkligen Parallelepipeds hat (**Fig.** 8(8)). Zu dieser Zeit werden Abschnitte der Blindglasstücke **82** und **84** ausgeschnitten, so daß ein Zustand verbleibt, in dem etwas auf der Seite der Lichtaustrittsfläche **86** verbleibt. In **Fig.** 8 sind die Polarisationslichtteilerfilme **87** mit durchgezogenen Linien gezeichnet, während die reflektierenden Filme **88** mit unterbrochenen Linien gezeichnet sind. Die Lichteustrittsfläche **85** und die Lichtaustrittsfläche **86** des geschnittenen Polarisationsstrahlteilers **89** werden jeweils zu einer flachen Oberfläche poliert. **Fig.** 9 ist eine perspektivische Ansicht des auf diese Weise gebildeten Polarisationsstrahlteilers **89**.

[0091] Damit die Abmessungen des Polarisationsstrahlteilers **89** schließlich die vorbestimmten Sollwerte erreichen, ist beim Schneiden bzw. Schnitt gemäß **Fig.** 8(A) ein hochgenaues Schneiden bevorzugt. Gleichzeitig kann die Auskragung (der Vorsprung) des nach oben vorstehenden Grundstruktur-Glaskörpers **81** als Referenzposition zum Bestimmen der Schneidebene verwendet werden. Wie in **Fig.** 8(A) dargestellt ist, kann der rechte Rand der Auskragung beispielsweise als Referenz verwendet werden, von der aus die Abstände L1 und L2 für das Schneiden nach links und nach rechts gemessen werden. Auf diese Weise können die Abmessungen dieser zwei Abstände mit hoher Genauigkeit mit den Sollwerten in Übereinstimmung gebracht werden.

[0092] Die Grenzfläche zwischen dem vorstehenden Grundstruktur-Glaskörper **81** und dem unmittelbar links davon angeordneten Grundstruktur-Glaskörper **80** befindet sich längs des Polarisationsstrahlteilers **89** in etwa in seiner Mitte. Es ist daher durch Ausführen der Schnitte unter Verwendung dieses Vorsprungs als Referenz möglich, die Schnitte genau auszuführen, so daß die Grenzfläche zwischen diesen Grundstruktur-Glaskörpern **80** und **81** an der vorbestimmten Position in der Mitte des Polarisationsstrahlteilers **89** angeordnet wird.

[0093] Weil die Intensität der Beleuchtung einer gewöhnlichen Lichtquelle in ihrer Mitte am größten ist, ist der durch die Mitte des Polarisationsstrahlteilers **89** hindurchtretende Lichtfluß am größten. Daher hat die Positionsgenauigkeit der Polarisationslichtteilerfilme und der reflektierenden Filme in der Mitte des Polarisationsstrahlteilers einen großen Einfluß auf die Umwandlungswirksamkeit des Polarisationsstrahlteilers. Daher kann durch Schneiden beider Enden des Polarisationsstrahlteilers unter Verwendung des Vorsprungs etwa in der Mitte als Referenz die Positionsgenauigkeit der Polarisationslichtteilerfilme und reflektierenden Filme in der Mitte des Polarisationsstrahlteilers vergrößert werden und die Umwandlungswirksamkeit des Polarisationsstrahlteilers erhöht werden.

[0094] In dem Schritt aus **Fig.** 8(B) wird eine selektive Phasenplatte **380** auf die Seite der Lichtaustrittsfläche **86** des Polarisationsstrahlteilers **89** geklebt. Die selektive Phasenplatte **380** ist ein plattenförmiger Körper, der aus λ/2-Phasenschichten **381** besteht, welche abwechselnd mit klaren, transparenten Abschnitten angeordnet sind, wobei die transparenten Abschnitte auf den Lichtaustrittsflächen der mehreren Glasplatten den Polarisationsstrahlteiler **89** abdecken.

[0095] In dem Schritt aus **Fig.** 8(C) wird eine Fokussierlinsenanordnung **310** an die Seite der Lichteintrittsfläche **85** des Polarisationsstrahlteilers **89** geklebt. Die Fokussierlinsenanordnung **310** weist eine Anordnung zahlreicher in etwa rechtwinkliger Fokussierlinsen **311** auf, die matrixartig angeordnet sind. Die Fokussierlinsenanordnung **310** ist auch mit einem Vorsprung **313** versehen (der durch Schraffieren angegebene Abschnitt). Wenn der Polarisationsstrahlteiler **89** an die Fokussierlinsenanordnung **310** geklebt wird, wird eine Klebe-Spannvorrichtung (nicht dargestellt) bereitgestellt, die Vertiefungen aufweist, die mit den Vorsprüngen am Polarisationsstrahlteiler **89** und an der Fokussierlinsenanordnung **310** übereinstimmen, so daß der Vorsprung am Polarisationsstrahlteiler **89** und der Vorsprung an der Fokussierlinsenanordnung **310** in ihre entsprechenden Vertiefungen eingepaßt werden. Hierdurch kann die Position des Polarisationsstrahlteilers **89** und der Fokussierlinsenanordnung **310** zueinander mit hoher Genauigkeit festgelegt werden.

[0096] Wie in **Fig.** 8(A) beschrieben ist, wird der Polarisationsstrahlteiler **89** unter Verwendung des Vorsprungs am oberen Teil oder der Vertiefung am unteren Teil als Referenz mit hoher Abmessungsgenauigkeit ausgeschnitten. Auf diese Weise ist die Abmessungsgenauigkeit des Polarisationsstrahlteilers **89** selbst hoch, so daß beim Ankleben an die Fokussierlinsenanordnung **310** die äußere Form (die Abmessungen und die Form ohne Einschluß des Vorsprungs) des Polarisationsstrahlteilers **89** als Referenz für die Positionierung der Fokussierlinsenanordnung **310** und anderer Bestandteile verwendet werden kann.

[0097] Auf diese Weise kann die Abmessungsgenauigkeit des Polarisationsstrahlteilers **89** durch Versetzen von wenigstens einem der mehreren Grundstruktur-Glaskörper, welche den Polarisationsstrahlteiler **89** bilden, so daß er aus den anderen Grundstruktur-Glaskörpern vorsteht, erhöht werden. Zusätzlich kann die Positionsgenauigkeit des Polarisationsstrahlteilers **89** erhöht werden, wenn der Polarisationsstrahlteiler **89** mit anderen Polarisationslichtteilervorrichtungen oder anderen Einrichtungen kombiniert wird.

C. Zweite bevorzugte Ausführungsform:

[0098] **Fig.** 10 ist eine perspektivische Ansicht einer zweiten Ausführungsform des Verfahrens zur Herstellung des Polarisationsstrahlteilers gemäß der vorliegenden Erfindung, während **Fig.** 11(A) eine Draufsicht ist und **Fig.** 11(B) eine Vorderansicht ist. Wie anhand der **Fig.** 10 und 11(B) ersichtlich ist, sind von den mehreren Glasplatten, die diesen Plattenglasblock bilden, zwei Glasplatten **321** und **322**, die in etwa in der Mitte liegen, größer als die anderen Glasplatten **323** und stehen sowohl nach oben als auch nach unten vor. Zusätzlich ist ein Blindglasstück **324** an die rechte Seite des Plattenglasblocks angeklebt. Auf der linken Seite des Plattenglasblocks ist kein Blindglas bereitgestellt. Es sei bemerkt, daß bei dieser bevorzugten Ausführungsform im Gegensatz zu der erwähnten ersten Anordnung und der ersten Ausführungsform die Grundstruktur-Glaskörper unnötig sind. Indem nicht die Grundstruktur-Glaskörper **80** verwendet werden, sondern vielmehr die Glasplatten nacheinander einzeln versetzt werden, kann die Glasverschwendung beim Ausschneiden des Polarisationsstrahlteilers aus dem Substratblock verringert werden.

[0099] Die Schraffur an den oberen Flächen der zwei Glasplatten **321** und **322** in **Fig.** 10 und **Fig.** 11(A) wird nur verwendet, um die Zeichnung leichter lesbar zu machen. Es ist tatsächlich nicht erforderlich, eine spezielle Farbe zu verwenden, um sie von den anderen Glasplatten **323** zu unterscheiden.

[0100] Wie in **Fig.** 11(B) dargestellt ist, befindet sich die Grenzfläche (Übergangsfläche) zwischen den zwei Glasplatten **321** und **322** längs des Plattenglasblocks in etwa in der Mitte von diesem. Die Höhe H1, mit der diese Platten über dem Plattenglasblock vorstehen, und die Höhe H2, mit der sie unter diesem

vorstehen, können auf den gleichen Wert oder auf unterschiedliche Werte gelegt werden. Falls die Höhe des Plattenglasblocks H ist (gemäß dieser Ausführungsform 70 mm), beträgt der Wert dieser Vorsprungshöhen H1 und H2 vorzugsweise etwa 3% von H (oder gemäß dieser Ausführungsform etwa 2 mm). Falls diese Vorsprungshöhen H1 und H2 auf unterschiedliche Werte gelegt sind, ergibt sich hieraus der Vorteil, daß sich die Aufwärtsrichtung und die Abwärtsrichtung des Polarisationsstrahlteilers, wenn er aus diesem Plattenglasblock geschnitten wird, leicht bestimmen lassen.

[0101] Durch Schneiden dieses Plattenglasblocks entlang den Schneidebenen **328a** und **328b** kann ein Substratblock ausgeschnitten werden, der als ein Polarisationsstrahlteiler verwendet werden kann.

[0102] **Fig.** 12 ist ein der Erklärung dienendes Diagramm, in dem der Prozeß zur Herstellung einer Polarisationslichtteilervorrichtung zur Verwendung in LCD-Projektoren aus einem entlang den Schneidebenen **328a** und **328b** aus **Fig.** 11(B) geschnittenen Substratblock dargestellt ist. Zuerst werden, wie in **Fig.** 12(A) dargestellt ist, beide Enden des ausgeschnittenen Substratblocks grob senkrecht zur Lichteustrittsfläche **327** und zur Lichtaustrittsfläche **326** geschnitten, um einen Polarisationsstrahlteiler **320** zu erhalten, der die Form eines grob rechtwinkligen Parallelepipeds aufweist (**Fig.** 12(B)). Zu dieser Zeit werden Teile des Blindglasstücks **324** abgeschnitten, so daß ein Zustand verbleibt, in dem etwas auf der Seite der Lichtaustrittsfläche **326** verbleibt. In **Fig.** 12 sind die Polarisationslichtteilerfilme **331** mit durchgezogenen Linien gezeichnet, während die reflektierenden Filme **332** mit unterbrochenen Linien gezeichnet sind. Die Lichteintrittsfläche **327** und die Lichtaustrittsfläche **326** des geschnittenen Polarisationsstrahlteilers **320** sind jeweils zu einer flachen Oberfläche poliert. **Fig.** 13 ist eine perspektivische Ansicht des auf diese Weise gebildeten Polarisationsstrahlteilers **320**.

[0103] Beim Schneiden gemäß **Fig.** 12(A) ist ein hochgenaues Schneiden bevorzugt, damit die Abmessungen des Polarisationsstrahlteilers **320** schließlich die vorbestimmten Sollwerte annehmen. Dabei können die Auskragungen (Vorsprünge) der Glasplatten **321** und **322**, die nach oben und nach unten vorstehen, als Referenzposition zum Bestimmen der Schneidebene verwendet werden. Wie beispielsweise in **Fig.** 12(A) dargestellt ist, kann der rechte Rand der Auskragung als Referenz verwendet werden, von der aus die Abstände W1 und W2 nach links und rechts zum Schneiden gemessen werden. Auf diese Weise können die Abmessungen dieser zwei Abstände mit hoher Genauigkeit in Übereinstimmung mit den Sollwerten gebracht werden.

[0104] Wie vorstehend beschrieben wurde, sind die vorstehenden Glasplatten **321** und **322** in Längsrichtung des Polarisationsstrahlteilers **320** in etwa in der Mitte positioniert. Es ist daher durch Vornehmen dieser Schnitte unter Verwendung dieses Vorsprungs als Referenz möglich, die Schnitte genau auszuführen, so daß die Grenzfläche zwischen diesen Glasplatten **321** und **322** an der vorbestimmten Position in der Mitte des Polarisationsstrahlteilers **320** positioniert wird.

[0105] Weil die Intensität der Beleuchtung einer gewöhnlichen Lichtquelle jedoch in der Mitte am größten ist, ist, wie vorstehend beschrieben wurde, der durch die Mitte des Polarisationsstrahlteilers **320** hindurchtretende Lichtfluß am größten. Daher hat die Positionsgenauigkeit der Polarisationslichtteilerfilme und der reflektierenden Filme in der Mitte des Polarisationsstrahlteilers eine große Wirkung auf die Umwandlungswirksamkeit des Polarisationsstrahlteilers. Wie vorstehend beschrieben wurde, kann daher durch Schneiden beider Enden des Polarisationsstrahlteilers unter Verwendung des in etwa in der Mitte liegenden Vorsprungs als Referenz die Positionsgenauigkeit der Polarisationslichtteilerfilme und reflektierenden Filme in der Mitte des Polarisationsstrahlteilers erhöht werden und die Umwandlungswirksamkeit des Polarisationsstrahlteilers vergrößert werden.

[0106] In dem Schritt aus **Fig.** 12(B) wird eine selektive Phasenplatte **380** an die Lichtaustrittsflächenseite des Polarisationsstrahlteilers **320** geklebt. Die selektive Phasenplatte **380** ist ein plattenförmiger Körper, der aus λ/2-Phasenschichten 381 besteht, die abwechselnd mit klaren, transparenten Abschnitten auf den Lichtaustrittsflächen der mehreren Glasplatten, welche den Polarisationsstrahlteiler **320** abdecken, angeordnet sind.

[0107] In dem Schritt aus **Fig.** 12(C) wird eine Fokussierlinsenanordnung **310** an die Oberfläche der Lichteintrittsseite des Polarisationsstrahlteilers **320** geklebt. Die Fokussierlinsenanordnung **310** umfaßt eine Anordnung zahlreicher in Matrixform angeordneter in etwa rechtwinkliger Fokussierlinsen **311**. Die Fokussierlinsenanordnung **310** ist auch mit einem Vorsprung **313** versehen (der schraffiert angegebene Abschnitt). Wenn der Polarisationsstrahlteiler **320** an die Fokussierlinsenanordnung **310** geklebt wird, wird eine Klebe-Spannvorrichtung (nicht dargestellt) bereitgestellt, die Vertiefungen aufweist, welche mit den Vorsprüngen am Polarisationsstrahlteiler **320** und an der Fokussierlinsenanordnung **310** übereinstimmen, so daß der Vorsprung am Polarisationsstrahlteiler und der Vorsprung an der Fokussierlinsenanordnung **310** in ihre jeweiligen Vertiefungen eingepaßt werden. Hierdurch können die Position des Polarisationsstrahlteilers **320** und der Fokussierlinsenanordnung **310** zueinander mit hoher Genauigkeit bestimmt werden.

[0108] Wie in **Fig.** 12(A) beschrieben ist, wird der Polarisationsstrahlteiler **320** unter Verwendung der Vorsprünge in der Mitte als Referenz mit hoher Abmessungsgenauigkeit ausgeschnitten. Es sei bemerkt, daß die Abmessungsgenauigkeit des Polarisationsstrahlteilers **320** selbst hoch ist, so daß beim Ankleben an die Fokussierlinsenanordnung **310** die

äußere Form (die Abmessungen und die Form ohne Einschluß des Vorsprungs) des Polarisationsstrahlteilers **320** als Referenz zur Positionierung der Fokussierlinsenanordnung **310** und anderer Bestandteile verwendbar ist.

[0109] Wie nachstehend beschrieben wird, verhindert das am Ende des Polarisationsstrahlteilers **320** bereitgestellte Blindglas **324**, daß sich die selektive Phasenplatte **380** ablöst. **Fig.** 14 ist ein erklärendes Diagramm, in dem die Wirkung des Blindglases **324** dargestellt ist. **Fig.** 14(A) zeigt die selektive Phasenplatte **380**, wenn sie in der richtigen Position angebracht ist, während die **Fig.** 14(B) und 14(C) die aus dem in **Fig.** 14(A) dargestellten Zustand etwas nach unten versetzte selektive Phasenplatte **380** zeigen. Bei der Struktur aus **Fig.** 14(8) ist das Blindglas **324a** jedoch am unteren Rand bereitgestellt. **Fig.** 14(C) zeigt den Fall, in dem das Blindglas fortgelassen ist. Falls kein Blindglas vorhanden ist, wie in **Fig.** 14(C), steht das Ende der selektiven Phasenplatte **380** über das Ende des Polarisationsstrahlteilers **320** hinaus, falls die selektive Phasenplatte **380** gegenüber der richtigen Position versetzt ist. Daher kann sich die selektive Phasenplatte **380** leicht ablösen. Wenn das Blindglas **324a** dagegen am Ende des Polarisationsstrahlteilers **320** bereitgestellt ist, wie in **Fig.** 13(B), liegt das Ende der selektiven Phasenplatte **380** auf dem Blindglas **324a**. Dies hat den Vorteil, daß sich die selektive Phasenplatte **380** nicht leicht ablöst.

[0110] Auf diese Weise kann die Abmessungsgenauigkeit des Polarisationsstrahlteilers **320** erhöht werden, indem bewirkt wird, daß mehrere Glasplatten an zwei Seitenflächen, die in etwa senkrecht zu den Ebenen der Polarisationslichtteilerfilme und der reflektierenden Filme (insbesondere den Übergangsflächen zwischen mehreren Glasplatten) ausgebildet sind, unter den vier Seitenflächen neben den Polarisationslichtteilerflächen und den reflektierenden Flächen des Polarisationsstrahlteilers **320** vorstehen. Zusätzlich kann die Positionierungsgenauigkeit des Polarisationsstrahlteilers **320** erhöht werden, wenn der Polarisationsstrahlteiler **320** mit anderen Polarisationslichtteilervorrichtungen oder anderen Einrichtungen kombiniert wird.

[0111] Die vorstehenden Abschnitte sind nicht auf einen Ort beschränkt, sondern sie können vielmehr an mehreren Orten vorstehen. Zusätzlich ist die Anzahl der Glasplatten, die an einem Ort vorstehen, nicht auf 2 beschränkt, sondern es kann vielmehr bewirkt werden, daß eine beliebige Anzahl von Glasplatten vorsteht.

[0112] Andere Typen von Positionsidentifizierungsteilen (Markierungen), die beim Positionieren des Polarisationsstrahlteilers verwendbar sind, können auch an Stelle der vorstehend beschriebenen Vorsprünge bereitgestellt werden. Vorstellbare Positionsidentifizierungsteile umfassen Vertiefungen, Glasabschnitte, die an ihren Enden mit anderen Farben markiert sind als andere Abschnitte, Glasabschnitte, die mit speziellen Markierungen bestempelt sind, oder dergleichen. Es sei bemerkt, daß gestempelte Markierungen in weitem Sinne auch als Vertiefungen angesehen werden können.

[0113] Es sei bemerkt, daß blaues Float-Glas für die zwei Typen von Glasplatten **321** und **322** verwendet werden kann. In diesem Fall ist der Flachheitsgrad der Oberfläche des Float-Glases hoch, so daß kein Polieren der Oberfläche erforderlich ist. Zusätzlich können die Positionen der Polarisationslichtteilerfilme **331** und der reflektierenden Filme **332** durch die Verwendung von blauem Plattenglas für einen von den zwei Typen von Glasplatten **321** und **322** und von weißem Plattenglas für den anderen leicht identifiziert werden.

D. Dritte bevorzugte Ausführungsform:

[0114] **Fig.** 15 ist eine perspektivische Ansicht einer dritten Ausführungsform des Verfahrens zur Herstellung des Polarisationsstrahlteilers gemäß der vorliegenden Erfindung, während **Fig.** 16(A) eine Draufsicht ist und **Fig.** 16(B) eine Vorderansicht ist. **Fig.** 17 ist eine perspektivische Ansicht des Polarisationsstrahlteilers **320a**, der durch Schneiden entlang den Schneidebenen **328a** und **328b** aus **Fig.** 16(A) und dann durch Abschneiden seiner beiden Enden in der gleichen Weise wie in **Fig.** 12(A) gebildet wurde. Wie anhand der **Fig.** 15 und 16(B) ersichtlich ist, stehen von den mehreren Glasplatten, die diesen Plattenglasblock bilden, zwei Glasplatten **321a** und **322a** über die anderen Glasplatten **323** vor. Im Gegensatz zur zweiten bevorzugten Ausführungsform stehen diese Glasplatten **321a** und **322a** jedoch nicht nach unten vor, weil ihre unteren Flächen in der gleichen Ebene gebildet sind wie die untere Fläche der anderen Glasplatten **323**. Mit anderen Worten stehen die Glasplatten bei dem aus diesem Plattenglasblock ausgeschnittenen Polarisationsstrahlteiler von einer der Seitenflächen unter den zwei Seitenflächen in etwa senkrecht zu den Ebenen der Polarisationslichtteilerfilme und reflektierenden Filme vor. Weil nur auf einer Seite ein Vorsprung ausgebildet ist, ergibt sich hieraus der Vorteil, daß der obere und der untere Teil des Polarisationsstrahlteilers leicht unterschieden werden können.

[0115] Ein weiterer Unterschied gegenüber der dritten bevorzugten Ausführungsform besteht darin, daß diese zwei Glasplatten **321a** und **322a** nicht in der Mitte, sondern zu einer Seite hin angeordnet sind. Weil der Vorsprung in Längsrichtung gegenüber der Mitte verschoben ist, ergibt sich der weitere Vorteil, daß die Lichteintrittsfläche und die Lichtaustrittsfläche durch den Vorsprung unterschieden werden können. Es sei bemerkt, daß der Betrag, um den der Vorsprung gegenüber der Mitte in Längsrichtung verschoben ist, vorzugsweise in etwa zwei Glasplatten beträgt.

[0116] Falls die Lichteintrittsfläche und die Lichtaustrittsfläche des Polarisationsstrahlteilers unbeabsichtigt ausgetauscht werden, treten die folgenden Pro-

bleme auf. **Fig.** 18 ist ein erklärendes Diagramm, in dem die Probleme dargestellt sind, die auftreten, wenn die Lichteintrittsfläche und die Reflexionsfläche unbeabsichtigt vertauscht werden. **Fig.** 18(A) zeigt die Funktion des Polarisationsstrahlteilers allein. Wenn zufällig polarisiertes Licht in den Polarisationsstrahlteiler eintritt, werden zuerst die p-polarisierten Komponenten und die s-polarisierten Komponenten durch den Polarisationslichtteilerfilm **331** getrennt. Die p-polarisierten Komponenten laufen beispielsweise ohne Modifikation durch den Polarisationslichtteilerfilm **331**, die s-polarisierten Komponenten werden jedoch in etwa unter einem rechten Winkel reflektiert. Die s-polarisierten Komponenten werden durch den reflektierenden Film **332** reflektiert und treten aus.

[0117] **Fig.** 18(B) zeigt ein durch Kleben einer selektiven Phasenplatte **380** an die Lichtaustrittsfläche dieses Polarisationsstrahlteilers **320** und auch durch Bereitstellen einer Lichtblockierplatte **340** vor der Lichteintrittsflächenseite gebildetes Polarisationslichtumwandlungselement, wodurch P-polarisiertes Licht aus zufällig polarisiertem Licht erhalten wird. Diese Lichtblockierplatte **340** ist aus abwechselnden Lichtblockierabschnitten **341**, die Licht blockieren, und lichtdurchlässigen Abschnitten **342**, die für Licht transparent sind, gebildet. Daher hat die Lichtblockierplatte **340** die Funktion, die Lichtflüsse zu steuern, die abhängig von der Position der Lichtblockierplatte **340** hindurchtreten. Wenn dieser Polarisationsstrahlteiler **320** jedoch verwendet wird, um ein sogenanntes optisches Integratorsystem zu bilden, wird eine Linsenplatte, die aus mehreren matrixartig angeordneten kleinen Linsen besteht, auf der Lichteintrittsseite des Polarisationsstrahlteilers **320** angeordnet, und es werden Fokussierlinsen auf der Lichtaustrittsseite angeordnet. Das Verfahren zum Anordnen der Lichtblockierabschnitte **341** und der lichtdurchlässigen Abschnitte **342** ist so ausgelegt, daß die fokussierten Lichtbilder von diesen kleinen Linsen nur auf den Polarisationslichtteilerflächen des Polarisationsstrahlteilers **320** gebildet werden. Objekte, die als Lichtblockierplatte **340** verwendbar sind, umfassen einen plattenförmigen transparenten Körper (beispielsweise eine Glasplatte), worauf wie gemäß dieser Ausführungsform ein Lichtblockierfilm (beispielsweise ein Chromfilm oder ein Aluminiumfilm) teilweise ausgebildet ist, oder eine flache Lichtblockierplatte, beispielsweise eine Aluminiumplatte, in der Löcher bereitgestellt sind. Wenn die Lichtblockierfläche insbesondere unter Verwendung eines Lichtblockierfilms gebildet wird, kann die gleiche Funktion durch Bilden eines Lichtblockierfilms direkt auf der Fokussierlinsenanordnung oder dem Polarisationsstrahlteiler **320** erreicht werden.

[0118] Das Licht, das durch die lichtdurchlässigen Abschnitte **342** hindurchtritt, wird durch den Polarisationslichtteilerfilm **331** in p-polarisierte Komponenten und s-polarisierte Komponenten zerlegt. Die p-polarisierten Komponenten treten ohne Modifikation durch den Polarisationslichtteilerfilm **331**. Andererseits werden die s-polarisierten Komponenten durch den reflektierenden Film **332** reflektiert und dann durch die λ/2-Phasenplatte 381 in p-polarisierte Komponenten umgewandelt, und sie treten dann aus. Daher tritt aus diesem Polarisationslichtumwandlungselement nur P-polarisiertes Licht aus.

[0119] **Fig.** 18(C) zeigt den Zustand, in dem die Vorderseite und die Rückseite des Polarisationsstrahlteilers **320** vertauscht sind. Die Lichtblockierplatte **340** ist an der Position angeordnet, an der die Beleuchtung mit emittiertem Licht maximal ist. Wenn die Vorderseite und die Rückseite des Polarisationsstrahlteilers **320** vertauscht werden, wie in **Fig.** 18(C) dargestellt ist, ergibt sich die Schwierigkeit, daß die polarisierten Lichtkomponenten des emittierten Lichts vertauscht werden. Dies wird zu einem Problem, wenn der Polarisationsstrahlteiler zu einer Projektionsdarstellungsvorrichtung (**Fig.** 20) zusammengesetzt wird, wie nachstehend beschrieben wird. Insbesondere ist bei der in **Fig.** 20 dargestellten Projektionsdarstellungsvorrichtung der Polarisationsstrahlteiler mit der λ/2-Phasenplatte kombiniert, um das Licht von einer Lichtquelle **10** in einen einzigen Typ polarisierten Lichts (P-polarisiertes Licht oder S-polarisiertes Licht) umzuwandeln. Andererseits werden zum Verbessern des Kontrasts Polarisationsplatten, die selektiv nur entweder P-polarisiertes Licht oder S-polarisiertes Licht durchlassen, normalerweise auf der Seite der Lichteintrittsfläche der LCD-Tafeln **803**, **805** und **811** gebildet, die als Mittel zum Modulieren des aus dem mit einem Polarisationsstrahlteiler und einer λ/2-Phasenplatte ausgerüsteten optischen Element **300** austretenden Lichts bereitgestellt sind. Falls daher die polarisierten Lichtkomponenten des emittierten Lichts vertauscht werden, wird das Licht von den Polarisationsplatten absorbiert, die auf der Seite der Lichteintrittsfläche der LCD-Tafeln **803**, **805** und **811** ausgebildet sind, so daß das Risiko besteht, daß sie nicht als eine Projektionsdarstellungsvorrichtung funktionieren.

[0120] Zusätzlich nimmt im Fall von **Fig.** 18(C) die Häufigkeit, mit der Licht vom Eintritt bis zum Austritt durch die Klebstoffschichten **325** hindurchtritt, im Vergleich zu **Fig.** 18(B) zu. Weil die Klebstoffschichten **325** Licht absorbieren, ergibt sich das Problem, daß die Wirksamkeit des Polarisationslichtumwandlungselements verringert ist.

[0121] Falls auf diese Weise die Vorderseite und die Rückseite des Polarisationsstrahlteilers vertauscht werden, besteht die Möglichkeit, daß verschiedene Probleme auftreten. Um dieses Problem zu lösen, ergibt sich bei Verwendung der in den **Fig.** 15 und 16 dargestellten Verfahren und durch das Bilden eines Polarisationsstrahlteilers, der auf einer Seite und an einer gegenüber der Mitte versetzten Position Vorsprünge (Positionsidentifizierungsteile) aufweist, der Vorteil, daß seine Vorderseite und seine Rückseite leicht unterschieden werden können, so daß Probleme dieser Art verhindert werden können. Zusätzlich

wird die Abmessungsgenauigkeit des Polarisationsstrahlteilers bei der dritten bevorzugten Ausführungsform durch Bereitstellen eines Vorsprungs erhöht, so daß sich der gleiche Vorteil wie bei der zweiten bevorzugten Ausführungsform ergibt. Es ergibt sich der weitere Vorteil, daß die Positionierungsgenauigkeit des Polarisationsstrahlteilers erhöht werden kann, wenn der Polarisationsstrahlteiler mit einer anderen Polarisationslichtteilervorrichtung oder einer anderen Einrichtung kombiniert wird.

[0122] **Fig.** 19 ist ein schematisches Strukturdiagramm, in dem eine Draufsicht der wichtigen Abschnitte einer Polarisationslicht-Beleuchtungsvorrichtung **500** mit einer Anordnung von Strahlteilern auf der Grundlage dieser bevorzugten Ausführungsform dargestellt ist. Diese Polarisationslicht-Beleuchtungsvorrichtung **500** umfaßt eine Lichtquelle **100** und eine Polarisationslichterzeugungsvorrichtung **400**. Die Lichtquelle **100** erzeugt einen Fluß zufällig polarisierten Lichts, das s-polarisierte Komponenten und p-polarisierte Komponenten enthält. Der aus der Lichtquelle **100** austretende Lichtfluß wird durch die Polarisationslichterzeugungsvorrichtung **400** in einen Typ linear polarisierten Lichts mit in etwa gleichen Polarisationsrichtungen umgewandelt, wodurch ein Beleuchtungsbereich **90** beleuchtet wird.

[0123] Die Lichtquelle **100** weist eine Lichtquellenlampe **101** und einen Parabolreflektor **102** auf. Das von der Lichtquellenlampe **101** emittierte Licht wird durch den Parabolreflektor **102** in eine Richtung reflektiert, wodurch ein in etwa paralleler Lichtfluß gebildet wird, der in die Polarisationslichterzeugungsvorrichtung **400** eintritt. Die optische Achse R der Lichtquelle wird um einen festen Abstand D in X-Richtung gegenüber der optischen Achse L des Systems verschoben. Hierbei ist die optische Achse L des Systems die optische Achse der Polarisationsstrahlteileranordnung **320**. Der Grund für das Verschieben der optischen Achse R der Lichtquelle wird später beschrieben.

[0124] Die Polarisationslichterzeugungsvorrichtung **400** weist ein erstes optisches Element **200** und ein zweites optisches Element **300** auf. Das erste optische Element **200** hat eine Struktur mit mehreren kleinen Lichtflußteilerlinsen **201**, die vertikal und horizontal angeordnet sind. Das erste optische Element **200** ist so angeordnet, daß die optische Achse R der Lichtquelle mit der Mitte des ersten optischen Elements **200** ausgerichtet ist. Die äußere Form der einzelnen Lichtflußteilerlinsen **201** ist bei Betrachtung aus der Z-Richtung so eingerichtet, daß eine ähnliche Form wie diejenige des Beleuchtungsbereichs **90** gebildet ist. Gemäß dieser bevorzugten Ausführungsform ist ein Beleuchtungsbereich **90** vorgesehen, der in X-Richtung länglich ist, so daß auch die äußere Form der Lichtflußteilerlinsen **201** in der XY-Ebene länglich ist.

[0125] Das zweite optische Element **300** weist eine Fokussierlinsenanordnung **310**, eine Polarisationsstrahlteileranordnung **320**, eine selektive Phasenplatte **380** und eine austrittsseitige Linse **390** auf. Die Fokussierlinsenanordnung **310** hat eine Struktur, die in etwa derjenigen des ersten optischen Elements **200** ähnelt. Dabei ist die Anzahl der Fokussierlinsen **311** der Fokussierlinsenanordnung **310** genauso groß wie diejenige der Lichtflußteilerlinsen **201**, welche das erste optische Element **200** bilden, wobei sie matrixartig angeordnet sind. Die Fokussierlinsenanordnung **310** ist auch so positioniert, daß ihre Mitte mit der optischen Achse R der Lichtquelle ausgerichtet ist.

[0126] Die Lichtquelle **100** emittiert einen Fluß in etwa parallelen weißen Lichts mit zufälligen Polarisationsrichtungen. Der aus der Lichtquelle **100** austretende und in das erste optische Element **200** eintretende Lichtfluß wird durch die einzelnen Lichtflußteilerlinsen **201** in Zwischen-Lichtflüsse **202** eingeteilt. Die Fokussierwirkung der Lichtflußteilerlinsen **201** und der Fokussierlinsen **311** fokussiert die Zwischen-Lichtflüsse **202** auf Ebenen (die XY-Ebenen in **Fig.** 19), welche zur optischen Achse L des Systems senkrecht sind. An den Positionen, an denen die Zwischen-Lichtflüsse **202** fokussiert sind, werden Bilder der Lichtquelle in einer Anzahl gebildet, die der Anzahl der Lichtflußteilerlinsen **201** gleicht. Die Positionen, an denen die Bilder der Lichtquelle gebildet werden, liegen in der Nähe der Polarisationslichtteilerfilme **331** innerhalb der Polarisationsstrahlteileranordnung **320**.

[0127] Der Grund, aus dem die optische Achse R der Lichtquelle gegenüber der optischen Achse L des Systems verschoben ist, besteht darin, daß das Bild der Lichtquelle an den Positionen der Polarisationslichtteilerfilme **331** gebildet wird. Diese Verschiebungsstrecke D ist auf 1/2 der Breite Wp des Polarisationslichtteilerfilms **331** in X-Richtung gelegt. Wie vorstehend beschrieben wurde, sind die Mitten der Lichtquelle **100**, des ersten optischen Elements **200** und der Fokussierlinsenanordnung **310** mit der optischen Achse R der Lichtquelle ausgerichtet und um den Betrag D = Wp/2 gegenüber der optischen Achse L des Systems verschoben. Andererseits sind auch die Mitten der Polarisationslichtteilerfilme **331**, welche die Zwischen-Lichtflüsse **202** trennen, um den Betrag D = Wp/2 gegenüber der optischen Achse L des Systems verschoben. Daher wird das Bild der Lichtquelle in Form der Lichtquellenlampe **101** durch Verschieben der optischen Achse R der Lichtquelle gegenüber der optischen Achse L des Systems um den Betrag D = Wp/2 in etwa in der Mitte des Polarisationslichtteilerfilms **331** gebildet.

[0128] Der Lichtfluß, der in den Polarisationsstrahlteiler **320** eintritt, wird vollständig in S-polarisiertes Licht oder P-polarisiertes Licht umgewandelt. Der von der Polarisationsstrahlteileranordnung **320** emittierte Lichtfluß beleuchtet den Beleuchtungsbereich **90** durch die austrittsseitige Linse **390**. Der Beleuchtungsbereich **90** wird durch die große Anzahl von Lichtflüssen beleuchtet, die durch die große Anzahl von Lichtflußteilerlinsen **201** zerlegt wurden, so daß

der gesamte Beleuchtungsbereich **90** gleichmäßig beleuchtet werden kann.

[0129] Falls der Parallelitätsgrad der in das erste optische Element **200** eintretenden Lichtflüsse sehr gut ist, kann die Fokussierlinsenanordnung **310** aus dem zweiten optischen Element **300** fortgelassen werden.

[0130] Wie vorstehend beschrieben wurde, hat die Polarisationslicht-Beleuchtungsvorrichtung **500** aus **Fig.** 19 die Funktion eines Polarisationslichtgenerators, der Weißlichtflüsse mit zufälligen Polarisationsrichtungen in Lichtflüsse mit einer spezifischen Polarisationsrichtung (S-polarisiertes Licht oder P-polarisiertes Licht) umwandelt, und die Funktion des gleichmäßigen Beleuchtens des Beleuchtungsbereichs **90** mit dieser großen Anzahl von Lichtflüssen polarisierten Lichts.

[0131] **Fig.** 20 ist ein schematisches Strukturdiagramm, in dem die wichtigen Abschnitte der mit der in **Fig.** 19 dargestellten Polarisationslicht-Beleuchtungsvorrichtung **500** ausgerüsteten Projektionsdarstellungsvorrichtung **800** dargestellt sind. Diese Projektionsdarstellungsvorrichtung **800** umfaßt die Polarisationslicht-Beleuchtungsvorrichtung **500**, dichroitische Spiegel **801** und **804**, Reflexionsspiegel **802**, **807** und **809**, Linsen **806**, **808** und **810**, drei LCD-Tafeln (LCD-Lichtventile) **803**, **805** und **811**, ein dichroitisches Prisma **813** und eine Projektionslinse **814**.

[0132] Die dichroitischen Spiegel **801** und **804** wirken als Farbteilereinrichtungen zum Trennen des Weißlichtflusses in farbiges Licht mit den drei Farben Rot, Grün und Blau. Die drei LCD-Tafeln **803**, **805** und **811** wirken als Lichtmoduliereinrichtungen zum getrennten Modulieren der drei Farben, um ein den Bildinformationen (Bildsignalen) entsprechendes Bild bereitzustellen. Das dichroitische Prisma **813** wirkt als eine Farbsyntheseeinrichtung zum Synthetisieren des aus drei Farben bestehenden farbigen Lichts, um ein Farbbild zu bilden. Die Projektionslinse **814** wirkt als ein optisches Projektionssystem zum Projizieren das synthetisierte Farbbild darstellenden Lichts auf einen Bildschirm **815**.

[0133] Der blaues Licht bzw. grünes Licht reflektierende dichroitische Spiegel **801** ist für die roten Lichtkomponenten des von der Polarisationslicht-Beleuchtungsvorrichtung **500** emittierten Weißlichtflusses transparent, während er die blauen Lichtkomponenten und die grünen Lichtkomponenten reflektiert. Das hindurchtretende rote Licht wird vom Reflexionsspiegel **802** reflektiert und erreicht die LCD-Tafel **803**. Andererseits wird von dem blauen Licht und dem grünen Licht, das vom ersten dichroitischen Spiegel **801** reflektiert wurde, das grüne Licht durch den grünes Licht reflektierenden dichroitischen Spiegel **804** reflektiert und erreicht die LCD-Tafel **805**. Weiterhin tritt auch das blaue Licht durch den dichroitischen Spiegel **804**.

[0134] Gemäß dieser bevorzugten Ausführungsform ist die optische Weglänge für blaues Licht unter den drei Farben des Lichts die größte. Deshalb wird hinter dem dichroitischen Spiegel **804** eine Lichtleitereinrichtung **850** für das blaue Licht bereitgestellt, die aus einem Vermittlungslinsensystem besteht, das eine Eintrittslinse **806**, eine Vermittlungslinse **808** und eine Austrittslinse **810** aufweist. Mit anderen Worten tritt das blaue Licht nach dem Hindurchlaufen durch den grünes Licht reflektierenden dichroitischen Spiegel **804** zuerst durch die Eintrittslinse **806** und den Reflexionsspiegel **807** und wird zur Vermittlungslinse **808** geführt. Es wird weiterhin durch den Reflexionsspiegel **809** reflektiert und zu der Austrittslinse **810** geführt und erreicht die LCD-Tafel **811**. Die drei LCD-Tafeln **803**, **805** und **811** entsprechen dem Beleuchtungsbereich **90** in **Fig.** 19.

[0135] Jede der drei LCD-Tafeln **803**, **805** und **811** moduliert eine Farbe des Lichts entsprechend den durch eine externe Steuerschaltung (nicht dargestellt) bereitgestellten Bildsignalen (Bildinformationen), um farbiges Licht zu erzeugen, das für jede der Farbkomponenten Bildinformationen enthält. Die drei Farben des modulierten Lichts treten in das dichroitische Prisma **813** ein. Das dichroitische Prisma **813** hat eine Struktur, bei der ein mehrschichtiges Dünnfilmdielektrikum, das rotes Licht reflektiert, und ein mehrschichtiges Dünnfilmdielektrikum, das blaues Licht reflektiert, in einer gekreuzten Form angeordnet sind. Diese mehrschichtigen Dünnfilmdielektrika synchronisieren die drei Farben des Lichts, so daß Licht gebildet wird, das ein Farbbild repräsentiert. Die Projektionslinse **814**, die ein optisches Projektionssystem ist, projiziert das synthetisierte Licht auf einen Bildschirm **815**, und es wird ein vergrößertes Bild dargestellt.

[0136] Bei dieser Projektionsdarstellungsvorrichtung **800** werden LCD-Tafeln **803**, **805** und **811** eines Typs, der einen Lichtfluß einer speziellen Polarisationsrichtung (S-polarisiertes Licht oder P-polarisiertes Licht) moduliert, als Lichtmodulationseinrichtungen verwendet. Diese LCD-Tafeln weisen normalerweise Polarisationsplatten (nicht dargestellt) auf, die an ihre Lichteintrittsseite bzw. ihre Lichtaustrittsseite geklebt sind. Wenn daher die LCD-Tafeln mit einem Lichtfluß beleuchtet werden, der zufällige Polarisationsrichtungen aufweist, wird in etwa die Hälfte des Lichtflusses von der Polarisationsplatte der LCD-Tafel absorbiert und in Wärme umgewandelt. Daher werden der geringe Lichtausnutzungsgrad und die Erzeugung von Wärme durch die Polarisationsplatten zu Problemen. Bei der in **Fig.** 20 dargestellten Projektionsdarstellungsvorrichtung **800** erzeugt die Polarisationslicht-Beleuchtungsvorrichtung **500** jedoch einen Lichtfluß mit der spezifischen Polarisationsrichtung, welche durch die LCD-Tafeln **803**, **805** und **811** hindurchtritt, so daß die Probleme der Absorption von Licht und der Erzeugung von Wärme durch die Polarisationsplatte der LCD-Tafel erheblich abgeschwächt werden.

[0137] Wie vorstehend beschrieben wurde, kann der Lichtausnutzungsgrad in der Projektionsdarstellungsvorrichtung durch die Verwendung der Polarisa-

tionsstrahlteileranordnung gemäß dieser bevorzugten Ausführungsform erhöht werden. Daher kann das auf den Bildschirm **815** projizierte Bild heller gemacht werden.

[0138] **Fig.** 21 ist eine schematische Schnittansicht der Struktur eines anderen Beispiels einer Projektionsdarstellungsvorrichtung, bei der die Polarisationslichtumwandlung gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet wird. Das von der Lichtquelle, einer Lampe **63**, in etwa parallel emittierte Licht, tritt durch die mehreren Linsen **51-a** einer ersten Linsenplatte **51** und wird in Richtung einer zweiten Linsenplatte **52** gesammelt, die die gleiche Anzahl von Linsen **52-a** aufweist. Die erste Linsenplatte **51** und die zweite Linsenplatte **52** bilden ein Integratorbeleuchtungssystem. Mit anderen Worten wird der Lichtfluß von der Lampe **63** durch die Linsen **51-a** geteilt, und die geteilten Lichtflüsse werden unter Verwendung der Linsen **52-a** auf einer LCD-Tafel **60** überlagert, so daß eine gleichmäßige Beleuchtung erreicht wird. Zusätzlich bezeichnet **55** einen Polarisationsstrahlteiler, der, wie vorstehend beschrieben wurde, durch ein Verfahren hergestellt wird, bei dem mit einem Polarisationslichtteilerfilm aus einem mehrschichtigen Dünnfilm aus einem anorganischen Material beschichtete Glasplatten und mit einem reflektierenden Aluminiumfilm bedampfte Glasplatten abwechselnd aneinandergeklebt und dann schräg geschnitten werden und die Schnittfläche poliert wird.

[0139] Nun wird der fokussierte Lichtfluß **54** von den Linsen **51-a** auf den Polarisationslichtteilerfilm innerhalb des Polarisationsstrahlteilers **55** fokussiert. Von dem fokussierten Lichtfluß **54**, der zufällig polarisierte Komponenten hat, tritt das P-polarisierte Licht durch den Polarisationslichtteilerfilm, während das S-polarisierte Licht reflektiert wird. Nachdem es durch den Polarisationslichtteilerfilm reflektiert wurde, wird das S-polarisierte Licht von dem Polarisationsstrahlteiler **55** emittiert (als der S-polarisierte Lichtfluß **58**). Wenn andererseits das P-polarisierte Licht durch eine λ/2-Phasenplatte **62** hindurchtritt, die selektiv auf der Lichtaustrittsflächenseite des Polarisationsstrahlteilers **55** bereitgestellt ist, wird die Polarisationsachse um 90° gedreht. Mit anderen Worten wird der P-polarisierte Lichtfluß in einen S-polarisierten Lichtfluß umgewandelt. Eine Kondensorlinse **56** ist eine Linse, die dafür vorgesehen ist, die vom Polarisationsstrahlteiler **55** emittierten Lichtflüsse auf der LCD-Tafel **60** zu überlagern. Die LCD-Tafel **60** moduliert den einfallenden Lichtfluß auf der Grundlage von Bildinformationen, und das modulierte Bild wird durch eine Projektionslinse **61** auf einen Bildschirm projiziert. Durch die Verwendung des Polarisationsstrahlteilers **55** verwandelt die Projektionsdarstellungsvorrichtung gemäß dieser Ausführungsform ein herkömmliches System, bei dem nur eine der Komponenten des von der Lampe emittierten polarisierten Lichts verwendet wird, in ein System um, bei dem alle Lichtkomponenten verwendet werden, so daß die Verluste verkleinert werden und ein helleres projiziertes Bild erhalten werden kann. Weil zusätzlich Lichtverluste ausgeschlossen werden und diese Verluste gewöhnlich zur Erzeugung von Wärme führen, läßt sich diese Wärmeerzeugung vermeiden. Daher kann die Kühlvorrichtung zum Kühlen der Einrichtung kompakt gemacht werden oder fortgelassen werden, so daß die gesamte Einrichtung kleiner und kompakter gemacht werden kann. Zusätzlich wird der Polarisationsstrahlteiler **55** durch schräges Schneiden aus einem zusammengeklebten Plattenglasblock gebildet, so daß er als eine dünne Platte gebildet werden kann. Mit anderen Worten kann eine helle Projektionsdarstellungsvorrichtung gebildet werden, indem einfach der sehr wenig Platz einnehmende Polarisationsstrahlteiler in ein optisches Integratorsystem ohne Polarisationsstrahlteiler eingefügt wird.

[0140] In einem optischen Integratorsystem kann die Ungleichmäßigkeit der Lichtstrahlen der Lampe **63** umso stärker verringert werden, je größer die Anzahl der Unterteilungen der Linse ist. Hierbei muß die Anzahl der Polarisationslichtteilerfilme und der reflektierenden Filme beim Polarisationsstrahlteiler **55** genauso groß sein wie die Anzahl der Linsenunterteilungen im optischen Integratorsystem, gemäß dieser Ausführungsform wird der Polarisationsstrahlteiler **55** jedoch durch Aneinanderkleben von Glasplatten gebildet, so daß ein Polarisationsstrahlteiler, der eine große Anzahl von Polarisationslichtteilerfilmen und reflektierenden Filmen aufweist, die der Anzahl der Linsenunterteilungen entspricht, leicht hergestellt werden kann. Dies ist mit dem herkömmlichen Verfahren des Aneinanderklebens dreieckiger Prismen nicht erreichbar, weil es Grenzen für das Polieren der Prismen, das Aufdampfen der Filme, das Aneinanderkleben und dergleichen gibt. Durch die Verwendung eines aus einem zusammengeklebten Block von Glasplatten schräg ausgeschnittenen Polarisationsstrahlteilers in einer Projektionsdarstellungsvorrichtung, die mit einem optischen Integratorsystem ausgerüstet ist, kann der Lichtausnutzungsgrad erhöht werden und ein gleichmäßiges Bild ohne Unregelmäßigkeiten erhalten werden.

D. Andere:

[0141] Die vorliegende Erfindung ist in keiner Weise auf die vorstehenden Beispiele und bevorzugten Ausführungsformen beschränkt, sondern es sind vielmehr verschiedenartige Implementationen möglich, solange sie davon nicht wesentlich abweichen, wobei beispielsweise die folgenden Modifikationen möglich sind.

[0142] **Fig.** 22 zeigt eine andere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Polarisationsstrahlteilers. Gemäß dieser Ausführungsform werden Polarisationsstrahlteiler **41A** und **41B** so aneinandergelegt, daß ihre Polarisationslichtteilerfilme **43** und **47** und reflektierenden Filme **45** und **49** unter Bildung eines Polarisationsstrahlteilers **40** einander zugewandt werden. Ein aus einem anorganischen Material be-

stehender Polarisationslichtteilerfilm **43** wird auf eine Glasplatte **42** aufgedampft, und ein reflektierender Film **45** wird auf eine Glasplatte **44** aufgedampft. Zusätzlich wird ein aus einem anorganischen Material bestehender Polarisationslichtteilerfilm **47** auf eine Glasplatte **46** aufgedampft und ein reflektierender Film **49** auf eine Glasplatte **48** aufgedampft. Nach dem Bedampfen werden die Glasplatten der jeweiligen Polarisationsstrahlteiler **41A** und **41B** aneinandergeklebt, geschnitten und mit einer Plattenform versehen.

[0143] Wenn ein Polarisationsstrahlteiler als eine Polarisationslichtumwandlungsvorrichtung für eine Beleuchtungsvorrichtung mit einem Polarisationslichtumwandlungsmechanismus verwendet wird, wird die Lampe so angeordnet, daß ihre optische Achse in etwa durch die Mitte des Polarisationsstrahlteilers verläuft. In diesem Fall ist, wie in **Fig.** 23 dargestellt ist, der Winkel des in die Polarisationslichtteilerfilme **43** und **47** eintretenden Lichts nicht konstant. Weil die Polarisationslichtteilerfilme **43** und **47** andererseits aus mehrschichtigen Dünnfilmen aus anorganischem Material bestehen, ändern sich, wie in **Fig.** 24 dargestellt ist, die Eigenschaften der Lichtdurchlässigkeit und der Reflexion, falls sich der Lichteinfallswinkel ändert, und es tritt leicht eine asymmetrische Färbung der Beleuchtung von links nach rechts auf. In **Fig.** 24 gibt die durchgezogene Linie das Spektrum des von der Lichtquelle emittierten Lichts an, gibt die gestrichelte Linie die Lichtdurchlässigkeitskurve für Licht unter einem Einfallswinkel θ_1 an und gibt die abwechselnd lang und kurz gestrichelte Linie die Lichtdurchlässigkeitskurve für Licht unter einem Einfallswinkel θ_2 an. Falls demgemäß die Polarisationslichtteilerfilme **43** und **47** und die reflektierenden Filme **45** und **49** so angeordnet werden, daß sie einander mit einer Links-Rechts-Symmetrie zugewandt sind, wie es beim Polarisationsstrahlteiler **40** gemäß dieser Ausführungsform der Fall ist, ist es möglich, daß die Winkelabhängigkeiten der mehrschichtigen Dünnfilme dieser Art einander links und rechts ausgleichen. Es ist daher möglich, eine gleichmäßige Beleuchtung über den gesamten Beleuchtungsbereich zu erreichen. Durch die Verwendung einer solchen Polarisationslichtumwandlungsvorrichtung in einer Projektionsdarstellungsvorrichtung, die ein Farbbild projiziert, kann ein gutes Bild mit einer geringen Farbungleichmäßigkeit erhalten werden.

[0144] Weiterhin kann zum Korrigieren dieser Färbung das folgende Verfahren verwendet werden. **Fig.** 25 zeigt die Lichtdurchlässigkeitseigenschaften auf der Grundlage der Unterschiede des Lichteinfallswinkels bei Wellenlängen, die den Spitzen bei verschiedenen Farben entsprechen. Gemäß dieser Ausführungsform ist θ_0 45°, θ_1 50° und θ_2 40°. Die Polarisationslichtteilerfilme gemäß dieser Ausführungsform werden so hergestellt, daß eine Lichtdurchlässigkeitsdifferenz von 5% oder weniger auftritt, wenn Licht der Spitzenwellenlänge blauen Lichts von etwa 435 nm und Licht der Spitzenwellenlänge grünen Lichts von etwa 550 nm unter Einfallswinkeln von 40° bis 45° eintreten. Wenngleich weiterhin in dem in **Fig.** 25 dargestellten Spektrum keine rote Lichtspitze vorhanden ist, beträgt die Lichtdurchlässigkeitsdifferenz für rotes Licht infolge einer Winkeländerung von Licht mit etwa 610 nm höchstens 5%. Mit anderen Worten wird dieser Polarisationslichtteilerfilm so eingerichtet, daß die Lichtdurchlässigkeitsdifferenz in den wichtigen Wellenlängenbereichen für rotes, grünes und blaues Licht höchstens 5% beträgt. Der Ausdruck "Spitzen bei verschiedenen Farben" bedeutet den Bereich wichtiger Wellenlängen für jede Farbe des in den Polarisationslichtteilerfilm eintretenden Lichts.

[0145] Auf diese Weise wird durch Einstellen der Polarisationslichtteilerfilme, so daß die Lichtdurchlässigkeitsdifferenz infolge von Einfallswinkeldifferenzen des Lichts mit den Spitzen bei verschiedenen Farben entsprechenden Wellenlängen höchstens 5% beträgt, Licht hoher Intensität, unabhängig vom Einfallswinkel, nahezu gleichmäßig durchgelassen, so daß Farbungleichmäßigkeiten wirksam verhindert werden können. Daher kann ein gutes Bild mit einer geringen Farbungleichmäßigkeit erhalten werden, indem eine Polarisationslichtumwandlungsvorrichtung in einer Projektionsdarstellungsvorrichtung verwendet wird, die ein Farbbild projiziert.

[0146] Es sei bemerkt, daß bei dem in **Fig.** 25 dargestellten Polarisationsstrahlteiler die Änderung der Lichtdurchlässigkeit für einfallendes Licht bei einer Differenz des Winkels θ_1 von höchstens ±5% auf innerhalb 5 gesteuert wird, daß es jedoch in dem Fall, in dem einfallendes Licht mit einer Differenz des Winkels θ_0 von mehr als ±5 Grad vorhanden ist, ausreicht, die Änderung der Lichtdurchlässigkeit des einfallenden Lichts mit einer Differenz des Winkels θ_0 von mehr als ±5 Grad innerhalb 5% zu steuern. Es sei bemerkt, daß die Größe der Differenz mit dem Winkel θ_0, abhängig von der Teilung der Linsen **51-a** und **51-b** und vom Abstand von der ersten Linsenplatte **51** zu den Polarisationslichtteilerfilmen **43** und **47** und dergleichen, verschieden ist.

[0147] Im Fall des Lichts der Lichtquelle, bei dem die rote Spitze unbestimmt ist, wie in **Fig.** 25 dargestellt ist, ist es weiterhin ausreichend, die Intensität des roten Lichts so zu steuern, daß die Lichtdurchlässigkeitsdifferenz innerhalb des Wellenlängenbereichs von 600 nm bis 750 nm oder vorzugsweise des Wellenlängenbereichs von 600 nm bis 620 nm höchstens 5% beträgt. Auf der Seite von Wellenlängen unterhalb von 600 nm wäre das Licht gelblich und nicht als Beleuchtungslicht geeignet.

[0148] Weil die Spitze in der Nähe von 570 nm in dem in **Fig.** 25 dargestellten Spektrum des von der Lichtquelle emittierten Lichts weiterhin das Risiko birgt, daß das Farbgleichgewicht der Beleuchtungslichts aufgehoben wird, wird sie vorzugsweise mit einem Filter entfernt.

[0149] Gemäß der vorstehend beschriebenen dritten bevorzugten Ausführungsform wird der in **Fig.** 17

dargestellte Polarisationsstrahlteiler in der in **Fig.** 19 dargestellten Polarisationslicht-Beleuchtungsvorrichtung **500** und der in **Fig.** 20 dargestellten Projektionsdarstellungsvorrichtung **800** verwendet, es könnte jedoch stattdessen auch der Polarisationsstrahlteiler gemäß der in **Fig.** 13 dargestellten bevorzugten Ausführungsform oder ein beliebiger der in anderen bevorzugten Ausführungsformen dargestellten Polarisationsstrahlteiler verwendet werden.

[0150] Diese Erfindung ist nicht nur auf nach vorne projizierende Projektionsdarstellungsvorrichtungen anwendbar, wobei die Projektionsfläche von der Betrachtungsseite projiziert wird, sondern sie ist auch auf eine Rückprojektions-Darstellungsvorrichtung anwendbar, wobei die Projektionsfläche von der Seite, die der Betrachtungsseite entgegengesetzt ist, projiziert wird. Weiterhin können als Lichtventile nicht nur lichtdurchlässige LCD-Tafeln, sondern auch reflektierende LCD-Tafeln verwendet werden.

[0151] Gemäß den vorstehend erwähnten bevorzugten Ausführungsformen wird die Polarisationslichtteilervorrichtung unter Verwendung von Plattenglas hergestellt, das verwendete Material ist jedoch nicht auf Plattenglas beschränkt, und es kann auch optisches Glas, Kunststoff oder ein anderes transparentes Substrat verwendet werden.

[0152] Die Polarisationslichtteilervorrichtung gemäß dieser Erfindung ist auf verschiedene Arten von Projektionsdarstellungsvorrichtungen anwendbar. Zusätzlich ist die Projektionsdarstellungsvorrichtung auf der Grundlage dieser Erfindung auf die Darstellung von einem Computer oder dergleichen erzeugter Bilder oder von einem Videorecorder erzeugter Bilder anwendbar, indem sie auf einen Bildschirm projiziert werden.

Patentansprüche

1. Polarisationsstrahl- bzw. Polarisationslichtteilervorrichtung mit einem Substratblock mit einer Lichteintrittsfläche (**85**; **327**), einer Lichtaustrittsfläche (**86**; **326**), welche im wesentlichen parallel zu der Lichteintrittsfläche (**85**; **327**) ist, und einer Anzahl lichtdurchlässiger Substrate (**323**), welche an einer Anzahl von Grenz- bzw. Übergangsflächen, welche einen vorbestimmten Winkel bezüglich der Lichteintrittsfläche (**85**; **327**) und der Lichtaustrittsfläche (**86**; **326**) einschließen, aneinander geklebt sind, wobei der Substratblock ferner eine Anzahl von Polarisationslichtteilerfilmen (**87**; **331**), eine Anzahl von reflektierenden Filmen (**88**; **332**), welche abwechselnd auf der Anzahl der Übergangsflächen vorgesehen sind, und zwei Seitenflächen, welche in etwa senkrecht zu der Anzahl der Übergangsflächen ausgebildet sind, aufweist; gekennzeichnet durch ein Positionsidentifizierungsteil (**81**; **321**; **322**), welches auf wenigstens einer der beiden Seitenflächen des Substratblocks, welche in etwa senkrecht zu der Anzahl der Übergangsflächen ausgebildet sind, vorgesehen ist, wobei das Positionsidentifizierungsteil (**81**; **321**; **322**) zum Zeitpunkt der Positionierung der Polarisationslichtteilervorrichtung einsetzbar ist.

2. Polarisationslichtteilervorrichtung nach Anspruch 1, bei welcher das Positionsidentifizierungsteil (**81**; **321**; **322**) an einer Position angeordnet ist, die in etwa den gleichen Abstand von zwei anderen Seitenflächen, welche an der Seitenfläche, auf der das Positionsidentifizierungsteil vorgesehen ist, anliegen, aufweist.

3. Polarisationslichtteilervorrichtung nach Anspruch 1, bei welcher das Positionsidentifizierungsteil (**81**; **321**; **322**) an einer Position vorgesehen ist, welche unterschiedliche Abstände von den zwei anderen Seitenflächen, die an der Seitenfläche, auf der das Positionsidentifizierungsteil vorgesehen ist, anliegen, aufweist.

4. Polarisationslichtteilervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei welcher das Positionsidentifizierungsteil (**81**; **321**; **322**) eine auf der Seitenfläche, auf der das Positionsidentifizierungsteil vorgesehen ist, vorgesehene Projektion bzw. Auskragung ist.

5. Polarisationslichtteilervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei welcher das Positionsidentifizierungsteil (**81**) eine Vertiefung ist, die auf der Seitenfläche, auf der das Positionsidentifizierungsteil vorgesehen ist, ausgebildet ist.

6. Polarisationslichtteilervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei welcher das Positionsidentifizierungsteil (**81**; **321**; **322**) ein Abschnitt ist, der mit einer bestimmten Farbe markiert ist, die sich von der Farbe der restlichen Seitenfläche, auf der das Positionsidentifizierungsteil vorgesehen ist, unterscheidet.

7. Verfahren zur Herstellung einer Polarisationsstrahl- bzw. Polarisationslichtteilervorrichtung, mit folgenden Schritten:

a) alternierendes Zusammenkleben einer Anzahl von lichtdurchlässigen Substraten (**323**) an einer Anzahl von Grenz- bzw. Übergangsflächen zur Bildung eines Verbundplattenelements, welches eine Anzahl von Polarisationslichtteilerfilmen (**87**, **331**) und eine Anzahl von reflektierenden Filmen (**88**, **332**), und Seitenflächen die alternativ auf der Anzahl der Übergangsflächen vorgesehen sind, aufweist, wobei das Verfahren gekennzeichnet ist durch:

b) Schneiden des Verbundplattenelements in einem vorbestimmten Winkel bezüglich der Anzahl der Übergangsflächen zur Bereitstellung eines Substratblocks, der im wesentlichen parallele Lichteintrittsflächen (**85**, **327**) und Lichtaustrittsflächen (**86**, **326**), und Seitenflächen die in etwa senkrecht zu der Anzahl der Übergangsflächen gebildet sind, aufweist, und

c) Polieren der Lichteintrittsfläche (**85**, **327**) und der

Lichtaustrittsfläche (**86**, **326**) des Substratblocks; wobei Schritt a) den Schritt des Bildens eines Positionsidentifizierungsteils (**81**; **321**; **322**), welches zum Zeitpunkt der Positionierung der Polarisationslichtteilervorrichtung einsetzbar ist, auf wenigstens einer der Seitenflächen des Substratblocks, die in etwa senkrecht zu der Anzahl der Übergangsflächen ausgebildet sind, umfasst.

8. Verfahren zur Herstellung einer Polarisationslichtteilervorrichtung nach Anspruch 7, bei dem Schritt a) den Schritt des Formens einer Projektion bzw. Auskragung als Positionsidentifizierungsteil (**81**; **312**; **322**) durch Versetzen wenigstens einiger der Anzahl der lichtdurchlässigen Substrate (**323**) von den übrigen lichtdurchlässigen Substraten (**323**).

9. Polarisationslichtumwandlungseinrichtung mit:
einer Polarisationslichtteilervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6; und
Polarisationslichtumwandlungsmitteln (**380**), die auf einer Seite der Lichtaustrittsfläche (**86**, **326**) der Polarisationslichtteilervorrichtung vorgesehen sind, zur Umwandlung von Lichtstrahlen bzw. Licht mit zwei Arten von Polarisationslichtkomponenten, welche durch die Polarisationslichtteilerschicht (**87**, **331**) getrennt sind, in Licht mit einer Art von Polarisationslichtkomponente.

10. Polarisationslichtumwandlungseinrichtung nach Anspruch 9, bei welcher die Polarisationslichtumwandlungsmittel (**380**) eine λ/2-Phasenschicht (**381**) sind, welche gegen eine Lichtaustrittsfläche (**86**; **326**) jedes zweiten bzw. anderen Substrats (**323**) aus der Menge der Austrittsflächen (**86**, **326**) der Substrate (**323**) bereitgestellt ist.

11. Polarisationslichtumwandlungseinrichtung nach Anspruch 9, ferner mit einem Antireflektierfilm, der an der Seite der Lichteintrittsfläche (**85**, **327**) und/oder der Seite der Lichtaustrittsfläche (**86**, **326**) vorgesehen ist.

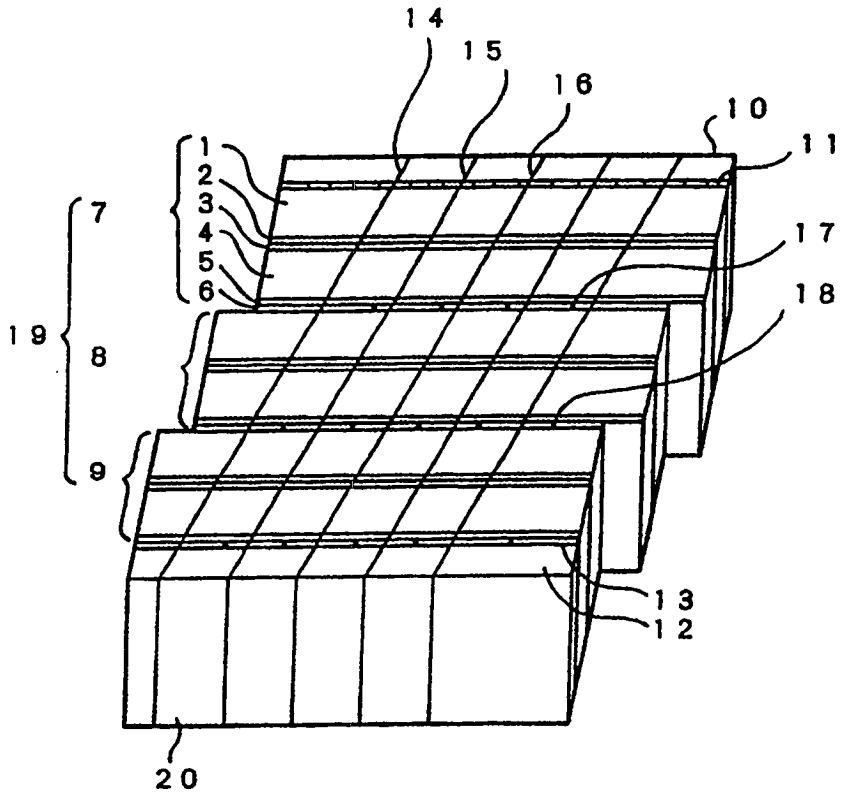
12. Projektionsdarstellungsvorrichtung mit:
einer Lichtquelle (**101**);
einem optischen Integratorsystem mit einer ersten Linsenplatte (**51**, **200**) und einer zweiten Linsenplatte (**52**; **310**), welche das Licht von der Lichtquelle (**101**) in eine Anzahl von Lichtfluxen bzw. Lichtflüssen teilen; und
einer Polarisationslichtumwandlungseinrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11;
Modulationsmitteln zum Modulieren von Licht, welches durch die Polarisationslichtumwandlungseinrichtung emittiert wird;
und einem optischen Projektionssystem, welches das durch die Modulationsmittel modulierte Licht projiziert.

13. Projektionsdarstellungsvorrichtung mit:
einer Lichtquelle (**101**);
einem optischen Integratorsystem mit einer ersten Linsenplatte (**51**, **200**) und einer zweiten Linsenplatte (**52**, **310**), welche das Licht von der Lichtquelle in eine Anzahl von Lichtflüssen teilen,
einer Polarisationslichtumwandlungseinrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11;
einem optischen System zur Farbtrennung, welches Licht, das von der Polarisationslichtumwandlungseinrichtung emittiert wird in Licht einer Anzahl von Farben trennt;
Modulationsmittel zum individuellen Modulieren der Anzahl von Lichtfarben, welche durch das optische System zur Farbtrennung getrennt sind;
einem optischen System zur Synthetisierung, welches das durch die Modulationsmittel modulierte Licht synthetisiert, und
einem optischen Projektionssystem, welches das durch das optische System zur Synthetisierung synthetisierte Licht projiziert.

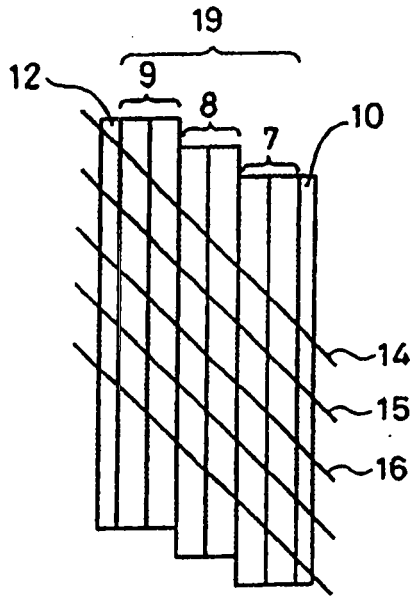
Es folgen 24 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

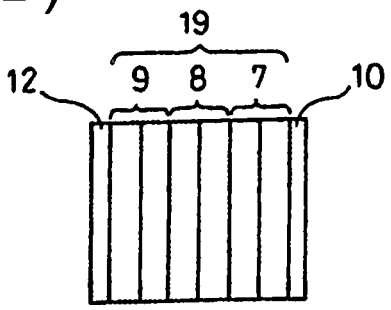
Figur 1



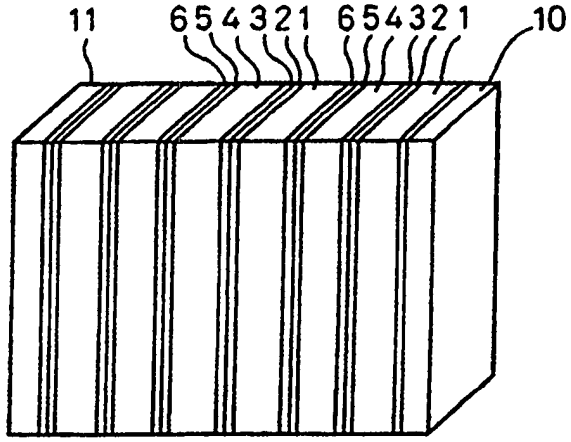
Figur 2(A)



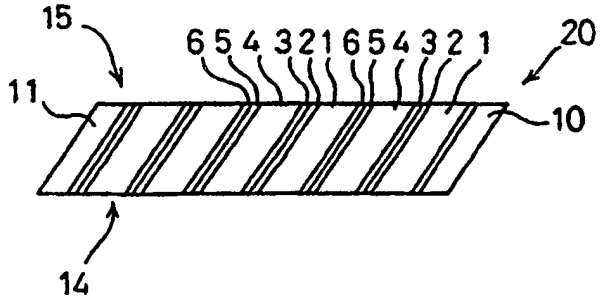
Figur 2(B)



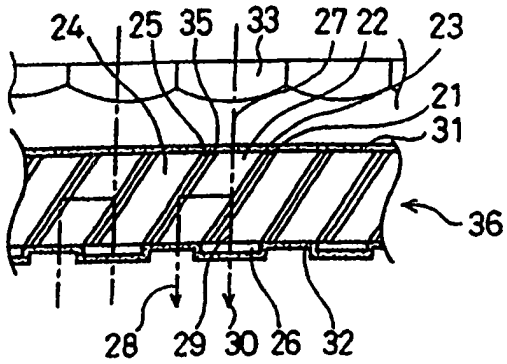
Figur 3(A)



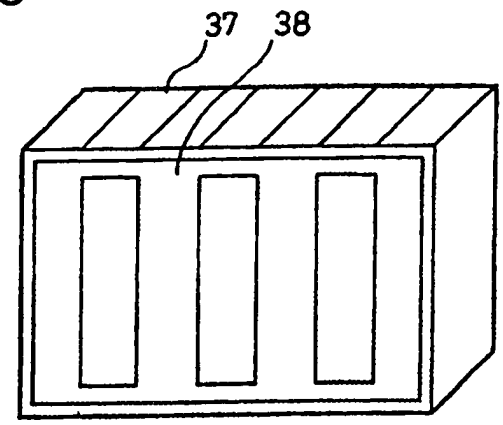
Figur 3(B)

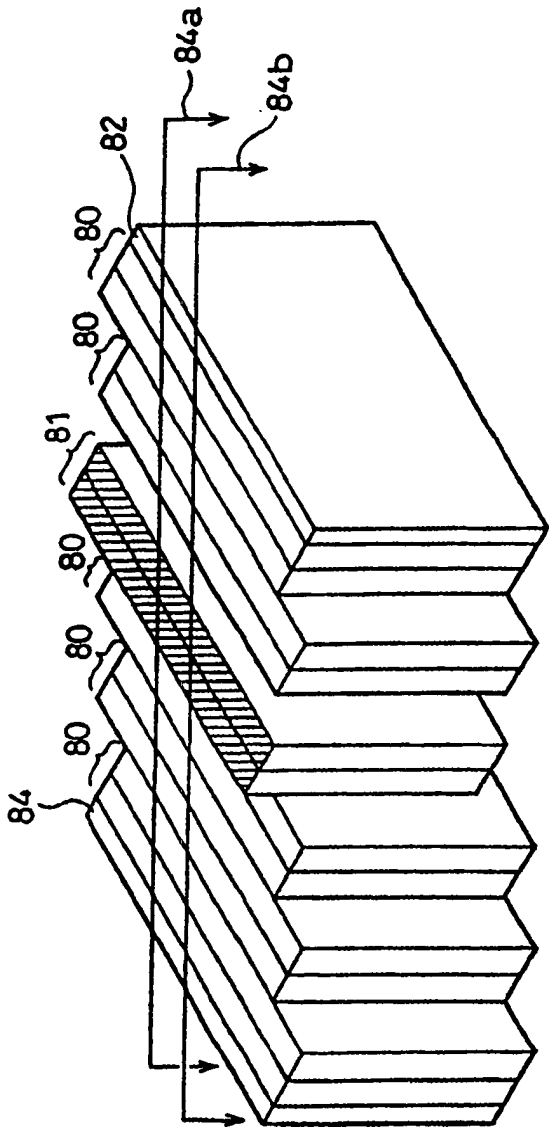


Figur 4



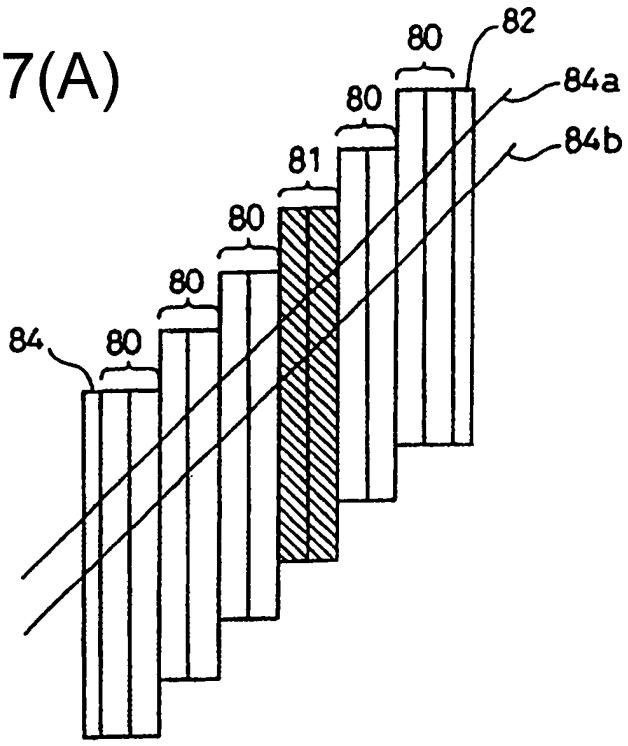
Figur 5



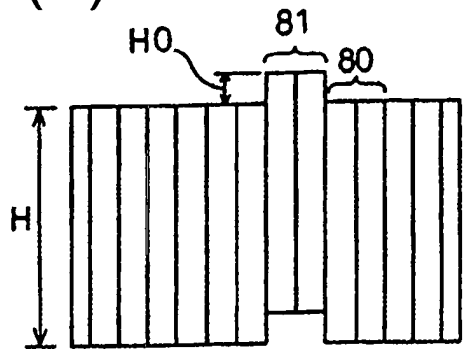


Figur 6

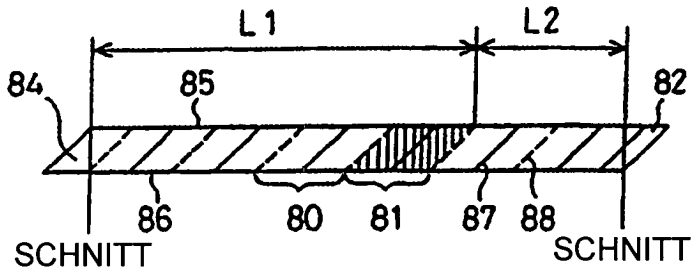
Figur 7(A)



Figur 7(B)



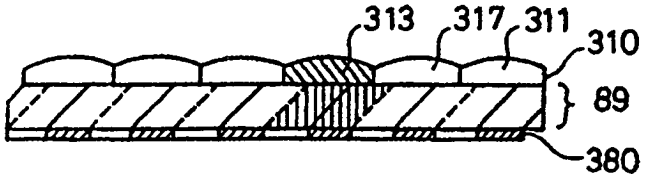
Figur 8(A) ABSCHNEIDEN BEIDER ENDEN

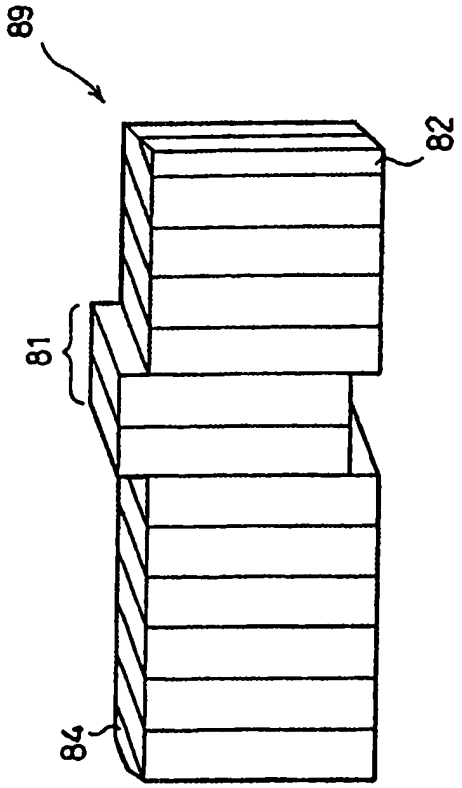


Figur 8(B) ANBRINGEN DER SELEKTIVEN PHASENDIFFERENZPLATTE 380

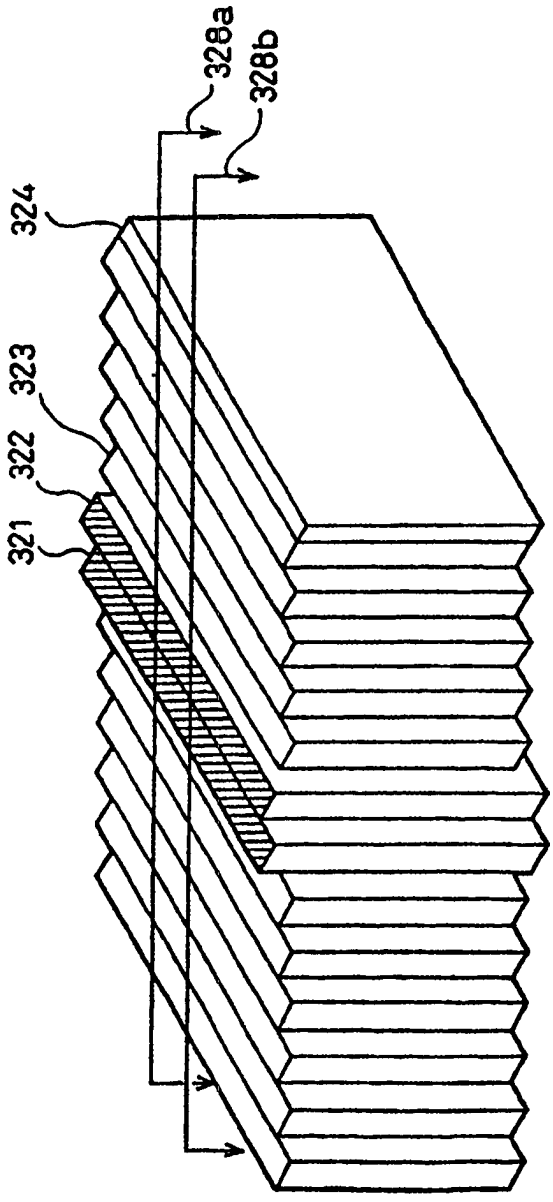


Figur 8(C) ANKLEBEN AN DIE FOKUSSIERLINSEN-ANORDNUNG 310



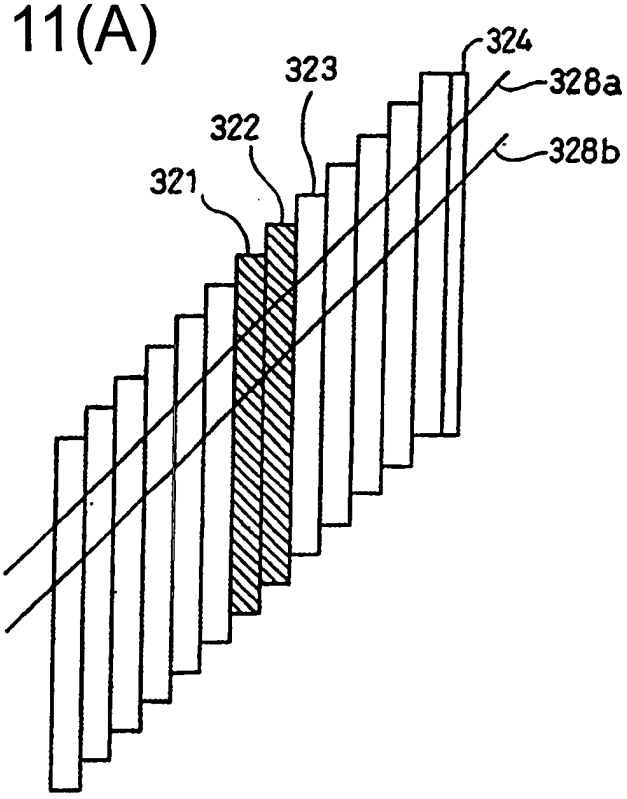


Figur 9

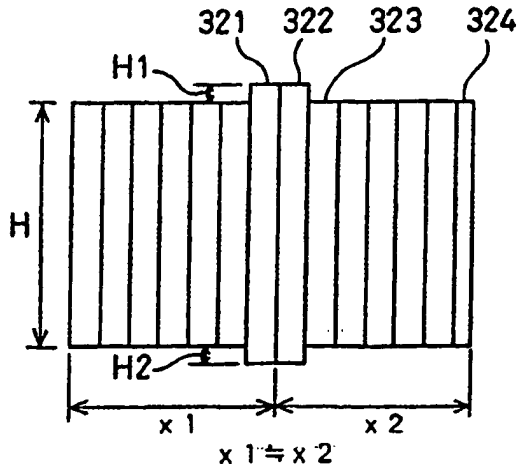


Figur 10

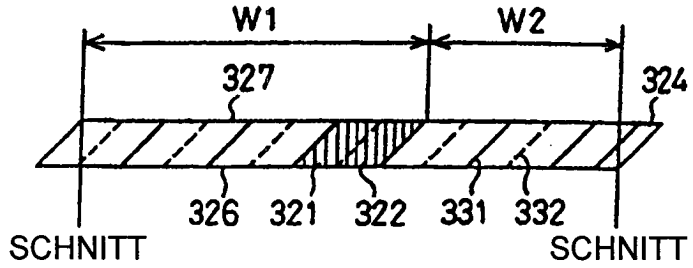
Figur 11(A)



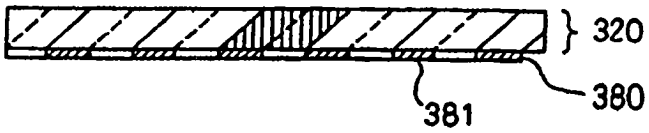
Figur 11(B)



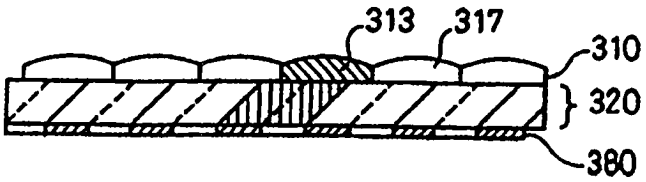
Figur 12(A) ABSCHNEIDEN BEIDER ENDEN

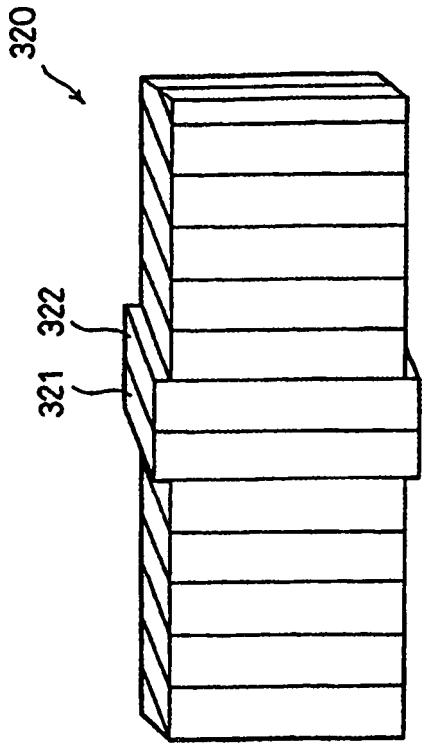


Figur 12(B) ANBRINGEN DER SELEKTIVEN PHASENDIFFERENZPLATTE 380



Figur 12(C) ANKLEBEN AN DIE FOKUSSIERLINSEN-ANORDNUNG 310

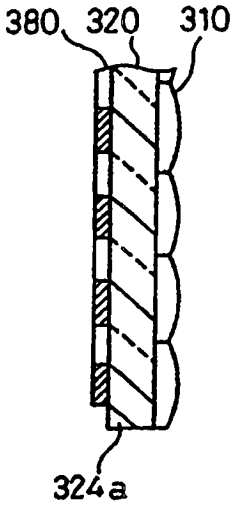




Figur 13

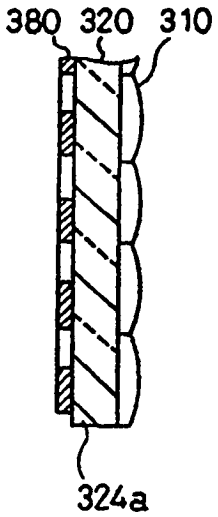
Figur 14(A)

DER FALL, IN DEM SICH DIE SELEKTIVE
PHASENDIFFERENZPLATTE 380
IN DER RICHTIGEN POSITION BEFINDET



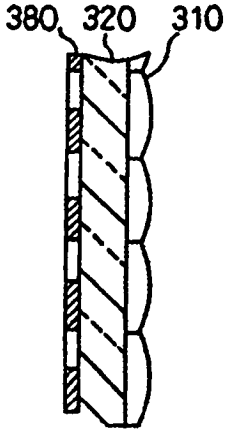
Figur 14(B)

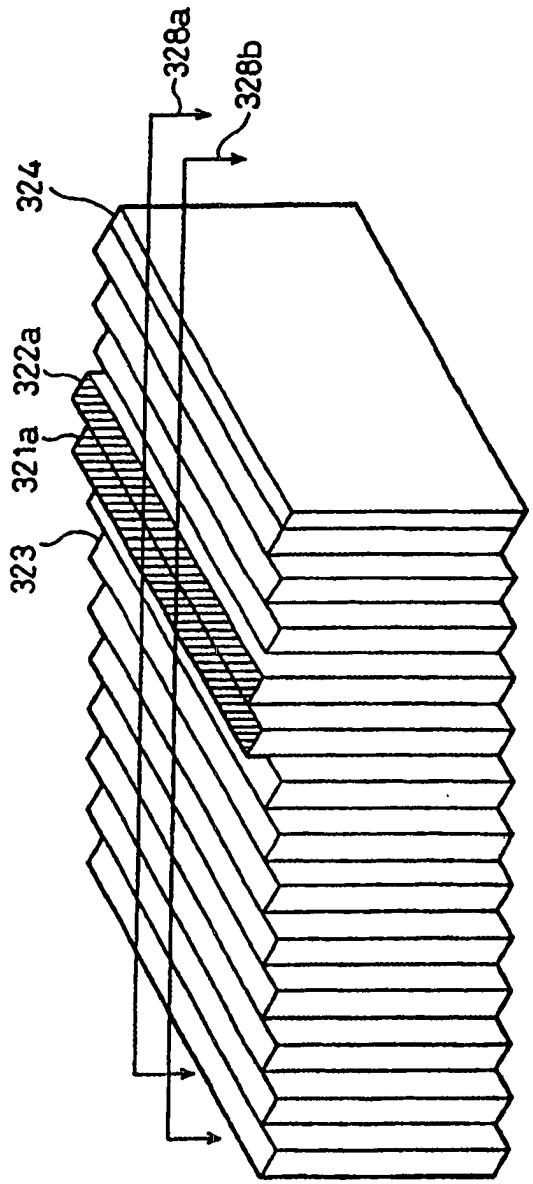
DER FALL, IN DEM DIE SELEKTIVE
PHASENDIFFERENZPLATTE 380
VERSETZT IST (MIT BLINDGLAS)



Figur 14(C)

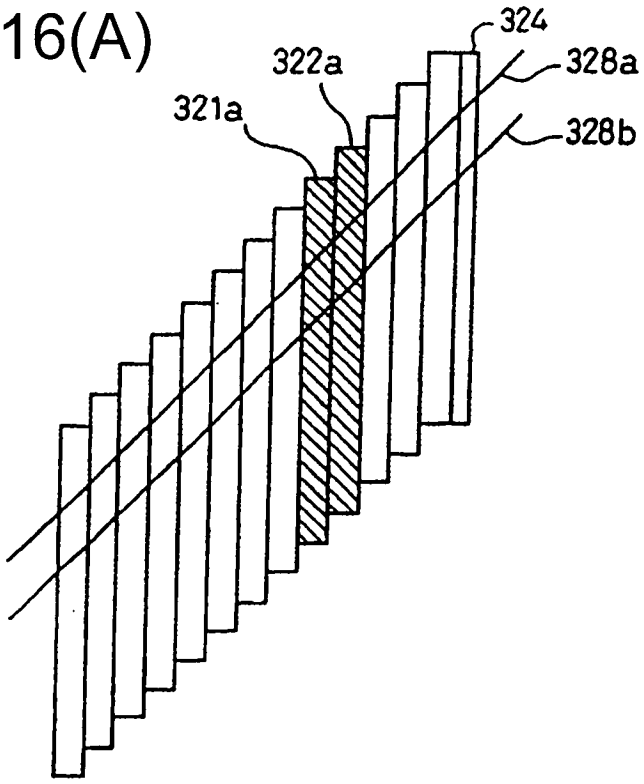
EBENSO WIE LINKS
(OHNE BLINDGLAS)



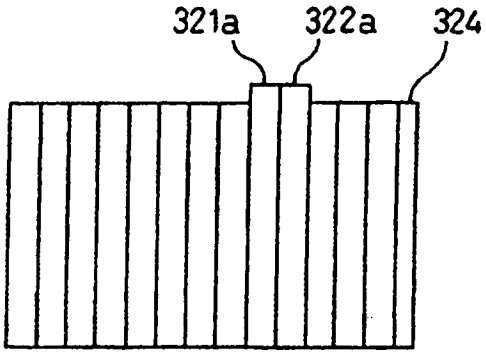


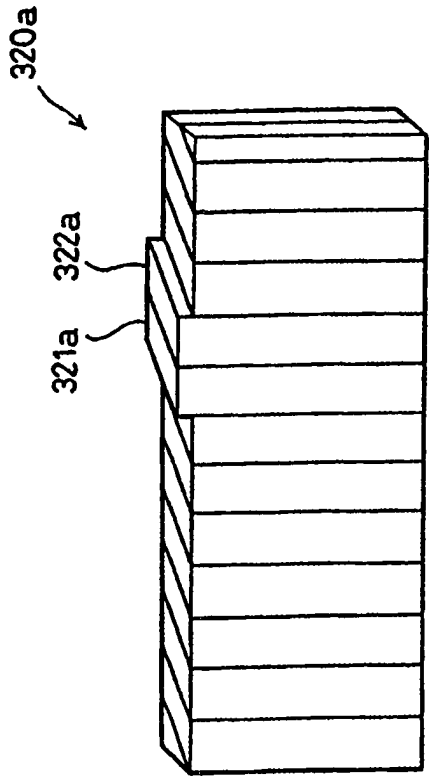
Figur 15

Figur 16(A)



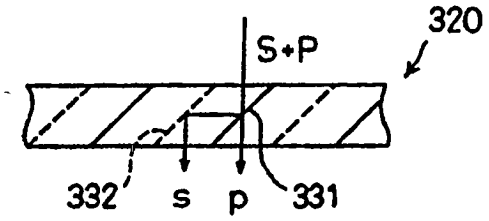
Figur 16(B)





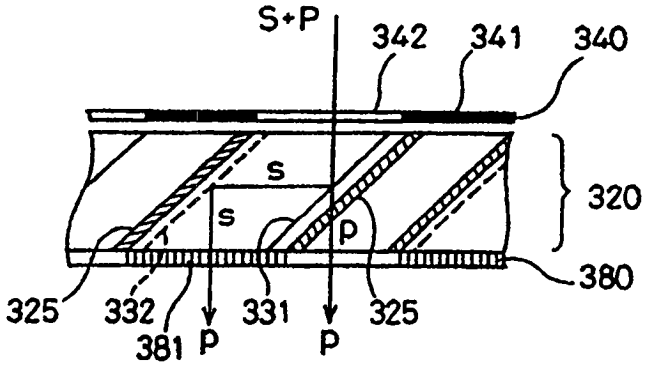
Figur 17

Figur 18(A) NUR DER POLARISATIONS-STRAHLTEILER



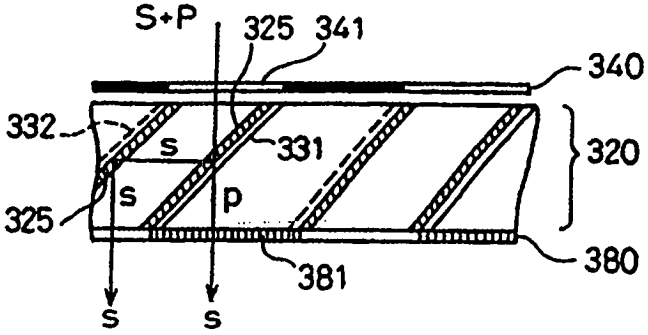
Figur 18(B)

POLARISATIONSLICHTUMWANDLUNGSELEMENT
(DIE VORDERSEITE UND DIE RÜCKSEITE SIND RICHTIG)



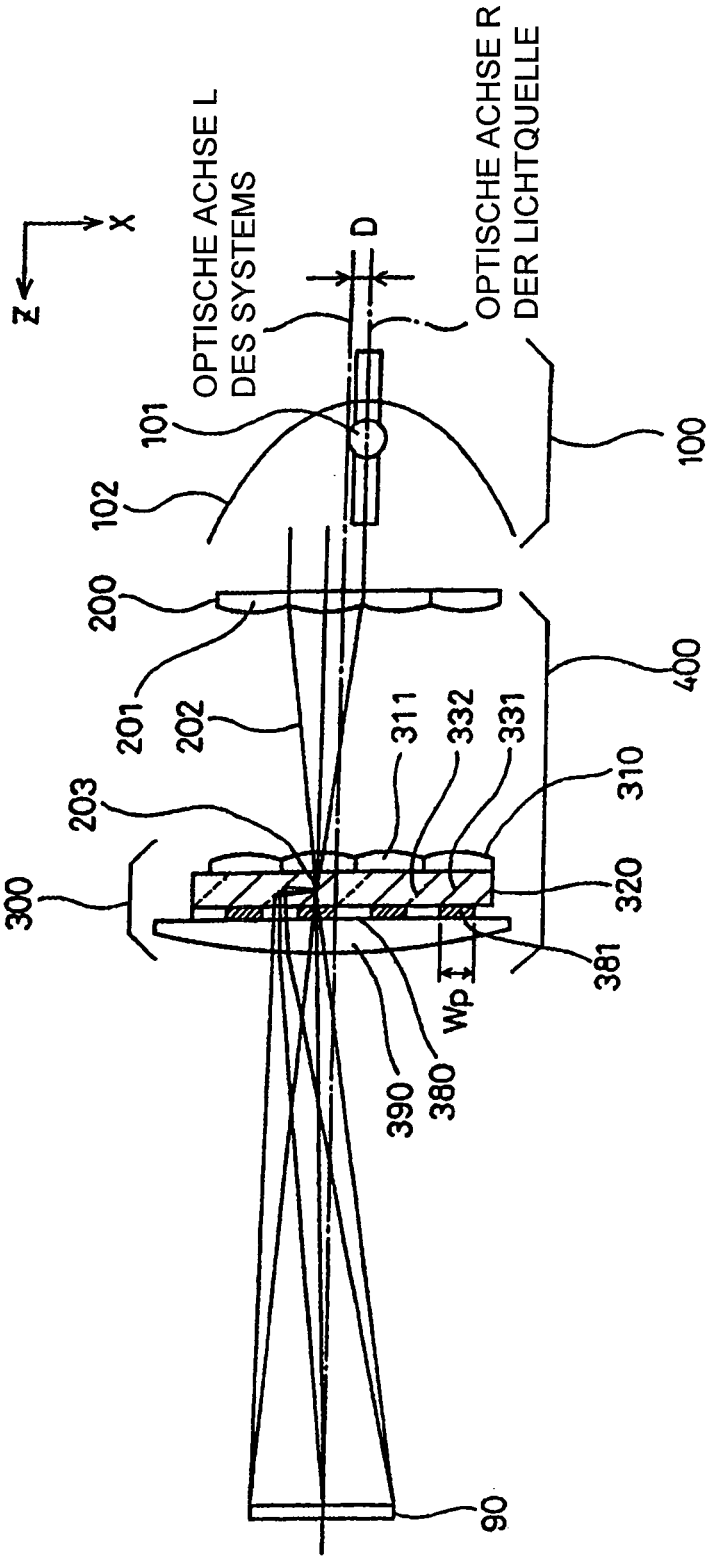
Figur 18(C)

POLARISATIONSLICHTUMWANDLUNGSELEMENT
(DIE VORDERSEITE UND DIE RÜCKSEITE SIND VERTAUSCHT)



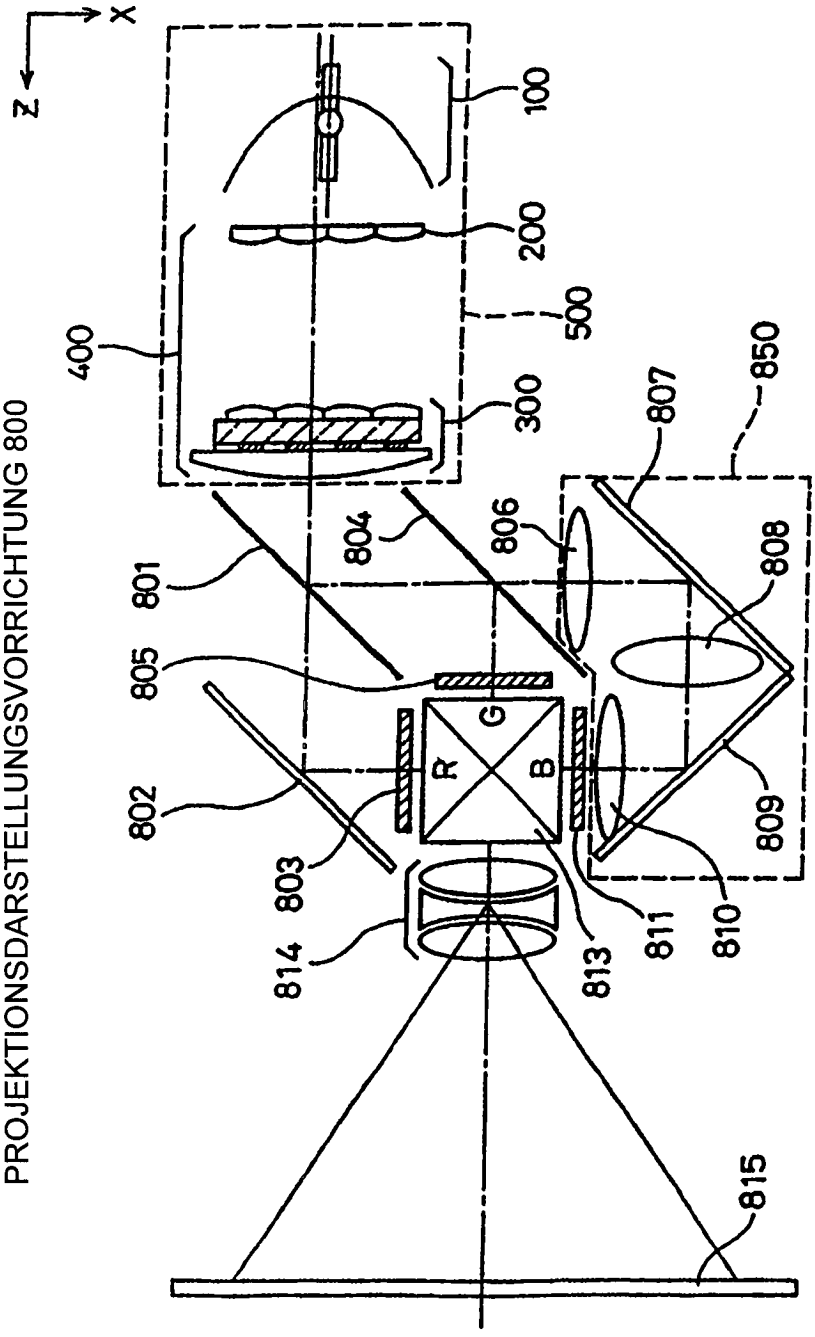
Figur 19

POLARISATIONSLICHT-BELEUCHTUNGSVORRICHTUNG 500

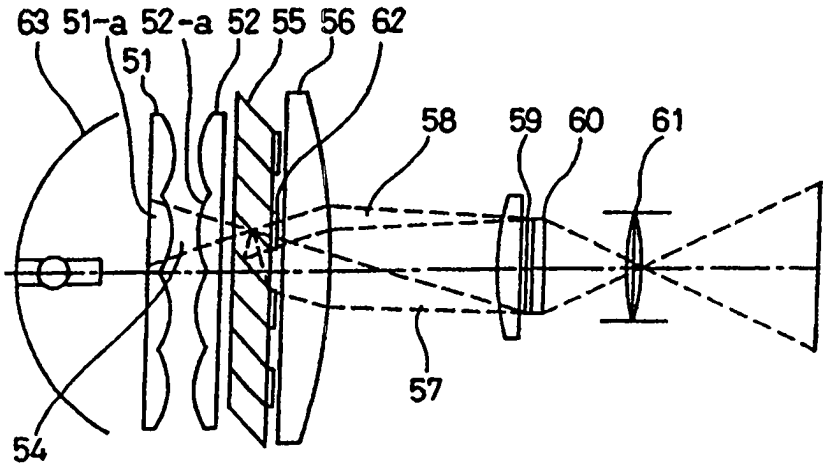


Figur 20

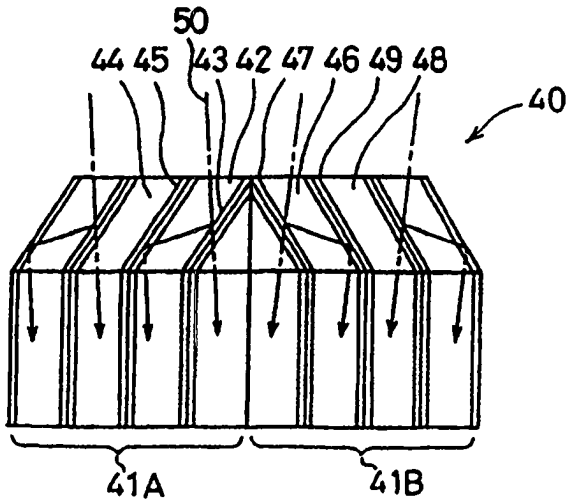
PROJEKTIONSDARSTELLUNGSVORRICHTUNG 800



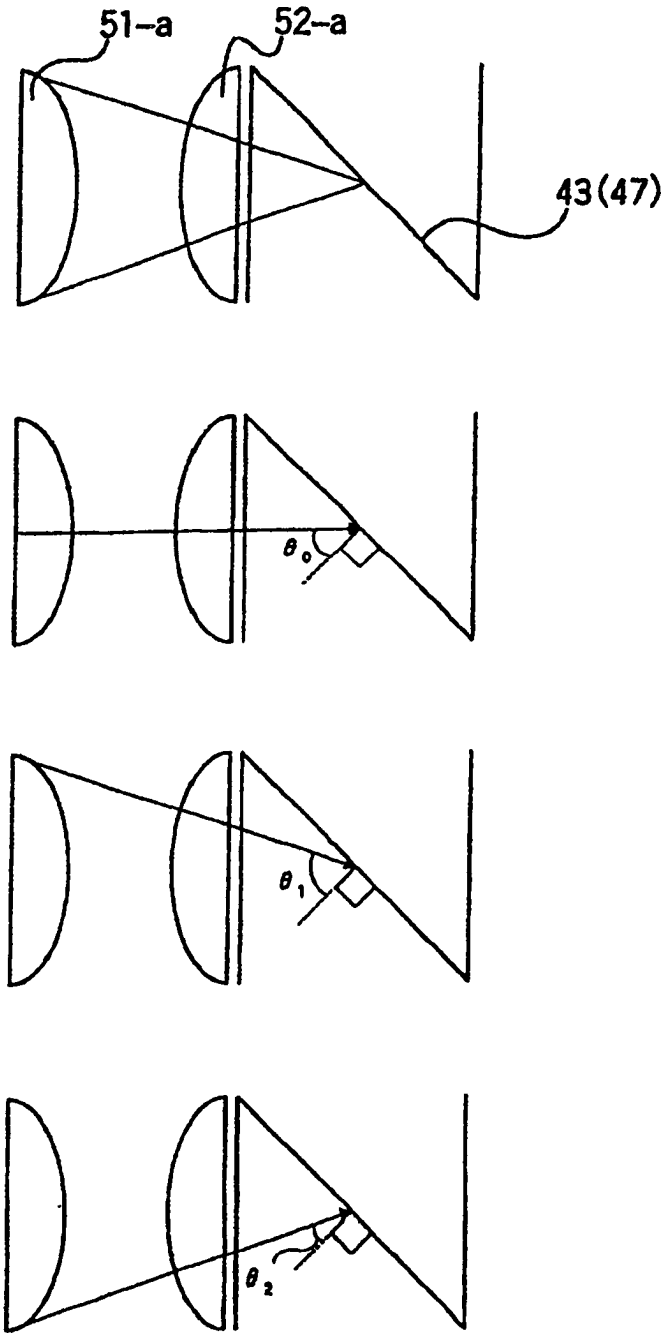
Figur 21



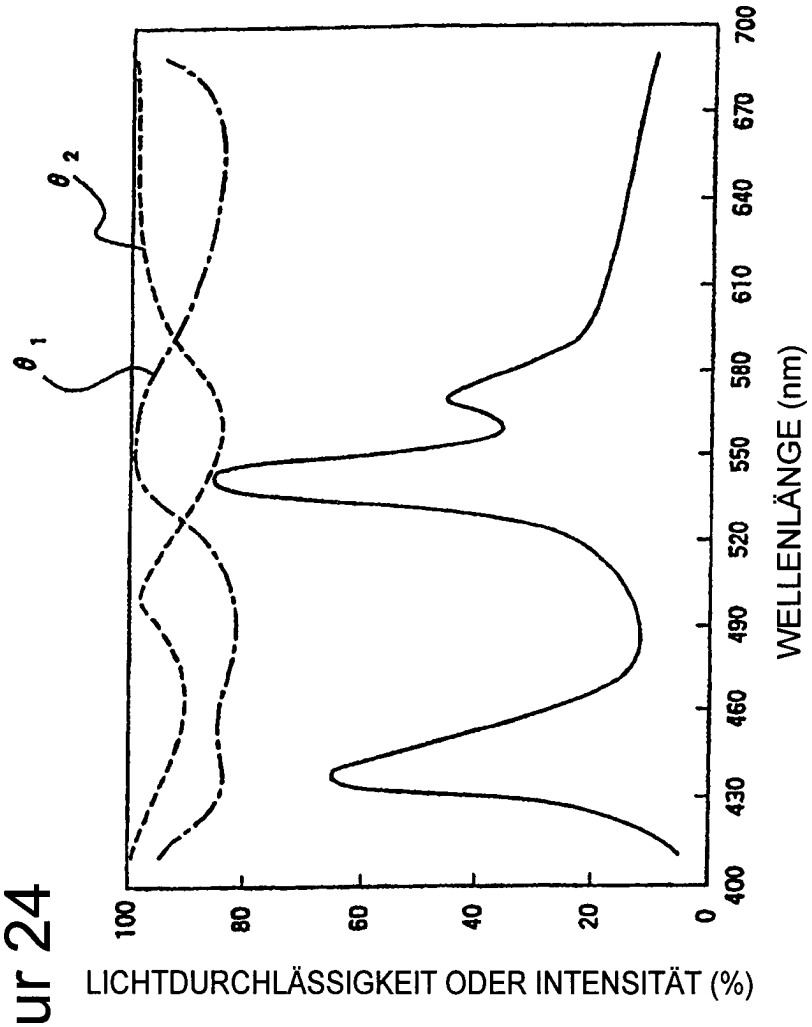
Figur 22



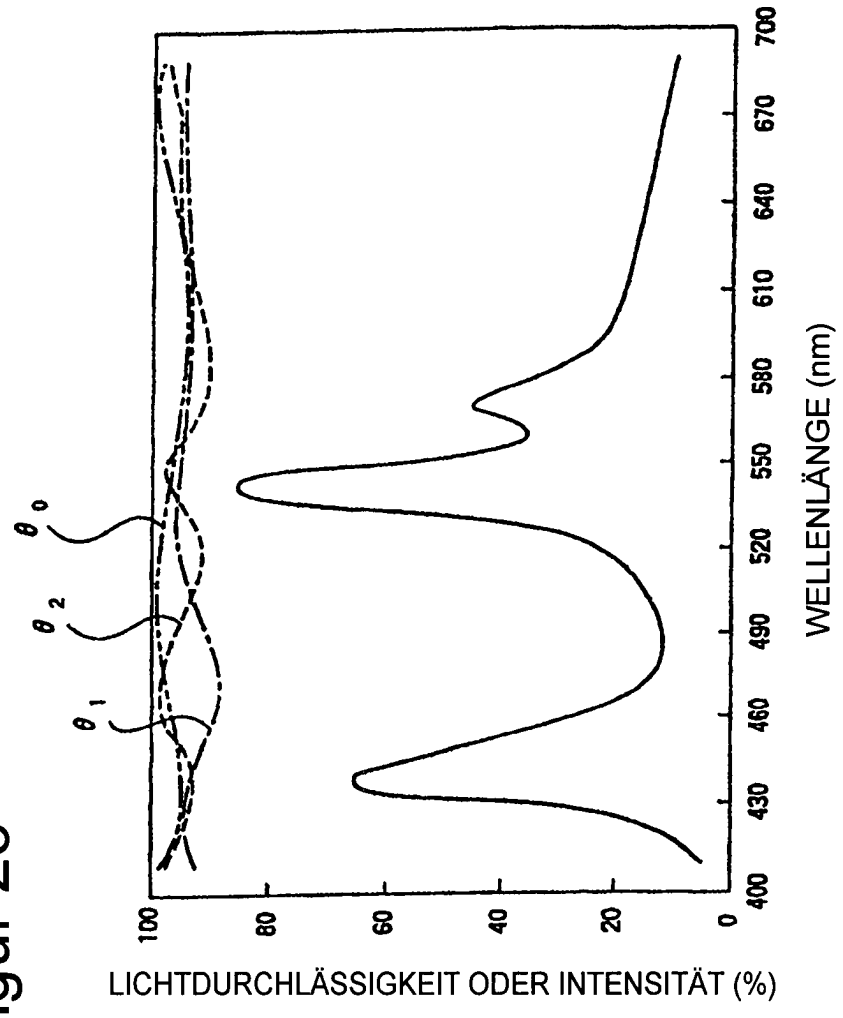
Figur 23



Figur 24


θ 1
θ 2
100
80
60
40
20
0
400
430
460
490
520
550
580
610
640
670
700
LICHTDURCHLÄSSIGKEIT ODER INTENSITÄT (%)
WELLENLÄNGE (nm)

Figur 25


θ0
θ2
θ1
100
80
60
40
20
0
400
430
460
490
520
550
580
610
640
670
700
LICHTDURCHLÄSSIGKEIT ODER INTENSITÄT (%)
WELLENLÄNGE (nm)

Figur 26

