



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 33 091 T2** 2008.07.03

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 260 836 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 33 091.9**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP01/10296**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 997 710.7**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2002/042807**

(86) PCT-Anmeldetag: **26.11.2001**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **30.05.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **27.11.2002**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **05.03.2008**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **03.07.2008**

(51) Int Cl.⁸: **G02B 5/30** (2006.01)

G02B 5/04 (2006.01)

G03B 21/00 (2006.01)

G02F 1/13 (2006.01)

G02B 27/28 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

2000359978 27.11.2000 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:

Sanyo Electric Co., Ltd., Moriguchi, Osaka, JP

(72) Erfinder:

IKEDA, Takashi, Moriguchi-shi, Osaka 570-8677, JP; OBASE, Toshio, Moriguchi-shi, Osaka 570-8677, JP; KONISHI, Kensuke, Moriguchi-shi, Osaka 570-8677, JP; KUROSAKA, Yoshitaka, Moriguchi-shi, Osaka 570-8677, JP

(74) Vertreter:

Reinhardt, M., Dipl.-Ing.Univ., Pat.-Anw., 83224 Grassau

(54) Bezeichnung: **FARBTRENNENDES BZW. -SYNTHESIERENDES ELEMENT UND DESSEN VERWENDUNG IN FLÜSSIGKRISTALLPROJEKTOREN**

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 farbtrennende/farbkombinierende Einheit für einen LCD-Projektor, die drei reflektierende LCD-Paneele verwendet, sowie einen kompakten LCD-Projektor, der diese farbtrennende/farbkombinierende Einheit einsetzt.

[0002] Unter Bezugnahme auf die [Fig. 10](#) wird nunmehr eine Erläuterung eines herkömmlichen LCD-Projektors gemacht.

[0003] Wie es in der Ansicht in der [Fig. 10](#) gezeigt ist, umfasst der herkömmliche LCD-Projektor, der drei LCD-Paneele einsetzt, eine Lichtquelleneinheit **1**, eine farbtrennende/farbkombinierende Einheit **2**, eine reflektierende Lichtmodulationseinheit **3**, die aus drei LCD-Paneele **31**, **32** und **33** besteht, die separierte Farbkomponenten modulieren, um diese in Abbildungslicht jeder Farbe zu wandeln, sowie ein optisches Projektionssystem **4**, welches eine Projektionslinse umfasst.

[0004] Die Lichtquelleneinheit **1** umfasst eine Lampe **11a**, einen Reflektor **11b** und Polarisationsumwandlungsmittel (nicht dargestellt), die das Licht von der Lampe **11a** in polarisiertes Licht wandeln, welches eine vorgegebene Polarisationsrichtung hat, so dass die Lichtquelleneinheit **1** Licht abgeben kann, welches in einer speziellen Polarisationsrichtung polarisiert ist. Die farbtrennende/farbkombinierende Einheit **2** ist mit zwei Kaltlichtspiegeln **21**, **23** und mit einem reflektierenden Spiegel **22** versehen, um das Licht, welches von der Lichtquelleneinheit **1** einfällt, in die drei primären Farbkomponenten aufzuspalten. Bei diesem Projektor wird das Licht, welches von der Lichtquelleneinheit **1** ausgegeben wird, in ein s-polarisiertes Licht mittels der Polarisationsumwandlungsmittel umgewandelt.

[0005] Von dem Licht, welches von der Lichtquelleneinheit **1** abgegeben wird, wird zum Beispiel s-polarisiertes Licht einer roten Komponente senkrecht von einem ersten Kaltlichtspiegel **21** reflektiert und eine blaue Komponente und eine grüne Komponente treten durch den ersten Kaltlichtspiegel **21** hindurch und die separierte rote Komponente tritt in einen ersten Polarisationsstrahlteiler (im Folgenden als PBS bezeichnet) ein, nämlich in einen PBS für Rot **24**.

[0006] Das s-polarisierte Licht der blauen Komponente und das s-polarisierte Licht der grünen Komponente, die durch den ersten Kaltlichtspiegel **21** hindurch verlaufen, reflektieren senkrecht von dem reflektierenden Spiegel **22** und treten in einen zweiten Kaltlichtspiegel **23** ein. Die blaue Komponente tritt durch den zweiten Kaltlichtspiegel **23** hindurch, während die grüne Komponente von dem zweiten Kaltlichtspiegel **23** zurück reflektiert wird.

[0007] Das s-polarisierte Licht der blauen Komponente, welches durch den zweiten Kaltlichtspiegel **23** hindurch tritt, tritt in einen zweiten PBS ein, nämlich in einen PBS für blau **25**, während das s-polarisierte Licht der grünen Komponente, welches senkrecht von dem zweiten Kaltlichtspiegel reflektiert wird, in einen dritten PBS eintritt, nämlich einen PBS für grün **26**.

[0008] Der PBS für rot **24** umfasst im Inneren eine Trennfläche **24a** für polarisiertes Licht, so dass s-polarisiertes Licht senkrecht reflektiert wird und p-polarisiertes Licht hindurch tritt. Nachdem die rote Komponente von dem ersten Kaltlichtspiegel **21** emittiert bzw. abgegeben wurde, reflektiert diese senkrecht von dem PBS für rot **24** zurück, in Richtung einer ersten LCD-Paneele **31**. Auf der Basis von Bildinformation für rot rotiert die LCD-Paneele **31** die Polarisationsrichtung des roten Lichtes um 90 Grad, welches in das Teil eingetreten ist, um in rot angezeigt zu werden, d. h., die LCD-Paneele **31** konvertiert s-polarisiertes rotes Licht in p-polarisiertes rotes Licht und reflektiert es. Das p-polarisierte rote Abbildungslicht, welches von der LCD-Paneele **31** reflektiert wird, tritt durch den PBS **24** für rot hindurch und tritt in ein Kaltlichtprisma für die Rekombination **27** ein.

[0009] Der PBS für blau **25** umfasst im Inneren eine Trennfläche **25a** für polarisiertes Licht, so dass s-polarisiertes Licht senkrecht reflektiert wird und so dass p-polarisiertes Licht hindurch tritt. Nach dem Hindurchtreten durch den zweiten Kaltlichtspiegel **23** reflektiert das s-polarisierte Licht der blauen Komponente senkrecht von dem PBS für blau **25**, in Richtung einer zweiten LCD-Paneele **32**, so dass p-polarisiertes blaues Abbildungslicht, welches durch die LCD-Paneele **32** reflektiert wird, durch den PBS für blau **25** hindurch tritt und in das Kaltlichtprisma für die Rekombination **27** eintritt, und zwar an der gegenüberliegenden Seite, an der das rote Abbildungslicht eingetreten ist.

[0010] Der PBS für grün **26** umfasst im Inneren eine Trennfläche **26a** für polarisiertes Licht, so dass s-polarisiertes Licht senkrecht reflektiert wird und so dass p-polarisiertes Licht hindurch tritt. Nach der Reflexion von

dem zweiten Kaltlichtspiegel **23** reflektiert das s-polarisierte Licht der grünen Komponente senkrecht von dem PBS für grün 26, in Richtung einer dritten LCD-Paneele **33**. P-polarisiertes grünes Abbildungslicht, welches durch die LCD-Paneele **33** reflektiert wurde, tritt durch den PBS für grün 26 hindurch und tritt in das Kaltlichtprisma für die Rekombination **27** ein, und zwar von einer orthogonal liegenden Seite, jeweils zu den Seiten, an denen das rote Abbildungslicht und das blaue Abbildungslicht eingetreten ist.

[0011] Das Innere des Kaltlichtprismas zur Rekombination **27** umfasst zwei dichroische Flächen **27a** und **27b**, die sich gegenseitig im rechten Winkel schneiden. Die erste dichroische Fläche **27a**, die das blaue Abbildungslicht senkrecht zurück reflektiert, sowie das rote Abbildungslicht und das grüne Abbildungslicht hindurch treten läßt, rekombiniert das blaue Abbildungslicht und das grüne Abbildungslicht. Die zweite dichroische Fläche **27b**, durch die das blaue Abbildungslicht und das grüne Abbildungslicht hindurchtritt, reflektiert das rote Abbildungslicht senkrecht zurück. Im Ergebnis werden die Abbildungslichter von diesen drei primären Farben rekombiniert.

[0012] Wie es in der [Fig. 11](#) gezeigt ist, umfasst ein weiterer herkömmlicher LCD-Projektor, der drei LCD-Paneelen einsetzt, eine Polarisationsplatte **12**, die lediglich p-polarisiertes Licht eines weissen Lichtes überträgt, welches von einer Lichtquelleneinheit **1** abgegeben wird, die mit einer Lichtquelle **11** versehen ist, die eine Lampe **11a** und einen Reflektor **11b** hat.

[0013] Eine farbtrennende/farbekombinierende Einheit **5** umfasst eine schmalbandige Retardationsplatte **51**, die eine Polarisationsrichtung um 90 Grad verdreht, nämlich eines p-polarisierten Lichtes, welches eine vorbestimmte Wellenlänge hat, zum Beispiel nur eine rote Komponente, um diese in ein s-polarisiertes Licht zu konvertieren, einen PBS für die Separation von rot 52, einen PBS für rot 53, zwei schmalbandige Retardationsplatten **54**, **56**, die eine Polarisationsrichtung von lediglich Licht der blauen Komponente um 90 Grad drehen, um es in s-polarisiertes Licht zu wandeln, einen PBS für die Separation/Rekombination von blau und grün 55, sowie einen PBS für die Rekombination **57**.

[0014] Obwohl weisses Licht, welches von der Lampe **11a** emittiert wird, als p-polarisiertes weisses Licht von der Polarisationsplatte **12** emittiert wird, konvertiert die erste schmalbandige Retardationsplatte **51** nur die rote Komponente in ein s-polarisiertes Licht.

[0015] Das s-polarisierte Licht der roten Komponente reflektiert senkrecht an dem PBS für die Separation von rot 52 und dem PBS für rot 53, und verläuft zum LCD-Paneel für rot 31.

[0016] P-polarisiertes Licht der blauen Komponente, welches durch den PBS für die Separation von rot 52 hindurch tritt, wird in seiner Polarisationsrichtung um 90 Grad gedreht, um in s-polarisiertes Licht durch die zweite schmalbandige Retardationsplatte **54** gewandelt zu werden. Das s-polarisierte Licht der blauen Komponente reflektiert senkrecht von dem PBS für die Separation/Rekombination von blau und grün 55, um in das LCD-Paneel für blau 32 einzutreten.

[0017] P-polarisiertes Licht der grünen Komponente, welches durch den PBS für die Separation von rot 52 hindurch tritt, tritt durch die zweite schmalbandige Retardationsplatte **54** und durch den PBS für die Separation/Rekombination von blau und grün 55 hindurch und tritt in die LCD-Paneele für grün 33 ein.

[0018] Diese reflektierenden LCD-Paneelen **31**, **32** und **33** rotieren die Polarisationsrichtung um 90 Grad, und zwar von Licht, welches auf Pixel fällt, die dargestellt werden sollen, auf der Basis der Bildinformation von jeder Farbe, und sie reflektieren das Licht in die entgegengesetzte Richtung, aus der das Licht eingetreten ist. Licht, welches auf Pixel fällt, die nicht dargestellt werden sollen, wird von den LCD-Paneelen in die entgegengesetzte Richtung reflektiert, aus der das Licht eingetreten ist, ohne dass seine Polarisationsrichtung geändert wird.

[0019] Da das rote Abbildungslicht, welches von der LCD-Paneele für rot 31 reflektiert wird, p-polarisiertes Licht ist, tritt das rote Abbildungslicht durch den PBS für rot 53 hindurch und tritt durch den PBS für die Rekombination **57** hindurch, um in das optische Projektionssystem **4** einzutreten. Da das blaue Abbildungslicht, welches von der LCD-Paneele für blau 32 reflektiert wird, p-polarisiertes Licht ist, nachdem es durch den PBS für die Separation/Rekombination von blau und grün 55 hindurch getreten ist und durch die dritte schmalbandige Retardationsplatte **56** wieder in s-polarisiertes Licht konvertiert worden ist, reflektiert das blaue Abbildungslicht senkrecht von dem PBS für die Rekombination **57** und tritt in das optische Projektionssystem **4** ein.

[0020] Da das grüne Abbildungslicht, welches von der LCD-Paneele für grün 33 reflektiert worden ist, s-polarisiertes Licht ist, nachdem es senkrecht von dem PBS für die Separation/Rekombination von blau und grün

55 reflektiert worden ist, und nachdem es durch die dritte schmalbandige Retardationsplatte **56** hindurch getreten ist, reflektiert das grüne Abbildungslicht senkrecht von dem PBS für die Rekombination **57** und tritt in das optische Projektionssystem **4** ein.

[0021] Bei dem herkömmlichen LCD-Projektor nach der [Fig. 10](#) sind der PBS für rot **24**, der PBS für blau **25**, der PBS für grün **26** sowie das Kaltlichtprisma für die Rekombination **27** jeweils als Würfel ausgebildet. Unter Berücksichtigung der Diffusion von Licht, die zwischen der Lichtquelleneinheit **1** und dem optischen Projektionssystem **4** auftritt, sollte eine Seite von jeder Oberfläche dieser Würfel nicht länger sein als eine Seite (oder längere Seite) jeder LCD-Paneele **31**, **32** und **33**. Die beiden Kaltlichtspiegel **21** und **23** und der Totalreflexionsspiegel **22** sollten rechteckig ausgebildet sein, so dass das projizierte Licht in einer Einfallsrichtung und in einer Reflexionsrichtung in einem Quadrat größer wird als ein Bereich jeder LCD-Paneele **31**, **32**, **33**.

[0022] Durch diese Ausbildung erfordert die farbtrennende/farbkombinierende Einheit **2** eine Fläche, die mehr als neunmal größer ist als einer der PBS **24**, **25**, **26** oder als das Kaltlichtprisma **27**, was nicht erwünscht ist bei der Miniaturisierung der farbtrennenden/farbkombinierenden Einheit **2** und bei LCD-Projektoren, die diese Einheit verwenden. Auch, da die Weglänge für jede Farbkomponente zwischen jeder LCD-Paneele **31**, **32**, **33** und dem optischen Projektionssystem **4** lang ist, sollte eine Blendenöffnungsgröße des optischen Projektionssystems **4** groß genug sein, was wiederum die Miniaturisierung des LCD-Projektors schwierig gestaltet.

[0023] Bei dem herkömmlichen LCD-Projektor nach der [Fig. 11](#) wäre die farbtrennende/farbkombinierende Einheit **5** kleiner als bei dem in der [Fig. 10](#), da vier PBS **52**, **53**, **55**, **57** in zwei Linien horizontal und vertikal in einer zweidimensionalen Ansicht angeordnet sind.

[0024] Es wurde jedoch die weitere Miniaturisierung der farbtrennenden/farbkombinierenden Einheit **5** als unmöglich angesehen, da die Idee, dass die Farbkomponenten in der farbtrennenden/farbkombinierenden Einheit **5** in einer Ebene aufgespaltet und rekombiniert werden müssen, tief verwurzelt ist.

[0025] Unter Berücksichtigung dieser Umstände erreichten wir eine bemerkenswert kleine farbtrennende/farbkombinierende Einheit, verglichen mit den herkömmlichen Vorrichtungen, durch dreidimensionale Separation und Rekombination der Farbkomponenten durch unterschiedliche Versuche und Fehler, und schließlich wurde unsere Erfindung vervollständigt.

[0026] Es wird auch Bezug genommen auf die EP-A-0 984 637, die ein Projektionsanzeigesystem für reflektierende Lichtventile betrifft, eine Reflektorstruktur umfassend, die mehrere Polarisationsstrahlteiler und dichroische Filter darin aufweist.

[0027] Die vorliegende Erfindung hat die Aufgabe, eine bemerkenswert kleine farbtrennende/farbkombinierende Einheit und einen kompakten LCD-Projektor zu schaffen.

[0028] Gemäß einem ersten Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird eine farbtrennende/farbkombinierende Einheit geschaffen, die in Form eines Würfels ausgebildet ist, mit: einer Lichteinfallfläche, die einer Lichtquelleneinheit zugewandt ist, die Licht abgibt, welches eine vorbestimmte Polarisationsrichtung aufweist; einer ersten, zweiten und dritten Lichteinfall-/ausfallfläche, von denen jede, einem reflektierenden Lichtmodulationselement zugewandt ist; einer Lichtausfallfläche, die einem optischen Projektionssystem zugewandt ist; einer weiteren Oberfläche; und mit innenliegenden Farbtrenn-/rekombinierungsmitteln, wobei die Farbtrenn-/rekombinierungsmittel das Licht in die drei primären Farbkomponenten aufspalten, welches von der Lichtquelleneinheit abgegeben wird, die aufgetrennten Komponenten über die Lichteinfall-/ausfallflächen abgeben, die drei Farbkomponenten rekombinieren, deren Polarisationsrichtung um 90 Grad gedreht wurde und die von den reflektierenden Lichtmodulationselementen reflektiert wurden, die gegenüberliegend den Lichteinfall-/ausfallflächen angeordnet sind, sowie die rekombinierten Farbkomponenten in Richtung des optischen Projektionssystems abgeben, und wobei die Lichteinfallfläche, die erste, zweite und dritte Lichteinfall-/ausfallfläche, die Lichtausfallfläche sowie die weitere Oberfläche jeweils eine unterschiedliche Seite des Würfels ausbilden.

[0029] Die Lichteinfallfläche und die Lichtausfallfläche können rechtwinkelig zueinander angeordnet sein; die erste Lichteinfall-/ausfallfläche kann gegenüberliegend der Lichteinfallfläche angeordnet sein; die zweite Lichteinfall-/ausfallfläche kann gegenüberliegend der Lichtausfallfläche angeordnet sein; und die dritte Lichteinfall-/ausfallfläche kann rechtwinkelig zu der ersten und zu der zweiten Lichteinfall-/ausfallfläche angeordnet werden.

[0030] Die Farbtrenn-/rekombinierungsmittel können eine erste optische Fläche umfassen, die mit Bezug zu der Lichteinfallfläche und zu der Lichtausfallfläche um 45 Grad geneigt ist, sowie eine zweite optische Fläche umfassen, die mit Bezug zu der ersten und zu der dritten Lichteinfall-/ausfallfläche um 45 Grad geneigt ist, sowie eine dritte optische Fläche umfassen, die mit Bezug zu der dritten Lichteinfall-/ausfallfläche und zu der Lichtausfallfläche um 45 Grad geneigt ist.

[0031] Gemäß einem zweiten Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird ein LCD-Projektor geschaffen, mit: einer farbtrennenden/farbrekombinierenden Einheit; einer Lichtquelleneinheit, die an einer Lichteinfallflächenseite der farbtrennenden/farbrekombinierenden Einheit angeordnet ist und die Licht ausgibt, welches eine vorbestimmte Polarisationsrichtung aufweist; ersten, zweiten und dritten reflektierenden Lichtmodulationselementen, die jeweils an Lichteinfall-/ausfallflächenseiten der farbtrennenden/farbrekombinierenden Einheit angeordnet sind; und mit einem optischen Projektionssystem, welches an einer Lichtausfallflächenseite der farbtrennenden/farbrekombinierenden Einheit angeordnet ist.

[0032] Die Farbtrenn-/rekombinierungsmittel können eine erste optische Fläche, eine zweite optische Fläche und eine dritte optische Fläche aufweisen; die erste optische Fläche kann in einem Winkel von 45 Grad mit Bezug zu der Lichteinfallfläche und zu der Lichtausfallfläche angeordnet werden und rechtwinkelig zu der dritten Lichteinfall-/ausfallfläche sowie einer Bodenfläche angeordnet werden, und kann so plaziert sein, dass die erste optische Fläche in Kombination mit der Lichteinfallfläche und mit der ersten Lichteinfall-/ausfallfläche wie der Buchstabe Z aussieht, wenn von oben in einer zweidimensionalen Ansicht betrachtet; die zweite optische Fläche kann in einem Winkel von 45 Grad mit Bezug zu der ersten Lichteinfall-/ausfallfläche und zu der dritten Lichteinfall-/ausfallfläche angeordnet werden und kann rechtwinkelig zu der zweiten Lichteinfall-/ausfallfläche sowie der Lichtausfallfläche angeordnet sein, und kann so plaziert sein, dass die zweite optische Fläche in Kombination mit der dritten Lichteinfall-/ausfallfläche und der Bodenfläche wie der Buchstabe Z aussieht, wenn von der Seite der zweiten Lichteinfall-/ausfallfläche aus betrachtet; und die dritte optische Fläche kann in einem Winkel von 45 Grad mit Bezug zu der dritten Lichteinfall-/ausfallfläche und zu der Lichtausfallfläche angeordnet sein und rechtwinkelig zu der Lichteinfallfläche sowie der ersten Lichteinfall-/ausfallfläche angeordnet werden, und kann so plaziert werden, dass die dritte optische Fläche in Kombination mit der dritten Lichteinfall-/ausfallfläche und mit der Bodenfläche wie der Buchstabe Z aussieht, wenn von der Seite der Lichteinfallfläche aus betrachtet.

[0033] Die erste optische Fläche kann die Eigenschaft haben als eine Trennfläche für polarisiertes Licht zu wirken, die wahlweise nur das polarisierte Licht mit einer besonderen Wellenlänge aufspaltet, die s-polarisiertes Licht der blauen Komponente als eine erste Farbkomponente und s-polarisiertes Licht der grünen Komponente als eine zweite Farbkomponente reflektiert, und die p-polarisiertes Licht der blauen Komponente als eine erste Farbkomponente, p-polarisiertes Licht der grünen Komponente als eine zweite Farbkomponente und s- und p-polarisiertes Licht der roten Komponente als eine dritte Farbkomponente überträgt; die zweite optische Fläche kann die Eigenschaft haben als eine Trennfläche für polarisiertes Licht zu wirken, die wahlweise nur das polarisierte Licht mit einer besonderen Wellenlänge aufspaltet, die nur s-polarisiertes Licht der roten Komponente reflektiert und die p-polarisiertes Licht der roten Komponente überträgt, die p- und s-polarisiertes Licht der grünen Komponente und p- und s-polarisiertes Licht der blauen Komponente überträgt; und die dritte optische Fläche kann die Eigenschaft haben als eine Trennfläche für polarisiertes Licht zu wirken, die wahlweise nur das polarisierte Licht mit einer besonderen Wellenlänge aufspaltet, die nur s-polarisiertes Licht der roten Komponente reflektiert und die p-polarisiertes Licht der roten Komponente überträgt, die p- und s-polarisiertes Licht der grünen Komponente und p- und s-polarisiertes Licht der blauen Komponente überträgt.

[0034] Die Lichtquelleneinheit kann eine Lichtquelle für weisses Licht umfassen, kann Polarisationskonvertierungsmittel, die bewirken, dass das Licht von der weissen Lichtquelle eine vorbestimmte Polarisationsrichtung aufweist, sowie Mittel umfassen, um die Polarisationsrichtung des Lichtes, welches eine besondere Wellenlänge hat, um 90 Grad zu verdrehen.

[0035] [Fig. 1](#) zeigt eine perspektivische Ansicht, in der ein LCD-Projektor nach der vorliegenden Erfindung dargestellt ist;

[0036] [Fig. 2](#) zeigt ein Diagramm, in dem der LCD-Projektor nach der vorliegenden Erfindung dargestellt ist;

[0037] [Fig. 3](#) zeigt eine Vorderansicht, in der der LCD-Projektor nach der vorliegenden Erfindung dargestellt ist;

[0038] [Fig. 4](#) zeigt eine perspektivische Ansicht, in der die farbtrennende/farbrekombinierende Einheit nach

der vorliegenden Erfindung dargestellt ist;

[0039] [Fig. 5](#) zeigt eine perspektivische Ansicht, in der die farbtrennende/farbekombinierende Einheit nach der vorliegenden Erfindung dargestellt ist;

[0040] [Fig. 6](#) zeigt eine perspektivische Ansicht, in der die farbtrennende/farbekombinierende Einheit nach der vorliegenden Erfindung dargestellt ist;

[0041] [Fig. 7](#) zeigt eine perspektivische Ansicht, in der die farbtrennende/farbekombinierende Einheit nach der vorliegenden Erfindung dargestellt ist;

[0042] [Fig. 8](#) zeigt eine perspektivische Ansicht, in der die farbtrennende/farbekombinierende Einheit nach der vorliegenden Erfindung dargestellt ist;

[0043] [Fig. 9](#) zeigt eine perspektivische Ansicht, in der auseinander gebaute Teile der farbtrennenden/farbekombinierenden Einheit nach der vorliegenden Erfindung dargestellt sind;

[0044] [Fig. 10](#) zeigt eine Draufsicht auf einen herkömmlichen LCD-Projektor; und

[0045] [Fig. 11](#) zeigt eine Draufsicht auf einen weiteren herkömmlichen LCD-Projektor.

[0046] Der LCD-Projektor, der in einer perspektivischen Ansicht in der [Fig. 1](#) gezeigt ist, umfasst eine Lichtquelleneinheit **10**, eine farbtrennende/farbekombinierende Einheit **20**, die eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung charakterisiert, eine Farbkomponentenmodulationseinheit **30**, umfassend drei LCD-Paneele **31**, **32**, **33** sowie ein optisches Projektionssystem **40**. Licht, welches von der Lichtquelleneinheit **10** abgegeben wird und eine vorgegebene Polarisationsrichtung hat, tritt in eine Lichteinfallsoberfläche **21** ein, die eine der Flächen der farbtrennenden/farbekombinierenden Einheit **20** ist und wird in die drei primären Farbkomponenten aufgespalten – in dieser Ausführungsform in eine blaue Komponente als eine erste Farbkomponente, in eine grüne Komponente als eine zweite Farbkomponente und in eine rote Komponente als eine dritte Farbkomponente – und zwar durch farbtrennende/farbekombinierende Mittel **50** in der farbtrennenden/farbekombinierenden Einheit **20**. Die drei Farbkomponenten werden rekombiniert nachdem sie durch die Farbkomponentenmodulationseinheit **30** moduliert worden sind. Die rekombinierten Farbkomponente wird von einer Lichteinfallsoberfläche **22** emittiert, die senkrecht zu der Lichteinfallsoberfläche **21** ist und wird durch das optische Projektionssystem **40** projiziert und vergrößert.

[0047] Wie es in einer Draufsicht nach der [Fig. 2](#) und in einer Vorderansicht nach der [Fig. 3](#) gezeigt ist, umfasst die Lichtquelleneinheit **10** eine Lampe **11**, einen Reflektor **12**, der das Licht von der Lampe **11** in Richtung der Lichteinfallsoberfläche **21** reflektiert, einen Polarisierer **13** und eine schmalbandige Retardationsplatte **14**, die das Licht, welches zu der Lichteinfallsoberfläche **21** gelangt, ausrichten, so dass es eine vorbestimmte Polarisationsrichtung aufweist. Bei der vorliegenden Ausführungsform überträgt der Polarisierer **13** zum Beispiel nur Licht mit einer Polarisationsrichtung (horizontale Richtung), die durch die Pfeile mit einer geneigten durchgezogenen Linie in einer perspektivischen Ansicht nach der [Fig. 4](#) dargestellt ist. Eine Polarisationsrichtung einer Farbkomponente – zum Beispiel der grünen Komponente – des Lichtes, welches durch die Polarisationsplatte **13** hindurch tritt, wird um 90 Grad gedreht, und zwar durch die schmalbandige Retardationsplatte **14**, um eine Polarisationsrichtung (vertikale Richtung) zu haben, die durch die Pfeile mit einer vertikalen durchgezogenen Linie in der perspektivischen Ansicht nach der [Fig. 4](#) dargestellt ist.

[0048] Als Alternative zu der schmalbandigen Retardationsplatte kann eine Kombination aus einem Kaltlichtspiegel und einer Retardationsplatte benutzt werden, um einen äquivalenten Effekt zu erzielen.

[0049] Nebenbei bemerkt, ist p-polarisiertes Licht ein Licht, welches in einer Ebene schwingt, die das einfallende Licht, das übertragene Licht und das reflektierte Licht umfasst, sowie s-polarisiertes Licht ein Licht ist, welches senkrecht zu der Ebene schwingt, die durch eine Richtung des einfallenden Lichtes und einer Reflexionsfläche definiert ist. Deshalb bestimmt die Schwingungsrichtung des einfallenden Lichtes, ob das Licht p-polarisiertes Licht oder s-polarisiertes Licht ist, basierend auf der einfallenden und austretenden Richtung des Lichtes und der Reflexionsfläche. Bei der vorliegenden Erfindung, wie später noch beschrieben, variiert das Licht, sogar wenn es aus der gleichen Richtung eintritt und in der gleichen Richtung schwingt, zwischen p-polarisiertem Licht und s-polarisiertem Licht, entsprechend den drei optischen Oberflächen der farbtrennenden/farbekombinierenden Mittel **50**. In den [Fig. 4](#) bis [Fig. 8](#) ist die Polarisationssebene des polarisierten Lichtes durch einen xyz-Raum definiert. Falls rotes Licht zum Beispiel in einer Ebene xy schwingt, so wird auf das

rote Licht als Rxy Bezug genommen.

[0050] In der perspektivischen Ansicht nach der [Fig. 4](#) zeigt eine Polarisationsrichtung, die durch Pfeile mit einer geneigten durchgezogenen Linie angezeigt ist, dass eine Ebene yz eine Polarisationsebene des polarisierten Lichtes ist. Eine Polarisationsrichtung, die durch Pfeile mit einer vertikalen durchgezogenen Linie angezeigt ist, zeigt, dass eine Ebene xy eine Polarisationsebene des polarisierten Lichtes ist. Mit Bezug zu der ersten optischen Fläche **51** der farbtrennenden/farbkombinierenden Einheit **20** ist die Ebene yz für p-polarisiertes Licht sowie die Ebene xy für s-polarisiertes Licht ist.

[0051] Obwohl die Lichtausfallsfläche **22**, die dem optischen Projektionssystem **40** zugewandt ist, auf der Rückseite der Lichteinfallfläche **21** plaziert sein kann, d. h. parallel zu der Lichteinfallfläche **21**, ist die Lichtausfallsfläche **22** in dieser Ausführungsform auf einer Frontfläche angeordnet, die senkrecht zu der Lichteinfallfläche **21** der farbtrennenden/farbkombinierenden Einheit ist, um den Inneren Aufbau der farbtrennenden/farbkombinierenden Einheit **20** zu vereinfachen und um die Einheit **20** zu miniaturisieren.

[0052] Die drei Oberflächen von den verbleibenden vier Oberflächen der farbtrennenden/farbkombinierenden Einheit **20** werden als eine erste Lichteinfall-/ausfallsfläche **23**, entsprechend einer ersten Farbkomponente, als eine zweite Lichteinfall-/ausfallsfläche **24**, entsprechend einer zweiten Farbkomponente, und als eine dritte Lichteinfall-/ausfallsfläche **25**, entsprechend einer dritten Farbkomponente, genutzt, die jeweils den LCD-Paneelen **31**, **32**, **33** zugewandt sind, die das reflektierende Lichtmodulationselement umfassen.

[0053] Die Position zwischen diesen drei Lichteinfall-/ausfallsflächen, die Lichteinfallfläche **21** und die Lichtaustrittsfläche **22** kann frei bestimmt werden, unter Berücksichtigung der Polarisationsrichtung der drei Farbkomponenten und der Position der Lichteinfallfläche **21** und der Lichtaustrittsfläche **22**.

[0054] Bei dieser Ausführungsform, wie in den [Fig. 2](#) und [Fig. 4](#) gezeigt, ist die erste Lichteinfall-/ausfallsfläche **23** an der linken Seitenoberfläche und gegenüberliegend zu der Lichteinfallfläche **21** angeordnet, sowie an der rechten Seitenoberfläche der farbtrennenden/farbkombinierenden Einheit **20** angeordnet. Die zweite Lichteinfall-/ausfallsfläche **24** ist an der Rückseitenfläche gegenüberliegend zu der Lichtausfallsfläche **22** angeordnet, sowie an einer Vorderfläche der farbtrennenden/farbkombinierenden Einheit **20** angeordnet. Die dritte Lichteinfall-/ausfallsfläche **25** ist an einer oberen Oberfläche der farbtrennenden/farbkombinierenden Einheit **20** angeordnet, orthogonal zu der Lichteinfallfläche **21**, der Lichtausfallsfläche **22**, der ersten und der zweiten Lichtmodulationsoberfläche **23** und **24**.

[0055] In der [Fig. 4](#) haben die farbtrennenden/farbkombinierenden Mittel **50** drei optische Flächen; eine erste optische Fläche **51**, eine zweite optische Fläche **52** und eine dritte optische Fläche **53**. Die erste optische Fläche **51**, die durch eine diagonale Schraffierung nach oben rechts in der perspektivischen Ansicht der [Fig. 5](#) hervorgehoben ist, ist in einem 45-Grad-Winkel mit Bezug zu der Lichteinfallfläche **21** und der Lichtausfallsfläche **22** angeordnet und ist orthogonal zu der dritten Lichteinfall-/ausfallsfläche **25** und einer Bodenfläche **26** angeordnet. Wenn die optische Fläche **51** in Kombination mit der Lichteinfallfläche **21** und der ersten Lichteinfall-/ausfallsfläche **23** von oben betrachtet wird, in einer zweidimensionalen Ansicht, dann sehen diese wie der Buchstabe Z aus.

[0056] Die zweite optische Fläche **52**, die durch eine diagonale Schraffierung nach oben links in der perspektivischen Ansicht nach der [Fig. 6](#) hervorgehoben ist, ist in einem 45-Grad-Winkel mit Bezug zu der ersten Lichteinfall-/ausfallsfläche **23** und der dritten Lichteinfall-/ausfallsfläche **25** angeordnet und ist orthogonal zu der zweiten Lichteinfall-/ausfallsfläche **24** und der Lichtausfallsfläche **22** angeordnet. Wenn die zweite optische Fläche **52** in Kombination mit der dritten Lichteinfall-/ausfallsfläche **25** und der Bodenfläche **26** von der Seite der zweiten Lichteinfall-/ausfallsfläche **24** (von der Rückseite aus) betrachtet wird, dann sehen diese wie der Buchstabe Z aus.

[0057] Die dritte optische Fläche **53**, die durch eine diagonale Schraffierung nach oben links in der perspektivischen Ansicht nach der [Fig. 7](#) hervorgehoben ist, ist in einem 45-Grad-Winkel mit Bezug zu der dritten Lichteinfall-/ausfallsfläche **25** und der Lichtausfallsfläche **22** angeordnet und ist orthogonal zu der Lichteinfallfläche **21** und der ersten Lichteinfall-/ausfallsfläche **23** angeordnet. Wenn die dritte optische Fläche **53** in Kombination mit der dritten Lichteinfall-/ausfallsfläche **25** und der Bodenfläche **26** von der Seite der Lichteinfallfläche **21** betrachtet wird, dann sehen diese wie der Buchstabe Z aus.

[0058] Die erste optische Fläche **51** hat die Eigenschaft als eine Lichtauftrennfläche für polarisiertes Licht zu wirken, die selektiv nur das polarisierte Licht mit einer bestimmten Wellenlänge aufspaltet, wie es in der Tabelle

1 gezeigt ist. Insbesondere reflektiert die erste optische Fläche **51** das s-polarisierte Licht der blauen Komponente als eine erste Farbkomponente (in der untenstehenden Tabelle als „B“ bezeichnet) und das s-polarisierte Licht der grünen Komponente als eine zweite Farbkomponente (in der untenstehenden Tabelle als „G“ bezeichnet), sowie sie das p-polarisierte Licht der blauen Komponente als eine erste Farbkomponente, das p-polarisierte Licht der grünen Komponente als eine zweite Farbkomponente und das s- und p-polarisierte Licht der roten Komponente als eine dritte Farbkomponente (in der untenstehenden Tabelle als „R“ bezeichnet) durchlässt.

[0059] Die zweite optische Fläche **52** hat die Eigenschaft als eine Lichtauftrennfläche für polarisiertes Licht zu wirken, die selektiv nur das polarisierte Licht mit einer bestimmten Wellenlänge aufspaltet, wie es in der Tabelle 2 gezeigt ist. Insbesondere reflektiert die zweite optische Fläche **52** nur das s-polarisierte Licht der roten Komponente und lässt das p-polarisierte Licht der roten Komponente sowie das p- und s-polarisierte Licht der grünen Komponente und das p- und s-polarisierte Licht der blauen Komponente durch.

[0060] Die dritte Fläche **53** hat die Eigenschaft als eine Lichtauftrennfläche für polarisiertes Licht zu wirken, die selektiv nur das polarisierte Licht mit einer bestimmten Wellenlänge aufspaltet, wie es in der Tabelle 3 gezeigt ist. Insbesondere reflektiert die dritte optische Fläche **53** nur das s-polarisierte Licht der roten Komponente und lässt das p-polarisierte Licht der roten Komponente sowie das p- und s-polarisierte Licht der grünen Komponente und das p- und s-polarisierte Licht der blauen Komponente durch.

[Tabelle 1] Eigenschaft der ersten optischen Fläche		
Farbkomponente	s-polarisiertes Licht	p-polarisiertes Licht
B	reflektieren	durchlassen
G	reflektieren	durchlassen
R	durchlassen	durchlassen

[Tabelle 2] Eigenschaft der zweiten optischen Fläche		
Farbkomponente	s-polarisiertes Licht	p-polarisiertes Licht
B	durchlassen	durchlassen
G	durchlassen	durchlassen
R	reflektieren	durchlassen

[Tabelle 1] Eigenschaft der dritten optischen Fläche		
Farbkomponente	s-polarisiertes Licht	p-polarisiertes Licht
B	durchlassen	durchlassen
G	durchlassen	durchlassen
R	reflektieren	durchlassen

[0061] Die Eigenschaften der zweiten optischen Fläche **52** und der dritten optischen Fläche **53** sind offensichtlich gleich, wie es aus den Tabellen 2 und 3 ersichtlich ist. Damit ist es ausreichend für die farbtrennenden/farbkombinierenden Mittel **50**, dass sie eine Fläche aufweisen, die die gleichen Eigenschaften wie die erste optische Fläche **41** hat und dass sie zwei Flächen haben, die die gleichen Eigenschaften haben wie die zweite optische Fläche **52** oder wie die dritte optische Fläche **53**.

[0062] Wenn man eine solche farbtrennende/farbkombinierende Einheit **20** benutzt, wie diese in den [Fig. 4](#), [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) gezeigt ist, dann ist eine blaue Komponente Byz, die von der Lichteinfallfläche **21** einfällt, deren Polarisationssebene die Ebene yz ist, p-polarisiertes Licht mit Bezug zu der ersten optischen Fläche **51**, wodurch sie durch die erste optische Fläche **51** als blaue Komponente Byz hindurch tritt. Obwohl die blaue Komponente Byz s-polarisiertes Licht ist, mit Bezug zu der zweiten optischen Fläche **52**, kann die blaue Komponente Byz durch die zweite optische Fläche **52** hindurch treten, da die zweite optische Fläche **52** die Eigenschaft hat, das s-polarisierte Licht hindurch zu lassen. Dann kann die blaue Komponente Byz von der ersten Lichteinfall-/ausfallfläche **23** als die blaue Komponente Byz emittiert werden, ohne eine Behinderung durch die erste oder zweite optische Fläche **51**, **52**.

[0063] Da die grüne Komponente Gxy, die von der Lichteinfallfläche **21** einfällt, deren Polarisationssebene die

Ebene xy ist, s-polarisiertes Licht ist, mit Bezug zu der ersten optischen Fläche **51**, reflektiert die grüne Komponente Gxy um 90 Grad gedreht von der ersten optischen Fläche **51** und wird durch die zweite Lichteinfall-/ausfallsfläche **24** emittiert, nämlich als grüne Komponente Gxz, deren Polarisations Ebene die Ebene xz ist.

[0064] Die rote Komponente Ryz, die von der Lichteinfallfläche **21** einfällt, deren Polarisations Ebene die Ebene yz ist, ist p-polarisiertes Licht, mit Bezug zu der ersten optischen Fläche **51**, wie es in den [Fig. 4](#), [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) gezeigt ist, und tritt durch die erste optische Fläche **51** als die rote Komponente Ryz hindurch. Da die rote Komponente Ryz s-polarisiertes Licht ist, mit Bezug zu der zweiten optischen Fläche **52**, reflektiert die rote Komponente Byz nach oben um 90 Grad gedreht von der zweiten optischen Fläche **52**, da die Fläche **52** die Eigenschaft hat, das s-polarisierte Licht der roten Komponente zu reflektieren. Dann wird die rote Komponente Ryz von der dritten Lichteinfall-/ausfallsfläche **25** als die rote Komponente Rxz emittiert, deren Polarisations Ebene die Ebene xz ist.

[0065] Die LCD-Paneele **31**, **32**, **33** reflektieren jeweils Licht, welches eintritt, um Pixel abzubilden, und zwar in die entgegengesetzte Richtung zu der Einfallsrichtung, indem die Polarisationsrichtung des Lichtes um 90 Grad verdreht wird. Ebenso reflektieren die LCD-Paneele **31**, **32**, **33** das Licht, welches bezüglich anderer Pixel, die nicht abgebildet werden sollen, eintritt, und zwar in die entgegengesetzte Richtung zu der Einfallsrichtung, ohne eine Rotation der Polarisationsrichtung des Lichtes.

[0066] Somit wird die blaue Komponente Byz, die von der ersten Lichteinfall-/ausfallsfläche **23** emittiert wird, in der ersten LCD-Paneele für blau 31 moduliert und tritt in die erste Lichteinfall-/ausfallsfläche **23** als blaues Abbildungslicht ein, welches in eine blaue Komponente Bxy konvertiert worden ist, deren Polarisations Ebene die Ebene xy ist. Die blaue Komponente Bxy, die von der ersten Lichteinfall-/ausfallsfläche **23** einfällt, ist s-polarisiertes Licht mit Bezug zu der ersten optischen Fläche **51**, wird um 90 Grad von der ersten optischen Fläche **51** reflektiert und wird von der Lichtausfallsfläche **22** als die blaue Komponente Bxz emittiert, deren Polarisations Ebene die Ebene xz ist. Da die zweite und die dritte optische Fläche **52** und **53** die Eigenschaft haben, das s-polarisierte Licht und das p-polarisierte Licht der blauen Komponente zu übertragen, kann die blaue Komponente Bxz von der Lichtausfallsfläche **22** emittiert werden, ohne eine Behinderung durch eine der optischen Flächen **52** oder **53**.

[0067] Die grüne Komponente Gxz, die von der zweiten Lichteinfall-/ausfallsfläche **24** emittiert wird, wird in der zweiten LCD-Paneele für grün 32 moduliert und tritt in die zweite Lichteinfall-/ausfallsfläche **24** als grünes Abbildungslicht ein, konvertiert in eine grüne Komponente Gyz, deren Polarisations Ebene die Ebene yz ist. Die grüne Komponente Gyz, die von der Lichteinfall-/ausfallsfläche **24** einfällt, ist p-polarisiertes Licht mit Bezug zu der ersten optischen Fläche **51**, wie es in den [Fig. 5](#), [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) gezeigt ist, und wird von der Lichtausfallsfläche **22** durch die erste optische Fläche **51** emittiert. Da die zweite und die dritte optische Fläche **52** und **53** die Eigenschaft haben, das s-polarisierte Licht und das p-polarisierte Licht der grünen Komponente durchzulassen, kann die grüne Komponente Gyz von der Lichtausfallsfläche **22** emittiert werden, ohne eine Behinderung durch eine der optischen Flächen **52** oder **53**.

[0068] Die rote Komponente Rxz, die von der dritten Lichteinfall-/ausfallsfläche **25** emittiert wird, wird in der dritten LCD-Paneele für rot 33 moduliert, und tritt in die dritte Lichteinfall-/ausfallsfläche **25** als rotes Abbildungslicht ein, konvertiert in eine rote Komponente Rxy, deren Polarisations Ebene die Ebene xy ist. Die rote Komponente Rxy, die von der Lichteinfall-/ausfallsfläche **25** einfällt, ist p-polarisiertes Licht mit Bezug zu der zweiten optischen Fläche **52**, wie es in den [Fig. 6](#), [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) gezeigt ist, und tritt durch die zweite optische Fläche **52** hindurch. Die rote Komponente Rxy ist s-polarisiertes Licht mit Bezug zu der dritten optischen Fläche **53**, und wird vorwärts auf die dritte optische Fläche **53** reflektiert und wird von der Lichtausfallsfläche **22** als rote Komponente Ryz emittiert. Da die erste optische Fläche **51** die Eigenschaft hat das s-polarisierte Licht und das p-polarisierte Licht der roten Komponente zu übertragen, kann die rote Komponente Ryz von der Lichtausfallsfläche **22** ohne Behinderung durch die erste optische Fläche **51** emittiert werden.

[0069] Mit anderen Worten ausgedrückt, hat die erste optische Fläche **51** die Funktion des Aufspaltens der grünen Komponente der zweiten Farbkomponente aus dem Licht, welches von der Lichtquelleneinheit **10** emittiert wird und die Funktion des Rekombinierens des blauen Abbildungslichts der ersten Farbkomponente, die von der ersten LCD-Paneele **31** reflektiert worden ist und des grünen Abbildungslichts der zweiten Farbkomponente, die von der zweiten LCD-Paneele **32** einfällt. Die zweite optische Fläche **52** hat die Funktionen des Aufspaltens der roten Komponente der dritten Farbkomponente aus dem Licht, welches von der Lichtquelleneinheit **10** einfällt. Die dritte optische Fläche **53** weist Funktionen des Rekombinierens der rekombinierten blauen und grünen Abbildungslichter als die erste und die zweite Farbkomponente sowie des roten Abbildungs-

lichts der dritten Farbkomponente auf, die von der dritten LCD-Paneele **33** einfällt.

[0070] Obwohl es keine Beschränkung für die Herstellungsverfahren der farbtrennenden-/farbrekombinierenden Einheit **20** gibt, ist ein Beispiel in der perspektivischen Explosionszeichnung nach der [Fig. 9](#) dargestellt. Zuerst wird ein Würfel der farbtrennenden-/farbrekombinierenden Einheit **20** an den optischen Flächen **51**, **52** und **53** in sechs Tetraeder **20a** bis **20f** aufgeteilt. Als nächstes werden optische Bereiche **51a–53b** an einer Seite (oder an beiden Seiten) der gemeinschaftlichen Flächen **51a** bis **53a** und **51b** bis **53b** der Tetraeder **20a** bis **20f**, die einander gegenüberliegen, ausgebildet. Dann werden die gemeinsamen (Ober-)Flächen **51a** bis **53a**, die den gemeinsamen Oberflächen **51b** bis **53b** gegenüberliegen, jeweils miteinander verbunden, nämlich durch Bonden oder Verschmelzen. Gemäß der oben beschriebenen Methode kann die farbtrennende-/farbrekombinierende Einheit **20** einfach und mit hoher Präzision gefertigt werden.

[0071] In der [Fig. 9](#) bezeichnen die Bezugszeichen **21a** und **21b**, **22a** und **22b**, **23a** und **23b**, **24a** und **24b**, **25a** und **25b** sowie **26a** und **26b** jeweils die Einfallflächen für das aufgeteilte Licht, die Ausfallflächen für das aufgeteilte Licht, die ersten Einfall-/Ausfallflächen für das aufgeteilte Licht, die zweiten Einfall-/Ausfallflächen für das aufgeteilte Licht, die dritten Einfall-/Ausfallflächen für das aufgeteilte Licht sowie die aufgeteilten anderen Oberflächen (Bodenflächen).

[0072] Ein erster Tetraeder **20a** besteht aus einer Lichtausfallfläche **22a** und aus einer ersten Lichteinfall-/ausfallfläche **23b** in der Form eines gleichschenkligen rechtwinkligen Dreiecks sowie aus einer optischen Fläche **53a** und einer gemeinsamen Fläche **52b** in der Form eines rechtwinkligen Dreiecks. Ein zweiter Tetraeder **20b** besteht aus einer Lichtausfallfläche **22b** und aus einer dritten Lichteinfall-/ausfallfläche **25b** in der Form eines gleichschenkligen rechtwinkligen Dreiecks sowie aus einer optischen Fläche **52a** und einer gemeinsamen Fläche **51b** in der Form eines rechtwinkligen Dreiecks.

[0073] Ein dritter Tetraeder **20c** besteht aus einer Lichteinfallfläche **21a** und aus einer dritten Lichteinfall-/ausfallfläche **25b** in der Form eines gleichschenkligen rechtwinkligen Dreiecks sowie aus einer optischen Fläche **51a** und einer gemeinsamen Fläche **53b** in der Form eines rechtwinkligen Dreiecks. Ein vierter Tetraeder **20d** besteht aus einer ersten Lichteinfall-/ausfallfläche **23a** und aus einer optischen Fläche **51a** und einer gemeinsamen Fläche **53b** in der Form eines rechtwinkligen Dreiecks.

[0074] Ein fünfter Tetraeder **20e** besteht aus einer zweiten Lichteinfall-/ausfallfläche **24b** und aus einer weiteren Fläche **26b** in der Form eines gleichschenkligen rechtwinkligen Dreiecks sowie aus einer optischen Fläche **52a** und einer gemeinsamen Fläche **51b** in der Form eines rechtwinkligen Dreiecks. Ein sechster Tetraeder **20f** besteht aus einer Lichteinfallfläche **21b** und aus einer zweiten Lichteinfall-/ausfallfläche **24a** in der Form eines gleichschenkligen rechtwinkligen Dreiecks sowie aus einer optischen Fläche **53a** und einer gemeinsamen Fläche **52b** in der Form eines rechtwinkligen Dreiecks.

[0075] Die drei rekombinierten primären Farbkomponenten (Abbildungslicht) treten in das optische Projektionssystem **40** von der Lichtausfallfläche **22** ein und werden vergrößert und durch das optische Projektionssystem **40** projiziert. Wie es in der [Fig. 2](#) gezeigt ist, kann der LCD-Projektor nach dieser Ausführungsform, wenn notwendig, eine schmalbandige Retardationsplatte **41** aufweisen, die das p-polarisierte Licht der grünen Komponente in s-polarisiertes Licht der grünen Komponente konvertiert, indem deren Polarisationsrichtung um 90 Grad rotiert wird, sowie eine Polarisationsplatte **42**, die s-polarisiertes Licht von jeder Farbkomponente durchläßt, um den Kontrast des rekombinierten Abbildungslichts zu verbessern, bevor dieses in das Projektionssystem **43** eintritt, um dort vergrößert und projiziert zu werden.

[0076] Wie oben beschrieben, ist die farbtrennende-/farbrekombinierende Einheit **20** nach dieser Ausführungsform in Form eines Würfels ausgebildet und umfasst eine Lichteinfallfläche **21**, die der Lichtquelleneinheit **10** gegenüberliegt, die Licht abgibt, das eine vorbestimmte Polarisationsrichtung hat, sowie drei Lichteinfall-/ausfallflächen **23**, **24** und **25**, die jeweils den LCD-Paneelen **31**, **32** und **33** gegenüberliegen, eine Lichtausfallfläche **22**, die dem optischen Projektionssystem **40** zugewandt ist sowie eine weitere Oberfläche **26**. Die farbtrennende-/farbrekombinierende Einheit **20** umfasst auch die farbtrennenden-/farbrekombinierenden Mittel **50** im Inneren. Die farbtrennenden-/farbrekombinierenden Mittel **50** separieren das Licht, welches von der Lichtquelleneinheit **10** emittiert wird, in die drei primären Farbkomponenten und emittieren die separierten Farbkomponenten jeweils über die korrespondierenden Lichteinfall-/ausfallflächen **23**, **24** und **25**. Nach den LCD-Paneelen **31**, **32** und **33**, von denen jedes gegenüberliegend den Lichteinfall-/ausfallflächen **23**, **24** und **25** plaziert ist, wird die Polarisationsrichtung der Farbkomponenten um 90 Grad gedreht und diese reflektiert, wobei die farbtrennenden-/farbrekombinierenden Mittel **50** die drei primären Farbkomponenten rekombinieren, und über die Lichtausfallfläche **22** in Richtung des optischen Projektionssystems **40** emittieren.

[0077] Mit dieser Konfiguration kann eine Seite von jeder Fläche der farbtrennenden-/farbrekombinierenden Einheit **20** verkürzt werden, auf eine Länge, die die gleiche ist wie die eine Seite der LCD-Paneele **31**, **32** und **33** (falls die LCD-Paneele **31**, **32** und **33** rechteckig ausgebildet sind und eine längere Seite aufweisen). Deshalb kann der LCD-Projektor, der drei LCD-Paneele einsetzt, die Separation und die Rekombination der Farbkomponenten in einem Neuntel der Fläche des herkömmlichen Projektors nach der [Fig. 10](#) ausführen, sowie in einem Viertel der Fläche des herkömmlichen Projektors nach der [Fig. 11](#). Kurz gesagt, kann eine bemerkenswert kompakte farbtrennende-/farbrekombinierende Einheit **20** erreicht werden, verglichen mit herkömmlichen farbtrennenden-/farbrekombinierenden Einheiten, was zu einem bemerkenswert kompakten LCD-Projektor führt, der die Einheit **20** benutzt.

[0078] Weiterhin kann die Weglänge für jede Farbkomponente zwischen der Lichtquelleneinheit **10** und dem optischen Projektionssystem **40** verkürzt werden, nämlich auf annähernd ein Drittel, verglichen mit dem herkömmlichen System, wodurch der Verlust an Licht verringert wird. Damit kann bzw. können der Energieverbrauch, die Kosten und die Größe der Lichtquelleneinheit **10** reduziert werden. Somit kann ein weiter miniaturisierter LCD-Projektor mit geringen Kosten geschaffen werden.

[0079] Weiterhin kann, da die Weglänge für jede Farbkomponente zwischen jeder LCD-Paneele **31**, **32**, **33** und dem optischen Projektionssystem **40** verkürzt werden kann, nämlich auf etwa die Hälfte, verglichen mit einem herkömmlichen System, eine Diffusion jeder Farbkomponente verringert werden, wodurch die Miniaturisierung des optischen Projektionssystems **40** erreicht wird. Somit kann eine weitere Verkleinerung des LCD-Projektors geschaffen werden.

[0080] Darüber hinaus hilft eine kleine Anzahl von Teilen, um den LCD-Projektor zusammen zu bauen, die Kosten stark zu kürzen.

[0081] Wie oben beschrieben, ist die farbtrennende-/farbrekombinierende Einheit nach der vorliegenden Erfindung als Würfel ausgebildet und umfasst eine Lichteinfallfläche, die der Lichtquelleneinheit zugewandt ist, die Licht emittiert, welches eine bestimmte Polarisationsrichtung hat, sowie drei Lichteinfalls-/ausfallsflächen, die jeweils reflektierenden Lichtmodulationselementen zugewandt sind, eine Lichtausfallsfläche, die dem optischen Projektionssystem zugewandt ist, und eine weitere Oberfläche. Die farbtrennende-/farbrekombinierende Einheit umfasst auch farbtrennende-/farbrekombinierende Mittel im Inneren. Die farbtrennenden-/farbrekombinierenden Mittel separieren das Licht, welches von der Lichtquelleneinheit emittiert wird, in die drei primären Farbkomponenten und emittiert die separierten Farbkomponenten jeweils über die korrespondierenden Lichteinfalls-/ausfallsflächen. Nachdem die reflektierenden Lichtmodulationselemente, von denen jedes gegenüberliegend den Lichteinfalls-/ausfallsflächen platziert ist, die Polarisationsrichtung der Farbkomponenten um 90 Grad rotiert hat, reflektiert es diese, wonach die farbtrennenden-/farbrekombinierenden Mittel die drei primären Farbkomponenten rekombinieren, um diese über die Lichtausfallsfläche in Richtung des optischen Projektionssystems zu emittieren.

[0082] Mit dieser Konfiguration kann eine bemerkenswert kompakte farbtrennende-/farbrekombinierende Einheit erhalten werden, verglichen mit einer herkömmlichen farbtrennenden-/farbrekombinierenden Einheit, wodurch ein bemerkenswert kompakter LCD-Projektor mit drei LCD-Paneele erreichbar ist, verglichen mit dem herkömmlichen LCD-Projektor mit drei LCD-Paneele, indem die farbtrennende-/farbrekombinierende Einheit eingesetzt wird.

[0083] Weiterhin kann die Weglänge für jede Farbkomponente zwischen der Lichtquelleneinheit und dem optischen Projektionssystem verkürzt werden, nämlich auf annähernd ein Drittel, verglichen mit einem herkömmlichen System, wodurch der Verlust an Licht verringert wird. Damit kann bzw. können der Energieverbrauch, die Kosten und die Größe der Lichtquelleneinheit reduziert werden. Somit kann ein weiter miniaturisierter LCD-Projektor mit geringen Kosten geschaffen werden, der einen geringen Energieverbrauch hat.

[0084] Weiterhin kann, da die Weglänge für jede Farbkomponente zwischen jeder LCD-Paneele und dem optischen Projektionssystem verkürzt werden kann, nämlich auf etwa ein Drittel, verglichen mit einem herkömmlichen System, sowie eine Diffusion jeder Farbkomponente verringert werden kann, die zwischen den LCD-Paneele und dem optischen Projektionssystem auftritt, wodurch die Miniaturisierung des optischen Projektionssystems erreicht wird. Somit kann eine weitere Verkleinerung des LCD-Projektors geschaffen werden. Darüber hinaus hilft eine kleine Anzahl von Teilen, um den LCD-Projektor zusammen zu bauen, die Kosten stark zu kürzen.

[0085] Wie oben beschrieben, wird die farbtrennende-/farbrekombinierende Einheit nach der vorliegenden Erfindung bei einem LCD-Projektor eingesetzt, der drei reflektierende LCD-Paneele verwendet, sowie sie insbesondere geeignet ist, den LCD-Projektor zu miniaturisieren.

Patentansprüche

1. Farbtrennende/Farbrekombinierende Einheit, die in Form eines Würfels ausgebildet ist, mit:
 einer Lichteinfallfläche (21), die, wenn in Benutzung, einer Lichtquelleneinheit (10) zugewandt ist, die Licht abgibt, welches eine vorbestimmte Polarisationsrichtung aufweist;
 einer ersten, zweiten und dritten Lichteinfall-/ausfallfläche (23, 24, 25), von denen jede, wenn in Benutzung, einem reflektierenden Lichtmodulationselement (31, 32, 33) zugewandt ist;
 einer Lichtausfallfläche (22), die, wenn in Benutzung, einem optischen Projektionssystem (40) zugewandt ist;
 einer weiteren Oberfläche (26); und
 innenliegenden Farbtrenn-/rekombinierungsmitteln (50),
 wobei die Farbtrenn-/rekombinierungsmittel (50) das Licht in die drei primären Farbkomponenten aufspalten, welches von der Lichtquelleneinheit (10) abgegeben wird, die aufgetrennten Komponenten über die Lichteinfall-/ausfallflächen (23, 24, 25) abgeben, die drei Farbkomponenten rekombinieren, deren Polarisationsrichtung um 90 Grad gedreht wurde und die von den reflektierenden Lichtmodulationselementen (31, 32, 33) reflektiert wurden, die gegenüberliegend den Lichteinfall-/ausfallflächen (23, 24, 25) angeordnet sind, sowie die rekombinierten Farbkomponenten in Richtung des optischen Projektionssystems (40) abgeben, und wobei die Lichteinfallfläche (21), die erste, zweite und dritte Lichteinfall-/ausfallfläche (23, 24, 25), die Lichtausfallfläche (22) sowie die weitere Oberfläche (26) jeweils eine unterschiedliche Seite des Würfels ausbilden.

2. Farbtrennende/Farbrekombinierende Einheit (50) nach Anspruch 1, wobei
 die Lichteinfallfläche (21) und die Lichtausfallfläche (22) rechtwinkelig zueinander angeordnet sind;
 die erste Lichteinfall-/ausfallfläche (23) gegenüberliegend der Lichteinfallfläche (21) angeordnet ist;
 die zweite Lichteinfall-/ausfallfläche (24) gegenüberliegend der Lichtausfallfläche (22) angeordnet ist; und
 die dritte Lichteinfall-/ausfallfläche (25) rechtwinkelig zu der ersten und zu der zweiten Lichteinfall-/ausfallfläche (23, 24) angeordnet ist.

3. Farbtrennende/Farbrekombinierende Einheit (50) nach Anspruch 1, wobei die Farbtrenn-/rekombinierungsmittel (50) eine erste optische Fläche (51) umfassen, die mit Bezug zu der Lichteinfallfläche (21) und zu der Lichtausfallfläche (22) um 45 Grad geneigt ist, sowie eine zweite optische Fläche (52) umfassen, die mit Bezug zu der ersten und zu der dritten Lichteinfall-/ausfallfläche (23, 25) um 45 Grad geneigt ist, sowie eine dritte optische Fläche (53) umfassen, die mit Bezug zu der dritten Lichteinfall-/ausfallfläche (25) und der Lichtausfallfläche (22) um 45 Grad geneigt ist.

4. LCD-Projektor, mit:
 einer farbtrennenden/farbrekombinierenden Einheit (50) nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 3;
 einer Lichtquelleneinheit (10), die an einer Lichteinfallflächenseite (21) der farbtrennenden/farbrekombinierenden Einheit (50) angeordnet ist und die Licht ausgibt, welches eine vorbestimmte Polarisationsrichtung aufweist;
 ersten, zweiten und dritten reflektierenden Lichtmodulationselementen (31, 32, 33), die jeweils an Lichteinfall-/ausfallflächenseiten (23, 24, 25) der farbtrennenden/farbrekombinierenden Einheit (50) angeordnet sind; und
 einem optischen Projektionssystem (40), welches an einer Lichtausfallflächenseite (22) der farbtrennenden/farbrekombinierenden Einheit (50) angeordnet ist.

5. Farbtrennende/Farbrekombinierende Einheit (5) nach Anspruch 3, wobei:
 die Farbtrenn-/rekombinierungsmittel (50) eine erste optische Fläche (51), eine zweite optische Fläche (52) und eine dritte optische Fläche (53) aufweisen;
 die erste optische Fläche (51) in einem Winkel von 45 Grad mit Bezug zu der Lichteinfallfläche (21) und zu der Lichtausfallfläche (22) angeordnet ist und rechtwinkelig zu der dritten Lichteinfall-/ausfallfläche (25) sowie einer Bodenfläche (26) angeordnet ist, und so platziert ist, dass die erste optische Fläche (51) in Kombination mit der Lichteinfallfläche (21) und der ersten Lichteinfall-/ausfallfläche (23) wie der Buchstabe Z aussieht, wenn von oben in einer zweidimensionalen Ansicht betrachtet;
 die zweite optische Fläche (52) in einem Winkel von 45 Grad mit Bezug zu der ersten Lichteinfall-/ausfallfläche (23) und zu der dritten Lichteinfall-/ausfallfläche (22) angeordnet ist und rechtwinkelig zu der zweiten

Lichteinfalls-/ausfallsfläche (24) sowie der Lichtausfallsfläche (22) angeordnet ist, und so plaziert ist, dass die zweite optische Fläche (52) in Kombination mit der dritten Lichteinfalls-/ausfallsfläche (25) und der Bodenfläche (26) wie der Buchstabe Z aussieht, wenn von der Seite der zweiten Lichteinfalls-/ausfallsfläche (24) betrachtet; und

die dritte optische Fläche (53) in einem Winkel von 45 Grad mit Bezug zu der dritten Lichteinfalls-/ausfallsfläche (25) und zu der Lichtausfallsfläche (22) angeordnet ist und rechtwinkelig zu der Lichteinfallsfläche (21) sowie der ersten Lichteinfalls-/ausfallsfläche (23) angeordnet ist, und so plaziert ist, dass die dritte optische Fläche (53) in Kombination mit der dritten Lichteinfalls-/ausfallsfläche (25) und der Bodenfläche (26) wie der Buchstabe Z aussieht, wenn von der Seite der Lichteinfallsfläche (21) betrachtet.

6. Farbtrennende/Farbrekombinierende Einheit (50) nach Anspruch 3, wobei:

die erste optische Fläche (51) die Eigenschaft hat als eine Trennfläche für polarisiertes Licht zu wirken, die wahlweise nur das polarisierte Licht mit einer besonderen Wellenlänge aufspaltet, die s-polarisiertes Licht der blauen Komponente als eine erste Farbkomponente und s-polarisiertes Licht der grünen Komponente als eine zweite Farbkomponente reflektiert, und die p-polarisiertes Licht der blauen Komponente als eine erste Farbkomponente, p-polarisiertes Licht der grünen Komponente als eine zweite Farbkomponente und s- und p-polarisiertes Licht der roten Komponente als eine dritte Farbkomponente überträgt;

die zweite optische Fläche (52) die Eigenschaft hat als eine Trennfläche für polarisiertes Licht zu wirken, die wahlweise nur das polarisierte Licht mit einer besonderen Wellenlänge aufspaltet, die nur s-polarisiertes Licht der roten Komponente reflektiert und die p-polarisiertes Licht der roten Komponente überträgt, die p- und s-polarisiertes Licht der grünen Komponente und p- und s-polarisiertes Licht der blauen Komponente überträgt; und die dritte optische Fläche (53) die Eigenschaft hat als eine Trennfläche für polarisiertes Licht zu wirken, die wahlweise nur das polarisierte Licht mit einer besonderen Wellenlänge aufspaltet, die nur s-polarisiertes Licht der roten Komponente reflektiert und die p-polarisiertes Licht der roten Komponente überträgt, die p- und s-polarisiertes Licht der grünen Komponente und p- und s-polarisiertes Licht der blauen Komponente überträgt.

7. LCD-Projektor nach Anspruch 4, wobei die Lichtquelleneinheit (10) eine Lichtquelle für weißes Licht, Polarisationskonvertierungsmittel, die bewirken, dass das Licht von der Lichtquelle für weißes Licht eine vorbestimmte Polarisationsrichtung aufweist, sowie Mittel umfasst, um die Polarisationsrichtung des Lichtes, welches eine besondere Wellenlänge hat, um 90 Grad zu verdrehen.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

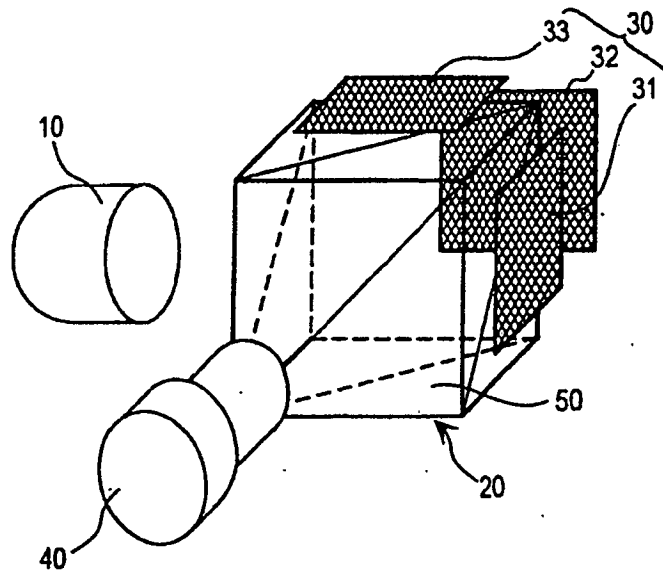


FIG. 2

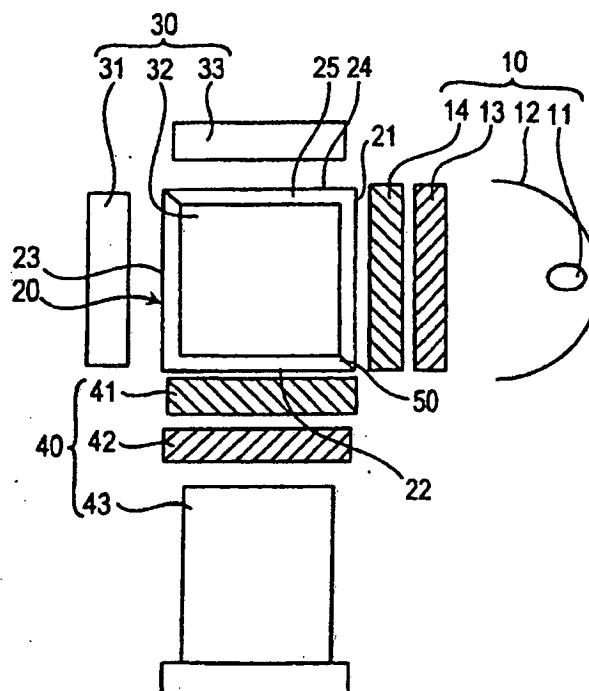


FIG.3

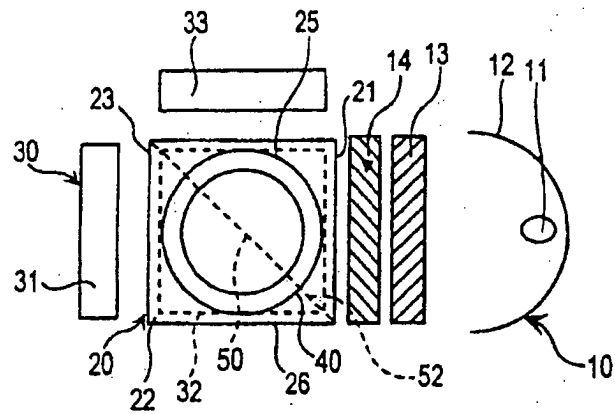


FIG.4

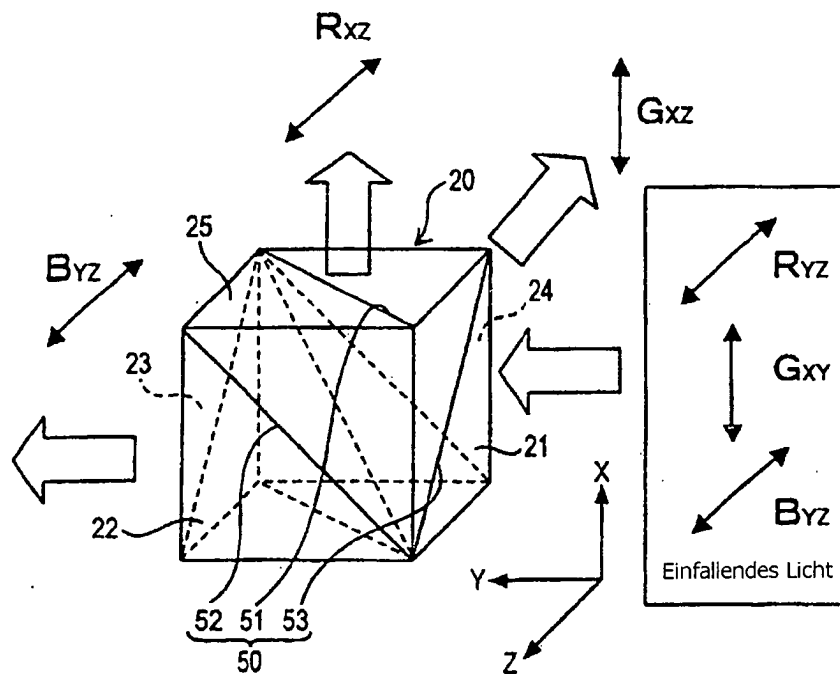


FIG.5

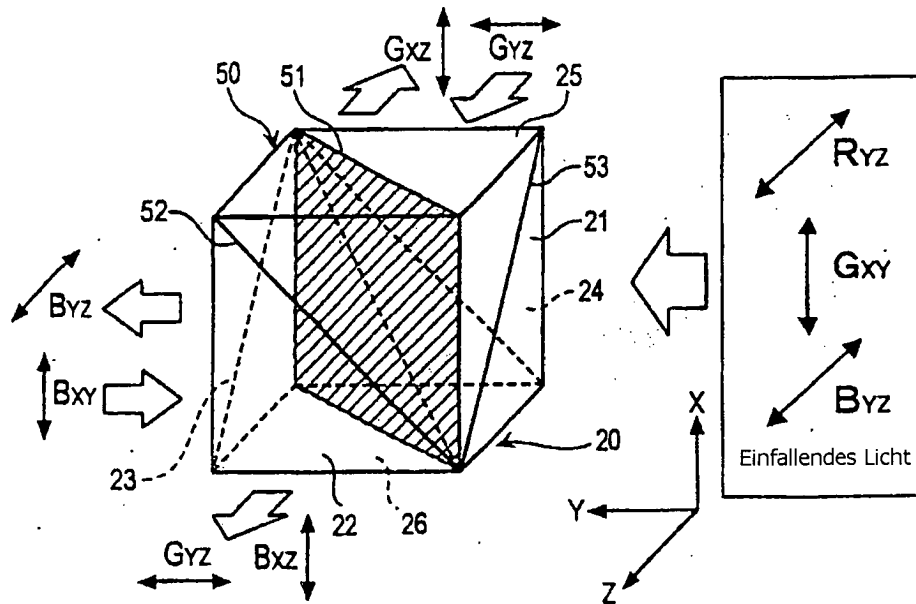


FIG.6

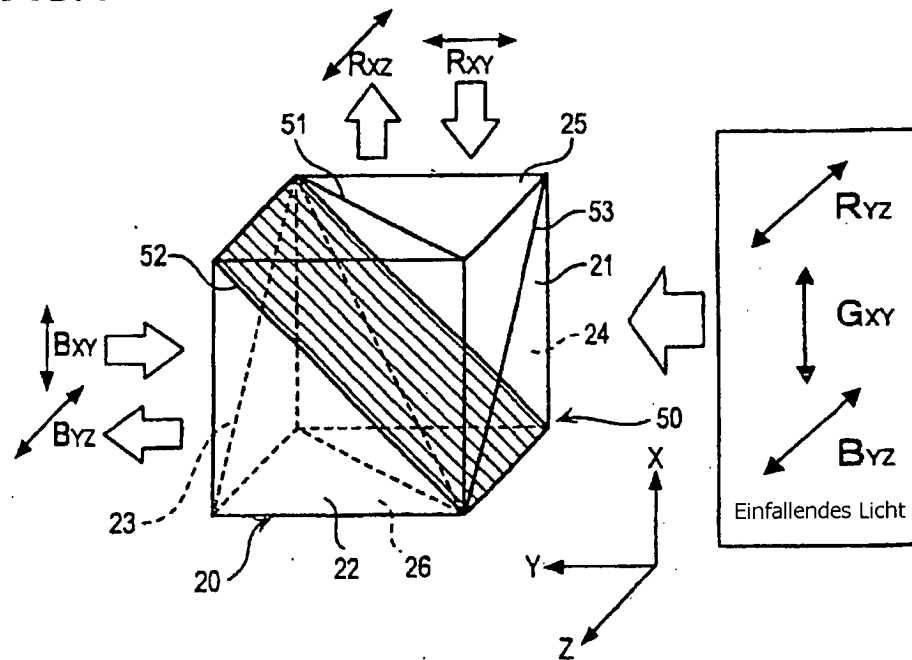


FIG.7

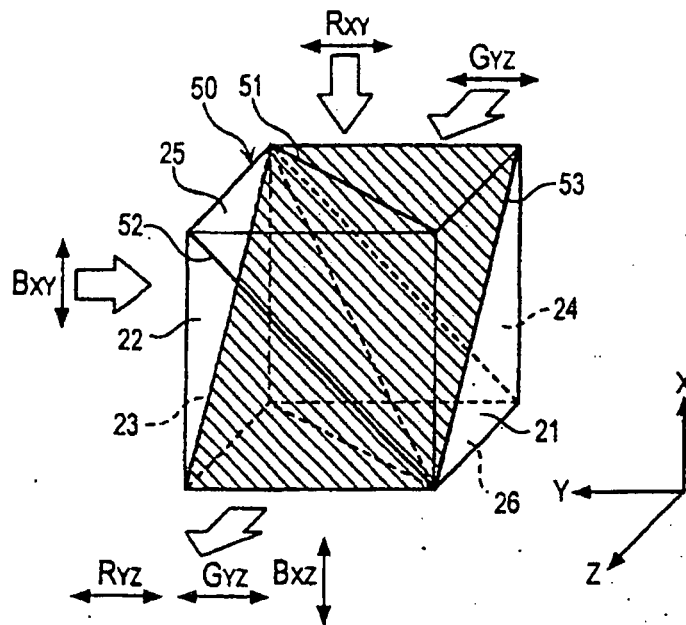


FIG.8

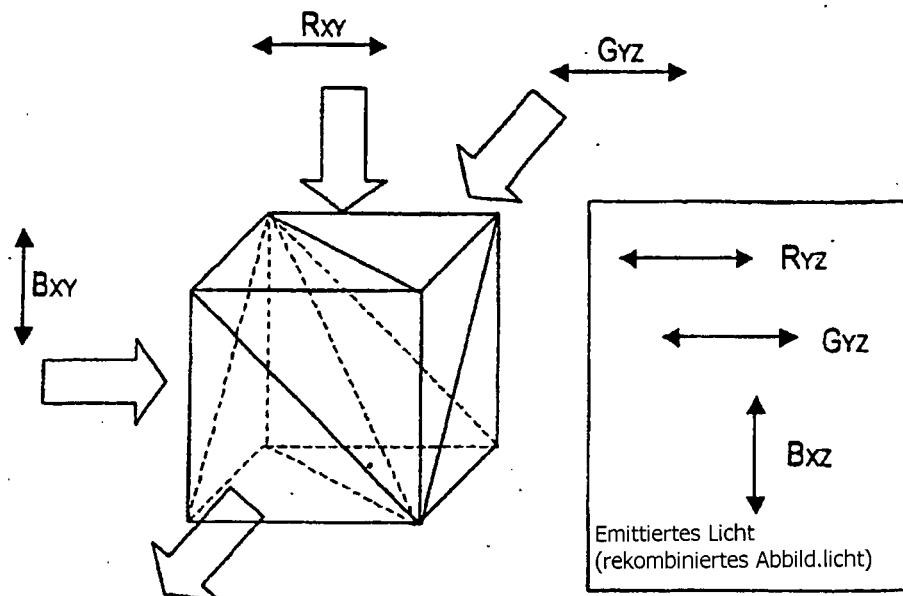


FIG.9

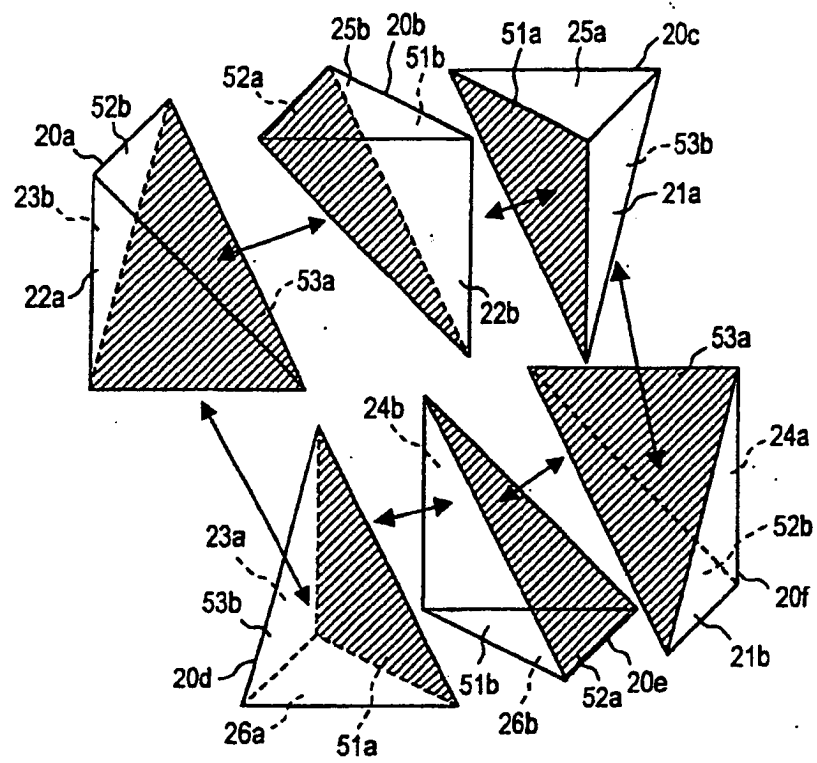


FIG. 10

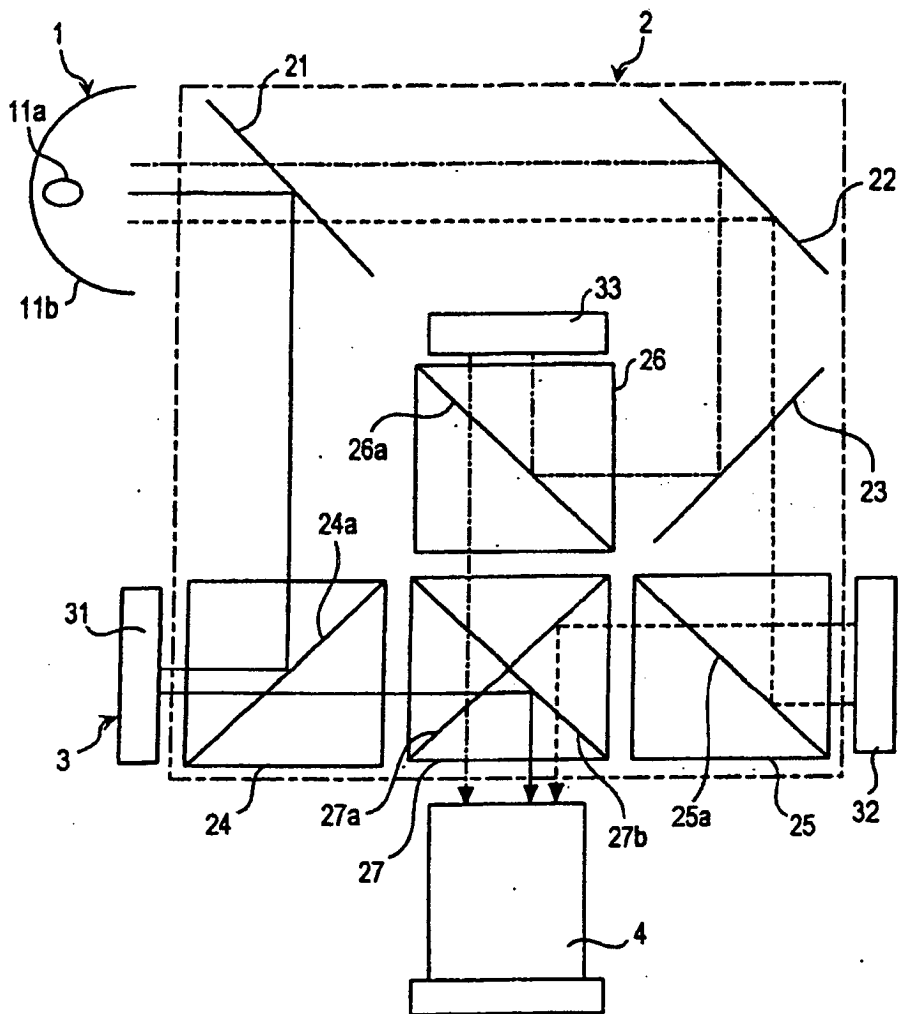


FIG. 11

