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

(10) **DE 600 10 548 T2** 2004.09.23

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 033 614 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 10 548.2**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 301 686.2**
(96) Europäischer Anmeldetag: **02.03.2000**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **06.09.2000**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **12.05.2004**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **23.09.2004**

(51) Int Cl.[7]: **G03B 21/14**
G02B 5/04, H04N 5/74

(30) Unionspriorität:
5440899 02.03.1999 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

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

(74) Vertreter:
Weickmann & Weickmann, 81679 München

(72) Erfinder:
Kato, Hisamaro, Suwa-shi, Nagano-ken 392-8502, JP; Nishida, Kazuhiro, Suwa-shi, Nagano-ken 392-8502, JP; Ushiyama, Tomiyoshi, Suwa-shi, Nagano-ken 392-8502, JP; Takizawa, Takeshi, Suwa-shi, Nagano-ken 392-8502, JP

(54) Bezeichnung: **Projektor mit elektro-optischem Modulator und Prisma**

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] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Projektor, welcher Bilder projiziert, um die Bilder darzustellen, und betrifft ein darin verwendetes Prisma.

[0002] In einem Projektor wird moduliertes Licht unter Verwendung einer elektrooptischen Vorrichtung gebildet und dieses modulierte Licht wird projiziert, um ein Bild anzuzeigen. Allgemein gesagt ist eine "elektrooptische Vorrichtung" eine Vorrichtung zur Umwandlung eines elektrischen Signals, welches Bildinformation repräsentiert, in moduliertes Licht. Als diese elektrooptische Vorrichtung wird ein optischer Modulator oder dgl. verwendet, welcher Licht moduliert, indem die Aussenderichtung von Beleuchtungslicht, welches auf jedes Pixel aufgestrahlt wird, nach Maßgabe von Bildinformation gesteuert/geregelt wird. Ein Beispiel dieses optischen Modulators ist ein optischer Mikrospiegelmodulator, wie etwa die digitale Mikrospiegelvorrichtung (eine Marke von TI (Texas Instruments, Co.), im Folgenden als "DMD" bezeichnet).

[0003] Die DMD weist eine Mehrzahl von Mikrospiegeln auf, welche einer Mehrzahl von Pixeln entsprechen, die ein Bild bilden. Die Neigung eines jeden der Mehrzahl von Mikrospiegeln schwankt gemäß der Bildinformation. Das Licht wird gemäß der Neigung eines jeden Mikrospiegels reflektiert. Von dem durch jeden Mikrospiegel reflektierten Licht wird Licht, welches in eine vorbestimmte Richtung reflektiert wird, als das Licht zur Bildung eines Bildes verwendet.

[0004] Die **Fig.** 11(A)–(D) sind Diagramme, welche die DMD und ein Prisma in einem herkömmlichen Projektor veranschaulichen. **Fig.** 11(A), 11(B), 11(C) und 11(D) sind eine Vorderansicht, eine Draufsicht, eine Ansicht von rechts bzw. eine perspektivische Ansicht. Ein Prisma **600** ist nahe an einer Lichtbeleuchtungsfläche **502** einer DMD **500** angeordnet. Eine Achse parallel zu einer Mittelachse **500ax** orthogonal zu der Lichtbeleuchtungsfläche **502** der DMD **500** ist die z-Achse und die Richtung von der DMD **500** zum Prisma **600** ist die Normalenrichtung. Ferner ist von den Achsen, welche auf die z-Achse senkrecht stehen und zueinander orthogonal sind, die horizontale Achse die x-Achse und die vertikale Achse die y-Achse.

[0005] In der folgenden Beschreibung wird, um die Darstellung zu vereinfachen, das auf die Mitte der Lichtbeleuchtungsfläche **502** einfallende Beleuchtungslicht beschrieben. Das bedeutet, dass in der folgenden Beschreibung jedes Beleuchtungslicht den Mittelstrahl (Mittelachse) eines jeden Beleuchtungslichts bezeichnet. Beleuchtungslicht I1, das von einem optischen Beleuchtungssystem (nicht dargestellt) ausgesendet wird, trifft auf das Prisma **600**. Das auf das Prisma **600** einfallende Beleuchtungslicht I1 erfährt eine Totalreflexion an der selektiven Reflexions/Transmissionsfläche **620** des Prismas **600**. Beleuchtungslicht I2, welches an der selektiven Reflexions/Transmissionsfläche **602** eine Totalreflexion erfahren hat, wird auf die Lichtbeleuchtungsfläche **502** der DMD **500** aufgestrahlt. Die DMD **500** reflektiert das auf die Lichtbeleuchtungsfläche **502** aufgestrahlte Beleuchtungslicht I2 nach Maßgabe von Bildinformation. Von dem durch die DMD **500** reflektierten Beleuchtungslicht wird das in der z-Richtung reflektierte Beleuchtungslicht I3 als das das Bild repräsentierende Licht verwendet. Das von der DMD **500** ausgesendete Beleuchtungslicht I3 trifft auf das Prisma **600**, wird durch die selektive Reflexions/Transmissionsfläche **620** transmittiert und zu dem (nicht dargestellten) optischen Projektionssystem ausgesendet. Das auf das optische Projektionssystem auftreffende Licht wird projiziert, um das Bild darzustellen.

[0006] Die Neigung eines jeden Mikro-Spiegels schwankt sägezahnartig um eine zur M-Achse von **Fig.** 11(A) parallele Achse in Antwort auf ein elektrisches Signal. Damit jedes Pixel durch diese Neigung des Mikrospiegels ein- und ausgeschaltet werden kann, ist eine vorbestimmte Einschränkung des Einfallswinkels des auf die DMD einfallenden Beleuchtungslichts vorhanden.

[0007] Dies bedeutet, wie in **Fig.** 11(A) gezeigt ist, dass dann, wenn der optische Weg eines jeden Beleuchtungslichts auf die xy-Ebene parallel zur Lichtbeleuchtungsfläche **502** projiziert wird, der optische Weg des Beleuchtungslichts I2, welches auf die Lichtbeleuchtungsfläche **502** einfällt, derart gesetzt ist, dass er schräg abwärts nach rechts bei einem Winkel von ca. 45 Grad bezüglich der zur x-Achse parallelen Mittelachse Lx gerichtet ist. Ferner ist, wie in **Fig.** 11(D) gezeigt ist, in der das Beleuchtungslicht I2 und das modulierte Licht I3 einschließenden Ebene der Einfallswinkel des Beleuchtungslichts I2, welches auf die Lichtbeleuchtungsfläche **502** einfällt, derart eingestellt, dass er ca. 20 Grad beträgt.

[0008] In dem Prisma **600** ist dieser, um die obige Einschränkung zu erfüllen, wie in **Fig.** 11(A) gezeigt ist, dann, wenn der optische Weg des auf die selektive Reflexions/Transmissionsfläche **602** einfallende Beleuchtungslicht I1 auf die xy-Ebene projiziert ist, derart eingestellt, dass er parallel zum optischen Weg des Beleuchtungslichts I2 ist. Somit ist das das Beleuchtungslicht I1 aussendende optische Beleuchtungssystem üblicherweise schräg abwärts nach rechts bei einem Winkel von ca. 45 Grad angeordnet. Als Folge wird bei einem herkömmlichen Projektor unter Verwendung einer DMD als der elektrooptischen Vorrichtung ein Raum nicht nur in der horizontalen Richtung, sondern nur in der vertikalen Richtung als der Raum zur Anordnung des optischen Beleuchtungssystems benötigt, was es erschwert, die Dicke des Projektors zu verringern.

[0009] Die US 4969730 beschreibt ein Bildprojektionssystem mit einem Verbundprisma, welches im Weg eines Lichtstrahls von einer Lichtstrahlenquelle zu einem Betrachtungsschirm angeordnet ist. Das Verbundprisma ist aus zwei Prismen mit einem Luftraum zwischen ihnen hergestellt. Der Lichtstrahl wird

im Inneren bei dem Luftspalt total auf ein Flüssigkristallanzeigefeld reflektiert und der Luftspalt ist derart orientiert, dass von dem Anzeigefeld reflektiertes Licht durch das Prisma zu einem Betrachtungsschirm hindurchtreten kann.

[0010] Es ist eine Aufgabe dieser Erfindung, eine Methode zur Reduzierung der Größe eines Projektors von dem Typ bereitzustellen, welcher einen optischen Modulator verwendet, der Licht moduliert, indem er die Aussenderichtung eines auf die Lichtbeleuchtungsfläche aufgestrahlten Lichts nach Maßgabe der Bildinformation steuert/regelt, wie im Falle der DMD.

[0011] Um das obige Ziel zu erreichen, ist nach Maßgabe der vorliegenden Erfindung ein Projektor für eine Projektion von Bildern zur Darstellung vorgesehen, umfassend: ein optisches Beleuchtungssystem zum Aussenden von Beleuchtungslicht; einen optischen Modulator zum Modulieren von Licht durch Steuern/Regeln der Hervortrittsrichtung von Licht, welches nach Maßgabe von Bildinformation auf eine Lichtbeleuchtungsfläche aufgestrahlt wird, die in Seitenrichtung in einer X-Achsenrichtung und in einer zu der X-Achsenrichtung orthogonalen Y-Achsenrichtung sich erstreckt, wobei die X- und die Y-Achsenrichtung orthogonal zu einer Z-Achsenrichtung ist, in welcher Licht reflektiert wird, welches als Licht verwendet wird, das ein Bild des durch den optischen Modulator modulierten Lichts repräsentiert; ein optisches Projektionssystem zum Projizieren von Licht, welches von dem optischen Modulator ausgesendet wird; und ein Prisma, welches zwischen dem optischen Modulator und dem optischen Projektionssystem vorgesehen ist, wobei das Prisma derart angeordnet ist, dass es das von dem optischen Beleuchtungssystem ausgesendete Beleuchtungslicht reflektiert, um das Licht auf die Lichtbeleuchtungsfläche bei einem vorbestimmten Winkel auftreffen zu lassen, und eine selektive Reflexions/Transmissionsfläche aufweist, um das von dem optischen Modulator ausgesandte Licht zu transmittieren und es zu dem optischen Projektionssystem auszusenden, dadurch gekennzeichnet, dass die selektive Reflexions/Transmissionsfläche bei einem Winkel relativ zur Z-Achsenrichtung derart angeordnet ist, dass dann, wenn die optischen Wege des Beleuchtungslichts auf eine zur Z-Achsenrichtung orthogonale Ebene projiziert werden, die Neigung relativ zu einer in den Richtungen der Z-Achse und der X-Achse liegenden Ebene der zentralen Achse des Beleuchtungslichts, welches von dem optischen Beleuchtungssystem ausgesandt wird und auf die selektive Reflexions/Transmissionsfläche auftrifft, von der Neigung relativ zu der in der X-Achsenrichtung liegenden Ebene der zentralen Achse des Beleuchtungslichts verschieden ist, welches durch die selektive Reflexions/Transmissionsfläche reflektiert wird und auf der Lichtbeleuchtungsfläche auftrifft.

[0012] Im Projektor der vorliegenden Erfindung kann das optische Beleuchtungssystem derart angeordnet sein, dass dann, wenn der optische Weg von Beleuchtungslicht auf eine zur Lichtbeleuchtungsfläche parallele Ebene projiziert wird, die Neigung der Mittelachse des vom optischen Beleuchtungssystem ausgesendeten und auf die selektive Reflexions/Transmissionsfläche auftreffende Beleuchtungslicht sich von der Neigung der Mittelachse des Beleuchtungslichts unterscheidet, welches von der selektiven Reflexions/Transmissionsfläche reflektiert wird und auf die Lichtbeleuchtungsfläche auftrifft, wodurch die Größe des Projektors reduziert werden kann.

[0013] Bei dem obigen Projektor kann eine Anordnung übernommen sein, bei welcher die Lichtbeleuchtungsfläche eine im Wesentlichen rechteckige Kontur aufweist. Wenn ein optischer Weg des Beleuchtungslichts auf eine Ebene parallel zu der Lichtbeleuchtungsfläche projiziert wird, ist die zentrale Achse des Beleuchtungslichts, welches von der selektiven Reflexions/Transmissionsfläche reflektiert wird und auf die Lichtbeleuchtungsfläche auftrifft, ca. 45 Grad bezüglich der Kontur der Lichtbeleuchtungsfläche geneigt.

[0014] Bei dem herkömmlichen Projektor wird dann, wenn der optische Weg des Beleuchtungslichts auf eine zur Lichtbeleuchtungsfläche parallele Ebene projiziert wird, falls die Neigung der Mittelachse des auf die selektive Reflexions/Transmissionsfläche auftreffenden Beleuchtungslichts etwa 45 Grad bezüglich der Seite der Kontur der Lichtbeleuchtungsfläche beträgt, der größte Raum als der Installationsraum für das optische Beleuchtungssystem benötigt. Somit wird in dem obigen Projektor die Verringerung der Größe der Vorrichtung am effektivsten erreicht.

[0015] Nach Maßgabe der vorliegenden Erfindung wird ein Prisma bereitgestellt mit einer selektiven Lichtreflexions/transmissionsfläche zum Reflektieren von einfallendem Licht, welches derart angeordnet ist, dass es auf das Prisma von einer ersten Seitenfläche derart auftrifft, dass eine zentrale Achse des einfallenden Lichts orthogonal zu der ersten Seitenfläche und bei einem Winkel relativ zu der selektiven Lichtreflexions/transmissionsfläche liegt, um wenigstens einen Anteil des einfallenden Lichts von einer zweiten Seitenfläche, welche sich in Seitenrichtung in einer X-Achsenrichtung und in einer Y-Achsenrichtung orthogonal zu der X-Achsenrichtung erstreckt, als reflektiertes Licht auszusenden und um einfallendes Licht von der zweiten Seitenfläche zu transmittieren und auszusenden, dadurch gekennzeichnet, dass die selektive Lichtreflexions/transmissionsfläche bei einem Winkel relativ zu der zentralen Achse des von der ersten Seitenfläche einfallenden Lichts angeordnet ist, um das einfallende Licht von der ersten Seitenfläche derart zu reflektieren, das dann, wenn die optischen Wege des einfallenden Lichts von der ersten Richtung auf eine Ebene parallel zu der zweiten Seitenfläche projiziert werden, die Neigung der zentralen Achse des einfallenden Lichts relativ zu einer Ebene orthogonal zu der zweiten Sei-

tenfläche und in der X-Achsenrichtung liegend von der Neigung relativ zu der in der X-Achsenrichtung liegenden Ebene der zentralen Achse des reflektierten Lichts verschieden ist.

[0016] Durch Verwendung des Prismas der vorliegenden Erfindung in einem Projektor ist es möglich, die gleiche Wirkung wie jene des obigen Projektors zu erhalten.

[0017] Ausführungsformen der Erfindung werden nun ausführlicher und lediglich als Beispiel mit Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben werden, bei welchen:

[0018] **Fig.** 1 eine schematische Draufsicht eines Hauptteils eines Projektors gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist.

[0019] **Fig.** 2 eine Vorderansicht des Farbrads **130** ist, bei Betrachtung von der Seite des Lichtquellenabschnitts **110** aus.

[0020] **Fig.** 3(A)–(C) Diagramme sind, welche eine DMD veranschaulichen, die ein Beispiel des optischen Modulators **200** vom Mikrospiegeltyp ist.

[0021] **Fig.** 4(A)–(E) Diagramme sind, welche den Aufbau des Prismas **300** veranschaulichen.

[0022] **Fig.** 5(A)–(E) Diagramme sind, welche den Aufbau der ersten Prismensäule **300A** veranschaulichen.

[0023] **Fig.** 6(A)–(C) Diagramme sind, welche ein Verfahren einer Präparation der ersten Prismensäule **300A** veranschaulichen.

[0024] **Fig.** 7(A)–(E) Diagramme sind, welche den Aufbau der zweiten Prismensäule **300B** veranschaulichen.

[0025] **Fig.** 8(A)–(B) Diagramme sind, welche ein Verfahren einer Präparation der zweiten Prismensäule **300B** veranschaulichen.

[0026] **Fig.** 9(A)–(D) Diagramme sind, welche das durch das Prisma **300** auf die DMD **200** auftreffende Beleuchtungslicht veranschaulichen.

[0027] **Fig.** 10(A)–(C) Diagramme sind, welche die Größe des Projektors dieser Ausführungsform als Ganzes im Vergleich mit der Größe eines herkömmlichen Projektors als Ganzes zeigen.

[0028] **Fig.** 11(A)–(D) Diagramme sind, welche die DMD und ein Prisma in einem herkömmlichen Projektor veranschaulichen.

[0029] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird mit Bezugnahme; auf die Zeichnungen veranschaulicht. In der folgenden Ausführungsform werden drei zueinander orthogonale Achsen als x-, y- und z-Achse bezeichnet werden, außer sie sind anders definiert. Die Richtung, in welcher sich Licht ausbreitet (die Richtung parallel zur optischen Achse) ist die z-Achsenrichtung. Die horizontale und die vertikale Richtung sind die x-Achsenrichtung bzw. die y-Achsenrichtung.

[0030] **Fig.** 1 ist eine schematische Draufsicht des Hauptteils eines Projektors gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Dieser Projektor **1000** kann aus einem optischen Beleuchtungssystem **100**, einem optischen Mikrospiegel-Modulator **200**, einem Prisma **300** und einer Projektionslinse (optisches Projektionssystem) **400** bestehen. Der optische Mikrospiegel-Modulator **200** und die Projektionslinse **400** sind derart angeordnet, dass ihre zentralen Achsen **200ax** und **300ax** miteinander übereinstimmen. Wie unten beschrieben wird, ist aufgrund der Beschränkung des Einfallswinkels des den optischen Mikrospiegel-Modulator **200** beleuchtenden Lichts das optische Beleuchtungssystem **100** derart angeordnet, dass die Mittelachse **100ax** des optischen Beleuchtungssystems **100** mit einem vorbestimmten Winkel bezüglich der Mittelachse **200ax** des optischen Mikrospiegel-Modulators **200** (der Normalen der Lichtbeleuchtungsfläche **202**) geneigt ist. Dabei bezeichnet der Ausdruck "Lichtbeleuchtungsfläche" den Bereich, in welchem das aufgestrahlte Licht als Licht zur Bildung eines Bildes verwendet werden kann. Dies bedeutet, die Lichtbeleuchtungsfläche ist in einem engen Sinne der Bereich, in welchem der unten beschriebene Mikrospiegel gebildet ist. Im Folgenden wird jedoch manchmal der gesamte mit Licht beleuchtete Bereich einschließlich des Abschnitts außerhalb des Bereichs, in welchem der Mikrospiegel ausgebildet ist, als die Lichtbeleuchtungsfläche bezeichnet.

[0031] Das optische Lichtbeleuchtungssystem **100** kann aus einem Lichtquellenabschnitt **110**, einer ersten Kondensorlinse **120**, einem Farbrad **130**, einer zweiten Kondensorlinse **140**, einer ersten Linsenanordnung **150**, einer zweiten Linsenanordnung **160** und einer Überlagerungslinse **170** bestehen. Diese optischen Elemente **100**, **120**, **130**, **140**, **150**, **160** und **170** sind in dieser Reihenfolge entlang der Mittelachse **100ax** des optischen Beleuchungssystems **100** angeordnet.

[0032] Der Lichtquellenabschnitt **110** weist eine Lichtquellenlampe **112** und einen konkaven Spiegel **114** auf. Die Lichtquellenlampe **112** ist eine Strahlungslichtquelle, welche Strahlungslicht aussendet. Das Lichtquellenlicht **112** besteht aus einer Hochdruckentladungslampe, wie etwa einer Halogen-Metalldampflampe oder einer Hochdruck-Quecksilberdampflampe. Der konkave Spiegel **114** ist ein ellipsoider konkaver Spiegel, welcher konzentrierter Licht von einer Öffnung **116** aus derart aussendet, dass das Strahlungslicht von der Lichtquellenlampe **112** reflektiert wird und auf die erste Kondensorlinse **120** auftrifft. Der konkave Spiegel **114** kann ein Parabolspiegel sein, welcher das Strahlungslicht von der Lichtquellenlampe **112** reflektiert und das reflektierte Licht als im Wesentlichen parallele Strahlen aussendet. In diesem Falle kann, um dafür zu sorgen, dass die im Wesentlichen parallelen Strahlen auf die Kondensorlinse **120** treffen, eine weitere Kondensorlinse zwischen dem Lichtquellenabschnitt **110** und der Kondensorlinse **120** vorgesehen sein.

[0033] Die erste Kondensorlinse **120** ist ein optisches Element, um Licht von dem Lichtquellenabschnitt **110** auf das Farbrad **130** zu konzentrieren, um die Größe des auf das Farbrad **130** aufgestrahlten

Lichtflecks zu verringern.

[0034] **Fig.** 2 ist eine Vorderansicht des Farbrads **130** bei Betrachtung von der Seite des Lichtquellenabschnitts **110** aus. Das Farbrad **130** ist in drei fächerförmige Abschnitte entlang der Drehrichtung geteilt, wo drei Transmissionsfarbfilter **130R**, **130G** und **130B** ausgebildet sind. Der erste Farbfilter **130** gestattet, das Licht im roten Wellenlängenbereich (im Folgenden als "rotes Licht R" bezeichnet) durch dieses transmittiert wird und reflektiert oder absorbiert Licht in den anderen Wellenlängenbereichen. In ähnlicher Weise gestatten der zweite und der dritte Farbfilter **130G** und **130B**, dass Licht im grünen bzw. im blauen Wellenlängenbereich (im Folgenden als "grünes Licht G" und blaues Licht B" bezeichnet) durch diese hindurch transmittiert werden und das Licht in den anderen Wellenlängenbereichen reflektiert oder absorbiert wird. Die Farbfilter sind beispielsweise durch dielektrische Mehrfachlagen oder Filterplatten gebildet, welche unter Verwendung von Farbtönungen ausgebildet sind.

[0035] Das Farbrad **130** ist derart angeordnet, dass der durch die erste Kondensorlinse **120** konzentrierte Lichtfleck SP auf eine vorbestimmte Umfangsposition aufgestrahlt wird, welche von der Mittelachse **130ax** des Farbrads **130** abweicht. Ferner wird das Farbrad **130** um die Mittelachse **130ax** (Drehachse) durch einen (nicht dargestellten) Motor bei einer konstanten Geschwindigkeit gedreht. Zu dieser Zeit wird der Lichtfleck SP auf die Farbfilterbereiche **130R**, **130G** und **130B** in festen Intervallen wiederkehrend aufgestrahlt, wenn das Farbrad **130** dreht. Als Folge ändert sich das durch das Farbrad **130** transmittierte Licht als rotes Licht R, grünes Licht G und blaues Licht B, wenn sich das Farbrad **130** dreht.

[0036] Die zweite Kondensorlinse **140** in **Fig.** 1 konzentriert das durch das Farbrad **130** hinduch transmittierte Licht derart, dass das Licht auf die erste Linsenanordnung **150** auftrifft. In dieser Ausführungsform ist die zweite Kondensorlinse **140** derart eingestellt, dass die durch das Farbrad **130** hindurch transmittierten divergierenden Strahlen zu im Wesentlichen parallelem Licht werden.

[0037] Die erste Linsenanordnung **150** ist eine Linsenanordnung, welche durch eine Mehrzahl von kleinen Linsen **152** vierseitiger Kontur gebildet ist. Diese erste Linsenanordnung **150** teilt die von der zweiten Kondensorlinse **140** im Wesentlichen parallel ausgestrahlten Lichtstrahlen in eine Mehrzahl von Teillichtbündeln, welche der Mehrzahl von kleinen Linsen **152** entspricht, und bewirkt, dass die Teillichtbündel in der Nähe der zweiten Linsenanordnung **160** konzentriert werden.

[0038] Die zweite Linsenanordnung **160** ist mit kleinen Linsen **162** ausgestattet, welche jeder der kleinen Linsen **152** der ersten Linsenanordnung **150** entsprechen. Die zweite Linsenanordnung **160** bewirkt, dass die jeweiligen Mittelachsen der von der ersten Linsenanordnung **150** ausgesendeten Teillichtbündel im Wesentlichen parallel zur Mittelachse **100ax** sind. Die kleinen Linsen **162** der zweiten Linsenanordnung **160** können eine andere als eine vierseitige Konfiguration aufweisen, solange die entsprechenden von der ersten Linsenanordnung **150** ausgesendeten Teillichtbündel darauf auftreffen können. In dieser Ausführungsform wird eine Linsenanordnung verwendet, bei welcher lediglich die Orientierung der Linsenflächen (konvexen Flächen) von jener der Linsenflächen der ersten Linsenanorndung **150** verschieden ist.

[0039] Die Überlagerungslinse **170** überlagert die Mehrzahl von Teillichtbündeln, welche von der zweiten Linsenanordnung **160** ausgesendet werden, auf die Lichtbeleuchtungsfläche **202** des optischen Mikrospiegel-Modulators **200**.

[0040] Die zwei Linsenanordnungen **150** und **160** sowie die Überlagerungslinse **170** bilden ein sogenanntes optisches Integratorsystem, durch welches das optische Beleuchtungssystem **100** gleichförmig die Lichtbeleuchtungsfläche **202** des optischen Mikrospiegel-Modulators **200** beleuchtet.

[0041] Der optische Mikrospiegel-Modulator **200** ist ein optischer Modulator, welcher das Beleuchungslicht moduliert, das auf die Lichtbeleuchtungsfläche durch reflektierendes Beleuchungslicht unter Verwendung der Mikrospiegel nach Maßgabe von Bildinformation aufgestrahlt wird, und das Licht zur Projektionslinse **400** hin aussendet. **Fig.** 3 veranschaulicht eine DMD, welche ein Beispiel des optischen Mikrospiegel-Modulators **200** ist. Wie in **Fig.** 3A gezeigt ist, ist eine Mehrzahl von Mikrospiegeln **204** mit einer im Wesentlichen viereckigen Kontur in einer Matrix auf der Lichtbeleuchtungsfläche **202** der DMD **200** ausgebildet. Jeder Mikrospiegel **204** ist derart ausgebildet, dass er innerhalb eines vorbestimmten Winkelbereichs drehbar ist, und zwar unter Verwendung der diagonalen Linie, welche die untere linke und die obere rechte Ecke als eine Drehachse **204c** verbindet. Diese Mikrospiegel **204** entsprechen den ein Bild ausbildenden Pixeln.

[0042] In einer beispielhaften Ausführungsform ist h die horizontale Achse der Lichtbeleuchtungsfläche **202** und v ist die vertikale Achse derselben. Um die Beschreibung leicht verständlich zu machen, wird ferner das auf die Lichtbeleuchtungsfläche **202** aufgestrahlte Beleuchtungslicht durch die Mittelstrahlen (einfallenden Strahlen) IR repräsentiert (IR = "incident rays"). Um den Aufbau der Vorrichtung zu vereinfachen, ist es wünschenswert, dass das auf die DMD **200** aufgestrahlte Beleuchtungslicht IR eine Einfallsfläche orthogonal zur Drehachse **204c** eines jeden Mikrospiegels **204** aufweist. Dabei ist die Drehachse **204c** eine diagonale Linie, welche die untere linke Ecke und die obere rechte Ecke des Mikrospiegels **204** verbindet, sodass die Linie bezüglich der horizontalen Achse h um ca. 45 Grad schräg aufwärts nach rechts geneigt ist. Somit, wie in **Fig.** 3(A) gezeigt ist, fällt das auf die DMD **200** aufgestrahlte Beleuchtungslicht IR von schräg unten ein, sodass die Neigung θh des auf die Lichtbeleuchtungsfläche

202 projizierten Beleuchungslichts IR bezüglich der horizontalen Achse h ca. 45 Grad beträgt. Wie ferner in **Fig.** 3(B) gezeigt ist, fällt das Beleuchtungslicht IR auf die Beleuchungsfläche **202** derart ein, dass die Neigung θL des Beleuchtungslichts IR bezüglich der Normalen **200ax** der Lichtbeleuchtungsfläche **202** ca. 20 Grad beträgt.

[0043] **Fig.** 3(C) zeigt einen optischen Weg auf die Einfallsfläche, einschließlich des Einfallslichts und des reflektierten Lichts auf den und von dem Mikrospiegel **204**, d. h. in einem Schnitt orthogonal zur Drehachse **204c**. Der Mikrospiegel **204** dreht ca. +(θL/2) Grad (was nahezu gleich ± 10 Grad ist) um die Drehachse **204c** bezüglich einer Ebene F (welche durch die unterbrochene Linie in **Fig.** 3(C) bezeichnet ist) parallel zur Lichtbeleuchtungsfläche **202**. Ein im Uhrzeigersinn gemessener Winkel ist ein positiver Winkel. Wie oben beschrieben wurde, trifft das Beleuchtungslicht IR auf den Mikrospiegel **204** aus einer um +θL (was nahezu gleich + 20 Grad von der Normalen Fn der Ebene F ist) geneigten Richtung.

[0044] Im Falle, dass der Mikrospiegel **204** +(θL/2) bezüglich der Ebene F geneigt ist, wird das Beleuchtungslicht IR in einer um –θL vom Beleuchtungslicht IR geneigten Richtung ausgesendet, d. h. in einer Richtung parallel zur Normalen Fn, und zwar als reflektiertes Licht RR (+θL/2). Wenn der Mikrospiegel **204** um –(θL/2) geneigt ist, wird das Beleuchtungslicht IR in einer –(3θL) vom Beleuchtungslicht IR geneigten Richtung als reflektiertes Licht RR (θL/2) ausgesendet. Auf diese Art und Weise wird das auf den Mikrospiegel **204** aufgestrahlte Beleuchtungslicht IR in verschiedenen Richtungen abhängig vom Drehwinkel des Mikrospiegels **204** reflektiert. Wenn die Projektionslinse beispielsweise in der Richtung des reflektierten Lichts RR (+θL/2) angeordnet ist, wird lediglich das reflektierte Licht RR (+(θL/2) als das Licht zur Bildung eines Bildes verwendet. Aufgrund dieser Anordnung wird in dem Zustand, in welchem der Mikrospiegel **204** +(θL/2) geneigt ist, das reflektierte Licht durch die Projektionslinse hindurch projiziert, um eine helle Darstellung zu verwirklichen, und in dem Zustand, in welchem der Mikrospiegel **204** –(θL/2) geneigt ist, wird das reflektierte Licht nicht durch die Projektionslinse hindurch projiziert, um eine dunkle Anzeige zu realisieren. Eine Zwischengraustufe wird durch ein Verfahren verwirklicht, bei welcher der Darstellungsanteil von hell und dunkel nach Maßgabe der Graustufe in einer festen Zeitdauer gesteuert/geregelt wird, in welcher ein Pixel ein Bild zeichnet (ein sogenanntes Pulsbreitenmodulationsverfahren).

[0045] Das Prisma **300** in **Fig.** 1 reflektiert von dem optischen Beleuchtungssystem **100** ausgesandtes und darauf auftreffendes Beleuchtungslicht, um zu bewirken, dass das Licht auf die Lichtbeleuchtungsfläche **202** der DMD **200** bei einem vorbestimmten Winkel auftrifft. Ferner gestattet das Prisma **300**, dass von der DMD **200** ausgesendetes moduliertes Licht durch es hindurch transmittiert wird und sendet das Licht zur Projektionslinse **400** hin. Gewöhnlich ist das Prisma **300** derart eingestellt, dass das vom optischen Beleuchtungssystem **100** einfallende Licht eine Totalreflexion erfährt. Wie oben beschrieben wurde, ist die Projektionslinse **400** derart angeordnet, dass das reflektierte Licht in dem Zustand, in welchem der Mikrospiegel **204** +(θL/2) geneigt ist, als Licht zur Bildung eines Bildes verwendet wird. Aufgrund dieser Anordnung wird das vom optischen Mikrospiegel-Modulator **200** nach Maßgabe der Bildinformation ausgesendete modulierte Licht durch die Projektionslinse **400** hindurch projiziert, um ein Bild darzustellen. Der Aufbau des Prismas **300** wird unten ausführlich beschrieben werden.

[0046] Wie oben beschrieben wurde, werden vom optischen Beleuchtungssystem **100** rotes Licht R, grünes Licht G und blaues Licht B in festen Intervallen wiederkehrend ausgesendet, wenn sich das Farbrad **130** dreht. Zu dieser Zeit wird jeder Mikrospiegel **204** des optischen Mikrospiegel-Modulators **200** nach Maßgabe von Bildinformation gemäß dem applizierten Farblicht gesteuert/geregelt, wodurch es möglich ist, ein Farbbild darzustellen. Ferner ist es möglich, das Farbrad **130** wegzulassen, um ein monochromes Bild darzustellen. In diesem Falle können auch die zwei Kondensorlinsen **120** und **140** weggelassen sein. Ferner kann anstelle eines konkaven Parabolspiegels der konkave Spiegel **114** des Lichtquellenabschnitts **110** verwendet werden, um im Wesentlichen parallele Strahlen auszusenden.

[0047] Der Projektor **1000** der vorliegenden Erfindung ist im Aufbau des Prismas **300** gekennzeichnet. Die **Fig.** 4(A)–(E) sind schematische Diagramme, welche den Aufbau des Prismas **300** veranschaulichen. **Fig.** 4(A) ist eine perspektivische Ansicht des Prismas **300**. Das Prisma **300** ist mit zwei Prismensäulen **300A** und **300B** ausgestattet.

[0048] Die **Fig.** 5(A)–(F) sind schematische Diagramme, welche den Aufbau der ersten Prismensäule **300A** veranschaulichen. Die **Fig.** 5(A), 5(B), 5(C) und 5(F) sind eine Draufsicht, eine Vorderansicht, eine Seitenansicht von rechts bzw. eine perspektivische Ansicht. Die **Fig.** 5(D) und 5(E) sind Ansichten bei Betrachtung aus den Richtungen der Pfeile D bzw. E von **Fig.** 5(F). Die Positionen der Ecken der ersten Prismensäule **300A** sind durch Bezugszeichen V1 bis V8 bezeichnet. Wie in **Fig.** 5(F), welche eine perspektivische Ansicht ist, gezeigt ist, ist die erste Prismensäule **300A** ein säulenartiger Hexaeder mit einer Fläche V5V6V7V8 (untere Fläche **310A**), einer Fläche V1V2V3V4 (obere Fläche **312A**), einer Fläche V1 V5V6V2 (Seitenfläche **302A**), einer Fläche V8V7V3V4 (Seitenfläche **304A**), einer Fläche V4V8V5V1 (Seitenfläche **306A**) sowie einer Fläche V2V6V7V3 (Seitenfläche **308A**). Die Richtung D ist eine Richtung parallel zum Rand V5V6, welcher die zwei Ecken V5 und V6 verbindet, und die Richtung E ist eine Richtung parallel zum Rand V8V5, welcher die zwei Ecken V8 und V5 verbindet.

[0049] In **Fig.** 5(A), welche eine Draufsicht ist, be-

trägt in der Prismensäule **300A** der durch den die zwei Ecken V1 und V2 verbindenden Rand V1V2 und den die zwei Ecken V4 und V3 verbindenden Rand V4V3 gebildete Winkel ca. 35 Grad, der durch den Rand V1V2 und den die Ecken V3 und V2 verbindenden Rand V3V2 gebildete Winkel beträgt ca. 125 Grad, und der durch den die zwei Ecken V1 und V4 verbindenden Rand V1V4 und den die Ecken V3 und V4 verbindenden Rand V3V4 gebildeten Winkel beträgt ca. 100,9 Grad. In **Fig.** 5(B), welche eine Vorderansicht ist, ist die Seitenfläche **308A** orthogonal zur unteren Fläche **310A** und zur oberen Fläche **312A**. Ferner beträgt in **Fig.** 5(D), welche eine Ansicht bei Betrachtung aus der Richtung des Pfeils D ist, der durch die Seitenfläche **302A** und die untere Fläche **310A** gebildete Winkel ca. 90,9 Grad, und in **Fig.** 5(E), welche eine Ansicht bei Betrachtung aus der Richtung des Pfeils E ist, beträgt der durch die Seitenfläche **306A** und die Bodenfläche **310A** gebildete Winkel ca. 97,9 Grad.

[0050] Die **Fig.** 6(A)–(C) sind Diagramme, welche veranschaulichen, wie die erste Prismensäule **300A** vorbereitet wird. **Fig.** 6(A) ist eine Draufsicht, welche ein rechtwinkliges Prisma **300AO** zur Vorbereitung der ersten Prismensäule **300A** zeigt. Weiterhin sind **Fig.** 6(B) und 6(C) Ansichten bei Betrachtung aus den Richtungen der Pfeile B und C in **Fig.** 6A. Die Richtung B ist eine Richtung parallel zur Schnittlinie SL2D der Bodenfläche **310AO** und des Querschnitts SL2, und die Richtung C ist eine Richtung parallel zur Schnittlinie SL1 D der Bodenfläche **310AO** und des Querschnitts SL1. Das rechtwinklige Prisma **300AO** ist ein Dreiecksprisma, bei welchem die Konfiguration der Bodenfläche **310AO** und der oberen Fläche **312AO** ein rechtes Dreieck ist, und bei welchem die Konfiguration der drei Seitenflächen **302AO**, **304AO** und **306AO** rechteckig ist. Die Prismensäule **300A** wird vorbereitet durch Schneiden des rechtwinkligen Prismas **300AO** entlang der drei Querschnitte SL1, SL2 und SL3. Die obere Fläche **312AO** und die untere Fläche **310AO** des rechtwinkligen Prismas **300AO** entsprechen der oberen Fläche **312A** bzw. der unteren Fläche **310A** der in **Fig.** 5(A) gezeigten Prismensäule **300A**.

[0051] Wie in **Fig.** 6(A) gezeigt ist, ist die Schnittlinie SL1U des Querschnitts SL1 und die obere Fläche **312AO** des rechtwinkligen Prismas **300AO** ca. 35 Grad bezüglich der Seitenfläche **304AO** geneigt. Wie ferner in **Fig.** 6(C) gezeigt ist, ist der Querschnitt SL1 ca. 90,9 Grad bezüglich der Bodenfläche **310AO** geneigt. Durch Schneiden des rechtwinkligen Prismas **300AO** entlang dieses Querschnitts SL1 ist es möglich, die Seitenfläche **302A** zu bilden, welche ca. 90,9 Grad bezüglich der Bodenfläche **310A** der ersten Prismensäule **300A** geneigt ist, wie in **Fig.** 5(D) gezeigt ist, welche eine Ansicht bei Betrachtung aus der Richtung des Pfeils D ist.

[0052] Wie in **Fig.** 6(A) gezeigt ist, ist die Schnittlinie SL2U des Querschnitts SL2 und die obere Fläche **312AO** des rechtwinkligen Prismas **300AO** ca. 100,9 Grad bezüglich der Seitenfläche **304AO** geneigt. Wie ferner in **Fig.** 6(B) gezeigt ist, ist der Querschnitt SL2 ca. 97,9 Grad bezüglich der unteren Fläche **310AO** geneigt. Durch Schneiden des rechtwinkligen Prismas **300AO** entlang dieses Querschnitts SL2 ist es möglich, die Seitenfläche **306A** zu bilden, welche ca. 97,9 Grad bezüglich der unteren Fläche **310A** der Prismensäule **300A** geneigt ist, wie in **Fig.** 5(E) gezeigt ist, welche eine Ansicht bei Betrachtung aus der Richtung des Pfeils E ist.

[0053] Wie in **Fig.** 6(A) gezeigt ist, ist der Querschnitt SL3 orthogonal zu der Seitenfläche **304AO**. Durch Schneiden des rechtwinkligen Prismas **300AO** entlang dieses Querschnitts SL3 ist es möglich, die Seitenfläche **308A** derart auszubilden, dass, wie in **Fig.** 5(A) gezeigt ist, der durch den die Ecken V1 und V2 verbindenden Rand V1V2 und den die Ecken V2 und V3 verbindenden Rand V3V2 gebildete Winkel **125** Grad beträgt.

[0054] Die **Fig.** 7(A)–(E) sind Diagramme, welche den Aufbau der zweiten Prismensäule **300B** veranschaulichen. Die **Fig.** 7(A), 7(B), 7(C) und 7(E) sind eine Draufsicht, eine Vorderansicht, eine Seitenansicht von rechts bzw. eine perspektivische Ansicht. **Fig.** 7(D) ist eine Ansicht bei Betrachtung aus der Richtung des Pfeils D in **Fig.** 7(E). Die Positionen der Ecken der zweiten Prismensäule **300B** sind durch die Bezugszeichen P1 bis P8 bezeichnet. Wie in

[0055] **Fig.** 7(E) gezeigt ist, welche eine perspektivische Ansicht ist, ist die zweite Prismensäule **300B** ein säulenartiger Hexaeder mit einer Fläche P5P6P7P8 (Bodenfläche **310B**), einer Fläche P1 P2P3P4 (obere Fläche **312B**), einer Fläche P4P8P7P3 (Seitenfläche **302B**), einer Fläche P1 P5P6P2 (Seitenfläche **304B**), einer Fläche P2P6P7P3 (Seitenfläche **306B**) sowie einer Fläche P4P8P5P1 (Seitenfläche **308B**). Die Richtung D ist eine Richtung parallel zum Rand P8P7, welcher die zwei Ecken P8 und P7 verbindet.

[0056] In **Fig.** 7(A), welche eine Draufsicht ist, ist die Prismensäule **300B** derart gebildet, dass der durch den die zwei Ecken P2 und P1 verbindenden Rand P2P1 und den die zwei Ecken P3 und P4 verbindenden Rand P3P4 gebildete Winkel ca. 35 Grad beträgt, dass der durch den die zwei Ecken P1 und P2 verbindenden Rand P1P2 und die die zwei Ecken P3 und P2 verbindenden Rand P3P2 gebildete Winkel ca. 90 Grad beträgt, und dass der die zwei Ecken P2 und P3 verbindende Rand P2P3 und der die zwei Ecken P4 und P3 verbindende Rand P4P3 ca. 55 Grad beträgt. Ferner sind in **Fig.** 7(B), welche eine Vorderansicht ist, die Seitenflächen **306B** und **308B** orthogonal zur unteren Fläche **310B** und zur oberen Fläche **312B**. Ferner beträgt in **Fig.** 7(D), welche eine Ansicht bei Betrachtung aus der Richtung des Pfeils D ist, der durch die Seitenfläche **302B** (Fläche P4P8P7P3) und der Bodenfläche **310B** (Fläche P5P6P7P8) gebildete Winkel ca. 89,1 Grad. Ferner beträgt in **Fig.** 7(C), welche eine Ansicht von rechts ist, der durch den die zwei Ecken P5 und P1 verbin-

denden Rand P5P1 und den die zwei Ecken P8 und P4 verbindenden Rand P8P4 gebildete Winkel ca. 1,1 Grad.

[0057] Die **Fig.** 8(A)–(B) sind Diagramme, welche veranschaulichen, wie die zweite Prismensäule **300B** vorbereitet wird. **Fig.** 8(A) ist eine Draufsicht, welche ein rechtwinkliges Prisma **300BO** zur Vorbereitung der zweiten Prismensäule **300B** zeigt und **Fig.** 8(B) ist eine Ansicht bei Betrachtung aus der Richtung des Pfeils B in **Fig.** 8(A). Die Richtung B ist eine Richtung parallel zur Schnittlinie SL4D der unteren Fläche **310BO** und des Querschnitts SL4. Gewöhnlich wird ein Prisma mit der gleichen Konfiguration und den gleichen Eigenschaften wie das rechtwinklige Prisma **300AO** als das rechtwinklige Prisma **300BO** verwendet. Die Prismensäule **300B** wird vorbereitet durch Schneiden des rechtwinkligen Prismas **300BO** entlang der zwei Querschnitte SL4 und SL5. Die obere Fläche **312BO**, die untere Fläche **310BO**, die Seitenfläche **304BO** und die Seitenfläche **306BO** des rechtwinkligen Prismas **300BO** entsprechen der oberen Fläche **312B**, der unteren Fläche **310B**, der Seitenfläche **304B** bzw. der Seitenfläche **306B** der in **Fig.** 7(A) gezeigten Prismensäule **300B**.

[0058] Wie in **Fig.** 8(A) gezeigt ist, ist die Schnittlinie SL4U des Querschnitts SL4 und die obere Fläche **312BO** des rechtwinkligen Prismas **300BO** ca. 35 Grad bezüglich der Seitenfläche **304BO** geneigt. Wie ferner in **Fig.** 8(B) gezeigt ist, ist der Querschnitt SL4 ca. 89,1 Grad bezüglich der unteren Fläche **310BO** geneigt. Durch Schneiden des rechtwinkligen Prismas **300BO** entlang dieses Querschnitts SL4 ist es möglich, eine Seitenfläche **302B** zu bilden, welche ca. 89,1 Grad bezüglich der unteren Fläche **310B** der Prismensäule **300B**, wie sie in **Fig.** 7(D) gezeigt ist, geneigt ist.

[0059] Wie in **Fig.** 8(A) gezeigt ist, ist der Querschnitt SL5 eine Ebene orthogonal zur oberen Fläche **312BO**, der unteren Fläche **310BO** und der Seitenfläche **304BO**. Durch Schneiden des rechtwinkligen Prismas **300BO** entlang dieses Querschnitts SL5 ist es möglich, eine Seitenfläche **308B** zu bilden, welche orthogonal ist zur oberen Fläche **312B**, zur unteren Fläche **310B** und zur Seitenfläche **304B**, wie in **Fig.** 7(B) gezeigt ist. Wie ferner in **Fig.** 8(B) gezeigt ist, ist der Querschnitt SL4 ca. 89,1 Grad bezüglich der unteren Fläche **310BO** geneigt. Somit ist es durch Schneiden des rechtwinkligen Prismas **300BO** entlang dieser Querschnitte SL4 und SL5 möglich, die Seitenfläche **308B** derart zu bilden, dass der durch den die zwei Ecken P5 und P1 verbindenden Rand P5P1 und den die zwei Ecken P8 und P4 verbindenden Rand P8P4 gebildete Winkel ca. 1,1 Grad beträgt, wie in **Fig.** 7(C) gezeigt ist.

[0060] Wie in **Fig.** 4(A) gezeigt ist, welche eine perspektivische Ansicht ist, sind in dem Prisma **300** die Seitenfläche **302A** der ersten Prismensäule **300A** und die Seitenfläche **302B** der zweiten Prismensäule **300B** durch die Vermittlung eines Abstandselements (nicht dargestellt) miteinander verbunden. Somit ist zwischen der Seitenfläche **302A** der Prismensäule **300A** und der Seitenfläche **302B** der Prismensäule **300B** ein Spalt ausgebildet, welcher der Höhe des Abstandselements gleichwertig ist. Gewöhnlich beträgt dieser Spalt ca. 0,01 mm. Der Brechungsindex n der zwei Prismensäulen **300A** und **300B** beträgt ca. 1,56883. Aufgrund dieser Anordnung dient die Seitenfläche **302A** als eine selektive Reflexions/Transmissionsfläche, deren Reflexions- und Transmissionseigenschaften nach Maßgabe des Einfallswinkels von Licht schwanken. Der Brechungsindex n der zwei Prismensäulen **300A** und **300B** und die Größe des Spalts zwischen den zwei Seitenflächen **302A** und **302B** sind nicht auf die obigen beschränkt und können nach Maßgabe der benötigten Spezifikationen eingestellt werden.

[0061] Wie in **Fig.** 4(B) gezeigt ist, welche eine Draufsicht ist, ist die Schnittlinie **316A** der Seitenfläche **306A** und der oberen Fläche **312A** des Prismas **300**, welches durch die zwei Prismensäulen **300A** und **300B** gebildet ist, ca. 10,9 Grad bezüglich der Führerlinie PLz parallel zur zu der Seitenfläche **304A** orthogonalen Mittelachse CLz geneigt. Die Schnittlinie **318A** der Seitenfläche **302A** und der oberen Fläche **312A** ist ca. 35 Grad bezüglich der Führerlinie PLx parallel zu der zur Seitenfläche **304A** parallelen Mittelachse CLx geneigt. Ferner, wie in **Fig.** 4(E) gezeigt ist, welche eine Ansicht von hinten ist, ist die Schnittlinie **314A** der Seitenflächen **304A** und **306A** ca. 8,1 Grad bezüglich der Führerlinie PLy parallel zu der zu den Mittelachsen CLz und CLx orthogonalen Mittelachse CLy geneigt.

[0062] **Fig.** 9(A)–(D) sind Diagramme, welche ein auf die DMD **200** durch das Prisma **300** hindurch auftreffendes Beleuchtungslicht zeigen. **Fig.** 9(A), 9(B), 9(C) und 9(D) sind eine Vorderansicht, eine Draufsicht, eine Seitenansicht von rechts bzw. eine perspektivische Ansicht. Das Prisma **300** ist derart angeordnet, dass die Seitenfläche **304A** sich sehr nahe und im Wesentlichen parallel zu der Lichtbeleuchtungsfläche **202** der DMD **200** befindet. Die Mittelachse CLz des Prismas **300** ist derart angeordnet, dass sie mit der zu der Lichtbeleuchtungsfläche **202** der DMD **200** orthogonalen Mittelachse **200ax** zusammenfällt. Die zu dieser Mittelachse parallele Achse ist die z-Achse und die Richtung aus der DMD **200** zum Prisma **300** hin ist die Normalenrichtung. Von den Achsen, welche auf die z-Achse senkrecht stehen und welche zueinander orthogonal sind, ist die horizontale Achse die x-Achse und die vertikale Achse ist die y-Achse. Die zentralen Achsen CLx und CLy des Prismas **300** sind derart angeordnet, dass sie parallel zur x-Achse bzw. zur y-Achse sind. Im Folgenden wird der Deutlichkeit halber das auf die Mitte der Lichtbeleuchtungsfläche **202** einfallende Beleuchtungslicht beschrieben werden. Dies bedeutet, dass in der folgenden Beschreibung jedes Beleuchtungslicht durch den Mittelstrahl (Mittelachse) desselben repräsentiert ist.

[0063] Wie in **Fig.** 9(B) gezeigt ist, trifft das vom op-

tischen Beleuchtungssystem **100** (nicht dargestellt) ausgesendete Beleuchtungslicht I1 auf die Seitenfläche **306A** des Prismas **300** orthogonal auf. Das auf das Prisma **300** einfallende Beleuchtungslicht I1 erfährt eine Totalreflexion an der selektiven Reflexions/Transmissionsfläche **302A** des Prismas **300**. Das Beleuchtungslicht I2, welches durch die selektive Reflexions/Transmissionsfläche **302A** reflektiert wird, wird von der Seitenfläche **304A** ausgesendet und wird auf die Lichtbeleuchtungsfläche **202** der DMD **200** aufgestrahlt. Die DMD **200** reflektiert das Beleuchtungslicht I2, welches auf die Lichtbeleuchtungsfläche **202** nach Maßgabe der Bildinformation aufgestrahlt wird. Von dem an der DMD **200** reflektierten Beleuchtungslicht wird das in der z-Richtung reflektierte modulierte Licht als das ein Bild repräsentierende Licht verwendet. Das von der DMD **200** ausgesendete modulierte Licht I3 trifft auf die Seitenfläche **304A** des Prismas **300** orthogonal auf und wird durch die selektive Reflexions/Transmissionsfläche **302A** hindurch transmittiert und wird ebenso durch die Seitenfläche **302B** hindurch transmittiert, um von der Seitenfläche **304B** zu der (nicht dargestellten) Projektionslinse **400** hin ausgesendet zu werden.

[0064] Um der Einschränkung, wie mit Bezug auf **Fig.** 3(A)–(C) beschrieben, zu genügen, ist der optische Weg des Beleuchtungslichts **12**, welches auf die Lichtbeleuchtungsfläche aufgestrahlt wird, derart eingestellt, wie in **Fig.** 9(A) gezeigt ist, dass er bei einer Projektion auf die xy-Achse parallel zur Lichtbeleuchtungsfläche **202** schräg abwärts nach rechts bei ca. 45 Grad bezüglich der zur x-Achse parallelen Mittelachse Lx (der zur zentralen Achse CLx des Prismas **300** parallelen Mittelachse) gerichtet ist. Wie ferner in **Fig.** 9(D). gezeigt ist, beträgt der Einfallswinkel des Beleuchtungslichts I2 in der Einfallsfläche, welche den optischen Weg des Beleuchtungslichts I2 und den optischen Weg des modulierten Lichts I3 enthält, ca. 20 Grad.

[0065] Andererseits ist der optische Weg des Beleuchtungslichts I1, welches auf die Seitenfläche **306A** trifft, wie in **Fig.** 9(A) gezeigt ist, schräg abwärts nach rechts bei ca. 8,1 Grad bezüglich der Mittelachse Lx geneigt, und zwar bei Projektion auf die xy-Ebene parallel zur Lichtbeleuchtungsfläche **202**. Somit ist es möglich, die Neigung des auf die xy-Ebene projizierten Beleuchtungslichts I1 bezüglich der Mittelachse Lx kleiner als die Neigung des auf die xy-Ebene projizierten Beleuchtungslichts I2 zu machen.

[0066] Die **Fig.** 10(A)–(C) sind Diagramme, welche die Größe des Projektors dieser Ausführungsform als Ganzes im Vergleich zu der Größe des herkömmlichen Projektors als Ganzes zeigen. Wie in **Fig.** 10(A) gezeigt ist, ist in dem herkömmlichen Projektor das optische Beleuchtungssystem **100** derart angeordnet, dass dann, wenn der optische Weg des Beleuchtungslichts I1, welches von dem optischen Beleuchtungssystem **100** ausgesendet wird, auf die xy-Ebene parallel zu der im Wesentlichen rechteckigen Lichtbeleuchtungsfläche **502** der DMD **500** projiziert wird, der optische Weg des Beleuchtungslichts I1 bezüglich der x-Achse schräg abwärts nach rechts bei ca. 45 Grad gerichtet ist. Andererseits ist, wie in **Fig.** 10(B) gezeigt ist, bei dem Projektor **1000** dieser Ausführungsform das optische Beleuchtungssystem **100** derart angeordnet, dass dann, wenn der optische Weg des Beleuchtungslichts I1, welches vom optischen Beleuchtungssystem **100** ausgesendet wird, auf die xy-Ebene parallel zu der im Wesentlichen rechteckigen Lichtbeleuchtungsfläche **202** der DMD **200** projiziert wird, der optische Weg des Beleuchtungslichts I1 bezüglich der x-Achse schräg abwärts nach rechts bei ca. 8,1 Grad gerichtet. Somit kann in dem Projektor **1000** dieser Ausführungsform der erforderliche Raum zur Anordnung des optischen Beleuchtungssystems **100** in der vertikalen Richtung verglichen mit der herkömmlichen Vorrichtung verringert werden, wodurch die Größe des Projektors verglichen mit der herkömmlichen Vorrichtung verringert werden kann.

[0067] Während ferner in der oben beschriebenen Ausführungsform eine Einstellung derart getroffen ist, dass dann, wenn der optische Weg des Beleuchtungslichts I1, welches auf das Prisma **300** auftrifft, auf die xy-Ebene parallel zur Lichtbeleuchtungsfläche **202** der DMD **200** projiziert wird, der optische Weg des Beleuchtungslichts I1 bezüglich der x-Achse schräg abwärts nach rechts bei ca. 8,1 Grad gerichtet ist, sollte dies jedoch nicht einschränkend aufgefasst werden. Es ist beispielsweise auch möglich, das Prisma derart aufzubauen, dass der optische Weg des Beleuchtungslichts I1 bezüglich der x-Achse bei mehr als 45 Grad abwärts nach rechts geneigt ist. In diesem Falle, wie in **Fig.** 10(C) gezeigt ist, kann der erforderliche Raum zur Anordnung des optischen Beleuchtungssystems in der horizontalen Richtung verglichen mit dem herkömmlichen Beispiel verringert werden. In diesem Falle kann wiederum die Größe des Projektors verglichen mit jener der herkömmlichen Vorrichtung reduziert sein.

[0068] Während die als der optische Mikrospiegel-Modulator **200** in dem oben beschriebenen Beispiel verwendete DMD derart eingestellt ist, dass der optische Weg des Beleuchtungslichts I2, welches auf die zur Lichtbeleuchtungsfläche **202** parallele xy-Ebene projiziert wird, bei ca. 45 Grad schräg abwärts gerichtet ist, und dass der Einfallswinkel des Beleuchtungslichts I2 in der Einfallsebene, welche den optischen Weg des Beleuchtungslichts I2 und den optischen Weg des modulierten Lichts I3 enthält, ca. 20 Grad beträgt, sollte dies nicht einschränkend aufgefasst werden. Es ist beispielsweise ebenso möglich, einen optischen Mikrospiegel-Modulator zu verwenden, welcher derart eingestellt ist, dass der optische Weg des Beleuchtungslichts I2 bezüglich der x-Achse schräg abwärts nach rechts bei einem Winkel geneigt ist, welcher größer oder kleiner als ca. 45 Grad ist. Es ist ferner ebenso möglich, einen optischen Modulator zu verwenden, bei welchem in der

Einfallsebene, die den optischen Weg des Beleuchtungslichts I2 und den optischen Weg des modulierten Lichts I3 enthält, der Einfallswinkel des Beleuchtungslichts I2 kleiner oder größer als ca. 20 Grad ist. In diesem Falle ist die selektive Reflexions/Transmissionsfläche des Prismas derart gebildet, dass dann, wenn der optische Weg des Beleuchtungslichts auf eine vorbestimmte Ebene parallel zur Lichtbeleuchtungsfläche des optischen Mikrospiegel-Modulators projiziert wird, die Neigung der Mittelachse des von dem optischen System ausgesendeten und auf die selektive Reflexions/Transmissionsfläche auftreffenden Beleuchtungslichts von der Neigung der Mittelachse des Beleuchtungslichts verschieden ist, welches durch die selektive Reflexions/Transmissionsfläche reflektiert wird und welches auf die Lichtbeleuchtungsfläche auftrifft.

[0069] Während ferner in dem oben beschriebenen Projektor ein optisches Beleuchtungssystem verwendet wird, welches mit einem optischen Integratorsystem, umfassend eine Linsenanordnung und eine Überlagerungslinse, ausgestattet ist, sollte dies nicht einschränkend aufgefasst werden. Es ist beispielsweise ebenso möglich, ein optisches Beleuchtungssystem zu verwenden, welches mit einem optischen Integratorsystem unter Verwendung eines als ein Integratorstab bezeichneten Prismas ausgestattet ist. Es ist ferner ebenso möglich, ein optisches Beleuchtungssystem zu verwenden, welches kein optisches Integratorsystem verwendet. Dies bedeutet, ein beliebiger Typ von optischem Beleuchtungssystem ist möglich, solange es in der Lage ist, die Lichtbeleuchtungsfläche des optischen Mikrospiegel-Modulators zu beleuchten.

[0070] Während die oben beschriebene Ausführungsform ein Projektor unter Verwendung eines optischen Mikrospiegel-Modulators ist, sollte dies nicht einschränkend aufgefasst werden. Durch Steuerung/Regelung der Aussenderichtung des auf die Lichtbeleuchtungsfläche aufgestrahlten Beleuchtungslichts nach Maßgabe von Bildinformation können verschiedene Arten eines optischen Modulators zum Modulieren von Licht verwendet werden.

[0071] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die oben beschriebenen Ausführungsformen beschränkt; verschiedene Modifikationen sind möglich, ohne vom Rahmen der vorliegenden Erfindung, wie sie beansprucht ist, abzuweichen.

Patentansprüche

1. Projektor (**1000**) zur Projektion von Bildern für eine Darstellung, umfassend:
ein optisches Beleuchtungssystem (**100**) zum Aussenden von Beleuchtungslicht;
einen optischen Modulator (**200**) zum Modulieren von Licht durch Steuern/Regeln der Hervortrittsrichtung von Licht, welches nach Maßgabe von Bildinformation auf eine Lichtbeleuchtungsfläche aufgestrahlt wird, die in Seitenrichtung in einer X-Achsenrichtung und in einer zu der X-Achsenrichtung orthogonalen Y-Achsenrichtung sich erstreckt, wobei die X- und die Y-Achsenrichtung orthogonal zu einer Z-Achsenrichtung ist, in welcher Licht reflektiert wird, welches als Licht verwendet wird, das ein Bild des durch den optischen Modulator modulierten Lichts repräsentiert;
ein optisches Projektionssystem (**400**) zum Projizieren von Licht, welches von dem optischen Modulator (**200**) ausgesendet wird; und
ein Prisma (**300**), welches zwischen dem optischen Modulator (**200**) und dem optischen Projektionssystem (**400**) vorgesehen ist,
wobei das Prisma derart angeordnet ist, dass es das von dem optischen Beleuchtungssystem (**100**) ausgesendete Beleuchtungslicht reflektiert, um das Licht auf die Lichtbeleuchtungsfläche bei einem vorbestimmten Winkel auftreffen zu lassen, und eine selektive Reflexions/Transmissionsfläche (**302a**) aufweist, um das von dem optischen Modulator (**200**) ausgesandte Licht zu transmittieren und es zu dem optischen Projektionssystem (**400**) auszusenden,
dadurch gekennzeichnet, dass die selektive Reflexions/Transmissionsfläche (**302a**) bei einem Winkel relativ zur Z-Achsenrichtung derart angeordnet ist, dass dann, wenn die optischen Wege des Beleuchtungslichts auf eine zur Z-Achsenrichtung orthogonale Ebene projiziert werden, die Neigung relativ zu einer in den Richtungen der Z-Achse und der X-Achse liegenden Ebene der zentralen Achse des Beleuchtungslichts, welches von dem optischen Beleuchtungssystem (**100**) ausgesandt wird und auf die selektive Reflexions/Transmissionsfläche (**302a**) auftrifft, von der Neigung relativ zu der in der X-Achsenrichtung liegenden Ebene der zentralen Achse des Beleuchtungslichts verschieden ist, welches durch die selektive Reflexions/Transmissionsfläche (**302a**) reflektiert wird und auf der Lichtbeleuchtungsfläche auftrifft.

2. Projektor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtbeleuchtungsfläche eine im Wesentlichen rechteckige Kontur aufweist, sowie dadurch, dass dann, wenn der optische Weg des Beleuchtungslichts auf eine Ebene parallel zur der Lichtbeleuchtungsfläche projiziert wird, die zentrale Achse des Beleuchtungslichts, welches von der selektiven Reflexions/Transmissionsfläche (**302a**) reflektiert wird und auf die Lichtbeleuchtungsfläche auftrifft, ca. 45 Grad bezüglich der Y-Achsenrichtung der Lichtbeleuchtungsfläche geneigt ist.

3. Prisma (**300**) mit einer selektiven Lichtreflexions/transmissionsfläche (**302a**) zum Reflektieren von einfallendem Licht, welches derart angeordnet ist, dass es auf das Prisma von einer ersten Seitenfläche (**306**) derart auftrifft, dass eine zentrale Achse des einfallenden Lichts orthogonal zu der ersten Seitenfläche (**306a**) und bei einem Winkel relativ zu der selektiven Lichtreflexions/transmissionsfläche (**302a**) liegt, um wenigstens einen Anteil des einfallenden

Lichts von einer zweiten Seitenfläche (**304a**), welche sich in Seitenrichtung in einer X-Achsenrichtung und in einer Y-Achsenrichtung orthogonal zu der X-Achsenrichtung erstreckt, als reflektiertes Licht auszusenden und um einfallendes Licht von der zweiten Seitenfläche (**304a**) zu transmittieren und auszusenden, dadurch gekennzeichnet, dass die selektive Lichtreflexions/transmissionsfläche (**302a**) bei einem Winkel relativ zu der zentralen Achse des von der ersten Seitenfläche (**306a**) einfallenden Lichts angeordnet ist, um das einfallende Licht von der ersten Seitenfläche (**306a**) derart zu reflektieren, das dann, wenn die optischen Wege des einfallenden Lichts von der ersten Richtung auf eine Ebene parallel zu der zweiten Seitenfläche (**304a**) projiziert werden, die Neigung der zentralen Achse des einfallenden Lichts relativ zu einer Ebene orthogonal zu der zweiten Seitenfläche (**304a**) und in der X-Achsenrichtung liegend von der Neigung relativ zu der in der X-Achsenrichtung liegenden Ebene der zentralen Achse des reflektierten Lichts verschieden ist.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

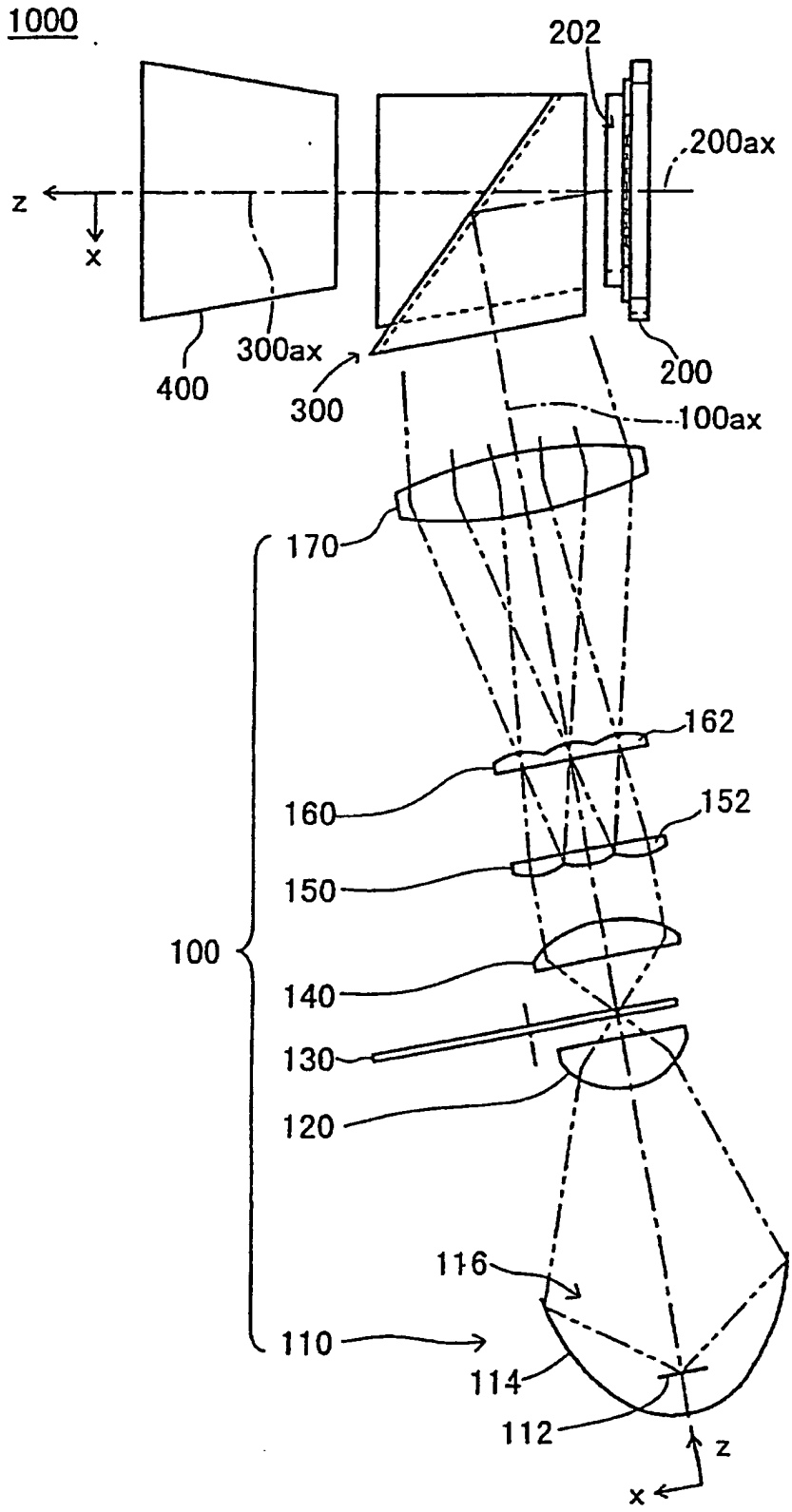


FIG. 2

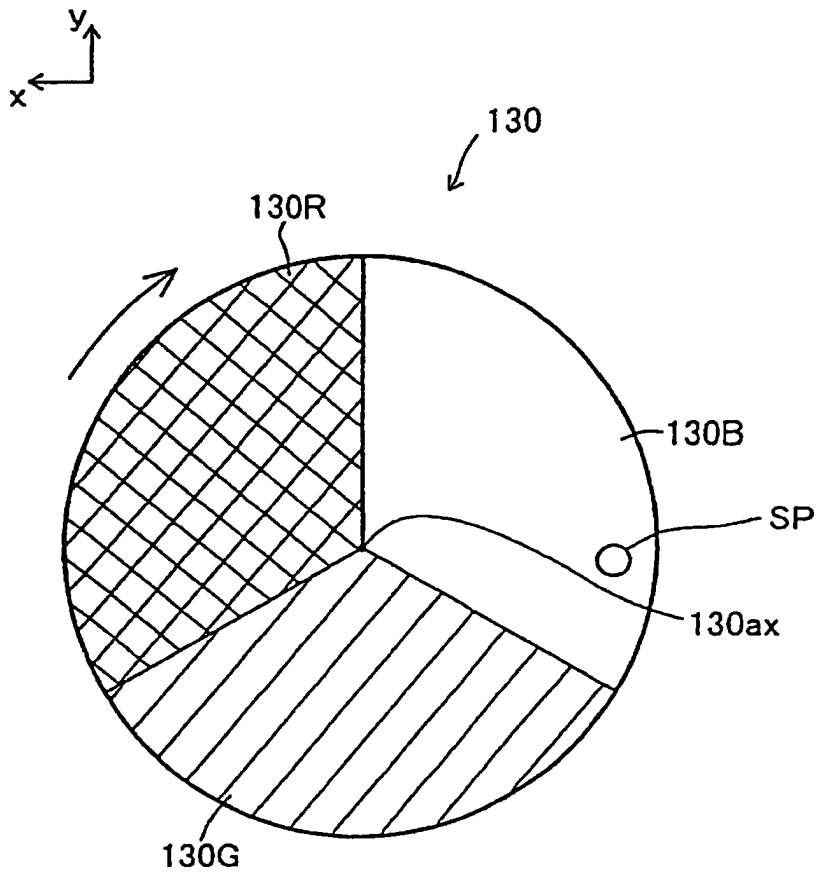


FIG.3

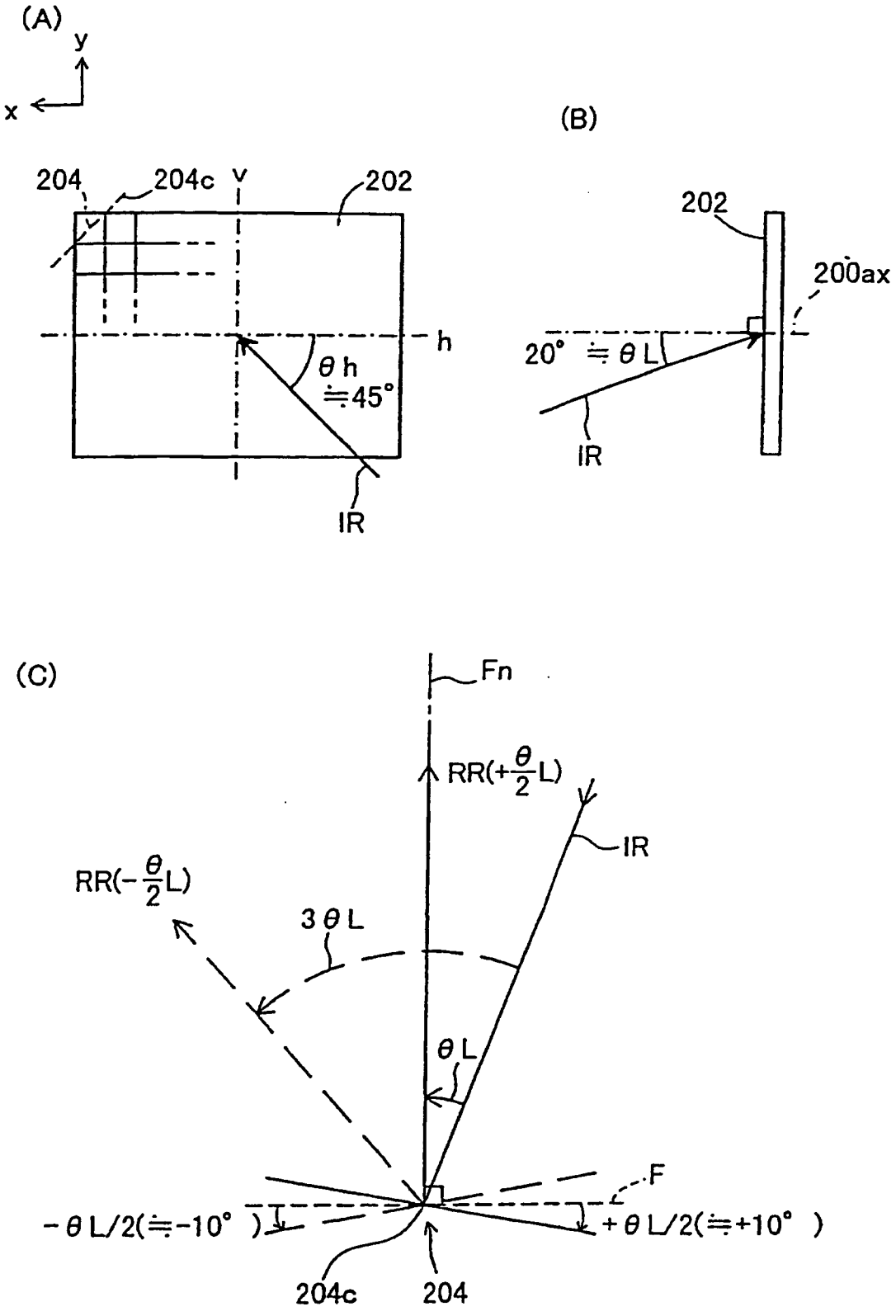

(A)
y
x
204
204c
202
h
θh
≒45°
IR
(B)
202
200ax
20° ≒ θL
IR
(C)
Fn
RR(+θ/2L)
IR
RR(−θ/2L)
3θL
θL
F
−θL/2(≒−10°)
+θL/2(≒+10°)
204c
204

FIG. 4

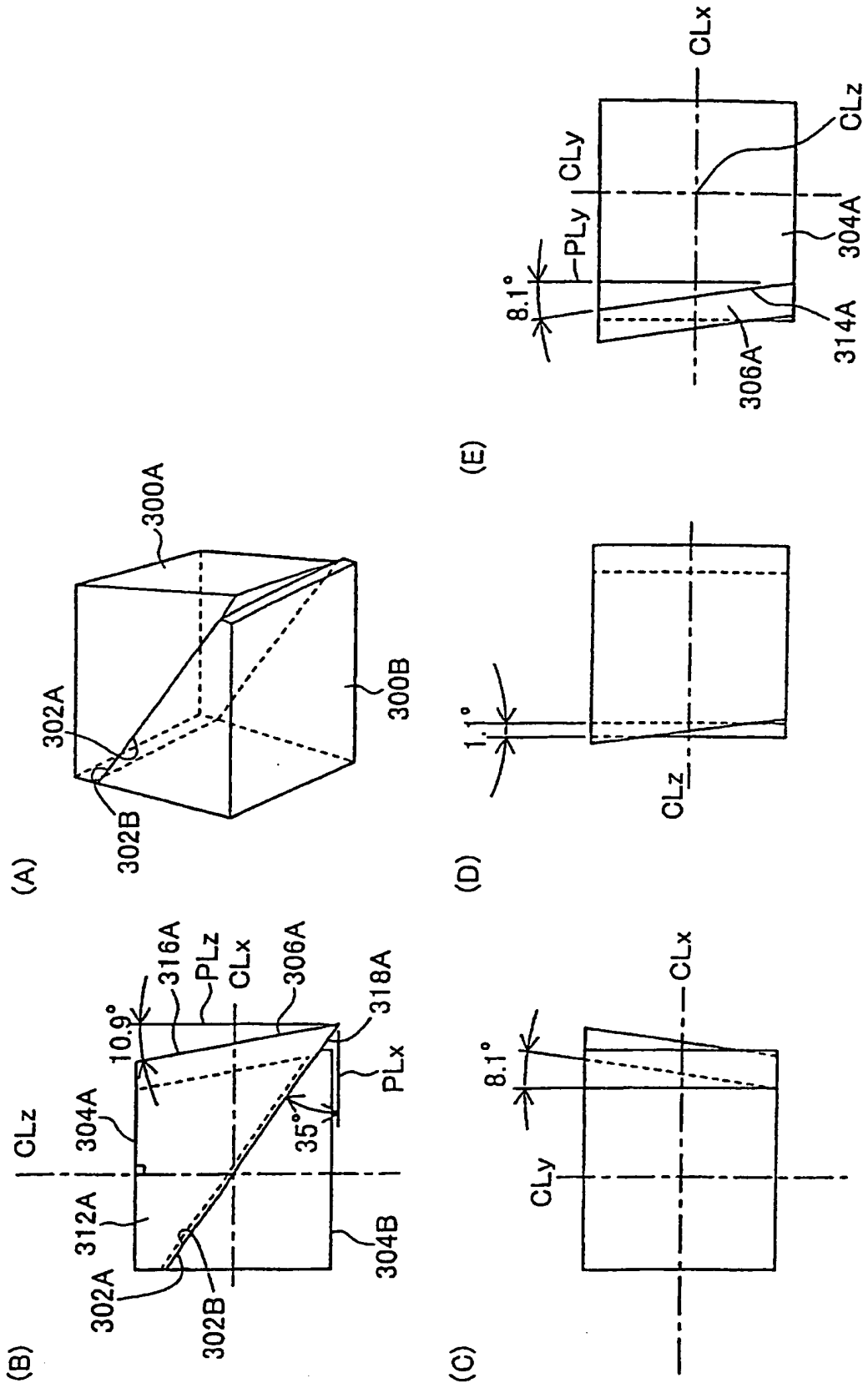

(A)
300A
300B
302A
302B
(B)
316A
PLz
CLx
306A
318A
10.9°
PLx
CLz
304A
35°
312A
304B
302A
302B
(C)
CLx
8.1°
CLy
(D)
1.1°
CLz
(E)
CLx
CLz
CLy
PLy
304A
8.1°
314A
306A

FIG. 5

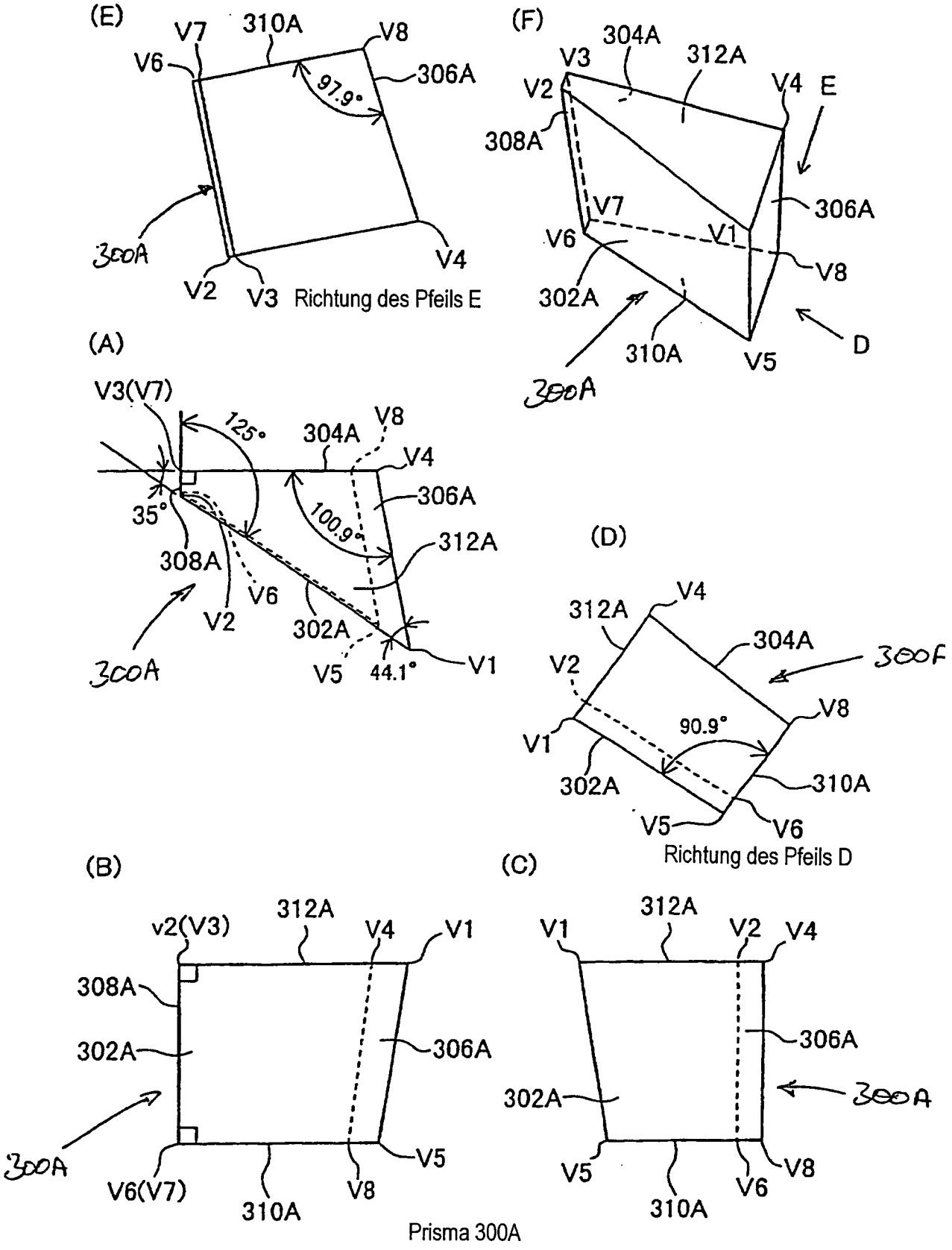

(E)
V7
310A
V8
V6
306A
97.9°
300A
V4
V2
V3
Richtung des Pfeils E
(F)
304A
V3
312A
V2
V4
E
308A
V7
306A
V6
V1
V8
302A
310A
V5
D
300A
(A)
V3(V7)
125°
304A
V8
V4
306A
35°
100.9°
312A
308A
V6
V2
302A
300A
V5
44.1°
V1
(D)
V4
312A
304A
300F
V2
V8
V1
90.9°
302A
310A
V5
V6
Richtung des Pfeils D
(B)
v2(V3)
312A
V4
V1
308A
306A
302A
300A
V5
V6(V7)
310A
V8
(C)
V1
312A
V2
V4
306A
302A
300A
V5
V8
V6
310A
Prisma 300A

FIG. 6

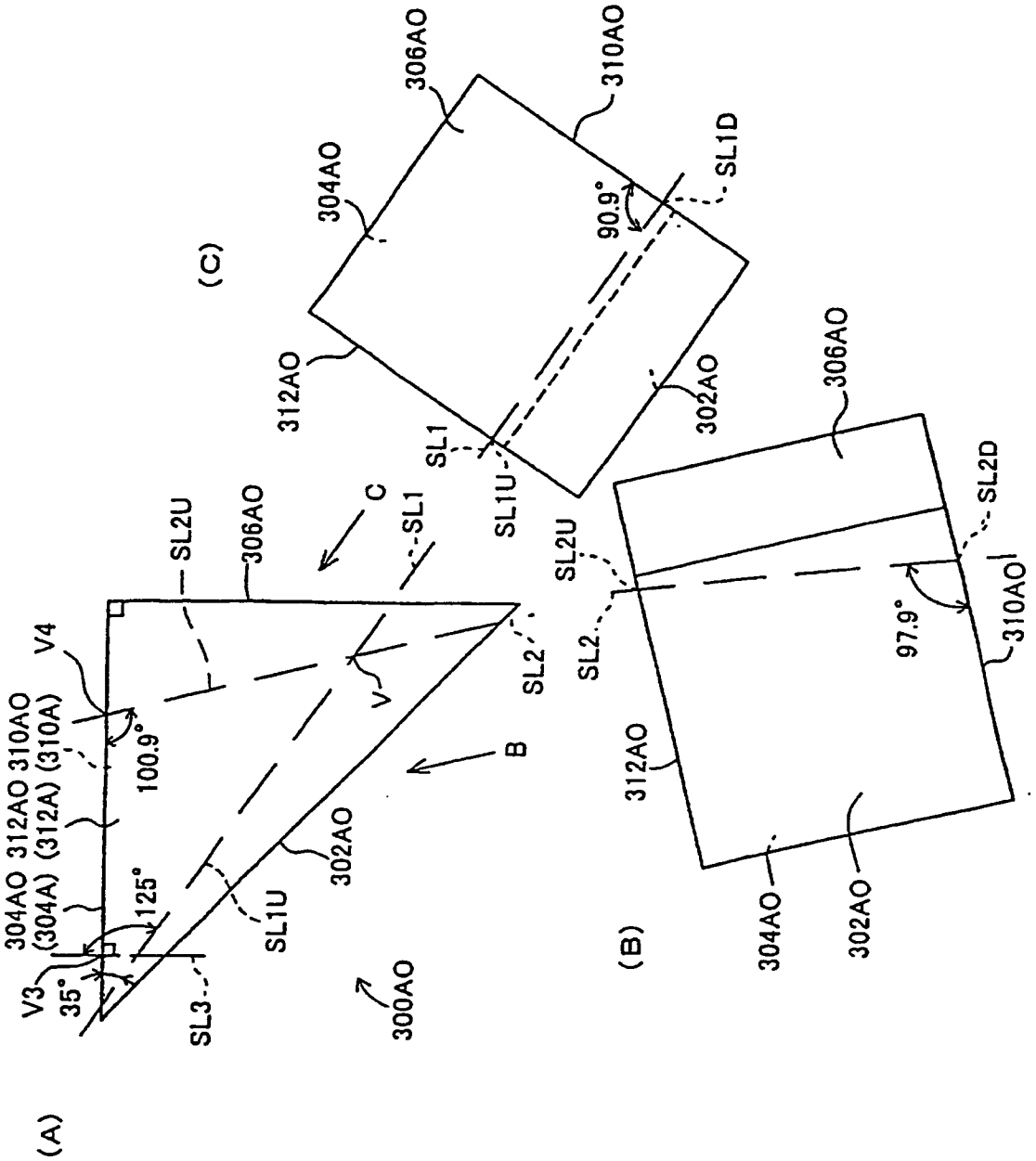

(A)
(B)
(C)
300AO
302AO
304AO
306AO
310AO
312AO
304AO (304A)
312AO (312A)
310AO (310A)
V3
V4
V
35°
100.9°
125°
90.9°
97.9°
SL1
SL1U
SL1D
SL2
SL2U
SL2D
SL3
B
C

FIG. 7

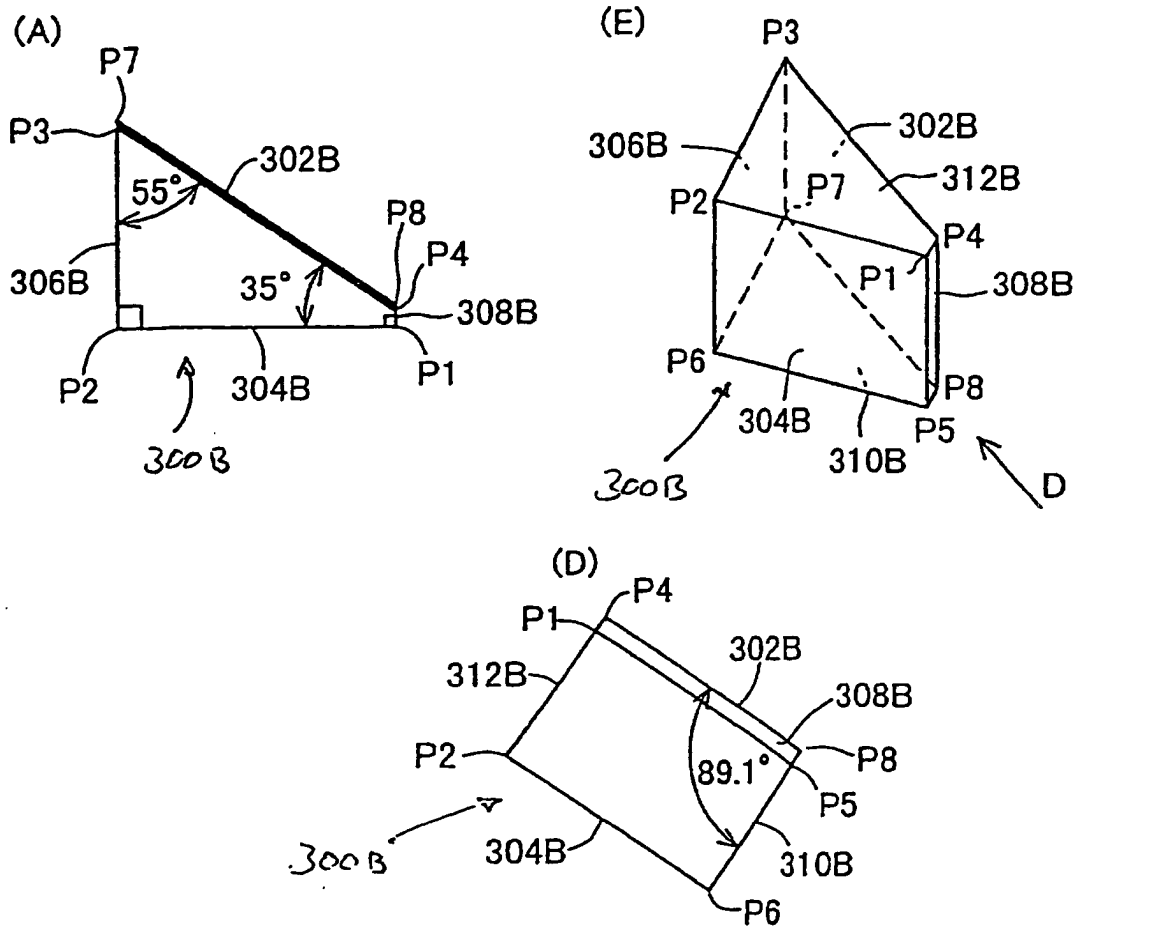

(A)
P7
P3
302B
55°
P8
P4
306B
35°
308B
P2
304B
P1
300B
(E)
P3
306B
302B
312B
P2
P7
P4
P1
308B
P6
P8
304B
310B
P5
300B
D
(D)
P4
P1
302B
312B
308B
P2
89.1°
P8
P5
300B
304B
310B
P6
Richtung des Pfeils D
(B)
P2
312B
P1
306B
308B
300B
P6
310B
304B
P5
(C)
1.1°
P4
312B
P3
P1
304B
300B
308B
302B
P5
P8
310B
P7
Prisma 300B

FIG. 8

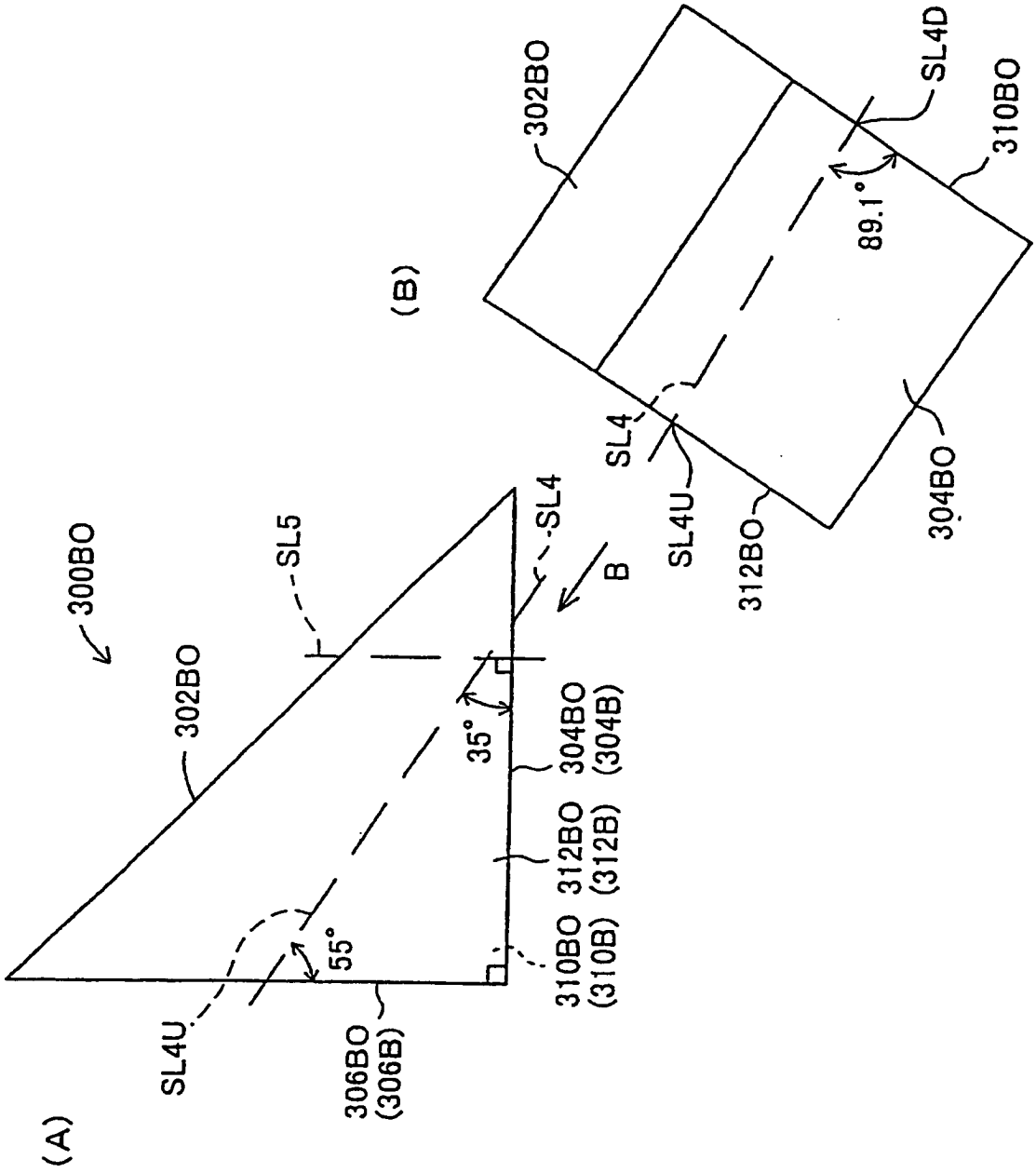

(A)
300BO
302BO
SL5
SL4
B
35°
304BO
(304B)
312BO
(312B)
310BO
(310B)
55°
SL4U
306BO
(306B)
(B)
302BO
SL4D
310BO
89.1°
SL4
SL4U
312BO
304BO

FIG. 9

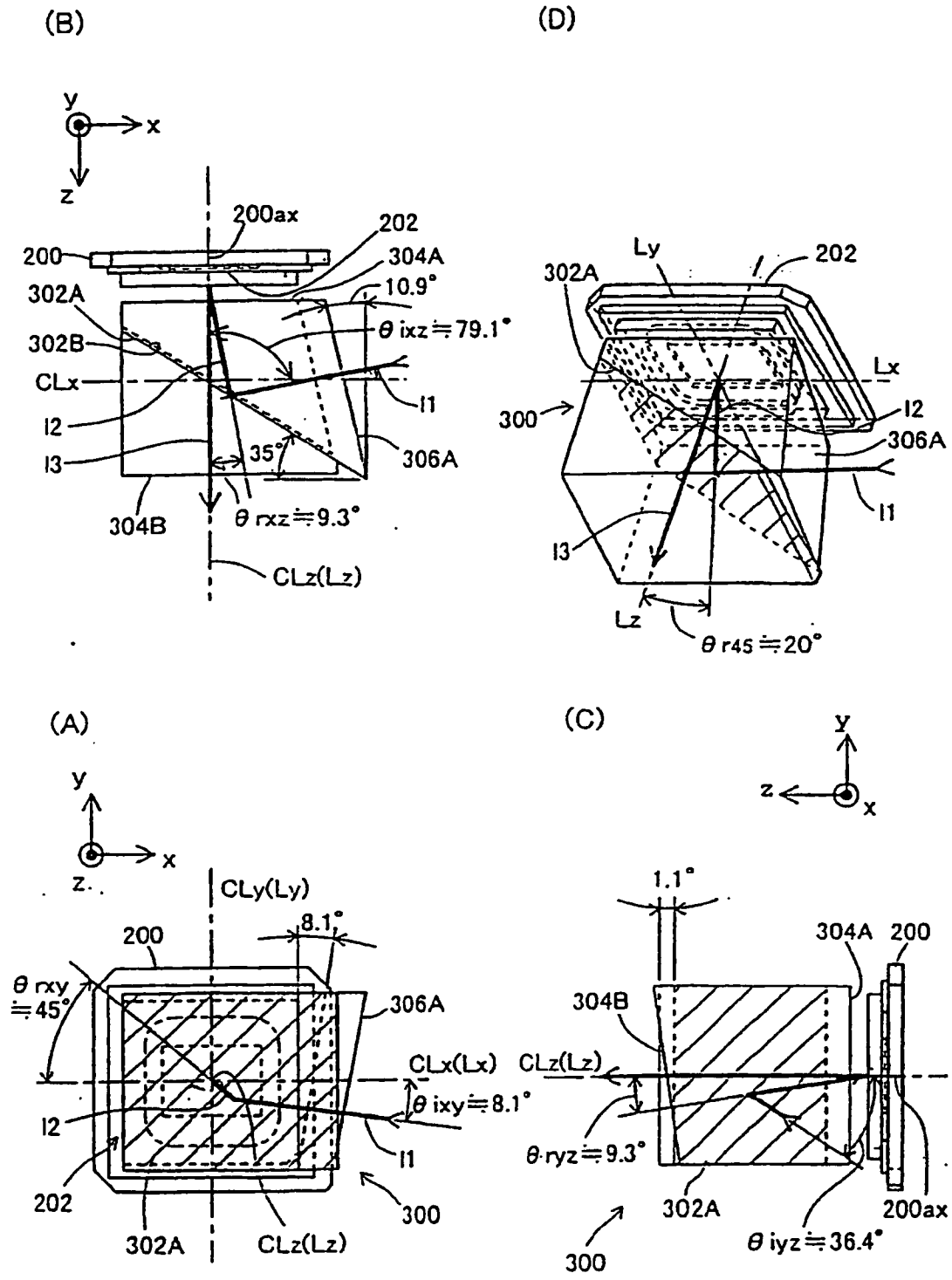

(B)
y
x
z
200ax
202
200
304A
10.9°
302A
θ ixz≒79.1°
302B
CLx
I2
I1
I3
35°
306A
304B
θ rxz≒9.3°
CLz(Lz)
(D)
Ly
202
302A
Lx
300
I2
306A
I1
I3
Lz
θ r45≒20°
(A)
y
x
z
CLy(Ly)
8.1°
200
θ rxy
≒45°
306A
CLx(Lx)
θ ixy≒8.1°
I2
I1
202
300
302A
CLz(Lz)
(C)
y
z
x
1.1°
304A
200
304B
CLz(Lz)
θ ryz≒9.3°
302A
200ax
300
θ iyz≒36.4°

FIG. 10

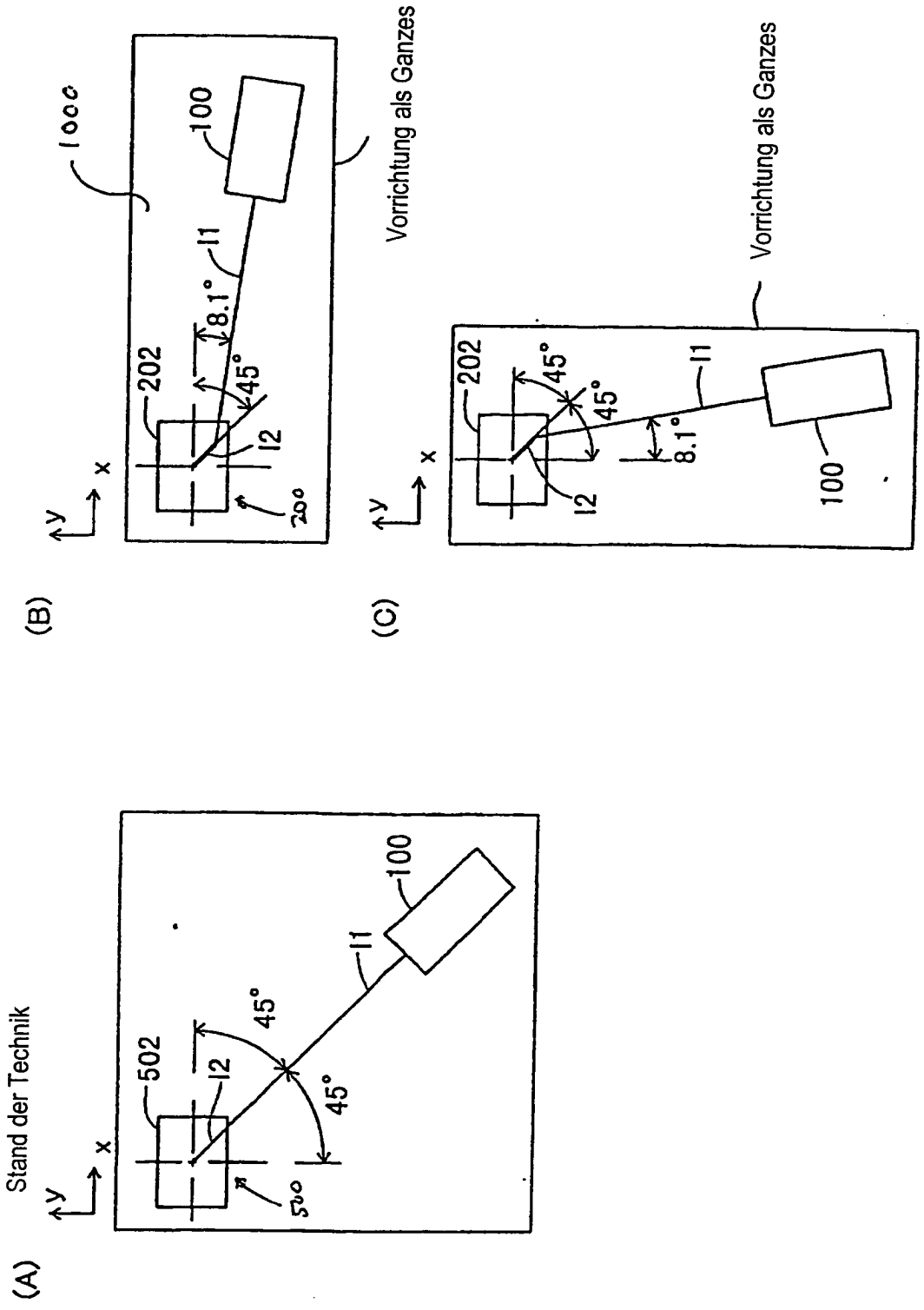
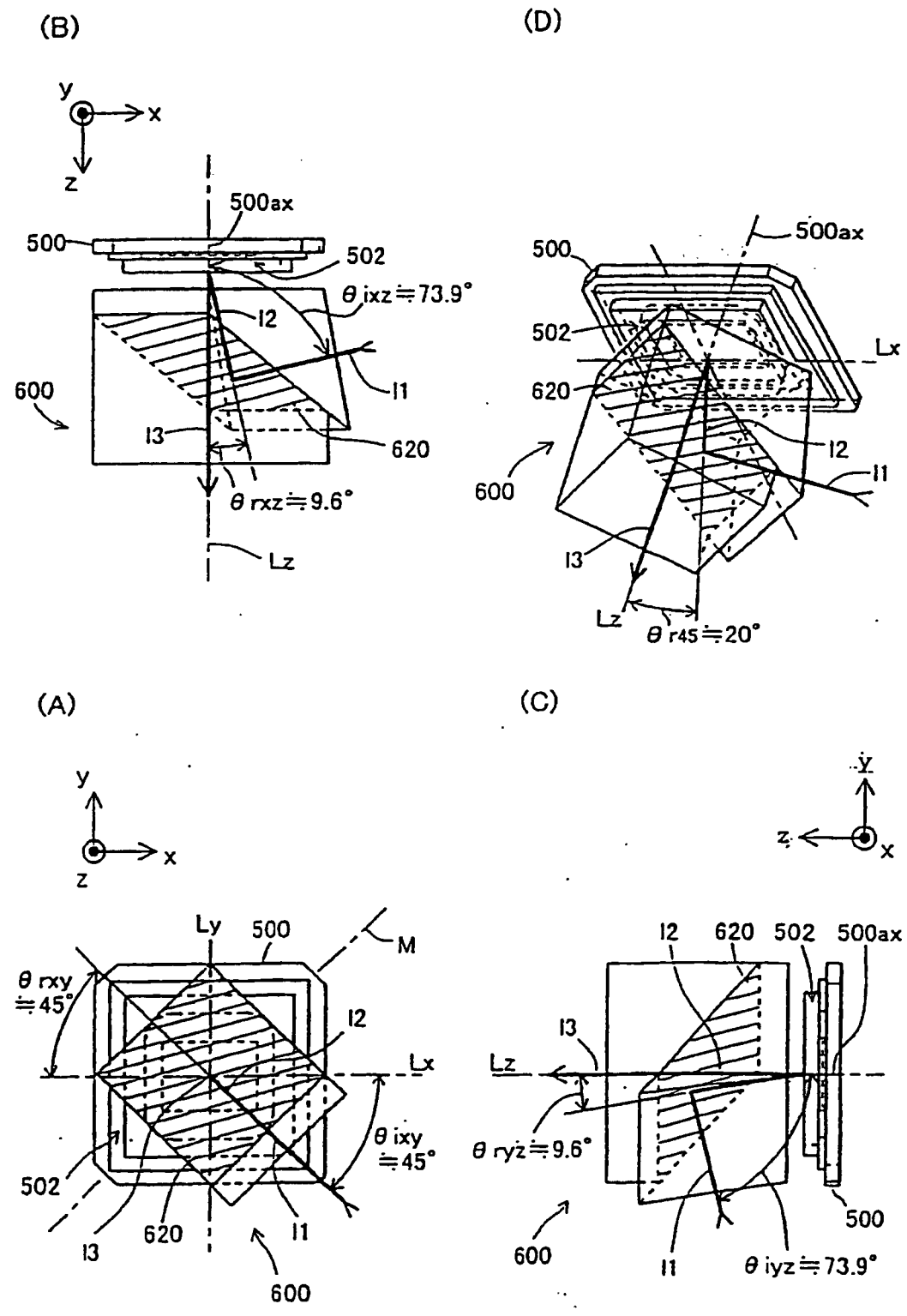

(A)
Stand der Technik
y
x
502
12
45°
45°
11
100
500
(B)
1000
100
11
8.1°
45°
202
12
200
y
x
(C)
Vorrichtung als Ganzes
Vorrichtung als Ganzes
202
45°
45°
11
8.1°
12
100
y
x

FIG. 11


(B)
y
x
z
500ax
500
502
θ ixz≒73.9°
12
11
600
13
620
θ rxz≒9.6°
Lz
(D)
500ax
500
502
Lx
620
12
11
600
13
Lz
θ r45≒20°
(A)
y
x
z
Ly
500
M
θ rxy
≒45°
12
Lx
θ ixy
≒45°
502
13
620
11
600
(C)
y
z
x
12
620
502
500ax
13
Lz
θ ryz≒9.6°
500
600
11
θ iyz≒73.9°