



(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2009/070432**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2008 003 216.5**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2008/082949**
(86) PCT-Anmeldetag: **10.11.2008**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **04.06.2009**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **23.12.2010**

(51) Int Cl.⁸: **G02B 27/18** (2006.01)
G02B 5/12 (2006.01)
G02B 5/02 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
60/990,150 **26.11.2007** **US**

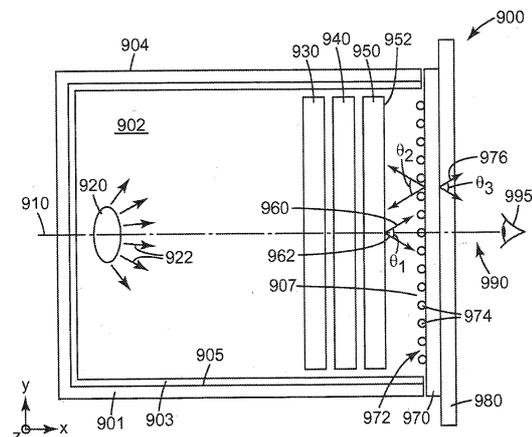
(74) Vertreter:
Vossius & Partner, 81675 München

(71) Anmelder:
**3M Innovative Properties Co., Saint Paul, Minn.,
US**

(72) Erfinder:
**Hitschmann, Guido, 41460 Neuss, DE; Schenke,
Kay-Uwe, 41460 Neuss, DE**

(54) Bezeichnung: **Optisches System mit hohem Kontrast**

(57) Hauptanspruch: Optisches System zum Darstellen eines Bildes in einem Betrachtungsbereich, mit:
einem Gehäuse mit einer reflektiven Innenfläche und einer ersten Öffnung;
einem in der Nähe der ersten Öffnung angeordneten räumlichen Lichtmodulator;
einer im Inneren des Gehäuses angeordneten Lichtquelle, wobei der räumliche Lichtmodulator durch die Lichtquelle emittiertes Licht moduliert, um Bildstrahlen zu erzeugen;
einer in der Nähe der ersten Öffnung zwischen dem räumlichen Lichtmodulator und der Lichtquelle angeordneten ersten Lichttlenkschicht zum Recyceln mindestens eines Teils des durch die Lichtquelle emittierten Lichts; und
einer in der Nähe der ersten Öffnung zwischen dem räumlichen Lichtmodulator und dem Betrachtungsbereich angeordneten Lichtabsorptionsschicht, wobei die Lichtabsorptionsschicht die Bildstrahlen vom räumlichen Lichtmodulator empfängt und die empfangenen Bildstrahlen im Betrachtungsbereich darstellt.



Beschreibung

Verweis auf verwandte Anmeldungen

[0001] Die vorliegende Anmeldung steht mit der vom gleichen Anmelder und zum gleichen Zeitpunkt mit der vorliegenden Anmeldung eingereichten Patentanmeldung "OPTICAL SYSTEM WITH HIGH CONTRAST" mit der Anmeldungsnummer 60/990157 mit der Anwalts-Referenznummer 62243US002 in Beziehung.

Bereich der Erfindung

[0002] Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein Displays. Die Erfindung ist insbesondere auf Displays anwendbar, auf denen ein Bild mit hohem Kontrast dargestellt werden soll.

Hintergrund der Erfindung

[0003] Displays stellen allgemein Information für einen Betrachter dar. Die Leistungsfähigkeit eines Displays wird durch verschiedene Kenngrößen des Displays beschrieben. Eine derartige Kenngröße ist seine Fähigkeit, Umgebungslicht zu absorbieren, das von verschiedenen Lichtquellen emittiert wird, z. B. von einer Glühbirne in einem Raum oder auf einer Straße oder von der Sonne. Im Allgemeinen überlagert sich Umgebungslicht, das auf ein Display auftrifft und durch das Display nicht absorbiert wird, mit der dargestellten Information, was zu einem verminderten Kontrast führt. Der durch Umgebungslicht verursachte verminderte Kontrast wird allgemein als "Auswaschen" ("Washout") bezeichnet. Der Washout-Effekt ist insbesondere in Anwendungen problematisch, bei denen das Umgebungslicht sehr hell ist. Beispielsweise kann bei Anwendungen im Freien der Displaykontrast durch Umgebungslicht von der Sonne wesentlich vermindert werden, wodurch es für einen Betrachter schwierig wird, die dargestellte Information zu erkennen. Ein Display, wie beispielsweise ein in einem Kraftfahrzeug verwendetes Instrumententeil ist für den Washout-Effekt durch Sonnenlicht besonders anfällig. Typischerweise sind Instrumententeile in einem Kraftfahrzeug in einem Gehäuse vertieft angeordnet, um das Auftreffen von Umgebungslicht auf das Display zu vermindern. Das Gehäuse ist allgemein schwarz, um den Washout-Effekt durch Vermindern der durch das Gehäuse reflektierten Lichtmenge weiter zu vermindern.

[0004] Eine andere Kenngröße eines Displays ist der Sicht- oder Betrachtungswinkel. Es ist allgemein erwünscht, wenn die dargestellte Information über einen vorgegebenen Betrachtungswinkelbereich leicht erkennbar ist. In einigen Fällen ist es außerdem wünschenswert, wenn die dargestellte Information außerhalb eines vorgegebenen Betrachtungswinkelbereichs nicht erkennbar ist. D. h., es kann wünschens-

wert sein, die Sichtbarkeit eines Displays auf einen bestimmten und beabsichtigten Betrachtungsbereich zu beschränken. Beispielsweise kann eine Einschränkung der Sichtbarkeit des Displays aus Datenschutzgründen wünschenswert sein. Eine andere Situation, bei der eine derartige Einschränkung wünschenswert sein kann, ist, wenn die Sichtbarkeit des Displays durch eine Person, die sich außerhalb des vorgesehenen Betrachtungsbereichs befindet, mit der Fähigkeit der Person wechselwirkt, eine vorgegebene Aufgabe auszuführen. Beispielsweise kann es in einem Kraftfahrzeug wünschenswert sein, wenn ein Display oder eine Instrumentengruppe durch den Fahrer, nicht aber durch andere Insassen sichtbar ist, da dies deren Komfort beeinträchtigen könnte. Reflexionen von Licht, das von einem Instrumentendisplay emittiert wird, an einer Windschutzscheibe, einem Seitenfenster oder an anderen glänzenden Oberflächen in einem Kraftfahrzeug, können einen Fahrer stören und ablenken. Typischerweise ist das vertiefte Gehäuse einer Instrumentengruppe in einem Kraftfahrzeug derart konstruiert, dass der Betrachtungswinkel für die dargestellte Information begrenzt wird.

[0005] Eine andere Kenngröße eines Displays ist seine Gesamtgeometrie. Es ist allgemein erwünscht, dass Displays eine minimale Tiefe haben, um die Tiefe und/oder das Gesamtvolumen des Displays zu vermindern. Beispielsweise kann es im Fall eines Instrumententeils in einem Kraftfahrzeug wünschenswert sein, die Vertiefung im Instrumentengehäuse zu minimieren, um Raum einzusparen oder beispielsweise Raum für Zusatzgeräte zu schaffen. Wenn eine Displaykenngröße verbessert wird, werden häufig eine oder mehrere andere Displaykenngrößen schlechter. Infolgedessen werden bei einem Display häufig Kompromisse gemacht, um die Leistungsfähigkeitskriterien für eine bestimmte Displayanwendung optimal zu erfüllen. Daher bleibt ein Bedarf für Displays mit einer verbesserten Gesamtleistungsfähigkeit, während die minimalen Leistungsfähigkeitskriterien erfüllt werden.

Zusammenfassung der Erfindung

[0006] Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein optische Systeme. Die vorliegende Erfindung betrifft außerdem optische Systeme, die ein Bild mit hohem Kontrast darstellen können.

[0007] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung weist ein optisches System zum Darstellen eines Bildes in einem Betrachtungsbereich ein Gehäuse mit einem Innenraum, einer reflektiven Innenfläche und einer ersten Öffnung auf. Das optische System weist ferner einen in der Nähe der ersten Öffnung angeordneten räumlichen Lichtmodulator oder Mikrospiegelaktor und eine im Inneren des Gehäuses angeordnete Lichtquelle auf. Der räumliche Lichtmodulator moduliert das durch die Lichtquelle emittierte

Licht, um Bildstrahlen zu erzeugen. Das optische System weist ferner eine erste Lichtumlenkschicht auf, die in der Nähe der ersten Öffnung zwischen dem räumlichen Lichtmodulator und der Lichtquelle angeordnet ist. Die erste Lichtumlenkschicht recycelt mindestens einen Teil des durch die Lichtquelle emittierten Lichts. Das optische System weist ferner eine Lichtabsorptionsschicht auf, die in der Nähe der ersten Öffnung zwischen dem räumlichen Lichtmodulator und der Betrachtungsposition angeordnet ist. Die Lichtabsorptionsschicht empfängt die Bildstrahlen vom räumlichen Lichtmodulator und stellt das empfangene Bild an der Betrachtungsposition dar bzw. zeigt es dorthin an.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0008] Die Erfindung wird nachstehend anhand der folgenden ausführlichen Beschreibung verschiedener Ausführungsformen der Erfindung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen verdeutlicht; es zeigen:

[0009] [Fig. 1](#) eine schematische Seitenansicht eines optischen Systems;

[0010] [Fig. 2](#) eine schematische dreidimensionale Ansicht eines Lichtstrahlkegels;

[0011] [Fig. 3](#) ein schematisches Diagramm einer Intensität als Funktion eines Winkels;

[0012] [Fig. 4](#) eine schematische dreidimensionale Ansicht eines Lichtstrahlkegels;

[0013] [Fig. 5](#) ein schematisches Diagramm des Lichtdurchlassgrades als Funktion eines Winkels;

[0014] [Fig. 6](#) eine schematische Seitenansicht eines optischen Systems;

[0015] [Fig. 7](#) eine schematische Vorderansicht eines Instrumententeiles;

[0016] [Fig. 8](#) eine schematische dreidimensionale Ansicht eines optischen Systems;

[0017] [Fig. 9](#) eine schematische Seitenansicht eines optischen Systems; und

[0018] [Fig. 10](#) eine schematische dreidimensionale Ansicht einer prismatischen Lichtumlenkschicht.

[0019] In der vorliegenden Beschreibung bezeichnen gleiche Bezugszeichen in den mehreren Figuren gleiche oder ähnliche Elemente mit den gleichen oder ähnlichen Eigenschaften und Funktionalitäten.

Ausführliche Beschreibung

[0020] Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein elektronische Displayvorrichtung. Die Erfindung betrifft insbesondere Displayvorrichtungen, die in einer Umgebung verwendet werden, in der es wünschenswert ist, wenn das Display eine kleine und kompakte Geometrie hat und einen wesentlichen Anteil des Umgebungslichts absorbiert. Die Erfindung ist insbesondere für Displayvorrichtungen geeignet, die im Freien oder in Umgebungen mit sehr hellem Umgebungslicht verwendet werden.

[0021] [Fig. 1](#) zeigt eine schematische Seitenansicht eines optischen Systems **100** zum Anzeigen bzw. Darstellen eines Bildes in einer Betrachtungsposition bzw. einem Betrachtungsbereich **193**, in dem sich ein Betrachter **195** befinden kann. Das optische System **100** ist auf einer optischen Achse **190** zentriert und weist eine Bilderzeugungseinrichtung **110** auf, die dazu geeignet ist, ein Bild in einer Displayebene **112** zu erzeugen, die sich innerhalb der Vorrichtung **110** befindet. Die Display- bzw. Darstellungsebene emittiert Bildstrahlen **113** innerhalb eines Emissionskegels **114**, der als kleinster axialsymmetrischer Kegel definiert ist, der alle emittierten Bildstrahlen enthält, die eine Intensität haben, die mindestens der Hälfte der maximalen Intensität I_{\max} der emittierten Bildstrahlen gleicht. Der Emissionskegel **114** hat einen entsprechenden Emissionskegelwinkel θ_1 .

[0022] Beispielsweise zeigt [Fig. 2](#) eine schematische Ansicht eines Kegels von Bildstrahlen **210**, die einen Bildstrahl **214** mit einer maximalen Intensität I_{\max} aufweisen. Alle anderen Bildstrahlen innerhalb des Kegels **210** haben Intensitäten, die nicht kleiner sind als $I_{\max}/2$. Beispielsweise zeigt [Fig. 3](#) ein schematisches Diagramm der Intensität als Funktion des Winkels für die Bildstrahlen, die innerhalb eines Querschnitts **216** des Kegels **210** liegen, wobei der Querschnitt **216** den Bildstrahl **214** mit der maximalen Intensität I_{\max} und Grenzbildstrahlen **218** und **219** enthält. In [Fig. 3](#) entspricht ein Punkt **317** bei einem Winkel θ_{11} dem Bildstrahl **214**, ein Punkt **318** bei einem Winkel θ_{13} dem Grenzbildstrahl **218** und ein Punkt **319** bei einem Winkel θ_{12} dem Grenzbildstrahl **219**. Alle Bildstrahlen zwischen den Winkeln θ_{12} und θ_{13} haben Lichtintensitäten von nicht weniger als $I_{\max}/2$. In einigen Fällen kann der Kegel **210** eine Symmetrie aufweisen, wie beispielsweise eine Axialsymmetrie oder eine Ebenensymmetrie. In einigen Fällen ist der Kegel **210** asymmetrisch, d. h., er hat keinerlei Symmetrie.

[0023] In [Fig. 2](#) ist der Kegel **114** der kleinste axialsymmetrische Kegel, der den Kegel der Bildstrahlen **210** enthält. Der Kegel **114** ist um eine Achse, z. B. um die optische Achse **190**, axialsymmetrisch. Gemäß [Fig. 1](#) hat jeder Bildstrahl im axialsymmetrisch emittierten Kegel **114** eine optische Intensität von

mindestens $I_{\max}/2$.

[0024] Das optische System **100** weist ferner eine optische Schicht **120** mit einer der Bilderzeugungseinrichtung **110** und der Darstellungsebene **112** zugewandten Eingangsseite **124** und einer der Eingangsseite **124** gegenüberliegenden Betrachtungsseite **122** auf. Die optische Schicht **120** hat einen maximalen Lichtdurchlassgrad T_{\max} und einen Akzeptanzkegel **116**, der als der größte axialsymmetrische Kegel definiert ist, wobei jeder einfallende Strahl innerhalb des Kegels einen Lichtdurchlassgrad von nicht weniger als die Hälfte von T_{\max} hat. Der Akzeptanzkegel **116** weist einen zugeordneten Akzeptanzwinkel θ_2 auf.

[0025] Beispielsweise zeigt [Fig. 4](#) eine schematische Ansicht eines Einfallskegels **410** von auf die optische Schicht **120** einfallenden Lichtstrahlen, die einen Strahl **420** mit einem maximalen Lichtdurchlassgrad T_{\max} aufweist. Der Kegel **116** ist der größte axialsymmetrische Kegel, wobei jeder Strahl innerhalb des Kegels einen Lichtdurchlassgrad aufweist, der nicht kleiner ist als $T_{\max}/2$. Beispielsweise zeigt [Fig. 5](#) ein schematisches Diagramm des Lichtdurchlassgrades als Funktion des Winkels für einfallende Lichtstrahlen, die innerhalb eines Querschnitts **430** des Kegels **116** liegen, wobei der Querschnitt **430** einen einfallenden Strahl **420** mit dem maximalen Lichtdurchlassgrad T_{\max} und einfallende Grenzstrahlen **412** und **413** enthält. In [Fig. 5](#) entspricht ein Punkt **510** bei einem Winkel θ_{21} dem einfallenden Strahl **420**, ein Punkt **511** bei einem Winkel θ_{22} dem einfallenden Grenzstrahl **412** und ein Punkt **512** bei einem Winkel θ_{23} dem einfallenden Strahl **413**. Alle einfallenden Strahlen zwischen den Winkeln θ_{22} und θ_{23} haben Lichtdurchlassgrade, die nicht kleiner sind als $T_{\max}/2$. In einigen Fällen kann der Einfallskegel **410** aller Bildstrahlen eine Symmetrie aufweisen, wie beispielsweise eine Axialsymmetrie oder eine Ebenensymmetrie. In einigen Fällen ist der Einfallskegel **410** asymmetrisch, d. h., dass er keinerlei Symmetrie aufweist.

[0026] In [Fig. 4](#) ist der Kegel **116** der größte axialsymmetrische Kegel, der im Kegel **410** enthalten sein kann. Der Kegel **116** ist axialsymmetrisch um eine Achse, wie beispielsweise um die optische Achse **190**. Gemäß [Fig. 1](#) wird jeder einfallende Bildstrahl im axialsymmetrischen Kegel **116** durch die optische Schicht **120** mit einem Lichtdurchlassgrad von mindestens $T_{\max}/2$ transmittiert.

[0027] Im in [Fig. 1](#) dargestellten optischen System empfängt die optische Schicht **120** emittierte Bildstrahlen **113** von der Eingangsseite **124** der optischen Schicht. Die optische Schicht **120** transmittiert im Wesentlichen die empfangenen Bildstrahlen, die sich innerhalb des Einfallskegels **116** befindet, und blockiert im Wesentlichen Bildstrahlen außerhalb des

Einfallskegels **116**. Hierin soll die optische Schicht **120** mit einem maximalen Lichtdurchlassgrad T_{\max} einen Bildstrahl im Wesentlichen übertragen, wenn der Lichtdurchlassgrad des Bildstrahls mindestens $T_{\max}/2$ beträgt. Außerdem blockiert die optische Schicht **120** einen Bildstrahl im Wesentlichen, wenn der Lichtdurchlassgrad des Bildstrahls kleiner ist als $T_{\max}/2$.

[0028] Im Allgemeinen können der Emissions- und der Akzeptanzwinkel θ_1 und θ_2 einen für eine spezifische Anwendung erwünschten beliebigen Wert haben. In einigen Fällen ist der Akzeptanzwinkel θ_2 mindestens so groß wie der Emissionswinkel θ_1 . In einigen Fällen kann es erforderlich sein, zwischen der optischen Schicht **120** und der Bilderzeugungseinrichtung **110** ein optisches Element mit einer optischen Brechkraft bereitzustellen, wie beispielsweise eine Kollimationslinse und/oder Spiegel. In einigen Fällen können zwischen der optischen Schicht **120** und der Bilderzeugungseinrichtung **110** ein oder mehr optische Elemente ohne optische Brechkraft bereitgestellt werden, wie beispielsweise ein Planspiegel, ein Polarisator, ein Farb- oder Intensitätsfilter oder ein Retarder bzw. eine Verzögerungseinrichtung.

[0029] In einigen Fällen sind die Darstellungsebene **112** und die optische Schicht **120** entlang der optischen Achse **190** in einem Abstand von weniger als etwa 10 cm oder in einem Abstand von weniger als etwa 5 cm oder in einem Abstand von weniger als etwa 2 cm oder in einem Abstand von weniger als etwa 0,5 cm beabstandet.

[0030] Das in [Fig. 1](#) dargestellte exemplarische optische System **100** ist auf der optischen Achse **190** zentriert. Das optische System kann, muss aber nicht auf einer optischen Achse zentriert sein. Beispielsweise kann die optische Schicht **120** derart nach oben oder unten verschoben werden, dass sie nicht mehr länger auf der optischen Achse zentriert ist. In einigen Fällen ist der Emissions- und/oder der Akzeptanzkegel nicht auf der optischen Achse **190** zentriert, auch wenn alle optischen Elemente im optischen System **100** auf der optischen Achse zentriert sind. In einigen Fällen ist der Emissions- und/oder der Akzeptanzkegel auf der optischen Achse **190** zentriert.

[0031] Die optische Achse **190** ist in dem in [Fig. 1](#) dargestellten exemplarischen optischen System nicht geknickt. Im Allgemeinen kann die optische Achse geknickt bzw. gefaltet sein oder nicht. Beispielsweise kann die optische Achse in einigen Fällen beispielsweise unter Verwendung von einem oder mehreren Umlenkspiegeln geknickt sein, um die Gesamtgeometrie zu verkleinern.

[0032] Die optische Schicht **120** empfängt Bildstrahlen, die durch die Darstellungsebene **112** emittiert

werden, an der Eingangsseite oder -fläche **124** und transmittiert die empfangenen Bildstrahlen zu einer gegenüberliegend der Eingangsseite **124** angeordneten Betrachtungsseite oder -fläche **122**. Die Betrachtungsseite **122** stellt das durch die optische Schicht **120** empfangene Bild im Betrachtungsbereich **193** dar bzw. bildet es dorthin ab. Licht wird durch die optische Schicht **120** innerhalb eines Betrachtungskegels **118** übertragen, der der größte axialsymmetrische Kegel ist, der alle transmittierten Lichtstrahlen enthält, die eine Intensität haben, die mindestens der halben maximalen Intensität I_{\max} aller übertragenen Bildstrahlen gleicht. Der Betrachtungskegel **118** weist einen zugeordneten Betrachtungswinkel θ_3 auf.

[0033] In einigen Fällen kann die Bilderzeugungseinrichtung ein reflektives Display, ein transmittierendes Display oder ein emittierendes Display oder eine Kombination aus verschiedenen Displaytypen sein, wie beispielsweise ein transflektives Display. Ein reflektives Display erfordert eine Frontbeleuchtung, d. h. eine Beleuchtung des reflektiven Displays von einer Vorderseite **132** des Displays. In einigen Fällen kann eine Frontlichtquelle ein Umgebungslicht **130** sein, wie beispielsweise Sonnenlicht oder Raumlicht. In einigen Fällen kann die Frontbeleuchtung durch eine Lichtquelle **171** bereitgestellt werden, die Teil beispielsweise des optischen Systems **100** ist und das reflektive Display **110** von der Vorderseite **132** des Displays beleuchtet. In einigen Fällen kann ein reflektives Display ein LCD- oder ein digitales Mikrospiegel-Array-Display sein, wie beispielsweise ein DLP-(Digital Light Processor)Display von Texas Instruments, Inc.

[0034] Ein transmittierendes Display **110** erfordert eine rückseitige Beleuchtung, d. h. eine Beleuchtung des transmittierenden Displays von der Rückseite **134** des Displays. In einigen Fällen kann das transmittierende Display **110** eine Hinterleuchtung als Komponente des Displays aufweisen. Beispielsweise kann das transmittierende Display **110** ein Flüssigkristalldisplay sein, das eine Hinterleuchtung aufweist, die beispielsweise einen Lichtleiter, eine Lichtquelle, eine reflektive Schicht, einen Diffusor und eine oder mehrere Lichtumlenkschichten aufweist. In einigen Fällen kann das optische System **100** eine Lichtquelle **170** aufweisen, die Licht **172** emittiert, das keine Information oder keinen Bildinhalt enthält und das transmittierende Display **110** von der Rückseite **134** des Displays beleuchtet.

[0035] In einigen Fällen kann die Bilderzeugungseinrichtung **110** ein emittierendes Display sein, d. h., dass das Display mehrere lichtemittierende Elemente aufweist, wie beispielsweise emittierende Pixel, die ebenfalls ein Bild erzeugen können. Im Allgemeinen erfordert ein emittierendes Display keine vorder- oder rückseitige Beleuchtung.

[0036] **Fig. 6** zeigt eine schematische Seitenansicht eines optischen Systems **600**, das auf einer optischen Achse **690** zentriert ist und ein Flüssigkristalldisplay (LCD) **610** und eine optische Schicht **620** zum Darstellen eines Bildes in einem Betrachtungsbereich **693** aufweist, in dem sich ein Betrachter **695** befinden kann. Das LCD-Display **610** weist eine Flüssigkristallanzeige **614**, eine Hinterleuchtung **612** zum Zuführen von Licht zur Flüssigkristallanzeige **614** und eine vordere Abdeckung **616** auf. Das LCD-Display **600** ist eine Bilderzeugungseinrichtung, die in der Lage ist, ein Bild in einer Darstellungsebene **612** zu erzeugen, die beispielsweise innerhalb der Flüssigkristallanzeige **614** angeordnet sein kann.

[0037] Die Darstellungsebene **612** emittiert Bildstrahlen **613** innerhalb eines Emissionskegels **614**, der als der kleinste axialsymmetrische Kegel definiert ist, der alle emittierten Bildstrahlen enthält, die eine Intensität haben, die mindestens der halben maximalen Intensität I_{\max} aller emittierten Bildstrahlen gleicht. Der Emissionskegel **614** weist einen zugeordneten Emissionswinkel θ_1 auf, der den durch den Kegel **614** überstrichenen vollen Winkel darstellt.

[0038] Die optische Schicht **620** weist eine der Bilderzeugungseinrichtung **610** und der Darstellungsebene **612** zugewandte Eingangsseite **627** und eine der Eingangsseite **627** entgegengesetzte Betrachtungsseite **629** auf, die dem Betrachtungsbereich **693** zugewandt ist. Die optische Schicht **620** hat einen maximalen Lichtdurchlassgrad T_{\max} und einen Akzeptanzkegel **616**, der als der größte axialsymmetrische Kegel definiert ist, wobei jeder einfallende Strahl innerhalb des Kegels einen Lichtdurchlassgrad von nicht weniger als die Hälfte von T_{\max} hat. Der Akzeptanzkegel **616** weist einen zugeordneten Akzeptanzwinkel θ_2 auf, der den durch den Kegel **616** überstrichenen vollen Winkel darstellt. In einigen Fällen ist der Akzeptanzwinkel θ_2 größer oder gleich dem Emissionswinkel θ_1 . In diesen Fällen kann die optische Schicht **620** in der Nähe des LCD-Displays **612** angeordnet sein, so dass kein oder nur ein geringer Verlust beim Auffangen der durch das LCD-Display emittierten Bildstrahlen auftritt.

[0039] Die optische Schicht **620** transmittiert im Wesentlichen die empfangenen Bildstrahlen, die sich innerhalb des Akzeptanzkegels **616** befinden, und blockiert im Wesentlichen Bildstrahlen außerhalb des Akzeptanzkegels **616**, wobei ein Strahl im Wesentlichen transmittiert wird, wenn der Lichtdurchlassgrad für den Strahl mindestens der Hälfte des maximalen Lichtdurchlassgrades der optischen Schicht beträgt, und ein Strahl im Wesentlichen blockiert wird, wenn der Lichtdurchlassgrad für den Strahl kleiner ist als die Hälfte des maximalen Lichtdurchlassgrades der optischen Schicht.

[0040] Die optische Schicht **620** weist ferner eine

auf einem ersten Substrat **626** angeordnete Lichtabsorptionsschicht **624**, ein zweites Substrat **628** und mehrere optisch transparente Perlen bzw. Kügelchen **622** auf, die in der Lichtabsorptionsschicht **624** teilweise eingebettet sind. Die eingebetteten Abschnitte der Perlen **622** befinden sich auf der Betrachtungsseite der optischen Schicht **620**, und die nicht eingebetteten Abschnitte der Perlen **622** befinden sich an der Eingangsseite der optischen Schicht **620**. In einigen Fällen liegt der Brechungsindex der Perlen **622** beispielsweise für den sichtbaren Bereich des elektromagnetischen Spektrums im Bereich von etwa 1,3 bis etwa 2,6 oder von etwa 1,5 bis etwa 2,6 oder von etwa 1,5 bis etwa 2,4 oder von etwa 1,5 bis etwa 2,1 oder von etwa 1,5 bis etwa 1,9.

[0041] In einigen Fällen beträgt der Lichtabsorptionskoeffizient der Lichtabsorptionsschicht **624** beispielsweise im sichtbaren Bereich mindestens $0,1 \mu\text{m}^{-1}$ oder mindestens $0,2 \mu\text{m}^{-1}$ oder mindestens $0,4 \mu\text{m}^{-1}$ oder mindestens $0,6 \mu\text{m}^{-1}$.

[0042] Auf die optische Schicht **620** auftreffende Bildstrahlen werden durch die Schicht primär durch die Perlen **622** transmittiert, wobei die Perlen effektiv als Fokussierungslinsen dienen. In einigen Fällen ist die Absorptionsschicht **624** optisch opak, d. h., dass der Lichtdurchlassgrad der Absorptionsschicht kleiner ist als etwa 1%. In einigen Fällen kann die Absorptionsschicht **624** teilweise transmittierend sein. In diesen Fällen ist der Lichtdurchlassgrad der Absorptionsschicht kleiner als etwa 20% oder kleiner als etwa 10% oder kleiner als etwa 5%.

[0043] Der Akzeptanzwinkel θ_2 ist teilweise eine Funktion des Perlenindex bzw. der Perlenkennzahl, des Absorptionskoeffizienten der Perlen und der Größe der Zwischenräume zwischen den Perlen und dem optisch transparenten Substrat **626**, wie beispielsweise im US-Patent Nr. 5563738 beschrieben ist.

[0044] Durch die optische Schicht **620** empfangene Bildstrahlen werden innerhalb eines Betrachtungskegels **618** mit einem zugeordneten Betrachtungswinkels θ_3 in den Betrachtungsbereich übertragen, wobei der Betrachtungskegel **618** der größte axialsymmetrische Kegel ist, der alle transmittierten Bildstrahlen enthält, die eine Intensität haben, die mindestens der Hälfte der maximalen Intensität I_{max} der transmittierten Bildstrahlen gleicht. In einigen Fällen unterscheidet sich der Betrachtungswinkel θ_3 vom Akzeptanzwinkel θ_2 . In einigen Fällen ist der Betrachtungswinkel θ_3 größer als der Akzeptanzwinkel θ_2 . In einigen Fällen ist der Betrachtungswinkel θ_3 nicht größer als der Akzeptanzwinkel θ_2 .

[0045] Im Allgemeinen wird mindestens ein Teil der durch die optische Schicht empfangenen emittierten Bildstrahlen **613** durch Perlen **622** transmittiert. In ei-

nigen Fällen wird der größte Teil des durch die optische Schicht **620** transmittierten Lichts durch die Perlen **622** transmittiert. In einigen Fällen blockiert die optische Schicht **620** die empfangenen Bildstrahlen außerhalb des Akzeptanzkegels **616** im Wesentlichen primär durch Absorbieren der Bildstrahlen.

[0046] In einigen Fällen ist der Akzeptanzwinkel θ_2 kleiner als etwa 70 Grad oder kleiner als etwa 60 Grad oder kleiner als etwa 50 Grad oder kleiner als etwa 40 Grad oder kleiner als etwa 30 Grad.

[0047] In einigen Fällen kann das optische System **600** einen kleinen Empfangsbereich bzw. eine kleine Ausleuchtzone haben, wenn beispielsweise der Akzeptanzwinkel θ_2 größer oder wesentlich größer ist als der Emissionswinkel θ_1 . In einigen Fällen beträgt $\theta_2 - \theta_1$ mindestens 5 Grad oder mindestens 10 Grad oder mindestens 15 Grad oder mindestens 20 Grad oder mindestens 25 Grad oder mindestens 30 Grad oder mindestens 35 Grad oder mindestens 40 Grad. In einigen Fällen ist das LCD-Display **610** derart konstruiert, dass durch das LCD-Display emittierte Bildstrahlen **613** sich innerhalb eines Emissionskegels **614** mit einem Emissionswinkel θ_1 befinden, wobei θ_1 nicht größer ist als 40 Grad oder nicht größer als 30 Grad oder nicht größer als 25 Grad oder nicht größer als 20 Grad oder nicht größer als 15 Grad oder nicht größer als 10 Grad.

[0048] In einigen Fällen können die Substrate **626** und/oder **628** einen hohen Lichtdurchlassgrad aufweisen. Die Substrate können optisch klar oder diffus sein. Ein diffuses Substrat **626** kann ein Volumen-Diffusor und/oder ein Oberflächen-Diffusor sein. Volumen-Diffusion kann beispielsweise durch Einfügen von Partikeln in das Substrat erzielt werden. Oberflächendiffusion kann beispielsweise erzielt werden, indem die Oberfläche des Substrats matt gemacht wird. Die Substrate **626** und/oder **628** können flexibel oder starr sein und können einen Farbstoff enthalten, um die Farbe des aus der optischen Schicht **620** in den Betrachtungsbereich **693** austretenden Lichts zu modifizieren, beispielsweise zu optimieren. Die Substrate **626** und/oder **628** können aus einem für eine spezifische Anwendung geeigneten beliebigen Material bestehen, z. B. aus Polyethylenterephthalat (PET), Polycarbonat, Acryl und Glas.

[0049] In einigen Fällen wird durch die Substrate **626** und **628** primär ein Träger für die anderen Komponenten, wie beispielsweise für die Absorptionsschicht **624**, in der optischen Schicht **620** bereitgestellt. In einigen Fällen werden durch mindestens eines der Substrate **626** und **628** eine oder mehrere weitere optische Funktionen bereitgestellt. Beispielsweise kann das Substrat **628** ein optischer Diffusor, ein absorbierender Polarisator, ein reflektiver Polarisator oder eine andere Schicht mit einer Funktion sein, die für eine spezifische Anwendung erwünscht

sein kann. Beispielsweise kann das Substrat **628** in einigen Fällen ein reflektiver Polarisator mit einer mehrlagigen optische Polymerschicht (MOF) sein, der Licht mit einer Polarisierung im Wesentlichen reflektiert und Licht mit einer bezüglich der ersten Polarisierung orthogonalen zweiten Polarisierung im Wesentlichen transmittiert. In einigen Fällen kann die Bilderzeugungseinrichtung **610** eine Einrichtung sein, wie beispielsweise ein LCD-Display, das ein polarisiertes Bild emittiert, das parallel zu einer Durchlassachse der MOF-Schicht **628** ausgerichtet ist. In einigen Fällen können die erste und die zweite Polarisierung orthogonale Linearpolarisationen sein. Ein Beispiel eines reflektiven Linearpolarisators ist ein Polarisator des Typs Dual Brightness Enhancing Film (DBEF), der von Minnesota Mining and Manufacturing Company, St. Paul, Minnesota erhältlich ist. In einigen Fällen können die erste und die zweite Polarisierung orthogonale Zirkularpolarisationen sein, wobei das Substrat **628** in diesem Fall außerdem einen 1/4-Wellenlänge-Retarder oder Verzögerer aufweisen kann. Ein Beispiel eines reflektiven Zirkularpolarisators ist eine cholesterische Schicht, wie beispielsweise ein Nipocs-Film, der von Nitto-Denko, Japan erhältlich ist. Andere exemplarische reflektive Polarisatoren sind reflektive DRPF-Polarisatoren, die ebenfalls von 3M Company erhältlich sind. In einigen Fällen kann ein reflektiver Polarisator **628** Licht mit einer Polarisierung im Wesentlichen über den gesamten sichtbaren Bereich reflektieren.

[0050] In einigen Fällen, wenn beispielsweise das Substrat **628** ein reflektiver Polarisator ist, hat die Betrachtungsseite **629** bei Abwesenheit von Bildstrahlen **613** ein metallisches Erscheinungsbild, z. B. ein sibermetallisches Erscheinungsbild.

[0051] Im exemplarischen optischen System **600** ist das Substrat **628** am Substrat **626** befestigt. In einigen Fällen kann das Substrat **628** eine separate Schicht sein, die beispielsweise über einen Luftspalt vom Substrat **626** getrennt ist.

[0052] Die Kügelchen bzw. Perlen **622** können aus einem beliebigen Material hergestellt sein, das für eine spezifische Anwendung geeignet ist, z. B. aus einem Material, das klar und für sichtbares Licht hochgradig durchlässig ist. Beispiele geeigneter Materialien für die Perlen **622** sind verschiedenartige Glassorten, Polymermaterialien, wie beispielsweise Polymethylmethacrylat (PMMA), Polystyrol und Mischungen aus zwei oder mehr verschiedenen Materialien.

[0053] In einigen Fällen sind die Perlen **622** im Wesentlichen kugelförmig. Die Perlen **622** können im Allgemeinen eine beliebige Form haben, die für eine spezifische Anwendung geeignet ist, z. B. eine ovale oder eine andere gewünschte Form. Beispielsweise können die Perlen **622** gleichförmig ausgerichtete

ovale Perlen sein, um Licht entlang der horizontalen und der vertikalen Richtung asymmetrisch zu verteilen. In einigen Fällen werden der Durchmesserbereich der Perlen **622** und die Dicke der Lichtabsorptionsschicht **624** derart ausgewählt, dass die meisten Perlen nur teilweise in der Schicht **624** eingebettet sind, um den Lichtdurchlassgrad der optischen Schicht **620** zu erhöhen, während ein durch das optische System **600** dargestellter hoher Bildkontrast aufrechterhalten wird.

[0054] In einigen Fällen liegt der Lichtdurchlassgrad der optischen Schicht **620** für normalen Lichteinfall von der Eingangsseite **627** im Bereich von etwa 30% bis etwa 40% und für normalen Lichteinfall von der Betrachtungsseite **629** im Bereich von etwa 5% bis etwa 15%. In einigen Fällen ist die spiegelnde optische Reflexion der optischen Schicht **620** für normalen Lichteinfall von der Eingangsseite **627** kleiner als etwa 1% oder kleiner als etwa 0,5% und für normalen Lichteinfall von der Betrachtungsseite **627** kleiner als etwa 5%. In einigen Fällen kann durch eine Antireflexionsbeschichtung auf der Betrachtungsseite die Reflexion von dieser Seite auf weniger als etwa 1% oder weniger als etwa 0,5% vermindert werden.

[0055] In einigen Fällen kann die Lichtabsorptionsschicht **624** ein in einem optisch klaren Bindemittel dispergiertes lichtabsorbierendes Material enthalten. In einigen Fällen können lichtabsorbierende Materialien Carbon Black oder lichtabsorbierende Farbstoffe, wie beispielsweise schwarze Farbstoffe, enthalten. In einigen Fällen weist ein optisch klares Bindemittel ein Thermoplast, durch Strahlung oder Wärme aushärtbare Acrylate, Epoxide, Materialien auf Silikonbasis oder druckempfindliche Klebstoffe auf.

[0056] [Fig. 7](#) zeigt eine schematische Vorderansicht eines Instrumententeils **700** beispielsweise in einem Kraftfahrzeug oder in einem Flugzeug. Das Instrumententeil **700** weist ein oder mehrere Instrumentengruppen **710** zum Darstellen von Information für einen Betrachter, wie beispielsweise einen Fahrer, einen Pilot oder einen Insassen, auf. Eine Instrumentengruppe kann ein optisches System aufweisen, das einem beliebigen hierin beschriebenen optischen System ähnlich ist, beispielsweise dem optischen System **100** oder dem optischen System **600**. Ein Vorteil der Verwendung des optischen Systems **600** in einer Instrumentengruppe besteht darin, dass ein wesentlicher Teil des auf die Instrumentengruppe einfallenden Umgebungslichts **720** durch die Lichtabsorptionsschicht **624** absorbiert wird, wodurch der Washout-Effekt vermindert oder eliminiert wird und der Kontrast jeglicher Information oder jeglichen Bildes, die/das durch die Instrumentengruppe dargestellt wird, erhöht wird.

[0057] In einigen Fällen kann eine Instrumentengruppe eine Bilderzeugungseinrichtung aufweisen,

die Displaygrafiken aufweist, z. B. alphanumerische Zeichen **731**, und eine Rechtspfeilanzeige **732**. In einigen Fällen kann eine Instrumentengruppe in einem Kraftfahrzeug ein optisches System **600** aufweisen, wobei eine Bilderzeugungseinrichtung **610** dazu geeignet ist, einen kontrastreichen Film z. B. für Insassen des Kraftfahrzeugs darzustellen.

[0058] Ein anderer Vorteil der Verwendung des optischen Systems **600** in einem Instrumententeil besteht in der kleineren Geometrie, wenn beispielsweise der Emissionswinkel θ_1 wesentlich kleiner ist als der Akzeptanzwinkel θ_2 . In diesen Fällen kann die optische Schicht **620** in der Nähe oder im Wesentlichen in der Nähe der Bilderzeugungseinrichtung **610** angeordnet werden, wobei der Abstand zwischen den beiden Komponenten kleiner als 2 cm oder kleiner als 1 cm oder kleiner als 0,5 cm oder kleiner als 0,2 cm sein kann.

[0059] [Fig. 8](#) zeigt eine schematische dreidimensionale Ansicht eines optischen Systems **800** zum Darstellen eines Bildes oder von Information in einem Betrachtungsbereich **893**, in dem sich ein Betrachter **895** befinden kann. Das optische System **800** ist auf einer optischen Achse **890** zentriert und weist eine der Bilderzeugungseinrichtung **110** ähnliche Bilderzeugungseinrichtung **810** und eine der optischen Schicht **120** ähnliche optische Schicht **820** auf. Die Bilderzeugungseinrichtung **810** weist eine Austrittsfläche **850** auf und emittiert Bildstrahlen **813** innerhalb eines Emissionskegels **814**. Die Austrittsfläche **850** hat eine längste Abmessung "L₁" entlang der Austrittsfläche. Im in [Fig. 8](#) dargestellten exemplarischen optischen System ist die Austrittsfläche rechteckig, und die längste Abmessung ist die Länge L₁ der Diagonalen **815** der Austrittsfläche. Im Allgemeinen kann die Austrittsfläche eine beliebige Form haben, die für eine spezifische Anwendung erwünscht ist, und die längste Abmessung der Austrittsfläche kann sich in eine beliebige Richtung erstrecken. Der Emissionskegel **814** weist einen zugeordneten Emissionswinkel θ_1 auf.

[0060] Die optische Schicht **820** weist eine der Austrittsfläche **850** der Bilderzeugungseinrichtung **810** zugewandte Eingangsfläche **824** und eine der Eingangsfläche **824** gegenüberliegende Betrachtungsfläche **822** auf, die dem Betrachtungsbereich **893** zugewandt ist. Die optische Schicht **820** empfängt emittierte Bildstrahlen **813** über die Eingangsfläche **824** der optischen Schicht und transmittiert die empfangenen Bildstrahlen **813** durch die Betrachtungsfläche **822** der optischen Schicht zum Betrachtungsbereich **893** hin. Die Eingangsfläche **824** hat eine längste Abmessung "L₂" entlang der Eingangsfläche. Im in [Fig. 8](#) dargestellten exemplarischen optischen System ist die Eingangsfläche rechteckig, und die längste Abmessung ist die Länge L₂ der Diagonalen **835** der Eingangsfläche. Im Allgemeinen kann die Ein-

gangsfläche eine beliebige Form haben, die für eine spezifische Anwendung erwünscht ist, und die längste Abmessung der Eingangsfläche kann sich in eine beliebige Richtung erstrecken. Die optische Schicht **820** weist einen Akzeptanzkegel **816** mit einem Akzeptanzwinkel θ_2 auf, wobei in einigen Fällen θ_2 größer oder gleich θ_1 sein kann.

[0061] Der Abstand zwischen der Austrittsfläche **850** der Bilderzeugungseinrichtung **810** und der Eingangsfläche **824** der optischen Schicht **820** beträgt "D". In einigen Fällen ist der Abstand "D" wesentlich kleiner als die kleinere unter den Längen L₁ und L₂. In einigen Fällen ist der Abstand D mindestens 2-mal kleiner als die kleinere unter den Längen L₁ und L₂ oder mindestens 4-mal kleiner als die kleinere unter den Längen L₁ und L₂ oder mindestens 8-mal kleiner als die kleinere unter den Längen L₁ und L₂ oder mindestens 10-mal kleiner als die kleinere unter den Längen L₁ und L₂ oder mindestens 20-mal kleiner als die kleinere unter den Längen L₁ und L₂ oder mindestens 30-mal kleiner als die kleinere unter den Längen L₁ und L₂ oder mindestens 40-mal kleiner als die kleinere unter den Längen L₁ und L₂ oder mindestens 50-mal kleiner als die kleinere unter den Längen L₁ und L₂ oder mindestens 100-mal kleiner als die kleinere unter den Längen L₁ und L₂ oder mindestens 500-mal kleiner als die kleinere unter den Längen L₁ und L₂.

[0062] In einigen Fällen weist das optische System **800** keine optischen Elemente mit einer optischen Brechkraft zwischen der Bilderzeugungseinrichtung **810** und der optischen Schicht **820** auf.

[0063] In einigen Fällen kann die Bilderzeugungseinrichtung **810** permanente oder austauschbare Grafikdaten, z. B. Bilder, Karten oder Icons, aufweisen. In einigen Fällen kann die Bilderzeugungseinrichtung **810** ein elektronisches Display aufweisen, z. B. ein Flüssigkristalldisplay (LCD), eine Kathodenstrahlröhre (CRT), ein Plasmasdisplay, ein Elektrolumineszenzdisplay, ein OLED-Display oder ein elektrophoretisches Display.

[0064] [Fig. 9](#) zeigt eine schematische Seitenansicht eines optischen Systems **900** zum Darstellen eines Bildes in einem Betrachtungsbereich **990**, in dem sich ein Betrachter **995** befinden kann. Das optische System **900** weist ein Gehäuse **901** auf, das einen Innenraum **902**, eine reflektive Innenfläche **905** und eine erste Öffnung **907** aufweist. Das optische System **900** weist ferner einen räumlichen Lichtmodulator (SLM) **950** auf, der in der Nähe einer ersten Öffnung **907** angeordnet ist, und eine Lichtquelle **920**, die innerhalb des Innenraums des Gehäuses **901** angeordnet ist und Licht **922** emittiert. Die reflektive Innenfläche **905** des Gehäuses **902** recycelt und homogenisiert durch die Lichtquelle **920** emittiertes Licht teilweise. In einigen Fällen enthält das Licht **922** kei-

nerlei Bilder, Daten oder Information. Der räumliche Lichtmodulator (SLM) **950** moduliert Licht **922**, um übertragene Bildstrahlen **962** zu erzeugen. Die modulierten Bildstrahlen **962** übertragen Information, Daten oder ein Bild. In einigen Fällen sind die Bildstrahlen **962** im Wesentlichen polarisiert. Beispielsweise können die Bildstrahlen im Wesentlichen linear oder zirkular polarisiert sein. In einigen Fällen sind die Bildstrahlen **962** im Wesentlichen unpolarisiert.

[0065] Das optische System **900** weist außerdem eine erste Lichtumlenkschicht **930** auf, die in der Nähe der ersten Öffnung **907** zwischen dem räumlichen Lichtmodulator (SLM) **950** und der Lichtquelle **920** angeordnet ist, und eine zweite Lichtumlenkschicht **940**, die in der Nähe der ersten Öffnung **907** zwischen der ersten Lichtumlenkschicht **930** und dem räumlichen Lichtmodulator (SLM) **950** angeordnet ist. Die Lichtumlenkschichten **930** und **940** recyceln mindestens einen Teil des durch die Lichtquelle **920** emittierten Lichts **922**. In einigen Fällen kann einer oder können beide Lichtumlenkschichten eine prismatische Schicht sein, z. B. in den US-Patenten Nr. 4906070 und 5056892 beschriebene prismatische Schichten.

[0066] [Fig. 10](#) zeigt eine dreidimensionale Ansicht einer prismatischen Lichtumlenkschicht **1000**, die als Lichtumlenkschicht **930** und/oder Lichtumlenkschicht **940** in [Fig. 9](#) verwendbar ist. Die Schicht **1000** weist eine erste Hauptfläche **1010** und eine mikrostrukturierte zweite Hauptfläche **1020** auf. Die Schicht **1000** weist ferner mehrere lineare Prismen **1015** auf, die jeweils zwei Seitenflächen aufweisen, wie beispielsweise Seitenflächen **1021** und **1022**, und erstreckt sich entlang der y-Achse. Die Schicht **1000** hat in der xz-Ebene einen prismatischen Querschnitt. Die Schicht **1000** weist ferner mehrere Erhöhungen **1001** und Nuten **1002** auf. In einigen Fällen haben die Erhöhungen **1001** gemessen von einer gemeinsamen Bezugsebene **1025**, die irgendwo zwischen der ersten und der zweiten Hauptfläche **1010** bzw. **1020** angeordnet ist, die gleiche Höhe. In einigen anderen Fällen können die Erhöhungen **1001** verschiedene Höhen haben, wie beispielsweise im US-Patent Nr. 5771328 beschrieben ist, und/oder die Höhe der Erhöhungen für ein Prisma kann sich entlang der Richtung ändern, in die sich das Prisma erstreckt, wie beispielsweise im US-Patent Nr. 6354709 beschrieben ist.

[0067] Die Funktionsweise der Lichtumlenkschicht **1000** ist beispielsweise im US-Patent Nr. 5056892 beschrieben. Zusammengefasst wird ein Lichtstrahl, z. B. ein Lichtstrahl **1031**, der unter einem Einfallswinkel auf die strukturierten Flächen **1021** oder **1022** auftrifft, der größer ist als der kritische Winkel, innen totalreflektiert. Andererseits wird ein Lichtstrahl, wie beispielsweise ein Lichtstrahl **1032**, der unter einem Winkel auf die Flächen **1021** oder **1022** auftrifft, der

kleiner ist als der kritische Winkel, teilweise transmittiert (wie beispielsweise der Strahl **1032a**) und teilweise reflektiert (wie beispielsweise der Strahl **1032b**). Ein Endergebnis ist, dass, wenn die Lichtumlenkschicht **1000** in einem Display verwendet wird, z. B. in einem Flüssigkristalldisplay oder im optischen System **900**, die Lichtumlenkschicht **1000** eine Transmission auf der Achse (entlang der x-Achse) durch Recyceln von Licht verbessern kann, das innen totalreflektiert wird.

[0068] Gemäß [Fig. 9](#) können sich die linearen Prismen in den Lichtumlenkschichten **930** und **940**, wie in [Fig. 9](#) dargestellt ist, entlang verschiedenen Richtungen erstrecken. Beispielsweise können sich die linearen Prismen in den Lichtumlenkschicht **930** entlang der y-Achse erstrecken, und die linearen Prismen in der Lichtumlenkschicht **940** können sich entlang der z-Achse erstrecken.

[0069] Der räumlichen Lichtmodulator (SLM) **950** kann ein für eine spezifische Anwendung geeigneter beliebiger räumlicher Lichtmodulator sein. Beispielsweise kann der räumliche Lichtmodulator (SLM) **950** ein Flüssigkristalldisplay, ein steuerbares Lichtventil (Grating Light Valve) oder eine digitale Mikrospiegelvorrichtung sein. In einigen Fällen werden Bildstrahlen **962** durch den räumlichen Lichtmodulator (SLM) **950** innerhalb eines Emissionskegels **960** moduliert und übertragen, der einen zugeordneten Emissionswinkel θ_1 hat.

[0070] Das optische System **900** weist ferner eine Lichtabsorptionsschicht **970** auf, die zwischen dem räumlichen Lichtmodulator (SLM) **950** und dem Betrachtungsbereich **990** in der Nähe der ersten Öffnung **907** angeordnet ist. Die Lichtabsorptionsschicht **970** empfängt Bildstrahlen **960**, die durch den räumlichen Lichtmodulator (SLM) **950** moduliert und emittiert werden, und überträgt die empfangenen Bildstrahlen in den Betrachtungsbereich **990** und stellt sie im Betrachtungsbereich dar.

[0071] In einigen Fällen weist die Lichtabsorptionsschicht **970** einen Eingangsakzeptanzkegel **960** mit einem Eingangsakzeptanzwinkel θ_2 auf. In einigen Fällen ist θ_2 gleich θ_1 . In einigen Fällen ist θ_2 größer als θ_1 . In einigen Fällen ist θ_2 um mindestens 5 Grad oder mindestens 10 Grad oder mindestens 15 Grad oder mindestens 20 Grad oder mindestens 30 Grad oder mindestens 40 Grad größer als θ_1 .

[0072] In einigen Fällen kann der Abstand zwischen der Lichtabsorptionsschicht **970** und dem räumlichen Lichtmodulator (SLM) **950** kleiner als 2 cm oder kleiner als 1 cm oder kleiner als 0,5 cm oder kleiner als 0,2 cm sein. In einigen Fällen steht eine Eingangsfläche **972** der Lichtabsorptionsschicht **970** mit einer Austrittsfläche **952** des räumlichen Lichtmodulators (SLM) **950** in physischem Kontakt.

[0073] In einigen Fällen weist das optische System **900** keinerlei optischen Elemente mit einer optischen Brechkraft, wie beispielsweise Kollimationslinsen und/oder Spiegel, zwischen der Lichtquelle **920** und der Lichtabsorptionsschicht **970** auf. In einigen Fällen können ein oder mehrere optische Elemente ohne optische Brechkraft, wie beispielsweise ein Planspiegel, ein Polarisator, ein Farb- oder Intensitätsfilter oder ein Retarder, zwischen der Lichtquelle **920** und der Lichtabsorptionsschicht **970** angeordnet sein.

[0074] In einigen Fällen weist die Eingangsfläche **972** der Lichtabsorptionsschicht **970** mehrere optisch transparente Perlen **974** auf, die teilweise in einer Lichtabsorptionsschicht (in [Fig. 9](#) nicht explizit dargestellt) eingebettet sind. In einigen Fällen transmittiert die Lichtabsorptionsschicht **970** Licht in einen Betrachtungskegel **976** mit einem Betrachtungswinkel θ_3 . In einigen Fällen unterscheidet sich θ_3 von θ_2 . Beispielsweise ist in einigen Fällen θ_3 kleiner als θ_2 .

[0075] In einigen Fällen ist die Außenseite **904** des Gehäuses **901** schwarz. Die reflektive Innenfläche **905** des Gehäuses **901** kann unter Verwendung eines beliebigen Verfahrens, das für eine spezifische Anwendung geeignet sein kann, reflektiv gemacht werden. Beispielsweise kann die Innenfläche **905** mit einem lichtreflektierenden Material beschichtet werden, wie beispielsweise mit weißer Farbe oder einem weißen Pulver, und/oder beispielsweise durch Aufdampfen mit einem reflektierenden Metall, wie beispielsweise Al. In einigen Fällen, z. B. wenn die Oberfläche **905** mit einer flachen lichtstreuenden weißen Farbe beschichtet wird, ist die reflektive Innenfläche **905** diffus reflektiv.

[0076] In einigen Fällen wird die Innenfläche **905** durch Aufbringen einer reflektiven Schicht **903** auf die Oberfläche reflektiv gemacht. Beispielsweise kann die reflektive Schicht **903** eine alumierte Schicht oder eine mehrlagige reflektive Polymerschicht sein, wie beispielsweise eine reflektive polarisierende Schicht oder eine Vikuiti ESR-Schicht, die von 3M Company, St. Paul, Minnesota erhältlich ist. In einigen Fällen ist die reflektive Schicht **903** auf die Innenfläche des Gehäuses **901** auflaminiert. In einigen Fällen kann das Gehäuse **901** zumindest teilweise aus einer reflektiven Schicht hergestellt sein. In einigen Fällen ist die reflektive Schicht **903** spiegelnd reflektiv. In einigen Fällen ist die reflektive Schicht **903** diffus reflektiv.

[0077] Die Lichtquelle **920** kann eine für eine spezifische Anwendung geeignete beliebige Lichtquelle sein. Exemplarische Lichtquellen sind Quecksilberdampf-Lichtquellen, Fluoreszenzlichtquellen und Leuchtdioden(LED)lichtquellen. In einigen Fällen kann die Lichtquelle **920** mehrere lichtemittierende Elemente aufweisen, z. B. zwei oder mehr LEDs.

[0078] Das optische System **900** weist ferner eine Abdeckung **980** zum Abdecken des Gehäuses **901** der Lichtabsorptionsschicht **970** und anderer Komponenten im optischen System auf. In einigen Fällen kann die Abdeckung **980** permanent an der Lichtabsorptionsschicht **970** befestigt sein. In einigen Fällen kann die Abdeckung **980** an der Lichtabsorptionsschicht **970** "lösbar befestigt" sein, d. h., dass die befestigte Abdeckung ohne merkliche Beschädigung der Abdeckung und/oder der Schicht von der Absorptionsschicht entfernt werden kann, wobei die gelöste Abdeckung anschließend erneut im Wesentlichen an der gleichen Befestigungsposition wie zuvor an der Schicht befestigt werden kann.

[0079] In einigen Fällen wird die Abdeckung **980** permanent an der Lichtabsorptionsschicht **970** befestigt, wobei die Kombination aus der Abdeckung und der Absorptionsschicht lösbar am Gehäuse **901** befestigt wird. In einigen Fällen, wie beispielsweise in dem Fall, in dem das optische System **900** Teil eines Instrumententeils eines Kraftfahrzeugs ist, kann die Abdeckung lösbar am Instrumententeil befestigt werden.

[0080] Hierin beziehen sich die Ausdrücke "vertikal", "horizontal", "über", "unter", "links", "rechts", "oben", "unten", "vorne" und "hinten", "im Uhrzeigersinn" und "im Gegenuhrzeigersinn" und andere ähnliche Ausdrücke auf in den Figuren dargestellte Relativpositionen. Im Allgemeinen kann eine physische Ausführungsform eine andere Ausrichtung haben, so dass in diesem Fall die Ausdrücke sich auf Relativpositionen beziehen sollen, die hinsichtlich der tatsächlichen Ausrichtung der Vorrichtung modifiziert sind. Beispielsweise wird, auch wenn die Konstruktion von [Fig. 1](#) im Vergleich zur Ausrichtung in der Figur umgedreht wird, die Pfeilanzzeige **732** weiterhin als eine "Rechts"-Pfeilanzzeige betrachtet.

[0081] Auf alle vorstehend zitierten Patente, Patentanmeldungen und anderen Veröffentlichungen wird im vorliegenden Dokument in ihrer Gesamtheit durch Verweis Bezug genommen. Obwohl vorstehend spezifische Beispiele der Erfindung beschrieben wurden, um verschiedene Aspekte der Erfindung zu verdeutlichen, ist die Erfindung nicht auf die Details der Beispiele beschränkt. Innerhalb des durch die beigefügten Patentansprüche definierten Schutzzumfangs der Erfindung sollen vielmehr alle Modifikationen, Ausführungsformen und Alternativen eingeschlossen sein.

Zusammenfassung

Optisches System mit hohem Kontrast

[0082] Durch die vorliegende Erfindung wird ein optisches System mit einem Gehäuse mit einem Innenraum, einer reflektiven Innenfläche und einer ersten

Öffnung bereitgestellt. Das optische System weist ferner einen in der Nähe der ersten Öffnung angeordneten räumlichen Lichtmodulator und eine im Inneren des Gehäuses angeordnete Lichtquelle auf. Der räumliche Lichtmodulator moduliert das durch die Lichtquelle emittierte Licht, um Bildstrahlen zu erzeugen. Das optische System weist ferner eine in der Nähe der ersten Öffnung zwischen dem räumlichen Lichtmodulator und der Lichtquelle angeordnete erste Lichtumlenkschicht auf. Die erste Lichtumlenkschicht recycelt mindestens einen Teil des durch die Lichtquelle emittierten Lichts. Das optische System weist ferner eine in der Nähe der ersten Öffnung zwischen dem räumlichen Lichtmodulator und dem Betrachtungsbereich angeordnete Lichtabsorptionsschicht auf. Die Lichtabsorptionsschicht empfängt die Bildstrahlen vom räumlichen Lichtmodulator und stellt die empfangenen Bildstrahlen im Betrachtungsbereich dar.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 5563738 [\[0043\]](#)
- US 4906070 [\[0065\]](#)
- US 5056892 [\[0065, 0067\]](#)
- US 5771328 [\[0066\]](#)
- US 6354709 [\[0066\]](#)

Patentansprüche

1. Optisches System zum Darstellen eines Bildes in einem Betrachtungsbereich, mit:
 einem Gehäuse mit einer reflektiven Innenfläche und einer ersten Öffnung;
 einem in der Nähe der ersten Öffnung angeordneten räumlichen Lichtmodulator;
 einer im Inneren des Gehäuses angeordneten Lichtquelle, wobei der räumliche Lichtmodulator durch die Lichtquelle emittiertes Licht moduliert, um Bildstrahlen zu erzeugen;
 einer in der Nähe der ersten Öffnung zwischen dem räumlichen Lichtmodulator und der Lichtquelle angeordneten ersten Lichtumlenkschicht zum Recyceln mindestens eines Teils des durch die Lichtquelle emittierten Lichts;
 einer in der Nähe der ersten Öffnung zwischen dem räumlichen Lichtmodulator und dem Betrachtungsbereich angeordneten Lichtabsorptionsschicht, wobei die Lichtabsorptionsschicht die Bildstrahlen vom räumlichen Lichtmodulator empfängt und die empfangenen Bildstrahlen im Betrachtungsbereich darstellt.

2. Optisches System nach Anspruch 1, wobei die reflektive Innenfläche des Gehäuses diffus reflektiv ist.

3. Optisches System nach Anspruch 1, wobei das Gehäuse ferner eine schwarze Außenseite aufweist.

4. Optisches System nach Anspruch 1, wobei die reflektive Innenfläche eine reflektive Beschichtung aufweist.

5. Optisches System nach Anspruch 1, wobei die reflektive Innenfläche eine auf die Innenfläche laminierte reflektive Schicht aufweist.

6. Optisches System nach Anspruch 1, wobei die Lichtquelle mehrere lichtemittierende Elemente aufweist.

7. Optisches System nach Anspruch 1, wobei die Lichtquelle eine LED aufweist.

8. Optisches System nach Anspruch 1, wobei die erste Lichtumlenkschicht eine Reihe linearer Prismen aufweist.

9. Optisches System nach Anspruch 1, ferner mit einer in der Nähe der ersten Öffnung zwischen der ersten Lichtumlenkschicht und dem räumlichen Lichtmodulator angeordneten zweiten Lichtumlenkschicht zum Recyceln mindestens eines Teils des durch die Lichtquelle emittierten Lichts.

10. Optisches System nach Anspruch 1, wobei

die Lichtabsorptionsschicht aufweist:
 eine Lichtabsorptionslage; und
 mehrere optisch transparente Perlen, die teilweise in die Lichtabsorptionslage eingebettet sind, wobei der eingebettete Abschnitt der Perlen dem Betrachtungsbereich zugewandt ist.

11. Optisches System nach Anspruch 1, wobei der räumliche Lichtmodulator die Bildstrahlen innerhalb eines Emissionskegels mit einem Emissionswinkel erzeugt, und wobei die Lichtabsorptionsschicht einen Akzeptanzwinkel aufweist, der mindestens so groß ist wie der Emissionswinkel.

12. Optisches System nach Anspruch 1, ferner mit einer Abdeckung, die an einer dem Betrachtungsbereich zugewandten Betrachtungsseite der Lichtabsorptionsschicht befestigt ist.

13. Optisches System nach Anspruch 1, wobei die Abdeckung und die Lichtabsorptionsschicht am Gehäuse lösbar befestigt sind.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

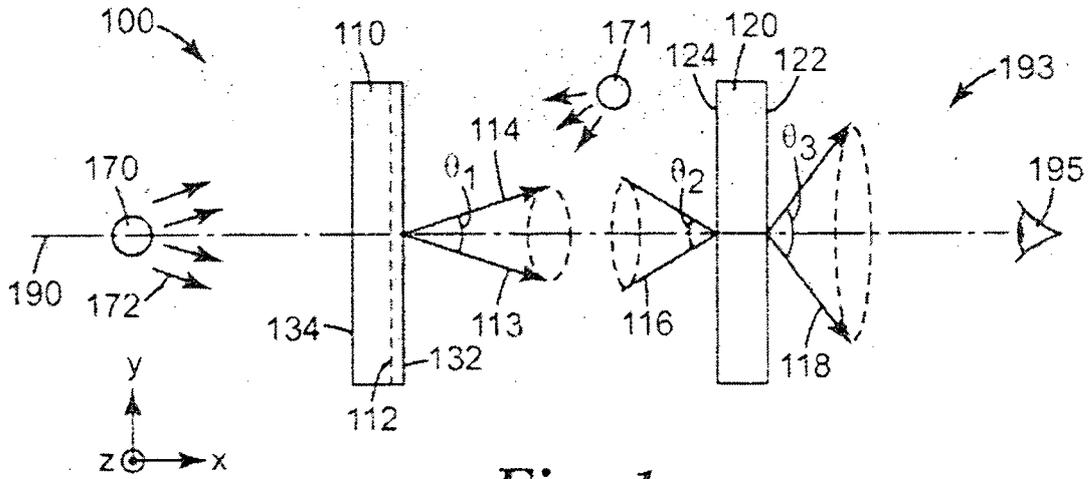


Fig. 1

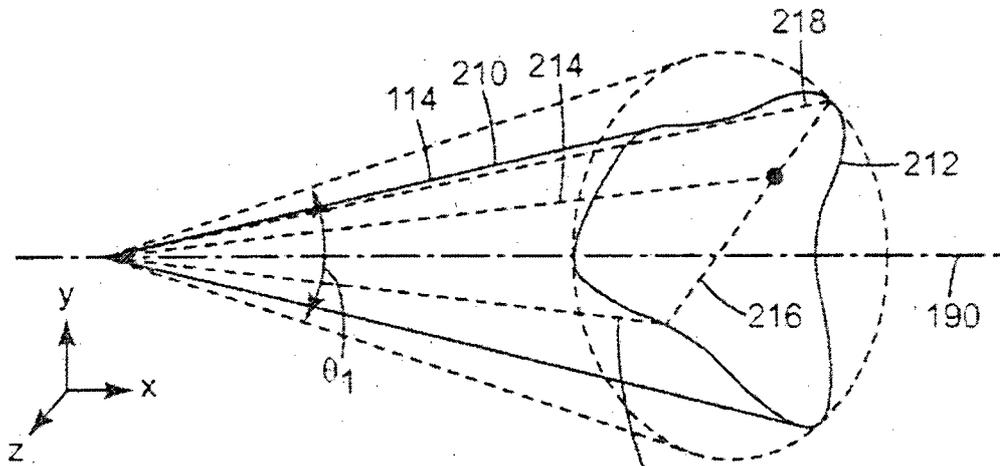


Fig. 2

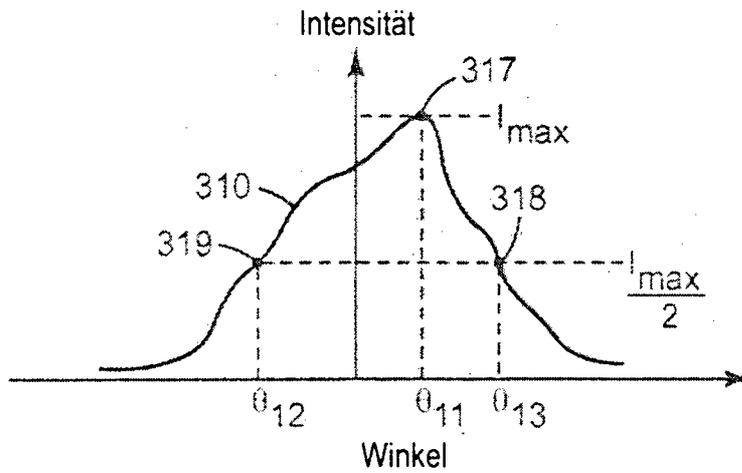


Fig. 3

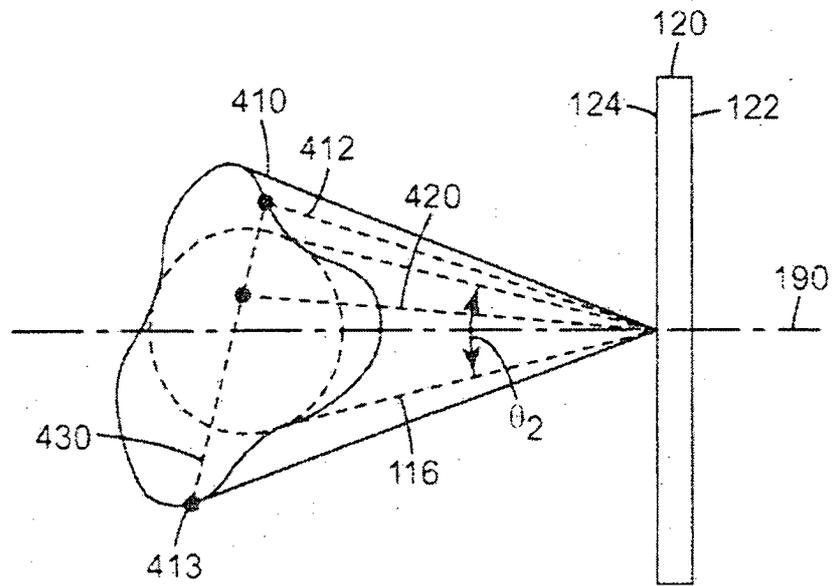


Fig. 4

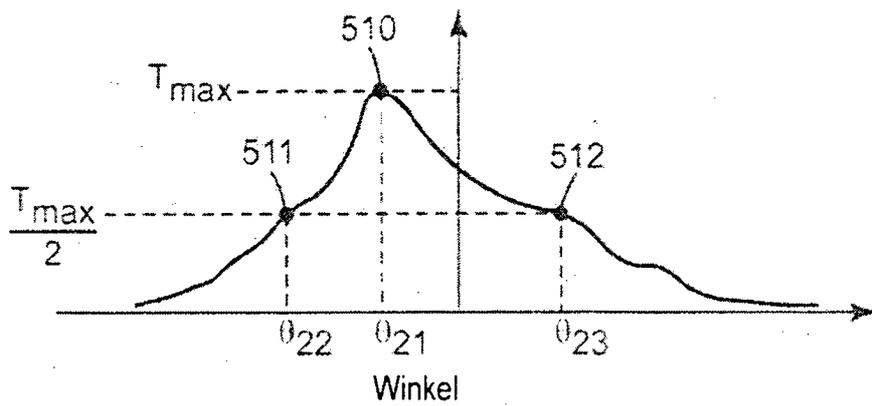


Fig. 5

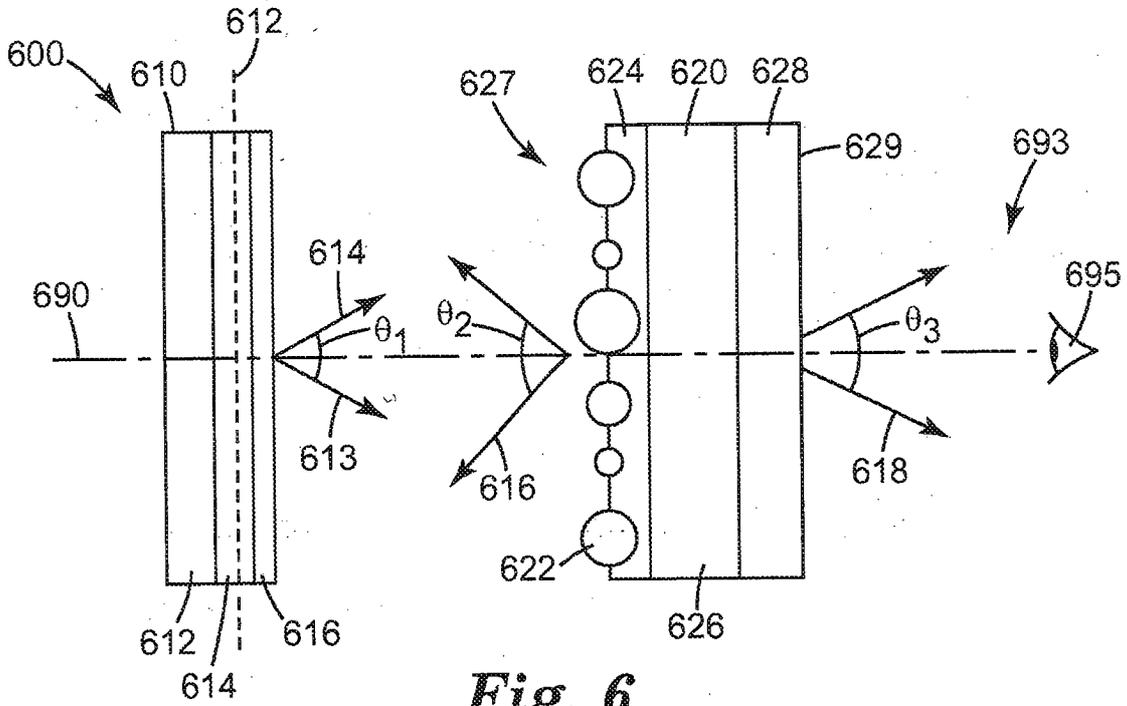


Fig. 6

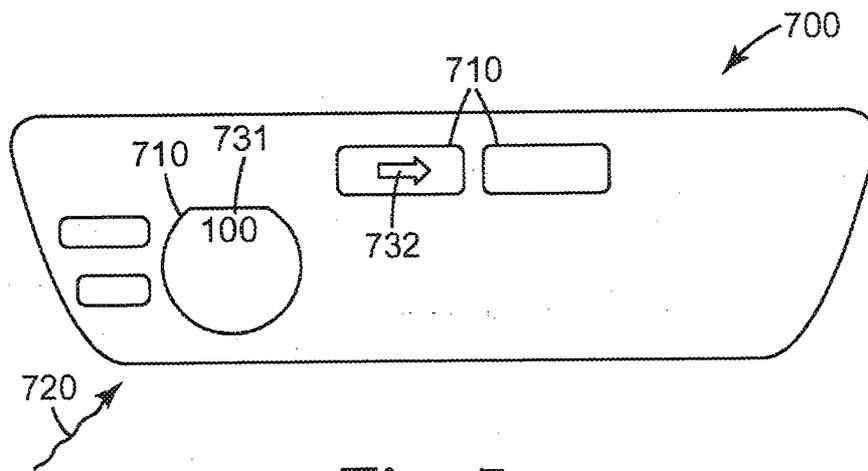


Fig. 7

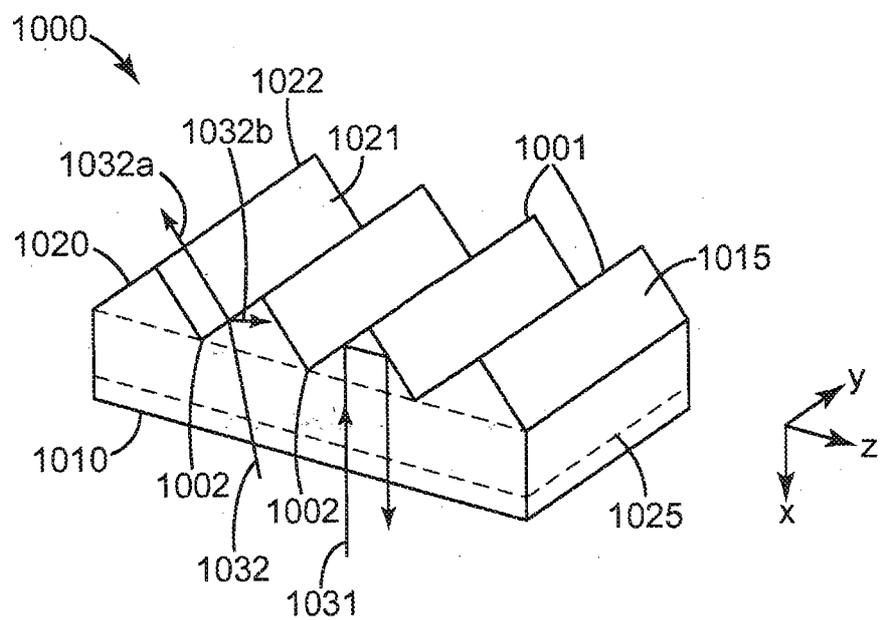


Fig. 10