



(10) **DE 11 2013 005 835 B4** 2020.02.06

(12)

Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2013 005 835.9**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2013/006961**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2014/087608**
(86) PCT-Anmeldetag: **27.11.2013**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **12.06.2014**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **20.08.2015**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **06.02.2020**

(51) Int Cl.: **G02B 27/01 (2006.01)**
B60K 35/00 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
2012-268619 07.12.2012 JP

(73) Patentinhaber:
DENSO CORPORATION, Kariya-city, Aichi-pref., JP

(74) Vertreter:
**KUHLEN & WACKER Patent- und
Rechtsanwaltsbüro PartG mbB, 85354 Freising,
DE**

(72) Erfinder:
Nambara, Takahiro, Kariya-city, Aichi-pref., JP

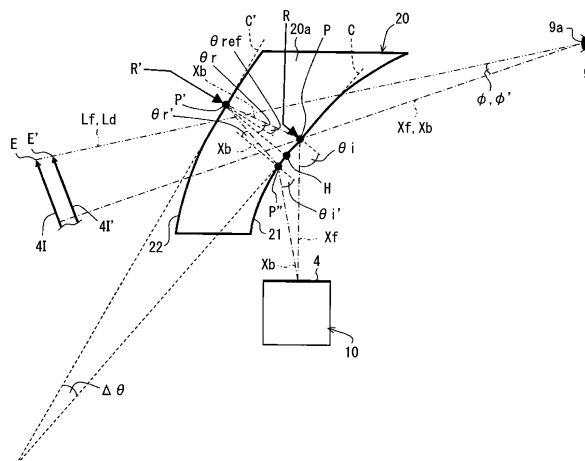
(56) Ermittelter Stand der Technik:

US	2013 / 0 188 260	A1
US	5 013 134	A
JP	2011- 207 645	A
JP	2012- 58 688	A

(54) Bezeichnung: **Blickfeldanzeigevorrichtung und Kombinierer für diese**

(57) Hauptanspruch: Blickfeldanzeigevorrichtung mit:
einem Anzeigeglied (20), das ein externes Bild (7), das sich in einem Äußeren einer Kabine eines Fahrzeugs (2) befindet, transmittiert, um eine visuelle Erkennung des externen Bilds (7) durch einen Insassen (8), der sich in einem Inneren der Kabine befindet, zu ermöglichen; und
einem Projektor (10), der ein optisches Anzeigebild (4) auf das Anzeigeglied (20) projiziert, um ein virtuelles Bild des optischen Anzeigebilds (4) auf eine Art und Weise anzuzeigen, die eine visuelle Erkennung des virtuellen Bilds durch den Insassen (8) ermöglicht, wobei
das Anzeigeglied (20) folgende Merkmale aufweist:
eine Vorderreflexionsoberfläche (21), die eine Form einer gekrümmten konkaven Oberfläche hat und durch Reflektieren des optischen Anzeigebilds (4) auf einer Seite des Anzeigeglieds (20), auf der sich das Innere der Kabine befindet, ein virtuelles Vorderoberflächenbild (41) als das virtuelle Bild bildet; und
eine Rückreflexionsoberfläche (22), die eine Form einer gekrümmten konvexen Oberfläche hat und durch Reflektieren des optischen Anzeigebilds (4) auf einer anderen Seite des Anzeigeglieds (20), auf der sich das Äußere der Kabine befindet, ein virtuelles Rückoberflächenbild (41') als das virtuelle Bild bildet; wobei
eine optische Achse (Xb) des optischen Anzeigebilds (4), das durch die Rückreflexionsoberfläche (22) reflektiert wird

und von der Vorderreflexionsoberfläche (21) ausgegeben wird, und eine optische Achse (Xf) des ...



Beschreibung**QUERVERWEIS AUF VERWANDTE ANMELDUNG**

[0001] Die vorliegende Offenbarung basiert auf der japanischen Patentanmeldung Nr. 2012-268619, eingereicht am 7. Dezember 2012, und nimmt dieselbe hierin durch Bezugnahme auf.

TECHNISCHES GEBIET

[0002] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf eine Blickfeld- bzw. Kopf-oben-Anzeigevorrichtung (auf die im Folgenden als eine HUD-Vorrichtung (HUD = head-up display = Blickfeldanzeige) Bezug genommen ist), die ein virtuelles Bild eines optischen Anzeigebilds auf eine Art und Weise anzeigt, die eine visuelle Erkennung des virtuellen Bilds durch einen Insassen ermöglicht.

HINTERGRUNDTECHNIK

[0003] Es ist bereits eine HUD-Vorrichtung bekannt, die ein Anzeigeglied, das ein externes Bild, das sich in einem Äußeren einer Kabine eines Fahrzeugs, wie zum Beispiel eines Automobils, befindet, auf eine Art und Weise transmittiert, die eine visuelle Erkennung des externen Bilds durch einen Insassen, der sich in einem Inneren der Kabine befindet, ermöglicht, und einen Projektor aufweist, der ein optisches Anzeigebild auf das Anzeigeglied projiziert.

[0004] Bei der HUD-Vorrichtung, die in einer Patentliteratur 1 zitiert ist, sind eine Vorderreflexionsoberfläche, die durch Reflektieren eines optischen Anzeigebilds auf einer Innenseite einer Kabine ein virtuelles Bild bildet, und eine Rückreflexionsoberfläche, die durch Reflektieren des optischen Anzeigebilds auf einer Außenseite der Kabine ein virtuelles Bild bildet, in einem Anzeigeglied gebildet. Ein Querschnitt des Anzeigeglieds ist konfiguriert, derart, dass eine optische Achse des Bilds, das von der Vorderreflexionsoberfläche zu einem Augpunkt des Insassen projiziert wird, und eine optische Achse des Bilds, das von der Rückreflexionsoberfläche zu dem Augpunkt des Insassen projiziert wird, einander überlappen. Dadurch kann eine visuelle Fehlausrichtung (ein Doppeltsehen) der virtuellen Bilder, die jeweils durch die Reflexionsoberflächen gebildet werden, begrenzt werden, um eine visuelle Erkennung des optischen Anzeigebilds zu verbessern.

[0005] Bei der HUD-Vorrichtung der Patentliteratur 1 ist jedoch ein Radius einer Krümmung der Rückreflexionsoberfläche, die in eine Form einer gekrümmten konvexen Oberfläche konfiguriert ist, kleiner als ein Radius einer Krümmung der Vorderreflexionsoberfläche, die in eine Form einer gekrümmten konkaven Oberfläche konfiguriert ist, sodass aufgrund eines Effekts einer konvexen Linse ein Abbildungspunkt ei-

nes externen Bilds im Vergleich zu Abbildungspunkten der virtuellen Bilder, die jeweils durch die Reflexionsoberflächen gebildet werden, näher platziert ist. Als ein Resultat wird, wenn sich der Insasse auf die Positionen der virtuellen Bilder fokussiert, die jeweils durch die Reflexionsoberflächen gebildet werden, eine gleichzeitige visuelle Erkennung des externen Bilds, das den näheren Abbildungspunkt hat, schwierig, wodurch dies nicht wünschenswert ist.

[0006] Der Stand der Technik der JP 2012 - 058 688 A beschreibt folgendes zu lösendes Problem: Bereitstellung eines Head-up-Displays, mit dem ein Anzeigebild bei einer Vergrößerung von einem Mal oder mehr klar visuell erkannt werden kann, um zu verhindern, dass virtuelle Bilder der jeweiligen Anzeigebilder durch die Reflexion auf einer Vorder- und Rückseite visuell erkannt werden eines Kombinierers aus Doppelbilder zu erzeugen. Als Lösung wird folgendes offenbart: In einer Head-Up-Anzeige bildet eine Vorderseite P eines Kombinierers eine erste optische Oberfläche in Kreisbogenform, die von einer Anzeigevorrichtung ausgesandtes Anzeigelicht empfängt und zu einer Fahrerseite reflektiert und ein erstes virtuelles Bild ermöglicht des Anzeigelichts einer eingestellten Vergrößerung, die eine Zeit überschreitet, außerhalb einer Windschutzscheibe für den Fahrer visuell zu erkennen. Außerdem bildet eine Rückseite Q davon eine zweite optische Oberfläche mit Kreisbogenform, die das von der Anzeigevorrichtung emittierte Anzeigelicht empfängt und zur Fahrerseite reflektiert und ein zweites virtuelles Bild mit Größen und Positionen ermöglicht, die mit denen der übereinstimmen erstes virtuelles Bild, das für den Fahrer außerhalb der Windschutzscheibe visuell erkennbar ist.

[0007] Die nachveröffentlichte US 2013 / 0 188 260 A1 beschreibt ein Head-Up-Display, das eine Anzeigevorrichtung und einen Kombinierer umfasst, der eine Rückseite aufweist, die mit einer Innenfläche einer Windschutzscheibe eines Fahrzeugs in Kontakt gebracht wird, und der von der Anzeigevorrichtung durch eine Vorderseite des Kombinierers emittierte Anzeigelichtstrahlen in Richtung reflektiert ein Fahrer im Fahrzeug. Die vordere Oberfläche bildet eine erste bogenförmige optische Oberfläche, die die Anzeigelichtstrahlen empfängt und zum Fahrer reflektiert, so dass der Fahrer ein erstes virtuelles Bild der Anzeigelichtstrahlen mit einer eingestellten Vergrößerung von mehr als 1 auf der Außenseite der Windschutzscheibe sieht. Die hintere Oberfläche bildet eine zweite bogenförmige optische Oberfläche, die den Anzeigelichtstrahl aufnimmt und in Richtung des Fahrers reflektiert, so dass der Fahrer ein zweites virtuelles Bild sieht, das mit dem ersten virtuellen Bild hinsichtlich der Größe und Position auf einer Außenseite des zusammenfällt Windschutzscheibe.

[0008] Der Stand der Technik der JP 2011 - 207 645 A beschreibt folgendes zu lösendes Problem: Bereitstellung von Verbundglas für Fahrzeuge, um ein Doppelbild zu verhindern und gleichzeitig das Auftreten von Verzerrungen zu verhindern. Als Lösung ist das folgende offenbart: Das Verbundglas für Fahrzeuge umfasst eine erste Fensterscheibe, die in der Fahrzeuginnenseite vorgesehen ist, eine Zwischenschicht, die an der Fahrzeugaußenseite der ersten Fensterscheibe angebracht ist und in der Querschnittsansicht eine Keilform aufweist, und eine zweite Fensterscheibe in der Fahrzeugaußenseite der Zwischenschicht vorgesehen und an der Zwischenschicht festgeklebt, wobei Informationen von einer Head-Up-Anzeigevorrichtung auf die erste Fensterscheibe projiziert werden. Der Krümmungsradius **R2** in der Höhenrichtung der zweiten Fensterscheibe ist größer als der Krümmungsradius **R1** in der Höhenrichtung der ersten Fensterscheibe. Die Zwischenschicht, die dünn gemacht ist, um das Auftreten der Verzerrung zu verhindern, wird übernommen. Das Doppelbild, das auftritt, indem die Zwischenschicht dünn gemacht wird, wird verhindert, indem der Krümmungsradius **R2** der zweiten Fensterscheibe vergrößert wird und die Reflexionsrichtung eines virtuellen Bildes geändert wird. Dadurch wird das Doppelbild verhindert, während das Auftreten der Verzerrung verhindert wird.

[0009] Der Stand der Technik der US 5 013 134 A beschreibt ein im Wesentlichen geisterfreies Head-Up-Display für ein Fahrzeug wie ein Automobil ist offenbart. Eine Head-Up-Anzeigeeinheit projiziert den Bildstrahl zur Fahrzeugwindschutzscheibe, um ihn zum Auge des Betrachters zurück zu reflektieren. Die Windschutzscheibe ist leicht verjüngt, so dass die von den Außen- und Innenflächen der Windschutzscheibe reflektierten Bilder in leicht unterschiedlichen Winkeln reflektiert werden, so dass sich die Bilder im Auge des Betrachters im Wesentlichen überlappen. Die Verwendung einer richtig ausgewählten Verjüngung führt zu einem im Wesentlichen geisterfreien Betrieb. Die Verjüngung kann erreicht werden, indem eine sich verjüngende Schicht aus transparentem Material wie Polyvinylbutyral zwischen zwei Windschutzscheiben-Singulets eingelegt wird.

ZITATLISTE

PATENTLITERATUR

[0010] Patentliteratur 1: JP2012-58688A

KURZFASSUNG DER ERFINDUNG

[0011] Die vorliegende Offenbarung ist angesichts des vorhergehenden Nachteils gemacht. Eine Aufgabe der vorliegenden Offenbarung besteht somit darin, eine HUD-Vorrichtung zu schaffen, die eine Fähigkeit einer gleichzeitigen visuellen Erkennung eines opti-

schen Anzeigebilds und eines externen Bilds verbessert.

[0012] Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der weiteren abhängigen Ansprüche.

[0013] Weiter ist gemäß der vorliegenden Offenbarung eine Blickfeldanzeigevorrichtung geschaffen, die ein Anzeigeglied, das ein externes Bild, das sich in einem Äußeren einer Kabine eines Fahrzeugs befindet, transmittiert, um eine visuelle Erkennung des externen Bilds durch einen Insassen, der sich in einem Inneren der Kabine befindet, zu ermöglichen, und einen Projektor aufweist, der ein optisches Anzeigebild auf das Anzeigeglied projiziert, um ein virtuelles Bild des optischen Anzeigebilds auf eine Art und Weise anzuzeigen, die eine visuelle Erkennung des virtuellen Bilds durch den Insassen ermöglicht. Das Anzeigeglied weist eine Vorderreflexionsoberfläche, die eine Form einer gekrümmten konkaven Oberfläche hat und durch Reflektieren des optischen Anzeigebilds auf einer Seite des Anzeigeglieds, auf der sich das Innere der Kabine befindet, ein virtuelles Vorderoberflächenbild als das virtuelle Bild bildet, und eine Rückreflexionsoberfläche auf, die eine Form einer gekrümmten konvexen Oberfläche hat und durch Reflektieren des optischen Anzeigebilds auf einer anderen Seite des Anzeigeglieds, auf der sich das Äußere der Kabine befindet, ein virtuelles Rückoberflächenbild als das virtuelle Bild bildet. Eine optische Achse des optischen Anzeigebilds, das durch die Rückreflexionsoberfläche reflektiert und von der Vorderreflexionsoberfläche ausgegeben wird, und eine optische Achse des optischen Anzeigebilds, das durch die Vorderreflexionsoberfläche reflektiert wird, sind zueinander coaxial und erstrecken sich zu einem vorhergesagten Augpunkt, der im Voraus als ein Augpunkt des Insassen vorhergesagt wird. Ein Radius einer Krümmung der Vorderreflexionsoberfläche bei einem Reflexionspunkt der Vorderreflexionsoberfläche, bei dem sich die optische Achse des optischen Anzeigebilds, das durch die Vorderreflexionsoberfläche reflektiert wird, befindet, ist kleiner als ein Radius einer Krümmung der Rückreflexionsoberfläche bei einem Reflexionspunkt der Rückreflexionsoberfläche, bei dem sich die optische Achse des optischen Anzeigebilds, das durch die Rückreflexionsoberfläche reflektiert wird, befindet.

Figurenliste

Fig. 1 ist eine Ansicht, die eine Struktur einer HUD-Vorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung zeigt.

Fig. 2 ist eine schematische Ansicht, die einen Anzeigezustand der HUD-Vorrichtung von **Fig. 1** angibt.

Fig. 3 ist eine Querschnittsansicht, die eine charakteristische Eigenschaft der HUD-Vorrichtung von **Fig. 1** zeigt.

Fig. 4 ist ein schematisches Diagramm zum Beschreiben von Charakteristiken der HUD-Vorrichtung von **Fig. 1**.

Fig. 5(a) ist ein schematisches Diagramm, das ein virtuelles Vorderoberflächenbild und ein virtuelles Rückoberflächenbild, die bei der HUD-Vorrichtung von **Fig. 1** gebildet werden, zeigt, und **Fig. 5(b)** ist ein schematisches Diagramm, das ein virtuelles Vorderoberflächenbild und ein virtuelles Rückoberflächenbild, die bei einer HUD-Vorrichtung eines Vergleichsbeispiels gebildet werden, zeigt.

BESCHREIBUNG VON AUSFÜHRUNGSBEISPIELEN

[0014] Ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung ist im Folgenden unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben.

[0015] Wie in **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigt ist, ist eine HUD-Vorrichtung **1** gemäß dem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung in einem Automobil **2** (das als ein Fahrzeug dient) eingebaut und in einer Instrumententafel **3** aufgenommen. Die HUD-Vorrichtung **1** weist einen Projektor **10** und einen Kombiniierer (englisch: combiner) **20** (der als ein Anzeigeglied dient) auf.

[0016] Wie in **Fig. 1** gezeigt ist, ist der Projektor **10** durch Kombinieren eines optischen Systems **14**, wie zum Beispiel eines Spiegels (von Spiegeln) und einer (von) Linse(n), mit einer Anzeigevorrichtung **12**, wie zum Beispiel einer Flüssigkristalltafel, gebildet. Ein Bild, das auf der Anzeigevorrichtung **12** angezeigt wird, wird in das optische System **14** als ein optisches Anzeigebild **4** eingegeben, sodass das Bild durch das optische System **14** in eine Kabinenregion **2a** des Automobils **2** projiziert wird.

[0017] Der Kombiniierer **20** ist aus einem transparenten Harz hergestellt und ist in eine Plattenform konfiguriert. Der Kombiniierer **20** ist auf einer Seite eines Fahrersitzes **6** einer Windschutzscheibe **5** in der Kabinenregion **2a** platziert. Obwohl der Kombiniierer **20** des vorliegenden Ausführungsbeispiels derart platziert ist, dass der Kombiniierer **20** von der Windschutzscheibe **5** hin zu der Seite des Fahrersitzes **6** beabstandet ist, kann der Kombiniierer **20** an die Windschutzscheibe **5** gebaut sein. Mit dem im Vorhergehenden beschriebenen Aufbau transmittiert der Kombiniierer **20** ein externes Bild **7** (siehe **Fig. 2**) einer äußeren Region **2b**, die sich auf einer vorderen Seite des Automobils **2** befindet, um eine visuelle Erkennung des externen Bilds **7** durch einen Insassen

8 zu ermöglichen, der auf dem Fahrersitz **6** in der Kabinenregion **2a** anwesend ist.

[0018] Der Kombiniierer **20** hat eine Vorderreflexionsoberfläche **21**, die sich auf einer Seite der Kabinenregion **2a** des Kombiniierers **20** befindet, und eine Rückreflexionsoberfläche **22**, die sich auf einer Seite der äußeren Region **2b** des Kombiniierers **20** befindet. Der Kombiniierer **20** ist entlang einer optischen Achse des optischen Anzeigebilds **4**, das von dem Projektor **10** projiziert wird, platziert, sodass der Kombiniierer **20** das optische Anzeigebild **4** durch die jeweiligen Reflexionsoberflächen **21**, **22** reflektiert. Als ein Resultat tritt das optische Anzeigebild **4**, das durch die Vorderreflexionsoberfläche **21** reflektiert wird, in eine Pupille **9** des Insassen **8** ein und ist dadurch für den Insassen **8** als ein virtuelles Vorderoberflächenbild **41** erkennbar, das auf der vorderen Seite (einer Seite gegenüber dem Fahrersitz **6**) des Kombiniierers **20** abgebildet wird. Das optische Anzeigebild **4**, das durch die Rückreflexionsoberfläche **22** reflektiert wird, tritt ferner in die Pupille **9** ein und ist dadurch für den Insassen **8** als ein virtuelles Rückoberflächenbild **41'** erkennbar, das auf der vorderen Seite des Kombiniierers **20** abgebildet wird und mit dem virtuellen Vorderoberflächenbild **41** überlappt.

(Reflexionsoberflächenkonfiguration)

[0019] Wie in **Fig. 3** gezeigt ist, ist die Vorderreflexionsoberfläche **21**, die das virtuelle Vorderoberflächenbild **41** bildet, durch eine Freiformoberfläche, wie zum Beispiel eine asphärische Oberfläche, gebildet, die in einer Form einer gekrümmten konkaven Oberfläche, die hin zu einer gegenüberliegenden Seite, die dem Fahrersitz **6** gegenüberliegt, vertieft ist, konfiguriert ist. Die Rückreflexionsoberfläche **22**, die das virtuelle Rückoberflächenbild **41'** bildet, ist durch eine Freiformoberfläche, wie zum Beispiel eine asphärische Oberfläche, gebildet, die in einer Form einer gekrümmten konvexen Oberfläche konfiguriert ist, die zu der gegenüberliegenden Seite, die dem Fahrersitz **6** gegenüberliegt, vorspringt.

(Einstellen eines Keilwinkels)

[0020] In einem Querschnitt **20a** des Kombiniierers **20**, der in **Fig. 3** gezeigt ist und entlang einer Oben-nach-unten-Richtung geht, das heißt in einem vertikalen Querschnitt des Kombiniierers **20**, der sich entlang einer optischen Achse **Xf** des optischen Anzeigebilds **4**, das durch die Vorderreflexionsoberfläche **21** reflektiert wird, und einer optischen Achse **Xb** des optischen Anzeigebilds **4**, das durch die Rückreflexionsoberfläche **22** reflektiert wird, erstreckt, sind die Vorderreflexionsoberfläche **21** und die Rückreflexionsoberfläche **2s** angeordnet, derart, dass ein Keilwinkel $\Delta\theta$, der hin zu einer nach oben schrägen Seite verbreitert ist, zwischen einer Tangentenlinie **C**, die sich durch einen Reflexionspunkt **P** der Vorderreflexi-

onsoberfläche **21**, bei dem sich die optische Achse **Xf** befindet, erstreckt, und einer Tangentenlinie **C'**, die sich durch einen Reflexionspunkt **P'** der Rückreflexionsoberfläche **22**, wo sich die optische Achse **Xb** befindet, erstreckt, angeordnet ist. Der Kombinierte **20**, der den Keilwinkel $\Delta\theta$ hat, der zwischen der Vorderreflexionsoberfläche **21** und der Rückreflexionsoberfläche **22** gehalten wird, ist in eine Keilform konfiguriert, die eine Dicke hat, die sich von einem unteren Ende zu einem oberen Ende der Keilform kontinuierlich erhöht. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist hier insbesondere der Keilwinkel $\Delta\theta$ eingestellt, derart, dass die optische Achse **Xf**, die sich von der Reflexionsoberfläche **21** zu einem vorbestimmten vorhergesagten Augpunkt **9a** erstreckt, und die optische Achse **Xb**, die sich von der Reflexionsoberfläche **22** zu dem vorbestimmten vorhergesagten Augpunkt **9a** erstreckt, einander auf einer Seite des Reflexionspunkts **P**, wo der vorhergesagte Augpunkt **9a** platziert ist, überlappen (einander treffen), wie es durch Punktstrichlinien in **Fig. 3** angegeben ist. Die optische Achse **Xb** des optischen Anzeigebilds **4**, das durch die Rückreflexionsoberfläche **22** reflektiert und von der Vorderreflexionsoberfläche **21** ausgegeben wird, und die optische Achse **Xf** des optischen Anzeigebilds **4**, das durch die Vorderreflexionsoberfläche **21** reflektiert wird, sind mit anderen Worten koaxial zueinander und erstrecken sich zu dem vorhergesagten Augpunkt **9a**. Der Querschnitt **20** des Kombinierten **20** weist sowohl den Reflexionspunkt **P** der Vorderreflexionsoberfläche **21**, bei dem sich die optische Achse **Xf** des optischen Anzeigebilds **4**, das durch die Vorderreflexionsoberfläche **21** reflektiert wird, befindet, als auch den Reflexionspunkt **P'** der Rückreflexionsoberfläche **22** auf, bei dem sich die optische Achse **Xb** des optischen Anzeigebilds **4**, das durch die Rückreflexionsoberfläche **22** reflektiert wird, befindet, und die Tangentenlinie **C**, die eine Tangente an den Reflexionspunkt **P** der Vorderreflexionsoberfläche **21** in dem Querschnitt **20a** des Kombinierten **20** ist, und die Tangentenlinie **C'**, die eine Tangente an den Reflexionspunkt **P'** der Rückreflexionsoberfläche **22** in dem Querschnitt **20** des Kombinierten **20** ist, schneiden einander in einem vorbestimmten Winkel (genauer gesagt dem Keilwinkel $\Delta\theta$). Der vorhergesagte Augpunkt **9a** ist eine Mittelposition der Pupille **9**, die im Voraus gemäß der Spezifikation des Automobils **2** für den Insassen **8** vorhergesagt wird, der auf dem Fahrersitz **6** anwesend ist.

[0021] Der Keilwinkel $\Delta\theta$ (°) erfüllt genauer gesagt eine folgende Gleichung (1) zwischen einem Einfallswinkel θ_r der optischen Achse **Xb** des optischen Anzeigebilds **4**, das von dem Reflexionspunkt **P'** der Rückreflexionsoberfläche **22** fortschreitet und auf dem Reflexionspunkt **P** der Vorderreflexionsoberfläche **21** einfällt, und einem Reflexionswinkel θ_{ref} der optischen Achse **Xb** des optischen Anzeigebilds **4** an dem Reflexionspunkt **P'**. Der Keilwinkel $\Delta\theta$ erfüllt ferner eine folgende Gleichung (2) zwischen einem Bre-

chungswinkel θ_r der optischen Achse **Xb** des optischen Anzeigebilds **4**, das an der Vorderreflexionsoberfläche **21** gebrochen wird und zu dem Reflexionspunkt **P'** fortschreitet, und dem Reflexionswinkel θ_{ref} der optischen Achse **Xb** des optischen Anzeigebilds **4** an dem Reflexionspunkt **P'**. Eine folgende Gleichung (3) wird daher aus den folgenden Gleichungen (1) und (2) abgeleitet.

$$\theta_r = \theta_{ref} + \Delta\theta \quad \text{Gleichung (1)}$$

$$\theta_r' = \theta_{ref} - \Delta\theta \quad \text{Gleichung (2)}$$

$$\Delta\theta = (\theta_r - \theta_r') / 2 \quad \text{Gleichung (3)}$$

[0022] Aufgrund des Snellius'schen Gesetzes erfüllen ferner der Einfallswinkel θ_r und der Brechungswinkel θ_r' eine folgende Gleichung (4) zwischen dem Einfallswinkel θ_i der optischen Achse **Xf** des optischen Anzeigebilds **4**, das von dem Projektor **10** fortschreitet und auf dem Reflexionspunkt **P** einfällt, dem Einfallswinkel θ_i' der optischen Achse **Xb** des optischen Anzeigebilds **4**, das von dem Projektor **10** fortschreitet und auf dem Reflexionspunkt **P'** einfällt, und einem Brechungsindex **n** des Kombinierten **20**.

$$n = \sin\theta_i / \sin\theta_r = \sin\theta_i' / \sin\theta_r'$$

Gleichung (4)

[0023] Ein Abstand zwischen einem Brechungspunkt **P''** der Vorderreflexionsoberfläche **21** entlang der optischen Achse **Xb** des optischen Anzeigebilds **4**, das von dem Brechungspunkt **P''** der Vorderreflexionsoberfläche **21** zu dem Reflexionspunkt **P'** ausgegeben wird, und dem Reflexionspunkt **P** ist hier durch ein Bezugszeichen **D** bezeichnet, und ein Abstand zwischen einem senkrechten Punkt **H** der Vorderreflexionsoberfläche **21**, der senkrecht von dem Reflexionspunkt **P'** ist, und dem Reflexionspunkt **P** ist durch ein Bezugszeichen **d** bezeichnet. In einem solchen Fall wird eine folgende Gleichung (5) zwischen dem Abstand **D** und dem Abstand **d** erfüllt. Ein Abstand von dem Projektor **10** zu dem Reflexionspunkt **P** ist ferner mit **La** bezeichnet. In einem solchen Fall wird eine folgende Gleichung (6) zwischen dem Abstand **D** und dem Abstand **La** erfüllt. Eine folgende Gleichung (7) wird daher aus den folgenden Gleichungen (5) und (6) abgeleitet.

$$D = d \cdot (\tan\theta_r + \tan\theta_r') \quad \text{Gleichung (5)}$$

$$D / \sin(\theta_i - \theta_i') = La / \sin(\theta_i' + 90^\circ)$$

Gleichung (6)

$$d \cdot (\tan\theta_r + \tan\theta_r') = La \cdot \sin(\theta_i - \theta_i') / \cos\theta_i'$$

Gleichung (7)

[0024] Mit der vorhergehenden Kenntnis können, wenn der Abstand **La**, der Abstand **d**, der Einfallswinkel θ_i und der Brechungsindex **n** unter den vorhergehenden Variablen geliefert werden, der Einfallswinkel θ_r und der Brechungswinkel θ_r' basierend auf den vorhergehenden Gleichungen (4) und (7) erhalten werden, und der Keilwinkel $\Delta\theta$ kann basierend auf der vorhergehenden Gleichung (3) eingestellt werden.

(Einstellen einer Krümmung)

[0025] In **Fig. 3** gibt eine Punkt-Punkt-Strich-Linie **Lf** einen Hauptstrahl an, der von einem Ende **E** des virtuellen Vorderoberflächenbilds **41**, das sich an einem Abbildungspunkt des virtuellen Vorderoberflächenbilds **41** befindet, zu dem vorhergesagten Augpunkt **9a** projiziert wird. Eine Punkt-Punkt-Strich-Linie **Ld** gibt ferner einen Hauptstrahl an, der von einem Ende **E'** des virtuellen Rückoberflächenbilds **41'**, das sich benachbart zu dem Ende **E** des virtuellen Vorderoberflächenbilds **41** an einem Abbildungspunkt des virtuellen Rückoberflächenbilds **41'** befindet, zu dem vorhergesagten Augpunkt **9a** projiziert wird. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel sind insbesondere ein Radius einer Krümmung **R** der Vorderreflexionsoberfläche **21** bei dem Reflexionspunkt **P** und ein Radius einer Krümmung **R'** der Rückreflexionsoberfläche **22** bei dem Reflexionspunkt **P'** eingestellt, derart, dass der Hauptstrahl **Lf** und der Hauptstrahl **Ld** einander überlappen (zusammenfallen) und dadurch zueinander coaxial sind, wie es in **Fig. 3** gezeigt ist.

[0026] Eine Brennweite zum Implementieren einer konjugierten Beziehung zwischen dem Projektor **10** und dem virtuellen Vorderoberflächenbild **41** ist durch ein Bezugszeichen **f** bezeichnet, und eine Weite von dem Reflexionspunkt **P** zu dem Abbildungspunkt des virtuellen Vorderoberflächenbilds **41** ist durch ein Bezugszeichen **Lb** bezeichnet. In einem solchen Fall wird eine folgende Gleichung (8) zwischen der Weite **f** und der Weite **Lb** erfüllt.

$$1/f = 1/La + 1/Lb \quad \text{Gleichung (8)}$$

[0027] Eine Brennweite zum Implementieren einer konjugierten Beziehung zwischen dem Projektor **10** und dem virtuellen Rückoberflächenbild **41'** ist ferner durch ein Bezugszeichen **f'** bezeichnet. Ein Wert, der durch Teilen eines Abstands zwischen dem Reflexionspunkt **P** und dem Reflexionspunkt **P'** durch den Brechungsindex **n** erhalten wird, wird von einem Abstand von dem Reflexionspunkt **P** zu dem Abbildungspunkt des virtuellen Rückoberflächenbilds **41'** subtrahiert, um eine Luftwandlungsweite **Lb'** zu erhalten. In einem solchen Fall wird eine folgende Gleichung (9) zwischen der Weite **f** und der Weite **Lb'** erfüllt. Ein Bezugszeichen **La'** der folgenden Gleichung (9) ist hier die Luftwandlungsweite von dem Projektor **10** zu dem Reflexionspunkt **P'** durch den Brechungs-

punkt **P'** und ist durch eine folgende Gleichung (10) ausgedrückt.

$$1/f' = 1/La' + 1/Lb' \quad \text{Gleichung (9)}$$

$$La' = d / \{ \cos(\theta_{ref} - \Delta\theta) \cdot n \} + (La - D \cdot \sin\theta_i) / \cos(\theta_i - \theta_i') \quad \text{Gleichung (10)}$$

[0028] Um ferner den Hauptstrahl **Lf**, der von dem oberen Ende **E** des virtuellen Vorderoberflächenbilds **41** zu dem vorhergesagten Augpunkt **9a** projiziert wird, und den Hauptstrahl **Ld**, der von dem oberen Ende **E'** des virtuellen Rückoberflächenbilds **41'** zu dem vorhergesagten Augpunkt **9a** projiziert wird, miteinander überlappen zu lassen, um den Hauptstrahl **Lf** und den Hauptstrahl **Ld** coaxial anzuordnen, ist es lediglich erforderlich, dass ein Winkel ϕ des Hauptstrahls **Lf** relativ zu den überlappenden optischen Achsen des optischen Anzeigebilds **4**, das jeweils von den Reflexionsoberflächen **21**, **22** reflektiert wird, (genauer gesagt der optischen Achse **Xb** des optischen Anzeigebilds **4**, das durch die Rückreflexionsoberfläche **22** reflektiert und von der Vorderreflexionsoberfläche **21** ausgegeben wird, und der optischen Achse **Xf** des optischen Anzeigebilds **4**, das durch die Vorderreflexionsoberfläche **21** reflektiert wird) eingestellt ist, um identisch zu einem Winkel ϕ' des Hauptstrahls **Ld** relativ zu den überlappenden optischen Achsen des optischen Anzeigebilds **4**, das jeweils von den Reflexionsoberflächen **21**, **22** reflektiert wird, zu sein. Eine folgende Gleichung (11) wird daher erfüllt. Ein Bezugszeichen **Lc** der folgenden Gleichung (11) bezeichnet hier eine Weite von dem Abbildungspunkt des virtuellen Vorderoberflächenbilds **41** zu dem vorhergesagten Augpunkt **9a**, und ein Bezugszeichen **Lc'** der folgenden Gleichung (11) bezeichnet eine Weite von dem Abbildungspunkt des virtuellen Rückoberflächenbilds **41'** zu dem vorhergesagten Augpunkt **9a**.

$$(Lb/La) / Lc = (Lb'/La') / Lc'$$

Gleichung (11)

[0029] Mit der vorhergehenden Kenntnis kann basierend auf der vorhergehenden Gleichung (8), wenn die Weite **La** und die Weite **Lb** geliefert werden, die Brennweite **f** des Bilds, das durch die Vorderoberflächenreflexion reflektiert wird, erhalten werden, und der Radius einer Krümmung **R**, der die Brennweite **f** erfüllt, kann als die Vorderreflexionsoberfläche **21** eingestellt werden. Wenn die Weite **La**, die Weite **Lb**, die Weite **Lc**, die Weite **Lc'** und die im Vorhergehenden beschriebenen Variablen, die beim Einstellen des Keilwinkels verwendet werden, zusätzlich zu der erhaltenen Brennweite **f** geliefert werden, kann die Brennweite **f'** des Bilds, das durch die Rückoberflächenreflexion reflektiert wird, basierend auf den vorhergehenden Gleichungen (9), (10) und (11) erhalten werden.

ten werden, und der Radius einer Krümmung R' , der die Brennweite f' erfüllt, kann bei der Rückreflexionsoberfläche **22** eingestellt werden.

[0030] Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel, das die Gleichung (11) erfüllt, ist der Radius einer Krümmung R der Vorderreflexionsoberfläche **21**, die in die Form der gekrümmten konkaven Oberfläche konfiguriert ist, wie es in **Fig. 3** und **Fig. 4** gezeigt ist, eingestellt, um kleiner als der Radius einer Krümmung R' der Rückreflexionsoberfläche **22** zu sein, die in die Form der gekrümmten konvexen Oberfläche konfiguriert ist. Der Radius einer Krümmung R der Vorderreflexionsoberfläche **21** bei dem Reflexionspunkt **P** der Vorderreflexionsoberfläche **21**, bei dem sich die optische Achse X_f des optischen Anzeigebilds **4**, das durch die Vorderreflexionsoberfläche **21** reflektiert wird, befindet, wird genauer gesagt eingestellt, um kleiner als der Radius einer Krümmung R' der Rückreflexionsoberfläche **22** bei dem Reflexionspunkt **P'** der Rückreflexionsoberfläche **22** zu sein, bei dem sich die optische Achse X_b des optischen Anzeigebilds **4**, das durch die Rückreflexionsoberfläche **22** reflektiert wird, befindet. Der Effekt einer konkaven Linse wird dadurch implementiert. Der Abbildungspunkt des externen Bilds **7**, das durch den Kombiniierer **20** visuell erkannt wird, gerät somit weiter weg von dem Abbildungspunkt des virtuellen Vorderoberflächenbilds **41** und dem Abbildungspunkt des virtuellen Rückoberflächenbilds **41'**.

[0031] In der vorhergehenden Beschreibung ist die Beziehung zwischen dem Radius einer Krümmung R der Vorderreflexionsoberfläche **21** bei dem Reflexionspunkt **P** der Vorderreflexionsoberfläche **21**, bei dem sich die optische Achse X_f des optischen Anzeigebilds **4**, das durch die Vorderreflexionsoberfläche **21** reflektiert wird, befindet, und dem Radius einer Krümmung R' der Rückreflexionsoberfläche **22** bei dem Reflexionspunkt **P'** der Rückreflexionsoberfläche **22** (das heißt dem Reflexionspunkt, der dem Reflexionspunkt **P** entspricht), bei dem sich die optische Achse X_b des optischen Anzeigebilds **4**, das durch die Rückreflexionsoberfläche **22** reflektiert wird, befindet, veranschaulicht. Eine Beziehung zwischen einem Radius einer Krümmung der Vorderreflexionsoberfläche bei einem anderen Reflexionspunkt der Vorderreflexionsoberfläche **21** und einem Radius einer Krümmung der Rückreflexionsoberfläche **22** bei einem entsprechenden Reflexionspunkt, der diesem Reflexionspunkt der Vorderreflexionsoberfläche **21** entspricht, kann jedoch ähnlich zu der Beziehung zwischen dem Radius einer Krümmung R an dem Reflexionspunkt **P** und dem Radius einer Krümmung R' an dem Reflexionspunkt **P'** sein.

[0032] Die Effekte und Vorteile der HUD-Vorrichtung **1**, die im Vorhergehenden erörtert ist, sind beschrieben.

[0033] Bei der HUD-Vorrichtung **1** überlappen die optische Achse X_f , die sich von der Vorderreflexionsoberfläche **21** des Kombiniierers **20**, die sich auf der Kabinenseite befindet, zu dem vorhergesagten Augpunkt **9a** des Insassen **8** erstreckt, und die optische Achse X_b , die sich von der Rückreflexionsoberfläche **22** des Kombiniierers **20**, die sich auf der äußeren Seite befindet, zu dem vorhergesagten Augpunkt **9a** erstreckt, einander. Die visuelle Fehlausrichtung zwischen dem virtuellen Vorderoberflächenbild **41**, das durch die Reflexion an der Vorderreflexionsoberfläche **21** visuell erkannt wird, und dem virtuellen Rückoberflächenbild **41'**, das durch die Reflexion an der Rückreflexionsoberfläche **22** visuell erkannt wird, kann daher entlang der überlappenden optischen Achsen begrenzt werden. Bei der HUD-Vorrichtung **1** ist ferner der Radius einer Krümmung R der Vorderreflexionsoberfläche **21**, die in die Form der gekrümmten konkaven Oberfläche konfiguriert ist, kleiner als der Radius einer Krümmung R' der Rückreflexionsoberfläche **22**, die in die Form der gekrümmten konvexen Oberfläche gebildet ist. Der Abbildungspunkt des externen Bilds **7**, das durch den Kombiniierer **20** visuell erkannt wird, gerät daher aufgrund des Effekts der konkaven Linse weiter weg von dem Abbildungspunkt des virtuellen Vorderoberflächenbilds **41** und dem Abbildungspunkt des virtuellen Rückoberflächenbilds **41'**. Als ein Resultat ist es für den Insassen **8** leicht, das externe Bild **7**, das den weiter weg liegenden Abbildungspunkt hat, gleichzeitig und visuell zu erkennen, während sich derselbe auf den Abbildungspunkt des virtuellen Vorderoberflächenbilds **41** und den Abbildungspunkt des virtuellen Rückoberflächenbilds **41'** konzentriert. Eine Fähigkeit einer gleichzeitigen visuellen Erkennung des optischen Anzeigebilds **4**, das als die virtuellen Bilder **41**, **41'** angezeigt wird, und des externen Bilds **7** kann dementsprechend verbessert werden.

[0034] Bei der HUD-Vorrichtung **1** überlappt ferner der Hauptstrahl L_f , der von dem oberen Ende **E** des virtuellen Vorderoberflächenbilds **41** (des virtuellen Vorderoberflächenbilds **41**, das durch die Reflexion durch die Vorderreflexionsoberfläche **21** visuell erkannt wird) zu dem vorhergesagten Augpunkt **9a** projiziert wird, den Hauptstrahl L_d , der von dem oberen Ende **E'** des virtuellen Rückoberflächenbilds **41'** (des virtuellen Rückoberflächenbilds **41'**, das durch die Reflexion durch die Rückreflexionsoberfläche **22** visuell erkannt wird) zu dem vorhergesagten Augpunkt **9a** projiziert wird. Die visuelle Fehlausrichtung zwischen den virtuellen Bildern **41**, **41'**, die durch einen Unterschied eines Bildvergrößerungsverhältnisses verursacht wird, ist daher auf die Hauptstrahlen L_f , L_d der virtuellen Bilder **41**, **41'** begrenzt. Im Gegensatz zu dem Vergleichsbeispiel von **Fig. 5(b)**, bei dem die Hauptstrahlen einander nicht überlappen, können der Abbildungspunkt des virtuellen Rückoberflächenbilds **41'** und der Abbildungspunkt des virtuellen Vorderoberflächenbilds **41** einander bei der HUD-Vor-

richtung **1** von **Fig. 5(a)**, bei der die Hauptstrahlen einander überlappen, korrekt überlappen. Die Fähigkeit einer visuellen Erkennung des optischen Anzeigebilds **4**, das visuell gleichzeitig zu dem externen Bild **7** erkannt wird, kann daher verbessert werden.

[0035] Bei der HUD-Vorrichtung **1** wird ferner der Keilwinkel $\Delta\theta$ zwischen der Tangentenlinie **C**, die sich durch den Reflexionspunkt **P** der Reflexionsoberfläche **21**, der sich entlang der optischen Achse **Xf** befindet, erstreckt, und der Tangentenlinie **C'**, die sich durch den Reflexionspunkt **P'** der Reflexionsoberfläche **22**, der sich entlang der optischen Achse **Xb** befindet, erstreckt, gehalten. Die optische Achse **Xf**, die von der Reflexionsoberfläche **21** zu dem vorhergesagten Augpunkt **9a** fortschreitet, und die optische Achse **Xb**, die von der Reflexionsoberfläche **22** zu dem vorhergesagten Augpunkt **9a** fortschreitet, überlappen daher einander zuverlässig, und dadurch kann die visuelle Fehlausrichtung zwischen den virtuellen Bildern **41**, **41'** entlang der überlappenden optischen Achsen begrenzt werden.

[0036] Obwohl die vorliegende Offenbarung hinsichtlich des vorhergehenden Ausführungsbeispiels beschrieben ist, ist die vorliegende Offenbarung nicht auf das vorhergehende Ausführungsbeispiel begrenzt. Die vorliegende Offenbarung kann auf verschiedene andere Ausführungsbeispiele innerhalb eines Prinzips der vorliegenden Offenbarung angewendet sein.

[0037] Bei einer ersten Modifikation können genauer gesagt der Hauptstrahl **Lf**, der von dem Ende **E** des virtuellen Bilds **41** zu dem vorhergesagten Augpunkt **9a** projiziert wird, und der Hauptstrahl **Ld**, der von dem Ende **E'** des virtuellen Bilds **41'** zu dem vorhergesagten Augpunkt projiziert wird, untereinander in einem solchen Ausmaß fehlausgerichtet sein, dass der Radius einer Krümmung **R** der Vorderreflexionsoberfläche **21**, die in die Form der gekrümmten konkaven Oberfläche konfiguriert ist, kleiner als der Radius einer Krümmung **R'** der Rückreflexionsoberfläche **22**, die in die Form der gekrümmten konvexen Oberfläche konfiguriert ist, gehalten wird. Bei einer zweiten Modifikation kann ferner statt eines Bildens des Anzeigeglieds durch den Kombiniierer **20**, der ein getrenntes Element, das von der Windschutzscheibe **5** getrennt ist, ist, das Anzeigeglied durch einen Abschnitt der Windschutzscheibe **5** gebildet sein. Bei einer dritten Modifikation kann ferner die vorliegende Offenbarung neben dem Automobil **2** auf verschiedene andere Typen von Fahrzeugen (Transportvorrichtungen), wie zum Beispiel Schiffe oder Flugzeuge, angewendet sein.

Patentansprüche

1. Blickfeldanzeigevorrichtung mit:

einem Anzeigeglied (20), das ein externes Bild (7), das sich in einem Äußeren einer Kabine eines Fahrzeugs (2) befindet, transmittiert, um eine visuelle Erkennung des externen Bilds (7) durch einen Insassen (8), der sich in einem Inneren der Kabine befindet, zu ermöglichen; und

einem Projektor (10), der ein optisches Anzeigebild (4) auf das Anzeigeglied (20) projiziert, um ein virtuelles Bild des optischen Anzeigebilds (4) auf eine Art und Weise anzuzeigen, die eine visuelle Erkennung des virtuellen Bilds durch den Insassen (8) ermöglicht, wobei

das Anzeigeglied (20) folgende Merkmale aufweist: eine Vorderreflexionsoberfläche (21), die eine Form einer gekrümmten konkaven Oberfläche hat und durch Reflektieren des optischen Anzeigebilds (4) auf einer Seite des Anzeigeglieds (20), auf der sich das Innere der Kabine befindet, ein virtuelles Vorderoberflächenbild (41) als das virtuelle Bild bildet; und eine Rückreflexionsoberfläche (22), die eine Form einer gekrümmten konvexen Oberfläche hat und durch Reflektieren des optischen Anzeigebilds (4) auf einer anderen Seite des Anzeigeglieds (20), auf der sich das Äußere der Kabine befindet, ein virtuelles Rückoberflächenbild (41') als das virtuelle Bild bildet; wobei eine optische Achse (**Xb**) des optischen Anzeigebilds (4), das durch die Rückreflexionsoberfläche (22) reflektiert wird und von der Vorderreflexionsoberfläche (21) ausgegeben wird, und eine optische Achse (**Xf**) des optischen Anzeigebilds (4), das durch die Vorderreflexionsoberfläche (21) reflektiert wird, koaxial zueinander sind und sich zu einem vorhergesagten Augpunkt (9a) erstrecken, der im Voraus als ein Augpunkt des Insassen (8) vorhergesagt wird;

ein Radius einer Krümmung (**R**) der Vorderreflexionsoberfläche (21) bei einem Reflexionspunkt (**P**) der Vorderreflexionsoberfläche (21), bei dem sich die optische Achse (**Xf**) des optischen Anzeigebilds (4), das durch die Vorderreflexionsoberfläche (21) reflektiert wird, befindet, kleiner als ein Radius einer Krümmung (**R'**) der Rückreflexionsoberfläche (22) bei einem Reflexionspunkt (**P'**) der Rückreflexionsoberfläche (22), bei dem sich die optische Achse (**Xb**) des optischen Anzeigebilds (4), das durch die Rückreflexionsoberfläche (22) reflektiert wird, befindet, ist;

sich eine Tangentenlinie (**C**), die eine Tangente an den Reflexionspunkt (**P**) der Vorderreflexionsoberfläche (21) in einem Querschnitt (20a) des Anzeigeglieds (20), der sowohl den Reflexionspunkt (**P**) der Vorderreflexionsoberfläche (21) als auch den Reflexionspunkt (**P'**) der Rückreflexionsoberfläche (22) aufweist, ist, und eine Tangentenlinie (**C'**), die eine Tangente an den Reflexionspunkt (**P'**) der Rückreflexionsoberfläche (22) in dem Querschnitt (20a) des Anzeigeglieds (20), der sowohl den Reflexionspunkt (**P**) der Vorderreflexionsoberfläche (21) als auch den Reflexionspunkt (**P'**) der Rückreflexionsoberfläche (22) aufweist, ist, einander in einem vorbestimmten Winkel ($\Delta\theta$) schneiden;

ein Hauptstrahl (Lf), der von einem Ende (E) des virtuellen Vorderoberflächenbilds (41), das sich bei einem Abbildungspunkt des virtuellen Vorderoberflächenbilds (41) befindet, zu dem vorhergesagten Augpunkt (9a) projiziert wird, koaxial zu einem Hauptstrahl (Ld) ist, der von einem Ende (E') des virtuellen Rückoberflächenbilds (41'), das sich benachbart zu dem Ende (E) des virtuellen Vorderoberflächenbilds (41) bei einem Abbildungspunkt des virtuellen Rückoberflächenbilds (41') befindet, zu dem vorhergesagten Augpunkt (9a) projiziert wird; und sowohl der Hauptstrahl (Lf), der von dem Ende (E) des virtuellen Vorderoberflächenbilds (41), das sich bei dem Abbildungspunkt des virtuellen Vorderoberflächenbilds (41) befindet, zu dem vorhergesagten Augpunkt (9a) projiziert wird, als auch der Hauptstrahl (Ld), der von dem Ende (E') des virtuellen Rückoberflächenbilds (41'), das sich benachbart zu dem Ende (E) des virtuellen Vorderoberflächenbilds (41) bei dem Abbildungspunkt des virtuellen Rückoberflächenbilds (41') befindet, zu dem vorhergesagten Augpunkt (9a) projiziert wird, einen identischen Winkel (ϕ , ϕ') relativ zu sowohl der optischen Achse (Xb) des optischen Anzegebilds (4), das durch die Rückreflexionsoberfläche (22) reflektiert wird und von der Vorderreflexionsoberfläche (21) ausgegeben wird, als auch der optischen Achse (Xf) des optischen Anzegebilds (4), das durch die Vorderreflexionsoberfläche (21) reflektiert wird, definieren; und der Radius einer Krümmung (R') der Rückreflexionsoberfläche (22) eingestellt ist, um eine Brennweite (f) zu bilden, die eine konjugierte Beziehung zwischen dem Projektor (10) und dem virtuellen Rückoberflächenbild (41') implementiert, während die Brennweite (f) basierend auf folgenden drei Gleichungen erhalten wird:

$$1/f' = 1/La' + 1/Lb'$$

$$La' = d / \{ \cos(\theta_{ref} - \Delta\theta) \cdot n \} + (La - D \cdot \sin(\theta_i) / \cos(\theta_i - \theta_i'))$$

$$(Lb / La) / Lc = (Lb' / La') / Lc'$$

wobei n einen Brechungsindex (n) des Anzeigeglieds (20) bezeichnet;

$\Delta\theta$ den vorbestimmten Winkel ($\Delta\theta$) bezeichnet;

θ_i einen Einfallswinkel (θ_i) bezeichnet, der an der Vorderreflexionsoberfläche (21) gemessen wird und von der optischen Achse (Xf) des optischen Anzegebilds (4) ist, das von dem Projektor (10) fortschreitet und auf dem Reflexionspunkt (P) der Vorderreflexionsoberfläche (21) einfällt;

θ_i' einen Einfallswinkel (θ_i') bezeichnet, der an der Vorderreflexionsoberfläche (21) gemessen wird und von der optischen Achse (Xb) des optischen Anzegebilds (4) ist, das von dem Projektor (10) fortschreitet und auf dem Reflexionspunkt (P') der Rückreflexionsoberfläche (22) einfällt;

θ_{ref} einen Reflexionswinkel (θ_{ref}) der optischen Achse (Xb) des optischen Anzegebilds (4) bei dem Reflexionspunkt (P') der Rückreflexionsoberfläche (22) bezeichnet;

La einen Abstand (La) von dem Projektor (10) zu dem Reflexionspunkt (P) der Vorderreflexionsoberfläche (21) bezeichnet;

La' eine Luftwandlungsweite (La') von dem Projektor (10) zu dem Reflexionspunkt (P') der Rückreflexionsoberfläche (22) durch einen Brechungspunkt (P'') der Vorderreflexionsoberfläche (21) entlang der optischen Achse (Xb) des optischen Anzegebilds (4) bezeichnet, das von dem Brechungspunkt (P'') der Vorderreflexionsoberfläche (21) zu dem Reflexionspunkt (P') der Rückreflexionsoberfläche (22) ausgegeben wird;

Lb eine Weite (Lb) von dem Reflexionspunkt (P) der Vorderreflexionsoberfläche (21) zu dem Abbildungspunkt des virtuellen Vorderoberflächenbilds (41) bezeichnet;

Lb' eine Luftwandlungsweite (Lb') bezeichnet, die durch Subtrahieren eines Werts, der durch Teilen eines Abstands zwischen dem Reflexionspunkt (P) der Vorderreflexionsoberfläche (21) und dem Reflexionspunkt (P') der Rückreflexionsoberfläche (22) durch den Brechungsindex (n) erhalten wird, von einem Abstand von dem Reflexionspunkt (P) der Vorderreflexionsoberfläche (21) zu dem Abbildungspunkt des virtuellen Rückoberflächenbilds (41') erhalten wird;

Lc eine Weite (Lc) von dem Abbildungspunkt des virtuellen Vorderoberflächenbilds (41) zu dem vorhergesagten Augpunkt (9a) bezeichnet;

Lc' eine Weite (Lc') von dem Abbildungspunkt des virtuellen Rückoberflächenbilds (41') zu dem vorhergesagten Augpunkt (9a) bezeichnet;

D einen Abstand (D) zwischen dem Brechungspunkt (P'') der Vorderreflexionsoberfläche (21) und dem Reflexionspunkt (P) der Vorderreflexionsoberfläche (21) bezeichnet; und

d einen Abstand (d) zwischen einem senkrechten Punkt (H) der Vorderreflexionsoberfläche (21), der senkrecht von dem Reflexionspunkt (P') der Rückreflexionsoberfläche (22) ist, und dem Reflexionspunkt (P') der Rückreflexionsoberfläche (22) bezeichnet; und

f die Brennweite (f) zum Implementieren der konjugierten Beziehung zwischen dem Projektor (10) und dem virtuellen Rückoberflächenbild (41') bezeichnet.

2. Blickfeldanzeigevorrichtung nach Anspruch 1, bei der das Anzeigeglied (20) ein Kombinierer ist, der aus einem transparenten Harz hergestellt ist und in eine Plattenform konfiguriert ist.

3. Blickfeldanzeigevorrichtung nach Anspruch 2, bei der der Kombinierer in eine Keilform konfiguriert ist, die eine Dicke hat, die sich von einem unteren Ende hin zu einem oberen Ende der Keilform in einer Oben-nach-unten-Richtung kontinuierlich erhöht.

4. Kombinierer für eine Blickfeldanzeigevorrichtung, bei dem der Kombinierer entlang einer optischen Achse eines optischen Anzeigebilds (4) platziert ist, das von einem Projektor (10) der Blickfeldanzeigevorrichtung projiziert wird, mit:

einer Vorderreflexionsoberfläche (21), die eine Form einer gekrümmten konkaven Oberfläche hat und sich auf einer Seite des Kombinierers befindet, auf der sich eine Kabine eines Fahrzeugs (2) befindet, wobei die Vorderreflexionsoberfläche (21) durch Reflektieren des optischen Anzeigebilds (4), das von dem Projektor (10) projiziert wird, ein virtuelles Vorderoberflächenbild (41), um durch einen Insassen (8) des Fahrzeugs (2) erkannt zu werden, bildet; und

einer Rückreflexionsoberfläche (22), die eine Form einer gekrümmten konvexen Oberfläche hat und sich auf einer anderen Seite des Kombinierers befindet, auf der sich ein Äußeres der Kabine des Fahrzeugs (2) befindet, wobei die Rückreflexionsoberfläche (22) durch Reflektieren des optischen Anzeigebilds (4), das von dem Projektor (10) projiziert wird, ein virtuelles Rückoberflächenbild (41'), um durch den Insassen (8) des Fahrzeugs (2) erkannt zu werden, bildet, wobei

eine optische Achse (Xb) des optischen Anzeigebilds (4), das durch die Rückreflexionsoberfläche (22) reflektiert wird und von der Vorderreflexionsoberfläche (21) ausgegeben wird, und eine optische Achse (Xf) des optischen Anzeigebilds (4), das durch die Vorderreflexionsoberfläche (21) reflektiert wird, koaxial zueinander sind und sich zu einem vorhergesagten Augpunkt (9a) erstrecken, der im Voraus als ein Augpunkt des Insassen (8) vorhergesagt wird;

ein Radius einer Krümmung (R) der Vorderreflexionsoberfläche (21) bei einem Reflexionspunkt (P) der Vorderreflexionsoberfläche (21), bei dem sich die optische Achse (Xf) des optischen Anzeigebilds (4), das durch die Vorderreflexionsoberfläche (21) reflektiert wird, befindet, kleiner als ein Radius einer Krümmung (R') der Rückreflexionsoberfläche (22) bei einem Reflexionspunkt (P') der Rückreflexionsoberfläche (22), bei dem sich die optische Achse (Xb) des optischen Anzeigebilds (4), das durch die Rückreflexionsoberfläche (22) reflektiert wird, befindet, ist;

sich eine Tangentenlinie (C), die eine Tangente an den Reflexionspunkt (P) der Vorderreflexionsoberfläche (21) in einem Querschnitt (20a) des Kombinierers, der sowohl den Reflexionspunkt (P) der Vorderreflexionsoberfläche (21) als auch den Reflexionspunkt (P') der Rückreflexionsoberfläche (22) aufweist, ist, und eine Tangentenlinie (C'), die eine Tangente an den Reflexionspunkt (P') der Rückreflexionsoberfläche (22) in dem Querschnitt (20a) des Kombinierers, der sowohl den Reflexionspunkt (P) der Vorderreflexionsoberfläche (21) als auch den Reflexionspunkt (P') der Rückreflexionsoberfläche (22) aufweist, ist, einander in einem vorbestimmten Winkel ($\Delta\theta$) schneiden;

ein Hauptstrahl (Lf), der von einem Ende (E) des virtuellen Vorderoberflächenbilds (41), das sich bei ei-

nem Abbildungspunkt des virtuellen Vorderoberflächenbilds (41) befindet, zu dem vorhergesagten Augpunkt (9a) projiziert wird, koaxial zu einem Hauptstrahl (Ld) ist, der von einem Ende (E') des virtuellen Rückoberflächenbilds (41'), das sich benachbart zu dem Ende (E) des virtuellen Vorderoberflächenbilds (41) bei einem Abbildungspunkt des virtuellen Rückoberflächenbilds (41') befindet, zu dem vorhergesagten Augpunkt (9a) projiziert wird; und

sowohl der Hauptstrahl (Lf), der von dem Ende (E) des virtuellen Vorderoberflächenbilds (41), das sich bei dem Abbildungspunkt des virtuellen Vorderoberflächenbilds (41) befindet, zu dem vorhergesagten Augpunkt (9a) projiziert wird, als auch der Hauptstrahl (Ld), der von dem Ende (E') des virtuellen Rückoberflächenbilds (41'), das sich benachbart zu dem Ende (E) des virtuellen Vorderoberflächenbilds (41) bei dem Abbildungspunkt des virtuellen Rückoberflächenbilds (41') befindet, zu dem vorhergesagten Augpunkt (9a) projiziert wird, einen identischen Winkel (ϕ , ϕ') relativ zu sowohl der optischen Achse (Xb) des optischen Anzeigebilds (4), das durch die Rückreflexionsoberfläche (22) reflektiert wird und von der Vorderreflexionsoberfläche (21) ausgegeben wird, als auch der optischen Achse (Xf) des optischen Anzeigebilds (4), das durch die Vorderreflexionsoberfläche (21) reflektiert wird, definieren; und

der Radius einer Krümmung (R') der Rückreflexionsoberfläche (22) eingestellt ist, um eine Brennweite (f) zu bilden, die eine konjugierte Beziehung zwischen dem Projektor (10) und dem virtuellen Rückoberflächenbild (41') implementiert, während die Brennweite (f) basierend auf folgenden drei Gleichungen erhalten wird:

$$1/f' = 1/La' + 1/Lb'$$

$$La' = d / \{ \cos(\theta_{ref} - \Delta\theta) \cdot n \} + (La - D \cdot \sin(\theta_i) / \cos(\theta_i - \theta_i'))$$

$$(Lb/La) / Lc = (Lb'/La') / Lc'$$

wobei n einen Brechungsindex (n) des Kombinierers bezeichnet;

$\Delta\theta$ den vorbestimmten Winkel ($\Delta\theta$) bezeichnet;

θ_i einen Einfallswinkel (θ_i) bezeichnet, der an der Vorderreflexionsoberfläche (21) gemessen wird und von der optischen Achse (Xf) des optischen Anzeigebilds (4) ist, das von dem Projektor (10) fortschreitet und auf dem Reflexionspunkt (P) der Vorderreflexionsoberfläche (21) einfällt;

θ_i' einen Einfallswinkel (θ_i') bezeichnet, der an der Vorderreflexionsoberfläche (21) gemessen wird und von der optischen Achse (Xb) des optischen Anzeigebilds (4) ist, das von dem Projektor (10) fortschreitet und auf dem Reflexionspunkt (P') der Rückreflexionsoberfläche (22) einfällt;

θ_{ref} einen Reflexionswinkel (θ_{ref}) der optischen Achse (Xb) des optischen Anzeigebilds (4) bei dem Re-

flexionspunkt (P') der Rückreflexionsoberfläche (22) bezeichnet;

La einen Abstand (La) von dem Projektor (10) zu dem Reflexionspunkt (P) der Vorderreflexionsoberfläche (21) bezeichnet;

La' eine Luftwandlungsweite (La') von dem Projektor (10) zu dem Reflexionspunkt (P') der Rückreflexionsoberfläche (22) durch einen Brechungspunkt (P'') der Vorderreflexionsoberfläche (21) entlang der optischen Achse (Xb) des optischen Anzeigebilds (4) bezeichnet, das von dem Brechungspunkt (P'') der Vorderreflexionsoberfläche (21) zu dem Reflexionspunkt (P') der Rückreflexionsoberfläche (22) ausgegeben wird;

Lb eine Weite (Lb) von dem Reflexionspunkt (P) der Vorderreflexionsoberfläche (21) zu dem Abbildungspunkt des virtuellen Vorderoberflächenbilds (41) bezeichnet;

Lb' eine Luftwandlungsweite (Lb') bezeichnet, die durch Subtrahieren eines Werts, der durch Teilen eines Abstands zwischen dem Reflexionspunkt (P) der Vorderreflexionsoberfläche (21) und dem Reflexionspunkt (P') der Rückreflexionsoberfläche (22) durch den Brechungsindex (n) erhalten wird, von einem Abstand von dem Reflexionspunkt (P) der Vorderreflexionsoberfläche (21) zu dem Abbildungspunkt des virtuellen Rückoberflächenbilds (41') erhalten wird;

Lc eine Weite (Lc) von dem Abbildungspunkt des virtuellen Vorderoberflächenbilds (41) zu dem vorhergesagten Augpunkt (9a) bezeichnet;

Lc' eine Weite (Lc') von dem Abbildungspunkt des virtuellen Rückoberflächenbilds (41') zu dem vorhergesagten Augpunkt (9a) bezeichnet;

D einen Abstand (D) zwischen dem Brechungspunkt (P'') der Vorderreflexionsoberfläche (21) und dem Reflexionspunkt (P) der Vorderreflexionsoberfläche (21) bezeichnet; und

d einen Abstand (d) zwischen einem senkrechten Punkt (H) der Vorderreflexionsoberfläche (21), der senkrecht von dem Reflexionspunkt (P') der Rückreflexionsoberfläche (22) ist, und dem Reflexionspunkt (P') der Rückreflexionsoberfläche (22) bezeichnet; und

f die Brennweite (f) zum Implementieren der konjugierten Beziehung zwischen dem Projektor (10) und dem virtuellen Rückoberflächenbild (41') bezeichnet.

5. Kombinierer nach Anspruch 4, bei dem der Kombinierer aus einem transparenten Harz hergestellt ist und in eine Plattenform konfiguriert ist.

6. Kombinierer nach Anspruch 5, bei dem der Kombinierer in eine Keilform konfiguriert ist, die eine Dicke hat, die sich von einem unteren Ende zu einem oberen Ende der Keilform in einer Oben-nach-unten-Richtung kontinuierlich erhöht.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

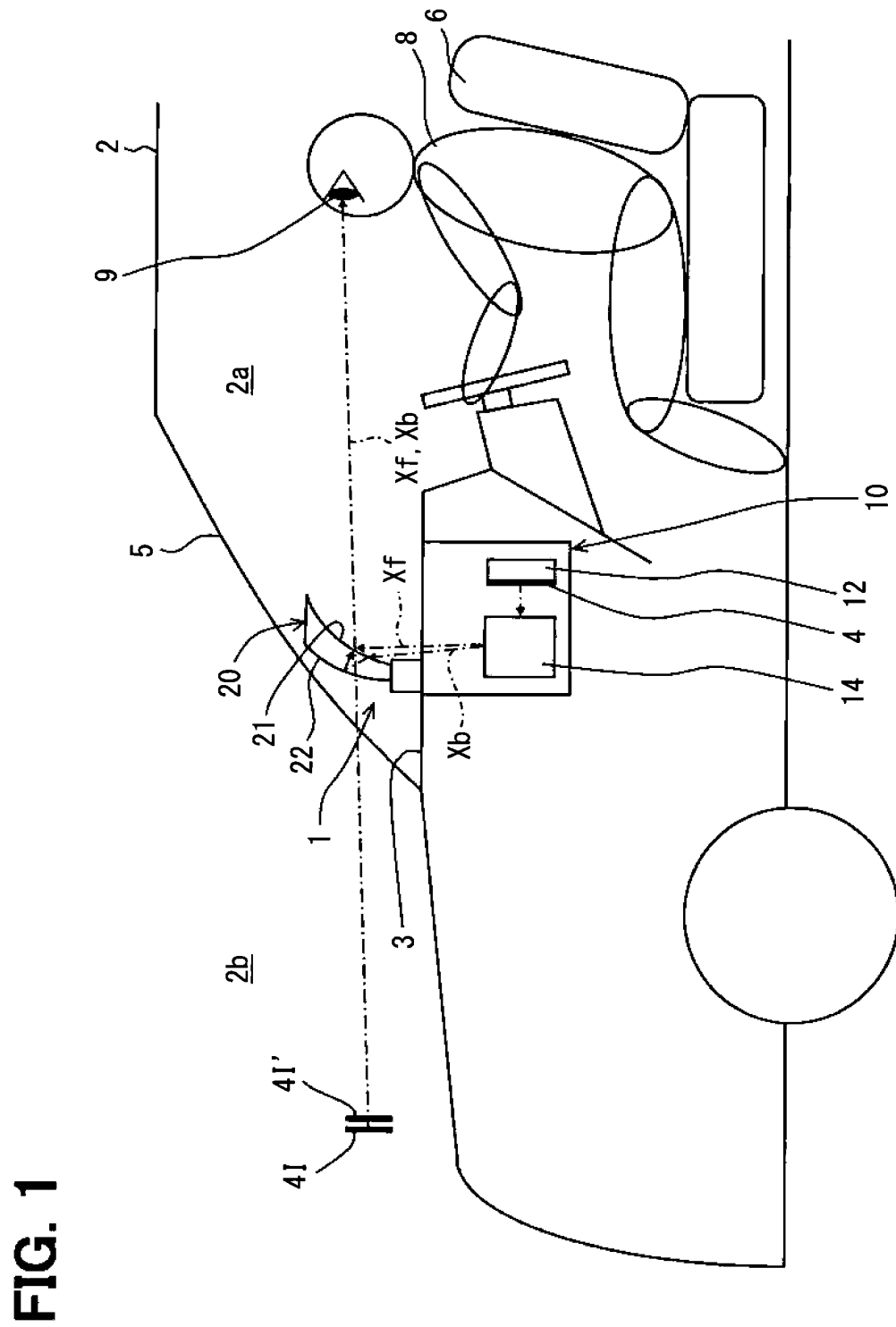


FIG. 2

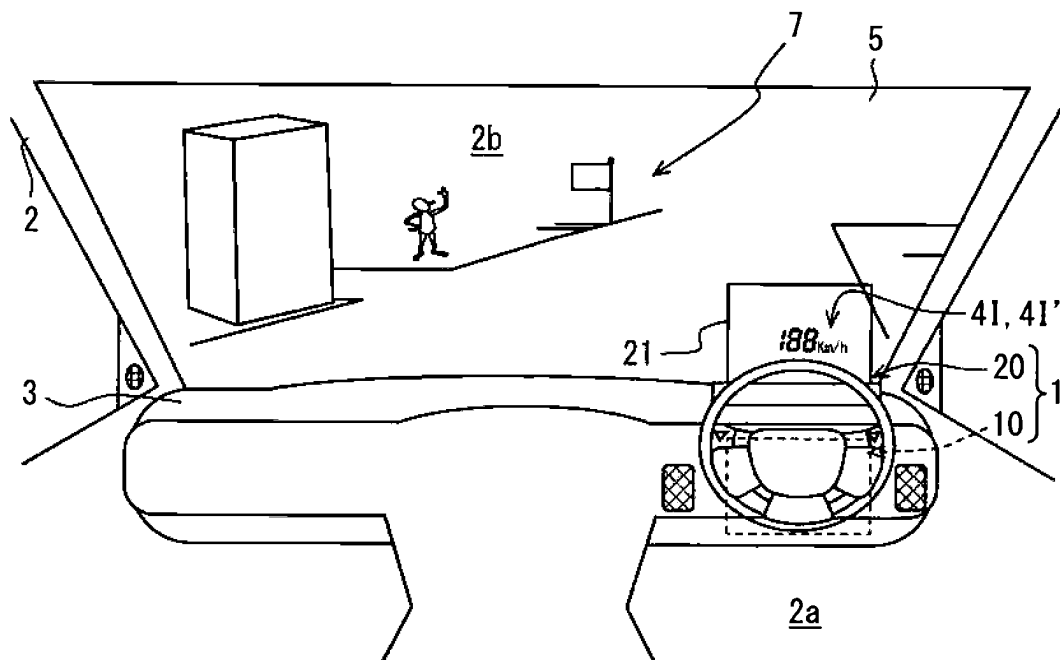


FIG. 3

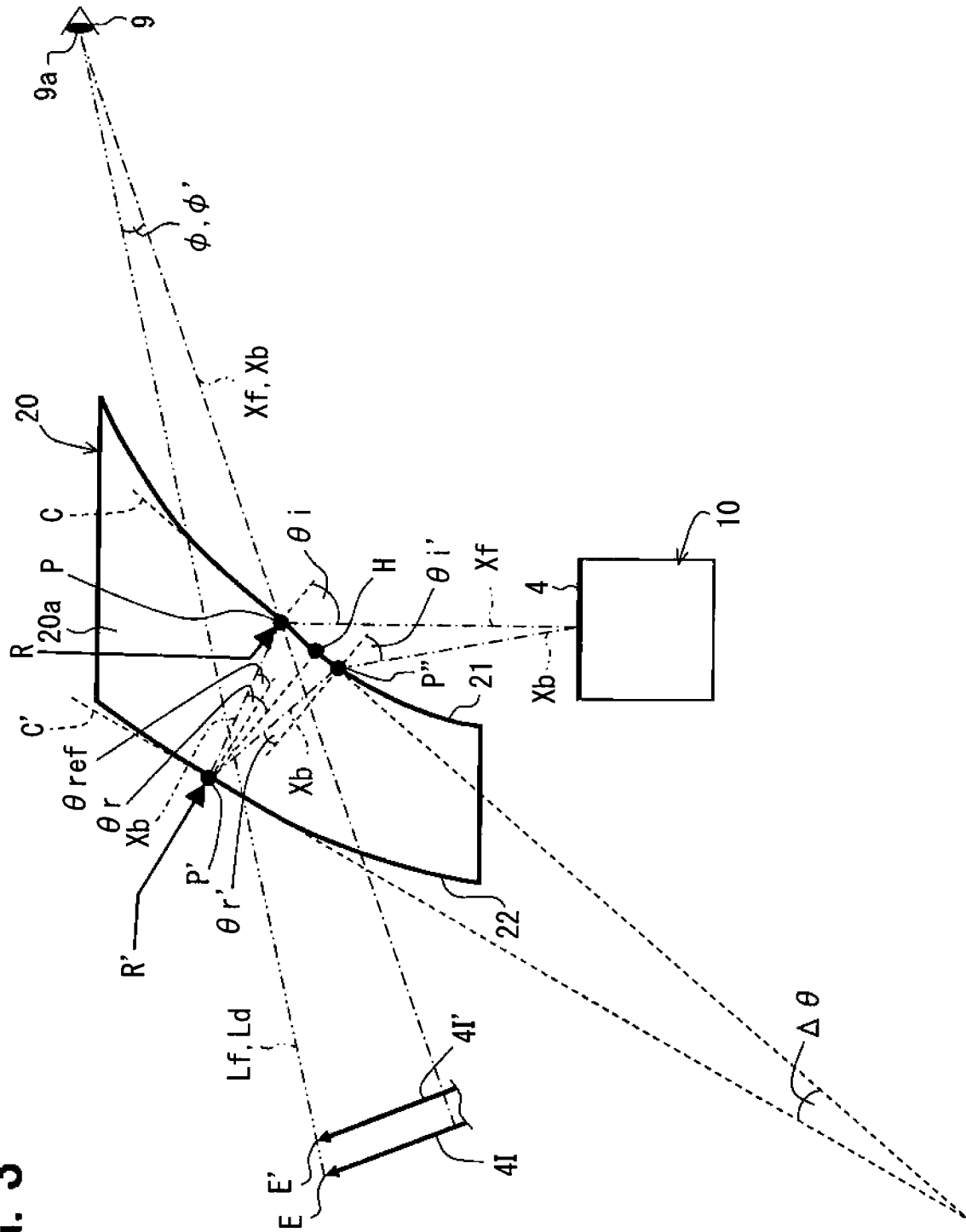


FIG. 4

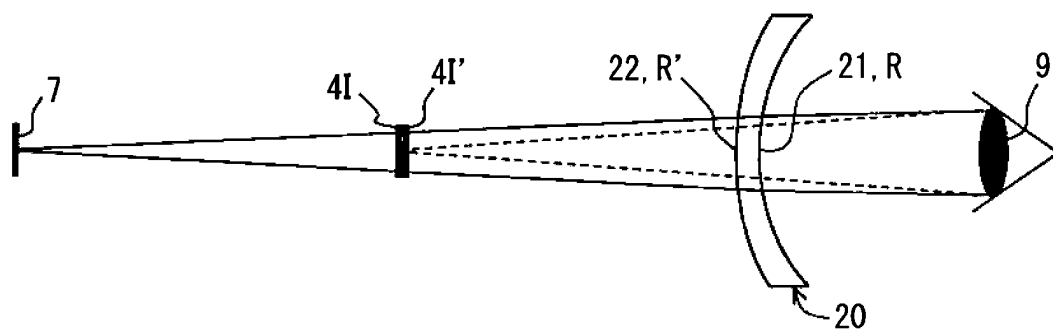


FIG. 5

