



(12)

Patentschrift

- (21) Deutsches Aktenzeichen: 11 2016 006 256.7
(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/JP2016/081198
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 2017/126176
(86) PCT-Anmeldetag: 21.10.2016
(87) PCT-Veröffentlichungstag: 27.07.2017
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: 04.10.2018
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 03.11.2022

- (51) Int Cl.: **G02B 27/01 (2006.01)**
B60K 35/00 (2006.01)
G02B 17/08 (2006.01)
G02B 26/10 (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:
2016-008265 19.01.2016 JP

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

(74) Vertreter:
**Winter, Brandl - Partnerschaft mbB,
Patentanwälte, 85354 Freising, DE**

(72) Erfinder:
**Miyato, Taizo, Kariya-city, Aichi-pref., JP; Ishihara,
Kazuyuki, Kariya-city, Aichi-pref., JP; Onda,
Kazuhisa, Kariya-city, Aichi-pref., JP**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

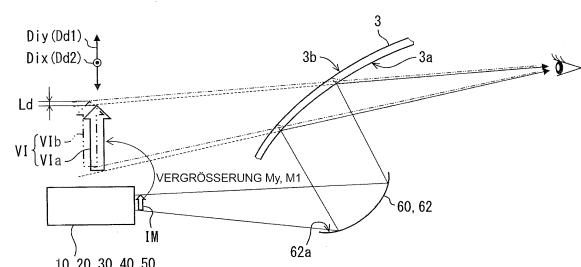
DE 10 2012 106 638 A1

(54) Bezeichnung: HEAD-UP-ANZEIGEVORRICHTUNG

(57) Hauptanspruch: Head-Up-Anzeigevorrichtung, die konfiguriert ist, um an einem mobilen Objekt (1) montiert zu werden und ein virtuelles Bild (Vl, Via, Vlb) anzuzeigen, das für einen Insassen durch Projizieren eines Bildes (IM) auf ein Projektionselement (3) sichtbar ist, mit:
einem Laserprojektionsabschnitt (10), der konfiguriert ist, um eine Mehrzahl von Laserlichtströme zu projizieren, die unterschiedlichen Wellenlängen aufweisen und die sich einander überlagern;
einem Abtastabschnitt (20), der konfiguriert ist, um die Laserlichtströme von dem Laserprojektionsabschnitt abzutasten;
einem Bildschirmelement (50), das konfiguriert ist, um darauf mit dem Bild beim Einfall der Laserlichtströme, die von dem Abtastabschnitt abgetastet werden, aufgezeichnet zu werden; und
einem Brechungselementabschnitt (30), der insgesamt eine positive Brechkraft aufweist und auf einer Lichtstrecke zwischen dem Abtastabschnitt und dem Bildschirmelement angeordnet ist, um einen Einfallswinkel der Laserlichtströme an das Bildschirmelement durch Brechung anzupassen, wobei
der Brechungselementabschnitt aufweist:
einen positiven Linsenabschnitt (34), der eine positive Brechkraft aufweist; und
einen negativen Linsenabschnitt (32), der aus einem Medium mit einer größeren Dispersion hergestellt ist als

ein Medium, das den positiven Linsenabschnitt ausbildet, und eine negative Brechkraft aufweist,
das Projektionselement aus einer lichtdurchlässigen Platte ausgebildet ist, die eine Vorderfläche (3a), die auf den Insassen weist, und eine Rückfläche (3b) aufweist, die in die entgegengesetzte Richtung der Vorderfläche weist, und

wenn eine Richtung, in der ein virtuelles Bild (Vlb), das durch Reflexion auf der Rückfläche ausgebildet wird, von einem virtuellen Bild (Via) verschoben ist, das durch Reflexion auf der Vorderfläche ausgebildet wird, als Verschiebungs-Parallelrichtung (Dd1) gegeben ist, und eine Richtung, die senkrecht zu der Verschiebungs-Parallelrichtung ist, als eine Verschiebungs-Senkrechttrichtung (Dd2) gegeben ...



Beschreibung**VERWEIS AUF GATTUNGSGLEICHE ANMELDUNGEN**

[0001] Die vorliegende Anmeldung basiert auf der am 19. Januar 2016 eingereichten japanischen Patentanmeldung mit der Nummer 2016-8265; auf den dortigen Offenbarungsgehalt wird hier vollinhaltlich Bezug genommen.

TECHNISCHES GEBIET

[0002] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf eine Head-Up-Anzeigevorrichtung (im Folgenden kurz als HUD-Vorrichtung bezeichnet), die konfiguriert ist, um an ein mobiles Objekt montiert zu werden, und um ein virtuelles Bild anzuzeigen, das für einen Insassen sichtbar ist.

STAND DER TECHNIK

[0003] Eine vorhandene HUD-Vorrichtung ist an einem mobilen Objekt montiert und zeigt ein virtuelles Bild an, das für einen Insassen sichtbar ist. Eine in der Patentliteratur 1 offenbarete HUD-Vorrichtung weist einen Laserprojektionsabschnitt, einen Abtastabschnitt, ein Bildschirmelement und einen Brechungselementabschnitt auf. Der Laserprojektionsabschnitt projiziert mehrere Laserlichtströme, die unterschiedliche Wellenlängen aufweisen und einander überlagert sind. Der Abtastabschnitt tastet die Laserlichtströme von dem Laserprojektionsabschnitt ab. Das Bildschirmelement ist ein Element, auf dem ein Bild beim Einfall der Laserlichtströme, die von dem Abtastabschnitt abgetastet werden, aufgezeichnet wird. Der Brechungselementabschnitt, der eine positive Brechkraft aufweist, ist auf einer Lichtstrecke zwischen dem Abtastabschnitt und dem Bildschirmelement angeordnet und passt einen Einfallswinkel der Laserlichtströme auf das Bildschirmelement durch Brechung an. Genauer gesagt ist der Brechungselementabschnitt aus einer einzelnen Linse ausgebildet.

DRUCKSCHRIFTLICHER STAND DER TECHNIK**PATENTLITERATUR**

[0004] Patentliteratur1: JP 2010- 145 924 A

[0005] Gemäß der Konfiguration der Patentliteratur 1 wird ein Bild auf dem Bildschirmelement durch Laserlichtströme aufgezeichnet, die unterschiedliche Wellenlängen aufweisen und einander überlagert sind. Wenn jedoch Laserlichtströme, die von dem Abtastabschnitt abgetastet werden, jeden Punkt der einzelnen Linse durchlaufen, spalten sich die Laserlichtströme aufgrund einer Dispersion eines Mediums, das die Linse ausbildet, in jeweilige Far-

ben auf, was möglicherweise eine chromatische Aberration in einem Bild hervorrufen kann, das auf dem Bildschirmelement aufgezeichnet wird. Es besteht die Sorge, dass die chromatische Aberration eine nachteilige Auswirkung auf die Sichtbarkeit eines virtuellen Bildes hat, das durch Projizieren eines solchen Bildes auf ein Projektionselement ausgebildet wird.

ZUSAMMENFASSUNG

[0006] In Hinblick auf die zuvor genannten Probleme ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine HUD-Vorrichtung bereitzustellen, die ein virtuelles Bild mit hoher Sichtbarkeit ausbildet.

[0007] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ist eine Head-Up-Anzeigevorrichtung konfiguriert, um an einem mobilen Objekt montiert zu werden und ein virtuelles Bild anzuzeigen, das für einen Insassen durch Projizieren eines Bildes auf ein Projektionselement sichtbar wird. Die Head-Up-Anzeigevorrichtung weist einen Laserprojektionsabschnitt auf, der konfiguriert ist, um eine Mehrzahl von Laserlichtströmen zu projizieren, die unterschiedlichen Wellenlängen aufweisen und sich einander überlagern. Die Head-Up-Anzeigevorrichtung weist des Weiteren einen Abtastabschnitt auf, der konfiguriert ist, um die Laserlichtströme von dem Laserprojektionsabschnitt abzutasten. Die Head-Up-Anzeigevorrichtung weist des Weiteren einen Bildschirmelement auf, das konfiguriert ist, um darauf mit dem Bild beim Einfall der Laserlichtströme, die von dem Abtastabschnitt abgetastet werden, aufgezeichnet zu werden. Die Head-Up-Anzeigevorrichtung weist des Weiteren einen Brechungselementabschnitt auf, der insgesamt eine positive Brechkraft aufweist und auf einer Lichtstrecke zwischen dem Abtastabschnitt und dem Bildschirmelement angeordnet ist, um einen Einfallswinkel der Laserlichtströme an das Bildschirmelement durch Brechung anzupassen. Der Brechungselementabschnitt weist einen positiven Linsenabschnitt auf, der eine positive Brechkraft aufweist. Der Brechungselementabschnitt weist des Weiteren einen negativen Linsenabschnitt auf, der aus einem Medium mit einer größeren Dispersion hergestellt ist als ein Medium, das den positiven Linsenabschnitt ausbildet, und hat eine negative Brechkraft.

Figurenliste

[0008] Die oben angeführten sowie andere Gegenstände, Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden durch die folgende detaillierte Beschreibung der zugehörigen Zeichnung klarer:

Fig. 1 ist eine schematische Ansicht, die eine HUD-Vorrichtung zeigt, die gemäß einem Ausführungsbeispiel an einem Fahrzeug montiert ist;

Fig. 2 ist eine Ansicht, die schematisch eine Konfiguration der HUD-Vorrichtung des Ausführungsbeispiels zeigt;

Fig. 3 ist eine schematische Ansicht, die einen Laserprojektionsabschnitt des Ausführungsbeispiels zeigt;

Fig. 4 ist eine schematische Ansicht, die ein optisches System von dem Laserprojektionsabschnitt zu einem Bildschirmelement des Ausführungsbeispiels zeigt;

Fig. 5 ist eine Draufsicht, die verwendet wird, um zu beschreiben, wie ein Bild auf dem Bildschirmelement aufgezeichnet wird; und

Fig. 6 ist eine vergrößerte Ansicht, die Laserlichtströme zeigt, die einen Pixel aus **Fig. 5** ausbilden und verwendet wird, um chromatische Aberrationen zu beschreiben.

BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

[0009] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung gemäß den Zeichnungen beschrieben.

[0010] Eine HUD-Vorrichtung 100 gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, die in **Fig. 1** gezeigt ist, ist an einem Armaturenbrett 2 eines Fahrzeugs 1 montiert, das eine Art eines mobilen Objekts ist. Die HUD-Vorrichtung 100 projiziert ein Bild IM auf eine Windschutzscheibe 3 des Fahrzeugs 1, die als ein Projektionselement verwendet wird. Die HUD-Vorrichtung 100 zeigt somit ein virtuelles Bild VI an, das für einen Insassen sichtbar ist, der auf einem beteiligten Sitz 4 in dem Fahrzeug 1 sitzt. Das heißt, Licht des Bildes IM, das an der Windschutzscheibe 3 reflektiert wird erreicht die Augen des Insassen in einem Wagenabteil des Fahrzeugs 1, und der Insasse erfasst das Licht. Der Insasse wird somit befähigt, verschiedene Arten von Information zu erkennen, die als ein virtuelles Bild VI angezeigt werden. Beispiele für verschiedene Arten von Information, die als ein virtuelles Bild VI angezeigt werden, beinhalten einen Fahrzeugzustandswert, wie zum Beispiel eine Fahrzeuggeschwindigkeit und eine verbleibende Kraftstoffmenge, und Fahrzeuginformationen, wie zum Beispiel Straßeninformationen und Ansichtszusatzinformationen, sind aber nicht darauf beschränkt.

[0011] Die Windschutzscheibe 3 des Fahrzeugs 1 ist an einer Fahrzeugoberseite an einer höheren Position als das Armaturenbrett 2 angeordnet und ist aus einer lichtdurchlässigen Platte ausgebildet, die aus Glas, Kunstharz oder dergleichen hergestellt ist. Die Windschutzscheibe 3 ist so angeordnet, dass sie sich auf der Fahrzeugoberseite mehr nach hinten neigt. Wie in **Fig. 2** gezeigt, ist insbesondere eine

Vorderfläche 3a der Windschutzscheibe 3, die innerhalb des Wagenabteils zu dem Insassen weist, eine sanft nach innen gekrümmte oder flache Oberfläche. Eine Rückfläche 3b der Windschutzscheibe 3, die außerhalb des Wagenabteils in die dem Insassen entgegengesetzte Richtung weist, ist eine sanft nach außen gekrümmte oder flache Oberfläche. Ein Abstand zwischen der Vorderfläche 3a und der Rückfläche 3b nimmt von der Fahrzeugunterseite zu der Fahrzeugoberseite hin zu, wodurch die Windschutzscheibe 3 mit einem Abschnitt einer Keilform im Querschnitt vorgesehen ist.

[0012] In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel stellt die Fahrzeugunterseite eine Schwerkraftrichtung eines Fahrzeugs dar, das auf ebenem Boden fährt oder ruht. Die Fahrzeugoberseite stellt eine entgegengesetzte Richtung zu der Richtung dar, die durch die Fahrzeugunterseite dargestellt ist. Eine Fahrzeug-Oben-Unten-Richtung stellt Richtungen dar, die durch die Fahrzeugoberseite und die Fahrzeugunterseite dargestellt sind.

[0013] Wenn ein Bild IM als ein virtuelles Bild VI angezeigt wird, ist eine Richtung des Bildes IM entlang der Fahrzeug-Oben-Unten-Richtung als eine Bild-Oben-Unten-Richtung Diy gegeben und eine Richtung des Bildes IM senkrecht zu der Fahrzeug-Oben-Unten-Richtung ist als eine Bild-Rechts-Links-Richtung Dix gegeben.

[0014] Wie in den **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigt, weist die HUD-Vorrichtung 100 wie oben beschrieben einen Laserprojektionsabschnitt 10, einen Abtastabschnitt 20, einen Brechungselementabschnitt 30, einen Reflexionselementabschnitt 40, ein Bildschirmelement 50 und einen Lichtführungsabschnitt 60 auf, die alle innerhalb eines Gehäuses 70 installiert sind.

[0015] Wie in **Fig. 3** im Detail gezeigt, weist der Laserprojektionsabschnitt 10 mehrere Laseroszillatoren 12a, 12b und 12c, mehrere Kollimatorlinsen 14a, 14b und 14c und mehrere dichroitische Spiegel 16a, 16b und 16c auf. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel sind drei Laseroszillatoren 12a bis 12c, drei Kollimatorlinsen 14a bis 14c und drei dichroitische Spiegel 16a bis 16c vorgesehen.

[0016] Die drei Laseroszillatoren 12a bis 12c oszillieren Laserlichtströme, die unterschiedliche Wellenlängen aufweisen. Insbesondere oszilliert der Laseroszillator 12a einen grünen Laserlichtstrom, der eine Spitzenwellenlänge im Bereich von zum Beispiel 490 bis 530 nm aufweist, vorzugsweise eine Spitzenwellenlänge von 515 nm. Der Laseroszillator 12b oszilliert einen blauen Laserlichtstrom, der eine Spitzenwellenlänge im Bereich von zum Beispiel 430 bis 470 nm aufweist, vorzugsweise eine Spitzenwellenlänge von 450 nm. Der Laseroszillator 12b oszilliert einen roten Laserlichtstrom, der eine Spitzenwellenlänge

im Bereich von zum Beispiel 600 bis 650 nm aufweist, vorzugsweise eine Spitzenwellenlänge von 640 nm. Laserlichtströme, die von den Laseroszillatoren 12a bis 12c oszillieren, fallen jeweils auf die Kollimatorlinsen 14a bis 14c.

[0017] Die drei Kollimatorlinsen 14a bis 14c sind jeweils von den Laseroszillatoren 12a bis 12c um einen vorgegebenen Abstand in Bewegungsrichtungen der jeweiligen Laserlichtströme beabstandet. Die Kollimatorlinsen 14a bis 14c kollimieren Laserlichtströme der entsprechenden Farben durch Brechen der Laserlichtströme.

[0018] Die drei dichroitischen Spiegel 16a bis 16c sind jeweils von den Kollimatorlinsen 14a bis 14c um einen vorgegebenen Abstand in Bewegungsrichtungen der jeweiligen Laserlichtströme beabstandet. Die dichroitischen Spiegel 16a bis 16c reflektieren nur Laserlichtströme mit bestimmten Wellenlängen, welche die entsprechenden Kollimatorlinsen 14a bis 14c durchlaufen haben, und lassen die Laserlichtströme durch, die andere Wellenlängen aufweisen. Insbesondere reflektiert der dichroitische Spiegel 16a entsprechend der Kollimatorlinse 14a einen grünen Laserlichtstrom. Der dichroitische Spiegel 16b reflektiert entsprechend der Kollimatorlinse 14b einen blauen Laserlichtstrom und lässt einen grünen Laserlichtstrom durch. Der dichroitische Spiegel 16c reflektiert entsprechend der Kollimatorlinse 14c einen roten Laserlichtstrom und lässt einen grünen und roten Laserlichtstrom durch.

[0019] Der dichroitische Spiegel 16b ist von dem dichroitischen Spiegel 16a um einen vorgegebenen Abstand in einer Bewegungsrichtung eines grünen Laserlichtstromes beabstandet, der auf dem dichroitischen Spiegel 16a reflektiert wird. Der dichroitische Spiegel 16c ist von dem dichroitischen Spiegel 16b um einen vorgegebenen Abstand in einer Bewegungsrichtung eines blauen Laserlichtstromes beabstandet, der auf dem dichroitischen Spiegel 16b reflektiert wird. Aufgrund der zuvor genannten Lokalisierungen durchläuft ein grüner Laserlichtstrom, der an dem dichroitischen Spiegel 16a reflektiert wird, den dichroitischen Spiegel 16b und ist einem blauen Laserlichtstrom überlagert, der an dem dichroitischen Spiegel 16b reflektiert wird. Außerdem durchlaufen der grüne Laserlichtstrom und der blaue Laserlichtstrom den dichroitischen Spiegel 16c und sind einem roten Laserlichtstrom überlagert, der an dem dichroitischen Spiegel 16c reflektiert wird.

[0020] Die jeweiligen Laseroszillatoren 12a bis 12c sind elektrisch mit einer Steuerung 18 verbunden. Die Laseroszillatoren 12a bis 12c oszillieren Laserlichtströme gemäß einem elektrischen Signal von der Steuerung 18. Verschiedene Farben können durch additive Farbmischung von Laserlichtströmen dreier Farben reproduziert werden, die von den

jeweiligen Oszillatoren 12a bis 12c oszillieren. Der Laserprojektionsabschnitt 10 projiziert somit mehrere Laserlichtströme, die unterschiedliche Wellenlängen aufweisen, und die einander in Richtung zu dem Abtastabschnitt 20 überlagert sind.

[0021] Wie in **Fig. 4** im Detail gezeigt, weist der Abtastabschnitt 20 einen Abtastspiegel 22 auf. Der Abtastspiegel 22 ist ein MEMS-Spiegel, der MEMS (mikroelektromechanische Systeme) verwendet, die Laserlichtströme von dem Laserprojektionsabschnitt 10 durch zeitliche Änderung von Projektionsrichtungen PD der Laserlichtströme abtastet. Der Abtastspiegel 22 ist mit einer Reflexionsfläche 22c vorgesehen, die durch Aufbringen einer Metallaufdampfung von Aluminium oder dergleichen auf einer Oberfläche ausgebildet wird, die auf den dichroitischen Spiegel 16c in einem vorgegebenen Abstand weist. Die Reflexionsfläche 22c ist so konfiguriert, dass sie um zwei zueinander senkrechter Drehachsen Ax und Ay entlang der Reflexionsfläche 22c schwenkt.

[0022] Der Abtastspiegel 22 ist elektrisch mit der Steuerung 18 verbunden und konfiguriert, um Ausrichtungen der Reflexionsfläche 22c gemäß einem Abtastsignal zu ändern. Der Abtastabschnitt 20 ist somit konfiguriert, um Laserlichtströme in Verbindung mit dem Laserprojektionsabschnitt 10 durch Verwendung des Abtastspiegels 22 abzutasten, der von der Steuerung 18 gesteuert wird. Laserlichtströme, die von dem Abtastabschnitt 20 abgetastet werden, fallen auf den Brechungselementabschnitt 30.

[0023] Der Brechungselementabschnitt 30 ist in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel auf einer Lichtstrecke zwischen dem Abtastabschnitt 20 und dem Bildschirmelement 50 angeordnet, insbesondere zwischen dem Abtastabschnitt 20 und dem Reflexionselementabschnitt 40. Der Brechungselementabschnitt 30 weist insgesamt eine positive Brechkraft auf und passt einen Einfallsinkel von Laserlichtströmen an das Bildschirmelement 50 durch Brechung an.

[0024] Der Brechungselementabschnitt 30 weist einen negativen Linsenabschnitt 32, der eine negative Brechkraft aufweist, und einen positiven Linsenabschnitt 34 auf, der eine positive Brechkraft aufweist. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird insbesondere der Brechungselementabschnitt 30 durch einstückiges Verbinden des negativen Linsenabschnitts 32 und des positiven Linsenabschnitts 34 ausgebildet. Der negative Linsenabschnitt 32 ist näher an dem Abtastabschnitt 20 angeordnet als der positive Linsenabschnitt 34, während der positive Linsenabschnitt 34 näher an dem Bildschirmelement 50 angeordnet ist als der negative Linsenabschnitt 32.

[0025] Der negative Linsenabschnitt 32 ist aus einem Medium wie zum Beispiel Glas hergestellt und weist daher eine Lichtdurchlass-Eigenschaft auf. Das Medium, das den negativen Linsenabschnitt 32 ausbildet, weist zum Beispiel einen Brechungsindex von $nd = 1,92$ und eine Abbe-Zahl von $vd = 31$ auf, und weist einen höheren Brechungsindex und einer größeren Dispersion als ein Medium auf, das den positiven Linsenabschnitt 34 ausbildet.

[0026] Der negative Linsenabschnitt 32 weist mehrere Brechungsoberflächen 32a und 32b auf, an denen Laserlichtströme brechen. Insbesondere ist die Eintrittsseiten-Brechungsoberfläche 32a eine konvexe sphärische Oberfläche. Die Austrittsseiten-Brechungsoberfläche 32b ist eine konkave sphärische Oberfläche und wird mit einer Eintrittsseiten-Brechungsoberfläche 34a des positiven Linsenabschnitts 34 aufgeteilt, wenn sie mit dem positiven Linsenabschnitt 34 verbunden ist. Ein Krümmungsradius auf der Eintrittsseiten-Brechungsoberfläche 32a ist so festgelegt, um größer als ein Krümmungsradius auf der Austrittsseiten-Brechungsoberfläche 32b zu sein. Daher bildet der negative Linsenabschnitt 32 eine konkave Linse einer Meniskusform aus.

[0027] Der positive Linsenabschnitt 34 ist aus einem Medium wie zum Beispiel Glas hergestellt und weist daher eine Lichtdurchlass-Eigenschaft auf. Das Medium, das den positiven Linsenabschnitt 34 ausbildet, weist zum Beispiel einen Brechungsindex von $nd = 1,44$ und eine Abbe-Zahl von $vd = 95$ auf und weist einen niedrigeren Brechungsindex und einer kleineren Dispersion als das Medium auf, das den negativen Linsenabschnitt 32 ausbildet.

[0028] Der positive Linsenabschnitt 34 weist mehrere Brechungsoberflächen 34a und 34b auf, an denen Laserlichtströme brechen. Insbesondere ist die Eintrittsseiten-Brechungsoberfläche 34b eine konvexe sphärische Oberfläche und wird mit einer Austrittsseiten-Brechungsoberfläche 32a des negativen Linsenabschnitts 32 aufgeteilt, wenn sie mit dem negativen Linsenabschnitt 32 verbunden ist, wie zuvor beschrieben. Die Austrittsseiten-Brechungsoberfläche 34b ist eine konvexe asphärische Oberfläche, insbesondere eine Freiformoberfläche in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel. Daher bildet der positive Linsenabschnitt 34 eine bikonvexe Linse aus.

[0029] Nachdem Laserlichtströme an dem Brechungselementabschnitt 30 brechen, der wie zuvor beschrieben konfiguriert ist, und diesen durchlaufen, fallen die Laserlichtströme auf den Brechungselementabschnitt 40.

[0030] Der Reflexionselementabschnitt 40 ist in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel auf einer Licht-

strecke zwischen dem Abtastabschnitt 20 und dem Bildschirmelement 50 angeordnet, insbesondere zwischen dem Brechungselementabschnitt 30 und dem Bildschirmelement 50. Der Reflexionselementabschnitt 40 weist einen Freiformspiegel 42 auf.

[0031] Der Freiformspiegel 42 wird ausgebildet, indem eine Reflexionsfläche 42a auf einer Oberfläche eines Basismaterials bereitgestellt wird, das aus Kunstharz, Glas oder dergleichen mittels Aufdampfung von Aluminium oder dergleichen hergestellt wird. Die Reflexionsfläche 42a ist eine konkave Freiformfläche, die in einer Mitte nach innen gekrümmmt ist. Der Freiformspiegel 42 des Reflexionselementabschnitts 40 passt einen Einfallsinkel von Laserlichtströmen von dem Brechungselement 30 zu dem Bildschirmelement 50 in Zusammenwirken mit dem Brechungselementabschnitt 30 an, durch Reflexion der Laserlichtströme in Richtung zu dem Bildschirmelement 50. Um genauer zu sein, passt der Freiformspiegel 42 Einfallsinkel bei Laserlichtströmen zu dem Bildschirmelement 50 an, um eine Differenz der Einfallsinkel bei Laserlichtströmen in den jeweiligen Projektionsrichtungen PD zu minimieren.

[0032] Das Bildschirmelement 50 ist ein reflektierender Bildschirm, der durch Aufdampfen von Aluminium auf einer Oberfläche eines Basismaterials ausgebildet wird, das aus Kunstharz, Glas oder dergleichen hergestellt wird. Das Bildschirmelement 50 ist als eine Mikrospiegelanreihung ausgebildet, die aus mehreren Mikroreflexionsflächen 52 besteht, die in einem Projektionsbereich PA aufgereiht sind, wo Laserlichtströme projiziert werden. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel weist insbesondere jede Reflexionsfläche 52 eine konkave Form auf, die einen ausreichend kleineren Krümmungsradius hat als die jeweiligen Oberflächen 32a, 32b, 34a, 34b und 42a des Brechungselementabschnitts 30 und des Reflexionselementabschnitts 40. Die Reflexionsflächen 52 können jedoch eine konvexe Form aufweisen.

[0033] Wie in **Fig. 5** gezeigt, wird ein Bild IM auf dem Bildschirmelement 50 bei Einfall von Laserlichtströmen aufgezeichnet, die von dem Abtastabschnitt 20 abgetastet werden. Genauer gesagt projiziert der Abtastabschnitt 20 Laserlichtströme in Richtung zu dem Projektionsbereich PA des Bildschirmelements 50 durch zeitliche Änderung der Projektionsrichtungen PD der Laserlichtströme. Laserlichtströme werden nacheinander entlang mehrerer Abtastlinien SL unter Steuern der Steuerung 18 abgetastet. Folglich wird ein Bild IM intermittierend durch Pulsbestrahlung von Laserlichtströmen aufgezeichnet, während sich einfallende Positionen der Laserlichtströme in dem Projektionsbereich PA bewegen. Das so in dem Projektionsbereich PA aufgezeichnete Bild IM wird zum Beispiel in 60 Bildern pro Sekunde als ein

Bild mit 480 Pixeln in einer Richtung xs entlang der Abtastlinien SL und 240 Pixeln in einer Richtung ys senkrecht zu den Abtastlinien SL aufgezeichnet. In **Fig. 5** sind die jeweiligen Reflexionsflächen 52 nicht gezeigt.

[0034] Laserlichtströme als Licht des Bildes IM und die Ausbildung jeweiliger Pixel werden an den jeweiligen Reflexionsflächen 62a des Bildschirmelements 50 reflektiert und fallen daher, während sie gestreut werden, auf den Lichtführungsabschnitt 60.

[0035] Wie in **Fig. 2** gezeigt, weist der Lichtführungsabschnitt 60 einen konkaven Spiegel 62 auf. Der konkave Spiegel 62 wird ausgebildet, indem eine Reflexionsfläche 62a auf einer Oberfläche eines Basismaterials bereitgestellt wird, das aus Kunstharz, Glas oder dergleichen mittels Aufdampfen von Aluminium hergestellt wird. Die Reflexionsfläche 62a bildet eine sanft gekrümmte Fläche mit einer konkaven Form aus, die in der Mitte nach innen gekrümmmt ist. Der konkave Spiegel 62 reflektiert Licht des Bildes IM von dem Bildschirmelement 50 in Richtung zu der Windschutzscheibe 3.

[0036] Eine lichtdurchlässige staubdichte Abdeckung 72 ist an einer Öffnung vorgesehen, die an der Fahrzeugoberseite des Gehäuses 70 ausgebildet ist. Licht des Bildes IM, das an dem konkaven Spiegel 62 reflektiert wird, durchläuft die staubdichte Abdeckung 72 von der Fahrzeugunterseite und fällt auf die Windschutzscheibe 3 auf der Fahrzeugoberseite. Der Lichtführungsabschnitt 60 vergrößert und führt somit das Bild IM, das auf dem Bildschirmelement 50 aufgezeichnet wird, zu der Windschutzscheibe 3. Ein planarer Spiegel oder dergleichen kann zu dem Lichtführungsabschnitt 60 hinzugefügt werden.

[0037] Während, wie in **Fig. 2** gezeigt, das meiste des Lichts des Bildes IM an der Vorderfläche 3a der Windschutzscheibe 3 in Richtung zu dem Insassen reflektiert wird, kann Licht möglicherweise in das Medium eintreten, das die Windschutzscheibe 3 bildet. Ein Teil eines solchen Lichts wird an der Rückfläche 3b reflektiert und von der Vorderfläche 3a in Richtung zu dem Insassen emittiert. Daher kann ein virtuelles Bild VI, das für den Insassen sichtbar ist, ein leicht verschobenes Doppelbild eines virtuellen Bildes Via sein, das durch Reflexion an der Vorderfläche 3a ausgebildet wird, und ein virtuelles Bild Vlb, das durch Reflexion an der Rückfläche 3b ausgebildet wird. Auch wenn die Windschutzscheibe 3 zum Beispiel aus einer Keilform im Querschnitt besteht, wie zuvor beschrieben, kann es schwierig sein, Positionen der beiden virtuellen Bilder Via und Vlb in dem gesamten virtuellen Bild VI perfekt in Übereinstimmung zu bringen.

[0038] Eine Richtung, in der das virtuelle Bild Vlb, das durch Reflexion auf der Rückfläche 3b ausgebildet wird, von dem virtuellen Bild Via verschoben ist, das durch Reflexion auf der Vorderfläche 3a ausgebildet wird, ist als eine Verschiebungs-Parallelrichtung Dd1 gegeben, und eine Richtung senkrecht zu der Verschiebungs-Parallelrichtung Dd1 ist als eine Verschiebungs-Senkrechttrichtung Dd2 gegeben. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel, in dem Licht eines Bildes IM auf die Windschutzscheibe 3 entlang der Fahrzeug-Oben-Unten-Richtung fällt, stimmt die Verschiebungs-Parallelrichtung Dd1 im Wesentlichen mit der Bild-Oben-Unten-Richtung Diy überein und die Verschiebungs-Senkrechttrichtung Dd2 stimmt im Wesentlichen mit der Bild-Rechts-Links Richtung Dix überein.

[0039] In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird ein virtuelles Bild VI, das für den Insassen sichtbar ist, durch den Lichtführungsabschnitt 60 und die Windschutzscheibe 3 in Bezug auf ein Bild IM, das auf dem Bildschirmelement 50 aufgezeichnet wird, vergrößert, My sei eine Vergrößerung in der Bild-Oben-Unten-Richtung Diy einer Vergrößerung des virtuellen Bildes VI, und M1 sei eine Vergrößerung in der Verschiebungs-Parallelrichtung Dd1.

[0040] In einem virtuellen Bild VI, das durch Licht eines Bildes IM ausgebildet wird, das von dem Bildschirmelement 50 emittiert und an dem Lichtführungsabschnitt 60 und der Windschutzscheibe 3 reflektiert wird, sind Reihen von Pixeln in der Richtung xs auf dem Bildschirmelement 50 Seite an Seite entlang Bild-Rechts-Links-Richtung Dix ausgerichtet und Reihen von Pixeln in der Richtung ys sind Seite an Seite entlang der Bild-Oben-Unten-Richtung Diy ausgerichtet. Das heißt, die Richtung xs, welche die Bild-Rechts-Links-Richtung Dix ausbildet, ist eine Richtung, die der Verschiebungs-Senkrechttrichtung Dd2 entspricht, während die Richtung ys, welche die Bild-Oben-Unten-Richtung Diy ausbildet, eine Richtung ist, die der Verschiebungs-Parallelrichtung Dd1 entspricht (siehe auch **Fig. 4** und **Fig. 5**). Eine Bewegungsrichtung von Laserlichtströmen, die in der Richtung xs abgetastet werden, ist als eine Richtung xl gegeben, und eine Bewegungsrichtung von Laserlichtströmen, die in der Richtung ys abgetastet werden, ist als eine Richtung yl gegeben als Richtungen, die jeweils der Richtung xs und der Richtung ys auf den jeweiligen Brechungsoberflächen 32a, 32b, 34a und 34b des Brechungselementabschnitts 30 (siehe auch **Fig. 4**) entsprechen.

[0041] In dem Brechungselementabschnitt 30, der in **Fig. 4** gezeigt ist, sei f1 eine Brennweite des negativen Linsenabschnitts 32 und sei v1 eine Abbe-Zahl des negativen Linsenabschnitts 32. Ebenso sei f2x eine Brennweite des positiven Linsenabschnitts 34 in der Richtung xl, f2y sei eine Brennweite des positiven Linsenabschnitts 34 in der Richtung yl, und v2

sei eine Abbe-Zahl des positiven Linsenabschnitts 34. Dann wird in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel der Brechungselementabschnitt 30 so ausgelegt, um die Ungleichung (1) wie folgt zu bestimmen:

$$1/f_1 \cdot v_1 + 1/f_2x \cdot v_2 < 1/f_1 \cdot v_1 + 1/f_2y \cdot v_2 \quad (1).$$

[0042] Dann wird in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel der Brechungselementabschnitt 30 so ausgelegt, um die Ungleichung (1) wie folgt zu bestimmen: $f_{2y} < f_{2x}$. Daher ist eine Brennweite des positiven Linsenabschnitts 34 in der Richtung x_l , die der Bild-Rechts-Links-Richtung D_{lx} entspricht, länger als eine Brennweite des positiven Linsenabschnitts 34 in der Richtung y_l , die der Bild-Oben-Unten-Richtung D_{ly} entspricht.

[0043] Genauer gesagt ist ein Krümmungsradius in der Richtung x_l , welcher der Bild-Rechts-Links-Richtung D_{lx} entspricht, größer als ein Krümmungsradius in der Richtung y_l , die der Bild-Oben-Unten-Richtung D_{ly} an irgendeinem Punkt einschließlich einer optischen Achse die Austrittsseiten-Brechungsfläche 34b des positiven Linsenabschnitts 34 entspricht.

[0044] Der andere negative Linsenabschnitt 32 weist eine rotationssymmetrische Form auf. Daher ist eine Brennweite des gesamten Brechungselementabschnitts 30 in der Richtung x_l , die der Bild-Rechts-Links-Richtung D_{lx} entspricht, länger als eine Brennweite in der Richtung y_l , die der Bild-Oben-Unten-Richtung D_{ly} entspricht.

[0045] Im Folgenden wird ein Bild IM beschrieben, das auf dem Bildschirmelement 50 durch Laserlichtströme aufgezeichnet wird, die sich wie oben ausgelegt an dem Brechungselementabschnitt 30 brechen und diesen durchlaufen. Wie zuvor beschrieben, bilden Laserlichtströme, die durch den Abtastabschnitt 20 in einer Projektionsrichtung PD abgetastet werden, jeden einzelnen Pixel in einem Bild IM aus. Wie schematisch in **Fig. 6** gezeigt ist, können, wenn Laserlichtströme von jeweiligen Farben, die unterschiedliche Wellenlängen in einer Projektionsrichtung PD aufweisen, einander überlagert sind, um ein Pixel auszubilden, Einfallspositionen auf dem Bildschirmelement 50 verschoben werden und möglicherweise kann eine chromatische Aberration auftreten.

[0046] Eine chromatische Aberration C_x in der Bild-Rechts-Links-Richtung D_{lx} bei Laserlichtströmen in jeder Projektionsrichtung PD wird kleiner gemacht als eine chromatische Aberration C_y in der Bild-Oben-Unten-Richtung D_{ly} durch den Brechungselementabschnitt 30, der gemäß der oben angeführten Ungleichung ausgelegt ist.

[0047] Die Lichtstrecken der Laserlichtströme variieren mit den Projektionsrichtungen PD. Daher treten die chromatischen Aberrationen C_x und C_y für jedes Pixel des Bildes IM unterschiedlich auf. Jedoch kann die Beziehung der chromatischen Aberrationen C_x und C_y wie zuvor für alle Pixel bestimmt werden. Es sei jedoch angemerkt, dass die Beziehung der chromatischen Aberrationen C_x und C_y nicht an einem paraxialen Punkt des Brechungselementabschnitts 30 (zum Beispiel ein Pixel in einer Mitte des Bildes IM) bestimmt werden kann, da die chromatischen Aberrationen C_x und C_y überhaupt nicht oder nur unwesentlich bei Laserlichtströmen auftreten, die den paraxialen Punkt durchlaufen.

[0048] Zum Beispiel kann durch bedarfsgerechte Ausgestaltung einer Form der Austrittsseiten-Brechungsfläche 34b des positiven Linsenabschnitts 34, die chromatische Aberration C_y in der Bild-Oben-Unten-Richtung D_{ly} bei Laserlichtströmen in jeder Projektionsrichtung PD kleiner als ein Wert sein, der durch Dividieren einer Komponente in der Bild-Oben-Unten-Richtung D_{ly} eines Verschiebungsbetrages L_d zwischen den virtuellen Bildern V_{ia} und V_{ib} durch die Vergrößerung M_y ermittelt wird. Es wird auch in Betracht gezogen, dass die Obergrenze der chromatischen Aberration C_y in der Bild-Oben-Unten-Richtung D_{ly} wie zuvor für alle Pixel angewendet werden kann.

[0049] Die Beziehung der chromatischen Aberrationen C_x und C_y in dem zuvor beschriebenen vorliegenden Ausführungsbeispiel wird auch durch Substituieren der Verschiebungs-Parallelrichtung D_{d1} für die Bild-Oben-Unten-Richtung D_{ly} und der Verschiebungs-Senkrechtrichtung D_{d2} für die Bild-Rechts-Links-Richtung D_{lx} bestimmt. Das heißt, eine chromatische Aberration C_2 in einer Richtung, die der Verschiebungs-Senkrechtrichtung D_{d2} bei Laserlichtströmen eines Bildes IM entspricht, das auf dem Bildschirmelement 50 aufgezeichnet wird, kann für die chromatische Aberration C_x substituiert werden, und eine chromatische Aberration C_1 in einer Richtung, die der Verschiebungs-Parallelrichtung D_{d1} entspricht, kann für die chromatische Aberration C_y substituiert werden. Des Weiteren kann eine Beziehung der chromatischen Aberration C_y und der Vergrößerung M_y durch eine Beziehung der chromatischen Aberration C_1 und der Vergrößerung M_1 substituiert werden.

Funktionen und Wirkungen

[0050] Die Funktionen und Wirkungen des zuvor beschriebenen vorliegenden Ausführungsbeispiels werden im Folgenden beschrieben.

[0051] Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel brechen Laserlichtströme, die unterschiedliche Wellenlängen aufweisen und einander überlagern,

an dem Brechungselementabschnitt 30. Wenn die Laserlichtströme an dem positiven Linsenabschnitt 34 brechen, werden die Laserlichtströme einer spaltenden Wirkung unterzogen und spalten sich entsprechend den Wellenlängen auf. Wenn im Gegensatz dazu die Laserlichtströme an dem negativen Linsenabschnitt 32 brechen, werden die Laserlichtströme einer aufhebenden Wirkung unterzogen, welche die spaltende Wirkung aufhebt. Der negative Linsenabschnitt 32 ist aus einem Medium mit einer größeren Dispersion als das Medium hergestellt, das den positiven Linsenabschnitt 34 ausbildet. Selbst wenn der Brechungselementabschnitt 30 insgesamt eine positive Brechkraft aufweist, können daher die spaltende Wirkung und die aufhebende Wirkung gut ausgeglichen werden. Selbst wenn Laserlichtströme durch den Abtastabschnitt 20 abgetastet werden, kann dementsprechend ein Einfallswinkel der Laserlichtströme zu dem Bildschirmelement 50 durch den Brechungselementabschnitt 30 angepasst werden, während die Laserlichtströme einander überlagert gehalten werden. Da die chromatischen Aberrationen C_x und C_y (C_1 und C_2) eines Bildes IM, das auf dem Bildschirmelement 50 aufgezeichnet wird, beschränkt sind, kann die Sichtbarkeit eines virtuellen Bildes VI, das durch Projizieren des Bildes IM auf die Windschutzscheibe 3 sichtbar gemacht wird, verbessert werden.

[0052] In einem Fall, in dem ein Bild IM auf die Windschutzscheibe 3 projiziert wird, die aus einer lichtdurchlässigen Platte ausgebildet ist, bei der die Vorderfläche 3a auf den Insassen weist und die Rückfläche 3b in die entgegengesetzte Richtung der Vorderfläche 3a weist, kann ein virtuelles Bild V_{lb} , das durch Reflexion auf die Rückfläche 3b ausgebildet wird, möglicherweise an einer Position angezeigt werden, die von einem virtuellen Bild V_{ia} verschoben ist, das durch Reflexion an der Vorderfläche 3a ausgebildet wird. Selbst wenn die chromatische Aberration C_1 in der Verschiebungs-Parallelrichtung D_{d1} vorzugsweise durch den Brechungselementabschnitt 30 entfernt wird, macht eine Verschiebung zwischen den virtuellen Bildern V_{ia} und V_{lb} den Sichtbarkeitsverbesserungseffekt gering. Wenn dies der Fall ist, wird die chromatische Aberration C_2 in einer Richtung, die der Verschiebungs-Senkrechttrichtung D_{d2} bei Laserlichtströmen entspricht, die ein Bild IM auf dem Bildschirmelement 50 ausbilden, kleiner als die chromatische Aberration C_1 in einer Richtung gemacht, die der Verschiebungs-Parallelrichtung D_{d1} in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel entspricht. Das heißt, der Sichtbarkeitsverbesserungseffekt durch den Brechungselementabschnitt 30 kann verbessert werden, indem vorzugsweise die chromatische Aberration C_2 in der Verschiebungs-Senkrechttrichtung D_{d2} entfernt wird, während ein bestimmter Grad der chromatischen Aberration C_1 in der Verschiebungs-Parallelrichtung D_{d1} zugelassen wird.

[0053] Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die chromatische Aberration C_1 in einer Richtung, die der Verschiebungs-Parallelrichtung D_{d1} bei Laserlichtströmen entspricht, die ein Bild IM ausbilden, das auf dem Bildschirmelement 50 aufgezeichnet wird, kleiner als ein Wert, der durch Dividieren eines Verschiebungsbetrags L_d zwischen den virtuellen Bildern V_{ia} und V_{lb} , die durch Reflexionen jeweils auf der Vorderfläche 3a und der Rückfläche 3b ausgebildet werden, durch die Vergrößerung M_1 ermittelt wird. Die chromatische Aberration C_1 , die virtuell unter dem Einfluss der Vergrößerung durch den Lichtführungsabschnitt 60 und der Windschutzscheibe 3 angezeigt wird, wird kleiner als der Verschiebungsbetrag L_d . Daher kann eine Unannehmlichkeit, dass die chromatische Aberration C_1 in der Verschiebungs-Parallelrichtung D_{d1} die Sichtbarkeit verschlechtert, beschränkt werden, auch wenn die chromatische Aberration C_2 in der Verschiebungs-Senkrechttrichtung D_{d2} bevorzugt entfernt wird.

[0054] Ein Bild IM wird auf die Windschutzscheibe 3 projiziert, die auf der Fahrzeugeoberseite von der HUD-Vorrichtung 100 angeordnet ist, die an dem Armaturenbrett 2 montiert ist. In einem Fall, in dem ein Bild IM auf die Windschutzscheibe 3 projiziert wird, die aus einer lichtdurchlässigen Platte ausgebildet ist, bei der die Vorderfläche 3a auf den Insassen weist und die Rückfläche 3b in die entgegengesetzte Richtung der Vorderfläche 3a weist, kann ein virtuelles Bild V_{lb} , das durch Reflexion auf die Rückfläche 3b ausgebildet wird, oft an einer Position angezeigt werden, die in der Bild-Oben-Unten-Richtung D_{iy} von einem virtuellen Bild V_{ia} verschoben ist, das durch Reflexion an der Vorderfläche 3a ausgebildet wird. Selbst wenn die chromatische Aberration C_y in der Bild-Oben-Unten-Richtung D_{iy} vorzugsweise durch den Brechungselementabschnitt 30 entfernt wird, macht eine Verschiebung zwischen den virtuellen Bildern V_{ia} und V_{lb} den Sichtbarkeitsverbesserungseffekt gering. Wenn dies der Fall ist, wird in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel die chromatische Aberration C_x in der Bild-Rechts-Links-Richtung D_{ix} bei Laserlichtströmen, die ein Bild IM auf dem Bildschirmelement 50 ausbilden, kleiner als die chromatische Aberration C_y in der Bild-Oben-Unten-Richtung D_{iy} gemacht. Das heißt, der Sichtbarkeitsverbesserungseffekt durch den Brechungselementabschnitt 30 kann verbessert werden, indem vorzugsweise die chromatische Aberration C_x in der Bild-Rechts-Links-Richtung D_{ix} entfernt wird, während ein bestimmter Grad der chromatischen Aberration C_y in der Bild-Oben-Unten-Richtung D_{iy} zugelassen wird.

[0055] Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist eine Brennweite des Brechungselementabschnitts 30 in der Richtung x_l , die der Bild-Rechts-Links-Richtung D_{ix} entspricht, länger als eine Brennweite des Brechungselementabschnitts 30 in der

Richtung y_l , die der Bild-Oben-Unten-Richtung Diy entspricht. Unter den vorstehenden Bedingungen wird zum Beispiel die oben angeführte Ungleichung (1) bestimmt, wobei in diesem Fall die chromatische Aberration Cx vorzugsweise entfernt werden kann.

[0056] Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die chromatische Aberration Cy in der Bild-Oben-Unten-Richtung Diy bei Laserlichtströmen, die ein Bild IM ausbilden, das auf den Bildschirmabschnitt 50 aufgezeichnet wird, kleiner als ein Wert, der durch Dividieren einer Komponente in der Bild-Oben-Unten-Richtung Diy eines Verschiebungsbetrages Ld zwischen den virtuellen Bildern Via und Vlb , die durch Reflexionen auf jeweils der Vorderfläche 3a und der Rückfläche 3b ausgebildet werden, durch die Vergrößerung M_y ermittelt wird. Die chromatische Aberration Cy , die virtuell unter dem Einfluss der Vergrößerung durch den Lichtführungsabschnitt 60 und der Windschutzscheibe 3 angezeigt wird, wird kleiner als die Komponente in der Bild-Oben-Unten-Richtung Diy des Verschiebungsbetrags Ld . Daher kann eine Unannehmlichkeit, dass die chromatische Aberration Cy in der Bild-Oben-Unten-Richtung Diy die Sichtbarkeit verschlechtert, beschränkt werden, auch wenn die chromatische Aberration Cx in der Bild-Rechts-Links-Richtung Dix bevorzugt entfernt wird.

[0057] Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel weist der Brechungselementabschnitt 30 mehrere Brechungsüberflächen 32a, 32b, 34a und 34b auf, und die Brechungsüberfläche 34b, die am nächsten zu dem Bildschirmelement 50 angeordnet ist, ist eine asphärische Oberfläche. Die Brechungsüberfläche 34b, die am nächsten zu dem Bildschirmelement 50 angeordnet ist, kann mehr Laserlichtströme durchlassen, die durch den Abtastabschnitt 20 auf einer äußeren peripheren Seite abgetastet werden. Daher kann ein Aberrationskorrektureffekt durch die asphärische Oberfläche auf zuverlässige Weise erzielt werden.

[0058] Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist der Reflexionselementabschnitt 40, der Laserlichtströme reflektiert, auf einer Lichtstrecke zwischen dem Abtastabschnitt 20 und dem Bildschirmelement 50 angeordnet. Eine chromatische Aberration wird nicht erhöht, wenn der Reflexionselementabschnitt 40 zusätzlich vorgesehen ist. Daher kann eine Qualität eines Bildes IM verbessert werden, während die chromatischen Aberrationen Cx und Cy ($C1$ und $C2$) beschränkt werden.

[0059] Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist der Brechungselementabschnitt 30 zwischen dem Abtastabschnitt 20 und dem Reflexionselementabschnitt 40 angeordnet. Daher durchlaufen Laserlichtströme, die durch den Abtastabschnitt 20 abgetastet werden, den Brechungselementabschnitt 30,

bevor die Laserlichtströme ausreichend gestreut werden. Der Brechungselementabschnitt 30 kann somit kompakt gemacht werden.

Alternative Ausführungsbeispiele

[0060] Während das zuvor Beschriebene ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung beschrieben hat, ist eine Interpretation der vorliegenden Erfindung nicht auf das zuvor beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt, und die vorliegende Erfindung kann in verschiedenen anderen Ausführungsbeispielen oder einer Kombination der verschiedenen Ausführungsbeispiele innerhalb des Schutzbereichs der vorliegenden Erfindung implementiert werden.

[0061] Insbesondere kann der Reflexionselementabschnitt 40 in einer ersten Abwandlung auf einer Lichtstrecke zwischen dem Abtastabschnitt 20 und dem Brechungselementabschnitt 30 angeordnet sein.

[0062] In einer zweiten Abwandlung kann der Brechungselementabschnitt 30 alleine auf einer Lichtstrecke zwischen dem Abtastabschnitt 20 und dem Bildschirmelement 50 angeordnet sein, indem der Reflexionselementabschnitt 40 weggelassen wird.

[0063] In einer dritten Abwandlung sind der negative Linsenabschnitt 32 und der positive Linsenabschnitt 34 nicht notwendigerweise miteinander verbunden und separat ausgebildet. Genauer gesagt, kann ein Abstand zwischen der Austrittsseiten-Brechungsüberfläche 32b des negativen Linsenabschnitts 32 und der Eintrittsseiten-Brechungsüberfläche 34a des positiven Linsenabschnitts 34 vorgesehen sein oder der negative Linsenabschnitt 32 und der positive Linsenabschnitt 34 können leicht voneinander beabstandet sein.

[0064] In einer vierten Abwandlung kann der positive Linsenabschnitt 34 näher zu dem Abtastabschnitt 20 angeordnet sein als der negative Linsenabschnitt 32 in dem Brechungselementabschnitt 30.

[0065] In einer fünften Abwandlung ist eine Kombination von Oberflächenformen der jeweiligen Brechungsüberflächen 32a, 32b, 34a und 34b des Brechungselementabschnitts 30 nicht auf einen Fall beschränkt, bei dem die Brechungsüberflächen 32a, 32b und 34a sphärische Oberflächen sind und die Brechungsüberfläche 34b eine Freiformoberfläche ist, und verschiedene Kombinationen von einer sphärischen Oberfläche, einer rotationssymmetrischen asphärischen Oberfläche, einer zylindrischen Oberfläche, einer Freiformoberfläche usw., können ebenfalls übernommen werden.

[0066] In einer sechsten Abwandlung müssen die Verschiebungs-Parallelrichtung Dd1 und die Bild-Oben-Unten-Richtung Diy nicht notwendigerweise miteinander übereinstimmen. Die Verschiebungs-Senkrechttrichtung Dd2 und die Bild-Rechts-Links-Richtung Dix müssen ebenfalls nicht notwendigerweise miteinander übereinstimmen.

[0067] In einer siebten Abwandlung kann eine Brennweite des Brechungselementabschnitts 30 in einer Richtung, die der Verschiebungs-Senkrechttrichtung Dd2 entspricht, nicht länger sein als eine Brennweite des Brechungselementabschnitts 30 in einer Richtung, die der Verschiebungs-Parallelrichtung Dd1 entspricht. Eine Brennweite des Brechungselementabschnitts 30 in einer Richtung, die der Bild-Rechts-Links-Richtung Dix entspricht, kann ebenfalls nicht länger als eine Brennweite des Brechungselementabschnitts 30 in einer Richtung sein, die der Bild-Oben-Unten-Richtung entspricht.

[0068] In einer achten Abwandlung kann die chromatische Aberration Cy in einer Richtung, die der Verschiebungs-Parallelrichtung Dd1 bei Laserlichtströmen entspricht, die ein Bild IM ausbilden, das auf den Bildschirmelement 50 aufgezeichnet wird, nicht kleiner sein als ein Wert, der durch Dividieren eines Verschiebungsbetrags Ld zwischen den virtuellen Bildern Via und Vlb, die durch Reflexionen jeweils auf der Vorderfläche 3a und der Rückfläche 3b ausgebildet werden, durch die Vergrößerung M1 in der Verschiebungs-Parallelrichtung ermittelt wird. Zum Beispiel kann die chromatische Aberration Cy kleiner sein als der Quotient nur in einem Teilbereich, zum Beispiel wie eine oberen (oder unteren) Hälfte eines Bildes IM.

[0069] In einer neunten Abwandlung kann das Projektionselement einen konstanten Abstand zwischen der Vorderfläche 3a und der Rückfläche 3b aufweisen.

[0070] In einer zehnten Abwandlung kann das Projektionselement ein Kombinator sein, der separat von der Windschutzscheibe 3 vorgesehen ist.

[0071] In einer elften Abwandlung kann das Projektionselement kaum eine Verschiebung zwischen den virtuellen Bildern Via und Vlb aufweisen, die durch Reflexionen jeweils auf der Vorderfläche 3a und der Rückfläche 3b ausgebildet werden, oder kann das virtuelle Bild Vlb nicht durch Reflexion auf der Rückfläche 3b ausbilden.

[0072] In einer zwölften Abwandlung kann die vorliegende Erfindung auf verschiedene Arten von mobilen Objekten (Transportvorrichtungen), die nicht das Fahrzeug 1 sind, wie zum Beispiel ein Schiff und ein Flugzeug, angewendet werden.

[0073] Wie zuvor beschrieben, betrifft die vorliegende Erfindung eine Head-Up-Anzeigevorrichtung, die an dem mobilen Objekt 1 montiert ist und ein virtuelles Bild VI (Vla und Vlb), das für einen Insassen sichtbar ist, durch Projizieren eines Bildes IM auf das Projektionselement 3 anzeigt. Die Head-Up-Anzeigevorrichtung weist den Laserprojektionsabschnitt 10, den Abtastabschnitt 20, das Bildschirmelement 50 und den Brechungselementabschnitt 30 auf. Der Laserprojektionsabschnitt 10 projiziert mehrere Laserlichtströme, die unterschiedliche Wellenlängen aufweisen und die einander überlagert sind. Der Abtastabschnitt 20 tastet die Laserlichtströme von dem Laserprojektionsabschnitt ab. Das Bild wird bei Einfall der Laserlichtströme, die von dem Abtastabschnitt abgetastet werden, auf das Bildschirmelement 50 aufgezeichnet. Der Brechungselementabschnitt 30, der insgesamt eine positive Brechkraft aufweist, ist auf einer Lichtstrecke zwischen dem Abtastabschnitt und dem Bildschirmelement angeordnet und passt einen Einfallswinkel der Laserlichtströme auf das Bildschirmelement durch Brechung an. Der Brechungselementabschnitt weist den positiven Linsenabschnitt 34 mit positiver Brechkraft, und den negativen Linsenabschnitt 32 auf, der aus einem Medium mit einer größeren Dispersion hergestellt ist als ein Medium, das den positiven Linsenabschnitt ausbildet, und weist eine negative Brechkraft auf.

[0074] Gemäß der oben angeführten Erfindung brechen Laserlichtströme, die unterschiedliche Wellenlängen aufweisen und einander überlagern, an dem Brechungselementabschnitt. Wenn die Laserlichtströme an dem positiven Linsenabschnitt brechen, werden die Laserlichtströme einer spaltenden Wirkung unterzogen und spalten sich entsprechend den Wellenlängen auf. Wenn im Gegensatz dazu die Laserlichtströme an dem negativen Linsenabschnitt 32 brechen, werden die Laserlichtströme einer aufhebenden Wirkung unterzogen, welche die spaltende Wirkung aufhebt. Der negative Linsenabschnitt ist aus einem Medium mit einer größeren Dispersion hergestellt, als das Medium, das den positiven Linsenabschnitt ausbildet. Selbst wenn der Brechungselementabschnitt insgesamt eine positive Brechkraft aufweist, können daher die spaltende Wirkung und die aufhebende Wirkung gut ausgeglichen werden. Selbst wenn Laserlichtströme durch den Abtastabschnitt abgetastet werden, kann dementsprechend ein Einfallswinkel der Laserlichtströme zu dem Bildschirmelement durch den Brechungselementabschnitt angepasst werden, während die Laserlichtströme einander überlagert gehalten werden. Da eine chromatische Aberration des Bildes, das auf dem Bildschirmelement aufgezeichnet wird, beschränkt ist, kann die Sichtbarkeit des virtuellen Bildes, das durch Projizieren des Bildes auf das Projektionselement sichtbar gemacht wird, verbessert werden.

[0075] Während die vorliegende Erfindung gemäß dem zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel beschrieben wurde, sollte klar sein, dass die vorliegende Erfindung nicht auf das zuvor beschriebene Ausführungsbeispiel und deren Struktur beschränkt ist. Die vorliegende Erfindung weist verschiedene Abwandlungen und Umgestaltungen innerhalb des äquivalenten Bereichs (Umfangs) auf. Zusätzlich befinden sich verschiedene Kombinationen und Ausführungsbeispiele sowie andere Kombinationen, die des Weiteren ein Element alleine und mehr oder weniger als ein Element aufweisen, ebenfalls innerhalb des Bereichs und der Idee der vorliegenden Erfindung.

Patentansprüche

1. Head-Up-Anzeigevorrichtung, die konfiguriert ist, um an einem mobilen Objekt (1) montiert zu werden und ein virtuelles Bild (VI, Via, Vlb) anzuzeigen, das für einen Insassen durch Projizieren eines Bildes (IM) auf ein Projektionselement (3) sichtbar ist, mit:
 einem Laserprojektionsabschnitt (10), der konfiguriert ist, um eine Mehrzahl von Laserlichtströme zu projizieren, die unterschiedlichen Wellenlängen aufweisen und die sich einander überlagern;
 einem Abtastabschnitt (20), der konfiguriert ist, um die Laserlichtströme von dem Laserprojektionsabschnitt abzutasten;
 einem Bildschirmelement (50), das konfiguriert ist, um darauf mit dem Bild beim Einfall der Laserlichtströme, die von dem Abtastabschnitt abgetastet werden, aufgezeichnet zu werden; und
 einem Brechungselementabschnitt (30), der insgesamt eine positive Brechkraft aufweist und auf einer Lichtstrecke zwischen dem Abtastabschnitt und dem Bildschirmelement angeordnet ist, um einen Einfallswinkel der Laserlichtströme an das Bildschirmelement durch Brechung anzupassen, wobei
 der Brechungselementabschnitt aufweist:
 einen positiven Linsenabschnitt (34), der eine positive Brechkraft aufweist; und
 einen negativen Linsenabschnitt (32), der aus einem Medium mit einer größeren Dispersion hergestellt ist als ein Medium, das den positiven Linsenabschnitt ausbildet, und eine negative Brechkraft aufweist, das Projektionselement aus einer lichtdurchlässigen Platte ausgebildet ist, die eine Vorderfläche (3a), die auf den Insassen weist, und eine Rückfläche (3b) aufweist, die in die entgegengesetzte Richtung der Vorderfläche weist, und
 wenn eine Richtung, in der ein virtuelles Bild (Vlb), das durch Reflexion auf der Rückfläche ausgebildet wird, von einem virtuellen Bild (Via) verschoben ist, das durch Reflexion auf der Vorderfläche ausgebildet wird, als Verschiebungs-Parallelrichtung (Dd1) gegeben ist, und eine Richtung, die senkrecht zu der Verschiebungs-Parallelrichtung ist, als eine Ver-

schiebungs-Senkrechtrichtung (Dd2) gegeben ist, dann ist eine chromatische Aberration (C2) in einer Richtung, die der Verschiebungs-Senkrechtrichtung bei den Laserlichtströmen, die das auf dem Bildschirmelement aufzuzeichnende Bild ausbilden, entspricht, kleiner als eine chromatische Aberration (C1) in einer Richtung, die der Verschiebungs-Parallelrichtung entspricht.

2. Head-Up-Anzeigevorrichtung nach Anspruch 1, wobei eine Brennweite des Brechungselementabschnitts in einer Richtung (xl), die der Verschiebungs-Senkrechtrichtung entspricht, länger als eine Brennweite des Brechungselementabschnitts in einer Richtung (yl) ist, die der Verschiebungs-Parallelrichtung entspricht.

3. Head-Up-Anzeigevorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, des Weiteren mit:
 einem Lichtführungsabschnitt (60), der konfiguriert ist, um das auf dem Bildschirmelement aufzuzeichnende Bild zu vergrößern und das Bild zu dem Projektionselement zu führen,
 und wenn eine Vergrößerung in der Verschiebungs-Parallelrichtung des virtuellen Bildes in Bezug auf das auf dem Bildschirmelement aufzuzeichnende Bild vergrößert durch den Lichtführungsabschnitt und das Projektionselement eine Vergrößerung M1 sei, dann ist die chromatische Aberration in einer Richtung, die der Verschiebungs-Parallelrichtung bei den Laserlichtströmen, um das auf dem Bildschirmelement aufzuzeichnende Bild auszubilden, entspricht, kleiner als ein Wert, der durch Dividieren eines Verschiebungsbetrags (Ld), der zwischen dem durch Reflexion auf der Vorderfläche auszubildenden virtuellen Bild und dem durch Reflexion auf der Rückfläche auszubildenden virtuellen Bild liegt, durch die Vergrößerung M1 ermittelt wird.

4. Head-Up-Anzeigevorrichtung, die konfiguriert ist, um an einem Armaturenbrett (2) eines Fahrzeuges als ein mobiles Objekt (1) montiert zu werden und ein virtuelles Bild (VI, Via, Vlb) anzuzeigen, das für einen Insassen durch Projizieren eines Bildes (IM) auf ein Projektionselement (3) sichtbar ist, mit:
 einem Laserprojektionsabschnitt (10), der konfiguriert ist, um eine Mehrzahl von Laserlichtströme zu projizieren, die unterschiedlichen Wellenlängen aufweisen und die sich einander überlagern;
 einem Abtastabschnitt (20), der konfiguriert ist, um die Laserlichtströme von dem Laserprojektionsabschnitt abzutasten;
 einem Bildschirmelement (50), das konfiguriert ist, um darauf mit dem Bild beim Einfall der Laserlichtströme, die von dem Abtastabschnitt abgetastet werden, aufgezeichnet zu werden; und
 einem Brechungselementabschnitt (30), der insgesamt eine positive Brechkraft aufweist und auf einer Lichtstrecke zwischen dem Abtastabschnitt

und dem Bildschirmelement angeordnet ist, um einen Einfallswinkel der Laserlichtströme an das Bildschirmelement durch Brechung anzupassen, wobei der Brechungselementabschnitt aufweist:
 einen positivenpositiven Linsenabschnitt (34), der eine positive Brechkraft aufweist; und
 einen negativen Linsenabschnitt (32), der aus einem Medium mit einer größeren Dispersion hergestellt ist als ein Medium, das den positiven Linsenabschnitt ausbildet, und eine negative Brechkraft aufweist,
 das Projektionselement an einer Oberseite des Fahrzeugs an einer höheren Position als das Armaturenrett angeordnet ist und aus einer lichtdurchlässigen Platte ausgebildet ist, die eine Vorderfläche (3a), die auf den Insassen weist, und eine Rückfläche (3b) aufweist, die in die entgegengesetzte Richtung der Vorderfläche weist, und
 wenn eine Richtung des Bildes entlang einer Oben-Unten-Richtung des Fahrzeugs, wenn das Bild als das virtuelle Bild angezeigt wird, als eine Bild-Oben-Unten-Richtung (Diy) gegeben ist, und eine Richtung des Bildes senkrecht zu der Bild-Oben-Unten-Richtung als eine Bild-Rechts-Links-Richtung (Dix) gegeben ist, dann ist eine chromatische Aberration (Cx) in der Bild-Rechts-Links-Richtung bei den Laserlichtströmen, um das auf dem Bildschirmelement aufzuzeichnende Bild auszubilden, kleiner als eine chromatische Aberration (Cy) in der Bild-Oben-Unten-Richtung.

5. Head-Up-Anzeigevorrichtung nach Anspruch 4, wobei eine Brennweite des Brechungselementabschnitts in einer Richtung (x_l), die der Bild-Rechts-Links-Richtung entspricht, länger als eine Brennweite des Brechungselementabschnitts in einer Richtung (y_l) ist, die der Bild-Oben-Unten-Richtung entspricht.

6. Head-Up-Anzeigevorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, des Weiteren mit:
 einem Lichtführungsabschnitt (60), der konfiguriert ist, um das auf dem Bildschirmelement aufzuzeichnende Bild zu vergrößern und das Bild zu dem Projektionselement zu führen, und wenn eine Vergrößerung in der Bild-Oben-Unten-Richtung des virtuellen Bildes in Bezug auf das auf dem Bildschirmelement aufzuzeichnende Bild vergrößert durch den Lichtführungsabschnitt und das Projektionselement eine Vergrößerung M_y sei, dann ist die chromatische Aberration in der Bild-Oben-Unten-Richtung bei den Laserlichtströmen, um das auf dem Bildschirmelement aufzuzeichnende Bild auszubilden, kleiner als ein Wert, der durch Dividieren einer Komponente, die in Bild-Oben-Unten-Richtung eines Verschiebungsbetrags (L_d) zwischen dem durch Reflexion auf der Vorderfläche auszubildenden virtuellen Bild und einem durch Reflexion auf der Rückfläche auszubildenden virtuellen Bild liegt, durch die Vergrößerung M_y ermittelt wird.

7. Head-Up-Anzeigevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Brechungselementabschnitt eine Mehrzahl von Brechungsoberflächen (32a, 32b, 34a und 34b) aufweist, an denen sich die Laserlichtströme brechen, und eine Brechungsoberfläche (34b), die von der Mehrzahl der Brechungsoberflächen am nächsten zu dem Bildschirmelement angeordnet ist, eine asphärische Oberfläche ist.

8. Head-Up-Anzeigevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, des Weiteren mit:
 einem Reflexionselementabschnitt (40), der auf einer Lichtstrecke zwischen dem Abtastabschnitt und dem Bildschirmelement angeordnet ist und konfiguriert ist, um die Laserlichtströme zu reflektieren.

9. Head-Up-Anzeigevorrichtung nach Anspruch 8, wobei der Brechungselementabschnitt auf einer Lichtstrecke zwischen dem Abtastabschnitt und dem Reflexionselementabschnitt angeordnet ist.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

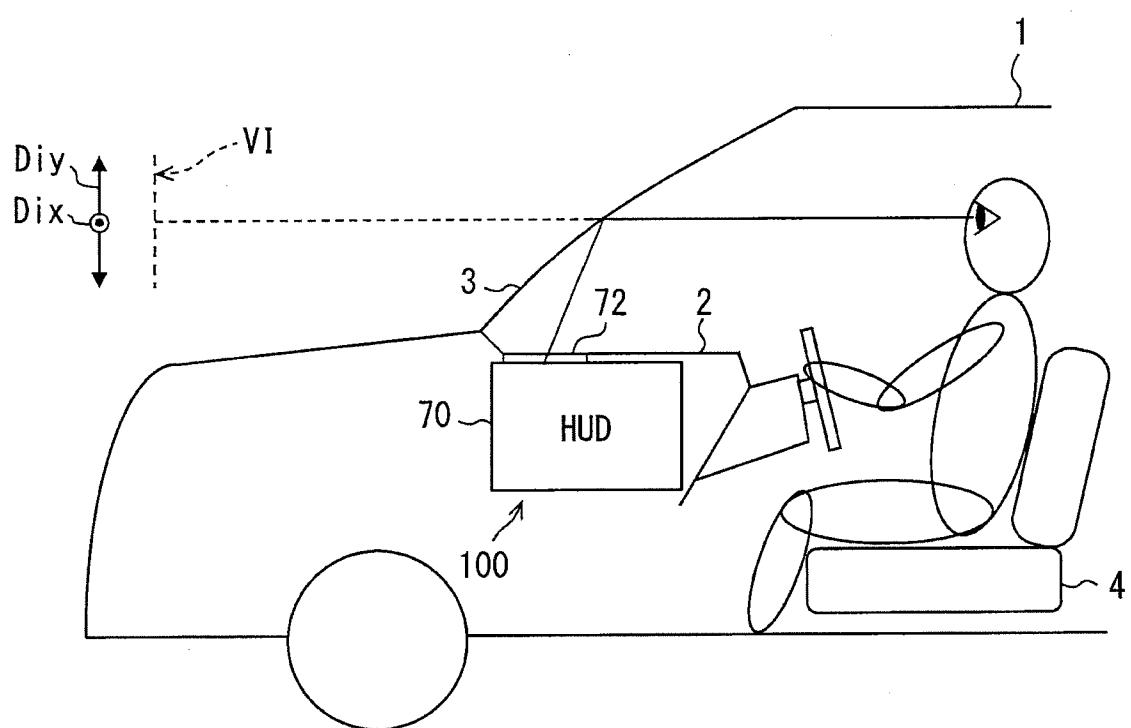
FIG. 1

FIG. 2

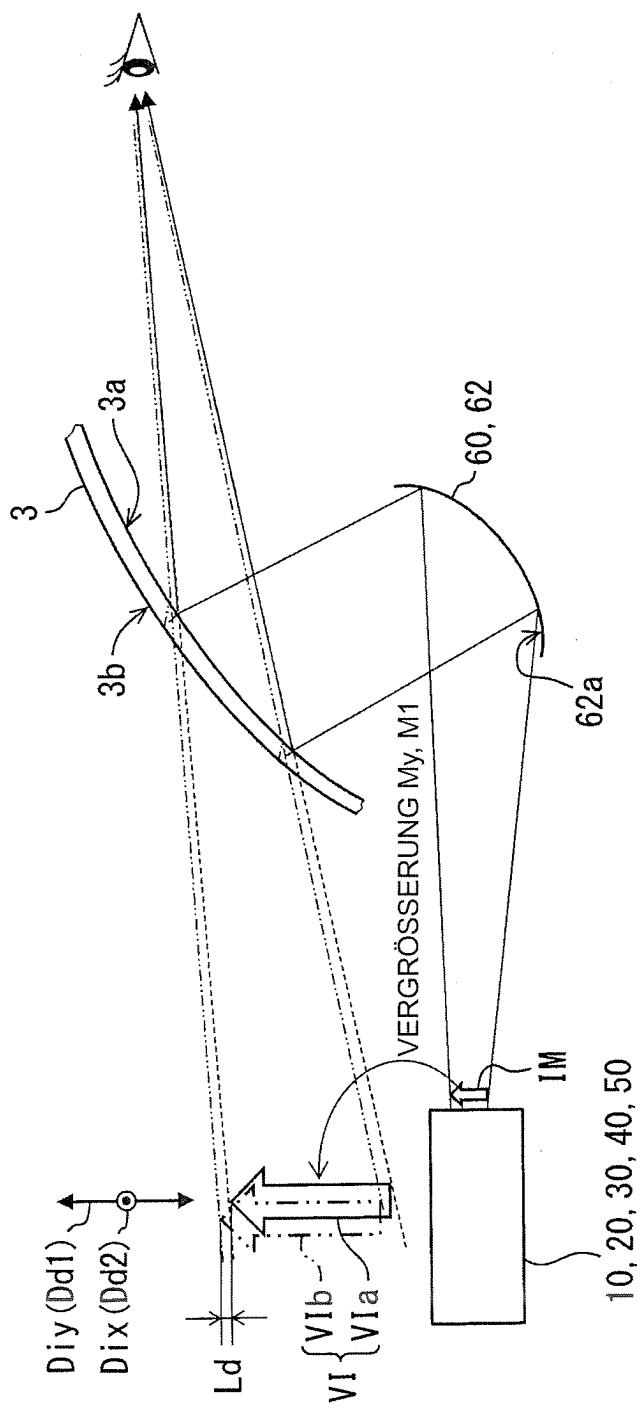


FIG. 3

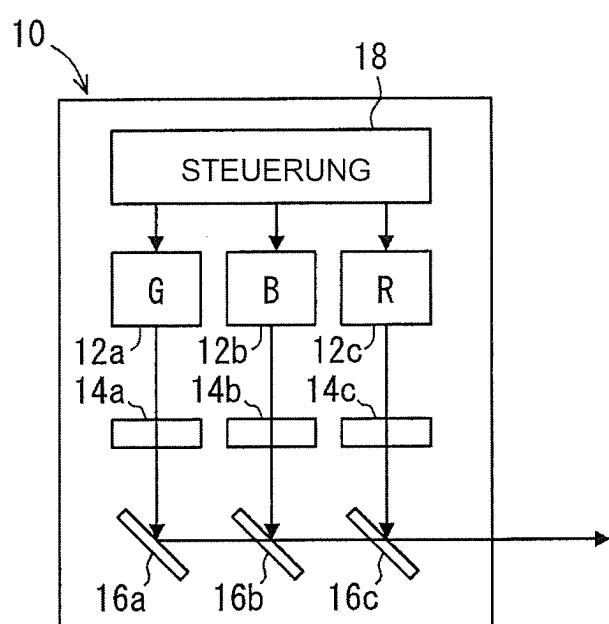


FIG. 4

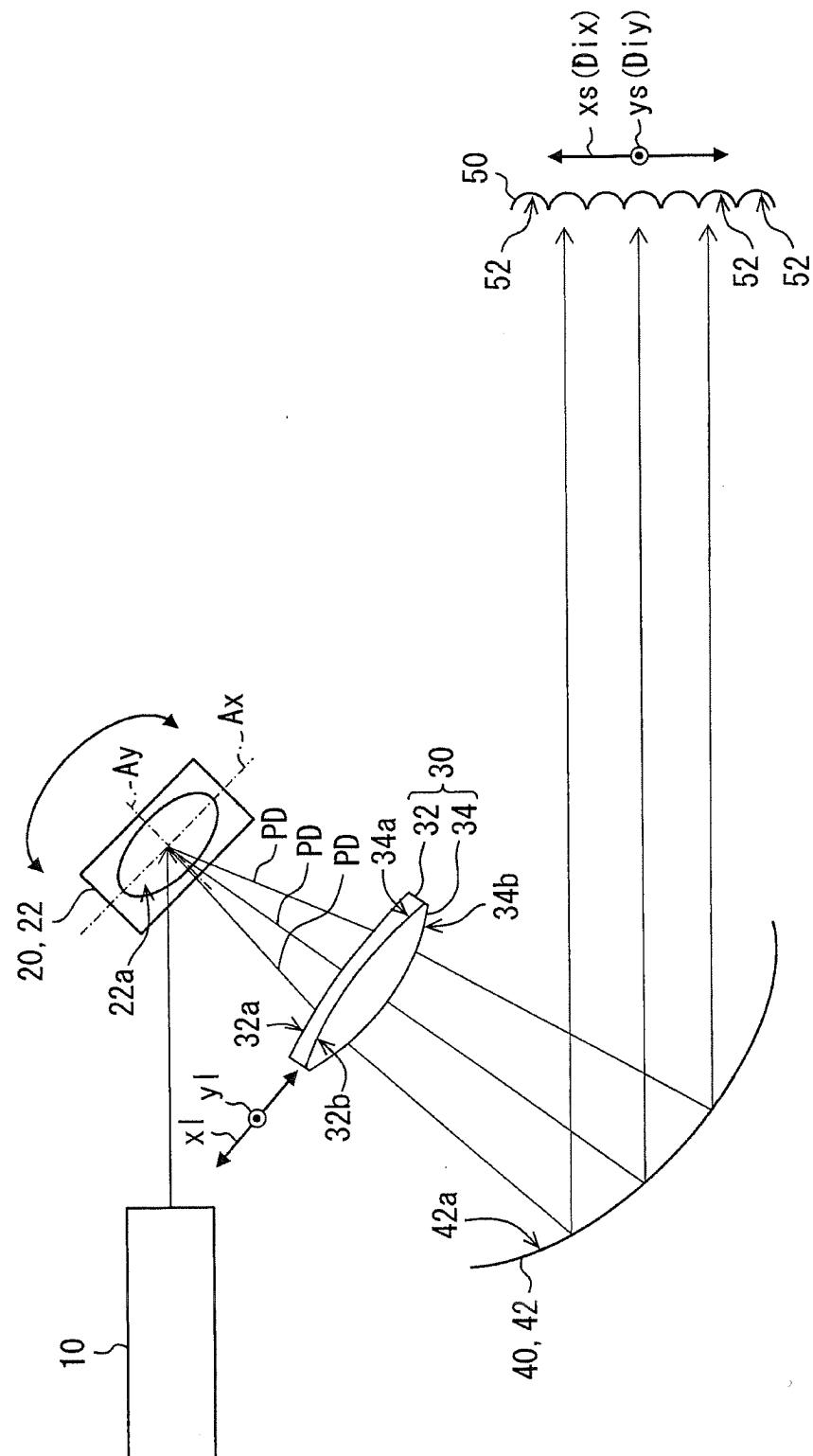


FIG. 5

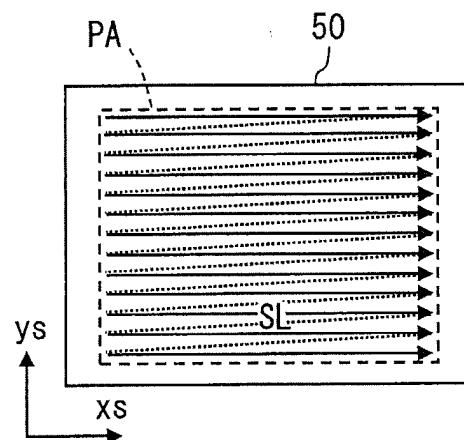


FIG. 6

