



(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2013 219 626.1**  
(22) Anmelddatag: **27.09.2013**  
(43) Offenlegungstag: **16.04.2015**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **21.05.2015**

(51) Int Cl.: **G02C 7/02 (2006.01)**  
**G02B 5/00 (2006.01)**  
**G02B 6/00 (2006.01)**  
**G02B 27/01 (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).

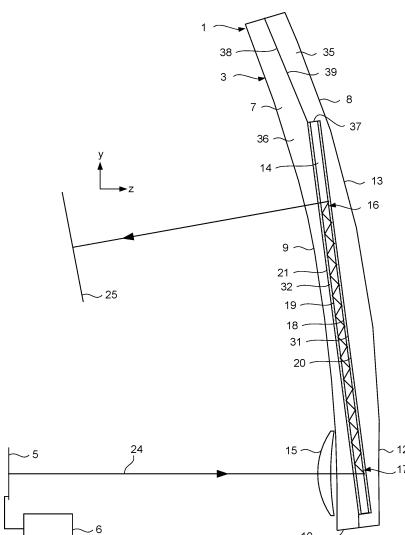
(73) Patentinhaber:  
**Carl Zeiss AG, 73447 Oberkochen, DE**  
  
(74) Vertreter:  
**GEYER, FEHNERS & PARTNER (G.b.R.), 80687 München, DE**

(72) Erfinder:  
**Dobschal, Hans-Jürgen, 99510 Kleinromstedt, DE;**  
**Lindig, Karsten, 99084 Erfurt, DE; Riedel, Lisa,**  
**07749 Jena, DE**  
  
(56) Ermittelter Stand der Technik:  
**DE 10 2011 007 812 A1**  
**WO 2010/ 097 439 A1**  
**WO 2010/ 097 442 A1**

(54) Bezeichnung: **Brillenglas für eine auf den Kopf eines Benutzers aufsetzbare und ein Bild erzeugende Anzeigevorrichtung und Anzeigevorrichtung mit einem solchen Brillenglas**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Brillenglas für eine auf den Kopf eines Benutzers aufsetzbare und ein Bild erzeugende Anzeigevorrichtung (1), mit einem eine Vorderseite (8) und eine Rückseite (9) aufweisenden Brillenglaskörper (7), wobei die Vorderseite (8) und/oder die Rückseite (9) gekrümmmt sind/ist und der Brillenglaskörper (7) zumindest einen ersten und einen zweiten Teilkörper (35, 36) aufweist, deren einander zugewandte Grenzflächen (38, 39) in direktem Kontakt stehen, und mit, in Draufsicht auf das Brillenglas (3, 4) gesehen, einem Einkoppelabschnitt (17) in einem Randbereich (12) des Brillenglases (3, 4) und einem Auskoppelabschnitt (16) in einem Mittelbereich (13) des Brillenglases (3, 4), bereitgestellt, wobei das Brillenglas (3, 4) dazu geeignet ist, Lichtbündel (24) von Pixeln des erzeugten Bildes, die über den Einkoppelabschnitt des Brillenglases in das Brillenglas (3, 4) eingekoppelt sind, im Brillenglas (3, 4) bis zum Auskoppelabschnitt (16) zu führen und über den Auskoppelabschnitt (16) aus dem Brillenglas (3, 4) auszukoppeln, wobei eine plane erste Reflexionsfläche (18, 31) und eine von der ersten Reflexionsfläche (18, 31) beabstandete plane zweite Reflexionsfläche (19, 32) im Brillenglaskörper (7) vorgesehen sind, die sich jeweils in einer Richtung vom Einkoppelabschnitt (17) zum Auskoppelabschnitt (16) erstrecken und die jeweils von der Vorder- und Rückseite (8, 9) des Brillenglaskörpers (7) beabstandet sind, wobei die Lichtbündel (24) durch Reflexionen an den beiden Reflexionsflächen (18, 31; 19, 32) in der Richtung vom Einkoppelabschnitt (17) zum Auskoppelabschnitt (16) geführt sind,

und wobei zumindest eine der ersten und zweiten Reflexionsflächen (18, 31; 19, 32) im ersten oder zweiten Teilkörper (35, 36) vorgesehen und in Richtung vom ersten zum zweiten Teilkörper (35, 36) von der Grenzfläche (38, 39) des entsprechenden Teilkörpers (35, 36) versetzt ist.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Brillenglas für eine auf den Kopf eines Benutzers aufsetzbare und ein Bild erzeugende Anzeigevorrichtung sowie eine Anzeigevorrichtung mit einem solchen Brillenglas.

**[0002]** Solche Brillengläser weisen häufig, in Draufsicht auf das Brillenglas gesehen, einen Einkoppelabschnitt in einem Randbereich des Brillenglases und einen Auskoppelabschnitt in einem Mittelbereich des Brillenglases auf, wobei das Brillenglas dazu geeignet ist, Lichtbündel von Pixeln des erzeugten Bildes, die über den Einkoppelabschnitt des Brillenglases in das Brillenglas eingekoppelt sind, im Brillenglas bis zum Auskoppelabschnitt zu führen und über den Auskoppelabschnitt aus dem Brillenglas auszukoppeln. Zur Führung zwischen dem Ein- und Auskoppelabschnitt wird häufig eine innere Totalreflexion an der Vorderseite und Rückseite des Brillenglases genutzt, wobei, wenn die Vorder- und/oder Rückseite gekrümmt ist, durch den totalreflexionsmäßig bedingten schrägen Einfall auf die gekrümmte Fläche Fehler wie Astigmatismus und Koma auftreten können. Dabei spielt es keine Rolle, ob das Licht vor Eintreten in das Brillenglas kollimiert ist oder nicht. Ein solches Brillenglas ist z.B. aus der DE 10 2011 007 812 A1 bekannt.

**[0003]** Grundsätzlich ist es möglich, diese Fehler durch eine entsprechende Ausbildung des Einkoppel- und/oder Auskoppelabschnittes zu kompensieren. Dies ist jedoch äußerst aufwendig, da für jede unterschiedlich gekrümmte Vorder- und/oder Rückseite die notwendige Korrektur berechnet und das entsprechende Brillenglas einzeln hergestellt werden müßte. Dies würde zu einem sehr hohen Kostenaufwand sowie zu einem sehr hohen logistischen Aufwand führen.

**[0004]** Ausgehend hiervon ist es daher Aufgabe der Erfindung, ein Brillenglas für eine auf den Kopf eines Benutzers aufsetzbare und ein Bild erzeugende Anzeigevorrichtung bereitzustellen, das die eingangs genannten Schwierigkeiten möglichst vollständig überwindet.

**[0005]** Die Aufgabe wird durch ein Brillenglas für eine auf den Kopf eines Benutzers aufsetzbare und ein Bild erzeugende Anzeigevorrichtung gelöst, wobei das Brillenglas einen einer Vorderseite und eine Rückseite aufweisenden Brillenglaskörper, wobei die Vorderseite und/oder die Rückseite gekrümmt sind, ist und der Brillenglaskörper zumindest einen ersten und einen zweiten Teilkörper aufweist, deren einander zugewandte Grenzflächen in direktem Kontakt stehen, aufweist, wobei, in Draufsicht auf das Brillenglas gesehen, ein Einkoppelabschnitt in einem Randbereich des Brillenglases und ein Auskoppelabschnitt

in einem Mittelbereich des Brillenglases vorgesehen ist, wobei das Brillenglas dazu geeignet ist, Lichtbündel von Pixeln des erzeugten Bildes, die über den Einkoppelabschnitt des Brillenglases in das Brillenglas eingekoppelt sind, im Brillenglas bis zum Auskoppelabschnitt zu führen und über den Auskoppelabschnitt aus dem Brillenglas auszukoppeln, wobei eine plane erste Reflexionsfläche und eine von der ersten Reflexionsfläche beabstandete plane zweite Reflexionsfläche im Brillenglaskörper vorgesehen sind, die sich jeweils in einer Richtung vom Einkoppelabschnitt zum Auskoppelabschnitt erstrecken und die jeweils von der Vorder- und Rückseite des Brillenglaskörpers beabstandet sind, wobei die Lichtbündel durch Reflexionen an den beiden Reflexionsflächen in der Richtung vom Einkoppelabschnitt zum Auskoppelabschnitt geführt sind und wobei zumindest eine der ersten und zweiten Reflexionsfläche im ersten oder zweiten Teilkörper und beabstandet von der Grenzfläche des entsprechenden Teilkörpers vorgesehen ist. Somit ist die entsprechende Reflexionsfläche zur Grenzfläche des entsprechenden Teilkörpers in der Richtung von dem einen zum anderen Teilkörper versetzt angeordnet. Die entsprechende Reflexionsfläche kann auch als im entsprechenden Teilkörper vergrabene Reflexionsfläche bezeichnet werden.

**[0006]** Da die Führung der Lichtbündel vom Einkoppelabschnitt zum Auskoppelabschnitt über die beiden planen Reflexionsflächen und somit unabhängig von der Vorder- und Rückseite erfolgt, kann die Lichtführung optisch unabhängig von Vorder- und Rückseite behandelt werden. Somit können Auskoppel- und/oder Einkoppelabschnitt in Verbindung mit den beiden Reflexionsflächen in der gewünschten Art und Weise unabhängig von der Krümmung der Rückseite ausgelegt werden. Damit ist es möglich, selbst verschiedene Brillengläser, die unterschiedliche optische Fehlsichtigkeiten korrigieren, in gleicher Weise bezüglich der Führung der Lichtbündel und Auskopplung der Lichtbündel zu behandeln.

**[0007]** Des weiteren können unerwünschte Aberrationen (z.B. Astigmatismus und Koma), die bei der Führung zwischen Einkoppel- und Auskoppelabschnitt auftreten können, minimiert werden.

**[0008]** Bei dem erfindungsgemäßen Brillenglas kann die erste Reflexionsfläche im ersten Teilkörper und beabstandet von der Grenzfläche des ersten Teilkörpers vorgesehen sein und kann die zweite Reflexionsfläche im zweiten Teilkörper und beabstandet von der Grenzfläche des zweiten Teilkörpers vorgesehen sein. Alternativ ist es möglich, dass die erste Reflexionsfläche im ersten Teilkörper und beabstandet von der Grenzfläche des ersten Teilkörpers vorgesehen ist und die zweite Reflexionsfläche an der Grenzfläche des zweiten Teilkörpers ausgebildet ist.

**[0009]** Da der Brillenglaskörper zumindest den ersten und zweiten Teilkörper aufweist, können die Reflexionsflächen leicht hergestellt werden und danach die beiden Teilkörper miteinander verbunden werden, um das gewünschte Brillenglas zu erhalten.

**[0010]** Der Auskoppelabschnitt kann ein Pupillenexpander für die Lichtbündel aufweisen. Damit ist es möglich, eine große Austrittspupille für einen Benutzer bereitzustellen.

**[0011]** Insbesondere sind die erste und zweite Reflexionsfläche parallel zueinander. Der Auskoppelabschnitt kann einen ersten Umlenkabschnitt mit einer reflektiven Fresnel-Struktur aufweisen, die die Lichtbündel so in Richtung zur Rückseite umlenkt, dass sie über die Rückseite ausgekoppelt werden. Die Fresnel-Struktur kann insbesondere mehrere reflektive Facetten aufweisen, die in einer Richtung vom Randbereich zum Mittelbereich nebeneinander angeordnet sind. Die Facetten können teilreflektive Facetten sein oder auch rein reflektive Facetten (mit einer Reflexion von möglichst 100%). Des Weiteren können die Facetten ohne Zwischenräume (lateral) nebeneinander angeordnet sein (in Draufsicht auf die Facetten bilden sie somit eine zusammenhängende Fläche) oder es können Zwischenräume vorgesehen sein (in Draufsicht auf die Facetten sind dann die Zwischenräume sichtbar).

**[0012]** Insbesondere kann die Transparenz der Facetten in der Richtung vom Randbereich zum Mittelbereich hin abnehmen (und somit die Reflektivität in dieser Richtung zunehmen).

**[0013]** Ferner können jeweils zwei direkt benachbar te Facetten durch eine transparente oder teiltransparente Flanke verbunden sein.

**[0014]** Die erste Reflexionsfläche kann sich in den Auskoppelbereich erstrecken, wobei die Fresnel-Struktur, in Richtung der auf die erste Reflexionsfläche fallenden Lichtbündel gesehen, vor der ersten Reflexionsfläche liegt. Insbesondere können in diesem Fall die Facetten auf der ersten Reflexionsfläche ausgebildet sein, so dass eine plane Fresnel-Struktur vorliegt. Ferner kann der Bereich zwischen den Facetten und der ersten Reflexionsfläche mit einem Material aufgefüllt sein, dass dem Material des Teilkörpers entspricht, in dem die erste Reflexionsfläche liegt. Somit können die Facetten auch als vergrabene Facetten bezeichnet werden. Durch diese Ausbildung wird der Vorteil erreicht, dass der Teil der Lichtbündel, der von der jeweiligen Facette nicht reflektiert sondern transmittiert wird, an der ersten Reflexionsfläche in Richtung zur zweiten Reflexionsfläche reflektiert und von dieser wiederum auf die Facetten (lateral beabstandete Facetten, bezogen auf die vorherige Auskopplung) gelenkt wird. Somit wird die gewünschte Erweiterung der Austrittspupille erreicht.

**[0015]** Die zweite Reflexionsfläche kann sich bis in den Auskoppelbereich erstrecken, wobei die Fresnel-Struktur, in Richtung der auf die zweite Reflexionsfläche fallenden Lichtbündel gesehen, vor der zweiten Reflexionsfläche liegt.

**[0016]** Bei dem erfindungsgemäßen Brillenglas können die erste und die zweite Reflexionsfläche durch Grenzflächen einer Führungsplatte gebildet sein, die den ersten und/oder zweiten Teilkörper eingesetzt ist. Damit kann ein Element bereitgestellt werden, das für verschiedenste Brillengläser die gewünschte Lichtführung und Auskoppelung bereitstellt. Insbesondere weist die Führungsplatte die Fresnel-Struktur zur Auskopplung der Lichtbündel auf. Des Weiteren kann die Führungsplatte auch eine refraktive und/oder reflektive Einkoppeloptik aufweisen, die die auf sie treffenden Lichtbündel so umlenkt, dass sie von den beiden Reflexionsflächen bis zum Auskoppelabschnitt geführt werden.

**[0017]** Ferner ist es möglich, dass die erste und/oder zweite Reflexionsfläche im ersten und/oder zweiten Teilkörper (direkt) ausgebildet ist.

**[0018]** Es wird ferner ein Brillenglas für eine auf den Kopf eines Benutzers aufsetzbare und ein Bild erzeugende Anzeigevorrichtung bereitgestellt, wobei das Brillenglas einen eine Vorderseite und eine Rückseite aufweisenden Brillenglaskörper umfasst, wobei die Vorderseite und/oder die Rückseite gekrümmt sind/ist und der Brillenglaskörper einteilig ausgebildet ist, und wobei, in Draufsicht auf das Brillenglas gesehen, ein Einkoppelabschnitt in einem Randbereich des Brillenglasses und ein Auskoppelabschnitt in einem Mittelbereich des Brillenglasses vorgesehen ist, wobei das Brillenglas dazu geeignet ist, Lichtbündel von Pixeln des erzeugten Bildes, die über den Einkoppelabschnitt des Brillenglasses in das Brillenglas eingekoppelt sind, im Brillenglas bis zum Auskoppelabschnitt zu führen und über den Auskoppelabschnitt aus dem Brillenglas auszukoppeln, wobei eine plane erste Reflexionsfläche und eine von der ersten Reflexionsfläche beabstandete plane zweite Reflexionsfläche im Brillenglaskörper vorgesehen sind, die sich jeweils in einer Richtung vom Einkoppelabschnitt zum Auskoppelabschnitt erstrecken und die jeweils von der Vorder- und Rückseite des Brillenglaskörpers beabstandet sind, wobei die Lichtbündel durch Reflexionen an den beiden Reflexionsflächen in Richtung vom Einkoppelabschnitt zum Auskoppelabschnitt geführt sind.

**[0019]** Durch die beiden planen Reflexionsflächen kann die Lichtführung unabhängig von der Krümmung der Rückseite durchgeführt werden, so dass einerseits unerwünschte Aberrationen bei der Lichtführung minimiert werden können und andererseits eine Lichtführung unabhängig von der Krümmung von Vorder- und Rückseite bereitgestellt werden kann.

**[0020]** Die erste und zweite Reflexionsfläche können durch Grenzflächen einer Führungsplatte gebildet sein, die in den einteiligen Brillenglaskörper eingesetzt ist. Insbesondere kann der einteilige Brillenglaskörper eine die Vorder- und Rückseite verbindende Stirnseite aufweisen, von der sich eine Ausnehmung in den Brillenglaskörper erstreckt, wobei die Führungsplatte in der Ausnehmung positioniert ist.

**[0021]** Die Führungsplatte kann im Auskoppelabschnitt einen ersten Umlenkabschnitt mit einer reflektiven Fresnel-Struktur aufweisen, die Lichtbündel so in Richtung zur Rückseite umlenkt, dass sie über die Rückseite ausgekoppelt werden.

**[0022]** Die Fresnel-Struktur des ersten Umlenkabschnittes kann mehrere reflektive Facetten aufweisen, die in einer Richtung vom Randbereich zum Mittelbereich nebeneinander angeordnet sind. Dabei können die reflektiven Facetten mit einem Abstand voneinander angeordnet sein (in Draufsicht sind Lücken erkennbar) oder ohne Abstand (in Draufsicht bilden die reflektiven Facetten eine durchgehende Fläche).

**[0023]** Die Facetten können als teilreflektive Facetten oder als rein reflektive Facetten (mit möglichst 100% Reflexion) ausgebildet sein. Die Transparenz der teilreflektiven Facetten kann in Richtung vom Randbereich zum Mittelbereich hin abnehmen (und somit nimmt die Reflexion in dieser Richtung zu).

**[0024]** Es ist möglich, dass jeweils zwei direkt benachbarte Facetten durch eine transparente Flanke oder teiltransparente Flanke verbunden sind.

**[0025]** Ferner kann der Bereich zwischen den Facetten und der ersten Reflexionsfläche so mit Material der Führungsplatte aufgefüllt sein, dass die erste Reflexionsfläche im Bereich der Facetten als glatte Fläche ausgebildet ist.

**[0026]** Bei den erfindungsgemäßen Brillengläsern kann die erste und/oder zweite Reflexionsfläche die Reflexion der Lichtbündel durch innere Totalreflexion bewirken.

**[0027]** Alternativ ist es möglich, dass die erste und/oder zweite Reflexionsfläche durch eine Reflexionsschicht gebildet ist. Diese Reflexionsschicht kann eine Einzelschicht oder auch ein Schichtensystem sein.

**[0028]** Ferner kann im Bereich des Einkoppelabschnitts ein zweiter Umlenkabschnitt vorgesehen sein, der die Lichtbündel so umlenkt, dass sie durch Reflexion an der ersten und zweiten Reflexionsfläche bis zum Auskoppelabschnitt geführt sind.

**[0029]** Ferner kann der Einkoppel- und/oder Auskoppelabschnitt eine abbildende Wirkung aufweisen. Darüber hinaus kann der Einkoppelabschnitt eine Kollimationswirkung aufweisen. Ferner kann der Einkoppelabschnitt refraktiv und/oder reflektiv sein.

**[0030]** Bei den erfindungsgemäßen Brillengläsern kann die Führungsplatte seitlich über die Brillenglaskörper vorstehen, wobei der Einkoppelabschnitt in dem vorstehenden Teil der Führungsplatte ausgebildet ist.

**[0031]** Die Facetten sind bevorzugt so ausgebildet, dass sie keinen gewünschten diffraktiven Effekt erzeugen.

**[0032]** Es wird ferner eine Anzeigevorrichtung mit einer auf den Kopf eines Benutzers aufsetzbaren Haltevorrichtung, einem an der Haltevorrichtung befestigten Bilderzeugungsmodul, das ein Bild erzeugt, und einer an der Haltevorrichtung befestigten Abbildungsoptik bereitgestellt, die ein erfindungsgemäßen Brillenglas aufweist und die das erzeugte Bild im auf den Kopf aufgesetzten Zustand der Haltevorrichtung so abbildet, dass es der Benutzer als virtuelles Bild wahrnehmen kann.

**[0033]** Die Abbildungsoptik kann das Brillenglas als einziges optisches Element aufweisen. Es ist jedoch auch möglich, dass die Abbildungsoptik neben dem Brillenglas noch zumindest ein weiteres optisches Element umfaßt.

**[0034]** So kann das weitere optische Element z.B. eine Kollimationsoptik sein, die zwischen dem Brillenglas und dem Bilderzeugungsmodul angeordnet ist, so dass die Lichtbündel vom Bilderzeugungsmodul als kollimierte Bündel in das Brillenglas eingekoppelt werden.

**[0035]** Das Bilderzeugungsmodul kann insbesondere einen flächigen Bildgeber aufweisen, wie z.B. ein LCD-Modul, ein LCoS-Modul, ein OLED-Modul oder eine Kippspiegelmatrix. Der Bildgeber kann selbstleuchtend oder nicht selbstleuchtend sein.

**[0036]** Das Bilderzeugungsmodul kann insbesondere so ausgebildet sein, dass es ein monochromatisches oder ein mehrfarbiges Bild erzeugt.

**[0037]** Die erfindungsgemäße Anzeigevorrichtung kann weitere, dem Fachmann bekannte Elemente aufweisen, die zu ihrem Betrieb notwendig sind.

**[0038]** Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in den angegebenen Kombinationen, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung einsetzbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

**[0039]** Nachfolgend wird die Erfindung beispielsweise anhand der beigefügten Zeichnungen, die auch erfindungswesentliche Merkmale offenbaren, noch näher erläutert. Es zeigen:

**[0040]** **Fig. 1** eine schematische perspektivische Darstellung einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anzeigevorrichtung;

**[0041]** **Fig. 2** eine Detailschnittansicht des ersten Brillenglases **3** von **Fig. 1**;

**[0042]** **Fig. 3** eine vergrößerte Schnittansicht der Führungsplatte **14** im Bereich des Einkoppelabschnittes;

**[0043]** **Fig. 4** eine vergrößerte Schnittansicht der Führungsplatte **14** im Bereich des Auskoppelabschnittes;

**[0044]** **Fig. 5** eine schematische Schnittansicht des ersten Brillenglasses **3**;

**[0045]** **Fig. 6 bis Fig. 8** Schnittansichten des Brillenglasses zur Erläuterung der Ausleuchtung in der Austrittspupille;

**[0046]** **Fig. 9–Fig. 11** Draufsichten der ausgekoppelten Lichtbündel für unterschiedliche Feldpunkte bei gleicher Position der Augenpupille;

**[0047]** **Fig. 12 und Fig. 13** Draufsichten der ausgekoppelten Lichtbündel für unterschiedliche Feldpunkte bei gleicher Position der Augenpupille;

**[0048]** **Fig. 14 und Fig. 15** Draufsichten der ausgekoppelten Lichtbündel für unterschiedliche Feldpunkte bei gleicher Position der Augenpupille;

**[0049]** **Fig. 16** eine Schnittansicht des rechten Brillenglasses gemäß einer weiteren Ausführungsform;

**[0050]** **Fig. 17** eine Schnittansicht des rechten Brillenglasses gemäß einer weiteren Ausführungsform;

**[0051]** **Fig. 18** eine Schnittansicht des rechten Brillenglasses gemäß einer weiteren Ausführungsform;

**[0052]** **Fig. 19** eine Schnittansicht des rechten Brillenglasses gemäß einer weiteren Ausführungsform;

**[0053]** **Fig. 20** eine Schnittansicht der beiden Teilkörper **35** und **36** gemäß **Fig. 19**;

**[0054]** **Fig. 21** eine Schnittansicht der beiden Teilkörper mit eingesetzter Führungsplatte **14**;

**[0055]** **Fig. 22** eine Variante der beiden Teilkörper gemäß **Fig. 20**;

**[0056]** **Fig. 23** eine Variante der beiden Teilkörper gemäß **Fig. 20**;

**[0057]** **Fig. 24** eine Schnittansicht des rechten Brillenglasses gemäß einer weiteren Ausführungsform;

**[0058]** **Fig. 25** eine Ansicht des Teilkörpers **35** der Ausführungsform von **Fig. 25**;

**[0059]** **Fig. 26** eine vergrößerte Ansicht des Details **B** von **Fig. 25** zur Erläuterung der Herstellung des erfindungsgemäßen Brillenglasses;

**[0060]** **Fig. 27** eine vergrößerte Ansicht des Details **B** von **Fig. 25** zur Erläuterung der Herstellung des erfindungsgemäßen Brillenglasses, und

**[0061]** **Fig. 28** eine vergrößerte Ansicht des Details **B** von **Fig. 25** zur Erläuterung der Herstellung des erfindungsgemäßen Brillenglasses.

**[0062]** Bei der in **Fig. 1** gezeigten Ausführungsform umfaßt die erfindungsgemäße Anzeigevorrichtung **1** eine auf den Kopf eines Benutzers aufsetzbare Haltevorrichtung **2**, die z.B. in Art eines herkömmlichen Brillengestells ausgebildet sein kann, sowie ein erstes und ein zweites Brillenglas **3**, **4**, die an der Haltevorrichtung **2** befestigt sind. Die Haltevorrichtung **2** mit den Brillengläsern **3** und **4** kann z.B. als Sportbrille, Sonnenbrille und/oder Brille zur Korrektur einer Fehlsichtigkeit ausgebildet sein, wobei dem Benutzer über das erste Brillenglas **3** ein virtuelles Bild in sein Gesichtsfeld eingespiegelt werden kann, wie nachfolgend beschrieben wird.

**[0063]** Die Brillengläser **3**, **4** und insbesondere das rechte Brillenglas **3** sind nur beispielshalber zusammen mit der erfindungsgemäßen Anzeigevorrichtung **1** beschrieben. Die Brillengläser **3**, **4** bzw. zumindest das rechte Brillenglas **3** sind jeweils für sich als erfindungsgemäßes Brillenglas **3**, **4** ausgebildet. Das erfindungsgemäße rechte Brillenglas **3** kann natürlich auch als linkes Brillenglas ausgebildet sein.

**[0064]** Wie am besten aus der Detailschnittansicht des ersten (rechten) Brillenglasses **3** in **Fig. 2** ersichtlich ist (die Haltevorrichtung **2** ist nicht dargestellt), umfaßt die Anzeigevorrichtung **1** ein Bilderzeugungsmodul **5**, eine Steuereinheit **6** sowie eine Einkoppeloptik **15**. Das Bilderzeugungsmodul **5**, die Steuereinheit **6** und die Einkoppeloptik **15** sind rein schematisch dargestellt und bevorzugt an der Haltevorrichtung **2** befestigt. Das Bilderzeugungsmodul **5** kann z.B. einen flächigen Lichtmodulator (wie z.B. einen OLED-, CMOS- oder LCoS-Chip oder eine Kippspiegelmatrix) mit einer Vielzahl von z.B. in Spalten und Zeilen angeordneten Pixeln aufweisen. Von jedem Pixel kann ein Lichtbündel **24** ausgehen.

**[0065]** Das rechte Brillenglas **3** weist einen einteiligen Brillenglaskörper **7** mit einer sphärisch gekrümmten Vorderseite **8**, einer gekrümmten Rückseite **9** und einer Stirnfläche **10** auf. Da bei dem beschriebenen Ausführungsbeispiel das Brillenglas **3** zur Fehlsichtigkeitskorrektur dient, ist die Krümmung der Rückseite **9** so gewählt, dass die gewünschte Fehlsichtigkeitskorrektur vorliegt. Die sphärische Krümmung der Vorderseite **8** kann dann einem Standardradius entsprechen, der sich in Abhängigkeit der notwendigen Korrektur der Rückseite (Dioptrienzahl) ergibt.

**[0066]** Wie in **Fig. 2** ersichtlich ist, weist der Brillenglaskörper **7** eine schlitzförmige Ausnehmung **11** auf, die sich von der Stirnfläche **10** und somit von einem Randbereich **12** des Brillenglases bis zu einem Mittelbereich **13** erstreckt.

**[0067]** In der Ausnehmung **11** ist eine planparallele Führungsplatte **14** eingesetzt, die dazu dient, das vom Bilderzeugungsmodul **5** erzeugte Bild (und somit die von jedem Pixel ausgehenden Lichtbündel **24**) vom Randbereich **13** bis zum Mittelbereich **12** zu führen und dort so auszukoppeln, dass es ein die Anzeigevorrichtung **1** tragender Benutzer als virtuelles Bild (bevorzugt in Überlagerung mit der Umgebung) wahrnehmen kann.

**[0068]** Dazu weist die Führungsplatte **14** einen ersten und zweiten Umlenkabschnitt **16, 17** auf und ist so in die Ausnehmung **11** eingesetzt, dass sowohl eine erste Seite **18** der Führungsplatte **14** von der gegenüberliegenden ersten Wandungsfläche **20** der Ausnehmung **11** als auch eine zweite Seite **19** der Führungsplatte **14** von der gegenüberliegenden zweiten Wandungsfläche **21** der Ausnehmung **11** jeweils beabstandet ist. An beiden Seiten **18, 19** der planparallelen Führungsplatte **14** liegt somit jeweils ein Luftspalt **22, 23** vor, der dazu genutzt wird, um das vom Bilderzeugungsmodul **5** kommende Bild (bzw. die entsprechenden Lichtstrahlen oder Lichtbündel **24** der Pixel des Bildes) zwischen dem zweiten und dem ersten Umlenkabschnitt **16, 17** durch innere Totalreflexion an der ersten und zweiten Seite **18, 19** zu führen. Die beiden Seiten **18, 19** bilden somit zwischen den beiden Umlenkabschnitten **16, 17** jeweils eine plane Reflexionsfläche.

**[0069]** In **Fig. 2** ist schematisch ein Lichtstrahl **24** eingezeichnet, der vom Bilderzeugungsmodul **5** über die Einkoppeloptik **15** auf den zweiten Umlenkabschnitt **17** (der auch als Einkoppelabschnitt bezeichnet werden kann) der Führungsplatte **14** trifft, dort so umgelenkt wird, dass er durch innere Totalreflexion an der ersten und zweiten Seite **18, 19** bis zum ersten Umlenkabschnitt **16** (der auch als Auskoppelabschnitt bezeichnet werden kann) geführt wird. Am ersten Umlenkabschnitt **16** wird der Lichtstrahl **24** in Richtung zur Augenpupille eines die Anzeigevorrichtung **1** tragenden Benutzers hin umgelenkt, so dass

der Lichtstrahl **24** durch die Seite **19** der Führungsplatte (aufgrund des durch die Umlenkung vorliegenden kleinen Einfallswinkels findet keine innere Totalreflexion an der Seite **19** mehr statt) und über die Rückseite **9** aus dem Brillenglaskörper **7** austritt und dann von dem Auge des Benutzers im Bereich **25** erfasst werden kann.

**[0070]** In **Fig. 3** ist der zweite Umlenkabschnitt **17** in einer vergrößerten Detailansicht der Führungsplatte **14** schematisch dargestellt. Der zweite Umlenkabschnitt **17** weist eine Vielzahl von reflektiven Facetten **26** auf, die das einfallende Licht **24** so umlenken, dass es dann mittels innerer Totalreflexion an den beiden Seiten **19** und **18** bis zum ersten Umlenkabschnitt **16** geführt werden kann. Bei der in **Fig. 3** gezeigten Ausführungsform sind die durch die Facetten **26** vorhandenen Vertiefungen mit dem Material der Führungsplatte **14** aufgefüllt, so dass die erste Seite **18** auch im Bereich des zweiten Umlenkabschnittes **17** plan ausgebildet ist. Die Facetten **26** können auch als vergrabene Facetten bezeichnet werden.

**[0071]** In **Fig. 4** ist in einer vergrößerten Detailansicht der erste Umlenkabschnitt **16** schematisch dargestellt. Der erste Umlenkabschnitt **16** weist eine Vielzahl von teilreflektiven Facetten **27** auf, wobei jeweils zwei unmittelbar benachbarte teilreflektive Facetten durch eine Flanke **28** verbunden ist. Die Flanke **28** kann reflektiv sein. Bevorzugt ist sie jedoch teilreflektiv oder transparent.

**[0072]** Für den Lichtstrahl **24** ist schematisch die Umlenkung an einer Facette **27** dargestellt. Aufgrund der teilreflektiven Ausbildung der Facetten **27** wird der nicht an der Facette **27** reflektierte Teil **24'** (gestrichelt dargestellt) transmittiert, trifft auf die erste Seite **18**, an der eine innere Totalreflexion stattfindet, durchläuft die Flanke **28**, so dass er nach erneuter innerer Totalreflexion an der zweiten Seite **19** auf eine weitere Facette **27** trifft und zum Bereich **25** hin umgelenkt wird.

**[0073]** Es ist auch möglich, dass der von einer Facette **27** transmittierte Teil durch die Flanke **28** läuft und auf die nächste Facette **27** trifft und von dieser reflektiert und dadurch ausgekoppelt wird (Lichtstrahl **24''**). An dieser nächsten Facette **27** wird natürlich auch wieder ein Teil des Lichtstrahls **24''** transmittiert, der an der ersten Seite **18** durch innere Totalreflexion reflektiert wird, auf die zweite Seite **19** trifft und nach erneuter innerer Totalreflexion an der zweiten Seite **19** auf eine weitere Facette **27** trifft und von dieser zum Bereich **25** hin umgelenkt wird (Lichtstrahl **24''**).

**[0074]** Durch diese Art der Mehrfachauskopplung an lateral versetzten Orten wird ein sogenannter Pupillenexpander realisiert, so dass im Bereich **25** eine große Austrittspupille bzw. eine große Eyebox (der Bereich, der durch die Anzeigevorrichtung **1** bereit-

gestellt wird und in dem sich das Auge des Benutzers bewegen kann und er stets noch das ausgekoppelte Bild wahrnehmen kann) bereitgestellt wird.

**[0075]** Um diese Mehrfachauskopplung zu realisieren, sind im ersten Umlenkabschnitt **16** die durch die Facetten **27** vorhandenen Vertiefungen mit Material der Führungsplatte **14** so aufgefüllt, dass im Bereich des ersten Umlenkabschnittes **16** die erste Seite **18** plan ist. Damit kann die gewünschte Totalreflexion des durch die Facetten **27** transmittierten Lichtes an der ersten Seite **18** erreicht werden. Die Facetten **27** können als vergrabene Facetten bezeichnet werden.

**[0076]** Um eine gleichmäßige Helligkeit in der Eyebox zu erreichen, sind die teilreflektiven Facetten **27** so ausgebildet, dass ihre Transparenz in der Richtung vom zweiten zum ersten Umlenkabschnitt **17, 16** (also in **Fig. 4** von unten nach oben) abnimmt und somit ihre Reflektivität in dieser Richtung zunimmt.

**[0077]** Bei der hier beschriebenen Ausführungsform sind die erste und zweite Seite **18, 19** um 0,8 mm voneinander beabstandet. Um eine Eyebox mit einer lateralen Abmessung (etwa in y-Richtung) von 10 mm bei einem Sichtfeld (field of view) von  $15^\circ \times 10^\circ$  zu erreichen, werden in Abhängigkeit der Position der Feldpunkte bzw. Pixel des mittels des Bilderzeugungsmoduls **5** erzeugten Bildes fünf bis neun horizontale Auskopplungen benötigt.

**[0078]** Die Länge der Führungsplatte ist hier 20 bis 25 mm (Ausdehnung in Richtung vom zweiten Umlenkabschnitt **17** hin zum ersten Umlenkabschnitt **16**) und die Breite der beiden Luftspalte **22, 23** beträgt jeweils 0,1 mm. Das Brillenglas **3** weist eine Dicke von 3,5 mm bei einem Radius der Vorderseite **8** von 90 mm auf.

**[0079]** Aufgrund der sehr dünnen Platte **14** ist ein Bündeldurchmesser einer einzelnen Auskopplung nicht ausreichend, um die Eyebox **25** in lateraler Richtung zu füllen. Pro Feldpunkt sind daher beispielsweise zwei oder drei benachbarte Auskopplungen notwendig, um die in der Eyebox **25** positionierte Augenpupille des Benutzers zu füllen. Diese z.B. zwei oder drei Auskopplungen sollten daher auf den gleichen (innerhalb der Augenauflösung liegenden) Bildpunkt auf der Netzhaut abgebildet werden. Es soll also Deckungsgleichheit vorliegen. Hierunter wird insbesondere verstanden, dass im Rahmen einer Augenauflösung von kleiner als 1 min der gleiche Ort auf der Netzhaut getroffen wird. Man kann auch sagen, dass für diese benachbarten Auskopplungen für einen Feldpunkt der gleiche Hauptstrahlwinkel vorliegt.

**[0080]** Dies kann dadurch erreicht werden, dass die teilreflektiven Facetten **27** nicht nur eine reine strahlumlenkende Eigenschaft aufweisen, sondern dass sie auch eine abbildende Funktion haben. Dies lässt

sich leicht durch eine Optimierungsrechnung bestimmen. Dabei geht man von einer gekrümmten reflektiven Fläche aus, die dann durch die teilreflektiven Facetten **27** angenähert wird. Dabei können die einzelnen Facetten **27** plan oder gekrümmt sein. Ein derartiges Vorgehen ist beispielsweise in der WO 2010/097442 A1 und in der WO 2010/097439 A1 beschrieben, wobei die entsprechende Beschreibung samt Figuren dieser Druckschriften hiermit in die vorliegende Offenbarung aufgenommen wird.

**[0081]** Um eine möglichst gute Überlagerung des dem Benutzer dargebotenen virtuellen Bildes mit der Umgebung zu erzielen, weisen die Lichtstrahlen **24, 24', 24'', 24'''** nach der Umlenkung am ersten Umlenkabschnitt **16** die Richtungen auf, als ob sie durch die sphärische Vorderseite **8** hindurchgetreten wären. Die Lichtstrahlen **24, 24', 24'', 24'''** nach der Umlenkung am ersten Umlenkabschnitt **16** weisen somit den Effekt der sphärischen Vorderseite **8** auf. Dies kann beispielsweise durch eine entsprechende Auslegung des ersten und/oder zweiten Umlenkabschnittes **16, 17** realisiert werden. Es ist auch möglich, diese Wirkung durch eine entsprechende Auslegung der Einkoppeloptik **15** zu unterstützen.

**[0082]** Da sich die Fehlsichtigkeitskorrekturen für den Benutzer bei der Betrachtung der Umgebung durch die Krümmung von Vorder- und Rückseite **8, 9** ergibt und die am ersten Umlenkabschnitt **16** umgelenkten Lichtstrahlen **24, 24', 24'', 24'''** noch durch die Rückseite **9** laufen, sind diese für den Benutzer in gleicher Weise korrigiert wie die Lichtstrahlen der Umgebung. Der Benutzer kann somit sowohl die Umgebung als auch das eingespiegelte virtuelle Bild scharf wahrnehmen.

**[0083]** Nachdem bei dem erfindungsgemäßen Brillenglas **3** bzw. der erfindungsgemäßen Anzeigevorrichtung **1** die Führung des Bildes nicht durch Reflexion an der Vorder- und/oder Rückseite **8, 9** stattfindet, kann diese Führung unabhängig von der konkreten Ausbildung von der Rückseite **9** behandelt werden. Dies führt einerseits zu dem Vorteil, dass es leichter möglich ist, Abbildungsfehler zu vermeiden. Andererseits kann die gleiche Führungsplatte **14** für verschiedene Brillengläser **3** (insbesondere für Brillengläser **3**, die sich in ihrer Fehlsichtigkeitskorrektur unterscheiden) ohne Änderung verwendet werden. Das ursprüngliche Brillenglas kann mit seiner normalen Dicke verwendet werden. Falls seine normale Dicke nicht ausreicht, muß lediglich eine relativ kleine Dickenreserve (ca. 1 mm) für die Führungsplatte **14** inklusive der beiden Luftspalte **22, 23** vorgesehen werden.

**[0084]** In **Fig. 5** ist in ähnlicher Weise wie in **Fig. 2** in einer Schnittansicht das Brillenglas **3** samt Bilderzeugungsmodul **5** und Steuereinheit **6** dargestellt, wobei jedoch noch schematisch die Position **29** der Netz-

haut eines Auges eines die Anzeigevorrichtung tragenden Benutzer eingezeichnet ist und neun Auskopplungen gezeigt sind.

**[0085]** Zur Verdeutlichung der neun Auskopplungen sind in **Fig. 6** alle wirksamen Auskopplungen für einen Bildpunkt des erzeugten Bildes in der Feldmitte bei voller Eyebox **25** mit der Ausdehnung von 10 mm in y-Richtung dargestellt.

**[0086]** In **Fig. 7** und **Fig. 8** sind jeweils alle wirksamen Auskopplungen für einen Punkt des unteren Feldrandes bzw. für einen Punkt des oberen Feldrandes bei jeweils wieder voller Eyebox **25** gezeigt.

**[0087]** In **Fig. 9** ist die Ausleuchtung der Augenpupille **30** gezeigt, wobei hier von einem Durchmesser der Augenpupille von 3 mm ausgegangen wird. Für die Feldmitte tragen hier die Auskopplungen Nr. 4, 5 und 6 bei, wenn die Augenpupille **30** in der Mitte der Eyebox positioniert ist (die erste bis neunte Auskopplung wird mit A1–A9 bezeichnet). Für die beiden Feldränder sind bei in der Mitte der Eyebox liegender Augenpupille **30** die Auskopplungen 6 bis 8 bzw. 2 bis 4 relevant, wie in **Fig. 10** und **Fig. 11** gezeigt ist.

**[0088]** Wenn die Augenpupille am oberen Eyeboxrand liegt (d.h. +3,5 mm dezentriert ist), sind für die Ausleuchtung für die beiden Feldränder die Auskopplungen 4 bis 6 bzw. 8, 9 relevant, wie in **Fig. 12** und **Fig. 13** gezeigt ist. Bei einer Dezentrierung der Augenpupille von –3,5 mm tragen die Auskopplungen 4 bis 6 bzw. 1 und 2 für die beiden Feldränder bei, wie in **Fig. 14**, **Fig. 15** gezeigt ist.

**[0089]** Bei der bisher beschriebenen Ausführungsform erfolgt die Führung des Bildes in der Führungsplatte **14** durch interne Totalreflexion an der ersten und zweiten Seite **18**, **19**. Es ist natürlich auch möglich, die erste und zweite Seite **18**, **19** mit einer reflektiven oder teilreflektiven Schicht zu versehen. Insbesondere kann ein Schichtsystem vorgesehen werden, das den Effekt der inneren Totalreflexion in der Art nachstellt, dass bis zu einem vorbestimmten Einfallswinkel die Schicht transmissiv und ab dem vorbestimmten Einfallswinkel die Schicht reflektiv wirkt. Eine solche reflektive Schicht bzw. ein solches reflektives Schichtsystem **31**, **32** ist in **Fig. 16** schraffiert dargestellt. Die reflektive Schicht bzw. das reflektive Schichtsystem **31**, **32** kann in einer weiteren alternativen Ausführungsform auch auf der ersten und zweiten Wandungsfläche **20**, **21** ausgebildet sein.

**[0090]** In **Fig. 17** ist eine weitere Abwandlung der Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anzeigevorrichtung **1** gemäß **Fig. 1** bis **Fig. 15** dargestellt. Bei dieser in **Fig. 17** gezeigten Ausführungsform steht die Führungsplatte **14** über die Stirnseite **10** vor, so dass der zweite Umlenkabschnitt **17** außerhalb des Brillenglaskörpers **7** liegt. Damit muss das Licht **24** zur

Einkopplung in die Führungsplatte **14** nicht durch die gekrümmte Rückseite **9** geführt werden. Dies erleichtert die Einkopplung, weil der Effekt der gekrümmten Rückseite **9** nicht mehr zu berücksichtigen ist.

**[0091]** In **Fig. 18** ist eine Abwandlung der Ausführungsform gemäß **Fig. 16** gezeigt. Hier ist der Bereich der Rückseite **9**, über den die Einkopplung bis zur Führungsplatte **14** erfolgt, als planer Bereich **33** ausgebildet. Damit muss nicht mehr die Krümmung der Rückseite **9** bei der Einkopplung berücksichtigt werden. Der Bereich **33** der Rückseite **9**, über den die Einkopplung bis zur Führungsplatte erfolgt, muß nicht plan sein, sondern kann jede gewünschte Form aufweisen. Natürlich ist es z. B. auch möglich, die Einkoppeloptik **15** integral als Bereich **33** auszubilden.

**[0092]** Bei den bisher beschriebenen Ausführungsformen ist der Brillenglaskörper **7** stets einstückig ausgebildet. Die schlitzförmige Ausnehmung **11** kann beispielsweise durch eine materialabtragende Bearbeitung durch die Stirnseite **10** gebildet sein. Die Führungsplatte **14** kann auch als Einschubplatte bezeichnet werden, die über die Öffnung in der Stirnseite **10** in die Ausnehmung **11** eingeschoben wird. Sie kann dann z.B. im Bereich der Öffnung in der Stirnseite **10** und im Bereich des der Stirnseite **10** abgewandelten Endes mit dem Brillenglasträger verbunden (z.B. verklebt) sein.

**[0093]** In **Fig. 19** ist eine Ausführung der erfindungsgemäßen Anzeigevorrichtung **1** bzw. des erfindungsgemäßen Brillenglases **3** gezeigt, bei dem der Brillenglaskörper **7** aus zwei Teilkörpern **35** und **36** gebildet ist. Die beiden Teilkörper **35** und **36** sind miteinander verbunden, wobei der Teilkörper **35** eine Ausnehmung **37** zur Aufnahme an der Führungsplatte **14** aufweist.

**[0094]** In **Fig. 20** sind die beiden Teilkörper **35** und **36** als separate Teile dargestellt. Dabei weist der erste Teilkörper **35** eine zum zweiten Teilkörper **36** weisende erste Grenzfläche **38** auf. In der ersten Grenzfläche **38** ist die Ausnehmung **37** ausgebildet. Der zweite Teilkörper **36** weist eine zum ersten Teilkörper **35** weisende zweite Grenzfläche **39** auf. Im Bereich der anzuordnenden Führungsplatte **14** ist diese Grenzfläche **39** eben ausgebildet.

**[0095]** Zur Herstellung des Brillenglases **3** gemäß **Fig. 19** wird die Führungsplatte **14** in die Ausnehmung **37** eingesetzt (**Fig. 21**) und werden dann die beiden Teilkörper **35** und **36** miteinander verbunden. Dies wird derart durchgeführt, dass die beiden Grenzflächen **38** und **39** dann in direktem Kontakt stehen. Beispielsweise können die beiden Grenzflächen **38** und **39** miteinander verkittet werden.

**[0096]** In **Fig. 22** ist eine Abwandlung der beiden Teilkörper **35**, **36** gemäß **Fig. 21** gezeigt. Bei dieser

Abwandlung ist die Ausnehmung **37** für die Führungsplatte **14** im zweiten Teilkörper **36** ausgebildet.

**[0097]** Bei der Anwandlung gemäß **Fig. 23** weisen beide Teilkörper **35** und **36** jeweils eine Ausnehmung **40, 41** auf, die zusammen so ausgebildet sind, dass die Führungsplatte **14** dazwischen eingesetzt werden kann und die Grenzflächen **38** und **39** in den Bereichen neben des Ausnehmungen **40, 41** noch in direktem Kontakt miteinander stehen.

**[0098]** Wie in den Darstellungen von **Fig. 19** bis **Fig. 23** gezeigt ist, ist die Führungsplatte **14** quasi im ersten und/oder zweiten Teilkörper **35, 36** vergraben. Die Führungsplatte **14** ist stets von den beiden Teilkörpern **35, 36** vollständig umschlossen. Dies führt dazu, dass die erste und/oder zweite Seite **18, 19** und somit die erste und/oder zweite Reflexionsfläche von der entsprechenden Grenzfläche **38, 39** beabstandet angeordnet ist.

**[0099]** Bei der in **Fig. 24** gezeigten Weiterbildung ist die Ausnehmung **37** im ersten Teilkörper **35** so ausgebildet, dass sie bis zur Stirnseite **10** läuft. Die Führungsplatte ist natürlich entsprechend angepasst und erstreckt sich dann auch bis zur Stirnseite **10**.

**[0100]** In einer nicht gezeigten Abwandlung kann sich die Führungsplatte natürlich auch über die Stirnseite **10** hinaus erstrecken (vergleichbar mit der Ausführungsform gemäß **Fig. 17**).

**[0101]** Ferner kann bei den Ausführungsformen gemäß **Fig. 19** bis **Fig. 24** die Führung des Bildes zwischen dem zweiten und ersten Umlenkabschnitt **17, 16** durch innere Totalreflexion erfolgen. Alternativ kann eine entsprechende reflektive (bzw. teilreflektive) Schicht **31, 32** vorgesehen sein. Diese reflektive bzw. teilreflektive Schicht **31, 32** kann direkt auf der Führungsplatte **14** und/oder auf den entsprechenden Bereichen der beiden Grenzflächen **38** und **39** (insbesondere im Bereich der Ausnehmung **37, 40, 41**) ausgebildet sein.

**[0102]** Bei den bisher beschriebenen Ausführungsformen gemäß **Fig. 19** bis **Fig. 24** wurde stets die planparallele Führungsplatte **14** eingesetzt, die auf der ersten Seite **18** die Facetten **27, 26** im ersten und zweiten Umlenkabschnitt **16, 17** aufweist. Es ist jedoch auch möglich, den zweiten Umlenkabschnitt **17** mit refraktiven Facetten auszubilden, die auf der zweiten Seite **19** ausgebildet sind.

**[0103]** Ferner ist es möglich, auf die separate Führungsplatte **14** zu verzichten und beispielsweise die notwendigen Facetten direkt in der Ausnehmung **37** des ersten Teilkörpers **35** auszubilden. Zur Beschreibung der notwendigen Herstellungsschritte ist der erste Teilkörper **35** des Brillenglasses **3** von **Fig. 24** in **Fig. 25** dargestellt. Um nun im ersten Umlenkab-

schnitt **17** (durch den Kreis **B** angedeutet) die notwendigen Facetten **27** auszubilden, kann wie folgt vorgegangen werden.

**[0104]** Zunächst wird eine entsprechende reflektive Schicht **31** in der Ausnehmung **37** aufgebracht, wie in der vergrößerten Detailansicht des Details **B** in **Fig. 26** gezeigt ist.

**[0105]** Auf diese reflektive Schicht **31** wird eine transparente Schicht **42** aufgebracht (**Fig. 27**). Die transparente Schicht **42** ist bevorzugt aus dem gleichen Material gebildet wie der erste Teilkörper **35**.

**[0106]** In die transparente Schicht **42** wird die Form der teilreflektiven Facetten **27** ausgebildet (beispielsweise durch einen Prägeprozess) und werden dann die Facetten **27** selektiv (die Flanken **28** werden nicht beschichtet) mit der gewünschten teilreflektiven Beschichtung versehen (**Fig. 28**).

**[0107]** Die reflektiven Facetten **26** für den zweiten Umlenkabschnitt **17** können im Prinzip in gleicher Weise hergestellt werden. Hier kann jedoch auf die reflektive Schicht **31** verzichtet werden. Daher können die Facetten **26** direkt in der Ausnehmung **37** gebildet werden. Alternativ ist es möglich, sie auf der transparenten Schicht **42** auszubilden. Die Facetten **26** können mit einer teilreflektiven oder einer reflektiven (möglichst 100% Reflexion) Beschichtung versehen werden.

**[0108]** Der zweite Teilkörper **36** wird in dem der Ausnehmung **37** gegenüberliegenden Bereich mit der reflektiven Schicht versehen (nicht gezeigt).

**[0109]** Der erste Teilkörper **35** wird dann mit dem zweiten Teilkörper **36** verbunden, so dass aufgrund der Ausnehmung **37** ein Hohlraum vorliegt. Dieser wird mit transparentem Material aufgefüllt, das bevorzugt das gleiche Material ist wie das des ersten und zweiten Teilkörpers **35** und **36**.

**[0110]** Die Auffüllung der Ausnehmung **37** kann auch vor dem Verbinden der beiden Teilkörper **35** und **36** durchgeführt werden. In diesem Fall kann die reflektive Schicht statt auf den zweiten Teilkörper **36** in einer Abwandlung auch auf der Auffüllung der Ausnehmung **37** gebildet werden.

**[0111]** Natürlich können die beschriebenen Ausführungsformen bzw. Merkmale von diesen (soweit sinnvoll) miteinander kombiniert werden.

## Patentansprüche

- Brillenglas für eine auf den Kopf eines Benutzers aufsetzbare und ein Bild erzeugende Anzeigevorrichtung (1),

mit einem eine Vorderseite (8) und eine Rückseite (9) aufweisenden Brillenglaskörper (7), wobei die Vorderseite (8) und/oder die Rückseite (9) gekrümmt sind/ist und der Brillenglaskörper (7) zumindest einen ersten und einen zweiten Teilkörper (35, 36) aufweist, deren einander zugewandte Grenzflächen (38, 39) in direktem Kontakt stehen, und mit, in Draufsicht auf das Brillenglas (3, 4) gesehen, einem Einkoppelabschnitt (17) in einem Randbereich (12) des Brillenglases (3, 4) und einem Auskoppelabschnitt (16) in einem Mittelbereich (13) des Brillenglases (3, 4), wobei das Brillenglas (3, 4) Lichtbündel (24) von Pixeln des erzeugten Bildes, die über den Einkoppelabschnitt des Brillenglases in das Brillenglas (3, 4) eingekoppelt sind, im Brillenglas (3, 4) bis zum Auskoppelabschnitt (16) führt und über den Auskoppelabschnitt (16) aus dem Brillenglas (3, 4) auskoppelt, wobei eine plane erste Reflexionsfläche (18, 31) und eine von der ersten Reflexionsfläche (18, 31) beabstandete plane zweite Reflexionsfläche (19, 32) im Brillenglaskörper (7) vorgesehen sind, die sich jeweils in einer Richtung vom Einkoppelabschnitt (17) zum Auskoppelabschnitt (16) erstrecken und die jeweils von der Vorder- und Rückseite (8, 9) des Brillenglaskörpers (7) beabstandet sind, wobei die Lichtbündel (24) durch Reflexionen an den beiden Reflexionsflächen (18, 31; 19, 32) in der Richtung vom Einkoppelabschnitt (17) zum Auskoppelabschnitt (16) geführt sind, und wobei zumindest eine der ersten und zweiten Reflexionsfläche (18, 31; 19, 32) im ersten oder zweiten Teilkörper (35, 36) vorgesehen und in Richtung vom ersten zum zweiten Teilkörper (35, 36) von der Grenzfläche (38, 39) des entsprechenden Teilkörpers (35, 36) versetzt ist.

2. Brillenglas nach Anspruch 1, bei dem die erste Reflexionsfläche (31) im ersten Teilkörper (35) und beabstandet von der Grenzfläche (38) des ersten Teilkörpers (35) vorgesehen ist und die zweite Reflexionsfläche (32) im zweiten Teilkörper (36) und beabstandet von der Grenzfläche (39) des zweiten Teilkörpers (36) vorgesehen ist.

3. Brillenglas nach Anspruch 1, bei dem die erste Reflexionsfläche (31) im ersten Teilkörper (35) und beabstandet von der Grenzfläche (28) des ersten Teilkörpers (35) vorgesehen ist und die zweite Reflexionsfläche (32) an der Grenzfläche (39) des zweiten Teilkörpers (36) ausgebildet ist.

4. Brillenglas nach einem der obigen Ansprüche, bei dem der Auskoppelabschnitt (16) einen Pupillenexpander für die Lichtbündel (24) aufweist.

5. Brillenglas nach einem der obigen Ansprüche, bei dem die erste und zweite Reflexionsfläche (18, 31; 19, 32) parallel zueinander sind.

6. Brillenglas nach einem der obigen Ansprüche, bei dem im Auskoppelabschnitt (16) ein erster Umlenkabschnitt mit einer reflektiven Fresnel-Struktur ausgebildet ist, die die Lichtbündel (24, 24', 24'', 24''') so in Richtung zur Rückseite (9) umlenkt, dass sie über die Rückseite (9) ausgekoppelt werden.

7. Brillenglas nach Anspruch 6, bei dem die Fresnel-Struktur mehrere reflektive Facetten (27) aufweist, die in einer Richtung vom Randbereich (12) zum Mittelbereich (13) nebeneinander angeordnet sind.

8. Brillenglas nach Anspruch 7, bei dem die Facetten (27) als teilreflektive Facetten ausgebildet sind.

9. Brillenglas nach Anspruch 7 oder 8, bei dem die Transparenz der Facetten (27) in der Richtung vom Randbereich (12) zum Mittelbereich (13) hin abnimmt.

10. Brillenglas nach einem der Ansprüche 7 bis 9, bei dem jeweils zwei direkt benachbarte Facetten (27) durch eine transparente Flanke (28) verbunden sind.

11. Brillenglas nach einem der Ansprüche 7 bis 10, bei dem sich die erste Reflexionsfläche (18, 31) in den Auskoppelbereich (16) erstreckt und die Fresnel-Struktur, in Richtung der auf die erste Reflexionsfläche (18, 31) fallenden Lichtbündel (24) gesehen, vor der ersten Reflexionsfläche (18, 31) liegt.

12. Brillenglas nach Anspruch 11, bei dem die Facetten (27) auf der ersten Reflexionsfläche (31) ausgebildet sind und der Bereich zwischen den Facetten (27) und der ersten Reflexionsfläche (31) mit einem Material aufgefüllt ist, das dem Material des Teilkörpers (35) entspricht, in dem die erste Reflexionsfläche (31) liegt.

13. Brillenglas nach einem der Ansprüche 6 bis 12, bei dem sich die zweite Reflexionsfläche (19, 32) bis in den Auskoppelbereich (16) erstreckt und die Fresnel-Struktur, in Richtung der auf die zweite Reflexionsfläche (19, 32) fallenden Lichtbündel gesehen, vor der zweiten Reflexionsfläche (19, 32) liegt.

14. Brillenglas nach einem der obigen Ansprüche, bei dem die erste und zweite Reflexionsfläche (19, 32) durch Grenzflächen einer Führungsplatte (14) gebildet sind, die in den ersten und/oder zweiten Teilkörper (35, 36) eingesetzt ist.

15. Brillenglas nach Anspruch 14, bei dem die Führungsplatte (14) seitlich aus dem Brillenglaskörper (7) vorsteht, wobei der Einkoppelabschnitt (17) in dem seitlich vorstehenden Teil der Führungsplatte (14) ausgebildet ist.

16. Brillenglas nach einem der Ansprüche 1 bis 13, bei dem die erste und/oder zweite Reflexionsfläche (18, 31; 19, 32) im ersten und/oder zweiten Teilkörper (35, 36) ausgebildet ist.

17. Brillenglas für eine auf den Kopf eines Benutzers aufsetzbare und ein Bild erzeugende Anzeigevorrichtung (1), mit einer Vorderseite (8) und einer Rückseite (9) aufweisenden Brillenglaskörper (7),

wobei die Vorderseite (8) und/oder die Rückseite (9) gekrümmt sind/ist und der Brillenglaskörper (7) einteilig ausgebildet ist,

und mit, in Draufsicht auf das Brillenglas (3, 4) gesehen, einem Einkoppelabschnitt (17) in einem Randbereich (12) des Brillenglases (3, 4) und einem Auskoppelabschnitt (16) in einem Mittelbereich (13) des Brillenglases (3, 4),

wobei das Brillenglas (3, 4) Lichtbündel (24) von Pixelen des erzeugten Bildes, die über den Einkoppelabschnitt (17) des Brillenglases (3, 4) in das Brillenglas (3, 4) eingekoppelt sind, im Brillenglas (3, 4) bis zum Auskoppelabschnitt (16) führt und über den Auskoppelabschnitt (16) aus dem Brillenglas (3, 4) auskoppelt,

wobei eine plane erste Reflexionsfläche (18, 31) und eine von der ersten Reflexionsfläche (18, 31) beabstandete plane zweite Reflexionsfläche (19, 32) im Brillenglaskörper (7) vorgesehen sind, die sich jeweils in einer Richtung vom Einkoppelabschnitt (17) zum Auskoppelabschnitt (16) erstrecken und die jeweils von der Vorder- und Rückseite (8, 9) des Brillenglaskörpers (7) beabstandet sind,

wobei die Lichtbündel (24) durch Reflexionen an den beiden Reflexionsflächen (18, 31; 19, 32) in der Richtung vom Einkoppelabschnitt (17) zum Auskoppelabschnitt (16) geführt sind.

18. Brillenglas nach Anspruch 17, bei dem die erste und zweite Reflexionsfläche (18, 19) durch Grenzflächen einer Führungsplatte (14) gebildet sind, die in den Brillenglaskörper (7) eingesetzt ist.

19. Brillenglas nach Anspruch 18, bei dem die Führungsplatte (14) seitlich aus dem Brillenglaskörper (7) vorsteht, wobei im vorstehenden Teil der Führungsplatte (14) der Einkoppelabschnitt (17) ausgebildet ist.

20. Brillenglas nach Anspruch 18 oder 19, bei dem der Brillenglaskörper (7) eine die Vorder- und Rückseite (8, 9) verbindende Stirnseite (10) aufweist, von der sich eine Ausnehmung (11) in den Brillenglaskörper (7) erstreckt, wobei die Führungsplatte (14) in der Ausnehmung (11) positioniert ist.

21. Brillenglas nach einem der Ansprüche 18 bis 20, bei dem die Führungsplatte (14) im Auskoppelabschnitt (16) einen ersten Umlenkabschnitt mit einer reflektiven Fresnel-Struktur aufweist, die die Licht-

bündel (24, 24', 24'', 24''') so in Richtung zur Rückseite (9) umlenkt, dass sie über die Rückseite (9) ausgetrennt werden.

22. Brillenglas nach Anspruch 21, bei dem die Fresnel-Struktur mehrere reflektive Facetten (27) aufweist, die in einer Richtung vom Randbereich (12) zum Mittelbereich (13) nebeneinander angeordnet sind.

23. Brillenglas nach Anspruch 22, bei dem die Facetten (27) als teilreflektive Facetten (27) ausgebildet sind.

24. Brillenglas nach Anspruch 23, bei dem die Transparenz der teilreflektiven Facetten (27) in Richtung vom Randbereich (12) zum Mittelbereich (13) hin abnimmt.

25. Brillenglas nach einem der Ansprüche 22 bis 24, bei dem jeweils zwei direkt benachbarte Facetten (27) durch eine transparente Flanke (28) verbunden sind.

26. Brillenglas nach einem der Ansprüche 22 bis 25, bei dem der Bereich zwischen den Facetten (27) und der ersten Reflexionsfläche (18, 31) so mit Material der Führungsplatte (14) aufgefüllt ist, dass die erste Reflexionsfläche (18, 31) im Bereich der Facetten (27) als glatte Fläche ausgebildet ist.

27. Brillenglas nach einem der obigen Ansprüche, bei dem die erste und/oder zweite Reflexionsfläche (18, 19) die Reflexion der Lichtbündel durch innere Totalreflexion bewirken/bewirkt.

28. Brillenglas nach einem der obigen Ansprüche, bei dem die erste und/oder zweite Reflexionsfläche (31, 32) durch eine Reflexionsschicht (31, 32) gebildet sind/ist.

29. Brillenglas nach einem der obigen Ansprüche, bei dem im Bereich des Einkoppelabschnitts (17) ein zweiter Umlenkabschnitt vorgesehen ist, der die Lichtbündel (24) so umlenkt, dass sie durch die Reflexionen an der ersten und zweiten Reflexionsfläche (18, 31; 19, 32) bis zum Auskoppelabschnitt (16) geführt sind.

30. Brillenglas nach einem der obigen Ansprüche, bei dem der Einkoppel- und/oder Auskoppelabschnitt (17, 16) eine abbildende Wirkung aufweisen/aufweist.

31. Brillenglas nach einem der Ansprüche 1 bis 29, bei dem der Einkoppelabschnitt (17) eine Kollimationswirkung aufweist.

32. Brillenglas nach einem der obigen Ansprüche, bei dem der Einkoppelabschnitt (17) refraktiv und/ oder reflektiv ist.

33. Anzeigevorrichtung mit einer auf den Kopf eines Benutzers aufsetzbaren Haltevorrichtung (2), einem an der Haltevorrichtung (2) befestigten Bilderzeugungsmodul (5), das ein Bild erzeugt, und einer an der Haltevorrichtung (2) befestigten Abbildungsoptik, die ein Brillenglas (3, 4) nach einem der obigen Ansprüche aufweist und die das erzeugte Bild im auf dem Kopf aufgesetzten Zustand der Haltevorrichtung (2) so abbildet, dass es der Benutzer als virtuelles Bild wahrnehmen kann.

Es folgen 14 Seiten Zeichnungen

## Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

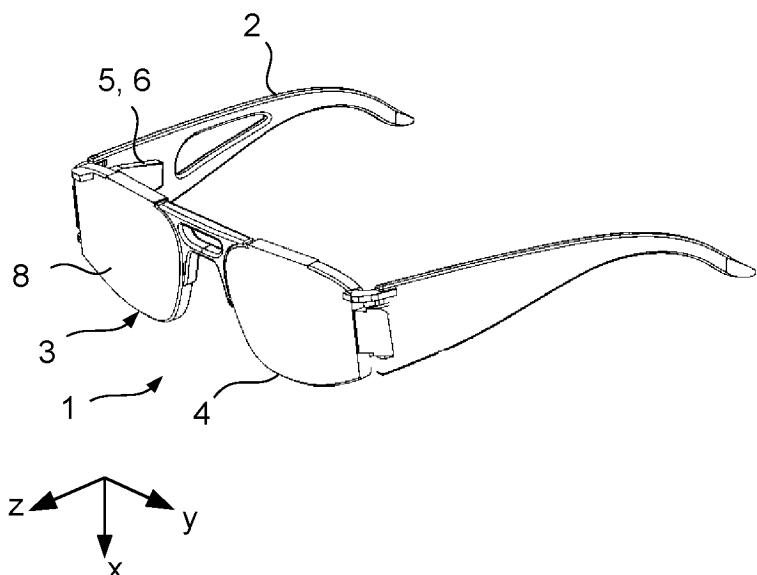


Fig. 5

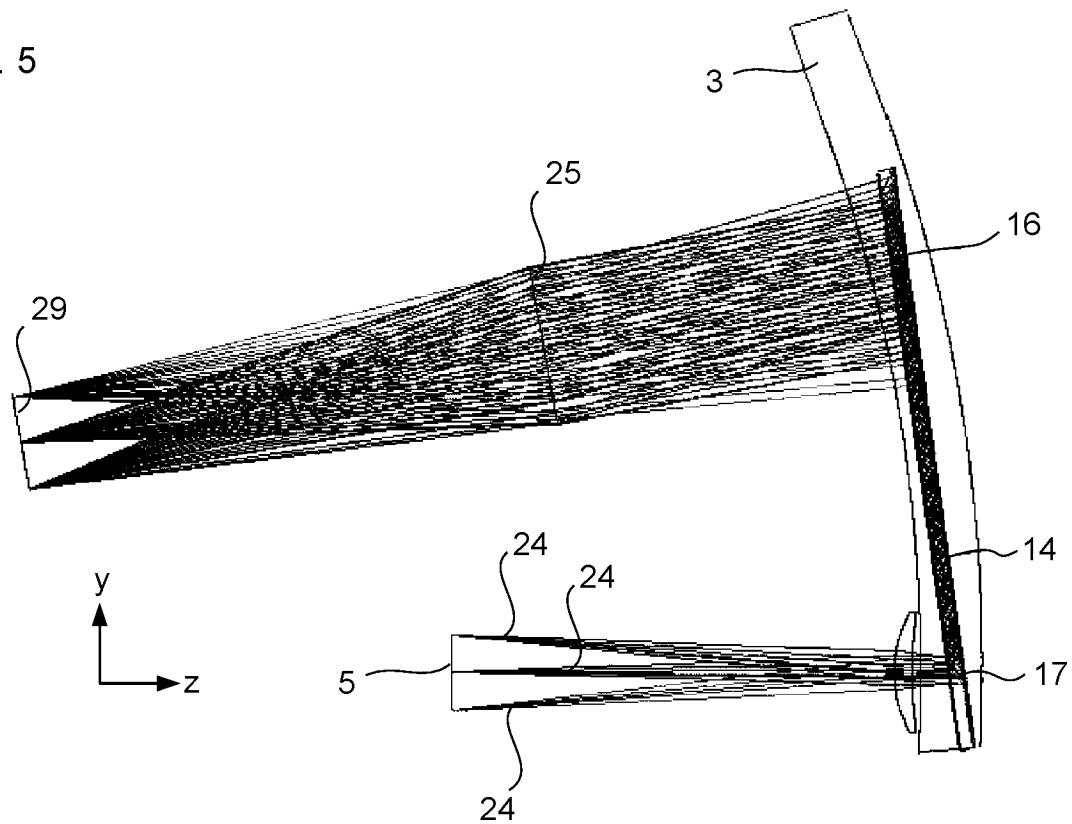


Fig. 2

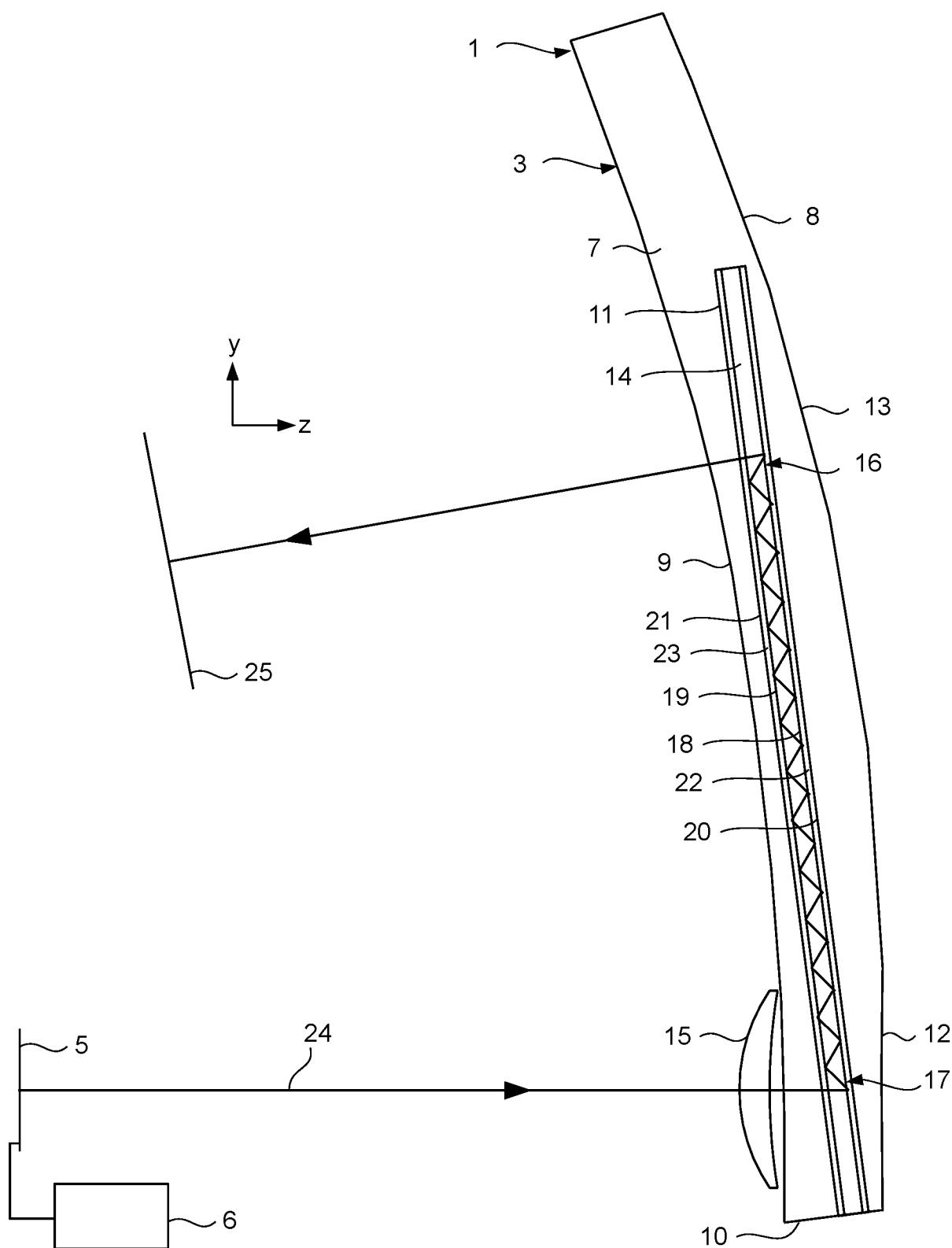


Fig. 3

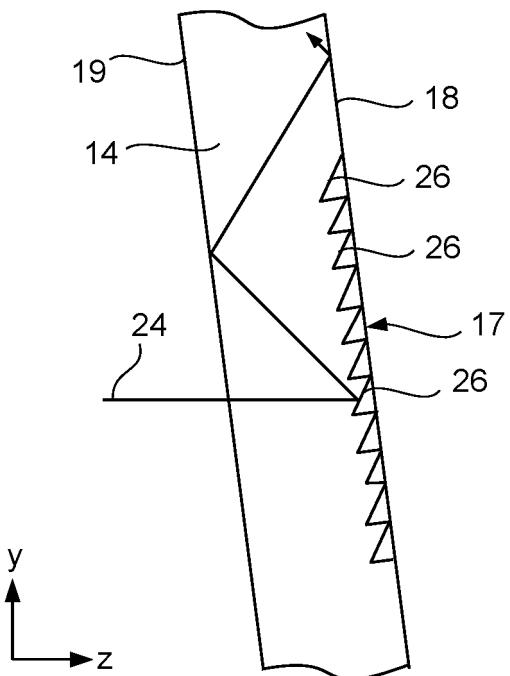


Fig. 4

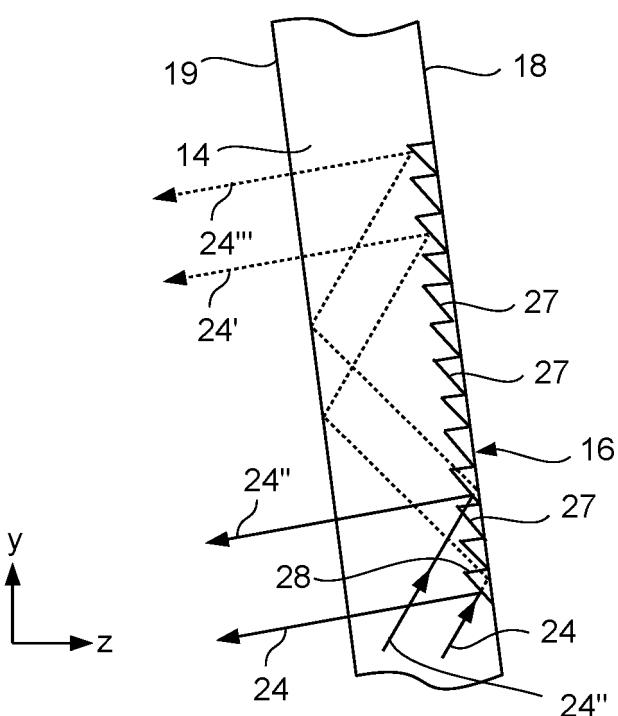


Fig. 6

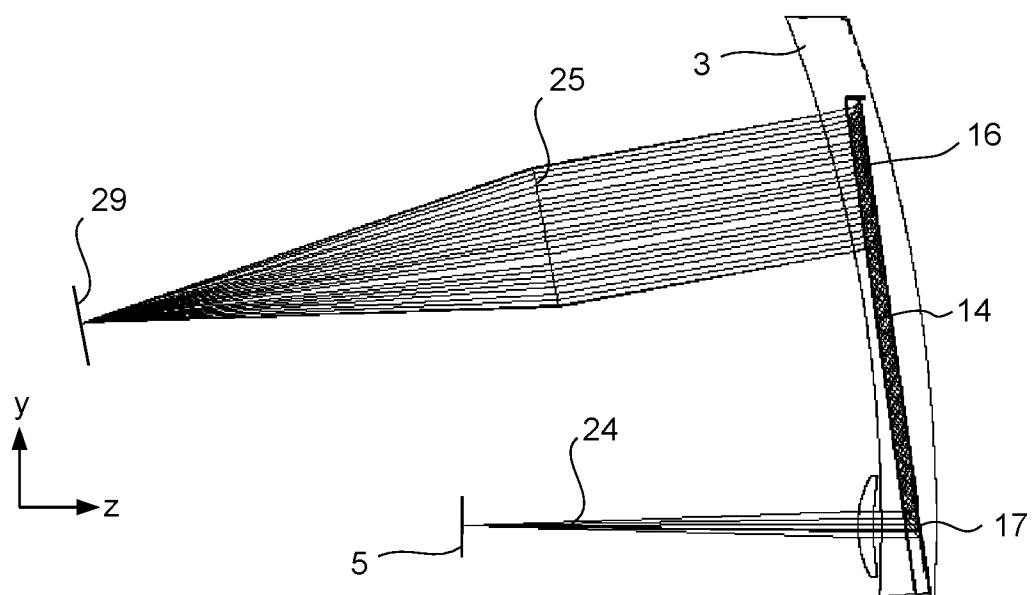


Fig. 7

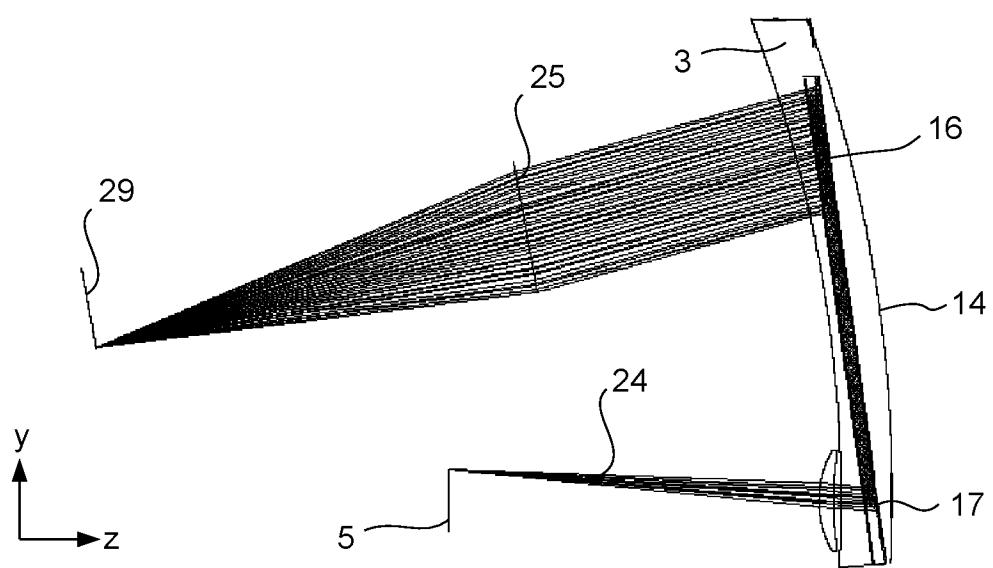


Fig. 8

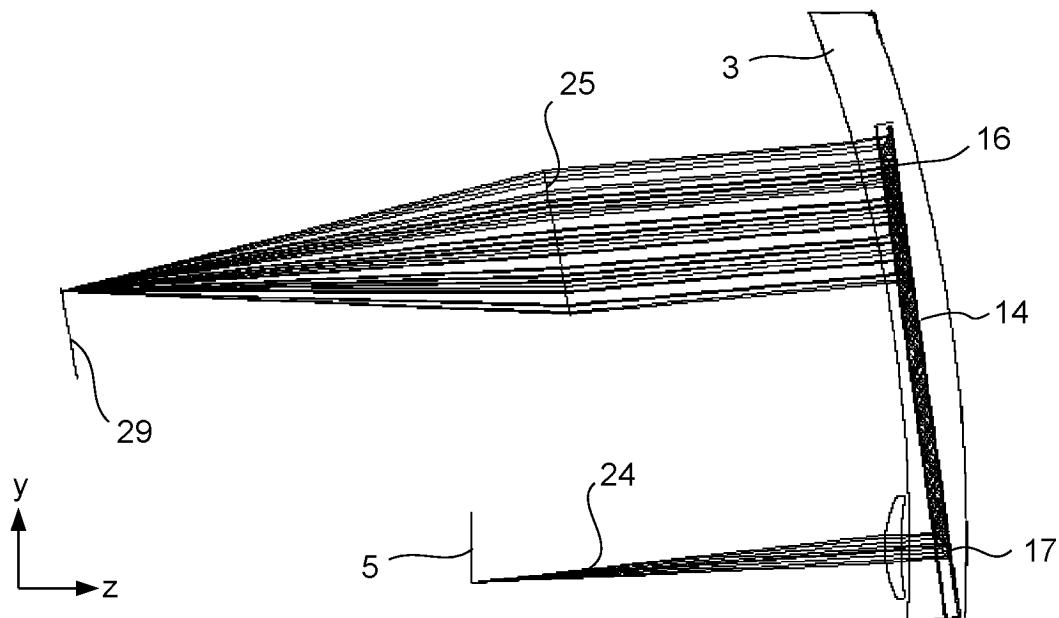


Fig. 9

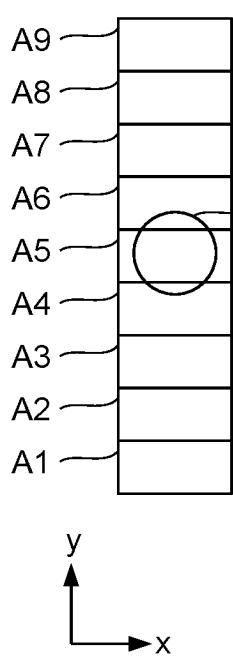


Fig. 10

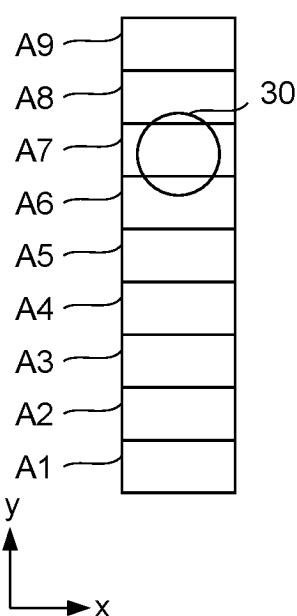


Fig. 11

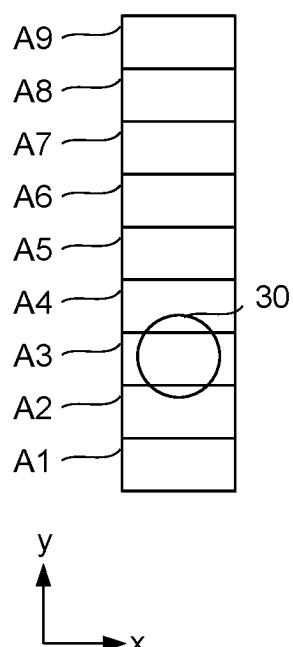


Fig. 12

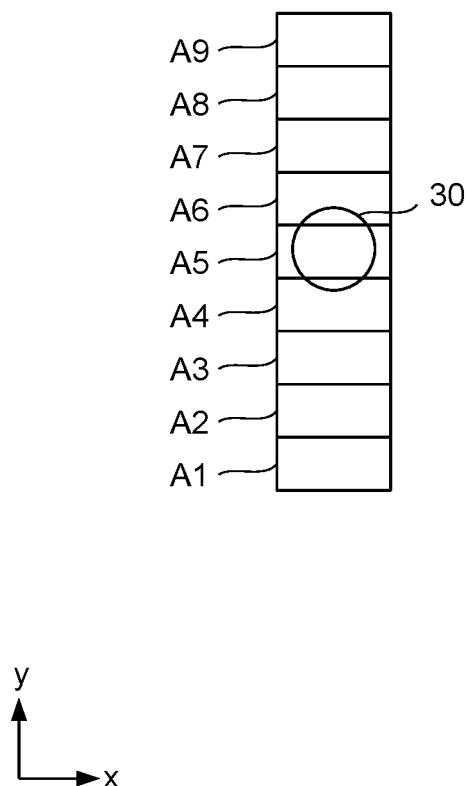


Fig. 13

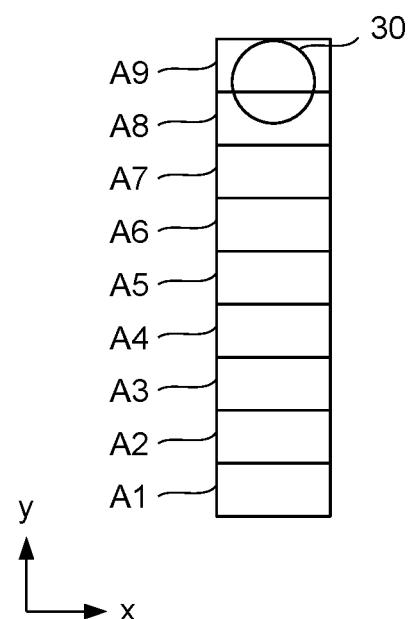


Fig. 14

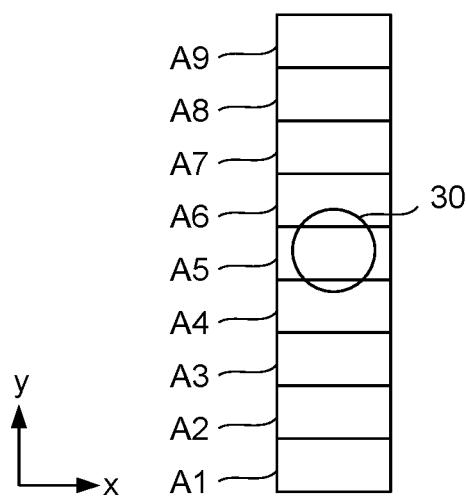


Fig. 15

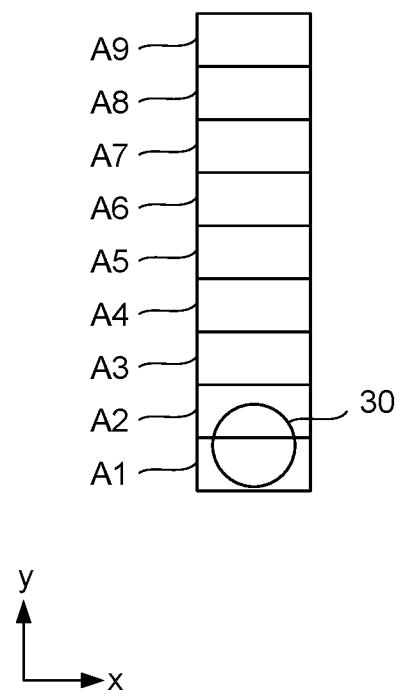


Fig. 16

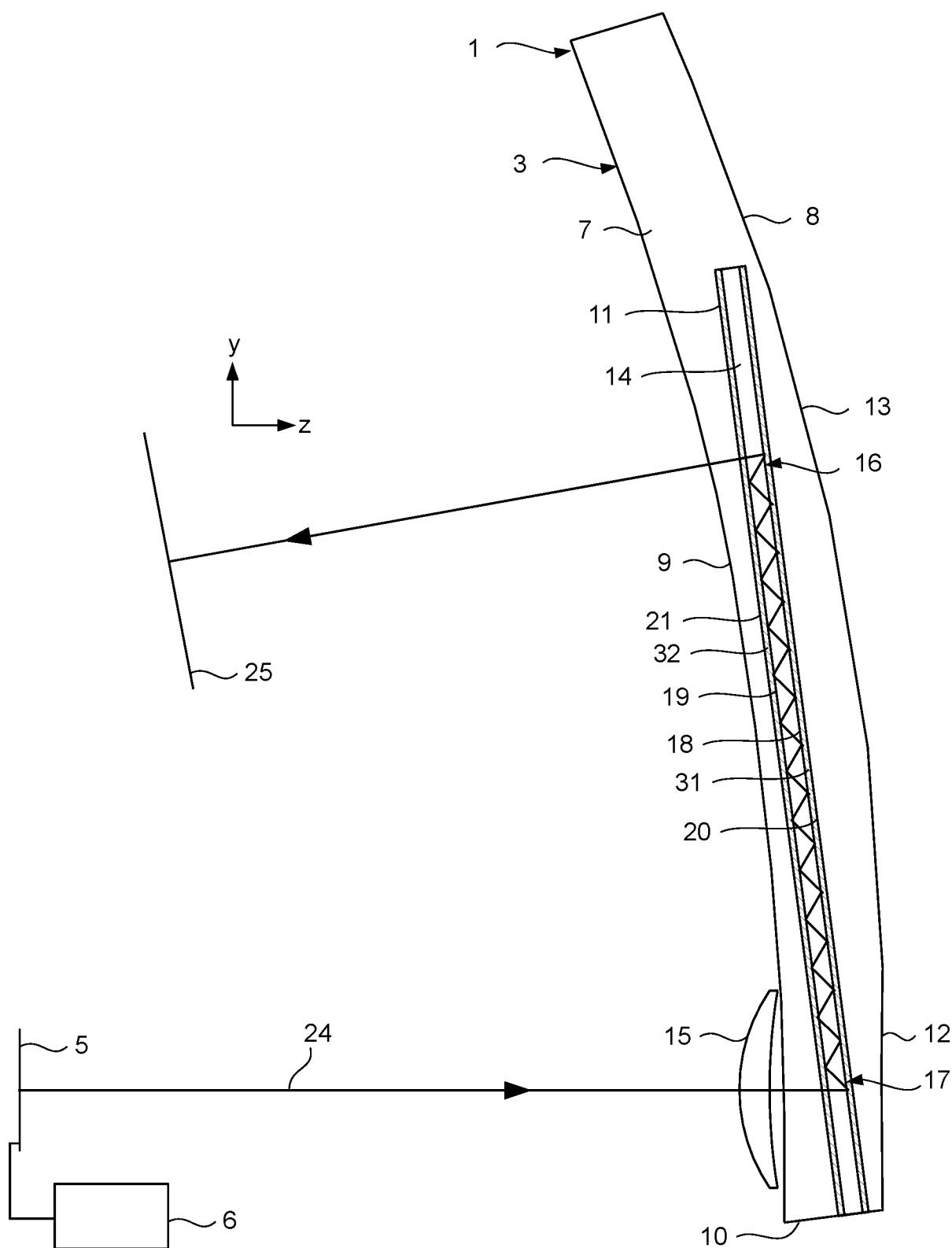


Fig. 17

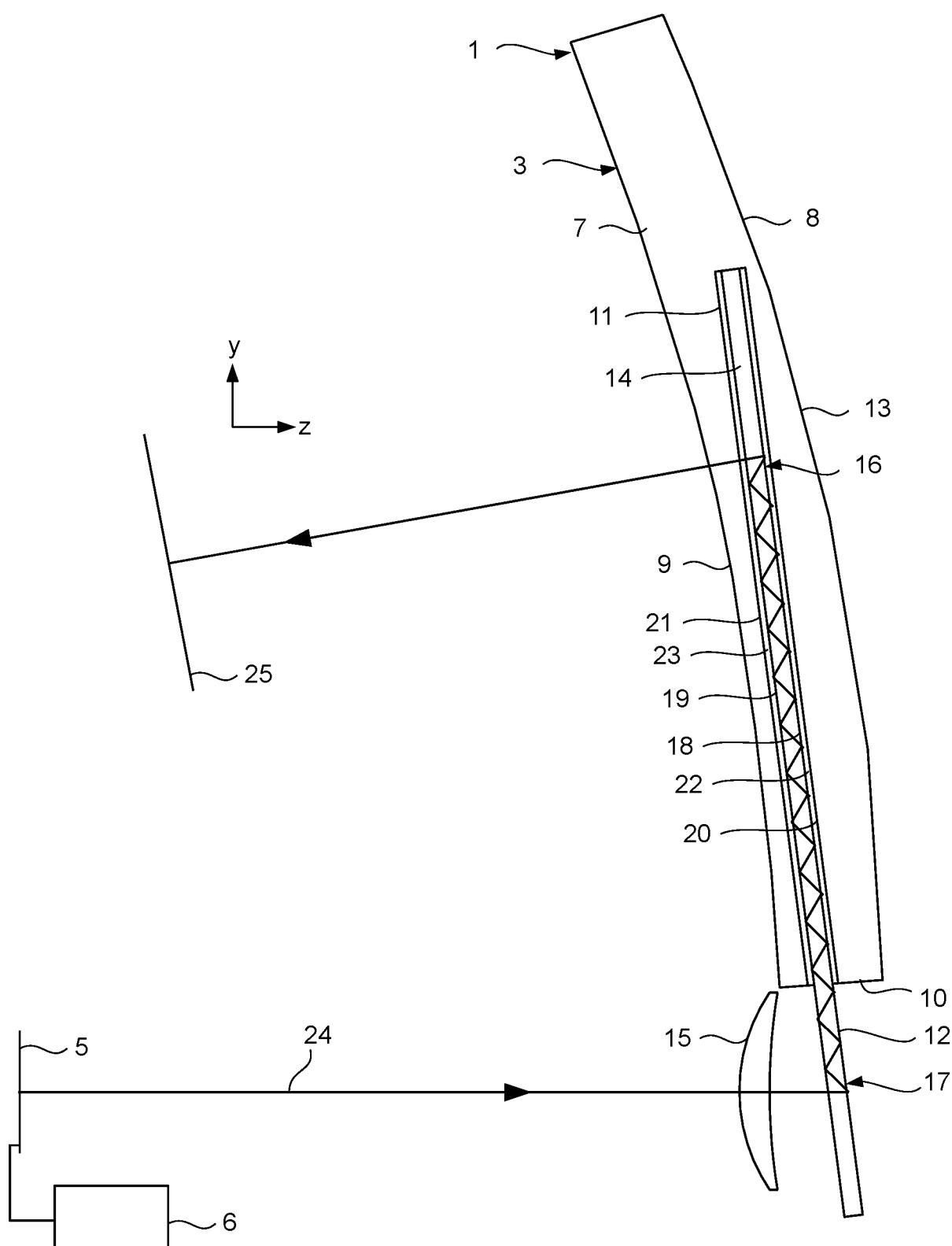


Fig. 18

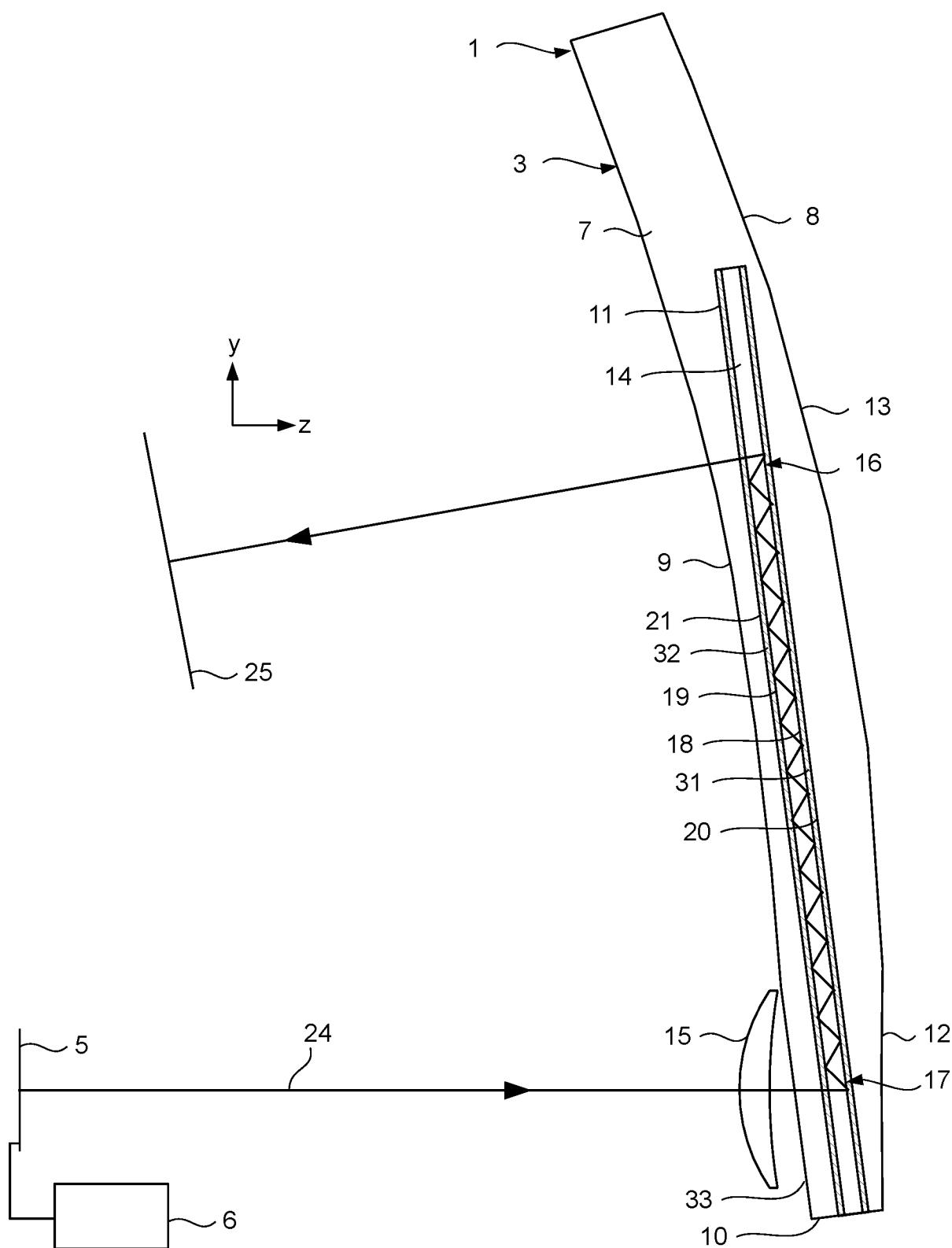


Fig. 19

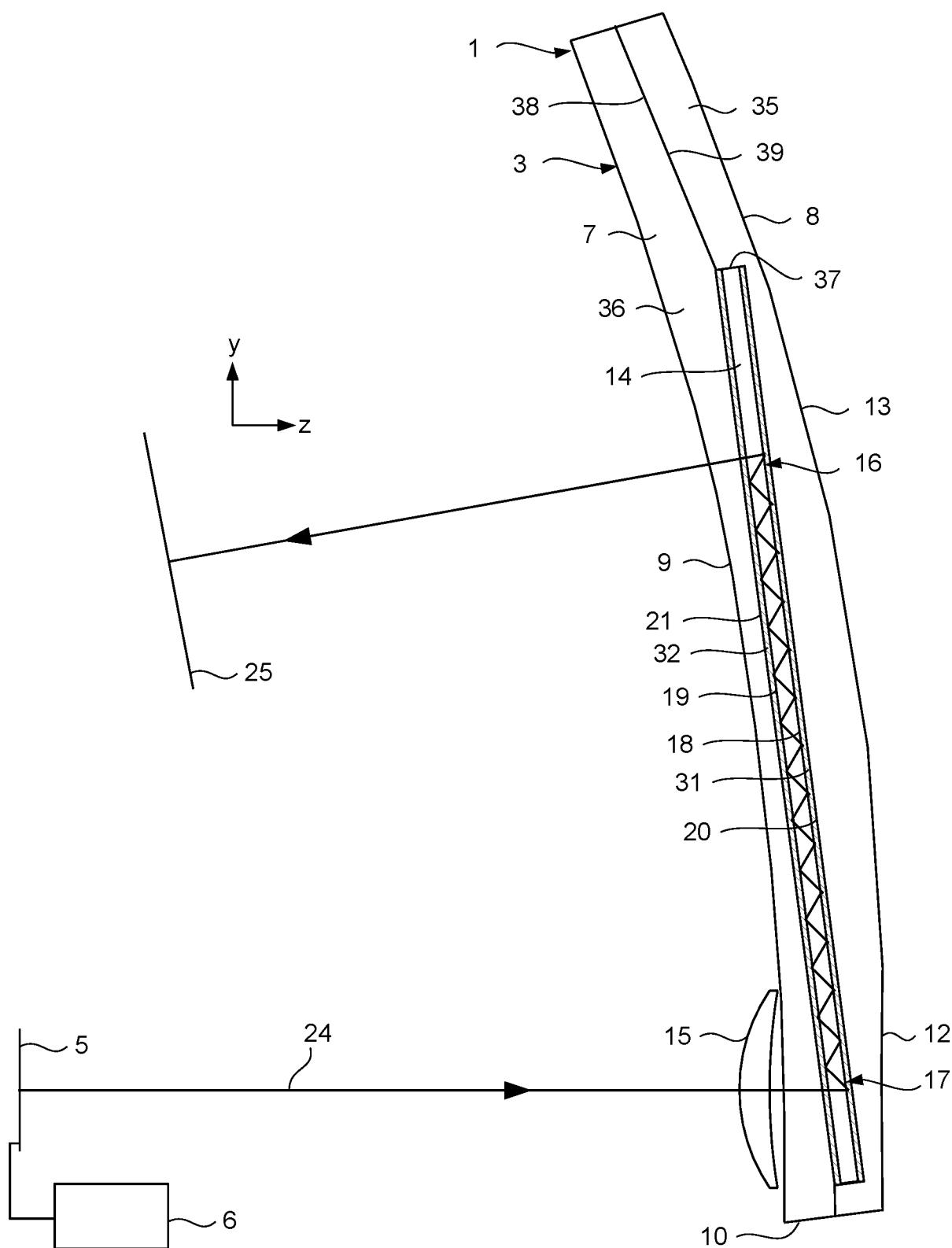


Fig. 20

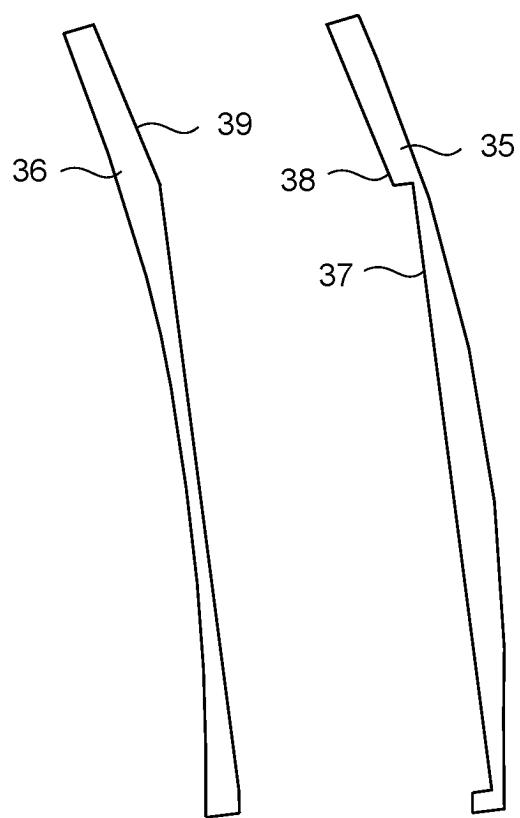


Fig. 21

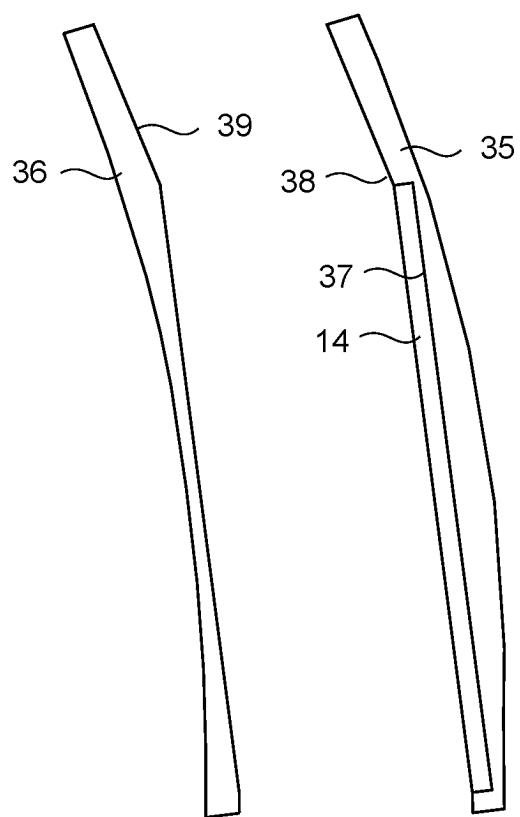


Fig. 22

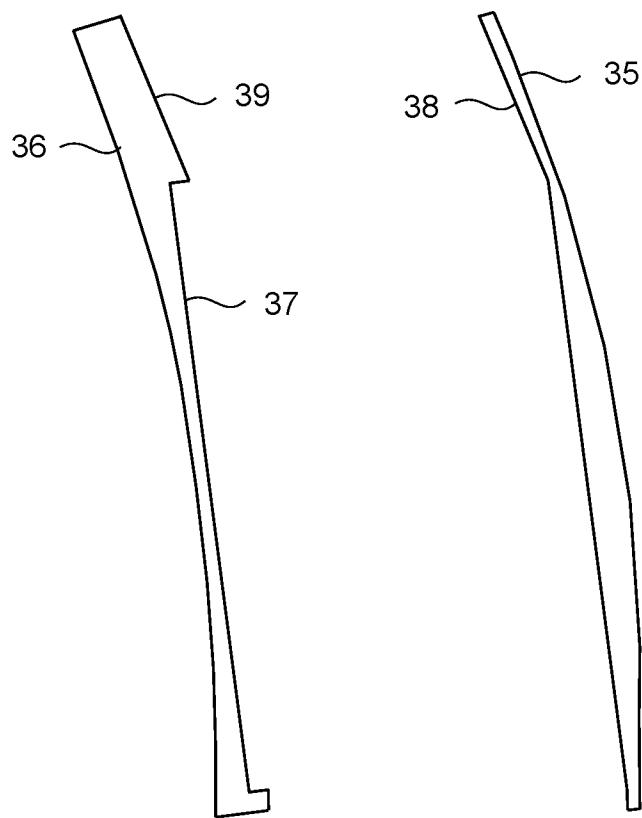


Fig. 23

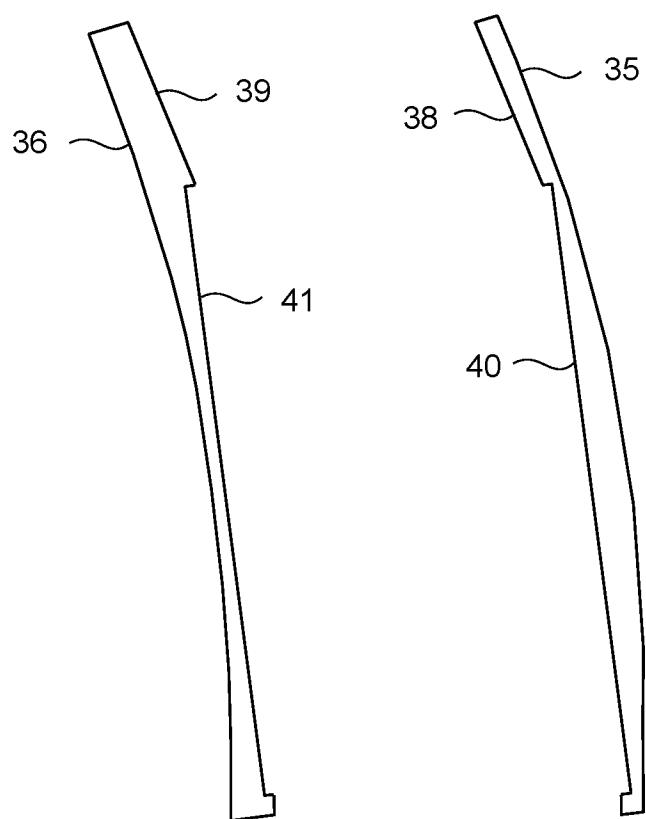


Fig. 24

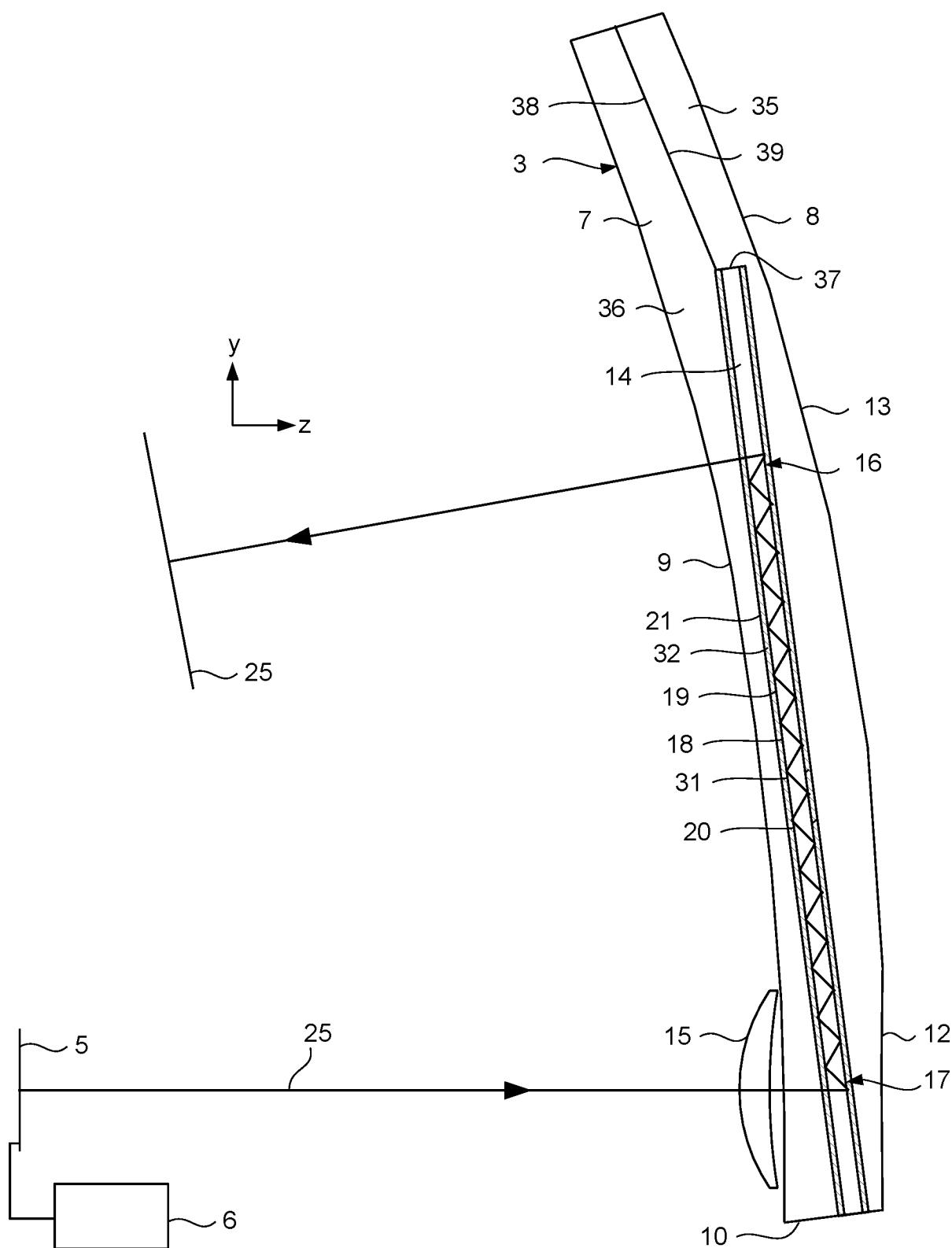


Fig. 25

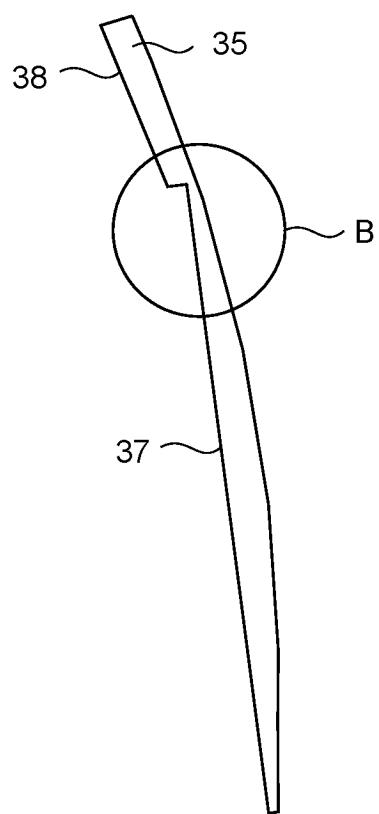


Fig. 26

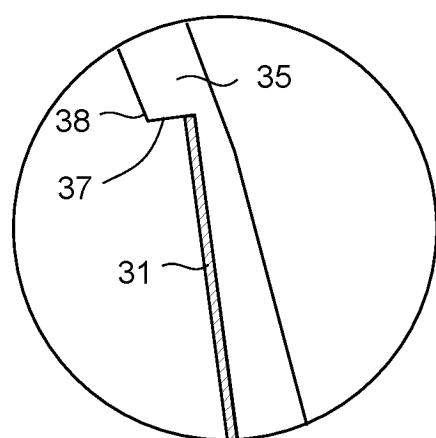


Fig. 27

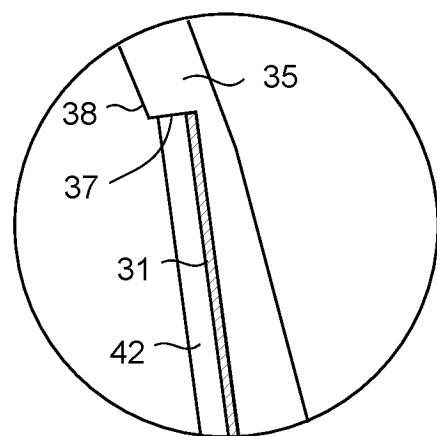


Fig. 28

