



(10) **DE 10 2014 220 189 B4** 2023.08.17

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 220 189.6**
(22) Anmeldetag: **06.10.2014**
(43) Offenlegungstag: **07.04.2016**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **17.08.2023**

(51) Int Cl.: **G02B 27/01** (2006.01)
G02B 5/30 (2006.01)
H05B 3/84 (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:
**Continental Automotive Technologies GmbH,
30165 Hannover, DE**

(72) Erfinder:
**Kreipe, Hans-Peter, 64807 Dieburg, DE; Spiegel,
Wolff von, Dr., 61352 Bad Homburg, DE**

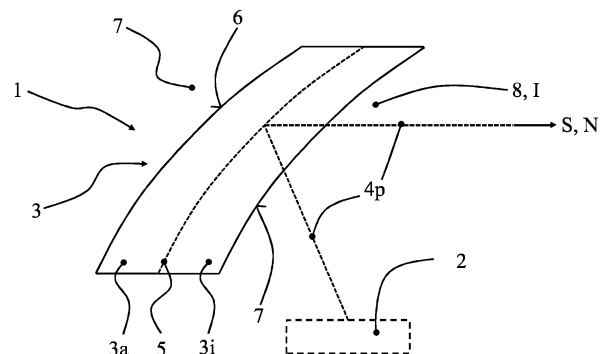
(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	690 19 459	T2
US	7 355 796	B2
US	2004 / 0 008 412	A1
US	2005 / 0 270 655	A1
US	5 028 119	A
WO	2013/ 190 958	A1

(54) Bezeichnung: **Head-Up-Display und Verfahren zur Erzeugung eines virtuellen Bilds mittels eines Head-Up-Displays und Verwendung von p-polarisiertem Licht in einem Head-Up-Display**

(57) Hauptanspruch: Head-Up-Display (1) umfassend

- eine Bilderzeugungseinheit (2) und
- eine Scheibenanordnung (3), wobei
- die Bilderzeugungseinheit (2) dazu eingerichtet ist, p-polarisiertes Licht (4p) zu emittieren,
- die Scheibenanordnung (3) eine reflektierende Struktur (5) aufweist, welche dazu eingerichtet ist, p-polarisiertes Licht (4) zu reflektieren, wobei die reflektierende Struktur aus einer strukturiert ausgeführten metallischen Beschichtung (5) besteht, welche eine Mehrzahl dünner Metallstreifen aufweist dadurch gekennzeichnet, dass für die strukturiert ausgeführte metallische Beschichtung (5) auf eine für eine Windschutzscheibenheizung in der Scheibenanordnung (3) vorhandene metallische Beschichtung zurückgegriffen wird.



Beschreibung**Gebiet der Erfindung**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Head-Up-Display, umfassend eine Bilderzeugungseinheit und eine Scheibenanordnung. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Erzeugung eines virtuellen Bilds mittels eines vorgenannten Head-Up-Displays sowie die Verwendung von p-polarisiertem Licht in einem Head-Up-Display.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Head-Up-Displays (HUDs) werden beispielsweise in Landfahrzeugen, insbesondere Personenkraftwagen (Pkw), und in Luftfahrzeugen eingesetzt. In Landfahrzeugen wird die Scheibenanordnung typischerweise durch die Windschutzscheibe gebildet, um auf eine separate Scheibe im Sichtfeld des Fahrers verzichten zu können, da eine separate Scheibe als störend empfunden werden und die Verkehrssicherheit beeinträchtigen kann. In Luftfahrzeugen hingegen kommen häufig separate Scheiben, typischerweise Combinerscheiben, zum Einsatz. Zurzeit werden im automotiven Umfeld, insbesondere in preissensiblen Segmenten, auch Combiner HUDs angeboten.

[0003] Aus US 2005/0270655 A1 ist ein Head-Up-Display umfassend eine Bilderzeugungseinheit und eine Scheibenanordnung bekannt, wobei die Bilderzeugungseinheit dazu eingerichtet ist, p-polarisiertes Licht zu emittieren, und die Scheibenanordnung eine reflektierende Struktur aufweist, welche dazu eingerichtet ist, p-polarisiertes Licht zu reflektieren. Auch US 7 355 796 B2 zeigt ein ähnliches Head-Up-Display. Aus WO 2013/190958 A1 ist ein entsprechendes Head-Up-Display bekannt, in welchem ein sogenannter Wire-Grid-Polarisator Verwendung findet.

[0004] Gemäß bekannter Verfahren zur Erzeugung eines virtuellen Bilds mittels eines Head-Up-Displays erzeugt die Bilderzeugungseinheit üblicherweise durch s-polarisiertes oder nicht-polarisiertes Licht ein Bild und lenkt dieses ab, so dass es unter einem bestimmten Einfallswinkel auf die üblicherweise (quasi-)transparente Scheibenanordnung trifft, welche s-polarisiertes Licht deutlich stärker reflektiert als p-polarisiertes Licht. Das reflektierte Bild ist von einem im Reflexionsbereich befindlichen Nutzer bereits optisch ausreichend gut wahrnehmbar.

[0005] Da das s-polarisierte Licht der Bilderzeugungseinheit an beiden Grenzflächen der Scheibenanordnung zur Luft reflektiert wird, entsteht ein unerwünschtes Doppelbild. Um dessen Separation zu verringern, kann die Scheibenanordnung eine Scheibe mit keilförmigem Querschnitt versehen werden, wodurch das Licht der Bilderzeugungseinheit

derart reflektiert wird, dass der Nutzer die beiden einzelnen Bilder des Doppelbildes aus der Nominalposition als zumindest nahezu deckungsgleich übereinanderliegend wahrnimmt. Die Erfinder der vorliegenden Erfindung haben festgestellt, dass es allerdings problematisch ist, dass polarisationsselektive Sonnenbrillen typischerweise s-polarisiertes Licht herausfiltern, so dass ein Nutzer, welcher eine derartige Sonnenbrille trägt, das von dem Head-Up-Display erzeugte Bild kaum (oder im Modellfall gar nicht) optisch wahrnehmen kann.

Zusammenfassung der Erfindung

[0006] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung kann daher darin bestehen, ein Head-Up-Display und ein Verfahren der eingangs genannten Art bereitzustellen, bei denen das angezeigte Bild auch durch eine polarisationsselektive Sonnenbrille gut, jedenfalls aber ohne oder mit reduziertem Doppelbild sichtbar ist.

[0007] Die Aufgabe wird gelöst durch das Head-Up-Display nach Anspruch 1, durch das Verfahren zur Erzeugung eines virtuellen Bilds mittels eines Head-Up-Displays nach Anspruch 7 sowie durch die Verwendung von p-polarisiertem Licht in einem Head-Up-Display nach Anspruch 8.

[0008] Das erfindungsgemäße Head-Up-Display umfasst eine Bilderzeugungseinheit und eine Scheibenanordnung, wobei die Bilderzeugungseinheit dazu eingerichtet ist, p-polarisiertes Licht zu emittieren und die Scheibenanordnung eine reflektierende Struktur aufweist, welche dazu eingerichtet ist, p-polarisiertes Licht zu reflektieren wobei die reflektierende Struktur aus einer strukturiert ausgeführten metallischen Beschichtung besteht, welche eine Mehrzahl dünner Metallstreifen aufweist, und für die strukturiert ausgeführte metallische Beschichtung auf eine für eine Windschutzscheibenheizung in der Scheibenanordnung vorhandene metallische Beschichtung zurückgegriffen wird. Mit anderen Worten wird ein System bereitgestellt, welches sowohl ein Head-Up-Display mit einer Bilderzeugungseinheit aufweist, als auch die Scheibenanordnung des Fahrzeugs.

[0009] Es sei angemerkt, dass die reflektierende Struktur, dazu eingerichtet ist, ggf. in Kombination mit der Scheibe, p-polarisiertes Licht zu reflektieren.

[0010] Die Bilderzeugungseinheit erzeugt ein Bild, indem es p-polarisiertes Licht abstrahlt und auf die Scheibenanordnung und damit auch auf deren reflektierende Struktur wirft, wozu das Licht der Bilderzeugungseinheit insbesondere durch ein Optikmodul entsprechend abgelenkt werden kann. Insbesondere kann die Bilderzeugungseinheit dazu eingerichtet sein, ausschließlich p-polarisiertes Licht

zu emittieren. Die Bilderzeugungseinheit kann aber auch in einem Ausführungsbeispiel p-polarisiertes Licht und andersartig polarisiertes Licht, also eine Mischung, emittieren. Konventionelle Scheibenanordnungen würden p-polarisiertes Licht derart reflektieren, dass ein im Reflexionsbereich befindlicher Nutzer das Bild deutlich abgeschwächt wahrnehmen könnte, unabhängig davon, ob er eine polarisationsselektive Sonnenbrille trägt oder nicht. Die reflektierende Struktur der vorliegenden Erfindung bewirkt, dass p-polarisiertes Licht durch Reflexion in ausreichendem Maße zu dem Nutzer gelangt, so dass es von diesem optisch gut wahrgenommen werden kann. Insbesondere ist das Bild des Head-Up-Displays auch durch eine polarisationsselektive Sonnenbrille sichtbar, welche s-polarisiertes Licht herausfiltert. Ein Doppelbild ist deutlich unterdrückt, da nur an der Scheibenaußenseite ein relevanter Reflex auftritt. Die reflektierende Struktur ist eine strukturiert ausgeführte metallische Beschichtung. Die metallische Beschichtung kann beispielsweise weniger abhängig von der Polarisationsrichtung des Lichts - ca. 30 % oder 50 % des von der Bilderzeugungseinheit ausgesandten Lichts reflektieren und ca. 70 % bzw. 50 % transmittieren, aber auch andere Werte können realisiert werden.

[0011] Gemäß der Erfindung umfasst die reflektierende Struktur eine metallische Beschichtung. Die metallische Beschichtung ermöglicht insbesondere, dass unter einem gegebenen Einfallswinkel des Lichts der Bilderzeugungseinheit - zumindest in bestimmten Wellenlängenbereichen - p-polarisiertes Licht der Bilderzeugungseinheit stärker reflektiert wird als s-polarisiertes Licht. Weiterhin leistet dies einen Beitrag, Material- und Fertigungsaufwand zu verringern, indem - zumindest in modifizierter Form - auf ohnehin in der Scheibenanordnung vorhandene metallische Beschichtungen zurückgegriffen wird, welche als Windschutzscheibenheizung zur Defrostung dienen.

[0012] Die metallische Beschichtung kann wenigstens einen Bereich der Fläche der Scheibenanordnung abdecken, vorzugsweise den Bereich der Scheibenanordnung, auf den das Licht der Bilderzeugungseinheit trifft. Ebenfalls ist es möglich, dass die gesamte Fläche der Scheibenanordnung von der metallischen Beschichtung abgedeckt ist. Erfindungsgemäß ist die metallische Beschichtung strukturiert ausgebildet. Eine derartige strukturierte Beschichtung kann polarisationsselektiv arbeiten. Die Strukturierung kann in Form von auf die Scheibenanordnung z. B. in Gitterform aufgedampfter feiner Drähte ausgestaltet sein. Vorteilhaft kann durch eine elektrische Feldkomponente parallel zu den Drähten ein besonders hoher Reflektivität für p-polarisiertes Licht der Bilderzeugungseinheit erreicht werden.

[0013] Exemplarisch besteht die metallische Beschichtung aus Silber oder Aluminium und weist eine Schichtdicke von 5 nm bis 9 nm, insbesondere von 7 nm auf, wobei hierbei Abweichungen von der angegebenen Schichtdicke im Bereich von ± 30 % miterfasst sind. Diese Ausführungsform leistet einen Beitrag, einen besonders hohen Anteil des von der Bilderzeugungseinheit erzeugten p-polarisierten Lichts zu reflektieren. Insbesondere kann im sichtbaren Wellenlängenbereich mit steigender Wellenlänge ein höherer Anteil des von der Bilderzeugungseinheit erzeugten p-polarisierten Lichts reflektiert werden, so dass die Farben im oberen sichtbaren Wellenlängenbereich besonders gut darstellbar sind.

[0014] Zusätzlich zu einer metallischen Beschichtung kann die reflektierende Struktur nichtmetallische Elemente umfassen, z. B. Prismen, Hologramme oder photonische Kristalle, bei denen insbesondere Licht der Bilderzeugungseinheit mit einem Ausfallswinkel ungleich des Einfallswinkels reflektiert und so zu einem Nutzer des Head-Up-Displays geleitet werden kann.

[0015] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist vorteilhaft vorgesehen, dass das durch die Bilderzeugungseinheit abgestrahlte Licht mit einem Einfallswinkel in einem Winkelbereich zwischen 55° und 70° auf die Scheibenanordnung projiziert wird. Zur Erzeugung des Einfallswinkels in dem genannten Winkelbereich kann das durch die Bilderzeugungseinheit erzeugte Licht z. B. mittels eines Optikmoduls entsprechend abgelenkt werden. Diese Ausführungsform ermöglicht, insbesondere ein Doppelbild möglichst stark zu unterdrücken, indem nahezu ausschließlich die reflektierende Struktur des Scheibenelements von der Bilderzeugungseinheit ausgesandtes p-polarisiertes Licht in Richtung des Sichtfelds eines Nutzers reflektiert. Von der übrigen Scheibenanordnung hingegen wird ein großer Anteil des von der Bilderzeugungseinheit ausgesandten p-polarisierten Lichts in dem genannten Einfallswinkelbereich besonders stark transmittiert und nur zu einem besonders geringen Anteil reflektiert. Dieser Effekt ist besonders hoch, wenn das von der Bilderzeugungseinheit erzeugte p-polarisierte Licht in einem Einfallswinkel im Bereich des Brewster-Winkels auf die Scheibenanordnung trifft.

[0016] Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird das Licht der Bilderzeugungseinheit unter dem Brewster-Winkel auf die Scheibenanordnung emittiert.

[0017] Die Scheibenanordnung kann vorteilhaft zwei zueinander parallel verlaufende Grenzflächen aufweisen, so dass diese Ausführungsform als keilfrei bezeichnet werden kann. Auf einen keilförmigen Querschnitt der Scheibenanordnung kann verzichtet werden. Dies vereinfacht insbesondere den Ferti-

gungs- und Materialaufwand. Die Grenzflächen stellen dabei jeweils den Übergang von der Scheibenanordnung zum umgebenden Medium dar, beispielsweise zur Innenluft des Fahrzeuginnenraums eines Pkw einerseits und zur Außenluft der äußeren Umgebung des Pkws andererseits. Diese Ausführungsform kann zum Beispiel der **Fig. 2** entnommen werden.

[0018] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist vorteilhaft vorgesehen, dass die Scheibenanordnung ein erstes Scheibenelement und ein zweites Scheibenelement aufweist, wobei die reflektierende Struktur zwischen dem ersten Scheibenelement und dem zweiten Scheibenelement angeordnet ist. Hierbei kann z. B. das erste Scheibenelement eine dem Fahrgastinnenraum eines Pkw zugewandte Innenscheibe und das zweite Scheibenelement eine der Außenumgebung zugewandte Außenscheibe bilden. Diese Ausführungsform leistet insbesondere einen Beitrag, dass die reflektierende Struktur besonders sicher vor äußeren Umwelteinflüssen geschützt ist. Die reflektierende Struktur kann insbesondere sandwichartig angeordnet sein, das heißt sie berührt beide Scheibenelemente.

[0019] In diesem Zusammenhang ist besonders vorteilhaft, dass die reflektierende Struktur eine metallische Beschichtung aufweist, welche auf dem ersten Scheibenelement oder dem zweiten Scheibenelement aufgebracht ist. Dadurch kann insbesondere der Fertigungsaufwand verringert werden, indem die metallische Beschichtung auf eines der Scheibenelemente aufgebracht und anschließend mit dem anderen Scheibenelement verbunden wird. Alternativ ist vorgesehen, dass zwischen dem ersten Scheibenelement und dem zweiten Scheibenelement eine Zwischenfolie angeordnet ist, auf welcher die metallische Beschichtung aufgebracht ist. Die Zwischenfolie besteht bevorzugt aus Polyvinylbutyral (PVB), und bedeckt die Scheibenelemente vollflächig oder großflächig. Dies hat insbesondere im Falle eines Bruchs der Scheibe den Vorteil, dass deren Splitter zum Großteil an der Zwischenfolie haften können und insbesondere nicht oder nur teilweise in den Fahrgastinnenraum des Pkw gelangen.

[0020] Das erfindungsgemäße Verfahren nach Anspruch 7 zur Erzeugung eines virtuellen Bilds mittels eines Head-Up-Displays umfasst die Schritte:

- Bereitstellen eines Head-Up-Display nach einem der vorstehenden Ansprüchen,
- Emittieren von p-polarisiertem Licht mittels der Bilderzeugungseinheit und
- Reflektieren des p-polarisierten Lichts mittels der reflektierenden Struktur.

[0021] Bezüglich vorteilhafter Ausführungsformen und Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Ver-

fahrens gelten die Ausführungen im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Head-Up-Display entsprechend, so dass zur Vermeidung von Wiederholungen darauf verwiesen wird. Selbiges gilt für die ebenfalls erfindungsgemäß vorgesehene Verwendung von p-polarisiertem Licht in einem Head-Up-Display nach Anspruch 8, wobei das p-polarisierte Licht von einer p-polarisiertes Licht reflektierenden Struktur der Scheibenanordnung in den Sichtbereich eines Nutzers des Head-Up-Displays reflektiert wird.

[0022] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist ein Fahrzeug mit einem Head-Up-Displays, wie es hierin beschrieben ist, angegeben.

Figurenliste

[0023] Im Folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Hierbei zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Pkws mit einem Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Head-Up-Displays,

Fig. 2 den Strahlengang an dem Head-Up-Display aus **Fig. 1** in einer vergrößerten schematischen Seitenansicht,

Fig. 3 ein Flussdiagramm für ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Erzeugung eines virtuellen Bilds mittels eines erfindungsgemäßen Head-Up-Displays,

Fig. 4 den Strahlengang durch ein Head-Up-Display mit einem $\Lambda/2$ -Element,

Fig. 5 den Strahlengang durch ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Head-Up-Displays mit einer strukturiert ausgeführten metallischen Beschichtung,

Fig. 6 den Strahlengang durch ein Head-Up-Display mit einer metallischen Beschichtung und einem $\Lambda/4$ -Element sowie

Fig. 7 den Strahlengang durch ein Head-Up-Display mit einem $\Lambda/4$ -Element.

Detaillierte Beschreibung von Ausführungsbeispielen

[0024] **Fig. 1** zeigt einen Pkw 10 mit einem Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Head-Up-Displays, welches eine Bilderzeugungseinheit 2 und eine Scheibenanordnung 3 aus Glas umfasst. Neben Glas können auch andere Materialien z. B. Kunststoff eingesetzt werden. Ein Nutzer N sitzt in dem Innenraum I des Pkws auf dessen Fahrersitz, so dass das durch das Head-Up-Display 1 erzeugte virtuelle Bild in den Sichtbereich des Nutzers N gelangen kann. Der Nutzer N trägt eine polarisationsselektive Sonnenbrille S, welche für s-polarisiertes Licht undurchlässig oder nahezu undurchlässig ist.

[0025] Die Bilderzeugungseinheit 2 weist eine nicht dargestellte TFT-Einheit auf, welche p-polarisiertes Licht, in der Zeichnung durch einen Lichtstrahl 4p dargestellt, erzeugt und aussendet. Wie weiterhin aus **Fig. 2** ersichtlich, umfasst die Scheibenanordnung 3 eine reflektierende Struktur, welche in diesem Ausführungsbeispiel aus einer metallischen Beschichtung 5 aus Aluminium mit einer Schichtdicke von 7nm besteht. Diese metallische Beschichtung 5 ist dazu eingerichtet, derart teilreflektierend für p- und s-polarisiertes Licht zu wirken, dass ca. 50 % des Lichts - unabhängig von seiner Polarisationsrichtung - transmittiert wird.

[0026] Die Scheibenanordnung 3 weist ferner ein erstes Scheibenelement in Form einer Innenscheibe 3i und ein zweites Scheibenelement in Form einer Außenscheibe 3a auf. Die metallische Beschichtung 5 ist auf der dem Innenraum I des Pkws 10 abgewandten Außenseite der Innenscheibe 3i aufgebracht und berührt sandwichartig die dem Innenraum I des Pkws 10 zugewandte Innenseite der Außenscheibe 3a. Die dem Innenraum I abgewandte Außenseite der Außenscheibe 3a bildet eine äußere Grenzfläche 6 zu der den Pkw 10 umgebenden Außenluft 7 und die dem Innenraum I zugewandte Innenseite der Innenscheibe 3i bildet eine innere Grenzfläche 7 zu der in dem Innenraum I befindlichen Innenluft 8. Die Grenzflächen 6 und 7 verlaufen parallel zueinander. Mit anderen Worten ist die Scheibenanordnung keilfrei.

[0027] **Fig. 3** zeigt den Ablauf eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Erzeugung eines virtuellen Bilds mittels des Head-Up-Displays 1 nach **Fig. 1** und **Fig. 2**. Zunächst wird in einem ersten Verfahrensschritt 100 das Head-Up-Display 1 nach **Fig. 1** und **Fig. 2** bereitgestellt. Anschließend wird in einem zweiten Verfahrensschritt 200 mittels der Bilderzeugungseinheit 2 p-polarisiertes Licht 4p erzeugt. Dabei wird der von der Bilderzeugungseinheit 2 erzeugte Lichtstrahl 4p auf die Scheibenanordnung 3 mit einem Einfallswinkel von ca. 64° gelenkt. In einem dritten Verfahrensschritt wird der Lichtstrahl 4p von der metallischen Beschichtung 5 derart reflektiert, dass der reflektierte Anteil des Lichtstrahls 4p in den Sichtbereich des Nutzers N gelangt. Auch der reflektierte Lichtstrahl 4p ist p-polarisiert und wird durch die Sonnenbrille S des Nutzers N nicht herausgefiltert, sondern transmittiert, so dass der Nutzer N das durch das Head-Up-Display 1 erzeugte virtuelle Bild ohne Doppelbild optisch wahrnehmen kann.

[0028] **Fig. 4** zeigt den Strahlengang durch eine Scheibenanordnung 3 eines hier nicht beanspruchten Head-Up-Displays 1, wobei die Scheibenanordnung wie in **Fig. 1** und **Fig. 2** eine Innenscheibe 3i und eine Außenscheibe 3a umfasst. Zwischen der Innenscheibe 3i und der Außenscheibe 3a ist ein

Lambda/2-Element 9 angeordnet, welches zusammen mit der dem Innenraum I abgewandten äußeren Grenzfläche 6 der Außenscheibe 3a eine reflektierende Struktur 5 bildet.

[0029] Der Strahlengang verläuft im Einzelnen wie folgt:

1. Das von der Bilderzeugungseinheit 2 erzeugte p-polarisierte Licht 4p verlässt in Richtung der Scheibenanordnung 3 abgelenkt die Bilderzeugungseinheit 2.
2. Beim Auftreffen auf die innere Grenzfläche 7 der Innenscheibe 3i wird bei dazu geeignetem Einfallswinkel ein relativ geringer, nicht dargestellter Anteil des p-polarisierten Lichts 4p reflektiert (schwacher Fresnelreflex) und ein relativ hoher Anteil des p-polarisierten Lichts 4p durchläuft die Innenscheibe 3i.
3. Beim Auftreffen des p-polarisierten Lichts 4p auf dem zwischen der Innenscheibe 3i und der Außenscheibe 3a angeordneten Lambda/2-Element 9 dreht Letzteres die Polarisation des Lichts 4p um ca. 90°, d. h., das p-polarisierte Licht 4p wird in s-polarisiertes Licht 4s gewandelt.
4. Das nunmehr s-polarisierte Licht 4s durchläuft die Außenscheibe 3a und trifft mit einem derartigen Einfallswinkel auf deren äußere Grenzfläche 6, dass ein relativ hoher Anteil des s-polarisierten Lichts 4s reflektiert wird (starker Fresnelreflex) und ein relativ geringer, nicht dargestellter Anteil des s-polarisierten Lichts 4s die Außenscheibe 3a verlässt.
5. Beim Auftreffen auf dem Lambda/2-Element 9 dreht Letzteres die Polarisation des s-polarisierten Lichts 4s erneut um ca. 90°, so dass das s-polarisierte Licht 4s wieder in p-polarisiertes Licht 4p gewandelt wird.
6. Das nunmehr wieder p-polarisierte Licht 4p durchläuft die Innenscheibe 3i in Richtung des Innenraums I und trifft mit einem derartigen Einfallswinkel auf die innere Grenzfläche des ersten Scheibenelements 3i, dass es relativ stark transmittiert und relativ gering reflektiert wird.
7. Das transmittierte, p-polarisierte Licht 4p tritt durch die Gläser der Sonnenbrille S des Nutzers N.

[0030] **Fig. 5** zeigt den Strahlengang durch eine Scheibenanordnung 3 einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Head-Up-Displays 1, wobei die reflektierende Struktur aus einer strukturiert ausgeführten metallischen Beschichtung 5 besteht, welche eine Mehrzahl dünner Metallstreifen aufweist. Die Scheibenanordnung 3 umfasst, wie in **Fig. 1** und **Fig. 2** dargestellt, eine Innenscheibe 3i und eine

Außenscheibe 3a, zwischen welchen die reflektierende Struktur angeordnet ist.

[0031] Der Strahlengang verläuft im Einzelnen wie folgt:

1. Das von der Bilderzeugungseinheit 2 erzeugte p-polarisierte Licht 4p verlässt in Richtung der Scheibenanordnung 3 die Bilderzeugungseinheit 2.
2. Beim Auftreffen auf die innere Grenzfläche 7 der Innenscheibe 3i wird bei dazu geeignetem Einfallswinkel ein relativ geringer, nicht dargestellter Anteil des p-polarisierten Lichts 4p reflektiert (schwacher Fresnelreflex) und ein relativ hoher Anteil des p-polarisierten Lichts 4p durchläuft die Innenscheibe 3i.
3. Beim Auftreffen des p-polarisierten Lichts 4p auf der reflektierenden Struktur 5 werden in diesem Beispiel ca. 50 % des p-polarisierten Lichts 4p transmittiert und ein relativ hoher Anteil des übrigen p-polarisierten Lichts 4p reflektiert. Ebenfalls ist es gemäß diesem Ausführungsbeispiel möglich, dass die Bilderzeugungseinheit 3 nicht-polarisiertes Licht erzeugt und auf die Scheibenanordnung 3 bzw. die reflektierende Struktur 5 lenkt, da Letztere s-polarisiertes Licht zu nahezu 100 % transmittiert.
- 4a. Das transmittierte p-polarisierte Licht 4p durchläuft die Außenscheibe 3a und trifft mit einem derartigen Einfallswinkel auf deren äußere Grenzfläche 6, dass ein relativ hoher Anteil des p-polarisierten Lichts 4p transmittiert wird (schwacher Fresnelreflex) und ein zu vernachlässigender, nicht dargestellter Anteil des p-polarisierten Lichts 4p reflektiert wird. Ein Doppelbild wird dadurch im Falle der überwiegenden p-Polarisation des einfallenden Lichts vermieden.
- 4b. Das reflektierte p-polarisierte Licht 4p hingegen durchläuft erneut die Innenscheibe 3i (diesmal in Richtung des Innenraums I) und trifft mit einem derartigen Einfallswinkel auf deren innere Grenzfläche 7, dass ein relativ hoher Anteil des p-polarisierten Lichts 4p transmittiert wird (schwacher Fresnelreflex) und ein zu vernachlässigender, nicht dargestellter Anteil des p-polarisierten Lichts 4p reflektiert wird.
5. Das transmittierte, p-polarisierte Licht 4p tritt durch die Gläser der Sonnenbrille S des Nutzers N.

[0032] Fig. 6 zeigt den Strahlengang durch eine Scheibenanordnung 3 eines hier nicht beanspruchten Head-Up-Displays 1, wobei die Scheibenanordnung 3 eine Innenscheibe 3i und eine Außenscheibe 3a umfasst, zwischen denen eine metallische Beschichtung 9 angeordnet ist. Eine reflektierende

Struktur 5 wird insgesamt durch ein ebenfalls zwischen der Innenscheibe 3i und der Außenscheibe 3a angeordnetes Lambda/4-Element 10 sowie die dem Innenraum I abgewandte äußere Grenzfläche 6 der Außenscheibe 3a gebildet.

[0033] Der Strahlengang verläuft im Einzelnen wie folgt:

1. Das von der Bilderzeugungseinheit 2 erzeugte linear-p-polarisierte Licht 4p verlässt in Richtung der Scheibenanordnung 3 abgelenkt die Bilderzeugungseinheit 2.
2. Beim Auftreffen auf die innere Grenzfläche 7 der Innenscheibe 3i wird bei dazu geeignetem Einfallswinkel ein relativ geringer, nicht dargestellter Anteil des p-polarisierten Lichts 4p reflektiert (schwacher Fresnelreflex) und ein relativ hoher Anteil des p-polarisierten Lichts 4p durchläuft die Innenscheibe 3i.
3. Beim Auftreffen des p-polarisierten Lichts 4p auf das Lambda/4-Element 10 wird dieses in zirkular polarisiertes Licht 4z gewandelt. Durch die metallische Beschichtung 9, hier der Übersichtlichkeit halber zusammen mit dem Lambda/4-Element 10 dargestellt, wird ein Anteil transmittiert und ein anderer reflektiert, der nun wiederum von dem Lambda/4-Element 10 in s-polarisiertes Licht gewandelt wird.
- 4a. Das nunmehr s-polarisierte Licht 4s durchläuft erneut die Innenscheibe 3i (diesmal in Richtung des Innenraums I).
- 4b. Das nunmehr zirkular-polarisierte Licht 4z hingegen durchläuft die Außenscheibe 3a und trifft mit einem derartigen Einfallswinkel auf deren äußere Grenzfläche 6, dass ein Anteil des zirkular-polarisierten Lichts 4z als s-polarisiertes Licht 4s reflektiert wird (Fresnelreflex) und der übrige Anteil des vorher z-polarisierten Lichts 4z als p-polarisiertes Licht 4p die Außenscheibe 3a verlässt.
5. Das reflektierte s-polarisierte Licht 4s durchläuft die Außenscheibe 3a in Richtung des Innenraums I. Beim Auftreffen auf das Lambda/4-Element 10 wandelt Letzteres das s-polarisierte Licht 4s in zirkular polarisiertes Licht 4z.
6. Das nunmehr zirkular-polarisierte Licht 4z durchläuft die Innenscheibe 3i und trifft mit einem derartigen Einfallswinkel auf deren innere Grenzfläche 7, dass ein nicht dargestellter Anteil des zirkular-polarisierten Lichts 4z als s-polarisiertes Licht 4s reflektiert wird (Fresnelreflex) und der übrige Anteil des z-polarisierten Lichts 4z als überwiegend p-polarisiertes Licht 4p die Innenscheibe 3i verlässt.

7. Das transmittierte, überwiegend p-polarisierte Licht 4p tritt durch die Gläser der Sonnenbrille S des Nutzers N.

[0034] Der Nutzer sieht ohne polarisierende Sonnenbrille noch ein Doppelbild, mit der Sonnenbrille aber weiterhin die HUD-Anzeige.

[0035] Es sei angemerkt, dass in dem Beispiel der Fig. 6 auch das untere Signal als Nutzsignal verwendet werden kann. Das obere Signal ist ein nicht zu vernachlässigendes, p-polarisiertes Signal, es wird jedoch stärker abgeschwächt, als bei den anderen Lösungen. Da das p-polarisierte Signal für den nicht-Sonnenbrillenträger das schwächere der beiden ist, kann also, das untere Signal auch verwendet werden.

[0036] Fig. 7 zeigt den Strahlengang durch eine Scheibenanordnung 3 eines hier nicht beanspruchten Head-Up-Displays 1, wobei die Scheibenanordnung 3 eine Innenscheibe 3i und eine Außenscheibe 3a umfasst. Eine reflektierende Struktur 5 wird durch ein zwischen der Innenscheibe 3i und der Außenscheibe 3a angeordnetes Lambda/4-Element 10 sowie die dem Innenraum I abgewandte äußere Grenzfläche 6 der Außenscheibe 3a gebildet.

[0037] Der Strahlengang verläuft im Einzelnen wie folgt:

1. Das von der Bilderzeugungseinheit 2 erzeugte linear-p-polarisierte Licht 4p verlässt in Richtung der Scheibenanordnung 3 abgelenkt die Bilderzeugungseinheit 2.

2. Beim Auftreffen auf die innere Grenzfläche 7 der Innenscheibe 3i wird bei dazu geeignetem Einfallswinkel ein relativ geringer, nicht dargestellter Anteil des p-polarisierten Lichts 4p reflektiert (schwacher Fresnelreflex) und ein relativ hoher Anteil des p-polarisierten Lichts 4p durchläuft die Innenscheibe 3i.

3. Beim Auftreffen des p-polarisierten Lichts 4p auf dem Lambda/4-Element 10 wandelt Letzteres das Licht 4p in zirkular-polarisiertes Licht 4z.

4. Das nunmehr zirkular-polarisierte Licht 4z durchläuft die Außenscheibe 3a und trifft mit einem derartigen Einfallswinkel auf deren äußere Grenzfläche 6, dass ein Anteil des zirkular-polarisierten Lichts 4z als s-polarisiertes Licht 4s reflektiert wird verlässt.

5. Das reflektierte s-polarisierte Licht 4s durchläuft die Außenscheibe 3a in Richtung des Innenraums I. Beim Auftreffen auf das Lambda/4-Element 10 wandelt Letzteres das s-polarisierte Licht 4p in zirkular polarisiertes Licht 4z.

6. Das nunmehr zirkular-polarisierte Licht 4z durchläuft die Innenscheibe 3i und wird zu einem relativ großen Anteil von der Innenscheibe 3i transmittiert.

7. Der p-polarisierte Anteil des transmittierten, vormals zirkular-polarisierten Lichts 4z tritt durch die Gläser der Sonnenbrille S des Nutzers N.

Patentansprüche

1. Head-Up-Display (1) umfassend

- eine Bilderzeugungseinheit (2) und
- eine Scheibenanordnung (3), wobei
- die Bilderzeugungseinheit (2) dazu eingerichtet ist, p-polarisiertes Licht (4p) zu emittieren,
- die Scheibenanordnung (3) eine reflektierende Struktur (5) aufweist, welche dazu eingerichtet ist, p-polarisiertes Licht (4) zu reflektieren, wobei die reflektierende Struktur aus einer strukturiert ausgeführten metallischen Beschichtung (5) besteht, welche eine Mehrzahl dünner Metallstreifen aufweist **dadurch gekennzeichnet**, dass für die strukturiert ausgeführte metallische Beschichtung (5) auf eine für eine Windschutzscheibenheizung in der Scheibenanordnung (3) vorhandene metallische Beschichtung zurückgegriffen wird.

2. Head-Up-Display (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das durch die Bilderzeugungseinheit (2) emittierte Licht (4) mit einem Einfallswinkel in einem Winkelbereich zwischen 55° und 70° auf die Scheibenanordnung (3) projiziert wird.

3. Head-Up-Display (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Scheibenanordnung (3) zueinander parallel verlaufende Grenzflächen (6, 7) aufweist.

4. Head-Up-Display (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Scheibenanordnung (3) ein erstes Scheibenelement (3i) und ein zweites Scheibenelement (3a) aufweist, wobei die reflektierende Struktur (5) zwischen dem ersten Scheibenelement (3i) und dem zweiten Scheibenelement (3a) angeordnet ist.

5. Head-Up-Display (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die metallische Beschichtung einen Bereich der Fläche der Scheibenanordnung abdeckt.

6. Head-Up-Display (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die reflektierende Struktur (5) zusätzlich zur metallischen Beschichtung nichtmetallische Elemente umfaßt, bei denen Licht der Bilderzeugungseinheit (2) mit einem Ausfallswinkel ungleich des Einfallswinkels reflektiert wird.

7. Verfahren zur Erzeugung eines virtuellen Bilds mittels eines Head-Up-Displays (1) umfassend die Schritte:

- (100) Bereitstellen eines Head-Up-Displays (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche,
- (200) Emittieren von p-polarisiertem Licht (4p) mittels der Bilderzeugungseinheit (2) und
- (300) Reflektieren des p-polarisierten Lichts (4p) mittels der reflektierenden Struktur (5).

8. Verwendung von p-polarisiertem Licht (4p) in einem Head-Up-Display (1), wobei das p-polarisierte Licht (4p) einer Bilderzeugungseinheit des Head-Up-Displays von einer p-polarisiertes Licht reflektierenden Struktur (5) der Scheibenanordnung (3) in einen Sichtbereich eines Nutzers (N) des Head-Up-Displays (1) reflektiert wird, wobei die reflektierende Struktur aus einer strukturiert ausgeführten metallischen Beschichtung (5) besteht, welche eine Mehrzahl dünner Metallstreifen aufweist, und wobei für die strukturiert ausgeführte metallische Beschichtung (5) auf eine für eine Windschutzscheibenheizung in der Scheibenanordnung (3) vorhandene metallische Beschichtung zurückgegriffen wird.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

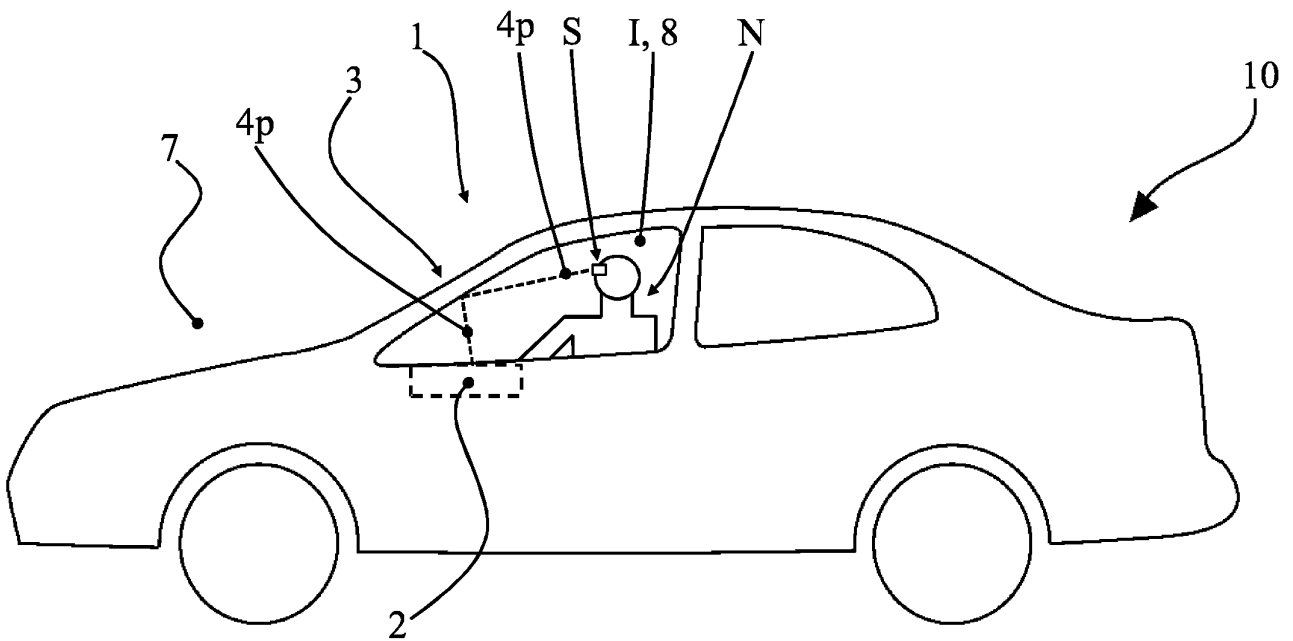


Fig. 2

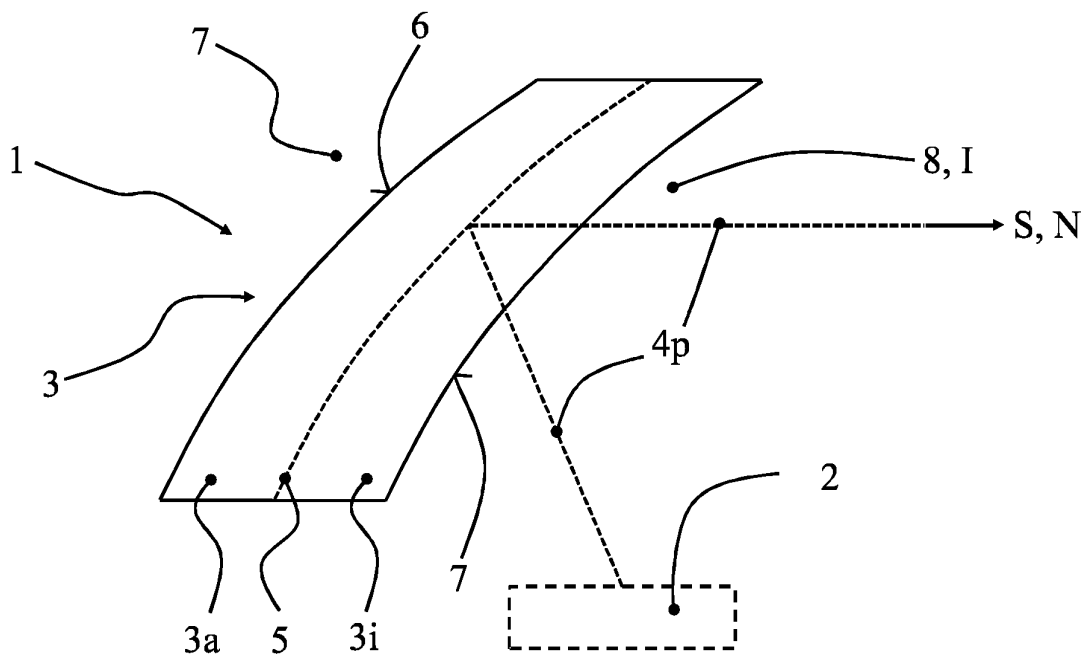


Fig. 3

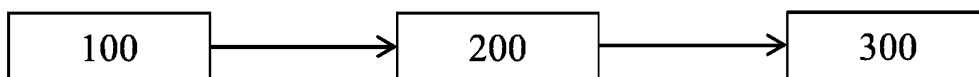


Fig. 4

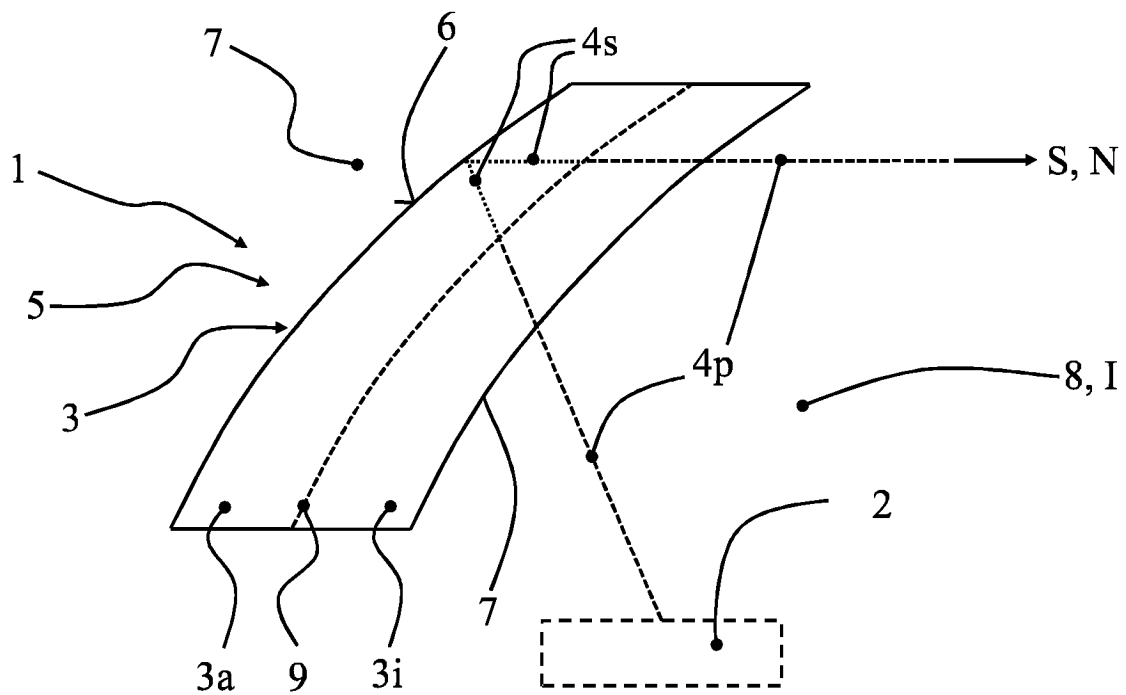


Fig. 5

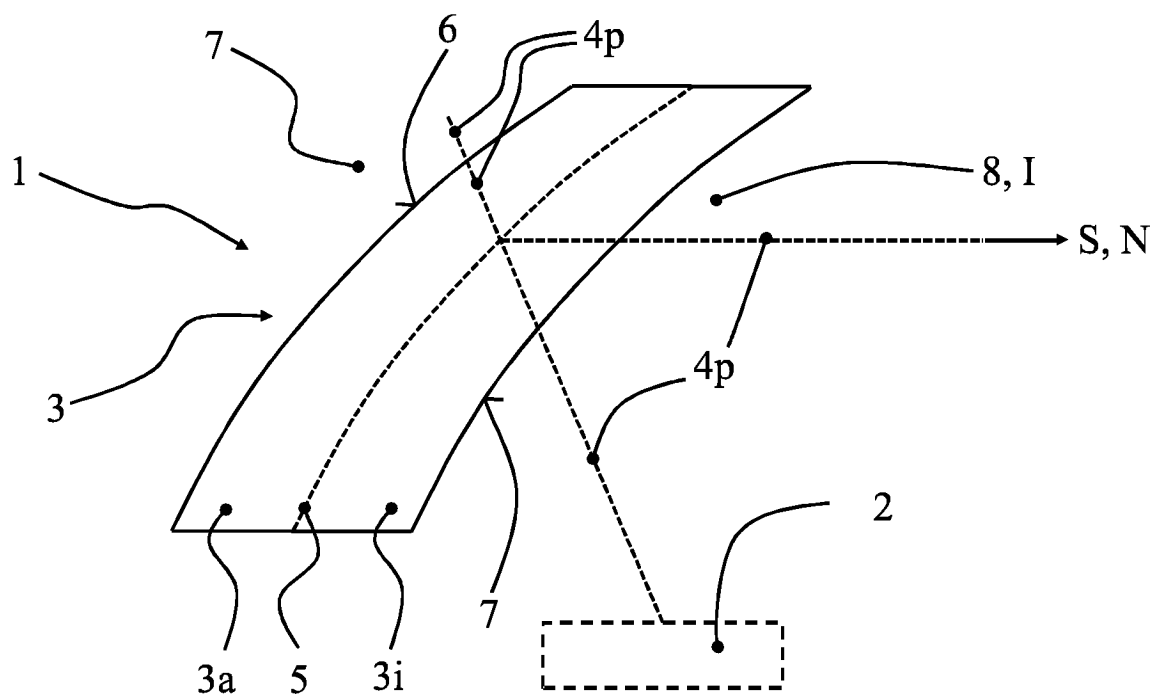


Fig. 6

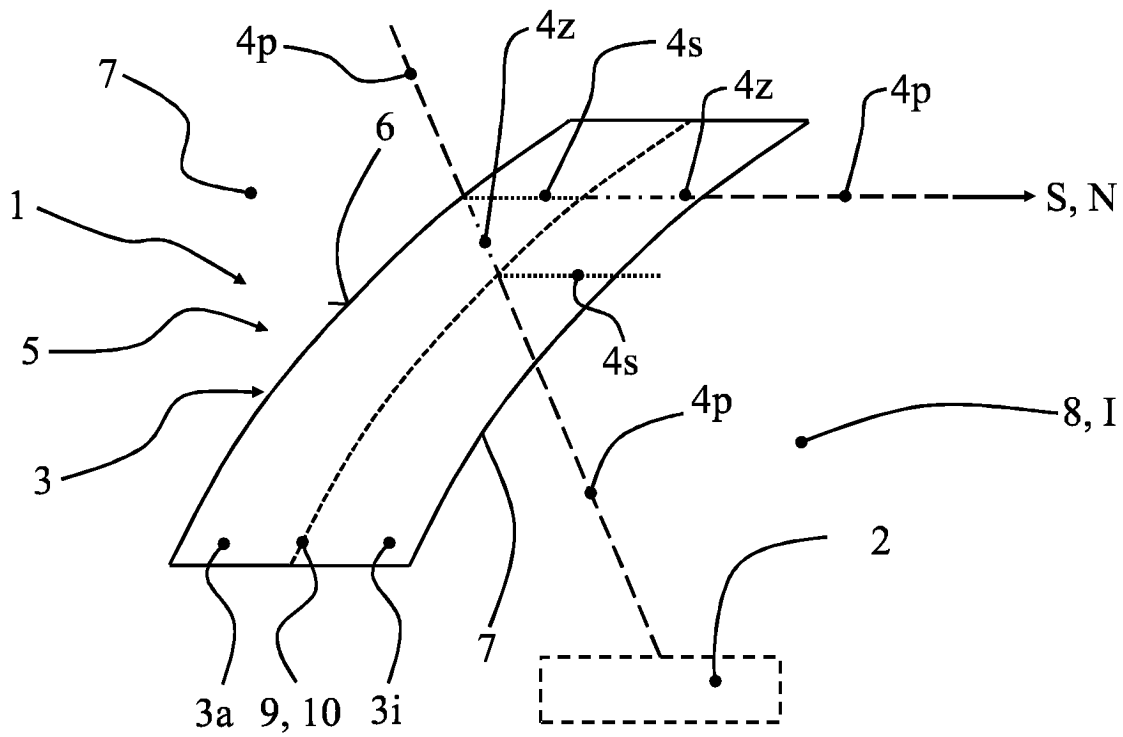


Fig. 7

