

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
12. Dezember 2024 (12.12.2024)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2024/251330 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G02B 27/01 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2024/200037

(22) Internationales Anmeldedatum:
07. Mai 2024 (07.05.2024)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2023 205 229.6
05. Juni 2023 (05.06.2023) DE

(71) Anmelder: CONTINENTAL AUTOMOTIVE TECHNOLOGIES GMBH [DE/DE]; Continental-Plaza 1, 30175 Hannover (DE).

(72) Erfinder: KRÜGER, Daniel; c/o Continental Automotive Technologies GmbH, Continental-Plaza 1, 30175 Hannover (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: DISPLAY DEVICE WITH AN IMAGE-FORMING UNIT WITH A FOLDING MIRROR

(54) Bezeichnung: ANZEIGEVORRICHTUNG MIT EINER BILDGEBENDEN EINHEIT MIT EINEM FALTSPIEGEL

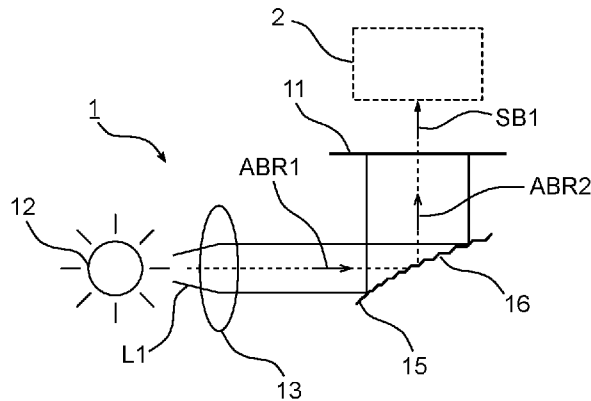


FIG. 3

(57) **Abstract:** The invention relates to a display device and to transport means comprising a display device of this type. The display device has an image-forming unit (1) for generating an image and an optical unit (2) for projecting the image using a mirror unit. The image-forming unit (1) has a folding mirror (15), which is arranged between a light source (12) and a display element (11) transilluminated by the light (L1) from the light source (12). The folding mirror (15) has microstructures (16) having first mirror surfaces, which are arranged at a first angle relative to a direction of propagation (ABR1) of the light (L1) and are spaced apart from one another to form gaps. Second surfaces are arranged in the gaps, at a second angle relative to the direction of propagation (ABR1) of the light (L1). The width of the gaps varies over a surface of the folding mirror (15).

(57) **Zusammenfassung:** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Anzeigevorrichtung sowie ein Fortbewegungsmittel mit einer solchen Anzeigevorrichtung. Die Anzeigevorrichtung weist eine bildgebende Einheit (1) zum Erzeugen eines Bildes und eine Optikeinheit (2) zum Projizieren des Bildes mittels einer Spiegeleinheit auf. Die bildgebende Einheit (1) weist dabei einen Faltspiegel (15) auf, der zwischen einer Lichtquelle (12) und einem vom Licht (L1) der Lichtquelle (12) durchleuchteten Anzeigeelement (11) angeordnet ist. Der Faltspiegel (15) weist Mikrostrukturen (16) auf, die erste Spiegelflächen aufweisen, die in einem ersten Winkel relativ zu einer Ausbreitungsrichtung (ABR1) des Lichtes (L1) angeordnet sind und die Lücken bildend voneinander beabstandet sind. In den Lücken sind zweite Flächen in einem zweiten Winkel relativ zur Ausbreitungsrichtung (ABR1) des Lichtes (L1) angeordnet. Eine Breite der

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Lücken variiert dabei über eine Fläche des Faltspiegels (15).

Beschreibung

Anzeigevorrichtung mit einer bildgebenden Einheit mit einem Faltspiegel

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Anzeigevorrichtung, welche eine bildgebende Einheit mit einem Faltspiegel aufweist. Die Erfindung betrifft zudem ein Fortbewegungsmittel mit einer solchen Anzeigevorrichtung.

10 Unter einem Head-Up-Display, auch als HUD bezeichnet, wird ein Anzeigesystem verstanden, bei dem der Betrachter seine Blickrichtung beibehalten kann, da die darzustellenden Inhalte in sein Sichtfeld eingeblendet werden. Während derartige Systeme aufgrund ihrer Komplexität und Kosten ursprünglich vorwiegend im Bereich der Luftfahrt Verwendung fanden, werden sie inzwischen auch im Automobilbereich in Großserie verbaut.

15 Head-Up-Displays bestehen im Allgemeinen aus einer bildgebenden Einheit oder PGU (Picture Generating Unit), einer Optikeinheit und einer Spiegeleinheit. Die bildgebende Einheit erzeugt das Bild und nutzt dazu zumindest ein Anzeigeelement. Die meisten heutigen Head-Up-Displays verwenden zur
20 Bildgenerierung LCD-basierte Displays (LCD: Liquid Crystal Display; Flüssigkristallanzeige). Die Optikeinheit leitet das Bild auf die Spiegeleinheit. Die Spiegeleinheit ist eine teilweise spiegelnde, lichtdurchlässige Scheibe. Der Betrachter sieht also die von der bildgebenden Einheit dargestellten Inhalte als virtuelles Bild und gleichzeitig die reale Welt hinter der Scheibe. Als Spiegeleinheit
25 dient im Automobilbereich oftmals die Windschutzscheibe, deren gekrümmte Form bei der Darstellung berücksichtigt werden muss. Durch das Zusammenwirken von Optikeinheit und Spiegeleinheit ist das virtuelle Bild eine vergrößerte Darstellung des von der bildgebenden Einheit erzeugten Bildes.

30 Die DE 10 2021 214 549 B3 beschreibt ein Head-Up-Display für ein Fortbewegungsmittel, mit einer bildgebenden Einheit zum Erzeugen eines Bildes

und einer Optikeinheit zum Projizieren des Bildes durch eine Spiegeleinheit. Die bildgebende Einheit weist einen Faltspiegel auf, der zwischen einer Lichtquelle und einem von dieser durchleuchteten Anzeigeelement in einem Anstellwinkel zur Ausbreitungsrichtung des von der Lichtquelle auf ihn einfallenden Lichts

5 angeordnet ist. Der Faltspiegel weist Mikrostrukturen auf, wobei die Mikrostrukturen erste Spiegelflächen aufweisen, die in einem vom Anstellwinkel des Faltspiegels abweichenden ersten Winkel angeordnet sind, und Lücken bildend voneinander beabstandet sind, wobei in den Lücken zweite Flächen in einem zweiten Winkel angeordnet sind.

10 Die US 2019 / 0 212 560 A1 beschreibt ein Head-Up-Display für ein Fortbewegungsmittel, mit einer bildgebenden Einheit zum Erzeugen eines Bildes und einem optischen System, das eine vorbestimmte Korrektur des von der bildgebenden Einheit erzeugten Bildes durchführt. Die bildgebende Einheit weist
15 einen Lichtleiter mit einer geneigten reflektierenden Fläche auf. Die reflektierende Fläche weist eine Struktur mit einer Vielzahl von reflektierenden Teilflächen auf.

Head-Up-Displays erleiden je nach Größe des virtuellen Bildes mehr oder weniger starke Homogenitätseinbußen aufgrund unterschiedlicher Auftreffwinkel des Lichts
20 insbesondere auf eine transparente Abdeckung der Optikeinheit und die Windschutzscheibe. Gerade bei sogenannten Augmented-Reality-Head-Up-Displays, d.h. Head-Up-Displays zur Darstellung von Inhalten in Form von erweiterter Realität, mit entsprechend großen Winkelspektren an der Abdeckung und an der Windschutzscheibe kann dies Konflikten mit Kundenanforderungen
25 führen. Trotz ideal ausgeleuchtetem Bildgeber können unter Umständen Kundenanforderungen hinsichtlich der Homogenität allein durch die vom Projektionssystem verursachte Inhomogenität nicht mehr erreicht werden.

Die vom Projektionssystem verursachten Inhomogenitäten verlaufen aufgrund der
30 entsprechenden Geometrien vorrangig vertikal. Eine beidseitige Antireflex-Beschichtung auf der Abdeckung kann den Effekt zwar mindern, aber nicht

ausreichend reduzieren. Zudem ist eine solche Beschichtung kostspielig und daher nicht üblich.

Dies macht es erforderlich, die Inhomogenität durch eine gegensätzliche
5 inhomogene Ausleuchtung des Bildgebers zu kompensieren, um eine akzeptable Homogenität des virtuellen Bildes zu erreichen. Dazu können beispielsweise die für die jeweiligen Anzeigebereiche verantwortlichen Leuchtdioden (LED; Light Emitting Diode) einer flächigen LED-Matrix-Beleuchtung unterschiedlich stark bestromt werden. Allerdings wird durch eine hochaufgelöste LED-Matrix-
10 Beleuchtung die Designfreiheit stark eingeschränkt, da sie mehr Bauraum erfordert. Zudem sind kostspieligere LED-Treiber und leistungstärkere LEDs erforderlich.

Vergleichbare Probleme treten auch bei anderen Projektionssystemen auf, die
15 weitere optische Elemente mit einem negativen Einfluss auf die Homogenität des projizierten Bildes verwenden.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, alternative Lösungen für die Ausgestaltung einer Anzeigevorrichtung bereitzustellen, die eine gute
20 Homogenität des projizierten Bildes erzielen.

Diese Aufgabe wird durch eine Anzeigevorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

25

Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung weist eine Anzeigevorrichtung eine bildgebende Einheit zum Erzeugen eines Bildes und eine Optikeinheit zum Projizieren des Bildes mittels einer Spiegeleinheit auf. Die bildgebende Einheit weist dabei einen Faltspiegel auf, der zwischen einer Lichtquelle und einem vom
30 Licht der Lichtquelle durchleuchteten Anzeigeelement angeordnet ist, wobei das auf den Faltspiegel auftreffende Licht kollimiert ist. Der Faltspiegel weist

Mikrostrukturen auf, die erste Spiegelflächen mit stets gleicher Ausrichtung und Ausdehnung aufweisen, die in einem ersten Winkel relativ zu einer Ausbreitungsrichtung des Lichtes angeordnet sind und die Lücken bildend voneinander beabstandet sind. In den Lücken sind zweite Flächen in einem
5 zweiten Winkel relativ zur Ausbreitungsrichtung des Lichtes angeordnet. Eine Breite der Lücken variiert dabei über eine Fläche des Faltspiegels.

Bei der erfindungsgemäßen Lösung wird durch die Variation der Breite der Lücken über die Fläche des Faltspiegels, d.h. durch eine Variation des Abstandes
10 benachbarter erster Spiegelflächen, eine lokale Intensitätsänderung auf dem Anzeigeelement erreicht. Die ersten Spiegelflächen stellen Lamellen des Faltspiegels dar. Die für einen Bereich des Anzeigeelementes, der zu dunkel erscheint, zuständigen reflektiven Lamellen werden erfindungsgemäß lokal in einem kleineren Abstand zueinander positioniert, wodurch diese Bereiche im
15 projizierten Bild aufgehellt werden. Auf diese Weise können alle Bereiche des projizierten Bildes auf eine einheitliche Leuchtdichte gebracht werden.

Erfindungsgemäß ist das auf den Faltspiegel auftreffende Licht kollimiert. Bei der beschriebenen Lösung ist der Winkel der ersten Spiegelflächen in Bezug auf die
20 Ausbreitungsrichtung des Lichtes konstant. Dies ist besonders vorteilhaft für kollimiertes Eingangslicht, da die Kollimation des einfallenden Lichtbündels beibehalten wird.

Gemäß einem Aspekt der Erfindung ist die Variation der Breite der Lücken über
25 die Fläche des Faltspiegels ausgestaltet, eine durch Komponenten in einem Projektionspfad der Anzeigevorrichtung verursachte Inhomogenität des projizierten Bildes auszugleichen. Durch die Variation des Abstandes der ersten Spiegelflächen können diejenigen Teile des Anzeigeelementes, die im Projektionspfad eine schlechtere Effizienz aufweisen, entlang der entsprechenden
30 Achse stärker beleuchtet werden als diejenigen Teile des Anzeigeelementes, die im Projektionspfad eine bessere Effizienz erfahren. Dazu kann die Effizienz des

Projektionspfades für verschiedene Bildpunkte simuliert werden, woraus sich eine limitierende Homogenität ergibt. Basierend auf diesen Inhomogenitätsdaten kann eine Polynomfunktion gefittet werden, aus der sich letztlich die lokale Breite der Lücken der Mikrostrukturen errechnen lässt, die zum Optimieren der Systemhomogenität erforderlich ist.

Gemäß einem Aspekt der Erfindung ist der Faltspiegel Teil eines transparenten Körpers mit im Wesentlichen keilförmigem Querschnitt, bei dem die Keilgrundfläche die der Lichtquelle zugewandte Lichteintrittsfläche ist, die Mikrostrukturen auf einer der großen Seitenflächen angeordnet sind und die andere große Seitenfläche die dem Anzeigeelement zugewandte Lichtaustrittsfläche ist. Auf diese Weise kann der Faltspiegel als Bestandteil eines großvolumigen Bauteils realisiert werden, das weniger anfällig ist als sehr dünne Bauteile. Dies vereinfacht die Handhabung bei der Herstellung.

Gemäß einem Aspekt der Erfindung leitet ein Polarisator Licht einer ersten Polarisation zum Anzeigeelement und Licht einer zweiten Polarisation in die Lücken und wandelt ein Retarder die Polarisation des in die Lücken geleiteten Lichts in die erste Polarisation um. Das in die Lücken geleitete Licht wird nach Passieren der Lücken Richtung Anzeigeelement geleitet. Diese Ausführungsform hat den Vorteil, dass ein Polarisationsrecycling erzielt wird und auch von den Lücken aus Licht zum Anzeigeelement gelangt. Üblicherweise wird nur eine der von der Lichtquelle erzeugten Polarisationsrichtungen verwendet, wenn ein Anzeigeelement verwendet wird, das linear polarisiertes Licht moduliert. Dies ist beispielsweise bei Flüssigkristallanzeigen (LCD; Liquid Crystal Display) der Fall. Die normalerweise nicht verwendete Polarisation wird nun mittels Polarisator und Retarder in die vom Anzeigeelement benötigte Polarisation umgewandelt und diesem zugeleitet, wozu die Lücken des Faltspiegels ausgenutzt werden. Das in die Lücken geleitete und diese passierende Licht hat die gleiche Polarisation wie das von den ersten Spiegelflächen polarisierte Licht. Das Anzeigeelement wird somit lückenlos mit Licht einer einzigen Polarisation beleuchtet. Da allerdings das

recycelte Licht in der Regel eine geringere Intensität aufweist, als das an den ersten Spiegelflächen reflektierte Licht, sind vorzugsweise weitere Streuer im System zur ausreichenden Homogenisierung vorgesehen. Auf diese Weise können Intensitätsunterschiede vermieden werden.

5

Gemäß einem Aspekt der Erfindung ist der Polarisator als reflektierender Polarisator ausgelegt und ist durch die ersten Spiegelflächen ausgebildet. Der Retarder ist dabei als die Polarisationsrichtung um 90° drehender Retarder ausgelegt und ist durch die Lücken ausgebildet. Ein solcher Retarder wird auch als $\lambda/2$ -Plättchen oder Halbwellenplatte bezeichnet. Diese Ausführungsform hat den Vorteil, dass die Funktionen von Reflexion von Licht an den Spiegelflächen und von Auffüllen der Lücken zwischen den Spiegelflächen mit Licht in einem einzigen Bauteil vereint ist. Ein solches Bauteil kann separat vorgefertigt und getestet werden. Zudem wird die Montage erleichtert.

15

Gemäß einem Aspekt der Erfindung ist der Polarisator als reflektierender Polarisator ausgelegt und ist zwischen Faltspiegel und Anzeigeelement angeordnet. Der Retarder ist dabei als lineare in zirkulare Polarisation umwandelnder Retarder ausgelegt und ist zwischen Faltspiegel und Polarisator angeordnet. Bei dieser Ausführungsform ist der ein Retarder, der lineare in zirkulare Polarisation umwandelt und vom Licht zweimal durchlaufen wird. Ein solcher Retarder wird auch als $\lambda/4$ -Plättchen oder Viertelwellenplatte bezeichnet. Hier wird also die Wirkung eines $\lambda/2$ -Plättchens aufgeteilt und die Verzögerung auf zwei Durchgänge verteilt. Der Retarder dieser Ausführungsform ist zwischen Faltspiegel und Polarisator angeordnet. Dies hat den Vorteil, dass die Bauteile flächig ausgelegt werden können, wodurch kostengünstige Bauteile aus Massenproduktion verwendbar sind.

20

25

30

Gemäß einem Aspekt der Erfindung ist der reflektierende Polarisator in einem von 90° abweichenden Winkel zur Ausbreitungsrichtung des vom Faltspiegel kommend auf ihn auftreffenden Lichts geneigt. Die zweiten Flächen sind dabei als

Spiegelflächen ausgelegt und parallel zum reflektierenden Polarisator angeordnet. Dies hat den Vorteil, dass vom reflektierenden Polarisator reflektiertes Licht, welches nicht oder kaum divergent ist, nicht auf die ersten Spiegelflächen zurückreflektiert wird, sondern bei geeigneter Wahl von Winkel und Abständen auf
5 eine der zweiten Spiegelflächen in den Lücken. Von diesen wird es parallel zum von den ersten Spiegelflächen reflektierten Licht Richtung Polarisator reflektiert, von dem es, nach Anpassung der Polarisationsrichtung mittels des Retarders, transmittiert wird. Somit wird ein sehr großer Teil des Lichts beider Polarisationen genutzt, und es werden durch die Lücken nahezu keine dunklen Bereiche
10 hervorgerufen.

Vorzugsweise wird eine erfindungsgemäße Anzeigevorrichtung in einem Fortbewegungsmittel eingesetzt. Bei dem Fortbewegungsmittel kann es sich beispielsweise um ein Kraftfahrzeug handeln, alternativ aber auch um ein
15 Luftfahrzeug, ein Schienenfahrzeug oder ein Wasserfahrzeug. Insbesondere kann die Anzeigevorrichtung dabei als Head-Up-Display ausgestaltet sein. Selbstverständlich kann eine erfindungsgemäße Anzeigevorrichtung aber auch in anderen Anwendungsbereichen eingesetzt und als andere Art von Projektionssystem ausgestaltet sein.

20 Weitere Merkmale der vorliegenden Erfindung werden aus der nachfolgenden Beschreibung und den angehängten Ansprüchen in Verbindung mit den Figuren ersichtlich.

25 Figurenübersicht

Fig. 1 zeigt schematisch ein Head-Up-Display gemäß dem Stand der Technik für ein Kraftfahrzeug;

30 Fig. 2 zeigt schematisch die bildgebende Einheit eines Head-Up-Displays;

Fig. 3 zeigt schematisch die bildgebende Einheit einer erfindungsgemäßen Anzeigevorrichtung;

Fig. 4 zeigt schematisch einen Faltspiegel der bildgebenden Einheit aus Fig. 3;

Fig. 5 zeigt schematisch eine erste Ausführungsform der Erfindung mit Polarisationsrecycling;

Fig. 6 zeigt schematisch eine zweite Ausführungsform der Erfindung mit Polarisationsrecycling;

Fig. 7 zeigt schematisch eine dritte Ausführungsform der Erfindung mit Polarisationsrecycling; und

Fig. 8 zeigt schematisch ein Fortbewegungsmittel, in dem eine erfindungsgemäße Lösung realisiert ist.

Figurenbeschreibung

Zum besseren Verständnis der Prinzipien der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend Ausführungsformen der Erfindung anhand der Figuren detaillierter erläutert. Gleiche Bezugszeichen werden in den Figuren für gleiche oder gleichwirkende Elemente verwendet und nicht notwendigerweise zu jeder Figur erneut beschrieben. Es versteht sich, dass sich die Erfindung nicht auf die dargestellten Ausführungsformen beschränkt und dass die beschriebenen Merkmale auch kombiniert oder modifiziert werden können, ohne den Schutzbereich der Erfindung zu verlassen, wie er in den angehängten Ansprüchen definiert ist.

Fig. 1 zeigt eine Prinzipskizze eines Head-Up-Displays für ein Kraftfahrzeug gemäß dem Stand der Technik als Beispiel einer Anzeigevorrichtung 10. Das Head-Up-Display weist eine bildgebende Einheit 1, eine Optikeinheit 2 und eine Spiegeleinheit 3 auf. Von einem Anzeigeelement 11 geht ein Strahlenbündel SB1 aus, welches von einem ersten Spiegel 21 auf einen gekrümmten Spiegel 22 reflektiert wird, der es Richtung Spiegeleinheit 3 reflektiert. Die Spiegeleinheit 3 ist hier als Windschutzscheibe 31 des Kraftfahrzeugs dargestellt. Von dort gelangt das Strahlenbündel SB2 in Richtung eines Auges 61 eines Betrachters.

- Der Betrachter sieht ein virtuelles Bild VB, welches sich außerhalb des Kraftfahrzeugs oberhalb der Motorhaube oder sogar vor dem Kraftfahrzeug befindet. Durch das Zusammenwirken von Optikeinheit 2 und Spiegeleinheit 3 ist das virtuelle Bild VB eine vergrößerte Darstellung des vom Anzeigeelement 11 angezeigten Bildes. Hier sind symbolisch eine Geschwindigkeitsbegrenzung, die aktuelle Fahrzeuggeschwindigkeit sowie Navigationsanweisungen dargestellt. So lange sich das Auge 61 innerhalb der durch ein Rechteck angedeuteten Eyebox 62 befindet, sind alle Elemente des virtuellen Bildes für das Auge 61 sichtbar. Befindet sich das Auge 61 außerhalb der Eyebox 62, so ist das virtuelle Bild VB für den Betrachter nur noch teilweise oder gar nicht sichtbar. Je größer die Eyebox 62 ist, desto weniger eingeschränkt ist der Betrachter bei der Wahl seiner Sitzposition. Die Krümmung des gekrümmten Spiegels 22 ist an die Krümmung der Windschutzscheibe 31 angepasst und sorgt dafür, dass die Bildverzeichnung über die gesamte Eyebox 62 stabil ist. Der gekrümmte Spiegel 22 ist mittels einer Lagerung 221 drehbar gelagert. Die dadurch ermöglichte Drehung des gekrümmten Spiegels 22 ermöglicht ein Verschieben der Eyebox 62 und somit eine Anpassung der Position der Eyebox 62 an die Position des Auges 61. Der erste Spiegel 21 dient dazu, dass der vom Strahlenbündel SB1 zurückgelegte Weg zwischen Anzeigeelement 11 und gekrümmtem Spiegel 22 lang ist und gleichzeitig die Optikeinheit 2 dennoch kompakt ausfällt. Die Optikeinheit 2 wird durch eine transparente Abdeckung 23 gegen die Umgebung abgegrenzt. Die optischen Elemente der Optikeinheit 2 sind somit beispielsweise gegen im

Innenraum des Kraftfahrzeugs befindlichen Staub geschützt. Ein Blendschutz 24 dient dazu, das über die Grenzfläche der Abdeckung 23 reflektierte Licht sicher zu absorbieren, sodass keine Blendung des Betrachters hervorgerufen wird. Außer dem Sonnenlicht SL kann auch das Licht einer anderen Störlichtquelle 63 auf das
5 Anzeigeelement 11 gelangen.

Fig. 2 zeigt schematisch die bildgebende Einheit 1 eines Head-Up-Displays. Man erkennt die Lichtquelle 12, deren Licht von einem Kollimator 13 kollimiert wird. Das kollimierte Lichtbündel wird von einem Spiegel 14 reflektiert, der im dargestellten
10 Beispiel im Winkel von $\gamma=45^\circ$ zur Ausbreitungsrichtung ABR1 des Lichtes L1 angeordnet ist, und durchleuchtet in seiner im Winkel von 90° zur Ausbreitungsrichtung ABR1 ausgerichteten Ausbreitungsrichtung ABR2 das Anzeigeelement 11, von wo aus es als Strahlenbündel SB1 in die hier nur angedeutete Optikeinheit 2 eintritt. Das Anzeigeelement 11 ist nicht
15 notwendigerweise rechtwinklig zur Ausbreitungsrichtung ABR2 angeordnet, sondern kann auch in einem von 90° abweichenden Winkel angeordnet sein.

Fig. 3 zeigt schematisch die bildgebende Einheit 1 einer erfindungsgemäßen Anzeigevorrichtung 10. Man erkennt den erfindungsgemäßen Faltspiegel 15, der
20 im optischen Pfad zwischen der Lichtquelle 12 und dem vom Licht L1 der Lichtquelle 12 durchleuchteten Anzeigeelement 11 angeordnet ist. Fig. 4 zeigt schematisch eine vergrößerte Ansicht des Faltspiegels 15. Die obere Grenzfläche 150 des Faltspiegels 15 weist Mikrostrukturen 16 auf. Die untere Grenzfläche 151 weist hingegen keine besonderen wesentlichen optischen oder geometrischen
25 Eigenschaften auf. Die Mikrostrukturen 16 weisen erste Spiegelflächen 160 auf, die in einem ersten Winkel α relativ zu einer Ausbreitungsrichtung ABR1 des Lichtes L1 angeordnet sind und die Lücken 162 bildend voneinander beabstandet sind. In den Lücken 162 sind zweite Flächen 161 in einem zweiten Winkel β relativ zur Ausbreitungsrichtung ABR1 des Lichtes L1 angeordnet. Im dargestellten
30 Beispiel beträgt der erste Winkel $\alpha=45^\circ$, wohingegen der zweite Winkel 0° ist. Eine Breite b_i der Lücken 162 variiert dabei über eine Fläche des Faltspiegels 15. Die

reflektierenden Flanken, d.h. die ersten Spiegelflächen 160, haben stets die gleiche Ausrichtung und Ausdehnung. Dies führt dazu, dass die Fläche des Faltspiegels 15 nicht durch eine ebene Grundfläche gegeben ist. Für diejenigen Bildbereiche B_h des Anzeigeelementes 11, für die eine höhere Leuchtdichte erwünscht ist, weist der Faltspiegel 15 Lücken 162 mit einer geringen Breite b_i auf. Für diejenigen Bildbereiche B_h des Anzeigeelementes 11, für die eine niedrigere Leuchtdichte erwünscht ist, weist der Faltspiegel 15 hingegen Lücken 162 mit einer größeren Breite b_i auf. Die Größe der gezeigten Mikrostrukturen 16 ist zur besseren Erkennbarkeit des Prinzips der erfindungsgemäßen Lösung übertrieben dargestellt. In Fig. 4 nimmt die Breite b_i der Lücken 162 beispielhaft von links nach rechts zu. Es ist allerdings nicht festgelegt, dass die Bereiche B_h immer rechts und die Bereiche B_h immer links auf dem Bildgeber liegen. Dies hängt insbesondere von der Anzahl der Spiegel in der Projektionsoptik ab. Im umgekehrten Fall würden die Lücken 162 zwischen den ersten Spiegelflächen 160 von links nach rechts kleiner und nicht größer werden. Damit wäre der Faltspiegel 15 in die entgegengesetzte Richtung gewölbt.

Fig. 5 zeigt schematisch eine erste Ausführungsform der Erfindung mit Polarisationsrecycling. Man erkennt wiederum den Faltspiegel 15 mit seinen Mikrostrukturen 16. Die ersten Spiegelflächen 160 der Mikrostrukturen 16 weisen in diesem Beispiel einen Winkel von 45° zur Ausbreitungsrichtung ABR1 des einfallenden Lichts auf. Je nach Bauraumvorgaben können auch von 45° abweichende Winkel realisiert sein. Die in den Lücken 162 zwischen den ersten Spiegelflächen 160 angeordneten zweiten Flächen 161 sind ebenfalls als spiegelnde Flächen ausgelegt. Die zweiten Flächen 161 sind in diesem Beispiel parallel zur Ausbreitungsrichtung ABR1 des einfallenden Lichts ausgerichtet, was aber nicht notwendigerweise der Fall ist. Oberhalb des Faltspiegels 15 sind ein Retarder 18 und ein Polarisator 17 angeordnet. Diese sind im dargestellten Beispiel durch Luft separiert, können alternativ aber auch laminiert verbaut werden. Der Retarder 18 hat im vorliegenden Ausführungsbeispiel die Eigenschaft einer Viertelwellenplatte, sodass er linear polarisiertes Eingangslicht in zirkular

polarisiertes Ausgangslicht umwandelt, und umgekehrt. Der Polarisator 17 ist ein reflektierender Polarisator, der linear polarisiertes Licht einer ersten Polarisationsrichtung passieren lässt und senkrecht dazu polarisiertes Licht reflektiert. Das Anzeigeelement befindet sich im Abstand oberhalb des

5 Polarisators 17 und ist hier nicht eingezeichnet.

Von links fällt kollimiertes unpolarisiertes Licht L1 in Ausbreitungsrichtung ABR1 auf den Faltspiegel 15. Wie bereits zuvor erläutert können aber auch Varianten realisiert werden, bei denen kein kollimiertes Licht einfällt. Der Übersichtlichkeit

10 halber ist hier nur ein Lichtstrahl beispielhaft eingezeichnet. Dieses unpolarisierte Licht L1 wird von den ersten Spiegelflächen 160 reflektiert. Es gelangt in Ausbreitungsrichtung ABR2 als unpolarisiertes Licht L2 zum Retarder 18, passiert diesen und verlässt diesen als unpolarisiertes Licht L3. Es trifft auf den reflektierenden Polarisator 17, der im dargestellten Beispiel s-polarisiertes Licht

15 L4s passieren lässt (transmittiert) und p-polarisiertes Licht L4p zurückwirft (reflektiert). Dies ist der Übersichtlichkeit halber in der Abbildung nach rechts versetzt schematisch dargestellt. Das p-polarisierte Licht L4p passiert den Retarder 18 und verlässt diesen als zirkular polarisiertes Licht L5z. Dieses trifft auf die spiegelnde zweite Flächen 161 und wird von diesen als zirkular polarisiertes

20 Licht L6z wieder zum Retarder 18 reflektiert. Es passiert diesen und verlässt diesen als s-polarisiertes Licht L7s. Dieses passiert den reflektierenden Polarisator 17, da es nun die Polarisationsrichtung aufweist, die er nicht reflektiert, sondern transmittiert. Somit gelangt weiteres s-polarisiertes Licht L8s in Richtung Anzeigeelement. Es versteht sich, dass die Polarisationsrichtungen austauschbar

25 sind, d.h. der reflektierende Polarisator 17 kann alternativ auch p-polarisiertes Licht transmittieren und s-polarisiertes Licht reflektieren. In diesem Fall gelangt p-polarisiertes Licht in Richtung Anzeigeelement.

In der Abbildung ist das jeweils beschriebene Licht parallel zur jeweiligen

30 Ausbreitungsrichtung ABR1, ABR2 gezeichnet und nach einer Reflexion am Polarisator 17 oder an einer spiegelnden zweiten Fläche 161 seitlich versetzt

abgebildet. Letzteres deutet an, dass das Licht im Normalfall trotz der Kollimation nicht aus ideal parallelen Strahlen besteht, sondern aus zumindest leicht divergenten Strahlen. Sobald eine ausgedehnte reale Lichtquelle genutzt wird, hat das kollimierte Bündel immer ein gewisses Winkelspektrum. In der Praxis kann

5 zwischen Kollimator und Faltspiegel 15 noch ein leichter Diffusor zur ausreichenden Homogenisierung vorgesehen sein, wodurch das Winkelspektrum nochmals vergrößert wird. Die leicht divergenten Strahlen werden vom Polarisator 17 zu einem großen Teil schräg reflektiert, sodass sie auf eine der spiegelnden zweiten Fläche 161 gelangen und dort erneut reflektiert werden. Zusätzlich oder

10 alternativ können die ersten Spiegelflächen 160 mit einer leichten Wölbung versehen sein, die das von ihnen reflektierte Licht L2 bereits divergenter macht als das auf sie treffende Licht L1. Weitere Möglichkeiten bestehen darin, den Polarisator 17 zu wellen oder zu neigen. Bei Neigung wird vorteilhafterweise die Neigung der spiegelnden zweiten Flächen 161 angepasst, um die

15 Winkelabweichung zu minimieren. Mit einer oder mehreren dieser Maßnahmen füllt bereits ein Teil des vom Polarisator 17 transmittierten Lichts L4s einen Teil der aufgrund der Lücken 162 verursachten dunklen Bereiche im Licht aus, das auf das Anzeigeelement zuläuft. Zum anderen gelangt Licht L8s auch in diese dunklen Bereiche. Es gelangt somit mehr des ursprünglich eintreffenden Lichts L1 zum

20 Anzeigeelement.

Fig. 6 zeigt schematisch eine zweite Ausführungsform der Erfindung mit Polarisationsrecycling. Bei dieser Ausführungsform ist der Faltspiegel 15 als transparenter Körper 19 ausgestaltet. Der transparente Körper 19 weist einen im

25 Wesentlichen keilförmigen Querschnitt auf. Die Spitze des Keils, die sich in der Abbildung rechts befindet, ist gekappt und daher nicht abgebildet. Die Keilgrundfläche 190 ist die der Lichtquelle zugewandte Lichteintrittsfläche. Die Mikrostrukturen 16 sind auf einer der großen Seitenflächen 191 des Keils angeordnet. Die andere große Seitenfläche 192 des Keils bildet die dem

30 Anzeigeelement zugewandte Lichtaustrittsfläche.

Bei der hier gezeigten Ausführungsform sind die ersten Spiegelflächen 160, wie zuvor beschrieben, in einem Winkel von 45° zu den Ausbreitungsrichtungen ABR1, ABR2 angeordnet. Die spiegelnden zweiten Flächen 161 sind allerdings nicht parallel zur Ausbreitungsrichtung ABR1 angeordnet, sondern in einem

5 spitzen Winkel dazu verkippt. Sie sind so geneigt, dass sie dem von links einfallenden Licht L1 auf seinem Weg zu einer der ersten Spiegelflächen 160 nicht im Wege stehen, sondern in dessen Ausbreitungsrichtung gesehen von einer ersten Spiegelfläche 160 zur nächsten weggeneigt sind. Die andere große

10 Seitenfläche 192 des keilförmigen transparenten Körpers 19 weist dieselbe Neigung auf wie die spiegelnden zweiten Flächen 161. Zu erkennen ist dies an dem spitzen Winkel zwischen der Normalen 192N der Seitenfläche 192 und der Ausbreitungsrichtung ABR2. Der hier als reflektiver zirkularer Polarisator 170 ausgebildete Polarisator, der auch die Funktion des Retarders in sich vereint, ist auf der Seitenfläche 192 angeordnet, und weist somit dieselbe Neigung auf. Die

15 erste große Seitenfläche 191 ist mit einer Spiegelbeschichtung versehen.

Von links fällt kollimiertes unpolarisiertes Licht L1 in Ausbreitungsrichtung ABR1 auf den Faltspiegel 15. Der Übersichtlichkeit halber sind hier nur wenige Lichtstrahlen beispielhaft eingezeichnet. Dieses unpolarisierte Licht L1 wird von

20 den ersten Spiegelflächen 160 reflektiert. Es gelangt in Ausbreitungsrichtung ABR2 als unpolarisiertes Licht L2 zum reflektiven zirkularen Polarisator 170. Dieser transmittiert s-polarisiertes Licht L4s und reflektiert zirkular polarisiertes Licht L5z. Aufgrund der geringfügigen Verkipfung der Senkrechten auf der Seitenfläche 192 zur Ausbreitungsrichtung ABR2 breitet sich dieses zirkular

25 polarisierte Licht L5z in einem von 0° abweichenden Winkel zur Ausbreitungsrichtung ABR2 aus. Dieses trifft auf die spiegelnde zweiten Flächen 161 und wird von diesen als zirkular polarisiertes Licht L6z wieder zum Retarder reflektiert. Aufgrund der geneigten Anordnung der spiegelnden zweiten Flächen 161 breitet es sich nun wieder parallel zur Ausbreitungsrichtung ABR2 aus. Es trifft

30 auf den reflektiven zirkularen Polarisator 170 und wird von diesem transmittiert. Somit gelangt weiteres s-polarisiertes Licht L8s Richtung Anzeigeelement.

Die in Fig. 6 gezeigte Ausführungsform ist ein Beispiel für die Variante der Erfindung, bei der der reflektierende Polarisator 170 in einem von 90° abweichenden Winkel zur Ausbreitungsrichtung ABR2 des vom Faltspiegel 15 kommend auf ihn auftreffenden Lichts L2 geneigt ist, und bei der die spiegelnden zweiten Flächen 161 parallel zum reflektierenden Polarisator 170 angeordnet sind. Die Ausgestaltung des Faltspiegels 15 als transparenter Körper 19 kann selbstverständlich auch unabhängig vom Polarisationsrecycling genutzt werden.

- Fig. 7 zeigt schematisch eine dritte Ausführungsform der Erfindung mit Polarisationsrecycling. Hier weist der Faltspiegel 15 eine obere Grenzfläche 150 und eine untere Grenzfläche 151 auf, die beide zueinander parallel angeordnet sind, und zueinander versetzt angeordnete Mikrostrukturen 16, 16' aufweisen. Der Versatz ist im dargestellten Ausführungsbeispiel so gewählt, dass in Ausbreitungsrichtung ABR1 des von der Lichtquelle kommenden Lichts L1 erste Spiegelflächen 160 der oberen Grenzfläche 150 und erste Spiegelflächen 160' der unteren Grenzfläche 151 aufeinander folgen. In der dazu senkrechten Ausbreitungsrichtung ABR2 folgen jeweils erste Spiegelflächen 160 der oberen Grenzfläche 150 und zweite Flächen 161' der unteren Grenzfläche 151 aufeinander, sowie zweite Flächen 161 der oberen Grenzfläche 150 und erste Spiegelflächen 160' der unteren Grenzfläche 151 aufeinander. Die ersten Spiegelflächen 160 der oberen Grenzfläche 150 sind als spiegelnder Polarisator 17 ausgebildet. Die zweiten Flächen 161 der oberen Grenzfläche 150 sind als die Polarisationsrichtung um 90° drehender Retarder 18 ausgebildet. Die ersten Spiegelflächen 160' der unteren Grenzfläche 151 sind als die Polarisation nicht beeinflussende Spiegel ausgebildet. Die erste Spiegelflächen 160, 160' sind im Winkel von 45° sowohl zur Ausbreitungsrichtung ABR1 des von der Lichtquelle kommenden Lichts L1 als auch zur Ausbreitungsrichtung ABR2 des zum Anzeigeelement verlaufenden Lichts angeordnet. Die zweiten Flächen 161, 161' sind parallel zur Ausbreitungsrichtung ABR1 des von der Lichtquelle kommenden Lichts L1 angeordnet.

Von links fällt kollimiertes unpolarisiertes Licht L1 in Ausbreitungsrichtung ABR1 auf den Faltspiegel 15. Der Übersichtlichkeit halber ist hier nur ein Lichtstrahl beispielhaft eingezeichnet. Dieses unpolarisierte Licht L1 wird von den ersten
5 Spiegelflächen 160 in diesem Beispiel als s-polarisiertes Licht L2s reflektiert und als p-polarisiertes Licht L2p transmittiert. Das s-polarisierte Licht L2s gelangt in Ausbreitungsrichtung ABR2 Richtung Anzeigeelement. Das p-polarisierte Licht L2p wird von den ersten Spiegelflächen 160' der unteren Grenzfläche 151 reflektiert und gelangt als p-polarisiertes Licht L3p von innen zu den zweiten
10 Flächen 161 der oberen Grenzfläche 150. Da diese als die Polarisierung um 90° drehende Retarder 18 ausgebildet sind, transmittieren sie das auf sie auftreffende Licht, welches sie als s-polarisiertes Licht L4s in Ausbreitungsrichtung ABR2 im Bereich der Lücken 162 verlässt. Somit gelangt weiteres s-polarisiertes Licht L4s Richtung Anzeigeelement. Selbstverständlich sind auch in dieser Ausführungsform
15 die Polarisationsrichtungen austauschbar.

Fig. 8 zeigt schematisch ein Fortbewegungsmittel 100, in dem eine erfindungsgemäße Lösung realisiert ist. Bei dem Fortbewegungsmittel 100 handelt es sich in diesem Beispiel um ein Kraftfahrzeug. Mit einer Sensorik 101 können
20 Daten zur Fahrzeugumgebung erfasst werden. Die Sensorik 101 kann insbesondere Sensoren zur Umfelderkennung umfassen, z.B. Ultraschallsensoren, Laserscanner, Radarsensoren, Lidarsensoren oder Kameras. Die von der Sensorik 101 erfassten Informationen können genutzt werden, um anzuzeigende Inhalte für die Anzeigevorrichtung 10 zu generieren. Weitere
25 Bestandteile des Kraftfahrzeugs sind in diesem Beispiel ein Navigationssystem 102, durch das Positionsinformationen bereitgestellt werden können, sowie eine Datenübertragungseinheit 103. Mittels der Datenübertragungseinheit 103 kann z.B. eine Verbindung zu einem Backend aufgebaut werden, beispielsweise um aktualisierte Software für Komponenten des Kraftfahrzeugs zu beziehen. Zur
30 Speicherung von Daten ist ein Speicher 104 vorhanden. Der Datenaustausch

zwischen den verschiedenen Komponenten des Kraftfahrzeugs erfolgt über ein Netzwerk 105.

Bezugszeichenliste

	1	Bildgebende Einheit
	10	Anzeigevorrichtung
5	11	Anzeigeelement
	12	Lichtquelle
	13	Kollimator
	14	Spiegel
	15	Faltspiegel
10	150	Obere Grenzfläche
	151	Untere Grenzfläche
	16, 16'	Mikrostruktur
	160, 160'	Erste Spiegelfläche
	161, 161'	Zweite Fläche
15	162	Lücke
	17	Polarisator
	170	Reflektiver zirkularer Polarisator
	18	Retarder
	19	Transparenter Körper
20	190	Keilgrundfläche
	191	Seitenfläche
	192	Seitenfläche
	192N	Normale
	2	Optikeinheit
25	21	Erster Spiegel
	22	Gekrümmter Spiegel
	221	Lagerung
	23	Abdeckung
	24	Blendschutz
30	3	Spiegeleinheit
	61	Auge

	62	Eyebox
	63	Störlichtquelle
	100	Fortbewegungsmittel
5	101	Sensorik
	102	Navigationssystem
	103	Datenübertragungseinheit
	104	Speicher
	105	Netzwerk
10		
	ABR1	Ausbreitungsrichtung
	ABR2	Ausbreitungsrichtung
	b_i	Breite
	B_h, B_n	Bildbereich
15	L1-L8	Licht
	SB1	Strahlenbündel
	SB2	Strahlenbündel
	SL	Sonnenlicht
	VB	Virtuelles Bild
20	α, β, γ	Winkel

Patentansprüche

1. Anzeigevorrichtung (10), mit:
- einer bildgebenden Einheit (1) zum Erzeugen eines Bildes; und
 - 5 - einer Optikeinheit (2) zum Projizieren des Bildes mittels einer Spiegeleinheit (3);
wobei:
 - die bildgebende Einheit (1) einen Faltspiegel (15) aufweist;
 - der Faltspiegel (15) zwischen einer Lichtquelle (12) und einem vom Licht (L1) der
Lichtquelle (12) durchleuchteten Anzeigeelement (11) angeordnet ist, wobei das
10 auf den Faltspiegel (15) auftreffende Licht (L1) kollimiert ist;
 - der Faltspiegel (15) Mikrostrukturen (16) aufweist;
 - die Mikrostrukturen (16) erste Spiegelflächen (160) mit stets gleicher Ausrichtung
und Ausdehnung aufweisen, die in einem ersten Winkel (α) relativ zu einer
Ausbreitungsrichtung (ABR1) des Lichtes (L1) angeordnet sind und die Lücken
15 (162) bildend voneinander beabstandet sind;
 - in den Lücken (162) zweite Flächen (161) in einem zweiten Winkel (β) relativ zur
Ausbreitungsrichtung (ABR1) des Lichtes (L1) angeordnet sind; und
 - eine Breite (b_i) der Lücken (162) über eine Fläche des Faltspiegels (15) variiert.
- 20 2. Anzeigevorrichtung (10) gemäß Anspruch 1, wobei die Variation der Breite (b_i) der Lücken (162) über die Fläche des Faltspiegels (15) ausgestaltet ist, eine durch Komponenten (3, 23, 31) in einem Projektionspfad der Anzeigevorrichtung (10) verursachte Inhomogenität des projizierten Bildes auszugleichen.
- 25 3. Anzeigevorrichtung (10) gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei der Faltspiegel (15) Teil eines transparenten Körpers (19) mit im Wesentlichen keilförmigem Querschnitt ist, bei dem die Keilgrundfläche (190) die der Lichtquelle (12) zugewandte Lichteintrittsfläche ist, die Mikrostrukturen (16) auf einer der großen Seitenflächen (191) angeordnet sind und die andere große Seitenfläche (192) die
30 dem Anzeigeelement (11) zugewandte Lichtaustrittsfläche ist.

4. Anzeigevorrichtung (10) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei:

- ein Polarisator (17) Licht einer ersten Polarisation zum Anzeigeelement (11) leitet und Licht einer zweiten Polarisation in die Lücken (162) leitet;
- ein Retarder (18) die Polarisation des in die Lücken (162) geleiteten Lichts (L2p, L4p) in die erste Polarisation umwandelt; und
- das in die Lücken (162) geleitete Licht nach Passieren der Lücken (162) Richtung Anzeigeelement (11) geleitet wird.

5. Anzeigevorrichtung (10) gemäß Anspruch 4, wobei:

- der Polarisator (17) als reflektierender Polarisator (17) ausgelegt ist und durch die ersten Spiegelflächen (160) ausgebildet ist; und
- der Retarder (18) als die Polarisationsrichtung um 90° drehender Retarder (18) ausgelegt ist und durch die Lücken (162) ausgebildet ist.

6. Anzeigevorrichtung (10) gemäß Anspruch 4, wobei:

- der Polarisator (17) als reflektierender Polarisator (17) ausgelegt und zwischen Faltspiegel (15) und Anzeigeelement (11) angeordnet ist, und
- der Retarder (18) als lineare in zirkuläre Polarisation umwandelnder Retarder (18) ausgelegt und zwischen Faltspiegel (15) und Polarisator (17) angeordnet ist.

7. Anzeigevorrichtung (10) gemäß Anspruch 6, wobei der reflektierende Polarisator (17) in einem von 90° abweichenden Winkel zur Ausbreitungsrichtung (ABR2) des vom Faltspiegel (15) kommend auf ihn auftreffenden Lichts (L2) geneigt ist und die zweiten Flächen (161) als Spiegelflächen ausgelegt und parallel zum reflektierenden Polarisator (17) angeordnet sind.

8. Fortbewegungsmittel (100) mit einer Anzeigevorrichtung (10) gemäß einem der vorherigen Ansprüche.

9. Fortbewegungsmittel (100) gemäß Anspruch 8, wobei die Anzeigevorrichtung (10) als Head-Up-Display ausgestaltet ist.

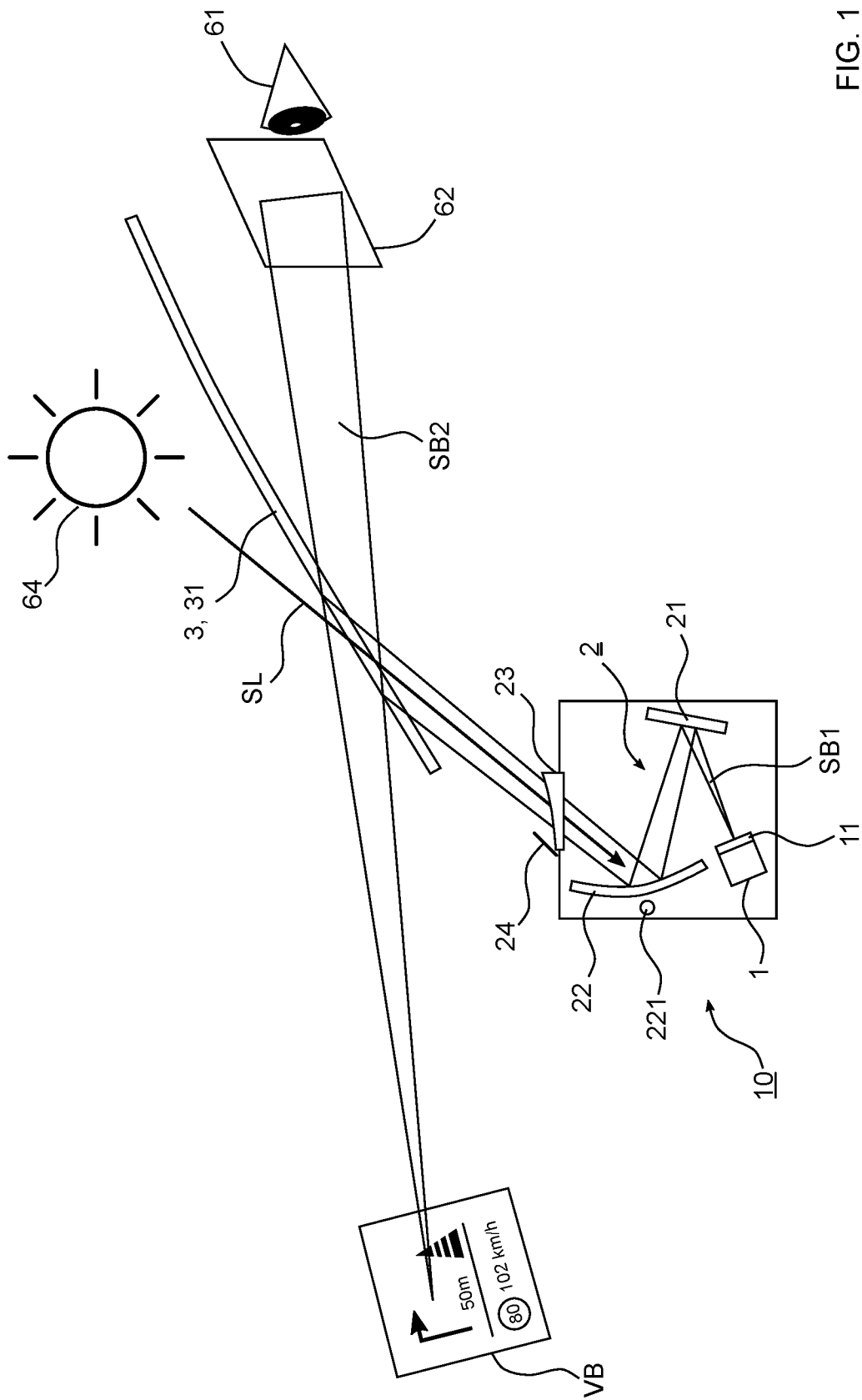


FIG. 1

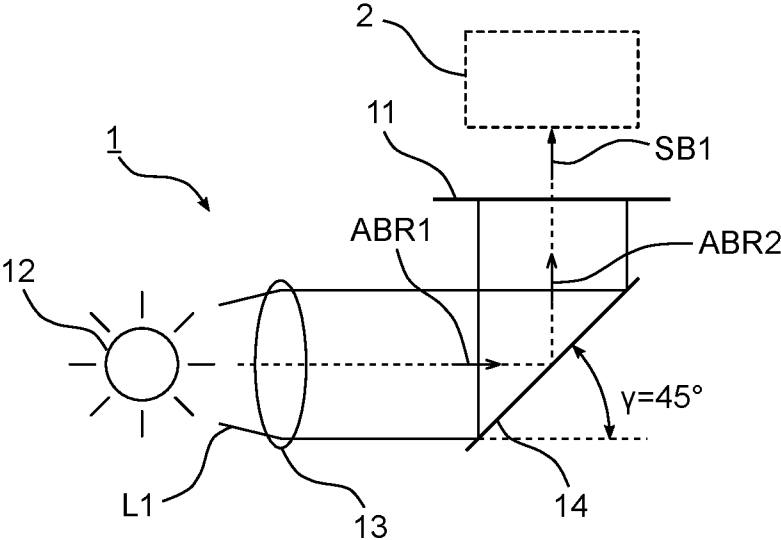


FIG. 2

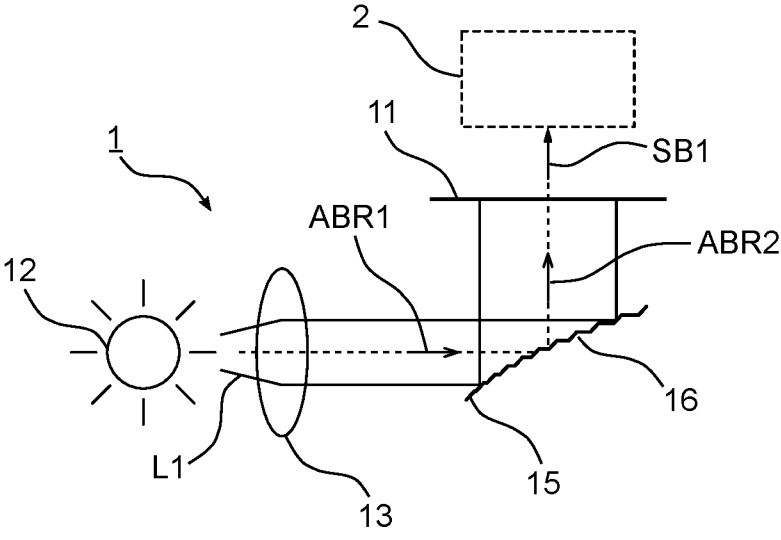


FIG. 3

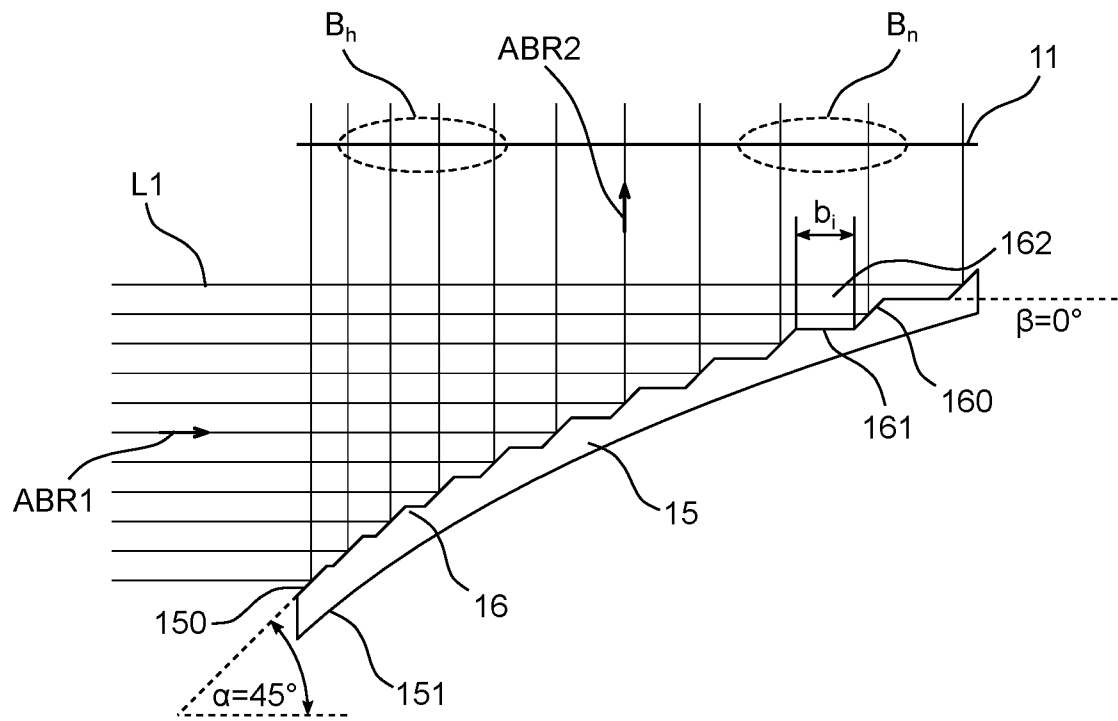


FIG. 4

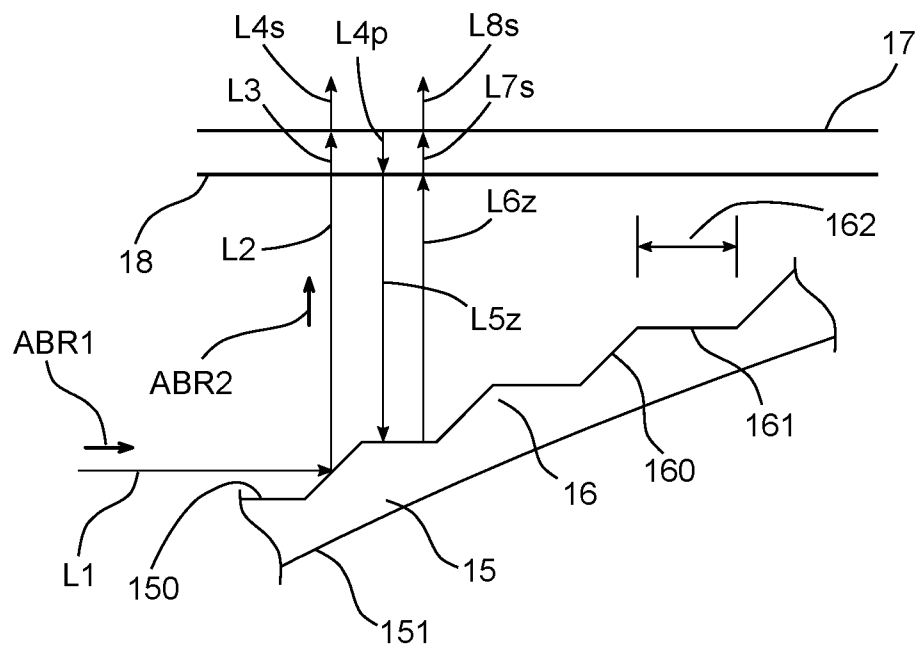


FIG. 5

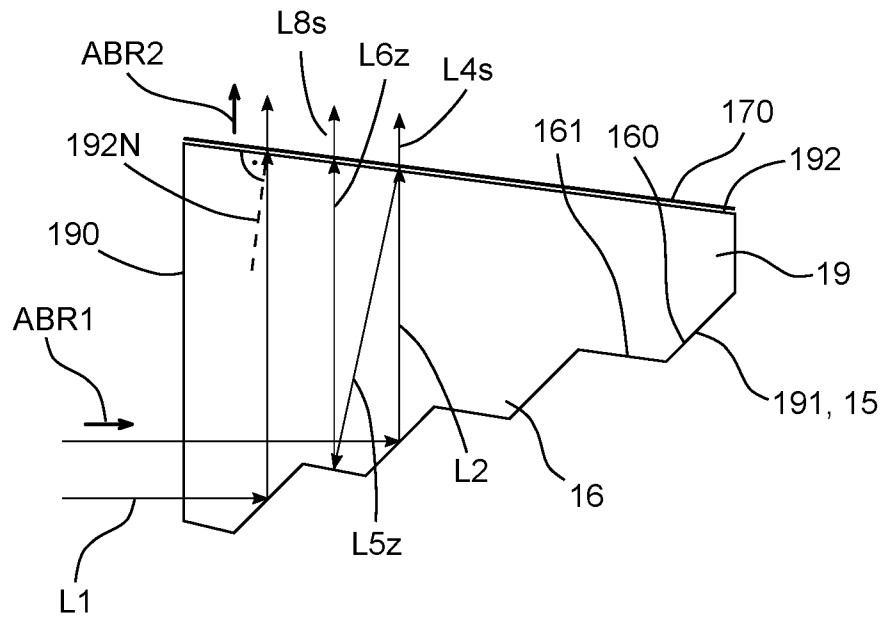


FIG. 6

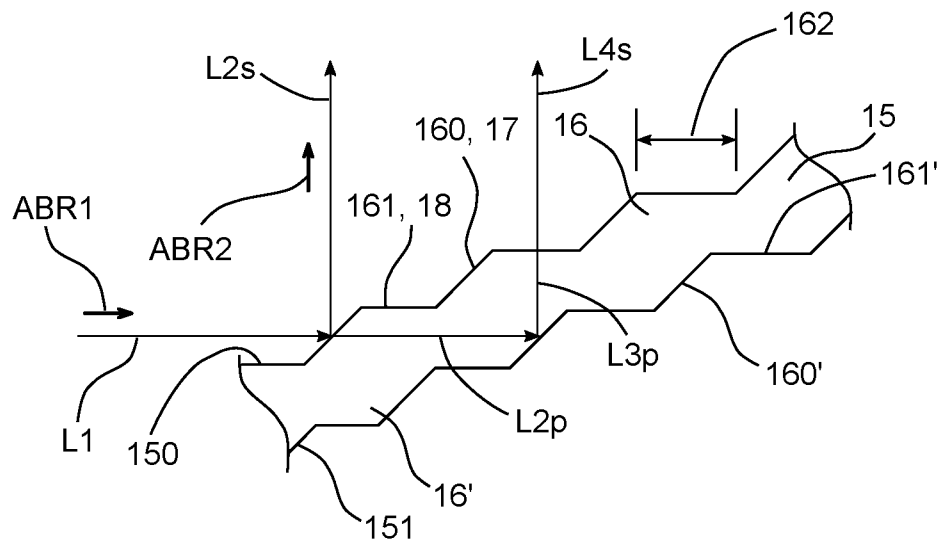


FIG. 7

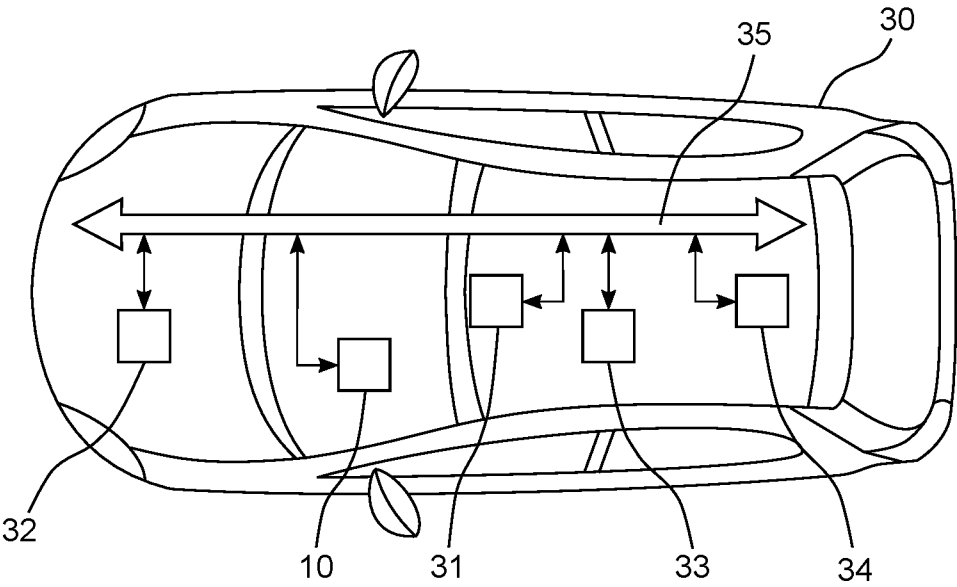


FIG. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE2024/200037

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G02B 27/01 (2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G02B Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2019212560 A1 (SUGIYAMA TOSHINORI [JP] ET AL) 11 July 2019 (2019-07-11) cited in the application	1,3-9
Y	paragraphs [0040] - [0043], [0056] - [0068]; figures 1,2a,2b,6-10	2
X	DE 102021214549 B3 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE TECH GMBH [DE]) 23 March 2023 (2023-03-23) cited in the application	1,3-9
Y	paragraphs [0001] - [0003], [0031] - [0040]; figures 1.4-7	2
X	US 2010195022 A1 (SHIKII SHINICHI [JP] ET AL) 05 August 2010 (2010-08-05) paragraphs [0063] - [0066]; figure 7	2
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art “&” document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 12 August 2024		Date of mailing of the international search report 03 September 2024
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands (Kingdom of the) Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Pugno, Roberto Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/DE2024/200037

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2019212560	A1	11 July 2019	CN	109564349	A	02 April 2019
				CN	114290897	A	08 April 2022
				CN	114290898	A	08 April 2022
				CN	114312307	A	12 April 2022
				CN	114312308	A	12 April 2022
				CN	114312309	A	12 April 2022
				CN	114312310	A	12 April 2022
				CN	114312311	A	12 April 2022
				CN	114312312	A	12 April 2022
				JP	6721453	B2	15 July 2020
				JP	2018025600	A	15 February 2018
				US	2019212560	A1	11 July 2019
				US	2021096367	A1	01 April 2021
				US	2023384590	A1	30 November 2023
				WO	2018029892	A1	15 February 2018
DE	102021214549	B3	23 March 2023	NONE			
US	2010195022	A1	05 August 2010	CN	101743510	A	16 June 2010
				JP	5153775	B2	27 February 2013
				JP	WO2009011122	A1	16 September 2010
				US	2010195022	A1	05 August 2010
				WO	2009011122	A1	22 January 2009

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G02B27/01
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G02B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2019/212560 A1 (SUGIYAMA TOSHINORI [JP] ET AL) 11. Juli 2019 (2019-07-11) in der Anmeldung erwähnt	1,3-9
Y	Absätze [0040] - [0043], [0056] - [0068]; Abbildungen 1,2a,2b,6-10 -----	2
X	DE 10 2021 214549 B3 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE TECH GMBH [DE]) 23. März 2023 (2023-03-23) in der Anmeldung erwähnt	1,3-9
Y	Absätze [0001] - [0003], [0031] - [0040]; Abbildungen 1,4-7 -----	2
X	US 2010/195022 A1 (SHIKII SHINICHI [JP] ET AL) 5. August 2010 (2010-08-05) Absätze [0063] - [0066]; Abbildung 7 -----	2

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 12. August 2024	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 03/09/2024
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Pugno, Roberto

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2024/200037

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2019212560	A1	11-07-2019	CN	109564349 A	02-04-2019
			CN	114290897 A	08-04-2022
			CN	114290898 A	08-04-2022
			CN	114312307 A	12-04-2022
			CN	114312308 A	12-04-2022
			CN	114312309 A	12-04-2022
			CN	114312310 A	12-04-2022
			CN	114312311 A	12-04-2022
			CN	114312312 A	12-04-2022
			JP	6721453 B2	15-07-2020
			JP	2018025600 A	15-02-2018
			US	2019212560 A1	11-07-2019
			US	2021096367 A1	01-04-2021
			US	2023384590 A1	30-11-2023
			WO	2018029892 A1	15-02-2018

DE 102021214549	B3	23-03-2023	KEINE		

US 2010195022	A1	05-08-2010	CN	101743510 A	16-06-2010
			JP	5153775 B2	27-02-2013
			JP	WO2009011122 A1	16-09-2010
			US	2010195022 A1	05-08-2010
			WO	2009011122 A1	22-01-2009
