

(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
05. Mai 2022 (05.05.2022)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2022/089697 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G02B 27/01 (2006.01) F21V 8/00 (2006.01)
G02B 19/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2021/200165

(22) Internationales Anmeldedatum:

26. Oktober 2021 (26.10.2021)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2020 213 659.9 29. Oktober 2020 (29.10.2020) DE
10 2020 215 887.8 15. Dezember 2020 (15.12.2020) DE

(71) Anmelder: CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH
[DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).

(72) Erfinder: VON SPIEGEL, Wolff; c/o Continental Teves AG & Co. OHG, Intellectual Property, Guerickestr. 7, 60488 Frankfurt am Main (DE).

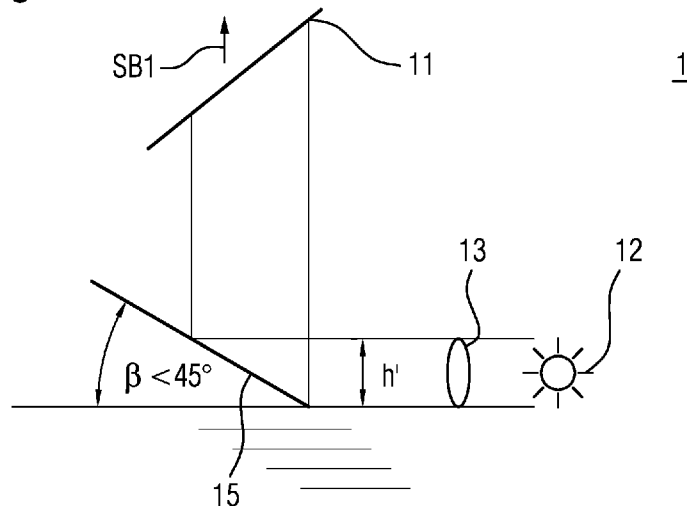
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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,

(54) Title: HEAD-UP DISPLAY IMAGE GENERATING UNIT WITH CASCADED MIRROR

(54) Bezeichnung: HEAD-UP-DISPLAY BILDERZEUGUNGSEINHEIT MIT FALTSPIEGEL

FIG 3



(57) Abstract: The invention relates to a head-up display for a means of transport, comprising an imaging unit (1) for generating an image, an optical unit (2) for projecting the image through a mirror unit (3), and a cascaded mirror (15), the angle of incidence (θ_1) and the angle of reflection (θ_2) being different from each other. According to the invention, the cascaded mirror (15) is located between a light source (12) and a display element (11) transilluminated by this light source.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Head-Up-Display für ein Fortbewegungsmittel, mit einer bildgebenden Einheit (1) zum Erzeugen eines Bildes, einer Optikeinheit (2) zum Projizieren des Bildes durch eine Spiegeleinheit (3), und einem Faltspiegel (15), dessen Einfallswinkel (θ_1) und Ausfallswinkel (θ_2) ungleich sind. Erfindungsgemäß ist der Faltspiegel (15) zwischen einer Lichtquelle (12) und einem von dieser durchleuchteten Anzeigeelement (11) angeordnet.



WO 2022/089697 A1

DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT,
LU, LV, MC, 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)

Beschreibung

Head-Up-Display Bilderzeugungseinheit mit Faltspiegel

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Head-Up-Display, welches eine Bilderzeugungseinheit mit Faltspiegel aufweist.

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 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 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 Aus der DE 41 02 678 A1 ist ein Head-Up-Display für ein Fortbewegungsmittel bekannt, mit einer bildgebenden Einheit zum Erzeugen eines Bildes, einer Optikeinheit zum Projizieren des Bildes durch eine Spiegeleinheit auf eine virtuelle Bildebene, und einem Faltspiegel, dessen Einfallswinkel und Ausfallswinkel

ungleich sind. Diese Eigenschaft wird beispielsweise mittels holographischer Bauteile erzielt, mittels Beugungsgitter, oder mittels Fresnel-Spiegel.

5 Auch die US 5,313,326 A, die WO 2014/041689 A, die US 2015/0362221 A1 und die US 2018/252917 A1 zeigen Head-Up-Displays bei denen ein Faltspiegel zum Einsatz kommt, dessen Einfallswinkel und Ausfallswinkel ungleich sind.

10 Bei diesen bekannten Head-Up-Displays ist der Faltspiegel, dessen Einfallswinkel und Ausfallswinkel ungleich sind, im Abbildungspfad angeordnet. Dort kann der diese Eigenschaft aufweisende Faltspiegel einen ungünstigen Einfluß auf die Bildqualität und/ oder die Störlichtempfindlichkeit haben.

15 Aus der US 2010/0195022 A1 ist eine Hintergrundbeleuchtung für eine Flüssigkristallanzeige bekannt, bei dem eine Kante eines Lichtleiters mit einer Vielzahl von reflektierenden Flächen versehen ist, die einen eng gebündelten Laserstrahl in ein breites Lichtbündel aufweiten. Die Verwendung einer Laserlichtquelle ist bei Head-Up-Displays allerdings hauptsächlich bei Anwendung von Mikro-Spiegel-Einheiten (sog. DMD, englisch: Digital Micro Mirror Device) bekannt, die einen Lichtstrahl sehr geringen Querschnitts mit geringem
20 Öffnungswinkel erfordern.

Ein gegenüber den bekannten Head-Up-Displays verbessertes Head-Up-Display ist erwünscht.

25 Erfindungsgemäß ist der Faltspiegel, dessen Einfallswinkel und Ausfallswinkel ungleich sind, zwischen einer Lichtquelle und einem von dieser durchleuchteten Anzeigeelement, also im Beleuchtungspfad, angeordnet. Dies hat den Vorteil, daß ein ungünstiger Einfluß des Faltspiegels auf die Bildqualität und/ oder die Störlichtempfindlichkeit vermieden wird. Die Anordnung des Faltspiegels im
30 Beleuchtungspfad hat weiterhin den Vorteil, eine Spreizung des Beleuchtungsbündels und ein Polarisationsrecycling zu ermöglichen. Ein weiterer Vorteil bezieht sich auf den Bauraum. Dieser Bauraumvorteil basiert auf der freieren Positionierbarkeit der Lichtquelle bei gleichzeitiger Einhaltung des Wunschwinkels

im Bereich des Displays. Die kleinere Lichtquelle spart zusätzlich Platz in der Realisierungsform, beispielsweise als Leuchtdioden mit Kollimatoren.

- Vorteilhafterweise ist die Differenz zwischen Einfallswinkel und Ausfallswinkel des
- 5 Faltspiegels positionsabhängig. An unterschiedlichen Stellen des Faltwinkels auftreffende parallele Einfallsstrahlen werden somit mit unterschiedlichen Ausfallswinkeln reflektiert. Die ist besonders einfach über Fresnelstrukturen erreichbar, und hat den Vorteil, daß eine Aufweitung des einfallenden Lichtbündels und eine ortsabhängige Verteilung der Intensität des reflektierten Lichtbündels
- 10 erzielbar ist. Strenggenommen ist ein optisches Element mit den genannten Eigenschaften kein Faltspiegel mehr. Diese Bezeichnung wird aber hierin weiterhin verwendet, um das optische Element zu benennen, das erfindungsgemäß anstelle eines herkömmlichen Faltspiegels angeordnet ist.
- 15 Vorteilhaft weist der Faltspiegel an seiner reflektierenden Oberfläche viele Mikrostrukturen auf, die jede für sich die bekannte Regel, daß Einfallswinkel gleich Ausfallswinkel ist, erfüllt. Auf diese Weise ist der Faltspiegel besonders einfach herstellbar.
- 20 Gemäß einer Variante der Erfindung weisen die Mikrostrukturen in sich eine Krümmung auf. Dies ermöglicht es vorteilhafterweise, eine oder mehrere weitere Funktionen in den Faltspiegel zu integrieren.
- Gemäß einer Variante der Erfindung weisen die Mikrostrukturen leichte
- 25 Steigungsabweichungen von ihrer idealen Steigung auf. Vorteilhafterweise sind leichte Steigungsabweichungen in die Mikrostrukturen eingebracht. Dies ermöglicht es, beispielsweise im Falle einer Fresnelstruktur möglicherweise auftretende Streifen in der Lichtverteilung zu verwischen. Eine Integration einer Streufunktion in den Faltspiegel ist somit ermöglicht.
- 30 Gemäß einer Variante der Erfindung erfolgt eine Ausnutzung der Lücken zum Polarisationsrecycling. Im Falle eine Fresnelstruktur wird die Querschnittsfläche des Lichtbündels in einer Richtung (von h' auf h) gespreizt, indem an einzelnen

Segmenten reflektiert wird. Jedes Segment enthält aber auch eine Rücksprungseite, die erforderlich ist, aber nicht an der primären Umlenkfunktion beteiligt ist. Diese kann man für Polarisationsrecycling nutzen: Nach dem Faltspiegel bringt man eine optische Funktion ein, die die unerwünschte

5 Polarisationskomponente zu dem Faltspiegel zurückreflektiert, vorzugsweise auf die Rücksprungseiten der Segmente konzentriert. Diese sind mit einer Funktion zu versehen, die die Lichtpolarisation verändert, im Idealfall um 90 Grad dreht und wieder zurück zu dem Polarisationsreflektierenden Komponente wirft. Hier kann dann wenigstens ein Teil des ursprünglich falsch polarisierten Lichtes passieren
10 und in der gewünschten Polarisationsrichtung genutzt werden.

Gemäß einer Variante der Erfindung ist ein Pentaspiegelansatz vorgesehen. Dies hat den Vorteil, daß der Pentaspiegelansatz den Ablenkwinkel unempfindlich gegen Abweichungen des makroskopischen Spiegelwinkels macht. Die Mikrostruktur wird
15 wie bei einem Pentaspiegel so angelegt, dass das Licht eine gerade Anzahl von Reflexionen durchläuft, um umgelenkt zu werden. Bei einfacher Reflektion beträgt der Winkelfehler des Ausgangslichts etwa dem Doppelten Betrag des Winkelfehlers des Spiegels. Hat man zwei Spiegel in einer gemeinsamen mechanischen Anordnung, die die Gesamtreflection bewirkt, heben sich der Winkelfehler des
20 ersten und des zweiten Spiegels weitgehend auf. Damit ist die Orientierung dieser Komponente deutlich weniger kritisch für die Ausgangslichtrichtung. Das System wird toleranter gegenüber Montagetoleranzen.

Vorteilhaft ist ebenfalls eine kaskadierte Ausführung mit zwei Faltspiegeln und Aufspreizung in zwei Richtungen.

25

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

30 Figurenübersicht

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

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

Fig. 3 zeigt schematisch die bildgebende Einheit eines erfindungsgemäßen
5 Head-Up-Displays;

Fig. 4 zeigt schematisch einen Faltspiegel eines erfindungsgemäßen
Head-Up-Displays;

10 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
15 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
20 definiert ist.

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

30

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.

- 10 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
- 15 der Position der Eyebox 62 an die Position des Auges 61. Der Faltspiegel 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
- 20 Elemente der Optikeinheit 2 sind somit beispielsweise gegen im Innenraum des Fahrzeugs 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 64 auf das Anzeigeelement 11
- 25 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 weist in der Bildebene eine Höhe h auf. Es wird von einem im Winkel von $\alpha=45^\circ$ angeordneten Spiegel 14 reflektiert und durchleuchtet das
- 30 Anzeigeelement 11, von wo aus es als Strahlenbündel SB1 in die hier nicht dargestellte Optikeinheit 2 eintritt.

Fig. 3 zeigt schematisch die bildgebende Einheit eines erfindungsgemäßen Head-Up-Displays. Man erkennt den erfindungsgemäßen Faltspiegel 15, der in einem Winkel von $\beta < 45^\circ$ angeordnet ist. Aufgrund seiner Eigenschaft, daß Einfallswinkel und Ausfallswinkel ungleich sind, ändert sich an der prinzipiellen Richtung des auf ihn von der Lichtquelle 12 her kommenden Lichts und des von ihm Richtung Anzeigeelement 11 reflektierten Lichts im Vergleich zur vorhergehenden Abbildung nichts. Allerdings fallen die Ausdehnung der Lichtquelle 12 und des Kollimators 13, sowie die Höhe h' des kollimierten Lichtbündels kleiner aus als zur vorhergehenden Abbildung. Eine Bauraumeinsparung ist somit realisiert. Die Höhe h' in dieser Abbildung ist kleiner als die Höhe h in der vorhergehenden Abbildung. Dies bedeutet nicht nur, daß der Raumbedarf der Anordnung kleiner ist, sondern auch, daß die Beleuchtungseinheit, hier die Lichtquelle 12, nur ein flacheres Lichtbündel zu erzeugen hat, womit auch die Lichtquelle 12 kompakter ausfällt. Ein ebenfalls wichtiger Bauraumvorteil basiert auf der freieren Positionierbarkeit der Lichtquelle bei gleichzeitiger Einhaltung des Wunschwinkels im Bereich des Displays. Die kleinere Lichtquelle spart zusätzlich Platz in der Realisierungsform, beispielsweise als Leuchtdioden.

Fig. 4 zeigt schematisch einen Faltspiegel 15 eines erfindungsgemäßen Head-Up-Displays. Man erkennt, daß der Faltspiegel 15 an seiner reflektierenden Oberfläche viele Mikrostrukturen 16 aufweist, die jede für sich die bekannte Regel, daß Einfallswinkel gleich Ausfallswinkel ist, erfüllt. Die Mikrostrukturen 16 weisen in einer vorteilhaften Weiterbildung, in der Abbildung nicht gezeigt, in sich eine Krümmung auf, die zu einer Aufweitung des reflektierten Strahlenbündels führt. Makroskopisch betrachtet ist aber der Einfallswinkel θ_1 des Faltspiegels 15 größer als dessen Ausfallswinkel θ_2 . Man erkennt ein sich kaum aufweitendes Einfallstrahlenbündel ESB, welches nach Reflexion am Faltspiegel 15 als Ausfallstrahlenbündel ASB eine stärkere Aufweitung aufweist. In der reinen Form sind die mikrostrukturierten Flächen nicht gekrümmt. Das wird erst in der genannten Weiterbildung relevant, bei der die Streifenbildung reduzieren ist. Gemäß einer Weiterbildung ermöglichen es gekrümmte mikrostrukturierte Flächen, dem Faltspiegel eine zusätzliche Funktion zu geben. Durch diese zusätzliche Funktion ist er dann strenggenommen nicht mehr als Faltspiegel zu bezeichnen. Beim

Faltspiegel sind verschiedene Varianten zu unterscheiden. Man kann die Spiegelfunktion krümmen, um das Lichtbündel zu formen. In diesem Fall wird also kein flacher Spiegel „fresnelliert/segmentiert“, sondern ein gekrümmter Spiegel. Oder man kann die Flächen der Segmente manipulieren, was im Allgemeinen in Richtung einer Streufunktion geht, um die Lichtverteilung zu homogenisieren. Beides ist möglich und potentiell von Vorteil.

Vorkollimierte Lichtquellen, die gegebenenfalls aus mehreren nebeneinander angeordneten Einzellichtquellen, sogenannten Arrays bestehen, strahlen entweder direkt auf Diffusoren hinter dem Anzeigeelement, im folgenden auch als Display bezeichnet, oder werden vorher durch möglicherweise gekrümmte Faltspiegel umgelenkt. Bei diesen gilt makroskopisch Einfallswinkel=Ausfallswinkel. Das führt zu Bauraumkonflikten. In den Ecken/Kanten zwischen Arrayzellen können besonders starke Farb- und Helligkeitsabweichungen auftreten. Oftmals werden als Lichtquellen Leuchtdioden (englisch: LED, Light Emitting Diode) verwendet. Die nicht zum Display-Polarisator passende Polarisationsrichtung des LED-Lichts wird vom Display abgehalten und geht verloren. Eine Verkipfung des Faltspiegels um einen Winkel ändert den Winkel des beleuchtenden Lichts um den doppelten Winkel.

Solche Lösungen haben den Nachteil eines erhöhten Bauraumbedarfs, der die Bildgröße einschränkt, der Erfordernis von Arrays mit relativ hohen Zellenzahlen, Farb- und Helligkeitsinhomogenitäten, sowie Effizienzeinbußen durch Verlust einer Polarisationskomponente. Verbesserte Konzepte für Bilderzeugungseinheiten, die mit gegebenen Bauraumanforderungen in Einklang zu bringen sind, sind erwünscht.

Kernidee der Erfindung ist ein fein gestufter Faltspiegel, der makroskopisch von Einfallswinkel=Ausfallswinkel eines herkömmlichen Spiegels abweicht, siehe Fig.4. Die so gewonnenen Eigenschaften und Freiheiten eröffnen einen ganzen Strauß von Designmöglichkeiten mit Vorteilen über die Bauraumersparnis hinaus.

Damit gibt es erfindungsgemäß einerseits besonders platzsparende Möglichkeiten, den Strahlengang der Bilderzeugungseinheit 1 in den Bauraum zu falten. Die

Lichtverteilung wird aufgespreizt, indem sie in Streifen geteilt wird, die auseinandergezogen werden. Dadurch kann die ursprüngliche Beleuchtungseinheit verkleinert werden. Das hilft, Arraygrenzen im Bildbereich zu vermeiden und die Homogenität zu verbessern. Ausführungsvarianten erlauben

5 toleranzunempfindliche Designs und Effizienzsteigerung durch Polarisationsrecycling. Vorzugsweise wird der erfindungsgemäße Faltspiegel mittels Hologrammtechnologie ausgeführt. Bei Ausführung mittels Hologramm kann die Hologrammstruktur so ausgelegt werden, daß zumindest vom menschlichen Benutzer keine Aufspaltung in Streifen feststellbar ist.

10

Weitere, hier nicht dargestellte Ausführungsvarianten sind: Transmissive Ausführung, ggf. unter Nutzung von Totalreflexion. Ausführung nach dem Pentaspiegelansatz. Kaskadierte Ausführung. Rückreflektion in den Lücken zum Polarisationsrecycling. Gekrümmte Ausführung.

15

Erfindungsgemäß wird der Faltspiegel, dessen Einfallswinkel und Ausfallswinkel unterschiedlich sind, im Beleuchtungspfad angeordnet. Dies bringt diverse zusätzliche Vorteile, wie die Spreizung des Beleuchtungsbündels und die Möglichkeit zum Polarisationsrecycling. Gemäß einer bevorzugten Variante wird als

20

Lichtquelle kein Laser verwendet. Dies ermöglicht es, den Streuwinkel der Lichtquelle passend auslegen, um die dunklen Lücken besser auszufüllen.

Erfindungsgemäß werden TIR- und Penta-Varianten ermöglicht mit den Vorzügen "keine Beschichtung erforderlich" und "toleranzunempfindlich".

Patentansprüche

1. Head-Up-Display für ein Fortbewegungsmittel, mit:

- einer bildgebenden Einheit (1) zum Erzeugen eines Bildes;

- 5 - einer Optikeinheit (2) zum Projizieren des Bildes durch eine Spiegeleinheit (3); und
- einem Faltspiegel (15), dessen Einfallswinkel (θ_1) und Ausfallswinkel (θ_2) ungleich sind,

wobei der Faltspiegel (15) zwischen einer Lichtquelle (12) und einem von dieser durchleuchteten Anzeigeelement (11) angeordnet ist.

10

2. Head-Up-Display gemäß Anspruch 1, wobei die Differenz ($\theta_1 - \theta_2$) zwischen Einfallswinkel (θ_1) und Ausfallswinkel (θ_2) über die Fläche des Faltspiegels (15) positionsabhängig ist.

- 15 3. Head-Up-Display gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Faltspiegel (15) an seiner reflektierenden Oberfläche viele Mikrostrukturen (16) aufweist, die jede für sich die bekannte Regel, daß Einfallswinkel gleich Ausfallswinkel ist, erfüllt.

- 20 4. Head-Up-Display gemäß Anspruch 3, wobei die Mikrostrukturen (16) in sich eine Krümmung aufweisen.

- 25 5. Head-Up-Display gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche 3-4, wobei die Mikrostrukturen (16) leichte Steigungsabweichungen von ihrer idealen Steigung aufweisen.

6. Head-Up-Display gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Ausnutzung der Lücken zum Polarisationsrecycling erfolgt.

- 30 7. Head-Up-Display gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Pentaspiegelansatz vorgesehen ist.

8. Head-Up-Display gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zwei Faltspiegel kaskadiert angeordnet sind und eine Aufspreizung in zwei Richtungen erfolgt.

FIG 1

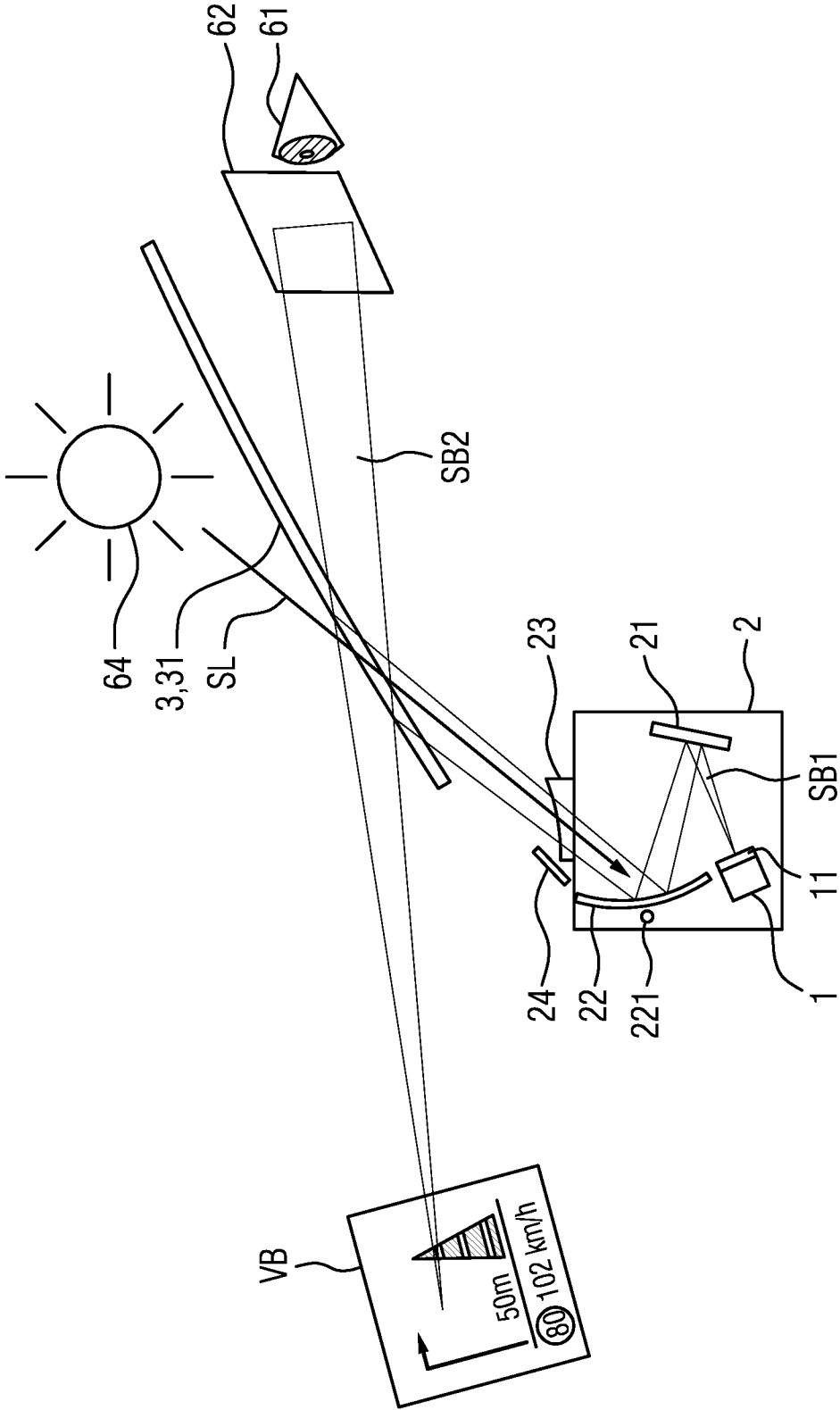


FIG 2

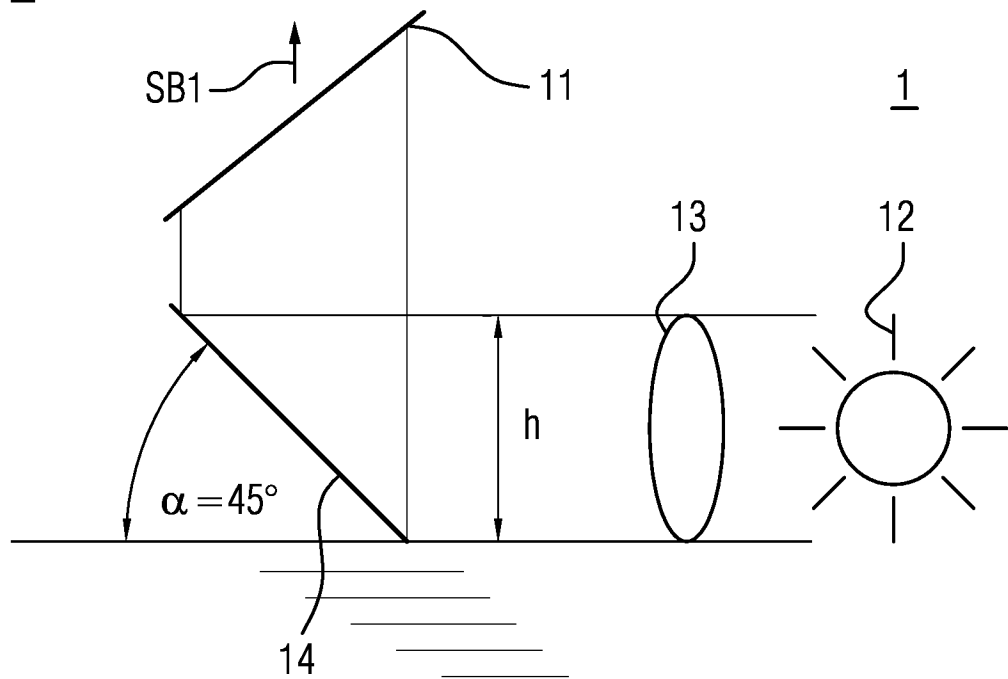


FIG 3

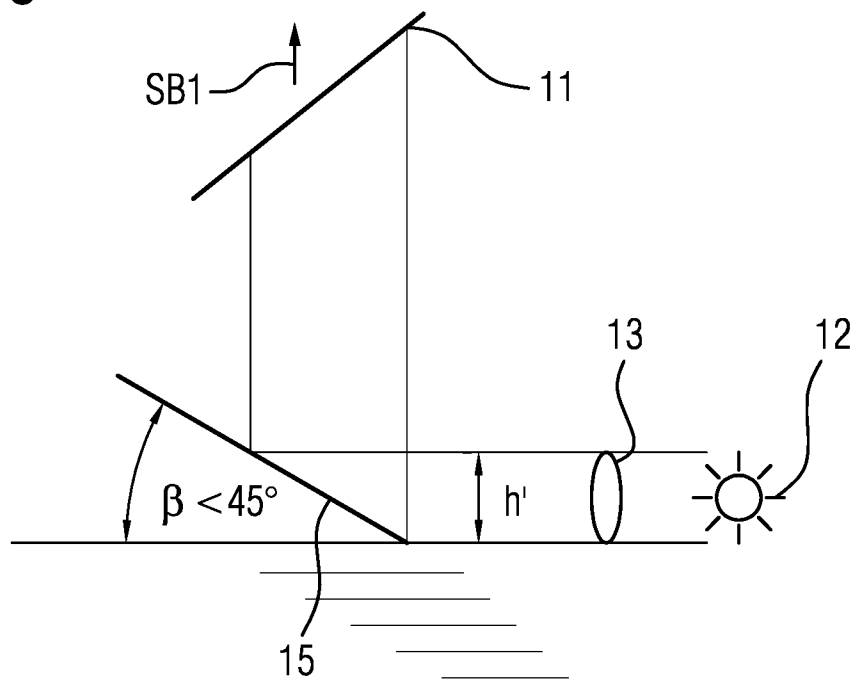
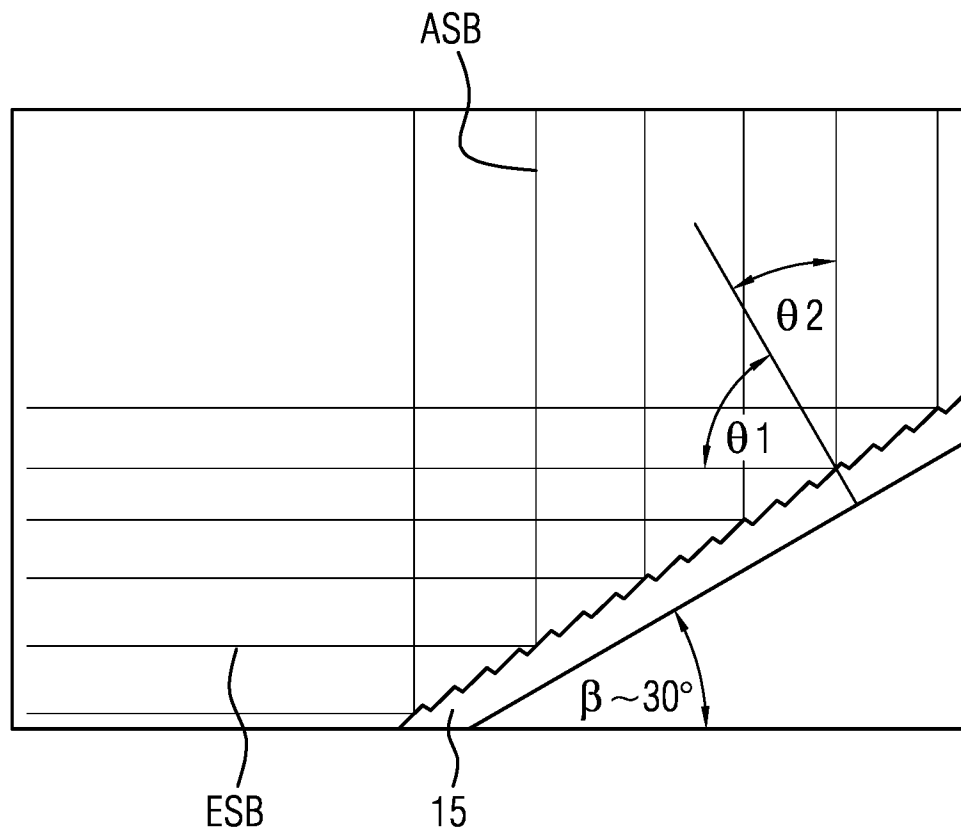


FIG 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE2021/200165

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*G02B 27/01*(2006.01)i; *G02B 19/00*(2006.01)n; *F21V 8/00*(2006.01)n

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; G02F

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)	1-5
Y	paragraphs [0040], [0055] - [0067]; figures 1a,6,7	1-5,7
X	WO 2018208618 A1 (REALD SPARK LLC [US]) 15 November 2018 (2018-11-15)	1-6,8
Y	paragraphs [0062] - [0064], [0224], [0270] - [0280], [0306], [0310] - [0312]; figures 12a-d,16a,16b,32b	1-5
Y	US 2016209649 A1 (SHIGENO TAKANORI [JP] ET AL) 21 July 2016 (2016-07-21)	1-5
	paragraphs [0021] - [0035]; figures 1-3	
Y	US 2018217488 A1 (IRZYK MICHAEL [FR] ET AL) 02 August 2018 (2018-08-02)	7
	paragraphs [0041] - [0045]; figures 1-3	



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

20 January 2022

Date of mailing of the international search report

02 February 2022

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Blau, Gerd

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/DE2021/200165

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
				JP	6721453	B2	15 July 2020
				JP	2018025600	A	15 February 2018
				US	2019212560	A1	11 July 2019
				US	2021096367	A1	01 April 2021
				WO	2018029892	A1	15 February 2018
WO	2018208618	A1	15 November 2018	CN	110809732	A	18 February 2020
				EP	3622347	A1	18 March 2020
				US	2021199879	A1	01 July 2021
				WO	2018208618	A1	15 November 2018
US	2016209649	A1	21 July 2016	CN	105492958	A	13 April 2016
				EP	3040757	A1	06 July 2016
				JP	6248473	B2	20 December 2017
				JP	2015045735	A	12 March 2015
				KR	20160046812	A	29 April 2016
				US	2016209649	A1	21 July 2016
				WO	2015029738	A1	05 March 2015
US	2018217488	A1	02 August 2018	CN	108351521	A	31 July 2018
				EP	3329317	A1	06 June 2018
				FR	3039655	A1	03 February 2017
				JP	2018530771	A	18 October 2018
				US	2018217488	A1	02 August 2018
				WO	2017017162	A1	02 February 2017

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**INV. G02B27/01****ADD. G02B19/00 F21V8/00**

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

G02B G02F

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)	1-5
Y	Absätze [0040], [0055] - [0067]; Abbildungen 1a, 6, 7 -----	1-5, 7
X	WO 2018/208618 A1 (REALD SPARK LLC [US]) 15. November 2018 (2018-11-15)	1-6, 8
Y	Absätze [0062] - [0064], [0224], [0270] - [0280], [0306], [0310] - [0312]; Abbildungen 12a-d, 16a, 16b, 32b -----	1-5
Y	US 2016/209649 A1 (SHIGENO TAKANORI [JP] ET AL) 21. Juli 2016 (2016-07-21)	1-5
	Absätze [0021] - [0035]; Abbildungen 1-3 -----	
Y	US 2018/217488 A1 (IRZYK MICHAEL [FR] ET AL) 2. August 2018 (2018-08-02)	7
	Absätze [0041] - [0045]; Abbildungen 1-3 -----	



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

20. Januar 2022

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

02/02/2022

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

Blau, Gerd

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2021/200165

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
		JP 6721453 B2	15-07-2020
		JP 2018025600 A	15-02-2018
		US 2019212560 A1	11-07-2019
		US 2021096367 A1	01-04-2021
		WO 2018029892 A1	15-02-2018

WO 2018208618 A1	15-11-2018	CN 110809732 A	18-02-2020
		EP 3622347 A1	18-03-2020
		US 2021199879 A1	01-07-2021
		WO 2018208618 A1	15-11-2018

US 2016209649 A1	21-07-2016	CN 105492958 A	13-04-2016
		EP 3040757 A1	06-07-2016
		JP 6248473 B2	20-12-2017
		JP 2015045735 A	12-03-2015
		KR 20160046812 A	29-04-2016
		US 2016209649 A1	21-07-2016
		WO 2015029738 A1	05-03-2015

US 2018217488 A1	02-08-2018	CN 108351521 A	31-07-2018
		EP 3329317 A1	06-06-2018
		FR 3039655 A1	03-02-2017
		JP 2018530771 A	18-10-2018
		US 2018217488 A1	02-08-2018
		WO 2017017162 A1	02-02-2017
