

(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  
19. Dezember 2019 (19.12.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2019/238846 A1**

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

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/065546

(22) Internationales Anmeldedatum:  
13. Juni 2019 (13.06.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2018 209 626.0  
15. Juni 2018 (15.06.2018) DE

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

(72) Erfinder: SCHEFFLER-JUSCHTSCHENKO, Willi; c/o Continental Automotive GmbH, Intellectual Property, So-

dener Str. 9, 65824 Schwalbach a. Ts. (DE). **MITSCH, Rudolf**; c/o Continental Automotive GmbH, Intellectual Property, Sodener Str. 9, 65824 Schwalbach a. Ts. (DE). **JACHENS, Arne**; c/o Continental Automotive GmbH, Intellectual Property, Sodener Str. 9, 65824 Schwalbach a. Ts. (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, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: HEAD-UP DISPLAY FOR A VEHICLE

(54) Bezeichnung: HEAD-UP-DISPLAY FÜR EIN FAHRZEUG

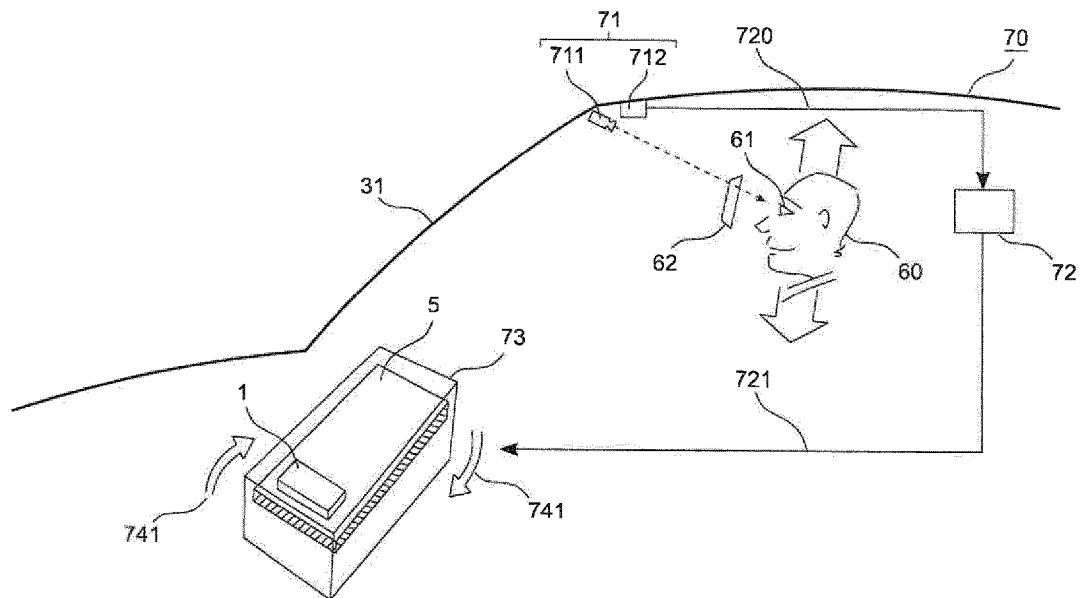


FIG. 5

(57) **Abstract:** The present invention relates to a head-up display for a vehicle (70). The head-up display has an image-producing unit (1) for generating an image and a two-dimensionally multiplying optical waveguide (5) for expanding an exit pupil. The position of an eye (61) of an observer (60) can be determined by means of a measuring device (71). The head-up display also has means (741) for adjusting the position of an eyepiece (62) of the head-up display. Said means are controlled by a control unit (72) in dependence on the position of the eye (61) of the observer (60).

(57) **Zusammenfassung:** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Head-Up-Display für ein Fahrzeug (70). Das Head-Up-Display weist eine bildgebende Einheit (1) zum Erzeugen eines Bildes sowie einen zweidimensional vervielfachenden Lichtwellenleiter (5) zum Aufweiten einer Austrittspupille auf. Mittels einer Messeinrichtung (71) kann die Position eines Auges (61) eines Betrachters (60) bestimmt



WO 2019/238846 A1

**(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, 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 für ein Fahrzeug

5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Head-Up-Display für ein Fahrzeug.

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  
10 Systeme aufgrund ihrer Komplexität und Kosten ursprünglich vorwiegend im Bereich der Luftfahrt Verwendung fanden, werden sie inzwischen auch im Automobilbereich in Großserie verbaut.

Head-Up-Displays bestehen im Allgemeinen aus einem Bildgenerator, einer  
15 Optikeinheit und einer Spiegeleinheit. Der Bildgenerator erzeugt das Bild. Die Optikeinheit leitet das Bild auf die Spiegeleinheit. Der Bildgenerator wird oft auch als bildgebende Einheit oder PGU (Picture Generating Unit) bezeichnet. Die Spiegeleinheit ist eine teilweise spiegelnde, lichtdurchlässige Scheibe. Der Betrachter sieht also die vom Bildgenerator dargestellten Inhalte als virtuelles Bild  
20 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 vom Bildgenerator erzeugten Bildes.

25

Der Betrachter kann das virtuelle Bild nur aus der Position der sogenannten Eyebox betrachten. Als Eyebox wird ein Bereich bezeichnet, dessen Höhe und Breite einem theoretischen Sichtfenster entspricht. So lange sich ein Auge des Betrachters innerhalb der Eyebox befindet, sind alle Elemente des virtuellen Bildes für das Auge  
30 sichtbar. Befindet sich das Auge hingegen außerhalb der Eyebox, so ist das virtuelle Bild für den Betrachter nur noch teilweise oder gar nicht sichtbar. Je größer die Eyebox ist, desto weniger eingeschränkt ist der Betrachter somit bei der Wahl seiner Sitzposition.

Die Größe des virtuellen Bildes herkömmlicher Head-Up-Displays wird durch die Größe der Optikeinheit begrenzt. Ein Ansatz zur Vergrößerung des virtuellen Bildes besteht darin, das von der bildgebenden Einheit kommende Licht in einen  
5 Lichtwellenleiter einzukoppeln. Das in den Lichtwellenleiter eingekoppelte Licht, das die Bildinformation trägt, wird an dessen Grenzflächen totalreflektiert und wird somit innerhalb des Lichtwellenleiters geleitet. Zusätzlich wird an einer Vielzahl von Positionen entlang der Ausbreitungsrichtung jeweils ein Teil des Lichts  
10 ausgekoppelt, so dass die Bildinformation über die Fläche des Lichtwellenleiters verteilt ausgegeben wird. Durch den Lichtwellenleiter erfolgt auf diese Weise eine Aufweitung der Austrittspupille. Die effektive Austrittspupille setzt sich hier aus Bildern der Apertur des Bilderzeugungssystems zusammen.

Vor diesem Hintergrund beschreibt die US 2016/0124223 A1 eine  
15 Anzeigevorrichtung für virtuelle Bilder. Die Anzeigevorrichtung umfasst einen Lichtwellenleiter, der bewirkt, dass von einer bildgebenden Einheit kommendes Licht, das durch eine erste Lichteinfallfläche einfällt, wiederholt einer internen Reflexion unterzogen wird, um sich in einer ersten Richtung von der ersten Lichteinfallfläche weg zu bewegen. Der Lichtwellenleiter bewirkt zudem, dass ein  
20 Teil des im Lichtwellenleiter geführten Lichts durch Bereiche einer ersten Lichtaustrittsfläche, die sich in der ersten Richtung erstreckt, nach außen austritt. Die Anzeigevorrichtung umfasst weiterhin ein erstes lichteinfallseitiges Beugungsgitter, das auftreffendes Licht beugt, um zu bewirken, dass das gebeugte Licht in den Lichtwellenleiter eintritt, und ein erstes lichtausfallendes  
25 Beugungsgitter, das vom Lichtwellenleiter einfallendes Licht beugt.

Um das vom Head-Up-Display erzeugte virtuelle Bild aus verschiedenen Positionen sehen zu können, müssen diese innerhalb der Eyebbox liegen, wozu eine große Eyebbox zweckdienlich ist. Dazu ist bei einem Head-Up-Display mit  
30 Lichtwellenleitertechnik allerdings ein großer Lichtwellenleiter erforderlich. Die Größe des Lichtwellenleiters führt insbesondere bei gekippter Einbaulage im Fahrzeug zu Bauraumanforderungen, die in üblichen Personenkraftwagen schwer zu realisieren sind.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Head-Up-Display für ein Fahrzeug bereitzustellen, bei dem der erforderliche Bauraum reduziert ist.

- 5 Diese Aufgabe wird durch ein Head-Up-Display mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

10 Gemäß einem Aspekt der Erfindung weist ein Head-Up-Display für ein Fahrzeug auf:

- eine bildgebende Einheit zum Erzeugen eines Bildes;
- einen zweidimensional vervielfachenden Lichtwellenleiter zum Aufweiten einer Austrittspupille;
- eine Messeinrichtung zum Bestimmen der Position eines Auges eines Betrachters;
- 15 - Mittel zum Anpassen der Position einer Eyebox des Head-Up-Displays; und
- eine Steuereinheit zum Ansteuern der Mittel zum Anpassen der Position der Eyebox in Abhängigkeit von der Position des Auges des Betrachters.

Die erfindungsgemäße Lösung erlaubt es, den nötigen Bauraum zu reduzieren und  
20 so die Attraktivität und Einsatzwahrscheinlichkeit eines auf Lichtwellenleitertechnologie basierenden Head-Up-Displays signifikant zu steigern. Die Verringerung des Bauraums wird dadurch erzielt, dass die zuvor statische Eyebox in ihrer Höhe reduziert wird, wodurch die vertikale Ausdehnung des Lichtwellenleiters verringert werden kann. Um dennoch den notwendigen Bereich  
25 für alle Größen an Fahrern abzudecken, ist die Position dieser reduzierten Eyebox durch geeignete Mittel anpassbar. Um keine funktionalen Nachteile gegenüber einer großen, statischen Eyebox zu haben, erfolgt eine automatische Anpassung oder Nachführung der Eyebox entsprechend der aktuellen Kopfposition des Betrachters. Die Steuereinheit ist dazu mit der Messeinrichtung und den Mitteln zum  
30 Anpassen der Position der Eyebox in Signalverbindung. Mit der Messeinrichtung wird die Position des Auges des Betrachters bestimmt. Die Steuereinheit prüft, ob sich das Auge noch innerhalb der Eyebox befindet, oder ob einer Korrektur vorzunehmen ist. Ist dies der Fall, so steuert sie die Mittel zum Anpassen der

Position der Eyebox an, damit diese die Position der Eyebox solange nachführen, bis die Eyebox wieder gut bezüglich des Auges positioniert ist.

5 Ebenfalls im Rahmen der Erfindung liegt es, die Größe der Eyebox in horizontaler Richtung zu reduzieren, wodurch wiederum die horizontale Ausdehnung des Lichtwellenleiters verringert werden kann. Durch die Mittel zum Anpassen der Position der Eyebox kann auch eine Nachführung der Eyebox in horizontaler Richtung entsprechend der Augenposition des Betrachters realisiert werden.

10 Gemäß einem Aspekt der Erfindung weisen die die Mittel zum Anpassen der Position der Eyebox zumindest einen Antrieb zum Bewegen zumindest einer Komponente des Head-Up-Displays auf. Durch die Verwendung zumindest einer beweglichen Komponente mit einem zugehörigen Antrieb kann die gewünschte Nachführung der Eyebox zuverlässig realisiert werden.

15

Gemäß einem Aspekt der Erfindung weisen die die Mittel zum Anpassen der Position der Eyebox eine Anzeigesteuerung zum Anpassen einer Position eines von einem Anzeigeelement der bildgebenden Einheit dargestellten Bildinhalts auf. Bei dieser Ausführungsform ist der optische Aufbau so ausgestaltet, dass ein in  
20 Bezug auf die Bildhöhe größeres Bild als üblich in den Lichtwellenleiter eingekoppelt wird. Die Bildhöhe kann z.B. so gewählt sein, dass das resultierende virtuelle Bild für den Betrachter eine Bildhöhe von  $5^\circ$  aufweist. Für die tatsächliche Bilddarstellung wird jedoch nicht die gesamte Höhe des Bildes genutzt, sondern nur ein Teil davon. Beispielsweise können 50% der Bildhöhe genutzt werden, sodass  
25 das resultierende virtuelle Bild für den Betrachter eine Bildhöhe von  $2,5^\circ$  aufweist. Die Verschiebung der Eyebox wird nun dadurch erreicht, dass der dargestellte Bildinhalt auf dem Anzeigeelement in vertikaler Richtung verschoben wird. Dazu wird das Bild auf dem Anzeigeelement pixelweise nach oben oder nach unten bewegt, wodurch sich die Winkel der Strahlen ändern, die in den Lichtwellenleiter  
30 eingekoppelt werden. Dies führt zur einer vertikalen Verschiebung der Eyebox. Entsprechend kann über teilweise Nutzung der Bildbreite und eine horizontale Verschiebung des auf dem Anzeigeelement dargestellten Bildinhalts auch eine horizontale Verschiebung der Eyebox realisiert werden.

Gemäß einem Aspekt der Erfindung sind die bildgebende Einheit und der zweidimensional vervielfachende Lichtwellenleiter mechanisch unverrückbar miteinander zu einer Einheit gekoppelt und durch den zumindest einen Antrieb  
5 gemeinsam bewegbar. Der zumindest eine Antrieb ist dabei vorzugsweise eingerichtet, die Einheit aus bildgebender Einheit und zweidimensional vervielfachendem Lichtwellenleiter horizontal oder vertikal zu verschieben oder um eine horizontale oder vertikale Achse zu verkippen. Diese Variante der erfindungsgemäßen Lösung hat den Vorteil, dass sich die Position der  
10 bildgebenden Einheit relativ zum Lichtwellenleiter nicht ändert. Somit sind keine Positionierungsfehler zu erwarten, die gegebenenfalls korrigiert werden müssten. Allerdings müssen verhältnismäßig große Massen bewegt werden, was bei der Auslegung des zumindest einen Antriebs sowie des Systemaufbaus berücksichtigt werden muss. Die Nachführung der Eyebox kann z.B. durch eine Linearbewegung  
15 der Einheit aus bildgebender Einheit und zweidimensional vervielfachendem Lichtwellenleiter realisiert werden als. Ebenso können eine Drehbewegung oder geeignete Kombinationen daraus genutzt werden. Wenn die bildgebende Einheit und der zweidimensional vervielfachende Lichtwellenleiter in einem Gehäuse angeordnet sind, kann der Antrieb wahlweise das gesamte Gehäuse bewegen oder  
20 die Einheit aus bildgebender Einheit und zweidimensional vervielfachendem Lichtwellenleiter innerhalb des Gehäuses bewegen.

Gemäß einem Aspekt der Erfindung ist der zweidimensional vervielfachende Lichtwellenleiter ortsfest angeordnet und der zumindest eine Antrieb ist  
25 eingerichtet, die bildgebende Einheit relativ zum zweidimensional vervielfachenden Lichtwellenleiter zu bewegen. Diese Variante der erfindungsgemäßen Lösung sieht vor, dass die bildgebende Einheit nicht mechanisch unverrückbar mit dem Lichtwellenleiter gekoppelt ist, sondern mittels eines Antriebs relativ zum Lichtwellenleiter beweglich angeordnet ist. Diese Lösung hat den Vorteil, dass nur  
30 eine relativ kleine Masse bewegt werden muss. Allerdings muss die Positionierung sehr exakt erfolgen. Um die Eyebox dem Auge nachzuführen, kann die bildgebende Einheit durch den Antrieb horizontal oder vertikal verschoben oder um eine horizontale oder vertikale Achse verkippt werden.

Gemäß einem Aspekt der Erfindung ist die bildgebende Einheit ortsfest angeordnet und der zumindest eine Antrieb ist eingerichtet, den zweidimensional vervielfachenden Lichtwellenleiter relativ zur bildgebenden Einheit zu bewegen.

- 5 Auch diese Variante der erfindungsgemäßen Lösung sieht vor, dass der Lichtwellenleiter nicht mechanisch unverrückbar mit der bildgebenden Einheit gekoppelt ist, sondern mittels eines Antriebs relativ zur bildgebenden Einheit beweglich angeordnet ist. Bei dieser Lösung ist die zu bewegende Masse ebenfalls reduziert. Um die Eyebox dem Auge nachzuführen, kann der Lichtwellenleiter durch  
10 den Antrieb horizontal oder vertikal verschoben oder um eine horizontale oder vertikale Achse verkippt werden.

- Gemäß einem Aspekt der Erfindung ist zwischen der bildgebenden Einheit und dem zweidimensional vervielfachenden Lichtwellenleiter zumindest ein Spiegel  
15 angeordnet, der mittels des zumindest einen Antriebs bewegbar ist. Bei dieser Variante der erfindungsgemäßen Lösung sind die bildgebende Einheit und der Lichtwellenleiter ortsfest verbaut und werden nicht bewegt. Stattdessen ist zwischen der bildgebenden Einheit und dem Lichtwellenleiter zumindest ein mittels eines zugeordneten Antriebs beweglicher, insbesondere drehbarer Faltspiegel  
20 angeordnet. Durch die Bewegung des zumindest einen Faltspiegels kann der Einkoppelwinkel des einzukoppelnden Lichts geändert und darüber die Eyebox geeignet nachgeführt werden.

- Gemäß einem Aspekt der Erfindung weist die Messeinrichtung eine Kamera zur  
25 Innenraumüberwachung auf. Zur Gewährleistung der Sichtbarkeit der Eyebox wird vorzugsweise auf Headtracking zurückgegriffen, bei dem die Augenposition des Fahrers, d.h. des Betrachters, mittels einer Auswertung von Kamerabildern bestimmt wird. Dazu können die Bilder einer Kamera zur Innenraumüberwachung genutzt werden, die bei aktuellen Fahrzeugen zum Teil bereits vorhanden ist und  
30 deren zunehmende Verbreitung zu erwarten ist.

Selbstverständlich können auch Kombination von zwei oder mehr der oben genannten Maßnahmen verwendet werden, um die Position der Eyebox anzupassen.

- 5 Vorzugsweise wird ein erfindungsgemäßes Head-Up-Display in einem Fortbewegungsmittel eingesetzt, um ein virtuelles Bild für einen Bediener des Fortbewegungsmittels zu erzeugen. Bei dem Fortbewegungsmittel kann es sich beispielsweise um ein Kraftfahrzeug oder ein Luftfahrzeug handeln. Selbstverständlich kann die erfindungsgemäße Lösung auch in anderen
- 10 Umgebungen oder für andere Anwendungen genutzt werden, z.B. in Lastkraftwagen, in der Bahntechnik und im ÖPNV, bei Kranen und Baumaschinen, etc.

Weitere Merkmale der vorliegenden Erfindung werden aus der nachfolgenden

15 Beschreibung und den angehängten Ansprüchen in Verbindung mit den Figuren ersichtlich.

#### Figurenübersicht

- 20 Fig. 1 zeigt schematisch ein Head-Up-Display gemäß dem Stand der Technik für ein Kraftfahrzeug;
- Fig. 2 zeigt einen Lichtwellenleiter mit zweidimensionaler Vergrößerung;
- 25 Fig. 3 zeigt schematisch ein Head-Up-Display mit Lichtwellenleiter;
- Fig. 4 zeigt schematisch ein Head-Up-Display mit Lichtwellenleiter in einem Kraftfahrzeug;
- 30 Fig. 5 zeigt schematisch eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Head-Up-Displays;

Fig. 6 zeigt schematisch eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Head-Up-Displays;

5 Fig. 7 zeigt schematisch eine dritte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Head-Up-Displays; und

Fig. 8 zeigt schematisch eine vierte Ausführungsform 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.

Zunächst soll anhand der Figuren 1 bis 4 der Grundgedanke eines Head-Up-Displays mit Lichtwellenleiter dargelegt werden.

25 Fig. 1 zeigt eine Prinzipskizze eines Head-Up-Displays gemäß dem Stand der Technik für ein Kraftfahrzeug. Das Head-Up-Display weist einen Bildgenerator 1, eine Optikeinheit 2 und eine Spiegeleinheit 3 auf. Von einem Anzeigeelement 11 geht ein Strahlenbündel SB1 aus, welches von einem Faltspiegel 21 auf einen gekrümmten Spiegel 22 reflektiert wird, der es Richtung Spiegeleinheit 3 reflektiert.  
30 Die Spiegeleinheit 3 ist hier als Windschutzscheibe 31 eines 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 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 Elemente der Optikeinheit 2 sind somit beispielsweise gegen im Innenraum des Fahrzeugs befindlichen Staub geschützt. Auf der Abdeckung 23 befindet sich weiterhin eine optische Folie bzw. ein Polarisator 24. Das Anzeigeelement 11 ist typischerweise polarisiert und die Spiegeleinheit 3 wirkt wie ein Analysator. Zweck des Polarisators 24 ist es daher, die Polarisation zu beeinflussen, um eine gleichmäßige Sichtbarkeit des Nutzlichts zu erzielen. Ein Blendschutz 25 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 gelangen. In Kombination mit einem Polarisationsfilter kann der

Polarisator 24 zusätzlich auch genutzt werden, um einfallendes Sonnenlicht SL auszublenden.

- Fig. 2 zeigt in schematischer räumlicher Darstellung einen Lichtwellenleiter 5 mit zweidimensionaler Vergrößerung. Im unteren linken Bereich erkennt man ein Einkoppelhologramm 53, mittels dessen von einer nicht dargestellten bildgebenden Einheit kommendes Licht L1 in den Lichtwellenleiter 5 eingekoppelt wird. In diesem breitet es sich in der Zeichnung nach rechts oben aus, entsprechend dem Pfeil L2. In diesem Bereich des Lichtwellenleiters 5 befindet sich ein Falthologramm 51, das ähnlich wie viele hintereinander angeordnete teildurchlässige Spiegel wirkt, und ein in Y-Richtung verbreitertes, sich in X-Richtung ausbreitendes Lichtbündel erzeugt. Dies ist durch drei Pfeile L3 angedeutet. In dem sich in der Abbildung nach rechts erstreckenden Teil des Lichtwellenleiters 5 befindet sich ein Auskoppelhologramm 52, welches ebenfalls ähnlich wie viele hintereinander angeordnete teildurchlässige Spiegel wirkt, und durch Pfeile L4 angedeutet Licht in Z-Richtung nach oben aus dem Lichtwellenleiter 5 auskoppelt. Hierbei erfolgt eine Verbreiterung in X-Richtung, sodass das ursprüngliche einfallende Lichtbündel L1 als in zwei Dimensionen vergrößertes Lichtbündel L4 den Lichtwellenleiter 5 verlässt.
- Fig. 3 zeigt in räumlicher Darstellung ein Head-Up-Display mit drei Lichtwellenleitern 5R, 5G, 5B, die übereinanderliegend angeordnet sind und für je eine Elementarfarbe Rot, Grün und Blau stehen. Sie bilden gemeinsam den Lichtwellenleiter 5. Die in dem Lichtwellenleiter 5 vorhandenen Hologramme 51, 52, 53 sind wellenlängenabhängig, sodass jeweils ein Lichtwellenleiter 5R, 5G, 5B für eine der Elementarfarben verwendet wird. Oberhalb des Lichtwellenleiters 5 sind ein Bildgenerator 1 und eine Optikeinheit 2 dargestellt. Die Optikeinheit 2 weist einen Spiegel 20 auf, mittels dessen das vom Bildgenerator 1 erzeugte und von der Optikeinheit 2 geformte Licht in Richtung des jeweiligen Einkoppelhologramms 53 umgelenkt wird. Der Bildgenerator 1 weist drei Lichtquellen 14R, 14G, 14B für die drei Elementarfarben auf. Man erkennt, dass die gesamte dargestellte Einheit eine im Vergleich zu ihrer lichtabstrahlenden Fläche geringe Gesamtbauhöhe aufweist.

Fig. 4 zeigt ein Head-Up-Display in einem Kraftfahrzeug ähnlich zu Fig. 1, hier allerdings in räumlicher Darstellung und mit einem Lichtwellenleiter 5. Man erkennt den schematisch angedeuteten Bildgenerator 1, der ein paralleles Strahlenbündel SB1 erzeugt, welches mittels der Spiegelebene 523 in den Lichtwellenleiter 5  
5 eingekoppelt wird. Die Optikeinheit ist der Einfachheit halber nicht dargestellt. Mehrere Spiegelebenen 522 reflektieren jeweils einen Teil des auf sie auftreffenden Lichts Richtung Windschutzscheibe 31, der Spiegeleinheit 3. Von dieser wird das Licht Richtung Auge 61 reflektiert. Der Betrachter sieht ein virtuelles Bild VB über der Motorhaube bzw. in noch weiterer Entfernung vor dem Kraftfahrzeug. Auch bei  
10 dieser Technologie ist die gesamte Optik in einem Gehäuse verbaut, dass von einer transparenten Abdeckung gegen die Umgebung abgegrenzt ist.

Fig. 5 zeigt schematisch eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Head-Up-Displays für ein Fahrzeug 70. Zu sehen ist die Windschutzscheibe 31 des  
15 Fahrzeugs 70. An deren oberen Ende ist eine Kamera 711 mit einer zugehörigen Auswertelektronik 712 angeordnet. Beide Komponenten zusammen bilden die Messeinrichtung 71. Zu sehen ist weiterhin der Betrachter 60, dessen Kopfposition in der Höhe variabel ist, insbesondere in Abhängigkeit von der Größe des  
20 Betrachters 60 und von Bewegungen des Betrachters 60. Je nachdem, wie sich der Betrachter 60 bewegt, ist die Kopfposition auch seitlich variabel. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, die Position der Eyebox 62 der Position des Betrachters 60 nachzuführen, damit der Betrachter 60 die vom Head-Up-Display angezeigten Informationen immer optimal sieht. Dazu detektiert die Messeinrichtung 71 die  
25 Position des Auges 61 des Betrachters 60 und übermittelt diese Information mittels einer ersten Datenleitung 720 an eine Steuereinheit 72. Diese ermittelt geeignete Ansteuersignale, die sie mittels einer weiteren Datenleitung 721 an einen Antrieb 741 weitergibt.

Bei der in Fig. 5 dargestellten ersten Ausführungsform sind die bildgebende Einheit  
30 1 und der Lichtwellenleiter 5 mechanisch unverrückbar miteinander zu einer Einheit gekoppelt und in einem Gehäuse 73 angeordnet. Das Gehäuse 73 ist mittels eines Antriebs 741, der hier durch Pfeile symbolisiert ist, beweglich im Fahrzeug 70 angeordnet. Der Antrieb 741 wird mittels der Datenleitung 721 von der Steuereinheit

72 gesteuert. Dabei wird das Gehäuse 73 derart bewegt, dass sich die Eyebox 62 im Bereich des Auges 61 befindet. Das vom Gehäuse 73 ausgehende Licht trifft somit nach Reflexion an der Windschutzscheibe 31 optimal in das Auge 61.

5 Fig. 6 zeigt schematisch eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Head-Up-Displays. Auch bei dieser Ausführungsform befinden sich bildgebende Einheit 1 und der Lichtwellenleiter 5 in einem Gehäuse 73 und sind mechanisch unverrückbar miteinander zu einer Einheit gekoppelt. Diese Einheit ist mittels eines durch Pfeile angedeuteten Antriebs 741 beweglich im Gehäuse angeordnet. Der  
10 Antrieb 741 wird wiederum mittels der Datenleitung 721 von der Steuereinheit 72 angesteuert. Dabei wird die Einheit aus bildgebender Einheit 1 und Lichtwellenleiter 5 im Gehäuse 73 derart bewegt, dass sich die Eyebox 62 im Bereich des Auges 61 befindet.

15 Alternativ kann die bildgebende Einheit 1 auch mechanisch vom Lichtwellenleiter 5 entkoppelt sein. Gemäß einer ersten Variante ist die bildgebende Einheit 1 dabei ortsfest im Gehäuse 73 angeordnet, während der Lichtwellenleiter 5 seinerseits mittels des Antriebs 741 relativ zur bildgebenden Einheit 1 beweglich im Gehäuse 73 angeordnet. Gemäß einer zweiten Variante ist hingegen der Lichtwellenleiter 5  
20 ortsfest im Gehäuse 73 angeordnet, während die bildgebende Einheit 1 mittels des Antriebs 741 relativ zum Lichtwellenleiter 5 beweglich im Gehäuse 73 angeordnet ist.

Fig. 7 zeigt schematisch eine dritte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen  
25 Head-Up-Displays. Hier sind die bildgebende Einheit 1 und der Lichtwellenleiter 5 ohne Gehäuse dargestellt. Das von der bildgebenden Einheit 1 kommende Licht L1 wird von zwei beweglichen Spiegeln 751, 752 reflektiert und dann in den Lichtwellenleiter 5 eingekoppelt. Der erste Spiegel 751 wird von einem hier nur angedeuteten Antrieb 741 bewegt, der zweite Spiegel 752 von einem ebenfalls nur  
30 angedeuteten Antrieb 742. Die Antriebe 741, 742 werden mittels der Datenleitung 721 von der Steuereinheit 72 angesteuert. Mit Hilfe der beiden beweglichen Spiegel 751, 752 kann der Winkel des einzukoppelnden Lichts L1 geändert werden, wodurch eine geeignete Nachführung der Eyebox 62 erreicht werden kann.

Fig. 8 zeigt schematisch eine vierte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Head-Up-Displays. Wie schon in Fig. 7 sind die bildgebende Einheit 1 und der Lichtwellenleiter 5 ohne Gehäuse dargestellt. Die bildgebende Einheit 1 weist ein Anzeigeelement 11 auf, das so ausgestaltet ist, dass ein in Bezug auf die Bildhöhe größeres Bild als üblich in den Lichtwellenleiter 5 eingekoppelt wird. Das Anzeigeelement 11 ist in Fig. 8 zur Verdeutlichung des Prinzips dieser Ausführungsform gesondert dargestellt. Die Bildhöhe kann z.B. so gewählt sein, dass das resultierende virtuelle Bild für den Betrachter eine Bildhöhe von 5° aufweist. Für die tatsächliche Bilddarstellung wird jedoch nicht die gesamte Höhe des Bildes genutzt, sondern nur ein Teil davon. Beispielsweise können 50% der Bildhöhe genutzt werden, sodass das resultierende virtuelle Bild für den Betrachter eine Bildhöhe von 2,5° aufweist. Zum Anpassen der Position der Eyebox 62 wird eine Anzeigesteuerung 111 genutzt, die für eine Anpassung der Position des von dem Anzeigeelement 11 dargestellten Bildinhalts sorgt. Die Verschiebung der Eyebox 62 in vertikaler Richtung wird dadurch erreicht, dass der dargestellte Bildinhalt auf dem Anzeigeelement 11 in vertikaler Richtung verschoben wird. Dazu wird das Bild auf dem Anzeigeelement 11 pixelweise nach oben oder nach unten bewegt, wodurch sich die Winkel der Strahlen ändern, die in den Lichtwellenleiter 5 eingekoppelt werden. Entsprechend kann über teilweise Nutzung der Bildbreite und eine horizontale Verschiebung des auf dem Anzeigeelement 11 dargestellten Bildinhalts auch eine horizontale Verschiebung der Eyebox 62 realisiert werden.

## Patentansprüche

1. Head-Up-Display für ein Fahrzeug (70), mit:
  - einer bildgebenden Einheit (1) zum Erzeugen eines Bildes;
  - 5 - einem zweidimensional vervielfachenden Lichtwellenleiter (5, 5R, 5G, 5B) zum Aufweiten einer Austrittspupille;
  - einer Messeinrichtung (71) zum Bestimmen der Position eines Auges (61) eines Betrachters (60);
  - Mitteln (111, 741, 742) zum Anpassen der Position einer Eyebox (62) des
  - 10 Head-Up-Displays; und
  - einer Steuereinheit (72) zum Ansteuern der Mittel (111, 741, 742) zum Anpassen der Position der Eyebox (62) in Abhängigkeit von der Position des Auges (61) des Betrachters (60).
  
- 15 2. Head-Up-Display gemäß Anspruch 1, wobei die Mittel (11, 741, 742) zum Anpassen der Position der Eyebox (62) zumindest einen Antrieb (741, 742) zum Bewegen zumindest einer Komponente des Head-Up-Displays oder eine Anzeigesteuerung (111) zum Anpassen einer Position eines von einem
- 20 Anzeigeelement (11) der bildgebenden Einheit (1) dargestellten Bildinhalts aufweisen.
  
3. Head-Up-Display gemäß Anspruch 2, wobei die bildgebende Einheit (1) und der zweidimensional vervielfachende Lichtwellenleiter (5, 5R, 5G, 5B) mechanisch unverrückbar miteinander zu einer Einheit gekoppelt sind und
- 25 durch den zumindest einen Antrieb (741, 742) gemeinsam bewegbar sind.
  
4. Head-Up-Display gemäß Anspruch 3, wobei der zumindest eine Antrieb (741, 742) eingerichtet ist, die Einheit aus bildgebender Einheit (1) und
- 30 zweidimensional vervielfachendem Lichtwellenleiter (5, 5R, 5G, 5B) horizontal oder vertikal zu verschieben oder um eine horizontale oder vertikale Achse zu verkippen.

5. Head-Up-Display gemäß Anspruch 3 oder 4, wobei die bildgebende Einheit (1) und der zweidimensional vervielfachende Lichtwellenleiter (5, 5R, 5G, 5B) in einem Gehäuse (731) angeordnet sind und der zumindest eine Antrieb (741, 742) eingerichtet ist, das Gehäuse (731) zu bewegen oder die Einheit aus  
5 bildgebender Einheit (1) und zweidimensional vervielfachendem Lichtwellenleiter (5, 5R, 5G, 5B) innerhalb des Gehäuses (731) zu bewegen.
6. Head-Up-Display gemäß Anspruch 2, wobei der zweidimensional vervielfachende Lichtwellenleiter (5, 5R, 5G, 5B) ortsfest angeordnet ist und  
10 der zumindest eine Antrieb (741, 742) eingerichtet ist, die bildgebende Einheit (1) relativ zum zweidimensional vervielfachenden Lichtwellenleiter (5, 5R, 5G, 5B) zu bewegen.
7. Head-Up-Display gemäß Anspruch 6, wobei der zumindest eine Antrieb (741, 742) eingerichtet ist, die bildgebende Einheit (1) horizontal oder vertikal zu  
15 verschieben oder um eine horizontale oder vertikale Achse zu verkippen.
8. Head-Up-Display gemäß Anspruch 2, wobei die bildgebende Einheit (1) ortsfest angeordnet ist und der zumindest eine Antrieb (741, 742) eingerichtet  
20 ist, den zweidimensional vervielfachenden Lichtwellenleiter (5, 5R, 5G, 5B) relativ zur bildgebenden Einheit (1) zu bewegen.
9. Head-Up-Display gemäß Anspruch 8, wobei der zumindest eine Antrieb (741, 742) eingerichtet ist, den zweidimensional vervielfachenden Lichtwellenleiter  
25 (5, 5R, 5G, 5B) horizontal oder vertikal zu verschieben oder um eine horizontale oder vertikale Achse zu verkippen.
10. Head-Up-Display gemäß Anspruch 2, wobei zwischen der bildgebenden Einheit (1) und dem zweidimensional vervielfachenden Lichtwellenleiter (5,  
30 5R, 5G, 5B) zumindest ein Spiegel (751, 752) angeordnet ist, der mittels des zumindest einen Antriebs (741, 742) bewegbar ist.

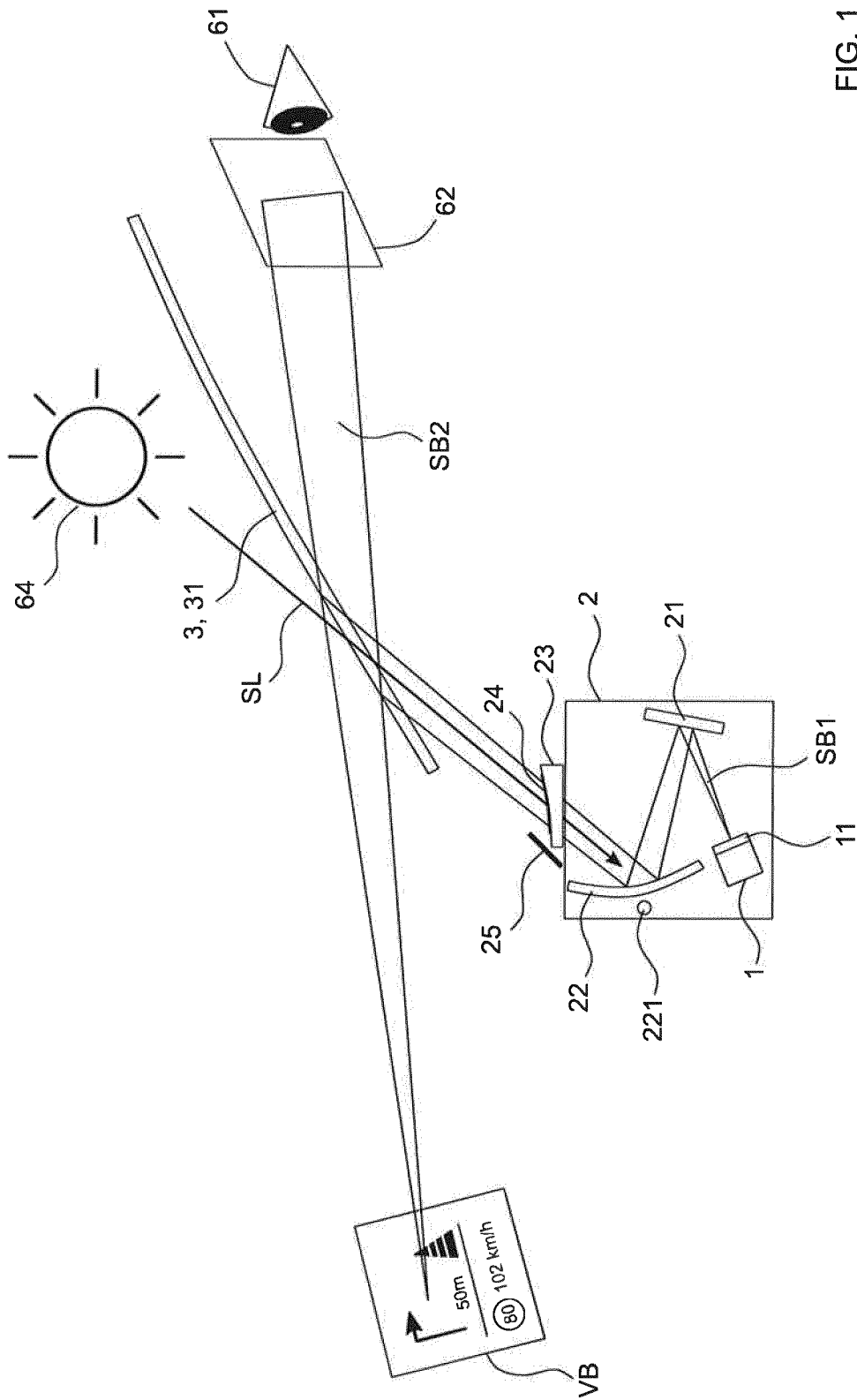


FIG. 1

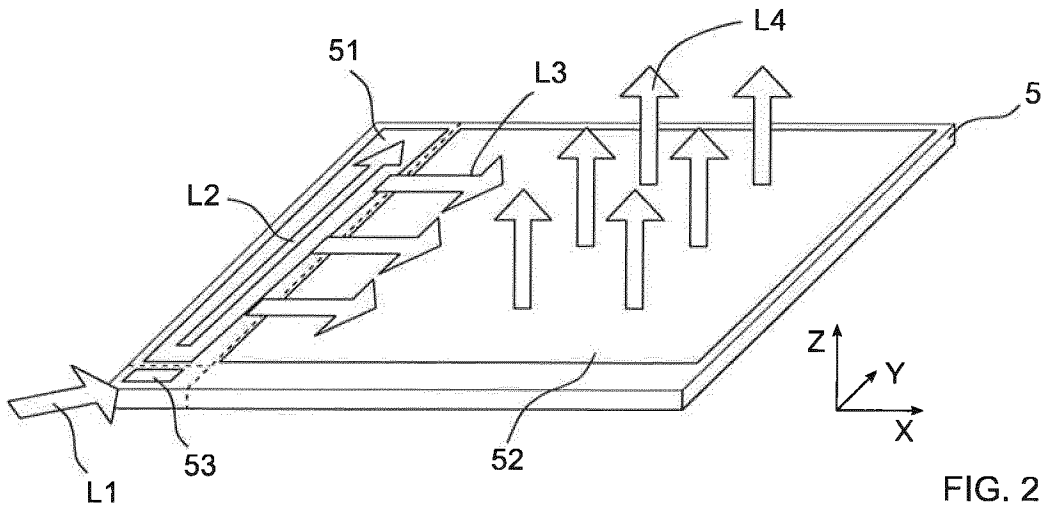


FIG. 2

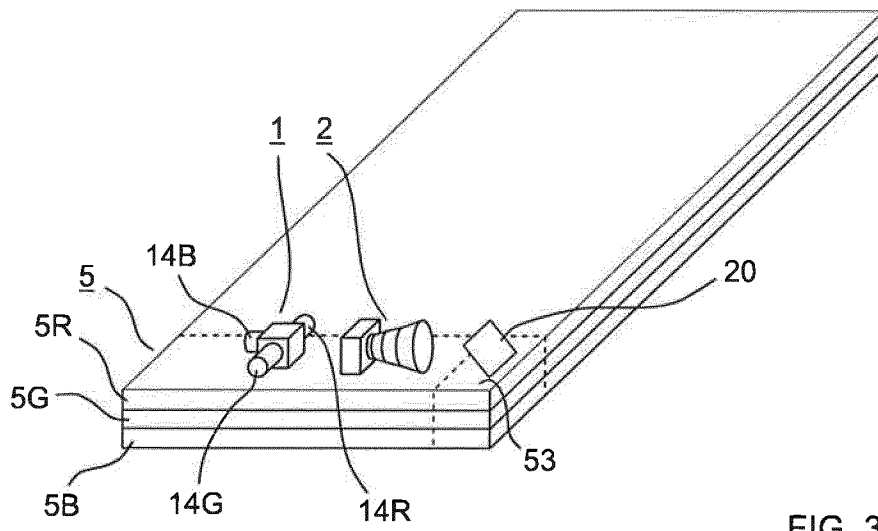


FIG. 3

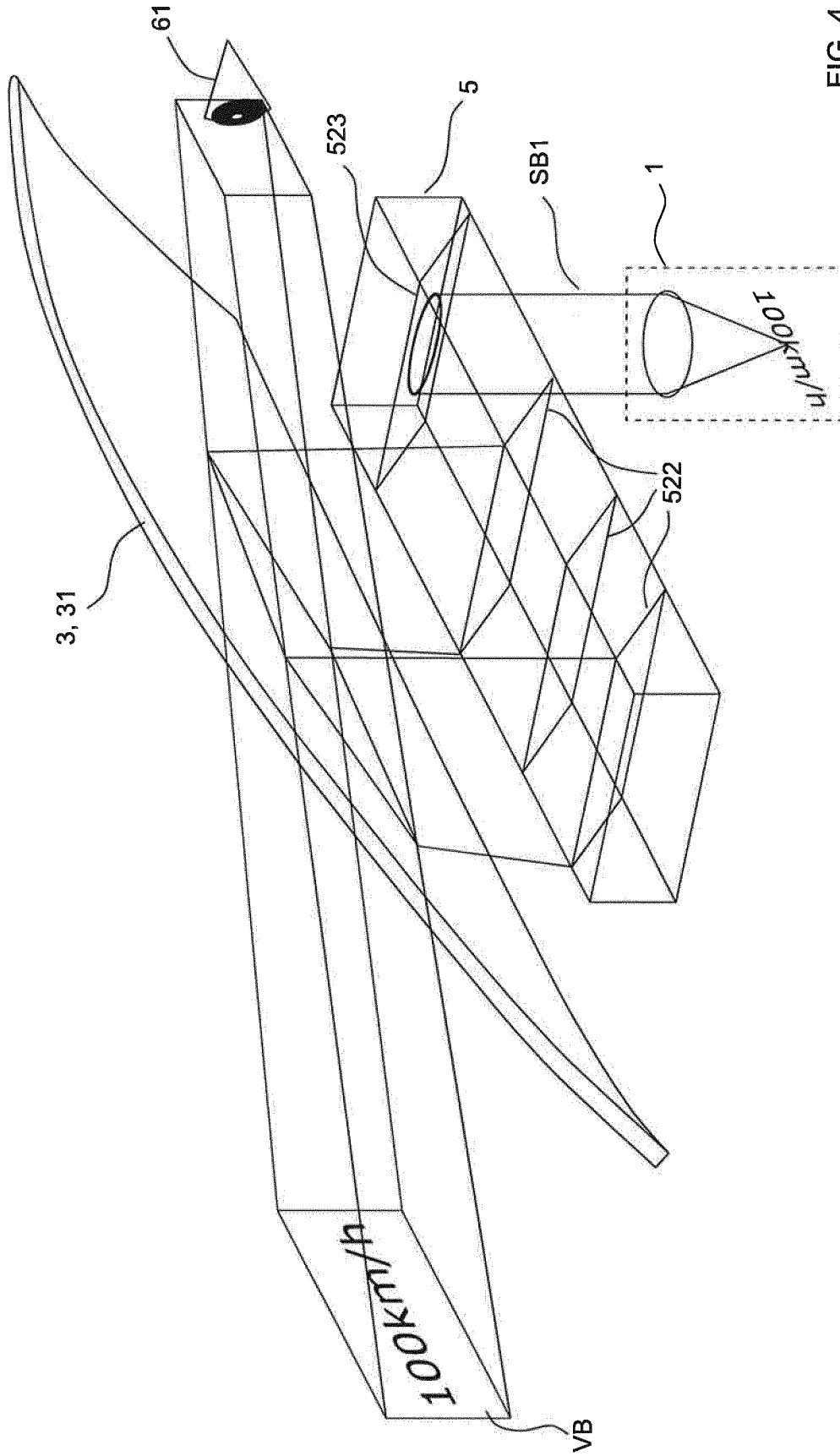


FIG. 4

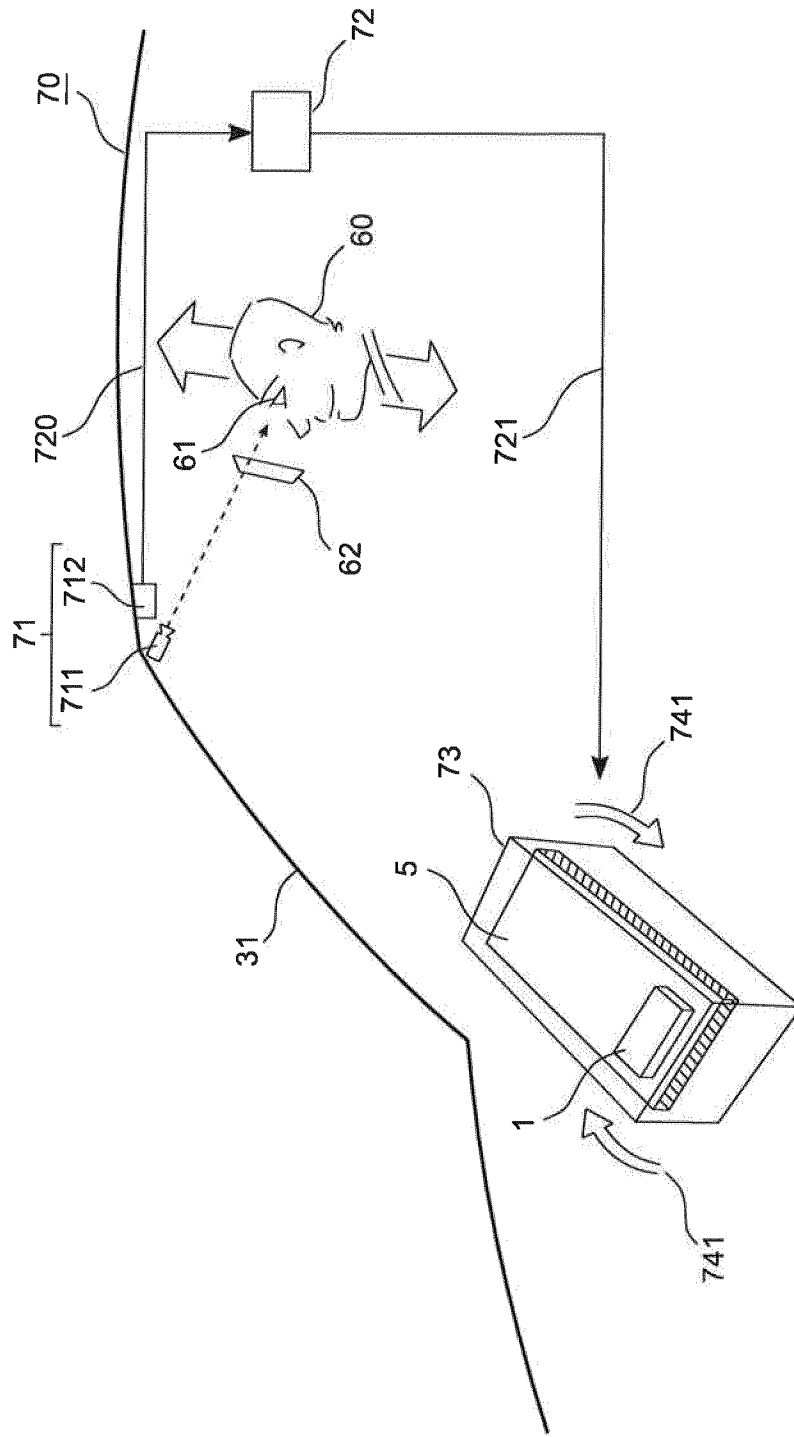


FIG. 5

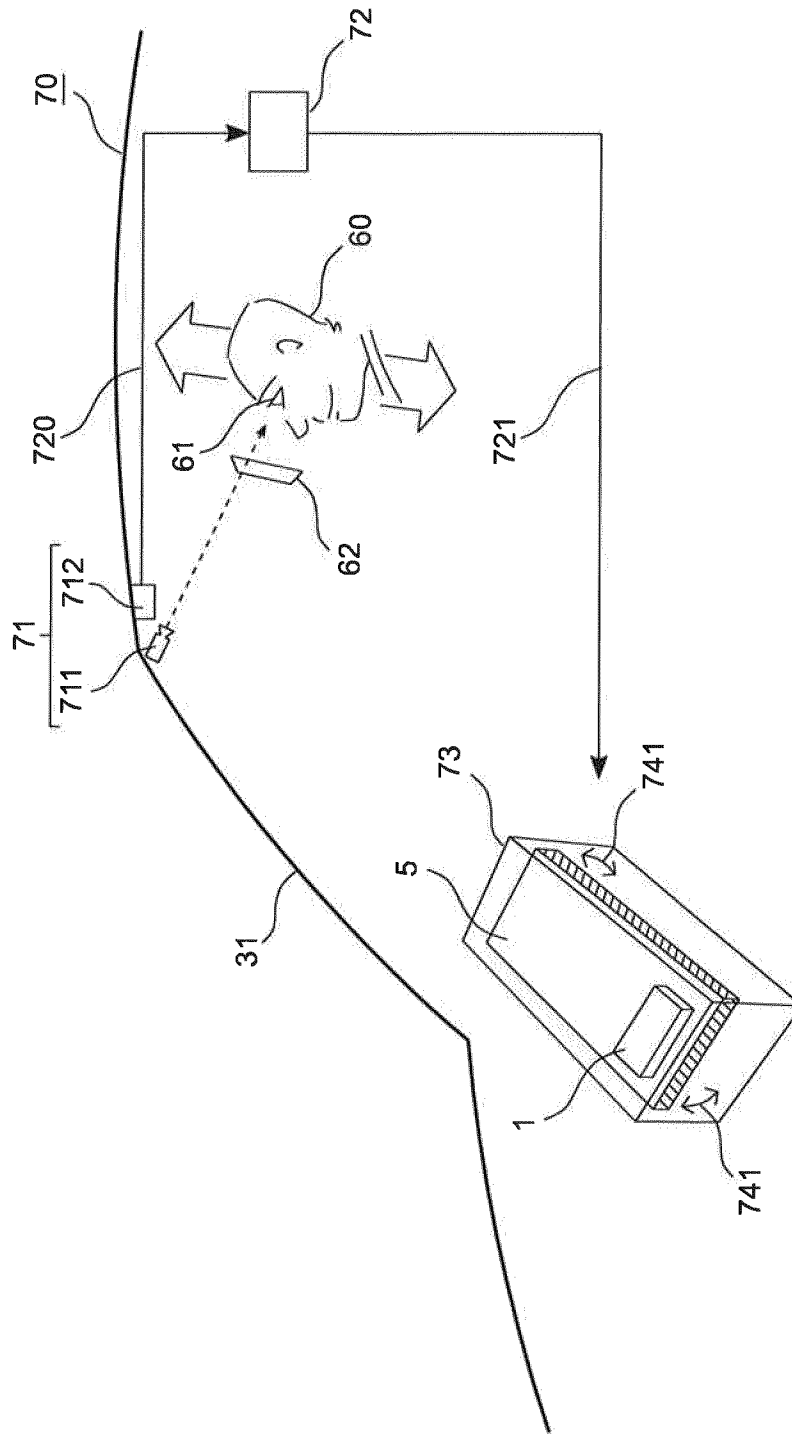


FIG. 6

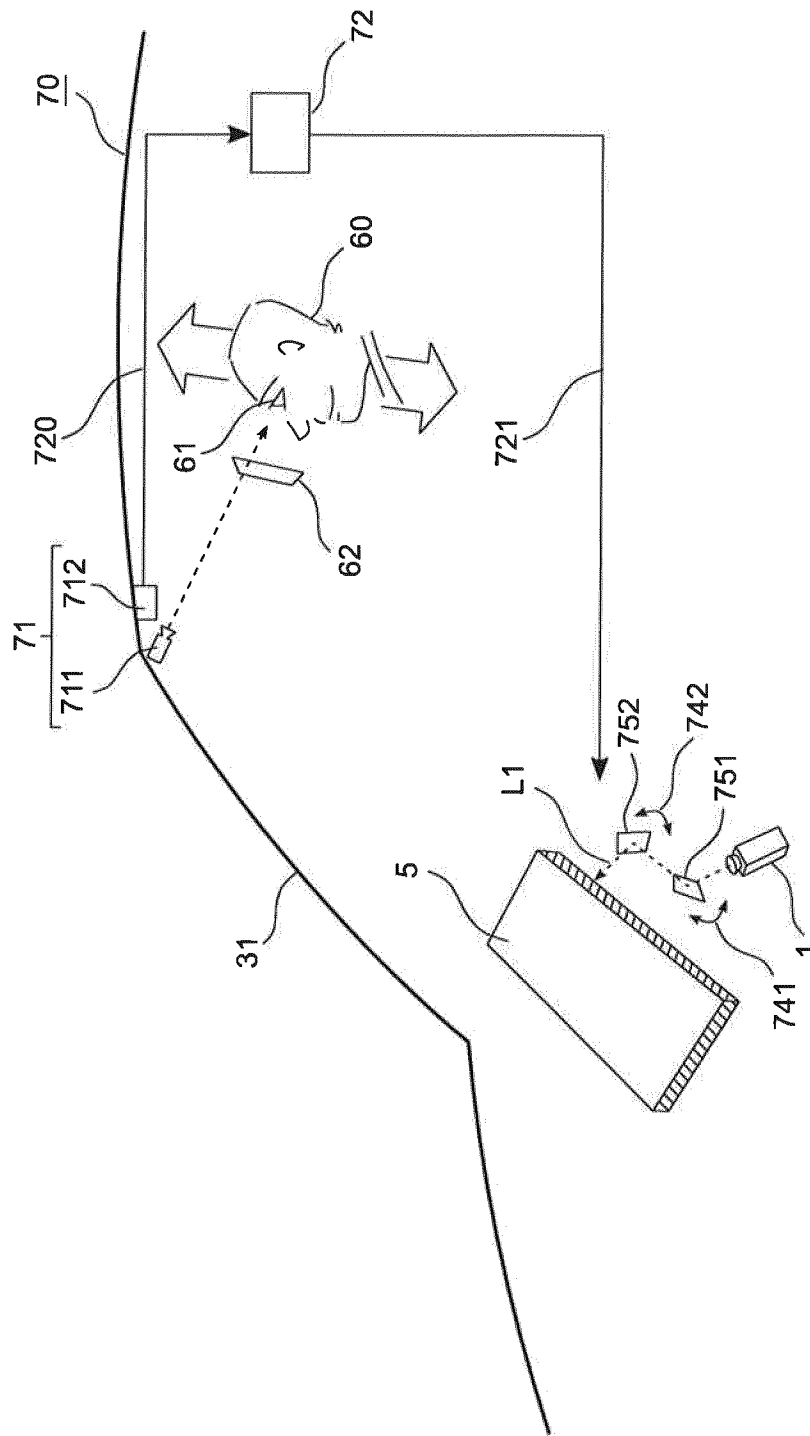


FIG. 7

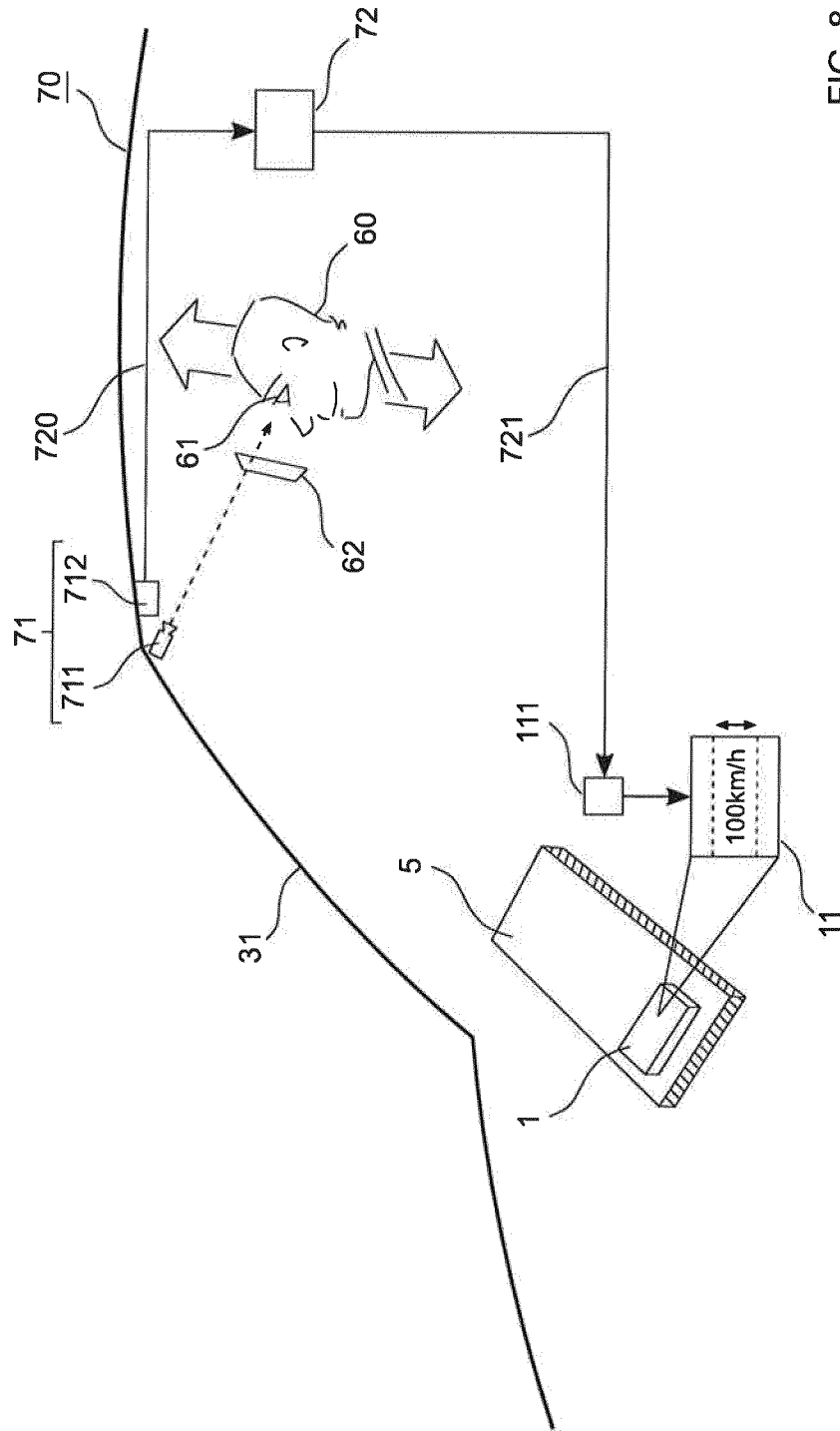


FIG. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2019/065546

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. G02B27/01  
ADD.  
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	WO 2013/009414 A2 (GOOGLE INC [US]; SAEEDI EHSAN [US] ET AL.) 17 January 2013 (2013-01-17) abstract paragraph [0021] - paragraph [0028] paragraph [0031] - paragraph [0033] figures 2-3, 5	1-10
X	US 2015/193098 A1 (KAUFFMANN ALEJANDRO [US] ET AL) 9 July 2015 (2015-07-09) paragraph [0054] - paragraph [0056] paragraph [0072] figures 1B, 3	1-10

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 22 August 2019	Date of mailing of the international search report 03/09/2019
---	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Schenke, Cordt
--	--------------------------------------

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2019/065546

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2013/051730 A1 (TRAVERS PAUL J [US] ET AL) 28 February 2013 (2013-02-28) paragraph [0019] - paragraph [0029] paragraph [0033] - paragraph [0040] paragraph [0056] figures 1, 4 -----	1
A	US 2016/124223 A1 (SHINBO AKIRA [JP] ET AL) 5 May 2016 (2016-05-05) cited in the application the whole document -----	1-10

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2019/065546

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2013009414 A2	17-01-2013	CN 103649816 A EP 2732327 A2 US 2013016413 A1 WO 2013009414 A2	19-03-2014 21-05-2014 17-01-2013 17-01-2013
-----			
US 2015193098 A1	09-07-2015	NONE	
-----			
US 2013051730 A1	28-02-2013	CN 104025121 A EP 2748659 A2 EP 3093695 A1 US 2013051730 A1 WO 2013028687 A2	03-09-2014 02-07-2014 16-11-2016 28-02-2013 28-02-2013
-----			
US 2016124223 A1	05-05-2016	CN 105572873 A JP 2016085430 A KR 20160052334 A TW 201617685 A US 2016124223 A1	11-05-2016 19-05-2016 12-05-2016 16-05-2016 05-05-2016
-----			

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	WO 2013/009414 A2 (GOOGLE INC [US]; SAEEDI EHSAN [US] ET AL.) 17. Januar 2013 (2013-01-17) Zusammenfassung Absatz [0021] - Absatz [0028] Absatz [0031] - Absatz [0033] Abbildungen 2-3, 5	1-10
X	US 2015/193098 A1 (KAUFFMANN ALEJANDRO [US] ET AL) 9. Juli 2015 (2015-07-09) Absatz [0054] - Absatz [0056] Absatz [0072] Abbildungen 1B, 3	1-10
----- -/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts	
22. August 2019	03/09/2019	
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  Schenke, Cordt	

## C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2013/051730 A1 (TRAVERS PAUL J [US] ET AL) 28. Februar 2013 (2013-02-28) Absatz [0019] - Absatz [0029] Absatz [0033] - Absatz [0040] Absatz [0056] Abbildungen 1, 4	1
A	----- US 2016/124223 A1 (SHINBO AKIRA [JP] ET AL) 5. Mai 2016 (2016-05-05) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1-10

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/065546

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2013009414 A2	17-01-2013	CN 103649816 A	19-03-2014
		EP 2732327 A2	21-05-2014
		US 2013016413 A1	17-01-2013
		WO 2013009414 A2	17-01-2013
-----			
US 2015193098 A1	09-07-2015	KEINE	
-----			
US 2013051730 A1	28-02-2013	CN 104025121 A	03-09-2014
		EP 2748659 A2	02-07-2014
		EP 3093695 A1	16-11-2016
		US 2013051730 A1	28-02-2013
		WO 2013028687 A2	28-02-2013
-----			
US 2016124223 A1	05-05-2016	CN 105572873 A	11-05-2016
		JP 2016085430 A	19-05-2016
		KR 20160052334 A	12-05-2016
		TW 201617685 A	16-05-2016
		US 2016124223 A1	05-05-2016
-----			