(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
02. Januar 2025 (02.01.2025)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2025/003230 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
*G03H 1/22* (2006.01) *G03H 1/02* (2006.01)
*F21V 8/00* (2006.01) *G06F 3/01* (2006.01)
*G06F 1/16* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2024/067961

(22) Internationales Anmeldedatum:
26. Juni 2024 (26.06.2024)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2023 206 165.1
29. Juni 2023 (29.06.2023) DE

(71) Anmelder: **CARL ZEISS JENA GMBH** [DE/DE]; Carl-Zeiss-Promenade 10, 07745 Jena (DE).

(72) Erfinder: **ERLER, Christoph**; c/o Carl Zeiss Jena GmbH, Carl-Zeiss-Promenade 10, 07745 Jena (DE). **KUEHL, Siemen**; c/o Carl Zeiss Jena GmbH, Carl-Zeiss-Promenade 10, 07745 Jena (DE).

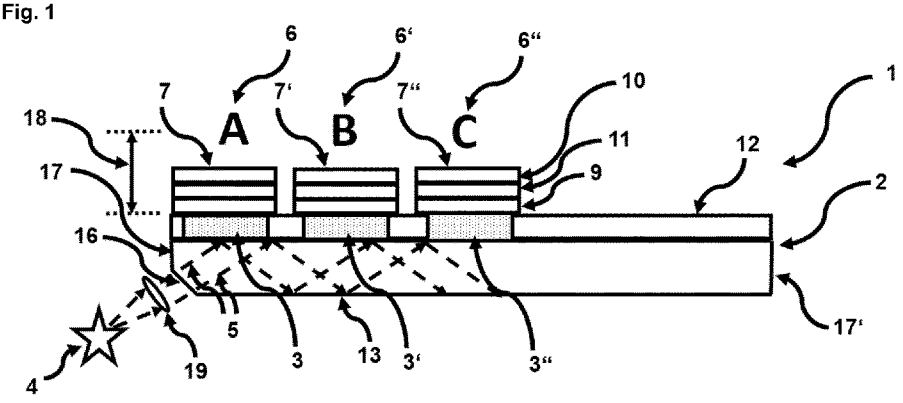
(74) Anwalt: **LEIFGEN, Matthias**; Carl-Zeiss-Promenade 10, 07745 Jena (DE).

(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,

(54) **Title:** SWITCHABLE HOLOGRAPHIC DISPLAY

(54) **Bezeichnung:** SCHALTBARE HOLOGRAPHISCHE ANZEIGE

Fig. 1




(57) **Abstract:** In a first aspect, the invention relates to a holographic display device for the switchable display of images, wherein a light source, a light guide and at least two holographic diffraction gratings are configured for illumination of the at least two holographic diffraction gratings by light from the light source coupled into the light guide. Each holographic diffraction grating generates an image. Furthermore, a controllable light gate is allocated to each holographic diffraction grating. The light gate is configured to regulate the brightness of the generated image. In a further aspect, the invention relates to an operating device comprising a holographic display device as described and at least one operating element having at least one sensor. The sensor can detect an interaction with the operating element and output a detection signal. Furthermore, a control device is comprised which controls the light gate depending on the detection signal.

(57) **Zusammenfassung:** In einem ersten Aspekt betrifft die Erfindung ein holographisches Anzeigevorrichtung zur schaltbaren Anzeige von Bildern, wobei eine Lichtquelle, ein Lichtleiter und mindestens zwei holographische Beugungsgitter eingerichtet sind für eine Beleuchtung der mindestens zwei holographischen Beugungsgitter durch in den Lichtleiter eingekoppeltes Licht der Lichtquelle. Dabei erzeugt jedes holographische Beugungsgitter ein Bild. Außerdem ist jedem holographischen Beugungsgitter ein steuerbares Lichtgatter zugeordnet. Das Lichtgatter ist dabei eingerichtet, eine Helligkeit des jeweilig erzeugten Bildes zu regulieren. In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung eine Bedienvorrichtung umfassend eine holographische Anzeigevorrichtung wie beschrieben und mindestens ein Bedienelement mit mindestens einem Sensor. Der Sensor kann eine Interaktion mit dem Bedienelement detektieren und ein Detektionssignal ausgeben. Des Weiteren ist eine Steuerungsvorrichtung umfasst, die das Lichtgatter in Abhängigkeit vom Detektionssignal steuert.

WO 2025/003230 A1

*[Fortsetzung auf der nächsten Seite]*

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, 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).

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

**Veröffentlicht:**

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)*

# SCHALTBARE HOLOGRAPHISCHE ANZEIGE

## BESCHREIBUNG

In einem ersten Aspekt betrifft die Erfindung ein holographisches Anzeigevorrichtung zur schaltbaren Anzeige von Bildern, wobei eine Lichtquelle, ein Lichtleiter und mindestens zwei holographische Beugungsgitter eingerichtet sind für eine Beleuchtung der mindestens zwei holographischen Beugungsgitter durch in den Lichtleiter eingekoppeltes Licht der Lichtquelle. Dabei erzeugt jedes holographische Beugungsgitter ein Bild. Außerdem ist jedem holographischen Beugungsgitter ein steuerbares Lichtgatter zugeordnet. Das Lichtgatter ist dabei eingerichtet, eine Helligkeit des jeweilig erzeugten Bildes zu regulieren.

In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung eine Bedienvorrichtung umfassend eine holographische Anzeigevorrichtung wie beschrieben und mindestens ein Bedienelement mit mindestens einem Sensor. Der Sensor kann eine Interaktion mit dem Bedienelement detektieren und ein Detektionssignal ausgeben. Des Weiteren ist eine Steuerungsvorrichtung umfasst, die das Lichtgatter in Abhängigkeit vom Detektionssignal steuert.

Hintergrund und Stand der Technik:

Leuchtanzeigen, auch holographischer Art, sind aus dem Stand der Technik bekannt. Oftmals wird für solche holographische Leuchtanzeigen ein Lichtleiter verwendet, in den Licht eingekoppelt wird und welcher eine holographische Struktur zur Auskopplung und Bilderzeugung umfasst. Häufig kommt eine sogenannte Edge-Lit Anordnung zum Einsatz, bei der Licht unter einem Winkel größer als der Winkel der Totalreflexion in einen Lichtleiter eingekoppelt wird und anschließend durch eine vom Lichtleiter umfasste holographische Struktur aus dem Lichtleiter ausgekoppelt wird, um die Anzeige zu erzeugen. Möchte man mehrere, insbesondere gleichfarbige Bilder auf diese Art erzeugen, können diese gemeinsam in einem Lichtleiter bzw. einer einzigen Edge-Lit Anordnung untergebracht werden, oder aber man verwendet für jedes Bild einen eigenen Lichtleiter bzw. eine eigene Edge-Lit Anordnung. Im ersten Fall können dann die Bilder nur gemeinsam in ihrer Helligkeit gesteuert und insbesondere ein- und ausgeschaltet werden, nämlich indem man das Beleuchtungslicht entsprechend regelt. Eine separate Steuerung der Helligkeit einzelner Bilder, welche durch mit einem gemeinsamen Lichtleiter beleuchtete holographische Strukturen und insbesondere durch eine einzige Edge-Lit Anordnung erzeugt werden, ist leider gar nicht oder nur auf komplizierte, mit Problemen behaftete Weise möglich.

Aufgabe der Erfindung:

Aufgabe der Erfindung ist es, eine verbesserte holographische Anzeigevorrichtung ohne die Nachteile des Standes der Technik bereitzustellen. Insbesondere ist es Aufgabe der Erfindung eine holographische Anzeigevorrichtung bereitzustellen, welche mit einem einzigen Lichtleiter zur Beleuchtung von holographischen Strukturen auskommt um mehrere Bilder zu erzeugen, wobei die Bilder auf einfache und effektive Weise individuell in ihrer Helligkeit gesteuert werden können. Es ist weiterhin Aufgabe der Erfindung, eine verbesserte Bedienvorrichtung mit einer holographischen Anzeige bereitzustellen.

Zusammenfassung der Erfindung:

Die Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

In einem ersten Aspekt betrifft die Erfindung eine holographisches Anzeigevorrichtung zur schaltbaren Anzeige von Bildern, aufweisend eine Lichtquelle, einen Lichtleiter und mindestens zwei holgraphische Beugungsgitter. Dabei sind Lichtquelle, Lichtleiter und die mindestens zwei holographischen Beugungsgitter eingerichtet für eine Beleuchtung der mindestens zwei holographischen Beugungsgitter durch in den Lichtleiter eingekoppeltes Licht der Lichtquelle. Jedes holographische Beugungsgitter ist eingerichtet, bei der Beleuchtung durch die Lichtquelle Licht aus dem Lichtleiter auszukoppeln um ein Bild zu erzeugen. Außerdem ist jedem holographischen Beugungsgitter ein steuerbares Lichtgatter zugeordnet. Das Lichtgatter ist dabei angeordnet und eingerichtet, eine Helligkeit des jeweilig erzeugten Bildes zu regulieren.

Eine holographisches Anzeigevorrichtung zur schaltbaren Anzeige von Bildern ist bevorzugt eine Vorrichtung, die durch holographische Beugungsgitter Bilder erzeugt, welche somit gleichsam angezeigt werden. Diese Bilder sind insbesondere schaltbar, dass bedeutet vorzugsweise, dass Eigenschaften der Bilder, insbesondere deren Helligkeit, durch einen Schaltprozess beeinflusst werden können. Man könnte ebenso von einer Steuerbarkeit der Helligkeit der Bilder sprechen. Schaltbare Anzeigen von Bildern umfassen insbesondere ein- und ausschaltbare Bilder.

Ein Lichtleiter ist vorzugsweise ein für elektromagnetische Strahlung in einem bestimmten Wellenlängenbereich transparenter Körper, welcher es bei entsprechender Einkopplung in den Lichtleiter ermöglicht, diese elektromagnetische Strahlung zu leiten, d. h. insbesondere, über einen bestimmten Weg innerhalb des Lichtleiters zu „transportieren“, bspw. auf direktem Wege und/oder über eine sogenannte Wellenleitung durch Reflexionen, vor allem interne Totalreflexionen, an den Grenzflächen des Körpers. Die elektromagnetische Strahlung ist dabei vorzugsweise im sichtbaren Bereich, insbesondere zwischen 380 Nanometer (nm) und 780 nm.

Transparent bedeutet bevorzugt, dass man durch den Basiskörper im Wesentlichen hindurchschauen kann. Transparent bedeutet insbesondere, dass der Basiskörper einen auf die Intensität des Lichtes (vorzugsweise im genannten Wellenlängenbereich) bezogenen Transmissionsgrad von mindestens 40%, mindestens 45%, mindestens 50%, mindestens 55%, mindestens 60%, mindestens 65%, mindestens 70%, mindestens 75%, mindestens 80%, mindestens 85%, mindestens 90% und/oder mindestens 95% aufweist.

Begriffe wie im Wesentlichen, ungefähr, etwa, ca. etc. beschreiben bevorzugt einen Toleranzbereich von weniger als ±40%, bevorzugt weniger als ±20%, besonders bevorzugt weniger als ±10%, noch stärker bevorzugt weniger als ±5% und insbesondere weniger als ±1%. Ähnlich beschreibt bevorzugt Größen, die ungefähr gleich sind. Teilweise beschreibt bevorzugt zu mindestens 5%, besonders bevorzugt zu mindestens 10 %, und insbesondere zu mindestens 20 %, in einigen Fällen zu mindestens 40 %. Begriffe wie im Wesentlichen umfassen dabei bevorzugt stets auch den exakten Wert.

Ein holographisches Beugungsgitter ist vorzugsweise ein auf Holografie beruhendes Gitter zur Beugung von elektromagnetischer Strahlung, insbesondere von Licht innerhalb des vorgenannten Spektrums, zur Erzeugung einer optischen Funktion. Bei dieser optischen Funktion kann es sich insbesondere um die Erzeugung eines Bildes handeln. Dieses kann wie für die

Holographie üblich eine dreidimensionale Tiefenwirkung aufweisen, es kann sich jedoch ebenso um ein zweidimensional wirkendes Bild handeln. Bei der Holografie werden im Gegensatz zu gewöhnlichen Abbildungen, bspw. der Fotografie, neben der Intensität vom abgebildeten Objekt zusätzlich Phasenbeziehungen des vom abgebildeten Objekt kommenden Lichtes abgespeichert. Diese Phasenbeziehungen enthalten zusätzliche räumliche Informationen, wodurch bspw. ein dreidimensionaler Eindruck der Abbildung erzeugt werden kann. Dies geschieht mit Hilfe von Interferenz von Lichtstrahlen während der Aufnahme des Objekts. Das Objekt wird mit kohärentem Licht beleuchtet und vom Objekt reflektiert und gestreut. Das entstandene Wellenfeld, die sogenannte Objektwelle, wird mit zu der Objektwelle kohärentem Licht (die sogenannte Referenzwelle - typischerweise von derselben Lichtquelle, z. B. einem Laser) überlagert und die Wellenfelder interferieren als Funktion ihrer Phasenbeziehung miteinander. Das entstehende Interferenzmuster wird bspw. mittels einer lichtempfindlichen Schicht aufgenommen und somit wird auch die in der Phase enthaltene Information gespeichert. Zur Rekonstruktion beleuchtet man das entstandene Hologramm (das entstandene Beugungsgitter) mit einer zur Referenzwelle identischen bzw. ähnlichen Lichtwelle, welche sodann durch die aufgezeichneten Interferenzmuster gebeugt wird. So kann die ursprüngliche Wellenfront der Objektwelle rekonstruiert werden. Es gibt verschiedene Typen von Hologrammen, z. B. sogenannte Volumenhologramme. Volumenhologramme weisen vorzugsweise eine Dicke auf, die ebenfalls zur Speicherung von holografischen Bildinformationen genutzt werden kann. Volumenhologramme können insbesondere Weißlichthologramme sein, da diese eine Wellenlängenselektivität aufgrund der wellenlängenselektiven Interferenz aufweisen können.

Hologramme können beispielsweise Transmissions- und Reflexionshologramme sein, die diese Rekonstruktion jeweils entweder in Transmission oder in Reflektion erzeugen. Befindet man sich z. B. bei einem Transmissionshologramm auf einer der Lichtquelle gegenüberliegenden Seite des Hologramms und betrachtet dieses, erscheint z. B. das abgebildete Objekt dreidimensional vor einem. Bei einem Reflexionshologramm muss man sich hierzu bevorzugt auf der gleichen Seite befinden wie die Lichtquelle. Reflexionshologramme weisen vorzugsweise eine wellenlängenselektive Effizienz auf, das Licht in eine bestimmte Richtung (bzw. entlang eines bestimmten Winkels) zu beugen. Das Wort Hologramm wird hier vorzugsweise als synonym mit der holografischen Struktur verwendet, welche die Lichtbeugung erzeugt. Landläufig wird manchmal mit „Hologramm“ das erzeugte, insbesondere dreidimensionale Bild bezeichnet. Der Fachmann weiß jedoch aus dem Kontext heraus, was jeweils mit dem Begriff „Hologramm“ gemeint ist.

Hologramme, insbesondere technische Hologramme, können durch diverse holografische Verfahren direkt aufgenommen oder mit Hilfe von Wellenfrontdruckern bzw. Stereoholographiedruckern aus computergenerierten Daten gedruckt werden. Für eine Massenfertigung optischer Funktionen in Form von Hologrammen eignen sich diese Herstellungsverfahren, wegen des hohen Zeitaufwandes jedoch nicht. Hierfür bieten sich geeignete, insbesondere optische Replikationsverfahren an.

Ein „Bild“ im hier beschriebenen Sinne bezeichnet vorzugsweise eine optische Abbildung, welche einem Betrachter insbesondere ohne weitere Transformationen des Lichtes und ohne dass weitere Bilder benötigt werden eine gewünschte Information („das Bild“) übermittelt. Bspw. kann das Bild ein Symbol umfassen. Ein Bild, auch wenn es sich um ein sogenanntes Teilbild handeln

sollte, ist dabei insbesondere zu unterscheiden von einem einzelnen Pixel, welches im Zusammenspiel mit einer Vielzahl anderer Pixel ein Bild erzeugen kann. Jedoch stellt ein einzelner Pixel für einen Betrachter kein Bild im hier genannten Sinne dar, ein einzelner Pixel kann eher als Bildpunkt angesehen werden. Diese Unterscheidung kann sich auch durch die Abmessung des Beugungsgitters bzw. des Bildes ergeben (s. u.), welche deutlich größer sein kann als die Abmessung eines Pixels.

Mindestens zwei holgraphische Beugungsgitter entsprechen zwei oder mehr holographische Beugungsgitter, also beispielsweise zwei, drei, vier, fünf, sechs, sieben, acht, neun, zehn, 15, 20 oder noch mehr Beugungsgitter.

Dabei sind Lichtquelle, Lichtleiter und die mindestens zwei holographischen Beugungsgitter eingerichtet für eine Beleuchtung der mindestens zwei holographischen Beugungsgitter durch in den Lichtleiter eingekoppeltes Licht der Lichtquelle. Das bedeutet vorzugsweise, dass Licht der Lichtquelle, welche sich typischerweise außerhalb des Lichtleiters befindet, zunächst einmal in den Lichtleiter eingekoppelt wird. Hierzu sind Lichtleiter und Lichtquelle vorzugsweise ausreichend nah zueinander angeordnet und zwar so, dass ein Teil des Lichtes der Lichtquelle, z. B. mindestens 10%, 20%, 30%, 40% oder mindestens 50% der Lichtquelle durch eine (vorzugsweise transparente) Außenfläche des Lichtleiters in diesen eingestrahlt wird. Dies wird bevorzugt auch als Einkopplung bezeichnet, wobei die Einkopplung insbesondere eine Einstrahlung in einer Weise erfolgt, dass das Licht im Lichtleiter geleitet wird (s. o.). Diese Lichtleitung erfolgt insbesondere bis zu den holographischen Beugungsgittern, so dass diese beleuchtet werden. Die Beleuchtung erfolgt vorzugsweise unter einem Winkel bzw. Winkelbereich oder Winkelspektrum, für den das holographische Beugungsgitter abgestimmt auf den Wellenlängenbereich der Lichtquelle ausgelegt ist.

Die Lichtquelle ist vorzugsweise mindestens eine Lichtquelle, es kann sich also auch um mehrere Lichtquellen handeln. Die eine Lichtquelle oder die mehreren Lichtquellen beleuchten vorteilhafterweise gemeinsam die mehreren holographischen Beugungsgitter. D. h. insbesondere, dass die mehreren holographischen Beugungsgitter von der gleichen Lichtquelle oder den gleichen Lichtquellen beleuchtet werden. Im Stand der Technik werden dagegen holographische Beugungsgitter, deren erzeugte Bilder einzeln schaltbar sein sollten, von jeweils verschiedenen Lichtquellen beleuchtet, so dass über das Schalten der Lichtquellen die Bilder geschaltet werden.

Jedes holographische Beugungsgitter ist eingerichtet, bei der Beleuchtung durch die Lichtquelle (jeweils) Licht aus dem Lichtleiter auszukoppeln um ein Bild zu erzeugen. Dafür sind vorzugsweise zunächst einmal Wellenlängenspektrum und Winkelspektrum des auf die Beugungsgitter auftreffenden Beleuchtungslichtes entsprechend auf diese Beugungsgitter abgestimmt, wie vorstehend beschrieben. Dann wird das Beugungsgitter bevorzugt entsprechend seiner Funktionalität das Licht dergestalt beugen, dass ein Teil des Beleuchtungslichtes umgelenkt und aus dem Lichtleiter ausgekoppelt wird, wobei weiterhin das Licht so umgelenkt und ausgekoppelt wird, dass ein gewünschtes Bild erzeugt wird.

Die Fläche des Lichtleiters, aus dem das Licht durch die holographischen Beugungsgitter ausgekoppelt wird, wird vorzugsweise Auskoppelfläche genannt.

Ein Lichtgatter, oder synonym ein Lichtventil, ist vorzugsweise eine Komponente, welche einen Lichtdurchlass bzw. eine Lichttransmission steuern kann, vor allem für ein vorgenanntes Spektrum der elektromagnetischen Strahlung.

Jedem holographischen Beugungsgitter ist ein steuerbares Lichtgatter zugeordnet. Das bedeutet bspw., dass es zu jedem Beugungsgitter (mindestens) ein steuerbares Lichtgatter gibt. Zur Klarstellung, das bedeutet vor allem, dass es zu jedem Beugungsgitter genau ein steuerbares Lichtgatter gibt. Es kann bedeuten, dass jedes Beugungsgitter ein eigenes, zugeordnetes Lichtgatter aufweist, welches jeweils im Strahlengang des ausgekoppelten Lichtes angeordnet ist.

Darüber hinaus bedeutet dies bevorzugt, dass das einem Beugungsgitter zugeordnete Lichtgatter für die Steuerung der Helligkeit des von diesem Beugungsgitter erzeugten Bildes „zuständig“ ist.

Das Lichtgatter ist dabei eingerichtet, eine Helligkeit des jeweilig erzeugten Bildes zu regulieren. Eine Regulierung einer Helligkeit des Bildes umfasst vorzugsweise eine Einstellbarkeit der Helligkeit des Bildes, welche mindestens zwei verschiedene einstellbare Werte umfasst.

Dass das Lichtgatter eingerichtet ist, eine Helligkeit des jeweilig erzeugten Bildes zu regulieren, bedeutet vorzugsweise, dass es entsprechend in einem Strahlengang des Lichtes angeordnet ist, und dessen Helligkeit regulieren kann, wobei dieser Strahlengang für die Erzeugung des Bildes wesentlich ist. Bspw. kann das Lichtgatter, welches einem Beugungsgitter zugeordnet ist, im Strahlengang des ausgekoppelten Lichtes dieses Beugungsgitters angeordnet sein.

Durch eine solche Anzeigenvorrichtung kann auf besonders einfache Weise und mit wenigen Komponenten die einzelne Regulierung der Helligkeit von Bildern erreicht werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das Lichtgatter zumindest in Teilen in einem Strahlengang des ausgekoppelten Lichtes des zugeordneten Beugungsgitters angeordnet. Das bedeutet auch, dass das Bild bereits vor Durchgang durch das komplette Lichtgatter durch das Beugungsgitter erzeugt wird.

Zumindest in Teilen bedeutet bevorzugt, dass mindestens einige Subkomponenten des Lichtgatters in dem Strahlengang angeordnet sind. Insbesondere kann auch das komplette Lichtgatter in dem Strahlengang des ausgekoppelten Lichtes angeordnet sein.

Auf diese Weise lässt sich die Helligkeit des Bildes durch das Lichtgatter besonders einfach steuern.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das Lichtgatter eingerichtet, abhängig von einem angelegten Steuersignal die Transmission von Licht zu steuern. Die Steuerung des Lichtes soll vorteilhafterweise nicht willkürlich, sondern gezielt gesteuert werden können. Dazu ist das Anlegen eines Steuersignals an das Lichtgatter besonders geeignet. Das Lichtgatter kann dafür einen Anschluss aufweisen. Das Steuersignal kann dann verschiedene Werte einnehmen, denen dann zumindest teilweise verschiedene Transmissionswerte entsprechen. Insbesondere kann es sich bei dem Steuersignal um ein elektrisches Steuersignal handeln, dessen verschiedene Werte sich beispielsweise in verschiedenen, zeitlich variierenden anliegenden elektrischen Spannungen und/oder Stromstärken realisieren lassen.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst die steuerbare Transmission wenigstens zwei verschiedene Transmissionswerte.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das Lichtgatter eingerichtet, das Bild ein- und auszuschalten. Dafür muss bspw. die Intensität des Lichtes entsprechend einstellbar sein, dass im ersten Fall (Bild eingeschaltet) das Bild sichtbar ist und im zweiten Fall (Bild ausgeschaltet) das Bild nicht-sichtbar ist. Für „sichtbar“ und „nicht-sichtbar“ können bspw. die nachfolgenden Definitionen bzgl. eines Intensitätsunterschiedes gelten.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfassen die Transmissionswerte einen ersten und einen zweiten Wert, wobei bei dem ersten Transmissionswert das Bild sichtbar (bzw. eingeschaltet) ist und wobei bei dem zweiten Transmissionswert das Bild nicht sichtbar (bzw. ausgeschaltet) ist. Der Unterschied zwischen sichtbar und nicht-sichtbar kann bspw. einem Intensitätsunterschied von mindestens 1:100 oder mindestens 1:1000 entsprechen. Dabei ist die Transmission im Falle des sichtbaren Lichtes vorzugsweise ausreichend hoch, bspw. 40% oder mehr, 50% oder mehr, 60% oder mehr, 70% oder mehr, 80% oder mehr oder 90% oder mehr.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst das Lichtgatter zwei (z. B. lineare) Polarisationsfilter und einen zwischen den Polarisationsfiltern angeordneten steuerbaren Polarisationsmodulator (z B. Flüssigkristallzelle). Dies ist bspw. mit Bezug auf die Figuren 1 und 3 ausführlicher beschrieben.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind der erste Polarisationsfilter, der zweite Polarisationsfilter und der steuerbare Polarisationsmodulator in einem Strahlengang des ausgekoppelten Lichtes des zugeordneten Beugungsgitters angeordnet. Dies ist bspw. in Fig. 1 genauer beschrieben. In diesem Fall ist vorteilhafterweise das komplette Lichtgatter in dem Strahlengang des ausgekoppelten Lichtes angeordnet.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind der zweite Polarisationsfilter und der steuerbare Polarisationsmodulator in einem Strahlengang des ausgekoppelten Lichtes des zugeordneten Beugungsgitters angeordnet. Dabei ist der erste Polarisationsfilter ein gemeinsamer erster Polarisationsfilter für alle Lichtgatter, welcher zwischen der Lichtquelle und den holographischen Beugungsgittern angeordnet ist. Dies ist bspw. in Fig. 3 ausführlicher beschrieben.

Der erste Polarisationsfilter hat vorzugsweise die Funktion, dem Licht eine wohldefinierte Polarisation zu geben, bspw. eine lineare Polarisation. Der Polarisationsfilter ist bevorzugt entsprechend eingerichtet, diese wohldefinierte Polarisation zu transmittieren und andere Polarisationen im Wesentlichen zu blocken. Vorteilhafterweise ist die wohldefinierte Polarisation des ersten Polarisationsfilters auf eine Vorzugspolarisation des Beugungsgitters abgestimmt. Typischerweise beugen Beugungsgitter nämlich im Wesentlichen eine bestimmte Polarisation (effizienter als andere), so dass die wohldefinierte Polarisation bspw. der gebeugten Polarisation des Beugungsgitters entsprechen kann. Der Polarisationsmodulator kann vorzugsweise diese wohldefinierte Polarisation in steuerbarer Weise modulieren. Hierzu kann bspw. ein Steuersignal (z. B. elektrisch) angelegt werden. Bspw. kann es sich bei dem Polarisationsmodulator um einen elektrooptischen Modulator handeln, insbesondere eine Pockels-Zelle, eine Kerr-Zelle oder eine Flüssigkristallzelle handeln.

Der erste Polarisationsfilter transmittiert vorzugsweise eine sogenannte s-Polarisation. s-Polarisation bezeichnet vorzugsweise die Polarisationsrichtung eines elektrischen Feldes, welches senkrecht zur Einfallsebene schwingt. Die Einfallsebene wird dabei z. B. aufgespannt durch den Einfallsvektor des auf das Beugungsgitter einfallenden Lichtstrahles und die Flächennormale zum Beugungsgitter. p-Polarisation bezeichnet dabei ein parallel zur Einfallsebene schwingendes elektrisches Feld. Holographische Beugungsgitter sind für s-polarisiertes Licht besonders effizient.

Der zweite Polarisationsfilter ist wiederum analog zum ersten Polarisationsfilter eingerichtet, eine wohldefinierte Polarisation (z. B. eine lineare Polarisation) im Wesentlichen zu transmittieren und andere Polarisationen im Wesentlichen zu blocken. Bspw. kann der zweite Polarisationsfilter in einer Ausführungsform im Wesentlichen die gleiche Polarisation transmittieren wie der erste Polarisationsfilter oder aber eine dazu orthogonale Polarisation.

Der zweite Polarisationsfilter kann dabei für verschiedene Lichtgatter unterschiedliche Polarisationen transmittieren (es handelt sich dabei vorzugsweise um verschiedene zweite Polarisationsfilter, für jedes Lichtgatter eines). Dies kann bspw. sinnvoll sein, wenn das Licht auf dem Weg zu den verschiedenen Lichtgattern unterschiedliche Polarisationstransformationen durchlaufen hat. Dies kann bspw. dadurch hervorgerufen hat, dass jeweils unterschiedlich viele Totalreflektionen im Lichtleiter stattgefunden haben.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die Lichtquelle eine Lichtquelle für polarisiertes Licht, wobei das Lichtgatter einen Polarisationsmodulator und einem entlang des Strahlengangs darauffolgenden (also vorzugsweise dahinterliegenden) zweiten Polarisationsfilter aufweist.

Vorzugsweise emittiert die Lichtquelle dabei linear polarisiertes Licht bzw. Licht, welches sich ohne Verluste in eine lineare Polarisation umwandeln lässt, z. B. zirkular polarisiertes Licht. Vorzugsweise ist die von der Lichtquelle emittierte Polarisation auf die vom Beugungsgitter gebeugte Polarisation abgestimmt, so dass möglichst viel emittiertes Licht vom jeweiligen Beugungsgitter gebeugt wird. In dieser Ausführungsform kann auf den ersten Polarisationsfilter verzichtet werden, da das Licht bereits seitens der Lichtquelle wohldefiniert polarisiert ist. Die Lichtquelle kann dabei von ihrer Funktionsweise her bereits polarisiertes Licht emittieren (Bsp. Laser) und/oder einen von der Lichtquelle umfassten Polarisationsfilter aufweisen. Die Lichtquelle emittiert dabei vorzugsweise s-polarisiertes Licht. Diese Ausführungsform benötigt besonders wenige Komponenten.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst das erzeugte Bild ein reelles und/oder virtuelles Bild.

Eine sogenannte holographische Struktur ist vorzugsweise ein physisches Grundgerüst für die holographischen Beugungsgitter. Es kann bspw. auch durch die folgenden Eigenschaften definiert sein. Die holographische Struktur kann vorzugsweise ein für die Holographie geeignetes Material umfassen. Bspw. kann die holographische Struktur ein Photopolymer umfassen. Es kann darüber hinaus ein geeignetes Trägermaterial, z. B. ein Polymer, zum Schutz vor chemischen und/oder mechanischen Einflüssen umfasst sein. Das Beugungsgitter kann bspw. durch einen Prägeprozess und/oder durch eine Belichtung in die holographische Struktur eingebracht werden

und ist vorzugsweise innerhalb eines Teilvolumens der holographischen Struktur umfasst. Die holographische Struktur und/oder das Trägermaterial können in Form einer Schicht, insbesondere einer Folie bzw. eines Schichtsystems, insbesondere eines Foliensystems vorliegen.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind mindestens zwei der holographischen Beugungsgitter in jeweils einer separaten holographischen Struktur umfasst.

Bei der vorgenannten Ausführungsform ist in jeder holographischen Struktur immer nur ein holographisches Beugungsgitter umfasst, d. h. für jedes Beugungsgitter ist eine eigene holographische Struktur umfasst. Dies ermöglicht eine besonders einfache Herstellung des holographischen Beugungsgitters.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind mindestens zwei der holographischen Beugungsgitter in einer gemeinsamen holographischen Struktur umfasst.

Bei der vorgenannten Ausführungsform sind mindestens zwei, vorzugsweise alle holographischen Beugungsgitter in einer holographischen Struktur umfasst. Daher muss eine Herstellung des holographischen Beugungsgitters realisiert werden, bei der mehrere Beugungsgitter gleichsam in eine holographische Struktur eingebracht werden können. Jedoch wird das Einbringen der Beugungsgitter in die Vorrichtung vereinfacht und es kann ein Justageaufwand zur richtigen Anordnung der mindestens zwei Beugungsgitter zueinander verringert werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die holographischen Beugungsgitter RGB-Beugungsgitter. RGB steht für rot (R), grün (G) und blau (B) und bedeutet, dass die Beugungsgitter zur Beugung für rotes, grünes und blaues Licht geeignet sind. Dafür kann jedes Beugungsgitter (Sub-) Gitter für rotes, grünes und blaues Licht umfassen. Dadurch kann bei geeigneter Beleuchtung (bspw. durch eine RGB-Lichtquelle) durch geeignete Beugungseffizienzen für die jeweiligen Farben durch Farbmischung ein Bild in einer beliebigen Farbe, insbesondere auch in weiß erzeugt werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind die holographischen Beugungsgitter eingerichtet für die Erzeugung einfarbiger Bilder. Bspw. kann das Beugungsgitter ausgelegt sein für eine Erzeugung eines roten Bildes durch eine entsprechende Beugungseffizienz für rotes Beleuchtungslicht. Vorteilhafterweise emittiert die Lichtquelle entsprechend einfarbiges Licht, bspw. im roten Spektralbereich, um beim genannten Beispiel zu bleiben.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind Lichtleiter, Lichtquelle und Beugungsgitter eingerichtet für die Beleuchtung der holographischen Beugungsgitter ohne vorhergehende Mehrfachreflexionen im Lichtleiter. Somit trifft das Licht vorzugsweise auf direktem Wege von der Einkopplung in den Lichtleiter auf die Beugungsgitter. Dies umfasst vorzugsweise auch den Fall, dass es sich bei den Beugungsgittern um Reflexionshologramme handelt (s.u.) und vor der Beugung und Auskopplung durch die Beugungsgitter eine Reflexion an einer Grenzfläche des Lichtleiters stattfindet. Mehrfachreflexionen sind insbesondere mehr als eine Reflexion. Dies ist eine besonders einfache Beleuchtung der Beugungsgitter, bei der eine besonders homogene Ausleuchtung aller Beugungsgitter und eine besonders homogene Helligkeit der erzeugten Bilder erreicht werden kann.

Es kann auch eine Ausführungsform der Vorrichtung geben, bei der der Lichtleiter eine Umlenkfläche für eine Umlenkung des eingekoppelten Lichts aufweist. Dies ist vorzugsweise eine vom Lichtleiter umfasste Fläche, an der eine gezielte Umlenkung des eingekoppelten Lichtes stattfinden kann, um dieses anschließend in einem gewünschten Winkel im Lichtleiter in Richtung der Beugungsgitter zu leiten. Die Umlenkung kann insbesondere eine Reflexion sein, es kann sich jedoch auch um eine Beugung handeln. Diese Umlenkfläche kann bspw. zu diesem Zwecke verspiegelt sein oder aber der Winkel der Umlenkfläche ist im Bezug auf das eingekoppelte Licht dergestalt, dass an der Umlenkfläche Totalreflexion stattfindet. Ebenso kann die Umlenkfläche ein Beugungsgitter, insbesondere ein Hologramm umfassen. In einer Variante dieser Ausführungsform kann es ebenfalls so sein, dass keine weiteren Mehrfachreflexionen stattfinden für die Beleuchtung der holographischen Beugungsgitter, auch wenn es sich beispielsweise bei dem Beugungsgitter um ein Reflexionshologramm handelt. D. h. bei dieser Variante weist der Lichtleiter eine Umlenkfläche für eine Umlenkung des eingekoppelten Lichts auf, wobei nach einer Reflexion des eingekoppelten Lichtes an der Umlenkfläche keine Mehrfachreflexionen im Lichtleiter für die Beleuchtung der holographischen Beugungsgitter stattfinden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind Lichtleiter, Lichtquelle und Beugungsgitter eingerichtet für die Beleuchtung der holographischen Beugungsgitter durch Wellenleitung durch mehrfache Totalreflexionen im Lichtleiter. So kann das Licht auch in dünnen Lichtleitern über einen weiten Weg nahezu verlustfrei transportiert werden. Auch die Beleuchtung eines oder mehrerer Beugungsgitter, welche insgesamt eine große Fläche einnehmen, kann somit einfach ermöglicht werden. Der eingekoppelte Strahl kann vorzugsweise am Ort des holographischen Beugungsgitters entlang der Ebene der Ausdehnung des holographischen Beugungsgitters eine bestimmte Fläche einnehmen. Diese Fläche wird bevorzugt auch als Footprint bezeichnet. Diese kann kleiner sein als die Ausdehnung eines holographischen Beugungsgitters oder als die Ausdehnung der holographischen Beugungsgitter zusammengenommen (vorzugsweise inkl. der Zwischenräume zwischen den Beugungsgittern). Dann müssen mehrere solcher Footprints zusammengenommen eine Beleuchtung der holographischen Beugungsgitter ergeben. Durch mehrfache Reflexionen im Lichtleiter durch Totalreflexion an Grenzflächen des Lichtleiters können diese Footprints reproduziert werden und so auch größere Flächen beleuchten.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind Lichtleiter, Lichtquelle und Beugungsgitter eingerichtet für die vollflächige Beleuchtung der holographischen Beugungsgitter durch Wellenleitung durch mehrfache Totalreflexionen im Lichtleiter. Vollflächig bedeutet vorzugsweise, dass die holographischen Beugungsgitter in ihrer vollen Fläche, d. h. quasi lückenlos, beleuchtet werden. Bei dieser Ausführungsform geht es darum, dass Lichtleiter, Lichtquelle und Beugungsgitter entsprechend eingerichtet sind, dass durch die Footprints eine vollflächige Beleuchtung der holographischen Beugungsgitter ermöglicht wird. Eine Möglichkeit, dies zu realisieren ist, dass die Footprints einander direkt berühren oder gar überlappen. Dabei spielen insbesondere geometrische Überlegungen eine Rolle, bspw. kann für eine direkte Berührung der Footprints gegeben sein, dass $\tan \Theta = 0{,}5*F/d$, wobei $\Theta$ der Winkel ist, den der eingekoppelte Lichtstrahl mit einer Normalen der Grenzfläche (Reflexionsfläche) des Lichtleiters einschließt (vorzugsweise in einer Ebene entlang eines Längsschnitts des Lichtleiters, also eines Schnittes entlang der Lichtleitungsrichtung bzw. einer Längsrichtung des Lichtleiters). F ist die

Ausdehnung des Footprints entlang dieser Lichtleitungs- bzw. Längsrichtung und d ist die Dicke des Lichtleiters. Dies gilt vor allem für Lichtleiter, deren Grenzflächen, an denen die Reflexion stattfindet, parallel sind. Eine andere Möglichkeit ist es vorzugsweise, dass die Footprints nicht überlappen, aber Footprints und Beugungsgitter so zueinander liegen, dass jedes Beugungsgitter von einem Footprint vollflächig beleuchtet wird.

Bei den genannten Ausführungsformen, bei denen die Beugungsgitter durch Mehrfachreflexionen beleuchtet werden, ist zu beachten, dass bei jeder Beleuchtung der Beugungsgitter ein Teil des Lichtes durch diese ausgekoppelt wird und damit bei „jedem Durchgang" der Lichtstrahl in seiner Intensität schwächer wird. Daher sind dann vorzugsweise die Beugungsgitter eingerichtet, bei einer Beleuchtung durch mehrfache Totalreflexionen im Lichtleiter eine weitgehend konstante Intensität des Lichtes (wo gewünscht) auszukoppeln. Dies kann bspw. durch eine entsprechende Variation der Beugungseffizienz geschehen, etwa in dem diese abschnittsweise größer wird, umso weiter der jeweilige Abschnitt des Beugungsgitters von der Lichtquelle entfernt ist. So können Bilder mit einer homogenen Helligkeit realisiert werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst der Lichtleiter ein Substrat und das Substratmaterial vorzugsweise einen optischen Kunststoff und/oder ein optisches Glas.

Das Substratmaterial umfasst vorzugsweise einen optischen Kunststoff, vorzugsweise ausgewählt ist aus einer Gruppe umfassend Polymethylmethacrylat (PMMA), Polycarbonat (PC), Cycloolefin-Polymere (COP), Cycloolefin-Copolymere (COC) und/oder ein optisches Glas, vorzugsweise ausgewählt aus einer Gruppe umfassend Borosilikatglas, B270, N-BK7, N-SF2, P-SF68, P-SK57Q1, P-SK58A, P-BK7, N-FK5, N-PK51, P-SK57, P-LAK35, P-LASF47, N-KZFS11, P-SF69 oder SF57.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die holographischen Beugungsgitter vom Lichtleiter umfasst, wobei die holographischen Beugungsgitter insbesondere ausgesucht sind aus der Gruppe Transmissionshologramm, Reflexionshologramm, Z-Hologramm und/oder Reliefstruktur. Das holographische Beugungsgitter kann bspw. in das Substrat eingebracht sein, z. B. eingeschrieben werden durch einen Laser.

Es kann ebenso bevorzugt sein, dass der Lichtleiter neben dem Substrat mindestens eine auf das transparente Substrat aufgebrachte Schicht umfasst, welche mindestens eine holographische Struktur bzw. mindestens ein holographisches Beugungsgitter aufweist.

Die mindestens eine Schicht umfasst bspw. eine oder mehrere der folgenden Schichten: Hologrammschicht, welche bevorzugt die holografische Struktur umfasst, Schicht umfassend Triacetat, transparente Klebeschicht bzw. Klebefolie (z. B. OCA) und/oder Schicht/Folie umfassend Polycarbonat (PC.). Die Schicht kann insbesondere eine Folie umfassen, z. B. eine Hologrammfolie, eine Triacetatfolie, eine Klebefolie und/oder eine Polycarbonatfolie. Die Schichten/Folien neben der Hologrammschicht/Hologrammfolie können bspw. Trägerschichten/-folien bzw. Schutzschichten/-folien umfassen.

Ein sogenanntes Z-Hologramm umfasst zwei vorzugsweise direkt hintereinander angeordnete Reflexionshologramme, wobei das entlang der Lichtausbreitung nachfolgende Hologramm eine erste „Reflexion" (es handelt sich natürlich strenggenommen um eine Beugung) des Lichtes verursacht und dann das entlang der Lichtausbreitung erste Hologramm. Im Resultat wirken

diese beiden Hologramme somit vorteilhafterweise transmissiv, wodurch bspw. die Vorteile eines Transmissionshologramms mit denen eines Reflexionshologrammes (höhere Wellenlängen- und/oder Winkelselektivität) kombiniert werden können.

Die Reliefstruktur bzw. das Reliefhologramm ist vorzugsweise eine Struktur, welche physische Strukturen (bspw. Erhebungen) an einer Materialoberfläche aufweist, die ein entsprechendes Beugungsgitter umfassen können. Durch die Vertiefungen bzw. Erhebungen erfährt das Licht unterschiedlich lange Weglängen im Material, wodurch eine Phasendifferenz hervorgerufen wird. Daraus ergibt sich ein Phasengitter, welches als Beugungsgitter bezeichnet wird. Die Reliefhologramme können auch als Prägehologramme hergestellt werden, indem die Vertiefungen beispielsweise durch einen Stempel in das Material eingebracht werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist der Lichtleiter eine flächige Ausdehnung auf. Dabei weist der Lichtleiter eine Auskoppelfläche zur Auskopplung des Lichts aus dem Lichtleiter auf, welche entlang der flächigen Ausdehnung des Lichtleiters angeordnet ist. Die holographischen Beugungsgitter liegen vorzugsweise entlang der Auskoppelfläche angeordnet vor.

Flächig bedeutet dabei insbesondere eine breitere Fläche bildend, abgeflacht und/oder sich auf einer Fläche ausdehnend. Flächig kann beispielsweise bedeuten, dass der Lichtleiter eine große Ausdehnung entlang einer Ebene oder Fläche aufweist und eine verhältnismäßig deutlich kleinere Ausdehnung in einer hierzu senkrechten Richtung. Dabei kann die Ebene oder Fläche auch eine gekrümmte Ebene oder Fläche sein. Deutlich kleinere Ausdehnung bedeutet vorzugsweise eine um mindestens einen Faktor zwei kleinere Ausdehnung als die kleinste Ausdehnung entlang der Fläche oder Ebene.

Die Auskoppelfläche ist vorzugsweise die Fläche des Lichtleiters, aus der oder durch die das vom holographischen Beugungsgitter ausgekoppelte Licht ausgekoppelt wird. Die Auskoppelfläche ist bspw. die Fläche des Lichtleiters, auf die ein Nutzer der Anzeigenvorrichtung schaut.

Dass die Auskoppelfläche entlang der flächigen Ausdehnung des Lichtleiters angeordnet ist, kann ebenso bedeuten, dass die Auskoppelfläche parallel zu dieser angeordnet ist. Dass die holographischen Beugungsgitter vorzugsweise entlang der Auskoppelfläche angeordnet vorliegen, bedeutet insbesondere, dass diese parallel zur Auskoppelfläche angeordnet sind.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung liegt dabei das Lichtgatter zumindest in Teilen auf der Auskoppelfläche aufgebracht vor.

Auf der Auskoppelfläche bedeutet dabei vor allem, dass das Lichtgatter zumindest in den auf die Auskoppelfläche aufgebrachten Teilen außerhalb des Lichtleiters liegt. Dabei kann das Lichtgatter bzw. dessen aufgebrachte Subkomponenten direkt auf der Auskoppelfläche aufgebracht vorliegen, dass bedeutet vorzugsweise, ohne weitere Zwischenschicht und/oder zusätzliche Komponenten.

Es kann jedoch ebenfalls bevorzugt sein, dass mindestens eine weitere Zwischenschicht und/oder zusätzliche Komponente zwischen Auskoppelfläche und den Teilen des Lichtgatters vorliegt.

In beiden Fällen betrachtet der Betrachter oder Nutzer der Anzeigenvorrichtung vorzugsweise direkt das Lichtgatter und kann bei „eingeschaltetem“ Bild dieses direkt erkennen.

Es kann bevorzugt sein, dass die Lichtgatter eine ebene äußere Grenzfläche der Vorrichtung bilden.

Bevorzugt können auch Zwischenräume zwischen Lichtgattern durch ein Füllmaterial gefüllt werden, welches gemeinsam mit den Lichtgattern eine ebene äußere Grenzfläche der Vorrichtung bildet. Dieses Füllmaterial kann bspw. eine niedrigbrechende Schicht (s. u.) umfassen.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist auf der Auskoppelfläche mindestens zwischen holographischem Beugungsgitter und den Teilen des Lichtgatters eine niedrigbrechende Schicht umfasst

Die niedrigbrechende Schicht ist insbesondere eingerichtet ist für eine Totalreflektion von Beleuchtungslicht an der niedrigbrechenden Schicht.

Eine niedrigbrechende Schicht ist vorzugsweise eingerichtet, eine Totalreflektion des eingekoppelten Lichtes an der Auskoppelfläche auch dort sicherzustellen, wo auf der Auskoppelfläche das Lichtgatter bzw. Teile von diesem aufgebracht vorliegen, insbesondere unabhängig vom Brechungsindex des Lichtgatters.

Dafür weist die niedrigbrechende Schicht vorteilhafterweise einen niedrigeren Brechungsindex auf als der Lichtleiter.

Dass die niedrigbrechende Schicht mindestens zwischen holographischem Beugungsgitter und den Teilen des Lichtgatters umfasst ist, heißt vorzugsweise, dass sie zumindest an den Bereichen der Auskoppelfläche, an denen das Lichtgatter vorliegt, umfasst ist, und zwar auf der Auskoppelfläche, zwischen Beugungsgitter und Lichtgatter.

Es kann zwischen den einzelnen Lichtgattern auf der Auskoppelfläche freie Bereiche geben, an denen kein Lichtgatter vorliegt, dort kann die niedrigbrechende Schicht umfasst sein, muss sie aber nicht, da dort aufgrund der unterschiedlichen Brechungsindizes zwischen Lichtleiter und dem umgebenden Medium vorteilhafterweise auch ohne niedrigbrechende Schicht Totalreflexion stattfinden kann.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung beträgt ein Brechungsindexunterschied zwischen Lichtleiter (bzw. holographischem Beugungsgitter) und der niedrigbrechenden Schicht mindestens 0,3. So kann vorteilhafterweise für bevorzugte Winkel des eingekoppelten Lichtes Totalreflexion sichergestellt werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist der Lichtleiter (insbesondere das Substrat und/oder die holographischen Elemente) einen Brechungsindex zwischen 1,45 und 2,0 auf und die niedrigbrechende Schicht einen Brechungsindex zwischen 1,37 und 1,47.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist zwischen dem Lichtleiter und den Teilen des Lichtgatters, vorzugsweise zwischen der Auskoppelfläche und den Teilen des Lichtgatters ein Luftspalt umfasst.

Der Luftspalt hat vorteilhaftweise eine gleiche Wirkung wie die niedrigbrechende Schicht, vor allem die Wirkung, eine Totalreflektion des eingekoppelten Lichtes an der Auskoppelfläche bzw. der Außenfläche des Lichtleiters auch dort sicherzustellen, wo auf der Auskoppelfläche bzw. dem Lichtleiter das Lichtgatter bzw. Teile von diesem aufgebracht vorliegen, insbesondere unabhängig vom Brechungsindex des Lichtgatters.

Der Luftspalt kann zum Beispiel eine Beabstandung zwischen Lichtleiter (insbesondere der Auskoppelfläche) und Teilen des Lichtgatters aufweisen, welche einen Millimeter (mm) oder weniger, vorzugsweise 0,5 mm oder weniger beträgt.

Hierfür können besonders geeignete Materialien mit niedrigen Kosten und einer Eignung für Massenproduktion gefunden werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst die niedrigbrechende Schicht PVB.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst der Lichtleiter eine Einkoppelfläche zur Einkopplung von Licht der Lichtquelle.

Die Einkoppelfläche ist vorzugsweise eine Außenfläche des Lichtleiters, die eingerichtet ist zur Einkopplung von Licht der Lichtquelle in den Lichtleiter. Hierzu weist sie vorteilhafte Eigenschaften auf, wie bspw. Transparenz. Durch die Einkoppelfläche wird vorzugsweise das Licht der Lichtquelle im Wesentlichen oder teilweise in den Lichtleiter eingekoppelt. Die Einkoppelfläche kann weitere vorteilhafte Eigenschaften aufweisen. Sie kann bspw. eben sein. Sie kann aber auch besonders gewünschte lichtformende Eigenschaften aufweisen, bspw. kann sie gekrümmt sein, um eine Kollimation des eingekoppelten Lichtes zu erreichen oder zu unterstützen.

Vorzugsweise sind Lichtleiter und Lichtquelle eingerichtet für eine Einkopplung von Licht der Lichtquelle in den Lichtleiter. Dies kann bspw. bedeuten, dass die Lichtquelle direkt vor der Einkoppelfläche angeordnet ist und in Richtung der Einkoppelfläche abstrahlt.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist der Lichtleiter eine flächige Ausdehnung auf, wobei die Einkoppelfläche an einer Seitenfläche des Lichtleiters vorliegt. Die Seitenfläche liegt dabei bevorzugt nicht entlang der flächigen Ausdehnung des Lichtleiters, insbesondere senkrecht zu dieser. Dabei kann die Seitenfläche jedoch unter einem anderen Winkel als ein senkrechter Winkel zur flächigen Ausdehnung abgeschrägt sein, zumindest im Bereich der Einkoppelfläche.

Insbesondere bilden die holographischen Beugungsgitter mit dem Substrat des Lichtleiters ein sogenanntes Edge-Lit Hologramm, bei dem das Beleuchtungslicht in eine Seitenfläche des Lichtleiters eingekoppelt wird und durch den Lichtleiter die Beugungsgitter beleuchtet. Die Beugungsgitter wiederum beugen das Licht dabei vorzugsweise dergestalt, dass diese aus der Auskoppelfläche ausgekoppelt wird, wobei die Auskoppelfläche entlang der flächigen Ausdehnung angeordnet ist. Dabei verbleibt insbesondere das eingekoppelte Licht, welches nicht gebeugt und ausgekoppelt wird (sogenannte nullte Ordnung), aufgrund von Totalreflexion im Lichtleiter.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Lichtquelle eingerichtet für eine Einstrahlung in die Einkoppelfläche, insbesondere für eine Einkopplung in den Lichtleiter, so dass eingekoppeltes Licht unter einem Winkel größer als der Grenzwinkel der Totalreflexion im Lichtleiter propagiert. Dies gilt vorzugsweise für zumindest eine Ebene des Lichtleiters, z. B. eine Längsschnittebene des Lichtleiters senkrecht zur Auskoppelfläche des Lichtleiters (Vertikalebene). Hierfür kann sich bspw. die Einkoppelfläche in einem abgeschrägten Bereich der Seitenfläche befinden, wobei die Lichtquelle bspw. in einem Winkel zur flächigen Ausdehnung des Lichtleiters angeordnet ist. Bspw. kann die Lichtquelle so angeordnet sein, dass sie entlang einer Flächennormalen der Einkoppelfläche angeordnet ist. So kann besonders einfach und bei einer Minimierung von Fresnelreflexionen an der Einkoppelfläche eingekoppelt werden, insbesondere unter einem Winkel größer als der Grenzwinkel der Totalreflexion.

Es kann ebenso bevorzugt sein, dass die Einkoppelfläche entlang der flächigen Ausdehnung des Lichtleiters angeordnet ist. Dabei kann die Lichtquelle ebenfalls entlang einer Flächennormalen der Einkoppelfläche angeordnet sein. Um die Einkopplung unter einem Winkel größer als der Winkel der Totalreflexion zu gewährleisten, kann der Lichtleiter z. B. eine Umlenkfläche aufweisen, welche eingerichtet ist, das eingekoppelte Licht in einem Winkel umzulenken, so dass das Licht nach der Umlenkung einen Winkel mit den Grenzflächen des Lichtleiters (z. B. Auskoppelfläche) einnimmt, welcher größer ist als ein Grenzwinkel der Totalreflexion.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird das Bild außerhalb einer Ausdehnung des Lichtleiters erzeugt und weist somit vorzugsweise eine Schwebehöhe gegenüber dem Lichtleiter (bzw. der Auskoppelfläche) auf.

Eine Schwebehöhe ist vorzugsweise ein Abstand des (bevorzugt vom Beugungsgitter) erzeugten Bildes von einer Referenzebene, insbesondere in vertikaler bzw. senkrechter Richtung zu dieser Ebene gemessen.

Die Referenzebene ist hier insbesondere die Auskoppelfläche des Lichtleiters.

Durch eine Schwebehöhe kann eine besondere optische Wirkung erzielt werden. Auch Bedienfunktionen, welche nicht auf einer Berührung einer Oberfläche beruhen, können so bspw. realisiert werden. Dabei kann das Bild einen Bedienbereich markieren.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst die Lichtquelle mindestens eine LED und/oder einen Laser. Es können mehrere LEDs und/oder Laser umfasst sein.

Die Lichtquelle kann z. B. mindestens eine LED und/oder mindestens einen Laser umfassen. Die Lichtquelle emittiert vorzugsweise Licht im sichtbaren Spektrum, insbesondere zwischen 380 Nanometer (nm) und 780 nm auf die Wellenlänge des Lichts bezogen.

Die Lichtquelle umfasst bevorzugt keine gesonderte strahlformende Komponente, z. B. keine Linse.

Es kann jedoch auch bevorzugt sein, dass die Lichtquelle mindestens eine strahlformende Komponente umfasst, beispielsweise mindestens eine Linse.

Die Lichtquelle ist bevorzugt mit einer Hauptstrahlungsrichtung in Richtung der Einkoppelfläche angeordnet, insbesondere, wenn die Lichtquelle anisotrope Abstrahlungseigenschaften aufweist.

LEDs sind besonders einfach, langlebig und kostengünstig und weisen bezüglich einer Vielzahl von Leuchtfunktionen, insbesondere holographischer Leuchtfunktionen, ausreichende optische Eigenschaften, insbesondere bezüglich ihrer Kohärenz auf. LEDs sind besonders effizient.

Bevorzugt weisen LED-Emitter Abmessungen zwischen 0,5 x 0,5 mm² und 1 x 1 mm² auf. Allgemein kann man sagen, dass für unsere Anwendung kleinere Emitterflächen immer vorteilhaft sind. Der Mindestabstand der Einkoppelfläche ist dabei unabhängig von der Emittergröße.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann das Emissionsspektrum der LED einer Farbe zugeordnet werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann das Emissionsspektrum der LED nicht einer Farbe zugeordnet werden, sondern umfasst ein mehrfarbiges Spektrum.

Insbesondere handelt es sich dabei um eine RGB-LED (RGB = Red/Green/Blue), welche einen oder mehrere Emitter für R, G und B aufweist, welche bevorzugt (bei mehreren Emittern) einzeln angesteuert werden können.

Es kann sich beispielsweise um eine Osram MULTILED LRTB GVSG handeln, welche bei 625 nm (rot), 528 nm (true grün), 460 nm (blau) emittiert. Intensitäten können bspw. 500 - 1000 Milli-Candela (mcd) für rot, 1250 - 2010 mcd für grün und 180 – 560 mcd für blau betragen.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist zwischen Lichtquelle und holographischen Beugungsgittern, bevorzugt zwischen Lichtquelle und Lichtleiter, mindestens eine Kollimationsoptik, bevorzugt mindestens eine Linse umfasst.

Die Kollimationsoptik ist vorzugsweise eingerichtet, eine Kollimation des Lichtes der Lichtquelle in mindestens einer Ebene zu realisieren. Vorzugsweise ist die Kollimationsoptik eingerichtet, eine Kollimation mindestens in einer Ebene entlang der flächigen Ausdehnung des Lichtleiters zu realisieren. Es kann jedoch auch bevorzugt sein, dass die Kollimationsoptik eingerichtet ist, das Licht der Lichtquelle in zwei zueinander senkrechten Ebenen zu realisieren.

So können die Strahleigenschaften der Beleuchtung des holographischen Beugungsgitters verbessert werden und es kann ein besseres Bild erzeugt werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung liegen die holographischen Beugungsgitter nebeneinander angeordnet vor. So können mehrere Bilder nebeneinander angezeigt und in ihrer Helligkeit gesteuert werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung liegen mehrere holographische Beugungsgitter direkt aneinander angrenzend angeordnet vor. So können nahe beieinander liegende oder aneinander angrenzende Bilder erzeugt werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung liegen mehrere holographische Beugungsgitter beabstandet zueinander angeordnet vor, wobei ein Abstand vorzugsweise mindestens 1 mm, stärker bevorzugt mindestens 2 mm und insbesondere 3 mm oder mehr beträgt. So können bspw. Bilder erzeugt werden, welche voneinander beabstandet sind. Dies kann bspw. die Darstellung bzw. die Bedienbarkeit erhöhen, wenn die Bilder einen Bedienbereich anzeigen.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind die Lichtgatter direkt aneinander angrenzend angeordnet. Dies kann ebenfalls der Fall sein, wenn die Beugungsgitter wie vorstehend beschrieben zueinander beabstandet vorliegen.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind die Lichtgatter ebenfalls beabstandet, vorzugsweise mindestens 0,5 mm, stärker bevorzugt mindestens 1,5 mm und insbesondere 2,5 mm oder mehr.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung liegen mehrere holographische Beugungsgitter in einer Matrixanordnung angeordnet vor. Eine Matrixanordnung beschreibt vorzugsweise eine Anordnung der Beugungsgitter, welche sich durch die Positionierung der Beugungsgitter entlang zweier zueinander im Wesentlichen vertikalen Richtungen beschreiben lässt. Bspw. kann die Anordnung entlang einer „Zeile“ und einer „Spalte“ einer Matrix beschrieben werden. Dabei gibt es vorzugsweise entlang jeder Zeile eine festgelegte Anzahl an Beugungsgittern, welche der Anzahl der Spalten entspricht. Durch Angabe der Spalten- und Zeilenanzahl kann somit die Anzahl der Beugungsgitter bestimmt werden. Die Anzahl der Zeilen und Spalten wird vorzugsweise im Format A x B angegeben, wobei A eine natürliche Zahl ist, welche die Anzahl der Zeilen angibt und B eine natürliche Zahl ist, welche die Anzahl der Spalten angibt. Eine 9 x 9 Matrix umfasst insgesamt neun Zeilen mit jeweils neun Spalten, wobei in jeder Spalte ein Beugungsgitter angeordnet ist, somit sind insgesamt 81 Beugungsgitter umfasst. Die Zahl der Spalten muss dabei jedoch nicht wie im Beispiel der Anzahl der Zeilen entsprechen.

In einer Variante erzeugen die matrixförmig angeordneten Beugungsgitter Bilder, welche jeweils ein Symbol, z. B. einen Buchstaben und/oder eine Zahl und/oder ein Sonderzeichen, wobei die Bilder zusammengenommen eine PC Tastatur anzeigen, insbesondere eine QWERTZ-Tastatur. So können einzelne Tasten bzw. eine leuchtende Variante der Tasten ein- und ausgeschaltet werden, bspw. um anzuzeigen, dass eine bestimmte Taste (z. B. die Feststelltaste) gedrückt wurde oder um eine Bedienbarkeit bei Dunkelheit zu ermöglichen.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weisen die holographischen Beugungsgitter und/oder die erzeugten Bilder eine Ausdehnung auf von mindestens 10 x 10 $mm^2$. So können besonders gut erkennbare Bilder realisiert werden.

Bevorzugt weisen dabei die Lichtgatter im Wesentlichen gleiche bzw. größere Abmessungen auf, so dass die Lichtstrahlen zur Darstellung der erzeugten Bilder durch das Lichtgatter reguliert werden können, insbesondere ohne dass Teile der Lichtstrahlen durch eine zu kleine Abmessung der Lichtgatter abgeschnitten werden. Somit weisen die Lichtgatter bzw. deren schaltbare Bereiche Abmessungen bzw. eine Ausdehnung von mindestens 10 x 10 $mm^2$ auf, vorzugsweise mindestens 11 x 11 $mm^2$.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weisen mindestens zwei der erzeugten Bilder zueinander passende Teilbilder auf, welche ein Gesamtbild bilden.

Dabei grenzen die erzeugten Bilder insbesondere direkt aneinander an.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist eine Blendenschicht umfasst, welche an der Auskoppelfläche angeordnet vorliegt. Die Blendenschicht kann eine ästhetische Wirkung erzeugen, insbesondere durch eine bestimmte Einfärbung der Blendenschicht. Darüber

hinaus kann die Blendenschicht eine mechanische und/oder optische Schutzschicht bilden, welche bspw. bestimmte spektrale Anteile elektromagnetischer Strahlung absorbiert und/oder reflektiert.

Die Blendenschicht kann insbesondere eine Folie umfassen.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die niedrigbrechende Schicht zwischen Auskoppelfläche und Blendenschicht angeordnet ist. So kann eine Absorption von eingekoppeltem/geleitetem Licht in der Blendenschicht vermindert werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist die Blendenschicht kongruent zu den holographischen Beugungsgittern Aussparungen und/oder transparente Bereiche auf. So kann das von den Beugungsgittern gebeugte Licht weitgehend absorptionsfrei ausgekoppelt werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist mindestens eine Steuerungsvorrichtung zur Steuerung der Lichtgatter umfasst.

Eine Steuerungsvorrichtung oder auch Steuerungseinrichtung ist insbesondere mindestens ein integrierter Schaltkreis, z. B. mindestens ein Mikroprozessor, mindestens ein Prozessor oder eine Prozessoreinheit, mindestens eine CPU, mindestens ein Rechner und/oder mindestens ein Computer. Eine Steuerungseinrichtung kann bspw. eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung (ASIC), ein Programmable Logic Device (PLD) oder ein Field Programmable Gate Array (FPGA) umfassen. Des Weiteren können dem Fachmann in diesem Zusammenhang bekannte Bauteile wie mindestens ein elektronischer Speicher, ein integrierter Schaltkreis, mindestens ein Digital-Analog-Wandler, mindestens ein Analog-Digitalwandler und/oder mindestens ein Verstärker umfasst sein.

Durch die Steuerungsvorrichtung kann insbesondere mindestens ein (elektrisches) Signal zur Steuerung von mindestens einem Lichtgatter erzeugt werden.

In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung eine Bedienvorrichtung umfassend eine holographische Anzeigevorrichtung wie vorstehend beschrieben, mindestens ein Bedienelement mit mindestens einem Sensor, der eingerichtet ist, eine Interaktion mit dem Bedienelement zu detektieren und ein Detektionssignal auszugeben und eine Steuerungsvorrichtung. Dabei ist die Steuerungsvorrichtung eingerichtet, die Lichtgatter in Abhängigkeit vom Detektionssignal zu steuern.

Das Detektionssignal wird dabei vorzugsweise vom Sensor an die Steuerungsvorrichtung ausgegeben.

Dem Fachmann ist ersichtlich, dass Vorteile, Definitionen und Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß dem ersten Aspekt ebenso für die beanspruchte erfindungsgemäße Vorrichtung gemäß dem zweiten Aspekt gelten.

Die Bedienvorrichtung weist eine Anzeigevorrichtung wie vorstehend beschrieben auf, darüber hinaus sind Bedienelemente umfasst. Die Bedienelemente können bspw. Knöpfe sein. Ein Bedienelement weist vorzugsweise zur Kennzeichnung des Bedienelementes eine entsprechende Symbolik auf. Diese kann bspw. durch die durch die Beugungsgitter erzeugten

Bilder bereitgestellt werden. Zum anderen umfasst das Bedienelement vorteilhafterweise einen „Bedienmechanismus“, welcher durch Interaktion mit dem Bedienelement eine Aktion auslöst, die der gewünschten Bedienbarkeit entspricht. Bspw. kann es bei der Aktion um das Ein- und Ausschalten einer Lampe oder einer Heizung/Lüftung in einem Fahrzeug handeln. Zum Feststellen der Interaktion ist ein entsprechender Sensor umfasst. Der Sensor bspw. kann ein Näherungssensor, z. B. optisch, ein Berührungssensor, z. B. kapazitiv, oder etwa ein Drucksensor, z. B. (piezo-) elektrisch oder aber ein elektrischer Schalter sein. So können verschiedene Arten von Bedienelementen realisiert werden, z. B. klassische Druckknöpfe (in Verbindung mit einem mechanisch bewegbaren Element der Bedienvorrichtung), aber auch touchscreenartige Bedienelemente oder Bedienelemente, bei der eine berührungslose Interaktion, z. B. innerhalb eines Anzeigebereichs des Bildes mit Schwebehöhe, den Bedienmechanismus auslöst. Hierfür ist der Sensor eingerichtet, eine Interaktion mit dem Bedienelement zu detektieren und ein Detektionssignal auszugeben. Dieses Detektionssignal wird an eine Steuerungsvorrichtung weitergegeben, wobei die Steuerungsvorrichtung eingerichtet ist, die Lichtgatter in Abhängigkeit vom Detektionssignal zu steuern. Bspw. kann ein Bild, welches eine Lampe zeigt, ausgeschaltet werden, nachdem die Lampe durch das Bedienelement eingeschaltet wurde. Vorteilhafterweise kann die Steuerungsvorrichtung darüber hinaus ein (z. B. elektrisches) Signal ausgeben, welches die jeweilige Aktion auslöst, bspw. die besagte Lampe ein- bzw. ausschaltet.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist für mindestens zwei holographische Beugungsgitter ein dem jeweiligen holographischen Beugungsgitter zugeordnetes Bedienelement umfasst. Dabei werden die dem jeweiligen Beugungsgitter zugeordneten Lichtgatter in Abhängigkeit vom Detektionssignal des dem Beugungsgitter zugeordneten Bedienelements gesteuert.

Für die vorhergehend beschriebene Funktionalität der Bedienvorrichtung ist vorteilhafterweise jedem holographischen Beugungsgitter ein zugeordnetes Bedienelement mit einem jeweiligen Sensor umfasst. Das Detektionssignal des jeweiligen Sensors steuert dann wiederum das jeweils zugeordnete Lichtgatter.

In einem dritten Aspekt betrifft die Erfindung ein Verfahren für eine vorstehend beschriebene Bedienvorrichtung, umfassend die folgenden Schritte:

- Ausgabe eines Detektionssignal bei einer Detektion einer Interaktion mit dem Bedienelement durch den Sensor, vorzugsweise an die Steuerungsvorrichtung,
- Steuerung des Lichtgatters in Abhängigkeit vom Detektionssignal durch die Steuerungsvorrichtung.

Dem Fachmann ist ersichtlich, dass Vorteile, Definitionen und Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß dem ersten Aspekt und dem weiteren Aspekt ebenso für das beanspruchte erfindungsgemäße Verfahren gelten und umgekehrt.

Beschreibung der Erfindung:

Die Erfindung soll im Folgenden unter Verweis auf weitere Abbildungen und Beispiele erläutert werden. Die Beispiele und Abbildungen dienen der Illustration bevorzugter Ausführungsform der Erfindung, ohne diese zu beschränken.

**Figur 1** zeigt schematisch eine Ausführungsform der holographischen Anzeigenvorrichtung.

**Figur 2** zeigt schematisch eine Ausführungsform der holographischen Anzeigenvorrichtung, bei der eine niedrigbrechende Schicht auf der Auskoppelfläche umfasst ist.

**Figur 3** zeigt eine Ausführungsform mit variierendem Aufbau der Lichtgatter.

**Figuren 4a** und **b** zeigen eine Bedienvorrichtung gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung.

**Figur 5** zeigt schematisch die bei der Bedienung des Bedienelementes ablaufenden (Verfahrens-) Schritte.

**Figur 1** zeigt schematisch eine Ausführungsform der holographischen Anzeigenvorrichtung **1**. Mit der Anzeigenvorrichtung **1** können schaltbare Bilder **6**, **6‘** und **6“** erzeugt werden. Durch die Verwendung entsprechend eingerichteter bzw. angeordneter, steuerbarer Lichtgatter **7**, **7‘** und **7“** kann die Helligkeit der Bilder **6**, **6‘**, **6“** gesteuert werden, insbesondere können die Bilder **6**, **6‘** und **6“** ein- und ausgeschaltet werden, indem die Transmissionswerte der Lichtgatter **7**, **7‘** und **7“** entsprechend gesteuert werden.

Die Anzeigenvorrichtung weist eine Lichtquelle **4**, z. B. eine LED, einen Lichtleiter **2** und im vorliegenden Fall drei holographische Beugungsgitter **3**, **3‘** und **3“** auf. Lichtleiter **2** und Lichtquelle sind so zueinander angeordnet, das Licht von der Lichtquelle **4** in den Lichtleiter **2** eingekoppelt wird und dieses eingekoppelte Licht **5** anschließend die Beugungsgitter **3**, **3‘** und **3“** beleuchtet. Die Beugungsgitter **3**, **3‘** und **3“** werden also gemeinsam bzw. durch eine gemeinsame Lichtquelle **4** beleuchtet. Die Beugungsgitter **3**, **3‘**, **3“** koppeln diese Beleuchtungslicht zumindest teilweise aus dem Lichtleiter **2** aus. Das ausgekoppelte Licht **8** (s. Fig. 2) erzeugt anschließend ein Bild **6**, **6‘** und **6“**, im vorliegenden Fall ein reelles Bild **6**, **6‘** und **6“** mit einer Schwebehöhe **18** oberhalb des Lichtleiters **2**. Dass die Anzeige der durch die Beugungsgitter **3**, **3‘** und **3“** erzeugten Bilder trotzdem separat gesteuert werden kann, wird dadurch realisiert, dass jedes Beugungsgitter **3**, **3‘** und **3“** ein eigenes, zugeordnetes Lichtgatter **7**, **7‘** und **7“** aufweist, welches jeweils im Strahlengang des ausgekoppelten Lichtes **8** angeordnet ist. Hierdurch kann die Transmission des ausgekoppelten Lichtes **8** im Lichtgatter **7** gesteuert werden. Wird nämlich die Transmission des Lichtgatters **7** so eingestellt, dass kein ausgekoppeltes Licht **8** passieren kann, wird entsprechend auch kein Bild **6**, **6‘** oder **6“** erzeugt. Wird die Transmission des Lichtgatters **7**, **7‘** oder **7“** wiederum so eingestellt, dass das ausgekoppelte Licht des jeweiligen Beugungsgitters **3**, **3‘** oder **3“** im Wesentlichen ungehindert passieren kann, wird ein für einen Betrachter sichtbares Bild **6**, **6‘** oder **6“** erzeugt.

Im Folgenden werden noch weitere Details der vorliegenden Ausführungsform gemäß Figur 1 der Anzeigenvorrichtung **1** erläutert. Zunächst einmal weist der gezeigte Lichtleiter **2** eine flächige Ausdehnung auf, weist also eine große Ausdehnung entlang einer Ebene oder Fläche auf und eine verhältnismäßig deutlich kleinere Ausdehnung in einer hierzu senkrechten Richtung. Im

gezeigten Fall erstreckt sich die flächige Ausdehnung entlang einer Horizontalen der Abbildung und die kleinere Ausdehnung entlang einer vertikalen Richtung. Entlang der kleineren Ausdehnung des Lichtleiters **2** erstrecken sich dessen Seitenflächen, bspw. **17** und **17'**. An der linken Seitenfläche **17** ist im gezeigten Beispiel die Einkoppelfläche **16** angeordnet. Hier ist die Einkoppelfläche **17** in einem Winkel gegenüber der Bildvertikalen geneigt, um im Zusammenspiel mit der Anordnung der Lichtquelle **4** eine Einstrahlung des Lichtes in den Lichtleiter **2** unter einem Winkel größer als der Grenzwinkel der Totalreflexion zu ermöglichen, wie im Folgenden u. a. beschrieben werden wird.

Die Lichtquelle **4** ist eingerichtet für eine Einstrahlung von Licht in den Lichtleiter **2** durch die die Einkoppelfläche **16**. Dafür ist die Lichtquelle **4** vor der Einkoppelfläche **16** angeordnet, und zwar im Wesentlichen so, dass die Einstrahlungsrichtung in die Einkoppelfläche **16** im Wesentlichen einen rechten Winkel mit dieser bildet, um bspw. Lichtbrechung zu vermeiden und Fresnel-Reflektionen zu minimieren. Zwischen Lichtquelle **4** und Einkoppelfläche **16** ist entlang des Strahlengangs noch eine Kollimationsoptik **19** (bspw. eine Linse) angeordnet. Durch diese wird eine Kollimation des Lichtes der Lichtquelle **4** zumindest in der dargestellten Bildebene erzielt. Je nach Ausdehnung der Lichtquelle **4** senkrecht zur Bildebene kann dafür z. B. eine Zylinderlinse verwendet werden. Es kann jedoch auch eine Kollimationsoptik **19** verwendet werden, welche ebenfalls in der Ebene senkrecht zur Bildebene eine Kollimation bewirkt.

Die gezeigte Variante stellt eine mögliche Ausführungsform dar, bei der die Anordnung und Orientierung der Einkoppelfläche **16** gemeinsam mit der Anordnung und ggf. Orientierung der Lichtquelle **4** wie beschrieben dazu führt, dass das in den Lichtleiter **2** eingekoppelte Licht **5** in einem Winkel größer als der Grenzwinkel der Totalreflexion im Lichtleiter **2** geführt wird. Das bedeutet, dass das in den Lichtleiter **2** eingestrahlte Licht innerhalb der Bildebene in einem Winkel auf die Ober- und Unterseite des Lichtleiters **2** trifft, der größer als besagter Grenzwinkel ist, wodurch an den oberen und unteren Grenzflächen des Lichtleiters **2** Totalreflektion stattfindet. So kann das Licht zum einen durch Mehrfachreflexionen **13** im Lichtleiter **2** (durch Wellenleitung) ohne nennenswerte Verluste zu den Beugungsgittern **3**, **3'** und **3''** geführt werden. Zum anderen wird das durch die Beugungsgitter **3**, **3'** und **3''** nicht aus dem Lichtleiter **2** gebeugte Licht (die sogenannte nullte Ordnung) im Lichtleiter **2** weitergeführt und gelangt nicht zum Betrachter, wie es bei anderen holographischen Anordnungen der Fall sein kann. Da ein eingekoppelter Lichtstrahl mit jedem Durchlaufen eines Beugungsgitters **3**, **3'** und **3''** etwas Strahlungsleistung durch die Beugung verliert, können die Effizienzen der Beugungsgitter **3**, **3'** und **3''** angepasst sein, so dass ein später durchlaufener Teil eines Beugungsgitters **3**, **3'** und **3''** eine höhere Beugungseffizienz aufweist als ein früher durchlaufener Teil, um insgesamt homogen hell leuchtende Bilder zu generieren.

Es ist dem Fachmann klar, dass es weitere Ausführungsformen geben kann, bei denen die Lichtquelle **4** und die Einkoppelfläche **17** unterschiedlich angeordnet und/oder orientiert sind, bei denen jedoch ebenfalls eine Einstrahlung in einem Winkel größer als der Winkel der Totalreflexion in den Lichtleiter **2** ermöglicht wird. Eine geeignete Lösung kann je nach gegebenen Randbedingungen, wie bspw. Bauraum, Effizienzvorgaben etc. gefunden werden.

In der gezeigten Ausführungsform sind die holographischen Beugungsgitter **3**, **3'** und **3''** in einer gemeinsamen holographischen Struktur **12** umfasst. Diese kann bspw. in Form einer Folie

vorliegen, welche auf das Substrat des Lichtleiters **2** aufgebracht wird. Dies vereinfacht die Aufbringung der Beugungsgitter **3**, **3'** und **3''** und reduziert einen etwaigen Montageaufwand. Je nach Gesamtgröße der holographischen Struktur **12** ist auch eine entsprechende Belichtung mehrerer Beugungsgitter **3**, **3'** und **3''** in einer einzigen Struktur **12** gut möglich.

In der in Fig. 1 gezeigten Variante der holographischen Leuchtvorrichtung **1** sind die Lichtgatter **7**, **7'** und **7''** in Gänze in einem Strahlengang des ausgekoppelten Lichtes **8** des jeweilig zugeordneten Beugungsgitters **3**, **3'** und **3''**, also entlang des Strahlengangs des Lichtes hinter dem jeweiligen Beugungsgitter **3, 3'** und **3''** angeordnet. So passiert das ausgekoppelte Licht **8** des jeweiligen Beugungsgitters **3**, **3'** und **3''** das jeweilig zugeordnete Lichtgatter **7**, **7'** und **7''**. Im vorliegenden Fall umfasst jedes Lichtgatter **7**, **7'** und **7''** einen ersten Polarisationsfilter **9** oder ersten Polarisator, einen zweiten Polarisationsfilter **10** bzw. zweiten Polarisator und einen dazwischenliegenden steuerbaren Polarisationsmodulator **11**. Dabei ist der erste Polarisationsfilter **9** entlang dem Strahlengang strahlaufwärts (also näher an der Lichtquelle) angeordnet als der zweite Polarisationsfilter **10**. Der erste Polarisationsfilter **9** hat im Wesentlichen die Funktion, dem Licht eine wohldefinierte Polarisation zu geben, bspw. eine lineare Polarisation. Der Polarisationsfilter **9** ist entsprechend eingerichtet, diese wohldefinierte Polarisation zu transmittieren und andere Polarisationen im Wesentlichen zu blocken. Vorteilhafterweise ist die wohldefinierte Polarisation des ersten Polarisationsfilters **9** auf die Vorzugspolarisation des Beugungsgitters **3** abgestimmt., so dass die wohldefinierte Polarisation im Wesentlichen der gebeugten Polarisation des Beugungsgitters **3** entspricht, um die Effizienz zu maximieren. Der Polarisationsmodulator **11** kann nun diese wohldefinierte Polarisation in steuerbarer Weise modulieren. Hierzu kann bspw. ein Steuersignal (z. B. elektrisch) an den Polarisationsmodulator **11** angelegt werden. Dann kann die Modulation je nach Steuersignal ausgeführt werden. Z. B. kann eine vorliegende lineare Polarisation je nach anliegendem Steuersignal verschieden stark gedreht werden. Bspw. kann dann bei einem Steuersignal eine Drehung in etwa 0° sein (also keine Drehung stattfinden) und bei einem zweiten Steuersignal einer Drehung um 90° entsprechen. Der zweite Polarisationsfilter **10** ist wiederum wie der erste **9** eingerichtet, eine wohldefinierte Polarisation (z. B. eine lineare Polarisation) im Wesentlichen zu transmittieren und andere Polarisationen im Wesentlichen zu blocken. Bspw. kann der zweite Polarisationsfilter **10** in einer Ausführungsform im Wesentlichen die gleiche Polarisation transmittieren wie der erste Polarisationsfilter **9**. Dann würde maximal viel ausgekoppeltes Licht **8** durch den zweiten Polarisationsfilter **10** transmittiert, wenn der Polarisationsmodulator **11** so angesteuert wird, dass die Drehung 0° entspricht und es würde im Wesentlichen kein Licht durch den zweiten Polarisationsfilter **10** transmittiert, wenn der Polarisationsmodulator **11** so angesteuert wird, dass eine Drehung der Polarisation um 90° stattfindet. Dann würde im ersten Fall das Bild **6** eingeschaltet und im zweiten Fall das Bild **6** ausgeschaltet werden. In einer anderen Ausführungsform kann der zweite Polarisationsfilter **10** bspw. eingerichtet sein, eine Polarisation zu transmittieren, die im Wesentlichen um 90° von der Polarisation abweicht, die der erste Polarisationsfilter **9** transmittiert (sogenannte „gekreuzte" Polarisationsfilter). Dann wird ein Maximum an Licht durch den zweiten Polarisationsfilter **10** transmittiert, wenn der Polarisationsmodulator die Polarisation um 90° dreht und es wird im Wesentlichen kein Licht transmittiert, wenn die Drehung 0° entspricht. Je nach Ansteuerung und Ausführung des Lichtgatters **7** können auch Zwischenwerte der Polarisationsdrehung eingestellt werden, so dass

auch Zwischenwerte der Transmission eingestellt werden können und die Helligkeit der Bilder **6**, **6'** und **6''** reguliert werden kann. Der Polarisationsmodulator **11** kann z. B. durch eine Flüssigkristallzelle realisiert werden.

Neben der gezeigten Ausführungsform ist ebenfalls vorstellbar, dass das Lichtgatter **7** nur in Teilen in einem Strahlengang des ausgekoppelten Lichtes **8**, also entlang des Strahlengangs des Lichts hinter dem Beugungsgitter **3** angeordnet ist. Bspw. kann der erste Polarisationsfilter **9** bereits zwischen Lichtquelle **4** und Einkoppelfläche **17**, vorzugsweise zwischen Kollimationsoptik 19 und Einkoppelfläche **17** insbesondere auf der Einkoppelfläche **17** angeordnet sein. Somit würde nur ein einzelner erster Polarisationsfilter **9** benötigt, der gleichsam eine wohldefinierte Polarisation für alle weiteren Lichtgatterteile **7**, **7'** und **7''** festlegt. Das würde den Aufbau der Anzeigevorrichtung **1** weiter vereinfachen.

**Figur 2** zeigt schematisch einige Details einer Ausführungsform der holographischen Anzeigevorrichtung **1**. Einige Merkmale der gezeigten Vorrichtung sind bereits in Figur 1 beschrieben worden und werden daher hier nicht mehr im Detail vorgestellt. Sie sind jedoch mit übereinstimmenden Bezugszeichen wie in Figur 1 versehen und können daher ohne Weiteres identifiziert werden. Figur 2 zeigt einen Ausschnitt des Lichtleiters **2** und dessen Aufbau und Funktionsweise im Detail, ohne beispielsweise auf Aspekte der Einkopplung des Lichtes in den Lichtleiter **2** einzugehen. Des Weiteren sind auf den Lichtleiter **2** aufgebrachte Elemente wie die niedrigbrechende Schicht **15** und zwei Lichtgatter **7** und **7'** gezeigt. Der Lichtleiter **2** selbst umfasst im vorliegenden Ausführungsbeispiel ein Substrat **20** bzw. einen Substratkörper sowie die holographische Struktur **12**, hier in Form einer auf das Substrat **20** aufgebrachten Hologrammfolie, welche als gemeinsame holographische Struktur **12** die Beugungsgitter **3** und **3'** umfasst. Hologrammfolie und Substrat **20** weisen dafür einen sehr ähnlichen Brechungsindex auf, damit keine unerwünschten Reflexionen an deren Kontaktfläche auftreten und ein optisch weitgehend homogener Lichtleiter **2** gebildet wird. Auf der Hologrammfolie ist die niedrigbrechende Schicht **15** umfasst, deren Funktion untenstehend genauer erklärt werden wird. Auf der niedrigbrechenden Schicht **15** sind wiederum oberhalb der Beugungsgitter **3**, **3'** die jeweils zugeordneten Lichtgatter **7** und **7'** aufgebracht. Der Lichtleiter **2** ist flächig und weist an der Grenzfläche zwischen Hologrammfolie und niedrigbrechender Schicht **15** eine Auskoppelfläche 14 auf. Diese ist entlang der flächigen Ausdehnung des Lichtleiters **2**, also im gezeigten Beispiel entlang der Bildhorizontalen angeordnet. Das eingekoppelte Licht **5** wird durch Totalreflexionen an den oberen und unteren Grenzflächen des Lichtleiters **2** geleitet, wobei die obere Grenzfläche die Auskoppelfläche **14** ist. Wenn das Licht dabei auf ein Beugungsgitter **3**, **3'** trifft und dieses beleuchtet, wird ein Teil dieses eingekoppelten Lichtes **5** durch das jeweilige holographische Beugungsgitter **3**, **3'** gebeugt und dabei so umgelenkt, dass es aus der Auskoppelfläche **14** des Lichtleiters **2** ausgekoppelt wird. Die gezeigten Beugungsgitter **3**, **3'** sind dabei Reflexionshologramme, das eingekoppelte Licht transmittiert diese von der unteren Grenzfläche des Lichtleiters **2** kommend zunächst ungebeugt, wird dann an der Auskoppelfläche **14** reflektiert und erst anschließend von den Beugungsgittern **3, 3'** in die sogenannte erste Ordnung gebeugt und aus der Auskoppelfläche **14** des Lichtleiters **2** ausgekoppelt. Das ausgekoppelte Licht **8** transmittiert daraufhin eines der Lichtgatter **7**, **7'**, wobei die Transmission in vorstehend beschriebener Weise gesteuert werden kann. Das Lichtgatter **7** ist hier ebenfalls wie vorstehend beschrieben aufgebaut und umfasst einen ersten Polarisationsfilter **9**, einen

zweiten Polarisationsfilter **10** und einen dazwischenliegenden Polarisationsmodulator **11**. Der von den Beugungsgittern **3** und **3'** nicht gebeugte Teil des eingekoppelten Lichtes **5** verbleibt als nullte Ordnung im Lichtleiter **2**. Die Funktion der niedrigbrechenden Schicht **15** ist es nun, auch dort, wo die Lichtgatter **7**, **7'** sich befinden Totalreflexion an der Auskoppelfläche **14** zu ermöglichen. Ansonsten, ohne die niedrigbrechende Schicht **15**, würde durch die typischerweise ähnlichen Brechungsindizes zwischen Lichtleiter **2** und Lichtgatter **7** eine Totalreflexion an deren Kontaktflächen verhindert und somit die Totalreflexion bzw. Lichtleitung des eingekoppelten Lichtes **5** im Lichtleiter **2** gestört. Dafür muss die niedrigbrechende Schicht **15** einen entsprechend niedrigeren Brechungsindex als der Lichtleiter **2** aufweisen, so dass der Grenzwinkel der Totalreflexion kleiner ist als der Winkel, den das eingekoppelte Licht **5** mit der Flächennormalen der Auskoppelfläche **14** bildet. Auch an der unteren Grenzfläche des Lichtleiters **2** muss ein entsprechender Unterschied zwischen dem Lichtleiter **2** und dem umgebenden Medium (üblicherweise Luft) natürlich gegeben sein. Das von den holographischen Beugungsgittern **3**, **3'** gebeugte und ausgekoppelte Licht **8** kann die niedrigbrechende Schicht **15** jedoch problemlos in Richtung der Lichtgatter **7**, **7'** transmittieren, da es unter einem Winkel kleiner als der Grenzwinkel der Totalreflexion auf die Grenzfläche zwischen Lichtleiter **2** und niedrigbrechender Schicht **15** auf diese auftrifft (beispielsweise wie gezeigt in einem Winkel von 0°, wobei der Winkel zwischen den jeweiligen Lichtstrahl und der Flächennormalen zur Grenzfläche gemessen wird). Der Lichtleiter **2** ist also im Wesentlichen dadurch definiert, dass er einen in etwa homogenen Brechungsindex aufweist und somit die Lichtleitung durch Totalreflexion an dessen Außenflächen ermöglicht (bei entsprechendem Einkopplungswinkel).

**Figur 3** zeigt eine weitgehend mit der Variante aus Figur 1 übereinstimmenden Ausführungsform (mit übereinstimmenden Bezugszeichen) der Anzeigenvorrichtung **1**, bei der jedoch der Aufbau der Lichtgatter **7**, **7'** und **7''** variiert. Hier sind zwar weiterhin der zweite Polarisationsfilter **10** und der steuerbare Polarisationsmodulator **11** in einem Strahlengang des ausgekoppelten Lichtes **8** des zugeordneten Beugungsgitters **3**, **3'**, **3''** angeordnet, jedoch ist der erste Polarisationsfilter **9** ein gemeinsamer erster Polarisationsfilter **9** für alle Lichtgatter **7**, **7'**, **7''**. Im gezeigten Beispiel ist dieser zwischen Kollimationsoptik **19** und der Einkoppelfläche **16** angeordnet, und zwar direkt auf der Einkoppelfläche **16**. Hierdurch wird vorteilhafterweise nur ein einziger erster Polarisationsfilter **9** benötigt, der für das gesamte Beleuchtungslicht eine wohldefinierte Polarisation festlegt, welche anschließend wie in vorstehend beschriebener Weise ermöglicht, die Transmission des ausgekoppelten Lichtes **8** durch die einzelnen Lichtgatter **7**, **7'** und **7''** zu steuern. Dabei kann es allerdings vorkommen, dass z. B. durch die unterschiedliche Anzahl an Totalreflektionen des eingekoppelten Lichts **5** auf dem Weg zu den verschiedenen Beugungsgittern **3**, **3'** und **3''** bzw. Lichtgattern **7**, **7'** und **7''** unterschiedliche Polarisationen die jeweiligen Modulatoren **11** erreichen. Daher kann es sinnvoll sein, dass die jeweiligen zweiten Polarisationsfilter **10** eingerichtet sind, entsprechend unterschiedliche Polarisationen zu transmittieren. Es kann alternativ oder zusätzlich sinnvoll sein, die jeweiligen Polarisationsmodulatoren **11** unterschiedlich anzusteuern, so dass bei bekannten Steuersignalen bekannte Schalteigenschaften der Lichtgatter **7**, **7'** und **7''** realisiert werden.

**Figuren 4a** und **b** zeigen eine Bedienvorrichtung **26** gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung. Die Bedienvorrichtung **26** weist eine Anzeigevorrichtung **1** wie vorstehend beschrieben auf, darüber hinaus sind Bedienelemente **27**, **27'** und **27''** umfasst. Die Bedienelemente **27**, **27'**

und **27“** können bspw. Knöpfe sein. Vorteilhafte Eigenschaften eines Bedienelements **27** sind zum einen die Kennzeichnung des Bedienelementes **27** durch eine entsprechende Symbolik, bspw. als Leuchtanzeige oder als Aufdruck. Diese Kennzeichnung kann bspw. durch die durch die Beugungsgitter **3**, **3‘** und **3“** erzeugten Bilder **6** bereitgestellt werden. Es kann sich jedoch auch um eine zusätzliche Funktionalität handeln, welche hier nicht weiter beschrieben wird. Zum anderen muss das Bedienelement **27** einen Bedienmechanismus umfassen, welcher durch Interaktion **22** mit dem Bedienelement **27** eine Aktion auslöst, die der gewünschten Bedienbarkeit entspricht. Bspw. kann es bei der Aktion um das Ein- und Ausschalten einer Lampe oder einer Heizung/Lüftung in einem Fahrzeug handeln. Zum Feststellen der Interaktion **22** muss ein entsprechender Sensor **21** umfasst sein. Der Sensor **21** kann ein Näherungssensor, z. B. optisch, ein Berührungssensor, z. B. kapazitiv, oder etwa ein Drucksensor, z. B. (piezo-) elektrisch oder aber ein elektrischer Schalter sein. So können verschiedene Arten von Bedienelementen **27** realisiert werden, z. B. klassische Druckknöpfe (in Verbindung mit einem mechanisch bewegbaren Element der Bedienvorrichtung), aber auch touchscreenartige Bedienelemente **27** oder Bedienelemente **27**, bei der eine berührungslose Interaktion **22**, z. B. innerhalb eines Anzeigebereichs des Bildes **6** mit Schwebehöhe **18**, den Bedienmechanismus auslöst. Hierfür ist der Sensor **21** eingerichtet, eine Interaktion **22** mit dem Bedienelement **27** zu detektieren und ein Detektionssignal auszugeben. Dieses Detektionssignal wird an eine Steuerungsvorrichtung (nicht gezeigt) weitergegeben, wobei die Steuerungsvorrichtung eingerichtet ist, die Lichtgatter **7**, **7‘**, **7“** in Abhängigkeit vom Detektionssignal zu steuern. Bspw. kann ein Bild **6**, welches eine Lampe zeigt, ausgeschaltet werden, nachdem die Lampe durch das Bedienelement **27** eingeschaltet wurde. Vorteilhafterweise kann die Steuerungsvorrichtung darüber hinaus ein (z. B. elektrisches) Signal ausgeben, welches die jeweilige Aktion auslöst, bspw. die besagte Lampe ein- bzw. ausschaltet. Dafür ist vorteilhafterweise jedem holographischen Beugungsgitter **3**, **3‘** und **3“** ein zugeordnetes Bedienelement **27**, **27‘** und **27“** mit einem jeweiligen Sensor **21**, **21‘** und **21“** umfasst. Das Detektionssignal des jeweiligen Sensors **21**, **21‘** und **21“** steuert dann wiederum das jeweils zugeordnete Lichtgatter **7**, **7‘** und **7“**.

Eine schematische Momentaufnahme einer stattfindenden Interaktion mit dem Bedienelement **27‘** der Bedienvorrichtung **26** wird in **Figur 4a** gezeigt. Ein Finger **22** eines Benutzers nähert sich dem Bedienelement **27‘**, um die Interaktion **22** mit dem Bedienelement **27‘** auszulösen. Dabei kann bspw. das Lichtgatter **7‘** berührt werden und ein Detektionssignal des Sensors **21‘** (rein schematisch gezeigt) auslösen. Der Sensor **21** kann bspw. ein kapazitiver Sensor sein, der eine Berührung der Oberfläche des Lichtgatters **7‘** (welches bspw. entsprechend beschichtet ist) detektiert. Dem Fachmann ist im Übrigen klar, dass die Darstellung des Lichtgatters **7**, welches gegenüber dem Lichtleiter **2** stark erhöht dargestellt ist, rein schematisch ist und in Wirklichkeit eine ebene obere Oberfläche der Vorrichtung **1** bzw. **26** ebenso realisiert werden kann. Der Sensor **21‘** kann ebenso ein Näherungssensor sein, der eine Interaktion des Benutzers mit dem Bedienelement **27‘** im Bereich des gezeigten Fingers **22** detektiert. Das Detektionssignal löst über die Steuerungsvorrichtung die durch die Interaktion erwünschte Aktion (Bsp.: „Lampe aus“) aus, darüber hinaus wird durch die Steuerungsvorrichtung das Lichtgatter **7‘** gesteuert. War bspw. das Bild **6‘** (welches z. B. ein Symbol einer Lampe zeigt, um anzugeben, was durch das Bedienelement **27‘** bedient wird) vorher ausgeschaltet, weil die Lampe eingeschaltet war, um beim obigen Beispiel zu bleiben, kann das Bild **6‘** nun eingeschaltet werden, in dem das

Lichtgatter **7'** entsprechend angesteuert wird. Dies ist in **Figur 4b** gezeigt, wobei das Bild **6'** hier symbolisch einfach als „B" dargestellt wird.

**Figur 5** zeigt noch einmal schematisch die bei der Bedienung des Bedienelementes ablaufenden Schritte: „Detektion einer Interaktion mit dem Bedienelement" **23** durch den Sensor **21**, „Ausgabe eines Detektionssignals" **24** durch den Sensor **21** und „Steuerung des Lichtgatters in Abhängigkeit vom Detektionssignal" **25** durch die Steuerungsvorrichtung.

**BEZUGSZEICHENLISTE**

| | |
|---|---|
| 1 | Holographische Anzeigevorrichtung |
| 2 | Lichtleiter |
| 3 | Holographisches Beugungsgitter |
| 4 | Lichtquelle |
| 5 | Eingekoppeltes Licht |
| 6 | Erzeugtes Bild |
| 7 | (Steuerbares) Lichtgatter |
| 8 | Strahlengang des ausgekoppelten Lichtes |
| 9 | Erster Polarisationsfilter |
| 10 | Zweiter Polarisationsfilter |
| 11 | Steuerbarer Polarisationsmodulator |
| 12 | Holographische Struktur |
| 13 | Totalreflexionen |
| 14 | Auskoppelfläche |
| 15 | Niedrigbrechende Schicht |
| 16 | Einkoppelfläche |
| 17 | Seitenfläche des Lichtleiters in flächiger Ausführungsform |
| 18 | Schwebehöhe |
| 19 | Kollimationsoptik |
| 20 | Substrat |
| 21 | Sensor |
| 22 | Interaktion („Finger“) eines Benutzers |
| 23 | Detektion einer Interaktion mit dem Bedienelement |
| 24 | Ausgabe eines Detektionssignals |
| 25 | Steuerung des Lichtgatters in Abhängigkeit vom Detektionssignal |
| 26 | Bedienvorrichtung |
| 27 | Bedienelement |

## PATENTANSPRÜCHE

1. Holographische Anzeigevorrichtung (1) zur schaltbaren Anzeige von Bildern (6),

   aufweisend eine Lichtquelle (4), einen Lichtleiter (2) und mindestens zwei holgraphische Beugungsgitter (3), welche eingerichtet sind für eine Beleuchtung der mindestens zwei holographischen Beugungsgitter (3) durch in den Lichtleiter (2) eingekoppeltes Licht (5) der Lichtquelle (4),

   wobei jedes holographische Beugungsgitter (3) eingerichtet ist, bei der Beleuchtung durch die Lichtquelle (4) Licht aus dem Lichtleiter auszukoppeln um ein Bild (6) zu erzeugen,

   wobei jedem holographischen Beugungsgitter (3) ein steuerbares Lichtgatter (7) zugeordnet ist, welches eingerichtet ist, eine Helligkeit des jeweilig erzeugten Bildes (6) zu regulieren.

2. Holographische Anzeigevorrichtung (1) nach Anspruch 1,

   wobei das Lichtgatter (7) zumindest in Teilen in einem Strahlengang des ausgekoppelten Lichtes (8) des zugeordneten Beugungsgitters (3) angeordnet ist.

3. Holographische Anzeigevorrichtung (1) nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche,

   wobei das Lichtgatter (7) eingerichtet ist, abhängig von einem angelegten Steuersignal die Transmission von Licht zu steuern

   wobei bevorzugt die steuerbare Transmission wenigstens zwei verschiedene Transmissionswerte umfasst.

4. Holographische Anzeigevorrichtung (1) nach dem vorherigen Anspruch,

   wobei die Transmissionswerte einen ersten und einen zweiten Wert umfassen, wobei bei dem ersten Transmissionswert das Bild (6) sichtbar ist und wobei bei dem zweiten Transmissionswert das Bild (6) nicht sichtbar ist.

5. Holographische Anzeigevorrichtung (1) nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche,

   wobei das Lichtgatter (7) einen ersten Polarisationsfilter (9) und einen zweiten Polarisationsfilter (10) und einen zwischen den Polarisationsfiltern (9, 10) angeordneten steuerbaren Polarisationsmodulator (11) umfasst.

6. Holographische Anzeigevorrichtung (1) nach dem vorherigen Anspruch,

wobei der erste Polarisationsfilter (9), der zweite Polarisationsfilter (10) und der steuerbare Polarisationsmodulator (11) in einem Strahlengang des ausgekoppelten Lichtes (8) des zugeordneten Beugungsgitters (3) angeordnet sind.

7. Holographische Anzeigevorrichtung (1) nach dem vorherigen Anspruch 5,

wobei der zweite Polarisationsfilter (10) und der steuerbare Polarisationsmodulator (11) in einem Strahlengang des ausgekoppelten Lichtes (8) des zugeordneten Beugungsgitters (3) angeordnet sind,

wobei der erste Polarisationsfilter (9) ein gemeinsamer erster Polarisationsfilter (9) für alle Lichtgatter (7, 7‘, 7“) ist, welcher zwischen der Lichtquelle (4) und den holographischen Beugungsgittern (3, 3‘, 3“) angeordnet ist.

8. Holographische Anzeigevorrichtung (1) nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche,

wobei der Lichtleiter (2) eine flächige Ausdehnung aufweist,

wobei der Lichtleiter (2) eine Auskoppelfläche (14) zur Auskopplung des Lichts aus dem Lichtleiter (2) aufweist, welche entlang der flächigen Ausdehnung des Lichtleiters (2) angeordnet ist,

wobei die holographischen Beugungsgitter (3) vorzugsweise entlang der Auskoppelfläche (14) angeordnet vorliegen.

9. Holographische Anzeigevorrichtung (1) nach dem vorherigen Anspruch,

wobei das Lichtgatter (7) zumindest in Teilen auf der Auskoppelfläche (14) aufgebracht vorliegt.

10. Holographische Anzeigevorrichtung (1) nach dem vorherigen Anspruch,

wobei auf der Auskoppelfläche (14) mindestens zwischen holographischem Beugungsgitter (3) und den Teilen des Lichtgatters (7) eine niedrigbrechende Schicht (15) umfasst ist.

11. Holographische Anzeigevorrichtung (1) nach dem vorherigen Anspruch,

wobei ein Brechungsindexunterschied zwischen Lichtleiter (2) und der niedrigbrechenden Schicht (15) mindestens 0,3 beträgt

wobei bevorzugt der Lichtleiter (2) einen Brechungsindex zwischen 1,45 und 2,0 aufweist und wobei bevorzugt die niedrigbrechende Schicht (15) einen Brechungsindex zwischen 1,37 und 1,47 aufweist.

12. Holographische Anzeigevorrichtung (1) nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, wobei zwischen dem Lichtleiter und den Teilen des Lichtgatters ein Luftspalt umfasst ist.

13. Holographische Anzeigevorrichtung (1) nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche,

wobei die holographischen Beugungsgitter (3) nebeneinander angeordnet vorliegen

wobei bevorzugt mehrere holographische Beugungsgitter (3) direkt aneinander angrenzend angeordnet vorliegen

oder wobei bevorzugt mehrere holographische Beugungsgitter beabstandet zueinander angeordnet vorliegen, wobei ein Abstand vorzugsweise mindestens 1 mm, stärker bevorzugt mindestens 2 mm und insbesondere 3 mm oder mehr beträgt.

14. Holographische Anzeigevorrichtung (1) nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche,

wobei die holographischen Beugungsgitter (3) und/oder die erzeugten Bilder (6) eine Ausdehnung aufweisen von mindestens 10 x 10 $mm^2$.

15. Bedienvorrichtung (26) umfassend eine Holographische Anzeigevorrichtung (1) nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche,

wobei mindestens ein Bedienelement (27) mit mindestens einem Sensor (21) umfasst ist, wobei der Sensor eingerichtet ist, eine Interaktion (22) mit dem Bedienelement (27) zu detektieren (23) und ein Detektionssignal auszugeben (24) und

eine Steuerungsvorrichtung,

wobei die Steuerungsvorrichtung eingerichtet ist, die Lichtgatter (7) in Abhängigkeit vom Detektionssignal zu steuern (25).

16. Bedienvorrichtung (26) nach dem vorherigen Anspruch,

wobei für mindestens zwei holographische Beugungsgitter (3) ein dem jeweiligen holographischen Beugungsgitter (3) zugeordnetes Bedienelement (27) umfasst ist,

wobei die dem jeweiligen holographischen Beugungsgitter (3) zugeordneten Lichtgatter (7) in Abhängigkeit vom Detektionssignal des dem Beugungsgitter (3) zugeordneten Bedienelements (27) gesteuert werden.

Fig. 1

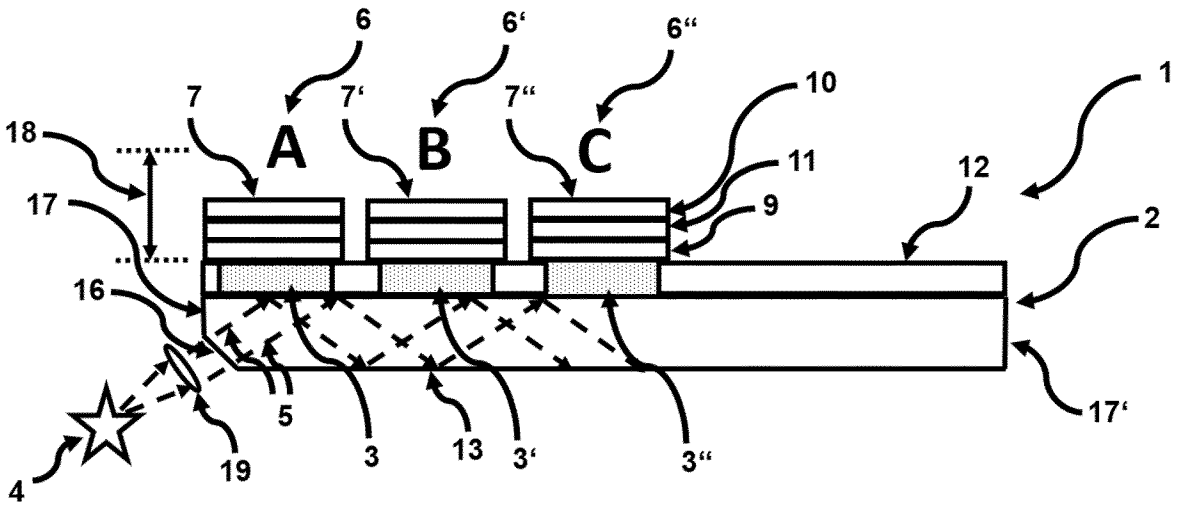

6
6‘
6“
7
7‘
7“
A
B
C
10
11
9
1
18
17
12
2
16
17‘
5
3
13
3‘
3“
4
19

Fig. 2

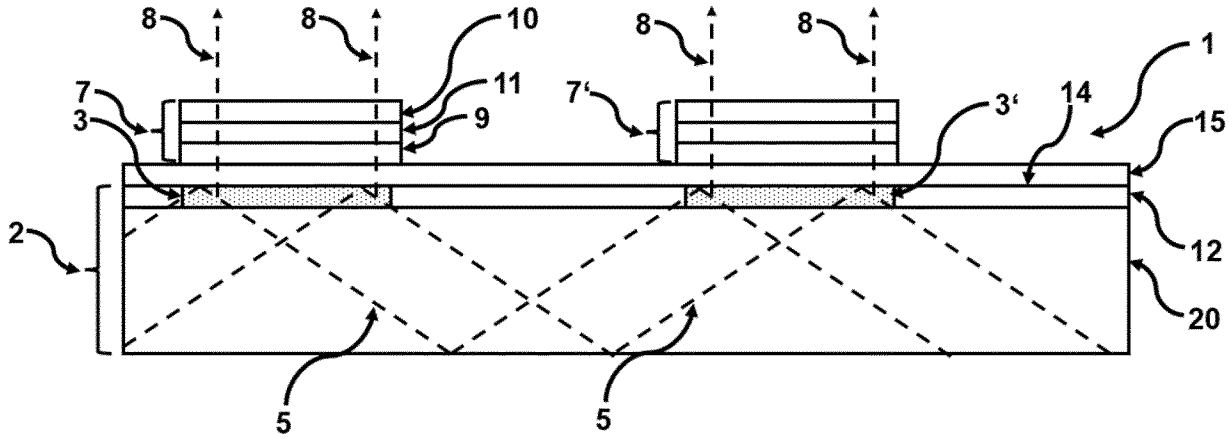

8
8
10
8
8
1
7
11
7‘
3‘
14
3
9
15
2
12
20
5
5

Fig. 3

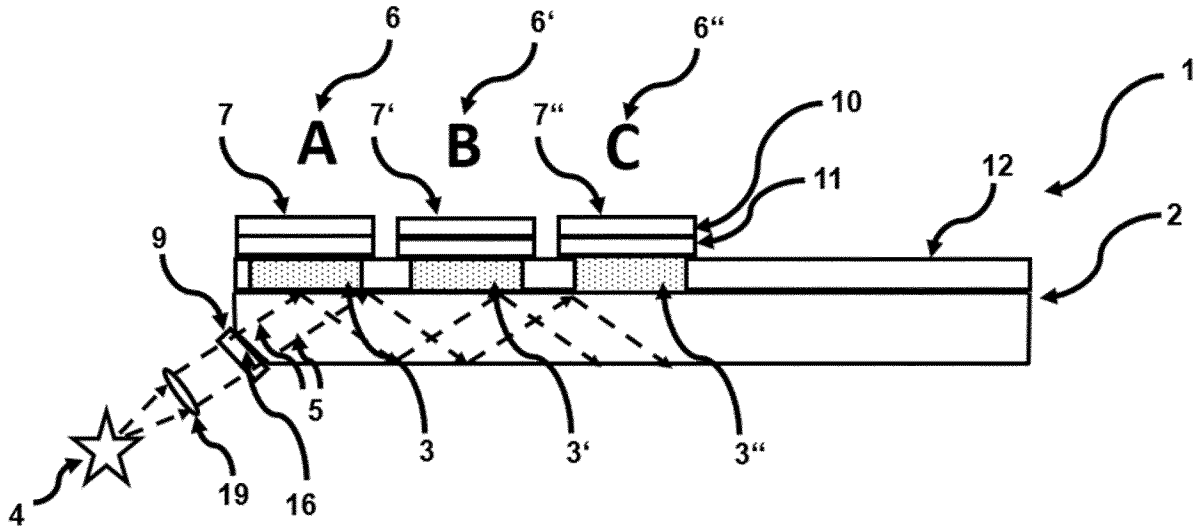

6
6‘
6“
7
A
7‘
B
7“
C
10
11
12
1
2
9
5
3
3‘
3“
4
19
16

Fig. 4a

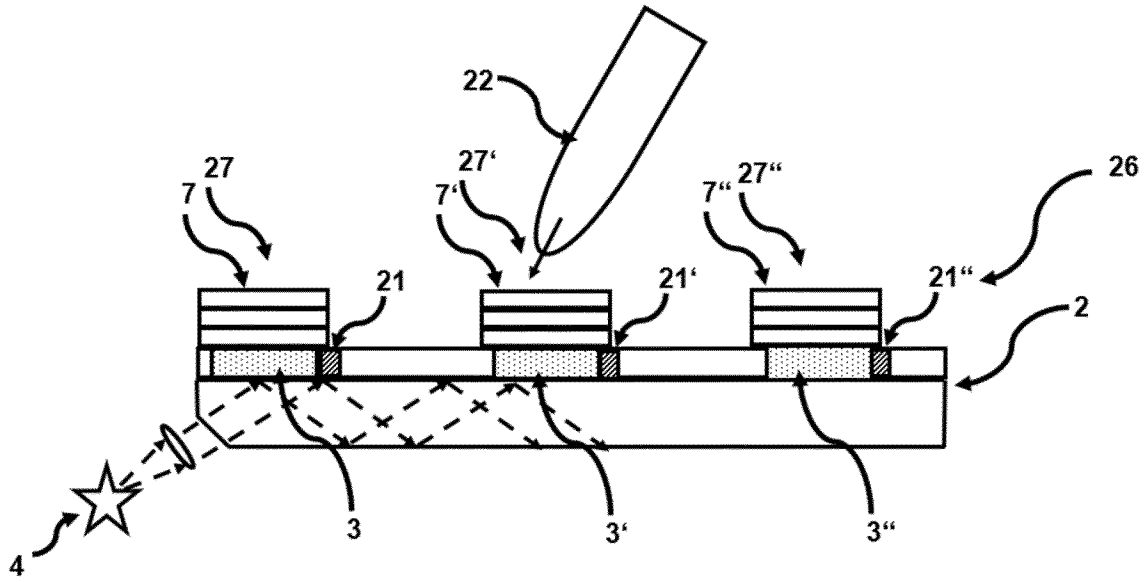

22
27
7
27‘
7‘
7“
27“
26
21
21‘
21“
2
3
3‘
3“
4

Fig. 4b

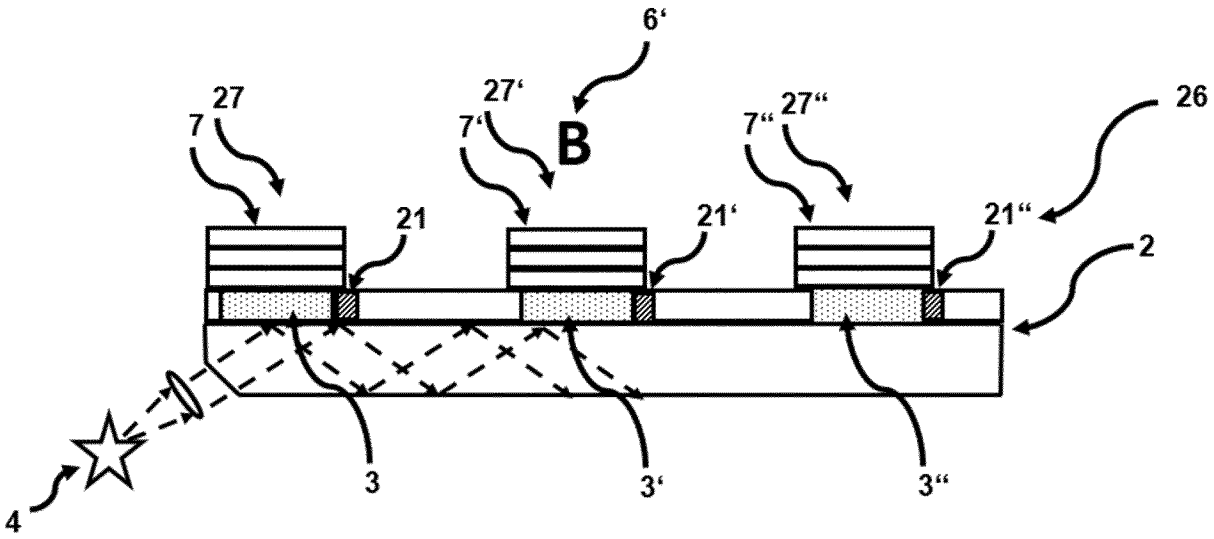
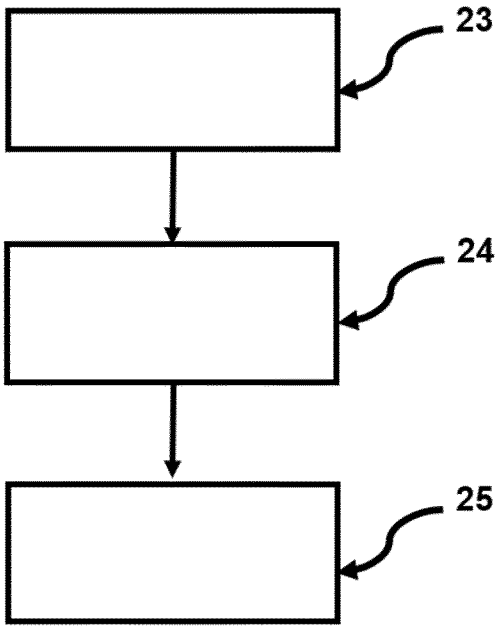



Fig. 5



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
**PCT/EP2024/067961**

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

***G03H 1/22***(2006.01)i; ***F21V 8/00***(2006.01)i; ***G06F 1/16***(2006.01)i; *G03H 1/02*(2006.01)n; *G06F 3/01*(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)

G02F; F21V; G06F

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

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| X | US 2017248790 A1 (CHENG HUI-CHUAN [US]) 31 August 2017 (2017-08-31) | 1-6, 8, 12-15 |
| Y | paragraphs [0056], [0063] - [0069], [0081] - [0087]; figures 1-4, 8, 9, 12 | 9-11 |
| A | | 7 |
| Y | WO 2013180737 A1 (HEWLETT PACKARD DEVELOPMENT CO [US]; FATTAL DAVID A [US] ET AL.) 05 December 2013 (2013-12-05) | 9-11 |
| A | paragraph [0013] | 5, 6 |
| A | DE 102021210914 A1 (ZEISS CARL JENA GMBH [DE]) 30 March 2023 (2023-03-30) | 15, 16 |
| | paragraphs [0283] - [0291]; figures 8-14 | |

☐ 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 | Date of mailing of the international search report |
|---|---|
| **02 October 2024** | **04 November 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

**Jarosch, Sebastian**

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**
**Information on patent family members**

International application No.
**PCT/EP2024/067961**

| Patent document cited in search report | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) | Publication date (day/month/year) |
|---|---|---|---|
| US 2017248790 A1 | 31 August 2017 | AU 2017228307 A1 | 23 August 2018 |
| | | AU 2022200553 A1 | 17 February 2022 |
| | | CA 3014765 A1 | 08 September 2017 |
| | | CN 108700712 A | 23 October 2018 |
| | | CN 112051674 A | 08 December 2020 |
| | | EP 3423877 A1 | 09 January 2019 |
| | | EP 4137874 A1 | 22 February 2023 |
| | | IL 261138 A | 31 October 2018 |
| | | IL 299514 A | 01 February 2023 |
| | | JP 6944461 B2 | 06 October 2021 |
| | | JP 7299950 B2 | 28 June 2023 |
| | | JP 7498832 B2 | 12 June 2024 |
| | | JP 2019508743 A | 28 March 2019 |
| | | JP 2021193458 A | 23 December 2021 |
| | | JP 2023121777 A | 31 August 2023 |
| | | KR 20180115795 A | 23 October 2018 |
| | | US 2017248790 A1 | 31 August 2017 |
| | | US 2020326548 A1 | 15 October 2020 |
| | | US 2023168516 A1 | 01 June 2023 |
| | | WO 2017151467 A1 | 08 September 2017 |
| WO 2013180737 A1 | 05 December 2013 | CN 104335100 A | 04 February 2015 |
| | | EP 2859402 A1 | 15 April 2015 |
| | | EP 3301504 A1 | 04 April 2018 |
| | | ES 2658587 T3 | 12 March 2018 |
| | | HK 1205793 A1 | 24 December 2015 |
| | | JP 5964500 B2 | 03 August 2016 |
| | | JP 2015530604 A | 15 October 2015 |
| | | KR 20150021017 A | 27 February 2015 |
| | | PL 2859402 T3 | 31 August 2018 |
| | | PT 2859402 T | 08 February 2018 |
| | | WO 2013180737 A1 | 05 December 2013 |
| DE 102021210914 A1 | 30 March 2023 | NONE | |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2024/067961

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**

INV. G03H1/22 F21V8/00 G06F1/16
ADD. G03H1/02 G06F3/01

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

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )
G02F F21V G06F

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

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|---|---|---|
| X<br>Y<br>A | US 2017/248790 A1 (CHENG HUI-CHUAN [US])<br>31. August 2017 (2017-08-31)<br>Absätze [0056], [0063] - [0069], [0081]<br>- [0087]; Abbildungen 1-4, 8, 9, 12 | 1-6,8,<br>12-15<br>9-11<br>7 |
| Y<br>A | WO 2013/180737 A1 (HEWLETT PACKARD<br>DEVELOPMENT CO [US]; FATTAL DAVID A [US]<br>ET AL.) 5. Dezember 2013 (2013-12-05)<br>Absatz [0013] | 9-11<br><br><br>5,6 |
| A | DE 10 2021 210914 A1 (ZEISS CARL JENA GMBH<br>[DE]) 30. März 2023 (2023-03-30)<br>Absätze [0283] - [0291]; Abbildungen 8-14 | 15,16 |

☐ 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 | Absendedatum des internationalen Recherchenberichts |
|---|---|
| 2. Oktober 2024 | 04/11/2024 |

| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde | Bevollmächtigter Bediensteter |
|---|---|
| Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016 | Jarosch, Sebastian |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2024/067961

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|---|---|---|---|
| US 2017248790 A1 | 31-08-2017 | AU 2017228307 A1 | 23-08-2018 |
| | | AU 2022200553 A1 | 17-02-2022 |
| | | CA 3014765 A1 | 08-09-2017 |
| | | CN 108700712 A | 23-10-2018 |
| | | CN 112051674 A | 08-12-2020 |
| | | EP 3423877 A1 | 09-01-2019 |
| | | EP 4137874 A1 | 22-02-2023 |
| | | IL 261138 A | 31-10-2018 |
| | | IL 299514 A | 01-02-2023 |
| | | JP 6944461 B2 | 06-10-2021 |
| | | JP 7299950 B2 | 28-06-2023 |
| | | JP 7498832 B2 | 12-06-2024 |
| | | JP 2019508743 A | 28-03-2019 |
| | | JP 2021193458 A | 23-12-2021 |
| | | JP 2023121777 A | 31-08-2023 |
| | | KR 20180115795 A | 23-10-2018 |
| | | US 2017248790 A1 | 31-08-2017 |
| | | US 2020326548 A1 | 15-10-2020 |
| | | US 2023168516 A1 | 01-06-2023 |
| | | WO 2017151467 A1 | 08-09-2017 |
| WO 2013180737 A1 | 05-12-2013 | CN 104335100 A | 04-02-2015 |
| | | EP 2859402 A1 | 15-04-2015 |
| | | EP 3301504 A1 | 04-04-2018 |
| | | ES 2658587 T3 | 12-03-2018 |
| | | HK 1205793 A1 | 24-12-2015 |
| | | JP 5964500 B2 | 03-08-2016 |
| | | JP 2015530604 A | 15-10-2015 |
| | | KR 20150021017 A | 27-02-2015 |
| | | PL 2859402 T3 | 31-08-2018 |
| | | PT 2859402 T | 08-02-2018 |
| | | WO 2013180737 A1 | 05-12-2013 |
| DE 102021210914 A1 | 30-03-2023 | KEINE | |