

(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  
11. Oktober 2018 (11.10.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2018/184718 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

G02B 27/01 (2006.01) G03H 1/00 (2006.01)  
G02B 6/028 (2006.01) G02B 26/08 (2006.01)

(72) Erfinder; und

(71) Anmelder: ROGGAZ, Konstantin [DE/DE]; Bahnhof-  
straße 74, 25560 Puls (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/000140

(74) Anwalt: THOMAS, Götz; Breitenburger Strasse 31, 25524  
Itzehoe (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:

29. März 2018 (29.03.2018)

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

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

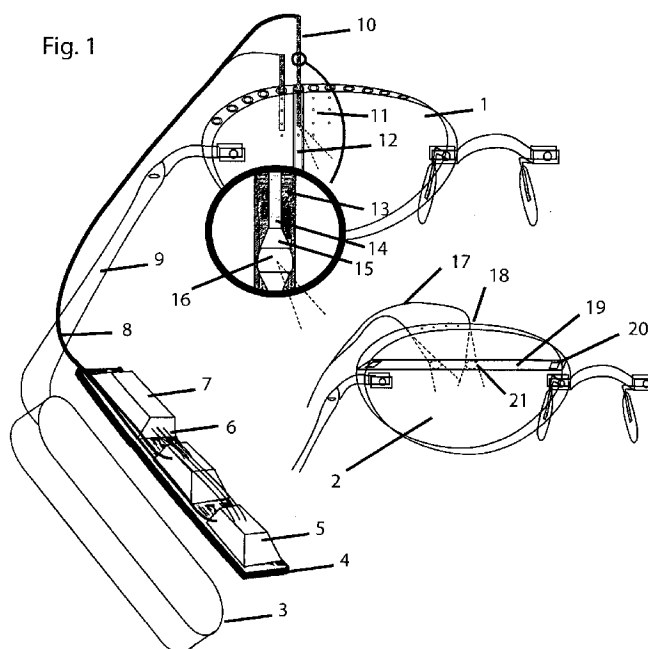
(30) Angaben zur Priorität:

10 2017 003 336.6

06. April 2017 (06.04.2017) DE

(54) Title: AUGMENTED REALITY (AR) GLASSES AND METHOD FOR MIXING VIRTUAL IMAGES INTO AN IMAGE  
VISIBLE TO A WEARER OF THE GLASSES THROUGH AT LEAST ONE GLASSES LENS

(54) Bezeichnung: AUGMENTED-REALITY(AR)-BRILLE UND VERFAHREN ZUR EINMISCHUNG VIRTUELLER BILDER  
IN EIN DURCH MINDESTENS EIN BRILLENGLAS FÜR EINEN TRÄGER DER BRILLE SICHTBARES BILD



(57) Abstract: The invention relates to a minimalistic pair of AR glasses having very high resolution, any field of view, total transparency, continuously variable object focal length, minimal eye lights and a projector unit behind the ear (3) without any socially harmful indications of technology around the user's face. An integral image grid is constructed (11) in a rimless pair of glasses (1), wherein, using multimode glass fiber projectors and MEMS switch rods (10), the individual images are delivered directly before the eye by means of gradient-index camouflaged-optical-unit tubes (12), preferably by means of a combination of multimode glass fiber

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



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

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)
- 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)

projectors for indiscernibly supplying high-resolution holographic projections, an integral imaging concept for resolution of any level and any field of view, fast SLM DMD chips (5) for huge image-generation throughput, a gradient-index camouflaged optical unit (12) for perfectly concealed hardware in rimless glasses lenses, and an eye-tracking-controlled adaptive resolution controller for producing huge virtual resolutions. Optimized SLM hardware and gradient-index-optimized glass fiber inputs and outputs additionally increase the image resolution capability of the glasses.

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine minimalistische AR-Brille mit höchster Auflösung, beliebigem Sichtfeld, totaler Durchsichtigkeit, stufenloser Objektfokusweite, minimalstem Augenleuchten und einer Projektor-Einheit hinter dem Ohr (3) ohne jeglichen sozialschädlichen Technologiehinweisen im Gesicht. Es wird in einer rahmenlosen Brille (1) ein Integral-Bild-Raster aufgebaut (11), wobei mit Multimode-Glasfaser-Projektoren und MEMS-Weichen-Stäbchen (10) die Einzelbilder durch Gradienten-Index-Tarnoptik-Röhrchen (12) direkt vor das Auge geliefert werden, vorzugsweise durch eine Kombination aus Multimode-Glasfaser-Projektoren für die unmerkliche Zuführung hochauflösender holografischer Projektionen, einem Integral-Imaging Konzept für beliebig hohe Auflösung und Sichtfeld, schnellen SLM DMD-Chips (5) für gigantischen Bilderzeugungs-Durchsatz, einer Gradienten-Index Tarnoptik (12) für perfekt versteckter Hardware in rahmenlosen Brillengläsern, sowie einer Eye-Tracking gesteuerten adaptiven Auflösungssteuerung für die Realisierung gigantischer virtueller Auflösungen. Optimierte SLM-Hardware sowie Gradienten-Index optimierte Glasfaser-Ein- und Ausgänge steigern zusätzlich das Bildauflösungsvermögen der Brille.

**Augmented-Reality(AR)-Brille und Verfahren zur Einmischung virtueller Bilder in ein durch mindestens ein Brillenglas für einen Träger der Brille sichtbares Bild.**

[1] Anwendungsgebiet

Die Erfindung betrifft eine AR-(Augmented Reality)-Brille, die wie eine normale Brille durchsichtig ist, jedoch in das durch die Brillengläser sichtbare reale Bild virtuelle Objekte oder Bilder hoch aufgelöst zusätzlich einblenden kann. Im Speziellen betrifft die Erfindung eine AR-Brille, die durch die Platzierung eine Vielzahl von Glasfaserenden direkt vor der Pupille des Brillenträgers ein auflösungsdynamisches Lichtfeld in die Pupille projiziert, wobei die Glasfaserzuleitungen durch eine optische Tarnvorrichtung von außen unsichtbar durch das Glas geführt werden und durch optische Weichen verteilt werden können, und wobei hinter dem Ohr oder Kopf des Brillenträgers SLM-Prozessoren, Transmissions-Matrix umgeformte Bilder die Glasfasern eingekoppelt werden, damit die Glasfaserenden vor der Pupille ein perfektes Teilbild ausstrahlen.

[2]Stand der Technik

Es sind verschiedenen System bekannt, wie eine AR-Brille funktionell aufgebaut ist. Dabei unterscheidet man grob den älteren Ansatz des Rückspiegels eines kleinen Displays durch das Brillenglas oder in einem Prisma. Dieser Ansatz macht den Rahmen für dieses Display übermäßig groß oder den sichtbaren Ausschnitt recht klein, und wird hier nicht weiter behandelt (z.B. Google Glas oder Meta 2).

Ein weiterer neuerer Ansatz ist das Nutzen von flachen Wellenleitern (Waveguides), die das Bild durch Beugungsgitter aus einer Scheibe austreten lassen. Diese Technik bietet jedoch nur einen sehr eingeschränkten Betrachtungswinkel und schlechte Durchsicht (z.B. Hololens oder Magic Leap). Einige neuere, noch nicht realisierte Ansätze erzeugen ein Lichtfeld von mehreren rasterförmig angeordneten Teilausschnitten des Gesamtbildes. Diese Teilbilder werden (wie bei einigen patentierten Ansätzen von Magic Leap) durch ein Raster von schnell schaltenden Spiegelprismen (optical gates) oder durch Beugungsgitter (Waveguide with embedded diffraction grating) von der Seite ins Brillenglas und dann ins Auge projiziert. Auch wurde von Magic Leap vorgeschlagen, eine Oszillierende Monomode-Glasfaser als besonders kleiner Bild-Projektor zu nutzen.

Ein anderes System (Pinlight Display vom UNC) lenkt mit einem SLM (Spatial Light Modulator) eine Wellenfront auf ein Raster von angerauten Punkten auf dem Brillenglas. Die angerauten Punkte wirken dann bei naher Betrachtung wie die Leinwand eines Lichtfeld-

Ausschnittes, werden jedoch von außen beleuchtet.

Es sind 3D Monitore bekannt, die mit Hilfe von Augentracking dem Betrachter ein Computer generiertes Hologramm in die Augenrichtung projizieren. Dabei werden ebenfalls mit SLMs Teilhologramme erzeugt, die sich dann zu einem Gesamthologramm integrieren.

### [3]Nachteile des Standes der Technik

Die bis jetzt vorgestellten Entwürfe sind weit davon entfernt, wie eine handelsübliche Brille mit kleinstmöglichen Rahmen auszusehen. Die Markterfahrungen von Google-Glas bestätigen jedoch klar, dass selbst die kleinste Anomalie zur normalen Brille ein Problem mit der Markt-Akzeptanz bedeutet, wenn die Brille täglich genutzt werden soll. Der individuelle Gesichtsausdruck und Augenkontakt ist meist sozial zu sensibel, als dass er durch futuristische Technik entstellt werden kann. Außerdem sind die Brillen schlecht pixel-aufgelöst, eingeschränkt durchsichtig, sie fokussieren nicht wie reale Objekte, bieten nur ein eingeschränktes Sichtfeld und leuchten viel Licht in die Augen.

### [4]Vorteile und Aufgabe der Erfindung

Die Vorteile und Aufgaben der Erfindung sind es, eine höchst minimalistische rahmenlose Brille (1) mit direkt an den Gläsern befestigten Nasensteg und Seitenbügel als Vorbild zu nehmen und in ihr ein fast unsichtbares optisches System zu integrieren (10), welches ein von außen nicht sichtbares höchst aufgelöstes integrales Lichtfeld in die Augen projiziert (mindestens 20K) (48). Die Ausdehnung des Lichtfeldes ist dabei lediglich durch das Blickfeld der Gläser eingeschränkt, so dass bei entsprechendem Brillendesign auch ein Blickfeld von 220 Grad möglich ist. Die Gläser bringen eine LCD Verdunklungsschicht vorne auf. Außerdem sind mindestens 2 Videokameras auf die Augen und 2 Videokameras ins Blickfeld untergebracht (53).

Die Gläser können auch als normale Optiker-Gläser ausgeführt werden.

Jegliche Technik, die etwas größer aufragt, kann in einer tragbaren Einheit (3) oder am Ende des Ohrbügels hinter dem Ohr und dem Kopf untergebracht werden.

Das Bild des Projizierten Lichtfeldes kann wenn nötig für jedes betrachtete Objekt den angepassten Focus liefern, um die Augen-Vergenz-Focus-Beziehung nachzubilden, und dabei die fokussierten Objekte in höchstmöglicher Retina-Auflösung (47) abbilden, ohne den Kopf drehen zu müssen. Das Patent zeigt, dass der Bau einer „Main Stream“ AR-Brille absolut möglich ist. Dies bedingt jedoch auch den Paradigma-Wechsel hin zu „Open Source“ Betriebssystemen, die den AR-Datenschutz-Albträumen mit den Blockchain-Konstruktionen des absoluten Vertrauens begegnen, und die AR-Brille zur

ultimativen BlockChain-Anwendung machen.

[5]Recherche-Stichwörter

Pinhole Projector, Integral Imaging, Optical Cloaking Device, Multi Mode Fiber Endoscope, Computer Generated Holography CGH, Foveated Rendering, Vergence Accommodation Conflict, Time Domain Imaging, Amplitude and Phase Complex Modulating SLM, Magic Leap, Hololens, SLM, DMD, DLP, FLCOS, Augmented Reality AR, Mixed Reality MR, Matrix Optics, Specles Reduction, Piezo FTIR, Electrochromic Mirror, Raster-Brille,

[6]Skizzen Auflistung

Im Folgenden wird die Erfindung anhand von mehreren, in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 AR Brille Übersicht mit MicroElectroMechanical Systems (MEMS)-Technik oder Schaltspiegel

Fig. 2 Konzeptdarstellung Gesamtsystem

Fig. 3 Konzeptdarstellung Multimode Glasfaser Projektor

Fig. 4 AR-Brille Auflösungs-dynamisches Integralbild

Fig. 5 Gradienten-Optik Tarnkanäle im Brillenglas

Fig. 6 Projektionsebenen für Focus und Ambiente im Brillenglas

Fig. 7 Konzeptdarstellung Zweistufen-Projektor

Fig. 8 Konzeptdarstellung Einstufen-Projektor

Fig. 9 AR-Brillen Kalibrierungs-Automat

Fig. 10 Konzeptdarstellung Transmissionsmuster-Messung

[7]Ausführliche Beschreibung

Wie in der Zeichnung dargestellt, werden für die AR-Brille in einem am Hinterkopf platzierten aus mehreren SLM-Lichtprozessoren bestehenden Hologramm-Projektor (3) mindestens 300 Glasfaser Projektionspunkte (48) mit jeweils einem niedriger aufgelöstem Teilbild (51) gespeist. Die Zuleitungs-Glasfasern werden durch den Brillenbügel (9) und den Brillenrand (62) nach Belieben zur Projektion an der Brille positioniert. Dadurch ergeben sich verschiedene Ansätze (34), wie die Projektionen direkt in einem Raster vor das Auge gelangen können, um so eine Vielzahl von Teilbildern oder Hologramme (33) direkt in die Pupillen zu projizieren. Die Strich-Variante (2) platziert die Projektionspunkte am Brillenrand, und nutzt schnell schaltbare Spiegelflächen (19) innerhalb des Glases. Der bevorzugte hier

beschriebene Punkt-Variante (1) nutzt eine Gradienten-Tarnoptik (12,69). Die Glasfasern im Brillenglas werden dafür durch ein optisches Tarnröhrchen geleitet (12), so dass die Fasern, oder an ihnen befestigte abschließende MEMS-Weichen Systeme (10,70) im Glas von allen Seiten unsichtbar sind (66). Die Lichtleiter können so in einem Raster direkt vor den Augen im Glas ins Auge Projizieren (59).

Aus der Sicht des Brillenträgers schmelzen die Einzelprojektionen zu einem sichtfeldausfüllenden hoch aufgelösten Gesamtbild (48) zusammen. Der 3D Eindruck entsteht schon durch die stereoskopische Trennung der Projektoren durch rechtes und linkes Glas. Dennoch kann pro Auge ein holografisches Bild geliefert werden, auf das sich das Auge übergangslos von fern bis ganz nahe fokussieren kann. Erst so wird im Zusammenspiel mit der dynamischen Berechnung der 3D-Bilder entsprechend den Kopfbewegungen (Gyrosensoren) , und der Einblendung der entsprechenden Verdunklungs-LCD-Maske (31,67), ein perfektes holografisches Bild in die Realität reingemischt. Durch die sehr kleinen Glasfaser-Projektionspunkte (43) liefern sie sogar ein Bild mit besonders hoher Schärfentiefe, so dass der Projektor nur bei ganz nahen Objekten den Fokus einstellen muss. Auch ist das Brillenglas dadurch in keiner Weise durch Optiken undurchsichtiger als eine normale Brille (66). In umgekehrter Weise werden einige Fasern auch parallel oder exklusiv als Kamera verwendet (25,53). Für jede Glasfaser transformiert ein Rechner oder Computer den Bildausschnitt um die individuelle Transmissionsmatrix (23,36), die zuvor bei der Kalibrierung (87) für jede Faser (92) und jeden Punkt (102) gemessen wurde. Ein SLM (Spatial Light Modulator) (24) erzeugt daraus eine Lichtfront (39), die nicht nur die genaue Lichtstärkenverteilung, sondern auch die Phasenverschiebungs-Verteilung in die Glasfaser einkoppelt (41). Nur durch diese Lichtfront-Umwandlung inklusive Phasenverteilung kann eine einzelne Multimode-Glasfaser (42) für jeweils eine Grundfarbe als Lichtkanal und Projektor benutzt werden (44). Zur Projektion der Bilder werden verschiedene Verfahren beschrieben, die nur einen SLM (83), oder mehrere SLMs (76,77) hintereinander nutzen, um Berechnungsaufwand (78,79) einzusparen. Ein Verfahren setzt konsequent auf Computer generierte Hologramme sowie effektiver holografischer Graustufen Erzeugung (der Holo-Projektor). Ein zweites Verfahren setzt konsequent auf die rechnerische Anwendung der verschiedenen Matrizen für Transmission und Fokussierung (Matrix-Projektor), und benötigt dafür besonders optimierte SLMs mit besonderer Beleuchtung um die Phasenverschiebungen zu generieren. AR-Anwendungen bilden typischerweise nur wenige Objekte innerhalb des weiten Blickfeldes ab (46). Der Projektor steuert dynamisch nur die Glasfaserprojektoren an, in denen auch Objekte liegen. Durch Augenverfolgung (Eye Tracking)(53) werden zusätzlich

nur die gerade fokussierten Projektoren (47) in höherer Auflösung angesprochen. Es werden also die meisten Projektionspunkte nur mit einer niedrigen Auflösung (45) beschickt, weil die menschliche Sichtweise die Umgebung sowieso nicht hoch aufgelöst wahrnimmt. Es werden wegen den starken Augapfel-Bewegungen (71) mindesten zwei parallele integrale Abbildungsraster-Ebenen für Fokus- und Ambiente-Projektionen eingesetzt, die durch verschiedene Projektionswinke (74,75) verschiedene Pixeldichten ermöglichen, und genau auf die Pupille beschnitten werden, um kein störendes Augenleuchten zu bekommen. Erst durch diese massive Auflösungs- und Arbeitsreduzierung, und dem massiven Einsatz vorberechneter modularer Beugungsmuster oder Bildmuster ist es möglich mit den schnellsten SLM-Lichtprozessoren und parallelen Grafikprozessoren den Abbildungs-Prozess schon heute zu realisieren. Durch eine ganze Reihe von Verfahren, vor allem durch leicht inkohärentes Laserlicht bei der Projektion, wird der störende Speckle-Effekt ausgefiltert. Es werden durch MEMS-Glasfaserweichen (10) in den Tarnröhrchen die Anzahl der Glasfaser Stränge (8) reduziert, wodurch die Dicke und die Auflösung der Glasfasern gesteigert werden. Es werden technische Optimierungen an den SLM-Chips vorgenommen, die für die AR-Brille eine optimalere Hologramm oder Matrixprojektion ermöglicht. Durch die Beleuchtung der SLM-Chips durch mehrere verschiedene Lichtquellen, oder ganzer Beleuchtungshologramme, und durch in mehrere Richtungen kippbare DMD-Spiegel, lassen sich die Projektionen für den einzelnen Einkoppelpunkt stark optimieren. Es lassen sich so Graustufen innerhalb eines einzelnen Abbildungs-Zyklus für die extrem schnellen SLM Lichtprozessoren erzeugen. Die 24.000 bis 32.000 Zyklen pro Sekunden der DMD-Chips, können dann für jede Einzelprojektion des integralen Lichtfeldes pro Auge (z.B. 150), und für jede RGB-Farbkomponente und mit einer Bildrate von 60 Hz das komplette Bild zeitlich hintereinander aufbauen. In der Praxis wird für normale AR-Anwendungen jedoch nur ein viel kleinerer Bildbereich genutzt.

Zu näheren Einzelheiten und Varianten der Technologie, verweisen wir auf die Deutsche Patentanmeldung Nr. 10 2017 003 336.6, deren Inhalt durch Bezugnahme in die vorliegende Patentanmeldung aufgenommen wird.

#### **[8]PV Punktvariante (11)**

Diese Variante hat ihren Namen in Anlehnung an die winzigen Glasfaserspitzen, die gerade soweit aus der optischen Tarnung rausragen, dass sie eigentlich nur einen vagen Schatten zeigen. Wird die Glasfaserspitze ganz in den Tarnbereich gerückt, ist gar nichts mehr zu sehen. Das Reizvolle an dieser Variante ist der als magisch wahrgenommene Effekt, dass das Bild regelrecht aus dem Nichts im Glas erscheint. Technisch ist diese Variante besonders

reizvoll, weil sie die angebotenen Möglichkeiten und Freiheitsgrade voll ausnutzen kann.

**Tarnkappen-Effekt:** Technische Grundlage ist hier der Tarnkappen-Effekt (66), der es erlaubt in einem dichten optischen Medium (68) einen dünnen Hohlraum (64) optisch unsichtbar zu machen. Dies wird durch ringförmig stark abfallende Brechungsindex-Schichten (69) rund um den Hohlraum erreicht, wobei das umgebende optische Medium von einem recht hohen Brechungsindex (mindestens 1,7) ausgehen muss, und die letzte Schicht am getarnten Bereich nur noch einen minimalen Brechungsindex (maximal 1,5) aufweist. Die Lichtstrahlen werden dabei perfekt um den Hohlraum geleitet (66). Weil der Mensch das Licht stets als gradlinig interpretiert, wird der Hohlraum nicht wahrgenommen.

Ein perfekter Tarnkörper ist ein entsprechendes Röhrchen (12), jedoch werden auch komplexere Räume wie ein Oval von allen Seiten perfekt getarnt.

**Besonders viele Glasfasern:** Für die Punktvariante wird eine große Anzahl an Glasfasern um den Brillenrand gelegt und zu einem Raster von direkt im Brillenglas endenden Projektionspunkten verteilt (11). Um in das Innere des Glases zu gelangen, werden mehrere Tarnröhrchen nebeneinander durch das Glas geführt (12). Die Glasfasern werden in die Glasröhrchen gefädelt und machen im Tarnröhrchen eine Biegung von ca. 1-2mm Biegungsradius (64) und zeigen dann durch eine Bohrung im Röhrchen genau in Richtung Pupille (60). Die Glasfasern weisen am Ende eine Optik auf, die in Kombination mit den Eigenschaften des Tarnröhrchens einen Projektionskegel in Richtung Pupille ausstrahlen. Dieses System ermöglicht es, die Faserprojektionen genau in die gewünschte Richtung zu Strahlen (59).

Das dichte Raster von Projektoren wird durch das Prinzip der nahen Lichtfeld-Projektion zu einem zusammenhängenden Bild (48). Durch die Technik der Projektions-Beschneidung (50,51) wird dann aus den überlappenden Bildern ein perfekt zusammengesetztes Bild.

**Gekrümmtes Röhrchen und Rand:** Die Tarnröhrchen werden in eine gebogene Form gebracht um der Biegung des Brillenglases zu folgen. Um einen Leitungskanal um dem Glas herum ebenfalls zu tarnen, wird die gleiche Technik mit einer Tarn-Halbschale (61) angewendet.

Die Befestigung der Bügel kann durch eine Bohrung zwischen zwei Röhrchen erfolgen.

**Mehr Projektionsebenen:** Eine wichtige Bedingung für eine Designvariante ist die Möglichkeit mehrere Projektionsebenen unterbringen zu können. Dieses wird wegen den starken Augenbewegungen für die Abbildung des Ambientes gebraucht und wird weiter unten in einem Paragraphen beschrieben. Es kann dafür ein zweites und drittes Raster parallel

eingezogen werden, welches verschiedene Projektionswinkel zur Verfügung stellt. Die Projektionseinheit steuert dann je nach Augenstellung, welche Ebene genutzt wird.

**Einsatz MEMS Technik:** Bei fortgeschrittener Realisierung mit MEMS-Technik wird in den Tarnröhrchen ein komplexes stabförmiges Mikrosystem (10,70) untergebracht, welches mit MEMS, Wafer-Level-Optics und Nano-Optics Printing Methoden gefertigt wird, und welches aus Lichtleitungen (14) mit Umlenkspiegel-Weichen und Projektionsoptiken (16) sowie Steuerelektronik (13) aufgebaut ist.

#### [9]SV Strichvariante (2)

Diese Variante hat ihren Namen in Anlehnung an die feinen Rillen zwischen einzelnen Glaskörpern, die jedoch in der Praxis durch die Verklebung nicht sichtbar sind.

**Schaltbarer Spiegel:** Technische Grundlage ist hier eine Methode, die es ermöglicht die Schicht zwischen zwei Glaskörper in hoher Frequenz spiegelnd, oder zu mindestens teilspiegelnd zu machen (19). Ein am Brillenrand positionierter Glasfaserprojektor (18) kann dadurch seine Projektion an dieser Spiegelfläche (21) in Richtung Pupille leiten lassen. Durch mehrerer solcher Schaltspiegel untereinander und entsprechender Schaltung, kann ein einzelner Projektor mehrere Bilder hintereinander und aus verschiedenen Richtungen erzeugen. Eine Spiegelschicht zieht sich dabei über die ganze Breite des Glases, so dass mehrere Projektoren parallel die Bilder für eine Y-Koordinate abbilden können. Es wird dadurch ein Lichtfeld-Raster von Einzelbildern vor den Augen aufgebaut. Mögliche Schaltspiegelmethoden sind:

**SV6 Frustrierte Totale interne Reflektion FTIR:** Es wird eine interne Totalreflektion, oder nur eine Frustrierte TIR durch Erweiterung eines Spaltes mittels eines PIEZO-Elements erzeugt, welches durch Ausdehnung oder Vibration den Spalt bildet.

#### SV8 Electrochromic Mirror:

Es wird als Spiegel das System der elektrochromen Spiegel genutzt (Electrochromic Mirror).

#### [10]Varianten Projektor-Anbringung

**PA1:** Die Recheneinheit kann je nach Miniaturisierungsgrad direkt an der Brille (3), oder als separate Einheit gestaltet sein. Die Verbindung kann dann kabellos oder kabelgebunden gestaltet werden.

**PA2:** Die Projektor- und Recheneinheit kann in einer Einheit hinter dem Kopf platziert sein.

**PA3:** Die Projektor und/oder Recheneinheit kann in einer Einheit in einer Tasche oder Gürtel am Körper platziert werden. Die reine Recheneinheit kann auch kabellos in der Handtasche oder einfach in der höchstens 10 Meter reichenden Umgebung des Benutzers gehalten

werden.

#### [11]Varianten der Lichtfeld Projektions-Beschneidung

Das integrale Lichtfeld erzeugt kreisförmige Projektionen (50) die sich überschneiden. Die Überschneidungen müssen beim Bildrendern abgeschnitten werden (clipping) (51).

**PB1:** Durch Eye-Tracking wird die Blickrichtung genau erfasst und die Clipping-Rahmen berechnet.

**PB2:** Zusätzlich wird die Pupillen-Weite von der Eye-Tracking-Kamera (53) erfasst und die Clipping-Rahmen angepasst.

**PB3:** Weiche Übergänge: Die Kanten des Clippings werden leicht Übergangslos und weich geschnitten, so dass die Projektionen mit weniger Toleranz aneinander passen.

#### [12]Abdeckungsmasken-Funktionen

Die AR-Brille ist vorne mit einem hoch aufgelöstem Abdunkelungs-LCD Display (67) ausgestattet, welches das komplette Sichtfeld durch die Brillengläser abdeckt.

**Hintergrund-Abdeckung für untransparente virtuelle Objekte:** Die Hauptfunktion der Abdunkelung ist es, eingeblendete virtuelle Objekte bei Bedarf undurchsichtig und somit die Realität überdeckend zu machen. Dafür wird für jedes Virtuelle Objekt eine dazugehörige Maske berechnet.

#### [13]Umgebungserkennung und Objekterkennung

Es werden lokale KI-Server zur Muster-Erkennung eingesetzt. Es wird die Umgebung mit den Umgebungskameras (53) gescannt und alle Objekte durch neuronale Netzen (Deep Learning) so weit wie möglich, den bekannten logischen Objekten zugeordnet. Im Rechner wird eine digitale interpretierte Welt aufgebaut, auf welche das User-Interface zugreifen kann. Das Userinterface kann dann objektbezogen funktionieren.

#### [14]Varianten der Tarnoptik

Die Tarnoptik kann in verschiedener Weise in einem dichten Glasmedium eingebracht sein. Die Form muss nicht genau ein Röhrchen sein sondern kann auch komplexere Formen annehmen und trotzdem konsistent tarnen, wie folgende:

**TO1 Rundform:** Der Tarnkanal hat eine perfekte Zylinder-Form (12).

**TO2 Ovalform:** Der Tarnkanal hat eine perfekte Oval-Form.

**TO3 Schalenform:** Am Rand des Glases hat die Tarnoptik eine Schalenform (61), die vom Rand gefüllt werden kann.

**TO4 Mit Biegung:** Die Formen sind zusätzlich zu ihrer gleichmäßigen Form verschieden stark oder gleichmäßig gebogen.

**TO5 Ganze Gitter:** Die Formen sind zu Netzen oder Gittern mit entsprechenden Abzweigungen oder Kreuzungen geformt.

**TO6: Rundungen an Abzweigungen:** Die scharfen Übergänge an Abzweigungen sind weich abgerundet.

Die Tarnfunktion wird durch die gleichmäßige Umlenkung des Lichtes erzeugt, die durch eine Vielzahl von verschiedenen Schichten (69) mit abfallender optischer Dichte um einen Hohlraum herum erzeugt wird. Diese Gradienten Verläufe können verschieden gestaltet sein:

**GR1 Verschiedene Brechungsindexe:** Die Schichten weisen verschiedene, und auf einander abgestimmte Brechungsindexe auf.

**GR2 Verschiedene dispersionswerte:** Die Schichten weisen verschieden und auf einander abgestimmte dispersionswerte auf, um die optische Konsistenz der Tarnung zu steigern.

**GR3 Sehr dicke oder dünne Schichten:** Die Schichten sind recht dünn oder dick ausgelegt.

**GR4 Ungleich stark abfallend:** Die Schichten fallen nicht gleichmäßig, sondern exponentiell oder variabel schnell in ihrer Dichte (Brechungsindex) oder ihrer Dicke ab.

**GR5 Stufen oder stufenlos:** Die Schichten sind zueinander in Stufen angelegt, oder die Schichten verlaufen in ihrer Dichte stufenlos ineinander.

#### [15]Varianten des Tarnoptik Piercings

Um aus dem Inneren der Tarnung raus zu projizieren, kann es nötig sein den Tarnmantel zu durchstechen (Piercing) (69). Dies kann auf verschiedene Weise vorgenommen werden:

**TP1 Bohrung:** Es wird eine Bohrung (69) an den entsprechenden Stellen und Winkel angebracht.

**TP2 Bohrtiefe:** Es wird durch die Tiefe der Bohrung das richtige optische Verhalten eingestellt.

**TP3 Bohrform:** Es wird durch die Form der Bohrung das Verhalten geändert. Die Form kann eine Kugel, Kegel, Schlitz, Keil oder sonstige Form aufweisen.

**TP4 Füllung der Bohrung:** Das Bohrloch wird mit einem anderen optischen Medium gefüllt oder verschlossen.

**TP5 Innere Bohrung:** Die Bohrungen werden in einem Zwischenstadium des Aufbaus der Schichten getätigt, verschlossen, und der Aufbau wird weitergeführt. So wirkt die Bohrung nur von innen.

#### [16]Tarnoptik Schichtaufbau und Piercing Drucks

Um die Produktion der Tarnoptik massentauglich zu gestalten, wird jeweils ein ganzes Gitter mit Rahmen Schicht für Schicht aufgebaut. Dabei wird jeweils eine UV-härtende Polymerschicht oder ein anderes Material mit entsprechendem Brechungsindex aufgebracht. Um jetzt ein optisches Piercing an den Projektions-Stellen der Tarnröhrchen vorzunehmen, werden mit "Bubblejet"-artiger Drucker-Technik auf die Stellen ein anderes Polymer mit anderem Brechungsindex gespritzt. Dieses verdrängt an diesem Punkt die zuvor aufgetragene Schicht. Danach wird die Schicht UV gehärtet und die nächste Schicht vorgenommen. Die Reihenfolge der Schritte und das Druckmaterial können dabei variieren.

**PD1 Druck vor Schichtauftragung:** Es werden vor der Gesamtschichtauftragung die gepiercten Stellen bedruckt. Das Druckmaterial kann dabei auch ein Antifluss Mittel sein, das ein Einlaufen der Beschichtung an diese Stelle verhindert.

**PD2 Druck nach Schichtauftragung:** Es wird nach der Gesamtschichtauftragung gedruckt.

**PD3 Nur Dotierungsmittel gedruckt:** Es wird nur eine Brechungsindex verändernde Substanz gespritzt.

**PD4 Druck vor und nach Sichtaufbringung:** Es wird eine Kombination aus Vor- und Nach-Druck vorgenommen, die auch ein Zwischenhärten der Schicht enthalten kann.

**PD5 Weitere Korrektur Drucke:** Es werden noch weitere Stellen an den Schichten bedruckt um optische Korrekturen vorzunehmen die durch die Piercing-Drucke sonst stören könnten.

#### [17]Varianten der Tarnoptik-Inlays

Das Innenleben der Tarnröhrchen kann je nach Technologie-Stand unterschiedlich gestaltet werden. Die Hauptaufgabe ist die richtige Positionierung und lichtleitungsschonende Verbiegung der Projektion. Auch das Schalten und Verzweigen kann bei höherem Technologiestand darin untergebracht werden. Außerdem sind Projektions-, sowie Aufnahmesysteme verlegbar.

**TI1 Struktur:** Es wird eine komplexere Halterungsstruktur gefertigt, in der die Glasfasern geführt werden und weitere optische Elemente angebracht sind.

**TI2 Optik-Inlay:** Es wird ein schmaler Mikrochip mit Wafer-Level-Optik generierten Wellenleitern, Umlenkoptiken und Linsen gefertigt, der genau die gewünschten Projektionspunkt generiert und der die Leitungen am Brillen-Rand zur Verfügung stellt. Am Brillenrand ist dann ein schmaler IC mit MEMS Weichen und Optiken untergebracht, der die Verteilung des Glasfaser Signals auf diese Leitungen vornimmt.

**TI3 MEMS-Platine (70):** Es wird ein extrem schmaler und langer Mikrochip eingesetzt welcher neben elektrischen Schaltkreisen auch viele MEMS-DMD-Mikrospiegel als optische Weiche, sowie optische Leiter und Linsen integriert. Der Chip kann in Massen mit IC, MEMS

(13) und Wafer-Level-Optics (15)-Technologie gefertigt werden und mit nano-Polymer-Optikdruckern verfeinert werden.

#### [18] **Beschreibung und Varianten der Projektions-Ebenen**

Die Lichtfeld-Projektion besteht aus einem Raster von Glasfaser-Projektoren, die relativ nahe am Auge in dem Brillenglas angebracht sind. Die Pupille im Augapfel (58) befindet sich relativ nahe am Brillenglas und verschiebt sich deshalb relativ stark durch die Rotation des relativ großen Augapfels (71). Diese starke Augenbewegung findet rechts/links sowie nach oben und unten statt. Die Position des Ziels ist also stark von der Blickrichtung abhängig. Für ein übliches Display ist dieses kein Problem, weil ein normaler Bildschirm jeden Pixel mit einem hohen Betrachtungswinkel abbildet. Das Licht eines Bildschirms, auch wenn es an einer Spiegelfläche am Brillenglas reflektiert wird, leuchtet relativ stark in all Richtungen und beleuchtet den gesamten Augenbereich.

**Lichtfeld grundlegend anders:** Die Einzelprojektionen eines Lichtfeldes strahlen dagegen von einem Punkt ausgehend ein ganzes Bild wie ein Filmprojektor in Richtung Pupille. Dies ist ein grundlegend anderes Prinzip, wie das Bild in die Augen kommt. Der Projektionswinkel (74) ist dabei nur eingeschränkt.

Die Glasfaser transportiert je nach Dicke nur ein eingeschränkt aufgelöstes Bild, welches dann am Ende der Faser auf den gewünschten Austrittswinkel von  $20^\circ$  bis  $40^\circ$  (74,75) gebracht wird.

Diese Projektionspunkte werden erst wegen der recht breiten Pupille im menschlichen Auge zu einem runden Bild. Der Austrittswinkel der Projektion bestimmt die Auflösungsdichte des Bildes.

Um ein möglichst hoch aufgelöstes Bild im gerade fokussierten Bereich zu bekommen, müssen im Lichtfeld in dieser Richtung die Projektoren eine besonders kleinwinklige Projektion liefern (59). Um ein niedrig aufgelöstes Bild der Umgebung im nicht fokussierten Bereich zu bekommen, können im Lichtfeld in dieser Richtung die Projektoren eine weitwinklige Projektion liefern (60), damit die Projektionen für möglichst weite Blickwinkel der Pupille nutzbar sind.

Wegen diesen teils kleinen Projektionswinkeln muss das Lichtfeld genau auf die Augenbewegungen des Augapfels abgestimmt werden.

Diese Umstände begründen auch die Notwendigkeit, mindestens zwei komplette Projektionsfeld-Ebenen parallel einzusetzen. Eine Ebene für die fokussierten Bereiche (47), und eine für die Abbildung des restlichen unfokussierten Ambientes (46).

Durch die Technik der direkt an den projektionspunkten befindlichen optischen Weichen in

MEMS-Technik sowie optimalen Lichtleitern in Wafer-Level-Optics Verfahren, ist der Anzahl der eingesetzten Projektionspunkte für verschiedene Auflösungen keine Grenzen gesetzt. Die Anzahl der durchzuleitenden Glasfasern wird extrem reduziert und so das Bündel sehr dünn. Die einzelnen Fasern können dagegen viel dicker ausfallen und können höher auflösen.

#### [19]Varianten Sichtfeld-Auflösungsreduzierung

Die theoretische Pixelauflösung für eine hoch aufgelöste, und das komplette Sichtfeld abdeckende AR-Brille erreicht leicht 20 bis 40 Megapixel. Zum Glück ist jedoch eine AR-Hologramm-Projektion im praktischen Gebrauch grundlegend anders als ein klassischer Bildprojektor oder Monitor.

**AR 1 Nur vorhandene Objekte:** Bei der Augmented Reality wird fast nie das Gesamte Blickfeld mit virtuellen Objekten vollgepflastert. Es werden meist nur vereinzelt Objekte (46) in die Realität eingeblendet.

**AR 2 Nur fokussierter Bereich HQ:** Ein zweiter Aspekt der praktischen AR ist der Umstand das ein Mensch immer nur an eine Stelle blicken kann und auch nur da hochaufgelöst und fokussiert die Details wahrnimmt (47). Die ganze restliche Umgebung wird in viel geringerer Auflösung wahrgenommen (45). Ein AR-Hologramm-Projektor weis durch die Augenverfolgung immer genau wohin und in welche Tiefe geblickt wird. Mit dieser Information braucht der Projektor immer nur einen ganz kleinen Teil in höchster Auflösung projizieren. Die restlichen Projektoren können mit viel weniger Bildzyklen einfach geringer auflösen. Dies bringt nochmals enorme Bildratensparnis. Die Arten der Auflösungsreduzierung kann für das Ambiente in Form von niedrigerer Bildfrequenz, Pixelauflösung, Farbtiefe und Fokussierbarkeit vorgenommen werden.

**AR 3 Geringere Bildrate im Fokusbereich:** Ein dritter Aspekt ist, dass die Wiederholungsrate für fokussierte relativ stille Objekte viel geringer zu sein braucht als schnell bewegte Objekte. Das menschliche Auge bemerkt Flimmern nur in der Peripherie und ist im fokussierten Bereich (47) recht langsam.

Technisch kann so die Wiederholungsrate im fokussierten Bereich runtergesetzt werden und bei schneller Bewegung kann die Auflösung leicht reduziert werden.

**AR 4 Fokusanpassung nur im Fokusbereich:** Die Möglichkeit der tatsächlichen Fokussierung auf die Objekte brach nur im Fokusbereich ermöglicht werden.

#### [20]Matrix-Holo- und Hybrid-Projektoren (35)

**A1 Matrix-Projektor:** Es wird die Transformationsmatrix TM nicht optisch durch ein

Transformations-Hologramm vorgenommen sondern rein rechnerisch im Computer auf das Bild angewendet. Der SLM wird auf orthodoxe Weise genutzt um dieses Bild vor den Glasfaserenden zu platzieren. Man erspart sich dadurch die Komplexität der computergenerierten Hologramme und braucht nur ein dafür optimiertes SLM mit Beleuchtungssystem (83).

**B1 Hybrid-Projektor:** Es wird als Bild ein normales Pixelraster von einem orthodox genutzten SML genutzt. Für die Anwendung der Glasfaser-Transformationsmatrix wird jedoch eine zweite SLM Fläche als CGH genutzt und damit ein echtes Hologramm vor die Augen projiziert (76,77). Dies ist die einfachste Umsetzung, die realisiert werden kann, weil nur wenig extra Rechenleistung und Know-How für die CGH (Computer Generierten Holografie) (78,79) eingesetzt werden muss.

**B2 Hybrid-Projektor:** Es wird wie bei B1 verfahren, jedoch wird auf die Augenfokussierung der Objekte nicht verzichtet. Das zweite SLM transformiert hierbei nicht nur die TM für die Glasfaser, sondern transformiert zusätzlich die Abbildungstiefe der einzelnen Pixel. Die Information dafür wird aus dem Z-Buffer des vorgeschalteten ausgerechneten 2D Bildes entnommen.

**C1 Hologramm-Projektor:** Wo in der B Varianten noch direkt ein Bild aus Pixel mit traditionellen OpenGL Methoden berechnet wird, können die Bildberechnungen der C Varianten direkt aus den Modellen die Hologramm-Daten, also die Interferenzmuster erzeugen, die dann auf den SLM übertragen werden. Erst nach Bestrahlung des SLM mit den entsprechend modulierten RGB Farbkomponenten Lasern entsteht die Einkoppel-Lichtfront. Es kann ein einziger SLM genutzt werden (82), um die Bildgebung und Glasfaser-Transformation in einem Schritt durchzuführen. Dafür müssen jedoch in hoher Frequenz entweder die Transformationen multipliziert oder das Hologramm (84) berechnet werden.

#### [21]Lichtquellen und Speckles-Reduktion

**E1 Reduzierte Kohärenz:** Die Laserlicht-Quelle wird, für das holografische Verfahren im noch erträglichen Maße, in einem, oder mehreren verschiedenen Aspekten durchmischt moduliert.

1. So wird die Lichtwellenlänge in ein entsprechend begrenztes durchmisches Spektrum moduliert.
2. Die Phasen werden in ihrer Verschiebung gleichmäßig durchmischt. (Moving Diffusers oder Multimodefaser)
3. Der Winkel der Strahlen zueinander (die Parallelität) wird in einem entsprechend

begrenzten Spielraum durchmischt.

Diese Modulationen können durch bewegte Diffuser, Piezo Bender, Akustooptische Modulatoren oder passive Durchleitung durch Multimode-Glasfasern erreicht werden.

**E3 Glasfaserdurchlauf:** Der systembezeichnende Durchlauf der Wellenfront durch eine Multimode Glasfaser bis vor die Pupille, bewirkt eine Kohärenz-Phasendurchmischung die eine Speckle-Bildung stark unterdrückt.

**E4 Konstante Hologramm-Variation:** Wird ein Beugungsmuster generierungsverfahren für den Bildinhalt genutzt welches mehrere verschiedene Wege zur Erzeugung des gleichen Ergebnisses ermöglicht, so kann die Erzeugung der Bilder ständig andere Mustervarianten nutzen. Ein Zufallsgenerator kann die jeweils nächste Variante auswählen. Die Speckle-Muster würden immer nur in einem Zyklus auftauchen, während die gewollten Bilder bei jedem Zyklus verbleiben.

**E5 Piezo-Verschiebung:** Es wird durch piezo-vibrierende Spiegel oder Diffuser die Kohärenz reduziert.

## [22] Aufsplittungsfeld, Beschreibung und Varianten

Die AR-Brille basiert auf ein dichtes Raster von Glasfaser-Projektionspunkten, die nahe vor den Augen platziert sind. Je größer das aktive Sichtfeld von maximal singvollen 220 Grad horizontal und je höher die dafür benötigte virtuelle Punktauflösung, desto mehr Glasfaserenden werden eingesetzt. Von diesen Glasfasern werden jedoch je nach Anzahl der eingesetzten SLM-Projektoren, und je nach eingesetzter holografischer Parallelnutzung der Projektoren, nur wenige (2-32) parallel eingesetzt. Diese Glasfasern müssen also in hoher Frequenz selektiert werden. Die abstrakte Basis dafür ist die optische Weiche, und letztlich wird ein Mix aus verschiedenen Weichenformen eingesetzt.

**Einkoppelfeld als erste Weichen-Stufe:** Bei der AR-Brille erfüllt das Einkoppelfeld (28) neben dem Prozesses des Einkoppelns der Bilder in die Faserenden auch die Funktion der Selektierung der Faserenden. Diese Selektierung wird bei der Hologramm-Projektion dabei bereits in der Bildberechnung berücksichtigt, und ist somit sehr effektiv, jedoch tief in die Berechnungsmethoden integriert. Das Einkoppelfeld (28) ist jedoch wegen der möglichst großen Optik pro Faser, in der Anzahl der selektierbaren Fasern beschränkt.

**Zweite Weichenstufe:** Die Glasfasern vom Einkoppelfeld können auf dem Weg zu den Projektions-Austrittspunkten in verschiedener Weise verzweigt werden, um auf die Endanzahl der gebrauchten Projektionen zu kommen. Dies kann über Einzelweichen und einer Baumstruktur geschehen. Es können jedoch auch Weichen mit mehreren Abzweigungen eingesetzt werden.

**Aktive Weiche:** Am besten sind aktive Weichen, die den Lichtstrom komplett abzweigen. Manche Techniken schaffen aber nur knapp 100%, wobei das Restlicht entweder tolerierbar ist, oder von einer zusätzlichen Sperrschicht blockiert werden muss.

**MEMS Technik:** Bei der MEMS Fabrikationstechnik kann das Schema noch soweit optimiert werden, so das auch die Anzahl der verlegten Fasern stark reduziert werden kann. Dies wird dadurch erreicht, dass die Weichen bis kurz vor die Austrittspunkte verlegt werden.

**Weiche und Winkel:** Durch die besonders kleine Bauform der MEMS oder Mikrooptik, kann direkt im Tarnröhrchen eine Kombination aus aktiver Weiche und 90 Grad Umlenkung vorgenommen werden (16). Dadurch werden zwei Fliegen mit einer Klappe geschlagen, weil die 90 Grad Umlenkung ebenfalls ein kritischer Punkt ist. Durch die massive Einsparung von Glasfaserleitungen können die Fasern viel dicker ausfallen und dadurch viel höher aufgelöste Bilder durchleiten.

**Kombination von Ambiente- und Focus-Fasern:** Werden die Glasfasern massiv zusammengelegt, besteht auch die Möglichkeit die Glasfasern für Focus- und Ambiente-Projektoren zusammenzulegen. Diese Projektortypen unterscheiden sich nämlich nur in der Einkoppeloptik und der Austrittsoptik. Die aufwändigere Einkoppeloptik für Fokusprojektoren kann dabei auch für einfachere Ambienteprojektoren genutzt werden.

**Faserzusammenführung:** Zur Zusammenführung von Focus- und Ambiente-Projektoren können die zwei Glasfasern auch in eine zusammenlaufen.

**Weichentechniken:** Es können verschiedene physikalische Methoden zum Weichen stellen genutzt werden:

**WT1 Piezo-Aktuatoren:** Es werden Optiken physikalisch gegeneinander verschoben. So können ganze Felder weitläufig mit Piezo-Aktuatoren verschoben werden.

**WT2 FLCD:** Die Selektion kann durch einfaches Öffnen und Schließen von FLCD-Blenden vorgenommen werden (27).

**WT3 FTIR:** Einstellbare frustrierte oder volle interne Totalreflektion FTIR.

**WT4 Electrochromic Mirror:** Schalten mit elektrochromen Schichten.

**WT5 MEMS:** Mikromechanisches Drehen, Senken oder Schieben von Spiegel oder anderen Elementen.

**WT6 DMD:** Kippen von DMD-Spiegeln (16) als ein ganzes Feld oder als ein großer Spiegel.

**Weichenbäume:** Durch kombinieren mehrerer Weichensystem können viele Verzweigungen realisiert werden.

**WB1 Kaskadierende Weiche:** Es kann ein Weichen-Typ viele male hintereinander geschaltet werden um an einem Strang viele Abweichungen zu haben (10). Dies ist besonders

effektiv wenn der Weichentyp die Weiterleitung der Signale an einem Weichende besonders effektiv durchleiten kann.

**WB2 Baum-Verästlung:** Alle Weichenenden werden weiter verästelt.

#### [23] **Besondere Weichenformen im Tarnröhrchen-Inlay**

Die AR-Brille kann die letzten Weichen kaskadierend auf den Tarnröhrchen Inlays anbringen, welches in MEMS und/oder Wafer-Level-Optics Technik gefertigt werden (10). Die Projektionsoptiken können zusätzlich z.B. mit Nano-Gradienten-Polymer-Drucker auf UV-Härtungsbasis verfeinert werden. Die Weiche kann gleich eine ca. 90 Grad Drehung mit ausführen. Dafür sind folgende Designvarianten vorteilhaft:

#### **DMD Spiegel mit Auskoppel und Wiedereinkoppel-Optiken:**

Die Weichen-Funktion wird durch einen großen, oder einem Raster von DMD-Spiegeln durchgeführt. Die Spiegel können dabei in verschiedene Positionen gekippt werden.

Ein einzelner Spiegel kann dabei eine Fokussierende Schalenform haben, oder das Spiegel-Array ebenfalls eine gewünschte Fokussierung ausüben.

Je nach Kipprichtung kann die Fokussierung anders ausfallen.

Die Auskopplung kann durch die Fokussierung direkt, oder über eine weitere Optik als endgültige Projektion genutzt werden. Die Steuerung der Spiegel braucht nicht individuell sondern nur für alle zusammen erfolgen.

Die Wellenfront wird bei der Weiterleitung wieder in eine Einkoppeloptik geleitet.

Durch Erweiterung und größerer Wellenleiter im System kann die Wellenfront weniger steil getrimmt werden. Die Wellenfront kann durch einen steilen Totalreflektions-Spiegel auf die DMDs geleitet werden. Die ausgekoppelte Wellenfront kann dagegen wegen dem steileren Winkel durch den Spiegel durch.

#### [24] **Verfeinerte Glasfaserspitze**

Die Enden der Glasfasern können mit Nano-optischen Polymer-Druckern eine feine Linsenoptik aufgetragen bekommen. Die Drucker können auch Gradienten-Optiken drucken und die Öffnung der Faser so erweitern und gestalten, das der komplexe Lichtwellenfluss nicht gestört wird und so das durch die Öffnungsgröße eingeschränkte Auflösungsvermögen des Gesamtsystems gesteigert wird. Dabei braucht gerade nicht auf den Geometrieerhalt geachtet werden, da die Geometrie durch die Transmissionsmatrix wider hergestellt wird.

#### [25] **Hologrammoptimierte FLCOS und DMD Systeme**

Die bekannten SLM-Systeme sind primär für das normale Video projizieren entwickelt

worden. Sie können auch gut für CGH Anwendungen genutzt werden.

Dennoch sollte für die AR-Brille das SLM-System auf die CGH Anwendung und für die Glasfasereinkopplung optiert werden, da von der Wellenfront nur eine einzige Perspektive genutzt wird und der Rest, anders als bei normalen Projektor irrelevant ist.

### **KF2 Komplex modulierendes FLCOS SLM**

Um eine unabhängig einstellbaren Amplituden- und Phasen-Modulationen zu erreichen, werden zwei dicke FLCD-Schichten eingesetzt, die jeweils in gegengesetzter Richtung die Polarisierung drehen können. Eine reine Phasen-Modulation kann so durch gleichstarke Aktivierung der beiden Schichten erreicht werden. Dabei wird die Polarisierung des Lichtes erst in eine Richtung gedreht und dann genau wieder zurückgedreht. Die Polarisierung bleibt am ende die gleiche. Nur der Brechungsindex der beiden Schichten, und damit die Phasenverschiebung verändert sich je nach stärke der Aktivierung.

Eine verschieden starke Aktivierung der beiden Schichten erzeugt dabei zusätzlich eine Polarisierungsdrehung und damit eine Amplituden-Modulierung.

### **KD2 Verschiedene Lichtquellen**

Durch die Nutzung verschiedener Lichtquellen aus verschiedenen Richtungen, können bei entsprechender Kombination der Lichtquellen viele verschiedene Amplitudenstärken generiert werden.

Die verschiedenen Lichtquellen können auch verschiedene Phasenverschiebungen bieten um Einkoppel-Muster mit verschiedenen Phasen zu generieren.

### **KD3 Binär Phasen Modulierender MEMS-SLM**

Eine vereinfachte Variation lässt den Mikrospiegel nur zwischen zwei Phasenverschiebungs-Positionen schalte wie 0 und  $\pi$  der genutzten Wellenlänge. Als dritten Zustand kann der Spiegel noch ganz weggekippt werden um zusätzlich als binärer Amplituden-Modulator zu fungieren.

**CM1: Mehrfach Richtung kippende Mikrospiegel:** Die Spiegel können nicht nur in zwei Richtung kippen sondern in mehr Richtungen, um noch mehr verschiedene Phasen oder Amplituden aus der Beleuchtungslichtfront rauszugreifen.

## Patentansprüche

1. Augmented-Reality(AR)-Brille zur Einmischung virtueller Bilder in ein durch mindestens ein Brillenglas für einen Träger der Brille sichtbares Bild, dadurch gekennzeichnet, dass eine Mehrzahl von Glasfaser-Projektoren (59) aus Multimode-Glasfasern (42) ein virtuelles Bild mit großer Schärfentiefe in mindestens ein Auge des Brillenträgers projizieren, wobei das virtuelle Bild ein Integralbild(Integral Imaging) aus einem Raster von nebeneinander und übereinander angeordneten Einzelprojektionen (48) ist, die für den Brillenträger bei naher Betrachtung zu einer Gesamtprojektionen verschmelzen, wobei jede der Einzelprojektionen ein Ausschnitt (37) des virtuellen Bildes ist, wobei an einem Eintrittsende jeder Glasfaser (42) ein rechnergesteuerter Spatial Light Modulator (SLM) (24) oder ein anderes bildgebendes System angebracht ist, für das ein Rechner ein komplexes Pixelmuster berechnet, das von der Umformung des ursprünglichen Bildes durch eine Transmissionsmatrix (36) der Glasfaser (42) bestimmt ist, dass eine Optik eine vom Spatial Light Modulator (SLM) als Hologramm oder als komplexe Projektion gelieferte Wellenfront mit Amplituden und relativen Phasenverschiebungen (39) in die Glasfaser (42) einkoppelt (41), und dass an einem Austrittsende jeder Glasfaser (42) ein weiteres optisches System vorgesehen sein kann, um das aus der Glasfaser (42) austretende ursprüngliche Bild in das Auge des Brillenträgers zu projizieren.

2. Augmented-Reality(AR)-Brille nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Glasfaser-Projektoren (42) oder daran anschließende verlängernde mikrooptische Systeme durch Tarnkanäle im Brillenglas direkt zu einer optimalen Position für das Integralbildraster verlegt sind (64), wobei eine Gradienten-Optik durch das Brillenglas hindurchtretendes Licht um die Kanäle herumlenkt (66) und die Kanäle von außen unsichtbar macht, wobei der Gradient des Brechungsindex eines optischen Mediums der Gradienten-Optik in Richtung der Kanäle von dem umgebenden hohen Index zu einem niedrigeren Index abfällt (69).

3. Augmented-Reality(AR)-Brille nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Vielzahl von Glasfaserprojektor-Enden um einen Rand eines Brillenglases herum positioniert, und von dort aus in das Brillenglas gerichtet ist (18), und dass das Brillenglas mit mehreren übereinander oder nebeneinander liegenden, schnell schaltbaren Spiegelflächen (19) versehen ist, die, wenn sie spiegelnd geschaltet sind, die Projektion umlenken (21) und aus dem

Brillenglas auf das Auge leiten.

4. Augmented-Reality(AR)-Brille nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass in den Tarnkanälen ganze Mikrooptik-Systeme (10) verborgen sind, die zusätzlich IC-Schaltlogik, und/oder MEMS Mikro-Mechaniken oder DMD-Spiegelfelder und/oder 3D-gedruckte Gradienten Mikrooptiken integrieren (70, 15).

5. Augmented-Reality(AR)-Brille nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Projektionspunkte des Integralbildes in mindestens zwei Rasterebenen (47, 46) parallel positioniert sind, wobei für jede Ebene verschiedene Austrittsoptiken, verschiedene Austrittswinkel und dadurch verschiedene Auflösungen vorgesehen sind.

6. Augmented-Reality(AR)-Brille nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Überlappungen der nebeneinander und übereinander angeordneten Einzelprojektionen auflösungseffizient passend zueinander beschnitten werden können (51), indem die Abstände der integralen Projektionspunkte zueinander (11) im Verhältnis zu einer optimalen oder minimalen Pupillengröße des Brillenträgers gewählt werden (58), und/oder indem die Austrittsoptik der Projektionspunkte so geformt ist, dass die Projektion eine effektive nutzbare quadratische Form erzeugt, und dass mindestens eine Augenkamera (53) angebracht ist, die die Größe der Pupillen misst.

7. Augmented-Reality(AR)-Brille nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein SLM (Spatial Light Modulator) (24) außerhalb des Gesichtsfelds angebracht ist, und dass der SLM (24) von mindestens einer Lichtquelle (22) angeleuchtet wird, und dass eine vom SLM (24) erzeugte Lichtfront auf eine weitere SLM-Fläche (76) oder direkt auf eine Einkoppel-Optik (26) fällt, und dass in einem Einkoppelfeld (28) mindestens eine Glasfaser mit vorgeschalteter Einkoppel-Optik platziert ist, und dass die Faser durch den Brillenbügel (9) oder auf einem anderen Weg zum Brillenglas führt, wo an mindestens einer Stelle der Projektionsaustrittspunkt positioniert ist (18), der weitere Optiken, oder Lichtleiter-Verlängerungen mit optischen Weichen und Mikrooptiken, oder ganze Chipsysteme mit IC-Logik (10) und MEMS-Elementen als Weichen und Mikrooptiken aufweisen kann.

8. Augmented-Reality(AR)-Brille nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch

gekennzeichnet, dass ein für die AR-Glasfaser-Projektion optimierter DMD-Chip SLM (Spatial Light Modulator) zur Nutzung multipler oder komplexer Lichtquellen eingesetzt wird, der eine Mehrzahl von Mikrosiegeln auf dem DMD-Chip jeweils in zusätzliche Richtungen und Positionen kippen oder einstellen kann, und/oder verschiedene zusätzliche Spiegel- oder Beugungs-Strukturen auf den einzelnen Spiegeln aufweist, um unterschiedliche Lichtquellen aus verschiedenen Richtungen zur Projektion zu nutzen.

9. Augmented-Reality(AR)-Brille nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dass ein für die AR-Glasfaser-Projektion optimiertes FLCOS(Ferroelectric Liquid Crystal on Silicon)-SLM die darauf befindlichen Spiegel mehrere unabhängig einstellbare FLCFD(Ferroelectric Liquid Crystal Display)-Schichten aufweisen, um Grauwerte und Phasenverschiebungen unabhängig einzustellen.

10. Augmented-Reality(AR)-Brille nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kohärenz der Lichtquelle reduziert wird, indem Glasfasern zum Durchlauf des Lichtes angebracht sind und/oder vibrierende piezo-elektrisch bewegte Spiegel oder Diffuser eingesetzt werden.

11. Augmented-Reality(AR)-Brille nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Einkoppelfeld (28) mit mehreren Einkoppel-Optiken als erste Stufe wie eine Glasfaser-Mehrfach-Weiche eingesetzt wird, wobei im Holoprojektor die Hologramme selber die jeweilige Einkoppeloptik ansteuern kann, während die nicht gebrauchten Glasfasern durch vorgelagerte FLCFD(Ferroelectric Liquid Crystal Display)-Blenden (27) oder andere Blenden verschlossen werden können.

12. Augmented-Reality(AR)-Brille nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Einkoppelfeld, aktive Glasfaser-Einzel-Weichen oder hintereinander schaltende Weichensysteme die Ansteuerung der Projektionspunkte ermöglichen (10), wobei diese durch MEMS-Elemente geschalt werden, oder durch DMD-Spiegel oder elektrochrome Spiegel- oder Piezo-Aktuatoren geschaltet werden.

13. Augmented-Reality(AR)-Brille nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an den Glasfaserenden zum Ein- und Austreten der Wellenfronten eine Gradient Index-Fasererweiterung oder Verengung angebracht ist, die es ermöglicht, eine

höhere Auflösung oder bessere Punktlichtquellen zu erzeugen.

14. Verfahren zur Einmischung virtueller Bilder in einer Augmented-Reality(AR)-Brille in ein durch mindestens ein Brillenglas für einen Träger der Brille sichtbares Bild, dadurch gekennzeichnet, dass durch eine Mehrzahl von Glasfaser-Projektoren (59) aus Multimode-Glasfasern (42) ein virtuelles Bild mit großer Schärfentiefe in mindestens ein Auge des Brillenträgers projiziert wird, wobei das virtuelle Bild ein Integralbild(Integral Imaging) aus einem Raster von nebeneinander und übereinander angeordneten Einzelprojektionen (48) ist, die für den Brillenträger bei naher Betrachtung zu einer Gesamtprojektionen verschmelzen, wobei jede der Einzelprojektionen ein Ausschnitt (37) des virtuellen Bildes ist, dass für einen an einem Eintrittsende jeder Glasfaser (42) angebrachten rechnergesteuerten Spatial Light Modulator (SLM) (24) oder ein anderes bildgebendes System von einem Rechner ein komplexes Pixelmuster berechnet wird, das von der Umformung des ursprünglichen Bildes durch eine Transmissionsmatrix (36) der Glasfaser bestimmt ist, dass eine vom Spatial Light Modulator (SLM) (24) als Hologramm oder komplexe Projektion gelieferte Wellenfront mit Amplituden und relativen Phasenverschiebungen (39) durch eine Optik (40) in die Glasfaser (42) eingekoppelt wird (41), und dass das aus der Glasfaser (42) austretende ursprüngliche Bild in das Auge des Brillenträgers projiziert wird.

15. Verfahren zur Einmischung virtueller Bilder nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass in einem ersten Kalibrierungs-Prozess (87) für alle verlegten Multi-Mode Glasfasern (92) die lichtdurchmischende Eigenschaft (96) der Faser für alle Farbkomponenten und alle möglichen Durchleitungswege (102) getrennt gemessen wird und daraus mathematische Transformations-Matrizen (98) statistisch berechnet werden, oder die Messungen in anderen Datenformen gespeichert und weiter zum optimalen Gebrauch optimiert werden, dass im normalen Projektions-Prozess die für ein SLM benötigten Bilder oder Beugungsmuster von einem Rechner aus dem abzubildenden Bild selber, sowie aus der gespeicherten Transformationsmatrix oder den anderen gespeicherten und optimierten Transformations-Informationen (84) zusammensetzt und berechnet werden, dass von einem SLM die daraus entstehende Wellenfront (39) jeweils in schneller Sequenz zeitlich hintereinander in den verschiedenen Farbkomponenten und für die benötigten Projektionspunkte generiert und in die jeweilige Glasfaser eingekoppelt wird, und dass am Brillenglas eventuell weitere Weichen (10) oder Spiegelflächen (19) entsprechend eingestellt

werden, um das Licht zu den gewünschten Austrittspunkten zu leiten.

16. Verfahren zur Einmischung virtueller Bilder nach einem der Ansprüche 14 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Glasfaser-Projektoren (42) oder daran anschließende verlängernde Lichtkanäle oder optische Systeme durch Tarnkanäle im Brillenglas direkt zu einer optimalen Position für das integrale Bildraster verlegt werden (64), wobei eine Gradienten-Optik durch das Brillenglas hindurchtretendes Licht um die Kanäle herumlenkt (66) und die Kanäle von außen unsichtbar macht, wobei der Gradient des Brechungsindex des optischen Mediums (69) von einem niedrigen Index im Inneren zu einem höheren Index nach außen hin, bis zum Index des umgebenden Glases, in Schichten oder übergangslos aufgebaut wird.

17. Verfahren zur Einmischung virtueller Bilder nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass Projektionspunkte des Integralbildes in mindestens zwei Rasterebenen (47, 46) parallel angesteuert werden (74, 75), dass ein vom Brillenträger fokussierter Bereich von einer Augenkamera (53) registriert wird, und dass festgelegt wird, welche hoch aufgelösten Projektionspunkte und welche niedrig aufgelöste Projektionspunkte angesprochen werden müssen, wobei für jede Ebene verschiedene Auflösungen und Farbtiefen gerendert werden können.

18. Verfahren zur Einmischung virtueller Bilder nach einem der Ansprüche 14 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Überlappungen der einzelnen Integral-Bild-Projektionen passend zueinander beschnitten werden (51), indem die Pupillengröße und/oder die Umgebungslichtstärke durch Augenkamera und Sensoren ermittelt werden und in die Berechnung der Clipping-Rahmen einfließen, und dass während dem Bildrendering die überstehenden Bildbereiche hart, oder mit weichem Übergang, gar nicht gerendert werden.

19. Verfahren zur Einmischung virtueller Bilder nach einem der Ansprüche 14 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass das Generieren der Bilder vornehmlich durch holografische Methoden verwirklicht wird, also durch computerberechnete komplexe Beugungsmuster, die auf dem SLM abgebildet mit Laserlicht oder anderem Licht beschienen werden und so eine komplexe Wellenfront erzeugen, die sowohl Amplituden als auch Phasenverschiebung einstellen, wobei durch Beleuchtung des SLM mit multiplen Lichtquellen oder komplexeren Lichtfronten und durch die Nutzung optimierten SLM Konstruktionen, die Qualität und

Graustufentiefe der Hologramme für den Glasfaser-Projektor gesteigert werden können.

20. Verfahren zur Einmischung virtueller Bilder nach einem der Ansprüche 14 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass die generierten Bilder vornehmlich durch einfache Pixelgrafik verwirklicht werden, also durch direkte Übertragung der ausgerechneten komplexen Amplituden- und Phasen-Musters, jedoch unter Verwendung von optimierten SLM-Konstruktionen und komplexeren Beleuchtungen, mit denen dann ebenfalls Amplituden sowie phasenverschiebungs-differenzierende Projektionen generiert werden.

21. Verfahren zur Einmischung virtueller Bilder nach einem der Ansprüche 14 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass bei Nutzung eines Glasfaser-Projektoren-Optimierten DMD-SLMs, zusammen mit einer jeweils dafür geeigneten multiplen oder komplexen Lichtquelle, das berechnete SLM-Muster eine optimierte Mischung aus den gegebenen Lichtquellen zusammenstellt, um ein optimales Amplituden- und Phasenverschiebungsmuster am Einkoppelpunkt zu erzeugen.

22. Verfahren zur Einmischung virtueller Bilder nach einem der Ansprüche 14 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass für eine niedrig aufgelösten Glasfaserprojektion 3 SLM-Zyklen für die 3 Farbkomponenten ausreichen, da die Grauwerte pro Zyklus durch das Hologramm, der multiplen Lichtquellen, oder durch das Durchleitungsmuster (96) pro Pixel generiert werden, wodurch es mit einem schnellen SLM ermöglicht wird, die große Anzahl an Ambiente-Projektionen zu bewältigen.

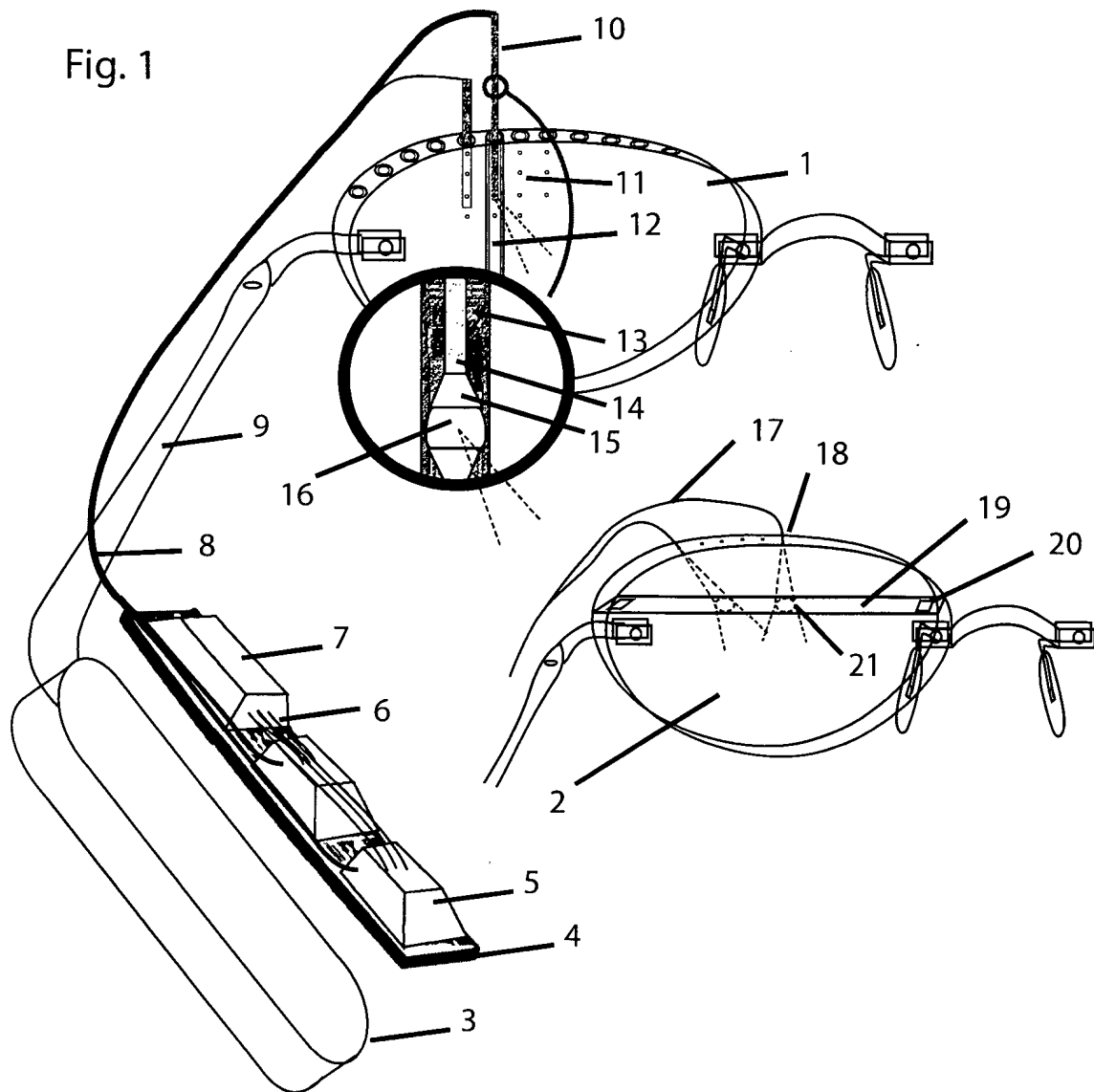


Fig. 2

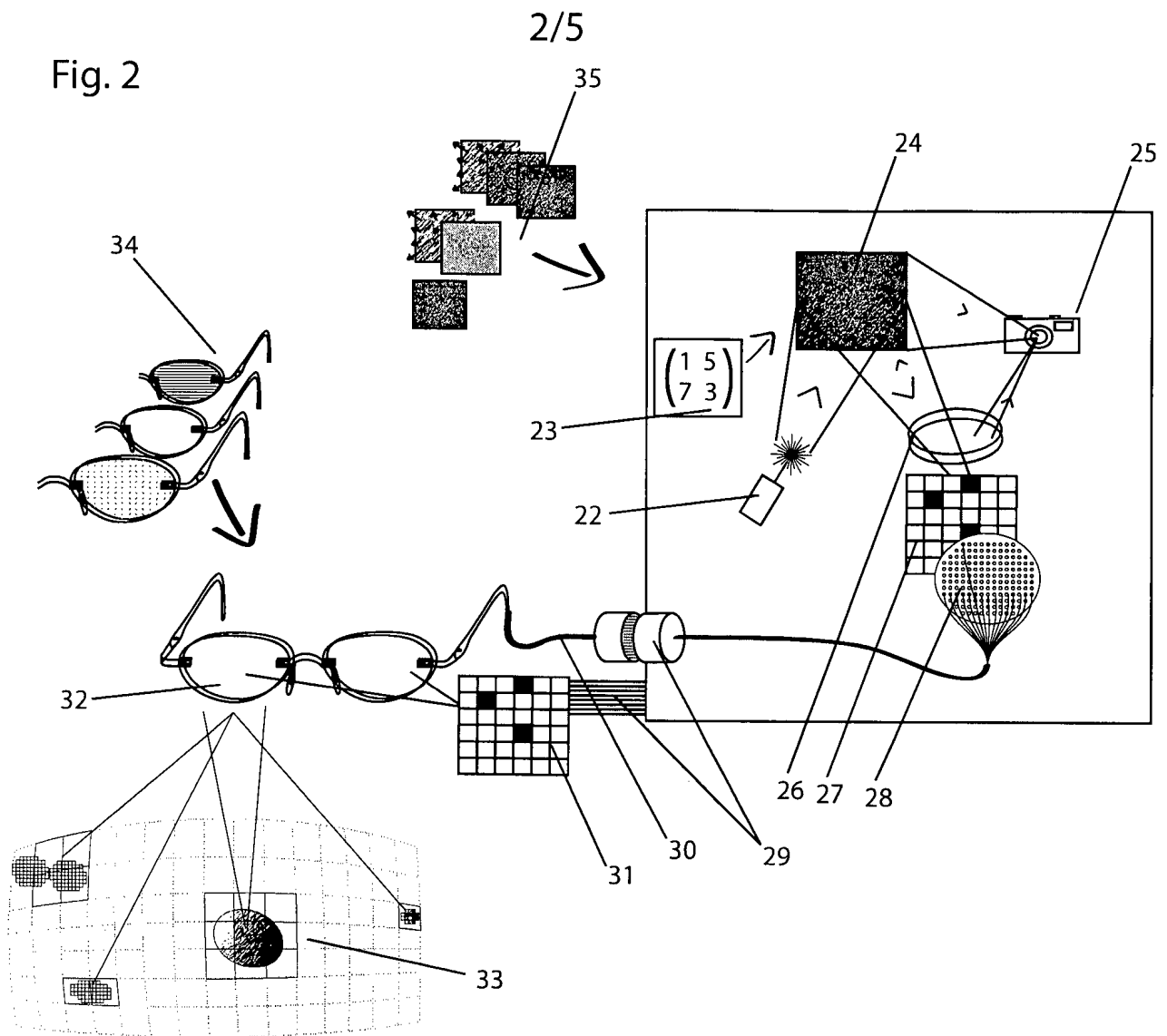
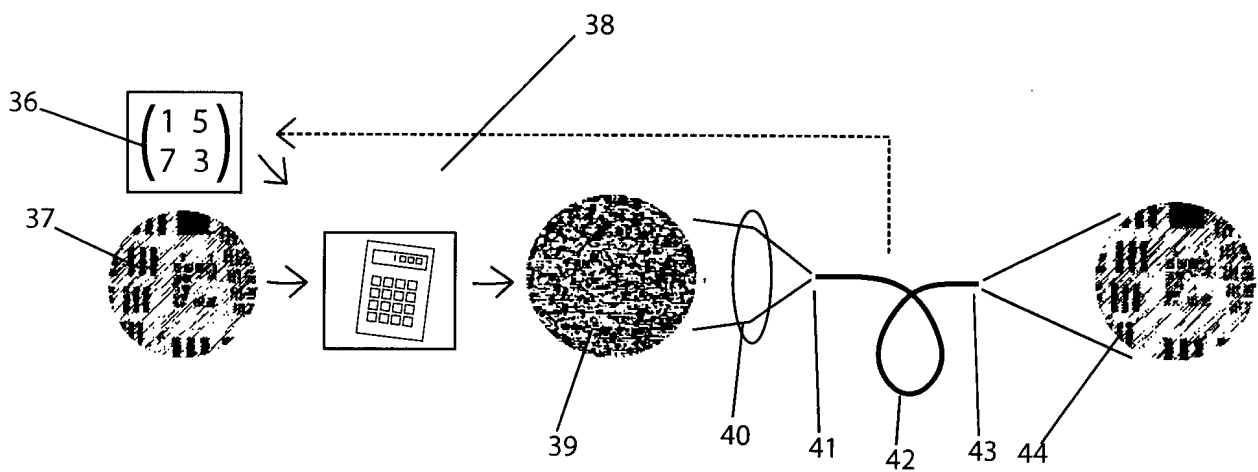


Fig. 3



3/5

Fig. 4

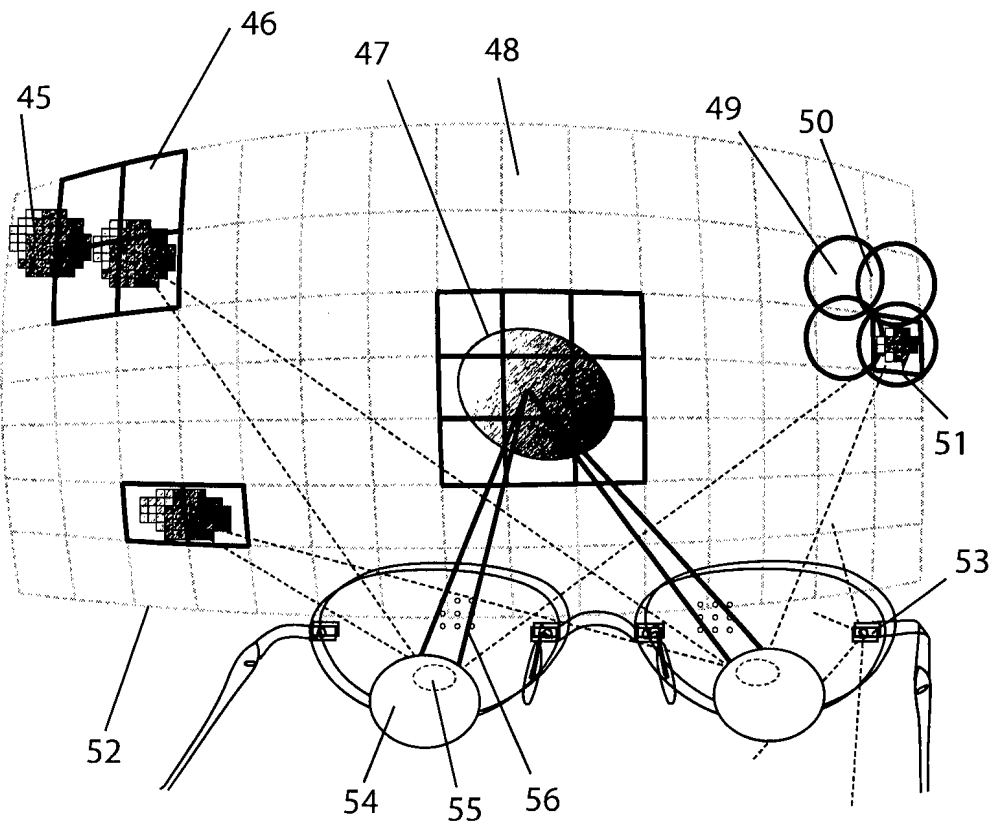
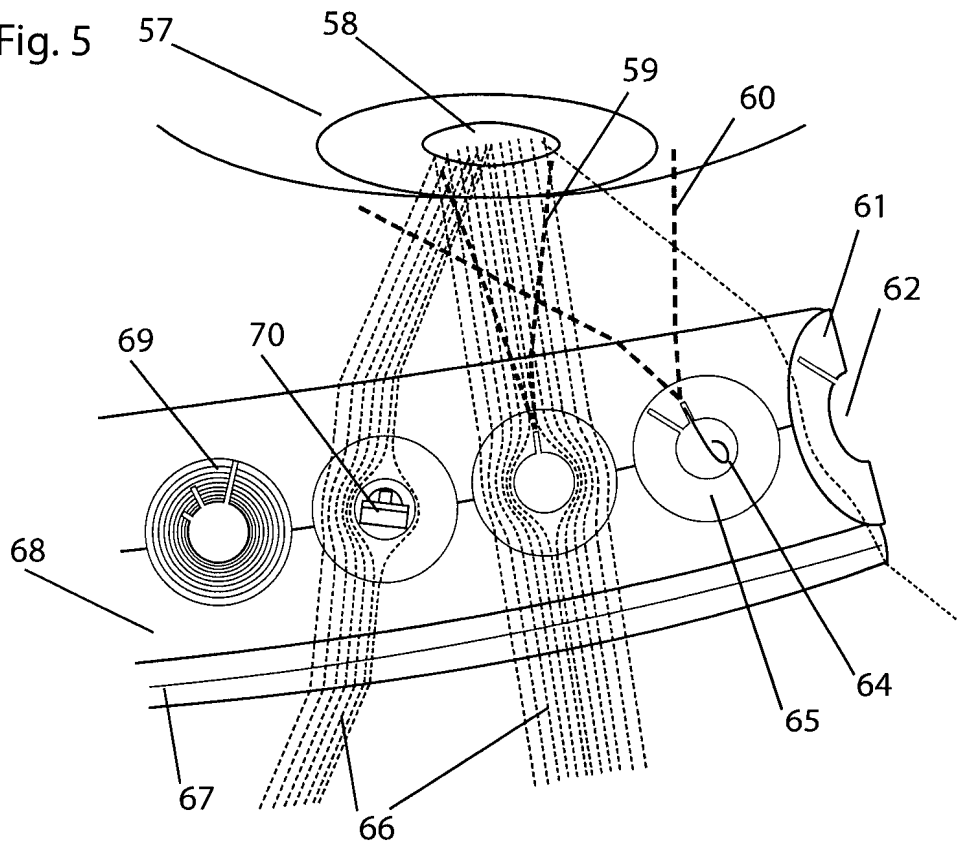


Fig. 5



4/5

Fig.6

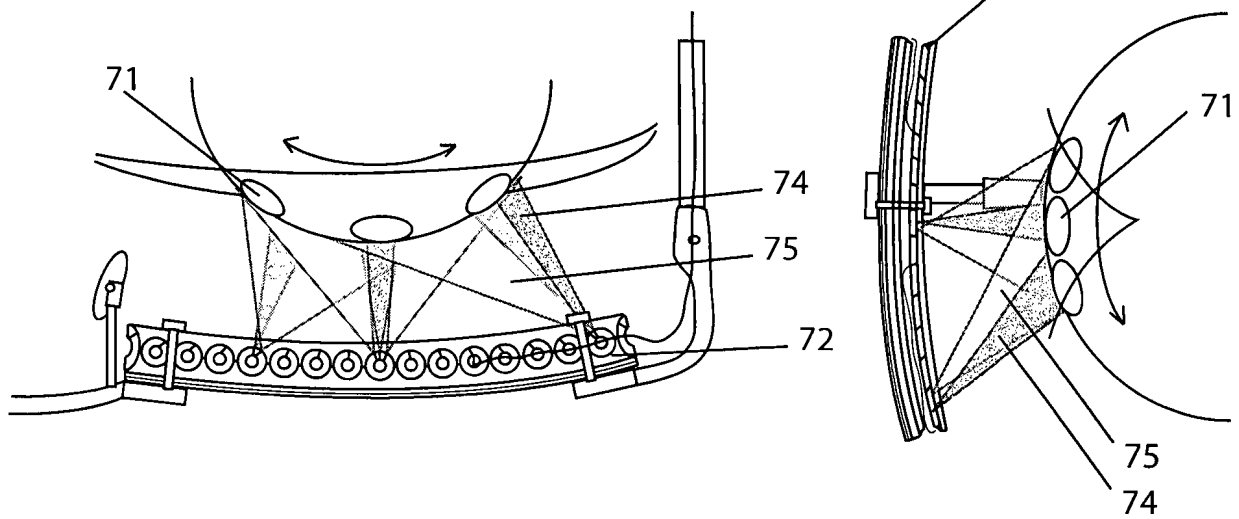


Fig.7

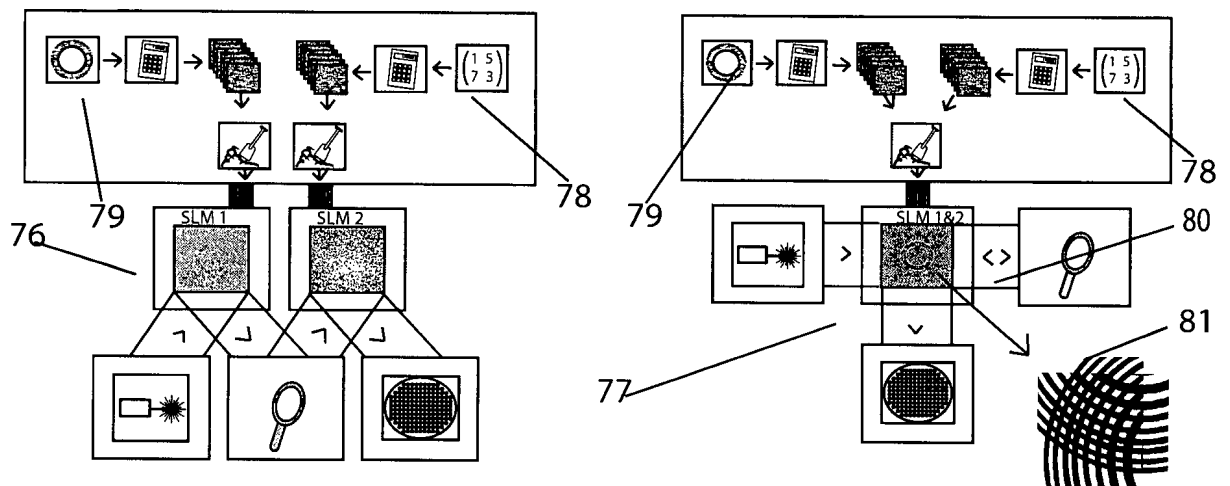


Fig.8

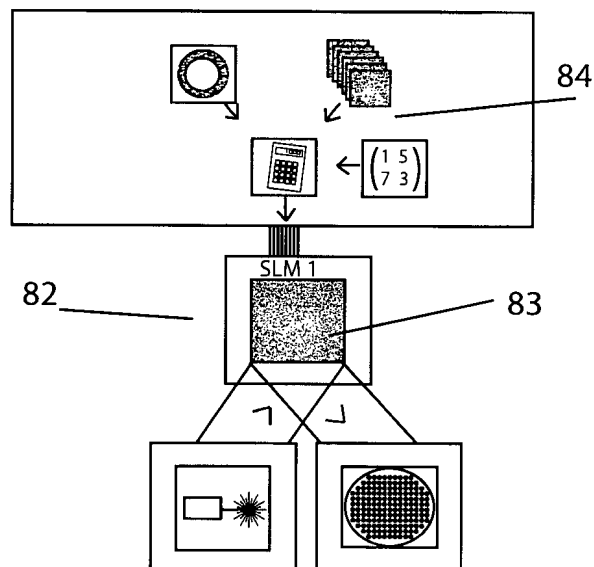


Fig. 9

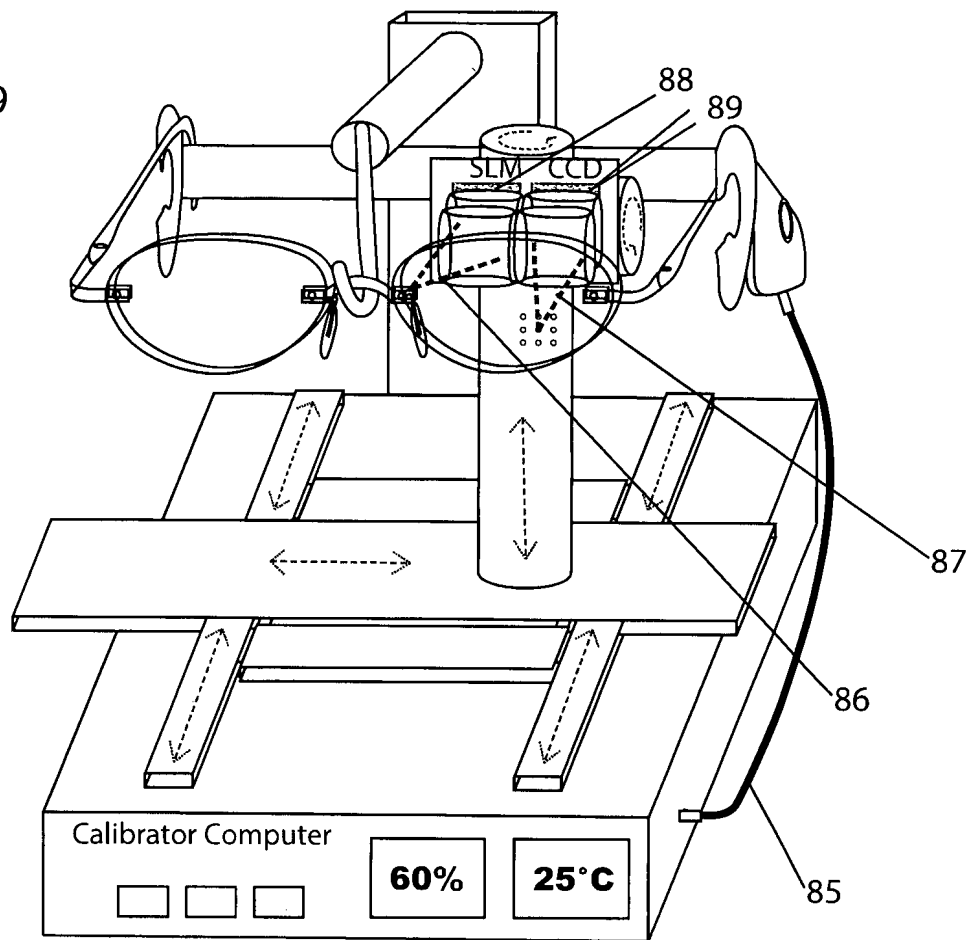
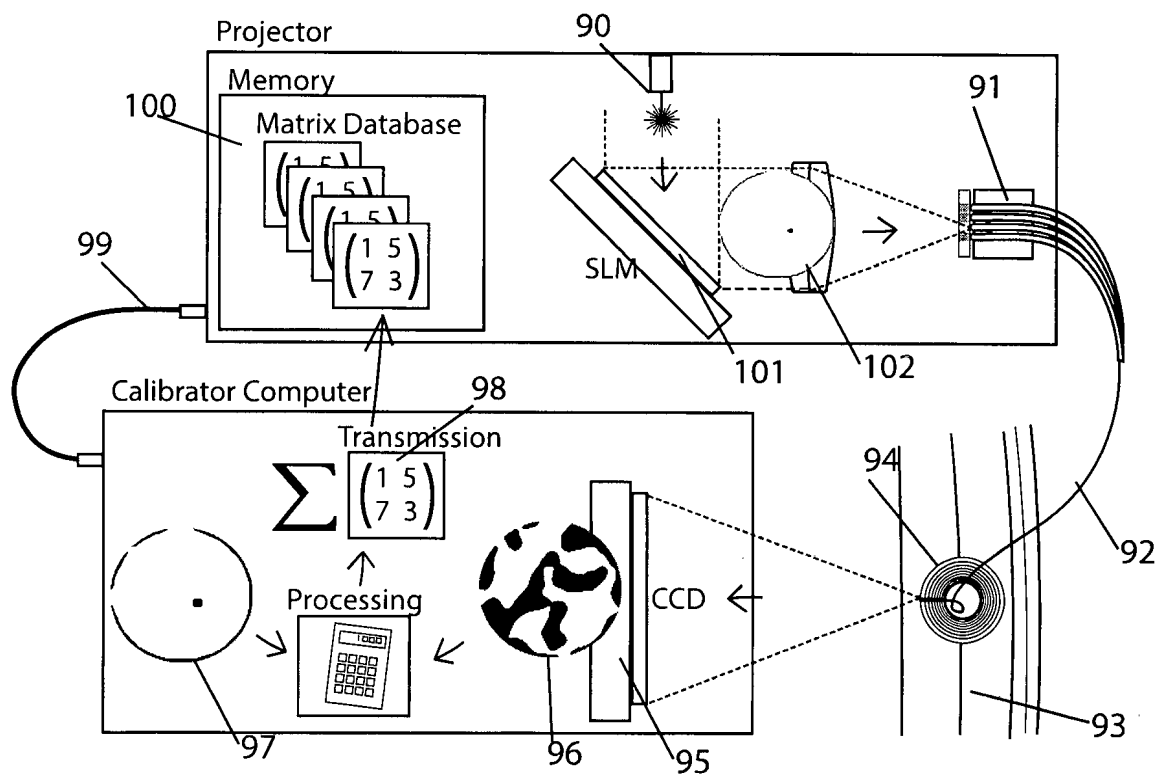


Fig. 10



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2018/000140

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G02B27/01 G02B6/028 G03H1/00 G02B26/08  
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B G03H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2014/003762 A1 (MACNAMARA JOHN GRAHAM [US]) 2 January 2014 (2014-01-02) paragraphs [0048] - [0063] -----	1-22
A	US 2015/015879 A1 (PAPADOPOULOS IOANNIS [CH] ET AL) 15 January 2015 (2015-01-15) paragraphs [0153], [0154] -----	1-22
A	US 2011/227487 A1 (NICHOL ANTHONY [US] ET AL) 22 September 2011 (2011-09-22) paragraphs [0632] - [0645]; figure 13 -----	1-22



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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 June 2018

Date of mailing of the international search report

13/08/2018

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Stemmer, Michael

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2018/000140

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2014003762 A1	02-01-2014	AU 2013274359 A1	22-01-2015
		AU 2017202843 A1	25-05-2017
		CA 2876335 A1	16-12-2013
		CN 104737061 A	24-06-2015
		CN 107817555 A	20-03-2018
		CN 107817556 A	20-03-2018
		EP 2859403 A1	15-04-2015
		JP 6238974 B2	29-11-2017
		JP 2015528919 A	01-10-2015
		JP 2017223998 A	21-12-2017
		KR 20150018879 A	24-02-2015
		NZ 702897 A	31-03-2017
		US 2014003762 A1	02-01-2014
		WO 2013188464 A1	19-12-2013
US 2015015879 A1	15-01-2015	EP 2831497 A2	04-02-2015
		US 2015015879 A1	15-01-2015
		WO 2013144898 A2	03-10-2013
US 2011227487 A1	22-09-2011	US 2011227487 A1	22-09-2011
		US 2013250618 A1	26-09-2013

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> INV. G02B27/01 G02B6/028 G03H1/00 G02B26/08 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b> Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G02B G03H		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2014/003762 A1 (MACNAMARA JOHN GRAHAM [US]) 2. Januar 2014 (2014-01-02) Absätze [0048] - [0063] -----	1-22
A	US 2015/015879 A1 (PAPADOPOULOS IOANNIS [CH] ET AL) 15. Januar 2015 (2015-01-15) Absätze [0153], [0154] -----	1-22
A	US 2011/227487 A1 (NICHOL ANTHONY [US] ET AL) 22. September 2011 (2011-09-22) Absätze [0632] - [0645]; Abbildung 13 -----	1-22
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
25. Juni 2018		13/08/2018
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter  Stemmer, Michael

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/000140

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2014003762	A1	02-01-2014	AU	2013274359 A1	22-01-2015
			AU	2017202843 A1	25-05-2017
			CA	2876335 A1	16-12-2013
			CN	104737061 A	24-06-2015
			CN	107817555 A	20-03-2018
			CN	107817556 A	20-03-2018
			EP	2859403 A1	15-04-2015
			JP	6238974 B2	29-11-2017
			JP	2015528919 A	01-10-2015
			JP	2017223998 A	21-12-2017
			KR	20150018879 A	24-02-2015
			NZ	702897 A	31-03-2017
			US	2014003762 A1	02-01-2014
			WO	2013188464 A1	19-12-2013
US 2015015879	A1	15-01-2015	EP	2831497 A2	04-02-2015
			US	2015015879 A1	15-01-2015
			WO	2013144898 A2	03-10-2013
US 2011227487	A1	22-09-2011	US	2011227487 A1	22-09-2011
			US	2013250618 A1	26-09-2013