

(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
14. Juni 2012 (14.06.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/076702 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
G02F 1/29 (2006.01) *H04N 13/04* (2006.01)
G03H 1/04 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/072359
- (22) Internationales Anmeldedatum:
9. Dezember 2011 (09.12.2011)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2010 062 728.3
9. Dezember 2010 (09.12.2010) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **SEEREAL TECHNOLOGIES S.A.** [LU/LU]; 6B, Parc d'Activités Syrdall, L-5365 Munsbach, Grand-Duchy of Luxembourg (LU).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **HÄUSSLER, Ralf** [DE/DE]; Merseburger Str. 1, 01309 Dresden (DE).
- (74) Anwalt: **BRADL, Joachim**; SeeReal Technologies GmbH, Sudhausweg 5, 01099 Dresden (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: LIGHT MODULATION DEVICE FOR A DISPLAY

(54) Bezeichnung : LICHTMODULATIONSVORRICHTUNG FÜR EIN DISPLAY

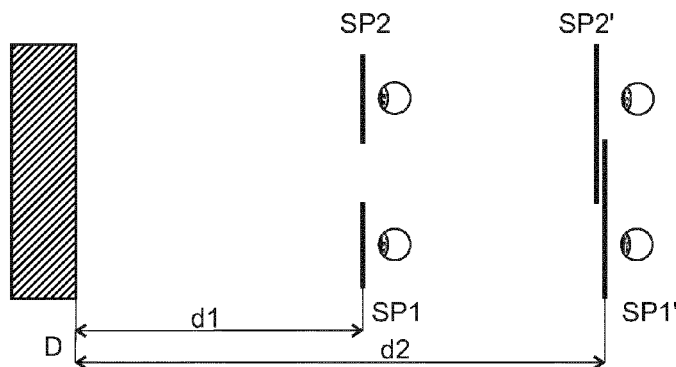


Fig. 1a

Stand der Technik
AA

AA Prior art

(57) Abstract: The invention relates to a display comprising an observer window, which in 3D and/or 2D representation mode of a 3D scene can be adapted to changing eye positions. It should be possible for several observers to use such a display simultaneously. The display according to the invention comprises a light modulation device having an actuatable diffraction unit and a controllable spatial light modulator, in which a 3D scene which can be experienced three-dimensionally with an observer window is coded in an actuatable manner, and a control unit. The observer window can be generated using coherent light beams on alternating eye positions. For actuation, the diffraction unit comprises at least electrodes and a controllable material into which a prism and/or lens function and/or scatter function can be written as a diffraction grating with a phase progression in an at least one-dimensionally controllable manner, wherein the diffraction grating of the scatter function exhibits phase deviations which are actuated with changeable frequencies in accordance with a distance of

the detected eye position. The size of the observer window can be actuated for the detected eye position and for a predetermined representation mode. Fields of application of the invention are holographic and autostereoscopic displays.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2012/076702 A1

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)

Die Erfindung betrifft ein Display mit einem Betrachterfenster, das im 3D- und/oder 2D Darstellungsmodus einer 3D Szene an wechselnde Augenpositionen anpassbar ist. Ein derartiges Display soll von mehreren Betrachtern gleichzeitig nutzbar sein. Das erfindungsgemäße Display umfasst eine Lichtmodulationsvorrichtung mit einer ansteuerbaren Beugungseinrichtung und einem steuerbaren räumlichen Lichtmodulator, in den eine 3D Szene ansteuerbar kodiert ist, die mit einem Betrachterfenster dreidimensional wahrnehmbar ist, sowie eine Steuereinrichtung. Das Betrachterfenster ist mit kohärenten Lichtbündeln an wechselnden Augenpositionen erzeugbar. Zum Ansteuern weist die Beugungseinrichtung mindestens Elektroden und ein steuerbares Material auf, in das eine Prismen-und/oder Linsenfunktion und/oder Streufunktion als Beugungsgitter mit einem Phasenverlauf mindestens eindimensional steuerbar einschreibbar sind, wobei das Beugungsgitter der Streufunktion Phasenhübe aufweist, die mit wechselbaren Frequenzen abhängig zu einem Abstand der erfassten Augenposition angesteuert sind. Die Größe des Betrachterfensters ist für die erfasste Augenposition und für einen vorgegebenen Darstellungsmodus ansteuerbar. Anwendungsgebiet der Erfindung sind holographische und autostereoskopische Displays.

Lichtmodulationsvorrichtung für ein Display

Die Erfindung betrifft eine Lichtmodulationsvorrichtung für ein Display, das mindestens einen räumlichen Lichtmodulator und mindestens eine steuerbare
5 Beugungseinrichtung aufweist, die mit einer Steuereinrichtung ansteuerbar sind, wobei das Display zur dreidimensionalen Darstellung von Bildern einer 3D Szene ausgestaltet ist.

Anwendungsgebiet der Erfindung sind Displays mit einem Betrachterfenster, die ein holographisches oder autostereoskopisches Display sein können, bei denen eine 3D
10 Szene als z.B. ein Hologramm kodierbar ist, oder die stereoskopischen Bilder der 3D Szene zwei- und/oder dreidimensional darstellbar sind. Betrachter können die 3D Szene als holographische Rekonstruktion oder als Stereobild sehen, wenn mindestens ein Betrachterfenster mit den Positionen von Betrachteraugen übereinstimmt.

Mit einem holographischen Display kann der Betrachter eine rekonstruierte Szene eines Objektes in einem Rekonstruktionsraum sehen, welcher von dem
15 Betrachterfenster und dem Bildschirm aufgespannt wird, wenn ein Betrachterfenster mit der Augenpupille zusammenfällt. Die Augenpupille befindet sich an der Augenposition, für welche die Rekonstruktion zu erzeugen ist. Bewegt sich jedoch
20 der Betrachter seitlich zur bzw. entlang der optischen Achse des Displays, fällt das Betrachterfenster nicht mehr mit der Augenpupille des Betrachters zusammen, und der Betrachter könnte die Rekonstruktion nicht mehr vollständig sehen. Damit der Betrachter die Rekonstruktion wieder vollständig sehen kann, müssen die Position des Betrachterfensters und die neue Position der Augenpupille (Augenposition)
25 wieder übereinstimmen.

Hierzu ist es aus dem Stand der Technik bekannt, beispielsweise durch die DE 10
30 2005 023 743 A1 oder die WO 2007/131817 A1, das Betrachterfenster lateral und/oder axial mittels eines Ablenkelements an die neue Augenposition zu führen. Dabei muß die Größe des Betrachterfensters für die neue Augenposition entsprechend dem Abstand zu einer Bezugsebene, die z.B. die Ebene des steuerbaren Lichtmodulators sein kann, vorgebar angepasst werden.

In einer Anzahl von Druckschriften sind autostereoskopische Displays beschrieben, z. B. in der DE 10 2008 043 620 A1 oder der WO 03/019952 A1, in denen 3D Szenen dreidimensional darstellbar und von mindestens einem Betrachter mit Betrachterfenstern zu sehen sind, die auch als Sweet-Spots bezeichnet werden.

5 Auch hier können Betrachterfenster an wechselnden Positionen von Betrachteraugen erzeugt werden.

Der Abstrahlwinkel der Lichtquellen bestimmt in einem autostereoskopischen Display die Größe des Betrachterfensters, das die Abbildung der Lichtquellen mittels eines Linsen-Arrays in die Betrachterebene ist. Bei Verändern des axialen Abstands zu
10 einer Bezugsebene (z.B. Display- oder Modulatorfläche) ändert sich bekanntermaßen die Größe des Betrachterfensters, so dass das Problem des Überlappens der Betrachterfenster für zwei Augen auftreten kann, und dadurch die Wahrnehmung der dreidimensionalen Darstellung für die zugeordneten Betrachter gestört sein kann. Im Fall der Verkleinerung des Betrachterfensters tritt das Problem
15 auf, dass die 3D Szene nicht komplett dreidimensional gesehen werden kann.

Gleiches trifft zu, wenn das holographische Display mit einer 1D-Kodierung in einem Single-Parallax-Modus betrieben wird, und ein Betrachterfenster mit einer Ausdehnung entsprechend einer Pupillengröße in der inkohärenten Richtung erzeugt werden soll.

20 Ebenso besteht die Forderung, ein autostereoskopisches oder holographisches Display vom 3D-Darstellungsmodus in den 2D-Darstellungsmodus umschaltbar auszuführen. Dazu kann beispielsweise ein schaltbarer Diffusor (Streuelement) zusätzlich im Lichtweg verwendet werden, siehe beispielsweise US 5,897,184. Der Diffusor kann für den 3D Modus z.B. einen transparenten, nicht streuenden Zustand
25 aufweisen. Die Größe des zu erzeugenden Betrachterfensters, die wenigstens dem Augenpupillendurchmesser entsprechen sollte, wird im 3D Modus stets dem Abstand einer erfassten Augenposition zum Display angepasst.

Für den 2D Modus ist der Diffusor in den streuenden Zustand schaltbar. Dann sollte das Betrachterfenster wenigstens so groß sein, dass es sich über beide Augen eines
30 Betrachters, oder sogar über alle Augen aller Betrachter erstrecken kann. Durch zusätzliche optische Elemente, wie einem schaltbaren Diffusor oder oben genannten

Ablenkelementen, wird ein Display zur Darstellung von dreidimensionalen Bildinhalten aufwändiger, teurer und störanfälliger.

Ein schaltbares Streuelement ist – für sich gesehen – beispielsweise aus der internationalen Patentanmeldung PCT/EP2010/058625 (entspricht der WO
5 2010/149587 A2) bekannt. Hiermit wird der Offenbarungsgehalt der PCT/EP2010/058625 hier vollumfänglich einbezogen.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Display zu schaffen, mit dem eine 3D Szene im 3D- und/oder 2D-Darstellungsmodus an wechselnden Augenpositionen dargestellt werden kann. Die Darstellung der autostereoskopischen oder holographischen Bilder
10 der 3D Szene wie auch der Wechsel in den 2D-Darstellungsmodus soll mit geringem Aufwand von optischen Mitteln durchführbar sein. Ein derartiges Display soll von mehreren Betrachtern gleichzeitig nutzbar sein.

Es wird von einem Display ausgegangen, das zum Darstellen einer 3D Szene in einem 3D Modus und einem 2D Modus ansteuerbar ist, und das eine
15 Lichtmodulationsvorrichtung mit einem steuerbaren räumlichen Lichtmodulator und mindestens einer ansteuerbaren Beugungseinrichtung, die mit einer Steuereinrichtung ansteuerbar sind, wobei ein Betrachterfenster mit kohärenten Lichtbündeln an wechselnden Augenpositionen erzeugbar ist, enthält.

Erfindungsgemäß kann die Aufgabe mit einer Lichtmodulationsvorrichtung gelöst
20 werden, bei der die Beugungseinrichtung Elektroden und ein steuerbares Material aufweist, in das eine Prismen- und/oder Linsenfunktion und eine Streufunktion als Beugungsgitter mit einem Phasenverlauf mindestens eindimensional ansteuerbar einschreibbar sind, wobei das Beugungsgitter der Streufunktion Phasenhübe
25 aufweist, die mit wechselbaren Frequenzen abhängig zu einem Abstand der erfassten Augenposition angesteuert sind, für welche die vorgegebene Größe des Betrachterfensters für einen vorgegebenen Darstellungsmodus ansteuerbar ist. Dabei ersetzt die in die Beugungseinrichtung eingeschriebene Streufunktion ein ansonsten üblicherweise in einer solchen Lichtmodulationsvorrichtung eingesetztes,
30 als zusätzliches optisches Element ausgebildetes Streuelement zum Ausführen eines 2D-Modus, das hierfür mindestens eindimensional ansteuerbar sein muss. Für erfasste Augenpositionen, die einen unterschiedlichen Abstand zur Beugungseinrichtung aufweisen, kann zudem vorteilhaft der Streuwinkel für

durchtretende Lichtbündel so gesteuert werden, dass die vorgegebene Größe eines Betrachterfensters im 3D Modus gleich bleibt.

Wenn zum z-Tracking (axiale Richtung) des Betrachters eine in einer steuerbaren Beugungseinrichtung eingeschriebene Linsenfunktion in ihrer Brennweite verändert wird, kann ein Betrachterfenster in einer neuen Betrachterebene erzeugt werden. Jedoch verändert sich die Größe bzw. mindestens horizontale Breite des Betrachterfensters in der inkohärenten Richtung proportional zum Abstand des Betrachterfensters zur Bezugsebene. Ein zu kleines Betrachterfenster kann nicht mehr die komplette Augenpupille ausleuchten, und ein zu großes Betrachterfenster kann zu einem Übersprechen auf das Nachbarauge führen. Dieses Problem kann mit der Erfindung überwunden werden. Eine vorgegebene Breite des Betrachterfensters mit z.B. 2 bis 3 cm kann bei einer Änderung der Augenposition in axialer Richtung eingehalten werden und diese Breite für erfasste andere Augenpositionen mit der Beugungseinrichtung gezielt angesteuert werden.

Mit den als Beugungsgitter eingeschriebenen Phasenhüben weisen dabei die Lichtbündel, die durch den Lichtmodulator geführt werden, Streuwinkel auf, die vorzugsweise mit einer Variation der Anzahl von gleichzeitig anzusteuernenden Elektroden geändert werden können.

Zum Berechnen von Steuerwerten, die als Phasenwerte für die Streufunktion einschreibbar sind, sind zum Realisieren der Erfindung zwei unterschiedliche Verfahren vorteilhaft anwendbar. Die Phasenwerte können beispielsweise als Folgen von Zufallsphasenwerten oder z.B. mit einer Fouriertransformation in einem iterativen Verfahren berechnet werden, bei denen ein Intensitätsverlauf in der Betrachterebene für ein zu erzeugendes Betrachterfenster vorgebar ist.

Gemäß der Erfindung können Phasenhübe mit einer Folge von Zufallsphasenwerten gesteuert werden, die mit der Steuereinrichtung aus einem Raumfrequenz- und/oder Wertespektrum ausgewählt werden können. Dieses Verfahren weist den Vorteil auf, daß es mit einem geringen Rechenaufwand durchführbar ist. Das Betrachterfenster weist an einer erfassten Augenposition einen kontinuierlichen Intensitätsverlauf von Licht auf, wobei das Betrachterfenster nicht scharf begrenzt ist.

Mit einem Verfahren, bei dem, bei gleichbleibender Frequenz, das Wertespektrum der Phasenwerte verringert ist, kann ebenfalls die Größe des Betrachterfensters verändert (in diesem Fall in seiner Breite verringert) werden. Die maximale Phase des Wertespektrums kann beispielsweise nur noch π statt 2π betragen.

- 5 Dabei können Phasenwerte aus Tabellen, in denen für Koordinaten von möglichen Positionen von Betrachteraugen entsprechende Phasenwerte als Steuerwerte gespeichert sind, ausgelesen werden, um die Berechnungszeiten zu verringern.

Die Streufunktion ist mit einem Phasenverlauf als Beugungsgitter steuerbar einschreibbar, mit dem die Lichtbündel ein Betrachterfenster für die Betrachteraugen
10 eines Betrachters mit einer Größe bilden, mit der ein von der Steuereinrichtung vorgegebener 2D-Darstellungsmodus realisierbar ist. Erfindungsgemäß kann dadurch eine Umschaltung vom 3D Modus in den 2D Modus ausgeführt werden, ohne dass ein zusätzliches ein- und ausschaltbares Streuelement im Lichtweg angesteuert werden muss. Mit der Steuerung der Streufunktion als
15 einzuschreibendes Beugungsgitter kann die vorgegebene Größe des Betrachterfensters unverändert bleiben, oder steuerbar so geändert werden, dass für einen Betrachter der 3D Modus in den 2D Modus ansteuerbar änderbar ist. Auch der umgekehrte Weg kann mit der erfindungsgemäßen Lichtmodulationseinrichtung durch entsprechende Ansteuerung der Beugungseinrichtung ausgeführt werden.

- 20 Weiterhin ist die Streufunktion mit Phasenwerten als Beugungsgitter steuerbar einschreibbar, die mit dem Verfahren der iterativen Fouriertransformation berechenbar sind.

Die Berechnung der iterativen Fouriertransformation erfolgt mit komplexen Matrixwerten, die mindestens eine eindimensionale Werteverteilung aufweisen, und
25 mit denen mindestens ein Beugungsgitter in mindestens eine Richtung einschreibbar ist, wobei eine Intensitätsverteilung und die Größe bzw. mindestens horizontale Breite für das Betrachterfenster vorgegeben sind.

Die Größe des Betrachterfensters ist mindestens eindimensional steuerbar durch das Einschreiben der Streufunktion in die Beugungseinrichtung, oder durch ein
30 defokussiertes Abbilden von Lichtquellen, von welchen mindestens teilweise kohärente Lichtbündel ausgesandt werden. In die Beugungseinrichtung ist deshalb

zum defokussierten Abbilden in eine Ebene nahe der Betrachterebene ein sphärischer Phasenverlauf als Beugungsgitter einschreibbar.

In weiterer Ausbildung der Beugungseinrichtung ist eine Linsenfunktion mit einem sphärischen Phasenverlauf als Beugungsgitter einschreibbar, wobei die Größe des
5 Betrachterfensters in der Ebene nahe der Betrachterebene eindimensional in inkohärenter Richtung steuerbar ist.

Ein für Prismen- oder Linsenfunktionen mit Phasenverläufen ansteuerbares Beugungsgitter kann einfallendes Licht nur ablenken bzw. fokussieren. Der vom Betrachterfenster heraus sichtbare Bildinhalt, der eine 3D-Szene holographisch oder
10 autostereoskopisch im 3D Display sichtbar machen kann, wird in einem separaten SLM generiert. Die für einen definierten Betrachterabstand (erfasste Augenposition) vorgegebene Größe eines mit einem angesteuerten Beugungsgitter erzeugten Betrachterfensters ist auf die Pupillengröße eines entsprechend zuordenbaren Betrachters abgestimmt.

15 Indem für die erfassten Augenpositionen in das steuerbare Material der Beugungseinrichtung Ansteuerwerte so einschreibbar sind, dass eine berechnete Brechungsindex-Änderung erzeugbar wird, können ausgesandte Lichtbündel mit einer Prismenfunktion (laterale Ablenkung) und/oder einer Linsenfunktion (axiale Verschiebung des Betrachterfensters) und/oder einer Streufunktion moduliert
20 werden.

In der Lichtmodulationsvorrichtung kann eine Lichtstreuung für den 2D Modus für lokal erfasste Augenpositionen eines Betrachters erfolgen, während der 3D Modus für andere Augenpositionen von anderen Betrachtern erhalten bleibt. Hierzu wird für den betreffenden Betrachter die entsprechende Streufunktion für die Darstellung
25 einer 3D-Szene in einem 2D-Modus in das steuerbare Material der Beugungseinrichtung eingeschrieben.

Die Beugungseinrichtung kann beispielsweise mindestens eine steuerbare Flüssigkristall-Schicht (Liquid Crystal, LC) als steuerbares Material enthalten, oder eine Schicht eines festen Kristalls, in dem der Brechungsindex steuerbar ist.

30 Ein Betrachterfenster kann mit einem zweidimensional angesteuerten Beugungsgitter an lateral und/oder axial unterschiedlichen Augenpositionen erzeugt werden.

Eine vorgegebene Größe bzw. Breite des Betrachterfensters mit z.B. 2 bis 3 cm für einen 3D Modus kann in mindestens axialer Richtung bei einer Abstandsänderung der Augenposition unveränderbar eingehalten werden. Ein Betrachterfenster ist erfindungsgemäß mit einer als Beugungsgitter eingeschriebenen Streufunktion für
5 jeweils erfasste Augenpositionen ansteuerbar erzeugbar.

Die Erfindung umfasst weiterhin ein Display mit einer Lichtmodulationsvorrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei stereoskopische und/oder holographische Bildinhalte in der Lichtmodulationsvorrichtung steuerbar darstellbar sind.

10 Die Kombination einer steuerbaren Größenänderung eines Betrachterfensters und einer Änderung des Darstellungsmodus in einem erfindungsgemäßen Display mit einer das Licht refraktiv und diffraktiv beeinflussenden steuerbaren Einrichtung ermöglicht es, die Anzahl optischer Mittel im Display vorteilhaft verringern zu können.

Die Erfindung wird anhand von Zeichnungen näher dargestellt und erläutert. In den
15 Zeichnungen zeigen in schematischer Darstellung:

Fig. 1a in Draufsicht eine Lichtmodulationseinrichtung eines Displays mit Betrachterfenstern, deren Breite proportional zum Abstand verändert ist, nach dem Stand der Technik,

20 Fig. 1b in Draufsicht eine Lichtmodulationseinrichtung mit erzeugten Betrachterfenstern, deren Breite dem Abstand angepasst ist, gemäß der Erfindung,

Fig. 2a, 3a, 4a Beispiele von Phasenverläufen, mit denen unterschiedliche Größen von Betrachterfenstern steuerbar sind, gemäß der Erfindung,

25 Fig. 2b, 3b, 4b Beispiele von vorgebbaren horizontalen Intensitätsverteilungen für vorgegebene Größen von Betrachterfenstern, gemäß der Erfindung, und

Fig. 5 ein Schema eines iterativen Transformationsverfahrens zum Ermitteln von Steuerwerten für einen Phasenverlauf, mit dem eine Streufunktion steuerbar einschreibbar ist.

In den Figuren sind gleiche Komponenten eines 3D Displays mit denselben Bezugszeichen gekennzeichnet. Das 3D Display kann jeweils ein holographisches oder autostereoskopisches Display sein.

Die Erfindung geht davon aus, dass durch eine Beugungseinrichtung geführte
5 Lichtbündel mittels Brechungsindexmodulation in einer angesteuerten Schicht der Beugungseinrichtung mit einer Prismen- und/oder einer Linsen- und einer Streufunktion moduliert werden können. Mit diesen Funktionen kann Licht mindestens eindimensional in eine vorgegebene Richtung ausgebreitet bzw. abgelenkt werden. Die Ausbreitung bzw. Ablenkung von Lichtbündeln kann
10 festgelegt werden, indem diese Funktionen in der angesteuerten Schicht, z.B. einem Flüssigkristall (LC) Material, mit Spannungsverläufen als Beugungsgitter mindestens eindimensional steuerbar einschreibbar sind.

Die Beugungseinrichtung weist zum Steuern des steuerbaren Materials ein Elektrodenfeld mit einer Vielzahl von Elektroden auf, die parallel nebeneinander
15 angeordnet und streifen- oder linienförmig ausgestaltet sind.

Das Display umfasst weiterhin eine Lichtmodulationsvorrichtung, mit der auftreffende, mindestens teilkohärente Lichtbündel mit kodierten stereoskopischen oder holographischen Bildern einer 3D Szene bei Ansteuerung mit einer Steuereinrichtung modulierbar sind. Die 3D Szene ist mit einem holographischen
20 Display holographisch rekonstruierbar, oder in einem autostereoskopischen Display dreidimensional wahrnehmbar.

Fig. 1a und 1b zeigen in Draufsicht in schematischer Darstellung ein Display mit Betrachterfenstern unterschiedlicher Größe, das ein holographisches oder autostereoskopisches 3D Display sein kann.

25 In Fig. 1a ist ein Display D mit Betrachterfenstern SP1, SP2 dargestellt, die eine vorgegebene Größe oder vorgegebene horizontale Breite an einer Augenposition entsprechend einem Abstand d_1 und eine proportional veränderte Größe oder horizontale Breite SP1', SP2' entsprechend einem anderen Abstand d_2 aufweisen. Im Abstand d_2 sind die Betrachterfenster so groß, dass sie überlappen können.
30 Betrachteraugen an der Augenposition d_2 würden dann ein störendes Übersprechen vom linken Bildinhalt in das rechte Betrachterfenster, und umgekehrt, wahrnehmen.

Dieses Übersprechen würde die 3D-Qualität verringern. Dies ist aus dem Stand der Technik bekannt.

Die Zentren der Betrachterfenster SP1, SP2, und bevorzugt die Augen, weisen einen typischen Abstand von ca. 65 mm auf. Die Betrachterfenster sollten eine optimale
5 Breite von jeweils 2 – 3 cm aufweisen, mit denen eine 3D Szene im 3D-Darstellungsmodus in einem holographischen oder autostereoskopischen Display optimal wahrnehmbar ist.

Das in Fig. 1b dargestellte erfindungsgemäße Display D weist mindestens eine ansteuerbare Lichtmodulationsvorrichtung und eine Steuereinrichtung auf, mit der ein
10 steuerbarer räumlicher Lichtmodulator und mindestens eine steuerbare Beugungseinrichtung ansteuerbar sind. Die angegebenen Komponenten sind in der Figur nicht im Einzelnen dargestellt.

Die Beugungseinrichtung kann ein steuerbares Material, z.B. ausgerichtete steuerbare Flüssigkristall (LC) Moleküle, aufweisen, das mit Elektroden steuerbar ist.
15 Das Ansteuern des Beugungsgitters soll bevorzugt mittels linearer, parallel nebeneinander angeordneter Elektroden, die eine Matrix bilden können, erfolgen. An jede Elektrode kann eine Spannung angelegt und somit ein Spannungsprofil erzeugt werden. Die LC Moleküle orientieren sich in Abhängigkeit von der Spannung und erzeugen somit ein Brechungsindexprofil. Durch die eingestellte Orientierung können
20 die durch die Beugungseinrichtung durchtretenden Lichtbündel entsprechende Phasenänderungen aufweisen.

Aus der ermittelten Augenposition werden das Brechungsindexprofil und daraus die Spannung für jede Elektrode berechnet, die nötig sind, um die Lichtbündel entweder
25 so abzulenken, dass das Betrachterfenster an der erfassten Augenposition erzeugbar ist. Weiterhin kann zusätzlich ein Phasenverlauf für eine Streufunktion so gesteuert werden, dass mit den Lichtbündeln die Größe des Betrachterfensters für diese erfasste Augenposition steuerbar anpassbar ist.

Dabei kann das steuerbare Material mit einer variierbaren Anzahl von Elektroden so angesteuert werden, dass die Streufunktion mit einem Phasenverlauf mit örtlich
30 wechselbarer Frequenz mindestens eindimensional als Beugungsgitter einschreibbar ist.

Die Größe des Betrachterfensters kann auch mit einem zweidimensional angesteuerten Beugungsgitter an lateral und/oder axial unterschiedlichen Augenpositionen erzeugt werden.

Mit den durchtretenden Lichtbündeln können entsprechend Fig. 1b zwei
5 Betrachterfenster SP1'' und SP2'' im Abstand d_2 vom Display D gemäß der Erfindung mit einer optimalen vorgegebenen Größe erzeugt werden, die nicht überlappen können. Das Wahrnehmen einer 3D-Szene im 3D Modus ist ohne störendes Übersprechen möglich, wobei unter dem 3D Modus der dreidimensionale Darstellungsmodus des Displays zu verstehen ist.

10 Liegen von der darzustellenden Szene keine rechten und linken Stereobilder vor, oder kann nicht schnell genug für alle Betrachter ein vorgegebener 3D Modus von der Steuereinrichtung angesteuert werden, kann ein 2D Modus im Betrachterfenster durch veränderte Ansteuerung der Beugungseinrichtung realisiert werden. Dafür ist ein Beugungsgitter einzuschreiben, mit dem für durchtretende Lichtbündel ein
15 Streuwinkel vorgebar ist, mit dem ein beide Augen eines Betrachters überdeckendes Betrachterfenster erzeugbar ist.

So ist erfindungsgemäß durch Ändern einer in ein steuerbares Material eindimensional einzuschreibenden Streufunktion eine 3D/2D Umschaltung für mindestens einen Betrachter mit dem Betrachterfenster ausführbar.

20 Ein Display kann in einer Ausbildung eine Lichtmodulationsvorrichtung aufweisen, bei der ein angesteuerter Streuwinkel für den 2D Modus für ein zweites ermitteltes Augenpaar ansteuerbar einschreibbar ist, während der 3D Modus für ein erstes ermitteltes Augenpaar erhalten bleiben soll. Stereoskopische oder holographische Bilder werden im Lichtmodulator sequentiell angezeigt und können gemeinsam für
25 die Betrachterfenster, die für den ersten und den zweiten Betrachter durch Ansteuerung des Beugungsgitters unterschiedlich groß erzeugbar sind, genutzt werden.

Eine Linsenfunktion wird mit einem sphärischen Phasenverlauf als Beugungsgitter geschrieben, während eine Prismenfunktion mit einem linearen Phasenprofil als
30 Beugungsgitter geschrieben wird. Eine Streufunktion kann gemäß der Erfindung mit

Phasenwerten geschrieben werden, die durch zwei verschiedene Verfahren berechenbar sind.

In einem ersten Verfahren werden Zufallsphasenwerte zum Ansteuern der horizontalen Breite bzw. Größe des Betrachterfensters ermittelt bzw. berechnet. Die Streufunktion kann zusätzlich z. B. in eine Beugungseinrichtung geschrieben werden, in die schon eine Linsen- und/oder eine Prismenfunktion eingeschrieben sein kann. Für die Streufunktion wird eine Folge von Zufallsphasen ausgewählt, die Werte von 0 bis 2π annehmen können und die zufällig aufeinander folgen. Es kann sich auch um eine Folge von Pseudo-Zufallsphasen handeln, bei der die Werte mittels einer Pseudo-Zufallszahlen-Funktion berechnet werden.

Die Größe, oder wenigstens die horizontale Breite, des Betrachterfensters kann durch die Frequenz der Zufallsphasenfolge bzw. mit der Zufallsphasenfolge steuerbare Phasenhübe eingestellt werden. Eine maximale horizontale Breite kann durch Ändern der Phase um einen zufälligen Wert von einer Elektrode zur nächsten benachbarten Elektrode gesteuert werden. Die Berechnung der horizontalen Breite kann auf einfache Weise folgendermaßen erfolgen:

Nach der Formel für die Lichtbeugung $\sin(\theta) = \lambda/p$ für eine Wellenlänge $\lambda = 532$ nm und eine Periode $p = 1$ μm der Elektroden erhält man beispielsweise einen Streuwinkel von $\theta = 32^\circ$. Aus dem Streuwinkel θ ergibt sich die maximale Breite w des Betrachterfensters mittels $w = \tan(\theta) * d$, wobei d der Abstand zwischen der Beugungseinrichtung, bzw. dem 3D Display in Fig. 1b, und der Betrachterebene ist. In diesem Beispiel erhält man eine horizontale Breite $w = 0.44$ m für einen Abstand $d = 0.7$ m. Die Breite w wird vom Zentrum des Betrachterfensters bis zum Rand gemessen, an dem die Intensität auf Null abfällt. Dies gilt für einen Füllfaktor 1 der Beugungseinrichtung, d.h. die Beugungseinrichtung hat keine nicht-transparenten Bereiche.

Eine geringere horizontale Breite w kann beispielsweise erreicht werden, indem eine kleinere Frequenz der Zufallsphasenfolge bzw. mit der Zufallsphasenfolge steuerbare kleinere Phasenhübe einstellbar sind. Hierbei wird beispielsweise die Phase nicht zur nächsten, sondern erst zur übernächsten Elektrode um einen zufälligen Wert geändert. In diesem Beispiel würde sich mit den oben genannten Zahlen und $p = 2$ μm die Breite w des Betrachterfensters auf $w = 0.19$ m ungefähr

halbieren. Die Phasenänderung kann auch so steuerbar sein, dass eine vorgebbare Anzahl von Elektroden, z.B. zwei oder mehr benachbart zueinander angeordnete Elektroden, mit der gleichen Zufallsphasenfolge steuerbar ist.

5 Für jede anzusteuernde Elektrode der Beugungseinrichtung werden die Phasenwerte der Linsen-, Prismen- und Streufunktion zu einem Gesamtwert addiert, wenn diese Funktionen gleichzeitig als ein Beugungsgitter angesteuert werden sollen. Wenn der Gesamtwert nicht im Wertebereich zwischen 0 und 2π liegt, wird so oft 2π addiert oder subtrahiert, bis der Gesamtwert im Wertebereich zwischen 0 und 2π liegt. An die Elektrode wird solch eine Spannung angelegt, dass das Beugungsgitter an der
10 entsprechenden Position die Phase um diesen Gesamtwert moduliert.

Ein für die Streufunktion angesteuerte Beugungsgitter weist Phasenhübe auf, die mit wechselbaren Frequenzen abhängig von einem Abstand der erfassten Augenposition ansteuerbar eingeschrieben sind. Mit den Phasenhüben sind für durchtretende Lichtbündel Streuwinkel einstellbar, mit denen die Größe des Betrachterfensters
15 mindestens horizontal bei Ansteuerung abhängig von einem Abstand der erfassten Augenposition zum Lichtmodulator änderbar ist. Weiterhin muss außerdem der mit dem Betrachterfenster darzustellende Modus der 3D Szene vorgegeben sein.

Die Steuerung der horizontalen Breite des Betrachterfensters ist in Fig. 2 und 3 dargestellt. Fig. 2a zeigt beispielhaft die Phasenwerte φ als Funktion der x-Koordinate x_{LCG} , die als Beugungsgitter eingeschrieben sind. Fig. 2b zeigt die
20 Intensitätsverteilung I des Betrachterfensters als Funktion der x-Koordinate x_{Ob} in der Betrachterebene für eine Augenposition. Die Phasenwerte sind hochfrequent zwischen Null und 2π berechnet, wobei ein breites Betrachterfenster steuerbar ist.

Fig. 3a und 3b zeigen im gleichen Maßstab wie in Fig. 2a den im Beugungsgitter eingeschriebenen Phasenwerteverlauf und die Intensitätsverteilung I des
25 Betrachterfensters, wobei die Phasenwerte mit einem Frequenzspektrum mit kleineren Frequenzen zwischen Null und 2π berechenbar sind. Die Anzahl der Phasenhübe (Fig. 3a) für das Betrachterfenster in Fig. 3b ist kleiner als in Fig. 2a. Mit diesen Phasenhüben ist ein Betrachterfenster ansteuerbar, dessen Größe für eine
30 neue Augenposition nur geringfügig änderbar ist. Durch die Wahl des Frequenzspektrums ist die Größe des Betrachterfensters in der Betrachterebene, bei vorgegebener Wellenlänge des Lichts, änderbar.

Durch Wahl einer maximalen Frequenz und/oder eines Wertespektrums für die Zufallsphasen lassen sich die Phasenhübe, und damit die Streuwinkel für die Lichtbündel steuern. Mit Phasenhüben, die aus einem Phasenverlauf mit einem kleinen Wertespektrum und/oder einer niedrigen maximalen Frequenz resultieren, kann ein neu anzusteuernendes Betrachterfenster wertmäßig nur gering verändert, verbreitert oder verkleinert, werden. Damit sind die Zufallsphasen zum Ändern der Größe des Betrachterfensters an wechselnde Abstände zwischen dem Display und der Betrachterebene vorteilhaft anzuwenden.

Unter hochfrequenten Phasenhüben ist eine Folge von eingeschriebenen Phasenwerten zu verstehen, die örtlich begrenzt eine große Anzahl von wechselnden Phasenwerten aufweist (Fig. 2a). Bei niedrigfrequenten Phasenhüben ist die Anzahl wechselnder Phasenwerte für diesen örtlich begrenzten Bereich vergleichsweise geringer (Fig. 3a).

Fig. 4a und 4b zeigen eine alternative Darstellung für ein angesteuertes Beugungsgitter, mit dem die Breite des Betrachterfensters verringert werden kann. Anstatt die maximale Frequenz der Phasenwerte zu verringern, kann das Wertespektrum der Phasenwerte verringert werden. Der maximale Phasenwert ist in Fig. 4a z.B. π anstatt 2π wie in Fig. 2a.

Diese Beispiele sollen das Verfahren der mathematischen Berechnung von Zufallszahlen, die von der optischen Wirkung her mit Zufallsphasenwerten als Beugungsgitter zur Steuerung der Größe oder horizontalen Breite des Betrachterfensters einschreibbar sind, verdeutlichen. Dieses Verfahren hat den Vorteil eines geringen Rechenaufwands, führt jedoch zu einer nicht scharf begrenzten Intensitätsverteilung des Betrachterfensters, die einer Gauss-Funktion ähnelt.

Die Berechnungszeit kann weiter verringert werden durch Auslesen der Phasenwerte aus z.B. Tabellen, in denen für Koordinaten von möglichen Positionen von Betrachteraugen entsprechende Phasenwerte als Steuerwerte gespeichert sind.

Die Phasenverläufe einer in die Beugungseinrichtung einzuschreibenden Streufunktion zum Steuern der Größe bzw. horizontalen Breite des Betrachterfensters können mit einem zweiten Verfahren unter Verwendung iterativer

Fouriertransformationen ermittelt werden. Dieses Verfahren benötigt einen größeren Rechenaufwand als das erste Verfahren, jedoch ist ein Betrachterfenster erzeugbar, das eine vorgebbare Intensitätsverteilung mit genau definierten Grenzen für mindestens ein Betrachterauge aufweist.

- 5 Die Streufunktion kann mittels Fouriertransformation für eine vorgebbare Intensitätsverteilung an mindestens einer Augenposition in der Betrachterebene berechnet werden. Da mit dem eingeschriebenen Beugungsgitter nur die Phase des einfallenden Lichts verändert werden kann, sollten nur reine Phasenwerte mit konstanter Amplitude berechnet und geschrieben werden. Die Berechnung dieser
- 10 Phasenwerte mit der iterativen Fouriertransformation (IFT) erfordert bekanntermaßen, Fouriertransformationen und inverse Fouriertransformation zwischen der Ebene der Beugungseinrichtung und der Betrachterebene bis zum Erreichen eines Abbruchkriteriums durchzuführen.

Der Ablauf des iterativen Fouriertransformationsverfahrens ist in Fig. 5 schematisch

15 dargestellt und wird nachfolgend kurz erläutert. Transformationen und Rücktransformationen von Matrixwerten, die in zwei Matrizen M1 und M2 vorliegen, werden mit vier Berechnungsschritten eines iterativen Berechnungsvorgangs ausgeführt. Die iterativen Berechnungsvorgänge werden mehrmals wiederholt, wobei die Matrizen M1 und M2 die gleiche Anzahl von komplexen Matrixwerten enthalten.

20 Die Beträge der Matrixwerte von M1 sind die Quadratwurzel der Intensitätsverteilung in der Betrachterebene. Die Phasen der Matrixwerte der Matrix M2 sind die Phasenverteilungen im Beugungsgitter der Beugungseinrichtung. Die Berechnung der Matrizen M1 und M2 kann mit einer ein- oder zweidimensionalen Werteverteilung durchgeführt werden. Die Intensitätsverteilung in der Betrachterebene ist mit einer

25 eindimensionalen Werteverteilung in einer Richtung steuerbar. Wenn zwei Beugungsgitter eindimensional (oder auch ein zweidimensionales Beugungsgitter) in die Ebene der Beugungseinrichtung gekreuzt, das heißt, mit einem 90° Winkel zueinander, ansteuerbar eingeschrieben sind, ist die Intensitätsverteilung der gestreuten Lichtbündel in der Betrachterebene in zwei laterale Richtungen steuerbar.

30 In den Beträgen der komplexen Matrixwerte von M1 sind Amplitudenwerte am Beginn der Iteration enthalten, wobei die Quadratwurzel der Amplitudenwerte der in der Betrachterebene vorgegebenden Intensitätsverteilung entspricht und die Sollwerte von M1 darstellen. Die vorgegebende Intensitätsverteilung wird an den

Abtastpunkten der Matrix M1 berechnet. Die Phasen der Matrixwerte von M1 werden auf beliebige Werte gesetzt. Die vier iterativ zu wiederholenden Berechnungsschritte enthalten im Einzelnen:

S1: eine Fouriertransformation FT von Matrix M1 zu Matrix M2

5 S2: Setzen der Beträge der Matrixwerte von M2 auf den Wert 1, die Phasen der Matrixwerte von M2 werden unverändert gelassen

S3: eine Inverse Fouriertransformation FT' von Matrix M2 zu Matrix M1

S4: Setzen der Beträge der Matrixwerte von M1 auf die Sollwerte, die Phasen der Matrixelemente von M1 werden unverändert gelassen

10

Die vier Berechnungsschritte werden iterativ wiederholt, wobei die Beträge der Matrixwerte von M1 immer mehr den Sollwerten angenähert werden. Die Iteration wird abgebrochen, wenn die aktuellen Amplitudenwerte nur geringfügig von den Sollwerten abweichen, beispielsweise weniger als 10% vom Abbruchkriterium
15 abweichen. Die nach Abbruch der Iteration vorliegenden Matrixwerte von M2 werden dann zur Ansteuerung der Elektroden verwendet, um einen Streuwinkel und somit ein Betrachterfenster von vorgegebener Größe bzw. horizontaler Breite in einem vorgegebenem Abstand erzeugen zu können.

20

Wenn die Betrachtenebene nicht die Fourierebene des Beugungsgitters ist, wird anstelle der Fouriertransformation FT bzw. der inversen Fouriertransformation FT' eine Fresneltransformation zur Berechnung verwendet. Die Transformationen unterscheiden sich in einem sphärischen Phasenverlauf bzw. in einem inversen sphärischen Phasenverlauf, der vom Abstand der Betrachtenebene zur Fourierebene des Beugungsgitters abhängt.

25

Mit dem IFT-Verfahren werden die Ansteuerwerte des Beugungsgitters berechnet, mit denen ein Betrachterfenster mit einer vorgegebenen Intensitätsverteilung erzeugbar ist. Insbesondere kann damit ein Betrachterfenster mit einer bevorzugten Breite von ca. 2 cm - 3 cm und einem vorteilhafterweise rechteckigen Intensitätsverlauf durch Ansteuerung von Gitterfunktionen erzeugt werden. Wird ein
30 mit dem IFT-Verfahren berechnetes und den daraus resultierenden Phasenwerten erzeugtes Betrachterfenster an jedem Auge eines Betrachters positioniert, können die Augen mit verschiedenen Intensitätsverteilungen homogen beleuchtet und das

Übersprechen von Licht bzw. Bildinhalten auf nicht erfasste Betrachteraugen verringert werden.

Das IFT-Verfahren kann im Display in Echtzeit verwendet werden. Die Matrixwerte der Matrix M_2 sind für verschiedene Intensitätsverteilungen in der Betrachterebene des 3D Displays vorteilhafterweise im Voraus berechenbar und in einer Tabelle
5 speicherbar, aus der sie dann bei Bedarf auslesbar sind.

Alternativ können zur Verbreiterung des Betrachterfensters Lichtquellen defokussiert „abgebildet“ werden. Hierzu wird eine Linsenfunktion mit solch einer Brennweite in die Beugungseinrichtung ansteuerbar eingeschrieben, dass die Lichtquellen in
10 inkohärenter Richtung in eine Ebene nahe der Betrachterebene abgebildet werden. Somit sind sie in der Betrachterebene unscharf wahrnehmbar, und die Größe des Betrachterfensters ist in der inkohärenten Richtung vergrößerbar.

Zusätzliche optische Streuelemente oder Umschaltelemente für eine 3D/2D Umschaltung können mit der Erfindung vorteilhaft vermieden werden.

15

Patentansprüche

1. Lichtmodulationsvorrichtung für ein Display, das zum Darstellen einer 3D Szene in einem 3D Modus und einem 2D Modus ansteuerbar ist, mit einem steuerbaren räumlichen Lichtmodulator und mindestens einer ansteuerbaren Beugungseinrichtung, die mit einer Steuereinrichtung ansteuerbar sind, wobei ein Betrachterfenster mit kohärenten Lichtbündeln an wechselnden Augenpositionen erzeugbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Beugungseinrichtung Elektroden und ein steuerbares Material aufweist, in das eine Prismen- und/oder Linsenfunktion und eine Streufunktion als Beugungsgitter mit einem Phasenverlauf mindestens eindimensional steuerbar einschreibbar sind, wobei das Beugungsgitter der Streufunktion Phasenhübe aufweist, die mit wechselbaren Frequenzen abhängig zu einem Abstand der erfassten Augenposition angesteuert sind, für welche die vorgegebene Größe des Betrachterfensters für einen vorgegebenen Darstellungsmodus ansteuerbar ist.
2. Lichtmodulationsvorrichtung nach Anspruch 1, bei der die Lichtbündel Streuwinkel aufweisen, die mit einer variierbaren Anzahl von gleichzeitig anzusteuernenden Elektroden änderbar sind.
3. Lichtmodulationsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, bei der die Phasenhübe mit einer Folge von Zufallsphasenwerten steuerbar sind, die mit der Steuereinrichtung aus einem Raumfrequenz- und/oder Wertespektrum auswählbar sind.
4. Lichtmodulationsvorrichtung nach Anspruch 3, bei der das maximale Wertespektrum der Phasenwerte zum Ändern der Größe des Betrachterfensters verringert ist.
5. Lichtmodulationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der Phasenwerte aus Tabellen, in denen für Koordinaten von möglichen Positionen von Betrachteraugen entsprechende Phasenwerte als Steuerwerte gespeichert sind, auslesbar sind.

6. Lichtmodulationsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, bei der die Streufunktion als Beugungsgitter in die ansteuerbare Beugungseinrichtung mit Phasenwerten steuerbar einschreibbar ist, die mit dem Verfahren der iterativen Fouriertransformation berechenbar sind.

5

7. Lichtmodulationsvorrichtung nach Anspruch 6, bei der die Berechnung der iterativen Fouriertransformation mit komplexen Matrixwerten erfolgt, die mindestens eine eindimensionale Werteverteilung aufweisen, mit denen mindestens ein Beugungsgitter in die ansteuerbare Beugungseinrichtung in mindestens eine Richtung steuerbar einschreibbar ist, das eine vorgegebene Intensitätsverteilung aufweist.

10

8. Lichtmodulationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei der die Größe des Betrachterfensters mindestens eindimensional durch das Einschreiben der Streufunktion in die Beugungseinrichtung, oder durch ein defokussiertes Abbilden von Lichtquellen steuerbar ist, wobei für eine Ebene nahe der Betrachterebene ein sphärischer Phasenverlauf als Beugungsgitter in die ansteuerbare Beugungseinrichtung steuerbar einschreibbar ist.

15

9. Lichtmodulationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei welcher die Streufunktion als Beugungsgitter mit einem Phasenverlauf einschreibbar ist, mit dem Streuwinkel zum Erzeugen eines Betrachterfensters für die Betrachteraugen eines Betrachters ansteuerbar sind, für den ein 2D Darstellungsmodus von der Steuereinrichtung vorgegeben ist.

20

10. Lichtmodulationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei welcher eine Streufunktion für den 2D Modus für lokal erfasste Augenpositionen eines Betrachters ausgebildet ist, während der 3D Modus für andere Augenpositionen von anderen Betrachtern erhalten bleibt.

25

11. Display mit einer Lichtmodulationsvorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei stereoskopische und/oder holographische Bildinhalte in der Lichtmodulationsvorrichtung steuerbar darstellbar sind.

12. Display nach Anspruch 11, bei dem die Lichtmodulationsvorrichtung eine Beugungseinrichtung aufweist, mit der Betrachterfenster für mindestens zwei Betrachter ansteuerbar sind, wobei beim Betreiben des Displays im 3D-Modus die Größe der zwei Betrachterfenster für Augenpositionen zum Darstellen einer 3D
- 5 Szene gleichzeitig steuerbar änderbar sind.

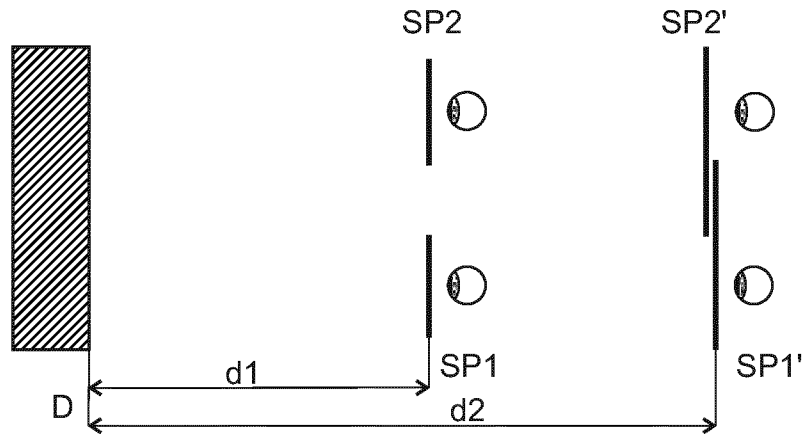


Fig. 1a
Stand der Technik



Fig. 1b

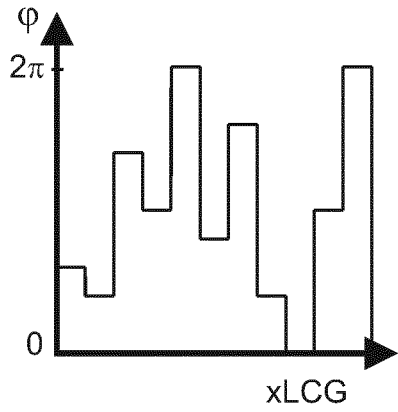


Fig. 2a

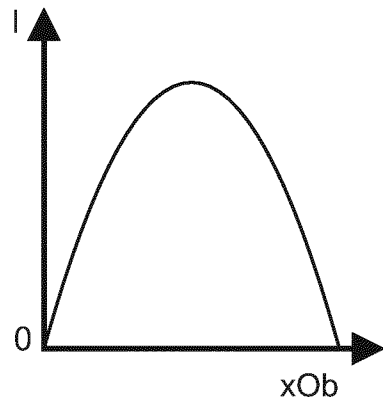


Fig. 2b

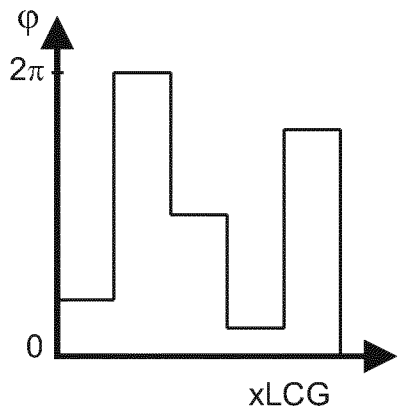


Fig. 3a

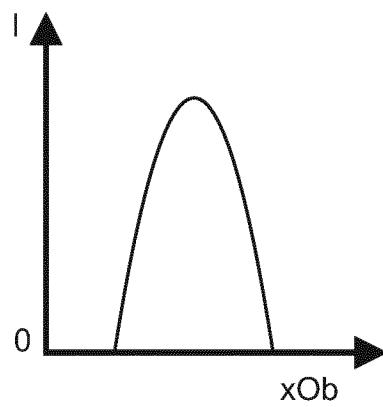


Fig. 3b

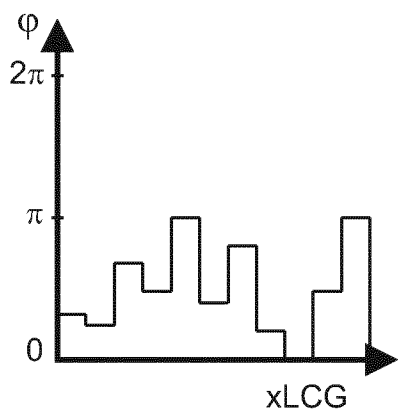


Fig. 4a

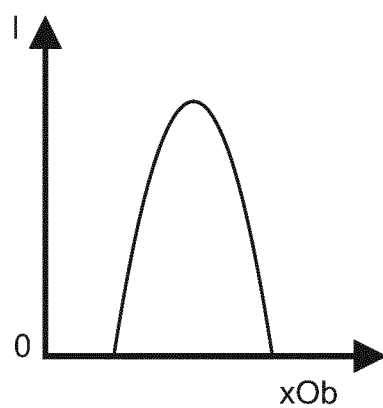


Fig. 4b

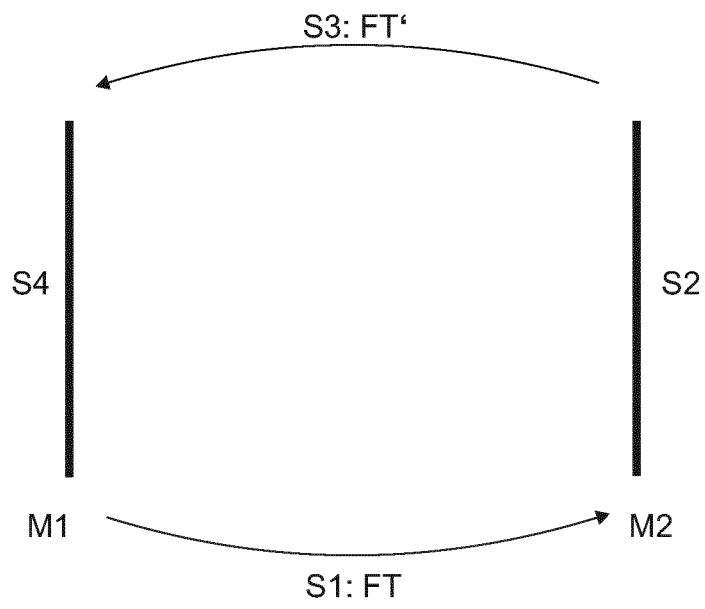


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/072359

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G02F1/29 G03H1/04 H04N13/04
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)
H04N G03H G02F

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, 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	WO 2008/049916 A1 (SEEREAL TECHNOLOGIES SA [LU]; KROLL BO [GB]; HAEUSSLER RALF [DE]; SCHW) 2 May 2008 (2008-05-02) pages 37,38	1,2,9, 11,12
X	WO 2010/066700 A2 (SEEREAL TECHNOLOGIES SA [LU]; FUETTERER GERALD [DE]; REICHELSTEPHAN) 17 June 2010 (2010-06-17) pages 1, 9-18	1,2,9, 11,12
A	US 2005/017925 A1 (BIRDWELL WILLIAM A [US]) 27 January 2005 (2005-01-27) the whole document	1-12
A	US 2008/239420 A1 (MCGREW STEPHEN PAUL [US]) 2 October 2008 (2008-10-02) the whole document	1-12
	----- -/--	

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 document 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 26 March 2012	Date of mailing of the international search report 03/04/2012
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 Aichmayr, Günther

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/072359

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 833 183 A1 (SHARP KK [JP]) 1 April 1998 (1998-04-01) the whole document -----	1-12
A	US 2010/060983 A1 (WU SUNG-YANG [TW] ET AL) 11 March 2010 (2010-03-11) the whole document -----	1-12
A	US 2002/126389 A1 (MOSELEY RICHARD ROBERT [GB] ET AL) 12 September 2002 (2002-09-12) the whole document -----	1-12
A	WYROWSKI F ET AL: "ITERATIVE FOURIER-TRANSFORM ALGORITHM APPLIED TO COMPUTER HOLOGRAPHY", JOURNAL OF THE OPTICAL SOCIETY OF AMERICA A, OPTICAL SOCIETY OF AMERICA, US, vol. 5, no. 7, 1 July 1988 (1988-07-01), pages 1058-1065, XP000024261, ISSN: 1084-7529 the whole document -----	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2011/072359

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2008049916	A1	02-05-2008	CN 101568888 A 28-10-2009
			EP 2084578 A1 05-08-2009
			JP 2010507954 A 11-03-2010
			US 2010097439 A1 22-04-2010
			WO 2008049916 A1 02-05-2008

WO 2010066700	A2	17-06-2010	DE 102008054438 A1 24-06-2010
			TW 201044013 A 16-12-2010
			US 2011235145 A1 29-09-2011
			WO 2010066700 A2 17-06-2010

US 2005017925	A1	27-01-2005	NONE

US 2008239420	A1	02-10-2008	US 2008239420 A1 02-10-2008
			US 2011286063 A1 24-11-2011

EP 0833183	A1	01-04-1998	DE 69729617 D1 29-07-2004
			DE 69729617 T2 30-06-2005
			EP 0833183 A1 01-04-1998
			GB 2317710 A 01-04-1998
			JP 10142572 A 29-05-1998
			US 5969850 A 19-10-1999

US 2010060983	A1	11-03-2010	CN 101668220 A 10-03-2010
			TW 201011346 A 16-03-2010
			US 2010060983 A1 11-03-2010

US 2002126389	A1	12-09-2002	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G02F1/29 G03H1/04 H04N13/04 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H04N G03H G02F		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2008/049916 A1 (SEEREAL TECHNOLOGIES SA [LU]; KROLL BO [GB]; HAEUSSLER RALF [DE]; SCHW) 2. Mai 2008 (2008-05-02) Seiten 37,38 -----	1,2,9, 11,12
X	WO 2010/066700 A2 (SEEREAL TECHNOLOGIES SA [LU]; FUETTERER GERALD [DE]; REICHELSTEPHAN) 17. Juni 2010 (2010-06-17) Seiten 1, 9-18 -----	1,2,9, 11,12
A	US 2005/017925 A1 (BIRDWELL WILLIAM A [US]) 27. Januar 2005 (2005-01-27) das ganze Dokument -----	1-12
A	US 2008/239420 A1 (MCGREW STEPHEN PAUL [US]) 2. Oktober 2008 (2008-10-02) das ganze Dokument -----	1-12
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, 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 anderen 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		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
26. März 2012		03/04/2012
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 Aichmayr, Günther

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 833 183 A1 (SHARP KK [JP]) 1. April 1998 (1998-04-01) das ganze Dokument -----	1-12
A	US 2010/060983 A1 (WU SUNG-YANG [TW] ET AL) 11. März 2010 (2010-03-11) das ganze Dokument -----	1-12
A	US 2002/126389 A1 (MOSELEY RICHARD ROBERT [GB] ET AL) 12. September 2002 (2002-09-12) das ganze Dokument -----	1-12
A	WYROWSKI F ET AL: "ITERATIVE FOURIER-TRANSFORM ALGORITHM APPLIED TO COMPUTER HOLOGRAPHY", JOURNAL OF THE OPTICAL SOCIETY OF AMERICA A, OPTICAL SOCIETY OF AMERICA, US, Bd. 5, Nr. 7, 1. Juli 1988 (1988-07-01), Seiten 1058-1065, XP000024261, ISSN: 1084-7529 das ganze Dokument -----	1-12

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/072359

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2008049916 A1	02-05-2008	CN 101568888 A	28-10-2009
		EP 2084578 A1	05-08-2009
		JP 2010507954 A	11-03-2010
		US 2010097439 A1	22-04-2010
		WO 2008049916 A1	02-05-2008

WO 2010066700 A2	17-06-2010	DE 102008054438 A1	24-06-2010
		TW 201044013 A	16-12-2010
		US 2011235145 A1	29-09-2011
		WO 2010066700 A2	17-06-2010

US 2005017925 A1	27-01-2005	KEINE	

US 2008239420 A1	02-10-2008	US 2008239420 A1	02-10-2008
		US 2011286063 A1	24-11-2011

EP 0833183 A1	01-04-1998	DE 69729617 D1	29-07-2004
		DE 69729617 T2	30-06-2005
		EP 0833183 A1	01-04-1998
		GB 2317710 A	01-04-1998
		JP 10142572 A	29-05-1998
		US 5969850 A	19-10-1999

US 2010060983 A1	11-03-2010	CN 101668220 A	10-03-2010
		TW 201011346 A	16-03-2010
		US 2010060983 A1	11-03-2010

US 2002126389 A1	12-09-2002	KEINE	
