

(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  
26. Juni 2008 (26.06.2008)

PCT

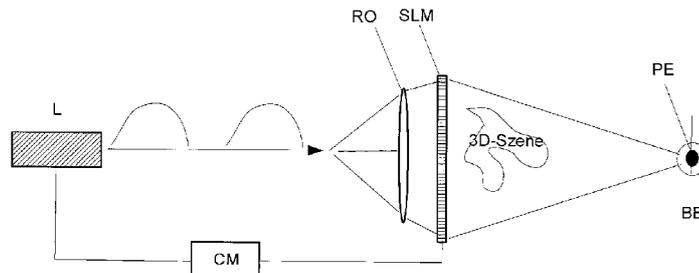
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2008/074628 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
*G03H 1/22* (2006.01) *G03H 1/32* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2007/063246
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
4. Dezember 2007 (04.12.2007)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2006 062 376.2  
19. Dezember 2006 (19.12.2006) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SeeReal Technologies S.A. [LU/LU]; 35, Boulevard du Prince Henri, L-1724 Luxembourg (LU).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): LEISTER, Norbert [DE/DE]; Hermannstädter Str. 23, 01279 Dresden (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, 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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR REDUCING SPECKLE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND EINRICHTUNG ZUM REDUZIEREN VON SPECKLE



Three-dimensional scene

(57) Abstract: The invention relates to a method for reducing speckle patterns of a three-dimensional holographic reconstruction. According to said method, a controllable light modulator (ISLM) into which a hologram of a three-dimensional scene is coded is illuminated by coherent light, a reconstruction lens (RO) transforms the modulated light into an eye position (PE) and reconstructs the three-dimensional scene in a reconstruction space and a control means (CM) controls the illumination. The aim of the invention is to provide a holographic reproduction device in which the speckle patterns occurring during reconstruction of a three-dimensional scene are reduced. Another aim is to provide a next-to-real time method using a carrier medium of conventional image refresh rate. For this purpose, the control means (7) influences the coherent light with respect to at least one of its properties in such a manner that a plurality of complex-value wavefronts which have different wavelengths pass the light modulator and, modulated with the encoded hologram values, are transformed into the eye position through the reconstruction lens and produces a plurality of reconstructions of the same three-dimensional scene in the reconstruction space in the same location, said reconstructions having different speckle patterns and being averaged as a single speckle-reduced reconstruction of the three-dimensional scene.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Reduzieren von Speckle-Mustern einer dreidimensionalen holographischen Rekonstruktion, bei dem ein steuerbarer Lichtmodulator (ISLM) mit kodiertem Hologramm einer 3D-Szene von kohärentem Licht beleuchtet wird, bei dem eine Rekonstruktionsoptik (RO) moduliertes

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2008/074628 A1



GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF,

CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— *mit internationalem Recherchenbericht*

---

Licht in eine Augenposition (PE) transformiert und in einem Rekonstruktionsraum die 3D-Szene rekonstruiert und bei dem ein Steuermittel (CM) die Beleuchtung steuert. Zur Lösung der Aufgabe, in einer holographischen Wiedergabeeinrichtung die bei der Rekonstruktion einer 3D-Szene auftretenden Speckle-Muster zu reduzieren und ein echtzeitnah arbeitendes Verfahren mit einem Trägermedium mit herkömmlicher Bildwiederholfrequenz zu realisieren, beeinflusst das Steuermittel das kohärente Licht in mindestens einer Eigenschaft so, dass mehrere, zueinander unterschiedliche Wellenlängen aufweisende komplexwertige Wellenfronten den Lichtmodulator passieren und, mit den kodierten Hologrammwerten moduliert, durch die Rekonstruktionsoptik in die Augenposition transformiert werden und im Rekonstruktionsraum am gleichen Ort mehrere Rekonstruktionen der gleichen 3D-Szene mit zueinander unterschiedlichen Speckle-Mustern erzeugen, die als eine einzige Speckle-reduzierte Rekonstruktion der 3D-Szene gemittelt werden.

## Verfahren und Einrichtung zum Reduzieren von Speckle

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Reduzieren von Speckle-Mustern einer dreidimensionalen holographischen Rekonstruktion einer dreidimensionalen Szene und eine holographische Wiedergabeeinrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Anwendungsgebiet der Erfindung sind Verfahren, mit denen die Speicherung und Rekonstruktion komplexer Wellenfronten einer dreidimensionalen Szene (3D-Szene) durch Holographie unter Verwendung von vorzugsweisem Laserlicht in Echtzeit oder echtzeitnah in holographischen Wiedergabeeinrichtungen erfolgt und bei denen die Rekonstruktion von einem virtuellen Betrachterfenster aus zu sehen ist.

Die Holographie ermöglicht die Aufzeichnung und die optische Wiedergabe eines dreidimensionalen Objektes oder einer bewegten 3D-Szene mit wellenoptischen Verfahren. Die 3D-Szene ist in einem Lichtmodulator, der als Trägermedium dient, kodiert. Infolge der Beleuchtung mit interferenzfähigen Lichtwellen bildet jeder Punkt der kodierten 3D-Szene einen Ausgangspunkt von Lichtwellen, die miteinander interferieren und als resultierende Lichtwellenfront die 3D-Szene räumlich so rekonstruieren, als ob sie durch eine Lichtausbreitung vom tatsächlichen Objekt im Raum zustande kommen würde. Die holographische Rekonstruktion des Objektes oder der 3D-Szene erfolgt vorzugsweise mit einer Projektionseinrichtung und/oder einer Rekonstruktionsoptik durch Beleuchten des Trägermediums mit normalerweise hinreichend kohärentem Licht.

Im Dokument wird die 3D-Szene in einer holographischen Wiedergabeeinrichtung mit einem Betrachterfenster, das hier ein Sichtbarkeitsbereich in einem Periodizitätsintervall der komplexwertigen Wellenfront in der hinteren Brennebene eines Rekonstruktionsmittels in einem Betrachtterraum ist, rekonstruiert. Vom Betrachterfenster aus sieht ein rechtes bzw. linkes Auge eines Betrachters die Rekonstruktion der 3D-Szene. Dabei ist das Betrachterfenster vor einem Wiedergabemittel größenmäßig vorgegeben und entspricht im Allgemeinen mindestens der Größe einer Augenpupille.

Wellenoptisch gesehen wird das Betrachterfenster entweder als die direkte oder inverse Fourier-Transformierte oder Fresnel-Transformierte eines in ein Trägermedium kodierten Hologramms oder als die Abbildung einer in ein Trägermedium kodierten Wellenfront in einem Betrachtterraum gebildet, wobei das Betrachterfenster nur eine einzige Beugungsordnung einer periodischen Rekonstruktion umfasst. Das Hologramm oder die Wellenfront sind dabei so aus der 3D Szene berechnet, dass innerhalb der einen Beugungsordnung, die als Sichtbarkeitsbereich genutzt wird, jegliches Übersprechen anderer Beugungsordnungen in das Betrachterfenster verhindert wird, das üblicherweise bei Rekonstruktionen unter Verwendung von Lichtmodulatoren auftritt. Kombiniert mit einer Anordnung oder einem Verfahren zum Unterdrücken höherer Beugungsordnungen lassen sich damit im Multiplex-Verfahren nacheinander einem linken und rechten Auge eines Betrachters ohne Übersprechen 3D-Szenen darstellen. Ebenso ist ein Multiplex-Verfahren für mehrere Personen nur dadurch möglich.

Als Träger- oder Aufzeichnungsmedien für Hologramme bzw. komplexwertige Wellenfronten einer 3D-Szene dienen räumliche Lichtmodulatoren, wie beispielsweise LCD, LCoS, usw., welche die Phase und/oder die Amplitude des einfallenden Lichts modulieren. Um bewegte 3D-Szenen darstellen zu können, muss die Bildwiederholfrequenz des Trägermediums aber ausreichend groß sein.

Die im Trägermedium in regulär angeordnete Pixel kodierten Werte können dabei von einem realen Objekt stammen oder ein computergeneriertes Hologramm (CGH) sein.

Das Betrachten der Rekonstruktion der 3D-Szene kann erfolgen, indem der Betrachter direkt auf das Trägermedium schaut. Dies wird in diesem Dokument als Direktsichtaufbau bezeichnet. Alternativ kann der Betrachter auf einen Schirm schauen, auf den entweder eine Abbildung oder eine Transformierte der im Trägermedium kodierten Werte projiziert wird. Dies wird in diesem Dokument als Projektionsaufbau bezeichnet.

Im Folgenden wird sowohl für den Schirm im Projektionsaufbau als auch für das Trägermedium im Direktsichtaufbau die Bezeichnung Bildschirm verwendet.

Die Rekonstruktion des Hologramms ist wegen der diskreten Aufzeichnung beugungsbedingt nur innerhalb eines durch die Auflösung des Trägermediums gegebenen Periodizitätsintervalls der Rekonstruktion einer Wellenfront möglich. In den aneinandergrenzenden Periodizitätsintervallen wird die Rekonstruktion, meist mit Störungen, wiederholt.

Beim Einsatz von kohärentem Laserlicht zum Beleuchten eines Lichtmodulators entstehen störende Muster, die als Speckle-Muster oder auch Granulation bekannt sind. Man versteht darunter ein granulationsartiges Interferenzmuster, das durch Interferenz vieler Lichtwellen mit statistisch unregelmäßig verteilten Phasendifferenzen entsteht.

Bei der Rekonstruktion eines Hologramms wirken sich die Speckle-Muster nachteilig aus. Normalerweise erfolgt zur Hologrammberechnung eine diskrete Abtastung der 3D-Szene, da auf dem Trägermedium nur eine diskrete Aufzeichnung möglich ist. Bestimmte Kodierungsverfahren, bei denen die Information über die 3D-Szene in geeigneter Weise in das Trägermedium eingespeichert ist, ermöglichen prinzipiell eine Rekonstruktion, bei der am Ort der Abtastpunkte selbst die Rekonstruktion mit dem abgetasteten Objekt vollständig übereinstimmt. Die physikalische Rekonstruktion ergibt aber wieder einen kontinuierlichen Verlauf auch zwischen den Abtastpunkten. Dort treten Abweichungen vom Intensitätsverlauf im Objekt auf, wodurch die Rekonstruktion Speckle-Muster enthält, die die Qualität der Rekonstruktion mindern. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn die Berechnung des Hologramms mit einer Zufallsphase der Objektpunkte durchgeführt wird, was aus bestimmten anderen Gründen aber vorteilhaft ist.

Ein Reduzieren der Speckle-Muster bei der Rekonstruktion der 3D-Szene kann prinzipiell durch zeitliche oder/und räumliche Mittelung erreicht werden, wobei die Rekonstruktion aus in ein externes Trägermedium kodierten Werten einer 3D-Szene oder aus in geeigneter Weise berechneten Hologrammwerten erzeugt wird. Dabei mittelt immer das Auge des Betrachters über mehrere ihm dargestellte Rekonstruktionen mit unterschiedlichem Speckle-Muster, wodurch eine Verringerung dieser Störung wahrgenommen wird.

So wird beispielsweise in der DE 195 41 071 A1 zum zeitlichen Ausmitteln der Granulation bei einer Hologrammprüfung eine rotierende rechteckförmige Glasplatte in den Strahlengang gebracht. Sie rotiert dabei mit einer auf die Frequenz eines Detektors abgestimmten Frequenz, wodurch die Speckle nicht mehr störend  
5 erscheinen. Ein solches Verfahren kann jedoch nur zur Verringerung eines zweidimensionalen, ebenen Speckle-Musters angewendet werden, wobei sich die Streuscheibe in der Ebene des Speckle-Musters befinden muss.

Für die zeitliche Mittelung zum Reduzieren von Speckle-Mustern einer 3D-Szene ist es bekannt, die 3D-Szene mit einer vorgegebenen Anzahl von unterschiedlichen  
10 Zufallsphasen zu berechnen und die entsprechenden Hologramme zeitlich schnell nacheinander auf einem Trägermedium darzustellen. Durch die mehrfachen Hologrammberechnungen erhöht sich jedoch die Rechenleistung erheblich und auch die Bildwiederholfrequenz des Trägermediums bei der Darstellung der Hologramme müsste in unerwünschter Weise stark ansteigen.

Weiterhin ist aus der Literatur allgemein bekannt, zur räumlichen Mittelung ein Trägermedium in mehrere unabhängige Bereiche zu unterteilen, in die neben-  
und/oder untereinander eine Wiederholung von aus demselben Objekt mit unterschiedlichen Objektphasen berechneten Teil-Hologrammen eingeschrieben  
20 wird. Das Auge des Betrachters mittelt dann über die unterschiedlichen Speckle-Muster der einzelnen mit einer Fourier-Transformation oder Fresnel-Transformation erzeugten Rekonstruktionen der berechneten Teil-Hologramme, wodurch das resultierende Speckle-Muster dann abgeschwächt erscheint.

Auf ein holographisches Display mit einem Betrachterfenster, dessen Prinzip in der  
25 DE 103 53 439 A1 der Anmelderin beschrieben wird und das dieser Erfindung zugrunde liegt, ist dieses Verfahren aber nicht anwendbar. Hier wird eine komplexwertige Lichtverteilung des Beugungsbildes eines Objektes, z.B. einer 3D-Szene, im Betrachterfenster berechnet. Dazu werden von einzelnen Objektebenen,  
30 in die die 3D-Szene virtuell geschnitten wird, Transformationen vorgenommen und im Betrachterfenster aufsummiert. Die Transformationen entsprechen der optischen Lichtausbreitung zwischen den geschnittenen Objektebenen und der Ebene mit dem Betrachterfenster. Dieses Verfahren führt dazu, dass jedem Objektpunkt ein

begrenzter lokalisierter Bereich auf einem Bildschirm zugeordnet ist, in den die Information für die Rekonstruktion dieses Punktes eingeschrieben ist. Dies ist für eine korrekte Rekonstruktion aus dem Betrachterfenster notwendig.

5 Ein Kodieren von verschiedenen, aus der 3D-Szene berechneten Teil-Hologrammen neben- und/oder untereinander auf dem Bildschirm nach dem Stand der Technik würde dagegen nach sich ziehen, dass auch die einem Objektpunkt zugeordneten Hologrammwerte in unterschiedlichen Bereichen auf dem Bildschirm wiederholt werden. Dies ist nicht mit dem Sichtbarmachen der rekonstruierten 3D-Szene aus dem Betrachterfenster vereinbar. Ein genereller Nachteil einer  
10 räumlichen Wiederholung von Teil-Hologrammen ist außerdem, dass bei gegebenem Trägermedium dessen Auflösung für jedes einzelne Teil-Hologramm reduziert wird.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, in einer holographischen  
15 Wiedergabeeinrichtung mit virtuellem Betrachterfenster die bei der Rekonstruktion einer 3D-Szene auftretenden Speckle-Muster wesentlich zu reduzieren und ein echtzeitnah arbeitendes Verfahren zu schaffen, bei dem ein Trägermedium mit herkömmlicher Bildwiederholfrequenz verwendbar ist.

20 Der Erfindung liegt allgemein ein Verfahren zugrunde, bei dem ein steuerbarer Lichtmodulator, in den ein Hologramm einer 3D-Szene kodiert ist, von hinreichend kohärentem Licht beleuchtet wird, bei dem eine Rekonstruktionsoptik moduliertes Licht in ein Betrachterfenster bzw. eine Augenposition eines Betrachterraums transformiert und in einem Rekonstruktionsraum die 3D-Szene rekonstruiert, und bei  
25 dem die Beleuchtung über ein Steuermittel gesteuert wird.

Das der Erfindung zugrunde liegende Betrachterfenster zum Rekonstruieren der 3D-Szene kann hier auch mit der Augenposition gleich gesetzt werden als der Ort im Betrachterraum, an dem verschiedene Lichtverteilungen der komplexwertigen Wellenfronten des kodierten Hologramms erzeugt werden. Um die rekonstruierte  
30 3D-Szene sehen zu können, müssen sich die Augen eines Betrachters in dieser Augenposition befinden.

Auf der Grundlage dieses Verfahrens wird die Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das Steuermittel das kohärente Licht in mindestens einer Eigenschaft so beeinflusst, dass mehrere, unterschiedliche Wellenlängen aufweisende komplexwertige Wellenfronten den Lichtmodulator passieren, wobei sie mit den  
5 kodierte Hologrammwerten moduliert werden, und die modulierten komplexwertigen Wellenfronten durch die Rekonstruktionsoptik in die Augenposition transformiert werden und im Rekonstruktionsraum am gleichen Ort mehrere Rekonstruktionen der 3D-Szene mit zueinander geringfügig unterschiedlichen Speckle-Mustern erzeugen, die von der Augenposition aus als eine einzige Speckle-  
10 reduzierte Rekonstruktion der 3D-Szene gemittelt werden.

Durch Beeinflussen der Wellenlänge des Lichts können vorteilhaft mehrere, zueinander geringfügig veränderte Rekonstruktionen der gleichen 3D-Szene mit zueinander geringfügig veränderten Speckle-Mustern erzeugt werden.

15 Dazu werden in Ausbildung des Verfahrens nach Anspruch 2 folgende Verfahrensschritte durchgeführt:

- ein vom Steuermittel gesteuertes Beleuchtungsmittel generiert eine zeitlich schnelle Folge von Lichtpulsen zum Beleuchten der Rekonstruktionsoptik und des Lichtmodulators, wobei sich die Lichtpulse in ihren Wellenlängen geringfügig  
20 voneinander unterscheiden,
- die zeitlich schnelle Folge von Lichtpulsen passiert den Lichtmodulator, wobei die komplexwertigen Wellenfronten der Lichtpulse mit den kodierte Hologrammwerten moduliert werden, und
- die zeitlich schnelle Folge der modulierten komplexwertigen Wellenfronten wird in  
25 die Augenposition des Betrachtarraums transformiert und erzeugt mehrere Rekonstruktionen der gleichen 3D-Szene in zeitlich schneller Folge am gleichen Ort im Rekonstruktionsraum.

Das Verfahren kann in weiterer Ausbildung der Erfindung nach Anspruch 3 auch  
30 durch folgende andere Verfahrensschritte durchgeführt werden, um das gleiche Ergebnis zu erhalten:

- mehrere Beleuchtungsmittel strahlen gleichzeitig kohärentes Licht aus, das vom Steuermittel so beeinflusst wird, dass mehrere komplexwertige Wellenfronten mit

zueinander geringfügig unterschiedlichen Wellenlängen gleichzeitig die Rekonstruktionsoptik und den Lichtmodulator beleuchten,

- die zueinander geringfügig unterschiedliche Wellenlängen aufweisenden komplexwertigen Wellenfronten passieren den Lichtmodulator gleichzeitig, wobei sie mit den kodierten Hologrammwerten moduliert werden, und

- mehrere modulierte Wellenfronten werden gleichzeitig in die Augenposition des Betrachterraums transformiert und erzeugen und überlagern gleichzeitig die verschiedenen Rekonstruktionen der gleichen 3D-Szene am gleichen Ort im Rekonstruktionsraum.

10 Dabei werden vorteilhaft Laser als Beleuchtungsmittel verwendet, die in einem räumlichen Verbund so angeordnet sind, dass das kohärente Licht jeweils eines Beleuchtungsmittels mit einer separaten Abbildungsoptik eines Abbildungsmittels in jeweils eine separate Lichtleitfaser abgebildet wird und anschließend in einer einzigen Lichtleitfaser zum gleichzeitigen Beleuchten der Rekonstruktionsoptik und  
15 des Lichtmodulators zusammengeführt wird. Damit wird in einfacher Weise ein Beleuchtungsmittel geschaffen, das kohärentes Licht mit zueinander geringfügig unterschiedlichen Wellenlängen zum gleichzeitigen Beleuchten des Lichtmodulators realisiert.

Die erfindungsgemäßen Verfahren können für jeweils ein rechtes und ein linkes  
20 Auge eines Betrachters separat, zum Beispiel zeitlich nacheinander, durchgeführt werden.

Die verschiedenen Wellenlängen in den genannten Verfahren werden durch das Steuermittel zueinander definiert verändert oder in vorgegebenen Grenzen einer  
25 Zufallsschwankung ausgesetzt.

Eine holographische Wiedergabeeinrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 2 enthält in Lichtrichtung folgende Mittel:

- ein Beleuchtungsmittel, das in zeitlich schneller Folge kohärente Lichtpulse  
30 aussendet, deren Wellenlängen sich geringfügig voneinander unterscheiden, zum Beleuchten einer Rekonstruktionsoptik und eines Lichtmodulators,

- eine Rekonstruktionsoptik zum Transformieren einer zeitlich schnellen Folge von modulierten komplexwertigen Wellenfronten in eine Augenposition in einem

Betrachterraum und zum Erzeugen mehrerer Rekonstruktionen der gleichen 3D-Szene in zeitlich schneller Folge am gleichen Ort in einem Rekonstruktionsraum,

- ein Kodiermittel in Form eines Lichtmodulators, in den ein Hologramm einer 3D-Szene kodiert ist, und

- 5 - ein Steuermittel zum Steuern des Beleuchtungsmittels, des Kodiermittels und der Rekonstruktionsoptik.

Eine andere Ausbildung der erfindungsgemäßen holographischen Wiedergabeeinrichtung enthält nach Anspruch 9 zur Durchführung des Verfahrens in

10 Lichtrichtung folgende Mittel:

- mehrere, gleichzeitig kohärentes Licht aussendende Beleuchtungsmittel, deren Wellenlängen sich geringfügig voneinander unterscheiden, zum gleichzeitigen Beleuchten einer Rekonstruktionsoptik und eines Lichtmodulators,

15 - eine Rekonstruktionsoptik zum gleichzeitigen Transformieren mehrerer modulierter komplexwertiger Wellenfronten eines Hologramms in eine Augenposition eines Betrachtarraums, und zum gleichzeitigen Erzeugen und Überlagern mehrerer Rekonstruktionen der gleichen 3D-Szene am gleichen Ort in einem Rekonstruktionsraum,

20 - ein Kodiermittel in Form eines Lichtmodulators, in den das Hologramm der 3D-Szene kodiert ist,

- ein mehrere, mindestens eindimensional aneinandergrenzend angeordnete Abbildungsoptiken aufweisendes Abbildungsmittel zum Abbilden des kohärenten Lichts der Beleuchtungsmittel in mehrere Lichtleitfasern und

25 - ein Steuermittel zum Steuern der Beleuchtungsmittel, des Kodiermittels und der Rekonstruktionsoptik.

Ein wesentliches Merkmal der Erfindung besteht auch darin, dass die geringfügige Änderung der Wellenlängen im Bereich weniger Nanometer liegt. Schon eine derartige Änderung der Wellenlängen zueinander genügt, um mehrere, geringfügig  
30 zueinander veränderte Rekonstruktionen der gleichen 3D-Szene mit zueinander veränderten Speckle-Mustern im Rekonstruktionsraum zu erzeugen. Das jeweilige Auge des Betrachters mittelt von der Augenposition bzw. vom Betrachterfenster aus

über die Speckle-Muster und sieht nur eine einzige Speckle-reduzierte Rekonstruktion der ursprünglichen 3D-Szene.

Eine holographische Wiedergabeeinrichtung zum Reduzieren der Speckle-Muster ist beispielsweise ein holographisches Display.

- 5 Ein holographisches Display mit Betrachterfenster unterscheidet sich in Bezug auf die Wellenlängenabhängigkeit der holographischen Rekonstruktion deutlich von einem gewöhnlichen Fourier-Hologramm oder einem Fresnel-Hologramm.

10 In einer ebenen Rekonstruktion eines Fourier-Hologramms würde sich mit der Änderung der Wellenlänge des Lichtes die Skalierung der Rekonstruktion verändern. Für größere Wellenlängen würde die gesamte Rekonstruktion größer werden. Einzelne Objektpunkte wären dann relativ zu einer Rekonstruktion mit einer kleineren Wellenlänge lateral verschoben.

15 Bei der Mischung mehrerer Wellenlängen käme es zu einer Speckle-Reduzierung, wenn die Verschiebung der Objektpunkte zueinander größer als die Speckle-Größe ist.

Bei dem holografischen Display mit Betrachterfenster ist es dieses Betrachterfenster, das in der Fourierebene des Hologramms liegt. Eine Änderung  
20 der Wellenlänge führt dann dazu, dass sich die Größe des Betrachterfensters verändert.

Dies hat zunächst folgende Auswirkungen: Befindet sich die Augenpupille unmittelbar am Rand des Betrachterfensters für die größte Wellenlänge, würde der Betrachter nur noch eine Rekonstruktion mit dieser Wellenlänge sehen. Mit der  
25 Augenpupille innerhalb des Betrachterfensters für die kleinste Wellenlänge würde er die Rekonstruktion mit allen Wellenlängen sehen.

Die laterale Position eines rekonstruierten Objektpunktes der 3D Szene verändert sich aber im Gegensatz zu einem normalen Fourier-Hologramm oder Fresnel-Hologramm nicht mit der Wellenlänge.

30 Die einzelnen Objektpunkte sind im Hologramm als Linsen kodiert. In diese Kodierung geht die Wellenlänge ein. Eine kodierte Linse, die bei einer Wellenlänge eine bestimmte Brennweite hat, verändert ihre Brennweite umgekehrt proportional

zur Wellenlänge. Eine Änderung der Wellenlänge führt also dazu, dass sich die Tiefe des rekonstruierten Objektpunktes ändert.

Eine Speckle-Reduzierung unter Nutzung verschiedener Wellenlängen erfolgt also bei einem holographischen Display mit Betrachterfenster über eine Änderung der  
5 Tiefe der Rekonstruktion mit der Wellenlänge.

Inbesondere ergibt sich bei einer Bewegung der Augenpupille im Betrachterfenster, daß außerhalb des Zentrums des Betrachterfensters die Änderung der Tiefe mit der Wellenlänge zu einem Parallaxeneffekt führt. Der Betrachter sieht dann von seiner Augenposition aus die Rekonstruktion der unterschiedlichen Wellenlängen  
10 nebeneinander.

Eine Speckle-Reduzierung ergibt sich insbesondere dann, wenn diese Parallaxe mindestens im Bereich der Speckle-Größe liegt.

Die Speckle-Reduzierung durch Verwendung unterschiedlicher Wellenlängen nimmt dadurch von der Mitte zum Rand des Betrachterfensters hin zu.

15

Der beschriebene Effekt der Speckle-Reduzierung ist kleiner als derjenige bei einem herkömmlichen Fourier-Hologramm.

Daher muss die Änderung der Wellenlängen im Bereich mehrerer Nanometer liegen. Typische Größen können 10 oder auch 20 Nanometer sein.

20

Ein Wellenlängenbereich, der so groß ist, dass er bei einem normalen Fourier-Hologramm zu einer deutlichen Verschmierung der Rekonstruktion führt und so die Qualität mindert, kann bei einem holografischen Display mit Betrachterfenster also zu einer guten Rekonstruktionsqualität mit reduziertem Speckle-Muster führen.

25

Durch eine entsprechende Ausbildung der einzelnen Displaykomponenten, insbesondere der optischen, ist das Display wahlweise sowohl als Projektionsdisplay als auch als Direktsichtdisplay zu realisieren.

Als Beleuchtungsmittel können in den verschiedenen Ausführungsformen der  
30 Erfindung sowohl Laser als auch LEDs verwendet werden. Eine an sich bereits breitbandige Lichtquelle wie eine LED kann auch schon durch ihr Spektrum zur Verringerung von Speckle-Mustern beitragen. Jedoch hat der Laser die Vorteile,

näherungsweise eine punktförmige Lichtquelle zu sein und eine höhere Leistung liefern zu können.

Mit der Erfindung wird als weiterer Vorteil das Hologramm im Gegensatz zum Stand  
5 der Technik nur einmal kodiert und muss nicht mehrmals neu berechnet werden, wodurch sich eine Einsparung von Rechenzeit ergibt.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen näher beschrieben. In den dazugehörigen Zeichnungen zeigen

10

Fig. 1 eine schematische Draufsicht auf ein holographisches  
Direktsichtdisplay in einem ersten Ausführungsbeispiel und  
Fig. 2 eine schematische Draufsicht auf ein holographisches  
Direktsichtdisplay in einem zweiten Ausführungsbeispiel.

15

Bei der Beschreibung der einzelnen Figuren werden für gleiche Komponenten die gleichen Bezeichnungen verwendet.

Das der Erfindung zugrunde liegende Betrachterfenster zum Rekonstruieren der 3D-  
20 Szene entspricht hier dem Sichtbarkeitsbereich mit einer Augenposition als der Ort im Betrachtterraum, an den mehrere, zueinander geringfügig unterschiedliche Wellenlängen aufweisende Intensitätsverteilungen der komplexwertigen Wellenfronten des kodierten Hologramms in zeitlich schneller Folge oder gleichzeitig transformiert werden. Um die rekonstruierte 3D-Szene sehen zu können, muss sich  
25 jeweils ein Auge eines Betrachters in dieser Augenposition befinden.

In Fig. 1 ist eine erste mögliche Ausführungsform eines holographischen Direktsichtdisplays schematisch und vereinfacht in Draufsicht gezeigt. In Lichtrichtung sind nacheinander als Beleuchtungsmittel L ein Laser, als  
30 Rekonstruktionsoptik RO eine Transformationslinse, der ein pixelierter Lichtmodulator SLM folgt, angeordnet. In einem Rekonstruktionsraum mit kegelförmigem Querschnitt zwischen dem Lichtmodulator SLM und einer Augenposition PE ist eine Rekonstruktion einer 3D-Szene dargestellt. Von dieser

Augenposition PE aus, die in der hinteren Brennebene der Transformationslinse liegt, ist die Rekonstruktion der 3D-Szene für ein Betrachterauge vollständig zu sehen. Die Beleuchtung und damit auch die vom Licht berührten Komponenten im Strahlengang werden durch ein Steuermittel CM gesteuert.

5

Ein extern über das Steuermittel CM gesteuerter Laser beleuchtet den Lichtmodulator SLM und die davor angeordnete Transformationslinse mit hinreichend kohärentem Licht. Die Ausbreitungsrichtung des Lichts ist durch einen Pfeil gekennzeichnet. Das Steuermittel CM veranlasst durch sehr schnelles Ein- und

10 Ausschalten des Lasers, dass dieser eine zeitlich schnelle Folge von kohärenten Lichtpulsen generiert, wobei jedem Puls eine komplexwertige Wellenfront entspricht und die Lichtpulse zueinander verschiedene Wellenlängen aufweisen. Schematisch sind die Lichtpulse durch mehrere Intensitätskurven auf der Pfeillinie in Fig. 1 dargestellt.

15 Die Wellenlängen der einzelnen Lichtpulse unterscheiden sich nur geringfügig voneinander und können durch entsprechende programmtechnische Vorgaben im Steuermittel CM definiert verändert werden oder in vorgegebenen Grenzen einer Zufallsschwankung ausgesetzt werden. Sinnvoll ist dabei, dass die Änderung der Wellenlängen im Bereich weniger Nanometer erfolgt, damit die späteren

20 Rekonstruktionen und die entsprechenden Speckle-Muster für das Mitteln keine zu großen Unterschiede aufweisen.

Im Lichtmodulator SLM wird die zeitlich schnelle Folge von Lichtpulsen mit den kodierten Hologrammwerten einer 3D-Szene moduliert und in zeitlich schneller Folge in die hintere Brennebene BE der vor dem Lichtmodulator SLM angeordneten

25 Transformationslinse transformiert, wobei die Transformationslinse auch gleichzeitig die Rekonstruktionsoptik RO ist. Die hintere Brennebene BE der Rekonstruktionsoptik RO befindet sich in einem Betrachterraum, in dem auch immer die Augenposition PE liegt.

Die modulierten komplexwertigen Wellenfronten erzeugen in zeitlich schneller Folge

30 mehrere Rekonstruktionen der gleichen 3D-Szene mit leicht unterschiedlichen Speckle-Mustern am gleichen Ort im Rekonstruktionsraum. Von der Augenposition PE aus sieht ein Betrachterauge die Rekonstruktionen als eine einzige Rekonstruktion der 3D-Szene mit gemitteltem Speckle-Muster.

Auch wenn zeitlich schnelle Folgen von Lichtpulsen generiert werden, kann auf dem Lichtmodulator vorteilhafterweise stets dasselbe Hologramm mit herkömmlicher Bildwiederholfrequenz angezeigt werden und auch die Hologrammberechnung muss dann nur mit dieser Bildwiederholfrequenz erfolgen.

5

Als wesentlicher weiterer Vorteil ergibt sich mit dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1, dass zum weiteren Reduzieren der auftretenden Speckle-Muster die Anzahl von Rekonstruktionen der 3D-Szene ohne Verwenden zusätzlicher Komponenten beliebig erhöht werden kann.

10

In Fig. 2 ist eine zweite mögliche Ausführungsform eines holographischen Direktsichtdisplays schematisch und vereinfacht in Draufsicht gezeigt. In Lichtrichtung sind nacheinander als Beleuchtungsmittel L1, L2 und L3 drei nebeneinander angeordnete Laser, als Abbildungsmittel AM drei eindimensional aneinandergrenzend angeordnete Abbildungsoptiken AO, als Rekonstruktionsoptik RO eine Transformationslinse, der ein pixelierter Lichtmodulator SLM folgt, vorgesehen. Damit können beispielhaft drei sich geringfügig unterscheidende Rekonstruktionen mit zueinander leicht unterschiedlichen Speckle-Mustern zum

15 Mitteln für ein Auge erzeugt werden. Es versteht sich von selbst, dass die Anzahl der Laser und entsprechender Abbildungsoptiken beliebig erhöht werden kann, um eine größere Anzahl von Rekonstruktionen gleichzeitig zu erzeugen und die Speckle-Reduzierung durch Mittelung zu verbessern.

20

In einem Rekonstruktionsraum mit kegelförmigem Querschnitt zwischen dem Lichtmodulator SLM und der Augenposition PE ist die Rekonstruktion der 3D-Szene

25 dargestellt. Von der Augenposition PE aus, die in der hinteren Brennebene der Transformationslinse liegt, ist die Rekonstruktion der 3D-Szene für ein Betrachterauge vollständig zu sehen. Die Beleuchtung und damit auch die vom Licht berührten Komponenten im Strahlengang werden durch ein Steuermittel CM gesteuert.

30

Durch das Steuermittel CM programmtechnisch veranlasst strahlen gleichzeitig drei Laser mit zueinander geringfügig unterschiedlichen Wellenlängen hinreichend kohärentes Licht aus, das über jeweils eine zugeordnete Abbildungsoptik AO in

beispielsweise eine Lichtleitfaser abgebildet wird. Sowohl die Laser als auch die Abbildungsoptiken AO sind zueinander eindimensional aneinandergrenzend angeordnet. Bei einer größeren Anzahl von Lasern können diese aber auch zweidimensional als ein Verbund angeordnet werden. Ein geeignetes  
5 Abbildungsmittel zum zweidimensionalen Abbilden des zweidimensionalen Verbundes von Lasern ist dann vorteilhaft als matrixförmiges Linsenarray ausgebildet.

Das Licht der Lichtleitfasern wird in einer einzigen Lichtleitfaser LLF konzentriert und beleuchtet durch das Steuermittel CM programmtechnisch gesteuert die  
10 Transformationslinse und den Lichtmodulator SLM mit kombiniertem Licht mit drei geringfügig unterschiedlichen Wellenlängen. Die Transformationslinse transformiert das unterschiedliche Wellenlängen aufweisende Licht in ihre hintere Brennebene BE in die Augenposition PE. Befindet sich an dieser Stelle ein Betrachterauge, dann sind innerhalb der Augenpupille drei komplexwertige Wellenfronten mit zueinander  
15 unterschiedlichen Wellenlängen gleichzeitig vorhanden, aus denen die Transformationslinse gleichzeitig drei Rekonstruktionen der 3D-Szene erzeugt. Da die drei Rekonstruktionen mit zueinander geringfügig unterschiedlichem Speckle-Muster gleichzeitig am gleichen Ort im Rekonstruktionsraum erzeugt und überlagert werden, mittelt das Auge über diese Rekonstruktionen und sieht nur eine einzige  
20 Rekonstruktion der 3D-Szene mit reduziertem Speckle-Muster.

Es kann auch im Verfahren nach Fig. 2 ein Lichtmodulator mit herkömmlicher Bildwiederholfrequenz verwendet werden und vorteilhafterweise wird auch die Hologrammberechnung nur mit dieser Frequenz erfolgen.  
25

Im erfindungsgemäßen Verfahren wird bevorzugt die Fourier-Transformation verwendet, da sie sich programmtechnisch einfach implementieren lässt und sehr genau durch optische Systeme realisiert werden kann.

30 Die Hologramm-Kodierung kann in den Ausführungsbeispielen in Fig. 1 und Fig. 2 variabel so vorgegeben werden, dass die Rekonstruktionen der 3D-Szene vor und/oder hinter dem Bildschirm zu sehen sind. Der Lichtmodulator SLM erfüllt hier gleichzeitig auch die Funktion des Bildschirms.

Die Positionsdaten eines Betrachterauges werden in Fig. 1 und Fig. 2 üblicherweise von einem nicht dargestellten Positionserfassungssystem ermittelt und vom Steuermittel CM übernommen, worauf hier aber nicht näher eingegangen werden muß.

5

Das anhand von Ausführungsbeispielen für ein holographisches Direktsichtdisplay beschriebene Verfahren zum Reduzieren von Speckle bei der Rekonstruktion einer 3D-Szene ist auch in einem holographischen Projektionsdisplay erfindungsgemäß anwendbar.

10

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Reduzieren von Speckle einer in einer holographischen Wiedergabeeinrichtung erzeugten dreidimensionalen holographischen  
5 Rekonstruktion,  
- bei dem ein steuerbarer Lichtmodulator, in dem ein Hologramm einer 3D-Szene kodiert ist, von hinreichend kohärentem Licht beleuchtet wird,  
- bei dem eine Rekonstruktionsoptik räumlich moduliertes Licht innerhalb eines Betrachtterraums in eine Augenposition, die sich in der hinteren Brennebene der  
10 Rekonstruktionsoptik befindet, transformiert und in einem Rekonstruktionsraum die 3D-Szene rekonstruiert und  
- bei dem die Beleuchtung über ein Steuermittel gesteuert wird, dadurch gekennzeichnet, dass  
das Steuermittel (CM) das kohärente Licht in mindestens einer Eigenschaft so  
15 beeinflusst, dass mehrere, zueinander geringfügig unterschiedliche Wellenlängen aufweisende komplexwertige Wellenfronten den Lichtmodulator (SLM) passieren, wobei sie mit den kodierten Hologrammwerten moduliert werden, und die modulierten komplexwertigen Wellenfronten durch die Rekonstruktionsoptik (RO) in die Augenposition (PE) transformiert werden und im Rekonstruktionsraum am  
20 gleichen Ort mehrere Rekonstruktionen der gleichen 3D-Szene mit zueinander geringfügig unterschiedlichen Speckle-Mustern erzeugen, die von der Augenposition (PE) aus als eine einzige Speckle-reduzierte Rekonstruktion (RE) der 3D-Szene gemittelt werden.
- 25 2. Verfahren zum Reduzieren von Speckle nach Anspruch 1, bei dem  
- ein vom Steuermittel (CM) gesteuertes Beleuchtungsmittel (L) eine zeitlich schnelle Folge von kohärenten Lichtpulsen, die sich in ihren Wellenlängen geringfügig voneinander unterscheiden, zum Beleuchten der Rekonstruktionsoptik (RO) und des Lichtmodulators (SLM) generiert,  
30 - die zeitlich schnelle Folge von Lichtpulsen den Lichtmodulator (SLM) passiert, wobei die komplexwertigen Wellenfronten der Lichtpulse mit den kodierten Hologrammwerten moduliert werden, und

- die zeitlich schnelle Folge der modulierten komplexwertigen Wellenfronten in die Augenposition (PE) des Betrachtterraums transformiert wird und mehrere Rekonstruktionen der gleichen 3D-Szene in zeitlich schneller Folge am gleichen Ort im Rekonstruktionsraum erzeugt werden.

5

3. Verfahren zum Reduzieren von Speckle nach Anspruch 1, bei dem

- mehrere Beleuchtungsmittel ( $L_1, \dots; L_n$ ) gleichzeitig kohärentes Licht ausstrahlen, das vom Steuermittel (CM) so beeinflusst wird, dass mehrere komplexwertige Wellenfronten mit zueinander geringfügig unterschiedlichen Wellenlängen gleichzeitig die Rekonstruktionsoptik (RO) und den Lichtmodulator (SLM) beleuchten,

10

- die zueinander geringfügig unterschiedliche Wellenlängen aufweisenden komplexwertigen Wellenfronten den Lichtmodulator (SLM) gleichzeitig passieren, wobei sie mit den kodierten Hologrammwerten moduliert werden, und

15

- mehrere modulierte komplexwertige Wellenfronten gleichzeitig in die Augenposition (PE) des Betrachtterraums transformiert werden und mehrere Rekonstruktionen der gleichen 3D-Szene am gleichen Ort im Rekonstruktionsraum gleichzeitig erzeugen und räumlich überlagern.

20

4. Verfahren zum Reduzieren von Speckle nach Anspruch 3, bei dem das kohärente Licht jeweils eines Beleuchtungsmittels ( $L_1, \dots; L_n$ ) mit einer separaten Abbildungsoptik (AO) eines Abbildungsmittels (AM) in jeweils eine separate Lichtleitfaser geleitet wird und anschließend in einer einzigen Lichtleitfaser (LLF) zum Beleuchten der Rekonstruktionsoptik (RO) und des Lichtmodulators (SLM) zusammengeführt wird.

25

5. Verfahren zum Reduzieren von Speckle nach Anspruch 2 und 3, bei dem die verschiedenen Wellenlängen durch das Steuermittel (CM) zueinander definiert verändert werden oder in vorgegebenen Grenzen einer Zufallsschwankung ausgesetzt werden.

30

6. Holographische Wiedergabeeinrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass in Lichtrichtung folgende Mittel vorgesehen sind:

5 - ein Beleuchtungsmittel (L), das in zeitlich schneller Folge kohärente Lichtpulse aussendet, deren Wellenlängen sich geringfügig voneinander unterscheiden, zum Beleuchten einer Rekonstruktionsoptik (RO) und eines Lichtmodulators (SLM),

10 - eine Rekonstruktionsoptik (RO) zum Transformieren einer zeitlich schnellen Folge von modulierten komplexwertigen Wellenfronten in eine Augenposition (PE) eines Betrachterraums und zum Erzeugen mehrerer Rekonstruktionen der gleichen 3D-Szene in zeitlich schneller Folge am gleichen Ort in einem Rekonstruktionsraum,

- ein Kodiermittel in Form eines Lichtmodulators (SLM), in den ein Hologramm einer 3D-Szene kodiert ist, und

15 - ein Steuermittel (CM) zum Steuern des Beleuchtungsmittels (L), des Kodiermittels und der Rekonstruktionsoptik (RO).

7. Holographische Wiedergabeeinrichtung nach Anspruch 6, bei der zum Beleuchten des Lichtmodulators (SLM) wahlweise ein Laser oder eine LED  
20 vorgesehen ist.

8. Holographische Wiedergabeeinrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass in Lichtrichtung folgende Mittel vorgesehen sind:

25 - mehrere, gleichzeitig kohärentes Licht aussendende Beleuchtungsmittel (L<sub>1</sub>, ...: L<sub>n</sub>), deren Wellenlängen sich geringfügig voneinander unterscheiden, zum gleichzeitigen Beleuchten einer Rekonstruktionsoptik (RO) und eines Lichtmodulators (SLM),

30 - eine Rekonstruktionsoptik (RO) zum gleichzeitigen Transformieren mehrerer modulierter komplexwertiger Wellenfronten in eine Augenposition (PE) eines Betrachterraums und zum gleichzeitigen Erzeugen und Überlagern mehrerer Rekonstruktionen der gleichen 3D-Szene am gleichen Ort in einem Rekonstruktionsraum,

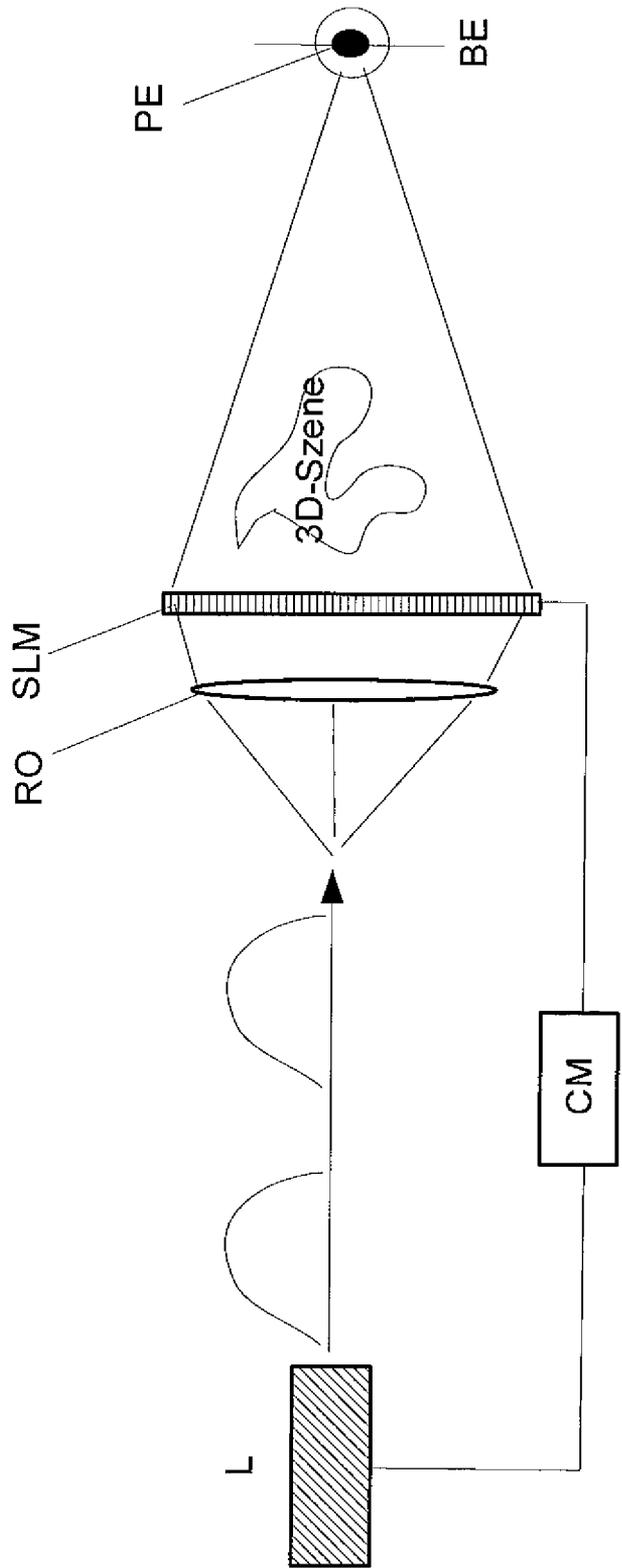
- ein Kodiermittel in Form eines Lichtmodulators (SLM), in den ein Hologramm einer 3D-Szene kodiert ist,
- ein mehrere mindestens eindimensional aneinandergrenzend angeordnete Abbildungsoptiken aufweisendes Abbildungsmittel (AM) zum Abbilden des kohärenten Lichts der Beleuchtungsmittel (L1, ...: Ln) in mehrere Lichtleitfasern und
- ein Steuermittel (CM) zum Steuern der Beleuchtungsmittel (L1, ...; Ln), des Kodiermittels und der Rekonstruktionsoptik (RO).

5  
10 9. Holographische Wiedergabeeinrichtung nach Anspruch 9, bei welcher die Beleuchtungsmittel (L; L1, ...: Ln) in einem räumlichen Verbund angeordnet sind und kohärentes Licht mit zueinander geringfügig unterschiedlichen Wellenlängen gleichzeitig aussenden.

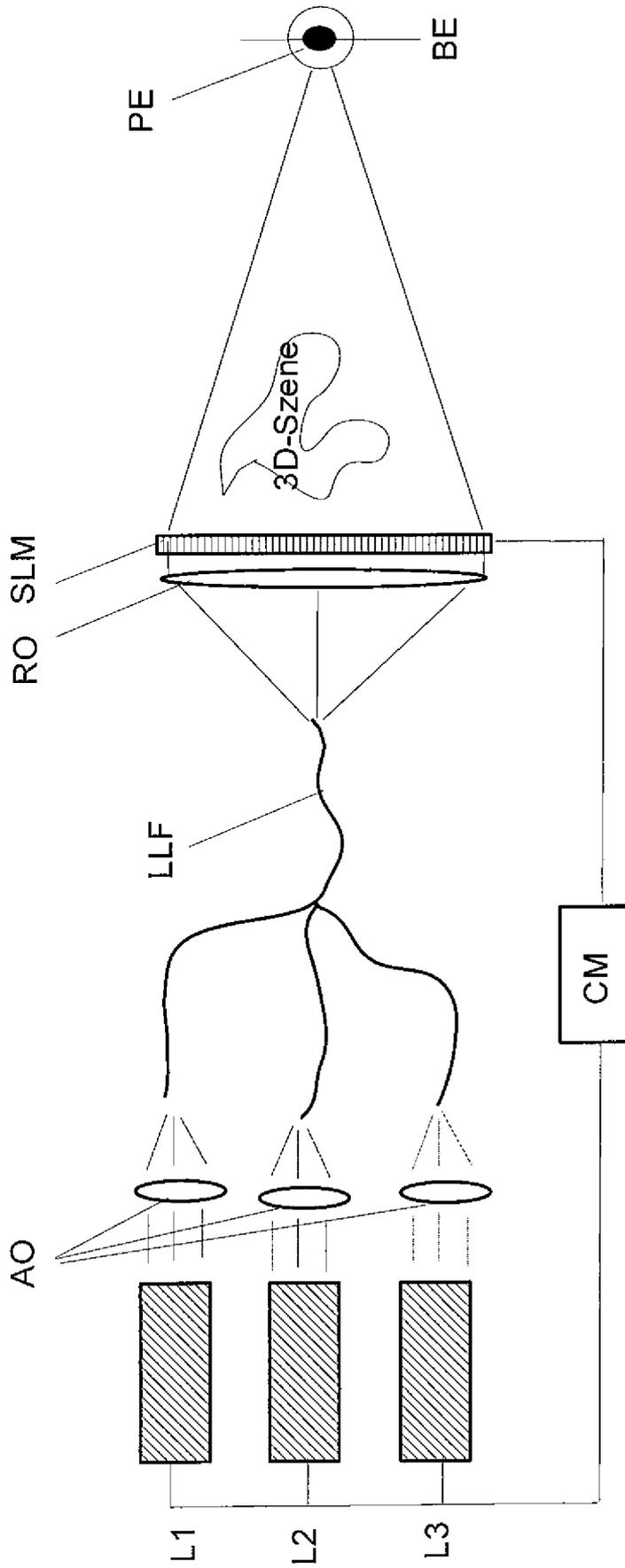
15 10. Holographische Wiedergabeeinrichtung nach Anspruch 8, bei der die Beleuchtungsmittel (L; L1, ...: Ln) Laser sind.

20 11. Holographische Wiedergabeeinrichtung nach Anspruch 6 und 8, bei welcher die Änderung der Wellenlängen im Bereich mehrerer Nanometer erfolgt.

25 12. Holographische Wiedergabeeinrichtung nach Anspruch 6 und 8, die als holographisches Display ausgebildet ist, bei dem die optischen Komponenten entweder für ein Direktsichtdisplay oder für ein Projektionsdisplay modifizierbar sind.



Figur 1



Figur 2

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2007/063246A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. G03H1/22 G03H1/32

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)  
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 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.
Y	WO 2006/119920 A (SEEREAL TECHNOLOGIES GMBH [DE]; SCHWERTNER ARMIN [DE]; HAEUSSLER RALF) 16 November 2006 (2006-11-16) the whole document	1-12
Y	DE 101 37 832 A1 (TESA AG [DE]; EML EUROP MEDIA LAB GMBH [DE] TESA SCRIBOS GMBH [DE]) 5 December 2002 (2002-12-05) paragraphs [0009], [0010] paragraphs [0024] - [0026] paragraph [0031]; figures 1-3	1-12
Y	DE 197 04 741 A1 (DAIMLER BENZ AG [DE]) 20 August 1998 (1998-08-20) column 2, line 23 - line 46 column 3, line 53 - line 66 column 4, line 54 - line 66	1, 2, 5-7, 11, 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

20 Februar 2008

Date of mailing of the international search report

29/02/2008

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Wahl, Martin

1

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2007/063246

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 95/20811 A (SDL INC [US]) 3 August 1995 (1995-08-03) page 10, line 29 - line 33 page 16, line 30 - page 18, line 23; figures 5,9,10 -----	1,3,4

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2007/063246

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2006119920	A	16-11-2006	CA 2606571 A1 EP 1776614 A1 US 2006250671 A1	16-11-2006 25-04-2007 09-11-2006
DE 10137832	A1	05-12-2002	NONE	
DE 19704741	A1	20-08-1998	WO 9835246 A1 EP 0958515 A1 JP 2001510587 T US 6268941 B1	13-08-1998 24-11-1999 31-07-2001 31-07-2001
WO 9520811	A	03-08-1995	EP 0742940 A1 JP 9508476 T	20-11-1996 26-08-1997

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
INV. G03H1/22 G03H1/32

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

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
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

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 2006/119920 A (SEEREAL TECHNOLOGIES GMBH [DE]; SCHWERDTNER ARMIN [DE]; HAEUSSLER RALF) 16. November 2006 (2006-11-16) das ganze Dokument	1-12
Y	DE 101 37 832 A1 (TESA AG [DE]; EML EUROP MEDIA LAB GMBH [DE] TESA SCRIBOS GMBH [DE]) 5. Dezember 2002 (2002-12-05) Absätze [0009], [0010] Absätze [0024] - [0026] Absatz [0031]; Abbildungen 1-3	1-12
Y	DE 197 04 741 A1 (DAIMLER BENZ AG [DE]) 20. August 1998 (1998-08-20) Spalte 2, Zeile 23 - Zeile 46 Spalte 3, Zeile 53 - Zeile 66 Spalte 4, Zeile 54 - Zeile 66	1, 2, 5-7, 11, 12
	----- -/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen  Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
  - \*E\* 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
  - \*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
20. Februar 2008	29/02/2008
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  Wahl, Martin

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 95/20811 A (SDL INC [US]) 3. August 1995 (1995-08-03) Seite 10, Zeile 29 - Zeile 33 Seite 16, Zeile 30 - Seite 18, Zeile 23; Abbildungen 5,9,10 -----	1,3,4

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2007/063246

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2006119920 A	16-11-2006	CA 2606571 A1 EP 1776614 A1 US 2006250671 A1	16-11-2006 25-04-2007 09-11-2006
DE 10137832 A1	05-12-2002	KEINE	
DE 19704741 A1	20-08-1998	WO 9835246 A1 EP 0958515 A1 JP 2001510587 T US 6268941 B1	13-08-1998 24-11-1999 31-07-2001 31-07-2001
WO 9520811 A	03-08-1995	EP 0742940 A1 JP 9508476 T	20-11-1996 26-08-1997