

(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  
5. Februar 2009 (05.02.2009)

PCT

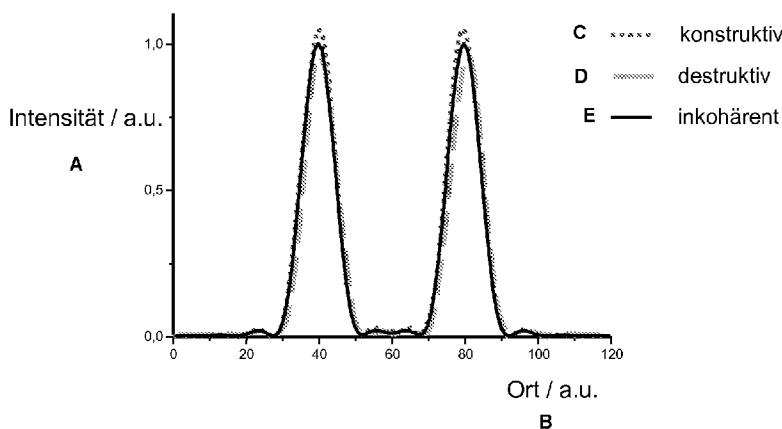
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2009/016105 A4**

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
*G03H 1/22* (2006.01)    *G03H 1/26* (2006.01)  
*G03H 1/32* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/059765
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
25. Juli 2008 (25.07.2008)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2007 036 127.2    27. Juli 2007 (27.07.2007)    DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SEEREAL TECHNOLOGIES S.A. [LU/LU]; 6B, Parc d'Activités Syrdall, L-5365 Munsbach (LU).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): LEISTER, Norbert [DE/DE]; Hermannstädter Str. 23, 01279 Dresden (DE).
- (74) Anwalt: BRADL, Joachim; c/o SeeReal Technologies GmbH, Blasewitzer Str. 43, 01307 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, 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, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: HOLOGRAPHIC RECONSTRUCTION DEVICE

(54) Bezeichnung: HOLOGRAPHISCHE REKONSTRUKTIONSEINRICHTUNG



Figur 4

A... intensity  
B... location  
C... constructive  
D... destructive  
E... incoherent

(57) Abstract: A reduction in speckle patterns in the reconstruction of a 3D scene can be achieved by way of averaging. In a holographic reconstruction device, speckle patterns are intended to be suppressed while taking account of the visible resolution of the reconstruction of the scene. The holographic reconstruction device is designed such that the visible resolution of the reconstruction of the scene is matched to the resolution capability of the human eye, to the imaging properties of the reconstruction means (RM) used or to the resolution capability of the light modulation means (SLM) used. Method steps are carried out, in which a grid scale for the object points (OP) is generated by way of system control means (SM) in each case in a plane of intersection (SE), which grid scale cannot be used to separately resolve adjacent object points (OP) in the plane of intersection (SE), and the compilation of object points (OP) of the respective plane of intersection (SE) to form an object point group with adjacent

object points (OP) which can be separately resolved is carried out. In holographic displays, the invention is used to reduce speckle patterns and reduce the number of the holograms of object points of the scene, which are to be calculated and coded, and the calculation complexity.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2009/016105 A4



(84) **Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, 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, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, 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
- mit geänderten Ansprüchen

**(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen****Recherchenberichts:** 7. Mai 2009**Veröffentlichungsdatum der geänderten Ansprüche:**

9. Juli 2009

---

**(57) Zusammenfassung:** Ein Reduzieren von Specklemustern bei der Rekonstruktion einer 3D-Szene kann durch Mittelung erreicht werden. In einer holographischen Rekonstruktionseinrichtung sollen Specklemuster unter Berücksichtigung der sichtbaren Auflösung der Rekonstruktion der Szene unterdrückt werden. Die holographische Rekonstruktionseinrichtung ist so gestaltet, dass die sichtbare Auflösung der Rekonstruktion der Szene an das Auflösungsvermögen des menschlichen Auges, an die Abbildungseigenschaften des verwendeten Rekonstruktionsmittels (RM) oder an das Auflösungsvermögen des verwendeten Lichtmodulationsmittels (SLM) angepasst wird. Verfahrensschritte werden ausgeführt, bei denen durch Systemsteuerungsmittel (SM) in jeweils einer Schnittebene (SE) ein Rastermaß für die Objektpunkte (OP) generiert ist, mit dem benachbarte Objektpunkte (OP) in der Schnittebene (SE) nicht getrennt auflösbar sind, und die Zusammenstellung von Objektpunkten (OP) der jeweiligen Schnittebene (SE) zu einer Objektgruppe mit benachbarten Objektpunkten (OP) erfolgt, die getrennt auflösbar sind. In holographischen Displays werden mit der Erfindung Specklemuster reduziert und die Anzahl der zu berechnenden und zu kodierenden Hologramme von Objektpunkten der Szene sowie der Rechenaufwand verringert.

## GEÄNDERTE ANSPRÜCHE

beim Internationalen Büro eingegangen am 20. April 2009 (20.04.2009)

**Neue Patentansprüche**

1. Verfahren zum holographischen Rekonstruieren einer Szene, bei welchem die Szene programmtechnisch durch parallele Schnittebenen in Objektpunkte zerlegt wird, die durch Systemsteuermittel anhand eines in den Schnittebenen generierten Rasters ausgewählt und zu Objektpunktgruppen zusammengestellt werden, bei dem aus jeder Objektpunktgruppe ein computergeneriertes Hologramm (CGH) berechnet und in ein Lichtmodulationsmittel kodiert wird, auf das kohärentes Licht eines Lichtquellenmittels fällt, bei dem ein Rekonstruktionsmittel aus jedem CGH einer Objektpunktgruppe eine Rekonstruktion erzeugt und die erzeugten Rekonstruktionen durch Aufaddieren der einzelnen CGH inkohärent überlagert, wodurch eine einzige holographische Rekonstruktion der Szene in der Ebene der Augenposition eines Betrachters zu sehen ist, und bei dem in den Systemsteuermitteln Speichermittel zum Speichern von Datensätzen der Objektpunkte vorgesehen sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Systemsteuermittel sowohl das Auswählen von Objektpunkten in den Schnittebenen anhand des Rasters als auch die Zusammenstellung der Objektpunkte zu Objektpunktgruppen in Abhängigkeit von der sichtbaren Auflösung der Rekonstruktion der Szene vornehmen, wobei die Systemsteuermittel
  - die Schnittebenen in unterschiedlichen Abständen zur Augenposition generieren und jede Schnittebene mit einem Raster versehen, in dem die Objektpunkte so dicht liegen, dass ihr Abstand zueinander kleiner ist als die sichtbare Auflösung der Rekonstruktion der Szene für die Schnittebene, und
  - diejenigen Objektpunkte der jeweiligen Schnittebenen, deren Abstand zueinander größer ist als die sichtbare Auflösung der Rekonstruktion der Szene, zu einer Objektpunktgruppe zusammenstellen und das CGH der Objektpunktgruppe aus den Datensätzen, welche die für die sichtbare Auflösung kennzeichnenden lateralen Abstände der Objektpunkte dieser Gruppe sowie die komplexen Werte der Objektpunkte enthalten, berechnen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei welchem in den Systemsteuermitteln Recheneinheiten mit dem Abstand der aktuellen Augenposition von der jeweiligen

Schnittebene der Szene und dem aktuellen Pupillendurchmesser eines Betrachters eine Objektpunktdichte zum Bestimmen des Rastermaßes für die Objektpunkte in den Schnittebenen berechnen.

3. Verfahren nach Anspruch 1, bei welchem die inkohärente Überlagerung der einzelnen Rekonstruktionen zeitsequentiell durchgeführt wird, so dass die Augen des Betrachters zeitlich die Intensität der Rekonstruktion über die Summe der Intensitäten der einzelnen Rekonstruktionen mitteln.

4. Verfahren nach Anspruch 1, bei welchem die inkohärente Überlagerung der einzelnen Rekonstruktionen gleichzeitig durchgeführt wird, indem mit mehreren Lichtmodulatoren und mehreren Rekonstruktionsmitteln gleichzeitig mehrere einzelne Rekonstruktionen erzeugt und inkohärent am Ort der Augenposition überlagert werden.

5. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die sichtbare Auflösung der Rekonstruktion der Szene an das Auflösungsvermögen des Lichtmodulationsmittels angepasst wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1 zum holographischen Rekonstruieren einer farbigen Szene, bei welchem die Zerlegung der farbigen Szene in unterschiedliche Farbanteile programmtechnisch in den Systemstüermitteln erfolgt und die farbige Rekonstruktion aus mindestens zwei unterschiedlichen einfarbigen Rekonstruktionen verschiedener Wellenlängen des Lichts erzeugt wird, wobei für jeden Farbanteil jeweils eine Zerlegung der Szene in Objektpunkte, eine Zusammenstellung der Objektpunkte zu Objektpunktgruppen und eine Berechnung der einfarbigen CGH separat erfolgt.

7. Verfahren nach Anspruch 6, bei welchem in den Datensätzen der Objektpunkte für jede Wellenlänge der drei Grundfarben für das Raster unterschiedliche Rastermaße und für die Objektpunktgruppen unterschiedliche Mindestabstände durch die Recheneinheiten vorgegeben werden.

8. Verfahren nach Anspruch 6, bei welchem in den Datensätzen der Objektpunkte für jede Wellenlänge der drei Grundfarben für das Raster gleiche Rastermaße und für die Objektpunktgruppen gleiche Mindestabstände durch die Recheneinheiten vorgegeben werden.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, bei welchem das Rastermaß für die Objektpunkte der Szene in den Recheneinheiten so klein definiert wird, dass für die Wellenlängen der drei Grundfarben die Objektpunkte nicht mehr getrennt aufgelöst werden können.
10. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, bei welchem der Abstand der Objektpunkte innerhalb einer Objektpunktgruppe in den Recheneinheiten so groß definiert wird, dass für die Wellenlängen der drei Grundfarben die Objektpunkte getrennt aufgelöst werden können.
11. Verfahren nach Anspruch 1 oder 6, bei dem jeder Objektpunkt der zerlegten Szene nur einmal für eine der Objektpunktgruppen ausgewählt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Auflösungsvermögen des Auges durch eine Airy Funktion  $2*j_1(r-r_0) / (r-r_0)$  beschrieben wird, wobei mit  $r_0 = (x_0, y_0)$  die Koordinate eines Objektpunktes und mit  $r-r_0$  der Abstand von dieser Koordinate innerhalb einer Schnittebene sowie mit  $j_1$  eine Besselfunktion bezeichnet sind.
13. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die sichtbare Auflösung der Rekonstruktion der Szene an die Abbildungseigenschaften des Rekonstruktionsmittels angepasst ist.
14. Verfahren nach Anspruch 13, bei dem die Abbildungseigenschaften des Rekonstruktionsmittels wahlweise durch eine Simulation oder aus einer Messkurve ermittelt werden.
15. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Objektpunktgruppen wahlweise eindimensional oder zweidimensional im Lichtmodulationsmittel kodiert werden.

16. Einrichtung zum holographischen Rekonstruieren einer Szene mit einem Lichtmodulationsmittel, auf das kohärentes Licht eines Lichtquellenmittels fällt und in das computergenerierte Hologramme (CGH) von Objektpunktgruppen der Szene kodiert sind,

einem Rekonstruktionsmittel, das aus jedem CGH einer Objektpunktgruppe eine Rekonstruktion erzeugt und die erzeugten Rekonstruktionen durch Aufaddieren der einzelnen CGH inkohärent überlagert, wodurch eine einzige holographische Rekonstruktion der Szene in der Ebene der Augenposition eines Betrachters zu sehen ist, und

Systemsteuermitteln zum Zerlegen der Szene durch parallele Schnittebenen in Objektpunkte, die anhand eines in den Schnittebenen generierten Rasters ausgewählt und zu den Objektpunktgruppen zusammengestellt werden, und die Speichermittel zum Speichern von Datensätzen der Objektpunkte aufweisen, dadurch gekennzeichnet, dass

die Systemsteuermittel weiterhin ausgebildet sind,

- die Schnittebenen in unterschiedlichen Abständen zur Augenposition jeweils mit einem Raster zu generieren, in dem die Objektpunkte so dicht liegen, dass ihr Abstand zueinander kleiner als die sichtbare Auflösung der Rekonstruktion der Szene für die jeweilige Schnittebene ist, und

- diejenigen Objektpunkte der jeweiligen Schnittebenen, deren Abstand zueinander größer als die sichtbare Auflösung der Rekonstruktion der Szene ist, zu einer Objektpunktgruppe zusammenzustellen, und das CGH jeder Objektpunktgruppe aus den Datensätzen, welche die für die sichtbare Auflösung kennzeichnenden lateralen Abstände der Objektpunkte dieser Gruppe sowie die komplexen Werte der Objektpunkte enthalten, zu berechnen.

17. Einrichtung nach Anspruch 16, bei der ein Positionsfinder zum Erfassen der Daten der aktuellen Augenposition mindestens eines Betrachters und der aktuellen Größe der Augenpupille dieses Betrachters vorgesehen ist.

18. Einrichtung nach Anspruch 16, bei der ein Positionsfinder vorgesehen ist, der einen Sensor zum Erfassen eines aktuellen Helligkeitswertes der zu rekonstruierenden Szene oder des Umgebungslichts in einem Rekonstruktionsraum aufweist, wobei der Helligkeitswert zum Ermitteln des aktuellen

Pupillendurchmessers dient.

**19. Verwendung einer Einrichtung zum holographischen Rekonstruieren einer Szene, welche mindestens einen der Verfahrensansprüche 1 bis 15 ausführt.**