



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 019 277 A1** 2008.10.30

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 019 277.2**

(22) Anmeldetag: **18.04.2007**

(43) Offenlegungstag: **30.10.2008**

(51) Int Cl.⁸: **G03H 1/02 (2006.01)**

G02B 27/46 (2006.01)

G02B 26/08 (2006.01)

(71) Anmelder:

**SeeReal Technologies S.A.,
Luxemburg/Luxembourg, LU**

(72) Erfinder:

**Kroll, Bo, London, GB; Leister, Norbert, 01279
Dresden, DE**

(74) Vertreter:

Heide, M., 01307 Dresden

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Einrichtung zur Erzeugung von holografischen Rekonstruktionen mit Lichtmodulatoren**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Einrichtung (1) zur Erzeugung von holografischen Rekonstruktionen mit Lichtmodulatoren (2, 23), zu welcher

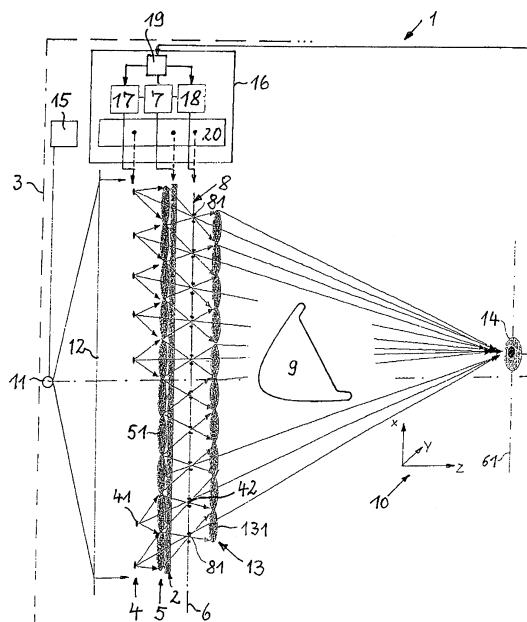
- mindestens ein von mindestens einer Lichtquelle (11, 41) beleuchteter, pixellierter Lichtmodulator (2, 23),

- eine fokussierende Linsen-Feldanordnung (5), deren Linsen (51) jeweils einer Gruppe von kodierbaren Pixeln (21) des Lichtmodulators (2, 23) zugeordnet sind,

- und eine Steuereinheit (7), die mit dem Lichtmodulator (2, 23) in Verbindung steht, gehören.

Es soll einesteiis eine kostenaufwändige und voluminöse Anordnung zumindest des optischen Systems vermieden und andernteils der für den Sichtbarkeitsbereich nutzbare Beugungswinkel nicht eingeschränkt werden.

Die Lösung besteht darin, dass dem Lichtmodulator (2, 23) eine Filterblenden-Feldanordnung (8) zugeordnet ist, die sich im Bereich der Bildebene (6) der Lichtquellenabbildungen (42) befindet und deren Lochblenden (81) derart ausgebildet sind, dass sie jeweils einen vorgegebenen Bereich von der Größe kleiner oder gleich einer Beugungsordnung der Fouriertransformierten aus dem durch die holografische Kodierung des Lichtmodulators (2, 23) entstehenden Beugungsspektrum durchlassen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Erzeugung von holografischen Rekonstruktionen mit Lichtmodulatoren, zu welcher

- mindestens ein von mindestens einer Lichtquelle beleuchteter, pixelierter Lichtmodulator,
- eine fokussierende Linsen-Feldanordnung, deren Linsen jeweils einer Gruppe von kodierbaren Pixeln des Lichtmodulators zugeordnet sind und die die Lichtquellen in einer Bildebene nach dem Lichtmodulator als Lichtquellenabbildungen abbilden, und
- eine Steuereinheit, die mit dem Lichtmodulator in Verbindung steht und in der die holografische Kodierung der pixelierten Kodierfläche des Lichtmodulators mittels programmtechnischer Mittel berechnet wird,

gehören.

[0002] Unter einem pixelierten Lichtmodulator wird im Rahmen dieses Dokuments nicht notwendig ein aus einer diskreten Anordnung von steuerbaren Elementen bestehender Modulator verstanden. Es kann sich auch um einen Modulator mit kontinuierlicher Kodierfläche handeln, die durch die darzustellende Information formal in diskrete Elemente unterteilt wird.

[0003] Ebenso werden unter einer Linse bzw. Linsen-Feldanordnung nicht notwendig herkömmliche Glaslinsen verstanden, sondern es kann sich im weiteren Sinne auch um refraktive oder diffraktive optische Elemente handeln, die die gleiche Funktion erfüllen.

[0004] Eine Einrichtung zur Erzeugung von holografischen Rekonstruktionen von Darstellungen, insbesondere von dreidimensionalen Szenen, ist in der Druckschrift WO 2006/119920 A1 beschrieben.

[0005] Werden Informationen zum Beispiel eines computergenerierten Hologramms auf dem pixelierten Lichtmodulator gespeichert, so entsteht in einem Rekonstruktionsraum eine Rekonstruktion einer dreidimensionalen Szene, wenn der Lichtmodulator mit hinreichend kohärentem Licht beleuchtet wird. Es entstehen aber auch unerwünschte periodische Wiederholungen in Form von höheren Beugungsordnungen aufgrund der diskreten Darstellung des Hologramms im Lichtmodulator. Es können je nach der verwendeten Kodierung des Hologramms aber auch innerhalb einer Beugungsordnung unerwünschte Bereiche auftreten, die herausgefiltert werden müssen.

[0006] Ein herkömmliches Verfahren, um störende Beugungsordnungen zu eliminieren, ist die Verwendung einer Filtereinheit, zum Beispiel einer 4f-Anordnung, mit der solche Beugungsordnungen herausge-

filtert werden können. Die Filtereinheit kann dabei so dimensioniert sein, dass sie Bereiche durchlässt, die kleiner oder gleich einer Beugungsordnung sind.

[0007] Ein derartiges Verfahren wird beispielsweise in der Druckschrift DE 10 2005 023 743 A1 angewandt. In dieser Druckschrift sind eine holografische Projektionsvorrichtung und ein Verfahren zur Erzeugung von holografischen Rekonstruktionen von Szenen für ein- und zweidimensional kodierbare Lichtmodulatoren beschrieben, die eine Lichtquelle, ein optisch fokussierendes System, den jeweils zugehörigen Lichtmodulator, ein Projektionssystem und eine zwischen dem Lichtmodulator und dem Projektionssystem angeordnete Filterblende, die sich in der Bildebene der Lichtquellenabbildung befindet, enthält.

[0008] Das optisch fokussierende System stellt für den Lichtmodulator eine Beleuchtungsoptik und für die Lichtquelle eine Abbildungsoptik dar, die die Lichtquelle in die Bildebene der Beleuchtungsoptik abbildet, wobei im Bild der Lichtquelle zugleich die Fouriertransformierte des Lichtmodulators entsteht.

[0009] In der Projektionsvorrichtung ist eine Steuereinheit vorhanden, die nicht nur für die dynamische Kodierung des Lichtmodulators, sondern auch für die Nachführung des Sichtbarkeitsbereiches und somit auch der holografischen Rekonstruktion entsprechend der Betrachterposition vorgesehen ist. Dazu ist ein Positionierungserfassungssystem vorhanden, das mit der Steuereinheit verbunden ist. Dabei wird die Kodierung des Lichtmodulators verändert, wobei in Abhängigkeit von der Position des Betrachters die Rekonstruktion der dreidimensionalen Szene in horizontaler, vertikaler und/oder axialer Position horizontal und/oder vertikal verschoben und/oder im Winkel gedreht sichtbar ist.

[0010] In einer dimensionierten Abwandlung der Größenverhältnisse zur genannten Projektionsvorrichtung bei einer vergrößerten und betrachterge-
nehm angepassten Direktsichteinrichtung, z. B. mit einem Display mit einer Diagonale von zwanzig Zoll als Größe eines typischen Desktop-Monitors, erfolgt eine Filterung an dem Lichtmodulator, wobei eine einzelne Lichtquelle zur kohärenten Ausleuchtung des gesamten Lichtmodulators in Kombination mit einer Filtereinheit vorhanden ist. Zur Direktsichteinrichtung für das Zwanzig-Zoll-Display können die Lichtquelle, ein optisch fokussierendes System, der jeweils zugehörige Lichtmodulator, ein Projektionssystem und eine zwischen dem Lichtmodulator und dem Projektionssystem angeordnete Filterblende, die sich in der Bildebene der Lichtquellenabbildung befindet, gehören. Die Filterblende weist eine Blendenöffnung auf, die nur die vorgesehene eine Beugungsordnung der Fouriertransformierten des Lichtmodulators durchlässt. Das Projektionssystem bildet die Blendenöffnung in eine weitere Ebene, die zugleich die Betracht-

terebene ist, ab. In der Betrachtenebene kann in einem Sichtbarkeitsbereich, der einer Beugungsordnung des Fourierspektrums entspricht, die Visualisierung der holografischen Rekonstruktion durch einen Betrachter erfolgen.

[0011] Die zugehörige Filtereinheit erfordert neben der Filterblende zumindest zwei Linsen, von denen mindestens eine ungefähr so groß wie der Lichtmodulator selbst ist, der das Display darstellt. Das bedeutet beispielsweise für den Fall des holografisch kodierten Zwanzig-Zoll-Displays eine Großlinse von mindestens vierzig Zentimeter Durchmesser.

[0012] Da Linsen üblicherweise eine brauchbare Abbildungsqualität nur für ein bestimmtes Verhältnis von Brennweite zu Apertur von deutlich größer als Eins haben und die Filterung am Ort der Abbildung der Lichtquelle, in diesem Fall in der Brennebene der ersten Linse, stattfindet, wird in diesem Beispiel eine Filtereinheit – erste Großlinse, Filterblende, zweite Großlinse – benötigt, die eine Tiefenausdehnung von der Größenordnung wesentlich größer als vierzig Zentimeter vor dem Lichtmodulator hat. Bei der Direktsichteinrichtung mit einem Lichtmodulator als Bildschirm ist es, wenn es sich um ein großes Display – zum Beispiel zwanzig Zoll – handelt, sehr aufwändig, eine Großlinse von ungefähr der Größe des Bildschirms zu vorzusehen, wobei außerdem die Filtereinheit dann die genannte, sehr große Tiefenausdehnung hat.

[0013] Ein Problem besteht darin, dass damit der Aufbau einer holografischen Direktsichteinrichtung mit den dargestellten Dimensionen der optischen Komponenten in unerwünschter Weise sehr voluminös und schwer ausgebildet ist.

[0014] Ein weiteres Problem besteht darin, dass in der Displayholografie aufgrund der gegenwärtig nutzbaren Pixelabmessungen typischer Lichtmodulatoren sehr kleine nutzbare Beugungswinkel vorhanden sind, die wiederum ein kleines Betrachtungsfenster bedingen.

[0015] Ein in der Druckschrift US 3,633,989 beschriebenes Verfahren der Displayholografie sieht vor, dass HPO-Hologramme (engl. horizontal parallel only holograms) eingesetzt werden, bei denen eine Hologrammkodierung nur in einer Dimension erfolgt. Dabei werden normalerweise in jede Zeile eines Lichtmodulators unabhängig voneinander berechnete Werte für das eindimensionale Hologramm eingeschrieben. Ein Gewinn für den Beugungswinkel kann dann dadurch erzielt werden, dass Hologrammwerte, die gewöhnlich in mehreren nebeneinanderliegenden Pixeln kodiert werden, in diesem Fall in untereinanderliegenden Pixeln mehrerer Zeilen kodiert werden können.

[0016] Bei Verwendung von eindimensionalen holografischen Kodierungen innerhalb des Lichtmodulators kann nur eine eindimensionale Rekonstruktion stattfinden. Die am eindimensionalen HPO-Hologramm des Lichtmodulators gebeugte Lichtwelle dehnt sich entsprechend in horizontaler Richtung in dem Sichtbarkeitsbereich aus.

[0017] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zur Erzeugung holografischer Rekonstruktionen mit Lichtmodulatoren anzugeben, die derart geeignet ausgebildet ist, dass einesteils eine kostenaufwändige Anordnung zumindest des optischen Systems vermieden und andernteils der für den Sichtbarkeitsbereich nutzbare Beugungswinkel erhöht werden. Dabei sollen die Abmessungen der Einrichtung in axialer Richtung möglichst gering gehalten werden.

[0018] Die Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0019] Zur Einrichtung zur Erzeugung von holografischen Rekonstruktionen mit Lichtmodulatoren gehören

- mindestens ein von mindestens einer Lichtquelle beleuchteter, pixellierter Lichtmodulator,
- eine fokussierende Linsen-Feldanordnung, deren Linsen jeweils einer Gruppe von kodierbaren Pixeln des Lichtmodulators zugeordnet sind und die die Lichtquellen in einer Bildebene nach dem Lichtmodulator als Lichtquellenabbildungen abbilden, und
- eine Steuereinheit, die mit dem Lichtmodulator in Verbindung steht und in der die holografische Kodierung der pixelierten Kodierfläche des Lichtmodulators mittels programmtechnischer Mittel berechnet wird,

wobei gemäß dem Kennzeichenteil des Patentanspruchs 1 dem Lichtmodulator eine mit einer Vielzahl von Lochblenden versehene Filterblenden-Feldanordnung zugeordnet ist, die sich im Bereich der Bildebene der Lichtquellenabbildungen befindet und deren Lochblenden derart innerhalb der Filterblenden-Feldanordnung ausgebildet sind, dass die Lochblenden jeweils einen vorgegebenen Bereich von der Größe kleiner oder gleich einer Beugungsordnung aus dem durch die holografische Kodierung des Lichtmodulators entstehenden Beugungsspektrum durchlassen.

[0020] Zur Beleuchtung des Lichtmodulators kann vor dem Lichtmodulator eine Lichtquelle mit einer Strahlaufweitungs-optik angeordnet sein.

[0021] Dabei kann zwischen der Strahlaufweitungs-optik und der fokussierenden Linsen-Feldanordnung ein dynamischer Shutter-Modulator vorgesehen sein.

[0022] Alternativ kann zur Beleuchtung des Lichtmodulators eine vor dem Lichtmodulator positionierte Lichtquellen-Feldanordnung mit einer Vielzahl von Lichtquellen angeordnet sein.

[0023] Die Einrichtung kann eine Lichtquellen-Feldanordnung, eine erste Linsen-Feldanordnung als Strahlaufweitungsoptik und eine zweite Linsen-Feldanordnung mit mehreren sphärischen Linsen als Bildschirm für den Betrachter aufweisen.

[0024] Der Lichtquelle oder der ersten Lichtquellen-Feldanordnung ist eine Energieversorgungseinrichtung zugeordnet.

[0025] Die Steuereinheit zur Kodierung des Lichtmodulators ist ein Teil eines Steuersystems, zu dem eine Einheit zur Steuerung der Lichtquellen-Feldanordnung und/oder eine Einheit zur Steuerung der Filterblenden-Feldanordnung sowie eine Positionserfassungseinheit für den momentanen Standort des Betrachters gehören.

[0026] Die Positionserfassungseinheit kann mit den beiden Einheiten zumindest signaltechnisch verbunden sein.

[0027] Die beiden Einheiten können wahlweise mit einer Verschiebeeinrichtung in Verbindung stehen, die die als bewegbare Komponenten ausgebildeten Lichtquellen der Lichtquellen-Feldanordnung und/oder die Filterblenden der Filterblenden-Feldanordnung je nach Signalen aus der Positionserfassungseinheit in ihrer jeweiligen Ebene verschiebt. Es kann aber auch die Linsen-Feldanordnung verschiebbar ausgebildet sein.

[0028] Die Lichtquellen- bzw. Filterblenden-Feldanordnungen können sowohl als statische als auch als dynamische, von dem Steuerungssystem einstellbare optische Komponenten ausgebildet sein.

[0029] Die pixelierter Kodierfläche des Lichtmodulators kann beispielsweise quadratisch ausgebildete Pixel aufweisen.

[0030] Die erste Linsen-Feldanordnung stellt für den Lichtmodulator eine Beleuchtungsoptik und für die Lichtquellen-Feldanordnung eine Abbildungsoptik dar, die die Lichtquellen-Feldanordnung in die als Fourierebene des Lichtmodulators gegebene Brennebene abbildet, wobei die Bilder der Lichtquellen-Feldanordnung mit den Fouriertransformierten der durchstrahlten Pixel des jeweiligen Teilbereiches des Lichtmodulators zusammenfallen und wobei die die vorgegebene Beugungsordnung durchlassende Filterblenden-Feldanordnung im Bereich der Brennebene platziert ist.

[0031] Die Filterblenden-Feldanordnung kann ein

Raster von Lochblenden aufweisen, die jeweils nur die vorgegebene eine Beugungsordnung der Fouriertransformierten oder Teile davon durchlassen.

[0032] Die projizierende zweite Linsen-Feldanordnung mit den insbesondere zweidimensional ausgebildeten, sphärischen Linsen bildet die Lochblenden der Filterblenden-Feldanordnung in eine zweite Ebene, die zugleich die Betrachterebene ist, ab. Die gegenseitige Anordnung der Linsen und Filterblenden ist dabei so gewählt, dass die Abbildungen aller Lochblenden in der Betrachterebene zusammenfallen und ein Betrachterfenster bilden.

[0033] Die erste Linsen-Feldanordnung kann eine zweidimensionale Anordnung mit sphärischen Linsen sein, die nach den Punktlichtquellen der Lichtquellen-Feldanordnung angeordnet sind.

[0034] Eine einzelne sphärische Linse der ersten Linsen-Feldanordnung und eine einzelne sphärische Linse der zweiten Linsen-Feldanordnung können eine Abmessung im Bereich von typischerweise etwa drei bis zehn Millimeter haben.

[0035] Die Größe der Lochblenden der Filterblenden-Feldanordnung ist von dem Pixel-Pitch p des Lichtmodulators und der Brennweite der Linsen der ersten Linsen-Feldanordnung abhängig.

[0036] Die Filterblenden-Feldanordnung kann als ein Shutter-Modulator ausgebildet sein, dessen steuerbare Öffnungen im Bereich möglicher Abmessungen eines oder mehrerer Pixel des Shutter-Modulators liegen.

[0037] Die programmtechnischen Mittel für die Kodierung der Pixel des Lichtmodulators in der Steuereinheit können auf den Aufbau der erfindungsgemäßen Einrichtung abgestimmt sein.

[0038] Im Falle der Verwendung von HPO-Hologrammen kann die Kodierung der Hologrammwerte in mehreren horizontal oder vertikal nebeneinanderliegenden Pixeln einer oder mehrerer Zeilen des Lichtmodulators erfolgen.

[0039] In dem Steuersystem, insbesondere in der zugehörigen Steuereinheit, ist es möglich, eine holografische Kodierung nur in einer Dimension vorzunehmen, wobei die in eine Gruppe von Zeilen oder Spalten des Lichtmodulators eingeschriebenen Werte zueinander in Bezug stehen.

[0040] Dann kann die erste Linsen-Feldanordnung eine Lentikular-Feldanordnung mit Zylinderlinsen darstellen, die von Linienlichtquellen beleuchtet wird und der eine Filterblenden-Feldanordnung mit schlitzförmigen Blenden zugeordnet ist.

[0041] Eine hinreichend kohärente Beleuchtung des Lichtmodulators muss dann nur jeweils im Bereich der Gruppe von wenigen Zeilen durchgeführt werden.

[0042] Zur Nachführung des Sichtbarkeitsbereiches für den Betrachter kann als Filterblenden-Feldanordnung ein dynamischer Shutter-Modulator zur Verschiebung der Position der Blenden eingesetzt sein.

[0043] Die Lichtquellen-Feldanordnung kann aus einer zeitlich nacheinander einschaltbaren Anordnung von angrenzenden Lichtquellen bestehen, womit in einem bestimmten Zeitintervall ein bestimmter vertikaler Bereich ausleuchtbar ist, was durch das Steuersystem einstellbar ist.

[0044] Zur Vergrößerung des vom Betrachter nutzbaren Sichtbarkeitsbereiches, insbesondere in vertikaler Richtung, können Zerstreuungslinsen eingesetzt sein, wobei die Gesamtheit der Zerstreuungslinsen ebenfalls in Form einer Zerstreuungslinsen-Feldanordnung ausgebildet und der Filterblenden-Feldanordnung unmittelbar nachgeordnet sein kann.

[0045] Wahlweise können je nach verwendetem Aufbau und vorgesehener Kodierung des Lichtmodulators eindimensionale, schlitzförmige oder zweidimensionale lochartige Filterblenden-Feldanordnungen eingesetzt sein.

[0046] Die Filterblenden-Feldanordnung kann statisch in Form einer Lochmaske ausgebildet sein.

[0047] Zur Nachführung des Sichtbarkeitsbereiches oder zur regelmäßigen Abtastung eines bestimmten Sichtbereiches kann die Realisierung einer dynamischen Filterblenden-Feldanordnung über die signaltechnischen Verschiebeeinrichtungen des Steuersystems vorgesehen sein.

[0048] Die Filterblenden-Feldanordnung kann ein schnell schaltender Amplituden-Lichtmodulator sein, bei dem die Variation der Transmission einzelner Pixel eine Filterung bewirkt, wobei die aufgeschalteten Pixel, die dann als Lochblenden wirken, etwa der Größe der Öffnung der Lochblenden der statischen Filterblenden-Feldanordnung entsprechen.

[0049] Die Lichtquellen-Feldanordnung kann in Abstimmung mit der dynamischen Filterblenden-Feldanordnung ein schnell schaltender Amplituden-Lichtmodulator sein, der von einer Lichtquelle im Ganzen beleuchtet wird und bei dem die Variation der Transmission einzelner Pixel einen Lichtstrahlendurchlass bewirkt, wobei die Pixel, die dann als Strahldurchlassöffnung wirken, etwa die Größe des Durchmessers der Lichtquellen der statischen Lichtquellen-Feldanordnung haben.

[0050] Die Erfindung wird anhand mehrerer Ausführungsbeispiele mittels mehrerer Zeichnungen näher erläutert.

[0051] Es zeigen:

[0052] [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung der Seitenansicht oder Draufsicht einer erfindungsgemäßen Einrichtung zur Erzeugung von holografischen Rekonstruktionen,

[0053] [Fig. 2](#) einen Ausschnitt der Kodierfläche eines zweidimensional kodierbaren pixelierten Lichtmodulators mit quadratischen Pixeln,

[0054] [Fig. 3](#) eine schematische Darstellung der Seitenansicht einer Variante der erfindungsgemäßen Einrichtung zur Erzeugung von holografischen Rekonstruktionen, wobei

[0055] [Fig. 3a](#) die Anordnung von erfindungswesentlichen Komponenten der Einrichtung und

[0056] [Fig. 3b](#) einen Ausschnitt der Kodierfläche eines eindimensional kodierbaren pixelierten Lichtmodulators zeigen,

[0057] [Fig. 4](#) eine schematische Darstellung der Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Einrichtung zur Erzeugung von holografischen Rekonstruktionen mit einer verstellbaren Filterblenden-Feldanordnung und einer verstellbaren Lichtquellen-Feldanordnung nach [Fig. 1](#) und [Fig. 3a](#) und

[0058] [Fig. 5](#) eine schematische Darstellung der Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Einrichtung zur Erzeugung von holografischen Rekonstruktionen nach [Fig. 3a](#) mit einer Zerstreuungslinsen-Feldanordnung.

[0059] In [Fig. 1](#) ist eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Einrichtung **1** zur holografischen Rekonstruktion einer dreidimensionalen Szene **9** mit einem Lichtmodulator **2** gezeigt, die ein Gehäuse **3** aufweist, in dem sich zumindest

- eine Lichtquellen-Feldanordnung **4** mit mehreren Lichtquellen **41**,
- mindestens ein pixelierter Lichtmodulator **2**, der der Lichtquellen-Feldanordnung **4** nachgeordnet ist,
- eine fokussierende Linsen-Feldanordnung **5**, deren Linsen **51** jeweils einer Gruppe von kodierbaren Pixeln **21** des Lichtmodulators **2** zugeordnet sind und die die einzelnen Lichtquellen **41** der Lichtquellen-Feldanordnung **4** in einer Bildebene **6** nach dem Lichtmodulator **2** als Lichtquellenabbildungen **42** abbilden, und
- eine Steuereinheit **7**, die mit dem Lichtmodulator **2** in Verbindung steht und in der die holografische Kodierung der pixelierten Kodierfläche **22** des

Lichtmodulators **2** mit programmtechnischen Mitteln berechnet wird,

befinden.

[0060] Erfindungsgemäß ist dem Lichtmodulator **2** eine mit einer Vielzahl von Lochblenden **81** versehene Filterblenden-Feldanordnung **8** zugeordnet, die sich im Bereich der Bildebene **6** der Lichtquellenabbildungen **42** befindet und deren Lochblenden **81** derart innerhalb der Filterblenden-Feldanordnung **8** ausgebildet sind, dass die Lochblenden jeweils eine vorgegebene Beugungsordnung oder Teile davon aus dem durch die holografische Kodierung des Lichtmodulators entstehenden Beugungsspektrum durchlassen.

[0061] In der erfindungsgemäßen Einrichtung **1** in [Fig. 1](#) können des Weiteren anstelle der Lichtquellen-Feldanordnung **4** eine Lichtquelle **11** mit einer Strahlaufweitungsoptik **12** sowie eine zweite Linsen-Feldanordnung **13** mit mehreren sphärischen Linsen **131** als Schirm für den Betrachter **14** vorhanden sein. Der Lichtquelle **11** oder in Unabhängigkeit von der Lichtquelle **11** der ersten Lichtquellen-Feldanordnung **4** ist eine Energieversorgungseinrichtung **15** zugeordnet. Die Steuereinheit **7** zur Kodierung des Lichtmodulators **2** kann ein Teil eines Steuersystems **16** sein, zu dem gemäß [Fig. 1](#) noch eine Einheit **17** zur Steuerung der Lichtquellen-Feldanordnung **4** und eine Einheit **18** zur Steuerung der Filterblenden-Feldanordnung **8** sowie eine Positionserfassungseinheit **19** für den Standort des Betrachters **14** gehören können. Die Positionserfassungseinheit **19** ist mit den beiden Einheiten **17** und **18** zumindest signaltechnisch verbunden. Die beiden Einheiten **17** und **18** stehen mit einer Verschiebeeinrichtung **20** in Verbindung, die die bewegbaren Komponenten wie z. B. die Lichtquellen **41** der Lichtquellen-Feldanordnung **4** und/oder die Filterblenden **81** der Filterblenden-Feldanordnung **8** oder auch die Linsen der Linsen-Feldanordnung je nach Signalen aus der Positionserfassungseinheit **19** in ihrer jeweiligen Ebene verschiebt.

[0062] Die [Fig. 1](#) zeigt somit eine Filterung an einem holografisch kodierten Lichtmodulator **2**, der als Teil der erfindungsgemäßen Einrichtung **1** ausgebildet ist und der die Lichtquellen-Feldanordnung **4** in Kombination mit der ersten Linsen-Feldanordnung **5**, der Filterblenden-Feldanordnung **8** sowie der zweiten Linsen-Feldanordnung **13** verwendet.

[0063] In [Fig. 2](#) ist schematisch die pixelierte Kodierfläche **22** des Lichtmodulators **2** dargestellt, wobei sich die hier quadratisch ausgebildeten Pixel **21** in xy-Richtung des in [Fig. 1](#) angegebenen xyz-Koordinatensystems **10** erstrecken. Dabei ist p der Mittenabstand zweier benachbarter Pixel **21** und die Koordinate z die Erstreckungsrichtung der zur Einrichtung

1 angeordneten, zugehörigen optischen Komponenten.

[0064] In [Fig. 1](#) stellt die erste Linsen-Feldanordnung **5** für den Lichtmodulator **2** eine Beleuchtungsoptik und für die Lichtquellen-Feldanordnung **4** eine Abbildungsoptik dar, die die Lichtquellen-Feldanordnung **4** in die als Fourierebene des Lichtmodulators gegebene Brennebene **6** abbildet, wobei die Bilder der Lichtquellen-Feldanordnung **4** mit den Fouriertransformierten der durchstrahlten Pixel des jeweiligen Teilbereiches des Lichtmodulators **2** zusammenfallen und wobei die die vorgegebene Beugungsordnung durchlassende Filterblenden-Feldanordnung **8** im Bereich der Brennebene platziert ist. Die Filterblenden-Feldanordnung **8** weist ein Raster von Lochblenden **81** auf, die jeweils nur die vorgesehene eine Beugungsordnung der Fouriertransformierten oder Teile davon durchlässt. Die projizierende zweite Linsen-Feldanordnung **13** mit den zweidimensional angeordneten, sphärischen Linsen **131** bildet die Lochblenden **81** in eine zweite Ebene **61**, die zugleich die Betrachterebene ist, ab, wobei sich die Bilder der einzelnen Lochblenden **81** in einem Sichtbarkeitsbereich überlagern. In der Betrachterebene kann in dem Sichtbarkeitsbereich, der einer Beugungsordnung des Fourierspektrums entspricht, die Visualisierung der holografischen Rekonstruktion **9** der dreidimensionalen Szene durch einen Betrachter **14** erfolgen.

[0065] Die erste Linsen-Feldanordnung **5** kann eine zweidimensionale Anordnung mit sphärischen Linsen **51** sein, die nach den Punktlichtquellen **41** der Lichtquellen-Feldanordnung **4** angeordnet sind, wobei auch eine zweidimensionale Filterblenden-Feldanordnung **8** von Lochblenden **81** und eine zweite Linsen-Feldanordnung **13** vorgesehen ist. Die Einrichtung **1** stellt in [Fig. 1](#) einen Schnitt durch die Zeilen oder Spalten der Feldanordnungen **4**, **5**, **6**, **13** dar.

[0066] Eine einzelne Linse **51** der ersten Linsen-Feldanordnung **5** und eine einzelne Linse **131** der zweiten Linsen-Feldanordnung **13** können beispielsweise eine Abmessung im Bereich von typischerweise drei bis zehn Millimeter haben.

[0067] Insgesamt erhöht sich durch die Filterung mit den Feldanordnungen **4**, **5**, **6**, **13** die Tiefe des Aufbaus der Einrichtung **1** in z-Richtung nur in moderatem Maße und bleibt weitgehend unter den Abmessungen der im Stand der Technik beschriebenen Großlinsen.

[0068] Die Filterblenden-Feldanordnung **8** ist dabei ein zweidimensionales Raster mit kleinen Öffnungen – den Lochblenden **81** –. Die Größe der Öffnungen **81** ist abhängig von dem in [Fig. 2](#) gezeigten Pixel-Pitch p des Lichtmodulators **2** und der Brennweite der Linsen **51** der ersten Linsen-Feldanordnung **5**, die die Ausdehnung einer Beugungsordnung in der Fourie-

rebene bestimmen. Ein vorgegebener Wert kann im Bereich zwischen 0,1 mm bis 0,2 mm liegen.

[0069] Die Filterblenden-Feldanordnung **8** kann aber auch als ein Shutter-Modulator mit steuerbaren Öffnungen ausgebildet sein, deren Ausdehnung im Bereich möglicher Abmessungen eines oder mehrerer Pixel des Shutter-Modulators liegen.

[0070] Die in der Steuereinheit **7** vorhandenen, programmtechnischen Mittel für die holografische Kodierung der Pixel **21** des Lichtmodulators **2** können auf den Aufbau der Einrichtung **1** abgestimmt sein.

[0071] In [Fig. 3](#), [Fig. 3a](#) ist eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Einrichtung **1** zur Erzeugung von holografischen Rekonstruktionen **91** in abgerüsteter Form gegenüber [Fig. 1](#) gezeigt, die aus einer Lichtquellen-Feldanordnung **43**, aus einer ersten Linsen-Feldanordnung **5**, einem Lichtmodulator **23** und einer dem Lichtmodulator **23** nachgeordneten Filterblenden-Feldanordnung **8**, die sich in der Bildebene **6** der Lichtquellenabbildungen **42** befindet, besteht.

[0072] Zur Reduzierung der für die Hologramme benötigten Rechenzeit ist in der Displayholografie vorgesehen, dass HPO-Hologramme (engl. horizontal parallax only holograms) eingesetzt werden, bei denen eine Hologrammkodierung nur in einer Dimension, z. B. in y-Richtung, wie in [Fig. 3](#), [Fig. 3b](#) gezeigt ist, erfolgt. Dabei werden normalerweise in jede Zeile des Lichtmodulators **23** unabhängig voneinander berechnete Werte eingeschrieben. Bei Verwendung von eindimensionalen holografischen Kodierungen **24**, **25**, **26**, **27** innerhalb des Lichtmodulators **23** kann nur eine eindimensionale Rekonstruktion stattfinden. Die z. B. am eindimensionalen HPO-Hologramm des Lichtmodulators **23** gebeugte Lichtwelle dehnt sich entsprechend nur in horizontaler Richtung in dem Sichtbarkeitsbereich **61** aus.

[0073] In diesem Fall kann die erste Linsen-Feldanordnung **5** und/oder zweite Linsen-Feldanordnung **13** in [Fig. 1](#) eine Lentikular-Feldanordnung mit Zylinderlinsen sein, die durch linienförmige Lichtquellen **41** beleuchtet wird und der eine Filterblenden-Feldanordnung **8** mit schlitzförmigen Blenden **81** zugeordnet ist. Für HPO-Hologramme zeigt [Fig. 1](#) eine Draufsicht auf die Einrichtung **1**. Generell sind aber auch VPO-(engl. vertical parallax only)Hologramme denkbar, bei denen alles um 90 Grad gedreht ist.

[0074] Zur Vergrößerung des Beugungswinkels und damit des nutzbaren Sichtbarkeitsbereiches **61** kann es im Fall eines HPO-Hologramms z. B. möglich sein, zur Kodierung eines komplexen Hologrammwertes anstelle mehrerer Spalten eine Kombination aus mehreren Zeilen eines Hologramms zu verwenden.

[0075] Eine Möglichkeit der Berechnung in der Steuereinheit **7** hierzu ist zum Beispiel eine Repräsentation einer komplexen Zahl durch mehrere Phasenwerte, wobei die Berechnung einer eindimensionalen Anordnung komplexer Hologrammwerte in horizontaler Richtung, in y-Richtung, die Anordnung der Phasenwerte zu jeweils einer komplexen Zahl aber in vertikal übereinander liegenden Pixeln erfolgt. Dazu ist auch eine kohärente Beleuchtung nur jeweils der Gruppe **28** von wenigen Zeilen **24**, **25**, **26**, **27** nötig. Wird aber eine Gruppe **28** von Zeilen **24**, **25**, **26**, **27** eines Lichtmodulators **23** kohärent beleuchtet, so entsteht allerdings ein in vertikaler Richtung, in x-Richtung, unerwünschter winkelabhängig variierender Gangunterschied zwischen den einzelnen Zeilen, der zu Abweichungen von der erwarteten Rekonstruktion führt.

[0076] In der [Fig. 3](#), [Fig. 3a](#) erfolgt bei einer kohärenten Beleuchtung mehrerer Zeilen **24**, **25**, **26**, **27** die Hologrammberechnung nur mit horizontaler Parallaxe, und die Filterung erfolgt mittels einer Filter-Feldanordnung **8** von schlitzförmigen Filterblenden **81**, je einer für jeweils eine Gruppe **28** kohärent beleuchteter Zeilen **24**, **25**, **26**, **27**. Das eröffnet die Möglichkeit, Hologrammwerte, die bisher in horizontal nebeneinanderliegenden Pixeln kodiert waren, in vertikal untereinanderliegenden Pixeln zu kodieren.

[0077] Während bei Filtereinheiten vom Typ 4f-Anordnung gemäß [Fig. 1](#) eine Anordnung von mindestens zwei nachgeordneten Linsen-Feldanordnungen **5** und **13** benötigt wird, von denen die erste Linsen-Feldanordnung **5** eine Fouriertransformation und die zweite Linsen-Feldanordnung **13** eine Rücktransformation durchführt, ist bei dieser speziellen Problemstellung, bei der wenige Lichtmodulator-Zeilen **24**, **25**, **26**, **27** kohärent addiert werden, keine Rücktransformation nach der Filterebene **6**, wie in den [Fig. 3](#), [Fig. 4](#), [Fig. 5](#) gezeigt ist, nötig.

[0078] Die komplexen Werte auf dem Lichtmodulator **23** in den [Fig. 3a](#), [Fig. 4](#), [Fig. 5](#) werden in der Steuereinheit **7** nur durch eine eindimensionale Fouriertransformation in horizontaler Richtung berechnet.

[0079] In der vertikalen Richtung wird in der Filterebene **6** das gewünschte Signal als kohärente Addition mehrerer Lichtmodulator-Zeilen **24**, **25**, **26**, **27** selbst – nicht seine Fouriertransformierte – durchgelassen beziehungsweise unerwünschte Anteile davon herausgefiltert. Notwendig ist jedoch, dass, wie in [Fig. 4](#) gezeigt ist, sich ein Betrachter **14** im Sichtbarkeitsbereich **61** auch vertikal bewegen und der Betrachter **14** die Rekonstruktion **91** bzw. die dazu verschobene Rekonstruktion **92** von verschiedenen vertikalen Positionen aus sehen kann. Dazu muss Licht von der Filterebene **6** in die entsprechende vertikale Position gelangen.

[0080] Dafür ist in [Fig. 5](#) eine Zerstreuungslinsen-Feldanordnung im Anschluss an die Filterebene **6** vorgesehen, die den Winkel aufweitet, unter dem sich das Licht in vertikaler Richtung ausbreitet.

[0081] Eine günstige Alternative zur Einstellung des Sichtbarkeitsbereiches in der Ebene **61** auf den Betrachter **14** kann jedoch ein dynamischer Shutter zur Verschiebung der Position der Filterblenden **81** in der Filterblenden-Feldanordnung **8** sein. Dies kann erfolgen in Kombination entweder mit einer Änderung der auf dem Lichtmodulator **2**, **23** dargestellten Werte – zum Beispiel muss bei einer Phasenkodierung jeweils für eine komplette Zeile ein bestimmter Phasenoffset addiert werden – oder mit einer bewegbaren Lichtquellen-Feldanordnung **4**. Das hat den Vorteil, dass auch ein vergleichsweise langsam schaltender Lichtmodulator **2** verwendet werden kann.

[0082] Letzteres kann auch, wie z. B. in [Fig. 4](#) gezeigt, eine Lichtquellen-Feldanordnung **4** sein, bei der nebeneinanderliegende Lichtquellen zeitlich nacheinander unter Steuerung der Einheit **17** eingeschaltet werden. Damit kann in einem bestimmten Zeitintervall ein bestimmter vertikaler Bereich, mit dem Richtungszeichen **L** belegt, abgetastet werden.

[0083] [Fig. 4](#) zeigt auch eine mögliche Verschiebung, mit dem Richtungszeichen **F** belegt, der Filterblenden **81** der Filterblenden-Feldanordnung **8** in der Filterebene **6**, wobei die Filterblenden-Feldanordnung auch als ein dynamischer Lichtmodulator ausgebildet sein kann.

[0084] [Fig. 5](#) zeigt die genannte Möglichkeit der Verwendung zusätzlicher Zerstreuungslinsen **52** zur Vergrößerung des vom Betrachter **14** nutzbaren Sichtbarkeitsbereiches **61**, wobei die Gesamtheit der parallel zueinander gerichteten Zerstreuungslinsen **52** ebenfalls in Form einer Zerstreuungslinsen-Feldanordnung **53** ausgebildet und der Filterblenden-Feldanordnung **8** unmittelbar nachgeordnet sein kann.

[0085] Die erfindungsgemäße Einrichtung **1** ermöglicht es, dass in Kombination mit einer Lichtquellen-Feldanordnung **4** für jeden einzelnen, von einer Lichtquelle **41** hinreichend kohärent beleuchteten Bereich eines Hologramms für sich jeweils eine Filterung unerwünschter Beugungsordnungen vorgenommen werden kann. Dies ermöglicht insbesondere den Einsatz kleiner kompakter Filtereinheiten, die auch vor einem großen holografischen Schirm **13** angebracht werden können. Wahlweise je nach verwendetem Aufbau und vorgesehener Kodierung des Lichtmodulators **2**, **23** kann der Einsatz eindimensionaler – bevorzugt schlitzförmiger – oder zweidimensionaler lochartiger Filterblenden-Feldanordnungen **8** möglich sein.

[0086] Die Filterblenden-Feldanordnung **8** kann sta-

tisch in Form einer Lochmaske ausgebildet sein.

[0087] Eine andere Möglichkeit der Einrichtung **1**, die eine Nachführung oder eine regelmäßige Abtastung eines bestimmten Sichtbarkeitsbereiches **61** für den Betrachter **14** erlaubt, ist die dynamische Ausführung der Filterblenden-Feldanordnung **8** über die signaltechnischen Verschiebeeinrichtungen **20** des Steuersystems **16**.

[0088] Dann kann die Filterblenden-Feldanordnung **8** z. B. ein schnell schaltender Amplituden-Lichtmodulator sein, bei dem die Variation der Transmission einzelner Pixel bzw. Pixelgruppen eine Filterung bewirkt. Die Pixel bzw. Pixelgruppen, die dann als Lochblenden **81** wirken können, haben dann etwa die Größe der Öffnung der Lochblenden **81**. Da die einzelnen Filtereinheiten der Filterblenden-Feldanordnung **8** mit relativ zueinander inkohärenten Lichtquellen beleuchtet werden, entsteht durch die Filterblenden-Feldanordnung **8** keine neue Beugungsstruktur.

[0089] Die Lichtquellen-Feldanordnung **4** kann in Abstimmung mit der Filterblenden-Feldanordnung **8** ein schnell schaltender Amplituden-Lichtmodulator sein, bei dem die Variation der Transmission einzelner Pixel bzw. Pixelgruppen einen Lichtdurchlass bewirkt, wobei die Pixel bzw. Pixelgruppen, die dann als Lichtdurchlassöffnung wirken, etwa die Größe des Durchmessers der Lichtquellen **41** der statischen Lichtquellen-Feldanordnung haben.

Bezugszeichenliste

1	Einrichtung
2	Lichtmodulator
21	Pixel
22	Kodierfläche
23	Lichtmodulator
24	Zeile
25	Zeile
26	Zeile
27	Zeile
28	Gruppe
3	Gehäuse
4	Lichtquellen-Feldanordnung
41	Lichtquellen
42	Lichtquellenabbildungen
43	Lichtquellen-Feldanordnung
5	Linsen-Feldanordnung
51	Linsen
52	Zerstreuungslinsen
53	Zerstreuungslinsen-Feldanordnung
6	Bildebene
61	Sichtbarkeitsbereich
7	Steuereinheit
8	Filterblenden-Feldanordnung
81	Lochblenden
9	Rekonstruktion
91	Rekonstruktion

- 92** Verschiebung Rekonstruktion
- 93** Vergrößerte Rekonstruktion
- 10** xyz-Koordinatensystem
- 11** Lichtquelle
- 12** Strahlauflösungsoptik
- 13** Zweite Linsen-Feldanordnung
- 131** Linsen
- 14** Betrachter
- 15** Energieversorgungseinheit
- 16** Steuersystem
- 17** Einheit zur Steuerung der Lichtquellen-Feld-anordnung
- 18** Einheit zur Steuerung der Filterblenden-Feld-anordnung
- 19** Positionserfassungssystem
- 20** Verschiebeeinrichtungen

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- WO 2006/119920 A1 [\[0004\]](#)
- DE 102005023743 A1 [\[0007\]](#)
- US 3633989 [\[0015\]](#)

Patentansprüche

1. Einrichtung (1) zur Erzeugung von holografischen Rekonstruktionen mit Lichtmodulatoren (2, 23), zu welcher

– mindestens ein von mindestens einer Lichtquelle (11, 41) beleuchteter, pixellierter Lichtmodulator (2, 23),

– eine fokussierende Linsen-Feldanordnung (5), deren Linsen (51) jeweils einer Gruppe von kodierbaren Pixeln (21) des Lichtmodulators (2, 23) zugeordnet sind und die die Lichtquellen (11, 41) in einer Bildebene (6) nach dem Lichtmodulator (2, 23) als Lichtquellenabbildungen (42) abbilden, und

– eine Steuereinheit (7), die mit dem Lichtmodulator (2, 23) in Verbindung steht und in der die holografische Kodierung der pixellierten Kodierfläche (22) des Lichtmodulators (2, 23) mittels programmtechnischer Mittel berechnet wird,

gehören, **dadurch gekennzeichnet**, dass dem Lichtmodulator (2, 23) eine mit einer Vielzahl von Lochblenden (81) versehene Filterblenden-Feldanordnung (8) zugeordnet ist, die sich im Bereich der Bildebene (6) der Lichtquellenabbildungen (42) befindet und deren Lochblenden (81) derart innerhalb der Filterblenden-Feldanordnung (8) ausgebildet sind, dass die Lochblenden (81) jeweils einen vorgegebenen Bereich von der Größe kleiner oder gleich einer Beugungsordnung der Fouriertransformierten aus dem durch die holografische Kodierung des Lichtmodulators (2, 23) entstehenden Beugungsspektrum durchlassen.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Beleuchtung des Lichtmodulators (2, 23) vor dem Lichtmodulator (2, 23) eine Lichtquelle (11) mit einer Strahlaufweitungsoptik (12) und der fokussierenden Linsen-Feldanordnung (5) angeordnet sind.

3. Einrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Strahlaufweitungsoptik (12) und der fokussierenden Linsen-Feldanordnung (5) ein dynamischer Shutter-Modulator vorgesehen ist.

4. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Beleuchtung des Lichtmodulators (2, 23) eine vor dem Lichtmodulator (2, 23) positionierte Lichtquellen-Feldanordnung (4) mit einer Vielzahl von Lichtquellen (41) angeordnet ist.

5. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine zweite der Filterblenden-Feldanordnung (8) nachgeordnete Linsen-Feldanordnung (13) mit einer Vielzahl von sphärischen Linsen (131) als Schirm für den Betrachter (14) aufweist.

6. Einrichtung nach Anspruch 1 bis 4, dadurch

gekennzeichnet, dass der Lichtquelle (11) oder der ersten Lichtquellen-Feldanordnung (4) eine Energieversorgungseinrichtung (15) zugeordnet ist.

7. Einrichtung nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit (7) zur Kodierung des Lichtmodulators (2) ein Teil eines Steuerungssystems (16) ist, zu dem eine Einheit (17) zur Steuerung der Lichtquellen-Feldanordnung (4) und/oder eine Einheit (18) zur Steuerung der Filterblenden-Feldanordnung (8) und/oder der der Linsen-Feldanordnung (5) und/oder (13) sowie eine Positionserfassungseinheit (19) für den momentanen Standort des Betrachters (14) gehören.

8. Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Positionserfassungseinheit (19) mit den beiden Einheiten (17, 18) zumindest signaltechnisch verbunden ist.

9. Einrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Einheiten (17, 18) wahlweise mit einer Verschiebeeinrichtung (20) in Verbindung stehen, die die als bewegbare Komponenten ausgebildeten Lichtquellen (41) der Lichtquellen-Feldanordnung (4) und/oder die Filterblenden (81) der Filterblenden-Feldanordnung (8) und/oder der Linsen-Feldanordnung (5) und/oder (13) je nach Signalen aus der Positionserfassungseinheit (19) in ihrer jeweiligen Ebene verschiebt.

10. Einrichtung nach Anspruch 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Feldanordnungen (4, 8) sowohl als statische als auch als dynamische, von dem Steuerungssystem (16) einstellbare optische Komponenten ausgebildet sind.

11. Einrichtung nach Anspruch 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Linsen-Feldanordnung (5) für den Lichtmodulator (2) eine Beleuchtungsoptik und für die Lichtquellen-Feldanordnung (4) eine Abbildungsoptik darstellt, die die Lichtquellen-Feldanordnung (4) in die als Fourierebene des Lichtmodulators (2, 23) gegebene Brennebene (6) abbildet, wobei die Bilder der Lichtquellen-Feldanordnung (4) mit den Fouriertransformierten der durchstrahlten Pixel (21) des jeweiligen Teilbereiches des Lichtmodulators (2) zusammenfallen und wobei die die vorgegebene Beugungsordnung oder Teile davon durchlassende Filterblenden-Feldanordnung (8) im Bereich der Brennebene (6) platziert ist.

12. Einrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Filterblenden-Feldanordnung (8) ein Raster von Lochblenden (81) aufweist, die jeweils nur die vorgegebene eine Beugungsordnung der Fouriertransformierten oder Teile davon durchlassen.

13. Einrichtung nach Anspruch 1 und 5, dadurch

gekennzeichnet, dass die projizierende zweite Linsen-Feldanordnung (13) mit den zweidimensional angeordneten, sphärischen Linsen (131) die Lochblenden (81) der Filterblenden-Feldanordnung (8) in eine zweite dem Sichtbarkeitsbereich zugeordnete Ebene (61), die zugleich die Betrachterebene ist, abbildet, wobei die gegenseitige Anordnung der Linsen und Filterblenden derart gewählt ist, dass die Abbildungen aller Lochblenden (81) in der Betrachterebene (61) zusammenfallen und ein Betrachterfenster bilden.

14. Einrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Linsen-Feldanordnung (5) eine zweidimensionale Anordnung mit sphärischen Linsen (51) ist, die nach den Punktlichtquellen (41) der Lichtquellen-Feldanordnung (4) angeordnet sind.

15. Einrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Größe der Lochblenden (81) der Filterblenden-Feldanordnung (8) von dem Pixelpitch (p) des Lichtmodulators (2) und der Brennweite der Linsen (51) der ersten Linsen-Feldanordnung (5) abhängig ist.

16. Einrichtung nach Anspruch 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Filterblenden-Feldanordnung (8) als ein Shutter-Modulator ausgebildet ist, dessen steuerbare Öffnungen im Bereich möglicher Abmessungen eines oder mehrerer Pixel des Shutter-Modulators bzw. einer Beugungsordnung oder Teilen davon liegen.

17. Einrichtung nach mindestens einem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die programmtechnischen Mittel für die Kodierung der Pixel (21) des Lichtmodulators (2) in der Steuereinheit (7) auf den Aufbau der Einrichtung (1) abgestimmt sind.

18. Einrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Linsen-Feldanordnung (5) eine Lenticular-Feldanordnung mit Zylinderlinsen darstellt, die von Linienlichtquellen beleuchtet wird und der eine Filterblenden-Feldanordnung (8) mit schlitzförmigen Blenden (81) zugeordnet ist.

19. Einrichtung nach vorhergehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Steuersystem (16), insbesondere in der zugehörigen Steuereinheit (7) eine Hologrammkodierung nur in einer Dimension erfolgt, wobei die in eine Gruppe von Zeilen oder Spalten des Lichtmodulators (23) eingeschriebenen Werte zueinander in Bezug stehen.

20. Einrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass eine hinreichend kohärente Beleuchtung des Lichtmodulators (2, 23) nur jeweils im

Bereich der Gruppe (28) von wenigen Zeilen (24, 25, 26, 27) durchgeführt wird.

21. Einrichtung nach Anspruch 16 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass zur Nachführung des Sichtbarkeitsbereiches (61) für den Betrachter (14) als Filterblenden-Feldanordnung (8) ein dynamischer Shutter-Modulator zur Verschiebung der Position der Blenden (81) eingesetzt ist.

22. Einrichtung nach mindestens einem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtquellen-Feldanordnung (4) aus einer zeitlich nacheinander einschaltbaren Anordnung von angrenzenden Lichtquellen (41) besteht, womit in einem bestimmten Zeitintervall ein bestimmter vertikaler Bereich ausleuchtbar ist, was durch das Steuersystem (16) einstellbar ist.

23. Einrichtung nach Anspruch 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass zur Vergrößerung des vom Betrachter (14) in vertikaler Richtung nutzbaren Sichtbarkeitsbereiches (61) Zerstreuungslinsen (52) eingesetzt sind, wobei die Gesamtheit der parallel zueinander gerichteten Zerstreuungslinsen (52) ebenfalls in Form einer Zerstreuungslinsen-Feldanordnung (53) ausgebildet und der Filterblenden-Feldanordnung (8) unmittelbar nachgeordnet ist.

24. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass wahlweise je nach verwendetem Aufbau und vorgesehener Kodierung des Lichtmodulators (2, 23) eindimensionale, schlitzförmige oder zweidimensionale lochartige Filterblenden-Feldanordnungen (8) eingesetzt sind.

25. Einrichtung nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Filterblenden-Feldanordnung (8) statisch in Form einer Lochmaske ausgebildet ist.

26. Einrichtung nach mindestens einem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass zur Nachführung des Sichtbarkeitsbereiches (61) oder zur regelmäßigen Abtastung eines bestimmten Sichtbarkeitsbereiches (61) eine dynamische Filterblenden-Feldanordnung (8) über die signaltechnischen Verschiebeeinrichtungen (20) des Steuersystems (16) realisierbar ist.

27. Einrichtung nach mindestens einem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Filterblenden-Feldanordnung (8) ein schnell schaltender Amplituden-Lichtmodulator ist, bei dem die Variation der Transmission einzelner Pixel eine Filterung bewirkt, wobei die aufgeschalteten Pixel, die dann als Lochblenden (81) wirken, etwa der Größe der Öffnung der Lochblenden (81) der statischen Filterblenden-Feldanordnung entsprechen.

28. Einrichtung nach Anspruch 1 und 27, dadurch

gekennzeichnet, dass die Lichtquellen-Feldanordnung (4) in Abstimmung mit der Filterblenden-Feldanordnung (8) ein schnell schaltender Amplituden-Lichtmodulator ist, der von einer Lichtquelle (11) im Ganzen beleuchtet wird und bei dem die Variation der Transmission einzelner Pixel einen Lichtstrahldurchlass bewirkt, wobei die Pixel, die dann als Strahldurchlassöffnung wirken, etwa die Größe des Durchmessers der Lichtquellen (41) der statischen Lichtquellen-Feldanordnung haben.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

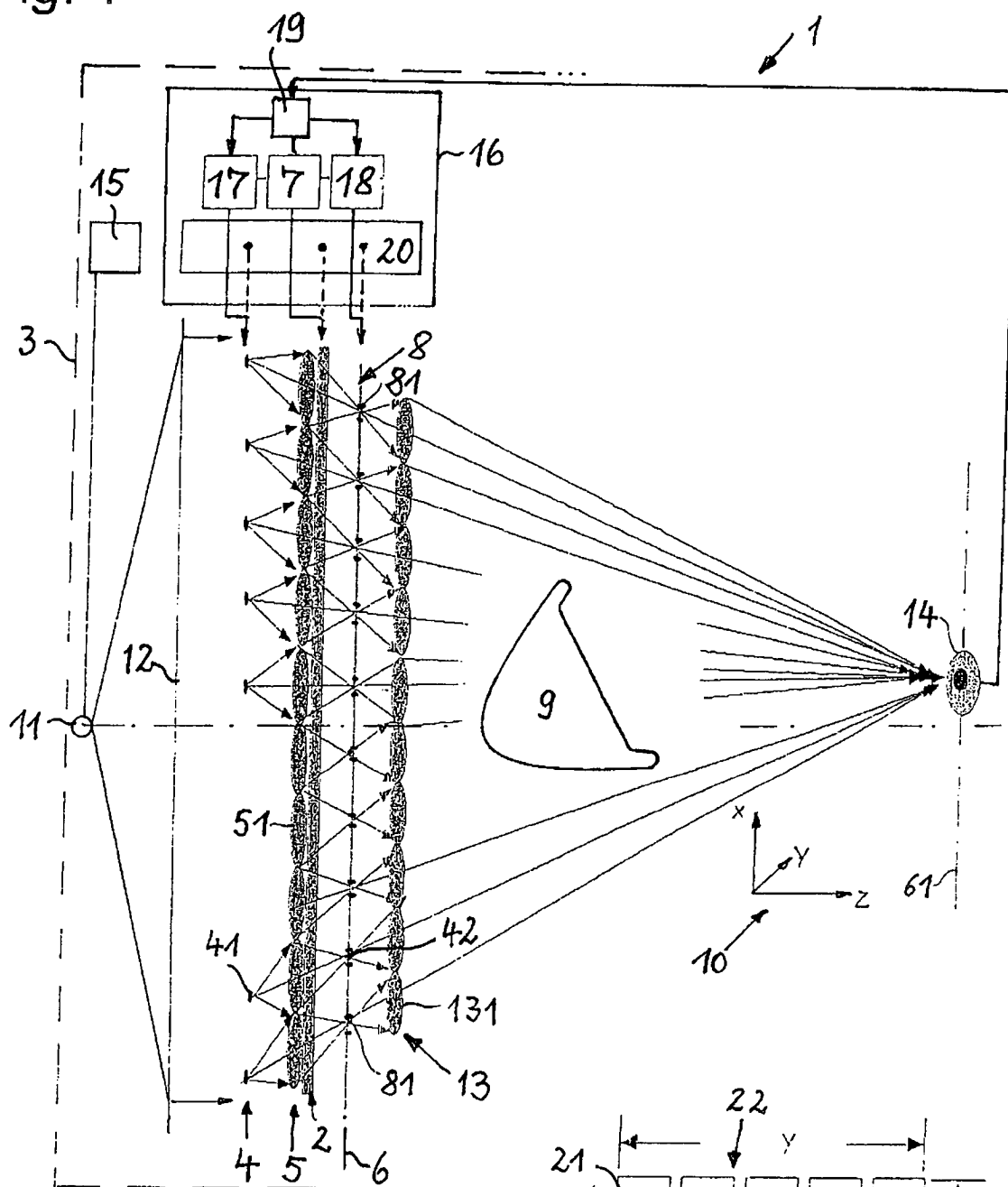


Fig. 2

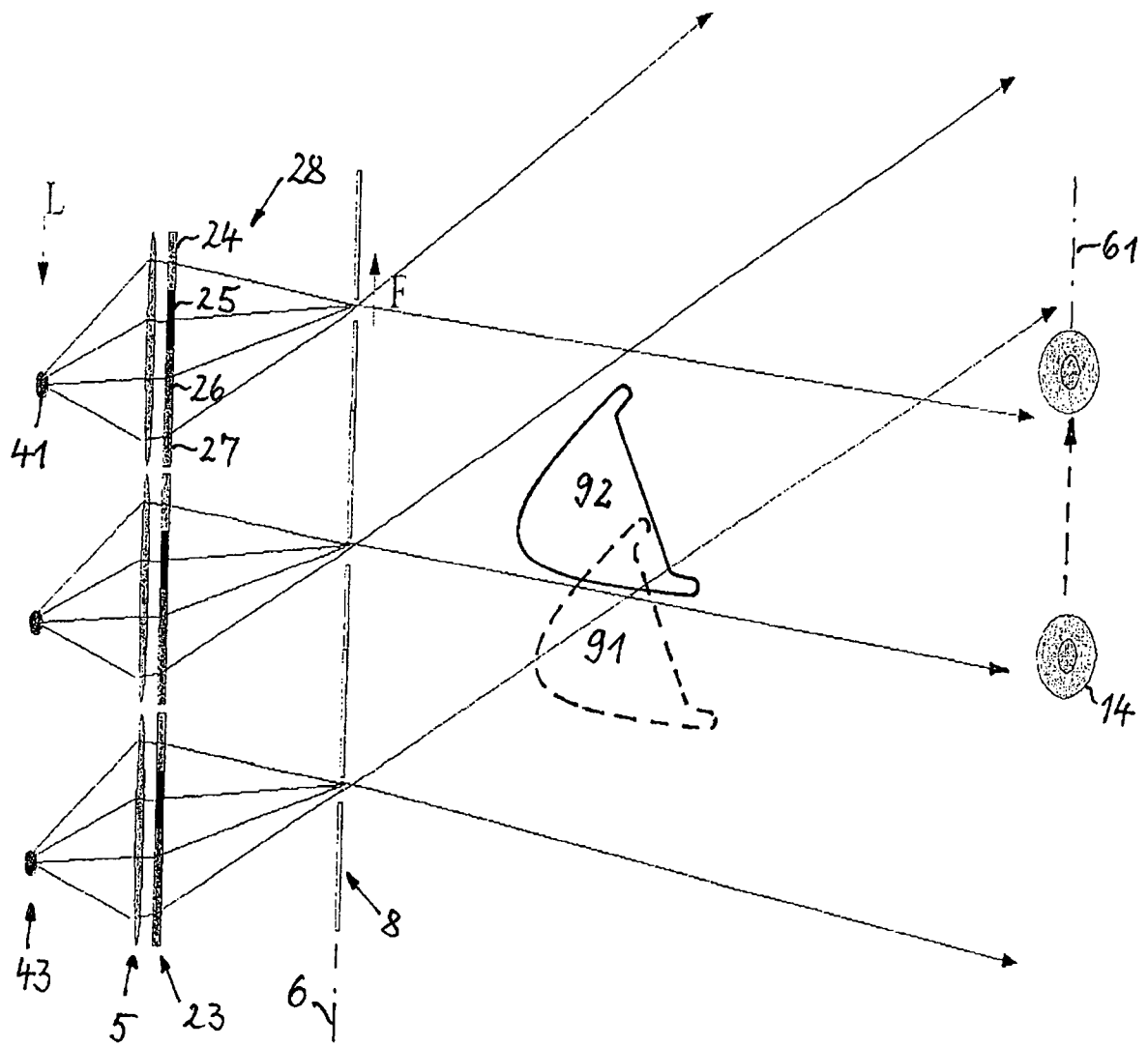


Fig. 4

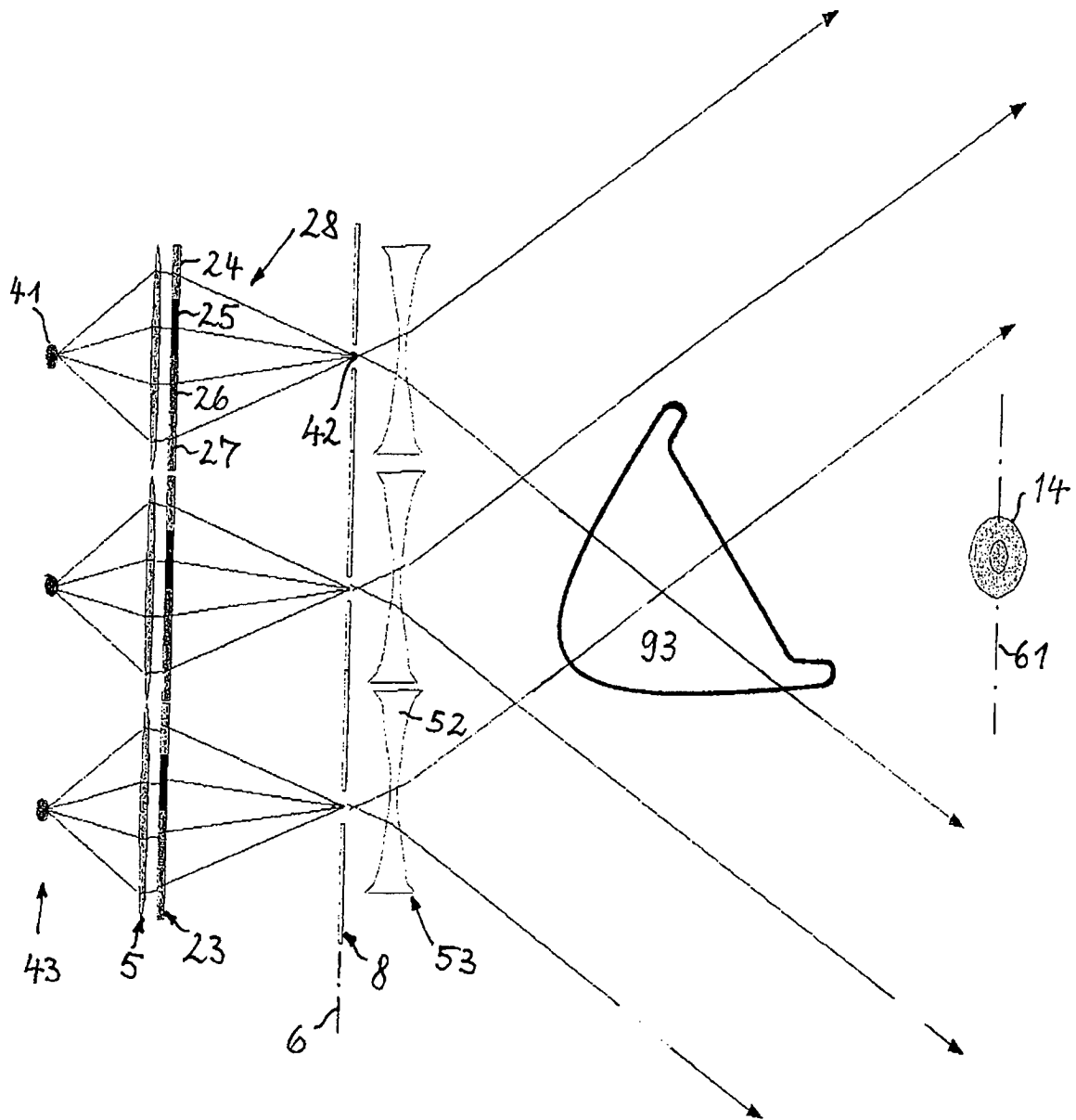


Fig. 5