(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 695 30 541 T2** 2004.03.18

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 689 119 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **695 30 541.7**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **95 304 299.1**
(96) Europäischer Anmeldetag: **20.06.1995**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **27.12.1995**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **02.05.2003**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **18.03.2004**

(51) Int Cl.[7]: **G06E 3/00**
G02F 1/135

(30) Unionspriorität:
9412347 **20.06.1994** **GB**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:
Sharp K.K., Osaka, JP

(74) Vertreter:
Müller - Hoffmann & Partner Patentanwälte, 81667 München

(72) Erfinder:
Robinson, Michael Geraint, Stadhampton, Oxon. OX44 7UU, GB; Tombling, Craig, Stadhampton, Oxon. OX44 7UR, GB

(54) Bezeichnung: **Elektro-Optische Vorrichtung und Anzeigevorrichtung**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine elektrooptische Vorrichtung. Eine derartige Vorrichtung kann z. B. dazu verwendet werden, ein Bild zu speichern oder für die Verstärkung eines Bilds zu sorgen. Die Erfindung betrifft auch eine Anzeigevorrichtung.

[0002] WO 91/12560 offenbart einen Raumlichtmodulator für ein verbessertes Aperturverhältnis bei einem Bildprojektionssystem. Kollimiertes Licht durchläuft eine Aperturmaske und wird durch ein erstes Array auf einem Raumlichtmodulator abgebildet, der das Licht mittels eines zu projizierenden Bilds moduliert. Das modulierte Licht läuft durch ein zweites Linsenarray auf einen optisch adressierten Raumlichtmodulator, der das Bild speichert. Dann wird das gespeicherte Bild beleuchtet und über ein optisches System auf einen Betrachtungschirm projiziert. Das zweite Linsenarray wird dazu verwendet, zusammenhängende Bilder der Aperturen in der Aperturmaske auf dem optisch adressierten Raumlichtmodulator zu erzeugen. So hängt die Fähigkeit dieser Vorrichtung, eine Grauskala zu erzeugen, vollständig von der Fähigkeit der zwei Raumlichtmodulatoren ab, eine Grauskala zu erzeugen.

[0003] GB 2 191 014 offenbart einen Raumlichtmodulator, bei dem eine elektrooptische Keramik als Modulationselement verwendet ist. Die Keramik wird elektrisch angesteuert, um für eine steuerbare Phasenänderung zu sorgen. Licht wird durch ein Array von Mikrolinsen auf diese gelenkt und von ihr empfangen.

[0004] GB 2 269 238 offenbart einen Raumlichtmodulator mit einem ferroelektrischen Flüssigkristall benachbart zu einer fotoleitenden Schicht. So kann der Modulator optisch adressiert werden, und ein Bild kann dadurch gespeichert werden, dass geeignete Spannungen an den Flüssigkristall und die fotoleitende Schicht gelegt werden.

[0005] D. A. Jared und K. M. Johnson offenbaren in "Optically addressed threshold very-large-scale-integration/liquid-crystal spatial light modulator", Optics Letters, Vol. 16, Nr. 12, 1991, S. 967–969 einen mittels eines Schwellenwerts optisch adressierten Raumlichtmodulator, der bei einer Versuchsanordnung verwendet wird, bei der Licht von einer Faserbündel-Lichtquelle selektiv durch einen beweglichen, undurchsichtigen Schirm markiert wird.

[0006] Gemäß einer ersten Erscheinungsform der Erfindung ist Folgendes geschaffen: eine elektrooptische Vorrichtung mit einem Raumlichtmodulator und einer optischen Vorrichtung, wobei der Raumlichtmodulator über einen Schreibmodus verfügt, bei dem er von einem ersten optischen Zustand reversibel optisch in einen zweiten optischen Zustand geschaltet wird, wenn die optische Strahlungsintensität einen vorbestimmten Schwellenwert überschreitet, dadurch gekennzeichnet, dass die optische Vorrichtung über ein Array optischer Elemente verfügt, die so angeordnet sind, dass sie ein Array räumlich variierender Intensitätsverteilungen am Raumlichtmodulator erzeugen, wobei jedes optische Element so ausgebildet ist, dass es eine auf es fallende räumlich gleichmäßige Strahlung in eine im Raum örtlich variierende Intensitätsverteilung am Raumlichtmodulator umwandelt, so dass dann, wenn sich der Raumlichtmodulator im Schreibmodus befindet, das Gebiet desselben, das durch jedes optische Element in den zweiten optischen Zustand geschaltet ist, die Intensität der auf das optische Element fallenden Strahlung codiert.

[0007] So ist es möglich, eine elektrooptische Vorrichtung zu schaffen, die ein Bild mit Grauskala erfassen und durch räumliches Codieren analoger Intensitätspegel wiedergeben kann.

[0008] Eine derartige Vorrichtung kann bistabile Flüssigkristalle, wie ferroelektrische Flüssigkristalle, verwenden, und sie ist dazu in der Lage, mit schnellen Bildschreib- und Bildauffrischraten zu arbeiten. Derartige Vorrichtungen können bei optischen Bildprozessoren und Displays verwendet werden.

[0009] Der Modulator kann ein Raumlichtmodulator sein und er kann so ausgebildet sein, dass er, wenn er sich im Schreibmodus befindet, von einem optisch transmissiven auf einen nicht transmissiven Zustand umgeschaltet wird, wenn die optische Strahlungsintensität einen vorbestimmten Schwellenwert überschreitet.

[0010] Vorzugsweise verfügt jedes optische Element über eine Kugellinse oder eine asphärische Linse. Das optische Bauteil kann über ein mikrooptisches Array verfügen. Das mikrooptische Array kann eine Anzahl kugeliger oder asphärischer Mikrolinsen aufweisen. Die Linsen des Arrays können axiconähnliche Linsen sein, die dadurch hergestellt werden, dass ein Array profilierter, brechender Mikrolinsen geprägt wird.

[0011] Alternativ kann das optische Bauteil über eine mikrooptische Maske verfügen. Die Maske kann aus einem strukturierten oder mit Dickenprofil versehenen Metallfilm, in solcher Weise, dass die optischen Transmissionseigenschaften der Maske räumlich variieren, gebildet sein.

[0012] Als weitere Alternative kann jedes optische Element über mindestens ein beugendes und/oder reflektierendes Element verfügen.

[0013] Vorzugsweise verfügt der Modulator über eine Flüssigkristallvorrichtung, z. B. mit einem oberflächenstabilisierten ferroelektrischen Flüssigkristall.

[0014] Vorzugsweise verfügt der Modulator über einen Fotodetektor, wie einen Fotoleiter. Der Fotodetektor kann eine Schicht aus amorphem Silicium sein.

[0015] Vorzugsweise bildet der Fotodetektor einen Teil der Flüssigkristallvorrichtung.

[0016] Gemäß einer zweiten Erscheinungsform der Erfindung ist eine Anzeigevorrichtung mit einer elektrooptischen Vorrichtung gemäß der ersten Erscheinungsform der Erfindung und einer Bildschreibeinrichtung zum Einschreiben eines Bilds in die elektrooptische Vorrichtung geschaffen.

[0017] Vorzugsweise verfügt die Bildschreibeinrichtung über einen elektrisch adressierten Raumlichtmodulator.

[0018] Die Anzeigevorrichtung kann in ein Projektionssystem eingebaut sein. So wird ein Bild, das zur Projektion zu schwach sein kann und durch die Bildschreibeinrichtung geliefert wird, in der elektrooptischen Vorrichtung aufgezeichnet werden, und es wird dann unter Verwendung von relativ intensivem Licht abgespielt, so dass das abgespielte Bild ausreichend hell für die Projektion ist.

[0019] Die Erfindung wird unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beispielhaft weiter beschrieben.

[0020] **Fig.** 1 ist ein schematisches Diagramm, das einen Teil einer elektrooptischen Vorrichtung zeigt, die eine Ausführungsform der Erfindung bildet;

[0021] **Fig.** 2 ist eine Schnittansicht durch einen in der **Fig.** 1 dargestellten optische adressierten Raumlichtmodulator;

[0022] **Fig.** 3 ist eine Schnittansicht durch eine elektrooptische Vorrichtung, die eine Ausführungsform der Erfindung bildet; und

[0023] **Fig.** 4 ist ein schematisches Diagramm eines Bildprojektionsgeräts, das eine weitere Ausführungsform der Erfindung bildet.

[0024] Die **Fig.** 1 zeigt einen Teil einer elektrooptischen Vorrichtung mit einer Linse **2**, die so angeordnet ist, dass sie Licht auf einen optisch binär adressierten Raumlichtmodulator (OASLM = optically addressed spatial light modulator) 4 fokussiert. Der OASLM **4** ist in der **Fig.** 2 detailierter dargestellt und er verfügt über ein erstes planares Glaselement **6**, auf dessen einer Seite eine erste transparente, ebene Elektrode **8**, z.B. aus Indiumzinnoxid, ausgebildet ist. Ein zweites Glaselement **16** verfügt über eine auf einer ersten Seite desselben hergestellte zweite Elektrode **14**. Auf der zweiten Elektrode **14** ist eine Schicht **12** aus amorphem Silicium hergestellt. Die Schicht **12** ist der ersten Elektrode **18** zugewandt, jedoch von dieser getrennt. Zwischen der Schicht **12** aus amorphem Silicium und der ersten Elektrode **8** ist ein Flüssigkristall **10** eingebettet. Der Flüssigkristall ist ein ferroelektrischer Flüssigkristall (FLC). Es sind Polarisatoren (nicht dargestellt) vorhanden, um das auf den OASLM **4** fallende Licht zu polarisieren.

[0025] Die Linse **2** erzeugt auf dem OASLM **4** eine ungleichmäßige Intensitätsverteilung. Genauer gesagt, weist das auf dem OASLM **4** erzeugte Bild räumlich variierende Intensität auf, wenn die auf eine Fläche der Linse **2** fallende Lichtintensität über im Wesentlichen die gesamte Fläche der Linse im wesentlichen gleichmäßig ist. Das auf die Schicht **12** aus amorphem Silicium fallende Licht bewirkt eine Erzeugung einer Musteränderung in der Schicht. Durch Anlegen einer geeigneten Potenzialdifferenz zwischen die Elektroden **8** und **14** kann dafür gesorgt werden, dass der FLC diejenigen Bereiche der Siliciumschicht benachbart schaltet, wo die Lichtintensität einen Schwellenpegel I_{th} überschreitet.

[0026] Beim in der **Fig.** 1 dargestellten Beispiel verfügt ein Eingangslichtstrahl über im Wesentlichen konstante räumliche Intensitätsverteilung, wie es schematisch durch ein Eingangsstrahlprofil **20** dargestellt ist, das um die Achse der Linse **20** kreissymmetrisch ist. Die Linse **2** fokussiert das Licht zum OASLM **4**, so dass die räumliche Intensitätsverteilung des am OASLM **4** eintreffenden Lichts entlang der Linsenachse am intensivsten ist und mit zunehmenden Abstand von dieser abnimmt, wie es durch das Profil **22** des einfallenden Strahls dargestellt ist. Die Intensität innerhalb eines zentralen Gebiets **24** überschreitet die Schwellenintensität, wodurch dafür gesorgt wird, dass die fotoleitende Schicht **12** innerhalb des zentralen Gebiets ausreichend leitend ist, um Ladungen in den FLC benachbart zum zentralen Bereich zu injizieren, so dass dafür gesorgt wird, dass der FLC benachbart zum zentralen Bereich den Zustand schaltet.

[0027] Die Intensität von auf einen äußeren Bereich **26** fallendem Licht ist unzureichend, um dafür zu sorgen, dass der FLC in diesem Bereich geschaltet wird.

[0028] Demgemäß ist die Größe des geschalteten zentralen Gebiets **24** eine Funktion der Lichtintensität an der Linse **2**. Die Lichtintensität wird durch die Größe des zentralen Gebiets **24** codiert, wodurch es die im Wesentlichen binäre Art des OASLM **4** erlaubt, eine analoge Lichtintensität aufzuzeichnen.

[0029] Aas im OASLM kann dadurch abgespielt werden, dass die Potenzialdifferenz zwischen den Elektroden **8** und **14** weggenommen wird, um ein Schalten des OASLM **4** zu verhindern und einen Lesestrahl über die Linse **2** zu ihm zu lenken. Am geschalteten Abschnitt reflektiertes Licht wird durch die Linse **2** gesammelt, die das Licht so abbildet, dass sich über die gesamte Linsenfläche eine im Wesentlichen gleichmäßige Intensitätsverteilung ergibt, wie es durch das Profil **27** des reflektierten Strahls dargestellt ist. Die Intensität des reflektierten Lichts ist eine Funktion der Intensität des Lichts, das dazu verwendet wurde, das Bild in den OASLM zu schreiben. So kann eine analoge Beleuchtungsverteilung aufgezeichnet und abgespielt werden.

[0030] Die **Fig.** 3 zeigt einen Teil eines allgemein mit **28** gekennzeichneten elektrooptische-Bauteils mit einer Anzahl von Pixeln, das zum Speichern von Bildern verwendet werden kann. Ein derartiges Bauteil kann innerhalb von Projektionssystemen verwendet werden. Die Struktur ist derjenigen der in der **Fig.** 2 dargestellten Vorrichtung ähnlich. Der OASLM **28** verfügt über ein erstes planares Glaselement **30**, auf dessen erster Seite eine erste transparente, ebene Elektrode **32** ausgebildet ist. Auf einer ersten Seite eines zweiten Glaselement **40** ist eine zweite transparente Elektrode **38** ausgebildet. Auf dieser zweiten transparenten Elektrode **38** ist eine Schicht **36** aus amorphem Silicium ausgebildet. Die Schicht **36** ist der ersten Elektrode **32** zugewandt, jedoch von dieser getrennt. Zwischen der Schicht **36** aus amorphem Silicium und der ersten Elektrode **32** ist ein Flüssig-

kristall **34** eingeschlossen.

[0031] Benachbart zum zweiten Glaselement **40** des OASLM **28** ist ein Array von Mikrolinsen positioniert. Jedes Element des mikrooptischen Arrays **42** bildet einen Pixelbereich innerhalb des OASLM **28**. So sind die Größe und die Position jedes Pixelbereichs innerhalb des OASLM durch das mikrooptische Array **42** definiert. Außerdem ist ein weiteres mikrooptisches Array **44** benachbart zum ersten Glaselement **30** vorhanden. Das weitere Array **44** verfügt über eine Schrittweite entsprechend der des ersten Arrays **42**, und seine Elemente sind im Wesentlichen mit jeweiligen Pixelbereichen ausgerichtet, wie sie durch das erste Array **42** gebildet sind. Es sind externe Polarisatoren (nicht dargestellt) vorhanden, um das auf den OASLM **28** fallende Licht zu polarisieren.

[0032] Für ein Bauteil, bei dem die mikrooptischen Elemente Mikrolinsen sind, ist jede Mikrolinse so ausgebildet, dass sie ein Pixel ausreichender Größe definiert, damit ein Bereich von Graupegeln codiert werden kann. Jedoch sollte die Linse relativ klein sein, damit viele Pixelbereiche pro Einheitsfläche vorhanden sind, um eine ausreichende Auflösung zu erzielen. Mikrolinsen mit einem Durchmesser von 50 µm und einer Brennweite von 2 mm können auf der fotoleitenden Schicht **36** eine Pixel- oder eine "Fleck"größe von 20 µm erzeugen. Eine derartige Anordnung vermeidet eine Überlappung von Flecken oder Übersprechen zwischen benachbarten Pixelbereichen. Eine Vorrichtung mit hoher Auflösung mit der Fähigkeit, ein analoges, monochromes 1000 × 1000-Bild zu speichern, kann durch eine Vorrichtung mit Abmessungen von näherungsweise 5 cm × 5 cm geschaffen werden.

[0033] Wenn eine einfache Mikrolinse mit einer Fleckintensitätsverteilung, die näherungsweise eine Normalverteilung ist, d. h.

$$I = I_0 e^{-\alpha^2 r^2}$$

wobei I die Intensität ist;
I_O die Spitzeneingangsintensität ist;
r der Radius gegen die optische Achse der Linse ist und
α eine Konstante ist, wird dafür gesorgt, dass ein Bereich des OASLM innerhalb jedes Pixelbereichs dann schaltet, wenn die Lichtintensität einen Schwellenwert Ith überschreitet, was zu einem geschalteten Bereich mit einem Radius r_{th} führt, der wie folgt definiert ist:

$$I_{th} = I_0 e^{-\alpha^2 r_{th}^2}$$

[0034] Das in der Vorrichtung gespeicherte Bild wird dadurch gelesen, dass der OASLM mit Licht in der Richtung eines Pfeils **54** beleuchtet wird. Licht wird von jedem der geschalteten Gebiete durch die Linse des Arrays **44** reflektiert, die dazu verwendet wurde, das Bild in den Pixelbereich zu schreiben, und es verlässt das Array in der Richtung eines Pfeils **56**. Der OASLM kann von transmissivem Typ sein. In diesem Fall verlässt das den OASLM in der Richtung des Pfeils **54** beleuchtende Licht das Array in der Richtung eines Pfeils **52**. Die binäre Art des OASLM (d. h. die beinahe komplette Reflexion am geschalteten Gebiet ohne wesentliche Reflexion an einem nicht geschalteten Gebiet) führt zu einem wie folgt definierten Reflexionsvermögen R:

$$R = \int_0^{r_{th}} 2\pi r e^{-\alpha^2 r^2} dr \quad (3)$$

was auf das Folgende vereinfacht werden kann:

$$R = \frac{\pi}{\alpha^2}\left(1 - \frac{I_{th}}{I_0}\right) \quad (4)$$

So ist das Reflexionsvermögen proportional zu I/I_O.

[0035] Die Linearität des Ansprechverhaltens kann dadurch verbessert werden, dass das Bild von jedem Pixelbereich mit einem gleichmäßig intensiven Strahl gelesen wird, z. B. durch Weglassen des weiteren Linsenarrays **44** und durch Beleuchten des OASLM **28** mit Licht in der Richtung des Pfeils **54**. Die Intensität des in der Richtung des Pfeils **56** reflektierten Lichts ist proportional zu $\ln(I_c/I_{th})$. Weitere Verbesserungen der Linearität können dadurch erzielt werden, dass die mikrooptischen Elemente des Arrays **44** speziell auf das Lesen des Bilds aus dem OASLM **28** zugeschnitten werden.

[0036] Für eine im Wesentlichen lineare Reaktion ist es wünschenswert, über ein mikrooptisches Array von Elementen zu verfügen, die in der Ebene der Schicht **36** aus amorphem Silicium zu einem rotationssymmetrischen Intensitätsprofil mit I/r-Abhängigkeit sorgen, wobei jedoch notwendigerweise ein Beschränkung auf einen endlichen Wert entlang der Achse besteht. Geeignete mikrooptische Elemente können unter Verwendung profilierter asphärischer Linsen, mit Gradation oder räumlicher Strukturierung versehener Metallmasken, computererzeugter Hologramme oder Hybriden hiervon erzeugt werden. Eine Technik zum Erzielen eines Intensitätsprofils, das der gewünschten I/r-Abhängigkeit angenähert ist, besteht darin, eine Linse indirekt dazu zu verwenden, Brechungsfläche mit umgekehrten Profilen zu denen normaler Linsen zu erzeugen. Derartige Linsen können dadurch hergestellt werden, dass ein Polymer auf Mikrolinsen mit normalem Oberflächenrelief aufgeprägt wird, um axiconähnliche Linsenprofile zu erzeugen (eine Axiconlinse ist kreissymmetrisch und verfügt typischerweise über Kegelform).

[0037] Der in der **Fig.** 3 dargestellte OASLM kann dazu verwendet werden, Bilder auf ähnliche Weise zu speichern, wie sie für die in den **Fig.** 1 und 2 dargestellte Ausführungsform beschrieben wurde. Ein Bild wird dann in der Vorrichtung aufgezeichnet, wenn zwischen die leitenden Schichten **32** und **38** eine geeignete Aufzeichnungsspannung gelegt wird.

Das Bild wird unter Verwendung von hellem Leselicht, wenn die Aufzeichnungsspannung weggenommen ist, abgespielt, und die Vorrichtung kann vor dem Aufzeichnen eines folgenden Bilds dadurch aufgefrischt werden, dass eine geeignete Spannung angelegt wird, um die gesamte Flüssigkristallschicht **34** in einen Transmissionszustand zu schalten.

[0038] Die **Fig.** 4 zeigt schematisch ein Projektionsanzeigesystem, bei dem ein herkömmliches Flüssigkristalldisplay **60** dazu verwendet ist, ein Bild in einen "analogen" OASLM **64** (aus dem OASLM **28** und dem mikrooptischen Array **42** und **44**, wie sie in der **Fig.** 3 dargestellt sind) über eine Abbildungslinse **62** einzuschreiben. Der Deutlichkeit halber sind aus dem Diagramm Polarisatoren weggelassen, die dazu erforderlich sind, das Schreib- und das Leselicht zu polarisieren. Das Display **60** kann ein körperlich kleines Bauteil sein, dessen Toleranz hinsichtlich der optischen Intensität unzureichend ist, um es für Direktprojektion zu verwenden. Dann kann relativ intensives Leselicht dazu verwendet werden, das Bild aus dem analogen OASLM **64** abzurufen, und das Bild kann über eine Projektionslinse **66** auf einen schirm (nicht dargestellt) projiziert werden. So kann ein Graustufenbild hoher Auflösung projiziert werden. Die Grauskala des auf dem Display **60** erzeugten Bilds kann modifiziert werden, um die Linearität des vom analogen OASLM **64** abgespielten Bilds zu verbessern, wobei sich jedoch eine entsprechende Verringerung des Dynamikbereichs ergibt.

[0039] Das Bild im analogen OASLM **64** wird auf nichtflüchtige Weise gespeichert.

[0040] Ferner verfügt die Vorrichtung über potenzielle Aktualisierungsraten in der Größenordnung von 10000 Vollbildern pro Sekunde.

[0041] Eine derartige Vorrichtung ist auch zur Verwendung bei optischen Verarbeitungssystemen unter Verwendung, einer Inkohärent-kohärent-Wandlung geeignet.

[0042] Die Flüssigkristallschicht einen pleochroitischen Farbstoff enthalten. Im Flüssigkristall gelöste anisotrope Farbstoffe (Gast-Wirt-Flüssigkristallschicht) verfügen über polarisationsabhängige Absorptionen. Derartige Flüssigkristallvorrichtungen können typischerweise ein Ein-aus-Kontrastverhältnis von 10 : 1 für polarisiertes Licht erzielen. So kann einer der externen Polarisatoren weggelassen werden. Außerdem kann ein Polarisator einstcükig mit der Vorrichtung hergestellt werden, und z. B. kann ein Polarisator an der Grenze der Flüssigkristallschicht hergestellt werden.

[0043] Die Vorrichtung kann auch als Neuigkeitsfilter verwendet werden. Ein Filterbild kann an die Vorrichtung geliefert und in ihr abgespeichert werden. Dann können anschließende Bilder mit dem Filterbild verglichen werden. Das Ausgangssignal der Vorrichtung, das durch Messen eines in der Siliciumschicht **36** fließenden Stroms erzeugt werden kann, kann einer Schwellenwertbildung unterzogen werden, da ein von null verschiedenes Ausgangssignal selbst dann auftritt, wenn ein Bild und das Filterbild identisch sind. Es besteht die Tendenz, dass das Filter für Intensitätsänderungen in solchen Bereichen empfindlicher ist, die relativ dunklen Bereichen des Filterbilds entsprechen, und es weniger empfindlich für Änderungen in Bereichen ist, die relativ hellen Bereichen des Filterbilds entsprechen.

[0044] So ist es möglich, eine optische Vorrichtung hoher Auflösung zu erzeugen, die ein Bild mit Grauskala auf nichtflüchtige Weise speichern kann und dasselbe wiedergeben kann.

Patentansprüche

1. Elektrooptische Vorrichtung mit einem Raumlichtmodulator (**4**, **28**) und einer optischen Vorrichtung (**2**, **42**), wobei der Raumlichtmodulator (**4**, **28**) über einen Schreibmodus verfügt, bei dem er von einem ersten optischen Zustand reversibel optisch in einen zweiten optischen Zustand geschaltet wird, wenn die optische Strahlungsintensität einen vorbestimmten Schwellenwert überschreitet, **dadurch gekennzeichnet**, dass die optische Vorrichtung (**2**, **42**) über ein Array optischer Elemente verfügt, die so angeordnet sind, dass sie ein Array räumlich variierender Intensitätsverteilungen am Raumlichtmodulator (**4**, **28**) erzeugen, wobei jedes optische Element so ausgebildet ist, dass es eine auf es fallende räumlich gleichmäßige Strahlung in eine im Raum örtlich variierende Intensitätsverteilung am Raumlichtmodulator (**4**, **28**) umwandelt, so dass dann, wenn sich der Raumlichtmodulator. (**4**, **28**) im Schreibmodus befindet, die Größe des Gebiets (**24**) desselben, das durch jedes optische Element in den zweiten optischen Zustand geschaltet wird, eine Funktion der Intensität der auf das optische Element fallenden Strahlung ist, so dass der Modulator, der im wesentlichen über lineare Art verfügt, eine analoge Lichtintensität aufzeichnen kann.

2. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Modulator (**4**, **28**) ein Raumlichtmodulator ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Modulator (**4**, **28**) so ausgebildet ist, dass er dann, wenn er sich im Schreibmodus befindet, von einem optischen transmissiven in einen optisch nicht transmissiven Zustand geschaltet wird, wenn die optische Strahlungsintensität den vorbestimmten Schwellenwert überschreitet.

4. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekenn$_{ze}$ichnet, dass die optische Vorrichtung (**2**, **42**) über eine mikrooptische Maske verfügt.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Maske ein strukturierter oder mit Dickenprofil versehener Metallfilm ist, so dass die

optischen Transmissionseigenschaften der Maske räumlich variieren.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die optische Vorrichtung (**2**, **42**) mindestens ein beugendes und/oder reflektierendes Element aufweist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass jedes optische Element eine Linse aufweist.

8. Vorrichtung nach Anspruch. 7, dadurch gekennzeichnet, dass die optische Vorrichtung (**2**, **42**) ein mikrooptisches Array kugeliger oder asphärischer Mikrolinsen aufweist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Linsen des Arrays axiconähnliche Linsen sind.

10. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Modulator (**4**, **28**) eine Flüssigkristallvorrichtung aufweist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Flüssigkristallvorrichtung (**4**, **28**) einen oberflächenstabilisierten, ferroelektrischen Flüssigkristall (**10**, **34**) aufweist.

12. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Modulator (**4**, **28**) einen Fotodetektor zum Steuern des Schaltvorgangs zwischen dem ersten und dem zweiten optischen Zustand auf optische Strahlungsintensitätsverteilungen hin aufweist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Fotodetektor (**12**, **36**) ein Fotoleiter ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Fotodetektor (**12**, **36**) eine Schicht aus amorphem Silicium ist.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 14 in Abhängigkeit vom Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Fotodetektor (**12**, **36**) einen teil der Flüssigkristallvorrichtung (**4**, **28**) bildet.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die optische Vorrichtung (**2**, **42**) so ausgebildet ist, dass sie ^{auf} dem Fotodetektor (**12**, **36**) ein Bild erzeugt.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, gekennzeichnet durch eine Bildleseeinrichtung zum Lenken optischer Strahlung auf den Modulator (**4**, **28**) und zum Abbilden der an diesem reflektierten optischen Strahlung.

18. Anzeigevorrichtung, gekennzeichnet durch eine elektrooptische Vorrichtung (**64**) nach einem der vorstehenden Ansprüche und eine Bildschreibeinrichtung (**60**, **62**) zum Einschreiben eines Bilds in die elektrooptische Vorrichtung (**64**).

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Bildschreibeinrichtung (**60**, **62**) einen elektrisch adressierten Raumlichtmodulator (**60**) aufweist.

20. Vorrichtung nach Anspruch 18 oder 19, gekennzeichnet durch eine Projektionseinrichtung (**66**) zum Projizieren eines von der elektrooptischen Vorrichtung (**64**) abgespielten Bilds.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

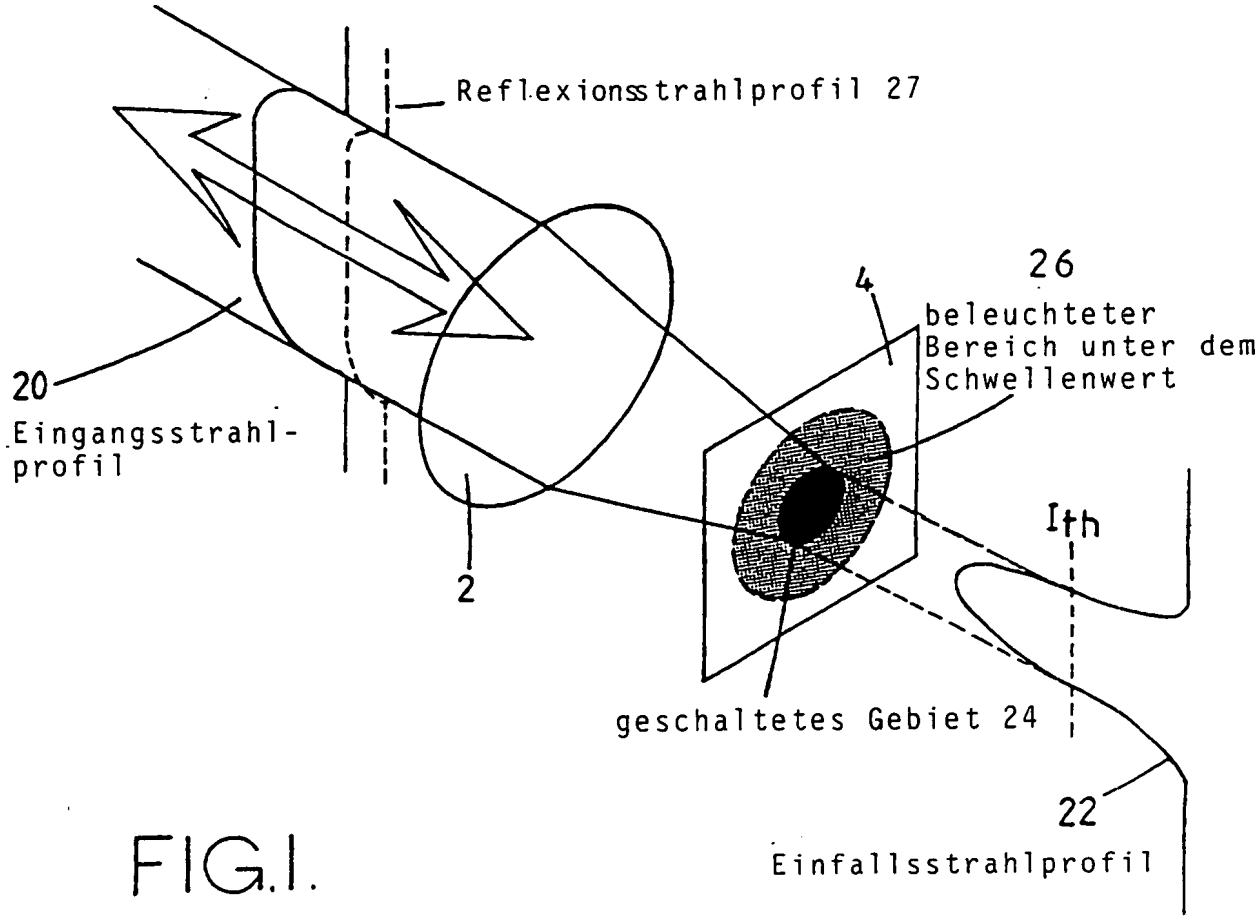

FIG.1.

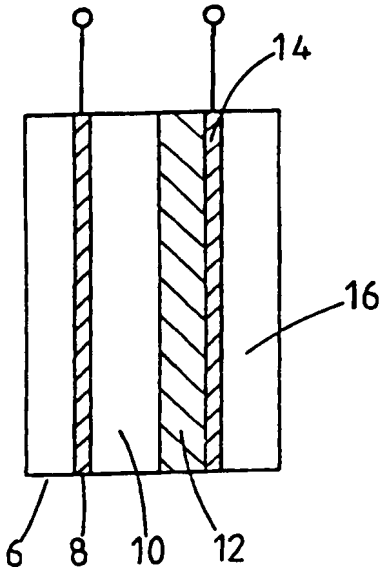

FIG.2.

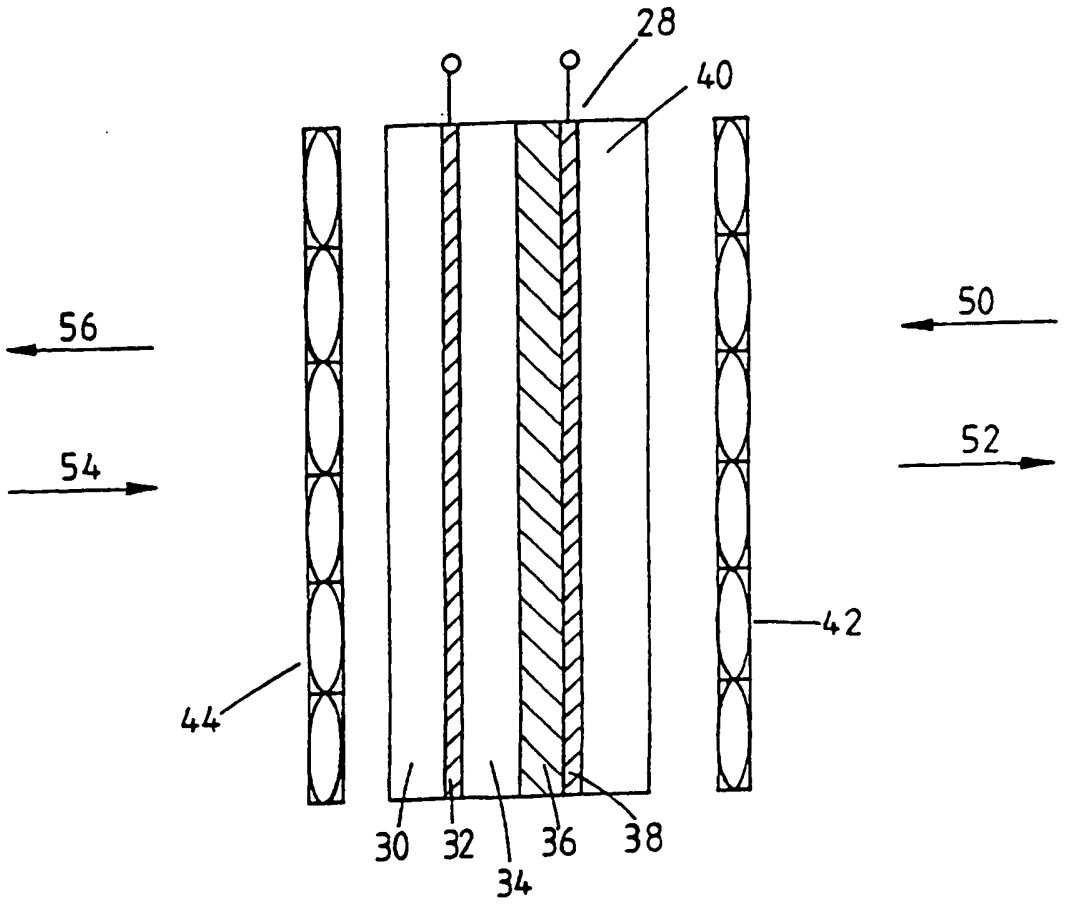
28
40
56
50
54
52
42
44
30
32
34
36
38

FIG.3.

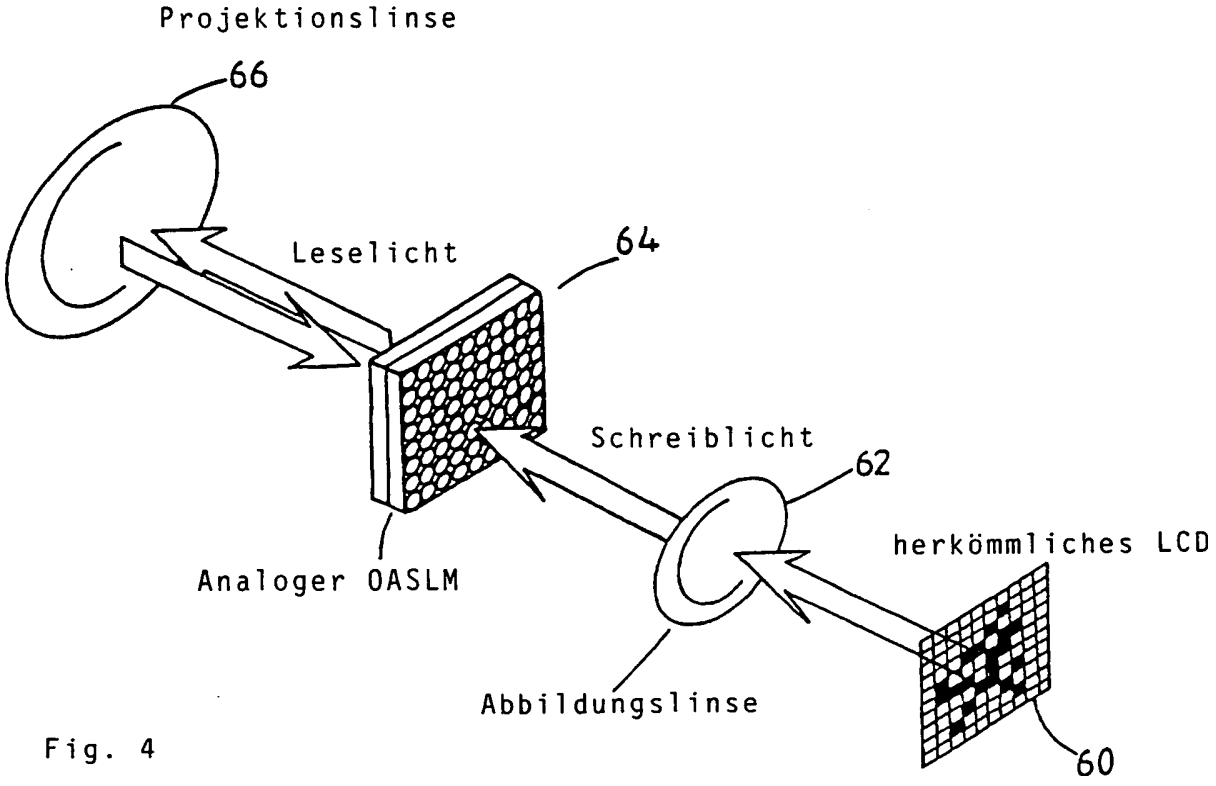
Projektionslinse
66
Leselicht
64
Schreiblicht
62
herkömmliches LCD
Analoger OASLM
Abbildungslinse
60

Fig. 4