



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 698 34 342 T2 2007.02.01

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 031 058 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 698 34 342.5

(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/US98/24099

(96) Europäisches Aktenzeichen: 98 959 425.4

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 1999/027411

(86) PCT-Anmeldetag: 12.11.1998

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: 03.06.1999

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 30.08.2000

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: 26.04.2006

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 01.02.2007

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: G02B 27/01 (2006.01)  
G02B 5/18 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

976099 21.11.1997 US

(74) Vertreter:

Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler, 82049  
Pullach

(73) Patentinhaber:

Agilent Technologies, Inc. (n.d.Ges.d.Staates  
Delaware), Palo Alto, Calif., US

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
DE, FR, GB

(72) Erfinder:

MERTZ, H., Pierre, Mountain View, CA 94041, US

(54) Bezeichnung: REFLEKTIVE ANZEIGEANORDNUNG MIT FRESNEL-MIKROREFLEKTOREN

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 eingelebt, 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****Gebiet der Erfindung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Anzeigesysteme und insbesondere auf die Beleuchtung von Anzeigesystemen, bei denen eine Mehrzahl von Pixeln durch ein Reflektieren von Licht von einer oder mehreren Lichtquellen ein Bild erzeugen.

**Hintergrund der Erfindung**

**[0002]** Um die folgende Erörterung zu vereinfachen, wird die vorliegende Erfindung hinsichtlich Anzeigen erörtert, die bei kopfbefestigten Computeranzeigen verwendet werden; Fachleute auf dem Gebiet ist jedoch aus der folgenden Erörterung ersichtlich, dass die vorliegende Erfindung auf andere Typen von Anzeigen angewendet werden kann. Kopfbefestigte Computeranzeigen können als „Augengläser“ betrachtet werden, die durch den Benutzer getragen werden, um Bilder zu betrachten, die durch einen Computer erzeugt werden. Das Bild, das durch jedes Auge gesehen wird, wird an einem Anzeigeschirm erzeugt, der ein zweidimensionales Array von Pixeln aufweist.

**[0003]** Bei einem Anzeigetyp ist jedes Pixel ein kleiner Spiegel, der durch einen „Verschluss“ bedeckt ist, der durch die Spannung des Spiegels gesteuert ist. Der Verschluss ist aus einer Schicht eines Flüssigkristalls an den Spiegeln aufgebaut. Die Spannung steuert den Zustand des Flüssigkristalls auf dem Pixel, um so das reflektierte Licht zu modulieren. Eine Lichtquelle beleuchtet die Pixel und das modulierte reflektierte Licht von den Pixeln wird in das Auge des Betrachters abgebildet. Die Abbildungsoptiken bestehen typischerweise aus Linsen, die die Pixel vergrößern und ein virtuelles Bild erzeugen. Die Lichtquelle ist typischerweise aus drei LEDs aufgebaut, die unterschiedliche Farben emittieren.

**[0004]** Damit dieser Anzeigetyp ordnungsgemäß funktioniert, muss die Intensität von Licht, das durch jeden Mikrospiegel reflektiert wird, unabhängig von der Pixelposition in der Anzeige sein. Zusätzlich muss jedes Pixel als eine unabhängige Lichtquelle erscheinen. Bei Systemen des Stands der Technik werden diese Einschränkungen durch ein Umwandeln der Dreipunktlichtquellen in einen diffusen Lichtstrahl eingehalten, der in rechten Winkeln zu der Ebene der Spiegel auf die Anzeige auftrifft. Die Lichtquelle verwendet eine Kondensorlinse, um das Licht zu kollimieren oder etwas zu divergieren, um den Diffusor oder eine Telezentrizität der Abbildungsoptik anzupassen, und ein Array von Mikrolinsen in dem kollimierten Lichtstrahl, um die erforderliche Diffusion zu liefern. Da sich die Lichtquelle außerhalb des Blickfelds des Benutzers befinden muss, um das Bild, das durch die Anzeige erzeugt wird, nicht zu blockieren, wird ein halb versilberter Spiegel verwendet, um die Anzeige zu beleuchten, während ermöglicht ist, dass Licht, das durch die Anzeige reflektiert wird, das Auge des Betrachters erreicht.

**[0005]** Diese bekannte Lösung für das Beleuchtungsproblem weist mehrere Probleme auf. Erstens muss der Abstand zwischen der ersten Bilderzeugungsoptik und der Anzeige zumindest so groß wie die kürzeste Abmessung der Anzeige sein, um Raum für den halb versilberten Spiegel bereitzustellen. Zweitens erfordert der Beleuchter eine Kondensorlinse und einen Diffusor, die zumindest so groß wie die Anzeige sein müssen. Diese Beschränkungen führen zu einer voluminösen Anzeige. Sowohl die Größe als auch das Gewicht dieses Anzeigetyps sind störend.

**[0006]** Um die Lichtquelle zu kollimieren, müssen alle der LEDs sich sehr nahe an dem Brennpunkt der kollimierenden Linse befinden und größtmäßig begrenzt sein, um eine Einpunktquelle zu simulieren und die Farben der LEDs ordnungsgemäß zu mischen. Diese Einschränkung begrenzt die Größe der LEDs und daher die maximale Lichtintensität von der Anzeige. Zusätzlich verringert der halb versilberte Spiegel die Helligkeit der Anzeige, da lediglich ein Viertel des Lichts in dem kollimierten Strahl tatsächlich das Auge des Betrachters erreicht.

**[0007]** Die DE-3537369, auf der der Oberbegriff von Anspruch 1 basiert, bezieht sich auf eine Vorrichtung zum Projizieren eines Bilds, das aus einer Anzahl von Pixeln besteht, die in der Weise einer Matrix angeordnet sind. Die Vorrichtung besteht aus einer Flüssigkristallanzeige, einer Lichtquelle und einem Objektiv und ist als eine Ausgabeeinheit für ein elektronisches Datenverarbeitungssystem geeignet. Die Lichtquelle und das Objektiv sind an der gleichen Seite der Flüssigkristallanzeige angeordnet und ein Spiegel ist hinter der Flüssigkristallanzeige befestigt, so dass gerichtetes Licht der Lichtquelle durch diesen Spiegel reflektiert wird und mittels des Objektivs projiziert werden kann.

**[0008]** Allgemein ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein verbessertes Beleuchtungssystem für eine reflektierende Anzeige zu schaffen.

**[0009]** Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Anzeigesystem zu schaffen, das nicht die Verwendung eines halb versilberten Spiegels erfordert, um die Pixel zu beleuchten.

**[0010]** Es ist noch eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Anzeigesystem zu schaffen, das räumlich getrennte Farb-LEDs oder andere Nicht-Punkt-Lichtquellen verwenden kann, um eine erhöhte Bildintensität zu liefern, während immer noch ein gutes Farbmischen geliefert wird.

**[0011]** Es ist noch eine andere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Anzeigesystem zu schaffen, das weder die Verwendung einer Kondensorlinse noch eines Diffusors zwischen der Lichtquelle und der Anzeige erfordert.

**[0012]** Diese und andere Aufgaben der vorliegenden Erfindung werden Fachleuten auf dem Gebiet aus der folgenden detaillierten Beschreibung der Erfindung und den zugehörigen Zeichnungen ersichtlich.

#### Zusammenfassung der Erfindung

**[0013]** Die vorliegende Erfindung ist ein Beleuchtungssystem für eine reflektierende Anzeige, die für eine Verwendung bei kopfbefestigten Anzeigesystemen und dergleichen angepasst ist. Die Anzeige umfasst ein Array von reflektierenden Pixeln, eine Lichtquelle zum Beleuchten des Arrays von reflektierenden Pixeln und einen Maskenschirm, der zwischen der Lichtquelle und dem Array von reflektierenden Pixeln positioniert ist. Der Maskenschirm umfasst eine Mehrzahl von Maskenelementen, wobei ein Maskenelement jedem der Pixel entspricht. Die Maskenelemente weisen einen ersten Zustand, bei dem das Maskenelement transparent ist, und einen zweiten Zustand auf, bei dem das Maskenelement undurchlässig ist. Der Zustand des Maskenelements ist durch ein Potential bestimmt, das durch das entsprechende Pixel erzeugt wird. Jedes der Pixel umfasst einen Reflektor zum Reflektieren von Licht von der Lichtquelle in einen Kegel, der einen Öffnungswinkel und eine Achse aufweist, die nicht von der Position des Pixels in der Anzeige und von der Telezentrizität der Bilderzeugungsoptik abhängt. Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist jeder der Reflektoren ein außeraxialer Abschnitt eines Fresnelschen Mikrobeugungsspiegels. Eine Farbanzeige ist durch ein Einschließen zusätzlicher Lichtquellen implementiert, die Wellenlängen aufweisen, die sich von der ersten Lichtquelle unterscheiden. Die zusätzlichen Lichtquellen sind räumlich von der ersten Lichtquelle und voneinander verlagert, um ein ordnungsgemäßes Farbmischen zu liefern.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0014]** [Fig. 1](#) ist eine Querschnittsansicht eines Anzeigesystems des Stands der Technik.

**[0015]** [Fig. 2](#) ist eine Querschnittsansicht eines Anzeigesystems gemäß der vorliegenden Erfindung.

**[0016]** [Fig. 3](#) ist eine Querschnittsansicht eines Abschnitts einer monochromatischen Anzeige gemäß der vorliegenden Erfindung.

**[0017]** [Fig. 4](#) ist eine obere Ansicht eines Fresnelschen Mikrospeiegels, der verwendet werden kann, um die vorliegende Erfindung zu implementieren.

**[0018]** [Fig. 5](#) ist eine Querschnittsansicht des Fresnelschen Mikrospeiegels, der in [Fig. 4](#) gezeigt ist.

**[0019]** [Fig. 6](#) stellt die Vektoren dar, die bei einem Berechnen der Eigenschaften der Fresnelschen Mikrolinse verwendet werden, die jedem Pixel entspricht.

**[0020]** [Fig. 7](#) ist eine Querschnittsansicht eines Abschnitts einer Farbanzeige gemäß der vorliegenden Erfindung.

#### Detaillierte Beschreibung der Erfindung

**[0021]** Die vorliegende Erfindung ist mit Bezug auf [Fig. 1](#) einfacher zu verstehen, die eine Querschnittsansicht des oben erörterten Anzeigesystems **10** des Stands der Technik ist. Ein Anzeigeschirm **12** ist durch eine Lichtquelle beleuchtet, die aus einer LED **15** nahe dem Brennpunkt einer Fresnelschen Linse **14** besteht. Das

kollimierte oder etwas divergierende Licht, das die Fresnelsche Linse **14** verlässt, ist durch einen Diffusor oder ein Mikrolinsenarray **13** gestreut, um mit der Telezentrizität der Bilderzeugungsoptik übereinzustimmen. Das Licht von der Quelle wird von einem halb versilberten Spiegel **16** auf die Anzeige **12** reflektiert. Das Licht, das durch die Anzeige **12** zurück reflektiert wird, wird durch eine Linse **17** in das Auge **11** des Benutzers abgebildet. Es ist zu beachten, dass höchstens die Hälfte des Lichts, das den Diffusor **13** verlässt, die Anzeige **12** erreicht, da der Spiegel **16** ermöglicht, dass die Hälfte des Lichts den Spiegel durchläuft. Es ist ferner zu beachten, dass die Minimalwerte für die Breite und die Höhe des Anzeigesystems durch die Beleuchtungsoptiken gesetzt sind. Wie es oben angemerkt ist, sind derartige Systeme volumös und weisen Einschränkungen der maximalen Lichtintensität auf, die zu dem Auge des Betrachters geliefert werden kann.

**[0022]** Es sei nun Bezug auf [Fig. 2](#) genommen, die eine Querschnittsansicht eines Anzeigesystems **20** gemäß der vorliegenden Erfindung ist. Das Anzeigesystem **20** verwendet eine neuartige Anzeige **22**, die über eine außeraxiale Lichtquelle **25** beleuchtet ist. Wie es unten detailliert erläutert ist, weisen die Pixel der Anzeige **22** einzelne Mikroreflektoren auf, die die außeraxiale Beleuchtung korrigieren und die Diffusion liefern, die benötigt wird, um ein Bild über eine Linse **27** zu erzeugen.

**[0023]** Die Weise, in der die einzelnen Mikroreflektoren bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung aufgebaut sind, wird nun mit Bezug auf [Fig. 3](#), die eine Querschnittsansicht eines Abschnitts einer Anzeige **32** gemäß der vorliegenden Erfindung ist, detaillierter erläutert. [Fig. 3](#) zeigt zwei Pixel **31** und **39**, die an einem Substrat **37** aufgebaut sind, das die Schaltungsanordnung zum Treiben der Pixel umfasst. Um die Figur zu vereinfachen, wurden die Schaltungsanordnung und die Verbindungen mit derselben aus [Fig. 3](#) weggelassen. Jedes Pixel umfasst eine Elektrode **34**, die den Zustand eines LCD-Schirms **33** über der Elektrode moduliert, wenn eine Leistung an die Elektrode angelegt ist. In einem Zustand ist der LCD-Schirm über dem Pixel transparent; in dem anderen ist derselbe undurchlässig. Der LCD-Schirm ist äquivalent zu einem Maskierungsarray, das ein Maskenelement pro Pixel aufweist, das durch dieses Pixel moduliert ist. Jedes Pixel umfasst ferner einen Mikroreflektor, wie es oben beschrieben ist. Die Mikroreflektoren, die den Pixeln **31** und **39** entsprechen, sind bei **47** bzw. **38** gezeigt. Die Mikroreflektoren sind aus einem elektrisch leitenden Material aufgebaut, so dass das Potential an der entsprechenden Elektrode durch den Mikroreflektor zu dem LCD-Schirm übertragen wird.

**[0024]** Jeder der Mikroreflektoren ist ein außeraxialer Abschnitt eines Fresnelschen Mikrospiegels. Der spezifische gewählte Abschnitt hängt von der Position des Mikroreflektors relativ zu der Lichtquelle **35** ab. Der Abschnitt ist gewählt, derart, dass Licht von der Quelle **35** in eine Richtung normal oder etwas außeraxial gebeugt wird, um die Telezentrizität der Bilderzeugungsoptiken bei diesem Pixel an die Oberfläche der Anzeige anzupassen, wie dies bei **45** gezeigt ist. Das gebeugte Licht bleibt innerhalb eines Kegels, der einen Öffnungswinkel aufweist, der für alle Pixel ungeachtet der Pixelposition in der Anzeige der gleiche ist. Das heißt, Winkel **41** und **44** sind die gleichen, obwohl Winkel **42** und **43** unterschiedlich sind.

**[0025]** Der Fresnelsche Mikrosiegel ist vorzugsweise als eine Mehrzahl von Ringen an einem flachen Hintergrund aufgebaut, wie es in [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) dargestellt ist. [Fig. 4](#) ist eine obere Ansicht eines Abschnitts eines Fresnelschen Spiegels **100** und [Fig. 5](#) ist eine Querschnittsansicht einer Linse **100** durch eine Linie **101–102**. Die Linse **100** kann als eine Mehrzahl von Ringen **103** betrachtet werden, die eine konstante Höhe **105** aufweisen. Die Höhe der Ringe beträgt ein Viertel der mittleren Wellenlänge des Lichts von der Lichtquelle in dem Flüssigkristallmedium. Bei diesem beschriebenen Ausführungsbeispiel enthält die Fresnelsche Mikrolinse zwei binäre Schritte, jedoch könnten mehr diskrete Schritte oder sogar analoge Schritte, d. h. Flammenelemente (Blazes) mit nicht flachen oberen Enden verwendet werden, um die Beugungseffizienz zu erhöhen.

**[0026]** Jeder der Mikroreflektoren entspricht einem außeraxialen Abschnitt der Linse **100**. Der Abschnitt des Spiegels **100**, der für einen exemplarischen Mikroreflektor verwendet wird, ist bei **106** gezeigt. Die Position des Mikroreflektors relativ zu der Mitte des Fresnelschen Mikrospiegels kann hinsichtlich der kartesischen Koordinaten der Mitte des Mikroreflektors relativ zu einem XY-Koordinatensystem spezifiziert sein, das den Ursprung desselben bei der Mitte des Spiegels aufweist.

**[0027]** Die Weise, in der die XY-Koordinaten für jeden Mikroreflektor relativ zu der Mitte des Fresnelschen Spiegels und der Ringe, die den Fresnelschen Spiegel spezifizieren, bestimmt werden, wird nun detaillierter erörtert. Der Mikroreflektor für jedes Pixel ist allgemein unterschiedlich zu diesem, der für irgendein anderes Pixel in der Anzeige verwendet wird.

**[0028]** Die Position der LED, die die Beleuchtung liefert, und des Pixels werden als fest angenommen. Somit kann das Problem als ein Bestimmen der Position der Mitte des Fresnelschen Spiegels, aus dem der Mikro-

lektor „geschnitten“ ist, relativ zu dem Pixel oder der LED betrachtet werden.

**[0029]** Der Fresnelsche Spiegel ist durch eine Brennweite gekennzeichnet, die auf die Winkelöffnung des Kegels bezogen ist, in den das Licht von jedem Pixel gestreut werden soll.

**[0030]** Jeder Mikroreflektor wird als ein Quadrat mit einer Seite gleich D angenommen. Die Brennweite des Mikroreflektors ist definiert durch

$$f = \frac{D}{2} \cot(\varphi / 2) \quad (1)$$

wobei  $\varphi$  der Kegelwinkel ist, in den das Anzeigepixel, das durch den Mikroreflektor definiert ist, streuen soll. Mit Bezug auf [Fig. 3](#) wird ersichtlich, dass  $\varphi$  gleich dem Winkel 41 (oder 44) ist, der in derselben gezeigt ist. Der außeraxiale Abschnitt dieses Mikroreflektors ist für jedes Pixel gewählt, derart, dass die Mitte des Pixels die Lichtquelle als eine virtuelle Lichtquelle einen gegebenen Abstand hinter der Anzeige abbildet. Dieser Abstand sollte mit der Telezentrizität der Abbildungsoptiken übereinstimmen. Die Mitten der Pixel wirken somit zusammen, um einen größeren außeraxialen Spiegel einer Brennweite  $F = (T + H)/TH$  zu bilden, wobei  $T$  der Abstand zu der virtuellen Quelle ist und  $H$  der Abstand zu der echten Quelle ist.

**[0031]** Es kann gezeigt werden, dass der Fresnelsche Spiegel Licht reflektiert, als ob derselbe ein kreissymmetrischer Reflektor mit einer Höhe  $z$  bei einem Radius  $r$  wäre, gegeben durch

$$z(r) = 0,5\sqrt{f^2 + r^2} - f \quad (2)$$

**[0032]** Sobald die Brennweite des Fresnelschen Spiegels gesetzt ist und die Position der LED mit Bezug auf die Mitte des Spiegels definiert ist, scheint das Licht von der LED von einer virtuellen Quelle hinter dem Spiegel zu stammen. Um die folgende Erörterung zu vereinfachen, werden drei Vektoren mit Bezug auf jedes Pixel definiert. Diese Vektoren sind in [Fig. 6](#) gezeigt.  $V_1$  sei als ein Vektor einer Einheitslänge von dem Pixel zu der Lichtquelle definiert und  $V_2$  sei als ein Vektor einer Einheitslänge in eine Richtung von der virtuellen Quelle zu der Mitte des Pixels definiert. Der Abstand der virtuellen Lichtquelle von der Anzeige steuert die Telezentrizität der Anzeige und sollte an die Bilderzeugungsoptiken angepasst sein.  $V_3$  ist definiert, um die Vektorsumme von  $V_1$  und  $V_2$  zu sein. Die Position des Fresnelschen Spiegels relativ zu der Lichtquelle und dem Pixel ist durch die Anforderung gesetzt, dass  $V_3$  gleich der Normalen zu der Oberfläche sein soll, die durch Gl. (2) definiert ist.

**[0033]** Bei der folgenden Erörterung wird angenommen, dass ein dreidimensionales kartesisches Koordinatensystem definiert ist, derart, dass die Lichtquelle über dem Spiegel entlang der y-Achse positioniert ist, d. h. bei einer Koordinate der Form (0, L, H), und die virtuelle Quelle an der z-Achse positioniert ist, d. h. bei einer Koordinate der Form (0, 0, -T). Mit diesen Definitionen kann gezeigt werden, dass die Mitte des Pixels bei (x, y, 0) platziert sein muss, wobei

$$x = 2fV_{Mx} / \sqrt{1 - 4V_{Mx}^2 - 4V_{My}^2} \quad (3)$$

und

$$y = 2fV_{My} / \sqrt{1 - 4V_{Mx}^2 - 4V_{My}^2} \quad (4)$$

wobei

$$V_{Mx} = \frac{-V_{3x}}{V_{3z}} \quad (5)$$

und

$$V_{My} = \frac{-V_{3y}}{V_{3z}} \quad (6)$$

**[0034]** Das Ringmuster des Fresnelschen Spiegels ist durch eine radiale Höhenfunktion

$$r(m) = \sqrt{2m\lambda f + (m\lambda)^2} \quad (7)$$

spezifiziert, wobei ein Ring erhöht ist, falls  $m$  zwischen einer Ganzzahl und einer halben Ganzzahl liegt. Hier

ist  $\lambda$  die mittlere Wellenlänge der Lichtquelle. Die Höhe des erhabenen Abschnitts des Spiegels beträgt  $\lambda/(4n)$ , wobei  $n$  der Brechungsindex des Flüssigkristallmediums ist.

**[0035]** Es sei nun Bezug auf [Fig. 7](#) genommen, die eine Querschnittsansicht eines Abschnitts einer Farbanzeige **200** gemäß der vorliegenden Erfindung ist, die eine Mehrzahl von Lichtquellen verwendet. Es ist zu beachten, dass das obige Ringmuster und die Platzierung für eine einzige Wellenlänge ist. Bei Farbanzeigen werden typischerweise drei Quellen verwendet, die unterschiedliche Wellenlängen aufweisen (d. h. rot, grün und blau, jeweils bei **254–256** gezeigt). [Fig. 7](#) stellt zwei Pixel **231** und **239** dar, die voneinander an der Anzeige getrennt sind. Man betrachte den Fall, bei dem die Mikroreflektorparameter mit Bezug auf die Grün-Quelle **255** bestimmt sind. Die Mikroreflektoren **238** und **247** sind entworfen, um Licht von der Quelle **255** in Kegel **241** und **244** zu reflektieren. Da jedoch die Parameter von der Wellenlänge der Lichtquelle abhängen, wird Licht von einer Rot- oder Blau-Quelle, die bei der gleichen Position positioniert ist, nicht in die Kegel **241** und **244** reflektiert.

**[0036]** Um jedoch ein ordnungsgemäßes Farbmischen zu liefern, muss der Mikroreflektor auch das Licht von den anderen zwei Quellen in den gleichen Diffusionskegel um die gleiche Normale zu dem Pixel herum reflektieren. Es ist zu sehen, dass diese Bedingung eingehalten werden kann, falls die anderen Quellen mit Bezug auf die Quelle verlagert sind, für die die Mikroreflektorparameter unter Verwendung der Grün-Quelle berechnet wurden. Der Versatz der anderen Quellen kann unter Lösung der obigen Gleichungen für den Vektor  $V_1$  unter Verwendung der Parameter  $x$ ,  $y$ , und  $f$ , die für die Mittenfrequenz berechnet sind, berechnet werden.

**[0037]** Die Tatsache, dass die drei Lichtquellen voneinander versetzt sind, versieht die vorliegende Erfindung mit einem erheblichen Vorteil gegenüber den oben beschriebenen Systemen des Stands der Technik, bei denen die drei Quellen bei dem Brennpunkt einer Linse positioniert sein müssen. Wie es oben angemerkt ist, erfordern derartige Systeme „Punkt“-Quellen, die eng aneinander platziert sind, um einer Einpunktquelle nahe zu kommen. Dies begrenzt die Fläche und daher die Intensität der Lichtquellen. Die vorliegende Erfindung nimmt im Gegensatz dazu drei Punktquellen an, die voneinander getrennt sind. Daher müssen die LEDs nicht zusammengepackt sein, um eine Punktquelle anzunähern. Folglich können weitertere Quellen verwendet werden, die voneinander beabstandet sind, wodurch sowohl eine höhere Intensität als auch ein besseres Lichtmischen geliefert werden.

**[0038]** Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung sind die Mikroreflektoren durch ein Verwenden des Reflektors als der Elektrode, die jedem Pixel entspricht (d. h. Elektrode **34**, die in [Fig. 3](#) gezeigt ist), aufgebaut. Um ein hohes Reflexionsvermögen zu liefern, ist ein metallisches Material bevorzugt, wie beispielsweise Aluminium; jedoch ist ein Strukturieren von Ringen in einer Aluminiumschicht schwierig. Um diese Schwierigkeiten zu vermeiden, verwendet die vorliegende Erfindung eine Schicht aus SiN mit einer Dicke gleich  $\lambda/4$  bei dem Flüssigkristall auf einer Al-Schicht. Ein Ringmuster wird unter Verwendung herkömmlicher Schaltungsverarbeitungstechniken durch das SiN geätzt. Das resultierende geätzte Ringmuster wird dann mit Aluminium beschichtet, um das erforderliche Reflexionsvermögen zu liefern. Die Verbindung zwischen der oberen Al- und der unteren Al-Schicht in den geätzten Regionen liefert die elektrischen Verbindungen mit der darunter liegenden Schaltungsanordnung, die in dem Siliziumsubstrat aufgebaut ist.

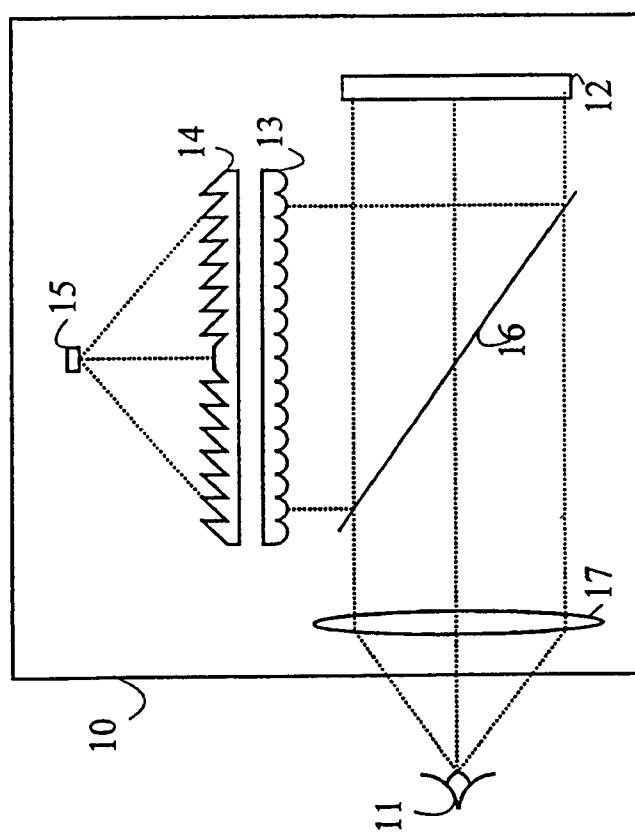
**[0039]** Verschiedene Modifikationen an der vorliegenden Erfindung werden Fachleuten auf dem Gebiet aus der vorhergehenden Beschreibung und den zugehörigen Zeichnungen ersichtlich. Folglich soll die vorliegende Erfindung lediglich durch den Schutzbereich der folgenden Ansprüche begrenzt sein.

### Patentansprüche

1. Eine Anzeige (**22**), die folgende Merkmale aufweist: ein Array von reflektierenden Pixeln (**31, 39, 231, 239**); eine erste Lichtquelle (**35, 255**), die sich außeraxial befindet zum Beleuchten des Arrays von reflektierenden Pixeln (**31, 39, 231, 239**); und einen Maskenschirm (**33**), der zwischen der ersten Lichtquelle (**35, 255**) und dem Array von reflektierenden Pixeln (**31, 39, 231, 239**) positioniert ist; wobei der Maskenschirm (**33**) eine Mehrzahl von Maskenelementen aufweist, wobei ein Maskenelement jedem der Pixel (**31, 39, 231, 239**) entspricht, wobei die Maskenelemente einen ersten Zustand, bei dem das Maskenelement transparent ist, und einen zweiten Zustand aufweisen, bei dem das Maskenelement undurchlässig ist, wobei der Zustand des Maskenelements durch ein Potential bestimmt ist, das durch das Pixel (**31, 39, 231, 239**) erzeugt wird, das diesem Maskenelement entspricht, **dadurch gekennzeichnet**, dass jedes der Pixel (**31, 39, 231, 239**) einen Mikroreflektor (**38, 47, 238, 247**) zum Reflektieren von Licht von der ersten Lichtquelle (**35, 255**) in einen Kegel aufweist, der einen Öffnungswinkel (**41, 44**) aufweist, der für alle der Pixel (**31, 39, 231, 239**) in der Anzeige (**22**) der gleiche ist.

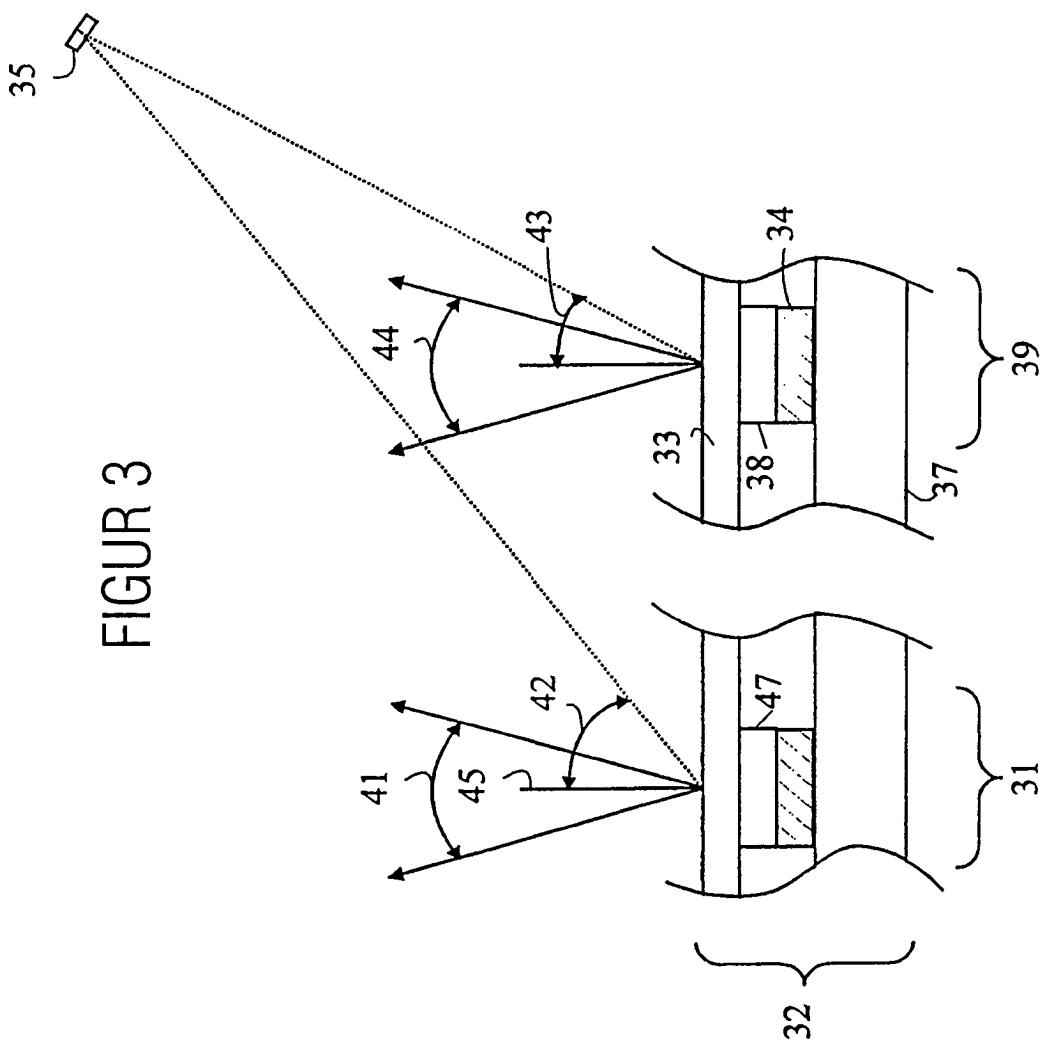
2. Die Anzeige (22) gemäß Anspruch 1, bei der einer der Mikroreflektoren (38, 47, 238, 247) einen außera-xialen Abschnitt (106) eines Fresnelschen Mikrospeiegels (100) aufweist.
3. Die Anzeige (22) gemäß Anspruch 2, bei der der Fresnelsche Mikrospeigel (100) eine Zonenplatte auf-weist, die eine Mehrzahl von kreisförmigen Ringen einer ersten Höhe aufweist.
4. Die Anzeige (22) gemäß Anspruch 3, bei der der Fresnelsche Mikrospeigel ferner eine Mehrzahl von Ringen einer zweiten Höhe aufweist.
5. Die Anzeige (22) gemäß Anspruch 3, bei der das Maskenarray einen LCD-Schirm (33) aufweist und bei der die erste Höhe ein Viertel der mittleren Wellenlänge des Lichts beträgt, das durch die Lichtquelle in dem Flüssigkristall erzeugt wird.
6. Die Anzeige (22) gemäß Anspruch 1, die ferner eine zweite Lichtquelle (254) aufweist, die eine Wellen-länge aufweist, die zu dieser der ersten Lichtquelle (35, 255) unterschiedlich ist, wobei die Mikroreflektoren (238, 247) Licht von der zweiten Lichtquelle (254) in den gleichen Kegel (241, 244) wie das Licht von der ersten Lichtquelle (35, 255) reflektieren.
7. Die Anzeige (22) gemäß Anspruch 6, bei der die erste Lichtquelle (35, 255) räumlich von der zweiten Lichtquelle getrennt ist.
8. Die Anzeige (22) gemäß Anspruch 2, bei der jeder der Mikroreflektoren (38, 49, 238, 247) ein elektri-scher Leiter ist und sich in einem elektrischen Kontakt mit dem Maskenelement befindet, das dem Pixel (31, 39, 231, 239) entspricht, das diese Mikroreflektoren (38, 47, 238, 247) enthält, und wobei das Potential durch eine elektrische Leitung durch diese Mikroreflektoren (38, 47, 238, 247) hindurch mit dem Maskenelement ver-bunden ist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

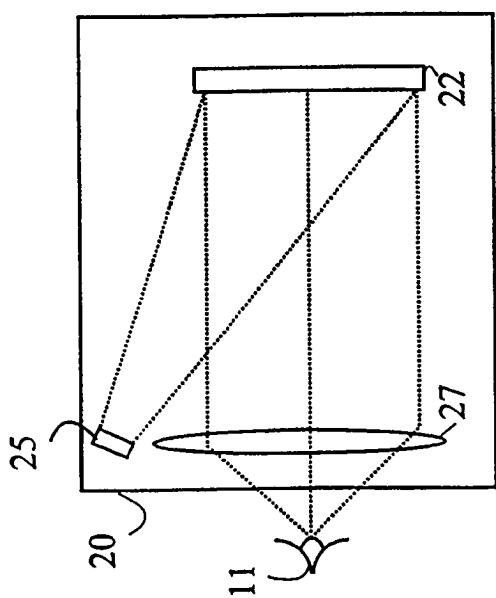


FIGUR 1  
(STAND DER TECHNIK)

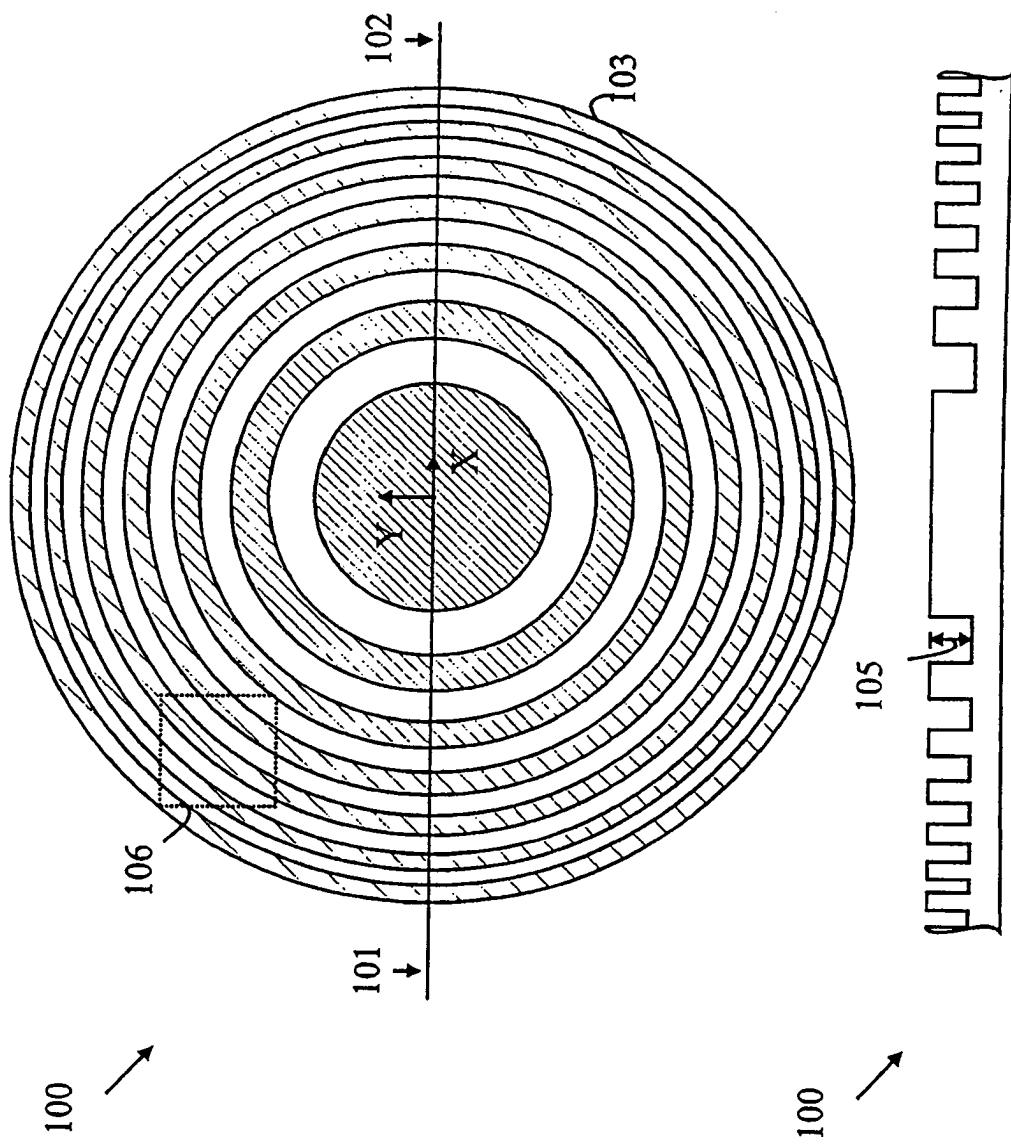
FIGUR 3



FIGUR 2



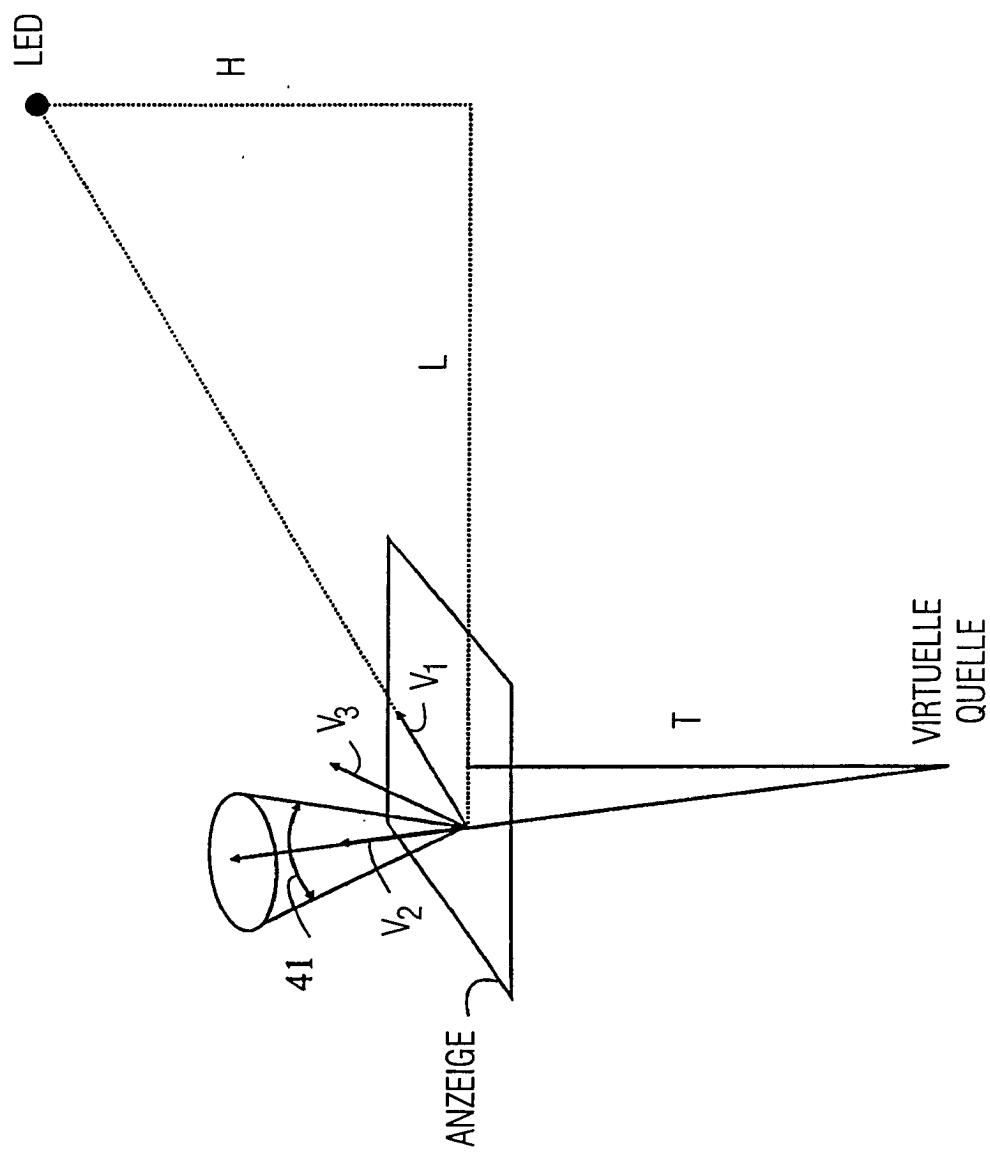
FIGUR 4



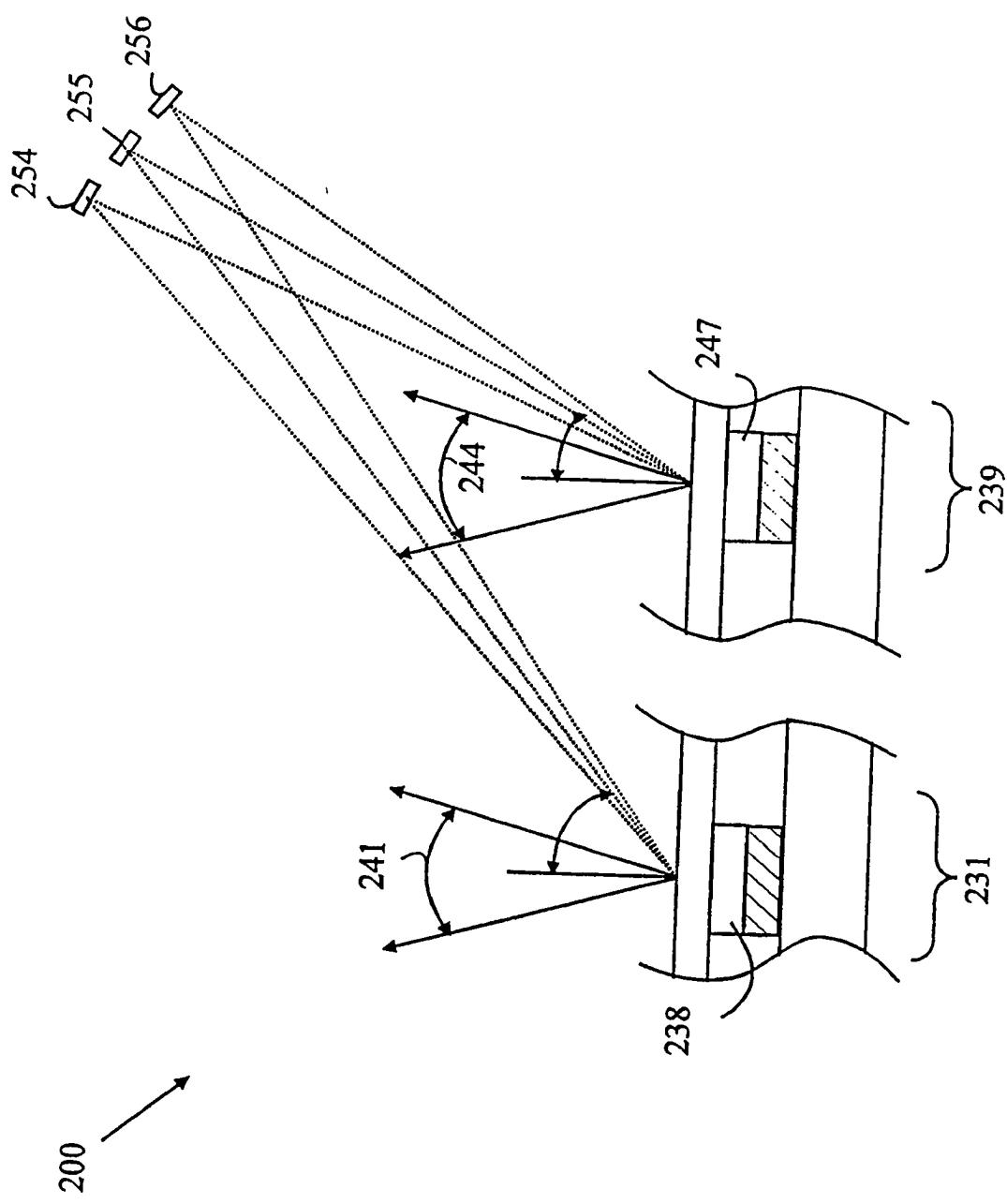
FIGUR 5



## FIGUR 6



FIGUR 7



200