



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 698 32 795 T2 2006.09.14

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 006 857 B1

(51) Int Cl.⁸: **G09G 3/02** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 32 795.0**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US98/03192**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 919 710.8**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 1998/049927**

(86) PCT-Anmeldetag: **05.05.1998**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **12.11.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **14.06.2000**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **14.12.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **14.09.2006**

(30) Unionspriorität:

45840 P 07.05.1997 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE

(73) Patentinhaber:

University of Washington, Seattle, Wash., US

(72) Erfinder:

MELVILLE, D., Charles, Issaquah, US; TIDWELL, Michael, Seattle, US

(74) Vertreter:

HOFFMANN & EITLE, 81925 München

(54) Bezeichnung: **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR ABTASTUNG MITTELS EINER PUNKTLICHTQUELLE**

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**Hintergrund der Erfindung**

[0001] Diese Erfindung betrifft Abtastanzeigevorrichtungen, und insbesondere Lichtquellen und Scanner für Abtastanzeigevorrichtungen.

[0002] Bei einer typischen Abtastanzeigevorrichtung wird Licht von einer Lichtquelle ausgesendet, durch eine Linse parallel gerichtet, und dann durch einen Scanner durchgeleitet. Der Scanner lenkt das Licht entlang eines Abtastmusters ab. Das abgetastete Licht wird zu einem Bildschirm oder in eine Retina-Anzeige, zu dem Auge eines Betrachters, geführt. Ein Bild wird durch das Auge eines Betrachters wahrgenommen, entweder durch das Ansehen des Bildschirms oder durch das direkte Abtasten von Licht auf dem Auge.

[0003] Für eine Retina-Anzeige leitet ein Okular das Licht zu dem Auge des Betrachters. Eine „Austrittspupille“ tritt kurz hinter dem Okular in einem Bereich auf, in dem die Pupille des Auges eines Betrachters zu positionieren ist. Ein Betrachter sieht in das Okular, um das Bild wahrzunehmen. Eine kleine Austrittspupille ermöglicht es Personen, die für gewöhnlich Korrekturlinsen tragen, das abgetastete Bild klar ohne Brille zu sehen. Aber im Allgemeinen ist eine kleine Austrittspupille nachteilig, weil man das Auge sorgfältig mit der Austrittspupille ausrichten muss, um das Bild zu sehen. Eine leichte Bewegung des Auges, wie beispielsweise in den Randbetrachtungsbereich von einem würde bewirken, dass das Bild verschwindet. Folglich ist es im Allgemeinen wünschenswert große Austrittspuppen zu haben.

[0004] Die Größe der Austrittspupille wird durch die Öffnungsblende der Anzeige, und die optische Vergrößerung von Komponenten entlang des Strahlengangs zwischen der optischen Blende und dem Auge des Betrachters, bestimmt. Typischerweise ist der horizontale Scanner von einer Rasterabtastanzeige die limitierende Öffnung. Der Durchmesser der Austrittspupille ist gleich der horizontalen Scanner-Öffnung mal der Tangente des halben optischen Abtastwinkels des horizontalen Scanners geteilt durch die Tangente des halben Betrachtungswinkelfelds. Scanner, die mit hohen horizontalen Abtastgeschwindigkeiten abtasten, weisen kleine Öffnungen, kleine Abtastwinkel, oder beides auf. Dies führt zu einer kleinen Austrittspupille. Um die Größe der Austrittspupille zu erhöhen ist es wünschenswert eine größere Öffnung zu haben. Um eine größere Öffnung zu erreichen, kann ein größerer Abtastspiegel verwendet werden. Der Nachteil eines größeren Spiegels ist die Zunahme der Größe und des Gewichts des Systems, und die zusätzliche Leistung, die erforderlich ist, um den Spiegel zu bewegen. Folglich ist eine andere Lösung wünschenswert zur Erhöhung der Größe der

Austrittspupille, während die Größe und das Gewicht des Systems minimiert werden.

[0005] U.S. Patent Nr. 4,311,999 offenbart eine personenbezogene Anzeige mit einer linearen Anordnung von optischen Filamenten bzw. Fäden. Die Lichtausgabe von den unterschiedlichen Filamenten definiert den Bildinhalt auf Bildlinien entlang einer ersten Achse der Anzeige. Die lineare Anordnung führt eine Abtastbewegung entlang einer zweiten Achse senkrecht zu der Länge der linearen Anordnung durch. Die Filamente machen keine Abtastbewegung entlang der ersten Achse.

[0006] Auf ähnliche Weise offenbart U.S. Patent Nr. 5,416,876 eine Anzeige mit einer linearen Anordnung von Lichtquellen, die durch ein Band einer entlang einer ersten Achse ausgerichteten Faseroptik ausgebildet werden. Die lineare Anordnung wird entlang einer zweiten Achse senkrecht zu der ersten Achse schwingen gelassen. Die Faseroptik wird nicht entlang der ersten zweiten Achse abgetastet.

[0007] U.S. Patent Nr. 5,596,339 offenbart eine Retina-Anzeige mit einem ersten Spiegel der bewegt wird, um Licht entlang einer Achse abzulenken, und einem zweiten Spiegel der bewegt wird, um Licht entlang einer zweiten Achse abzulenken. Die Lichtemitter werden nicht bewegt; stattdessen wird das ausgesendete Licht über Bewegungswinkel abgelenkt.

[0008] U.S. Patent Nr. 5,557,444 offenbart einen Scanner mit einem Spiegel der bewegt wird, um Licht entlang einer Achse abzulenken, und einen zweiten Scanner mit einem Spiegel der bewegt wird, um Licht entlang einer zweiten Achse abzulenken. Die Lichtemitter werden nicht bewegt.

[0009] U.S. Patent Nr. 5,625,372 offenbart eine Mikro-Anzeige, die ein Quellobjekt erzeugt. Eine Vergrößerungsoptik vergrößert das Quellobjekt und reflektiert ein virtuelles Bild.

Zusammenfassung der Erfindung

[0010] Eine Abtastvorrichtung tastet Licht entlang eines vorgeschriebenen Abtastmusters ab. Bei einer Rasterabtastvorrichtung wird das Licht entlang eines horizontalen Abtastpfads und entlang eines vertikalen Abtastpfads abgetastet. Erfindungsgemäß bewegt eine Abtastanzeigevorrichtung direkt einen Lichtemitter entlang zumindest einem der Anzeigebabtastpfade. Zum Beispiel wird der Lichtemitter bei einer Rasterabtastvorrichtung physikalisch entlang entweder einem oder beiden der horizontalen und vertikalen Abtastpfade bewegt, anstelle, dass lediglich der ausgesendete Lichtstrahl entlang derartiger einer oder beider Abtastpfade abgetastet wird. Der Lichtemitter wird entlang beider Abtastpfade, dem horizontalen und dem vertikalen, abgetastet. Ein Vor-

teil des Abtastens der Lichtquelle ist, dass eine kleinere Anzeige mit einem geringeren Gewicht erzielt wird.

[0011] Gemäß einem Aspekt der Erfindung überträgt ein Resonanz-Freiträger eine oder mehrere Punktquellen (z.B. eine Punktquelle für eine monochromatische Anzeige; beziehungsweise rote, grüne und blaue Punktquellen für eine RGB-Anzeige). Bei einer Ausführungsform wird die Freiträgerbewegung durch eine elektromagnetische Antriebsschaltung angetrieben. Bei einer anderen Ausführungsform wird die Freiträgerbewegung durch einen piezoelektrischen Antriebsaktuator bzw. -betätigungs vorrichtung angetrieben.

[0012] Gemäß einem anderen Aspekt der Erfindung ist die Lichtquelle eine oder mehrere Licht aussendende Diodenpunktquelle(n), eine oder mehrere Faseroptik-Punktquelle(n), oder eine oder mehrere Licht aussendende Polymerlichtquelle(n).

[0013] Gemäß einem anderen Aspekt dieser Erfindung umfasst eine Abtastanzeigevorrichtung eine Bildsignalquelle zum Produzieren eines Bildsignals, eine Abtastsignalquelle, die ein Abtastsignal erzeugt, einen Lichtemitter, der mit der Bildsignalquelle gekoppelt ist und auf das Bildsignal anspricht, um Licht auszusenden, eine Halterung, die den Lichtemitter an einem ersten Abschnitt von der Halterung trägt, und eine Antriebsschaltung, die mit der Halterung gekoppelt ist und auf das Abtastsignal anspricht, um zumindest den ersten Abschnitt der Halterung durch einen vorbestimmten Winkelbereich zu bewegen. Der Lichtemitter wird durch den vorbestimmten Winkelbereich bewegt, um das ausgesendete Licht entlang eines gewünschten Abtastpfads abzutasten.

[0014] Gemäß einem anderen Aspekt der Erfindung trägt die Halterung eine Vielzahl von Leuchteinrichtungen, die jeweils Farblichtstrahlen aussenden. Die Vielzahl von Leuchteinrichtungen sind in einer gemeinsamen Ebene ausgerichtet, wobei die von der Antriebsschaltung bewirkte Bewegung der Vielzahl von Lichtemittern in der gemeinsamen Ebene auftritt. Das Bildsignal arbeitet mit einer Zeitvorgabe, um jeden der Lichtemitter zu modulieren, so dass die Vielzahl von Lichtemittern kumulativ ein Bildpixel mit einer gewünschten Farbe an einer spezifischen Pixelstelle definieren, wenn sich jede der Vielzahl von Punktquellen durch die entsprechende Position bewegt, um das Bildpixel zu adressieren.

[0015] Gemäß einem anderen Aspekt der Erfindung bewegt die Antriebsschaltung die Halterung durch einen vorbestimmten Winkelbereich bei einer Resonanzfrequenz der Halterung und der/des Lichtemitter/s.

[0016] Gemäß einem anderen Aspekt der Erfindung

ist die Anzeige eine Retina-Anzeige mit einem Okular, das das ausgesendete Licht empfängt. Das ausgesendete Licht wird fokussiert, um eine Austrittspupille zu definieren, an einer dem Okular benachbarten Stelle, wo das Auge eines Betrachters positioniert sein kann, um ein durch die Vorrichtung erzeugtes Bild wahrzunehmen.

[0017] Gemäß einem Beispiel, das keinen Teil der beanspruchten Erfindung bildet, tastet die Antriebs schaltung die Lichtemitter entlang einer ersten Abtastachse ab. Eine Abtasteinrichtung empfängt das ausgesendete Licht an einem Spiegel. Die Abtasteinrichtung bewegt den Spiegel entlang einer zweiten Abtastachse. Bei einigen Ausführungsformen ist die erste Abtastachse eine horizontale Achse und die zweite Abtastachse ist eine vertikale Abtastachse. Das Abtasten entlang der zwei Achsen definiert einen Rasterabtastpfad zum Abtasten eines Bildes.

[0018] Gemäß einem anderen Aspekt der Erfindung umfasst ein Verfahren zum Abtasten eines optischen Strahls in Reaktion auf ein Abtastsignal das Modulieren eines Lichtemitters mit einem Bildsignal, um einen modulierten Lichtstrahl von Bildpixelkomponenten zu erzeugen, Empfangen eines Abtastsignals an einer Antriebsschaltung zum Antreiben einer Bewegung einer Halterung, und Bewegen der Halterung durch einen vorbestimmten Winkelbereich wie durch die Antriebsschaltung gesteuert. Der Lichtemitter wird durch den vorbestimmten Winkelbereich mit der Halterung bewegt, um das ausgesendete Licht entlang eines gewünschten Abtastpfads abzutasten.

[0019] Gemäß einem anderen Aspekt dieser Erfindung ist das Abtastsignal periodisch mit einer Periode, die einen ersten Abschnitt und einen zweiten Abschnitt umfasst. Der Schritt des Bewegens umfasst eine Antriebsbewegung der Halterung und des Lichtemitters in eine erste Richtung zu einer ersten äußersten Position, als Reaktion auf das Abtastsignal während des ersten Abschnitts der Abtastsignalperiode. Der Schritt des Bewegens umfasst auch eine Antriebsbewegung der Halterung und des Lichtemitters in eine zweite Richtung, die der ersten Richtung entgegengesetzt ist, zu einer zweiten äußersten Position, als Reaktion auf das Abtastsignal während eines zweiten Abschnitts der Abtastsignalperiode. Die Schritte des Antreibens in eine erste Richtung und des Antreibens in eine zweite Richtung werden für aufeinanderfolgende Perioden des Abtastsignals wiederholt, um eine oszillatorische Bewegung der Halterung und des Lichtemitters in wechselnden ersten und zweiten Richtungen zu erzeugen.

[0020] Diese und andere Aspekte und Vorteile der Erfindung wird man besser unter Bezugnahme auf die folgende ausführliche Beschreibung, in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen, verstehen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0021] [Fig. 1](#) ist ein Blockdiagramm von einer Anzeigevorrichtung, die Lichtemitter entlang einer Abtastachse bewegt und einen ausgesendeten Lichtstrahl entlang einer zweiten Abtastachse ablenkt, gemäß einer Ausführungsform dieser Erfindung;

[0022] [Fig. 2](#) ist ein Blockdiagramm einer Anzeigevorrichtung, die Lichtemitter entlang zweier Achsen bewegt;

[0023] [Fig. 3](#) ist eine Seitenansicht einer Vorrichtung zum Abtasten eines Lichtemitters entlang einer Abtastachse, gemäß einer Ausführungsform dieser Erfindung;

[0024] [Fig. 4](#) ist eine Draufsicht der Vorrichtung von [Fig. 3](#);

[0025] [Fig. 5](#) ist eine Seitenansicht von einer Vorrichtung zum Abtasten von einer Vielzahl von Lichtemittern entlang einer Abtastachse, gemäß einer Ausführungsform dieser Erfindung;

[0026] [Fig. 6](#) ist eine Seitenansicht von einer Vorrichtung zum Abtasten eines Faseroptik-Lichtemitters entlang einer Abtastachse, gemäß einer Ausführungsform dieser Erfindung;

[0027] [Fig. 7](#) ist eine Draufsicht der Vorrichtung von [Fig. 6](#);

[0028] [Fig. 8](#) ist eine Schnittansicht der Vorrichtung der [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) im Schnitt nach VIII-VIII von [Fig. 7](#);

[0029] [Fig. 9](#) ist eine Seitenansicht von einer Vorrichtung zum Abtasten einer Vielzahl von Faseroptik-Lichtemittern entlang einer Abtastachse, gemäß einer Ausführungsform dieser Erfindung;

[0030] [Fig. 10](#) ist eine schematische Darstellung des durch eine Einpunktlichtquelle an unterschiedlichen Positionen entlang des Abtastpfads erzeugten Lichtstrahls;

[0031] [Fig. 11](#) ist eine schematische Darstellung, die Bildpixel darstellt, die durch eine Vielzahl von Lichtquellen zu einem spezifischen Zeitpunkt t_1 abgetastet werden;

[0032] [Fig. 12](#) ist eine schematische Darstellung, die Bildpixel darstellt, die durch eine Vielzahl von Lichtquellen von [Fig. 11](#) zu einem späteren Zeitpunkt t_2 abgetastet werden;

[0033] [Fig. 13](#) ist eine schematische Darstellung, die Bildpixel darstellt, die durch eine Vielzahl von Lichtquellen von [Fig. 11](#) zu einem späteren Zeitpunkt

t_3 abgetastet werden;

[0034] [Fig. 14](#) ist eine schematische Darstellung, die die zeitlichen Lichtfronten von den jeweiligen Lichtemittern zeigt, die ein Bildpixel bilden;

[0035] [Fig. 15](#) ist eine Perspektivansicht einer Vorrichtung zum Abtasten eines Lichtemitters entlang eines Abtastpfads, gemäß einer alternativen Ausführungsform dieser Erfindung; und

[0036] [Fig. 16](#) ist eine Seitenansicht eines piezoelektrischen Aktuators von [Fig. 15](#).

Beschreibung bestimmter Ausführungsformen

Überblick

[0037] [Fig. 1](#) zeigt ein Blockdiagramm einer Abtastanzeige **10** mit einer Abtastlichtquelle **12** gemäß einer Ausführungsform dieser Erfindung. Die Anzeige **10** erzeugt und tastet Licht ab, um Farbbilder oder monochromatische Bilder an einem Anzeigefeld **14** zu erzeugen. Bei einigen Ausführungsformen ist das Anzeigefeld ein Bildschirm, wie beispielsweise ein Kathodenstrahlröhrenbildschirm. Bei einer Ausführungsform einer Retina-Anzeige ist das Anzeigefeld die Retina (Netzhaut) von dem Auge eines Betrachters. Verschiedene Ausführungsformen der Anzeige **10** erzielen enge bis panorama-artige Blickfelder und geringe bis hohe Auflösungen.

[0038] Die Abtastanzeige **10** umfasst eine Verarbeitungseinheit **16**, eine Bilddatenschnittstelle bzw. Bilddaten-(I/F) **18**, die Abtastlichtquelle **12**, und ein optisches Subsystem **24**. Bei einigen Ausführungsformen ist das Anzeigefeld eine elektrische oder optische Einrichtung, die als Teil der Anzeige **10** enthalten ist. Das durch die Anzeige **10** abgetastete Bild stammt von einem Bildinhaltignal **17**, das durch die Verarbeitungseinheit **16** erzeugt wird. Die Verarbeitungseinheit **16** kann Teil eines Computers, einer Videovorrichtung oder einer anderen digitalen oder analogen Bildquellvorrichtung sein. Das Bildinhaltignal **17** ist ein RGB-Signal, NTSC-Signal, VGA-Signal oder anderes formatiertes Videosignal oder bildgebendes Signal in Farbe oder monochrom. Die Verarbeitungseinheit **16** gibt das Bildinhaltignal **17** an die Bilddatenschnittstelle aus.

[0039] Die Bilddatenschnittstelle **18** erzeugt ein Bildsignal **19** aus dem Bildinhaltignal **17** zum Steuern des von der Lichtquelle **12** ausgesendeten Lichts. Die Bilddatenschnittstelle **18** erzeugt auch ein oder mehrere Abtastsignale **20** aus dem Bildinhaltignal **17**.

[0040] Die Abtastlichtquelle **12** umfasst eine oder mehrere Punktlichtquellen. Bei einer Ausführungsform wird eine monochromatische Lichtquelle ver-

wendet. Bei einer anderen Ausführungsform werden rote, grüne und blaue Lichtquellen verwendet. Bei verschiedenen Ausführungsformen ist jede Lichtquelle durch eine Leuchtdiode, einen Laser oder eine Leuchtplasmaquelle ausgebildet. Bei einigen Anwendungen kann sich die Lichtquelle, durch ein Koppeln von Licht in eine optische Faser, in der Ferne befinden. Vorzugsweise ist das ausgesendete Licht **22** räumlich kohärent. Bei einer Ausführungsform wird die Lichtquelle **12** als eine Funktion von dem Bildsignal **19** moduliert. Bei einer anderen Ausführungsform umfasst die Lichtquelle einen Modulator, der auf das Bildsignal **19** anspricht, um Licht von der Lichtquelle zu modulieren. Die Lichtquelle **12** ist eine Abtastlichtquelle, die Lichtemitter entlang eines Abtastpfads bewegt. Das ausgesendete Licht **22** geht durch das optische Subsystem **24** hindurch und weiter zu dem Anzeigefeld **14**.

[0041] [Fig. 2](#) zeigt ein Blockdiagramm einer Abtastanzeige **10'**, bei der gleiche Teile relativ zu der Anzeige **10** von [Fig. 1](#) mit den gleichen Bezugszeichen versehen sind. Die Anzeigevorrichtung **10'** umfasst eine Einachsen-Abtastlichtquelle **12'**, die Lichtemitter entlang einer ersten Abtastachse bewegt. Ausgesendetes Licht **22** geht durch das optische Subsystem **24** hindurch und stößt gegen einen Spiegel **29** an einem Scanner **26**. Die Abtastlichtquelle **12'** empfängt das Abtastsignal **20**, während der Scanner **26** ein anderes Abtastsignal **20'** empfängt. Beide Abtastsignale **20, 20'** werden von der Bilddatenschnittstelle **18** empfangen. Die Abtastquelle **12'** ist betriebsbereit um einen Lichtemitter entlang des ersten Abtastpfads zu bewegen, während der Scanner **26** betriebsbereit ist um das ausgesendete Licht **22** entlang eines zweiten Abtastpfads abzulenken. Der Scannerspiegel **29** wird durch eine elektromagnetische Antriebsschaltung oder eine piezoelektrische Antriebsschaltung angetrieben. In anderen Beispielen umfasst der Scanner **26** akustisch-optische Ablenker, elektro-optische Ablenker, rotierende Polygone oder Galvano-meter, um die Lichtablenkung entlang des zweiten Abtastpfads durchzuführen. Die Zeitvorgabe des Betriebs des Scanners **26** wird durch das Abtastsignal **20'** bestimmt. In einem Beispiel sind die Abtastsignale **20, 20'** periodische Abtastsignale.

[0042] In dem Beispiel bewegt die Lichtquelle **12'** Lichtemitter entlang einer horizontalen Abtastachse mit einer horizontalen Abtastfrequenz, die durch das Abtastsignal **20** bestimmt wird, während der Scanner **26** das ausgesendete Licht **22** entlang eines vertikalen Abtastpfads mit einer vertikalen Abtastfrequenz ablenkt, die durch das Abtastsignal **20'** bestimmt wird. Für eine Ausführungsform einer Retina-Anzeige geht das abgetastete Licht durch ein Okular **28** hindurch und in das Auge E eines Betrachters. Das Okular **28** fokussiert das ausgesendete Licht, um eine Austrittspupille an einer an das Okular **28** angrenzenden Stelle zu definieren, an der das Auge eines Be-

trachters positioniert sein kann, um ein Bild wahrzunehmen.

Abtastlichtquelle

[0043] [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) zeigen eine Einachsen-Abtastpunktquelle **40**, die die Abtastquelle **12, 12'** der [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) integriert hat. Die Abtastquelle **40** umfasst einen Lichtemitter **42**, der einen kohärenten Lichtstrahl aussendet. Bei einer Ausführungsform ist der Lichtemitter **42** eine Laserdiode. Bei einer anderen Ausführungsform ist der Lichtemitter **42** eine Leuchtdiode mit einer Optik, um das ausgegebene Licht kohärent zu machen. Der Lichtemitter **42** wird durch eine Halterung **44** getragen. Bei einer Ausführungsform ist die Halterung **44** aus Federstahl ausgebildet und ist ein freitragender Typ von Feder. Die freitragende Feder weist eine Federkonstante auf, die durch ihre Länge, Breite und Dicke bestimmt wird. Vorzugsweise ist die Halterung **44** resonant mit einem hohen Q-Faktor, so dass sobald sich die Halterung zu bewegen beginnt sehr wenig Energie verloren geht. Als eine Folge davon wird sehr wenig Energie während jeder Bewegungsperiode zugeführt, um eine konstante Bewegungsamplitude der Halterung **44** beizubehalten. Für ein System mit hohem Q-Faktor ist der Energieverlust pro Zyklus geringer als 0,001. Die Halterung **44** ist an einem Ende **45** verankert und ist an einem gegenüberliegenden Ende **47** frei. Die Frequenz des Abtastens wird durch das Abtastsignal **20'** bestimmt. Für ein System mit hohem Q-Faktor wird das Abtastsignal **20'** jedoch vorzugsweise so gewählt, dass es der Resonanzfrequenz der Halterung **44** entspricht, für den effizientesten Energietausch. Die Frequenz des Abtastsignals **20** kann manuell an die Resonanzfrequenz der Halterung angepasst werden, oder kann durch ein Überwachen der Bewegung der Halterung aktiv gesteuert werden, wie in U.S. Patent Nr. 5,694,237, erteilt am 2. Dezember 1997, mit dem Titel „Position Detection of Mechanical Resonant Scanner Mirror“, den Erfinder Charles D. Melville benennend, beschrieben. Vorzugsweise umfasst die Abtastquelle **40** einen Positionssensor zur Überwachung der Position der Halterung **44** und des Lichtemitters **42**. Bei einigen Ausführungsformen wird ein Gleichtakt-Unterdrückung piezoelektrischer Sensor **58** verwendet. Bei anderen Ausführungsformen wird ein Sensor **60**, der auf Wechselträgeit anspricht, verwendet. Ein beispielhafter Sensor **58** wird in dem U.S. Patent Nr. 5,694,237, erteilt am 2. Dezember 1997, mit dem Titel „Position Detection of Mechanical Resonant Scanner Mirror“, beschrieben.

[0044] Die Abtastquelle **40** umfasst auch eine Basis **46**, eine Kappe **48** und eine elektromagnetische Antriebsschaltung **50**, die durch einen Permanentmagneten **52** und eine elektromagnetische Spule **54** ausgebildet ist. Das verankerte Ende **45** der Halterung **44** wird an dem Permanentmagneten **52** durch die Kappe **48** gehalten. Der Permanentmagnet **52** ist an

der Basis **46** angebracht. Die elektromagnetische Spule **54** empfängt das Abtastsignal **20**, das bewirkt, dass ein Magnetfeld auf die Halterung **44** wirkt. Das Abtastsignal **20** ist ein periodisches Signal mit einer sich ändernden Amplitude. Bei einer bevorzugten Ausführungsform entspricht die Periode der natürlichen Resonanzfrequenz der sich bewegenden Teile (z.B. die Halterung **44** und der/die Lichtemitter). Als eine Folge davon erzeugt die elektromagnetische Spule ein sich änderndes Magnetfeld, das zumindest einen Abschnitt **49** der Halterung **44** durch einen vorgeschriebenen Winkelbereich bewegt. Der Lichtemitter **42** wird mit der Halterung durch den vorgeschriebenen Winkelbereich getragen, sich entlang einer ersten Abtastachse **56** hin und her bewegend. Somit werden der Lichtemitter **42** und das ausgesendete Licht **22** entlang der ersten Abtastachse **56** abgetastet.

[0045] [Fig. 5](#) zeigt eine Ausführungsform einer Einachsen-Abtastquelle **40'**, welche die Gleiche wie die Quelle **40** von [Fig. 3](#) ist, aber eine Vielzahl von Lichtemittern **42', 42'', 42'''** aufweist. Bei einer Ausführungsform sind die Lichtemitter **42', 42'', 42'''** rote, grüne beziehungsweise blaue Leuchtdioden-Punktquellen mit einer Optik zur Erzeugung von Ausgabestrahlen mit kohärentem Licht. Bei einer anderen Ausführungsform sind die Lichtemitter **42', 42'', 42'''** rote, grüne beziehungsweise blaue Laserdioden-Punktquellen. Vorzugsweise sind die Emitter **42', 42'', 42'''** in einer gemeinsamen Ebene ausgerichtet und bewegen sich mit der Halterung in der gemeinsamen Ebene. In [Fig. 5](#) ist eine derartige gemeinsame Ebene die Ebene des Papiers und umfasst die Abtastachse **56**.

[0046] [Fig. 6](#) bis [Fig. 8](#) zeigen eine ähnliche Abtastlichtquelle **70**, bei der gleiche Teile mit den gleichen Bezugszeichen versehen sind. Die Quelle **70** umfasst einen Faseroptik-Punktlichtquellemitter **62**. [Fig. 9](#) zeigt eine andere Abtastlichtquelle **70'** mit einer Vielzahl von Faseroptik-Punktlichtquellemittlern **62', 62'', 62'''** (z.B. rote, grüne und blaue Lichtemitter). Wiederum wurden gleiche Teile mit den gleichen Bezugszeichen wie bei den Ausführungsformen der [Fig. 3](#) bis [Fig. 8](#) versehen. Die Abtastlichtquellen **40', 70, 70'** werden auf die gleich Art betrieben, wie für die Abtastlichtquelle **40** beschrieben. Für die Faseroptik-Lichtquellen ist die Faser an die Platte **44** geklebt oder anderweitig an ihr angebracht. Das distale Ende der Faser ist gespalten oder umfasst eine parallel ausrichtende Linse.

Verfahren zum Abtasten des/der Lichtemitter(s)

[0047] Um einen Abschnitt eines Bildes innerhalb des Anzeigefelds **14** zu erzeugen, werden der Lichtemitter **42/62** oder die Lichtemitter **42', 42'', 42'''/62', 62'', 62'''** entlang der Abtastachse **56** abgetastet. Der/die Lichtemitter oder ein Modulator, der das aus-

gesendete Licht moduliert, empfängt das Bildsignal **19**. Wo die Lichtemitter **42', 42'', 42'''/62', 62'', 62'''** direkt moduliert werden, gibt jeder der Emitter Licht mit einer Intensität aus, die einer Komponente des Bildsignals entspricht, um eine Farbkomponente von einem Bildpixel zu definieren.

[0048] Die Antriebsschaltung **50** erzeugt eine Kraft, die die Halterung **44** und den/die Lichtemitter entlang des vorgeschriebenen Abtastpfads bewegt. Bei den dargestellten Ausführungsformen der [Fig. 3](#) bis [Fig. 9](#) ist die Antriebsschaltung **50** eine elektromagnetische Antriebsschaltung. Bei der Ausführungsform der [Fig. 15](#) und [Fig. 16](#), die unten beschrieben wird, ist die Antriebsschaltung ein piezoelektrischer Aktuator. Die Antriebsschaltung **50** empfängt das Abtastsignal **20** und schafft als Reaktion darauf eine Wechselkraft, um die Halterung **44** und den/die Lichtemitter zu bewegen. Bei einer Ausführungsform ist das Abtastsignal ein periodisches, horizontales Synchronisierungssignal mit einer horizontalen Abtastfrequenz und einer entsprechenden horizontalen Abtastperiode. Für eine Ausführungsform mit einem einzelnen Emitter definiert der Emitter **42/62** eine Linie von Bildpixeln während der gesamten oder einem Teil der Abtastsignalperiode. Für ein unidirektionales Abtasten wird eine Linie pro Abtastperiode erzeugt. Für ein bidirektionales Abtasten wird eine Linie für jede Hälfte von einer Abtastperiode erzeugt. Somit bewegt sich für ein bidirektionales Abtasten der Emitter **42/62** in eine erste Richtung entlang der Abtastachse **56**, während einer ersten Hälfte der Abtastperiode, um eine Pixellinie zu erzeugen. Während einer derartigen ersten Hälfte bewegt sich die Halterung **44** durch einen vorbestimmten Winkel zu einer ersten äußersten Ablenkposition. Während der zweiten Hälfte der Abtastperiode bewegt sich der Emitter **42/62** in eine zweite Richtung entlang des Abtastpfads, um eine andere Linie von Bildpixeln zu erzeugen. Während einer derartigen zweiten Hälfte bewegt sich die Halterung **44** durch den vorbestimmten Winkel zu einer zweiten äußersten Ablenkposition. Die Halterung **44** und Lichtemitter bewegen sich entlang der Abtastachse **56** durch den vorbestimmten Winkelbereich, entweder zu der ersten oder zweiten äußersten Ablenkposition für jede Bildlinie. Die Bewegung der Halterung **44** und des Emitters wird alternativ in erste und zweite Richtungen entlang der Abtastachse **56**, während aufeinanderfolgender Abtastperioden, angetrieben, um zusätzliche Linien des Bildes zu erzeugen.

[0049] [Fig. 10](#) zeigt die Position des Emitters **42/62** zu unterschiedlichen Zeitpunkten t_{n-1} , t_n , t_{n+1} , während eines Abschnitts einer Abtastperiode. Das ausgesendete Licht **22** stößt an das optische Subsystem **24** bei unterschiedlichen Winkeln, die den unterschiedlichen Zeitpunkten entsprechen. Das Licht **22** wird zu unterschiedlichen Bildpixelstellen in dem Anzeigefeld **14** (z.B. Bildpixeladressen) geführt, entlang der Abta-

stachse **56** zu den unterschiedlichen Zeitpunkten.

[0050] [Fig. 11](#) bis [Fig. 14](#) stellen das Verfahren zum Abtasten von Bildpixeln dar, für eine Ausführungsform mit einem roten Emitter **42'/62'**, einem grünen Emitter **42"/62"** und einem blauen Emitter **42'''/62'''**. Zu jedem spezifischen Zeitpunkt adressiert jeder der drei Emitter ein unterschiedliches Pixel. [Fig. 11](#) zeigt die Emitter zum Zeitpunkt $t = t_1$. Zu einem derartigen Zeitpunkt sendet der Emitter **42'/62'** rotes Licht **22'** aus, das auf eine Stelle in dem Anzeigefeld **14** gerichtet ist, die einem Pixel P_1 entspricht. Zum gleichen Zeitpunkt sendet der Emitter **42"/62"** grünes Licht aus, das auf eine Stelle in dem Anzeigefeld **14** gerichtet ist, die einem Pixel P_2 entspricht, und der Emitter **42'''/62'''** sendet blaues Licht aus, das auf eine Stelle in dem Anzeigefeld **14** gerichtet ist, die einem Pixel P_3 entspricht. [Fig. 12](#) zeigt die Emitter zu einem späteren Zeitpunkt $t = t_2$. Zu einem derartigen Zeitpunkt t_2 sendet der Emitter **42'/62'** rotes Licht **22'** aus, das auf eine Stelle in dem Anzeigefeld **14** gerichtet ist, die einem Pixel P_2 entspricht. Zum gleichen Zeitpunkt t_2 sendet der Emitter **42"/62"** grünes Licht aus, das auf eine Stelle in dem Anzeigefeld **14** gerichtet ist, die einem Pixel P_3 entspricht, und der Emitter **42'''/62'''** sendet blaues Licht aus, das auf eine Stelle in dem Anzeigefeld **14** gerichtet ist, die einem Pixel P_4 entspricht. [Fig. 13](#) zeigt die Emitter zu noch einem späteren Zeitpunkt $t = t_3$. Zu einem derartigen Zeitpunkt t_3 sendet der Emitter **42'/62'** rotes Licht **22'** aus, das auf eine Stelle in dem Anzeigefeld **14** gerichtet ist, die einem Pixel P_3 entspricht. Zum gleichen Zeitpunkt t_3 sendet der Emitter **42"/62"** grünes Licht aus, das auf eine Stelle in dem Anzeigefeld **14** gerichtet ist, die einem Pixel P_4 entspricht, und der Emitter **42'''/62'''** sendet blaues Licht aus, das auf eine Stelle in dem Anzeigefeld **14** gerichtet ist, die einem Pixel P_5 entspricht.

[0051] [Fig. 14](#) zeigt schematisch wie Wellenfronten von rotem, grünem und blauem Licht von den verschiedenen Emittoren aufeinanderfolgend an den Pixelstellen für die Pixel P_2 , P_3 , P_4 ankommen. Das Pixel P_2 ist durch Pixelkomponenten-Wellenfronten **90**, **92**, **94** von den blauen, grünen und roten Emittoren ausgebildet, die gegen die P_2 -Stelle zu unterschiedlichen Zeitpunkten t_0 , t_1 beziehungsweise t_2 stoßen. Das Zeitintervall zwischen den Wellenfronten ist sehr kurz – in der Größenordnung von 650 Mikrosekunden. Weil die Nutzer die drei Sätze von Lichtenergie wahr, als wenn sie im Wesentlichen gleichzeitig ankommen. Der Nutzer nimmt die Pixel als eine Kombination von der roten, grünen und blauen Lichtenergie wahr. Ähnlich scheint das Pixel P_3 durch Pixelkomponenten-Wellenfronten **96**, **98**, **100** von den blauen, grünen und roten Emittoren ausgebildet zu sein, die gegen die P_3 -Stelle zu unterschiedlichen Zeitpunkten t_1 , t_2 beziehungsweise t_3 stoßen. Das Pixel P_4 ist durch Pixelkomponenten-Wellenfronten **102**, **104**, **106** von

den blauen, grünen und roten Emittoren ausgebildet, die gegen die P_4 -Stelle zu unterschiedlichen Zeitpunkten t_2 , t_3 beziehungsweise t_4 stoßen.

[0052] Um unterschiedliche Linien des Bildes abzutasten, stößt in einem Beispiel das ausgesendete Licht **22** gegen einen Spiegel **29** von einem Scanner **26**. Der Scanner **26** empfängt ein Abtastsignal **20'**, das einem vertikalen Synchronisierungssignal entspricht. Der Scanner **26** schreitet den Spiegel **29** in Inkrementen ab, die der Zeitdauer entsprechen, um eine horizontale Linie abzutasten. Nachdem jede horizontale Linie abgetastet ist, bewegt sich der Spiegel **29** zu einem anderen Winkel, so dass die nächste horizontale Linie in einer unterschiedlichen vertikalen Position abgetastet wird. Die vertikale Synchronisierungsperiode ist periodisch mit einer Periode größer als die horizontale Abtastperiode. Bei einer Rasterabtastanzeige nach jeder Beendung von einer vertikalen Abtastperiode, wurde ein Rastermuster in dem Anzeigefeld **14** abgetastet. Das Rasterfeld wird wiederholt, um nachfolgende Rahmen eines Bildes für nachfolgende Perioden des vertikalen Synchronisierungssignals abzutasten. Ein Fachmann wird erkennen, dass obwohl die Emitter **42** so beschrieben sind, dass sie unterschiedliche Farben aufweisen, die Emitter die gleiche Farbe aufweisen können. Dieses Beispiel ist von besonderer Anwendbarkeit wo Emitter mit einer geringen Leistung verwendet werden. Bei derartigen Anwendungen wird die sichtbare Pixelintensität durch die integrierte Summe der Lichtintensitäten der Emitter **42** bestimmt.

Alternative Antriebsschaltung – Piezoelektrischer Aktuator

[0053] [Fig. 15](#) zeigt eine andere Ausführungsform **80** von einer Abtastlichtquelle **12**, **12'**, bei der die Antriebsschaltung einen oder mehrere piezoelektrische Aktuatoren **82** umfasst. Die Abtastlichtquelle **80** von [Fig. 15](#) kann so angepasst werden, dass sie eine Vielzahl von Lichtemittoren **84**, auf eine ähnliche Art wie für die Quellen **40'** und **70'** beschrieben, trägt. Die Lichtemitter der Quelle **80** können Leuchtdioden (siehe [Fig. 3](#) bis [Fig. 5](#)), Faseroptiken (siehe [Fig. 6](#) bis [Fig. 9](#)), Leuchtplasmas, oder andere Punktlichtquellen sein. Jede Punktquelle sendet einen Strahl von kohärentem Licht aus, oder ist mit Optiken angepasst, um den Strahl auszusenden.

[0054] Die Abtastlichtquelle **80** umfasst eine Halterung **44**, eine Basis **86**, einen oder mehrere piezoelektrische Aktuatoren **82** und einen oder mehrere Lichtemitter **84**. Die Lichtemitter **84** sind mit der Halterung **44** gekoppelt, und werden durch die Halterung **44** während einer Bewegung um eine Rotationsachse **88** getragen. Die Rotationsachse **88** definiert die Abtastachse **56**, entlang derer das ausgesendete Licht abtastet. Die Basis umfasst elektrische Verbindungen **120**, **122**, **124**. Jeder Verbinder ist mit einem Ent-

sprechenden der jeweiligen Lichtemitter **84** elektrisch gekoppelt. Bei einigen Ausführungsformen wird das Bildsignal, oder eine geeignete Komponente des Bildsignals, an jeweiligen Verbindern **120, 122, 124** empfangen, zum Modulieren der Lichtemitter **84**.

[0055] Bei einer Ausführungsform ist die Halterung **44** aus Federstahl ausgebildet und ist ein freitragender Typ von Feder. Die freitragende Feder weist eine Federkonstante auf, die durch ihre Länge, Breite und Dicke bestimmt wird. Vorzugsweise weist die Halterung **44** einen hohen Q-Faktor auf, so dass sobald sich die Halterung zu bewegen beginnt sehr wenig Energie verloren geht. Als eine Folge davon wird sehr wenig Energie während jeder Bewegungsperiode zugeführt, um eine konstante Bewegungsamplitude der Halterung **44** beizubehalten.

[0056] Unter Bezugnahme auf [Fig. 16](#), umfasst der piezoelektrische Aktuator **82** einen Rahmen **110**, der eine Vielzahl von piezoelektrischen Volumen **112, 114** trägt. Die Volumen **112, 114** sind symmetrisch relativ zu der Halterung **44** positioniert. Das Volumen **112** empfängt das Abtastsignal **20** von der Bilddatenschnittstelle **18**. Das Volumen **114** empfängt eine Umkehrung des Abtastsignals **20**. Die Abtastsignale sind periodisch mit einer Wechselamplitude. Als eine Folge davon weisen die Volumen **112, 114** eine sich ändernde Verformung auf. Während eines Abschnitts der Abtastsignalperiode wird das Volumen **112** länger und dünner, während das andere Volumen **114** kürzer und dicker wird. Als eine Folge davon wird die Halterung **44** um die Achse **88** in eine erste Richtung, zu einer ersten äußersten Ablenkung, angetrieben. Während eines anderen Abschnitts der Abtastsignalperiode wird das Volumen **112** kürzer und dicker, während das andere Volumen **114** länger und dünner wird. Als eine Folge davon wird die Halterung **44** um die Achse **88** in die entgegengesetzte Richtung, zu einer zweiten äußersten Ablenkung, angetrieben. Die Lichtquellen **84** werden getragen, wobei sich die Halterung **44** entlang der Abtastachse **56** bewegt. Bei einer bevorzugten Ausführungsform entspricht die Periode des Abtastsignals **20** der natürlichen Resonanzfrequenz der sich bewegenden Teile (z.B. der Rahmen **110**, die Volumen **112, 114**, die Halterung **44** und der/die Lichtemitter **84**).

[0057] Vorzugsweise umfasst die Abtastquelle **80** einen Positionssensor zur Überwachung der Position der Halterung **44** und des Lichtemitters **84**. Bei einigen Ausführungsformen wird ein Gleichtakt-Unterdrückung piezoelektrischer Sensor **58** verwendet. Ein beispielhafter Sensor **58** wird in dem U.S. Patent Nr. 5,694,237, erteilt am 2. Dezember 1997, mit dem Titel „Position Detection of Mechanical Resonant Scanner Mirror“, den Erfinder Charles D. Melville benennend, beschrieben.

Patentansprüche

1. Strahlabtastvorrichtung, mit:
 - einer Abtast-Signalquelle (**18**) zum Erzeugen eines Abtastsignals (**20**);
 - einem Lichtemitter (**12/42/62/84**) zum Aussenden von Licht (**22**);
 - einer Halterung (**44**) zum Tragen des Lichtemitters an einem ersten Abschnitt (**49**) der Halterung und, in Reaktion auf das Abtastsignal, zum Bewegen mindestens des ersten Abschnitts entlang einer Horizontalachse (**56**) und einer Vertikalachse zum Abtasten des ausgesendeten Lichts entlang der Horizontalachse (**56**) und der Vertikalachse.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, zum Bereitstellen einer Abtast-Anzeige (**10/40/70/80**), mit: einer Bildsignalquelle (**16**) zum Erzeugen eines Bildsignals (**17**), wobei der Lichtemitter (**12/42/62/84**) zum Aussenden von Licht (**22**) mit der Bildsignalquelle gekoppelt ist und auf das Bildsignal anspricht.
3. Anzeigevorrichtung nach Anspruch 2, ferner mit: einem Okular (**28**) zum Empfangen des abzutastenden ausgesendeten Lichts, wobei das ausgesendete Licht fokussiert ist, um eine Austrittspupille an einer dem Okular benachbarten Stelle zu definieren, an der das Auge eines Betrachters zum Wahrnehmen eines Bildes positioniert werden kann.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, bei der der Lichtemitter eine Vielzahl von Leuchteinrichtungen jeweils zum Aussenden von Lichtstrahlen aufweist, wobei die jeweiligen Lichtstrahlen ein Bild abtasten.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, bei der der Lichtemitter eine Punktlichtquelle und einen Modulator aufweist, die zum Empfangen des ausgesendeten Lichts positioniert sind und auf das Bildsignal ansprechen.
6. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, bei der der Lichtemitter direkt in Reaktion auf das Bildsignal moduliert wird.
7. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, bei der der Lichtemitter eine Leuchtdiode (**42**) aufweist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, bei der der Lichtemitter eine Vielzahl von Leuchtdioden (**42**) mit unterschiedlicher Wellenlänge aufweist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, bei der der Lichtemitter eine Vielzahl von Leuchtdioden (**42**) derselben Wellenlänge aufweist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, bei der der Lichtemitter eine Faseroptik (**62**) aufweist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, bei der der Lichtemitter ein Leuchtplasma aufweist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, bei der das Abtastsignal ein periodisches Anzeigesynchronisiersignal ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, bei der die Halterung eine freitragende Feder ist und die Bewegung der freitragenden Feder eine Verdrehbewegung ist, die bewirkt, dass sich der Lichtemitter um eine Drehachse (88) dreht.

14. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, bei der der Lichtemitter eine Vielzahl von Leuchteinrichtungen (42) aufweist, die jeweils Farblichtstrahlen aussenden, wobei die Vielzahl von Leuchteinrichtungen in einer gemeinsamen Ebene ausgerichtet sind, wobei die von der Antriebsschaltung bewirkte Bewegung der Vielzahl von Lichtemittern in der gemeinsamen Ebene auftritt, und wobei das Bildsignal mit einer Zeitvorgabe arbeitet, um jeden der Lichtemitter zum Definieren eines Bildpixels mit einer gewünschten Farbe an einer spezifischen Pixelstelle zu modulieren, wenn jeder Lichtemitter in der Lage ist, das Bildpixel zu adressieren.

15. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, bei der die Antriebsschaltung einen piezoelektrischen Aktuator (82) aufweist.

16. Verfahren zum Abtasten eines optischen Strahls (22) in Reaktion auf ein Abtastsignal (20), mit folgenden Schritten:

Modulieren eines Lichtemitters (42/62/84) mit einem Bildsignal (19), um einen modulierten Lichtstrahl von Bildpixelkomponenten zu erzeugen;

Empfangen des Abtastsignals an einer Antriebsschaltung (50/82) zum Antreiben einer Bewegung einer Halterung (44), wobei die Halterung den Lichtemitter trägt;

Bewegen der Halterung entlang einer horizontalen Abtastachse und einer vertikalen Abtastachse, um ausgesendetes Licht entlang der horizontalen Abtastachse (56) und der vertikalen Abtastachse abzutasten.

17. Verfahren nach Anspruch 16, bei dem die Halterung eine Vielzahl von Lichtemittern trägt, und wobei der Schritt des Modulierens das Modulieren der Vielzahl von Lichtemittern mit dem Bildsignal jeweils zum Erzeugen von modulierten Lichtstrahlen mit einer Zeitvorgabe umfasst, bei dem Bild-Farbpixel erzeugt werden.

18. Verfahren nach Anspruch 16, ferner mit dem Schritt des Empfangens des ausgesendeten Lichts an einem Okular (28), das das ausgesendete Licht fokussiert, um eine Austrittspupille an einer dem Okular benachbarten Stelle zu definieren, an der das

Auge eines Betrachters positioniert werden kann, um ein Bild wahrzunehmen.

19. Verfahren nach Anspruch 16, bei dem die Halterung mit einem piezoelektrischen Aktuator (82) gekoppelt ist, und das ferner den Schritt des Verformens des piezoelektrischen Aktuators in Reaktion auf das Abtastsignal zum Antreiben der Bewegung der Halterung umfasst.

20. Verfahren nach Anspruch 16, bei dem der Lichtemitter eine Punktlichtquelle ist, und bei dem der Schritt des Modulierens ferner das Modulieren der Punktquelle mit dem Bildsignal zum Erzeugen von moduliertem Licht umfasst, das über die Zeit mehrere Bildpixelkomponenten definiert.

21. Verfahren nach Anspruch 16, bei dem die Halterung mehrere Lichtemitter (42/62/84) trägt, die jeweils Lichtstrahlen ausgeben, wobei der Schritt des Modulierens das Modulieren der jeweiligen Lichtstrahlen mit dem Bildsignal jeweils zum Erzeugen von modulierten Lichtstrahlen mit einer Zeitvorgabe umfasst, bei der Bild-Farbpixel erzeugt werden.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

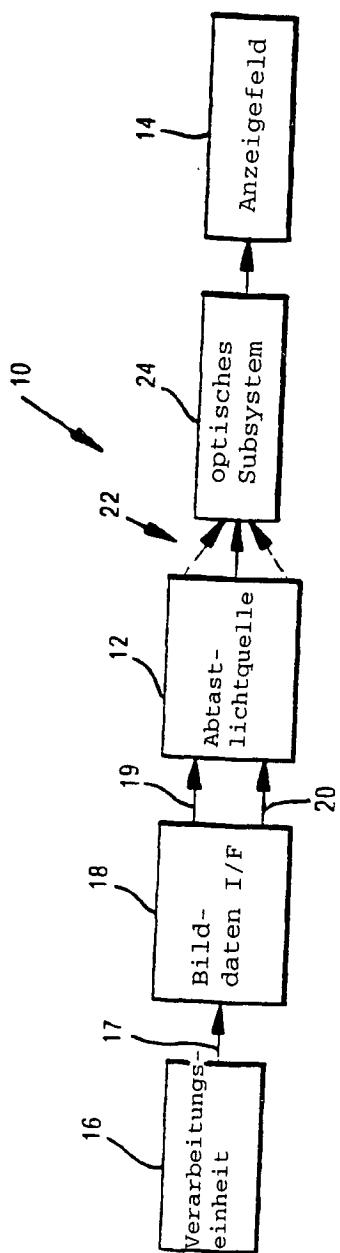


FIG. 1

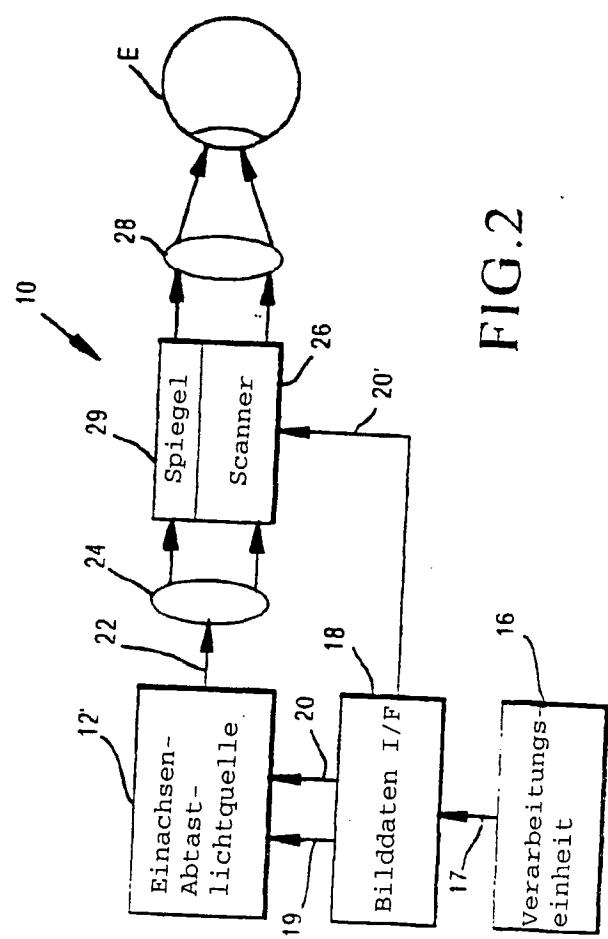


FIG. 2

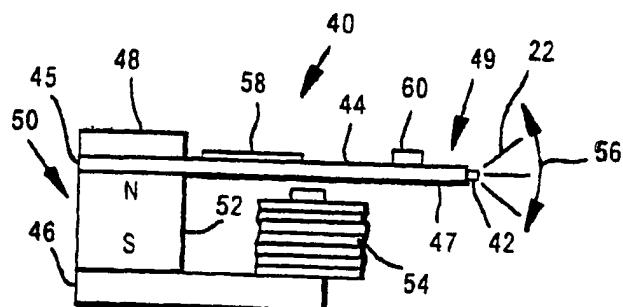


FIG.3

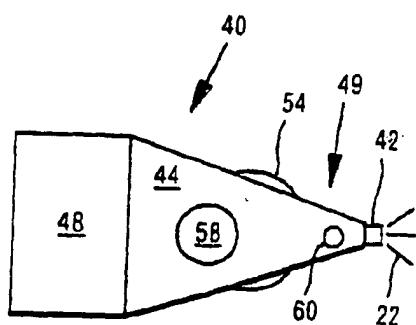


FIG.4

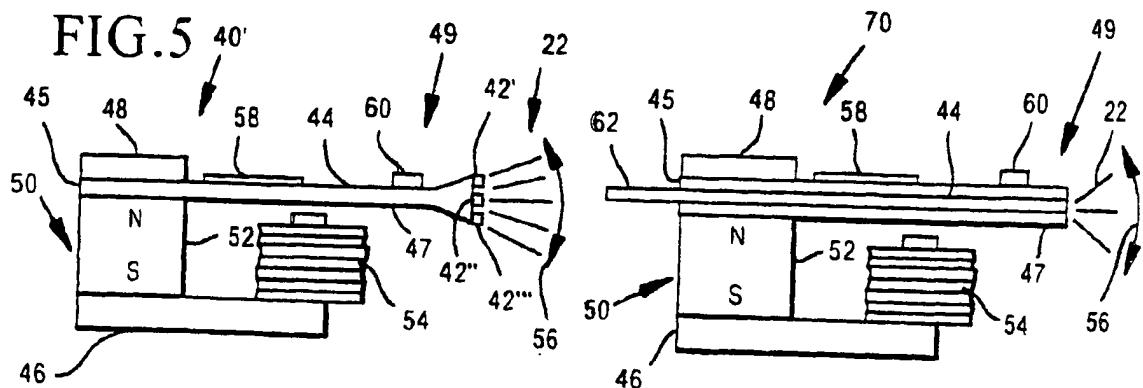


FIG.5

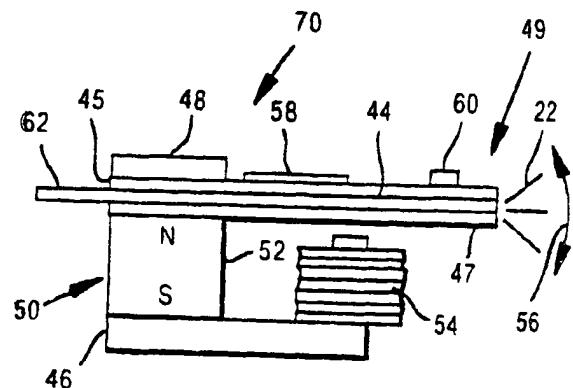


FIG.6

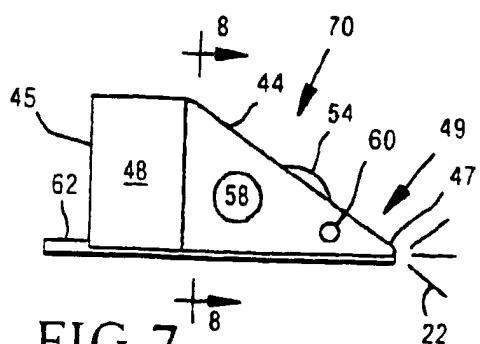


FIG.7

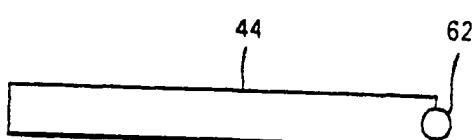


FIG.8

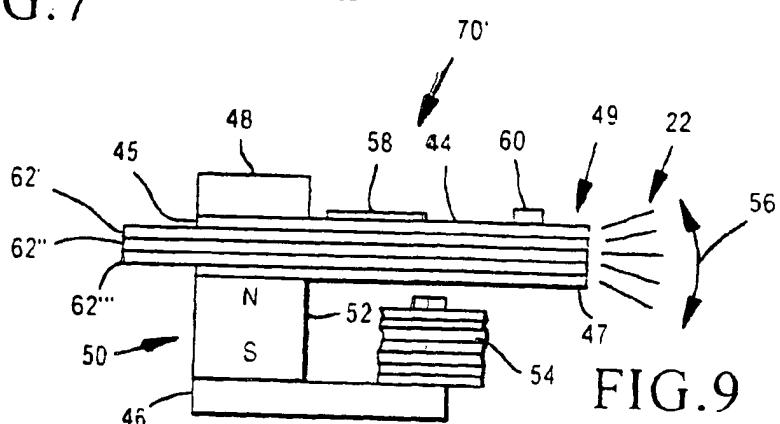


FIG.9

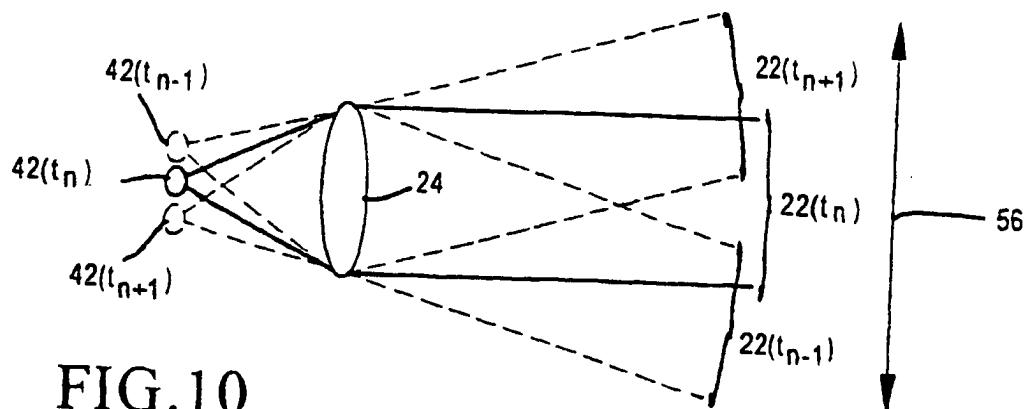


FIG.10

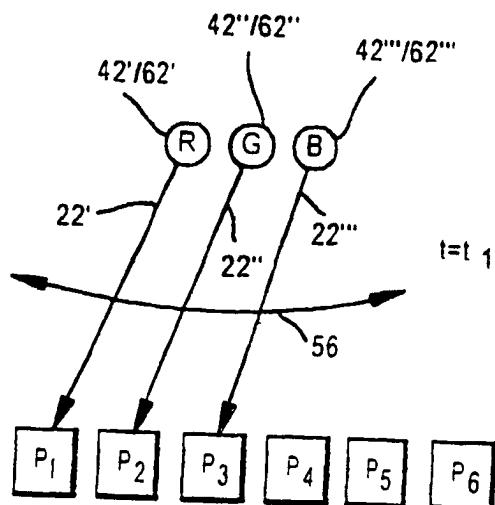


FIG.11

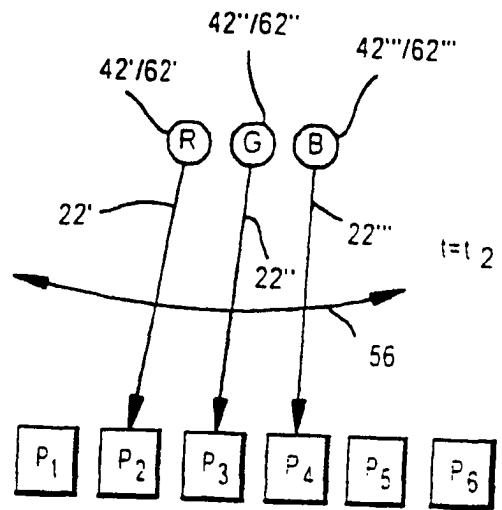


FIG.12

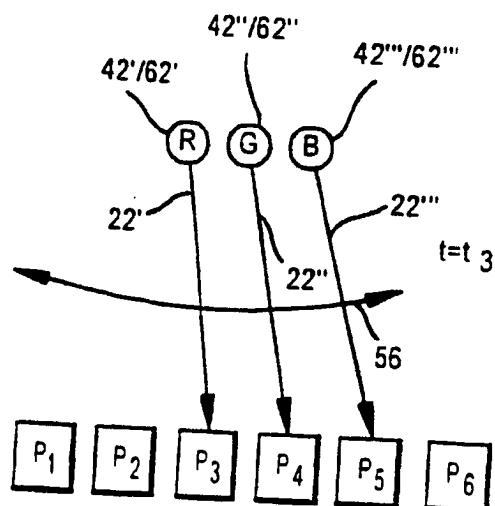


FIG.13

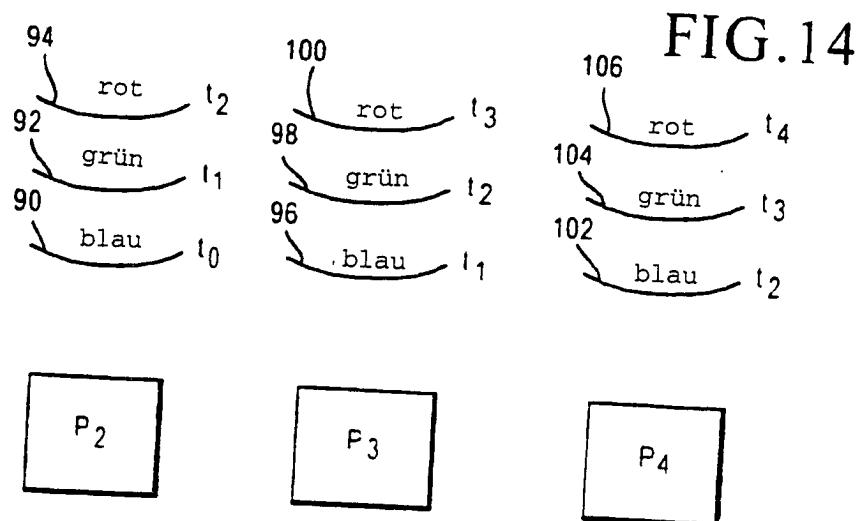


FIG.14

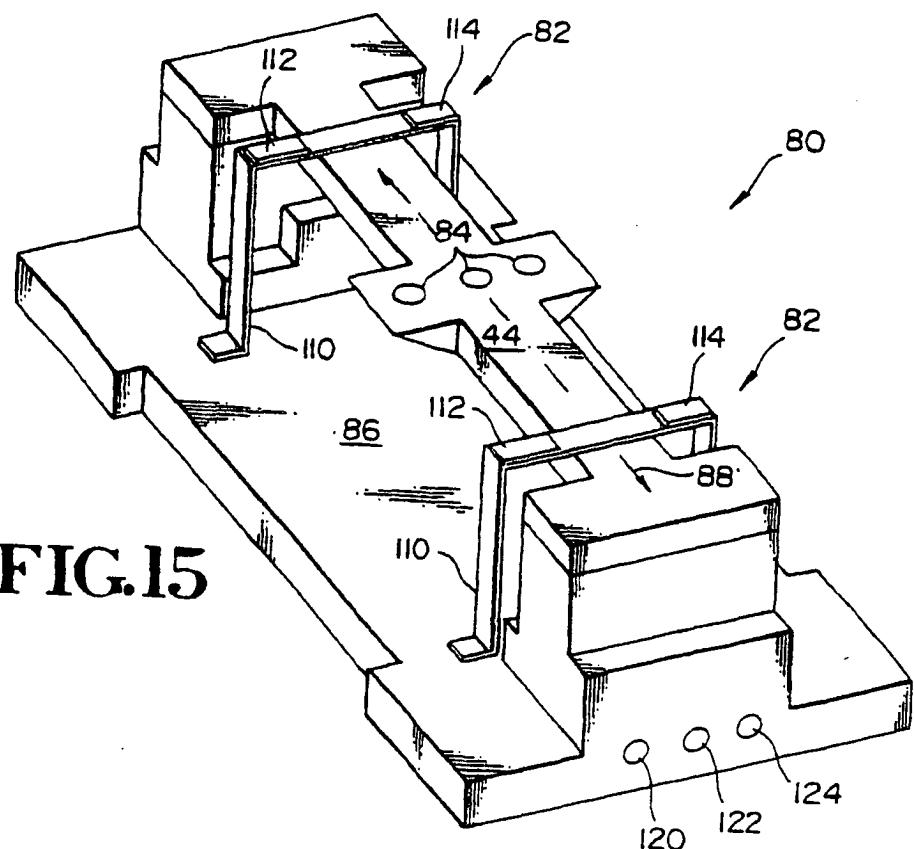


FIG.15

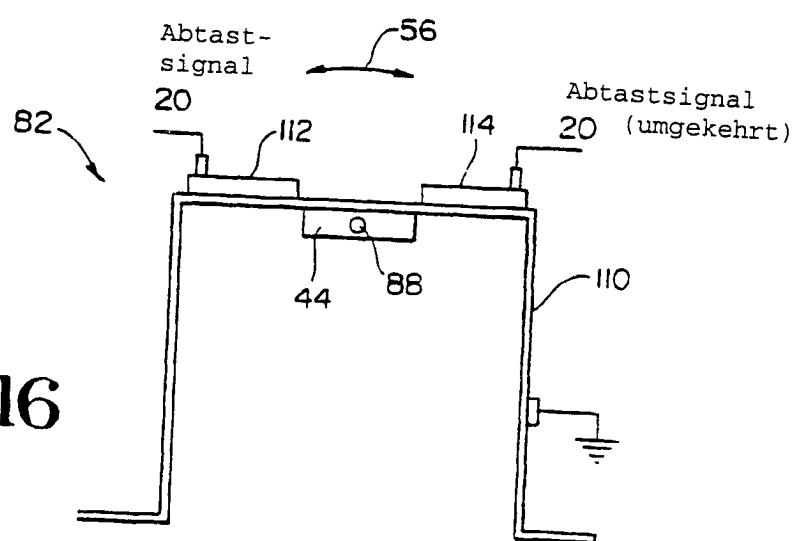


FIG.16