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

(10) **DE 696 36 515 T2** 2007.09.20

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 826 207 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **696 36 515.4**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US96/05431**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **96 912 908.9**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 1996/036036**
(86) PCT-Anmeldetag: **19.04.1996**
(87) Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung: **14.11.1996**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **04.03.1998**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **06.09.2006**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **20.09.2007**

(51) Int Cl.[8]: ***G09G 3/02*** (2006.01)
G02B 27/01 (2006.01)
H04N 3/08 (2006.01)
H04N 9/31 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
437818 **09.05.1995** **US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE

(73) Patentinhaber:
University of Washington, Seattle, Wash., US

(74) Vertreter:
Dr. Hoffmeister & Tarvenkorn, 48147 Münster

(72) Erfinder:
FURNESS, A., Thomas, Seattle, WA 98115, US;
MELVILLE, D., Charles, Issaquah, WA 98027, US;
TIDWELL, R., Michael, Seattle, WA 98119, US

(54) Bezeichnung: **VIRTUELLE NETZHAUTBILDANZEIGE MIT FASEROPTISCHER PUNKTFÖRMIGER QUELLE**

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 vorliegende Erfindung betrifft ein virtuelles Bildanzeigesystem, insbesondere eine virtuelle Retina-Anzeige, die eine Glasfaser verwendet, um Licht von einer Lichtquelle auf ein Auftastsystem oder Abgabesystem zu koppeln, um eine punktförmige Lichtquelle am Input des Auftastsystems zu erzeugen.

[0002] Systeme dieser Art sind in WO94/09472 und in EP-A-0 562 742 offenbart Bei bekannten virtuellen Bildanzeigen betrachtet ein Benutzer nicht direkt einen physischen Bildschirm wie bei reellen Bildanzeigen. Üblicherweise erzeugt die virtuelle Anzeige nur ein kleines physisches Bild mittels einer Flüssigkristallanordnung, Leuchtdioden oder einer Miniatur-Kathodenstrahlröhre (KSR), wobei das Bild durch optische Linsen und Spiegel projiziert wird, so dass das Bild ein großes, in der Umgebung oder Welt hängendes Bild zu sein scheint.

[0003] Eine Miniatur-Kathodenstrahlröhre kann ein einfarbiges Bild mittlerer Auflösung erzeugen. Diese Vorrichtungen sind jedoch schwer und unhandlich. Beispielsweise beträgt ein typisches Gewicht einer Miniatur-KSR mit Kabeln mehr als vier Unzen (mehr als 113 g), wobei die KSR einen Durchmesser von einem Zoll (2,54 cm) und eine Länge von vier Zoll (ca. 10 cm) aufweist. Ferner haben diese Vorrichtungen ein Beschleunigungsspannungspotential, typischerweise 7 bis 13 kV, was für eine Anzeige, die auf dem Kopf eines Benutzers befestigt ist, unerwünscht hoch ist. Das Erzeugen von Farbe mittels einer einzelnen Miniatur-KSR ist schwierig und verursacht üblicherweise erhebliche Kompromisse bei Bildauflösung und Leuchtdichte. Obwohl das KSR-Bild über ein kohärentes Lichtwellenleiter-Bündel übertragen werden kann, damit die KSR entfernt von der am Kopf befestigten Optik angeordnet werden kann, sind die hierfür nötigen Geräte ebenfalls schwer und verursachen bedeutsame Lichtverluste. Zeitfolge/Rasterwechselverfahren [Field Sequential Color], die ein Multiplex-Farbfilter und eine KSR mit weißem Phosphoreszenz-Leuchtstoff verwenden, können eine gute Farbtonsättigung erzeugen, allerdings ebenfalls bei einer signifikant verringerten Auflösung. Beispielsweise müssen drei Farbhalbbilder in derselben Zeitspanne wie ein normales 60 Hz-Halbbild erzeugt werden, wodurch die Videobandbreite für jede Farbe durch drei geteilt wird.

[0004] Eine Flüssigkristallanordnung kann ein Farbbild unter einer niedrigen Betriebsspannung erzeugen, kann jedoch nur eine geringfügige Bildelement- bzw. Pixeldichte erzeugen, d. h. weniger als 800 mal 800 Elemente. Ein handelsübliches Gerät ist bekannt, das eine lineare Anordnung von Leuchtdioden verwendet, die über einen Schwingspiegel und ein einfaches Vergrößerungsglas betrachtet werden. Wenn auch dies eine preiswerte und leistungsarme Alternative ist, ist die Anzeige einfarbig und in der Linienauflösung auf die Anzahl an Elementen begrenzt, die in die lineare Anordnung integriert werden können.

[0005] Sowohl die KSR als auch die Flüssigkristallanzeige erzeugen reelle Bilder, die durch ein unbegrenztes optisches System zu den Augen übertragen werden. Das einfachste optische System ermöglicht einem Benutzer, die Bildquelle durch eine einfache Linse eines Vergrößerungsglases zu betrachten. Für Blickfelder größer als 30° führt diese Methode zu einer Anzahl von Problemen, einschließlich Lichtverlusten und chromatischen Abweichungen. Ferner sind diese optischen Geräte unhandlich und schwer.

[0006] Optische Konstruktionen mit virtueller Projektion erzeugen ein virtuelles Bild irgendwo auf dem Lichtweg in einer Bildebene, die dann als ein aufrechtes virtuelles Bild über ein Okular oder eine Objektivlinse betrachtet wird. Diese Methode erhöht die Flexibilität, mit der das Bild von der Bildquelle bei einem am Kopf befestigten Anzeigesystem um den Kopf des Benutzers gelegt werden kann, aber große Blickfelder erfordern große und unhandliche reflektierende und lichtbrechende optische Elemente.

[0007] Neben Auflösungsbegrenzungen haben derzeitige Systeme außerdem Unzulänglichkeiten bei der Bandbreite. Die Bandbreite ist ein Maß dafür, wie schnell das Anzeigesystem die Lichtemissionen der Anzeigeelemente der Lichtquelle ansteuern, modulieren oder ändern kann. Die Bandbreite der Bildquelle wird auf der Grundlage der Anzahl an Elementen berechnet, die über eine festgelegte Zeitspanne angesteuert werden müssen. Das zeitliche Ansprechen von Elementen ist erforderlich, um eine wahrgenommene Leuchtdichte jedes Elementes aufzufrischen oder aufrechtzuerhalten, wobei die Dynamik der Lichtintegration der Retina-Rezeptoren und die Frequenz, mit der sich Informationen wahrscheinlich ändern werden, berücksichtigt werden. Die Mindest-Auffrischrate ist eine Funktion des lichtadaptiven Zustandes des Auges, der Anzeigenleuchtdichte und der Pixelnachleuchtdauer, d. h. der Zeitdauer, in der das Bildelement Licht erzeugt, nachdem es angesteuert wurde. Mindest-Auffrischraten von 50 bis 60 Mal pro Sekunde sind typischerweise für TV-artige Anzeigen erforderlich. Ferner ist eine Aktualisierungsrate von mindestens 30 Hz erforderlich, um eine kontinuierliche Bewegung auf einer dynamischen Anzeige oder bei einer Darstellung wahrzunehmen, bei der das Anzeigebild infolge einer Kopfbewegung stabilisiert wird. Ein sequentielles Auffrischen, d. h. jeweils ein Element, von 40 Millionen Bildelementen bei einer Frequenz von 60 Hz würde eine Videobandbreite von 2,4 GHz erfordern. Die Bandbreitenanforderungen können durch das Zeilensprungverfahren verringert werden, welches das

Auge in seiner Wahrnehmung von Flimmern täuscht, aber immer noch erfordert, dass alle Elemente der Bildquelle angesteuert werden, um eine Mindest-Auffrischrate von 30 Hz bzw. 1,2 GHz Bandbreite zu erreichen. Typische Bandbreiten mit Fernsehübertragungsqualität betragen etwa 8 MHz bzw. zwei Größenordnungen weniger als die 1,2 GHz. Hochauflösende Computerbildschirme haben 1400 mal 1100 Bildelemente, die bei einer nicht im Zeilensprungverfahren arbeitenden Rate von 70 Hz angesteuert werden, was einer Bandbreite von etwa 100 MHz entspricht.

[0008] Die vorliegende Erfindung befasst sich mit den Nachteilen von früheren virtuellen Bildanzeigesystemen. Das virtuelle Bildanzeigesystem der vorliegenden Erfindung umfasst eine Lichtquelle, wobei das Licht mit Videoinformationen moduliert wird, ein Auftastsystem mit einem Ausgang zum Auftasten [Ablenken] dieses modulierten Lichts auf die Retina des Auges eines Benutzers, und eine einzelne Monofilament-Glasfaser mit einer Eintrittsapertur und einer Austrittsapertur zum Koppeln von Licht von der Quelle auf das Auftastsystem zum Erzeugen einer punktförmigen Lichtquelle an der Austrittsapertur der Glasfaser. Ein derartiges System ist in der internationalen Patentanmeldung Nr. WO94/09472 offenbart.

[0009] Gemäß Erfindung ist eine erste Linse zwischen der Austrittsapertur der Glasfaser und dem Auftastsystem angeordnet, und eine zweite Linse ist neben dem Ausgang von dem Auftastsystem angeordnet, wobei der Abstand zwischen der ersten und der zweiten Linse zum Justieren des Blickfelds des Anzeigesystems variabel ist. Die Verwendung einer Glasfaser ermöglicht das Erzeugen einer punktförmigen Lichtquelle, die auf die Retina des Auges eines Benutzers aufgetastet [abgelenkt] wird, um darauf ein hochauflösendes, virtuelles Panorama-Farbbild zu erzeugen.

[0010] Die Erfindung erstreckt sich auf ein Verfahren zum Erzeugen eines virtuellen Bildes mittels des oben beschriebenen Gerätes.

[0011] Das bevorzugte Auftastsystem bei Systemen der vorliegenden Erfindung beinhaltet einen Horizontal-Mikroscanner und einen Vertikal-Mikroscanner, die das videomodulierte Licht auf die Retina des Auges eines Benutzers auftasten [ablenken]. Eine einzelne Monofilament-Glasfaser besitzt eine Eintrittsapertur, in die Licht von der Quelle geleitet wird, wobei die Glasfaser das Licht auf das Auftastsystem koppelt, um eine punktförmige Lichtquelle an der Austrittsapertur der Glasfaser zu erzeugen.

[0012] Die in der vorliegenden Erfindung verwendete Lichtquelle kann ein Laser sein, welcher es ermöglicht, dass die Glasfaser eine punktförmige Lichtquelle an ihrer Austrittsapertur ohne jeden Astigmatismus erzeugt, der in dem vom Laser ausstrahlenden Licht vorhanden sein kann. Außerdem ermöglicht die Glasfaser, die Modulationsschaltung für Laser und Video entfernt vom Auftastsystem zu positionieren, um das Gewicht des auf dem Kopf eines Benutzers befestigten Auftastsystems zu minimieren.

[0013] Alternativ kann die in dem System der vorliegenden Erfindung verwendete Lichtquelle eine Leuchtdiode beinhalten. Bekannte Leuchtdioden haben einen Lichtemissionsbereich, der üblicherweise zu groß ist, um eine punktförmige Lichtquelle zum Erzeugen von sehr hochauflösenden Bildern zu erzeugen. Gemäß vorliegenden Erfindung empfängt die Glasfaser an ihrer Eintrittsapertur Licht von der Leuchtdiode und erzeugt eine punktförmige Lichtquelle an ihrer Austrittsapertur.

[0014] Außerdem ist zu bemerken, dass die im System der vorliegenden Erfindung verwendete Lichtquelle mehrere Lichtemitter beinhalten kann, die farbig sind, z. B. einen Rotlichtemitter, einen Blaulichtemitter und einen Grünlichtemitter, wobei jeder Lichtemitter direkt mit entsprechenden roten, blauen und grünen Videoinformationen moduliert werden kann. Das Farblicht von jeder Quelle kann in eine individuelle Glasfaser geleitet werden, die mit dem Emitter assoziiert ist. Alternativ kann das von jedem Emitter kommende Farblicht kombiniert und danach mit der Eintrittsapertur der Glasfaser gekoppelt werden, um eine punktförmige farbige, videomodulierte Lichtquelle an der Austrittsapertur der Faser zu erzeugen.

[0015] Die oben genannten und weitere Gegenstände, Vorteile und neuartige Merkmale der vorliegenden Erfindung sowie Einzelheiten einer veranschaulichten Ausführungsform davon werden besser aus ihrer folgenden beispielhaften Beschreibung verstanden werden. Dabei wird auf die beigefügten Zeichnungen Bezug genommen:

[0016] Fig. 1 ist ein Blockdiagramm einer virtuellen Retina-Anzeige;

[0017] Fig. 2 ist ein Blockdiagramm, das eine Ausführungsform der in Fig. 1 dargestellten virtuellen Retina-Anzeige veranschaulicht;

[0018] Fig. 3 ist eine zweite Ausführungsform der virtuellen Retina-Anzeige von Fig. 1, die Farbe verwendet;

[0019] Fig. 4 ist ein Blockdiagramm, das eine weitere Ausführungsform einer farbigen virtuellen Retina-Anzeige veranschaulicht;

[0020] Fig. 5 ist ein Diagramm einer LED-Anordnung, die in einer weiteren Ausführungsform der virtuellen Retina-Anzeige verwendet wird, bei der parallele Photonenerzeugung und -modulation verwendet

wird;

[0021] Fig. 6 ist eine Darstellung einer phasengesteuerten Laser-Anordnung;

[0022] Fig. 7 ist eine Darstellung eines Mikroscanners;

[0023] Fig. 8 ist eine Darstellung eines weiteren Mikroscanners; und

[0024] Fig. 9 ist ein Diagramm gemäß der vorliegenden Erfindung, welches das optische System einer Ausführungsform der virtuellen Retina-Anzeige von Fig. 1 veranschaulicht, bei der eine Glasfaser verwendet wird;

[0025] Fig. 10 ist eine Seitenansicht eines Teils der in Fig. 9 dargestellten Glasfaser, von der ein Ende direkt an einer LED anstößt; und

[0026] Fig. 11 ist eine Seitenansicht, die eine Glasfaser mit einem trichterförmigen Ende neben einem Photonengenerator veranschaulicht.

[0027] Die in Fig. 1 dargestellte virtuelle Retina-Anzeige **10** verwendet Photonenerzeugung und -manipulation, womit ein hochauflösendes Panorama-Farbbild erzeugt werden kann, das direkt auf das Auge eines Benutzers projiziert wird. Die virtuelle Retina-Anzeige verwendet keine Anzeige, die ein reelles Bild erzeugt, wie z. B. eine KSR, Flüssigkristallanzeige oder LED-Anordnung bei früheren virtuellen Bildanzeigen. Stattdessen werden mit Videoinformationen modulierte Photonen direkt auf die Retina **22** eines Auges eines Benutzers **20** aufgetastet [aufgerastert/abgelenkt], um die Wahrnehmung eines aufrechten virtuellen Bildes zu erzeugen. Da die virtuelle Retina-Anzeige **10** keine reelle Bildanzeige verwendet, ist die virtuelle Retina-Anzeige **10** klein und leicht und deshalb dafür geeignet, leicht als Datenhelm am Kopf des Benutzers befestigt zu werden.

[0028] Genauer werden, wie in Fig. 1 gezeigt, Photonen von einem Photonengenerator **12** mittels eines Modulators **14** mit Videoinformationen moduliert. Die modulierten Photonen werden in einer ersten Richtung und in einer zweiten Richtung, die im Allgemeinen senkrecht zu der ersten Richtung verläuft, mit einer Auftasteinheit **16** abgetastet [aufgerastert/abgelenkt], um ein Photonenraster zu erzeugen, das mittels der Projektoroptik **18** direkt auf die Retina **22** des Auges **20** des Benutzers projiziert wird, um die Wahrnehmung eines aufrechten virtuellen Bildes zu erzeugen. Obwohl es nicht notwendig ist, ist es wünschenswert, ein Nachführsystem für das Auge **24** zu verwenden, um das aufgetastete [aufgerasterte/abgelenkte] Lichtraster neu zu positionieren, wenn sich die Pupille **26** des Auges **20** bewegt, so dass die Lichtstrahlenbündel genau mit der Eintrittspupille des Auges übereinstimmen. Das Nachführsystem für das Auge **24** kann außerdem als Rückkopplung verwendet werden, um das Bild bzw. den Brennpunkt des auf die Retina abgelenkten Bildes zu ändern, wenn sich das Auge bewegt, so dass der Benutzer den Eindruck hat, dass er den Blick auf einen anderen Teil einer Panoramaszene konzentriert, wenn er sein Auge bewegt. Es ist zu bemerken, dass die in Fig. 1 sowie in nachfolgenden Figuren gezeigten, in das Auge **20** eintretenden gestrichelten Linien den Ablenkbereich darstellen und nicht das momentane Strahlenbündel.

[0029] Der Photonengenerator **12** kann kohärentes Licht wie z. B. einen Laser oder nichtkohärentes Licht wie z. B. durch Verwendung einer oder mehrerer Leuchtdiode(n) erzeugen. Ferner können Strahlen roten, grünen und gelben oder blauen Lichts mittels RGG- bzw. RGB-Videosignalen moduliert werden, um farbige Photonen direkt auf das Auge des Benutzers abzulenken/zu rastern. Um die Bandbreite der virtuellen Retina-Anzeige zu verringern, können mehrere monochromatische Strahlen bzw. mehrere Gruppen farbiger Strahlen moduliert und parallel auf die Retina gerastert werden, wo die zum Modulieren der Photonen verwendeten Videoinformationen in verschiedene Abschnitte bzw. Bereiche aufgeteilt werden, und jeder Strahl bzw. jede Gruppe farbiger Strahlen ist wie nachstehend beschrieben mit einem anderen Abschnitt der Videoinformationen verknüpft. Ferner ist zu bemerken, dass die von einem Photonengenerator **12**, Modulator **14**, einer Auftasteinheit **16** und einer Projektoroptik **18** bzw. mehreren davon ausgeführten Funktionen kombiniert werden können, so dass sie je nach den faktisch in dem System verwendeten Bauelementen mit weniger Elementen ausgeführt werden können. Eine akusto-optische Ablenkeinheit kann beispielsweise sowohl zum Modulieren des Lichtes vom Photonengenerator **12** als auch zum Auftasten [Aufrastern/Ablenken] des modulierten Lichtes in mindestens einer Richtung verwendet werden. Ferner kann eine phasengesteuerte Laser-Anordnung verwendet werden, um die Funktionen des Photonengenerators, des Modulators und einer bzw. möglicherweise zweier Auftasteinheit(en) gemäß nachstehender Erörterung auszuführen.

[0030] Die Bauelemente der virtuellen Retina-Anzeige **10** können klein, raumsparend und leicht sein, so dass die virtuelle Retina-Anzeige **10** leicht auf dem Kopf eines Benutzers befestigt werden kann, ohne dass ein Helm oder eine besonders ausgearbeitete Kopfbefestigung als Tragkonstruktion benötigt wird. Ferner können der Photonengenerator **12** und der Modulator **14** von der Auftasteinheit **16** und der Projektoroptik **18** getrennt werden, sodass nur die Auftasteinheit **16** und die Optik **18** auf dem Kopf eines Benutzers befestigt werden müssen, wobei die modulierten Photonen über ein Bündel Monofilament-Glasfasern oder eine einzelne Monofilament-Glasfaser wie nachstehend ausführlich be-

schrieben mit der Auftasteinheit gekoppelt werden. In einer bevorzugten Ausführungsform werden Mikroscanner zum Auftasten [Aufrastern/Ablenken] der Photonen verwendet, da solche Mikroscanner klein, schmal und gewölbt sind, um die Photonen als Antwort auf einen elektrischen Antrieb oder ein Ablenksignal zu rastern. Geeignete Mikroscanner-Typen werden nachstehend und in der US-Patentanmeldung Seriennr. 08/329.508 beschrieben, welche am 26. Oktober 1994 eingereicht, auf den Zessionar der vorliegenden Erfindung übertragen wurde und durch Bezugnahme Bestandteil der vorliegenden Erfindung wird. Der Photonengenerator, der Modulator und die Auftasteinheit können deshalb sehr klein gefertigt werden, z. B. 1½ Zoll hoch mal 1½ Zoll breit mal ¼ Zoll dick oder weniger, mit einem Gewicht von weniger als einer Unze (28,35 g), um eine Kopfbefestigung für die virtuelle Retina-Anzeige **10** zu erleichtern.

[0031] Wie in Fig. 2 gezeigt, werden hochauflösende Auftasteinheiten verwendet, um einen Lichtstrahl sowohl horizontal als auch vertikal in einem zweidimensionalen Rastermuster abzulenken. Zum Bündeln des Strahls wird keine Linse verwendet, um vor dem Auge ein reelles Bild darzustellen. Stattdessen bündelt die Linse **29** des Auges den Strahl auf einen Punkt auf der Rückseite der Retina, wobei die Position des Strahlpunktes die Retina bestreicht, wenn die Auftasteinheit **16** die modulierten Photonen rastert. Der Ausfallwinkel der gebündelten Lichtstrahlen stimmt mit der Position des gebündelten Lichtflecks auf der Retina für jede bestimmte Augenposition überein, so als ob ein Bild in einem unendlichen Abstand entfernt vom Betrachter abgetastet [aufgerastert/abgelenkt] würde. Die Lichtstärke wird durch das Videosignal moduliert, um ein Bild mit dem gewünschten Kontrast zu erzeugen. Wenn sich das Auge des Benutzers bewegt, nimmt der Benutzer deshalb ein stehendes Bild wahr, während er auf verschiedene Teile der Szene blickt. Die Seitenausdehnung des Bildes ist proportional zum Abtastwinkel. Gegebenenfalls wird anamorphotische Optik verwendet, um die abgetasteten [aufgerasterten/abgelenkten] Photonen auszurichten und um das wahrgenommene Bild zu skalieren. Durch die Gestaltung eines verkleinerten Bildes der Öffnung der Auftasteinheit ergibt sich ein proportional größerer Abtastwinkel. Außerdem ist die Größe des Bildes der Auftasteinheit irrelevant, solange das Licht in das Auge eintritt.

[0032] Genauer wird Licht bzw. werden Photonen, wie in Fig. 2 gezeigt, von einem Photonengenerator **12** durch eine Zylinderlinse **30** und eine sphärische Linse **32** auf eine akusto-optische Ablenkeinheit **34** projiziert, welche die Photonen in einer ersten bzw. horizontalen Richtung auftastet [aufrastert/ablenkt]. Die Zylinderlinse streut den Lichtstrahl vom Photonengenerator **12** horizontal, so dass er die Öffnung der akusto-optischen Ablenkeinheit **34** ausfüllt. Die sphärische Linse **32** bündelt das Licht horizontal, das auf die akusto-optische Ablenkeinheit **34** trifft.

[0033] Die akusto-optische Ablenkeinheit **34** spricht auf ein Videosignal auf einer Leitung **36** an, das als Treibersignal an einen Wandler der akusto-optischen Ablenkeinheit **34** angelegt wird, um die Intensität der Photonen bzw. des Lichts vom Photonengenerator **12** zu modulieren und das modulierte Licht vom Photonengenerator **12** in einer ersten Richtung bzw. horizontal abzutasten. Das Videosignal auf der Leitung **36** wird mittels eines allgemein mit **38** bezeichneten Video-Treibersystems erzeugt, das eine Videosteuereinheit **42** beinhaltet. Die Videosteuereinheit **42** kann einen Bildgenerator wie z. B. einen Bildspeicher **40** beinhalten, der Videosignale auf einer Leitung **56** und entsprechende Horizontal- und Vertikal-Synchronsignale erzeugt. Die Videosteuereinheit **42** kann außerdem einen Mikroprozessor beinhalten, der gemäß der in einem ROM **46** oder dergleichen gespeicherten Software arbeitet und einen RAM **48** als Notizblockspeicher verwendet. Das Horizontal-Synchronsignal vom Bildgenerator **40** wird mittels eines Sägezahngenerators **50** in eine Sägezahnwellenform umgewandelt, wobei die horizontalsynchrone Sägezahnwellenform an einen spannungsgesteuerten Oszillator **52** angelegt wird, der als Antwort auf die Sägezahnsignaeingabe ein Signal mit einer derart wechselnden Frequenz erzeugt, dass es zirpt [Chirpen]. Der Ausgang vom spannungsgesteuerten Oszillator **52** wird an einen Verstärker **54** angelegt, dessen Verstärkung durch das vom Bildgenerator **40** ausgegebene Videodatensignal **56** verändert wird, so dass das vom Verstärker **54** ausgegebene Videosignal **36** eine Amplitude hat, die sich gemäß der Videoinformationen auf Leitung **56** ändert und eine Frequenz hat, die in Form von Chirpen wechselt. Das Videosignal auf Leitung **36** wird an einen Antriebswandler der akusto-optischen Ablenkeinheit **34** angelegt. Eine Änderung der Amplitude des Treibersignals auf Leitung **36** mit den Videoinformationen bewirkt, dass die akusto-optische Ablenkeinheit **34** die Intensität des Lichts vom Photonengenerator **12** mit den Videoinformationen moduliert. Ein Wechsel der Frequenz des Treibersignals auf Leitung **36** in Form von Chirpen bewirkt, dass die akusto-optische Ablenkeinheit den Winkel ändert, in welchem das Licht dabei abgelenkt wird, um das Licht in einer ersten bzw. horizontalen Richtung abzutasten.

[0034] Ein Paar sphärische Linsen **64** und **66** bildet das horizontal aufgetastete [aufgerasterte/abgelenkte] Licht bzw. die Photonen auf einer vertikalen Auftasteinheit **62** ab, worin eine Zylinderlinse **68** das Licht vertikal streut, um die Öffnung der vertikalen Auftasteinheit **62** auszufüllen. Die vertikale Auftasteinheit **62** kann z. B. ein Galvanometer sein. Das vom Bildgenerator **40** ausgegebene Vertikal-Synchronsignal wird von einem Sägezahngenerator **58** in eine Sägezahnwellenform umgewandelt und mittels

eines Verstärkers **60** verstärkt, um die vertikale Auftasteinheit **62** anzutreiben. Die Auftastgeschwindigkeit der vertikalen Auftasteinheit **62** ist langsamer als das Auftasten [Aufrastern/Ablenken] der horizontalen Auftasteinheit **34**, so dass der Ausgang der vertikalen Auftasteinheit **62** ein Photonenraster ergibt. Dieses Photonenraster wird mittels Projektoroptik direkt auf das Auge **20** des Benutzers projiziert, wobei sie die Form eines ringförmigen oder kugelförmigen optischen Elementes **72** hat, z. B. eine Brechungslinse, ein Spiegel, ein holographisches Element usw.

[0035] Das ringförmige oder kugelförmige optische Element **72** erzeugt die Endabbildung und die Verkleinerung der gerasterten Photonen. Genauer überträgt das ringförmige oder kugelförmige optische Element die gerasterten Photonen, so dass sie nahe der Eintrittspupille **26** des Auges **20** zusammentreffen. Da ein verkleinertes Bild der Öffnung der Auftasteinheit dargestellt wird, werden die Ausfallwinkel gemäß der Lagrangeschen Invariante multipliziert, wonach das Blickfeld und die Bildgröße umgekehrt proportional sind. Da die Größe der gerasterten Photonen, d. h. die Austrittsapertur der virtuellen Retina-Anzeige, vermindert wird, nimmt das Blickfeld des vom Auge wahrgenommenen Bildes zu.

[0036] Das optische Element **72** kann ein verschlossenes Element sein, das kein Licht von außerhalb des Anzeigesystems durchlässt. Alternativ kann das optische Element **72** lichtdurchlässig gefertigt sein, damit der Benutzer die reale Welt durch das Element **72** betrachten kann, wobei der Benutzer das von der Anzeige **10** erzeugte aufgetastete [aufgerasterte/abgelenkte] virtuelle Bild als die reale Welt überlagerndes Bild wahrnimmt. Ferner kann das optische Element **72** veränderbar durchlässig gefertigt sein, um den Kontrast zwischen der Außenwelt und dem angezeigten virtuellen Bild aufrechtzuerhalten. Ein passiv veränderbares lichtdurchlässiges Element **72** kann gebildet werden, indem ein photochromes, lichtempfindliches Material dazwischen geschoben wird, um die Lichtdurchlässigkeit des Elementes als eine Funktion des Umgebungslichtes zu ändern. Ein aktiv veränderbares lichtdurchlässiges Element **72** kann ein Material aus Flüssigkristall beinhalten. Ein Photosensor kann mit solch einem Element verwendet werden, um die Menge an Umgebungslicht zu erfassen, wobei eine Vorspannung über dem Material aus Flüssigkristall entsprechend dem erfassten Licht geändert wird, um die Lichtdurchlässigkeit des Elementes **72** aktiv zu verändern.

[0037] Das bisher mit Bezug auf Fig. 2 beschriebene System ist monokular. Um ein stereoskopisches System bereitzustellen, kann eine zweite virtuelle Retina-Anzeige **10'** parallel mit der ersten Retina-Anzeige **10** verwendet werden, wobei die zweite virtuelle Retina-Anzeige **10'** mit den entsprechenden Videoinformationen modulierte gerasterte Photonen direkt auf das zweite Auge **20'** des Benutzers projiziert. Dies bietet ein Medium für binokulare Tiefeninformationen, sodass angezeigte Objekte in verschiedenen Tiefen erscheinen. Jedes Pixel des Objektes erscheint jedoch in demselben Abstand vom Benutzer, was einen möglichen Konflikt zwischen der stereoskopischen Information und der monokularen Information schaffen kann, wenn sich die stereoskopische Information mit der Positionierung des Objektes in Bezug auf jedes Auge und die monokulare Information mit dem Brennpunkt des Lichtes des auf der Retina abgebildeten Objektes befasst. Genauer gesagt: bei früheren virtuellen Bildanzeigesystemen wurde jede monokulare Bildebene normalerweise in optischer Unendlichkeit fokussiert, was bewirkte, dass jedes Pixel in dem virtuellen Bild in einem Abstand erschien. Die Kombination zweier früherer monokularer Systeme zur Bildung der binokularen Ansicht schuf jedoch einen möglichen Konflikt zwischen den Abstandsinformationen und der Brennpunkt- bzw. Anpassungsinformation.

[0038] Die virtuelle Retina-Anzeige gemäß Fig. 2 bewältigt dieses Problem durch Verwendung einer Anpassungsinformation **70** entweder im monokularen Anzeigesystem **10** oder in dem aus den Anzeigen **10** und **10'** gebildeten binokularen Anzeigesystem. Die Anpassungsinformation **70** ist eine Fokussierungs- bzw. Tiefeninformation, die zur schnellen Änderung des Brennpunktes oder der Konvergenz bzw. Divergenz der gerasterten Photonen gesteuert wird, um die für jedes Bildelement des virtuellen Bildes wahrgenommene Tiefe zu steuern. Deshalb wird eine echte Tiefenwahrnehmung erreicht, indem jeder Pixel einzeln auf Tiefe moduliert wird, z. B. durch Steuerung des Brennpunktes, d. h. der Konvergenz bzw. Divergenz des einzelnen Pixels. Die Anpassungsinformation **70** beinhaltet eine reflektierende Oberfläche, die schnell die Form ändert. Beispielsweise kann ein Miniaturspiegel mit einer verformbaren Membran, deren Form sich ändert, während die Membran geladen und entladen wird, zur Bildung der Anpassungsinformation verwendet werden. Die Verformung der Membran wird also durch ein elektrisches Treibersignal geändert, um die Konvergenz bzw. Divergenz jedes Pixels auf Tiefe zu steuern. Die Ansteuerung der Anpassungsinformation **70** wird durch die Videosteuereinheit **42** erzeugt, die – neben den zweidimensionalen Videoinformationen in einem typischen Bildspeicher – z. B. einen Z-Pufferspeicher für Videoinformationen im Speicher **48** oder im Bildgenerator **40** speichern kann.

[0039] Eine weitere Ausführungsform der virtuellen Retina-Anzeige **10** zum Auftasten [Aufrastern/Ablenken] farbiger Photonen direkt auf die Retina des Auges eines Benutzers ist in Fig. 3 dargestellt. Wie in Fig. 3 gezeigt, beinhaltet der Photonengenerator **12** Farblaser oder Leuchtdioden wie z. B. einen Rot-Photonengenerator **80**, einen Grün-Photonenge-

nerator **82** und einen Blau-Photonengenerator **84**. Ist ein Blau-Photonengenerator nicht erhältlich, kann ein Gelb-Photonengenerator verwendet werden. Die farbigen Photonen von den Generatoren **80**, **82** und **84** werden mit entsprechenden RGB-Videoinformationen vom Bildgenerator **40** moduliert und dann mit einem Strahlenkombinator/Dispersions-Vorkompensator **86** kombiniert. Der Ausgang des Strahlenkombinators/Dispersions-Vorkompensators **86** wird mittels der Zylinderlinse **30** und der sphärischen Linse **32** auf die horizontale Auftasteinheit **34** projiziert. Es ist zu bemerken, dass die horizontale Auftasteinheit anders als die in Fig. 2 gezeigte akusto-optische Ablenkeinheit sein kann. Beispielsweise kann ein resonanter mechanischer Scanner oder verschiedene Mikroscanner-Typen wie nachstehend erörtert für die horizontale Auftasteinheit verwendet werden. Die von der Auftasteinheit **34** ausgegebenen horizontal aufgetasteten [aufgerasterten/abgelenkten] farbmodulierten Photonen werden auf einen Dispersionskompensator **88** projiziert, dessen Ausgang auf ein Prisma projiziert wird, bevor sie mittels des Paares sphärischer Linsen **64** und **68** auf die vertikale Auftasteinheit **62** projiziert werden.

[0040] Das farbige Photonenraster wird – wie vom Ausgang der vertikalen Auftasteinheit **62** aufgetastet [aufgerastert/abgelenkt] – mittels einer sphärischen Linse **92** auf einen Schrägspiegel **96** projiziert, der mittels der Augennachführung **106** bewegt wird, um das Photonenraster direkt auf der Eintrittspupille **26** des Auges **20** zu positionieren, während sich die Pupille bewegt. In einer Ausführungsform richtet ein Strahlenteiler **100** ein Bild, das von der Hornhaut des Auges **20** reflektiert wird, auf eine Linse **102** und eine Positionsgeber-Diode **104**, die mit der Augennachführung **106** gekoppelt ist, um die Position der Pupille **26** zu erfassen. Als Antwort auf die erfasste Position der Pupille positioniert die Augennachführung den/die Schrägspiegel **96** richtig, so dass die Austrittspupille bzw. Öffnung der virtuellen Retina-Anzeige in etwa auf die Eintrittspupille des Auges ausgerichtet ist und/oder der Auftastwinkel justiert wird, um geänderte Videoinformationen wie nachstehend beschrieben zu reflektieren.

[0041] Die von der Augennachführung **106** bestimmte momentane Position der Pupille **26** wird außerdem an die Videosteuereinheit **42** übertragen, so dass der Mikroprozessor **44** Videoinformationen zum Modulieren des Farblichts [dorthin] richten kann, wo die Videoinformationen eine Änderung der Blickrichtung des Benutzers reflektieren. Genauer gesagt: die erfasste Pupillenposition wird vom Mikroprozessor **44** verwendet, um ein „sichtbares Fenster" auf den im Bildspeicher **40** gespeicherten Videoinformationen zu positionieren. Der Bildspeicher **40** kann z. B. Videoinformationen speichern, die eine Panorama-Ansicht darstellen, und die Position des sichtbaren Fensters bestimmt, welchen Teil der Ansicht der Benutzer wahrnehmen soll, wobei die in das sichtbare Fenster fallenden Videoinformationen verwendet werden, um das Licht vom Photonengenerator **12** zu modulieren.

[0042] Da die akusto-optische Ablenkeinheit **34** Rotlicht mehr als Grünlicht und Grünlicht mehr als Blaulicht beugt, ist zu bemerken, dass diese Abweichung bei der Beugung ausgeglichen werden muss. Gemäß vorliegender Erfindung kann diese Abweichung der Beugung ausgeglichen werden, indem die RGB-Videosignale, die mit den entsprechenden Rot-, Grün- und Blau-Photonengeneratoren **80**, **82** und **84** gekoppelt sind, über Verzögerungsschaltungen **108**, **110** und **112** passend verzögert werden, um die roten, grünen und blauen Photonen mit den dazugehörigen roten, grünen und blauen Videoinformationen zu modulieren.

[0043] In einer weiteren Ausführungsform der virtuellen Retina-Anzeige gemäß Darstellung in Fig. 4 werden Composite- bzw. RGB-Videosignale von einem Digitalvideo-Bildrasterwandler **120** empfangen und in mehrere Felder aufgeteilt, die Sektoren bzw. Bereiche eines abzutastenden Bildes darstellen. Mehrere Video-Treibersignale, die von den Video-Verstärkern **124** ausgegeben werden und die einzelnen Sektoren repräsentieren, werden dazu verwendet, das Licht vom Photonengenerator **12** parallel zu modulieren. Der Photonengenerator kann entweder aus Anordnungen von Laserdioden oder aus Anordnungen von Leuchtdioden mit hoher Leuchtdichte bestehen. Mehrere Strahlen aus Rot-, Grün- und Gelb- bzw. Blaulicht werden für jeden aufgeteilten Sektor bzw. Bereich mit den Videosignalen parallel moduliert und dann direkt oder mittels Monofilament-Glasfasern **131** an einen Mikroscanner **16** übertragen. Der Mikroscanner **16** führt im Wesentlichen zwei Funktionen aus. Erstens tastet der Mikroscanner die mit jedem Sektor bzw. Bereich assoziierten vielfachen Farbstrahlen in zwei Achsen ab, um ein Lichtraster auf der Retina und nicht ein virtuelles Bild zu erzeugen, wobei keine Bildebene zwischen dem Photonengenerator **12** und dem Auge **20** liegt. Zweitens dient der Mikroscanner **16** dazu, das gerasterte Licht relativ zur momentanen Eintrittspupille **26** des Auges gemäß Erfassung durch die Augennachführung **24** zu positionieren.

[0044] Genauer gesagt: der Scanner **16** umfasst einen ersten Mikroscanner **132**, der auf ein von einem Ablenkverstärker **136** ausgegebenes X-Ablenksignal reagiert, um die Farbstrahlen in einer horizontalen Richtung abzutasten, wobei der Verstärker **136** durch das Horizontal-Synchronsignal von einem Auftastgenerator **122** angesteuert wird. Ein zweiter Mikroscanner **134** reagiert auf ein Y-Ablenksignal von dem Ablenkverstärker **136** gemäß Ansteuerung durch das Vertikal-Synchron- bzw. Ablenk-Treibersignal vom Auftastgenerator **122**, um die horizontal aufgetaste-

ten [aufgerasterten/abgelenkten] farbigen Photonen in der vertikalen Richtung abzutasten. Eine Auftast-Sammellinse **140** empfängt ein zweidimensional moduliertes Lichtfeld, das auf einen Dreifarben-Kombinator **142** projiziert wird. Der Kombinator **142** wiederum projiziert das aufgetastete [aufgerasterte/abgelenkte] Licht auf ein Maxwellsches Beobachtungssystem **148**. Das optische System **148** projiziert die aufgetasteten [aufgerasterten/abgelenkten] farbigen Photonen auf eine Rasterpositions-Ablenkeinheit, die um zwei Achsen bewegliche Galvospiegel beinhalten kann, die wiederum das aufgetastete [aufgerasterte/abgelenkte] Licht auf ein torisches optisches Element wie z. B. einen Kombinator **152** mit einer trichroitischen [dreifarbigen] Schicht projizieren, wobei der torische Kombinator **152** die aufgetasteten [aufgerasterten/abgelenkten] farbigen Photonen direkt auf das Auge **20** projiziert.

[0045] Zum Verfolgen des Auges beinhaltet die Augennachführung **24** eine Infrarotlichtquelle, welche die Oberfläche des Auges wie gezeigt entweder direkt oder indirekt mit schwachem Infrarotlicht beleuchtet. Die Oberfläche des Auges wird durch die Rasterpositions-Ablenkeinheit **150** über den Kombinator **142**, eine Linse **140** und ein ladungsgekoppeltes Bauelement (CCD-Sensor) **146** betrachtet. Die Signale vom CCD-Sensor **146** werden mit einem Pupillenpositions-Prozessor **154** zum Erzeugen von Nullsignalen ΔH und ΔV verarbeitet, die mit entsprechenden Farb-Ablenkverstärkern **158** und mit den Rasterpositions-Spiegeln **150** gekoppelt sind, um zu bewirken, dass die aufgetasteten [aufgerasterten/abgelenkten] Photonen der Pupille des Auges **20** des Benutzers folgen.

[0046] Ein Beispiel für eine zur Verwendung in einer virtuellen Retina-Anzeige geeignete Leuchtdioden-Anordnung ist in Fig. 5 veranschaulicht. Wenn ein X-Y-Gesichtsfeld als aus einer Anordnung von 2.000 × 2.000 auflösbaren Bildpunkten bzw. Pixels zusammengesetzt betrachtet wird, müssen die Bildpunkte 50 Mal pro Sekunde aufgefrischt werden, um eine Informationsbandbreite von ungefähr 200 MHz zu besitzen. LEDs mit hoher Strahldichte haben typischerweise eine Leistungsbandbreitenkurve, die oberhalb von 2 MHz abzufallen beginnt. Dieses Ergebnis ist im Wesentlichen eine Begrenzung des RC-Produkts [Widerstands-Kapazitäts-Produkt], die mit der Diffusionskapazität eines stark in Durchlassrichtung vorgespannten pn-Übergangs zusammenhängt. Um die Bandbreitenanforderungen des Systems zu erfüllen, wird eine lineare Anordnung von 50 bis 100 LED-Pixels pro Farbe verwendet. Die Verwendung einer roten, grünen und blauen LED-Anordnung würde 50–100 LEDs von jeder dieser drei Farben erfordern. Wie in Fig. 5 gezeigt, beinhaltet eine Anordnung **200** LED-Chips **201**, **202**, **203** – N, wobei jeder LED-Chip eine wirksame LED-Fläche **205** beinhaltet. Die wirksame LED-Fläche kann eine GaAsP-Legierung und eine dielektrische Deckschicht aus $Si_3 N_4$ enthalten.

[0047] Eine wie in Fig. 6 veranschaulichte phasengesteuerte Laser-Anordnung hat die Funktion, Photonenerzeugung, Videomodulation und Auftastung in mindestens einer Richtung auszuführen. Die Laserphasen-Anordnung beinhaltet einen Dünnschichtwellenleiter **210**, Phasenmodulator-Elektroden **212**, einen gereinigten gekoppelten Hohlraum[resonator] **214** und Laserhohlräume **216**, wobei die Anordnung einen kohärenten Strahl von etwa 10 mW Leistung emittiert. Wenn zwei Laser mit kleinsten Linienabständen in demselben Chipmaterial verarbeitet sind, werden ihre optischen Felder gekoppelt, so dass die Vorgänge der optischen Emission in den beiden Bauelementen korreliert und kohärent sind. Das Ergebnis ist eine von dem Laserpaar emittierte deutliche Phasenfront. In der phasengesteuerten Laser-Anordnung **220** mit einer Anzahl von Laserhohlräumen **216** ist der optische Strahl phasenkohärent, wenn die Laser nicht mehr als 10 Mikrometer voneinander beabstandet sind. Diese Auflösung kann durch photolithographische Technik erreicht werden. Der elektro-optische Modulator arbeitet so, dass er den Brechungsindex des Wellenleitermediums **210** ändert, durch das der optische Strahl wandern muss, bevor er in den freien Raum eingeleitet wird. Durch Trennung der elektrischen Kontakte **212** bei jedem Modulator kann die relative Phase jedes einzelnen Lasers in der Anordnung vom Modulator geändert werden. Für eine zweckmäßige Reihe von Modulationsspannungen kann die Phasenfront des mit der Anordnung gekoppelten Laserstrahls geändert werden, so dass der emittierte Strahl schräg zur normalen Austrittsrichtung eingeleitet wird. Mit der zweckmäßigen Reihe von Modulationsspannungen kann der Laserstrahl in einer bestimmten Richtung aufgetastet [abgelenkt] werden. Es ist möglich, eine um zwei Achsen bewegliche phasengesteuerte Laser-Anordnung zu konstruieren, so dass kein zusätzlicher Scanner erforderlich ist, um den Laser in einer senkrechten Richtung abzutasten [abzulenken].

[0048] Ein Beispiel für einen Mikroscanner **132**, **134** zum Auftasten [Aufrastern/Ablenken] von Photonen ist in Fig. 7 veranschaulicht. Der Mikroscanner beinhaltet ein Stellglied **230**. Das Stellglied **230** ist ein piezoelektrischer Bimorph-Freiträger, der als Antwort auf ein elektrisches Treibersignal dreidimensionale Bewegungen ausführen kann. Durch Steuerung der Ablenkung des freitragenden Stellglieds mit den passenden Treibersignalen lenkt das Stellglied **230** die darauf einfallenden Photonen ab, um die Photonen abzutasten [aufzurastern/abzulenken].

[0049] Ein weiteres Beispiel für einen Mikroscanner, der äußerst klein gefertigt werden kann, ist in Fig. 8 gezeigt, wobei der Mikroscanner eine gekrümmte reflektierende Oberfläche besitzt, die sich verlagern

lässt, um darauf einfallendes Licht in einer Richtung abzulenken. Genauer gesagt: der Mikroscanner **240** umfasst einen aus einem piezoelektrischen Material gebildeten Sockel bzw. ein Stellglied **242** mit einem auf dem Stellglied **242** gebildeten Substrat **244**, wobei das Substrat **244** eine gekrümmte reflektierende Oberfläche **246** besitzt. Als Antwort auf ein sich änderndes Treibersignal verschieben sich das piezoelektrische Stellglied und das Substrat **244** in Richtung der Pfeile **248**, um das auf die Oberfläche **246** des Substrats einfallende Licht in einer ersten Richtung abzulenken, die im Allgemeinen senkrecht zur Translationsrichtung **248** liegt. Ein zweiter Mikroscanner **250** tastet das darauf einfallende Licht in einer zweiten Richtung ab, die senkrecht zur ersten Richtung liegt, um ein Rasterbild direkt auf die Retina eines Auges des Benutzers zu werfen.

[0050] In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wie in Fig. 9 dargestellt, wird eine Einmoden-Monofilament-Glasfaser **300** bzw. eine einsträngige Glasfaser verwendet, um Licht von einer Lichtquelle wie z. B. dem Photonengenerator **12** auf das Auftastsystem **16** zu koppeln. Die einzelne Monofilament-Glasfaser **300** beinhaltet eine in den einadrigen Kern **304** der Faser **300** führende Eintrittsapertur **302**, wobei der Kern **304** sich über die Länge der Glasfaser bis zu einer Austrittsapertur **306** erstreckt. Die Austrittsapertur **306** der einzelnen Monofilament-Glasfaser **300** kann äußerst klein sein. Beispielsweise kann der Durchmesser der Austrittsapertur **10** Mikrometer oder weniger betragen, vorzugsweise in der Größenordnung von 3,5 Mikrometern, um eine punktförmige Lichtquelle als Eingang für das Auftastsystem **16** zu erzeugen.

[0051] Der Photonengenerator **12** kann wie oben beschrieben kohärentes Licht wie z. B. einen Laser erzeugen. In einer Laser-Ausführungsform des in Fig. 9 dargestellten Systems ermöglicht die Glasfaser **300**, dass die Laserquelle sowie die Videoquelle und der Teil des Systems zur Videomodulation entfernt vom Auftastsystem **16** liegen. Die Glasfaser **300** weist einen weiteren Vorteil auf, wenn die Laserquelle eine Laserdiode oder ein anderer Lasergenerator ist, die/der astigmatisches Licht erzeugt. Genauer erzeugen Laserdioden typischerweise astigmatisches Licht, das, wenn es auf die Retina des Auges eines Benutzers abgelenkt/geworfen wird, nicht wie gewünscht ein rundes Pixel erzeugt, sondern ein verformtes Pixel wie z. B. ein elliptisches Pixel. Die Glasfaser **300** – wenn mit einer derartigen Laserquelle verwendet – wandelt das astigmatische Laserlicht in eine kreisförmige Punktquelle an der Austrittsapertur **306** der Faser **300** um, so dass man kreisförmige bzw. runde Pixels erhält, wenn das Licht auf die Retina abgelenkt/geworfen wird.

[0052] Der Photonengenerator **12** gemäß Darstellung in Fig. 9 kann außerdem eine Leuchtdiode (LED) beinhalten. LEDs erzeugen kein kohärentes Licht. Ferner ist der Lichtemissionsbereich einer LED typischerweise zu groß für eine sehr hochauflösende Bilderzeugung, wie es für bestimmte Anwendungen des Anzeigesystems erforderlich ist. Obwohl optische Geräte wie z. B. Linsen verwendet werden können, um die scheinbare Größe einer LED-Lichtquelle zu verringern, kann die Verwendung solcher Geräte einen Intensitätsverlust und ferner eine Zunahme der optischen Weglänge zur Folge haben, so dass sich die Gesamtabmessungen des Anzeigesystems vergrößern. Wenn das LED-Licht jedoch mit einer Einmoden-Monofilament-Glasfaser **300** gekoppelt wird, bildet die Austrittsapertur **306** der Faser **300** eine punktförmige Lichtquelle, die klein genug ist, um sehr hochauflösende Bilder zu erzeugen. Es ist zu bemerken, dass eine typische LED einen Lichtemissionsbereich **308** haben kann, der in der Größenordnung von 500 Mikrometern liegt. Die Glasfaser **300** macht es möglich, dass der sehr große Lichtemissionsbereich der LED auf weniger als 10 Mikrometer verringert werden kann, vorzugsweise in der Größenordnung von 3,5 Mikrometern für eine Faser **300** mit einem Kerndurchmesser **304** in dieser Größenordnung.

[0053] Eine Linse wie z. B. die in Fig. 9 gezeigte Linse **310** kann verwendet werden, um das Licht von einem Laser, einer LED oder einem anderen Typ Photonengenerator **12** in der Eintrittsapertur **302** der Glasfaser **300** zu bündeln. Alternativ kann das die Eintrittsapertur **302** umfassende Ende **312** der Glasfaser wie in Fig. 10 gezeigt direkt an dem Photonengenerator **12** anstoßen, der als LED **314** dargestellt ist. Wie in Fig. 10 gezeigt, ist der Durchmesser bzw. der Bereich der Eintrittsapertur **302** der Glasfaser viel kleiner als der Lichtemissionsbereich **308** der LED **314**. Fig. 11 stellt eine weitere Ausführungsform zum Koppeln des Lichts vom Photonengenerator **12** auf die Glasfaser **300** dar. In dieser Ausführungsform besitzt die Glasfaser **300** ein trichterförmiges Endteil **316**, das in die Eintrittsapertur **302** des kleinen, einen gleich bleibenden Durchmesser aufweisenden Kerns **304** der Glasfaser **300** mit einer Eintrittsapertur **302** führt. Eine Eintrittsapertur **318** des Trichterteils **316** der Faser weist einen Durchmesser auf, der größer ist als der Durchmesser der Eintrittsapertur **302** des einen gleich bleibenden Durchmesser aufweisenden Kernteils **320** der Glasfaser **300**. Das Trichter-Endteil **316** der in Fig. 11 gezeigten Glasfaser kann direkt an die Photonenquelle **12** anstoßen oder alternativ lediglich ganz in deren Nähe positioniert werden.

[0054] Das Licht von der an der Austrittsapertur **306** der Glasfaser **300** gebildeten Punktquelle ist über eine Linse **330** mit einem Horizontal-Mikroscanner **332** des Auftastsystems **16** gekoppelt. Das auf den Horizontal-Mikroscanner **332** einfallende Licht wird auf einen Vertikal-Mikroscanner **334** geleitet und über eine Linse **336** auf die Retina eines Auges des Benutzers abgelenkt/geworfen. Der Abstand zwi-

schen der Austrittsapertur **306** der Glasfaser **300** und der Linse **330** kann justiert werden, so dass das von der Linse **330** ausgehende Licht konvergiert und zwischen dem Ausgang des Auftastsystems **16** und dem Auge des Benutzers eine Bildebene **340** gebildet wird. Die Linse **336** ist eine Sammellinse [Kollimator], die das Licht auf die Retina des Benutzers leitet. Um das Blickfeld der in Fig. 9 dargestellten virtuellen Retina-Anzeige zu justieren, können die Linse **330** und die Linse **336** näher zueinander bzw. weiter auseinander bewegt werden. Da das System der vorliegenden Erfindung sehr kompakt ist und nur sehr wenige optische Elemente beinhaltet, können die Linsen **330** und **336** auf eine Weise miteinander verbunden werden, dass die Linsen zusammen, einwärts zueinander bzw. auswärts voneinander weg bewegt werden können, so dass der Benutzer keine gesonderten Justierungen dafür ausführen muss. Dies kann durch Verwendung einer Zoomobjektiv-Montagestruktur oder dergleichen für die Linsen **330** und **336** erreicht werden.

[0055] Ferner ist zu bemerken, dass die in die Eintrittsapertur **302** der Glasfaser **300** eintretende Lichtquelle einen Rotlichtemitter, einen Blaulichtemitter und einen Grünlichtemitter beinhalten kann, um ein Vollfarbsystem zu erzeugen. Jeder dieser Lichtemitter ist vorzugsweise direkt mit Videoinformationen modulierbar. Es können jedoch außerdem separate Videomodulatoren mit den Farblichtemittern verwendet werden, um das Rotlicht mit Rot-Videoinformationen, das Blaulicht mit Blau-Videoinformationen und das Grünlicht mit Grün-Videoinformationen zu modulieren. Das Licht von jedem Farbemitter kann in eine diesem einzelnen Lichtemitter zugeordnete Glasfaser geleitet werden, wobei jede Glasfaser mit einer einzigen Glasfaser **300** gekoppelt ist, so dass an deren Austrittsapertur **306** eine punktförmige farbige, videomodulierte Lichtquelle erzeugt wird. Alternativ kann das Farblicht von jedem Emitter wie oben beschrieben kombiniert werden, bevor es in die Eintrittsapertur **302** der Glasfaser **300** eingespeist wird.

Patentansprüche

1. Virtuelles Bildanzeigesystem, das Folgendes umfasst:
eine Lichtquelle (**12**), wobei das genannte Licht mit Videoinformationen moduliert wird (**14**);
ein Auftastsystem (**16**, **332**, **334**) mit einem Ausgang zum Abgeben oder Abrastern (im folgenden Auftasten) solchen modulierten Lichts auf die Retina des Auges eines Benutzers; und
eine einzelne Monofilament-Glasfaser (**300**) mit einer Eintrittsapertur und einer Austrittsapertur, zum Koppeln von Licht von der Quelle auf das Auftastsystem zum Erzeugen einer punktförmigen Lichtquelle an der Austrittsapertur der Glasfaser,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine erste Linse (**330**) zwischen der Austrittsapertur (**306**) der Glasfaser (**300**) und dem Auftastsystem (**332**, **334**) angeordnet ist; und eine zweite Linse (**336**) neben dem Ausgang von dem Auftastsystem (**332**, **334**) angeordnet ist; wobei der Abstand zwischen der ersten (**330**) und der zweiten (**336**) Linse zum Justieren des Blickfelds des Anzeigesystems variabel ist.

2. Anzeigesystem nach Anspruch 1, wobei die Lichtquelle (**12**) eine nichtkohärente Lichtquelle ist.

3. Anzeigesystem nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Lichtquelle (**12**) eine Leuchtdiode beinhaltet.

4. Anzeigesystem nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Lichtquelle einen Lichtemissionsbereich hat; und die Austrittsapertur der genannten Glasfaser (**300**) einen Bereich hat, der kleiner ist als der Lichtemissionsbereich der Lichtquelle.

5. Anzeigesystem nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Lichtquelle einen Rotlichtemitter (**80**), einen Blaulichtemitter (**84**) und einen Grünlichtemitter (**82**) beinhaltet, und ein System (**86**) zum Kombinieren von Licht von den Emittern.

6. Anzeigesystem nach Anspruch 5, wobei der Lichtausgang vom Kombinationssystem mit der Eintrittsapertur der genannten Glasfaser (**300**) gekoppelt ist.

7. Anzeigesystem nach Anspruch 5 oder Anspruch 6, wobei wenigstens einer der Lichtemitter direkt mit Videoinformationen moduliert wird.

8. Anzeigesystem nach einem der Ansprüche 5 bis 7 mit Mitteln, die mit dem Ausgang von wenigstens einem der Lichtemitter gekoppelt sind, um emittiertes Licht mit Videoinformationen zu modulieren.

9. Anzeigesystem nach einem der Ansprüche 5 bis 8 mit einem individuellen Glasfaserabschnitt, der mit jedem der genannten Rot-, Blau- und Grünlichtemitter verbunden ist.

10. Anzeigesystem nach Anspruch 1, wobei die Lichtquelle (**12**) eine Quelle von kohärentem Licht ist.

11. Anzeigesystem nach Anspruch 1, wobei die Lichtquelle (**12**) eine Quelle von nichtkohärentern Licht ist.

12. Anzeigesystem nach einem der Ansprüche mit einer Linse (**310**), die zwischen der Lichtquelle (**12**) und der Eintrittsapertur mit der Glasfaser (**300**) angeordnet ist, um Licht von der Quelle auf die Eintrittsapertur zu bündeln.

13. Anzeigesystem nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die Eintrittsapertur zur Glasfaser (**300**)

direkt an der Lichtquelle (**314**) anstößt.

14. Anzeigesystem nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die erste Linse (**330**) Licht zur Bildung einer Bildebene neben dem Ausgang vom Auftastsystem (**332**, **334**) und vom Auge des Benutzers konvergiert.

15. Anzeigesystem nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die zweite Linse (**336**) eine einzelne Linse ist.

16. Verfahren zum Erzeugen eines virtuellen Bildes, das die folgenden Schritte umfasst:
Modulieren von Licht, das von einer Lichtquelle (**12**) emittiert wurde, mit Videoinformationen;
Positionieren einer Eintrittsapertur einer einzelnen Monofilament-Glasfaser (**300**) relativ zur Lichtquelle zum Koppeln von Licht von der Quelle mit einer Austrittsapertur der genannten Glasfaser (**300**);
Auftasten von Licht von der Austrittsapertur der Glasfaser auf das Auge eines Benutzers mit einem Auftastsystem (**332**, **334**),
dadurch gekennzeichnet, dass eine erste Linse (**330**) neben der Austrittsapertur der Glasfaser positioniert wird, um Licht davon zu empfangen und es auf das Auftastsystem (**332**, **334**) zum Auftasten von Licht auf das Auge eines Benutzers zu richten; eine zweite Linse (**336**) neben dem Ausgang von dem Auftastsystem positioniert wird und der Abstand zwischen der ersten Linse (**330**) und der zweiten Linse (**336**) zum Justieren des Blickfelds des Anzeigesystems variiert wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, wobei die erste Linse in einem Abstand von der Austrittsapertur der Glasfaser (**300**) positioniert wird, um Licht in einer Bildebene zu konvergieren, auf der Licht aufgetastet wird.

18. Verfahren nach Anspruch 16 oder Anspruch 17, wobei die Lichtquelle ein Laser ist.

19. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, wobei die Lichtquelle eine Leuchtdiode ist.

20. Verfahren nach Anspruch 13, wobei die Eintrittsapertur zur Glasfaser (**300**) an der Leuchtdiode anstößt.

21. Verfahren nach Anspruch 16 oder Anspruch 17, wobei der Modulationsschritt Folgendes beinhaltet: Emittieren von rotem Licht und Modulieren desselben mit roten Videoinformationen; Emittieren von blauem Licht und Modulieren desselben mit blauen Videoinformationen; 20 Emittieren von grünem Licht und Modulieren desselben mit grünen Videoinformationen; Kombinieren des modulierten Rotlichts, Blaulichts und Grünlichts zum Bilden des von der Lichtquelle emittierten Lichts; und wobei die Glasfaser so positioniert ist, dass die Eintrittsapertur dazu das genannte kombinierte Rot-, Blau- und Grünlicht empfängt.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

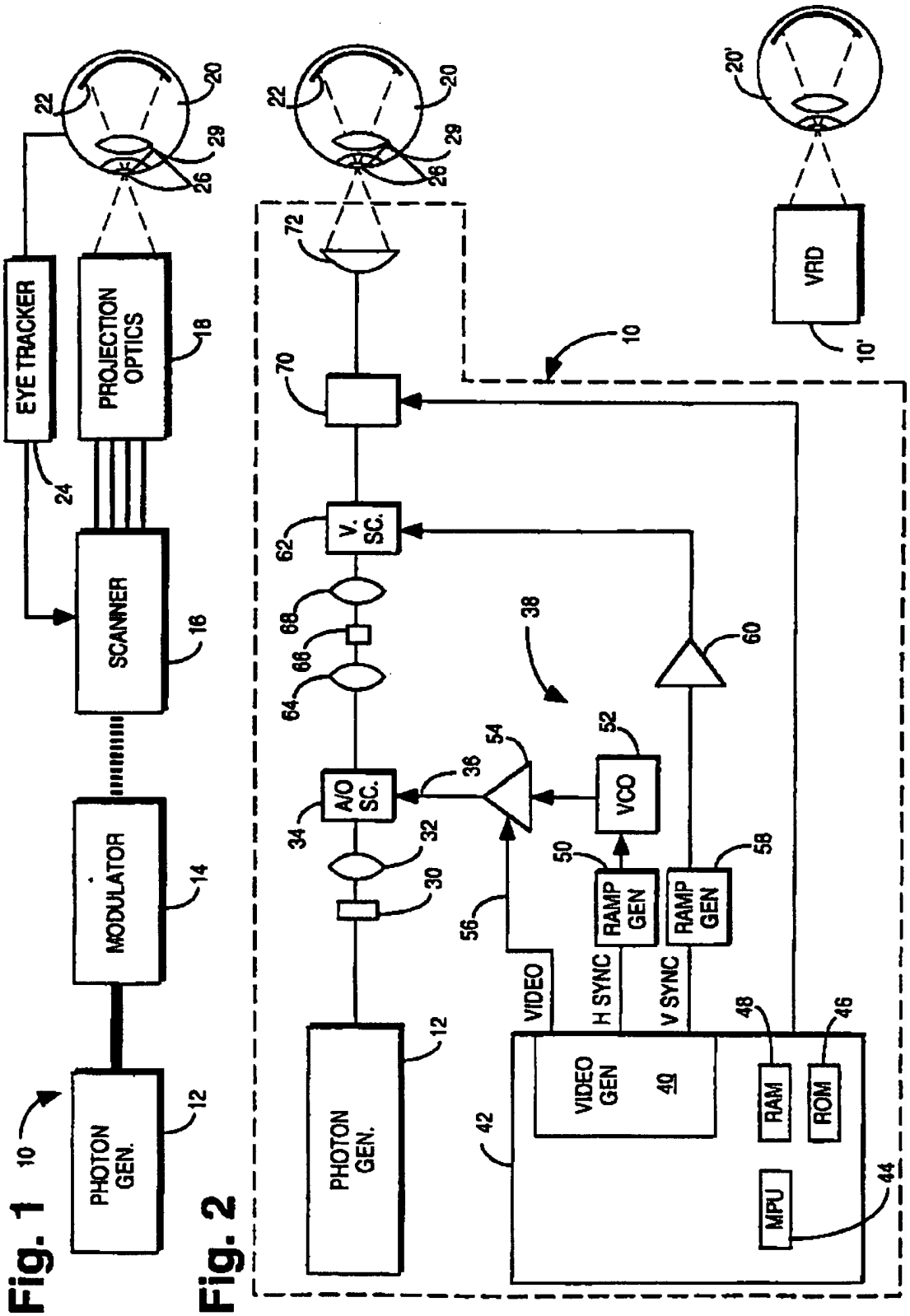
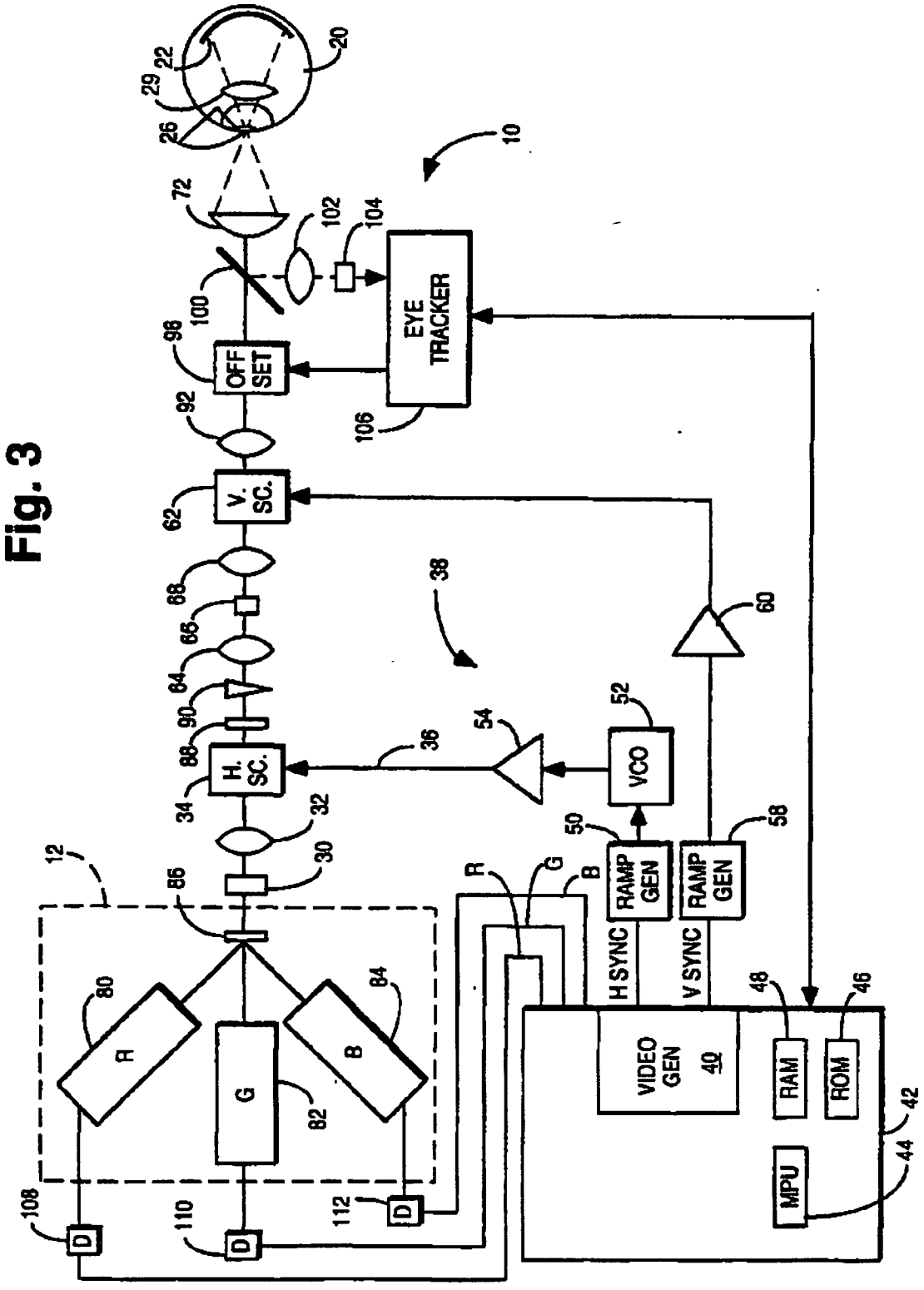


Fig. 3


EYE TRACKER
OFF SET
V. SC.
H. SC.
VCO
RAMP GEN
RAMP GEN
H SYNC
V SYNC
VIDEO GEN
RAM
ROM
MPU
R
G
B
D
D
D

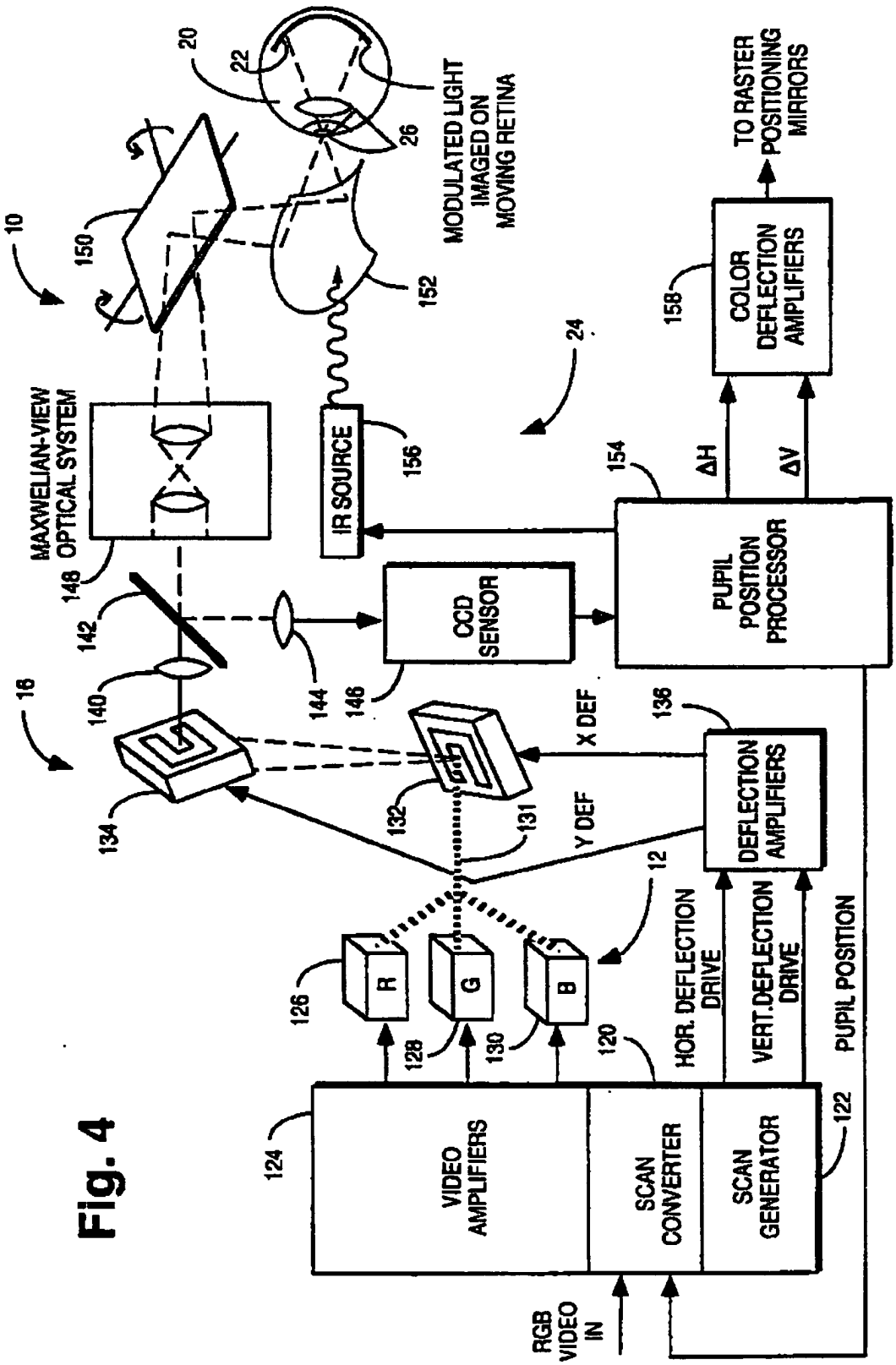

10
20
22
26
MODULATED LIGHT IMAGED ON MOVING RETINA
150
152
24
TO RASTER POSITIONING MIRRORS
158
COLOR DEFLECTION AMPLIFIERS
MAXWELIAN-VIEW OPTICAL SYSTEM
148
IR SOURCE
156
154
ΔH
ΔV
142
CCD SENSOR
PUPIL POSITION PROCESSOR
140
144
146
16
X DEF
136
DEFLECTION AMPLIFIERS
134
132
131
Y DEF
12
126
R
G
B
128
130
120
HOR. DEFLECTION DRIVE
VERT. DEFLECTION DRIVE
PUPIL POSITION
124
VIDEO AMPLIFIERS
SCAN CONVERTER
SCAN GENERATOR
122
RGB VIDEO IN

Fig. 4

Fig. 5

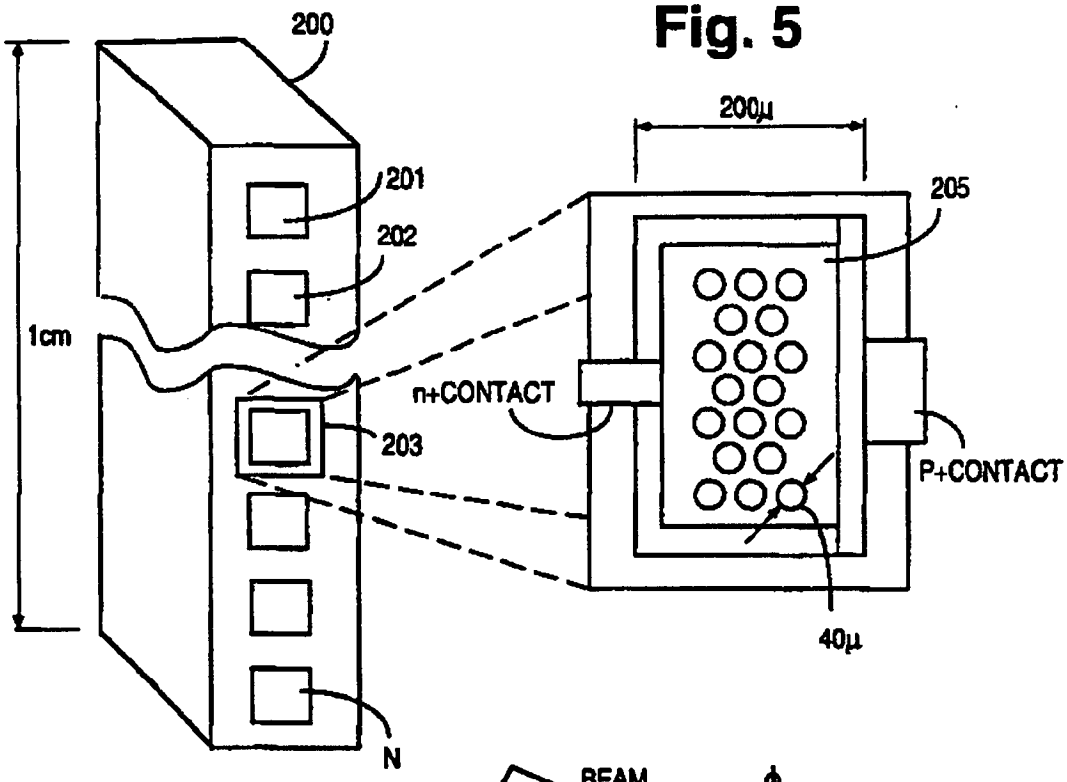

200
201
202
1cm
203
N
200µ
205
n+CONTACT
P+CONTACT
40µ

Fig. 6

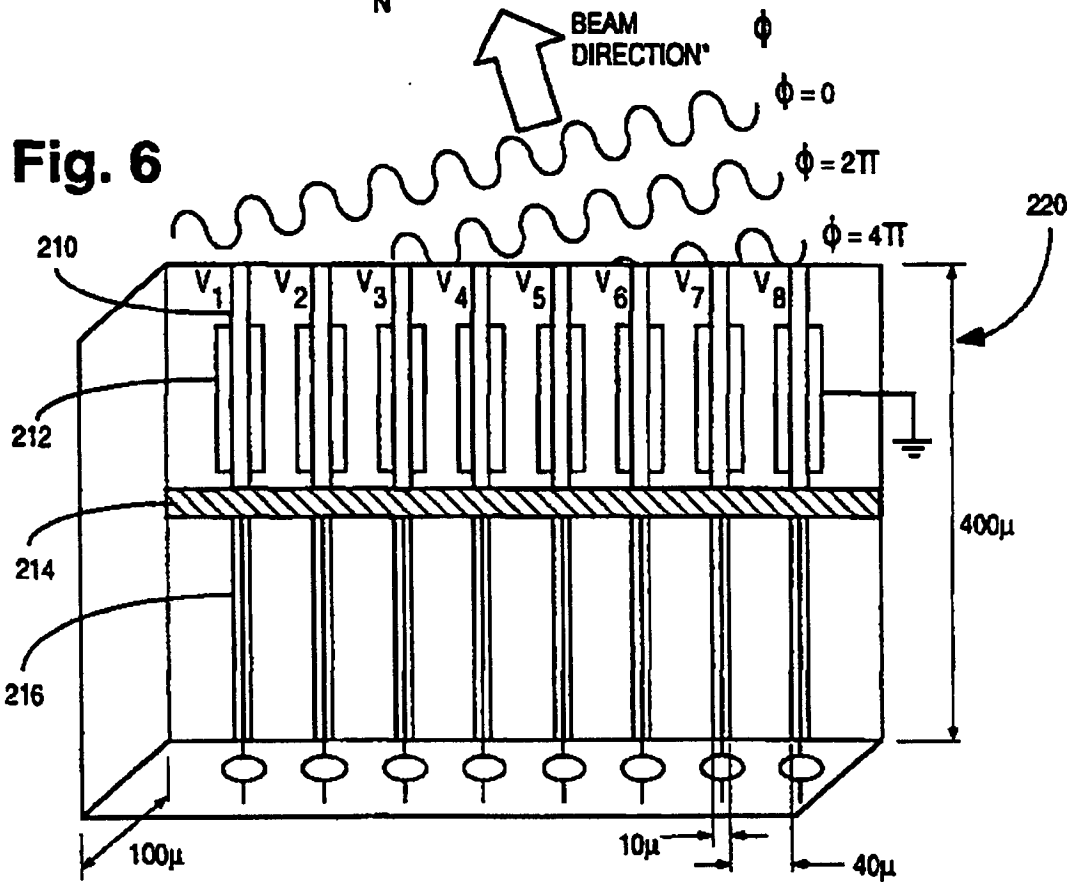

BEAM DIRECTION
ϕ
ϕ = 0
ϕ = 2π
ϕ = 4π
220
210
V1
V2
V3
V4
V5
V6
V7
V8
212
214
216
400µ
100µ
10µ
40µ

Fig. 7

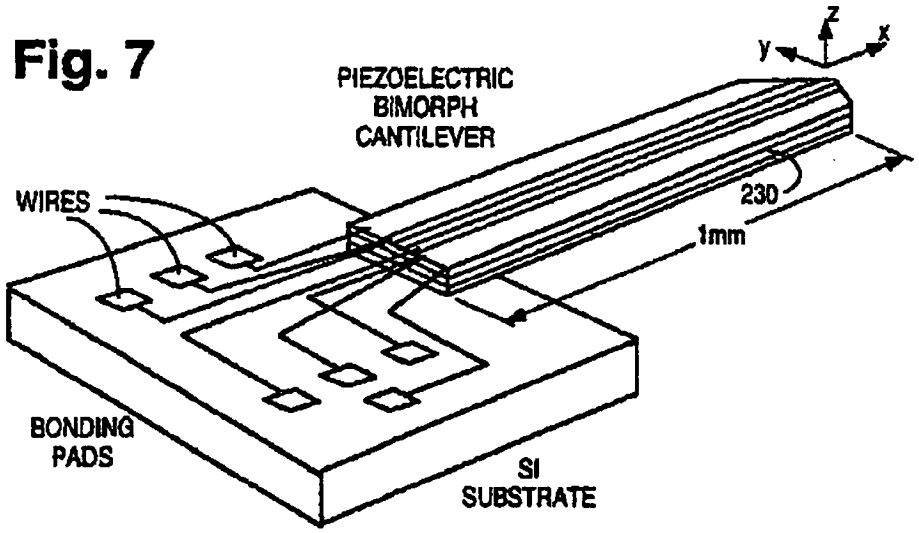

PIEZOELECTRIC
BIMORPH
CANTILEVER
WIRES
230
1mm
BONDING
PADS
SI
SUBSTRATE
z
y
x

Fig. 8

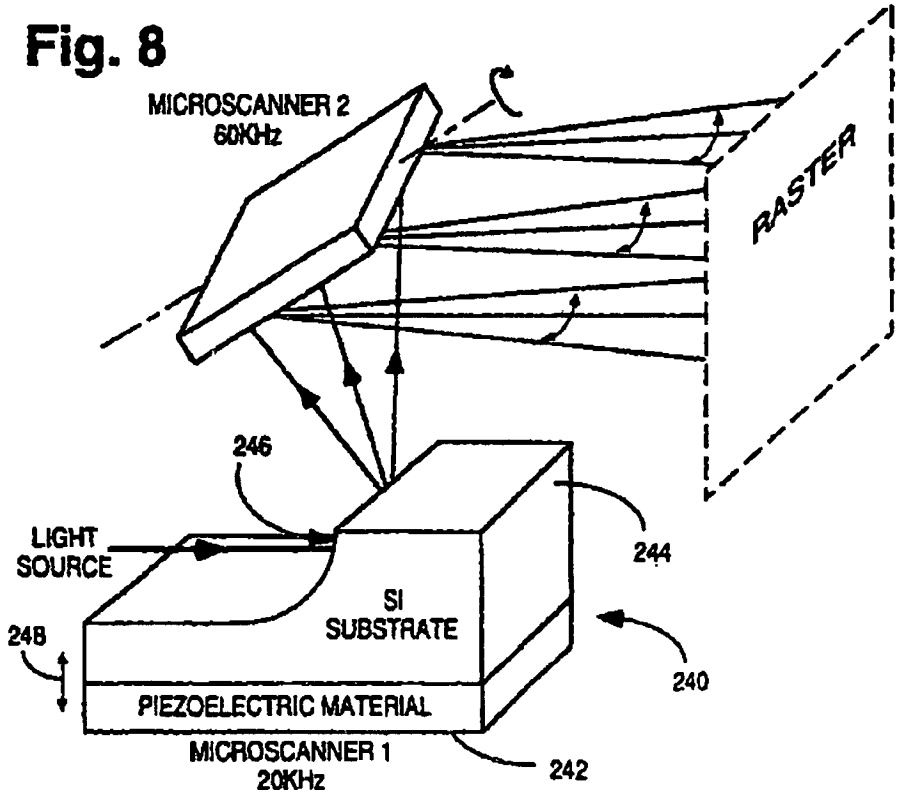

MICROSCANNER 2
60KHz
RASTER
246
LIGHT
SOURCE
244
SI
SUBSTRATE
248
240
PIEZOELECTRIC MATERIAL
MICROSCANNER 1
20KHz
242

Fig. 9

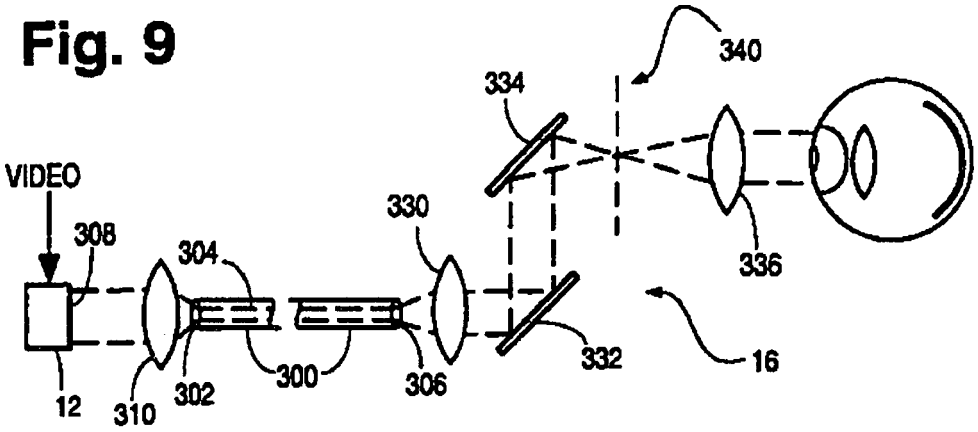


Fig. 10

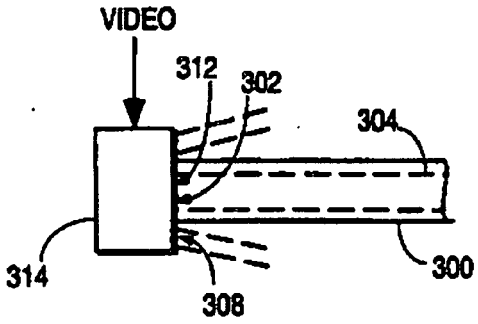


Fig. 11

