



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 11 2006 001 669 T5 2008.05.15

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2007/001680**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2006 001 669.5**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2006/019501**
(86) PCT-Anmeldetag: **19.05.2006**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **04.01.2007**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **15.05.2008**

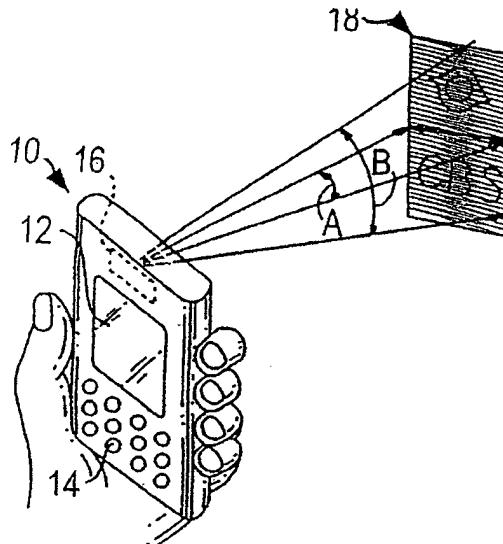
(51) Int Cl.⁸: **G02B 26/08 (2006.01)**

(30) Unionspriorität: 11/165,739 24.06.2005 US	(74) Vertreter: WAGNER & GEYER Partnerschaft Patent- und Rechtsanwälte, 80538 München
(71) Anmelder: Symbol Technologies, Inc., Holtsville, N.Y., US	(72) Erfinder: Wood, Frederick F., Medford, N.Y., US

(54) Bezeichnung: **Korrigieren der Bildverzerrung in Bildprojektoren**

(57) Hauptanspruch: Eine Anordnung zur Korrektur einer Verzerrung eines Bilds, das auf eine Projektionsoberfläche projiziert wird, die Folgendes aufweist:

- einen Laser zum Emissieren eines Laserstrahls;
- einen Scanner, der einen ersten Scanspiegel zum Hinwegstreichen eines Laserstrahls entlang einer ersten Scanrichtung aufweist, um eine Scanlinie auf der Projektionsoberfläche zu bilden, sowie einen zweiten Scanspiegel, um die Scanlinie entlang einer zweiten Scanrichtung hinwegzustreichen, die im Allgemeinen orthogonal zu der ersten Scanrichtung ist, um ein Rastermuster von Scanlinien auf der Projektionsoberfläche zu bilden, wobei die Scanlinien unterschiedliche Längen entlang der ersten Scanrichtung aufgrund unterschiedlicher Entfernen besitzen, die durch den Laserstrahl zwischen dem zweiten Scanspiegel und der Projektionsoberfläche zurückgelegt werden, wobei jede Scanlinie eine Anzahl von Pixeln entlang der ersten Scanrichtung besitzt;
- eine Antriebsschaltung zum Antrieben des ersten Scanspiegels mit einem Antriebssignal, das eine Amplitude besitzt;
- eine Rückkopplungsschaltung, um die Amplitude des Antriebssignals für jede Scanlinie zu bestimmen; und...



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich im Allgemeinen auf das Projizieren von Bildern auf eine Projektionsoberfläche, wie beispielsweise einen Bildschirm oder Ähnliches, und insbesondere auf das Korrigieren der Verzerrung solcher Bilder.

[0002] Es ist im Allgemeinen bekannt, ein zweidimensionales Bild auf eine Projektionsoberfläche, wie beispielsweise einen Bildschirm, zu projizieren und zwar basierend auf dem Oszillieren eines Paares von Scanspiegeln in zueinander senkrechten Richtungen, um einen Laserstrahl über ein Rastermuster von Scanlinien hinweg zu scannen. Die bekannten Bildprojektionssysteme projizieren jedoch das Bild mit begrenzter Auflösung, typischerweise mit weniger als einem Viertel der VGA-Qualität (VGA = Video-Graphics-Array) von 640×480 Pixeln, und mit einiger Bildverzerrung, die primär durch die Ausrichtung des Bildschirms relativ zu dem Bildprojektionssystem verursacht wird.

[0003] Wenn beispielsweise ein Bild mit einem quadratischen oder rechteckigen Bildbereich auf einen geneigten Bildschirm projiziert wird, der relativ zu einer optischen Achse, entlang derer das Bild projiziert wird, geneigt ist, dann leidet das Bild unter einer trapezförmigen oder vierseitigen Verzerrung, die in der Technik als Trapezverzerrung („Keystone“ distortion) bekannt ist. Mit anderen Worten sind Scanlinien weiter weg von dem Bildprojektionssystem gelegen, die eine längere Länge verglichen mit Scanlinien aufweisen, die dichter an dem Bildprojektionssystem liegen sind.

[0004] Als ein weiteres Beispiel kann der Bildschirm senkrecht zu der optischen Achse des Bildprojektionssystems zentral ausgerichtet sein. Wenn der Projektionswinkel sehr breit ist, dann werden die Scanlinien an der Oberseite und der Unterseite des Bildbereichs länger als die Scanlinien in der Mitte des Bildbereichs sein. Dies ist in der Technik im Allgemeinen als Seite-zu-Seiten- oder Ost-West-Kissenverzerrung („pincushion“ distortion) bezeichnet.

[0005] Eine derartige Kissen- oder Trapezverzerrung wird im Allgemeinen in der Technik durch elektronisches Abtrennen oder Abschneiden dreieckiger Abschnitte des Bildbereichs korrigiert, um den Bildbereich quadratisch oder rechteckig zu machen. Wenn dies getan wird, leider die Bildauflösung aufgrund des Verlusts verwendbarer Pixel darunter.

[0006] Demgemäß ist es ein allgemeines Ziel dieser Erfindung, die Trapez- und Kissenverzerrung durch Bildprojektoren zu verringern, wenn nicht sogar zu beseitigen.

[0007] Genauer gesagt ist es ein Ziel der vorliegen-

den Erfindung ein unverzerrtes Bild mit Scanlinien gleicher Länge zu projizieren.

[0008] Noch ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, die Bildverzerrung ohne Verlust von Bildauflösung zu korrigieren.

[0009] In Übereinstimmung mit diesen Zielen und anderen, die im Folgenden deutlich werden, besteht kurz gesagt ein Merkmal der vorliegenden Erfindung in einer Anordnung für und ein Verfahren zum Korrigieren der Verzerrung eines Bilds, das auf eine Projektionsoberfläche projiziert wird.

[0010] Ein Laser ist betriebsbereit, um einen Laserstrahl einer bestimmten Wellenlänge zu emittieren. Wenn das zu projizierende Bild in Farbe sein soll, dann werden zusätzliche Laser zum Emittieren von Laserstrahlen unterschiedlicher Wellenlängen, beispielsweise rote, blaue und grüne Laser eingesetzt, und ihre jeweiligen Laserstrahlen werden kolinear in einen zusammengesetzten Strahl angeordnet.

[0011] Ein Scanner ist betriebsbereit, um den Laserstrahl (oder den zusammengesetzten Strahl) hinwegzustreichen, um ein Rastermuster von Scanlinien zu bilden. Der Scanner umfasst einen ersten Scanspiegel zum Hinwegstreichen des Laserstrahls entlang einer ersten Scanrichtung, um eine Scanlinie auf der Projektionsoberfläche zu bilden, und einen zweiten Scanspiegel zum Hinwegstreichen der Scanlinie entlang einer zweiten Scanrichtung, die senkrecht zu der ersten Scanrichtung verläuft, um ein Rastermuster zu bilden. Die Scanlinien besitzen unterschiedliche Längen bei Betrachtung entlang der ersten Scanrichtung aufgrund unterschiedlicher Entfernung, die durch den Laserstrahl zwischen dem zweiten Scanspiegel und der Projektionsoberfläche zurückgelegt werden. Jede Scanlinie besitzt eine Anzahl von Pixeln, die entlang der ersten Scanrichtung angeordnet sind.

[0012] Eine Antriebsschaltung ist betriebsbereit, um den ersten Scanspiegel mit einem Antriebssignal mit einer Amplitude anzutreiben. Vorzugsweise oszilliert die Antriebsschaltung den ersten Scanspiegel in entgegengesetzten Umfangsrichtungen über einen ersten Scanwinkel hinweg.

[0013] Gemäß dieser Erfindung ist eine Rückkopplungsschaltung zur Bestimmung der Amplitude des Antriebssignals für jede Scanlinie vorgesehen. Eine Steuervorrichtung, vorzugsweise ein programmierter Mikroprozessor, ist betriebsbereit, um zu bewirken, dass ausgewählte Pixel durch den Laserstrahl beleuchtet und sichtbar gemacht werden, um das Bild zu erzeugen und in weiterer Übereinstimmung mit dieser Erfindung, und um die Amplitude des Antriebssignals und ihrerseits den ersten Scanwinkel für jede Scanlinie anzupassen, um die Scanlinien des Bilds mit der gleichen Länge zu erzeugen, wodurch die

Bildverzerrung korrigiert wird. Eine Benutzereingabeschnittstelle kann eingesetzt werden, um es einem Betrachter zu ermöglichen, manuell die Längen der Scanlinien anzupassen.

[0014] [Fig. 1](#) ist eine perspektivische Ansicht eines handgehaltenen Instruments, das ein unverzerrtes Bild bei einem Arbeitsabstand von diesem projiziert;

[0015] [Fig. 2](#) ist eine vergrößerte, perspektivische Überkopfansicht einer Bildprojektionsanordnung zur Installation in dem Instrument der [Fig. 1](#);

[0016] [Fig. 3](#) ist eine Draufsicht der Anordnung der [Fig. 2](#);

[0017] [Fig. 4](#) ist eine perspektivische Vorderansicht eines Trägheitsantriebs zur Verwendung in der Anordnung der [Fig. 2](#);

[0018] [Fig. 5](#) ist eine perspektivische Rückansicht des Trägheitsantriebs der [Fig. 4](#);

[0019] [Fig. 6](#) ist eine perspektivische Ansicht einer praktischen Implementierung der Anordnung der [Fig. 2](#);

[0020] [Fig. 7](#) ist eine Elektroschemablockdiagramm, das den Betrieb der Anordnung der [Fig. 2](#) darstellt;

[0021] [Fig. 8](#) ist eine perspektivische Ansicht analog zu [Fig. 1](#), die aber ein trapezverzerrtes Bild darstellt;

[0022] [Fig. 9](#) ist eine perspektivische Ansicht analog zu [Fig. 1](#), die aber ein kissenverzerrtes Bild darstellt; und

[0023] [Fig. 10](#) ist ein Blockdiagramm, das eine Anordnung zur Korrektur der in [Fig. 8–Fig. 9](#) gezeigten, verzerrten Bilder zeigt.

[0024] Das Bezugszeichen **10** in [Fig. 1](#) bezeichnet im Allgemeinen ein handgehaltenes Instrument, beispielsweise einen PDA, in dem eine leichtgewichtige, kompakte Bildprojektionsanordnung **20**, wie in [Fig. 2](#) gezeigt, angebracht und betriebsbereit ist, um ein zweidimensionales, unverzerrtes Farbbild mit einer variablen Distanz von dem Instrument zu projizieren. Als Beispiel ist ein Bild **18** innerhalb eines Arbeitsbereichs von Entfernungen relativ zu dem Instrument **10** gelegen.

[0025] Wie in [Fig. 1](#) gezeigt, erstreckt sich das unverzerrte Bild **18** über einen optischen, horizontalen Scanwinkel A, der sich entlang der horizontalen Richtung erstreckt, und über einen optischen, vertikalen Scanwinkel B, der sich entlang der vertikalen Richtung des Bilds erstreckt. Wie unten beschrieben, be-

steht das Bild aus beleuchteten und unbeleuchteten Pixeln auf einem Rastermuster von Scanlinien, über die ein Scanner in der Anordnung **20** hinwegstreicht.

[0026] Die Parallelepiped-Form des Instruments **10** stellt nur einen Formfaktor eines Gehäuses dar, in welchem die Anordnung **20** implementiert sein kann. Das Instrument kann als ein Füller bzw. Stift, ein Mobiltelefon, eine Muschelschale oder eine Armbanduhr geformt sein. In dem bevorzugten Ausführungsbeispiel misst die Anordnung **20** weniger als ungefähr **30** Kubikzentimeter im Volumen. Diese kompakte Minaturgröße ermöglicht es, dass die Anordnung **20** in den Gehäusen vieler unterschiedlicher Formen, groß oder klein, tragbar oder stationär, einschließlich einigen angebracht wird, die eine On-board-Anzeige **12**, eine Tastatur **14** und ein Fenster **16** umfassen, durch welches das Bild projiziert wird.

[0027] Bezug nehmend auf die [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) umfasst die Anordnung **20** einen Halbleiterlaser **22**, der bei Erregung einen hellen, roten Laserstrahl von ungefähr 635–655 Nanometern emittiert. Die Linse **24** ist eine biasphärisch konvexe Linse mit einer positiven Brennweite und ist betriebsbereit, um nahezu die gesamte Energie in dem roten Strahl zu sammeln und einen beugungsbegrenzten Strahl zu erzeugen. Die Linse **26** ist eine konkave Linse mit einer negativen Brennweite. Die Linsen **24**, **26** werden durch nicht dargestellte, entsprechende Linsenhaltevorrichtungen getrennt auf einer Tragevorrichtung (aus Klarheitsgründen nicht in [Fig. 2](#) dargestellt) innerhalb des Instruments **10** gehalten. Die Linsen **24**, **26** formen das Profil des roten Strahls über die Arbeitsentfernung hinweg.

[0028] Ein weiterer Halbleiterlaser **28** ist auf der Tragevorrichtung angebracht und emittiert bei Erregung einen beugungsbegrenzten blauen Laserstrahl von ungefähr 475–505 Nanometern. Eine weitere biasphärisch konvexe Linse **30** und eine konkave Linse **32** werden eingesetzt, um das Profil des blauen Strahls in einer zu den Linsen **24**, **26** analogen Art und Weise zu formen.

[0029] Ein Grünlaserstrahl mit einer Wellenlänge in der Größenordnung von 530 Nanometern wird nicht durch einen Halbleiterlaser erzeugt, sondern stattdessen durch ein grünes Modul **34** mit einer gepumpten YAG-Kristalllaserdioden im Infrarotbereich, deren Ausgestrahl 1060 Nanometer beträgt. Ein nicht-linearer Frequenzverdopplungskristall ist in dem Infrarotlaserhohlraum zwischen den beiden Laserspiegeln enthalten. Da die Infrarotlaserleistung innerhalb des Hohlraums viel größer als die Leistung ist, die außerhalb des Hohlraums gekoppelt ist, erzeugt der Frequenzverdoppler effizienter das Doppelfrequenzgrünlicht innerhalb des Hohlraums. Der Ausgabespiegel des Lasers reflektiert die 1060 nm Infrarotstrahlung und ist durchlässig gegenüber dem verdop-

pelten 530 nm Grünlaserstrahl. Da der korrekte Betrieb des Festkörperlasers und des Frequenzverdopplers eine präzise Temperatursteuerung erfordern, wird eine Halbleitervorrichtung, wie beispielsweise eine thermo-elektrische Kühlvorrichtung die auf dem Peltier-Effekt beruht, verwendet wird, um die Temperatur des Grünlasermoduls zu steuern. Die thermoelektrische Kühlvorrichtung kann die Vorrichtung entweder erwärmen oder abkühlen, und zwar abhängig von der Polarität des angelegten Stroms. Ein Thermistor ist Teil des Grünlasermoduls, um seine Temperatur zu überwachen. Die Ausgabe von dem Thermistor wird in die Steuervorrichtung eingespeist, welche den Steuerstrom an die thermo-elektrische Kühlvorrichtung demgemäß anpasst.

[0030] Wie unten beschrieben, werden die Laser im Betrieb mit Frequenzen in der Größenordnung von 100 MHz pulsiert. Die roten und blauen Halbleiterlaser **22, 28** können mit derart hohen Frequenzen pulsiert werden, die gegenwärtig verfügbaren grünen Festkörperlaser können dies jedoch nicht. Als eine Folge davon wird der grüne Laserstrahl, der aus dem grünen Modul **34** austritt, mit einem akustooptischen Modulator (AOM) **36** pulsiert, der eine akustische, stehende Welle innerhalb eines Kristalls zur Beugung des grünen Strahls erzeugt. Der AOM **36** erzeugt jedoch einen nicht beugenden Strahl **38** nullter Ordnung und einen pulsierten, gebeugten Strahl **40** erster Ordnung. Die Strahlen **38, 40** divergieren voneinander und um sie zu trennen, um den unerwünschten Strahl **38** nullter Ordnung zu beseitigen, werden die Strahlen **38, 40** entlang eines langen, gefalteten Pfads mit einem Faltspiegel **42** geführt. Alternativ kann der AOM entweder außerhalb oder innerhalb des grünen Lasermoduls verwendet werden, um den grünen Laserstrahl zu pulsieren. Andere mögliche Wege, den grünen Laserstrahl zu modulieren, umfassen die Elektroabsorptionsmodulation oder den Mach-Zender-Interferometer. Der AOM ist schematisch in [Fig. 2](#) gezeigt.

[0031] Die Strahlen **38, 40** werden durch die positiven und negativen Linsen **44, 46** geführt. Es wird jedoch zugelassen, dass nur der gebeugte grüne Strahl **40** auf den Faltspiegel **48** auftrifft und von diesem reflektiert wird. Der nicht gebeugte Strahl **38** wird durch einen Absorber **50**, der vorzugsweise auf dem Spiegel **48** angebracht ist, absorbiert.

[0032] Die Anordnung umfasst ein Paar von dichroitischen Filtern **52, 54**, die angeordnet sind, um die grünen, blauen und roten Strahlen so kollinear wie möglich zu machen, bevor sie eine Scananordnung **60** erreichen. Der Filter **52** ermöglicht es, dass der grüne Strahl **40** durch diesen passiert, aber der blaue Strahl **56** von dem blauen Laser **28** durch den Interferenzeffekt reflektiert wird. Der Filter **54** ermöglicht es, dass die grünen und blauen Strahlen **40, 56** durch diesen passieren, aber der rote Strahl **58** von dem ro-

ten Laser **22** durch den Interferenzeffekt reflektiert wird.

[0033] Die nahezu kollinearen Strahlen **40, 56, 58** werden zu einem stationären Aufprallspiegel **62** geleitet und von diesem reflektiert. Die Scananordnung **60** umfasst einen ersten Scanspiegel **64**, der durch einen Trägheitsantrieb **66** (isoliert in [Fig. 4–Fig. 5](#) gezeigt) mit einer ersten Scanrate oszillierbar ist, um die von dem Aufprallspiegel **62** reflektierten Laserstrahlen über den ersten horizontalen Scanwinkel A hinwegzustreichen, und ein zweiter Scanspiegel **68** ist durch einen elektromagnetischen Antrieb **70** mit einer zweiten Scanrate oszillierbar, um die Laserstrahlen, die von dem ersten Scanspiegel **64** reflektiert werden über den zweiten vertikalen Scanwinkel B hinwegzustreichen. In einer abweichenden Konstruktion können die Scanspiegel **64, 68** durch einen einzelnen Zweiachsenspiegel ersetzt werden.

[0034] Der Trägheitsantrieb **66** ist eine Hochgeschwindigkeitskomponente mit geringem elektrischen Leistungsverbrauch. Details des Trägheitsantriebs können in der U.S. Patentanmeldung Serien-Nr. 10/387,878, eingereicht am 13. März 2003, und die der gleichen Anmelderin wie die vorliegende Anmeldung zugewiesen und hierin durch Bezugnahme enthalten, gefunden werden. Die Verwendung des Trägheitsantriebs verringert den Leistungsverbrauch der Scananordnung **60** auf weniger als ein Watt und in dem Fall des Projizieren eines Farbbilds, wie unten beschrieben, auf weniger als zehn Watt.

[0035] Der Antrieb **66** umfasst einen beweglichen Rahmen **74** zum Tragen des Scanspiegels **64** mittels einer Anlenkung, die ein Paar von kollinearen Anlenkungsteilen **76, 78** umfasst, die sich entlang einer Anlenkungssachse **65** erstrecken und zwischen gegenüberliegenden Bereichen des Scanspiegels **64** und gegenüberliegenden Bereichen des Rahmens verbunden sind. Der Rahmen **74** muss den Scanspiegel **64** nicht umgeben, wie es gezeigt ist.

[0036] Der Rahmen, die Anlenkungsteile und der Scanspiegel werden aus einem einstückigen, im Allgemeinen planaren Siliciumsubstrat gebildet, welches ungefähr 150 μ dick ist. Das Silicium wird geätzt, um omegaformige Schlitze zu bilden, die obere parallele Schlitzbereiche, untere parallele Schlitzbereiche und U-förmige, mittlere Schlitzbereiche besitzen. Der Scanspiegel **64** besitzt vorzugsweise eine ovale Form und kann sich frei in den Schlitzbereichen bewegen. In dem bevorzugten Ausführungsbeispiel belaufen sich die Abmessungen entlang der Achsen des ovalförmigen Scanspiegels auf 749 μ × 1600 μ . Jeder Anlenkungsteil misst 27 μ in der Breite und 1130 μ in der Länge. Der Rahmen besitzt eine rechteckige Form und misst 3100 μ in der Breite und 4600 μ in der Länge.

[0037] Der Trägheitsantrieb ist auf einer im Allgemeinen planaren gedruckten Leiterplatte **80** angebracht und ist betriebsbereit, um direkt den Rahmen zu bewegen und durch Trägheit indirekt den Scanspiegel **64** um die Anlenkungssachse zu oszillieren. Ein Ausführungsbeispiel des Trägheitsantriebs umfasst ein Paar von piezoelektrischen Transducern bzw. Wandlern **82, 84**, die sich senkrecht auf der Platte **80** und in Kontakt mit beabstandeten Teilen des Rahmens **74** auf beiden Seiten des Anlenkungsteils **76** erstrecken. Ein Klebstoff kann verwendet werden, um einen dauerhaften Kontakt zwischen einem Ende jedes Wandlers und jedem Rahmenteil sicherzustellen. Das gegenüberliegende Ende jedes Wandlers ragt aus der Rückseite der Platte **80** hervor und ist elektrisch durch die Drähte **86, 88** mit einer periodischen alternierenden Spannungsquelle (nicht gezeigt) verbunden.

[0038] Im Gebrauch legt die Antriebsschaltung ein periodisches Antriebsspannungssignal an jeden Wandler an und veranlasst den jeweiligen Wandler sich abwechselnd in der Länge auszudehnen und zusammenzuziehen. Wenn sich der Wandler **82** ausdehnt, zieht sich der Wandler **84** zusammen und umgekehrt, wodurch die beabstandeten Rahmenteile simultan geschoben und gezogen werden und bewirkt wird, dass sich der Rahmen um die Anlenkungssachse verdreht. Die Antriebsspannung besitzt eine Antriebsfrequenz, die der mechanischen Resonanzfrequenz des Scanspiegels entspricht. Der Scanspiegel wird von seiner ursprünglichen Ruheposition bewegt, bis er ebenfalls um die Anlenkungssachse mit der mechanischen Resonanzfrequenz oszilliert. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel sind der Rahmen und der Scanspiegel ungefähr 150μ dick und der Scanspiegel besitzt einen hohen Q-Faktor. Eine Bewegung in der Größenordnung von 1μ durch jeden Wandler kann die Oszillation des Scanspiegels mit Scanraten von mehr als 20 kHz bewirken.

[0039] Ein weiteres Paar von piezoelektrischen Wandlern **90, 92** erstreckt sich senkrecht zu der Platte **80** und in dauerhaften Kontakt mit beabstandeten Teilen des Rahmens **74** an beiden Seiten des Anlenkungsteils **78**. Die Wandler **90, 92** dienen als Rückkopplungsvorrichtungen, um die Oszillationsbewegung des Rahmens und folglich des Scanspiegels **64** zu überwachen und um elektrische Rückkopplungssignale zu erzeugen und entlang der Drähte **94, 96** zu einer Rückkopplungssteuerschaltung zu leiten (nicht in [Fig. 5](#) gezeigt).

[0040] Alternativ können anstelle der Verwendung piezoelektrischer Wandler **90, 92** zur Rückkopplung, eine magnetische Rückkopplung verwendet werden, wo ein Permanentmagnet auf der Rückseite des Hochgeschwindigkeitsspiegels angebracht ist und eine externe elektromagnetische Spule verwendet wird, um das sich verändernde Magnetfeld, das

durch den oszillierenden Magneten erzeugt wird, aufzunehmen.

[0041] Obwohl Licht von der Außenoberfläche des Scanspiegels reflektiert werden kann, ist es wünschenswert die Oberfläche des Spiegels **64** mit einer spiegelnden Beschichtung, die aus Gold, Silber, Aluminium oder einer speziell ausgelegten, hochreflektiven, dielektrischen Beschichtung besteht, zu beschichten.

[0042] Der elektromagnetische Antrieb **70**, umfasst einen Permanentmagneten der gemeinsam auf und hinter dem zweiten Scanspiegel **68** angebracht ist, und eine elektromagnetische Antriebsspule **72**, die betriebsbereit ist, um ein periodisches Magnetfeld ansprechend auf den Empfang eines periodischen Antriebssignals zu erzeugen. Die Antriebsspule **72** ist benachbart zu dem Magneten, so dass das periodische Feld magnetisch mit dem permanenten Feld des Magneten interagiert und bewirkt, dass der Magnet und seinerseits der zweite Scanspiegel **68** oszillieren.

[0043] Der Trägheitsantrieb **66** oszilliert den Scanspiegel **64** mit einer hohen Geschwindigkeit mit einer Scanrate, die vorzugsweise größer als 5 kHz ist und insbesondere in der Größenordnung von 18 kHz oder mehr liegt. Diese hohe Scanrate liegt bei einer unhörbaren Frequenz, wodurch Geräusche und Vibration minimiert werden. Der elektromagnetische Antrieb **70** oszilliert den Scanspiegel **68** mit einer langsameren Scanrate in der Größenordnung von 40 Hz, was ausreichend schnell ist, um es zu ermöglichen, dass das Bild auf einer menschlichen Augennetz haut ohne übermäßiges Flimmern bleibt.

[0044] Der schnellere Spiegel **64** streicht über eine horizontale Scanlinie hinweg, und der langsamere Spiegel **68** streicht über die horizontale Scanlinie vertikal hinweg, wodurch ein Rastermuster erzeugt wird, welches ein Netz oder eine Sequenz annähernd paralleler Scanlinien ist, aus denen das Bild konstruiert wird. Jede Scanlinie besitzt eine Anzahl von Pixeln. Die Bildauflösung besitzt vorzugsweise die XGA-Qualität von 1024×768 Pixeln. Über einen begrenzten Arbeitsbereich können wir einen hochauflösenden Fernsehstandard, bezeichnet als 720p, von 1270×720 Pixeln anzeigen. In einigen Anwendungen ist eine einhalbfache VGA-Qualität von 320×480 Pixeln oder eine einviertelfache VGA-Qualität von 320×240 Pixeln ausreichend. Minimal ist eine Auflösung von 160×160 Pixeln erwünscht.

[0045] Die Rollen der Spiegel **64, 68** könnten umgekehrt werden, so dass der Spiegel **68** schneller und der Spiegel **64** langsamer ist. Der Spiegel **64** könnte ebenfalls ausgelegt sein, um über die vertikale Scanlinie hinwegzustreichen, in welchem Fall der Spiegel **68** über die horizontale Scanlinie hinwegstreichen

würde. Der Trägheitsantrieb kann ebenfalls verwendet werden, um den Spiegel **68** anzutreiben. In der Tat könnte jeder der beiden Spiegel durch einen elektromechanischen, elektrischen, mechanischen, elektrostatischen, magnetischen oder elektromagnetischen Antrieb angetrieben werden.

[0046] Der langsame Spiegel wird in einem Hinweg-streichmodus mit konstanter Geschwindigkeit betrieben, in welcher Zeit das Bild angezeigt wird. Während der Rückkehr des Spiegels wird der Spiegel zurück in die Ausgangsposition mit seiner natürlichen Frequenz, die signifikant höher ist, geschwenkt. Während der Rückkehrstrecke des Spiegels können die Laser abgeschaltet werden, um den Leistungsverbrauch der Vorrichtung zu verringern.

[0047] [Fig. 6](#) ist eine praktische Implementierung der Anordnung **20** in der gleichen Perspektive wie der [Fig. 2](#). Die zuvor erwähnten Komponenten werden auf einer Tragevorrichtung angebracht, die eine obere Abdeckung **100** und eine Trageplatte **102** umfasst. Haltevorrichtungen **104, 106, 108, 110, 112** halten jeweils die Faltspiegel **42, 48**, die Filter **52, 54** und den Abprallspiegel **62** in gegenseitiger Ausrichtung. Jede Haltevorrichtung besitzt eine Vielzahl von Positionierungsschlitten zur Aufnahme von Positionierungsstifte bzw. -pfosten, die stationär auf der Tragevorrichtung angebracht sind. Auf diese Weise sind die Spiegel und Filter in korrekter Weise positioniert. Wie gezeigt, gibt es drei Pfosten, wodurch zwei Winkelanpassungen und eine seitliche bzw. laterale Anpassung ermöglicht werden. Jede Haltevorrichtung kann in ihrer Endposition verklebt werden.

[0048] Das Bild wird durch selektive Beleuchtung der Pixel in einer oder mehreren der Scanlinien konstruiert. Wie unten in größerem Detail mit Bezugnahme auf [Fig. 7](#) beschrieben, bewirkt eine Steuervorrichtung **114**, dass ausgewählte Pixel in dem Rastermuster beleuchtet werden, und durch die drei Laserstrahlen sichtbar gemacht werden. Beispielsweise leiten rote, blaue und grüne Leistungssteuervorrichtungen **116, 118, 120** jeweils elektrische Ströme zu den roten, blauen und grünen Lasern **22, 28, 34**, um letztere zu erregen, um die jeweiligen Lichtstrahlen bei jedem ausgewählten Pixel zu emittieren und leiten keine elektrischen Ströme zu den roten, blauen und grünen Lasern, um letztere zu unterdrücken, um die anderen, nicht ausgewählten Pixel nicht zu beleuchten. Das entstehende Muster von beleuchteten und nicht beleuchteten Pixeln weist das Bild auf, welches jegliche Anzeige einer menschen- oder maschinenlesbaren Information oder Graphik sein kann.

[0049] Bezug nehmend auf [Fig. 1](#) ist das Rastermuster in einer vergrößerten Ansicht gezeigt. Beginnend bei einem Endpunkt werden die Laserstrahlen durch den Trägheitsantrieb entlang der horizontalen Richtung mit der horizontalen Scanrate zu einem ge-

genüberliegenden Endpunkt hinweggestrichen, um eine Scanlinie zu bilden. Daraufhin werden die Laserstrahlen durch den elektromagnetischen Antrieb **70** entlang der vertikalen Richtung mit der vertikalen Scanrate zu einem anderen Endpunkt hinweggestrichen, um eine zweite Scanlinie zu bilden. Die Bildung aufeinander folgender Scanlinien schreitet in der gleichen Art und Weise voran.

[0050] Das Bild wird in dem Rastermuster durch Erregen oder An- und Aus-Pulsieren des Lasers zu ausgewählten Zeiten unter Steuerung des Mikroprozessors **114** oder der Steuerschaltung durch Betrieb der Leistungssteuervorrichtungen **116, 118, 120** erzeugt. Die Laser erzeugen sichtbares Licht und werden nur angeschaltet, wenn ein Pixel in dem erwünschten Bild gesehen werden soll. Die Farbe jedes Pixels wird durch eine oder mehrere der Farben der Strahlen bestimmt. Jegliche Farbe im Spektrum des sichtbaren Lichts kann durch selektive Überlagerung von einem oder mehreren der roten, blauen und grünen Laser gebildet werden. Das Rastermuster ist ein Netz, das aus mehreren Pixeln auf einer Linie und mehreren Linien besteht. Das Bild ist eine Bitmap ausgewählter Pixel. Jeder Buchstabe oder jede Zahl, jegliche graphische Darstellung oder Logo, und sogar maschinenlesbare Strichcodesymbole können als ein Bitmapbild abgebildet werden.

[0051] Wie in [Fig. 7](#) gezeigt, wird ein eingehendes Videosignal mit vertikalen und horizontalen Synchronisationsdaten, ebenso wie Pixel- und Clock- bzw. Taktungsdaten, zu den roten, blauen und grünen Puffern **122, 124, 126** unter der Steuerung des Mikroprozessors **114** gesendet. Die Speicherung eines vollständigen VGA-Rahmens erfordert viele Kilobytes und es wäre wünschenswert, ausreichend Speicher in den Puffern für zwei vollständige Rahmen zu besitzen, um zu ermöglichen, dass ein Rahmen geschrieben wird, während ein weiterer Rahmen bearbeitet und projiziert wird. Die gepufferten Daten werden an einen Formstrier **128** unter der Steuerung eines Geschwindigkeits-Profilers **130** und zu roten, blauen und grünen Nachschlagtabellen (LUTs = Look Up Tables) **132, 134, 136** gesendet, um inhärente, interne Verzerrungen zu korrigieren, die durch das Scannen verursacht werden, ebenso wie geometrische Verzerrungen, die durch den Winkel der Anzeige des projizierten Bilds verursacht werden. Die resultierenden roten, blauen und grünen digitalen Signale werden in rote, blaue und grüne analoge Signale durch Digital-zu-Analog-Wandler (DAs = Digital to Analog Converters) **138, 140, 142** umgewandelt. Die roten und blauen analogen Signale werden den roten und blauen Laserantrieben (LDs = Laser Drivers) **144, 146** zugeführt, die ebenfalls mit den roten und blauen Leistungssteuervorrichtungen **116, 118** verbunden sind. Das grüne analoge Signal wird dem AOM-Hochfrequenzantrieb (RF = Radio Frequency) **150** und seinerseits dem grünen Laser **34** zugeführt,

der ebenfalls mit einem grünen Laserantrieb **148** und mit der grünen Leistungssteuervorrichtung **120** verbunden ist.

[0052] Die Rückkopplungssteuerungen sind ebenfalls in [Fig. 7](#) gezeigt, einschließlich der roten, blauen und grünen Photodiodenverstärker **152**, **154**, **156** verbunden mit roten, blauen und grünen Analog-zu-Digital-(A/D)Wandlern **158**, **160**, **162** und ihrerseits mit dem Mikroprozessor **114**. Die Wärme wird durch einen Thermistorverstärker **164**, verbunden mit einem A/D-Wandler **166** und dieser seinerseits mit dem Mikroprozessor überwacht.

[0053] Die Scanspiegel **64**, **68** werden durch die Antriebsvorrichtungen **168**, **170** angetrieben, die mit analogen Antriebssignalen von den DACs **172**, **174** versorgt werden, die ihrerseits mit dem Mikroprozessor verbunden sind. Die Rückkopplungsverstärker **176**, **178** detektieren die Position der Scanspiegel **64**, **68** und sind mit den Rückkopplungs-A/Ds **180**, **182** und diese ihrerseits mit dem Mikroprozessor verbunden.

[0054] Eine Leistungsmanagementschaltung **184** ist betriebsbereit, um die Leistung zu minimieren, während schnelle Einschaltzeiten ermöglicht werden, vorzugsweise indem der grüne Laser zu allen Zeiten angeschaltet bleibt und durch Halten des Stroms der roten und blauen Laser gerade unterhalb der Laserschwelle.

[0055] Ein Lasersicherheitsabschaltschaltung **186** ist betriebsbereit, um die Laser abzuschalten, wenn detektiert wird, dass einer der beiden Scanspiegel **64**, **68** sich in einer Fehlposition befindet.

[0056] Sich [Fig. 8](#) zuwendend, ist ein trapezverzerrtes Bild **200** als von dem Instrument **10** projiziert, dargestellt, und zwar vor der Korrektur gemäß dieser Erfindung. Wie gezeigt, wird das Bild **200** auf einen geneigten Bildschirm **202** projiziert, wo der obere Teil des Bildschirms weiter weg von dem Instrument liegt, und der untere Teil des Bildschirms dichter an dem Instrument liegt. Als eine Folge davon, sind die Scanlinien am oberen Teil des Bildschirms länger als die Scanlinien am unteren Teil des Bildschirms. Wenn der Bildschirm auf die andere Weise geneigt wäre, wären die Scanlinien am unteren Teil des Bildschirms länger als die Scanlinien am oberen Teil des Bildschirms. Der Bildschirm **202** selbst, muss nicht relativ zu dem Austrittsfenster **16** des Instruments geneigt sein, da das Instrument **10** mit einem Winkel zu dem Bildschirm ausgerichtet sein könnte, oder sowohl der Bildschirm als auch das Instrument geneigt sein könnten. Auf diese Weise ist die Verzerrung eine Funktion der unterschiedlichen Entfernungen und der unterschiedlichen Scanwinkel die durch den Laserstrahl zwischen dem zweiten Scanspiegel **68** und dem Bildschirm **202** zurückgelegt werden. Wenn der

Laserstrahl eine längere Entfernung zurücklegt, dann ist die Scanlinie länger und der Scanwinkel, über den der Laserstrahl hinweggestrichen wird, ist länger. Längere Linien in dem projizierten Bild sind unzufriedenstellend, da ein Betrachter die Linien in einem quadratischen oder einem rechtwinkligen Bildbereich und nicht in einem trapezförmigen Bereich betrachten möchte.

[0057] [Fig. 9](#) ist ein kissenverzerrtes Bild **204**, und zwar vor der Korrektur gemäß dieser Erfindung. In diesem Fall ist der Bildschirm **202** parallel zu dem Austrittsfenster **16** des Instruments und ist senkrecht und zentral relativ zu der optischen Achse gelegen, entlang derer der Laserstrahl projiziert wird. Aufgrund des sehr breiten Projektionswinkels, z.B. $\pm 30^\circ$, sind die Scanlinien an den oberen und den unteren Teilen des Bilds **204** jedoch länger als die Scanlinien in der Mitte des Bilds, wodurch das Bild mit eingedrückten Seiten erzeugt wird.

[0058] Um derartige Gebrauchsverzerrungen zu korrigieren, stellt [Fig. 10](#) eine Anordnung dar, in der die zuvor erwähnte Mikrosteuervorrichtung **114**, vorzugsweise ein Mikroprozessor, betriebsmäßig mit der Antriebsschaltung **168** für den ersten (X-Achsen-) Scanspiegel **64** verbunden ist. Die Antriebsschaltung **168** erzeugt ein Antriebssignal mit einer Amplitude. Das Antriebssignal wird zu einem Antriebsmotor **206** für den ersten Scanspiegel **64** geleitet. Wie zuvor beschrieben, wird in dem bevorzugten Ausführungsbeispiel das Antriebssignal entlang der Drähte **86**, **88** (siehe [Fig. 4](#)) geleitet, um die piezoelektrischen Wandler **82**, **84** zu erregen. Je größer die Amplitude des Antriebssignals, desto größer ist die bogenförmige Entfernung über die der erste Scanspiegel **64** oszilliert, und umgekehrt.

[0059] Wie ebenfalls zuvor beschrieben werden die piezoelektrischen Wandler **90**, **92** in [Fig. 5](#) als Rückkopplungsvorrichtungen verwendet, um ein Rückkopplungssignal zu erzeugen, welches entlang der Drähte **94**, **96** zu dem Rückkopplungsverstärker **176** geleitet wird, wobei das Rückkopplungssignal eine Amplitude besitzt, die der Amplitude des Antriebssignals für jede Scanlinie entspricht. Anstelle der piezoelektrischen Wandler kann, wiederum wie oben beschrieben, eine elektromagnetische Rückkopplungsspule **208** als Rückkopplungsvorrichtung verwendet werden. Die Rückkopplungsspule **208** erzeugt das Rückkopplungssignal durch Magnetfeldinteraktion mit einem Permanentmagneten, die gemeinsam auf dem ersten Scanspiegel **64** angebracht sind.

[0060] Der Mikroprozessor **114** ist betriebsbereit, um das Rückkopplungssignal zu empfangen und dessen Amplitude zu messen. Durch Zurückgreifen auf eine Nachschlagtabelle (LUT) **210**, bestimmt der Mikroprozessor die Amplitude des Antriebssignals und seinerseits den Scanwinkel A. Sobald die An-

triebssignalamplitude für jede Scanlinie bekannt ist, vergleicht der Mikroprozessor sie miteinander und bestimmt welche Scanlinien sich voneinander in der Länge unterscheiden. Der Mikroprozessor passt dann die Amplitude des Antriebssignals für jede Scanlinie an, um Scanlinien mit der gleichen Länge zu erzeugen, wodurch die Bildverzerrung korrigiert wird.

[0061] Folglich wird gemäß dieser Erfindung die Antriebssignalamplitude des Trägheitsantriebs **66**, der den Scanspiegel **64** oszilliert, oder anders gesagt der Scanwinkel A über den der erste Scanspiegel **64** oszilliert wird, gesteuert, und zwar durch aktives Verändern der Antriebssignalamplitude (oder des Scanwinkels) für jede Scanlinie während jedes Rahmens. Beispielsweise würde die Antriebssignalamplitude verringert werden, um eine Scanlinie zu verkürzen, die weiter von dem Instrument als eine weitere Scanlinie gelegen ist. In dem Fall der Trapezverzerrung der **Fig. 8** würde die Antriebssignalamplitude gesteuert werden, um eine Linearanstiegswellenform zu sein, die sich für jeden Rahmen wiederholt. Um sowohl die Kissen- als auch Trapezverzerrung zu korrigieren, würde die Antriebssignalamplitude gesteuert werden, um nicht-linear zu sein.

[0062] Der Korrekturbetrag ist vorzugsweise durch eine Benutzerschnittstelle **212** benutzeranpassbar, die betriebsmäßig mit dem Mikroprozessor verbunden ist. Diese Schnittstelle kann eine der Tasten auf der Tastatur **14** oder ein ausgewählter Kontaktbereich auf der Anzeige **12** sein. Keine Bildauflösung geht mit dieser Erfindung verloren, da kein Abschneiden von Pixeln stattfindet.

[0063] Was als neu beansprucht und durch das Patent geschützt werden soll, ist in den beigefügten Ansprüchen dargelegt.

ZUSAMMENFASSUNG

[0064] Eine Anordnung für und ein Verfahren zum Korrigieren der Bildverzerrung in einem Bildprojektionssystem umfassen das Bringen sämtlicher Scanlinien des projizierten Bilds auf die gleiche Länge durch Anpassen der Amplitude eines Antriebssignals, das verwendet wird, um einen Laserstrahl hinwegzustreichen, um jede Scanlinie des Bilds zu bilden.

Patentansprüche

1. Eine Anordnung zur Korrektur einer Verzerrung eines Bilds, das auf eine Projektionsoberfläche projiziert wird, die Folgendes aufweist:
 a) einen Laser zum Emissieren eines Laserstrahls;
 b) einen Scanner, der einen ersten Scanspiegel zum Hinwegstreichen eines Laserstrahls entlang einer ersten Scanrichtung aufweist, um eine Scanlinie auf der Projektionsoberfläche zu bilden, sowie einen

zweiten Scanspiegel, um die Scanlinie entlang einer zweiten Scanrichtung hinwegzustreichen, die im Allgemeinen orthogonal zu der ersten Scanrichtung ist, um ein Rastermuster von Scanlinien auf der Projektionsoberfläche zu bilden, wobei die Scanlinien unterschiedliche Längen entlang der ersten Scanrichtung aufgrund unterschiedlicher Entferungen besitzen, die durch den Laserstrahl zwischen dem zweiten Scanspiegel und der Projektionsoberfläche zurückgelegt werden, wobei jede Scanlinie eine Anzahl von Pixeln entlang der ersten Scanrichtung besitzt;
 c) eine Antriebsschaltung zum Antreiben des ersten Scanspiegels mit einem Antriebssignal, das eine Amplitude besitzt;
 d) eine Rückkopplungsschaltung, um die Amplitude des Antriebssignals für jede Scanlinie zu bestimmen; und
 e) eine Steuervorrichtung, um zu bewirken, dass ausgewählte Pixel durch den Laserstrahl beleuchtet und sichtbar gemacht werden, um das Bild zu erzeugen, und um die Amplitude des Antriebssignals für jede Scanlinie anzupassen, um die Scanlinien des Bilds mit der gleichen Länge zu erzeugen, wodurch die Bildverzerrung korrigiert wird.

2. Anordnung gemäß Anspruch 1, sowie zusätzliche Laser zum Emissieren jeweiliger Laserstrahlen unterschiedlicher Wellenlängen, sowie eine optische Anordnung zur kollinearen Anordnung sämtlicher Laserstrahlen in einem zusammengesetzten Strahl, der auf den ersten Scanspiegel gerichtet wird.

3. Anordnung gemäß Anspruch 1, wobei die Antriebsschaltung betriebsbereit ist, um den ersten Scanspiegel in entgegengesetzter Umfangsrichtung über einen ersten Scanwinkel hinweg zu oszillieren, und wobei die Steuervorrichtung betriebsbereit ist, um den ersten Scanwinkel anzupassen, indem die Amplitude des Antriebssignals angepasst wird.

4. Anordnung gemäß Anspruch 1, wobei die Steuervorrichtung einen Mikroprozessor und eine Nachschlagetabelle umfasst, in der die Werte der Amplitude des Antriebssignals gespeichert sind.

5. Anordnung gemäß Anspruch 4, sowie eine Benutzereingabeschnittstelle mit einem Mikroprozessor zur manuellen Anpassung der Längen der Scanlinien, um die Bildverzerrung zu entfernen.

6. Anordnung gemäß Anspruch 1, wobei die Projektionsoberfläche ein planarer Bildschirm ist.

7. Ein Verfahren zur Korrektur der Verzerrung eines Bilds, das auf eine Projektionsoberfläche projiziert wird, das die folgenden Schritte aufweist:
 a) Emissieren eines Laserstrahls;
 b) Hinwegstreichen des Laserstrahls mit einem ersten Scanspiegel entlang einer ersten Scanrichtung, um eine Scanlinie auf der Projektionsoberfläche zu

bilden, und Hinwegstreichen der Scanlinie mit einem zweiten Scanspiegel entlang einer zweiten Scanrichtung, die im Allgemeinen orthogonal zu der ersten Scanrichtung ist, um ein Rastermuster von Scanlinien auf der Projektionsoberfläche zu bilden, wobei die Scanlinien unterschiedliche Längen entlang der ersten Scanrichtung aufgrund unterschiedlicher Entfernung besitzen, die durch den Laserstrahl zwischen dem zweiten Scanspiegel und der Projektionsoberfläche zurückgelegt werden, wobei jede Scanlinie eine Anzahl von Pixeln entlang der ersten Scanrichtung besitzt;

- c) Antreiben des ersten Scanspiegels mit einem Antriebssignal, das eine Amplitude besitzt;
- d) Bestimmen der Amplitude des Antriebssignals für jede Scanlinie; und
- e) Veranlassen, dass ausgewählte Pixel durch den Laserstrahl beleuchtet und sichtbar gemacht werden, und Anpassen der Amplitude des Antriebssignals für jede Scanlinie, um die Scanlinien des Bilds mit der gleichen Länge zu erzeugen, wodurch die Bildverzerrung korrigiert wird.

8. Verfahren gemäß Anspruch 7, sowie das Emittern entsprechender Laserstrahlen unterschiedlicher Wellenlängen und das kollineare Anordnen sämtlicher Laserstrahlen in einen zusammengesetzten Strahl, der auf den ersten Scanspiegel gerichtet wird.

9. Verfahren gemäß Anspruch 7, wobei der Antriebsschritt das Oszillieren des ersten Scanspiegels in entgegengesetzten Umfangsrichtungen über einen ersten Scanwinkel hinweg umfasst, und wobei der Anpassungsschritt durch Anpassen des ersten Scanwinkels ausgeführt wird, indem die Amplitude des Antriebssignals angepasst wird.

10. Verfahren gemäß Anspruch 7, sowie das Speichern der Werte der Amplitude des Antriebssignals in einer Nachschlagetabelle.

11. Verfahren gemäß Anspruch 10, sowie das manuelle Anpassen der Längen der Scanlinien, um die Bildverzerrung zu entfernen.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

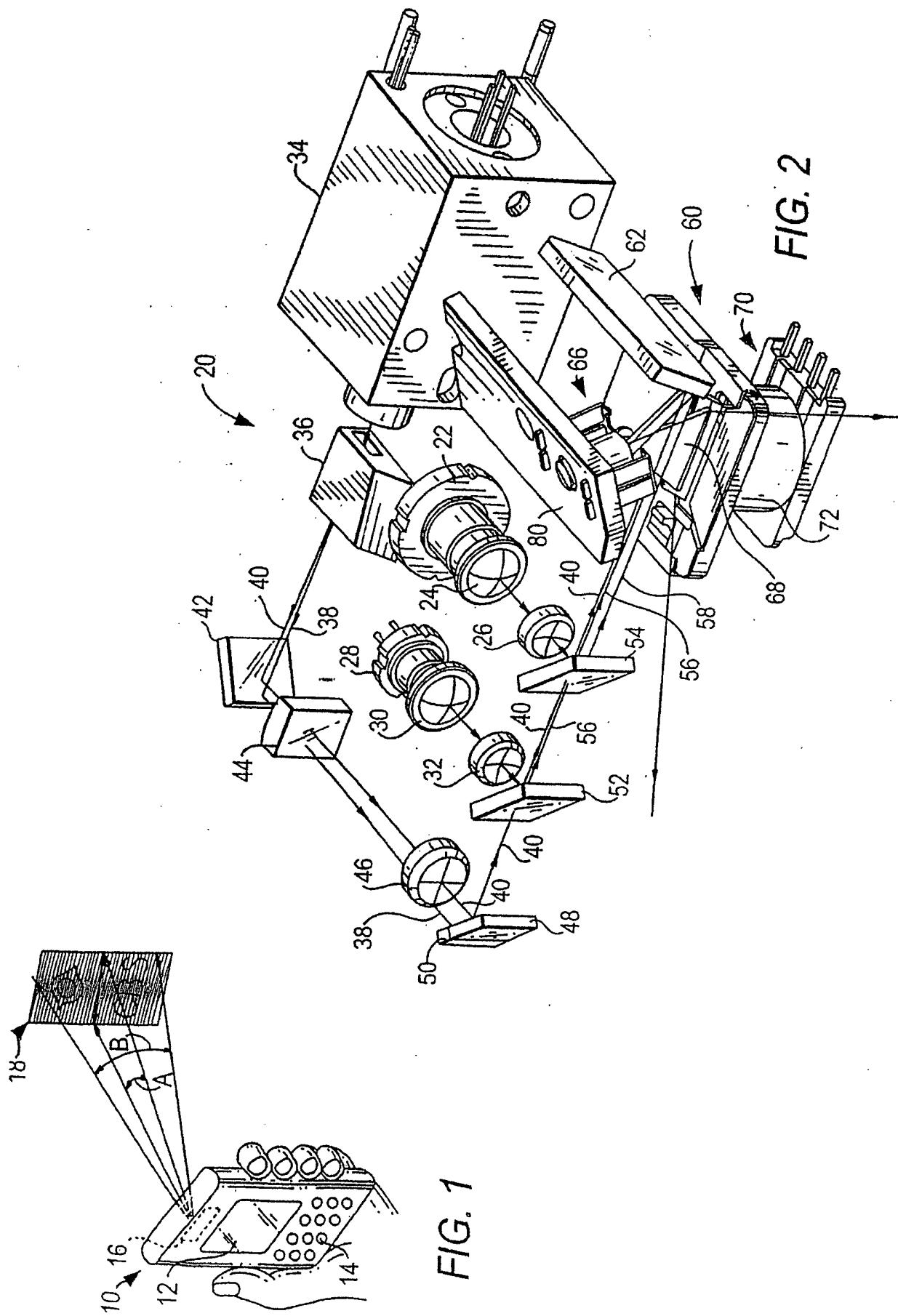
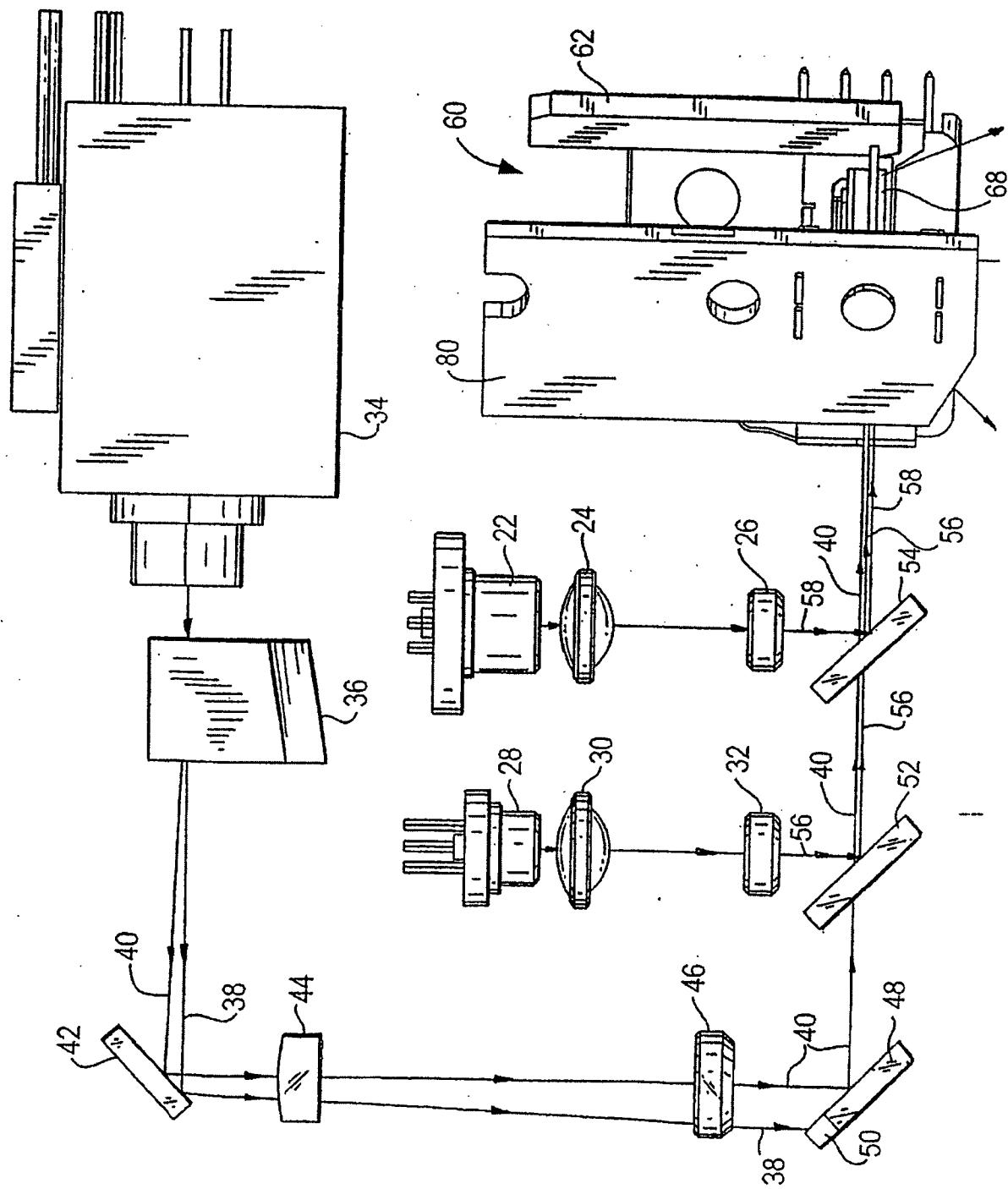


FIG. 3



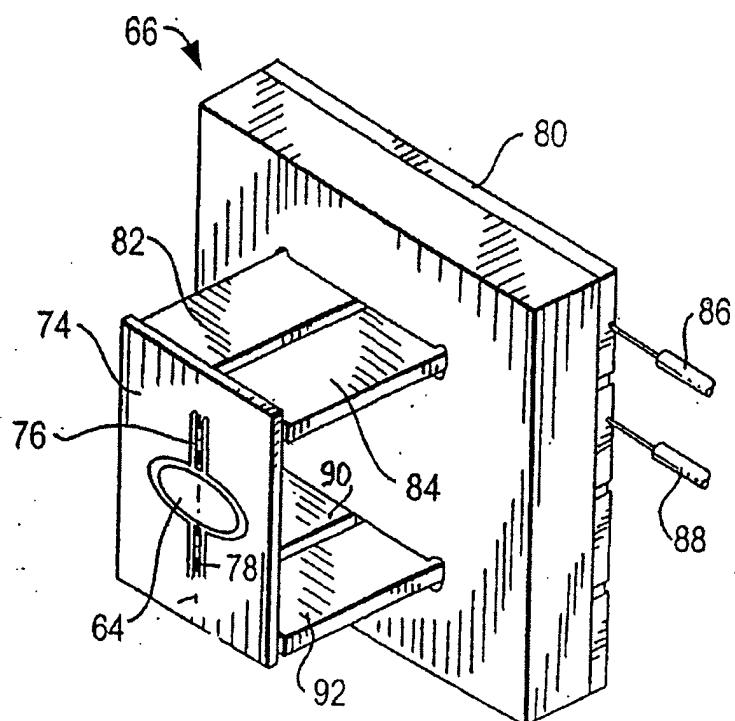


FIG. 4

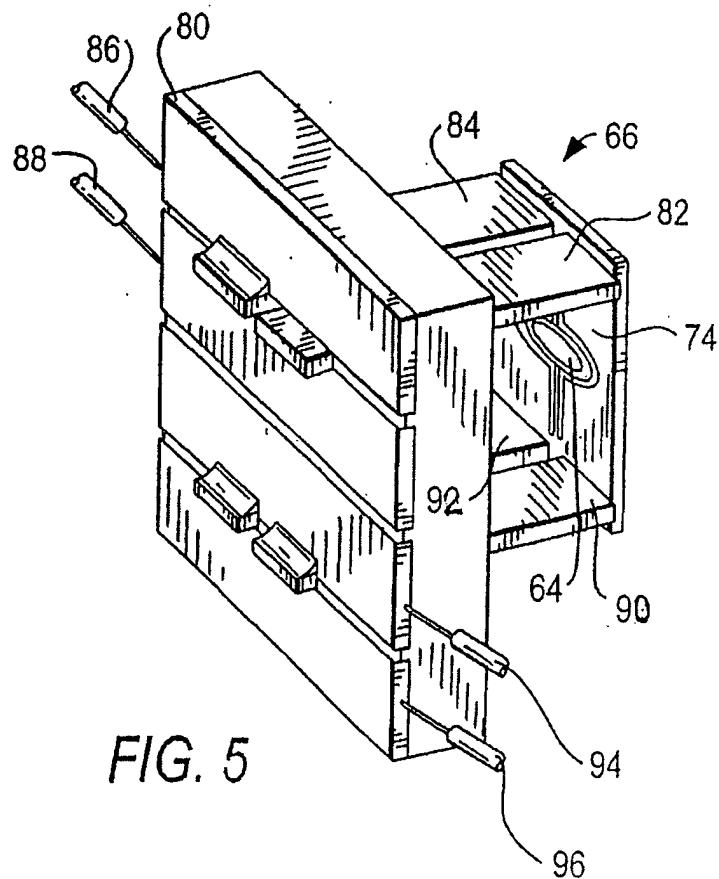


FIG. 5

FIG. 6

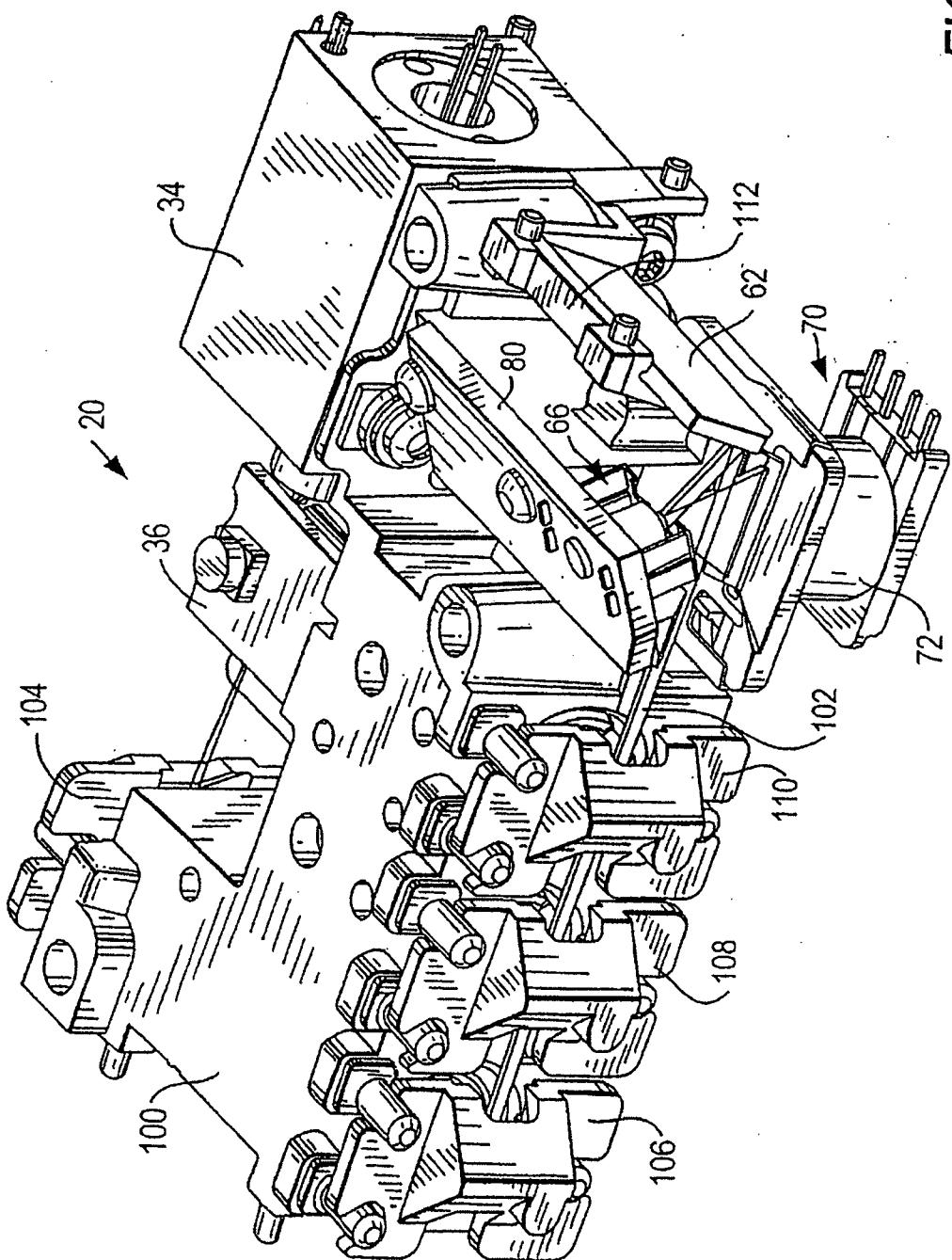
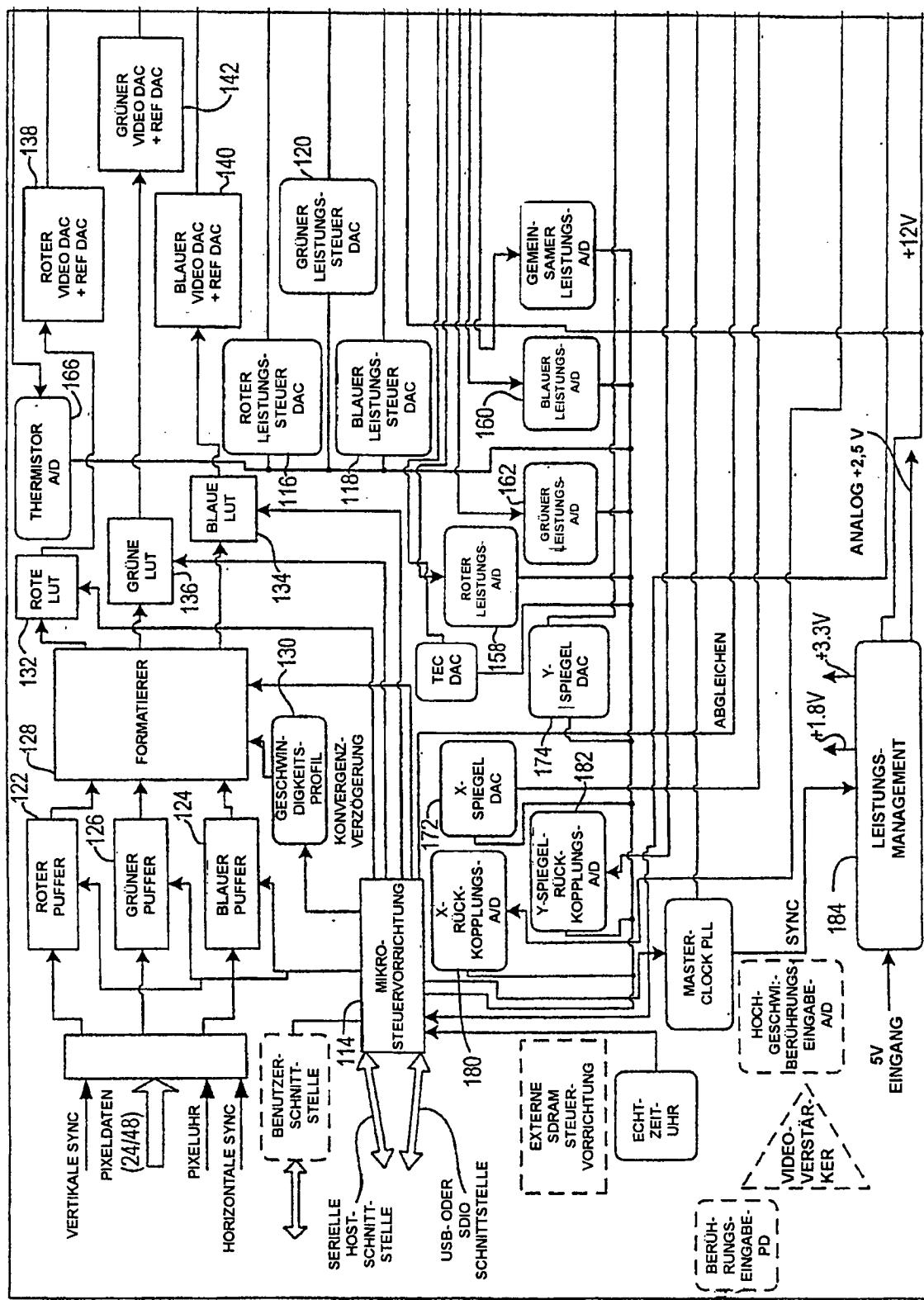


FIG. 7



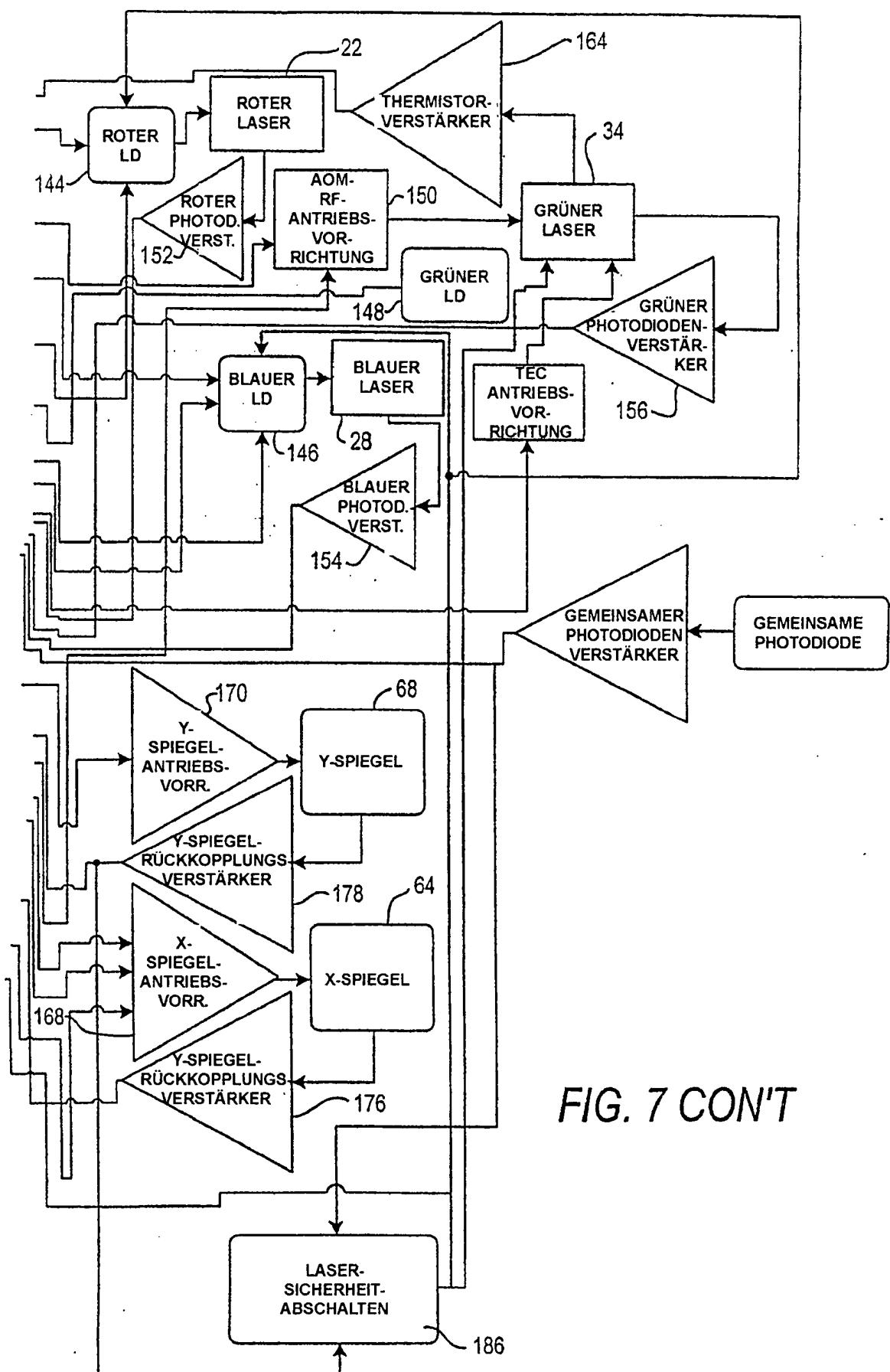


FIG. 7 CON'T

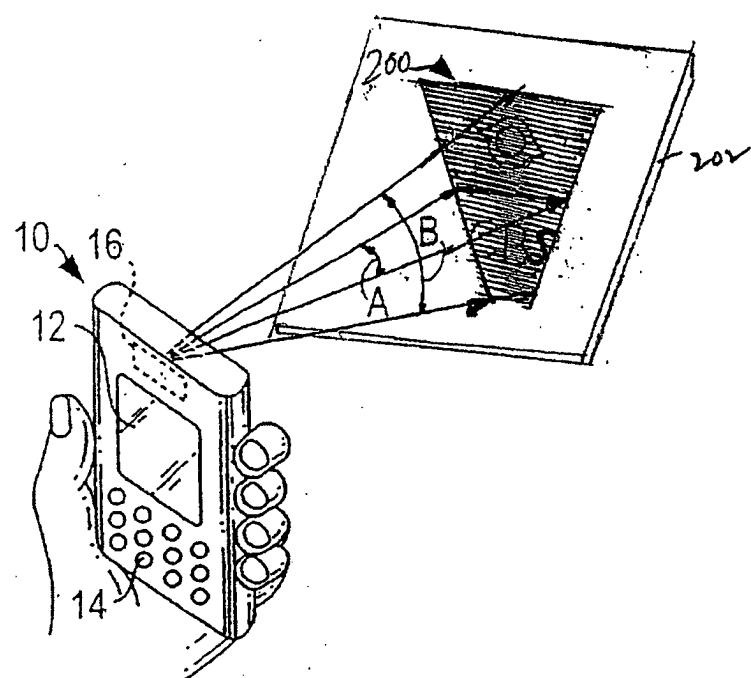


Fig. 8

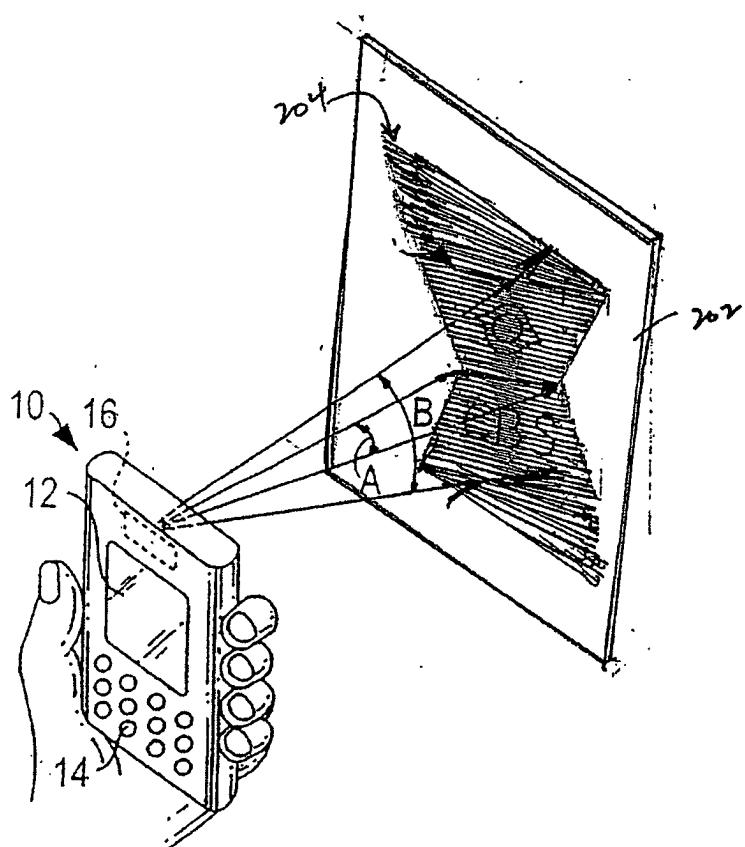


Fig 9

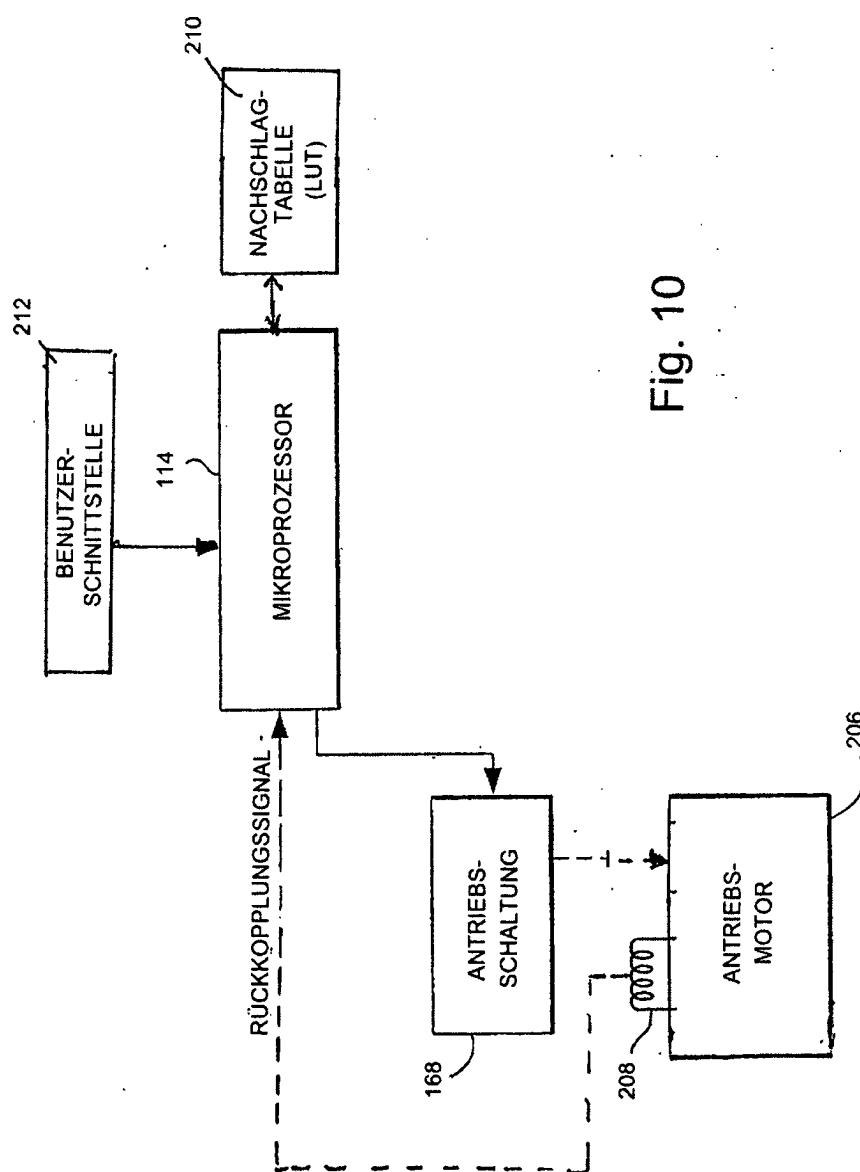


Fig. 10