



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 11 2006 000 757 T5 2008.02.07

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der

(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2006/104718**

in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2006 000 757.2**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2006/009622**

(86) PCT-Anmeldetag: **10.03.2006**

(87) PCT-Veröffentlichungstag: **05.10.2006**

(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **07.02.2008**

(51) Int Cl.⁸: **G03B 21/14 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:
11/091,855 28.03.2005 US

(74) Vertreter:
**WAGNER & GEYER Partnerschaft Patent- und
Rechtsanwälte, 80538 München**

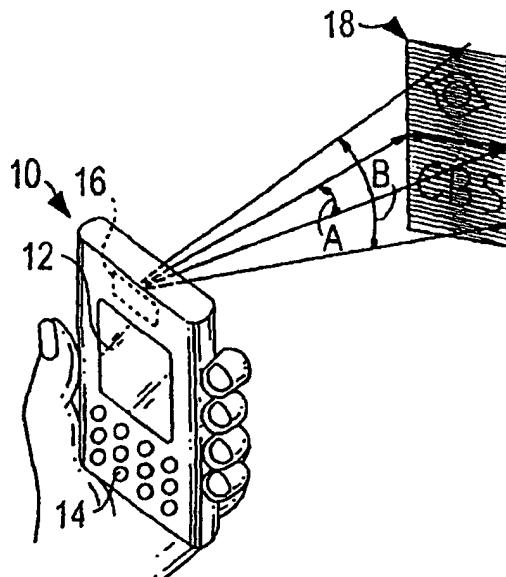
(71) Anmelder:
Symbol Technologies, Inc., Holtsville, N.Y., US

(72) Erfinder:
**Wittenberg, Carl, Water Mill, N.Y., US; Tan, Chinh,
Setauket, N.Y., US; Fan, Lisa, Commack, N.Y., US**

(54) Bezeichnung: **Laserstrahlfokussierungsanordnung und -Verfahren**

(57) Hauptanspruch: Laserstrahlfokussierungsanordnung,
aufweisend:

- a) einen Laser zum Emittieren eines Laserstrahls entlang
einer optischen Achse;
- b) ein Fokussierungselement mit einer mechanischen Achse,
das dazu betreibbar ist, den Laserstrahl zu fokussieren;
und
- c) ein Mittel zum Ausrichten der mechanischen Achse, so
dass sie mit der optischen Achse zusammenfällt, und zwar
mittels einstellbaren Anbringens des Fokussierungsele-
ments relativ zum Laser mit einer Bewegungsfreiheit in ei-
ner zur optischen Achse senkrechten Ebene.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein ein Fokussieren und Ausrichten eines oder mehrerer Laserstrahlen, insbesondere zur Verwendung in einem Farbbildprojektionssystem, in welchem Laserstrahlen unterschiedlicher Wellenlängen zum Projektieren eines zweidimensionalen Bilds in Farbe auf einer vom System entfernten Ansichtsoberfläche verwendet werden.

[0002] Es ist allgemein bekannt, ein zweidimensionales Bild auf einen Bildschirm zu projizieren, und zwar auf der Grundlage eines Paares von Scanspiegeln, welche in zueinander orthogonalen Richtungen oszillieren, um einen Laserstrahl über ein Raster zu scannen. Jedoch projizieren die bekannten Bildprojektionssysteme das Bild mit begrenzter Auflösung, typischerweise weniger als einem Viertel einer VGA ("video-graphics-array")-Qualität von 640×480 Pixel und nicht in Echtfarbe.

[0003] Um ein Echtfarbenbild zu erhalten, werden rote, blaue und grüne Laserstrahlen, die mittels Lasern emittiert werden, benötigt. Die Wellenlängen solcher Strahlen sind extrem klein. Ein roter Laserstrahl weist beispielsweise eine Wellenlänge in der Größenordnung von 635–655 Nanometern auf, und ein blauer Laserstrahl weist eine Wellenlänge in der Größenordnung von 430–505 Nanometern auf. Diese Strahlen sehr kurzer Wellenlänge müssen mittels Fokussierlinsen mit einem sehr hohen Präzisionsgrad fokussiert werden, um praktisch alle Energie, die mittels der Laser emittiert wird, zu sammeln und ein Schmieren und Abbildungsfehler im projizierten Bild zu vermeiden. Jede Fokussierlinse weist eine mechanische oder Zentrierungssachse auf, welche präzise ausgerichtet sein muss, um mit der optischen Achse, entlang welcher der jeweilige Laserstrahl gerichtet wird, zusammenzufallen. Die Erfahrung hat gezeigt, dass die notwendige Zentrierungspräzision zu schwierig und zu teuer ist, um mittels aktueller Präzisionsherstellungs- und Montagemethoden erreicht zu werden, sodass inakzeptable Richtfehler zwischen der Zentrierungssachse und der optischen Achse für jeden Strahl unweigerlich auftreten, wodurch das Projektionsabbild verschlechtert wird.

[0004] Dementsprechend ist es eine allgemeine Aufgabe dieser Erfindung, ein Bildprojektionssystem bereitzustellen, das ein scharfes und klares zweidimensionales Farbbild über einen erweiterten Entfernungsbereich vom System entfernt projiziert.

[0005] Eine weitere Aufgabe dieser Erfindung ist es, einen Laserstrahl entlang einer optischen Achse zu fokussieren und eine Zentrierungssachse einer Fokussierlinse präzise so auszurichten, dass sie mit der optischen Achse zusammenfällt.

[0006] Noch eine weitere Aufgabe dieser Erfindung ist es, die Auflösung des mittels solcher Systeme projizierten Farbbilds zu erhöhen.

[0007] Noch eine weitere Aufgabe dieser Erfindung ist es, die durch Schmieren, Abbildungsfehler und Richtfehler verursachte Bildverschlechterung zu verringern, wenn nicht gar zu beseitigen, während trotzdem praktisch alle Energie gesammelt wird, die von einem Laser emittiert wird, der den Laserstrahl emittiert.

[0008] Eine zusätzliche Aufgabe ist es, eine kleine, kompakte, leichte und tragbare Farbbildprojektionsanordnung bereitzustellen, die in vielen Instrumenten unterschiedlicher Formfaktoren nützlich ist.

[0009] Beim Erfüllen dieser Aufgaben und anderer, die nachstehend ersichtlich werden, besteht eine Eigenschaft dieser Erfindung kurz gesagt in einer/einem Laserstrahlfokussierungsanordnung und -verfahren, welche/s einen Laser zum Emittieren eines Laserstrahl entlang einer optischen Achse aufweist, ein Fokussierungselement mit einer mechanischen oder Zentrierungssachse, die dazu betreibbar ist, den Laserstrahl zu fokussieren, und ein Mittel zum Ausrichten der mechanischen Achse derart, dass sie mit der optischen Achse zusammenfällt, und zwar mittels einstellbaren Anbringens des Fokussierungselements relativ zum Laser mit Bewegungsfreiheit in einer zur optischen Achse senkrechten Ebene. Genau diese Bewegungsfreiheit verringert, wenn nicht beseitigt, einen Strahlrichtfehler, der durch eine Fehlausrichtung zwischen der mechanischen und der optischen Achse verursacht wird, ohne dass Hochpräzisionsherstellungs- und Montagemethoden benötigt werden.

[0010] Die erfindungsgemäße Laserstrahlfokussierungsanordnung ist besonders in einem Bildprojektionssystem zum Projektieren eines zweidimensionalen Farbbilds vorteilhaft. Das System umfasst einen Träger; eine Vielzahl von roten, blauen und grünen Lasern zum entsprechenden Emittieren roter, blauer und grüner Laserstrahlen; eine optische Anordnung zum kollinearen Anordnen der Laserstrahlen, um einen zusammengesetzten Strahl zu bilden; eine Scaneinheit zum Schwenken des zusammengesetzten Strahls als ein Muster von Scanlinien im Raum bei einem Arbeitsabstand vom Träger, wobei jede Scanlinie eine Anzahl von Pixeln aufweist; und einen Controller, der dafür sorgt, dass ausgewählte Pixel beleuchtet und sichtbar gemacht werden, und zwar mittels der das Farbbild zu erzeugenden Laserstrahlen. Die sehr kurzen Wellenlängen dieser Laserstrahlen erfordern eine präzise Ausrichtung zwischen der mechanischen und der optischen Achse des Strahls, sodass das sich daraus ergebende Bild frei von Schmieren, Abbildungsfehlern und schlechter Auflösung ist.

[0011] In der bevorzugten Ausführungsform umfasst die Scaneinheit ein Paar oszillierbarer Spiegel zum Schwenken des zusammengesetzten Strahls entlang zueinander orthogonaler Richtungen bei unterschiedlichen Scanraten und unter unterschiedlichen Scanwinkeln. Zumindest eine der Scanraten überschreitet hörbare Frequenzen, beispielsweise über 18 kHz, um ein Rauschen zu verringern. Zumindest einer der Spiegel wird mittels eines Trägheitsantriebs angetrieben, um den Leistungsverbrauch zu minimieren. Die Bildauflösung überschreitet vorzugsweise ein Viertel einer VGA-Qualität, entspricht oder überschreitet aber typischerweise eine/VGA-Qualität. Der Träger, die Laser, die Scaneinheit, der Controller und die optische Anordnung beanspruchen vorzugsweise ein Volumen von weniger als dreißig Kubikzentimetern.

[0012] Die Anordnung ist austauschbar in Gehäusen unterschiedlicher Formfaktoren anbringbar, einschließend, aber nicht beschränkt auf ein stiftförmiges, pistolenförmiges oder taschenlampenförmiges Instrument, einen persönlichen digitalen Assistenten (PDA), einen Anhänger, eine Uhr, einen Computer und kurz gesagt jegliche Form aufgrund ihrer kompakten und kleinen Größe. Das projizierte Bild kann für Werbe- oder Beschilderungszwecke verwendet werden, oder für einen Fernseh- oder Computermonitorbildschirm und, kurz gesagt, für jeglichen anderen Zweck, bei dem es erforderlich ist, dass etwas angezeigt wird.

[0013] Gemäß einem Gesichtspunkt dieser Erfindung ist zumindest einer der Laser, z. B. der rote und/oder der blaue Laser, stationär auf dem Träger angebracht, und ein Halter zum Halten des Fokussierungselementes ist auf dem Träger zur Bewegung zwischen Einstellpositionen, in welchen das Fokussierungselement relativ zum Laser bewegt wird, und einer festen Position angebracht, in welcher das Fokussierungselement relativ zum Laser befestigt ist. Der Halter ist in einem internen Fach des Trägers aufgenommen und grenzt an eine Lücke mit zwei Paaren gegenüberliegender Trägerelemente. Ein Vorsprung, und vorzugsweise eine Vielzahl von Vorsprüngen, erstreckt sich vom Halter über die Lücke, um die Trägerelemente zu kontaktieren. Diese Vorsprünge stellen die einzige Eingriffsquelle zwischen dem Halter und dem Träger in jeglicher der Einstellpositionen dar.

[0014] Der Träger weist zumindest einen Werkzeugzugangsdurchlass, und vorzugsweise eine Vielzahl von Werkzeugzugangsdurchlässen, auf, die sich durch zumindest eines der Trägerelemente erstrecken. Ein Werkzeug wird durch den entsprechenden Werkzeugdurchlass eingeführt, um den Halter zu kontaktieren und ihn in eine gewünschte der Einstellpositionen zu schieben. Der Halter dreht sich um die Vorsprünge. Der Träger weist auch zumindest einen

Haftmitteleinlassdurchlass, und vorzugsweise ein Vielzahl von Haftmitteleinlassdurchlässen, auf, die sich durch zumindest eines der Trägerelemente erstrecken, um es einem aushärtbaren Haftmittel zu ermöglichen, durch den entsprechenden Einlassdurchlass in die Lücke, die den Halter umgibt, eingeleitet zu werden. Sobald das Haftmittel um den Halter herum ausgehärtet ist, ist der Halter in der festen Position fixiert, in welcher die mechanische Achse so ausgerichtet ist, dass sie mit der optischen Achse zusammenfällt.

[0015] Vorzugsweise ist das Haftmittel mittels UV-(ultraviolettem) Licht aushärtbar. Der Halter besteht vorzugsweise aus einem UV-lichtdurchlässigen Material, um ein solches Aushärten zu erleichtern. Der Halter besteht auch vorzugsweise aus Glasfasern, die in einem synthetischen Kunststoffmaterial eingebettet sind. Vorzugsweise sind die Glasfasern so ausgerichtet, dass sie im Wesentlichen parallel zu der mechanischen Achse verlaufen. Die Menge an Glasfasern wird gesteuert, um dem Halter so einen linearen Wärmeausdehnungskoeffizienten zu verleihen, welcher mit dem des Laser übereinstimmt, sodass eine relative lineare Bewegung zwischen dem Laser und dem Halter während einer Temperaturveränderung minimiert wird.

[0016] Wie beschrieben, kann sich der Halter entlang zumindest zwei zueinander orthogonaler Richtungen in der Ebene frei bewegen, und kann sich zusätzlich entlang der optischen Achse frei axial bewegen. Diese mehrfachen Bewegungsfreiheitsgrade ermöglichen eine sehr präzise Ausrichtung zwischen der mechanischen und der optischen Achse eines entsprechenden Lasers, um ein optimales Bild zu gewährleisten.

[0017] [Fig. 1](#) ist eine perspektivische Ansicht eines handhabbaren Instruments, das ein Bild bei einem Arbeitsabstand davon projiziert;

[0018] [Fig. 2](#) ist eine vergrößerte perspektivische Überkopf-Ansicht einer erfindungsgemäßen Bildprojektionsanordnung zum Einbau in das Instrument aus [Fig. 1](#);

[0019] [Fig. 3](#) ist eine Draufsicht auf die Anordnung aus [Fig. 2](#);

[0020] [Fig. 4](#) ist eine perspektivische Vorderansicht eines Trägheitsantriebs zur Verwendung in der Anordnung aus [Fig. 2](#);

[0021] [Fig. 5](#) ist eine entsprechende Rückansicht des Trägheitsantriebs aus [Fig. 4](#);

[0022] [Fig. 6](#) ist eine perspektivische Ansicht einer praktischen Ausgestaltung der Anordnung aus [Fig. 2](#);

[0023] [Fig. 7](#) ist ein schematisches elektrisches Blockdiagramm, das einen Betrieb der Anordnung aus [Fig. 2](#) zeigt; und

[0024] [Fig. 8](#) ist eine Schnittansicht entlang einer Linie 8-8 aus [Fig. 6](#).

[0025] Bezugsziffer **10** in [Fig. 1](#) identifiziert allgemein ein handhaltbares Instrument, beispielsweise einen PDA ("personal digital assistant"; persönlicher digitaler Assistent), in welchem eine leichte, kompakte Bildprojektionsanordnung **20**, wie in [Fig. 2](#) gezeigt, angebracht ist und dazu betreibbar ist, ein zweidimensionales Farbbild unter einem veränderbaren Abstand vom Instrument zu projizieren. Als ein Beispiel befindet sich ein Bild **18** in einem Arbeitsentfernungsbereich relativ zum Instrument **10**.

[0026] Wie in [Fig. 1](#) gezeigt, erstreckt sich das Bild **18** über einen horizontalen optischen Scanwinkel A, der sich entlang der horizontalen Richtung erstreckt, und über einen vertikalen optischen Scanwinkel B, der sich entlang der vertikalen Richtung des Bilds erstreckt. Wie nachstehend beschrieben, besteht das Bild aus beleuchteten und nichtbeleuchteten Pixeln auf einem Raster von Scanlinien, das mittels einer Scaneinheit in der Anordnung **20** durchfahren wird.

[0027] Die Parallelepipedform des Instruments **10** stellt nur einen Formfaktor eines Gehäuses dar, in welchem die Anordnung **20** implementiert sein kann. Das Instrument kann als ein Stift, ein Mobiltelefon, eine Klappvorrichtung oder eine Armbanduhr geformt sein, wie beispielsweise in der US-Patentanmeldung Nr. 10/090,653, eingereicht am 4. März 2002, demselben Rechtsnachfolger übertragen wie die vorliegende Anmeldung und hierin durch Verweis darauf eingeschlossen.

[0028] In der bevorzugten Ausführungsform misst die Anordnung **20** weniger als 30 Kubikzentimeter im Volumen. Diese kompakte kleine Größe ermöglicht es der Anordnung **20**, in Gehäusen vieler verschiedener Formen angebracht zu werden, nämlich groß oder klein, tragbar oder stationär, einschließlich einiger, die eine Anzeige **12**, eine Tastatur **14** und ein Fenster **16**, durch welches das Bild projiziert wird, an Bord aufweisen.

[0029] Bezuglich der [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) umfasst die Anordnung **20** einen Halbleiterlaser **22**, welcher, wenn er aktiviert ist, einen hellen roten Laserstrahl bei ungefähr 635–655 Nanometern emittiert. Die Linse **24** ist eine bi-asphärische konvexe Linse mit einer positiven Brennweite und ist dazu betreibbar, nahezu alle Energie im roten Strahl zu sammeln und einen brechungsbeschränkten Strahl zu erzeugen. Die Linse **26** ist eine konkave Linse mit einer negativen Brennweite. Wie am besten in [Fig. 8](#) erkennbar, werden die Linsen **24**, **26** mittels jeweiliger Linsenhalter

auf einem Träger (der Übersichtlichkeit halber nicht in [Fig. 2](#) gezeigt) im Instrument **10** auseinander gehalten. Die Linsen **24**, **26** formen das Profil des roten Strahls über den Arbeitsabstand.

[0030] Ein weiterer Halbleiterlaser **28** ist auf dem Träger angebracht und emittiert, wenn er aktiviert ist, einen brechungsbeschränkten blauen Laserstrahl bei ungefähr 430–505 Nanometern. Eine weitere bi-asphärische konvexe Linse **30** und eine konkave Linse **32** werden verwendet, um das Profil des blauen Strahls auf eine den Linsen **24**, **26** entsprechende Weise zu formen.

[0031] Ein grüner Laserstrahl mit einer Wellenlänge in der Größenordnung von 530 Nanometern wird nicht mittels eines Halbleiterlasers erzeugt, sondern stattdessen mittels eines grünen Moduls **34**, das einen infrarotdiodengepumpten YAG-Kristalllaser aufweist, dessen Ausgabestrahl 1060 Nanometer beträgt. Ein nichtlinearer Frequenzverdopplungskristall ist in der Infrarotlaserkavität zwischen den zwei Laserspiegeln enthalten. Da die Infrarotlaserleistung in der Kavität viel größer ist als die Leistung, die aus der Kavität ausgekoppelt wird, ist der Frequenzverdoppler effizienter beim Erzeugen des grünen Lichts doppelter Frequenz in der Kavität. Der Ausgabespiegel des Lasers ist reflektierend für die 1060-nm-Strahlung und durchlässig für den verdoppelten grünen 530-nm-Laserstrahl. Da der korrekte Betrieb des Festkörperlasers und des Frequenzverdopplers eine präzise Temperatursteuerung erfordert, wird eine auf dem Peltier-Effekt beruhende Halbleitervorrichtung verwendet, um die Temperatur des grünen Lasermoduls zu steuern. Der thermoelektrische Kühlung kann die Vorrichtung abhängig von der Polarität des angelegten Stroms entweder wärmen oder kühlen. Ein Thermistor ist Teil des grünen Lasermoduls, um seine Temperatur zu überwachen. Der Messwert vom Thermistor wird in den Controller eingespeist, welcher den Steuerstrom zum thermoelektrischen Kühlung entsprechend einstellt.

[0032] Wie nachstehend erklärt, werden die Laser bei Betrieb mit Frequenzen in der Größenordnung von 100 MHz gepulst. Der rote und der blaue Halbleiterlaser **22**, **28** können mit solch hohen Frequenzen gepulst sein, aber die aktuell erhältlichen grünen Festkörperlaser können das nicht. Als ein Ergebnis ist der grüne Laserstrahl, der das grüne Modul **34** verlässt, mit einem akustooptischen Modulator **36** gepulst, welcher eine akustische Stehwelle in einem Kristall zum Brechen des grünen Strahls erzeugt. Der Modulator **36** erzeugt jedoch einen nichtgebrochenen Strahl **38** nullter Ordnung und einen gepulsten gebrochenen 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 Falts-

piegel **42** weitergeleitet. Alternativ kann ein elektro-optischer Modulator entweder extern oder intern des grünen Lasermoduls verwendet werden, um den grünen Laserstrahl zu pulsen. Andere mögliche Wege, um den grünen Laserstrahl zu modulieren, umfassen Elektroabsorptionsmodulation oder ein Mach-Zender-Interferometer. Die Strahlen **38, 40** werden durch positive und negative Linsen **44, 46** geleitet. Jedoch wird es nur dem gebrochenen grünen Strahl **40** ermöglicht, auf den Faltspiegel **48** aufzutreffen und davon reflektiert zu werden. Der nichtgebrochene Strahl **38** wird mittels eines Absorptionselementes **50** absorbiert, das vorzugsweise am Spiegel **48** angebracht ist.

[0033] Die Vorrichtung umfasst ein Paar dichroitischer Filter **52, 54**, die so angeordnet sind, dass sie die grünen, blauen und roten Strahlen so kollinear wie möglich machen, bevor sie eine Scananordnung **60** erreichen. Ein Filter **52** ermöglicht es dem grünen Strahl **40**, dorthin durch zu laufen, aber der blaue Strahl **56** vom blauen Laser **28** wird durch den Interferenzeffekt reflektiert. Ein Filter **54** ermöglicht es dem grünen und dem blauen Strahl **40, 56**, dorthin durch zu laufen, aber der rote Strahl **58** vom roten Laser **22** wird durch den Interferenzeffekt reflektiert.

[0034] Die fast kollinearen Strahlen **40, 56, 58** werden auf einen stationären Abprallspiegel **62** gerichtet und davon weg reflektiert. Die Scananordnung **60** umfasst einen ersten Scanspiegel **64**, der mittels eines Trägheitsantriebs **66** (einzelne in [Fig. 4–Fig. 5](#) gezeigt) oszillierbar bzw. hin- und herschwenkbar ist, und zwar mit einer ersten Scanrate, um die Laserstrahlen, die vom Abprallspiegel **62** über den ersten, horizontalen Scanwinkel A reflektiert werden, zu durchfahren bzw. schwenken, und einen zweiten Scanspiegel **68**, der mittels eines elektromagnetischen Antriebs **70** oszillierbar ist, und zwar mit einer zweiten Scanrate, um die Laserstrahlen, die vom ersten Scanspiegel **64** über den zweiten, vertikalen Scanwinkel B reflektiert werden, zu schwenken bzw. sweepen. In einem abweichenden Aufbau, können die Scanspiegel **64, 68** durch einen einzelnen, zweiachsigen Spiegel ersetzt werden.

[0035] Der Trägheitsantrieb **66** ist eine Hochgeschwindigkeitskomponente, die wenig elektrische Leistung verbraucht. Details des Trägheitsantriebs können in der US-Patentanmeldung Nr. 10/387,878, eingereicht am 13. März 2003, demselben Rechtsnachfolger übertragen wie die vorliegende Anmeldung und hierin durch Verweis darauf eingeschlossen. Die Verwendung des Trägheitsantriebs verringert einen Leistungsverbrauch der Scananordnung **60** auf weniger als ein Watt und, im Fall eines Projektions eines Farbbilds, wie nachstehend beschrieben, auf weniger als zehn Watt.

[0036] Der Antrieb **66** umfasst einen bewegbaren

Rahmen **74** zum Tragen des Scanspiegels **64** mittels eines Gelenks, das ein Paar kollinearer Gelenkteile **76, 78** umfasst, die sich entlang einer Gelenkkachse erstrecken und sich zwischen gegenüberliegenden Bereichen des Scanspiegels **64** und gegenüberliegenden Bereichen des Rahmens befinden. Der Rahmen **74** muss den Scanspiegel **64** nicht wie gezeigt umgeben.

[0037] Der Rahmen, die Gelenkteile und der Scanspiegel sind aus einem einstückigen, allgemein planaren Siliziumsubstrat hergestellt, welches ungefähr 150 µm dick ist. Das Silizium wird so geätzt, dass es Ω-förmige Schlitzte bildet, die obere parallele Schlitzabschnitte, untere parallele Schlitzabschnitte und U-förmige mittige Schlitzabschnitte aufweist. Der Scanspiegel **64** weist vorzugsweise eine ovale Form auf und ist in den Schlitzabschnitten frei beweglich. In der bevorzugten Ausführungsform betragen die Abmessungen entlang der Achsen des oval geformten Scanspiegels 749 µm × 1600 µm. Jeder Gelenkteil misst 27 µm in der Breite und 1130 µm in der Länge. Der Rahmen weist eine rechteckige Form auf, die 3100 µm in der Breite und 4600 µm in der Länge misst.

[0038] Der Trägheitsantrieb ist auf einer allgemein planaren, gedruckten Leiterplatte **80** angebracht und dazu betreibbar, den Rahmen direkt zu bewegen und den Scanspiegel **64** mittels der Trägheit indirekt um die Gelenkkachse oszillieren zu lassen. Eine Ausführungsform des Trägheitsantriebs umfasst ein Paar piezoelektrischer Wandler **82, 84**, die sich senkrecht zur Leiterplatte **80** und in Kontakt mit voneinander beabstandeten Teilen des Rahmens **74** an jeder Seite des Gelenkteils **76** erstrecken. Ein Haftmittel kann verwendet werden, um einen dauerhaften Kontakt zwischen einem Ende jedes Wandlers und jedem Rahmenteil zu gewährleisten. Das gegenüberliegende Ende jedes Wandlers ragt aus der Rückseite der Leiterplatte **80** hervor und ist mittels Drähten **86, 88** mit einer periodisch wechselnden Spannungsquelle (nicht gezeigt) elektrisch verbunden.

[0039] Bei Verwendung legt das periodische Signal eine periodische Antriebsspannung an jeden Wandler an und bewirkt, dass sich der jeweilige Wandler abwechselnd in der Länge ausdehnt und zusammenzieht. Wenn sich der Wandler **82** ausdehnt, zieht sich der Wandler **84** zusammen und umgekehrt, wodurch die voneinander beabstandeten Rahmenteile gleichzeitig geschoben und gezogen werden und bewirkt wird, dass sich der Rahmen um die Gelenkkachse dreht. Die Antriebsspannung besitzt eine Frequenz, die der Resonanzfrequenz des Scanspiegels entspricht. Der Scanspiegel wird von seiner anfänglichen Ruheposition aus bewegt, bis er ebenfalls mit der Resonanzfrequenz um die Gelenkkachse oszilliert. In einer bevorzugten Ausführungsform sind der Rahmen und der Scanspiegel ungefähr 150 µm dick,

und der Scanspiegel besitzt einen hohen Gütefaktor. Eine Bewegung in der Größenordnung von 1 µm mittels jedes Wandlers kann eine Oszillation des Scanspiegels bei Scanraten von über 20 kHz verursachen.

[0040] Ein weiteres Paar piezoelektrischer Wandler **90, 92** erstreckt sich senkrecht zur Leiterplatte **80** und in dauerhaftem Kontakt mit voneinander beabstandeten Teilen des Rahmens **74** an jeder Seite des Gelenkteils **78**. Die Wandler **90, 92** dienen als Rückkopplungsvorrichtungen, um die Oszillationsbewegung des Rahmens zu überwachen und elektrische Rückkopplungssignale zu erzeugen und entlang von Drähten **94, 96** zu einer Rückkopplungssteuerschaltung (nicht gezeigt) zu leiten.

[0041] Alternativ kann, anstatt piezoelektrische Wandler **90, 92** für eine Rückkopplung zu verwenden, eine magnetische Rückkopplung verwendet werden, bei der ein Magnet auf der Rückseite des Hochgeschwindigkeitsspiegels angebracht ist und eine externe Spule verwendet wird, um das wechselnde Magnetfeld, das durch den oszillierenden Magneten erzeugt wird, aufzunehmen.

[0042] Obwohl Licht von einer äußeren Oberfläche des Scanspiegels reflektiert werden kann, ist es erwünscht, die Oberfläche des Spiegels **64** mit einer spiegelnden Beschichtung aus Gold, Silber, Aluminium oder einer speziell ausgestalteten hochgradig reflektierenden dielektrischen Beschichtung zu beschichten.

[0043] Der elektromagnetische Antrieb **70** umfasst einen Permanentmagneten, der sowohl an als auch hinter dem zweiten Scanspiegel **68** angebracht ist, und eine elektromagnetische Spule **72**, die dazu betreibbar ist, als Antwort auf ein Empfangen eines periodischen Antriebssignals ein periodisches Magnetfeld zu erzeugen. Die Spule **72** befindet sich benachbart zum Magneten, sodass das periodische Feld mit dem permanenten Feld des Magneten magnetisch zusammenwirkt und bewirkt, dass der Magnet und wiederum der zweite Scanspiegel **68** oszillieren.

[0044] Der Trägheitsantrieb **66** oszilliert den Scanspiegel **64** bei 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 Rauschen und Vibration minimiert werden. Der elektromagnetische Antrieb **70** oszilliert den Scanspiegel **68** bei einer niedrigeren Scanrate in der Größenordnung von 40 Hz, was schnell genug ist, um es dem Bild zu ermöglichen, ohne übermäßiges Flackern auf der Netzhaut eines menschlichen Auges zu bestehen.

[0045] Der schnellere Spiegel **64** durchfährt eine horizontale Scanlinie und der langsamere Spiegel **68**

durchfährt die horizontale Scanlinie vertikal, wodurch ein Raster erzeugt wird, welches ein Gitter oder eine Folge von ungefähr parallelen Scanlinien ist, aus welchen das Bild aufgebaut wird. Jede Scanlinie besitzt eine Anzahl von Pixeln. Die Bildauflösung beträgt vorzugsweise eine XGA-Qualität von 1024 × 768 Pixeln. Über einen begrenzten Arbeitsbereich können wir einen hochauflösenden Fernsehstandard anzeigen, bezeichnet mit 720 p, von 1270×720 Pixeln. In einigen Anwendungen ist eine Hälfte der VGA-Qualität von 320×480 Pixeln oder ein Viertel der VGA-Qualität von 320 × 240 Pixeln ausreichend. Eine Auflösung von 160×160 Pixeln ist mindestens erforderlich.

[0046] Die Rollen der Spiegel **64, 68** können umgekehrt werden, sodass der Spiegel **68** der schnellere und der Spiegel **64** der langsamere ist. Der Spiegel **64** kann auch dazu ausgestaltet sein, die vertikale Scanlinie zu durchfahren, in welchem Falle der Spiegel **68** die horizontale Scanlinie durchfahren würde. Der Trägheitsantrieb kann auch dazu verwendet werden, den Spiegel **68** anzutreiben. In der Tat kann jeder Spiegel mittels eines elektromechanischen, elektrischen, mechanischen, elektrostatischen, magnetischen oder elektromagnetischen Antriebs angetrieben werden.

[0047] Der langsame Spiegel wird in einem Durchfahrmodus bzw. Sweep-Modus gleichbleibender Geschwindigkeit betrieben, während welcher Zeit das Bild angezeigt wird. Während der Spiegel zurückkehrt, wird der Spiegel zur Anfangsposition mit seiner natürlichen Frequenz zurück geschwenkt, welche wesentlich höher ist. Während der Rückkehr des Spiegels können die Laser ausgeschaltet werden, um den Leistungsverbrauch der Vorrichtung zu verringern.

[0048] [Fig. 6](#) ist eine praktische Implementierung der Anordnung **20** aus der gleichen Perspektive wie der aus [Fig. 2](#). Die zuvor genannten Komponenten sind auf einem Träger angebracht, welchen eine Deckel **100** und eine Trägerplatte **102** umfasst. Halter **104, 106, 108, 110, 112** halten jeweils Faltspiegel **42, 48**, Filter **52, 54** und einen Abprallspiegel **62** in gegenseitiger Ausrichtung. Jeder Halter weist eine Vielzahl von Positionierungsschlitten zum Aufnehmen von Positionierungsstäben auf, die stationär auf dem Träger angebracht sind. Somit werden die Spiegel und Filter korrekt positioniert. Wie gezeigt, gibt es drei Stäbe, was zwei Winkeleinstellungen und eine seitliche Einstellung ermöglicht. Jeder Halter kann in seine endgültige Position geklebt werden.

[0049] Das Bild wird mittels selektiver Beleuchtung der Pixel in eine oder mehrere der Scanlinien aufgebaut. Wie nachstehend mit Bezug auf [Fig. 7](#) genauer beschrieben, bewirkt ein Controller **114**, dass ausgewählte Pixel im Raster mittels der drei Laserstrahlen

beleuchtet und sichtbar gemacht werden. Beispielsweise leiten der rote, der blaue und der grüne Leistungscontroller **116, 118, 120** jeweils elektrische Ströme zum roten, zum blauen und zum grünen Laser **22, 28, 34**, um die letzteren einzuschalten, um jeweilige Lichtstrahlen an jedem ausgewählten Pixel zu emittieren, und leiten keine elektrischen Ströme zum roten, zum blauen und zum grünen Laser, um die letzteren auszuschalten, um die anderen nicht ausgewählten Pixel nicht zu beleuchten. Das sich daraus ergebende Muster aus beleuchteten und nichtbeleuchteten Pixeln stellt das Bild dar, welches jegliche Darstellung von menschen- oder maschinenlesbarer Information oder Graphik sein kann.

[0050] Bezuglich [Fig. 1](#) ist das Raster in einer vergrößerten Ansicht gezeigt. Beginnend an einem Endpunkt werden die Laserstrahlen mittels des Trägheitsantriebs entlang der horizontalen Richtung mit der horizontalen Scanrate zu einem gegenüberliegenden Endpunkt durchfahren, um eine Scanlinie zu bilden. Daraufhin werden die Laserstrahlen mittels des elektromagnetischen Antriebs **70** entlang der vertikalen Richtung mit der vertikalen Scanrate zu einem weiteren Endpunkt durchfahren, um eine zweite Scanlinie zu bilden. Die Bildung nachfolgender Scanlinien erfolgt auf die gleiche Weise.

[0051] Das Bild wird im Raster mittels An- und Aus-Aktivierens oder Pulsens des Lasers zu ausgewählten Zeiten erzeugt, und zwar unter der Steuerung des Mikroprozessors **114** oder der Steuerschaltung mittels Betriebs der Leistungscontroller **116, 118, 120**. Die Laser erzeugen sichtbares Licht und werden nur dann angeschaltet, wenn ein Pixel im gewünschten Bild gesehen werden soll. Die Farbe jedes Pixels wird mittels einer oder mehrerer Farben der Strahlen bestimmt. Jegliche Farbe im sichtbaren Lichtspektrum kann mittels der gezielten Überlagerung eines oder mehrerer des roten, des blauen und des grünen Lasers gebildet werden. Das Raster ist ein Gitter, das aus mehreren Pixel auf jeder Linie und aus mehreren Linien besteht. Das Bild ist eine Bitmap aus ausgewählten Pixeln. Jede/r Buchstabe oder Nummer, jegliche/s graphische Ausgestaltung oder Logo und sogar maschinenlesbare Strichcodesymbole können als ein bitmapptes Bild ausgebildet werden.

[0052] Wie in [Fig. 7](#) gezeigt, wird ein eingehendes Videosignal mit vertikalen und horizontalen Synchronisationsdaten sowie Pixel- und Taktdaten unter Steuerung des Mikroprozessors **114** an rote, blaue und grüne Puffer **122, 124, 126** gesendet. Die Speicherung eines ganzen VGA-Rahmens erfordert viele Kilobyte, und es wäre wünschenswert, über genug Speicher in den Puffern für zwei ganze Rahmen zu verfügen, um es zu ermöglichen, dass ein Rahmen geschrieben wird, während ein anderer Rahmen verarbeitet und projiziert wird. Die gepufferten Daten

werden unter der Steuerung einer Geschwindigkeitsprofilbildungsvorrichtung **130** zu einem Formstrier **128** und zu roten, blauen und grünen Nachschlagetabellen ("lookup tables"; LUTs) **132, 134, 136** gesendet, um inhärente interne Verzerrungen, die durch das Scannen verursacht werden, sowie geometrische Verzerrungen, die durch den Winkel der Anzeige des projizierten Bilds verursacht werden, zu korrigieren. Die sich daraus ergebenden roten, blauen und grünen digitalen Signale werden mittels Digital/Analog-Wandlern ("digital to analog converters"; DACs) **138, 140, 142** in rote, blaue und grüne analoge Signale umgewandelt. Die roten und blauen analogen Signale werden in rote und blaue Lasertreiber ("laser drivers"; LDs) **144, 146** eingespeist, welche ebenfalls mit den roten und blauen Leistungscontrollern **116, 118** verbunden sind. Das grüne analoge Signal wird in einen Funkfrequenz ("radio frequency"; RF)-Treiber **150** für ein akustooptisches Modul (AOM) eingespeist, und dann wiederum in den grünen Laser **34**, welcher ebenfalls mit einem grünen LD **148** und dem grünen Leistungscontroller **120** verbunden ist.

[0053] Rückkopplungssteuerungen sind auch in [Fig. 7](#) gezeigt, einschließlich roter, blauer und grüner Photodiodenverstärker **152, 154, 156**, die mit roten, blauen und grünen Analog/Digital (A/D)-Wandlern **158, 160, 162** und wiederum mit dem Mikroprozessor **114** verbunden sind. Wärme wird mittels eines Thermistorverstärkers **164** überwacht, der mit einem A/D-Wandler **166** und wiederum mit dem Mikroprozessor verbunden ist.

[0054] Die Scanspiegel **64, 68** werden mittels Treibern **168, 170** angetrieben, denen analoge Antriebssignale von den DACs **172, 174** eingespeist werden, welche dann wiederum mit dem Mikroprozessor verbunden sind. Rückkopplungsverstärker **176, 178** erfassen die Position der Scanspiegel **64, 68** und sind mit Rückkopplungs-A/Ds **180, 182** und dann wiederum mit dem Mikroprozessor verbunden.

[0055] Eine Leistungsmanagementschaltung **184** wirkt so, dass sie die Leistung minimiert, während sie schnelle Anschaltezeiten ermöglicht, vorzugsweise mittels Haltens des grünen Laser im An-Zustand während der ganzen Zeit und mittels Erhaltens des Stroms der roten und des blauen Lasers gerade unterhalb der Laserschwelle.

[0056] Eine Laserschutzabschaltungsschaltung **186** wirkt so, dass sie die Laser abschaltet, falls erfasst wird, dass einer der Scanspiegel **64, 68** außer Position ist.

[0057] Nun bezüglich [Fig. 8](#) sind der rote Laser **22** und die Linsen **24, 26** in einer Position relativ zu einem Gestell gezeigt, in welchem der Deckel **100** und die Trägerplatte **102** miteinander integral sind, aus-

geführt. Der blaue Laser **28** und die Linsen **30, 32** weisen eine ähnliche Positionierung auf. Jeder Laser **22, 28** emittiert einen Laserstrahl entlang einer entsprechenden optischen Achse **200**. Die Fokussierlinse **24, 30** ist eine starke positive asphärische Linse und weist eine Zentrierungs- oder mechanische Achse **202** auf, die mittels der Weise bestimmt wird, auf welche die Linse in einem hohlen, röhrenförmigen Halter **204** angebracht ist. Wie gezeigt, weist der Halter einen axialen inneren Durchlass auf, und die Linse **24** ist fest an einem dem Laser näheren Endbereich angebracht.

[0058] Idealerweise fallen die optische und die mechanische Achse in einer perfekt zentrierten Linse exakt zusammen. Jedoch tragen mechanische Toleranzen an der Linse, dem Halter, dem Laser und dem Träger alle zu einem Zentrierungsfehler bei, das heißt, zu einem Maß an Trennung dieser zwei Achsen, das am Brennpunkt der Linse gemessen wird. Der Zentrierungswinkel entspricht der umgekehrten Tangente der radialen Trennung, die durch die Brennweite geteilt wird, und gemäß dieser Erfindung ist der Zentrierungswinkel so nah zu Null wie möglich zu machen, insbesondere in Anbetracht der sehr kurzen Wellenlängen des roten Lasers **22** und/oder des blauen Lasers **28**, um sicherzugehen, dass die Laserstrahlen präzise fokussiert und ausgerichtet werden, um ein Bild hoher Auflösung und frei von Fehlern zu projizieren.

[0059] Der Laser **22** wird stationär im Gestell getragen, vorzugsweise in einem zylindrischen Fach, in welchem der Halter **204** aufgenommen ist. Zumindest ein Vorsprung und vorzugsweise eine Vielzahl von Vorsprüngen **206**, die gleichwinklig um die mechanische Achse **202** herum angeordnet sind, erstreckt sich radial von einer äußeren Wand des Halters, um mit einer Presspassung in das Gestell einzugreifen.

[0060] Wie am besten in [Fig. 8](#) ersichtlich, gibt es eine kreisförmige Lücke **208** zwischen der äußeren Wand des Halters und dem Gestell. Die Vorsprünge **206** stellen die einzigen Kontaktierungsflächen zwischen dem Halter und dem Gestell dar. Das gegenüberliegende Ende des Halters kann sich somit frei von oben nach unten und/oder von Seite zu Seite in zwei zueinander orthogonalen Richtungen in einer Ebene bewegen, die senkrecht zur optischen Achse **200** liegt, indem sie sich um die Vorsprünge dreht. Der Halter kann sich auch entlang der optischen Achse frei axial bewegen, und zwar mittels axialen Schiebens oder Ziehens des Halters derart, dass die Vorsprünge gleichmäßig relativ zum Gestell gleiten, wodurch drei Bewegungsfreiheitsgrade bereitgestellt werden, um dadurch die mechanische Achse **202** der Linse **24** mit der optischen Achse **200** auszurichten.

[0061] Das Gestell weist zumindest einen Werk-

zeugzugangsdurchlass, und vorzugsweise ein Vielzahl von Werkzeugzugangsdurchlässen **210** (nur einer gezeigt), zum Einführen eines Werkzeugs **212** auf, um in den Halter einzugreifen und ihn in eine gewünschte der Einstellpositionen zu schieben, in welcher die mechanische und die optische Achse eingestellt werden. Die Abdeckung bzw. der Deckel weist auch zumindest einen Haftmitteleinlassdurchlass und vorzugsweise ein Vielzahl von Haftmitteleinlassdurchlässen **212** zum Einleiten eines aushärtbaren Haftmittels **214** in die Lücke **208**, die den Halter umgibt, auf, um nach einem Aushärten den Halter nach einer Ausrichtung in einer festen Position zu fixieren.

[0062] Um ein solches Aushärten zu erleichtern, wird das Haftmittel durch UV- (ultraviolettes) Licht gehärtet, und der Halter besteht aus einem synthetischen Kunststoffmaterial, wie beispielsweise glasfasergefülltem Polykarbonat, welches UVlichtdurchlässig ist. Das UV-Licht wird durch den gegenüberliegenden Endbereich des Halters, d. h., weiter vom Laser entfernt, gestrahlt. Das UV-Licht läuft durch den lichtdurchlässigen Halter und härtet das Haftmittel überall um den Halter herum aus, wodurch der Halter effektiv nach einer Einstellung am richtigen Platz befestigt wird.

[0063] Die Glasfasern im Halter sind so ausgerichtet, dass sie im Wesentlichen parallel zur optischen Achse liegen, und die Menge der Glasfasern wird gesteuert, um einen linearen Wärmeausdehnungskoeffizienten bereitzustellen, welcher mit dem des Lasers übereinstimmt, um eine Trennung zwischen dem Laser und dem Halter während Temperaturveränderungen zu minimieren.

[0064] Die Linse **26**, welche eine negative Linse ist, ist ebenfalls im Halter **204** angebracht. Die Linse **26** ist in einer hohlen röhrenförmigen Hülse **216** befestigt, die vorzugsweise aus Polykarbonat besteht. Die Hülse **216** wird axial durch den gegenüberliegenden Endbereich des Halters eingeführt. Eine Vielzahl von nachgiebigen Beinen **218** greift in eine innere Wand des Halters ein und hält die Hülse **216** an ihrem Platz. Die Linse **26** wird somit in den Fokus eingestellt, indem auf die Vorderseite der Linse **26** gedrückt wird. Die Hülse **216** wird an ihrem Platz fixiert mittels Einleitens eines UV-aushärtbaren Haftmittels von der Vorderseite des Halters und Aussetzen der Vorderseite des Halters dem UV-Licht.

[0065] Da die optische und die mechanische Achse für den roten und den blauen Laser ausgerichtet sind, besitzt das Bild nicht nur eine hohe Auflösung, sondern die numerische Apertur des Fokussierungssystems ist auch hoch genug, um sicherzustellen, dass genug Laserlicht für eine helle Anzeige aufgefangen wird.

[0066] Während die Erfindung als in einer Laser-

strahlfokussierungsanordnung und -verfahren, insbesondere zur Verwendung in einer Farbbildprojektionsanordnung und -verfahren, verkörpert gezeigt und beschrieben worden ist, ist es nicht beabsichtigt, sie auf die gezeigten Details zu beschränken, da verschiedene Modifikationen und strukturelle Änderungen vorgenommen werden können, ohne auf irgendeine Weise vom Umfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen.

[0067] Was als neu beansprucht wird und durch Patente geschützt werden soll, ist in den beigefügten Ansprüchen ausgeführt.

Zusammenfassung:

[0068] Ein leichtes, kompaktes Bildprojektionsmodul, insbesondere zum Anbringen in einem Gehäuse mit einem lichtdurchlässigen Fenster, ist dazu betreibbar, zu bewirken, dass ausgewählte Pixel in einem Raster beleuchtet werden, um ein Bild hoher Auflösung in VGA- oder höherer Qualität in Farbe zu erzeugen. Eine Laserstrahlfokussierungsanordnung richtet eine mechanische Achse einer Fokussierlinse mit einer optischen Achse aus, entlang welcher ein Laserstrahl gerichtet wird, um Richtfehler zu verringern.

Patentansprüche

1. Laserstrahlfokussierungsanordnung, aufweisend:

a) einen Laser zum Emittieren eines Laserstrahls entlang einer optischen Achse;
 b) ein Fokussierungselement mit einer mechanischen Achse, das dazu betreibbar ist, den Laserstrahl zu fokussieren; und
 c) ein Mittel zum Ausrichten der mechanischen Achse, sodass sie mit der optischen Achse zusammenfällt, und zwar mittels einstellbaren Anbringens des Fokussierungselements relativ zum Laser mit einer Bewegungsfreiheit in einer zur optischen Achse senkrechten Ebene.

2. Fokussierungsanordnung nach Anspruch 1, und ein Träger zum stationären Tragen des Lasers, und wobei das Ausrichtungsmittel einen Halter zum Halten des Fokussierungselementes umfasst, wobei der Halter auf dem Träger zur Bewegung zwischen Einstellpositionen, in welchen das Fokussierungselement relativ zum Laser bewegt wird, und einer festen Position angebracht ist, in welcher das Fokussierungselement relativ zum Laser fest ist.

3. Fokussierungsanordnung nach Anspruch 2, bei welcher der Träger Trägerelemente umfasst, die voneinander beabstandet sind, um an ein Fach zu grenzen, und bei welcher der Halter im Fach angebracht ist und mit den Trägerelementen an eine Lücke grenzt.

4. Fokussierungsanordnung nach Anspruch 3, bei welcher der Halter eine hohle röhrenförmige Hülse mit einem Inneren, in welchem das Fokussierungselement angebracht ist, und einer äußeren Wand ist, an welcher sich zumindest ein Vorsprung radial über die Lücke erstreckt, um in die Trägerelemente einzugreifen.

5. Fokussierungsanordnung nach Anspruch 4, bei der die äußere Wand eine Vielzahl von Vorsprüngen aufweist, die gleichwinklig um die mechanische Achse herum angeordnet sind.

6. Fokussierungsanordnung nach Anspruch 4, bei der zumindest eines der Trägerelemente einen Werkzeugzugangsdurchlass aufweist, welcher sich zum Fach erstreckt, um es einem Werkzeug zu ermöglichen, den Halter in eine der Einstellpositionen zu bewegen.

7. Fokussierungsanordnung nach Anspruch 4, bei der zumindest eines der Trägerelemente einen Haftmitteleinlass aufweist, der sich zum Fach erstreckt, und ein aushärtbares Haftmittel, das durch den Einlass eingespritzt wird, um den Halter nach dem Aushärten in der festen Position zu fixieren.

8. Fokussierungsanordnung nach Anspruch 7, bei welcher der Halter aus einem Material besteht, dass für Licht einer vorbestimmten Wellenlänge durchlässig ist, und bei welcher das Haftmittel mittels Aussetzens dem Licht, das durch den Halter gestrahlt wird, ausgehärtet wird.

9. Fokussierungsanordnung nach Anspruch 2, bei welcher der Halter auf dem Träger angebracht ist, und zwar mit Bewegungsfreiheit entlang zumindest zwei zueinander orthogonaler Richtungen in der Ebene, und bei welcher der Halter auch auf dem Träger zur axialen Bewegung entlang der optischen Achse angebracht ist.

10. Fokussierungsanordnung nach Anspruch 7, bei welcher der Halter aus einem Kunststoffmaterial mit darin eingebetteten Glasfasern besteht, wobei die Glasfasern allgemein parallel zu der mechanischen Achse ausgerichtet sind.

11. Fokussierungsanordnung nach Anspruch 1, bei welcher der Laser ein Halbleiterlaser ist, in welchem der Laserstrahl eine Wellenlänge in einem Bereich von 430–655 Nanometer aufweist und in welchem das Fokussierungselement eine asphärische Linse mit einer Brennweite ist, die 4 Millimeter nicht überschreitet.

12. Fokussierungsanordnung nach Anspruch 2 und ein weiteres Fokussierungselement ebenfalls zum Fokussieren des Laserstrahls, wobei das weitere Fokussierungselement in einer Röhre angebracht

ist, die im Halter angebracht ist und vom zuerst erwähnten Fokussierungselement beabstandet ist.

13. Fokussierungsanordnung nach Anspruch 12, bei der die Hülse nachgiebige Teile zum Eingriff mit dem Halter mit Bewegungsfreiheit entlang der optischen Achse aufweist.

14. Verfahren zum Fokussieren und Ausrichten eines Laserstrahls, aufweisend die folgenden Schritte:

- a) Emittieren eines Laserstrahls entlang einer optischen Achse mittels Aktivierens eines Lasers;
- b) Fokussieren des Laserstrahls mit einem Fokussierungselement mit einer mechanischen Achse; und
- c) Ausrichten der mechanischen Achse, sodass sie mit der optischen Achse zusammenfällt, mittels einstellbaren Anbringens des Fokussierungselements relativ zum Laser mit einer Bewegungsfreiheit in einer zur optischen Achse senkrechten Ebene.

15. Verfahren nach Anspruch 14, bei dem der Ausrichtungsschritt mittels Bewegens des Fokussierungselements entlang zumindest zweier zueinander orthogonaler Richtungen in der Ebene und Fixierens des Fokussierungselements in einer festen Position relativ zum Laser durchgeführt wird.

16. Verfahren nach Anspruch 15, bei dem der Bewegungsschritt mittels Schiebens eines Halters zum Halten des Fokussierungselements mit einem Werkzeug durchgeführt wird und bei dem der Fixierungsschritt mittels Einleitens eines aushärtbaren Haftmittels um den Halter herum durchgeführt wird.

17. Anordnung zum Fokussieren und Ausrichten eines Laserstrahls während einer Bildprojektion, aufweisend:

- a) einen Träger;
- b) eine Laseranordnung, die mittels des Trägers getragen wird, zum Emittieren einer Vielzahl von Laserstrahlen unterschiedlicher Wellenlängen, wobei die Laseranordnung zumindest einen Laser zum Emittieren zumindest eines der Strahlen entlang einer optischen Achse umfasst;
- c) eine Scaneinheit, die mittels des Trägers getragen wird, zum Durchfahren eines Musters von Scanlinien im Raum bei einem Arbeitsabstand vom Träger, wobei jede Scanlinie eine Anzahl von Pixeln aufweist;
- d) einen Controller, der operativ mit der Laseranordnung und der Scaneinheit verbunden ist, zum Bewirken, dass ausgewählte Pixel mittels der Laserstrahlen beleuchtet und sichtbar gemacht werden, um ein Bild zu erzeugen; und
- e) eine optische Anordnung, die mittels des Trägers zwischen der Laseranordnung und der Scaneinheit getragen wird, zum Fokussieren und im Wesentlichen kollinearen Anordnen der Laserstrahlen, um einen zusammengesetzten Strahl zu bilden, welcher auf die Scaneinheit gerichtet ist, wobei die optische

Anordnung zumindest ein Fokussierungselement mit einer mechanischen Achse umfasst und dazu betreibbar ist, den zumindest einen Laserstrahl zu fokussieren, und ein Mittel zum Ausrichten der mechanischen Achse, sodass sie mit der optischen Achse zusammenfällt, und zwar mittels einstellbaren Anbringens des zumindest einen Fokussierungselements relativ zum zumindest einen Laser mit Bewegungsfreiheit in einer zur optischen Achse senkrechten Ebene.

18. Anordnung nach Anspruch 17, bei welcher der zumindest eine Laser ein roter und/oder blauer Halbleiterlaser ist, und bei welcher das Fokussierungselement eine Linse ist.

19. Anordnung nach Anspruch 17, bei welcher der Träger ein Gestell mit einem inneren Fach ist; wobei die optische Anordnung einen Halter zum Halten des zumindest einen Fokussierungselements im inneren Fach des Gehäuses umfasst; und wobei das Gestell einen Werkzeugzugangsanschluss aufweist, um zu ermöglichen, dass der Halter bewegt wird, und einen Haftmittelzugangsanschluss, um es dem Halter zu ermöglichen, in einer Position im inneren Fach befestigt zu werden.

20. Anordnung nach Anspruch 19, bei welcher der Halter entlang der optischen Achse bewegbar ist.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

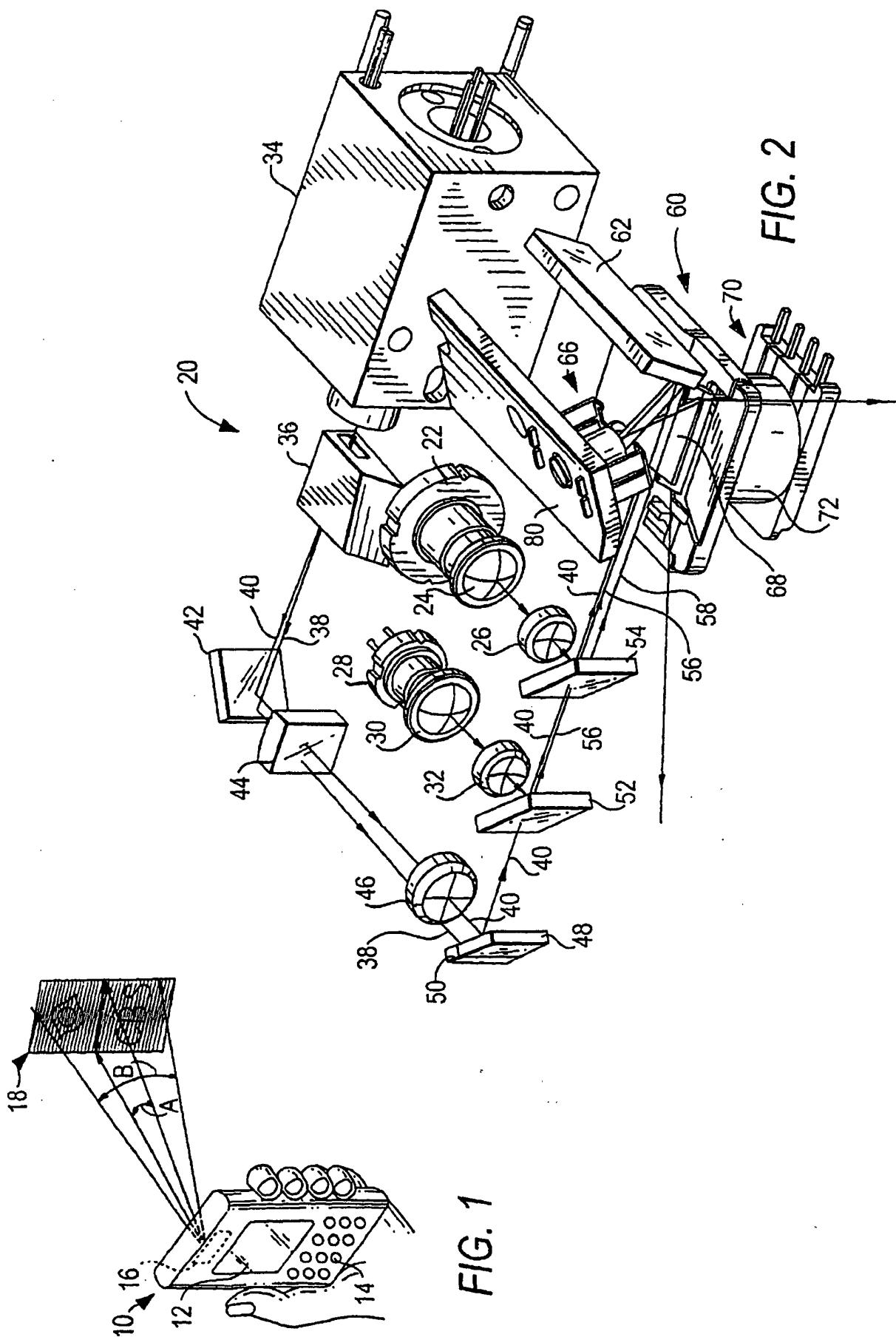
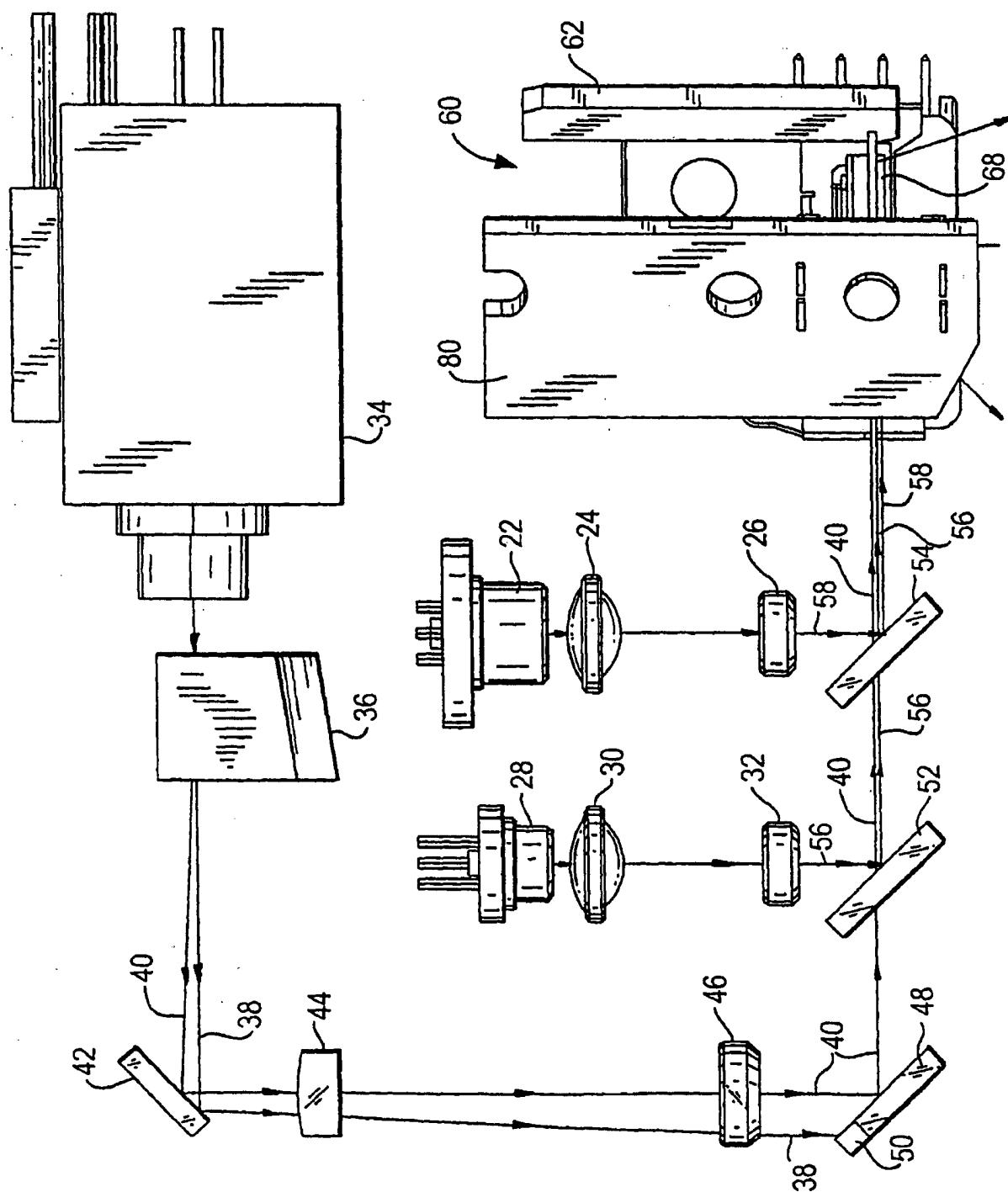


FIG. 3



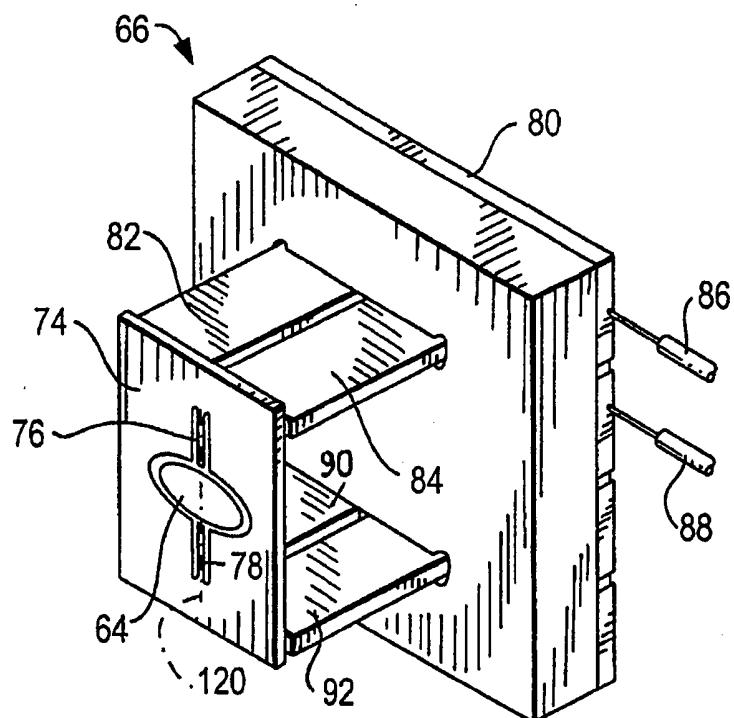


FIG. 4

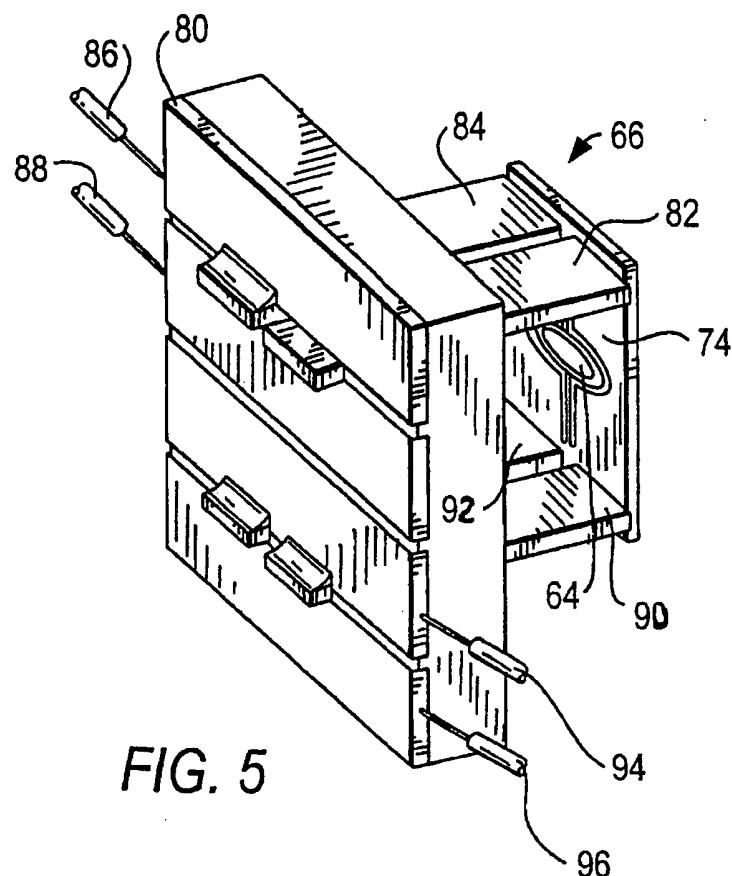


FIG. 5

FIG. 6

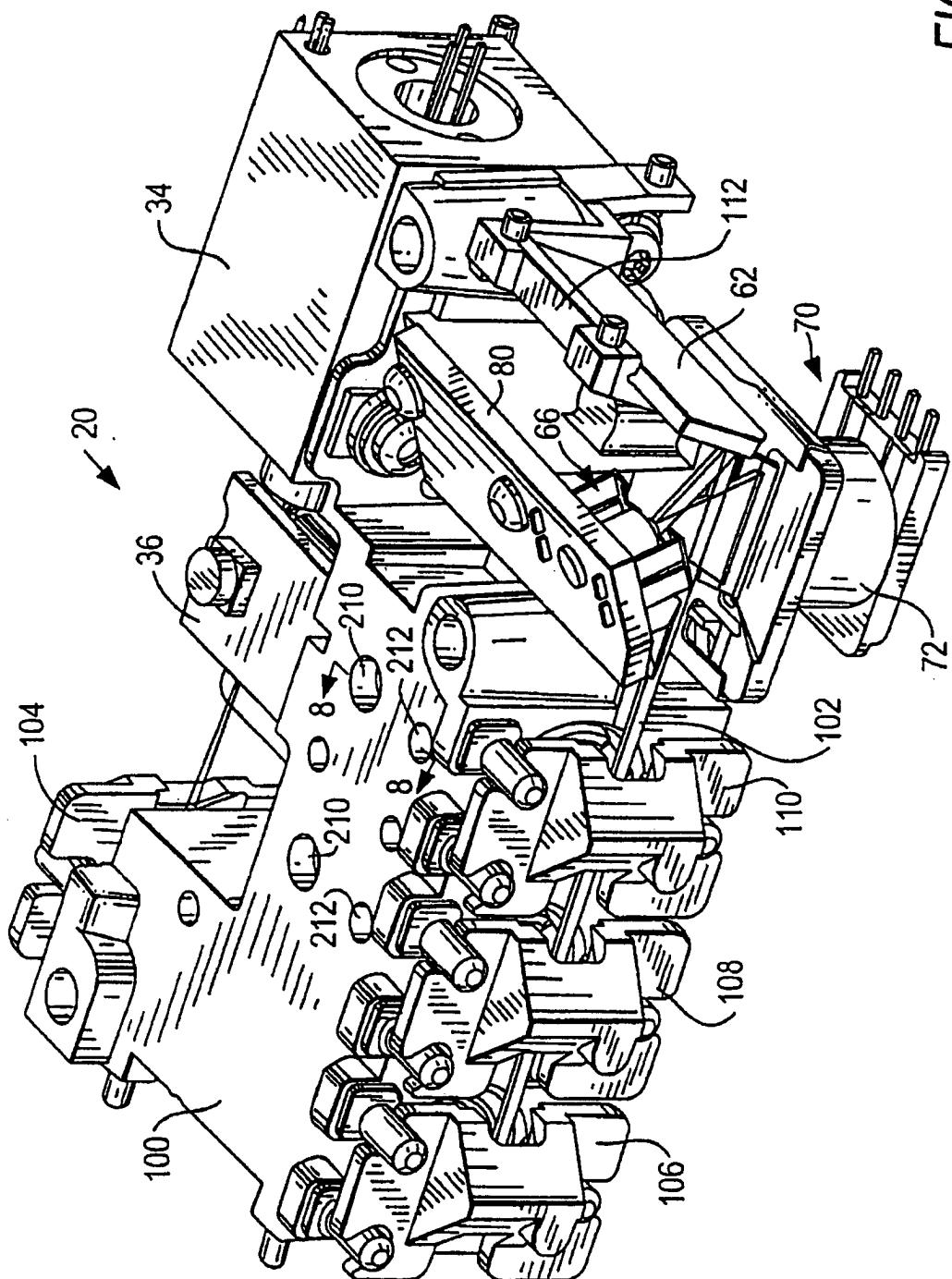
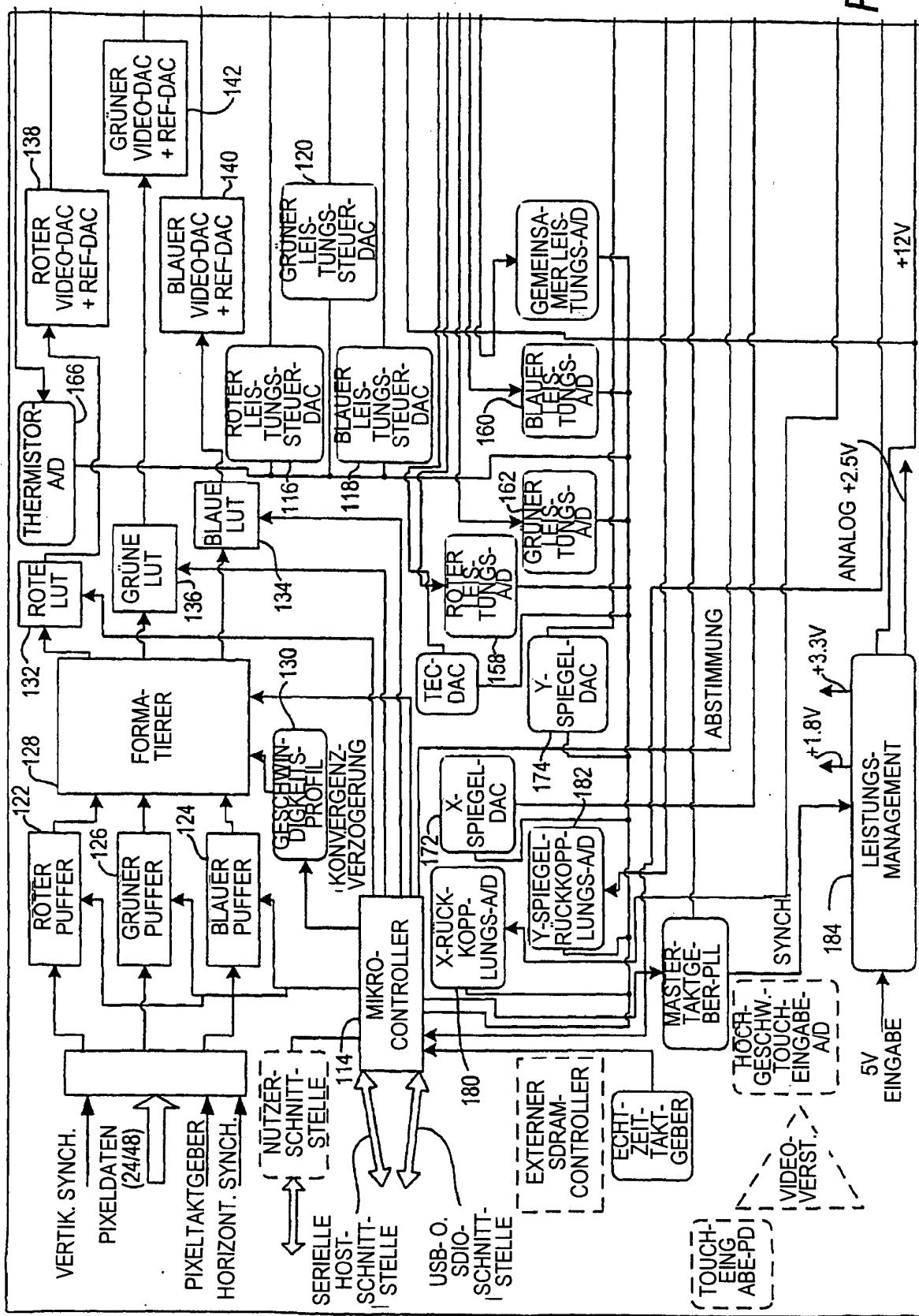


FIG. 7



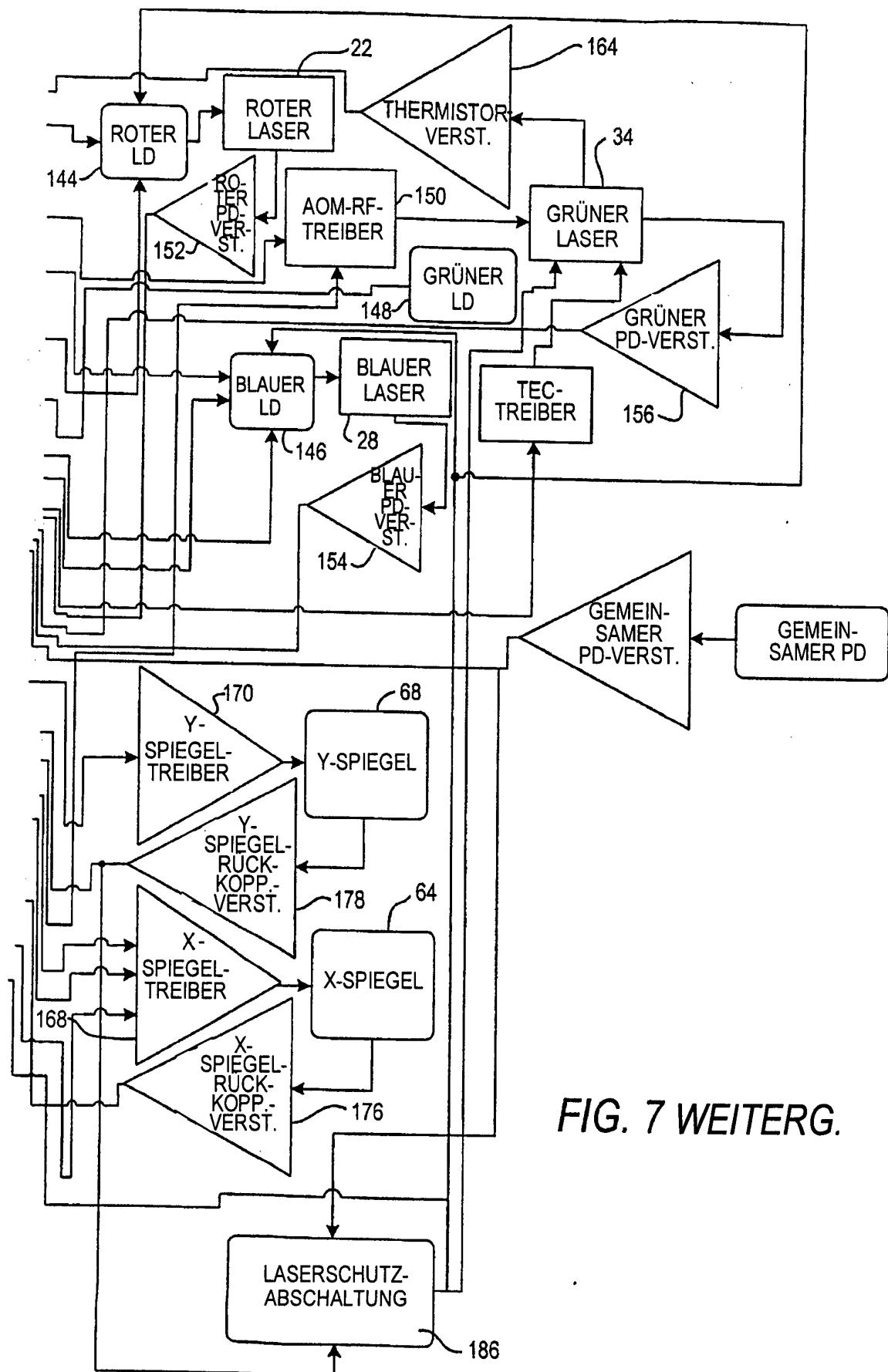


FIG. 7 WEITERG.

