



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 034 958 A1** 2008.11.06

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 034 958.2**

(22) Anmeldetag: **26.07.2007**

(43) Offenlegungstag: **06.11.2008**

(51) Int Cl.⁸: **G02B 27/10** (2006.01)

G09F 9/33 (2006.01)

G03B 21/00 (2006.01)

H04N 9/31 (2006.01)

H04N 5/74 (2006.01)

(66) Innere Priorität:

10 2007 020 289.1 30.04.2007

(71) Anmelder:

**OSRAM Opto Semiconductors GmbH, 93055
Regensburg, DE**

(74) Vertreter:

**Epping Hermann Fischer,
Patentanwalts-gesellschaft mbH, 80339 München**

(72) Erfinder:

**Schwarz, Thomas, 93055 Regensburg, DE; Schulz,
Roland, Dr., 93059 Regensburg, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu
ziehende Druckschriften:

DE 196 20 658 C1

US 66 12 703 B2

US2005/02 54 127 A1

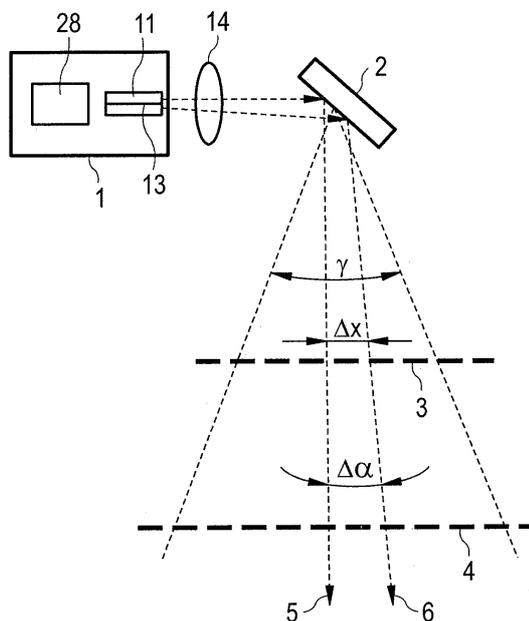
EP 17 10 619 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Strahlenkombinator für ein mehrfarbiges Laserdisplay**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Strahlenkombinator für ein mehrfarbiges Laserdisplay mit einer optischen Lichtquelle (1), die mindestens zwei Halbleiterlaser (11, 13) aufweist, angegeben, bei dem der Strahlenkombinator eine Linse (14) aufweist und die Linse (14) in einem Strahlengang angeordnet ist, der von emittierten Strahlen der mindestens zwei Halbleiterlaser (11, 13) gebildet ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Strahlenkombinator für ein mehrfarbiges Laserdisplay und ein mehrfarbiges Laserdisplay mit einem Strahlerkombinator.

[0002] Bei einem mehrfarbigen Laserdisplay werden von einer Laserlichtquelle emittierte Laserstrahlen beispielsweise auf einen Schirm projiziert, um ein mehrfarbiges Bild anzuzeigen. Die Laser der Laserlichtquelle emittieren beispielsweise Laserstrahlen in den Farben rot, grün und blau. Um das mehrfarbige Bild in einer guten Qualität anzuzeigen, sollten die projizierten Laserstrahlen eine gute Strahldeckung auf dem Schirm aufweisen. Die Laserstrahlen werden zum Beispiel mit einem Strahlvereiniger vereinigt und auf den Schirm projiziert, um das mehrfarbige Bild anzuzeigen.

[0003] Als Strahlvereiniger kann ein Prismen-Strahlvereiniger eingesetzt werden. Ein Prismen-Strahlvereiniger ist beispielsweise aus dem Dokument US 6,154,259 A bekannt. Die Seitenflächen der Prismen weisen verschiedene dielektrische Beschichtungen auf, deren Reflexion und Transmission derart eingestellt ist, dass die verschiedenen Farben an verschiedenen Seitenflächen des Prismen-Strahlvereinigers eingekoppelt werden. Zum Beispiel werden rote, grüne und blaue Strahlen an drei verschiedenen Seitenflächen eingekoppelt. An einer vierten Seitenfläche treten die drei Strahlen vereinigt aus dem Prismen-Strahlvereiniger aus, um zum Beispiel auf einen Schirm projiziert zu werden.

[0004] Eine Strahlvereinigung kann auch mit Strahlvereinigerplättchen erreicht werden. Zur Strahlvereinigung werden hierbei dielektrisch beschichtete Glasplättchen verwendet. Mindestens zwei verschiedenfarbige Strahlen, die aus zwei unter einem Winkel von 90° zueinander stehenden Richtungen am Strahlvereinigerplättchen eintreffen, werden vereinigt. Dabei wird zum Beispiel ein Strahl der einen Farbe reflektiert und ein Strahl der anderen Farbe transmittiert.

[0005] Strahlvereiniger mit dichroitischen Spiegeln zum Vereinigen von Strahlen sind beispielsweise aus dem Dokument US 6,426,781 B1 bekannt.

[0006] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, einen Strahlenkombinator für ein mehrfarbiges Laserdisplay anzugeben, bei dem auf vergleichsweise einfache Weise, insbesondere mit möglichst wenigen Komponenten, eine Strahldeckung der emittierten Strahlen erreicht wird. Weiterhin soll ein mehrfarbiges Laserdisplay mit einem verbesserten Strahlenkombinator angegeben werden.

[0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch

einen Strahlenkombinator für ein mehrfarbiges Laserdisplay gemäß Patentanspruch 1 und ein mehrfarbiges Laserdisplay gemäß Patentanspruch 25 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0008] Der Strahlenkombinator für ein mehrfarbiges Laserdisplay umfasst eine optische Lichtquelle, die mindestens zwei Halbleiterlaser aufweist. Die emittierten Strahlen der Halbleiterlaser weisen unterschiedliche Wellenlängen auf, sind also verschiedenfarbig. Insbesondere kann die optische Lichtquelle drei Halbleiterlaser aufweisen, die Strahlen der Farben rot, grün und blau emittieren. Der Strahlenkombinator enthält eine Linse, die in dem Strahlengang angeordnet ist, der von den emittierten Strahlen der mindestens zwei Halbleiterlaser gebildet ist. Mittels der Linse werden die Strahlen der Halbleiterlaser bevorzugt zu einer zumindest teilweisen Strahldeckung gebracht.

[0009] Der Strahlenkombinator hat einen vorteilhaft einfachen Aufbau, wobei nur wenige Komponenten, vorzugsweise nur eine einzige Linse, eingesetzt werden. Somit ist auch eine einfache Justierung des Strahlenkombinators möglich. Weitere Vorteile sind die vergleichsweise geringen Kosten zum Herstellen des Strahlenkombinators sowie auch dessen geringe Baugröße.

[0010] Die mindestens zwei Halbleiterlaser weisen jeweils Emissionspunkte auf, die in einer vorteilhaften Ausführungsform einen Abstand von weniger als $500\ \mu\text{m}$ voneinander und/oder von einer optischen Achse der Linse aufweisen. Unter dem Emissionspunkt des Halbleiterlasers wird der Punkt verstanden, an dem der Mittelpunkt des emittierten Laserstrahls aus dem Halbleiterkörper des Halbleiterlasers austritt. Bevorzugt weisen die Emissionspunkte der Halbleiterlaser einen Abstand von weniger als $100\ \mu\text{m}$ voneinander und/oder von der optischen Achse der Linse auf. Durch einen geringen Abstand der jeweiligen Emissionspunkte von der optischen Achse wird es erleichtert, die emittierten Strahlen durch die Linse zur Strahldeckung zu bringen. Die Strahldeckung wird verbessert, wenn der Abstand der Emissionspunkte verkleinert wird. Es ist möglich, dass die Strahlen die Linse mit einem Strahlfehlwinkel verlassen, wobei unter dem Strahlfehlwinkel der Winkel zwischen dem Strahl und einer optischen Achse der Linse verstanden wird. Der Strahlfehlwinkel ist umso kleiner, je kleiner der Abstand der Emissionspunkte von der optischen Achse ist oder je größer die Brennweite der Linse ist.

[0011] Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn die Linse in einem geringen Abstand von den Emissionspunkten der Halbleiterlaser angeordnet ist. Bevorzugt beträgt ein Abstand zwischen den Emissionspunkten der

Halbleiterlaser und der Linse 5 mm oder weniger, besonders bevorzugt 3 mm oder weniger.

[0012] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist in dem Strahlengang nach der Linse ein Prisma angeordnet. Nach einem Durchgang durch das Prisma sind die Strahlen vorzugsweise parallel. Es ist auch möglich, das Prisma so auszubilden oder anzuordnen, dass die Strahlen beim Austritt aus dem Prisma eine vorbestimmte Strahldivergenz aufweisen.

[0013] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist nach der Linse eine doppelbrechende Platte, insbesondere aus doppelbrechendem Glas, in dem Strahlengang angeordnet. Die emittierten Strahlen der Halbleiterlaser, beispielsweise zwei Halbleiterlaser, weisen eine um 90° unterschiedliche Polarisationsrichtung auf. Beim Durchgang der Strahlen durch die Platte wird aufgrund der Doppelbrechung einer der Strahlen stärker gebrochen als der andere Strahl, so dass die Strahlen nach dem Durchgang durch die Platte vorzugsweise parallel zueinander sind. Es ist auch möglich, dass die Strahlen nach dem Durchgang durch die Platte aus doppelbrechendem Glas mit einem vorbestimmten Strahlfehlwinkel auseinander laufen.

[0014] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist nach der Linse in dem Strahlengang eine weitere Linse angeordnet, die als Kollimator wirkt. Nach dem Durchgang durch die weitere Linse sind die Strahlen vorzugsweise parallel oder weisen einen vorbestimmten Strahlfehlwinkel auf.

[0015] In einer weiteren Ausführungsform ist nach der Linse in dem Strahlengang ein beugendes Element angeordnet. Die Strahlen werden durch das beugende Element abhängig von der Wellenlänge unterschiedlich gebeugt, sodass sie nach dem Verlassen des beugenden Elements vorzugsweise parallel zueinander sind oder einen vorbestimmten Strahlfehlwinkel aufweisen. Das beugende Element kann ein an der Oberfläche beugendes Element, beispielsweise ein Gitter oder ein Oberflächenhologramm sein, oder ein im Volumen beugendes Element, zum Beispiel ein Volumenhologramm.

[0016] Bei Strahlen unterschiedlicher Wellenlänge können die Positionen der Brennpunkte der Linse aufgrund der Dispersion des Materials der Linse, beispielsweise Glas oder Kunststoff, verschieden sein. In einer vorteilhaften Ausführungsform ist die Linse eine achromatische Linse, sodass der Effekt der Dispersion vermindert oder sogar vollständig eliminiert wird. Eine achromatische Linse enthält zur Verminderung der chromatischen Aberration eine Kombination aus mindestens zwei Glastypen. Die Brennpunkte der Linse für die verschiedenen Wellenlängen der mehreren Halbleiterlaser liegen in diesem Fall vorteilhaft in einer Ebene oder zumindest nahezu in einer

Ebene.

[0017] Die Linse kann zum Beispiel eine sphärische Linse oder eine asphärische Linse sein. Bevorzugt weist die Linse zumindest eine Freiformfläche auf, die es vorteilhaft ermöglicht, die optischen Eigenschaften der Linse gezielt an die Anordnung der Halbleiterlaser in der optischen Lichtquelle anzupassen, um eine gute Strahldeckung der emittierten Laserstrahlen zu erzielen. Eine für die jeweilige optische Lichtquelle geeignete Freiformfläche der Linse kann für eine vorgegebene geometrische Anordnung der Halbleiterlaser und der Linse sowie vorgegebene Wellenlängen der emittierten Laserstrahlen mittels Simulationsrechnungen bestimmt werden.

[0018] Bei einer weiteren Ausführungsform ist die Linse ein diffraktives optisches Element (DOE). Bei dem als Linse fungierenden diffraktiven optischen Element handelt es vorzugsweise um eine Glas- oder Kunststoffplatte, die mit beugenden Oberflächenstrukturen versehen ist. Die Oberflächenstrukturen weisen dabei Abmessungen auf, die in der Regel kleiner sind als die Wellenlänge der Laserstrahlung, die fokussiert werden soll. Alternativ kann es sich bei dem diffraktiven optischen Element auch um ein Volumenhologramm handeln. Eine geeignete Oberflächenstruktur oder ein geeignetes Volumenhologramm des diffraktiven optischen Elements können für die gewünschten Abbildungseigenschaften mittels Simulationen berechnet werden.

[0019] Bei einer bevorzugten Ausgestaltung weist das diffraktive optische Element mehrere optische Achsen für die verschiedenen Wellenlängen der Halbleiterlaser auf. Diese Ausgestaltung macht sich zunutze, dass die Beugungseigenschaften des diffraktiven optischen Elements von der Wellenlänge des zu fokussierenden Lichts der Halbleiterlaser abhängig sind. Mittels einer geeigneten Oberflächenstruktur oder einem geeigneten Volumenhologramm kann erreicht werden, dass das diffraktive optische Element mehrere optische Achsen für die verschiedenen Emissionswellenlängen der Halbleiterlaser aufweist. Die mehreren optischen Achsen sind vorteilhaft versetzt zueinander angeordnet, und zwar vorzugsweise derart, dass die optische Achse für eine bestimmte Wellenlänge jeweils kollinear zu der Emissionsrichtung des Halbleiterlasers, der diese Wellenlänge emittiert, verläuft.

[0020] Bei einer alternativen Ausgestaltung verlaufen die optischen Achsen des als Linse fungierenden diffraktiven optischen Elements schräg zueinander. Auf diese Weise wird ein „Schielen“ der Laserstrahlen erreicht, wodurch die Strahldeckung weiter verbessert werden kann.

[0021] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform sind die mindestens zwei Halbleiterlaser parallel

übereinander mit einander zugewandten Emissionsschichten angeordnet. Bei dieser Ausführungsform kann beispielsweise jeder der Halbleiterlaser ein Substrat aufweisen, wobei die Halbleiterlaser derart angeordnet sind, dass die Substrate voneinander abgewandt sind. Der Abstand der Emissionspunkte der mindestens zwei Halbleiterlaser ist in dieser Ausführungsform vorteilhaft klein, vorzugsweise 20 µm oder weniger, wodurch es insbesondere möglich ist, die Emissionspunkte der Halbleiterlaser sehr nahe an der optischen Achse der Linse anzuordnen.

[0022] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform weist die optische Lichtquelle drei Halbleiterlaser auf, die zur Strahldeckung der emittierten Strahlen jeweils mit einander zugewandten Emissionsschichten in einem Dreieck angeordnet sind. Jeder der Halbleiterlaser weist zum Beispiel ein Substrat auf, wobei die Substrate voneinander abgewandt sind.

[0023] Die Substrate bilden also ein Dreieck aus, wobei die auf den Substraten angeordneten Emissionsschichten zur Innenseite des Dreiecks zeigen. Auf diese Weise kann erreicht werden, dass die Abstände zwischen den Emissionspunkten der drei Halbleiterlaser vorteilhaft klein sind und vorzugsweise 100 µm oder weniger betragen. Insbesondere ist es auf diese Weise möglich, die Emissionspunkte der Halbleiterlaser sehr nahe an der optischen Achse der Linse anzuordnen. Vorteilhaft sind die Emissionspunkte gleich weit voneinander und bevorzugt auch gleich weit von der optischen Achse der Linse entfernt.

[0024] Bei einer bevorzugten Ausführungsform sind die mindestens zwei Halbleiterlaser nebeneinander auf einem gemeinsamen Substrat angeordnet. Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind die mindestens zwei Halbleiterlaser auf einem Substrat monolithisch integriert, also in einem gemeinsamen Schichtstapel angeordnet.

[0025] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist mindestens einer der mindestens zwei Halbleiterlaser in einer parallel zur optischen Achse der Linse verlaufenden Richtung gegenüber mindestens einem der Halbleiterlaser versetzt angeordnet. In diesem Fall ist beispielsweise der Abstand des versetzt angeordneten Halbleiterlasers von der Linse kleiner als der Abstand des anderen Halbleiterlasers von der Linse. Auf diese Weise kann vorteilhaft der Effekt der Dispersion der Linse vermindert oder ganz kompensiert werden, aufgrund dessen die Linse verschiedene Brennweiten für die verschiedenfarbigen Laserstrahlen aufweist. Durch die versetzte Anordnung der verschiedenfarbigen Laser wird ermöglicht, dass die Brennpunkte der emittierten Strahlen in einer Ebene, insbesondere auf einem Schirm eines Laserdisplays, liegen.

[0026] In der optischen Lichtquelle kann mindestens einer der mindestens zwei Halbleiterlaser ein kantenemittierender Halbleiterlaser sein. Weiterhin kann es sich bei mindestens einem der mindestens zwei Halbleiterlaser auch um einen oberflächenemittierenden Halbleiterlaser mit Vertikalresonator (VCSEL) oder um einen oberflächenemittierenden Halbleiterlaser mit externem Vertikalresonator (VECSEL) handeln.

[0027] Die optische Lichtquelle kann insbesondere gleichzeitig mindestens einen kantenemittierenden und mindestens einen oberflächenemittierenden Halbleiterlaser enthalten. Beispielsweise kann die optische Lichtquelle jeweils einen roten und einen blauen kantenemittierenden Halbleiterlaser und einen grünen oberflächenemittierenden Halbleiterlaser aufweisen. Insbesondere für die Farbe grün wird bevorzugt ein oberflächenemittierender Halbleiterlaser eingesetzt, da grüne kantenemittierende Halbleiterlaser schwerer zu realisieren sind als blaue oder rote kantenemittierende Halbleiterlaser.

[0028] Der von einem oberflächenemittierenden Halbleiterlaser, insbesondere VCSEL oder VECSEL, emittierte Strahl hat in der Regel ein anderes Strahlprofil als der Strahl eines kantenemittierenden Halbleiterlasers. Weist die optische Lichtquelle als Halbleiterlaser mindestens einen kantenemittierenden Halbleiterlaser und gleichzeitig mindestens einen oberflächenemittierenden Halbleiterlaser auf, wird zum Erreichen eines gleichartigen Strahlprofils der emittierten Strahlen in dem Strahlengang des frequenzverdoppelten Halbleiterlasers vorteilhaft eine Kugellinse angeordnet.

[0029] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist mindestens einer der mindestens zwei Halbleiterlaser ein frequenzverdoppelter Halbleiterlaser. Insbesondere kann der frequenzverdoppelte Halbleiterlaser ein oberflächenemittierender Halbleiterlaser, zum Beispiel ein VCSEL oder ein VECSEL, oder ein DFB (Distributed Feed Back)-Laser sein.

[0030] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform weist der Strahlenkombinator eine Ansteuerelektronik für die Halbleiterlaser auf, die geeignet ist, die Halbleiterlaser derart zeitlich versetzt anzusteuern, dass eine zumindest teilweise Strahldeckung erreicht wird.

[0031] Bei einem mehrfarbigen Laserdisplay, das einen Strahlenkombinator gemäß der Erfindung enthält, werden die von den Halbleiterlasern emittierten Strahlen beispielsweise über einen Scanner-Spiegel auf einen Schirm projiziert, um dort ein Bild anzuzeigen. Die Strahlen werden mit dem Strahlenkombinator vorteilhaft derart zur Deckung gebracht, dass die Strahlen beim Auftreffen auf den Schirm ganz oder zumindest teilweise überlappen. Der Abstand des

Schirms zum Scanner-Spiegel kann dabei variabel sein.

[0032] Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Ausführungsformen im Zusammenhang mit den [Fig. 1](#) bis 18 näher erläutert. Es zeigen:

[0033] [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung einer Ausführungsform eines mehrfarbigen Laserdisplays mit einer Ausführungsform eines Strahlenkombinators,

[0034] [Fig. 2](#) Beispiele von Strahlbildern auf einem Schirm für verschiedene Ausführungsformen des Strahlenkombinators,

[0035] [Fig. 3](#) eine schematische Darstellung einer Ausführungsform des Strahlenkombinators mit drei Halbleiterlasern,

[0036] [Fig. 4](#) eine schematische Darstellung einer Ausführungsform des Strahlenkombinators mit zwei Halbleiterlasern,

[0037] [Fig. 5](#) eine schematische Darstellung einer Ausführungsform des Strahlenkombinators mit drei Halbleiterlasern, die in einem Dreieck angeordnet sind,

[0038] [Fig. 6](#) eine schematische Darstellung einer Ausführungsform des Strahlenkombinators mit übereinander angeordneten Halbleiterlasern,

[0039] [Fig. 7](#) eine schematische Darstellung einer Ausführungsform des Strahlenkombinators mit einem monolithisch integrierten Halbleiterlaser,

[0040] [Fig. 8](#) eine schematische Darstellung einer Ausführungsform des Strahlenkombinators mit einem versetzt angeordneten Halbleiterlaser,

[0041] [Fig. 9](#) eine schematische Darstellung einer Ausführungsform des Strahlenkombinators mit zwei kantenemittierenden Laserdioden und einem frequenzverdoppelten Halbleiterlaser,

[0042] [Fig. 10](#) eine schematische Darstellung einer Ausführungsform des Strahlenkombinators mit einer über den zwei kantenemittierenden Laserdioden angeordneten Kugellinse,

[0043] [Fig. 11](#) eine schematische Darstellung einer Ausführungsform des Strahlenkombinators mit einem Prisma,

[0044] [Fig. 12](#) eine schematische Darstellung einer Ausführungsform, des Strahlenkombinators mit einer Kollimatorlinse,

[0045] [Fig. 13](#) eine schematische Darstellung einer

Ausführungsform des Strahlenkombinators mit einem beugenden Element,

[0046] [Fig. 14](#) eine schematische Darstellung einer Ausführungsform des Strahlenkombinators mit einer Linse mit Freiformfläche, und

[0047] [Fig. 15](#) eine schematische Darstellung einer Ausführungsform des Strahlenkombinators mit übereinander angeordneten kantenemittierenden Laserdioden und einer Kugellinse,

[0048] [Fig. 16](#) eine schematische Darstellung einer Ausführungsform des Strahlenkombinators mit einem als Linse fungierenden diffraktiven optischen Element,

[0049] [Fig. 17](#) eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform des Strahlenkombinators mit einem als Linse fungierenden diffraktiven optischen Element, und

[0050] [Fig. 18](#) eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform des Strahlenkombinators mit einem als Linse fungierenden diffraktiven optischen Element.

[0051] Gleiche oder gleich wirkende Elemente sind in den Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Die Figuren sind nicht als maßstabsgerecht anzusehen, vielmehr können einzelne Elemente zur Verdeutlichung übertrieben groß dargestellt sein.

[0052] [Fig. 1](#) zeigt eine schematische Darstellung eines mehrfarbigen Laserdisplays mit einem Strahlenkombinator. Der Strahlenkombinator umfasst eine optische Lichtquelle **1**, die zwei Halbleiter-Laser **11**, **13** enthält, und eine Linse **14**, die im Strahlengang der von den Halbleiterlasern **11**, **13** emittierten Lichtstrahlen **5**, **6** angeordnet ist. Das Laserdisplay enthält weiterhin einen Scanner-Spiegel **2** zur Umlenkung der von den Halbleiterlasern **11**, **13** emittierten Laserstrahlen **5**, **6** auf einen Schirm **3**. Der dargestellte weitere Schirm **4**, der vom Scanner-Spiegel **2** weiter entfernt ist, soll andeuten, dass die Entfernung des Schirms **3** vom Scanner-Spiegel **2** nicht festgelegt ist, sondern der Schirm **3**, **4** vielmehr in verschiedenen Abständen zum Scanner-Spiegel **2** angeordnet werden kann.

[0053] Die optische Lichtquelle **1** weist in dieser Ausführungsform zwei Halbleiterlaser **11**, **13** auf. Ein Halbleiterlaser **11** emittiert zum Beispiel rotes Licht mit einer Wellenlänge von beispielsweise 660 nm. Der andere Halbleiterlaser **13** emittiert beispielsweise blaues Licht mit einer Wellenlänge von zum Beispiel 440 nm.

[0054] Der rote Laserstrahl **5** und der blaue Laserstrahl **6** werden von den Halbleiterlasern **11**, **13** der

optischen Lichtquelle **1** des Strahlenkombinators emittiert und treffen auf den Scanner-Spiegel **2**. Der Scanner-Spiegel **2** projiziert den roten Strahl **5** und den blauen Strahl **6** auf den Schirm **3, 4**. Beim Auftreffen auf den Schirm **3, 4** weisen die Strahlen **5, 6** einen Strahlversatz Δx auf dem Schirm **3, 4** auf. Der rote Strahl **5** und der blaue Strahl **6** weisen beim Auftreffen auf den Schirm **3, 4** zueinander eine Strahldivergenz $\Delta\alpha$ auf.

[0055] Von dem Scanner-Spiegel **2** werden die Strahlen **5, 6** mit einem Scanwinkel γ auf den Schirm **3, 4** projiziert, sodass ein mehrfarbiges Bild mit einem sogenannten Flying-Spot Verfahren auf den Schirm **3, 4** geschrieben wird. Die Ablenkung der Strahlen **5, 6** auf den Schirm **3, 4** erfolgt sowohl in horizontaler Richtung (x-Richtung) als auch in einer senkrecht zur Zeichenebene verlaufenden vertikalen Richtung (y-Richtung, nicht dargestellt).

[0056] Die Strahlen **5, 6** weisen vorteilhaft eine zumindest teilweise Strahldeckung auf, sodass sie auf dem Schirm **3, 4** zumindest teilweise überlappen. Der Strahlversatz Δx sollte vorzugsweise $\pm 0,1$ mm oder weniger betragen. Die Strahldivergenz $\Delta\alpha$, unter der die Strahlen auf den Schirm treffen, sollte bevorzugt weniger als $\pm 0,02^\circ$ betragen. Je geringer die Strahldivergenz $\Delta\alpha$ und je geringer der Abstand der Emissionspunkte der Halbleiterlaser ist, desto weiter kann der Schirm **3, 4** von dem Scannerspiegel **2** entfernt angeordnet werden, ohne dass der Strahlversatz Δx derart groß wird, dass keine Strahldeckung mehr vorliegt. Durch die in dem Strahlenkombinator enthaltene Linse **14** wird die Strahldivergenz $\Delta\alpha$ der Lichtstrahlen **5, 6** vorteilhaft bereits vor dem Auftreffen auf den Scanner-Spiegel **2** verringert.

[0057] Der Strahlenkombinator enthält vorteilhaft eine Ansteuerelektronik **28** für die Halbleiterlaser **11, 13**, die beispielsweise in die optische Lichtquelle **1** integriert ist. Die Funktion der Ansteuerelektronik **28** wird im Folgenden anhand der **Fig. 2** näher erläutert.

[0058] In **Fig. 2** sind schematisch mehrere Beispiele von möglichen Strahlbildern auf einem Schirm dargestellt, die mit dem Strahlenkombinator erzielt werden können. Die nicht dargestellte optische Lichtquelle weist bei dieser Ausführungsform drei Halbleiterlaser auf, die Strahlen in den Farben rot, grün und blau emittieren. Die **Fig. 2.1** bis **Fig. 2.5** zeigen beispielhaft die Positionen der Strahlquerschnitte auf dem Schirm eines Laserdisplays, das eine Vielzahl von Pixeln **10** aufweist.

[0059] In der **Fig. 2.1** werden ein Strahlquerschnitt **7** des blauen Lasers, ein Strahlquerschnitt **8** des grünen Lasers und ein Strahlquerschnitt **9** des roten Lasers gezeigt. Der hier gezeigte Fall stellt den Idealfall dar, bei dem die Strahlquerschnitte **7, 8, 9** der von den Halbleiterlasern emittierten Strahlen ohne Strahl-

abweichung auf ein einzelnes Pixel **10** des Schirms auftreffen.

[0060] Weisen die emittierten Strahlen beim Auftreffen auf den Schirm des Laserdisplays eine Strahldivergenz $\Delta\alpha$ zueinander auf, ist ein Erreichen dieser idealen Strahldeckung erschwert.

[0061] **Fig. 2.2** zeigt ein Beispiel, bei dem der blaue Strahlquerschnitt **7**, der rote Strahlquerschnitt **9** und der grüne Strahlquerschnitt **8** jeweils auf benachbarte Pixel **10** einer Zeile auftreffen. Der grüne Strahl **8** trifft also in x-Richtung um ein Pixel gegenüber dem roten Strahl **9** versetzt auf dem Schirm auf. Der blaue Strahl **7** trifft gegenüber dem roten Strahl in x-Richtung um 2 Pixel versetzt auf den Schirm auf.

[0062] Ein derartiger Strahlversatz kann ohne weitere optische Elemente mittels einer Ansteuerelektronik für die Halbleiterlaser ausgeglichen werden. Dazu steuert die Ansteuerelektronik die Halbleiterlaser derart zeitlich versetzt an, dass beispielsweise in einer bestimmten Position des Scanner-Spiegels der rote Laser mit der Farbinformation eines bestimmten Bildpunkts, der grüne Laser mit der Farbinformation des um ein Pixel versetzten Bildpunkts und der blaue Laser mit der Farbinformation des um zwei Pixel versetzten Bildpunkts betrieben wird. Auf diese Weise sorgt die Ansteuerelektronik dafür, dass die Farbinformationen für rot, grün und blau eines Bildpunkts in das gleiche Pixel auf dem Schirm abgebildet werden. Es wird also mittels der Ansteuerelektronik beim Schreiben des Bildes der Zustand wie in **Fig. 2.1** erzeugt. Allerdings gehen an den Rändern des Schirms bei dieser Ausführungsform jeweils zwei Pixel **10** verloren, da sie nicht von allen drei Farben getroffen werden und somit für die Bilderzeugung nicht nutzbar sind.

[0063] **Fig. 2.3** zeigt einen Fall, bei dem die Strahlen derart auf den Schirm projiziert werden, dass sie sowohl in x-Richtung als auch in y-Richtung etwas versetzt zueinander auf den Schirm auftreffen. Der Durchmesser der Strahlquerschnitte **7, 8, 9** beträgt beispielsweise zwischen $250 \mu\text{m}$ und $450 \mu\text{m}$ und die Abstände der Strahlmittelpunkte betragen beispielsweise 300 bis $800 \mu\text{m}$. In **Fig. 2.3** liegen die Positionen der drei Strahlquerschnitte **7, 8, 9** vergleichsweise nahe beieinander auf dem Schirm, so dass sie gemeinsam ein Pixel **10** des Displays ausbilden können. Das Pixel **10** enthält also alle drei Farben. Allerdings ist die Pixelgröße des Pixels **10** gegenüber der in **Fig. 2.1** dargestellten idealen Strahldeckung trotz gleicher Strahldurchmesser der Laserstrahlen vergrößert, wodurch die Bildqualität verringert wird.

[0064] **Fig. 2.4** zeigt eine verbesserte Lösung für den in **Fig. 2.3** dargestellten Fall, bei dem eine Verminderung der Auflösung aufgrund eines Strahlversatzes der Laserstrahlen durch eine geeignete An-

steuerelektronik vermieden wird. Die drei versetzt auf den Schirm auftreffenden Strahlen mit dem jeweiligen Strahlquerschnitt **7**, **8**, **9** erzeugen jeweils verschiedene Pixel 10 des Bildes. Mit der Ansteuerelektronik wird durch eine geeignete zeitlich versetzte Ansteuerung der Halbleiterlaser ähnlich wie bei dem in [Fig. 2.2](#) dargestellten Beispiel erreicht, dass die Farbinformationen für rot, grün und blau eines jeden Bildpunkts in das gleiche Pixel 10 auf dem Schirm abgebildet werden.

[0065] Für den Fall, dass die Laserstrahlen mit einem derart großen Strahlversatz auf den Schirm auftreffen, dass sie nicht zur Erzeugung benachbarter Pixel 10 verwendet werden können, ist es möglich, dass der Abstand zwischen den Strahlen auch mehrere Pixel 10 des Bildes beträgt. [Fig. 2.5](#) zeigt einen solchen Fall. Auf ein erstes Pixel 10A trifft der rote Strahl mit dem Strahlquerschnitt **9** auf und ein grüner Strahl mit dem Strahlquerschnitt **8** trifft auf ein weiteres Pixel 10B, das von dem ersten Pixel 10A einen Pixelabstand n aufweist. Der Pixelabstand n entspricht dem Strahlversatz Δx auf dem Schirm. In dieser Ausführungsform ist der Pixelabstand $n = 3$ Pixel. Weiterhin trifft ein blauer Strahl mit dem Strahlquerschnitt **7** mit einem weiteren Pixelabstand von $n = 3$ Pixeln auf das in [Fig. 2.5](#) gezeigte äußerste rechte Pixel 10C.

[0066] Die Strahldeckung erfolgt auch in dieser Ausführungsform wie zuvor im Zusammenhang mit den [Fig. 2.2](#) und [Fig. 2.4](#) beschrieben mittels der Ansteuerelektronik, wodurch aber an jeder Seite des Schirms umso mehr Pixel nicht zur Bilderzeugung nutzbar sind, je größer der Pixelabstand n der versetzten Strahlen ist. Dieser Pixelabstand n kann jedoch dadurch reduziert werden, dass die Strahldivergenz $\Delta\alpha$ durch die Linse **14** des Strahlenkombinators minimiert wird, sodass der Strahlversatz Δx der Strahlen auf dem Schirm beziehungsweise der Pixelabstand n nur wenige Pixel beträgt.

[0067] Es ist weiterhin vorteilhaft, wenn ein Strahlversatz wie bei den Beispielen in [Fig. 2.2](#) und [Fig. 2.5](#) nur innerhalb einer Zeile von Pixeln 10 vorliegt, also in Richtung der x-Achse, da das Bild in dieser Richtung geschrieben wird. In diesem Fall ist der Aufwand für die Ansteuerelektronik geringer, als wenn gleichzeitig auch ein Strahlversatz in den Spalten von Pixeln 10, also in Richtung der y-Achse, mit der Ansteuerelektronik korrigiert werden muss, wie es bei dem in [Fig. 2.4](#) gezeigten Beispiel der Fall ist.

[0068] [Fig. 3](#) zeigt eine Ausführungsform des Strahlenkombinators mit einer Linse **14** und einem roten Halbleiterlaser **11**, einem grünen Halbleiterlaser **12** und einem blauen Halbleiterlaser **13**, die auf einer Wärmesenke **15** angeordnet sind. [Fig. 3A](#) zeigt eine Durchsicht durch die Linse **14** auf die Halbleiterlaser **11**, **12**, **13** der optischen Lichtquelle und [Fig. 3B](#) zeigt

eine Draufsicht auf den Strahlenkombinator.

[0069] [Fig. 3A](#) zeigt die drei Halbleiterlaser **11**, **12**, **13**, die nebeneinander auf der Wärmesenke **15** angeordnet sind. Die drei Halbleiterlaser **11**, **12**, **13** sind in dieser Ausführungsform kantenemittierende Laserdioden und sind nebeneinander auf die Wärmesenke **15** gelötet. Die Halbleiterlaser **11**, **12**, **13** sind derart auf der Wärmesenke **15** angeordnet, dass ihre p-seitige Kontaktierung der Wärmesenke zugewandt ist. Die Linse **14** ist beispielsweise aus Glas oder Kunststoff hergestellt.

[0070] Die Halbleiterlaser **11**, **12**, **13** weisen jeweils einen Drahtkontakt **16** auf und sind einzeln elektrisch ansteuerbar. Jeder der drei Halbleiterlaser **11**, **12**, **13** weist einen Emissionspunkt **27** auf. Der grüne Halbleiterlaser **12** ist auf einer optischen Achse der Linse **14** angeordnet. Der Abstand d_1 zwischen dem Emissionspunkt **27** des roten Halbleiterlasers **11** und der optischen Achse der Linse **14**, sowie der Abstand d_2 zwischen dem Emissionspunkt **27** des blauen Halbleiterlasers **13** und der optischen Achse **29** der Linse **14** sollte möglichst gering sein, um eine gute Strahldeckung der Strahlen, die von den Halbleiterlasern **11**, **12**, **13** emittiert werden, zu erzielen.

[0071] Die Abstände der Emissionspunkte **27** der Halbleiterlaser **11**, **12**, **13** von der optischen Achse **29** der Linse **14** betragen vorzugsweise weniger als 500 μm , besonders bevorzugt weniger als 100 μm . Das heißt, dass die Halbleiterlaser **11**, **12**, **13** auf der Wärmesenke **15** sehr kleine Abstände zueinander aufweisen.

[0072] [Fig. 3B](#) zeigt den Strahlenkombinator aus [Fig. 3A](#) in einer Draufsicht. Die Linse **14** ist in einem Abstand d , der vorzugsweise gleich der Brennweite f der Linse **14** ist, von den Emissionspunkten **27** der Halbleiterlaser **11**, **12**, **13** angeordnet. Der Abstand der Linse d von den Emissionspunkten **27** der Halbleiterlaser **11**, **12**, **13** beträgt bevorzugt 5 mm oder weniger, besonders bevorzugt 3 mm oder weniger, zum Beispiel 2 mm. Die emittierten Strahlen laufen durch die Linse **14**. In [Fig. 3B](#) sind diejenigen Strahlen der Halbleiterlaser angedeutet, die durch den Mittelpunkt der Linse **14** verlaufen. Beispielsweise tritt ein Strahl des blauen Halbleiterlasers **13**, der in Richtung des Linsenmittelpunkts emittiert wird, mit einem Strahlfehlwinkel $\Delta\beta_1 = \arctan(d/f)$ in Bezug auf die optische Achse **29** durch die Linse **14** hindurch. Der Strahlfehlwinkel $\Delta\beta_1$ ist umso kleiner, je kleiner der Abstand d_1 des Emissionspunktes **27** des Halbleiterlasers **11** von der optischen Achse der Linse **14** und je größer die Brennweite f der Linse **14** ist.

[0073] Der Strahlfehlwinkel $\Delta\beta_1$ kann dazu führen, dass der Strahl des blauen Halbleiterlasers **13** um n Pixel versetzt gegenüber dem Strahl des grünen Halbleiterlasers **12**, dessen Emissionspunkt auf der

optischen Achse **29** der Linse angeordnet ist, auf einen Schirm auftrifft. Bei einem Scanwinkel γ des Displays und einer Anzahl N Pixeln pro Zeile gilt für den Pixelabstand n , unter dem die Strahlen versetzt auf den Schirm auftreffen:

$$n = N(\Delta\beta_1/\gamma) = N[\arctan(d_1/f)/\gamma].$$

[0074] In einem Rechenbeispiel ist der Abstand d_1 des Emissionspunktes **27** des roten Halbleiterlasers von der optischen Achse der Linse beispielsweise $100\ \mu\text{m}$. Die Brennweite f der Linse ist $2\ \text{mm}$. Der Scanwinkel γ ist 44° und eine Pixelanzahl N in einer Zeile auf dem Schirm ist 640 . Der Pixelabstand n in einer Zeile, also in x -Richtung auf dem Schirm, beträgt dann 42 Pixel.

[0075] Da sich die emittierten Strahlen der Halbleiterlaser **11**, **12**, **13** in ihrer Wellenlänge unterscheiden, kann es sein, dass die Brennpunkte der Strahlen aufgrund der Dispersion nicht in einer Ebene liegen. Durch die Verwendung einer achromatischen Linse **14** oder einer Linse aus einem Spezialglas mit geringer Dispersion kann der Einfluss der Dispersion vermindert oder ganz aufgehoben werden.

[0076] **Fig. 4** zeigt eine weitere Ausführungsform des Strahlenkombinators mit zwei Halbleiterlasern **11**, **13**. **Fig. 4A** zeigt eine Durchsicht durch die Linse **14** auf die Halbleiterlaser **11**, **13** der optischen Lichtquelle. **Fig. 4B** zeigt eine Draufsicht auf den Strahlenkombinator.

[0077] **Fig. 4A** zeigt die Linse **14**, den roten Halbleiterlaser **11** und den blauen Halbleiterlaser **13**, die auf der Wärmesenke **15** nebeneinander angeordnet sind. Wie in der Ausführungsform in **Fig. 3** sind die Halbleiterlaser **11**, **13** kantenemittierende Laserdioden und werden über Drahtkontakte **16** einzeln elektrisch angesteuert. Die Halbleiterlaser **11**, **13** sind bevorzugt derart auf der Wärmesenke **15** angeordnet, dass ihre p -seitige Kontaktierung der Wärmesenke zugewandt ist.

[0078] Der Abstand d_1 des Emissionspunktes **27** des roten Halbleiterlasers **11** zur optischen Achse **29** der Linse **14** und der Abstand d_2 des Emissionspunktes **27** des blauen Halbleiterlasers **13** zur optischen Achse **29** der Linse **14** sollte jeweils möglichst klein sein, so dass die Strahlen unter einem geringen Strahlfehlwinkel gegenüber der optischen Achse **29** auf die Linse **14** auftreffen.

[0079] Wie in **Fig. 4B** dargestellt, weist beispielsweise ein in Richtung des Linsenmittelpunkts emittierter Strahl des blauen Halbleiterlasers **13** nach dem Durchgang durch die Linse einen Strahlfehlwinkel $\Delta\beta_1$ auf. Der Strahlfehlwinkel $\Delta\beta_1$ ist kleiner als bei der Ausführungsform in **Fig. 3**, da der Abstand d_1 des Emissionspunktes **27** des Halbleiterlasers **11** zur

optischen Achse der Linse **14** kleiner ist. Der Strahlversatz auf dem Schirm kann auf diese Weise reduziert werden und somit eine verbesserte Bildqualität erreicht werden.

[0080] **Fig. 5** zeigt eine weitere Ausführungsform des Strahlenkombinators **1** mit drei Halbleiterlasern **11**, **12**, **13**, die in einem Dreieck angeordnet sind. Es ist eine Durchsicht durch die Linse **14** auf eine Anordnung mit drei Halbleiterlasern **11**, **12**, **13** gezeigt, wobei die Halbleiterlaser **11**, **12**, **13** jeweils auf einem Substrat **26** angeordnet sind.

[0081] Die jeweiligen Emissionsschichten der Halbleiterlaser **11**, **12**, **13** sind einander zugewandt. Die Halbleiterlaser **11**, **12**, **13** sind vorteilhaft derart angeordnet, dass sich die p -Kontaktseiten auf der von dem Substrat **26** abgewandten Seite der Halbleiterlaser **11**, **12**, **13** einander gegenüberliegen. Auf diese Weise können kleinere Abstände der Emissionspunkte **27** von der optischen Achse der Linse **14** erzielt werden als bei einer Anordnung, bei der sich die Substrate der Halbleiterlaser gegenüber liegen würden.

[0082] Die Emissionspunkte **27** der Halbleiterlaser **11**, **12**, **13** sind als Kreise eingezeichnet und bei dieser Ausführungsform sehr nahe an der optischen Achse der Linse **14** angeordnet. Die optische Achse der Linse **14** verläuft durch den Mittelpunkt der Linse, der sich im Schnittpunkt der gestrichelten Linien befindet. Der Abstand zwischen den Emissionspunkten beträgt vorzugsweise $100\ \mu\text{m}$ oder weniger, besonders bevorzugt $50\ \mu\text{m}$ oder weniger, so dass eine gute Strahldeckung und somit ein geringer Strahlversatz Δx auf einem Schirm erzielt werden kann. Die jeweiligen Emissionspunkte **27** sind vorzugsweise gleich weit von der optischen Achse der Linse **14** entfernt.

[0083] **Fig. 6** zeigt eine weitere Ausführungsform des Strahlenkombinators, bei der die Halbleiterlaser übereinander angeordnet sind. Es ist eine Durchsicht durch die Linse **14** auf zwei Halbleiterlaser **11**, **13** gezeigt, die parallel übereinander angeordnet sind. Die Halbleiterlaser **11**, **13** befinden sich jeweils auf einem Substrat **26**, wobei die Substrate **26** voneinander abgewandt sind. In dieser Ausführungsform sind die Emissionsschichten der jeweiligen Halbleiterlaser **11**, **13** einander zugewandt. Beispielsweise ist der Halbleiterlaser **11** auf dem Kopf stehend oberhalb des Halbleiterlasers **13** angeordnet. Durch eine solche Anordnung ist der Abstand der Emissionspunkte **27** der jeweiligen Halbleiterlaser **11**, **13** zu der optischen Achse der Linse, die sich im durch den Schnittpunkt der gestrichelten Linien befindet, sehr klein. Vorteilhaft beträgt der Abstand der Emissionspunkte **27** der Halbleiterlaser **11**, **13** nur $20\ \mu\text{m}$ oder weniger, besonders bevorzugt nur $10\ \mu\text{m}$ oder weniger. Dadurch wird eine gute Strahldeckung der Strahlen erreicht.

[0084] Die Halbleiterlaser **11**, **13** sind bei dieser Ausführungsform vorzugsweise derart auf dem jeweiligen Substrat **26** angeordnet, dass die p-seitigen Kontakte der Halbleiterlaser **11**, **13** jeweils auf der dem Substrat **26** gegenüberliegenden Oberfläche angeordnet sind.

[0085] Die sich gegenüberliegenden Halbleiterlaser sind dabei entweder, wie in [Fig. 6](#) dargestellt, durch einen dünnen Luftspalt voneinander beabstandet oder an ihrer p-Kontaktseite miteinander verbunden. Beispielsweise können die Halbleiterlaser an ihren p-Kontaktseiten aufeinander gelötet sein, so dass sie durch eine vorzugsweise nur 1 µm bis 8 µm dicke Lot-schicht voneinander beabstandet sind. Das Aufeinanderlöten der Halbleiterlaser **11**, **13** hat ferner den Vorteil, dass sie auf diese Weise thermisch verbunden werden. Beispielsweise kann der blaue Halbleiterlaser **13** ein Substrat **26** aus GaN aufweisen, das sich durch eine gute Wärmeleitfähigkeit auszeichnet. Bei einer thermischen Verbindung der Halbleiterlaser **11**, **13** kann vorteilhaft auch die Wärme des anderen Halbleiterlasers **11**, der beispielsweise ein roter Halbleiterlaser ist, zumindest teilweise über das Substrat des blauen Halbleiterlasers **13** abgeführt werden.

[0086] [Fig. 7](#) zeigt eine weitere Ausführungsform des Strahlenkombinators in einer Draufsicht, bei dem die Lichtquelle einen monolithisch integrierten mehrfarbigen Halbleiterlaser **21** aufweist. Der monolithisch integrierte Halbleiterlaser **21** enthält mehrere Emissionsschichten, die auf einem gemeinsamen Substrat angeordnet sind. Insbesondere können die mehreren Emissionsschichten übereinander in einem epitaktisch hergestellten Schichtsystem des Halbleiterlasers **21** angeordnet sein. Bevorzugt enthält der monolithisch integrierte Halbleiterlaser **21** drei Emissionsschichten für die Farben rot, grün und blau. Die mehreren Emissionsschichten sind über die Kontakte **16** einzeln ansteuerbar.

[0087] Die Emissionspunkte der mehreren Emissionsschichten des monolithisch integrierten Halbleiterlasers **21** sind vorteilhaft nur wenige µm voneinander beabstandet. Daher ist es möglich, dass alle Emissionspunkte nahezu auf der optischen Achse der Linse **14** angeordnet sind. Auch nach dem Durchgang durch die Linse **14** weisen die emittierten Strahlen daher einen sehr kleinen Strahlfehlwinkel auf. Weiterhin hat der monolithisch integrierte Halbleiterlaser **21** den Vorteil, dass im Gegensatz zu separat gefertigten Halbleiterlasern Positionierungsfehler bei der Montage vermieden werden.

[0088] Zur Abfuhr der beim Betrieb erzeugten Wärme ist der monolithisch integrierte Halbleiterlaser **21** bevorzugt auf einer Wärmesenke **15** angeordnet.

[0089] [Fig. 8](#) zeigt eine weitere Ausführungsform des Strahlenkombinators mit zwei Halbleiterlasern

11, **13**, die in ihrer Emissionsrichtung versetzt zueinander angeordnet sind.

[0090] Die optische Lichtquelle weist zum Beispiel einen roten Halbleiterlaser **11** und einen blauen Halbleiterlaser **13** auf. Die Halbleiterlaser **11**, **13** sind in dieser Ausführungsform kantenemittierende Laserdioden. Der Emissionspunkt **27** des blauen Halbleiterlasers **13** ist gegenüber dem Emissionspunkt **27** des roten Halbleiterlasers **11** um einen Abstand Δz entlang der optischen Achse der Linse **14** versetzt.

[0091] Durch die versetzte Anordnung der Halbleiterlaser **11**, **13** mit dem Abstand Δz wird der Farbfehler der Linse (chromatische Aberration) aufgrund der Dispersion des Linsenmaterials kompensiert, durch den die Brennpunkte für Licht unterschiedlicher Wellenlängen, beispielsweise für rotes Licht und blaues Licht, nicht zusammenfallen. Wenn zum Beispiel die Brennweite der Linse aufgrund der Dispersion für blaues Licht kürzer ist als für rotes Licht, wird der blaue Laser **13** näher an der Linse **14** angeordnet als der rote Laser **11**.

[0092] Die Kompensierung des Farbfehlers der Linse **14** mittels der versetzten Anordnung der Halbleiterlaser **11**, **13** hat den Vorteil, dass die emittierten Strahlen nach dem Durchgang durch die Linse **14** einen geringeren Strahlfehlwinkel $\Delta\beta_1$ gegenüber der optischen Achse aufweisen als bei einer nicht versetzten Anordnung der Halbleiterlaser.

[0093] [Fig. 9](#) zeigt eine weitere Ausführungsform des Strahlenkombinators. Die optische Lichtquelle enthält eine kantenemittierende Laserdiode **17**, die rotes Licht und blaues Licht emittiert. Die kantenemittierende Laserdiode **17** kann insbesondere zwei monolithisch integrierte Emissionsschichten für rotes Licht und blaues Licht aufweisen.

[0094] Weiterhin enthält die optische Lichtquelle einen frequenzverdoppelten Halbleiterlaser **18**, der grünes Licht emittiert. Der frequenzverdoppelte Halbleiterlaser **18** kann insbesondere ein Vertical External Cavity Surface Emitting Laser (VECSEL), der optisch oder elektrisch gepumpt sein kann, oder ein Distributed Feed Back Laser sein. Die Frequenzverdopplung des Halbleiterlasers **18** erfolgt zum Beispiel mit einem nichtlinearen optischen Kristall. Beispielsweise kann der Halbleiterlaser **18** eine Grundwellenlänge von 1064 µm aufweisen, wobei mittels Frequenzverdopplung grünes Licht mit einer Wellenlänge von 532 nm erzeugt wird.

[0095] Das Strahlprofil des grünen frequenzverdoppelten Halbleiterlasers **18** unterscheidet sich vom Strahlprofil des kantenemittierenden Halbleiterlasers **17**. Dies beruht darauf, dass frequenzverdoppelte oberflächenemittierende Laser typischerweise eine geringere Strahldivergenz und einen größeren

Strahldurchmesser aufweisen als kantenemittierende Halbleiterlaser.

[0096] Die unterschiedlichen Strahlprofile der Halbleiterlaser **17**, **18** erschweren die Erzielung einer Strahldeckung mittels eines Strahlenkombinators. Es ist daher vorteilhaft, die Strahlprofile der Halbleiterlaser **17**, **18** vor dem Durchtritt durch die Linse **14** des Strahlenkombinators aneinander anzupassen. Zur Anpassung des Strahlprofils des grünen Halbleiterlasers **18** an das Strahlprofil des kantenemittierenden Halbleiterlasers **17** wird vorzugsweise eine Kugellinse **19** in dem Strahlengang des grünen Halbleiterlasers **18** angeordnet. Die Kugellinse **19** hat in dieser Ausführungsform einen kleinen Durchmesser, insbesondere 300 μm oder weniger. Durch die Verwendung dieser extrem kurzbrennweitigen Kugellinse **19** kann das Strahlprofil des grünen Strahls an das des roten und blauen Strahls des kantenemittierenden Halbleiterlasers **17** angepasst werden. Der Fokus **27A** der Kugellinse **19** stellt einen Quasi-Emissionspunkt dar, von dem ein Strahl ausgeht, der ein ähnliches Strahlprofil aufweist wie der von einem Emissionspunkt **27** ausgehende Strahl des kantenemittierenden Halbleiterlasers **17**.

[0097] Die roten, grünen und blauen Strahlen treffen daher mit einem zumindest näherungsweise gleichen Strahlprofil auf die Linsen **14** des Strahlenkombinators. Anstelle der in [Fig. 9](#) dargestellten zwei Linsen **14** für die Strahlen kann insbesondere auch eine gemeinsame Linse für die roten, blauen und grünen Strahlen der Halbleiterlaser **17**, **18** verwendet werden, wodurch der optische Aufbau des Strahlenkombinators vorteilhaft vereinfacht wird.

[0098] [Fig. 10](#) zeigt eine weitere Ausführungsform des Strahlenkombinators **1** mit einer optischen Lichtquelle aus drei Halbleiterlasern **11**, **13**, **18**. [Fig. 10A](#) zeigt eine Durchsicht durch die Linse **14** auf die optische Lichtquelle und [Fig. 10B](#) zeigt eine Draufsicht auf den Strahlenkombinator.

[0099] Die optische Lichtquelle enthält einen roten Halbleiterlaser **11** und einen blauen Halbleiterlaser **13**, die beide kantenemittierende Halbleiterlaser sind. Ferner enthält die optische Lichtquelle einen den Frequenzverdoppelten Halbleiterlaser **18** zum Emittieren des grünen Strahls. Wie bei der im Zusammenhang mit [Fig. 9](#) beschriebenen Ausführungsform kann es sich bei dem frequenzverdoppelten Halbleiterlaser **18** insbesondere um einen VECSEL handeln.

[0100] Zur Anpassung des Strahlprofils des grünen Halbleiterlasers **18** an die Strahlprofile des roten Halbleiterlasers **11** und des blauen Halbleiterlasers **13** ist wie bei dem zuvor dargestellten Ausführungsbeispiel eine Kugellinse **19** vorgesehen. Die Kugellinse **19** ist oberhalb des roten Halbleiterlasers **11** und des blauen Halbleiterlasers **13** angeordnet. Die

Emissionspunkte **27** des roten Halbleiterlasers **11** und des blauen Halbleiterlasers **13** weisen Abstände d_1 , d_2 von der optischen Achse der Linse **14** auf. Durch die Anordnung der Kugellinse **19** über den roten und blauen Halbleiterlasern **11**, **13** kann sie in einem vorteilhaft in geringen Abstand d_3 von der optischen Achse angeordnet werden, so dass die Abstände d_1 , d_2 , d_3 zur optischen Achse so klein wie möglich sind.

[0101] Die Kugellinse **19** kann alternativ auch neben dem roten und blauen Halbleiterlaser **11**, **13** angebracht werden. Dies hat den Vorteil, dass eine lineare Anordnung der Strahlen wie in [Fig. 2.5](#) erzielt wird.

[0102] Vor dem frequenzverdoppelten Halbleiterlaser **18** ist eine Korrektorplatte **20** angeordnet, die planar oder keilförmig ausgebildet ist und kippbar ist. Mittels der Korrektorplatte kann der Strahl des grünen Halbleiterlasers **18** derart abgelenkt werden, dass der Fokus der Kugellinse **19** für den grünen Strahl auf gleicher Höhe wie die Emissionspunkte **27** des roten und des blauen Halbleiterlasers **11**, **13** liegt.

[0103] Es kann auch von Vorteil sein, die Emissionspunkte **27** der roten und blauen Halbleiterlaser **11**, **13** und den Fokus **27A** der Kugellinse **19** nicht in einer Ebene anzuordnen. Werden die Emissionspunkte **27** der Halbleiterlaser **11**, **13** oder der Fokus **27A** der Kugellinse **19** in Richtung der optischen Achse der Linse **14** versetzt voneinander angeordnet, kann beispielsweise wie bei der in [Fig. 8](#) gezeigten Ausführungsform die Dispersion der Linse **14** kompensiert werden.

[0104] [Fig. 11](#) zeigt in einer weiteren Ausführungsform eine Abwandlung des Strahlenkombinators aus [Fig. 10](#), bei dem in dem Strahlengang ein Prisma **22** hinter der Linse **14** angeordnet ist. Mittels des Prismas **22** wird der Strahlfehlwinkel der Strahlen der Halbleiterlaser **11**, **13**, **18**, den sie nach dem Durchlaufen der Linse **14** aufweisen, vermindert, wobei die Strahlen hinter dem Prisma **22** vorzugsweise einen Strahlfehlwinkel von nahezu gleich Null aufweisen.

[0105] Da die Strahlen nach der Linse **14** mit einem Strahlfehlwinkel $\Delta\beta_1$ auseinander laufen, ist es von Vorteil, den Strahlfehlwinkel so nahe wie möglich an der Linse **14** zu vermindern, um einen möglichst geringen Strahlversatz zu erzielen. Je näher das Prisma **22** an der Linse **14** angeordnet ist, umso kleiner ist der Strahlversatz der Strahlen auf dem Schirm.

[0106] Die Wirkungsweise des Prismas **22** basiert darauf, dass jeder der emittierten Laserstrahlen eine andere Wellenlänge aufweist. Beispielsweise weist der blaue Halbleiterlaser **13** eine Wellenlänge von 440 nm, der grüne Halbleiterlaser **18** eine Wellenlänge von 530 nm und der rote Halbleiterlaser **11** eine

Wellenlänge 640 nm auf. Ein Prisma **22**, das nach der Linse **14** in den Strahlengang gesetzt ist, bricht die Strahlen der drei Farben aufgrund der Dispersion unterschiedlich stark. Durch eine geeignete Wahl des optischen Glases und der Ausrichtung des Prismas **22** in Bezug auf die Linse **14** wird erreicht, dass die emittierten Strahlen nach dem Prisma **22** parallel sind.

[0107] Insbesondere kann ein Pixelabstand n der Strahlen auf dem Schirm mittels des Prismas **22** reduziert werden. Beispielsweise kann der Pixelabstand von vierundvierzig Pixeln ohne Verwendung des Prismas **22** auf drei Pixel unter Verwendung des Prismas **22** vermindert werden.

[0108] Wenn der Strahlversatz auf dem Schirm größer als der Strahlradius eines jeweiligen Strahles ist, ist es von Vorteil, wenn die Strahlen nicht parallel gerichtet werden, sondern mit einem Strahlfehlwinkel $\Delta\beta = \gamma/N$ auseinander laufen, wobei γ der Scanwinkel und N die Anzahl der Pixel pro Zeile des Laserdisplays ist. $\Delta\beta = \gamma/N$ ist der Winkelbereich, den ein einzelnes Pixel einnimmt. Auf diese Weise wird erreicht, dass die Strahlen auch bei verschiedenen Abständen zwischen Schirm und Quelle den gleichen Abstand zueinander aufweisen. Beispielsweise ist $\Delta\beta$ bei einem Scanwinkel von 44° und einer Anzahl N von 640 Pixeln pro Zeile $\Delta\beta = 44^\circ/640 = 0,07^\circ$.

[0109] [Fig. 12](#) zeigt in einer weiteren Ausführungsform eine Abwandlung des Strahlenkombinators aus [Fig. 10](#), der zusätzlich zu der Linse **14** eine Kollimatorlinse **23** enthält.

[0110] Zum Verringern des Strahlfehlwinkels folgt der Linse **14** im Strahlengang die Kollimatorlinse **23**. Der Abstand d zwischen der Linse **14** und der Kollimatorlinse **23** ist in dieser Ausführungsform vorzugsweise gleich der Brennweite f_2 der Kollimatorlinse **23**. Durch eine solche Anordnung werden die Strahlen bevorzugt derart gebrochen, dass sie nach dem Durchgang durch die Kollimatorlinse **23** parallel zueinander sind oder alternativ, wie im Zusammenhang mit [Fig. 11](#) beschrieben, einen vorgegebenen Strahlfehlwinkel von $\Delta\beta = \gamma/N$ aufweisen.

[0111] [Fig. 13](#) zeigt in einer weiteren Ausführungsform eine Abwandlung des Strahlenkombinators aus [Fig. 10](#), bei dem der Linse **14** im Strahlengang ein beugendes optisches Element **24** folgt.

[0112] Das beugende optische Element **24** beugt die Strahlen der roten, grünen und blauen Halbleiterlaser **11**, **18**, **13** abhängig von deren Wellenlänge, so dass sie nach dem Durchgang durch das beugende optische Element **24** parallel zueinander sind oder zum Beispiel mit einem vorgegebenen Strahlfehlwinkel $\Delta\beta = \gamma/N$ auseinander laufen.

[0113] Das beugende optische Element **24** kann ein an der Oberfläche beugendes Element, beispielsweise ein Gitter oder ein Oberflächenhologramm sein, oder ein im Volumen beugendes Element, zum Beispiel ein Volumenhologramm. Anstelle eines beugenden optischen Elements **24** kann alternativ auch eine Platte aus doppelbrechendem Material, insbesondere einem doppelbrechendem Glas, in dem Strahlengang nach der Linse **14** angeordnet werden, um die Strahlen parallel zu richten oder einen vorbestimmten Strahlfehlwinkel einzustellen.

[0114] [Fig. 14](#) zeigt in einer weiteren Ausführungsform eine Abwandlung des Strahlenkombinators aus [Fig. 10](#), bei dem die Linse **14** eine Freiformfläche **25** aufweist. Die Freiformfläche ist vorzugsweise derart ausgebildet, dass die Strahlen der Halbleiterlaser **11**, **13**, **18** nach dem Durchgang durch die Linse **14** parallel zueinander sind. Eine geeignete Freiformfläche **25** kann in Abhängigkeit von der Anordnung der Halbleiterlaser **11**, **13**, **18** beispielsweise mittels Simulationsrechnungen bestimmt werden. Die Linse **14** kann auch eine achromatische Linse mit vorzugsweise zwei Freiformflächen sein.

[0115] [Fig. 15](#) zeigt eine weitere Ausführungsform des Strahlenkombinators. Es ist eine Durchsicht durch die Linse **14** gezeigt. Die optische Lichtquelle des Strahlenkombinators weist zwei übereinander angeordnete Halbleiterlaser **11**, **13**, bei denen es sich um zwei kantenemittierende Laserdioden handelt, und einen frequenzverdoppelten Halbleiterlaser (nicht dargestellt) auf. Neben den Halbleiterlasern **11**, **13** ist eine Kugellinse **19** angeordnet, die im Strahl des frequenzverdoppelten Halbleiterlasers angeordnet ist. Die Abstände der Emissionspunkte der kantenemittierenden Laser, die als Kreise eingezeichnet sind, und der Kugellinse **19** von der optischen Achse der Linse **14**, die durch den Mittelpunkt der Linse **14** verläuft, sind sehr klein, vorzugsweise kleiner als $100 \mu\text{m}$. Auf diese Weise wird ein geringer Strahlfehlwinkel $\Delta\beta$ und somit eine gute Strahldeckung erzielt, so dass auf einem Schirm der Strahlversatz Δx vorteilhaft klein ist.

[0116] Die [Fig. 16A](#) und [Fig. 16B](#) zeigen eine weitere Ausführungsform des Strahlenkombinators, bei dem die Linse **14** ein diffraktives optisches Element ist. In [Fig. 16A](#) ist eine Durchsicht durch das als Linse fungierende diffraktive optische Element auf die optische Lichtquelle und in [Fig. 16B](#) eine Aufsicht auf den Strahlenkombinator dargestellt. Die optische Lichtquelle umfasst drei Halbleiterlaser **11**, **12**, **13**, bei denen es sich insbesondere um kantenemittierende Halbleiterlaser handelt. Bei dem diffraktiven optischen Element **14** handelt es sich vorzugsweise um eine Glas- oder Kunststoffplatte, die mit beugenden Oberflächenstrukturen versehen ist. Die Oberflächenstrukturen weisen dabei Abmessungen auf, die in der Regel kleiner sind als die Wellenlängen der

Halbleiterlaser **11**, **12**, **13**. Alternativ kann es sich bei dem diffraktiven optischen Element **14** auch um ein Volumenhologramm handeln. Die in dem oder auf dem diffraktiven optischen Element ausgebildeten Beugungsstrukturen wirken als virtuelle Linse für die von den Halbleiterlasern **11**, **12**, **13** emittierten Laserstrahlen. Eine geeignete Oberflächenstruktur oder ein geeignetes Volumenhologramm für das diffraktive optische Element können für die gewünschten Abbildungseigenschaften der virtuellen Linse **14** mittels Simulationen berechnet werden.

[0117] Das diffraktive optische Element **14** weist bevorzugt mehrere optische Achsen **29**, **30**, **31** für die verschiedenen Wellenlängen der Halbleiterlaser **11**, **12**, **13** auf. Diese Ausgestaltung macht sich zunutze, dass die Beugungseigenschaften des diffraktiven optischen Elements **14** von der Wellenlänge des zu fokussierenden Lichts der Halbleiterlaser abhängig sind. Mittels einer geeigneten Oberflächenstruktur oder einem geeigneten Volumenhologramm kann erreicht werden, dass das diffraktive optische Element **14** mehrere optische Achsen **29**, **30**, **31** für die verschiedenen Emissionswellenlängen der Halbleiterlaser **11**, **12**, **13** aufweist.

[0118] Die mehreren optischen Achsen **29**, **30**, **31** sind vorteilhaft versetzt zueinander angeordnet, und zwar vorzugsweise derart, dass die optische Achse für die Wellenlänge eines jeweiligen Halbleiterlasers der optischen Lichtquelle kollinear zu der Emissionsrichtung des jeweiligen Halbleiterlasers verläuft. Beispielsweise weist das diffraktive optische Element **14** eine optische Achse **29** für die Strahlung des roten Halbleiterlasers **11** auf, wobei die optische Achse **29** kollinear zu der Emissionsrichtung des roten Halbleiterlasers **11** verläuft. Weiterhin weist das diffraktive optische Element **14** eine optische Achse **30** für die Wellenlänge des grünen Halbleiterlasers **12** auf, die kollinear zu der Emissionsrichtung des grünen Halbleiterlasers **12** verläuft und um einen Abstand d_1 von der optischen Achse **29** für die Wellenlänge des roten Halbleiterlasers **11** versetzt ist. Ferner weist das diffraktive optische Element **14** eine optische Achse **31** für die Wellenlänge des blauen Halbleiterlasers **13** auf, die kollinear zu der Emissionsrichtung des blauen Halbleiterlasers **13** verläuft und um einen Abstand d_2 von der optischen Achse **30** für die Wellenlänge des grünen Halbleiterlasers **12** versetzt ist.

[0119] Die Wirkung des diffraktiven optischen Elements **14** entspricht somit der Wirkung von drei verschiedenen virtuellen Linsen, die in [Fig. 16B](#) durch die gestrichelten Linien angedeutet sind.

[0120] Die in den [Fig. 17A](#) und [Fig. 17B](#) dargestellte Ausführungsform des Strahlenkombinators entspricht im Wesentlichen der in den [Fig. 16A](#) und [Fig. 16B](#) dargestellten Ausführungsform, wobei aber die optische Lichtquelle anstelle von drei Halbleiterla-

sern nur zwei Halbleiterlaser **11**, **13** enthält, nämlich einen roten Halbleiterlaser **11** und einen blauen Halbleiterlaser **13**. Als Linse fungiert ein diffraktives optisches Element **14**, das eine optische Achse **29** für die Wellenlänge des roten Halbleiterlasers **11** aufweist, die beispielsweise kollinear zu der Abstrahlrichtung des roten Halbleiterlasers **11** verläuft. Weiterhin weist das diffraktive optische Element eine weitere optische Achse **31** für die Wellenlänge des blauen Halbleiterlasers **13** auf, die zum Beispiel kollinear zu der Abstrahlrichtung des blauen Halbleiterlasers **11** verläuft.

[0121] Bei einer alternativen bevorzugten Ausgestaltung weist das diffraktive optische Element **14** anstelle der kollinear zu den jeweiligen Emissionsrichtungen der Halbleiterlaser **11**, **13** angeordneten optischen Achsen **29**, **31** die durch die gestrichelten Linien angedeuteten optischen Achsen **29A**, **31A** auf, die schräg zueinander und zu den jeweiligen Emissionsrichtungen der Halbleiterlaser **11**, **13** verlaufen. Auf diese Weise wird erreicht, dass die Laserstrahlen der Halbleiterlaser **11**, **13** nach dem Durchlaufen des diffraktiven optischen Elements **14** schräg zueinander verlaufen, wodurch quasi eine schielende optische Lichtquelle erzeugt wird. Auf diese Weise kann die Strahldeckung weiter verbessert werden.

[0122] Die in den [Fig. 18A](#) und [Fig. 18B](#) dargestellte Ausführungsform entspricht im Wesentlichen der in den [Fig. 16A](#) und [Fig. 16B](#) dargestellten Ausführungsform, wobei aber die optische Lichtquelle anstelle von drei kantenemittierenden Halbleiterlasern nur zwei kantenemittierende Halbleiterlaser enthält, nämlich einen roten Halbleiterlaser **11** und einen blauen Halbleiterlaser **13**, und zusätzlich einen nicht kantenemittierenden grünen Halbleiterlaser **18**, der insbesondere ein frequenzverdoppelter Halbleiterlaser **18** ist. Die Ausführung und Funktionsweise der Lichtquelle entsprechen der Ausführungsform der [Fig. 10](#) und die Ausführung und Funktionsweise des als Linse fungierenden diffraktiven optischen Elements entsprechen der Ausführungsform der [Fig. 16](#). Diese werden daher an dieser Stelle nicht nochmals näher erläutert.

[0123] Die Erläuterung der Erfindung anhand der Ausführungsformen ist selbstverständlich nicht als Einschränkung auf diese zu verstehen. Vielmehr umfasst die Erfindung die offenbarten Merkmale sowohl einzeln als auch in jeder möglichen Kombination miteinander, auch wenn diese Kombinationen nicht explizit in den Ansprüchen angegeben sind.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 6154259 A [\[0003\]](#)
- US 6426781 B1 [\[0005\]](#)

Patentansprüche

1. Strahlenkombinator für ein mehrfarbiges Laserdisplay, umfassend eine optische Lichtquelle (1), die mindestens zwei Halbleiterlaser (11, 13) mit unterschiedlichen Wellenlängen aufweist,

dadurch gekennzeichnet, dass

– der Strahlenkombinator eine Linse (14) aufweist und

– die Linse (14) in einem Strahlengang angeordnet ist, der von emittierten Strahlen der mindestens zwei Halbleiterlaser (11, 13) gebildet ist.

2. Strahlenkombinator nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens zwei Halbleiterlaser (11, 13) Emissionspunkte (27) aufweisen, die einen Abstand von weniger als 500 µm voneinander und/oder von einer optischen Achse der Linse (14) aufweisen.

3. Strahlenkombinator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens zwei Halbleiterlaser (11, 13) Emissionspunkte (27) aufweisen, die einen Abstand von weniger als 100 µm voneinander und/oder von einer optischen Achse (29) der Linse (14) aufweisen.

4. Strahlenkombinator nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Linse (14) in einem Abstand von 5 mm oder weniger von den Emissionspunkten (27) der Halbleiterlaser (11, 13) angeordnet ist.

5. Strahlenkombinator nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Strahlengang nach der Linse (14) ein Prisma (22) angeordnet ist.

6. Strahlenkombinator nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Strahlengang nach der Linse (14) eine doppelbrechende Platte angeordnet ist.

7. Strahlenkombinator nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Strahlengang nach der Linse (14) eine weitere Linse (23) angeordnet ist.

8. Strahlenkombinator nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Strahlengang nach der Linse (14) ein beugendes Element (24) angeordnet ist.

9. Strahlenkombinator nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Linse (14) eine achromatische Linse ist.

10. Strahlenkombinator nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Linse (14) mindestens eine Freiformfläche (25) aufweist.

11. Strahlenkombinator nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Linse (14) ein als Linse fungierendes diffraktives optisches Element ist.

12. Strahlenkombinator nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das diffraktive optische Element (14) für die verschiedenen Wellenlängen der Halbleiterlaser (11, 12, 13) mehrere optische Achsen (29, 30, 31) aufweist, die in lateraler Richtung zueinander versetzt sind.

13. Strahlenkombinator nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die mehreren optischen Achsen (29, 30, 31) in lateraler Richtung derart zueinander versetzt sind, dass die optische Achse für eine Wellenlänge jeweils kollinear zu der Emissionsrichtung des Halbleiterlasers, der diese Wellenlänge emittiert, ist.

14. Strahlenkombinator nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das diffraktive optische Element (14) für die verschiedenen Wellenlängen der Halbleiterlaser (11, 13) verschiedene optische Achsen (29A, 31A) aufweist, die schräg zueinander angeordnet sind.

15. Strahlenkombinator nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens zwei Halbleiterlaser (11, 13) mit einander zugewandten Emissionsschichten übereinander angeordnet sind.

16. Strahlenkombinator nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die optische Lichtquelle drei Halbleiterlaser (11, 12, 13) aufweist, die mit einander zugewandten Emissionsschichten in einem Dreieck angeordnet sind.

17. Strahlenkombinator nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens zwei Halbleiterlaser (11, 13) auf einem Substrat (26) nebeneinander angeordnet sind.

18. Strahlenkombinator nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Emissionspunkt (27) von mindestens einem der Halbleiterlaser (11, 13) in einer parallel zu einer optischen Achse (29) der Linse (14) verlaufenden Richtung versetzt zu dem Emissionspunkt des mindestens einen anderen Halbleiterlasers angeordnet ist.

19. Strahlenkombinator nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einer der Halbleiterlaser (11, 13) eine kantene-mittierende Laserdiode ist.

20. Strahlenkombinator nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei der Halbleiterlaser (11, 13) auf einem Sub-

strat **(26)** monolithisch integriert sind.

21. Strahlenkombinator nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einer der Halbleiterlaser **(11, 13)** ein oberflächenemittierender Halbleiterlaser **(18)** ist.

22. Strahlenkombinator nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass im Strahlengang des oberflächenemittierenden Halbleiterlasers **(18)** eine Kugellinse **(19)** angeordnet ist.

23. Strahlenkombinator nach Anspruch einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einer der Halbleiterlaser ein frequenzverdoppelter Halbleiterlaser **(18)** ist.

24. Strahlenkombinator nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Strahlenkombinator eine Ansteuerelektronik **(28)** für die Halbleiterlaser **(11, 13)** aufweist, mit der die Halbleiterlaser **(11, 13)** zur Erzielung einer zumindest teilweisen Strahldeckung zeitlich versetzt ansteuerbar sind.

25. Mehrfarbiges Laserdisplay, umfassend einen Strahlenkombinator **(1)** nach einem der Ansprüche 1 bis 24.

26. Mehrfarbiges Laserdisplay nach Anspruch 25, wobei das Laserdisplay einen Scanner-Spiegel **(2)** zum Umlenken der von den mindestens zwei Halbleiterlasern **(11, 13)** emittierten Laserstrahlen **(5, 6)** auf einen Schirm **(3)** aufweist.

Es folgen 15 Blatt Zeichnungen

FIG 1

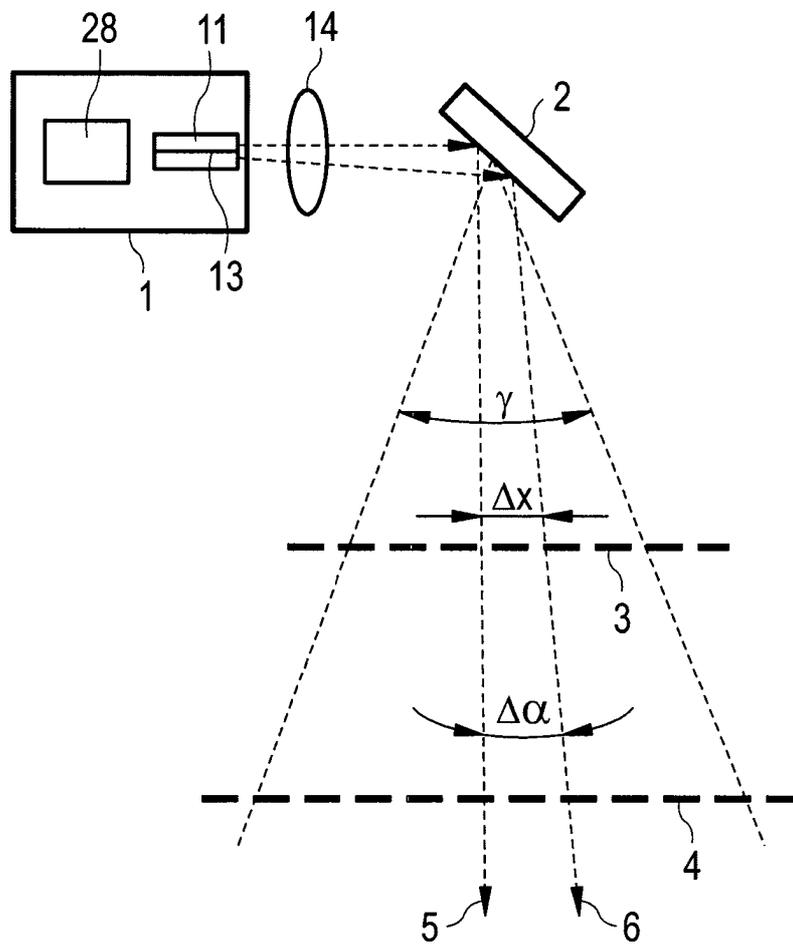


FIG 2.1

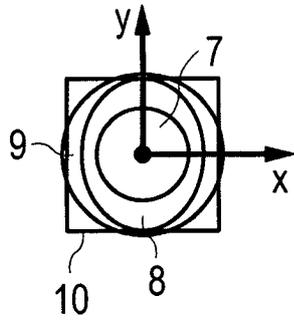


FIG 2.2

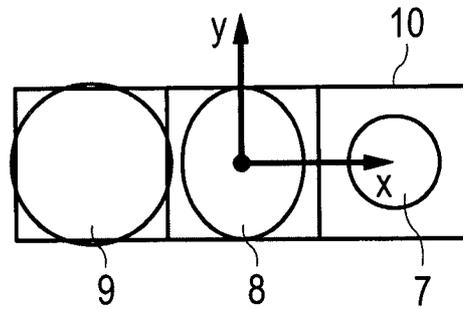


FIG 2.3

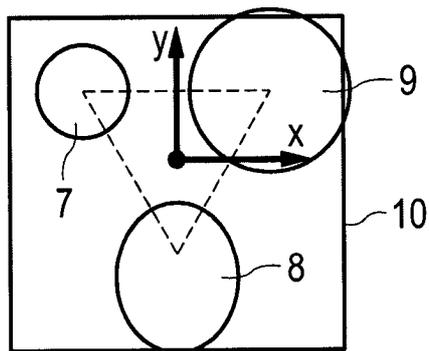


FIG 2.4

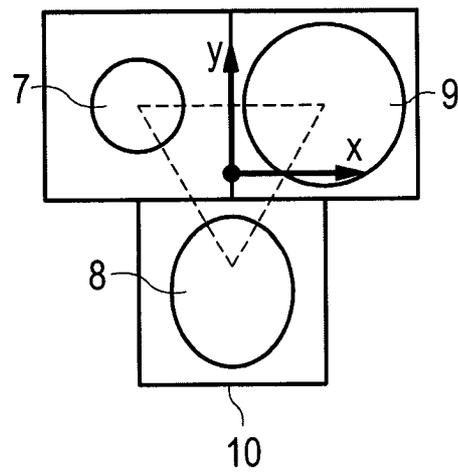


FIG 2.5

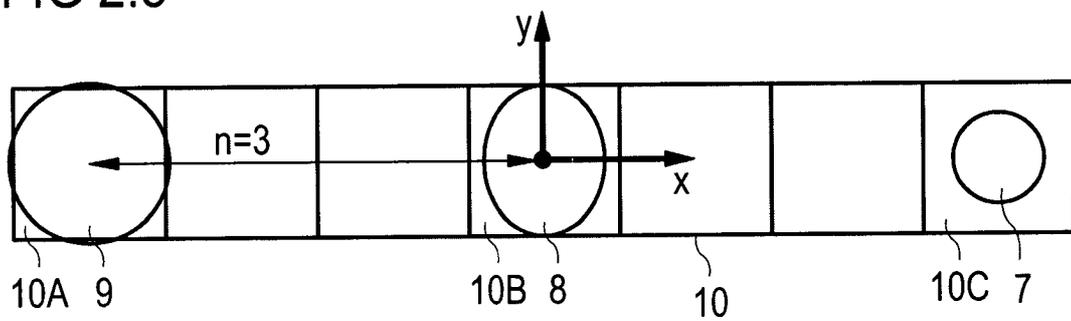


FIG 3A

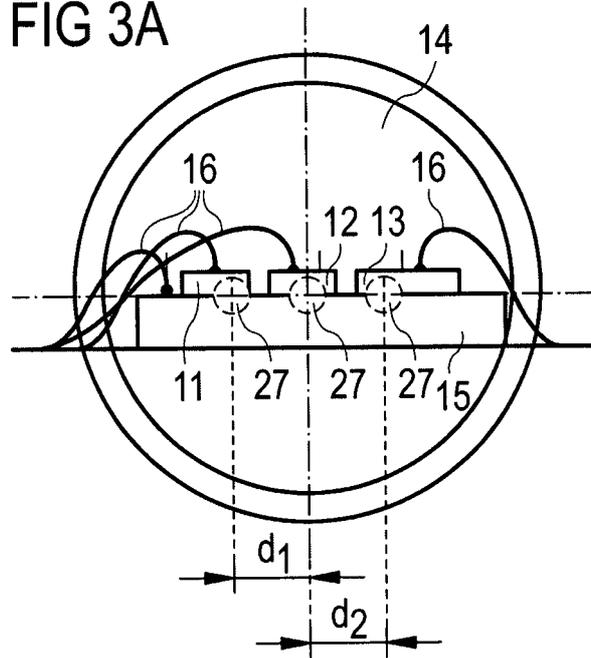


FIG 3B

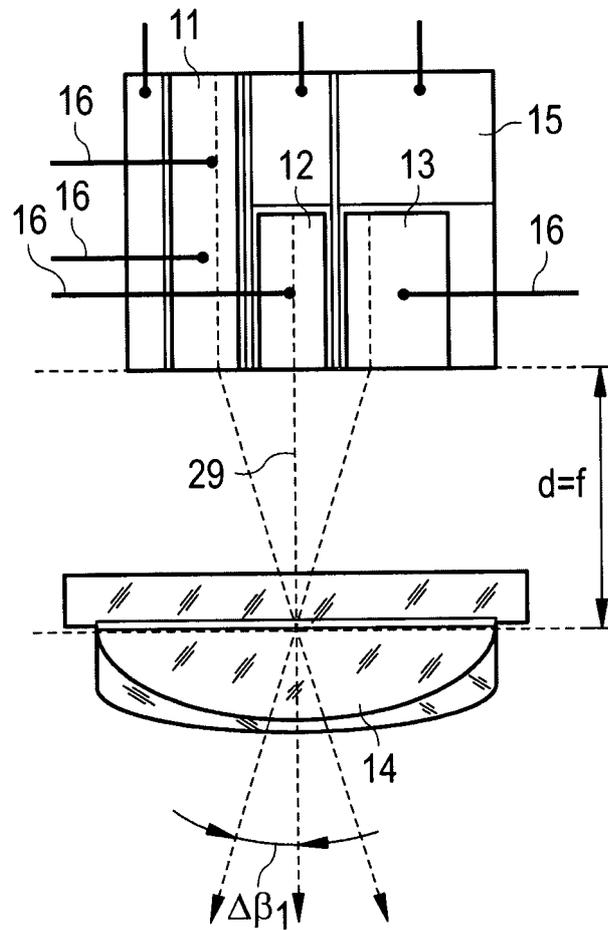


FIG 4A

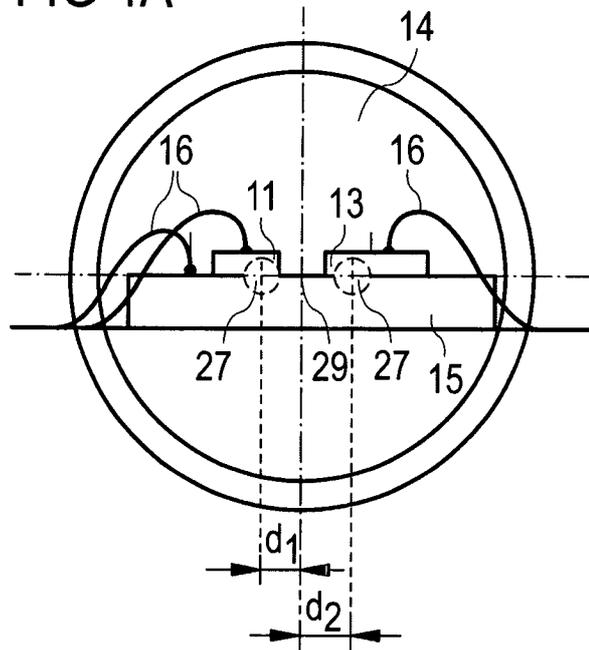


FIG 4B

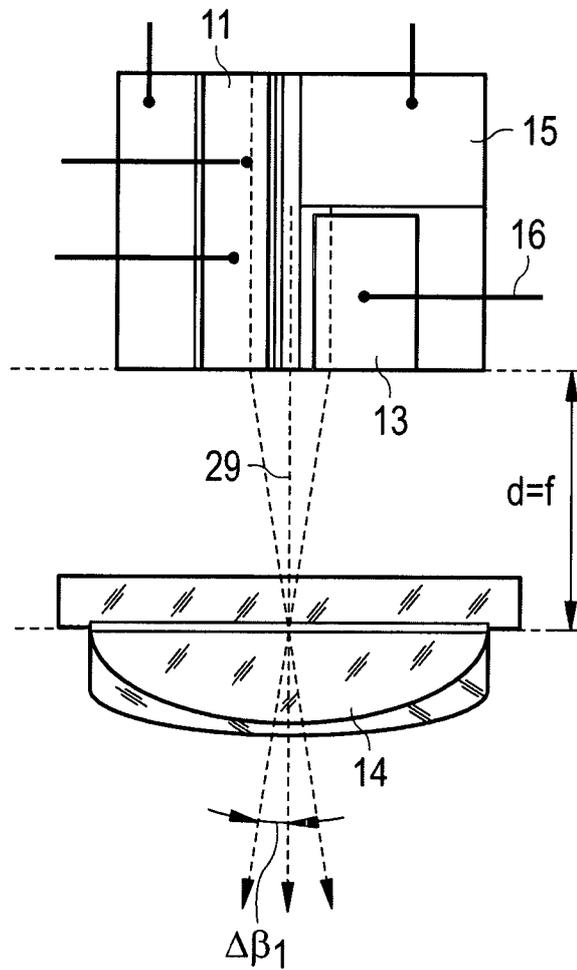


FIG 5

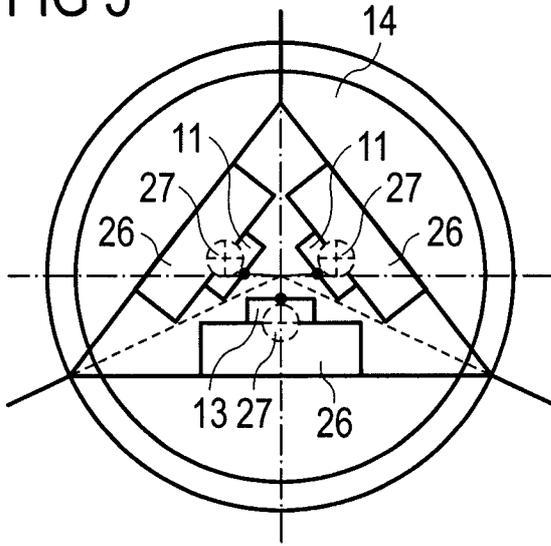


FIG 6

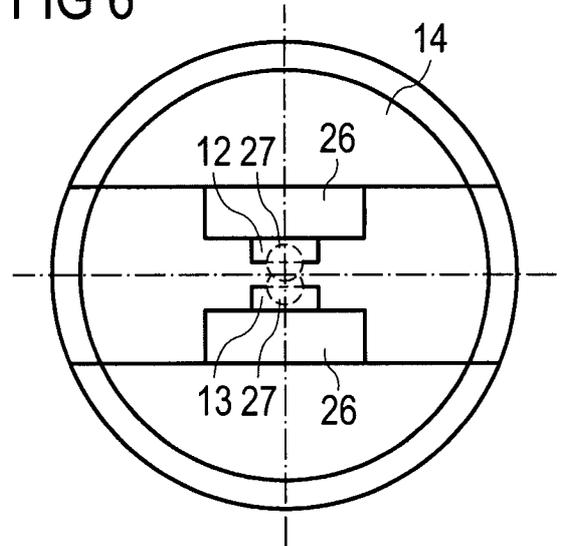


FIG 7

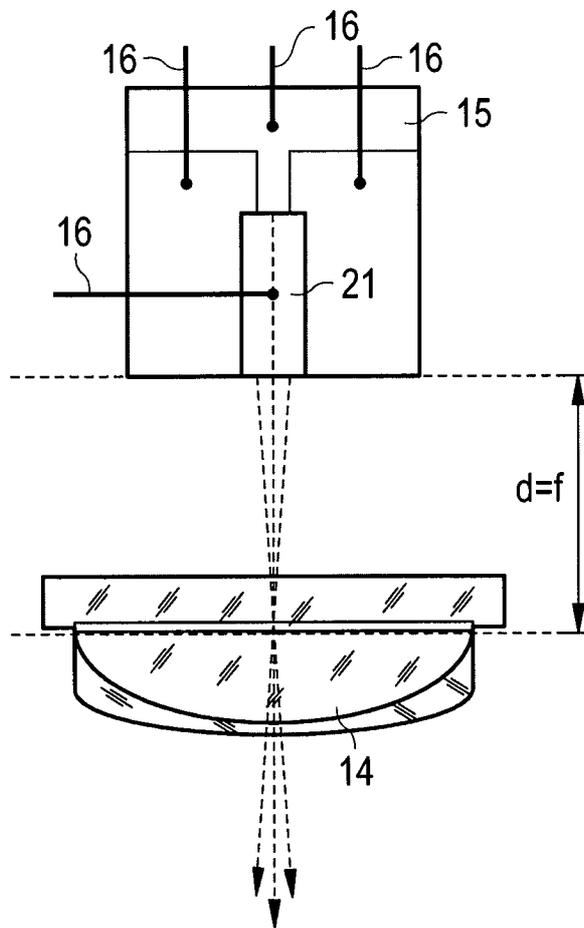


FIG 8

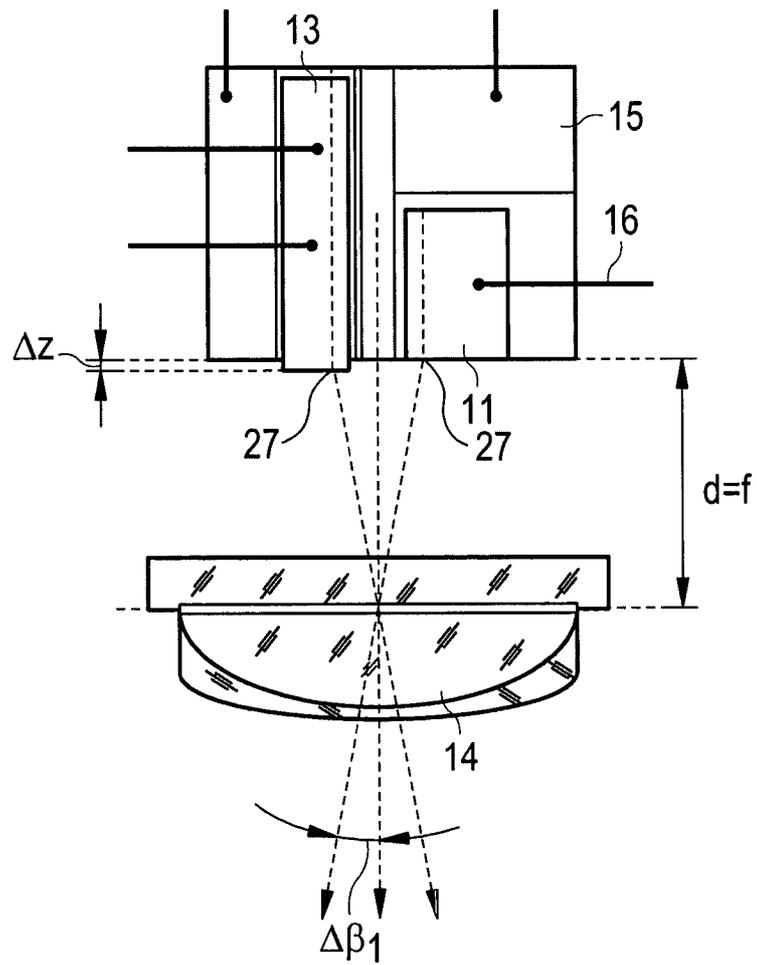


FIG 9

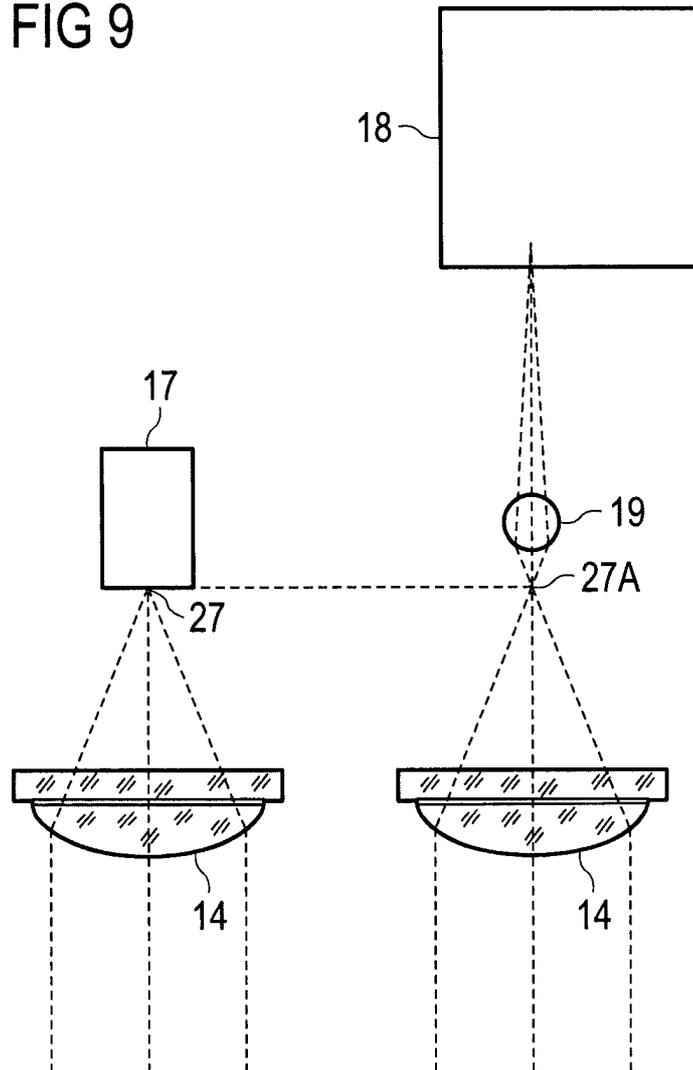


FIG 10A

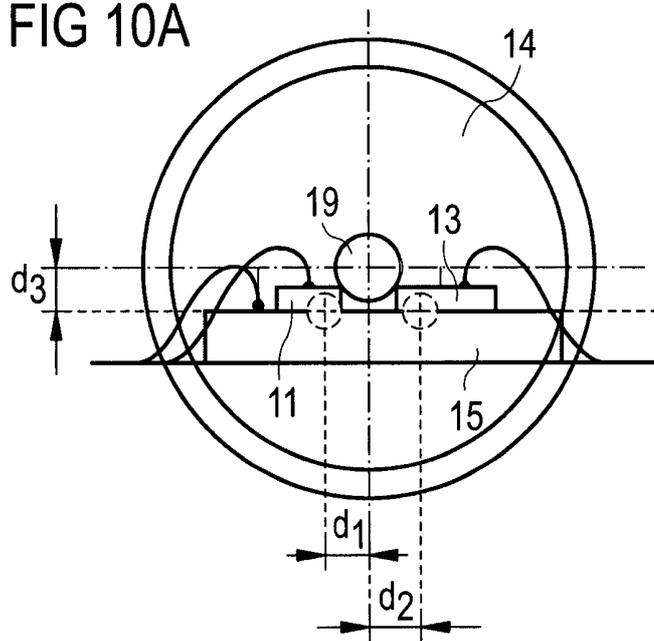


FIG 10B

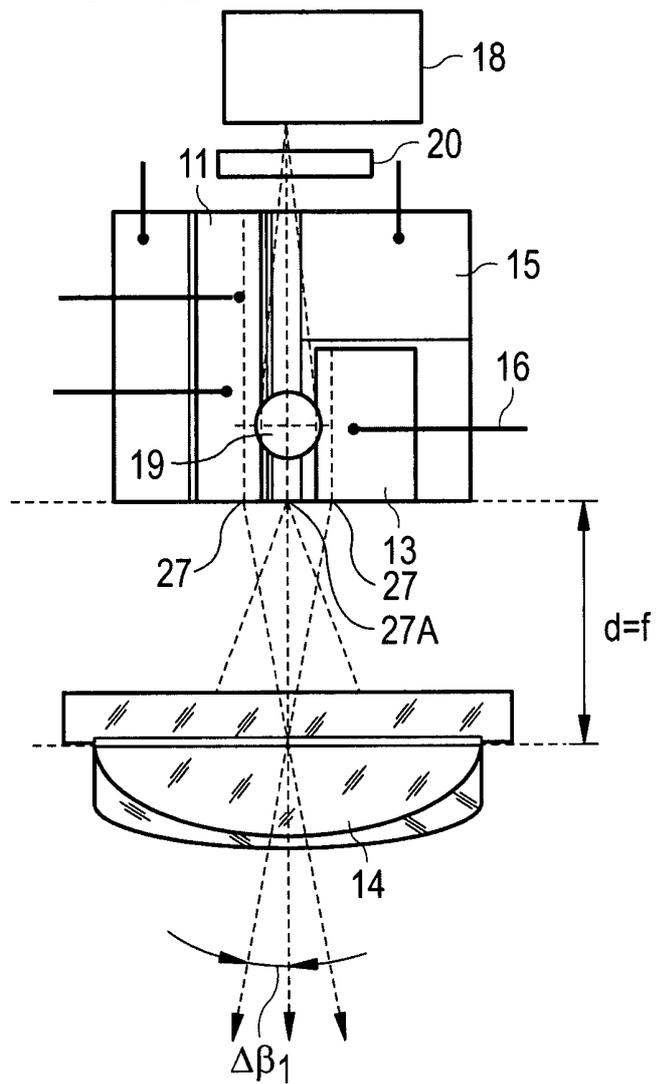


FIG 11

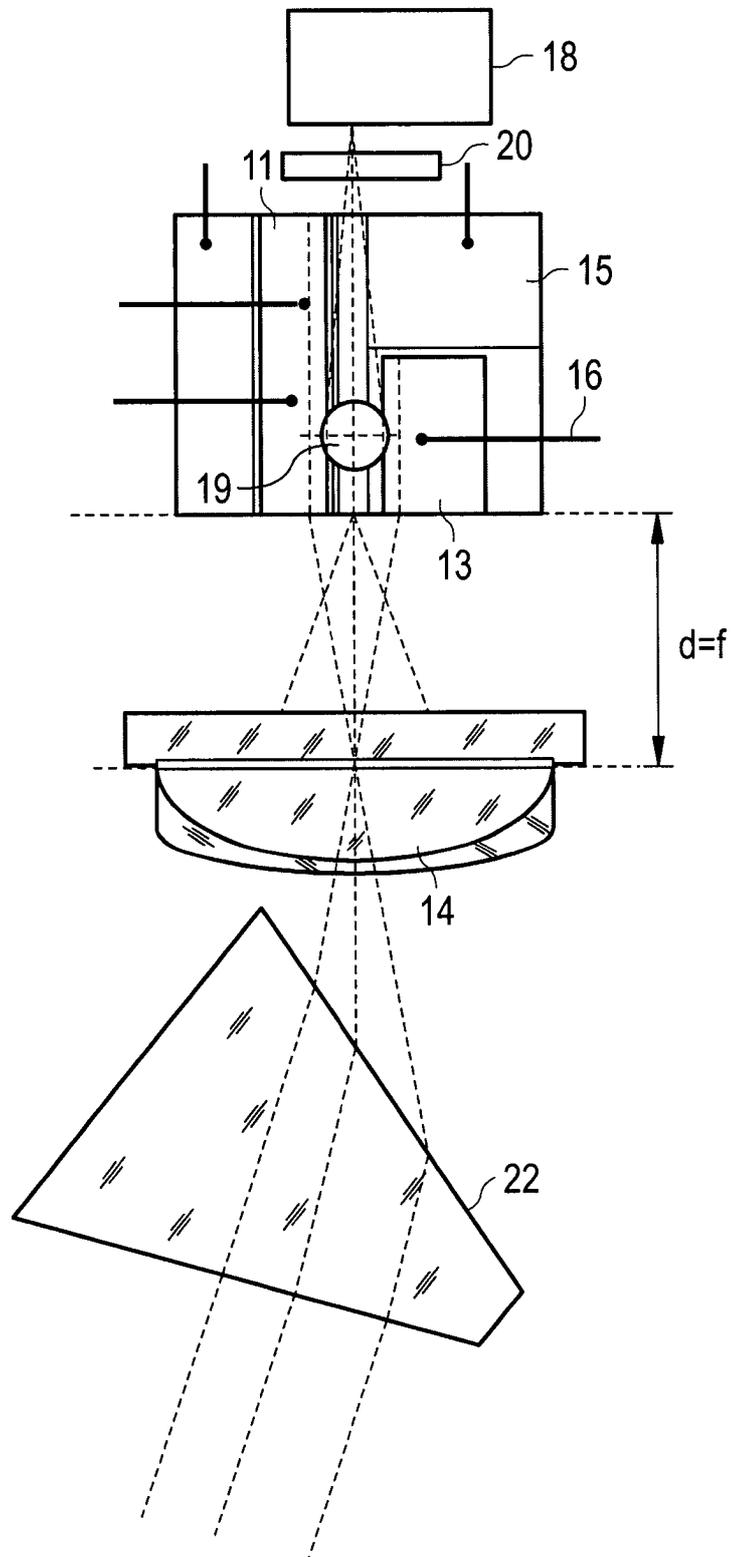


FIG 12

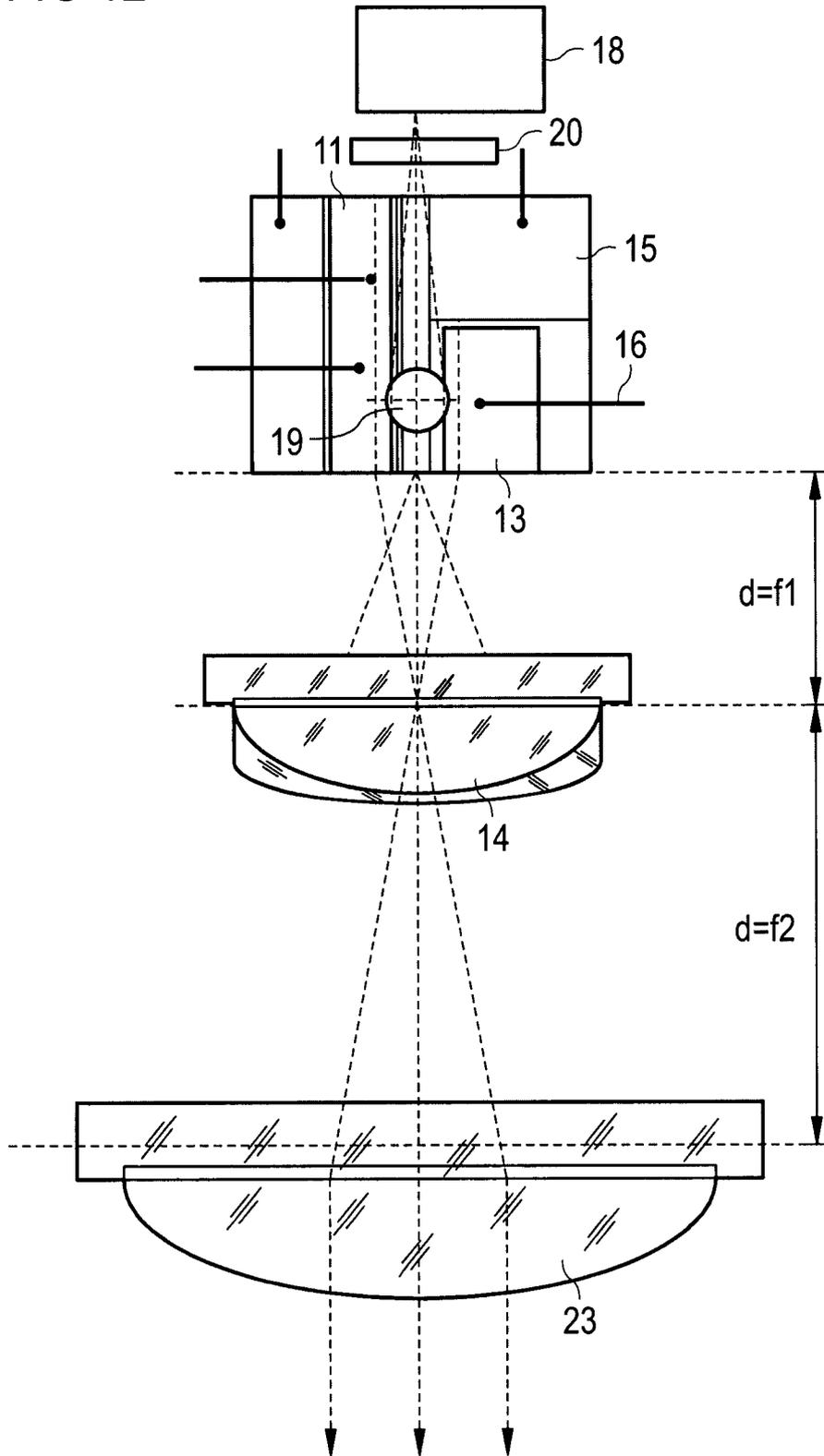


FIG 13

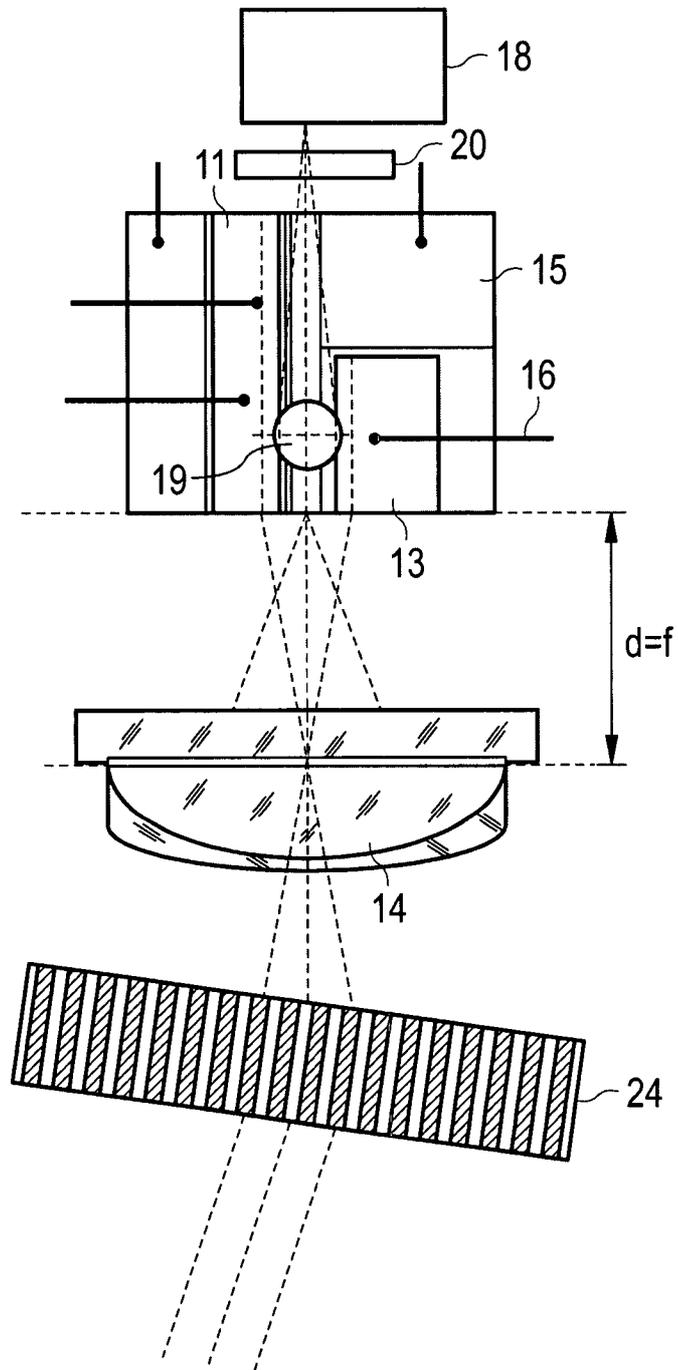


FIG 14

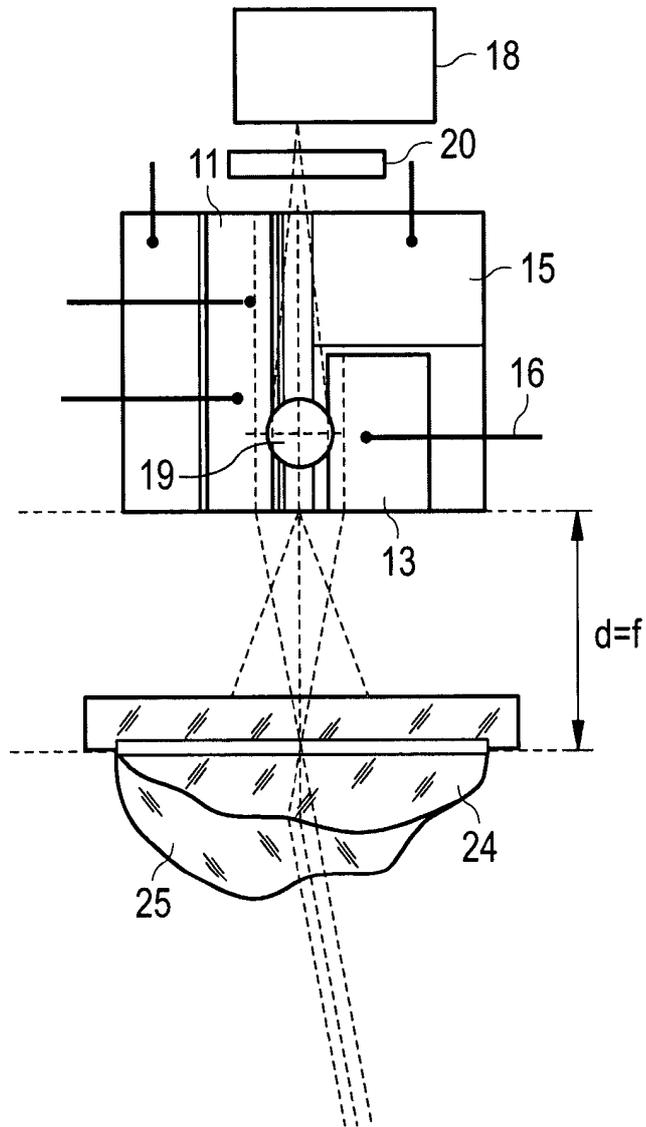


FIG 15

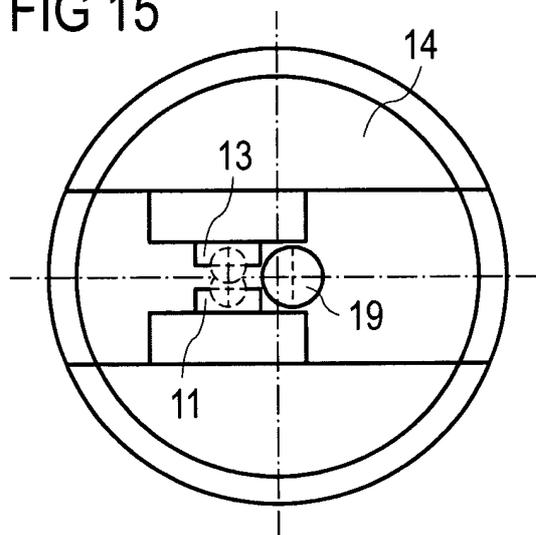


FIG 16A

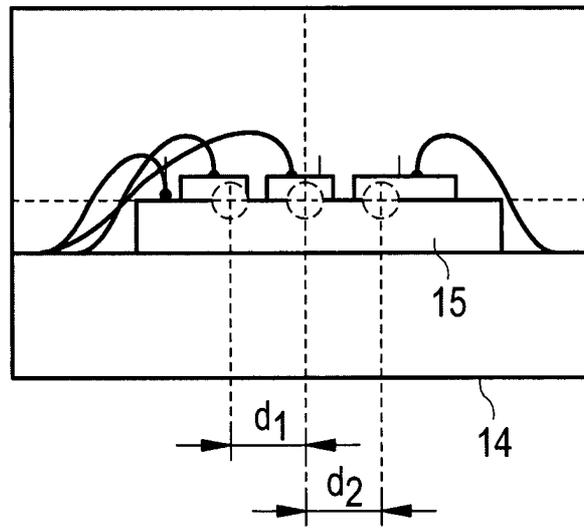


FIG 16B

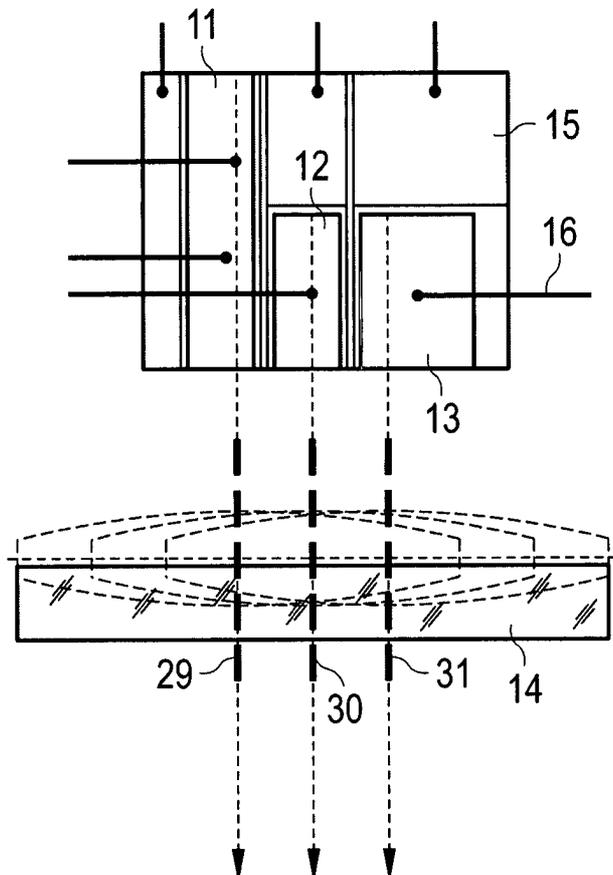


FIG 17A

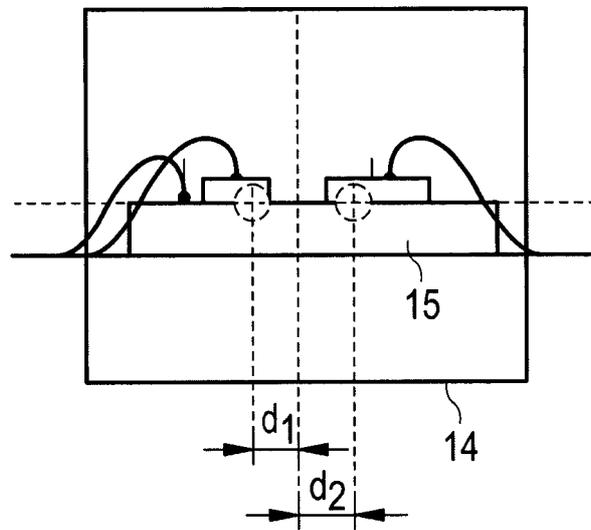


FIG 17B

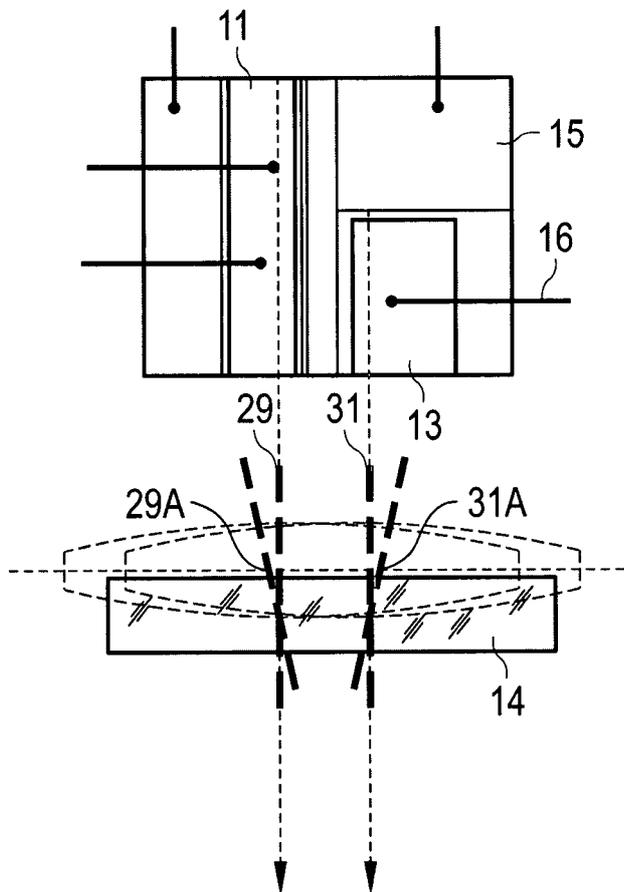


FIG 18A

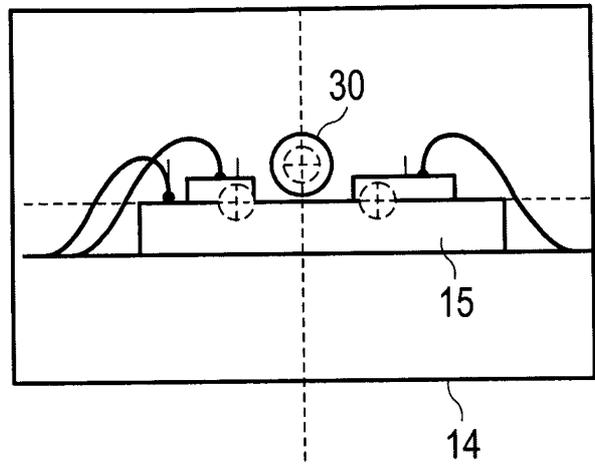


FIG 18B

