



(10) **DE 10 2010 038 571 A1** 2012.02.02

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2010 038 571.9**
(22) Anmeldetag: **28.07.2010**
(43) Offenlegungstag: **02.02.2012**

(51) Int Cl.: **G02B 27/09 (2006.01)**
G02B 27/14 (2006.01)
H01S 5/022 (2006.01)
H01S 5/40 (2006.01)

(71) Anmelder:
JENOPTIK Laser GmbH, 07745, Jena, DE

(74) Vertreter:
**GEYER, FEHNERS & PARTNER (G.b.R.), 80687,
München, DE**

(72) Erfinder:
**Wolf, Jürgen, Dr., 07646, Schlöben, DE; Wagner,
Steffen, 07955, Auma, DE**

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

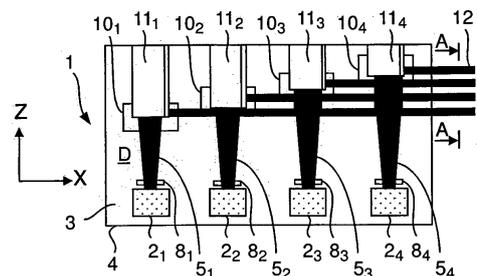
| | | |
|-----------|-------------------|-----------|
| DE | 197 80 124 | B4 |
| DE | 195 11 593 | A1 |
| US | 69 22 288 | B2 |
| US | 65 04 650 | B1 |
| US | 56 29 791 | A |

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

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zur Strahlformung**

(57) Zusammenfassung: Es wird bereitgestellt eine Vorrichtung zur Strahlformung (1) mit mehreren nebeneinander angeordneten Lichtquellen ($2_1, 2_2, 2_3, 2_4$), denen jeweils ein erstes und ein zweites Reflexionselement ($10_1, 10_2, 10_3, 10_4; 11_1, 11_2, 11_3, 11_4$) zugeordnet sind und die jeweils ein Strahlenbündel ($5_1, 5_2, 5_3, 5_4$) abgeben, wobei die abgegebenen Strahlenbündel (5_1-5_4) zueinander parallel verlaufen und die Reflexionselemente ($10_1-10_4; 11_1-11_4$) so angeordnet sind, daß die abgegebenen Strahlenbündel (5_1-5_4) jeweils am zugeordneten ersten Reflexionselement (10_1-10_4) zum zugeordneten zweiten Reflexionselement (11_1-11_4) reflektiert und von diesem erneut reflektiert werden, und wobei sowohl die ersten Reflexionselemente (10_1-10_4) zueinander in Richtung der abgegebenen Strahlenbündel (5_1-5_4) als auch die zweiten Reflexionselemente (11_1-11_4) zueinander in Richtung der abgegebenen Strahlenbündel (5_1-5_4) so versetzt angeordnet sind, daß die von den zweiten Reflexionselementen (11_1-11_4) kommenden Strahlenbündel zueinander parallel verlaufen und ein gemeinsames ausfallendes Strahlenbündel (12) bilden.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Strahlformung der Strahlenbündel mehrerer Lichtquellen, deren abgegebene Strahlenbündel zueinander parallel verlaufen, sowie ein entsprechendes Verfahren zur Strahlformung.

[0002] Eine solche Vorrichtung ist beispielsweise aus der DE 197 80 124 B4 bekannt, wobei die Oberseite des Wärmeableitkörpers gestuft ausgebildet ist, so daß die nebeneinander angeordneten Lichtquellen (hier Laserelemente) ihre Strahlenbündel jeweils in unterschiedlicher Höhe abgeben. Diese Strahlenbündel werden dann mit Umlenkspiegeln um 90° so umgelenkt, daß die einzelnen Strahlenbündel direkt übereinander liegen und ein gemeinsames Strahlenbündel bilden.

[0003] Nachteilig an diesem Aufbau ist einerseits, daß aufgrund der gestuften Ausbildung des Wärmeableitkörpers die Wärmeableitung sehr inhomogen ist. Es können von Stufe zu Stufe durchaus Temperaturunterschiede von 1 bis 4°C und mehr auftreten. Bei einer Temperaturabhängigkeit der Wellenlänge der Laserstrahlung von ca. 0,4 nm pro °C und einer Bandbreite der abgegebenen Laserstrahlung von 3 bis 4 nm führt dies zu einer merklichen und unerwünschten Verschiebung der Wellenlänge der Strahlenbündel.

[0004] Andererseits ist die Fertigung einer solch gestuften Oberseite des Wärmeableitkörpers sehr aufwendig und nur mit einer Genauigkeit von etwa einigen 10 µm möglich.

[0005] Aus der US 6,229,831 B1 ist eine Vorrichtung zur Strahlformung bekannt, bei der die einzelnen Lichtquellen (hier Laserelemente) über Keilelemente auf einer planen Oberseite eines Wärmeableitkörpers angeordnet sind. Die Keilelemente sind so gewählt, daß die Neigung der Oberseite gegenüber der Horizontalen kompensiert wird, so daß die einzelnen Laserelemente ihre Strahlenbündel in horizontaler Richtung abgeben.

[0006] Bei dieser Ausgestaltung ist die Justierung mittels der Keilelemente aufwendig. Auch ist die Wärmeableitung aufgrund der Keilelemente bei jedem einzelnen Laserelement ungleichmäßig, was nachteilig ist. Außerdem wird die Wärmeableitung durch die zusätzlichen Fügestellen im Wärmeübertragungsweg verschlechtert.

[0007] Ausgehend hiervon ist es Aufgabe der Erfindung eine verbesserte Vorrichtung zur Strahlformung zur Verfügung zu stellen. Ferner soll ein entsprechendes Verfahren zur Strahlformung bereitgestellt werden.

[0008] Die Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung zur Strahlformung mit mehreren nebeneinander angeordneten Lichtquellen, denen jeweils ein erstes und ein zweites Reflexionselement zugeordnet sind und die jeweils ein Strahlenbündel abgeben, wobei die abgegebenen Strahlenbündel zueinander parallel verlaufen und die Reflexionselemente so angeordnet sind, daß die abgegebenen Strahlenbündel jeweils am zugeordneten ersten Reflexionselement zum zugeordneten zweiten Reflexionselement reflektiert und von diesem erneut reflektiert werden, und wobei sowohl die ersten Reflexionselemente zueinander in Richtung der abgegebenen Strahlenbündel als auch die zweiten Reflexionselemente zueinander in Richtung der abgegebenen Strahlenbündel so versetzt angeordnet sind, daß die von den zweiten Reflexionselementen kommenden Strahlenbündel zueinander parallel verlaufen und ein gemeinsames ausfallendes Strahlenbündel bilden.

[0009] Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Strahlformung können die Lichtquellen auf einem planen Abschnitt einer Oberseite eines Wärmeableitkörpers angeordnet werden, so daß eine ausgezeichnete und homogene Wärmeableitung möglich ist. Des Weiteren kann die Größe des planen Abschnitts relativ gering gehalten werden, so daß die erforderliche Grundfläche für eine erfindungsgemäße Strahlformungsvorrichtung klein gehalten werden kann. Somit kann eine äußerst kompakte erfindungsgemäße Strahlformungsvorrichtung bereitgestellt werden.

[0010] Bevorzugt umfaßt die Strahlformungsvorrichtung einen Wärmeableitkörper mit einer Oberseite, die einen planen Abschnitt aufweist, auf dem die Laserelemente (bevorzugt direkt) angeordnet sind.

[0011] Der plane bzw. ebene Abschnitt der Oberseite kann insbesondere als zusammenhängender Abschnitt ausgebildet sein. Es ist jedoch auch möglich, daß zwischen den nebeneinander angeordneten Laserelementen beispielsweise Vertiefungen in der Oberseite ausgebildet sind, die dazu führen, daß der plane Abschnitt zwischen den Lichtquellen unterbrochen ist. Es ist bevorzugt, daß die Bereiche der Oberseite des Wärmeableitkörpers, auf denen die Lichtquellen positioniert sind, in derselben Ebene liegen und dadurch den planen Abschnitt bilden. Es ist weiterhin bevorzugt, daß der plane Abschnitt als durchgehender bzw. zusammenhängender Abschnitt der Oberseite ausgebildet ist.

[0012] Die Lichtquellen können insbesondere Laserelemente und/oder LED-Elemente sein. Die von der Lichtquelle abgegebene Strahlung kann im sichtbaren Bereich, im Infrarotbereich oder auch im UV-Bereich liegen, so daß die Lichtquelle auch als Strahlungsquelle bezeichnet werden kann.

[0013] Bei der Strahlformungsvorrichtung kann der Versatz der zweiten Reflexionselemente so gewählt sein, daß keines der zweiten Reflexionselemente eines der Strahlenbündel abschattet, die bereits von einem anderen der zweiten Reflexionselemente reflektiert wurden. Insbesondere können dazu die zweiten Reflexionselemente (in Draufsicht auf die ersten Reflexionselemente gesehen) jeweils oberhalb des zugeordneten ersten Reflexionselementes angeordnet sein.

[0014] Es ist ferner möglich, den Versatz von benachbarten ersten Reflexionselementen gleich groß zu wählen wie den Versatz der zugeordneten beiden zweiten Reflexionselemente.

[0015] Ferner können bei der erfindungsgemäßen Strahlformungsvorrichtung alle abgegebenen Strahlenbündel in ein und derselben Richtung abgegeben werden. Es ist jedoch auch möglich, daß ein Teil der abgegebenen Strahlenbündel in einer ersten Richtung und der restliche Teil in einer zweiten Richtung abgegeben werden, wobei die beiden Richtungen unmittelbar entgegengesetzt zueinander verlaufen. Dies führt zu dem Vorteil, daß man den Abstand von unmittelbar benachbarten Laserelementen größer wählen kann, wodurch eine bessere Kühlung möglich ist. Insbesondere können die Laserelemente so angeordnet sein, daß jeweils ein in der ersten Richtung abgegebenes Strahlenbündel, in Draufsicht auf die ersten Reflexionselemente gesehen, zwischen zwei in der zweiten Richtung abgegebenen Strahlenbündel liegt (wenn keine Reflexion an den ersten Reflexionselementen stattfinden würde).

[0016] Bevorzugt liegen die ersten Reflexionselemente, in Draufsicht gesehen, zwischen den Laserelementen, die die Strahlenbündel in der ersten Richtung abgeben, und den Laserelementen, die die Strahlenbündel in der zweiten Richtung abgeben.

[0017] Die ersten Reflexionselemente können eine Umlenkung der abgegebenen Strahlenbündel im Bereich von 60° bis 120° , bevorzugt von 80° bis 100° , insbesondere von 90° bewirken. Diese umgelenkten Strahlenbündel können dann mittels der zweiten Reflexionselemente im Bereich von 60° bis 120° , bevorzugt von 80° bis 100° , insbesondere um 90° umgelenkt werden.

[0018] Ferner können die ersten und zweiten Reflexionselemente jeweils eine Umlenkung um eine erste bzw. eine zweite Achse bewirken, wobei beide Achsen einen Winkel aus dem Bereich von 60° bis 120° , bevorzugt von 80° bis 100° , insbesondere von 90° , einschließen.

[0019] Es ist bevorzugt, daß die von den zweiten Reflexionselementen umgelenkten Strahlenbündel in einer Ebene verlaufen, die parallel zu der Ebene ist, in

der die von den Lichtquellen abgegebenen Strahlenbündel vor Reflexion am ersten Reflexionselement verlaufen.

[0020] Bei der erfindungsgemäßen Strahlformungsvorrichtung können zumindest zwei der ersten Reflexionselemente und/oder zumindest zwei der zweiten Reflexionselemente jeweils als zusammenhängendes Bauteil ausgebildet sein. Beispielsweise können die Reflexionselemente als einzelne Flächen eines Kupferspiegelbauteils ausgebildet sein. Natürlich können die Reflexionselemente auch separate Elemente sein.

[0021] Der Wärmeableitkörper kann aus einem hochwärmeleitfähigen Material, insbesondere Kupfer oder einer Kupferlegierung oder Aluminium oder einem Kompositwerkstoff bestehen oder dieses aufweisen. Die Reflexionselemente können als metallische Flächen oder als metallische oder dielektrische Schichten auf einem Trägermaterial ausgebildet sein.

[0022] Bevorzugt weist die Strahlformungsvorrichtung ein optisches Fokussierelement auf, welches die von den zweiten Reflexionselementen reflektierten Strahlenbündel fokussiert. Das Fokussierelement ist bevorzugt refraktiv und kann ein Element oder auch mehrere Elemente aufweisen. Damit ist beispielsweise die Einkopplung der Laserstrahlung in eine Lichtfaser mit beispielsweise rundem oder rechteckigem, speziell beispielsweise quadratischem Querschnitt möglich.

[0023] Die Vorrichtung kann für jede Lichtquelle zwischen der Lichtquelle und dem zugeordneten ersten Reflexionselement zumindest ein erstes optisches Element zur Kollimation des Strahlenbündels (z. B. in der fast-axis) aufweisen. Das erste optische Element kann als Zylinderlinse oder auch als rotationssymmetrische Linse ausgebildet sein. Die Linsen können separat oder, insbesondere bei der Ausbildung als Zylinderlinsen, als einzelne Segmente eines zusammenhängenden Körpers verwirklicht sein. Eine rotationssymmetrische Linse wird vorteilhaft als Kollimationselement für die fast-axis ausgelegt, während in der slow-axis wegen der linienförmigen Art der Strahlungsquelle bei Verwendung von z. B. einem Halbleiter-Laserelement auch nach dem ersten optischen Element noch eine Divergenz vorhanden ist.

[0024] Ferner kann die Vorrichtung für jede Lichtquelle zwischen dem Laserelement und dem zugeordneten zweiten Reflexionselement zumindest ein zweites optisches Element zur Kollimation (beispielsweise in der slow-axis) aufweisen.

[0025] Die Vorrichtung kann so ausgebildet sein, daß der optische Weg von jeder Lichtquelle bis zu dem zugeordneten zweiten optischen Element gleich ist.

[0026] Bei der Strahlformungsvorrichtung kann die Wellenlänge der abgegebenen Strahlenbündel im Bereich von ca. 190 nm bis ca. 2000 nm, besonders im Bereich von 250 nm–2000 nm und insbesondere im Bereich von 600 nm bis 1500 nm liegen.

[0027] Bei den Laserelementen handelt es sich bevorzugt um Halbleiter-Laserelemente bzw. Laserdioden. Die Laserelemente können als separate Laserelemente und/oder als Laserbarren ausgebildet sein. Die Laserelemente sind bevorzugt als Breitstreifenemitter ausgeführt, welche eine in fast-axis einmodige und in slow-axis multimodige Strahlung emittieren. Die Laserresonatoren dieser multimodigen Laserelemente sind bevorzugt als flächige Wellenleiter ausgebildet. Die Lichtaustrittsflächen dieser Laserelemente stellen linienförmige Strahlquellen dar.

[0028] Unter parallel wird hier insbesondere verstanden, daß möglichst eine mathematisch exakte Parallelität vorliegt. Jedoch können Abweichungen im einstelligen Gradbereich beabsichtigt oder unbeabsichtigt vorliegen, was dann immer noch als parallel anzusehen ist. Der Wärmeableitkörper kann insbesondere als im wesentlichen planparallele Platte oder zumindest abschnittsweise keilförmig ausgebildet sein.

[0029] Das gemeinsame ausfallende Strahlenbündel weist, im Querschnitt gesehen, bevorzugt eine Umhüllende auf, die rechteckig oder quadratisch ist. Es können zwei oder mehrere der erfindungsgemäßen Strahlformungsvorrichtung so vorgesehen werden, daß die gemeinsamen ausfallenden Strahlenbündel der einzelnen Strahlformungsvorrichtungen zu einem größeren Gesamtstrahlenbündel überlagert werden. Dies kann beispielsweise für zwei Strahlformungsvorrichtungen mittels eines teiltransparenten Spiegels oder mittels eines polarisationsselektiven Spiegels realisiert werden, der eine Polarisationsrichtung transmittiert und eine dazu orthogonale Transmissionsrichtung reflektiert. Dazu kann die vorliegende Polarisation der jeweiligen gemeinsamen Strahlenbündel ausgenutzt werden. Natürlich ist es auch möglich, polarisationsdrehende Elemente vorzusehen, falls dies notwendig ist. Bevorzugt wird die Polarisationsrichtung der Strahlung einer Strahlformungsvorrichtung um 90° gedreht, während die Polarisationsrichtung der Strahlung einer weiteren Strahlformungsvorrichtung unverändert bleibt. Dann können die Strahlenbündel dieser beiden Strahlformungsvorrichtungen mit einem polarisationsselektiven Spiegel kombiniert werden, indem eines der Strahlenbündel in Transmission durch den Spiegel hindurchgeht und das andere Strahlenbündel um einen Winkel von bevorzugt 90° am Spiegel reflektiert wird und nach dem Spiegel die Strahlengänge beider Strahlformungsvorrichtungen überlagert sind.

[0030] Es wird ferner bereitgestellt ein Verfahren zur Strahlformung der Strahlenbündel mehrerer Licht-

quellen (z. B. Laserelemente und/oder LED-Elemente), deren abgegebene Strahlenbündel zueinander parallel verlaufen, wobei jedes Strahlenbündel zweimal so umgelenkt werden, daß die umgelenkten Strahlenbündel zueinander parallel verlaufen und ein gemeinsames ausfallendes Strahlenbündel bilden.

[0031] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren können die ersten Umlenkungen der Strahlenbündel an zueinander in Richtung der abgegebenen Strahlenbündel versetzten Orten durchgeführt werden und können die zweiten Umlenkungen der Strahlenbündel an zueinander in Richtung der abgegebenen Strahlenbündel versetzten Orten durchgeführt werden.

[0032] Das erfindungsgemäße Verfahren kann in entsprechender Weise wie die Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung weitergebildet werden.

[0033] Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in den angegebenen Kombinationen, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung einsetzbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0034] Nachfolgend wird die Erfindung beispielsweise anhand der beigefügten Zeichnungen, die auch erfindungswesentliche Merkmale offenbaren, noch näher erläutert. Es zeigen:

[0035] [Fig. 1](#) eine schematische Seitenansicht einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Strahlformungsvorrichtung;

[0036] [Fig. 2](#) eine Draufsicht der Strahlformungsvorrichtung von [Fig. 1](#);

[0037] [Fig. 3](#) eine Vorderansicht der Strahlformungsvorrichtung von [Fig. 1](#);

[0038] [Fig. 4](#) eine Ansicht von vorne auf ein Laserelement der Vorrichtung von [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#);

[0039] [Fig. 5](#) eine Schnittansicht A-A gemäß [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#);

[0040] [Fig. 6](#) eine Draufsicht einer zweiten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Strahlformungsvorrichtung;

[0041] [Fig. 7](#) eine Vorderansicht der Strahlformungsvorrichtung von [Fig. 6](#);

[0042] [Fig. 8](#) eine Seitenansicht einer dritten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Strahlformungsvorrichtung;

[0043] [Fig. 9](#) eine Draufsicht der Strahlformungsvorrichtung von [Fig. 8](#);

[0044] [Fig. 10](#) eine Vorderansicht der Strahlformungsvorrichtung von [Fig. 8](#);

[0045] [Fig. 11](#) eine Ansicht des Schnittes B-B gemäß [Fig. 8](#);

[0046] [Fig. 12](#) eine Seitenansicht einer vierten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Strahlformungsvorrichtung;

[0047] [Fig. 13](#) eine Draufsicht der Strahlformungsvorrichtung von [Fig. 12](#);

[0048] [Fig. 14](#) eine Seitenansicht einer fünften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Strahlformungsvorrichtung, und

[0049] [Fig. 15](#) eine Draufsicht der Strahlformungsvorrichtung von [Fig. 14](#).

[0050] Bei der in den [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) gezeigten Ausführungsform umfaßt die erfindungsgemäße Strahlformungsvorrichtung **1** vier Lichtquellen, die hier als Halbleiter-Laserelemente **21**, **22**, **23** und **24** ausgebildet sind und die in einer x-Richtung nebeneinander auf einem planen Abschnitt **D** einer Oberseite **3** eines Wärmeableitkörpers **4** angeordnet sind. In der hier beschriebenen Ausführungsform ist die gesamte Oberseite **3** plan ausgebildet. Dies ist jedoch nicht zwingend erforderlich.

[0051] Die Laserelemente **21–24** geben jeweils ein Laserstrahlenbündel **51**, **52**, **53** und **54** ab, das jeweils in z-Richtung läuft, so daß die Abstrahlrichtungen der einzelnen Laserelemente **21–24** zueinander parallel sind. Die verwendeten Laserelemente **21–24** sind alle gleich ausgebildet und umfassen jeweils, wie in [Fig. 4](#) für das Laserelement **21** gezeigt ist, einen Wellenleiter **7**, der eine senkrecht zur Zeichenebene verlaufende Mittellinie **M** sowie einen rechteckförmigen Querschnitt aufweist. Die Höhe des Wellenleiters in y-Richtung beträgt ca. 3 µm und die Breite in x-Richtung beträgt ca. 100 µm. Das abgestrahlte Strahlenbündel weist hier eine Wellenlänge aus dem Bereich von 630–1100 nm auf.

[0052] Das austretende Strahlenbündel **51** weist im Querschnitt typischerweise einen elliptischen Strahlkegel auf (im Fernfeld), wobei die kleine Achse in x-Richtung verläuft. Diese Richtung wird häufig als „slow axis“ bezeichnet, wobei der typische Divergenzwinkel in dieser Richtung häufig etwa 7 bis 15° beträgt. Der Divergenzwinkel in y-Richtung, der häufig als „fast axis“ bezeichnet wird, beträgt typischerweise 90° (die x-, y- und z-Richtung spannen ein kartesisches Koordinatensystem auf).

[0053] Da die Emitterhöhe entlang der y-Richtung des Laserelementes **21–24** nur wenige µm beträgt, wird das abgegebene Strahlenbündel mittels einer ersten Kollimationslinse **81**, **82**, **83**, **84** mit kurzer Brennweite, die häufig zwischen 100 µm und 1.000 µm liegt, sehr gut kollimiert, so daß die Restdivergenz des Strahlenbündels nach der ersten Kollimationslinse **81–84** in der fast axis sehr klein ist. Die erste Kollimationslinse **81–84** ist dazu bevorzugt in sehr geringem Abstand vor der Strahlaustrittsfläche des Laserelementes **21–24** angeordnet, wie in den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) angedeutet ist.

[0054] Ferner sind für jedes der Laserelemente **21–24** noch eine zweite Kollimationslinse **91**, **92**, **93** und **94**, ein erster Umlenkspiegel **101**, **102**, **103** und **104** sowie ein zweiter Umlenkspiegel **111**, **112**, **113** und **114** vorgesehen.

[0055] Die ersten Umlenkspiegel **101–104** führen eine 90° Umlenkung durch, so daß sich die an den ersten Umlenkspiegeln **101–104** reflektierten Strahlenbündel **51–54** in y-Richtung erstrecken. Wie in den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) ersichtlich ist, sind die ersten Umlenkspiegel **101–104** in z-Richtung versetzt angeordnet. Der Versatz ist dabei so gewählt, daß er in x-Richtung zunimmt. Somit ist der Abstand vom ersten Laserelement **21** zum ersten Umlenkspiegel **101** kleiner als der Abstand vom Laserelement **52** zum zugeordneten ersten Umlenkspiegel **102** etc.

[0056] Die so umgelenkten Strahlenbündel **51–54** laufen jeweils durch die zugeordnete zweite Kollimatorlinse **91–94**, die eine Kollimation der slow-axis durchführt, und treffen dann auf den jeweiligen zweiten Umlenkspiegel **111–114**, die eine 90°-Umlenkung bewirken, so daß die reflektierten Strahlenbündel **51–54** in x-Richtung und zueinander parallel verlaufen. Sie bilden zusammen einen ausfallendes Strahlenbündel **12**, dessen Querschnitt (Schnitt A-A gemäß [Fig. 1](#)) in [Fig. 5](#) gezeigt ist. Die einzelnen reflektierten Strahlenbündel **51–54** sind parallel so zueinander angeordnet, daß die Umhüllende **U1** ein Rechteck ist.

[0057] Damit dieses ausfallende Strahlenbündel **12** bereitgestellt werden kann, sind in die zweiten Umlenkspiegel **111–114** in gleicher Weise wie die ersten Umlenkspiegel **101–104** in z-Richtung zueinander versetzt, wobei die zweiten Umlenkspiegel **111–114** direkt oberhalb des jeweils zugeordneten ersten Umlenkspiegels **101–104** angeordnet sind.

[0058] Bei der in den [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) gezeigten Ausführungsform weisen die zweiten Kollimationslinsen **91–94** jeweils den gleichen Abstand zur Oberseite **3** des Wärmeableitkörpers **4** auf. Aufgrund der in z-Richtung versetzten Anordnung der ersten Umlenkspiegel **101–104** führt dies dazu, daß die optische Weglänge für die Strahlenbündel **51–54** vom

Laserelement **21–24** bis zur entsprechenden zweiten Kollimatorlinse **91–94** unterschiedlich lang ist. Wenn dies nicht gewünscht ist, können die ersten Kollimatorlinsen **91–94** mit unterschiedlichem Abstand zur Oberseite **3** des Wärmeableitkörpers **4** so angeordnet werden, daß eine gleiche optische Weglänge erreicht wird. Dazu muß die zweite Kollimatorlinse **91** beispielsweise einen größeren Abstand zur Oberseite **3** aufweisen als die unmittelbar benachbarte zweite Kollimatorlinse **92**. Gleiches gilt für den Abstand zur Oberseite für die zweite Kollimatorlinse **92** bezüglich der zweiten Kollimatorlinse **93** sowie für die zweite Kollimatorlinse **93** bezüglich der zweiten Kollimatorlinse **94**.

[0059] Bei der bisher beschriebenen Ausführungsform ist die Abstrahlrichtung aller Laserelemente **21–24** gleich. Es ist jedoch auch möglich, die Laserelemente **21–24** so anzuordnen, daß sie zwei entgegengesetzte Abstrahlrichtungen aufweisen. Wie in den **Fig. 6** und **Fig. 7** gezeigt ist, strahlt das erste und dritte Laserelement **21** und **23** in +z-Richtung die Strahlenbündel **51** und **53** ab. Das zweite und vierte Laserelement **22** und **24** strahlen hingegen in –z-Richtung ihre Strahlenbündel **52** und **54** ab. In diesem Fall sind die ersten Umlenkspiegel **102** und **104** für das zweite und vierte Laserelement **22** und **24** um 180° um die y-Achse gedreht anzuordnen im Vergleich zu der Ausführungsform der **Fig. 1** bis **Fig. 3**, wie in den **Fig. 6** und **Fig. 7** dargestellt ist. Die an den ersten Umlenkspiegeln **101–104** reflektierten Strahlenbündel **51–54** verlaufen dann in gleicher Weise wie bei der Strahlformungsvorrichtung **1** von den **Fig. 1** bis **Fig. 3** in y-Richtung und sind in z-Richtung zueinander versetzt. Diese reflektierten Strahlenbündel **51–54** laufen wiederum durch die zugeordneten zweiten Kollimatorlinsen **91–94** und werden an den zweiten Umlenkspiegeln **111–114** so reflektiert, daß wiederum das ausfallende Strahlenbündel **12** erzeugt wird.

[0060] In den **Fig. 8** bis **Fig. 10** ist eine dritte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Strahlformungsvorrichtung gezeigt, die sich von der Ausführungsform gemäß **Fig. 1** bis **Fig. 3** im wesentlichen nur dadurch unterscheidet, daß die zweiten Kollimationslinsen **91–94** zwischen den ersten Kollimationslinsen **81–84** und den ersten Umlenkspiegeln **101–104** angeordnet sind. Dadurch wird es möglich, die Höhe der Strahlformungsvorrichtung **1** (in y-Richtung) geringer zu gestalten.

[0061] Wie der Darstellung des Schnittes B-B in **Fig. 11** zu entnehmen ist, weist das ausfallende Strahlenbündel wiederum die zueinander parallel verlaufenden Strahlenbündel **51–54** auf, so daß die Umhüllende U2 wiederum ein Rechteck ist.

[0062] Die restlichen Elemente der Ausführungsform gemäß **Fig. 8** bis **Fig. 10** sind mit den gleichen

Bezugszeichen wie die bereits beschriebenen Ausführungsformen bezeichnet und es wird zu deren Beschreibung auf die obigen Ausführungen verwiesen.

[0063] In **Fig. 12** und **Fig. 13** ist eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Strahlformungsvorrichtung **1** gezeigt. Bei dieser Ausführungsform sind die Abstände der Laserelemente **51–52** zu dem jeweiligen zugeordneten ersten Umlenkspiegel **101–104** so gewählt, daß nach der Umlenkung an den ersten Umlenkspiegeln **101–104** alle Strahlenbündel **51–54** dieselbe optische Weglänge durchlaufen haben. Da die zweiten Umlenkspiegel **111–114** alle den gleichen Abstand von der Oberseite **3** des Wärmeableitkörpers **4** aufweisen, können die separaten zweiten Kollimationslinsen weggelassen werden und statt dessen durch eine einzige dritte Kollimationslinse **13** ersetzt werden, durch die das ausfallende Strahlenbündel **12** läuft. Die dritte Kollimationslinse **13** dient daher in gleicher Weise wie die zweiten Kollimationslinsen bei den bisher beschriebenen Ausführungsbeispielen zur Kollimation der slow axis.

[0064] Bei dieser Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Strahlformungsvorrichtung kann somit die Anzahl der optischen Elemente reduziert werden. Es muß nur noch eine einzige Kollimationslinse für die slow axis bereitgestellt werden und nicht mehr jeweils eine Linse für ein Strahlenbündel.

[0065] In den **Fig. 14** und **Fig. 15** ist eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Strahlformungsvorrichtung gezeigt. Bis auf eine Fokussierlinse **14** und die Ausbildung der zweiten Umlenkspiegel **111–114** sowie der zweiten Kollimationslinsen **91–94** ist der Aufbau identisch zu der Ausführungsform gemäß **Fig. 1** bis **Fig. 3**, so daß auf die entsprechenden obigen Ausführungen verwiesen wird. Die Fokussierlinse **14** dient dazu, das ausfallende Strahlenbündel **12** zu fokussieren, um es beispielsweise in eine Lichtleitfaser einkoppeln zu können.

[0066] Die Lichtleitfaser kann beispielsweise einen runden oder rechteckigen, insbesondere einen quadratischen Kernquerschnitt, aufweisen.

[0067] Ferner sind die zweiten Umlenkspiegel **111–114** sowie die zweiten Kollimationslinsen **91–94** so ausgebildet, daß ihre jeweilige Abmessung in z-Richtung lediglich so groß ist, wie es zur Strahlumlenkung bzw. Strahlkollimation notwendig ist. Wie in **Fig. 15** für die zweiten Umlenkspiegel **111–114** ersichtlich ist, weisen sie in z-Richtung jeweils die gleiche Größe auf und sind, wie auch bei den bisherigen Ausführungsbeispielen in z-Richtung so zueinander versetzt, daß das gewünschte gemeinsame Strahlmittel **12** nach Reflexion an den zweiten Umlenkspiegeln **111–114** vorliegt. Aufgrund des Versatzes in z-Richtung wird keines der durch einen der zweiten Umlenkspiegel **111–113** reflektierten Strah-

lenbündel durch einen der nachfolgenden Umlenkspiegel **112–114** abgeschattet.

[0068] Diese Ausbildung der zweiten Umlenkspiegel **111–114** und/oder der zweiten Kollimationslinsen **91–94** können auch bei den oben beschriebenen Ausführungsformen vorgesehen werden.

[0069] Die Umlenkspiegel **101–104** sowie **111–114** können beispielsweise aus metallischem Vollmaterial bestehen. Es ist auch möglich, daß die reflektierenden Flächen der Umlenkspiegel **101–104**, **111–114** als metallische oder dielektrische Schichten auf einem Trägermaterial ausgebildet 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

- DE 19780124 B4 [[0002](#)]
- US 6229831 B1 [[0005](#)]

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Strahlformung (1) mit mehreren nebeneinander angeordneten Lichtquellen (21, 22, 23, 24), denen jeweils ein erstes und ein zweites Reflexionselement (101, 102, 103, 104; 111, 112, 113, 114) zugeordnet sind und die jeweils ein Strahlenbündel (51, 52, 53, 54) abgeben, wobei die abgegebenen Strahlenbündel (51–54) zueinander parallel verlaufen und die Reflexionselemente (101–104; 111–114) so angeordnet sind, daß die abgegebenen Strahlenbündel (51–54) jeweils am zugeordneten ersten Reflexionselement (101–104) zum zugeordneten zweiten Reflexionselement (111–114) reflektiert und von diesem erneut reflektiert werden, und wobei sowohl die ersten Reflexionselemente (101–104) zueinander in Richtung der abgegebenen Strahlenbündel (51–54) als auch die zweiten Reflexionselemente (111–114) zueinander in Richtung der abgegebenen Strahlenbündel (51–54) so versetzt angeordnet sind, daß die von den zweiten Reflexionselementen (111–114) kommenden Strahlenbündel zueinander parallel verlaufen und ein gemeinsames ausfallendes Strahlenbündel (12) bilden.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der der Versatz der zweiten Reflexionselemente (111–114) so gewählt ist, daß keines der zweiten Reflexionselemente (112–114) eines der Strahlenbündel (51–54) abschattet, die bereits von einem anderen der zweiten Reflexionselemente (111–113) reflektiert wurden.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, bei der die zweiten Reflexionselemente (111–114), in Draufsicht auf die ersten Reflexionselemente gesehen, jeweils oberhalb des zugeordneten ersten Reflexionselementes angeordnet sind.
4. Vorrichtung nach einem der obigen Ansprüche, bei der ein Teil der abgegebenen Strahlenbündel (51, 53) in einer ersten Richtung und der restliche Teil der abgegebenen Strahlenbündel (51, 53) in einer zweiten Richtung, die unmittelbar entgegengesetzt zur ersten Richtung verläuft, abgegeben werden.
5. Vorrichtung nach einem der obigen Ansprüche, bei der die ersten Reflexionselemente (101–104) eine Umlenkung im Bereich von 60° bis 120°, bevorzugt von 80 bis 100°, insbesondere von 90° bewirken.
6. Vorrichtung nach einem der obigen Ansprüche, bei der die zweiten Reflexionselemente (111–114) eine Umlenkung im Bereich von 60° bis 120°, bevorzugt von 80° bis 100°, insbesondere von 90° bewirken.
7. Vorrichtung nach einem der obigen Ansprüche, bei der die ersten und zweiten Reflexionselemente (101–104, 111–114) jeweils eine Umlenkung um eine erste bzw. eine zweite Achse (x; z) bewirken, wobei beide Achsen (x; z) einen Winkel aus dem Bereich von 80° bis 100°, insbesondere von 90° einschließen.
8. Vorrichtung nach einem der obigen Ansprüche, bei der zumindest zwei der ersten Reflexionselemente und/oder zumindest zwei der zweiten Reflexionselemente jeweils als zusammenhängendes Bauteil ausgebildet sind.
9. Vorrichtung nach einem der obigen Ansprüche, bei der ein Fokussierelement (14) vorgesehen ist, welches das ausfallende Strahlenbündel (12) fokussiert.
10. Vorrichtung nach einem der obigen Ansprüche, bei der für jede Lichtquelle (21–24) zwischen der Lichtquelle (21–24) und dem zugeordneten ersten Reflexionselement (101–104) ein erstes optisches Element (81, 82, 83, 84) zur Kollimation des Strahlenbündels (51–54) angeordnet ist.
11. Vorrichtung nach einem der obigen Ansprüche, bei der für jede Lichtquelle (21–24) zwischen der Lichtquelle (21–24) und dem zugeordneten zweiten Reflexionselement (111–114) zumindest ein zweites optisches Element (91, 92, 93, 94) zur Kollimation des Strahlenbündels (51–54) angeordnet ist.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, bei der der optische Weg jedes Strahlenbündels (51–54) von der Lichtquelle (21–24) bis zu dem zugeordneten zweiten optischen Element (91–94) gleich ist.
13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, bei der das zweite optische Element (91–94) jeweils zwischen dem ersten und zweiten Reflexionselement (101–104; 111–114) angeordnet ist.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei der ein drittes optisches Element im Strahlengang nach den zweiten Reflexionselementen (111–114) angeordnet ist, welches im ausfallenden Strahlenbündel (12) die Strahlung der einzelnen Strahlenbündel kollimiert.
15. Vorrichtung nach einem der obigen Ansprüche, bei der die Lichtquellen (51–54) auf einem planen Abschnitt einer Oberseite eines Wärmeableitkörpers angeordnet sind.
16. Vorrichtung nach einem der obigen Ansprüche, bei der die Lichtquellen (21–24) als Laserelemente ausgebildet sind.
17. Verfahren zur Strahlformung der Strahlenbündel mehrerer Lichtquellen, die jeweils ein Strahlenbündel abgeben, wobei die abgegebenen Strahlenbündel zueinander parallel verlaufen, wobei bei dem Verfahren jedes der abgegebenen Strahlenbündel einmal um eine erste und danach einmal um eine

zweite Achse so umgelenkt wird, daß die umgelenkten Strahlenbündel zueinander parallel verlaufen und ein gemeinsames ausfallendes Strahlenbündel bilden.

18. Verfahren nach Anspruch 17, bei dem die ersten Umlenkungen der Strahlenbündel an zueinander in Richtung der abgegebenen Strahlenbündel versetzten Orten durchgeführt werden und bei dem die zweiten Umlenkungen der Strahlenbündel an zueinander in Richtung der abgegebenen Strahlenbündel versetzten Orten durchgeführt werden.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

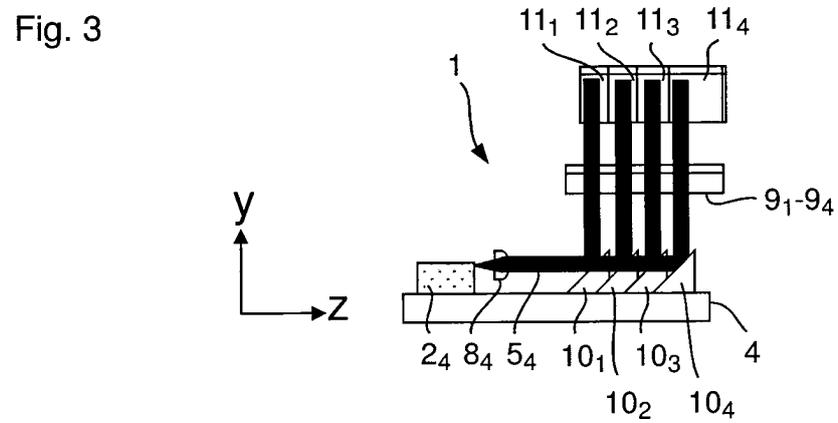
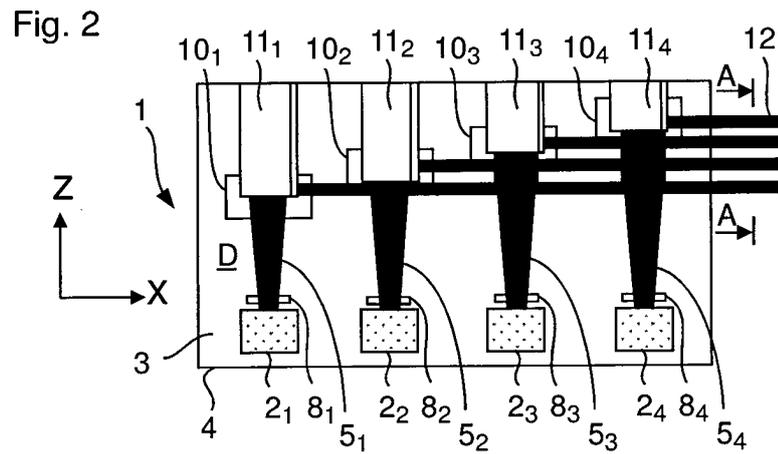
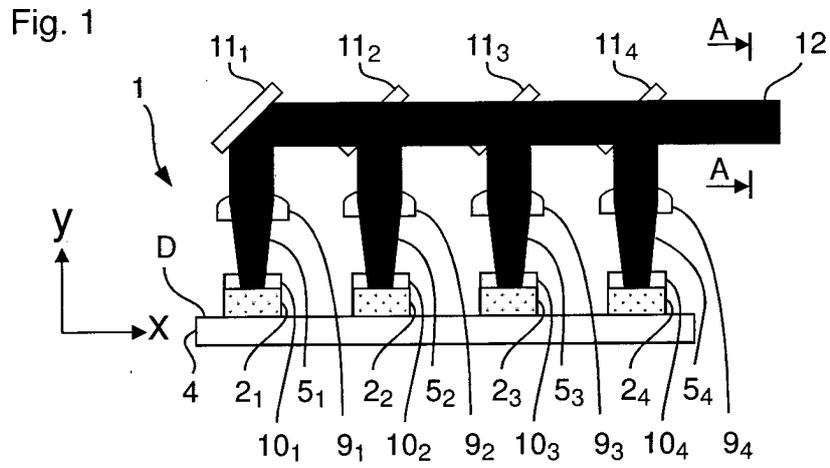


Fig. 4

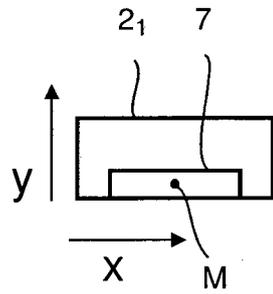


Fig. 5

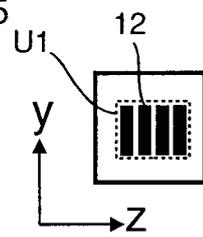


Fig. 6

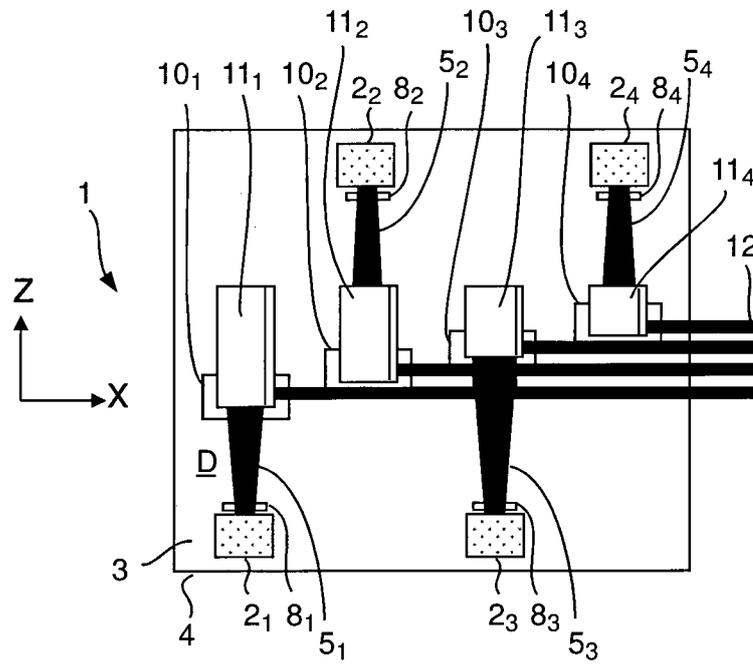


Fig. 7

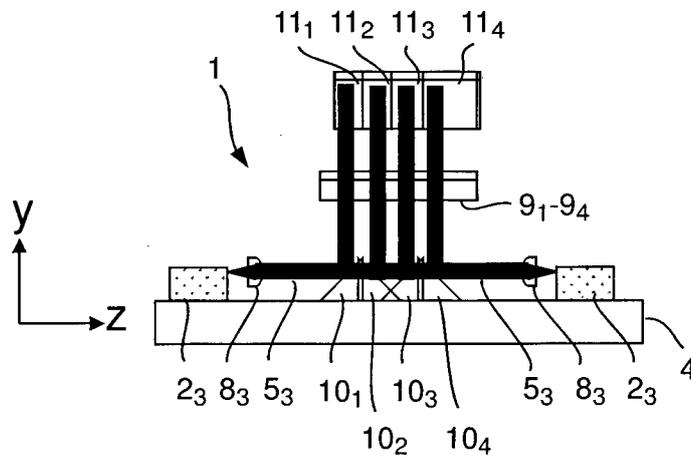


Fig. 8

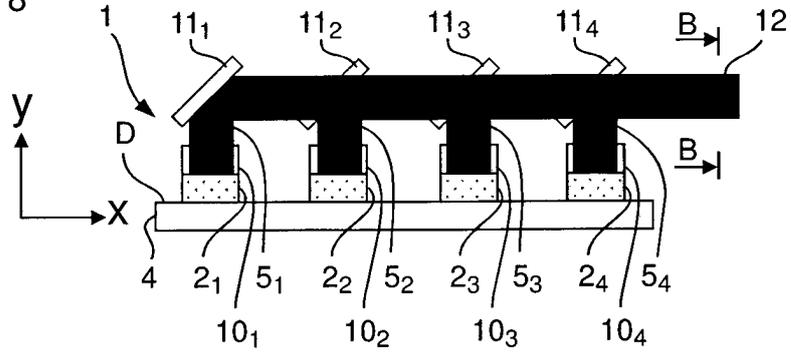


Fig. 9

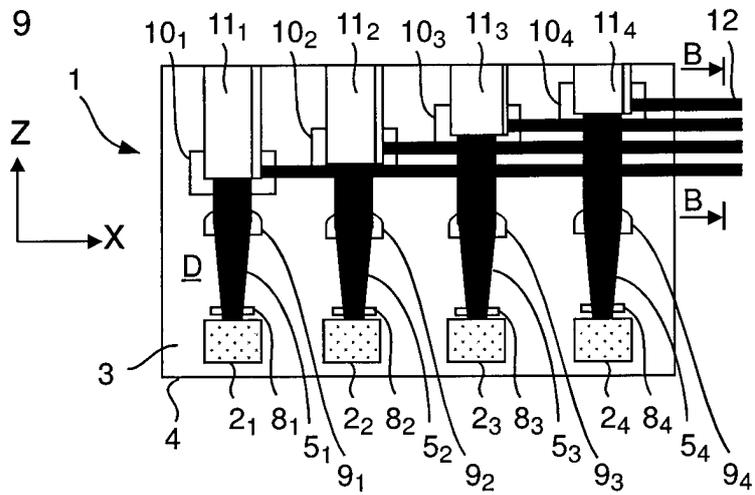


Fig. 10

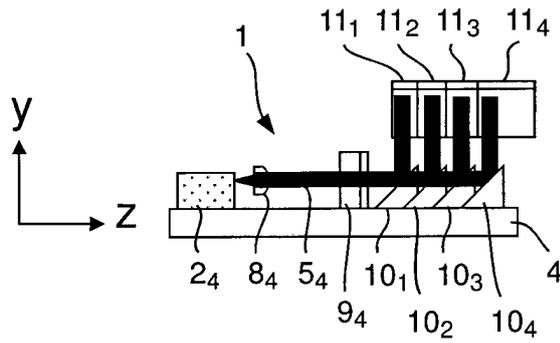


Fig. 11

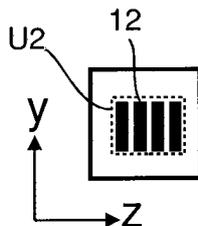


Fig. 12

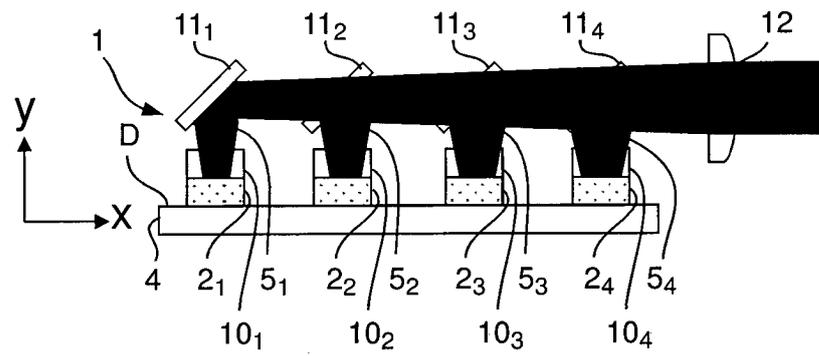


Fig. 13

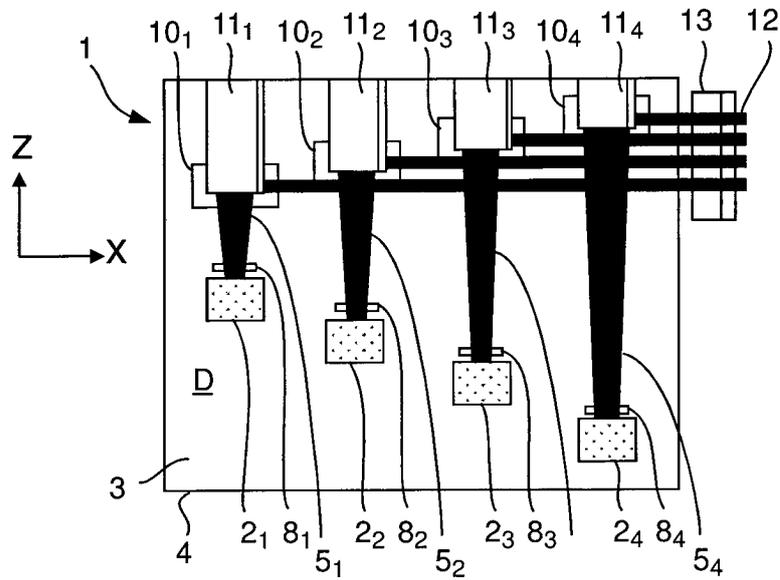


Fig. 14

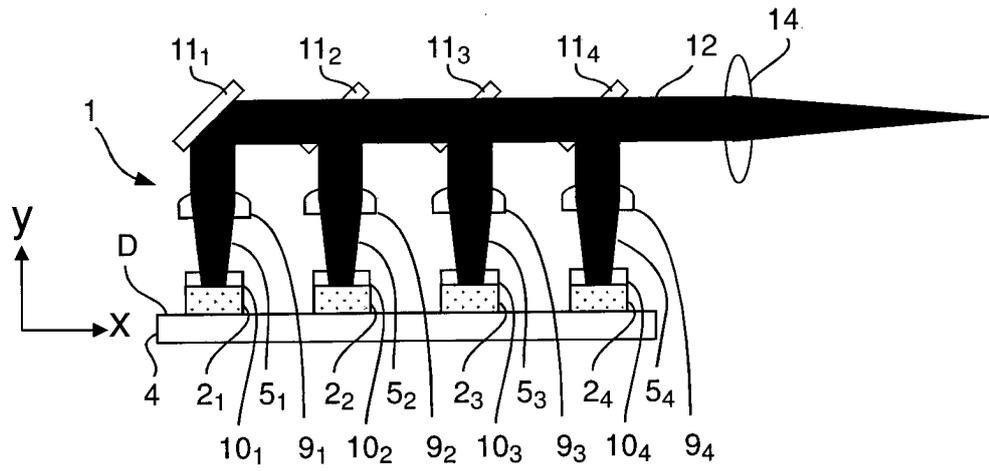


Fig. 15

