



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 49 608 B4** 2007.08.09

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **103 49 608.4**
(22) Anmeldetag: **24.10.2003**
(43) Offenlegungstag: **08.07.2004**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **09.08.2007**

(51) Int Cl.⁸: **G02B 6/42** (2006.01)
G02B 6/32 (2006.01)
H01S 5/026 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
10/319,218 12.12.2002 US

(73) Patentinhaber:
**Avago Technologies Fiber IP (Singapore) Pte. Ltd.,
Singapore, SG**

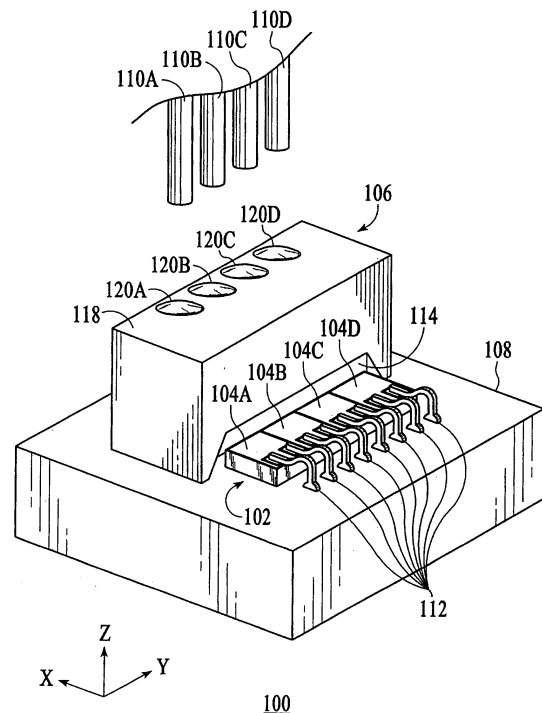
(74) Vertreter:
**Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler, 82049
Pullach**

(72) Erfinder:
Wilson, Robert Edward, Palo Alto, Calif., US

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
US2002/00 64 191 A1
US 56 00 741 A
US 51 22 652 A
EP 06 13 032 A2

(54) Bezeichnung: **Optische Vorrichtung und Verfahren zum Koppeln von Ausgangslicht von einer Lichtquelle zu einem Lichtwellenleiter**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung zum Koppeln von Ausgangslicht von einer Lichtquelle (104A–D) zu einem Wellenleiter (110A–D), die folgende Merkmale aufweist:
ein Substrat, das eine obere Oberfläche aufweist;
ein optisches Element (106), das auf der oberen Oberfläche des Substrats positioniert ist, wobei das optische Element eine erste Oberfläche (114) aufweist, um das Ausgangslicht von der Lichtquelle zu empfangen, derart, daß das Ausgangslicht in das optische Element durchgelassen wird, wobei das optische Element (106) ferner eine zweite Oberfläche (116) aufweist, um das Ausgangslicht im Inneren zu reflektieren, um das Ausgangslicht von einer ursprünglichen Richtung zu einer modifizierten Richtung zu dem Wellenleiter (110A–D) hin umzuleiten, wobei das optische Element ferner eine dritte Oberfläche (118) mit einer auf der dritten Oberfläche (118) integrierten Linse (120A–D) aufweist, um das Ausgangslicht optisch zu manipulieren, das sich entlang der modifizierten Richtung ausbreitet, um das Ausgangslicht zu dem Wellenleiter (110A–D) durchzulassen, wobei die dritte Oberfläche im Wesentlichen parallel zu...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich allgemein auf Faseroptiken und insbesondere auf eine optische Vorrichtung zum Koppeln von Ausgangslicht von einer Lichtquelle zu einem Lichtwellenleiter.

[0002] Halbleiterlaser werden häufig als optische Signalgeneratoren bei Faseroptikkommunikationssystemen verwendet. Die optischen Signale, die durch einen Halbleiterlaser erzeugt werden, werden durch einen Lichtwellenleiter, wie beispielsweise eine optische Faser, zu dem Bestimmungsort derselben übertragen. Ein wichtiger Aspekt einer optoelektronischen Komponente, die einen Halbleiterlaser einsetzt, ist die Kopplung des Ausgangslichts von dem Laser zu einer optischen Faser. Typischerweise ist ein Halbleiterlaser mit einer Linse in einer optischen Unteranordnung (OSA = optical subassembly) gehäust, um das Ausgangslicht von dem Laser in ein freiliegendes Ende einer optischen Faser zu fokussieren, um eine gute Kopplungseffizienz sicherzustellen. Somit müssen der Halbleiterlaser und die Linse ordnungsgemäß ausgerichtet sein, so daß das Ausgangslicht von dem Laser wirksam zu der optischen Faser gesendet wird.

[0003] Es gibt zwei getrennte Typen von Halbleiterlasern, die bei Faseroptikkommunikationssystemen verwendet werden. Der erste Typ von Halbleiterlasern umfaßt kantenemittierende Laser, wie beispielsweise Fabry-Perot-Laser (FP-Laser), Laser mit verteilter Rückkopplung (Distributed Feedback = DFB) und DBR-Laser (DBR = Distributed Bragg Reflector). Der andere Typ von Halbleiterlasern umfaßt vertikalemittierende Laser, wie beispielsweise VCSELs (Vertical Cavity Surface Emitting Lasers = oberflächenemittierende Vertikalresonatorlaser). Die kantenemittierenden und vertikalemittierenden Laser sind gewöhnlich gehäust, so daß sich das Ausgangslicht von einem kantenemittierenden Laser oder einem vertikalemittierenden Laser entlang einem geraden optischen Weg von dem Laser durch eine Linse und zu der Faser (oder dem Lichtwellenleiter) ausbreitet. Somit können OSAs mit vertikalemittierenden Lasern nicht ohne weiteres mit OSAs mit kantenemittierenden Lasern untereinander ausgetauscht werden, da die Ausbreitungsrichtung des Ausgangslichts von dem Typ von Lasern abhängt, die bei den OSAs eingesetzt sind. Es wurden jedoch OSAs mit kantenemittierenden Lasern entwickelt, die das Ausgangslicht von der ursprünglichen horizontalen Richtung zu der vertikalen Richtung drehen können, was es ermöglicht, daß diese OSAs mit OSAs mit vertikalemittierenden Lasern untereinander ausgetauscht werden können.

[0004] Eine herkömmliche OSA mit einem kantenemittierenden Laser, der das Ausgangslicht in die vertikale Richtung senden kann, umfaßt eine

45-Grad-Spiegelstruktur und eine Linse. Der kantenemittierende Laser und der Spiegel sind auf einem Substrat befestigt, derart, daß das Ausgangslicht von dem Laser von der reflektierenden Oberfläche der Spiegelstruktur weg reflektiert wird. Somit wird das Ausgangslicht von dem Laser von der ursprünglichen horizontalen Richtung zu der vertikalen Richtung umgeleitet. Die Linse ist an der Spiegelstruktur angebracht, um das umgeleitete Ausgangslicht zu fokussieren, das sich in die Richtung einer optischen Faser ausbreitet.

[0005] Ein Belang bei herkömmlichen OSAs mit kantenemittierenden Lasern, die Ausgangslicht vertikal senden können, besteht darin, daß eine präzise Ausrichtung von verschiedenen Elementen der OSAs, wie beispielsweise dem Laser, der Spiegelstruktur und der Linse, zu einem ordnungsgemäßen Koppeln des Lasers zu einer optischen Faser schwierig zu erreichen ist.

[0006] Angesichts dieses Belangs gibt es einen Bedarf nach einer OSA mit einem kantenemittierenden Laser, der die Schwierigkeit eines präzisen Ausrichtens der verschiedenen Komponenten der OSA reduziert.

[0007] Aus der US 5,122,652 A ist bereits eine Vorrichtung zum Ablenken und fokussieren eines Lichtstrahls unter Verwenden eines Siliziumbaugliedes bekannt, welches eine kugelförmige Linse in einer Ausnehmung trägt. Das Siliziumbauglied ruht auf einer Bodenplatte und hat auf seiner der Bodenplatte abgewandten Seite eine optische Auskopplungsfläche zum Auskoppeln von abgelenkten Lichtstrahlen aus dem Siliziumbauglied. Damit die Auskopplungswirkung erreicht wird, ist die Auskopplungsfläche getrennt von dem kugelförmigen Linsenkörper, der in der Ausnehmung ruht.

[0008] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung zum Koppeln von Ausgangslicht von einer Lichtquelle zu einem Wellenleiter, eine Vorrichtung oder ein Verfahren zum Koppeln von Ausgangslicht von einer Lichtquelle zu einem Wellenleiter zu schaffen, so dass die Schwierigkeit eines präzisen Ausrichtens der verschiedenen Komponenten der OSA reduziert ist.

[0009] Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung gemäss Anspruch 1 oder 10 oder ein Verfahren gemäss Anspruch 19 gelöst.

[0010] Andere Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden detaillierten Beschreibung in Verbindung mit den beiliegenden Zeichnungen ersichtlich, dargestellt durch ein Beispiel der Grundlagen der Erfindung. Es zeigen:

[0011] **Fig. 1** eine erste perspektivische Ansicht ei-

ner optischen Unteranordnung (OSA = optical subassembly) gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0012] [Fig. 2](#) eine zweite perspektivische Ansicht der OSA von [Fig. 1](#);

[0013] [Fig. 3](#) eine Querschnittsansicht der OSA von [Fig. 1](#); und

[0014] [Fig. 4](#) ein Prozessflussdiagramm eines Verfahrens zum Koppeln von Ausgangslicht von einem kantenemittierenden Laser zu einem Lichtwellenleiter gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0015] Mit Bezug auf [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) ist eine optische Unteranordnung (OSA = optical subassembly) **100** gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel der Erfindung gezeigt. Die OSA **100** umfaßt ein Array **102** von kantenemittierenden Lasern **104A**, **104B**, **104C** und **104D** und ein optisches Drehelement **106**, die an einem Unterbefestigungssubstrat **108** angebracht sind. Das optische Drehelement **106** wird verwendet, um Ausgangslicht von den kantenemittierenden Lasern von einer lateralen Richtung zu einer vertikalen Richtung zu den Lichtwellenleitern hin umzuleiten, die optische Fasern **110A**, **110B**, **110C** und **110D** sein können, wie es in [Fig. 1](#) gezeigt ist. Die laterale Richtung ist hierin als die Richtung definiert, die parallel zu der oberen Oberfläche des Unterbefestigungssubstrats ist, z. B. die in [Fig. 1](#) gezeigte X-Richtung. Die vertikale Richtung ist hierin als die Richtung definiert, die senkrecht zu der lateralen Richtung ist, d. h. die in [Fig. 1](#) gezeigte Z-Richtung. Somit ist die OSA **100** zu einer herkömmlichen OSA mit vertikal emittierenden Lasern kompatibel und kann folglich mit einer derartigen herkömmlichen OSA ausgetauscht werden.

[0016] Das Array **102** von kantenemittierenden Lasern **104A**, **104B**, **104C** und **104D** der OSA **100** ist konfiguriert, um modulierte Ausgangslicht zu erzeugen, das als optische Signale durch die optischen Fasern **110A**, **110B**, **110C** und **110D** gesendet wird. Das Array von kantenemittierenden Lasern ist in [Fig. 1](#) als vier kantenemittierende Laser umfassend dargestellt.

[0017] Somit ist das dargestellte Array von kantenemittierenden Lasern ein Vier-Kanal-Laserarray. Das Array von kantenemittierenden Lasern kann jedoch weniger oder mehr kantenemittierende Laser umfassen. Als ein Beispiel kann das Laserarray zwölf kantenemittierende Laser umfassen. Bei dem exemplarischen Ausführungsbeispiel sind die in dem Array eingeschlossenen kantenemittierenden Laser Fabry-Perot-Laser. Die kantenemittierenden Laser können jedoch ein anderer Typ von kantenemittierenden Lasern sein, wie beispielsweise DBR- (Distributed Bragg Reflector) Laser. Die kantenemittierenden La-

ser sind durch eine Schaltungsanordnung (nicht gezeigt) getrieben, die durch elektrische Verbindungen **112** mit den Lasern verbunden ist. Das Array von kantenemittierenden Lasern ist benachbart zu dem optischen Drehelement **106** an der Unterbefestigung **108** angebracht, die aus Silizium gebildet sein kann. Bei anderen Ausführungsbeispielen kann die OSA **100** einen einzigen kantenemittierenden Laser anstelle des Arrays von kantenemittierenden Lasern umfassen.

[0018] Das optische Drehelement **106** der OSA **100** ist konfiguriert, um das Ausgangslicht der kantenemittierenden Laser **104A**, **104B**, **104C** und **104D** von der lateralen Richtung, z. B. der X-Richtung zu der vertikalen Richtung, d. h. der Z-Richtung, durch ein Reflektieren und/oder Brechen des Ausgangslichts umzuleiten. Somit kann das optische Drehelement die optische Achse des Ausgangslichts von den kantenemittierenden Lasern um näherungsweise 90 Grad drehen. Zusätzlich ist das optische Drehelement konfiguriert, um das Ausgangslicht von jedem der kantenemittierenden Lasern zu fokussieren, so daß das Ausgangslicht von den kantenemittierenden Lasern ordnungsgemäß zu den jeweiligen optischen Fasern **110A**, **110B**, **110C** und **110D** gesendet wird. Das optische Drehelement umfaßt eine Empfangsoberfläche **114** (gezeigt in [Fig. 1](#)), eine reflektierende Oberfläche **116** (gezeigt in [Fig. 2](#)) und eine fokussierende Oberfläche **118** (sowohl in [Fig. 1](#) als auch [Fig. 2](#) gezeigt). Die Empfangsoberfläche ist die Oberfläche, an der das Ausgangslicht von den kantenemittierenden Lasern in das optische Drehelement gesendet wird. Wie es unten beschrieben ist, kann die Empfangsoberfläche abgewinkelt sein, um das Ausgangslicht zu brechen, wenn das Ausgangslicht in das optische Drehelement gesendet wird. Die reflektierende Oberfläche wirkt als ein Spiegel, um das Ausgangslicht zu den optischen Fasern hin zu reflektieren. Die fokussierende Oberfläche ist die Oberfläche, von der das reflektierte Ausgangslicht von dem optischen Drehelement emittiert wird.

[0019] Wie es in [Fig. 3](#) dargestellt ist, sind die Empfangs- und die reflektierende Oberfläche **114** und **116** des optischen Drehelements **106** mit Bezug auf die X-Achse abgewinkelt. [Fig. 3](#) ist eine Querschnittsansicht der OSA **100** über den kantenemittierenden Laser **104A**, das optische Drehelement **106**, die Unterbefestigung **108** und die optische Faser **110A**. Die Empfangs- und die reflektierende Oberfläche sind abgewinkelt, derart, daß jedes Ausgangslicht von den kantenemittierenden Lasern **104A**, **104B**, **104C** und **104D** durch die Empfangsoberfläche gebrochen wird und dann von der reflektierenden Oberfläche weg zu der jeweiligen optischen Faser **110A**, **110B**, **110C** oder **110D** hinreflektiert wird, wie es in [Fig. 3](#) dargestellt ist. Das optische Drehelement **106** ist an der Unterbefestigung **108** angebracht, derart, daß die Empfangsoberfläche des optischen Drehelements

sich in unmittelbarer Nähe zu den lichtemittierenden Kanten der kantenemittierenden Laser **104A**, **104B**, **104C** und **104D** befindet.

[0020] Die fokussierende Oberfläche **118** des optischen Drehelements **106** ist im wesentlichen parallel zu der X-Achse. Wie es oben dargelegt ist, ist die fokussierende Oberfläche die Oberfläche, von der das reflektierte Ausgangslicht aus dem Element zu den optischen Fasern hin reflektiert wird. Die fokussierende Oberfläche umfaßt Linsen **120A**, **120B**, **120C** und **120D**, die auf der fokussierenden Oberfläche gebildet sind. Somit sind die Linsen strukturell in das optische Drehelement integriert. Diese Linsen des optischen Drehelements manipulieren das Ausgangslicht von den entsprechenden kantenemittierenden Lasern **104A**, **104B**, **104C** und **104D**, das durch die reflektierende Oberfläche **116** reflektiert wurde, getrennt in freiliegende Enden der jeweiligen optischen Fasern **110A**, **110B**, **110C** und **110D**. Die Oberflächen der Linsen könnten als geätzte oder gegossene Brechungs- oder Beugungsoberflächen hergestellt sein. Die Linsen können entworfen sein, so daß das Ausgangslicht, das von dem optischen Drehelement emittiert wird, sich auf eine konvergente, eine parallele oder eine divergente Weise ausbreitet. Die Linsen können auch entworfen sein, so daß sich einer oder mehrere der Ausgangslichtstrahlen außeraxial von den Linsen ausbreiten. Bei dem exemplarischen Ausführungsbeispiel beträgt der Abstand der Linsen 0,25 mm. Der Abstand der Linsen kann jedoch kürzer oder länger sein. Wie es in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) dargestellt ist, umfaßt das optische Drehelement vier Linsen, die den vier kantenemittierenden Lasern des Arrays **102** entsprechen. Somit hängt die Anzahl von Linsen, die in dem optischen Drehelement eingeschlossen ist, von der Anzahl von kantenemittierenden Lasern ab, die bei der OSA **100** verwendet wird. Da die Linsen an dem optischen Drehelement zusammen mit der Brechungs- und der reflektierenden Oberfläche gebildet sind, d. h. der Empfangs- und der reflektierenden Oberfläche **114** und **116**, erfordert die OSA **100** lediglich eine Ausrichtung von zwei Komponenten (des Laserarrays **102** und des optischen Drehelements **106**) und nicht von drei Komponenten (eines Lasers, einer Spiegelstruktur und einer Linse), wie es bei einigen herkömmlichen OSAs mit kantenemittierenden Lasern der Fall ist, die das Ausgangslicht vertikal emittieren können.

[0021] Bei dem exemplarischen Ausführungsbeispiel ist das optische Drehelement **106** aus Silizium hergestellt. Das optische Drehelement kann jedoch aus anderen vergleichbaren transparenten Materialien hergestellt sein, wie beispielsweise spritzgegossem Kunststoff, Preßglas, Saphir, einem III-V-Material oder einem II-VI-Material. Zusätzlich dazu, daß dasselbe aus Silizium hergestellt ist, kann das optische Drehelement hergestellt sein, derart, daß die Empfangs- und die reflektierende Oberfläche **114**

und **116** mit näherungsweise 49,5 beziehungsweise 59,9 Grad von der X-Achse abgewinkelt sind, wie es in [Fig. 3](#) dargestellt ist. Somit erzeugen die Empfangsoberfläche und die obere Oberfläche der Unterbefestigung **108** einen Winkel von 49,5 Grad. Auf eine ähnliche Weise erzeugen die reflektierende Oberfläche und die obere Oberfläche der Unterbefestigung einen Winkel von 59,9 Grad. Zusätzlich erzeugen die Empfangsoberfläche und die reflektierende Oberfläche einen Winkel von 70,6 Grad. Das optische Drehelement mit einer derartigen Empfangs- und einer reflektierenden Oberfläche kann durch ein Naßätzen eines Siliziumwafers hergestellt werden, während dem ein Ätzmittel selektiv auf die Oberfläche des Siliziumwafers aufgebracht wird, um Abschnitte des Wafers zu entfernen, um die abgewinkelte Empfangs- und die reflektierende Oberfläche zu bilden. Wegen der Kristallausrichtung des Siliziumwafers können die Empfangs- und die reflektierende Oberfläche, die einen Winkel von 70,6 Grad erzeugen, durch ein anisotropisches Ätzen des Siliziumwafers gebildet werden. Daher ermöglicht bei dem exemplarischen Ausführungsbeispiel die Konfiguration des optischen Drehelements die Verwendung einer gewöhnlichen Siliziumherstellungsverarbeitung, d. h. eines Nassätzprozesses, um präzise kristallographische Oberflächen herzustellen, die als die Empfangs- und die reflektierende Oberfläche des optischen Drehelements dienen. Obwohl die Empfangs- und die reflektierende Oberfläche mit näherungsweise 49,5 beziehungsweise 59,9 Grad von der X-Achse abgewinkelt sind, können bei dem exemplarischen Ausführungsbeispiel diese Oberflächen mit unterschiedlichen Winkeln ausgerichtet sein, um die empfangenen Lichtstrahlen zu den Linsen **120A**, **120B**, **120C** und **120D** hin zu brechen und zu reflektieren. Die Empfangs- und die reflektierende Oberfläche sollten jedoch einen Winkel bilden, der näherungsweise 70,6 Grad beträgt, um einen Siliziumnaßätzprozeß auszunutzen.

[0022] Im Betrieb werden elektrische Steuersignale über die elektrischen Verbindungen **112** selektiv an die kantenemittierenden Laser **104A**, **104B**, **104C** und **104D** des Arrays **102** angelegt, um einen oder mehrere Laser zu aktivieren. Jeder aktivierte kantenemittierende Laser emittiert dann ein Ausgangslicht von der lichtemittierenden Kante desselben entlang der lateralen Richtung zu der Empfangsoberfläche **114** des optischen Drehelements **106** hin. Das Ausgangslicht bewegt sich durch die Empfangsoberfläche in das optische Drehelement zu der reflektierenden Oberfläche **116** des Elements hin. Bei dem exemplarischen Ausführungsbeispiel wird das Ausgangslicht wegen dem Winkel der Empfangsoberfläche durch die Empfangsoberfläche gebrochen. Das Ausgangslicht reflektiert dann von der reflektierenden Oberfläche weg, derart, daß die optische Achse des Ausgangslichts von der ursprünglichen lateralen Richtung zu der vertikalen Richtung zu der fokussie-

renden Oberfläche **118** des Elements hin umgeleitet wird. Somit wird das Ausgangslicht durch die Empfangs- und die reflektierende Oberfläche des optischen Drehelements um näherungsweise 90 Grad gedreht.

[0023] Das reflektierte Ausgangslicht bewegt sich dann durch eine der Linsen **120A**, **120B**, **120C** und **120D** auf der fokussierenden Oberfläche **118** des optischen Drehelements **106**, die dem kantenemittierenden Laser **104A**, **104B**, **104C** oder **104D** entspricht, von wo das Ausgangslicht stammte. Somit wird das Ausgangslicht aus dem optischen Drehelement durch die Linse zu einer der optischen Fasern **110A**, **110B**, **110C** und **110D** hin emittiert, die mit der Linse und dem entsprechenden kantenemittierenden Laser ausgerichtet ist. Die Linse fokussiert das Ausgangslicht, so daß das Licht wirksam in die optische Faser gesendet wird. Auf diese Weise wird das Ausgangslicht von jedem aktivierten kantenemittierenden Laser in die optische Faser gesendet, die mit diesem kantenemittierenden Laser ausgerichtet ist.

[0024] Das optische Drehelement **106** der OSA **100** wurde unter Verwendung einer Strahlverfolgungsanalyse analysiert, die angab, daß das optische Drehelement mit einer ordnungsgemäßen Antireflexionsbeschichtung sehr effizient sein könnte. Die Strahlverfolgungsanalyse gab eine optische Gesamteffizienz von über 95 % von den kantenemittierenden Lasern **104A**, **104B**, **104C** oder **104D** bis zu den optischen Fasern **110A**, **110B**, **110C** und **110D** an. Die optische Effizienz umfaßt keine Verluste in die optischen Fasern oder Verluste wegen Beugungsineffizienzen.

[0025] Ein Verfahren zum Koppeln von Ausgangslicht von einem kantenemittierenden Laser zu einem Lichtwellenleiter gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel ist mit Bezug auf [Fig. 4](#) beschrieben. Bei einem Schritt **402** wird das Ausgangslicht bei dem kantenemittierenden Laser erzeugt, derart, daß das Ausgangslicht von einer Kante des Lasers in eine ursprüngliche Richtung emittiert wird. Als nächstes wird bei einem Schritt **404** das Ausgangslicht durch eine Empfangsoberfläche des Elements in ein optisches Drehelement gesendet. Bei Schritt **404** wird das Ausgangslicht von der ursprünglichen Richtung zu einer modifizierten Richtung umgeleitet, die näherungsweise senkrecht zu der ursprünglichen sein kann. Bei dem exemplarischen Ausführungsbeispiel wird das Ausgangslicht sowohl durch ein Brechen als auch ein Reflektieren des Ausgangslichts unter Verwendung zweier Oberflächen des optischen Drehelements umgeleitet. Als nächstes wird bei einem Schritt **406** das umgeleitete Ausgangslicht aus dem optischen Drehelement durch eine fokussierende Oberfläche des optischen Drehelements zu dem Lichtwellenleiter hin emittiert, der eine optische Faser sein kann. Während Schritt **406** wird das umgeleitete

Ausgangslicht ferner optisch durch eine Linse, die auf der fokussierenden Oberfläche gebildet ist, in den Lichtwellenleiter manipuliert. Bei anderen Ausführungsbeispielen kann zusätzliches Ausgangslicht von zusätzlichen kantenemittierenden Lasern zu zusätzlichen Lichtwellenleitern auf die gleiche Weise unter Verwendung des gleichen optischen Drehelements gekoppelt werden. Bei diesen Ausführungsbeispielen umfaßt das optische Drehelement zusätzliche Linsen, die auf der fokussierenden Oberfläche gebildet sind, um das zusätzliche Ausgangslicht optisch zu manipulieren, die aus dem optischen Drehelement emittiert werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Koppeln von Ausgangslicht von einer Lichtquelle (**104A–D**) zu einem Wellenleiter (**110A–D**), die folgende Merkmale aufweist:

ein Substrat, das eine obere Oberfläche aufweist; ein optisches Element (**106**), das auf der oberen Oberfläche des Substrats positioniert ist, wobei das optische Element eine erste Oberfläche (**114**) aufweist, um das Ausgangslicht von der Lichtquelle zu empfangen, derart, daß das Ausgangslicht in das optische Element durchgelassen wird, wobei das optische Element (**106**) ferner eine zweite Oberfläche (**116**) aufweist, um das Ausgangslicht im Inneren zu reflektieren, um das Ausgangslicht von einer ursprünglichen Richtung zu einer modifizierten Richtung zu dem Wellenleiter (**110A–D**) hin umzuleiten, wobei das optische Element ferner eine dritte Oberfläche (**118**) mit einer auf der dritten Oberfläche (**118**) integrierten Linse (**120A–D**) aufweist, um das Ausgangslicht optisch zu manipulieren, das sich entlang der modifizierten Richtung ausbreitet, um das Ausgangslicht zu dem Wellenleiter (**110A–D**) durchzulassen, wobei die dritte Oberfläche im Wesentlichen parallel zu der oberen Oberfläche des Substrats ist.

2. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, bei der die zweite Oberfläche (**116**) mit Bezug auf eine laterale Achse parallel zu der ursprünglichen Richtung gewinkelt ist, derart, daß das Ausgangslicht um näherungsweise 90 Grad umgeleitet wird, nachdem dasselbe durch die erste Oberfläche (**114**) durchgelassen und von der zweiten Oberfläche weg reflektiert wurde.

3. Vorrichtung gemäß Anspruch 2, bei der die erste Oberfläche (**114**) mit Bezug auf die laterale Achse gewinkelt ist, derart, daß das Ausgangslicht um näherungsweise 90 Grad umgeleitet wird, nachdem dasselbe durch die erste Oberfläche gebrochen und von der zweiten Oberfläche (**116**) weg reflektiert wurde.

4. Vorrichtung gemäß Anspruch 3, bei der die erste und die zweite Oberfläche (**114**, **116**) relativ gewinkelt sind, derart, daß die erste und die zweite Oberfläche einen Winkel bilden, der näherungsweise

70 Grad beträgt.

5. Vorrichtung gemäß Anspruch 4, bei der die erste und die zweite Oberfläche (**114**, **116**) unter Verwendung eines Nassätzprozesses anisotropisch gebildet sind.

6. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1–5, die ferner einen kantenemittierenden Laser aufweist, der als die Lichtquelle (**104A–D**) dient, um das Ausgangslicht entlang der ursprünglichen Richtung zu emittieren, wobei die ursprüngliche Richtung im Wesentlichen parallel zu der oberen Oberfläche des Substrats ist.

7. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1–6, bei der die Linse (**120A–D**) der dritten Oberfläche (**118**) konfiguriert ist, um das Ausgangslicht optisch zu manipulieren, so daß das Ausgangslicht sich außeraxial von der Linse ausbreitet.

8. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1–7, bei der die dritte Oberfläche (**118**) eine Mehrzahl von Linsen (**120A–D**) umfaßt, die auf der dritten Oberfläche gebildet sind, um Ausgangslicht von entsprechenden Lichtquellen (**104A–D**) optisch zu manipulieren.

9. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1–8, bei der das optische Element (**106**) aus einem transparenten Material hergestellt ist, das aus einer Gruppe ausgewählt ist, die Silizium, Kunststoff, Glas, Saphir, ein III-V-Material und ein II-VI-Material umfaßt.

10. Vorrichtung, die folgende Merkmale aufweist: ein Substrat (**108**), das eine obere Oberfläche aufweist; eine kantenemittierende Lichtquelle (**104A–D**), die auf dem Substrat (**108**) positioniert ist, wobei die kantenemittierende Lichtquelle konfiguriert ist, um ein Ausgangslicht entlang einer ursprünglichen Richtung zu erzeugen, wobei die ursprüngliche Richtung im Wesentlichen parallel zu der oberen Oberfläche des Substrats ist; und ein optisches Element (**106**), das auf dem Substrat (**108**) positioniert ist, um das Ausgangslicht von der kantenemittierenden Lichtquelle zu empfangen, wobei das optische Element (**106**) eine erste-Oberfläche (**114**) aufweist, um das Ausgangslicht zu empfangen, derart, daß das Ausgangslicht in das optische Element durchgelassen wird, wobei das optische Element (**106**) ferner eine zweite Oberfläche (**116**) aufweist, um das Ausgangslicht im Inneren zu reflektieren, um das Ausgangslicht von einer ursprünglichen Richtung zu einer modifizierten Richtung umzuleiten, wobei das optische Element ferner eine dritte Oberfläche (**118**) mit einer auf der dritten Oberfläche (**118**) integrierten Linse (**120A–D**) aufweist, um das Ausgangslicht optisch zu manipulieren, wenn das Ausgangslicht durch die dritte Oberfläche durchge-

lassen wird.

11. Vorrichtung gemäß Anspruch 10, bei der die zweite Oberfläche (**116**) mit Bezug auf eine laterale Achse parallel zu der ursprünglichen Richtung gewinkelt ist, derart, daß das Ausgangslicht um näherungsweise 90 Grad umgelenkt wird, nachdem dasselbe durch die erste Oberfläche (**114**) durchgelassen und von der zweiten Oberfläche weg reflektiert wurde.

12. Vorrichtung gemäß Anspruch 11, bei der die erste Oberfläche (**114**) mit Bezug auf die laterale Achse gewinkelt ist, derart, daß das Ausgangslicht um näherungsweise 90 Grad umgelenkt wird, nachdem dasselbe durch die erste Oberfläche gebrochen und von der zweiten Oberfläche (**116**) weg reflektiert wurde.

13. Vorrichtung gemäß Anspruch 12, bei der die erste und zweite Oberfläche (**114**, **116**) relativ gewinkelt sind, derart, daß die erste und die zweite Oberfläche einen Winkel bilden, der näherungsweise 70 Grad beträgt.

14. Vorrichtung gemäß Anspruch 13, bei der die erste und die zweite Oberfläche (**114**, **116**) unter Verwendung eines Nassätzprozesses anisotropisch gebildet sind.

15. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 10–14, die ferner ein Array (**102**) von kantenemittierenden Lichtquellen aufweist.

16. Vorrichtung gemäß Anspruch 15, bei der die dritte Oberfläche (**118**) des optischen Elements eine Mehrzahl von Linsen (**120A–D**) umfaßt, die auf der dritten Oberfläche gebildet sind.

17. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 10–16, bei der die Linse (**120A–D**) der dritten Oberfläche konfiguriert ist, um das Ausgangslicht optisch zu manipulieren, so daß das Ausgangslicht sich außeraxial von der Linse ausbreitet.

18. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 10–17, bei der das optische Element (**106**) aus einem transparenten Material hergestellt ist, das aus einer Gruppe ausgewählt ist, die Silizium, Kunststoff, Glas, Saphir, ein III-V-Material und ein II-VI-Material umfaßt.

19. Verfahren zum Koppeln von Ausgangslicht von einer Lichtquelle (**104A–D**) zu einem Wellenleiter (**110A–D**), das folgende Schritte aufweist: Senden (**404**) des Ausgangslichts von der Lichtquelle, das sich entlang einer ursprünglichen Richtung ausbreitet, in ein optisches Element (**106**), wobei die ursprüngliche Richtung im Wesentlichen parallel zu einer oberen Oberfläche eines Substrats ist, auf dem die Lichtquelle und das optische Element positioniert

sind;

Umleiten **(406)** des Ausgangslichts von der ursprünglichen Richtung zu einer modifizierten Richtung innerhalb des optischen Elements; und

Emittieren **(408)** des Ausgangslichts, das sich entlang der modifizierten Richtung ausbreitet, aus dem optischen Element zu dem Wellenleiter hin, einschließlich eines optischen Manipulierens des Ausgangslichts in den Wellenleiter unter Verwendung einer auf einer Oberfläche des optischen Elements integrierten Linse.

20. Verfahren gemäß Anspruch 19, das ferner ein Erzeugen **(402)** des Ausgangslichts an der Lichtquelle **(104A–D)** aufweist, wobei die Lichtquelle einen kantenemittierenden Laser umfaßt.

21. Verfahren gemäß Anspruch 19 oder 20, bei dem das Umleiten **(406)** des Ausgangslichts ein Reflektieren des Ausgangslichts, das sich innerhalb des optischen Elements **(106)** ausbreitet, von einer reflektierenden Oberfläche **(116)** des optischen Elements weg zu der modifizierten Richtung umfaßt.

22. Verfahren gemäß Anspruch 21, bei dem das Umleiten **(406)** des Ausgangslichts ein Brechen des Ausgangslichts an einer Brechungsoberfläche **(114)** des optischen Elements **(106)** umfaßt, derart, daß das Ausgangslicht um näherungsweise 90 Grad umgeleitet wird, nachdem dasselbe durch das optische Element gebrochen und reflektiert wurde.

23. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 19–22, bei dem das optische Manipulieren des Ausgangslichts ein optisches Manipulieren des Ausgangslichts umfaßt, so daß das Ausgangslicht sich außeraxial von der Linse **(120A–D)** ausbreitet.

24. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 19–23, das ferner folgende Schritte aufweist:

Senden **(404)** von anderem Ausgangslicht von anderen Lichtquellen **(104A–D)**, das sich entlang der ursprünglichen Richtung ausbreitet, in das optische Element **(106)**;

Umleiten **(406)** des anderen Ausgangslichts von der ursprünglichen Richtung zu der modifizierten Richtung; und

Emittieren **(408)** des anderen Ausgangslichts, das sich entlang der modifizierten Richtung ausbreitet, aus dem optischen Element zu anderen Wellenleitern hin, einschließlich eines optischen Manipulierens des anderen Ausgangslichts in die anderen Wellenleiter.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

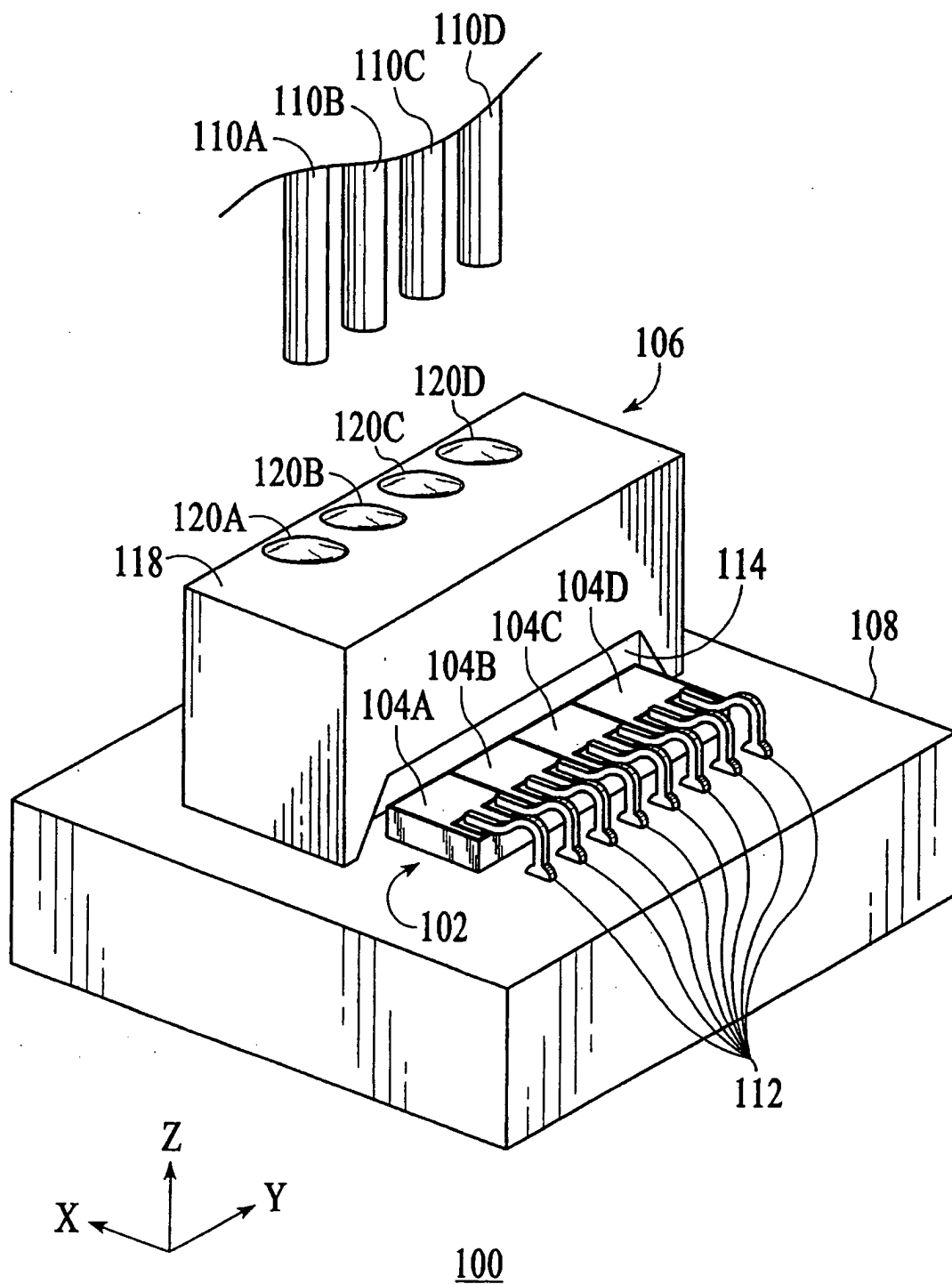
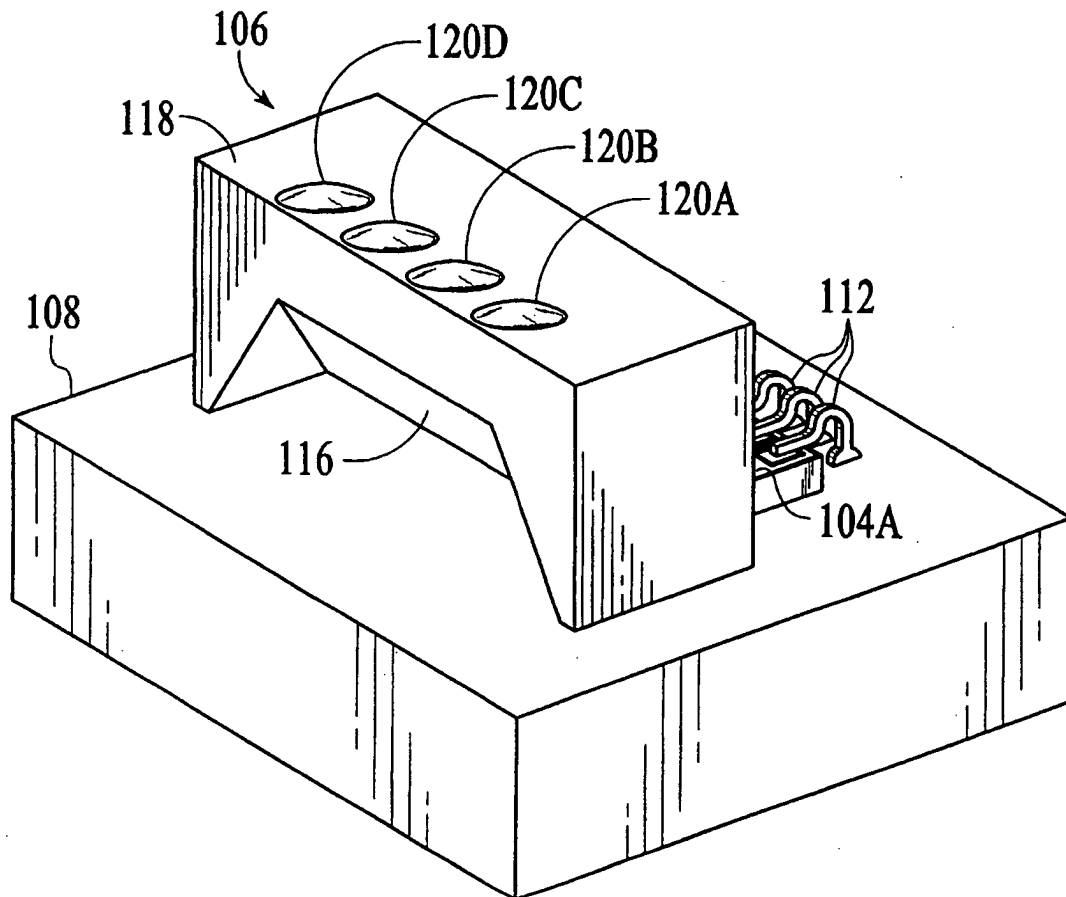


FIG. 1



100

FIG. 2

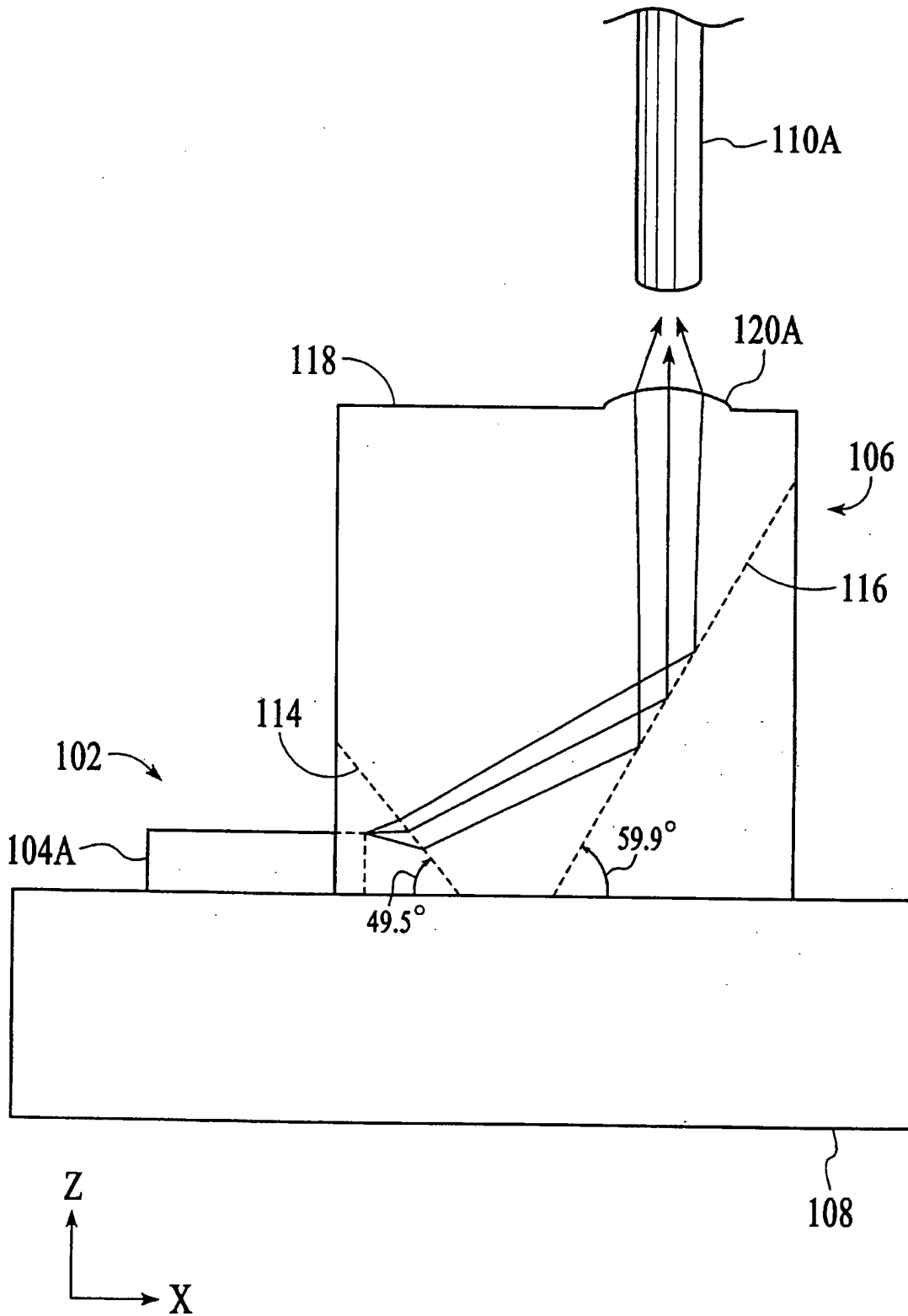


FIG. 3

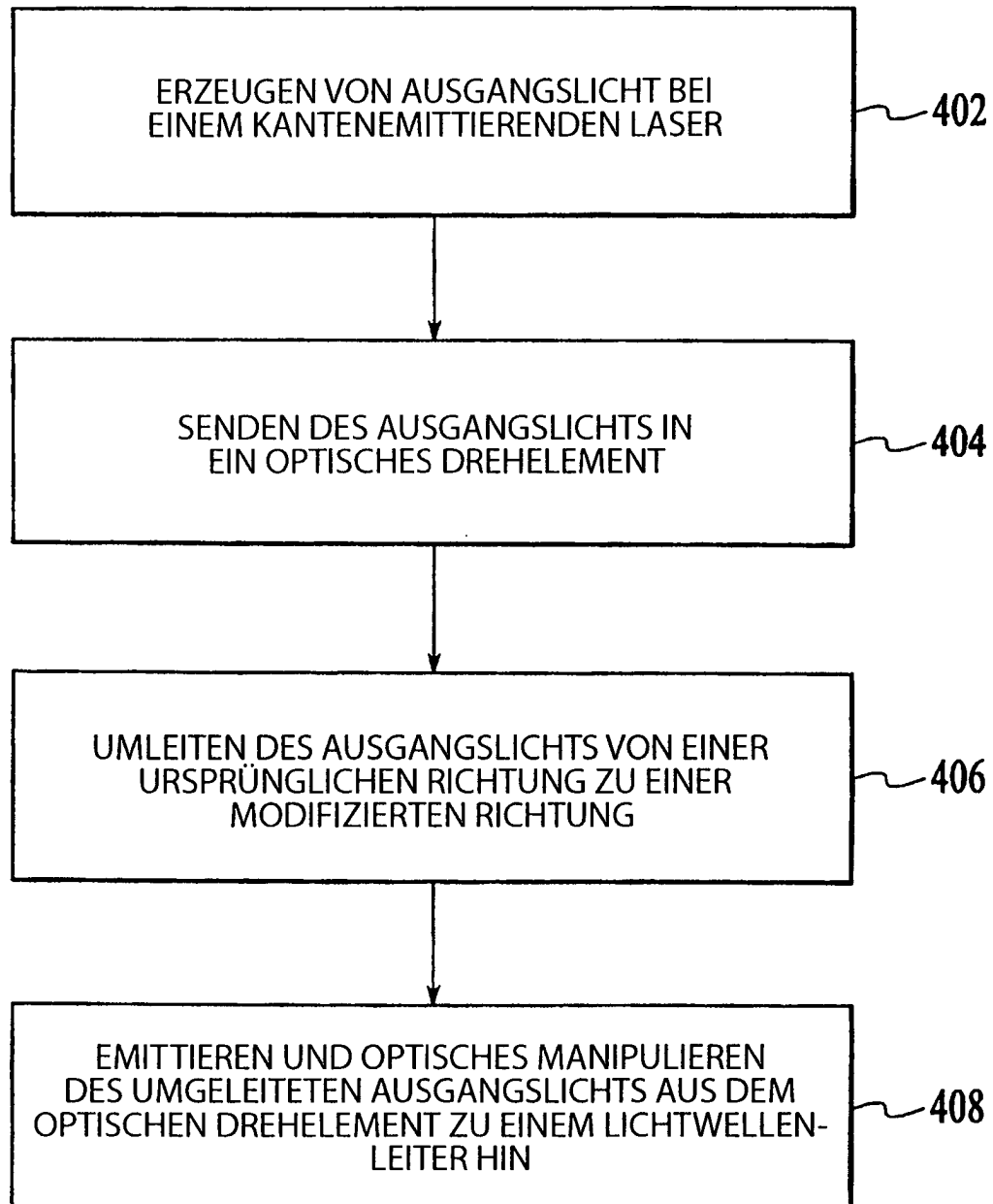


FIG. 4