

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
26. Dezember 2019 (26.12.2019)

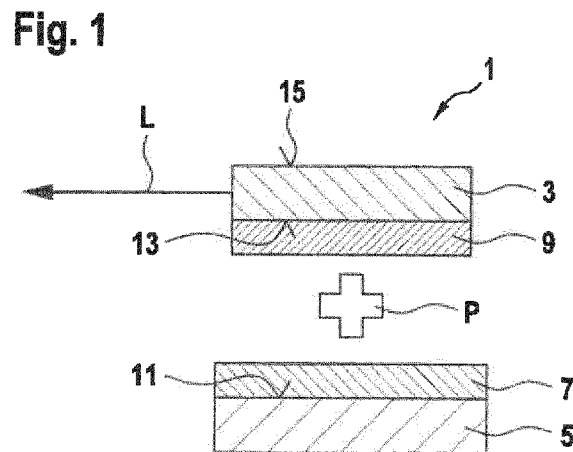


(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/243322 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H01S 5/024 (2006.01) *H01S 5/022* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/066002
- (22) Internationales Anmeldedatum:
18. Juni 2019 (18.06.2019)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2018 210 134.5
21. Juni 2018 (21.06.2018) DE
- (71) Anmelder: **TRUMPF PHOTONICS, INC.** [US/US];
2601 U.S. Rte. 130 S, Cranbury, New Jersey 08512 (US).
- (71) Anmelder (*nur für AL*): **TRUMPF LASER- UND SYSTEMTECHNIK GMBH** [DE/DE]; Johann-Maus-Strasse 2, 71254 Ditzingen (DE).
- (72) Erfinder: **STROHMAIER, Stephan**; Simon-Dach-Strasse 11, 10245 Berlin (DE). **MEISSNER-SCHENK, Arne-Heike**; Künnekeweg 3, 12355 Berlin (DE).
- (74) Anwalt: **KOHLER SCHMID MÖBUS PATENTANWÄLTE PARTNERSCHAFTSGESELLSCHAFT MBB**; Gropiusplatz 10, 70563 Stuttgart (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart*): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,

(54) Title: DIODE LASER ARRANGEMENT AND METHOD FOR PRODUCING A DIODE LASER ARRANGEMENT

(54) Bezeichnung: DIODENLASERANORDNUNG UND VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINER DIODENLASERANORDNUNG



(57) Abstract: The invention relates to a diode laser arrangement (1), having a diode laser device (3), which is configured to emit a laser beam, at least one cooling device (5), which is configured to cool the diode laser device (3), a first connection layer (7), and a second connection layer (9), wherein the first connection layer (7) is fixedly arranged on a base surface (13) of the diode laser device (3) and the second connection layer (9) is fixedly arranged on a contact surface (11) of the at least one cooling device (5), or the first connection layer (7) is fixedly arranged on the contact surface (11) and the second connection layer (9) is fixedly arranged on the base surface (13), wherein the first connection layer (7) is fixedly connected to the second connection layer (9) so that the diode laser device (3) and the at least one cooling device (5) are fixedly connected to one another via the first connection layer (7) and the second connection layer (9). According to the invention, the first connection layer (7) has a plurality of nano wires.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Diodenlaseranordnung (1), mit einer Diodenlasereinrichtung (3), welche eingerichtet ist, um einen Laserstrahl zu emittieren, zumindest einer Kühleinrichtung (5), welche eingerichtet ist, um die Diodenlasereinrichtung (3) zu kühlen, einer ersten Verbindungsschicht (7), und einer zweiten Verbindungsschicht (9), wobei die erste Verbindungsschicht (7) an einer Grundfläche (13) der Diodenlasereinrichtung (3) und die zweite Verbindungsschicht (9) an einer Anlagefläche (11) der zumindest einen Kühleinrichtung (5), oder die erste Verbindungsschicht (7) an der Anlagefläche (11) und die zweite Verbindungsschicht (9) an der Grundfläche (13) fest angeordnet sind, wobei die erste Verbindungsschicht (7) mit der zweiten Verbindungsschicht (9) fest

WO 2019/243322 A1

ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

verbunden ist, sodass die Diodenlasereinrichtung (3) und die zumindest eine Kühleinrichtung (5) über die erste Verbindungsschicht (7) und die zweite Verbindungsschicht (9) fest miteinander verbunden sind. Dabei ist vorgesehen, dass die erste Verbindungsschicht (7) eine Vielzahl von Nanodrähten aufweist.

Diodenlaseranordnung und Verfahren zum Herstellen einer Diodenlaseranordnung

5

Die Erfindung betrifft eine Diodenlaseranordnung und ein Verfahren zum Herstellen einer Diodenlaseranordnung.

Beim Betrieb einer Diodenlasereinrichtung mit zumindest einem Emitter
10 insbesondere im Hochleistungsbereich, beispielsweise einem
Hochleistungsdiodenlaserbarren, entsteht Verlustwärme, welche zum Erreichen einer
hohen Ausgangsleistung bei gleichzeitig hoher Lebensdauer, hoher Strahlqualität,
sowie bestimmungsgemäßer und konstanter Strahlparameter, beispielsweise eines
15 hohen und konstanten Polarisationsgrades, von der Diodenlasereinrichtung
abgeführt werden muss. Typischerweise weist eine Diodenlaseranordnung mit einer
solchen Diodenlasereinrichtung zumindest eine Kühleinrichtung auf, welche mit der
Diodenlasereinrichtung thermisch gekoppelt und zur Ableitung der Verlustwärme
eingrichtet ist. Zur Verbindung einer solchen Kühleinrichtung mit der
Diodenlasereinrichtung werden typischerweise Materialien, beispielsweise Hartlote,
20 verwendet, welche aufgrund ihres – bezüglich der Fügepartner – höheren
Elastizitätsmoduls mechanische Spannungen in einem laseraktiven Material der
Diodenlasereinrichtung begünstigen oder bewirken. Derartige Spannungen sind
insbesondere abhängig von der Differenz der Wärmeausdehnungskoeffizienten des
zum Fügen verwendeten Materials, beispielsweise des Hartlots, und der
25 Diodenlasereinrichtung beziehungsweise der zumindest einen Kühleinrichtung.
Weiterhin sind solche Spannungen abhängig von Ausdehnungsunterschieden von
intermetallischen Phasen im Lotgefüge. Derartige Spannungen wirken sich in hohem
Maße negativ auf die Lebensdauer, die Strahlqualität sowie auf die spektralen und
geometrischen Strahleigenschaften aus und grenzen die Anwendbarkeit der
30 Diodenlaseranordnung stark ein.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Diodenlaseranordnung und ein
Verfahren zum Herstellen einer Diodenlaseranordnung zu schaffen, wobei Vorteile
gegenüber bekannten Diodenlaseranordnungen insbesondere bezüglich einer hohen

Ausgangsleistung bei gleichzeitig hoher Lebensdauer, Strahlqualität sowie bestimmungsgemäßen und konstanten Strahlparametern realisiert werden.

Die Aufgabe wird gelöst, indem die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche geschaffen werden. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Aufgabe wird insbesondere gelöst, indem eine Diodenlaseranordnung mit einer Diodenlasereinrichtung, zumindest einer Kühleinrichtung, einer ersten Verbindungsschicht und einer zweiten Verbindungsschicht geschaffen wird. Die Diodenlasereinrichtung ist eingerichtet, um einen Laserstrahl zu emittieren. Der Laserstrahl kann dabei auch aus mehreren Teillaserstrahlen bestehen. Die zumindest eine Kühleinrichtung ist eingerichtet, um die Diodenlasereinrichtung zu kühlen.

Die erste Verbindungsschicht ist an einer Grundfläche der Diodenlasereinrichtung und die zweite Verbindungsschicht ist an einer Anlagefläche der zumindest einen Kühleinrichtung fest angeordnet. Alternativ sind die erste Verbindungsschicht an der Anlagefläche der zumindest einen Kühleinrichtung und die zweite Verbindungsschicht an der Grundfläche der Diodenlasereinrichtung fest angeordnet.

Die erste Verbindungsschicht und die zweite Verbindungsschicht sind fest miteinander verbunden, sodass die Diodenlasereinrichtung und die zumindest eine Kühleinrichtung über die erste Verbindungsschicht und die zweite Verbindungsschicht fest miteinander verbunden sind. Es ist vorzugsweise vorgesehen, dass die Diodenlasereinrichtung und die zumindest eine Kühleinrichtung mittels der ersten Verbindungsschicht und der zweiten Verbindungsschicht fest miteinander verbunden sind. Dabei weist die erste Verbindungsschicht eine Vielzahl von Nanodrähten auf.

Nanodrähte der angesprochenen Art werden beispielsweise in der Norm ISO/TS 80004-2:2015 beschrieben. Jeder Nanodraht weist typischerweise einen Durchmesser im Nanometerbereich auf, insbesondere etwa 100 nm oder weniger als 100 nm. Die Nanodrähte weisen typischerweise eine Länge von mindestens 0,5-µm

und höchstens 20 μm , insbesondere 10 μm , auf. Eine Verbindungsschicht der angesprochenen Art weist typischerweise tausende derartiger Nanodrähte auf.

Insbesondere sind die Diodenlasereinrichtung und die zumindest eine
5 Kühleinrichtung über die erste Verbindungsschicht und die zweite
Verbindungsschicht thermisch gekoppelt, so dass eine Wärmeübertragung von der Diodenlasereinrichtung zu der zumindest einen Kühleinrichtung möglich ist.

Es ist möglich, dass die erste Verbindungsschicht und die zweite Verbindungsschicht
10 in einem Abschnitt, in dem die beiden Schichten bei einer Montage der
Diodenlaseranordnung aneinander angeordnet beziehungsweise miteinander
verbunden werden, nach der Montage zumindest bereichsweise geometrisch nicht
mehr oder nur schwer voneinander abgrenzbar sind. Dies ist insbesondere dann der
Fall, wenn eine Verbindung der beiden Schichten mittels Adhäsion, Diffusion,
15 Verhaken, Verrasten, und/oder Verzahnen realisiert ist. Beim Verzahnen handelt es
sich insbesondere um Mikroverzahnen. Eine Adhäsion beziehungsweise Diffusion
kann insbesondere mittels geeigneter Wärmebehandlungsverfahren realisiert sein.

Die erfindungsgemäße Diodenlaseranordnung weist Vorteile gegenüber dem Stand
20 der Technik auf. Dadurch, dass die erste Verbindungsschicht die Vielzahl von
Nanodrähten aufweist und mit der zweiten Verbindungsschicht fest verbunden ist,
sodass die Diodenlasereinrichtung und die zumindest eine Kühleinrichtung über die
erste Verbindungsschicht und die zweite Verbindungsschicht fest miteinander
verbunden sind, können Spannungen insbesondere in einem aktiven Material der
25 Diodenlasereinrichtung beim Betrieb der Diodenlaseranordnung, insbesondere bei
hohen Betriebstemperaturen, signifikant verringert oder gar vermieden werden. Eine
Verbindung mittels Nanodrähten der angesprochenen Art weist eine besonders hohe
thermische Leitfähigkeit auf, sodass eine besonders effektive Wärmeübertragung
zwischen der Diodenlasereinrichtung und der zumindest einen Kühleinrichtung
30 realisiert wird. Weiterhin weist eine solche Verbindung eine besonders hohe
Zugfestigkeit und Scherfestigkeit auf. Eine derartige Verbindung hat zudem Bestand
bis zu einer Temperatur von 500 °C oder mehr als 500 °C. Dabei ist eine Elastizität
einer solchen Verbindung über die Nanodrähte der angesprochenen Art ausreichend
hoch, um mechanische Spannungen in einem laseraktiven Material der

Diodenlasereinrichtung zu reduzieren oder zu verhindern. Insgesamt kann die Lebensdauer der Diodenlaseranordnung, insbesondere der Diodenlasereinrichtung, signifikant gesteigert werden. Beispielsweise kann ein temperaturbedingtes und/oder durch mechanische Spannungen bedingtes Verformen einer als Diodenlaserbarren ausgebildeten Diodenlasereinrichtung signifikant verringert oder gar vermieden werden. Weiterhin kann eine hohe oder höhere Ausgangsleistung bei gleichzeitig hoher Lebensdauer und Strahlqualität realisiert werden. Weiterhin können spektrale Eigenschaften beziehungsweise geometrische Charakteristika des emittierten Laserstrahls, beispielsweise der Polarisationsgrad, die Wellenlänge oder der Abstrahlwinkel, in engeren Bereichen konstant gehalten werden. Desweiteren kann beispielsweise der Polarisationsgrad erhöht werden. Darüber hinaus kann die Diodenlaseranordnung im Vergleich zu bekannten Diodenlaseranordnungen auch bei höheren Temperaturen bestimmungsgemäß betrieben werden.

Die Diodenlasereinrichtung weist vorzugsweise mindestens einen Emitter, insbesondere Einzelemitter, auf. Ein solcher Emitter ist bevorzugt als Kantenemitter ausgebildet. Vorzugsweise ist ein solcher Emitter als Hochleistungsemitter ausgebildet. Besonders bevorzugt weist die Diodenlasereinrichtung mehrere Emmitter auf, wobei die Diodenlasereinrichtung insbesondere einen Diodenlaserbarren mit mehreren Emittern, welche vorzugsweise in einer eindimensionalen Reihe (Array) angeordnet sind, aufweist. Vorzugsweise ist ein solcher Diodenlaserbarren als Kantenemitter ausgebildet. Besonders bevorzugt ist ein solcher Diodenlaserbarren als Hochleistungsdiodebarren ausgebildet.

Insbesondere weist die zumindest eine Kühleinrichtung eine Wärmesenke auf oder ist als solche ausgebildet, wobei die Wärmesenke eingerichtet ist, Abwärme von der Diodenlasereinrichtung aufzunehmen beziehungsweise von dieser weg zu transportieren, beispielsweise mittels eines Kühlfluids. Aufgrund der hohen Wärmeleitfähigkeit der Verbindung mittels der Nanodrähte ist dies besonders effektiv möglich.

Bei bei einer bevorzugten Ausführungsform der Diodenlaseranordnung weist diese genau eine Kühleinrichtung der angesprochenen Art auf.

Bei einer alternativen bevorzugten Ausführungsform der Diodenlaseranordnung weist diese zwei Kühleinrichtungen, nämlich eine Kühleinrichtung und eine weitere Kühleinrichtung der angesprochenen Art auf. Insbesondere sind die Kühleinrichtung und die weitere Kühleinrichtung jeweils an zwei einander entgegengesetzt liegenden
5 Seiten der Diodenlasereinrichtung angeordnet. Dabei sind die erste Verbindungsschicht und die zweite Verbindungsschicht zwischen der Grundfläche der Diodenlasereinrichtung und der Anlagefläche der Kühleinrichtung angeordnet. Weiterhin sind eine weitere erste Verbindungsschicht und eine weitere zweite Verbindungsschicht der angesprochenen Art zwischen einer weiteren Grundfläche
10 der Diodenlasereinrichtung und einer weiteren Anlagefläche der weiteren Kühleinrichtung angeordnet. Insbesondere ist die weitere Grundfläche entgegengesetzt zu der Grundfläche, vorzugsweise parallel zu dieser, angeordnet. Die Diodenlasereinrichtung liegt also insbesondere zwischen der Kühleinrichtung und der weiteren Kühleinrichtung, wobei sie von zwei Seiten gekühlt werden kann.

15 Insbesondere sind die erste Verbindungsschicht und/oder die zweite Verbindungsschicht jeweils auf der Grundfläche beziehungsweise der Anlagefläche aufgebracht. Insbesondere führt eine solche Aufbringung zu einer kraftschlüssigen, stoffschlüssigen und/oder formschlüssigen Verbindung. Eine solche Verbindung ist
20 besonders bevorzugt durch Adhäsion, Diffusion, Verhaken, Verrasten, und/oder Verzahnen, insbesondere Mikroverzahnen, realisiert.

Die Grundfläche ist insbesondere eine Fläche, welche eine p-Seite der Diodenlasereinrichtung begrenzt oder im Bereich dieser liegt, wobei die weitere
25 Grundfläche insbesondere eine n-Seite der Diodenlasereinrichtung begrenzt oder im Bereich dieser liegt, oder umgekehrt.

Vorzugsweise erstreckt sich die erste Verbindungsschicht über die gesamte Grundfläche beziehungsweise die gesamte Anlagefläche, wobei sich vorzugsweise
30 die zweite Verbindungsschicht über die gesamte Anlagefläche beziehungsweise die gesamte Grundfläche erstreckt.

Vorzugsweise weist die erste Verbindungsschicht ein Substrat auf, welches an der Grundfläche beziehungsweise der Anlagefläche angeordnet ist. Ein solches Substrat

weist insbesondere ein Material auf oder besteht aus einem Material, welches ausgewählt ist aus einer Gruppe bestehend aus Keramik, einem Polymer, Glas, Silizium, einem Stahl, Kupfer, einer Kupfer-Legierung, und Galliumarsenid. Das Substrat kann zudem eine Beschichtung aufweisen. Beispielsweise kann das
5 Substrat als beschichtetes Kupfersubstrat ausgebildet sein.

Insbesondere ist auf diesem Substrat die Vielzahl von Nanodrähten aufgewachsen. Insbesondere entspringen die Nanodrähte dem Substrat, wobei sie sich im Wesentlichen in Richtung der zweiten Verbindungsschicht erstrecken. Vorzugsweise
10 bildet die Vielzahl von Nanodrähten eine dichte, rasenartige Lage, welche sich auf dem Substrat insbesondere vollflächig erstreckt. Es ergeben sich Kostenvorteile, da eine Oberflächenbeschaffenheit des Substrats, beispielsweise bezüglich Planarität, im Vergleich zu Fügeoberflächen bei bekannten Verbindungen geringer sein kann.

15 Es ist möglich, dass die Diodenlaseranordnung eine Klemmvorrichtung aufweist, welche eingerichtet ist, um die Diodenlasereinrichtung, die erste Verbindungsschicht, die zweite Verbindungsschicht und/oder die zumindest eine Kühleinrichtung relativ zueinander in einer vorbestimmten Lage zu halten. Beispielsweise sind mittels der Klemmvorrichtung die Diodenlasereinrichtung und die zumindest eine
20 Kühleinrichtung gegeneinander drückbar, um diese bei bestimmungsgemäßigem Betrieb der Diodenlaseranordnung relativ zueinander lagefest anzuordnen. Mittels einer solchen Klemmvorrichtung ist es insbesondere nicht erforderlich, dass die Diodenlasereinrichtung, die erste Verbindungsschicht, die zweite Verbindungsschicht und die zumindest eine Kühleinrichtung jeweils miteinander derart fest verbunden
25 sind, dass allein dadurch die genannten Komponenten der Diodenlaseranordnung in bestimmungsgemäßer Weise zusammengehalten werden.

Es ist alternativ möglich, dass die Diodenlaseranordnung keine solche Klemmvorrichtung aufweist, wobei insbesondere die Diodenlasereinrichtung und die
30 zumindest eine Kühleinrichtung mittels der ersten Verbindungsschicht und der zweiten Verbindungsschicht relativ zueinander in einer vorbestimmten Lage gehalten werden.

Es wird eine Ausführungsform der Diodenlaseranordnung bevorzugt, die sich

dadurch auszeichnet, dass die Nanodrahnte, insbesondere die Vielzahl von Nanodrahnten, ein Material aufweisen oder aus einem Material bestehen, welches ausgewählt ist aus einer Gruppe bestehend aus Gold, einer Gold-Legierung, Silber, einer Silber-Legierung, Kupfer, einer Kupfer-Legierung, Nickel, einer Nickel-Legierung, Palladium, einer Palladium-Legierung, Platin, einer Platin-Legierung, Rhodium, einer Rhodium-Legierung, Iridium, einer Iridium-Legierung, Germanium, einer Germanium-Legierung, Zinn, einer Zinn-Legierung, Aluminium, und einer Aluminium-Legierung. Mittels derartiger Werkstoffe kann eine besonders spannungsarme und wärmeleitfähige Verbindung der Diodenlasereinrichtung mit der zumindest einen Kühleinrichtung realisiert werden. Es ist aber auch möglich, dass die Nanodrahnte ein anderes Material aufweisen oder aus einem anderen Material bestehen.

Es wird eine Ausführungsform der Diodenlaseranordnung bevorzugt, die sich dadurch auszeichnet, dass die zweite Verbindungsschicht in einer oder mehreren Richtungen durchgehend, also insbesondere frei von Unterbrechungen, ausgebildet ist. Beispielsweise weist die zweite Verbindungsschicht ein Material auf oder besteht aus einem Material, welches ausgewählt ist aus einer Gruppe bestehend aus Gold, einer Gold-Legierung, Silber, einer Silber-Legierung, einem Silber-Sinter-Werkstoff, Kupfer, einer Kupferlegierung, Lot und Lotpaste. Weitere geeignete Materialien für die zweite Verbindungsschicht werden weiter unten noch angesprochen.

Besonders bevorzugt weisen die erste Verbindungsschicht und die zweite Verbindungsschicht jeweils das gleiche Material auf oder bestehen aus dem gleichen Material.

Unter einer Lotpaste wird insbesondere ein Material verstanden, welches zumindest Lot und ein Flussmittel aufweist.

Besonders bevorzugt ist die zweite Verbindungsschicht metallisch ausgebildet, beispielsweise als dicke Metallschicht oder als Metallfolie.

Die zweite Verbindungsschicht kann beispielsweise als dicke Goldschicht, welche eine Dicke von vorzugsweise mindestens 1 μm und höchstens 100 μm aufweist,

ausgebildet sein. Alternativ kann die zweite Verbindungsschicht beispielsweise als dicke Silberschicht, welche eine Dicke von vorzugsweise mindestens 3 μm und höchstens 100 μm aufweist, ausgebildet sein.

- 5 Alternativ kann die zweite Verbindungsschicht als, insbesondere metallische, Kontaktfolie, beispielsweise als Kontakt-Silber-Folie, ausgebildet sein.

Mittels einer zusammenhängenden Ausbildung der zweiten Verbindungsschicht kann eine besonders effektive Wärmeübertragung bei gleichzeitig spannungsarmer
10 Verbindung der zumindest einen Kühleinrichtung mit der Diodenlasereinrichtung realisiert werden.

Es wird eine Ausführungsform der Diodenlaseranordnung bevorzugt, die sich dadurch auszeichnet, dass die zweite Verbindungsschicht mehrere jeweils
15 geometrisch abgrenzbare, insbesondere voneinander beabstandete, Teilbereiche aufweist. Beispielsweise weist die zweite Verbindungsschicht dann ein Material auf oder besteht aus einem Material, welches ausgewählt ist aus einer Gruppe bestehend aus Gold, einer Gold-Legierung, Silber, einer Silber-Legierung, einem Silber-Sinter-Werkstoff, Kupfer und einer Kupferlegierung. Weitere geeignete
20 Materialien für die zweite Verbindungsschicht werden weiter unten noch angesprochen.

Es ist möglich, dass vor einer Montage der Diodenlaseranordnung, insbesondere vor einer Verbindung der Diodenlasereinrichtung mit der zumindest einen
25 Kühleinrichtung, die zweite Verbindungsschicht mehrere geometrisch abgrenzbare Teilbereiche aufweist, wobei nach der Montage, insbesondere bei einem montierten Verbund der Diodenlasereinrichtung mit der zumindest einen Kühleinrichtung, die zweite Verbindungsschicht zumindest bereichsweise als in einer oder mehreren
Richtungen zusammenhängende Schicht ausgebildet ist. Beispielsweise können bei
30 der Montage insbesondere durch Druckkräfte und/oder erhöhte Temperaturen vormals geometrisch abgrenzbare Teilbereiche miteinander zu zusammenhängenden Bereichen verbunden werden.

Eine Verbindung zwischen der Diodenlasereinrichtung mit der zumindest einen

Kühleinrichtung ist insbesondere über die oder mittels der jeweiligen Teilbereiche der zweiten Verbindungsschicht realisiert.

Die Teilbereiche der zweiten Verbindungsschicht können jeweils insbesondere im Wesentlichen buckelförmig, halbkugelförmig oder nadelförmig ausgebildet sein. Beispielsweise kann ein solcher Teilbereich eine Länge und/oder eine Breite von mindestens 20 µm bis höchstens 100 µm aufweisen.

Ein Material der Teilbereiche der zweiten Verbindungsschicht kann beispielsweise Gold oder eine Gold-Legierung aufweisen, oder aus Gold oder einer Gold-Legierung bestehen. Derartige Teilbereiche werden dann auch als Goldbumps bezeichnet. Beispielsweise weisen solche Teilbereiche der zweiten Verbindungsschicht, insbesondere Goldbumps, jeweils eine Schichtdicke von mindestens 5 µm und höchstens 30 µm auf.

15

Eine solche zweite Verbindungsschicht kann beispielsweise galvanisch oder über Sputtern hergestellt beziehungsweise aufgetragen werden. Mittels der Teilbereiche kann besonders effektiv eine spannungsarme oder gar spannungsfreie Verbindung zwischen der Diodenlasereinrichtung und der zumindest einen Kühleinrichtung realisiert werden.

20

Es wird eine Ausführungsform der Diodenlaseranordnung bevorzugt, die sich dadurch auszeichnet, dass die zweite Verbindungsschicht ein Material aufweist oder aus einem Material besteht, welches ausgewählt ist aus einer Gruppe bestehend aus Gold, insbesondere nanoporösem Gold, einer Gold-Legierung, insbesondere einer nanoporösen Gold-Legierung, Silber, einer Silber-Legierung, einem Silber-Sinterwerkstoff, Kupfer, einer Kupferlegierung, Nickel, einer Nickel-Legierung, Palladium, einer Palladium-Legierung, Platin, einer Platin-Legierung, Rhodium, einer Rhodium-Legierung, Iridium, einer Iridium-Legierung, Germanium, einer Germanium-Legierung, Zinn, einer Zinn-Legierung, Aluminium, einer Aluminium-Legierung, Indium, einer Indium-Legierung, Blei, einer Blei-Legierung, Lot, und Lotpaste. Eine Zinn-Legierung beziehungsweise eine Blei-Legierung kann beispielsweise Blei-Zinn aufweisen. Es ist aber auch möglich, dass die zweite Verbindungsschicht ein anderes Material aufweist oder aus einem anderen Material besteht. Besonders

30

bevorzugt weisen die erste Verbindungsschicht und die zweite Verbindungsschicht jeweils das gleiche Material auf oder bestehen aus dem gleichen Material.

Vorzugsweise weist eine derartige zweite Verbindungsschicht, welche beispielsweise
5 nanoporöses Gold oder eine nanoporöse Gold-Legierung aufweist, eine Schichtdicke von mindestens 20 μm und höchstens 50 μm auf.

Insbesondere weist nanoporöses Gold oder eine nanoporöse Gold-Legierung Poren
10 auf, deren Durchmesser beziehungsweise Ausdehnung im Bereich von mindestens 1 nm bis höchstens 100 nm liegt. Eine solche Ausbildung der zweiten Verbindungsschicht ist besonders vorteilhaft bezüglich einer spannungsarmen oder gar spannungsfreien Verbindung der Diodenlasereinrichtung mit der zumindest einen Kühleinrichtung.

15 Es wird eine Ausführungsform der Diodenlaseranordnung bevorzugt, die sich dadurch auszeichnet, dass die zweite Verbindungsschicht eine Vielzahl von weiteren Nanodrähten aufweist. Vorzugsweise weist die zweite Verbindungsschicht analog zu der ersten Verbindungsschicht ein Substrat auf, welches an der Anlagefläche beziehungsweise der Grundfläche angeordnet ist. Insbesondere ist auf diesem
20 Substrat die Vielzahl von weiteren Nanodrähten aufgewachsen. Insbesondere entspringen die weiteren Nanodrähte dem Substrat, wobei sie sich im Wesentlichen in Richtung der ersten Verbindungsschicht erstrecken. Vorzugsweise bildet die Vielzahl von weiteren Nanodrähten eine dichte, rasenartige Lage, welche sich auf dem Substrat insbesondere vollflächig erstreckt. Besonders bevorzugt wird eine
25 zweite weitere Nanodrähte aufweisende Verbindungsschicht, welche analog zu der ersten Verbindungsschicht ausgebildet ist. Eine mit Nanodrähten versehene zweite Verbindungsschicht bewirkt eine besonders spannungsarme oder gar spannungsfreie Verbindung der Diodenlasereinrichtung mit der zumindest einen Kühleinrichtung.

30

Es wird eine Ausführungsform der Diodenlaseranordnung bevorzugt, die sich dadurch auszeichnet, dass die weiteren Nanodrähte ein Material aufweisen oder aus einem Material bestehen, welches ausgewählt ist aus einer Gruppe bestehend aus Gold, einer Gold-Legierung, Silber, einer Silber-Legierung, Kupfer, einer Kupfer-

Legierung, Nickel, einer Nickel-Legierung, Palladium, einer Palladium-Legierung, Platin, einer Platin-Legierung, Rhodium, einer Rhodium-Legierung, Iridium, einer Iridium-Legierung, Germanium, einer Germanium-Legierung, Zinn, einer Zinn-Legierung, Aluminium, und einer Aluminium-Legierung. Es ist aber auch möglich, dass die weiteren Nanodrähte ein anderes Material aufweisen oder aus einem anderen Material bestehen. Besonders bevorzugt weisen die weiteren Nanodrähte der zweiten Verbindungsschicht das gleiche Material auf oder bestehen aus dem gleichen Material wie die Nanodrähte der ersten Verbindungsschicht. Eine solche Ausbildung ist besonders für eine spannungsarme oder gar spannungsfreie Verbindung der Diodenlasereinrichtung mit der zumindest einen Kühleinrichtung geeignet.

Es wird eine Ausführungsform der Diodenlaseranordnung bevorzugt, die sich dadurch auszeichnet, dass die erste Verbindungsschicht und die zweite Verbindungsschicht kraftschlüssig, stoffschlüssig und/oder formschlüssig miteinander verbunden sind. Vorzugsweise ist die erste Verbindungsschicht mit der zweiten Verbindungsschicht durch Adhäsion verbunden. Alternativ oder zusätzlich ist die erste Verbindungsschicht mit der zweiten Verbindungsschicht durch Diffusion verbunden. Alternativ oder zusätzlich ist die erste Verbindungsschicht mit der zweiten Verbindungsschicht durch Verhaken, Verrasten, und/oder Verzahnen, insbesondere Mikroverzahnen, verbunden.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Diodenlaseranordnung weist die zweite Verbindungsschicht eine Vielzahl der weiteren Nanodrähte auf, wobei die Vielzahl der weiteren Nanodrähte und die Vielzahl der Nanodrähte der ersten Verbindungsschicht durch Adhäsion zumindest teilweise, insbesondere fest, miteinander verbunden sind. Alternativ oder zusätzlich sind vorzugsweise die Vielzahl der Nanodrähte und die Vielzahl der weiteren Nanodrähte durch Diffusion zumindest teilweise, insbesondere fest, miteinander verbunden. Alternativ oder zusätzlich sind vorzugsweise die Vielzahl der Nanodrähte und die Vielzahl der weiteren Nanodrähte durch Verhaken, Verrasten, und/oder Verzahnen, insbesondere Mikroverzahnen, zumindest teilweise, insbesondere fest, miteinander verbunden.

Es wird eine Ausführungsform der Diodenlaseranordnung bevorzugt, die sich

dadurch auszeichnet, dass die Diodenlasereinrichtung, insbesondere zusätzlich zu dem mindestens einen Emitter, einen Submount aufweist. Insbesondere weist dieser Submount dann die Grundfläche auf.

- 5 Vorzugsweise ist der Submount über die erste Verbindungsschicht und die zweite Verbindungsschicht mit der zumindest einen Kühleinrichtung fest verbunden. Dabei ist insbesondere die Diodenlasereinrichtung, insbesondere der mindestens eine Emitter, über den Submount und die erste sowie die zweite Verbindungsschicht mit der zumindest einen Kühleinrichtung verbunden. Eine Verbindung des mindestens
10 einen Emitters mit dem Submount kann beispielsweise eine Lötverbindung sein oder mittels einer Kontaktfolie realisiert sein.

Ein Submount der angesprochenen Art ist insbesondere als Wärmespreizer ausgebildet, wobei Abwärme des mindestens einen Emitters besonders effektiv zu
15 der zumindest einen Kühleinrichtung weitergeleitet werden kann. Weiterhin können mittels eines solchen Submounts vorteilhaft verschiedene Wärmeausdehnungskoeffizienten des mindestens einen Emitters und weiterer beschriebener Komponenten der Diodenlaseranordnung ausgeglichen werden.

- 20 Es ist möglich, dass zwischen dem Submount und dem mindestens einen Emitter eine weitere erste Verbindungsschicht, die analog zu der ersten Verbindungsschicht der angesprochenen Art ausgebildet ist, und eine weitere zweite Verbindungsschicht, die analog zu der zweiten Verbindungsschicht der angesprochenen Art ausgebildet ist, angeordnet ist, wobei über die weitere erste Verbindungsschicht und die weitere
25 zweite Verbindungsschicht der Submount und der mindestens eine Emitter fest miteinander verbunden sind.

Es wird eine Ausführungsform der Diodenlaseranordnung bevorzugt, die sich dadurch auszeichnet, dass die erste Verbindungsschicht und die zweite
30 Verbindungsschicht weniger als 5 % Lunker aufweisen. Ein solcher Lunckeranteil bezieht sich insbesondere auf ein gesamtes Materialvolumen der ersten Verbindungsschicht und/oder der zweiten Verbindungsschicht. Weist die zweite Verbindungsschicht mehrere geometrisch abgrenzbare Teilbereiche auf, so ist hier insbesondere das Materialvolumen dieser Teilbereiche gemeint. Es ist möglich, dass

die Lunker insbesondere aufgrund eines entsprechenden Fügeprozesses bei der Herstellung der Diodenlaseranordnung im Wesentlichen zwischen der ersten Verbindungsschicht und der zweiten Verbindungsschicht ausgebildet sind. Eine solche Ausbildung der beiden Verbindungsschichten ermöglicht eine besonders stabile und spannungsarme Verbindung der Diodenlasereinrichtung mit der
5 zumindest einen Kühleinrichtung.

Es wird eine Ausführungsform der Diodenlaseranordnung bevorzugt, die sich dadurch auszeichnet, dass die zumindest eine Kühleinrichtung sowie die erste
10 Verbindungsschicht oder die zweite Verbindungsschicht, eingerichtet sind, um die Diodenlasereinrichtung elektrisch zu kontaktieren. Alternativ sind vorzugsweise die zumindest eine Kühleinrichtung, die erste Verbindungsschicht und die zweite Verbindungsschicht eingerichtet, um die Diodenlasereinrichtung elektrisch zu kontaktieren.

15 Vorzugsweise sind/ist die erste Verbindungsschicht und/oder die zweite Verbindungsschicht beziehungsweise deren jeweiliges Material elektrisch leitfähig ausgebildet, sodass eine elektrische Kontaktierung der Diodenlasereinrichtung über die zumindest eine Kühleinrichtung und die erste Verbindungsschicht
20 beziehungsweise die zweite Verbindungsschicht möglich ist. Insbesondere ist ein Submount der angesprochenen Art elektrisch leitfähig ausgebildet. Eine Verbindung über die Vielzahl von Nanodrähten beziehungsweise weiteren Nanodrähten weist einen besonders geringen elektrischen Widerstand auf. Dieser beträgt insbesondere weniger als 1Ω , wobei er insbesondere im Bereich einiger $m\Omega$ liegt. Auf diese Weise
25 kann eine sichere elektrische Kontaktierung der Diodenlasereinrichtung realisiert werden.

Die Aufgabe wird insbesondere auch gelöst, indem ein Verfahren zum Herstellen einer Diodenlaseranordnung geschaffen wird. Besonders bevorzugt wird im Rahmen
30 des Verfahrens eine Diodenlaseranordnung nach einem der zuvor beschriebenen Ausführungsformen hergestellt. Im Rahmen des Verfahrens werden eine erste Verbindungsschicht, welche eine Vielzahl von Nanodrähten aufweist, an einer Grundfläche einer Diodenlasereinrichtung und eine zweite Verbindungsschicht an einer Anlagefläche zumindest einer Kühleinrichtung angeordnet, insbesondere

darauf aufgebracht. Alternativ werden die erste Verbindungsschicht an der Anlagefläche und die zweite Verbindungsschicht an der Grundfläche angeordnet, insbesondere darauf aufgebracht. Insbesondere parallel dazu oder im Anschluss daran wird die erste Verbindungsschicht mit der zweiten Verbindungsschicht fest, insbesondere kraftschlüssig, formschlüssig und/oder stoffschlüssig verbunden, sodass die Diodenlasereinrichtung und die zumindest eine Kühleinrichtung über die erste Verbindungsschicht und die zweite Verbindungsschicht fest miteinander verbunden werden. Im Rahmen des Verfahrens ergeben sich insbesondere die Vorteile, die bereits in Zusammenhang mit der Diodenlaseranordnung erläutert wurden.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens werden die Diodenlasereinrichtung und die zumindest eine Kühleinrichtung lediglich aneinandergedrückt, wobei die erste Verbindungsschicht und die zweite Verbindungsschicht miteinander verbunden werden, analog zu einem Klettverschluss. Eine Verbindung der ersten Verbindungsschicht mit der zweiten Verbindungsschicht kann insbesondere bei Raumtemperatur durchgeführt werden.

Es wird eine Ausführungsform des Verfahrens bevorzugt, die sich dadurch auszeichnet, dass die erste Verbindungsschicht an der Grundfläche und anschließend die zweite Verbindungsschicht an der Anlagefläche, oder in umgekehrter Reihenfolge, angeordnet, insbesondere darauf aufgebracht werden. Alternativ werden vorzugsweise die erste Verbindungsschicht an der Anlagefläche und anschließend die zweite Verbindungsschicht an der Grundfläche, oder in umgekehrter Reihenfolge, angeordnet, insbesondere darauf aufgebracht.

Es ist möglich, dass parallel zu dem Aufbringen der zweiten Verbindungsschicht auf der Anlagefläche beziehungsweise auf der Grundfläche die erste Verbindungsschicht und die zweite Verbindungsschicht miteinander verbunden werden. Ein Fertigungsprozess gemäß dem beschriebenen Verfahren ist beispielsweise dann vorteilhaft, wenn die zweite Verbindungsschicht Lot oder Lotpaste aufweist, oder aus Lot oder Lotpaste besteht.

Es wird eine Ausführungsform des Verfahrens bevorzugt, die sich dadurch

auszeichnet, dass die erste Verbindungsschicht und die zweite Verbindungsschicht mittels eines Bondverfahrens miteinander verbunden werden.

Es wird eine Ausführungsform des Verfahrens bevorzugt, die sich dadurch
5 auszeichnet, dass das Bondverfahren ein Verfahren ist, welches ausgewählt ist aus einer Gruppe bestehend aus Thermokompressionsverfahren, Ultraschallbonden und Vakuumbonden. Ultraschallbonden ist insbesondere auch unter dem Begriff Wire-Bonden bekannt. Bei dem Vakuumbonden der angesprochenen Art wird insbesondere ein Lötprozess in einem Vakuum-Ofen durchgeführt. Mittels solcher
10 Verfahren kann die Diodenlaseranordnung besonders wirtschaftlich hergestellt werden.

Die Beschreibung der Diodenlaseranordnung einerseits sowie des Verfahrens zum Herstellen einer Diodenlaseranordnung andererseits sind komplementär zueinander
15 zu verstehen. Merkmale der Diodenlaseranordnung, die in Zusammenhang mit dem Verfahren erläutert wurden, sind bevorzugt einzeln oder miteinander kombiniert Merkmale einer bevorzugten Ausführungsform der Diodenlaseranordnung. Verfahrensschritte, die in Zusammenhang mit der Diodenlaseranordnung erläutert wurden, sind bevorzugt einzeln oder miteinander kombiniert Schritte einer
20 bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens. Dieses zeichnet sich bevorzugt durch wenigstens einen Verfahrensschritt aus, welcher durch wenigstens ein Merkmal einer erfindungsgemäßen oder bevorzugten Ausführungsform der Diodenlaseranordnung bedingt ist. Die Diodenlaseranordnung zeichnet sich bevorzugt durch wenigstens ein Merkmal aus, welches durch wenigstens einen Schritt einer erfindungsgemäßen oder
25 bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens bedingt ist.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen:

- Figur 1 eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels
30 einer Diodenlaseranordnung im Längsschnitt,
Figur 2 eine schematische Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels der Diodenlaseranordnung im Längsschnitt,
Figur 3 eine schematische Darstellung eines dritten Ausführungsbeispiels der Diodenlaseranordnung im Längsschnitt,

- Figur 4 eine schematische Darstellung eines vierten Ausführungsbeispiels der Diodenlaseranordnung im Längsschnitt,
- Figur 5 eine schematische Darstellung eines fünften Ausführungsbeispiels der Diodenlaseranordnung im Längsschnitt,
- 5 Figur 6 eine schematische Darstellung eines sechsten Ausführungsbeispiels der Diodenlaseranordnung im Längsschnitt,
- Figur 7 eine schematische Darstellung eines siebten Ausführungsbeispiels der Diodenlaseranordnung im Längsschnitt,
- Figur 8 eine schematische Darstellung eines achten Ausführungsbeispiels der Diodenlaseranordnung im Längsschnitt,
- 10 Figur 9 eine schematische Darstellung eines neunten Ausführungsbeispiels der Diodenlaseranordnung im Längsschnitt,
- Figur 10 eine schematische Darstellung eines zehnten Ausführungsbeispiels der Diodenlaseranordnung im Längsschnitt,
- 15 Figur 11 eine schematische Darstellung eines elften Ausführungsbeispiels der Diodenlaseranordnung im Längsschnitt, und
- Figur 12 eine schematische Darstellung eines zwölften Ausführungsbeispiels der Diodenlaseranordnung im Längsschnitt.

20 In Figur 1 ist ein erstes Ausführungsbeispiel einer Diodenlaseranordnung 1 im Längsschnitt schematisch dargestellt. Unter einem Längsschnitt wird insbesondere ein Schnitt entlang einer schematisch dargestellten Laserstrahlachse L eines Laserstrahls, der mittels der Diodenlaseranordnung 1 emittiert wird, verstanden. Die Diodenlaseranordnung 1 weist eine Diodenlasereinrichtung 3 auf, welche

25 eingerichtet ist, um den Laserstrahl zu emittieren. Die Diodenlasereinrichtung 3 weist hier mindestens einen Emitter, insbesondere einen Hochleistungsdiodenlaserbarren, auf, der beispielhaft als Kantenemitter ausgebildet ist. Weiterhin weist die Diodenlaseranordnung 1 zumindest eine Kühleinrichtung 5 auf, welche eingerichtet ist, um die Diodenlasereinrichtung 3 zu kühlen. Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß

30 Figur 1 – gleiches gilt für die Figuren 2 bis 12 – weist die Diodenlaseranordnung 1 genau eine solche Kühleinrichtung 5 auf.

Die Diodenlaseranordnung 1 weist weiterhin eine erste Verbindungsschicht 7 und eine zweite Verbindungsschicht 9 auf. Die erste Verbindungsschicht 7 ist hier an

einer Anlagefläche 11 der Kühleinrichtung 5 fest angeordnet, insbesondere darauf aufgebracht. Die zweite Verbindungsschicht 9 ist hier an einer Grundfläche 13 der Diodenlasereinrichtung 3 fest angeordnet, insbesondere darauf aufgebracht. Die erste Verbindungsschicht 7 ist fest mit der zweiten Verbindungsschicht 9 verbunden, sodass die Diodenlasereinrichtung 3 und die Kühleinrichtung 5 über die erste Verbindungsschicht 7 und die zweite Verbindungsschicht 9 fest miteinander verbunden sind. Eine solche Verbindung ist in Figur 1 schematisch mit einem Plus-Zeichen P dargestellt.

Mittels des Plus-Zeichens P wird insoweit ein beispielhafter Montageprozess schematisch dargestellt, wobei die Diodenlasereinrichtung 3 mit der daran angeordneten zweiten Verbindungsschicht 9 und die Kühleinrichtung 5 mit der daran angeordneten ersten Verbindungsschicht 7 insbesondere aufeinander gesetzt und miteinander verbunden werden. In analoger Weise ist in den Figuren 2 bis 12 mittels des Plus-Zeichens P ein beispielhafter Montageprozess schematisch dargestellt.

Optional ist es möglich – in den Figuren aber nicht dargestellt –, dass die Diodenlaseranordnung 1 eine weitere Kühleinrichtung der angesprochenen Art aufweist, welche an einer der Kühleinrichtung 5 entgegengesetzt liegenden Seite der Diodenlasereinrichtung 3 angeordnet ist. Eine solche weitere Kühleinrichtung ist insbesondere mittels einer analog zu der ersten Verbindungsschicht 7 ausgebildeten weiteren ersten Verbindungsschicht und einer analog zu der zweiten Verbindungsschicht 9 ausgebildeten weiteren zweiten Verbindungsschicht, mit der Diodenlasereinrichtung 3 verbunden. Die weitere erste Verbindungsschicht und die weitere zweite Verbindungsschicht sind jeweils zwischen einer weiteren Anlagefläche der weiteren Kühleinrichtung und einer weiteren Grundfläche 15 der Diodenlasereinrichtung 3 angeordnet. Die weitere Grundfläche 15 ist entgegengesetzt zu der Grundfläche 13 angeordnet.

Die erste Verbindungsschicht 7 weist eine Vielzahl von Nanodrähten auf. Optional weist die erste Verbindungsschicht 7 ein Substrat auf, welches an der Anlagefläche 11 angeordnet ist, insbesondere auf dieser aufgebracht ist, wobei auf dem Substrat die Vielzahl von Nanodrähten aufgewachsen ist. Insbesondere weisen die Nanodrähte ein Material auf oder bestehen aus einem Material, welches ausgewählt

ist aus einer Gruppe bestehend aus Gold, einer Gold-Legierung, Silber, einer Silber-Legierung, Kupfer, einer Kupfer-Legierung, Nickel, einer Nickel-Legierung, Palladium, einer Palladium-Legierung, Platin, einer Platin-Legierung, Rhodium, einer Rhodium-Legierung, Iridium, einer Iridium-Legierung, Germanium, einer Germanium-Legierung, Zinn, einer Zinn-Legierung, Aluminium, und einer Aluminium-Legierung.
5 Es ist aber auch möglich, dass die Nanodrähte ein anderes Material aufweisen oder aus einem anderen Material bestehen.

Die zweite Verbindungsschicht 9 ist bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 in
10 einer oder mehreren Richtungen durchgehend ausgebildet. Optional ist die zweite Verbindungsschicht 9 als dicke Metallschicht ausgebildet.

Optional weist die zweite Verbindungsschicht 9 ein Material auf oder besteht aus einem Material, welches ausgewählt ist aus einer Gruppe bestehend aus Gold,
15 insbesondere nanoporösem Gold, einer Gold-Legierung, insbesondere einer nanoporösen Gold-Legierung, Silber, einer Silber-Legierung, einem Silber-Sinter-Werkstoff, Kupfer, einer Kupfer-Legierung, Nickel, einer Nickel-Legierung, Palladium, einer Palladium-Legierung, Platin, einer Platin-Legierung, Rhodium, einer Rhodium-Legierung, Iridium, einer Iridium-Legierung, Germanium, einer Germanium-Legierung, Zinn, einer Zinn-Legierung, Aluminium, einer Aluminium-Legierung,
20 Indium, einer Indium-Legierung, Blei, einer Blei-Legierung, Lot und Lotpaste. Es ist aber auch möglich, dass die zweite Verbindungsschicht ein anderes Material aufweist oder aus einem anderen Material besteht.

25 Insbesondere sind die erste Verbindungsschicht 7, insbesondere die Vielzahl von Nanodrähten, und die zweite Verbindungsschicht 9 kraftschlüssig, stoffschlüssig und/oder formschlüssig miteinander verbunden. Eine solche Verbindung kann beispielsweise durch Adhäsion, Diffusion, Verhaken, Verrasten, und/oder Verzahnen, insbesondere Mikroverzahnen, realisiert sein.

30

Optional weist die Diodenlasereinrichtung 3 einen Submount auf, wobei dieser dann beispielhaft die Grundfläche 13 aufweist. Ein solcher Submount ist in Figur 1 nicht explizit dargestellt. Insbesondere ist der mindestens eine Emitter der Diodenlasereinrichtung 3 auf einem solchen Submount angeordnet, wobei er über

den Submount, die erste Verbindungsschicht 7 und die zweite Verbindungsschicht 9 mit der Kühleinrichtung 5 verbunden ist. Es ist möglich, dass die Diodenlasereinrichtung 3 einen weiteren Submount aufweist, welcher in entsprechender Weise beispielhaft die weitere Grundfläche 15 aufweist.

5

Optional weisen die erste Verbindungsschicht 7 und die zweite Verbindungsschicht 9 weniger als 5 % Lunker auf.

Optional sind die Kühleinrichtung 5 und die erste Verbindungsschicht 7 und/oder die zweite Verbindungsschicht 9 eingerichtet, um die Diodenlasereinrichtung 3 elektrisch zu kontaktieren.

In Figur 2 ist ein zweites Ausführungsbeispiel der Diodenlaseranordnung 1 im Längsschnitt schematisch dargestellt. Gleiche und funktionsgleiche Elemente sind mit gleichen Bezugszeichen versehen, sodass insofern auf die vorangegangene Beschreibung verwiesen wird. Analog zu Figur 1 sind die erste Verbindungsschicht 7 an der Anlagefläche 11 und die zweite Verbindungsschicht 9 an der Grundfläche 13 angeordnet. Die zweite Verbindungsschicht 9 weist – anders als in Figur 1 – mehrere jeweils geometrisch abgrenzbare Teilbereiche auf, von denen beispielhaft zwei Teilbereiche mit den Bezugszeichen 9', 9" gekennzeichnet sind. Es ist offensichtlich, dass die zweite Verbindungsschicht 9 wesentlich mehr derartige Teilbereiche 9', 9" aufweisen kann, als in Figur 2 in vereinfachender Weise dargestellt sind. Die Teilbereiche 9', 9" sind jeweils voneinander beabstandet an der Grundfläche 13 angeordnet, insbesondere auf dieser aufgebracht. Die Teilbereiche 9', 9" sind hier im Wesentlichen buckelförmig ausgebildet. Sie weisen insbesondere jeweils ein Material auf oder bestehen aus einem Material, welches ausgewählt ist aus einer Gruppe bestehend aus Gold, insbesondere nanoporösem Gold, einer Gold-Legierung, insbesondere einer nanoporösen Gold-Legierung, Silber, einer Silber-Legierung, einem Silber-Sinter-Werkstoff, Kupfer, einer Kupferlegierung, Nickel, einer Nickel-Legierung, Palladium, einer Palladium-Legierung, Platin, einer Platin-Legierung, Rhodium, einer Rhodium-Legierung, Iridium, einer Iridium-Legierung, Germanium, einer Germanium-Legierung, Zinn, einer Zinn-Legierung, Aluminium, einer Aluminium-Legierung, Indium, einer Indium-Legierung, Blei und einer Blei-Legierung.

Insbesondere sind die erste Verbindungsschicht 7 und die zweite Verbindungsschicht 9, insbesondere die erste Verbindungsschicht 7 und die Teilbereiche 9', 9'', kraftschlüssig, stoffschlüssig und/oder formschlüssig miteinander verbunden.

5

In Figur 3 ist ein drittes Ausführungsbeispiel der Diodenlaseranordnung 1 im Längsschnitt schematisch dargestellt. Gleiche und funktionsgleiche Elemente sind mit gleichen Bezugszeichen versehen, sodass insofern auf die vorangegangene Beschreibung verwiesen wird. Die zweite Verbindungsschicht 9 weist hier eine

10 Vielzahl von weiteren Nanodrähten auf. Beispielsweise weist die zweite Funktionsschicht 9 ein Substrat auf, welches an der Grundfläche 13 angeordnet ist, insbesondere auf dieser aufgebracht ist, wobei auf diesem Substrat die weiteren Nanodrähte aufgewachsen sind.

15 Beispielsweise ist bei diesem Ausführungsbeispiel die zweite Verbindungsschicht 9 analog zu der ersten Verbindungsschicht 7 ausgebildet.

Insbesondere weisen die weiteren Nanodrähte ein Material auf oder bestehen aus einem Material, welches ausgewählt ist aus einer Gruppe bestehend aus Gold, einer

20 Gold-Legierung, Silber, einer Silber-Legierung, Kupfer, einer Kupfer-Legierung, Nickel, einer Nickel-Legierung, Palladium, einer Palladium-Legierung, Platin, einer Platin-Legierung, Rhodium, einer Rhodium-Legierung, Iridium, einer Iridium-Legierung, Germanium, einer Germanium-Legierung, Zinn, einer Zinn-Legierung, Aluminium und einer Aluminium-Legierung. Es ist aber auch möglich, dass die

25 weiteren Nanodrähte ein anderes Material aufweisen oder aus einem anderen Material bestehen.

Insbesondere sind die Nanodrähte der ersten Verbindungsschicht 7 und die weiteren Nanodrähte der zweiten Verbindungsschicht 9 kraftschlüssig, stoffschlüssig und/oder

30 formschlüssig miteinander verbunden. Beispielsweise sind die Nanodrähte und die weiteren Nanodrähte miteinander durch Adhäsion, Diffusion, Verhaken, Verrasten, und/oder Verzahnen, insbesondere Mikroverzahnen, miteinander verbunden.

In Figur 4 ist ein viertes Ausführungsbeispiel der Diodenlaseranordnung 1 im

Längsschnitt schematisch dargestellt. Gleiche und funktionsgleiche Elemente sind mit gleichen Bezugszeichen versehen, sodass insofern auf die vorangegangene Beschreibung verwiesen wird. Dieses Ausführungsbeispiel ist im Wesentlichen analog dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 ausgestaltet, wobei gemäß Figur 4 die in einer oder mehreren Richtungen durchgehend ausgebildete zweite Verbindungsschicht 9 wesentlich dünner, insbesondere als Metallfolie, ausgebildet ist.

In Figur 5 ist ein fünftes Ausführungsbeispiel der Diodenlaseranordnung 1 im Längsschnitt schematisch dargestellt. Gleiche und funktionsgleiche Elemente sind mit gleichen Bezugszeichen versehen, sodass insofern auf die vorangegangene Beschreibung verwiesen wird. Die zweite Verbindungsschicht 9 ist hier in einer oder mehreren Richtungen durchgehend ausgebildet. Es weist die zweite Verbindungsschicht 9 beispielhaft Lot oder Lotpaste auf, oder besteht aus Lot oder Lotpaste. Die Diodenlasereinrichtung 3 ist hier über die zweite Verbindungsschicht 9 und die erste Verbindungsschicht 7 mit der Kühleinrichtung 5 fest verbunden.

Mittels der Plus-Zeichen P', P'' wird ein beispielhafter Montageprozess dargestellt. Beispielsweise werden die Diodenlasereinrichtung 3, die zweite Verbindungsschicht 9 sowie ein Verbund mit der Kühleinrichtung 5 und der daran angeordneten ersten Verbindungsschicht 7 in einem Prozessschritt miteinander verbunden. Eine solche Verbindung kann auch in mehreren Prozessschritten durchgeführt werden, wie nachfolgend beispielhaft beschrieben ist.

Beispielsweise können zunächst die zweite Verbindungsschicht 9 und die erste Verbindungsschicht 7, welche an der Kühleinrichtung 5 angeordnet ist, miteinander verbunden werden (P''), wobei anschließend die Diodenlasereinrichtung 3 und die zweite Verbindungsschicht 9 miteinander verbunden werden (P').

Alternativ können beispielsweise zunächst die zweite Verbindungsschicht 9 und die Diodenlasereinrichtung 3 miteinander verbunden werden, wobei anschließend dieser Verbund mit der an der Kühleinrichtung 5 angeordneten ersten Verbindungsschicht 7 verbunden wird. Dies ist schematisch in Figur 6 dargestellt. In Figur 6 sind gleiche und funktionsgleiche Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen, sodass

insofern auf die vorangegangene Beschreibung verwiesen wird.

In Figur 7 ist ein siebtes Ausführungsbeispiel der Diodenlaseranordnung 1 im Längsschnitt schematisch dargestellt. Gleiche und funktionsgleiche Elemente sind mit gleichen Bezugszeichen versehen, sodass insofern auf die vorangegangene Beschreibung verwiesen wird. Hier ist die erste Verbindungsschicht 7 an der Grundfläche 13 der Diodenlasereinrichtung 3 angeordnet, insbesondere auf dieser aufgebracht. Weiterhin ist hier die zweite Verbindungsschicht 9 an der Anlagefläche 11 der Kühleinrichtung 5 angeordnet, insbesondere auf dieser aufgebracht. Beispielhaft ist die zweite Verbindungsschicht 9 in einer oder mehreren Richtungen durchgehend ausgebildet und weist beispielsweise Lot oder Lotpaste auf, oder besteht aus Lot oder Lotpaste. Die erste Verbindungsschicht 7 und die zweite Verbindungsschicht 9 sind also im Vergleich zu Figur 6 in umgekehrter Anordnung vorgesehen.

15

In Figur 8 ist ein achttes Ausführungsbeispiel der Diodenlaseranordnung 1 im Längsschnitt schematisch dargestellt. Gleiche und funktionsgleiche Elemente sind mit gleichen Bezugszeichen versehen, sodass insofern auf die vorangegangene Beschreibung verwiesen wird. Die zweite Verbindungsschicht 9 ist hier als in einer oder mehreren Richtungen durchgehende dicke Metallschicht ausgebildet, wobei sie an der Kühleinrichtung 5 angeordnet ist, insbesondere auf dieser aufgebracht ist.

20

In Figur 9 ist ein neuntes Ausführungsbeispiel der Diodenlaseranordnung 1 im Längsschnitt schematisch dargestellt. Gleiche und funktionsgleiche Elemente sind mit gleichen Bezugszeichen versehen, sodass insofern auf die vorangegangene Beschreibung verwiesen wird. Bei diesem Ausführungsbeispiel weist die zweite Verbindungsschicht 9 mehrere jeweils geometrisch abgrenzbare Teilbereiche 9', 9'' auf, welche an der Anlagefläche 11 angeordnet sind, insbesondere auf dieser aufgebracht sind.

25

30

In Figur 10 ist ein zehntes Ausführungsbeispiel der Diodenlaseranordnung 1 im Längsschnitt schematisch dargestellt. Gleiche und funktionsgleiche Elemente sind mit gleichen Bezugszeichen versehen, sodass insofern auf die vorangegangene Beschreibung verwiesen wird. Dieses Ausführungsbeispiel ist im Wesentlichen

analog zu dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 4 ausgestaltet, wobei die zweite Verbindungsschicht 9 beispielhaft als Silberfolie ausgebildet ist.

In Figur 11 ist ein elftes Ausführungsbeispiel der Diodenlaseranordnung 1 im Längsschnitt schematisch dargestellt. Gleiche und funktionsgleiche Elemente sind mit gleichen Bezugszeichen versehen, sodass insofern auf die vorangegangene Beschreibung verwiesen wird. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist die zweite Verbindungsschicht 9 in einer oder mehreren Richtungen durchgehend ausgebildet und weist beispielsweise ein Material auf oder besteht aus einem Material, welches ausgewählt ist aus einer Gruppe bestehend aus nanoporösem Gold und einer nanoporösen Gold-Legierung.

In Figur 12 ist ein zwölftes Ausführungsbeispiel der Diodenlaseranordnung 1 im Längsschnitt schematisch dargestellt. Gleiche und funktionsgleiche Elemente sind mit gleichen Bezugszeichen versehen, sodass insofern auf die vorangegangene Beschreibung verwiesen wird. Dieses Ausführungsbeispiel ist ähnlich zu dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 11 ausgestaltet, wobei allerdings die erste Verbindungsschicht 7 an der Diodenlasereinrichtung 3 angeordnet ist, und die beispielsweise nanoporöses Gold oder eine nanoporöse Gold-Legierung aufweisende oder aus dieser bestehende zweite Verbindungsschicht 9 an der Kühleinrichtung 5 angeordnet ist.

Optional kann bei den Ausführungsbeispielen gemäß den Figuren 1 bis 12 die Diodenlasereinrichtung 3 einen – bildlich nicht separat dargestellten – Submount aufweisen, welcher die Grundfläche 13 aufweist. Insbesondere ist der mindestens eine Emitter dann an einer der Grundfläche 13 entgegengesetzt liegenden Seite des Submounts angeordnet.

Im Folgenden wird ein Verfahren zum Herstellen einer Diodenlaseranordnung 1, insbesondere einer Diodenlaseranordnung 1 gemäß den beschriebenen Ausführungsbeispielen, beschrieben. Im Rahmen des Verfahrens werden eine erste Verbindungsschicht 7, welche eine Vielzahl von Nanodrähten aufweist, an einer Grundfläche 13 einer Diodenlasereinrichtung 3 und eine zweite Verbindungsschicht 9 an einer Anlagefläche 11 zumindest einer Kühleinrichtung 5, oder die erste

Verbindungsschicht 7 an der Anlagefläche 11 und die zweite Verbindungsschicht 9 an der Grundfläche 13 angeordnet, insbesondere darauf aufgebracht. Dabei werden die erste Verbindungsschicht 7 mit der zweiten Verbindungsschicht 9 fest, insbesondere kraftschlüssig, stoffschlüssig und/oder formschlüssig verbunden, sodass die Diodenlasereinrichtung 3 und die zumindest eine Kühleinrichtung 5 über die erste Verbindungsschicht 7 und die zweite Verbindungsschicht 9 fest miteinander verbunden werden.

Optional werden die erste Verbindungsschicht 7 an der Grundfläche 13 und anschließend die zweite Verbindungsschicht 9 an der Anlagefläche 11, oder in umgekehrter Reihenfolge, oder die erste Verbindungsschicht 7 an der Anlagefläche 11 und anschließend die zweite Verbindungsschicht 9 an der Grundfläche 13, oder in umgekehrter Reihenfolge, angeordnet, insbesondere darauf aufgebracht. Optional kann parallel zu dem Anordnen der zweiten Verbindungsschicht 9 an der Anlagefläche 11 beziehungsweise an der Grundfläche 13 die erste Verbindungsschicht 7 und die zweite Verbindungsschicht 9 miteinander verbunden werden.

Optional werden die erste Verbindungsschicht 7 und die zweite Verbindungsschicht 9 mittels eines Bondverfahrens miteinander verbunden. Insbesondere ist das Bondverfahren ein Verfahren, welches ausgewählt ist aus einer Gruppe bestehend aus Thermokompressionsverfahren, Ultraschallbonden und Vakuumbonden.

Insgesamt zeigt sich, dass mittels der erfindungsgemäßen Diodenlaseranordnung 1 und dem Verfahren zum Herstellen einer Diodenlaseranordnung 1 insbesondere eine spannungsarme oder gar spannungsfreie Verbindung der Diodenlasereinrichtung 3 mit der zumindest einen Kühleinrichtung 5 realisiert werden kann.

Patentansprüche

1. Diodenlaseranordnung (1), mit
 - einer Diodenlasereinrichtung (3), welche eingerichtet ist, um einen Laserstrahl zu emittieren,
 - zumindest einer Kühleinrichtung (5), welche eingerichtet ist, um die Diodenlasereinrichtung (3) zu kühlen,
 - einer ersten Verbindungsschicht (7), und
 - einer zweiten Verbindungsschicht (9), wobei
 - die erste Verbindungsschicht (7) an einer Grundfläche (13) der Diodenlasereinrichtung (3) und die zweite Verbindungsschicht (9) an einer Anlagefläche (11) der zumindest einen Kühleinrichtung (5), oder die erste Verbindungsschicht (7) an der Anlagefläche (11) und die zweite Verbindungsschicht (9) an der Grundfläche (13) fest angeordnet sind, wobei
 - die erste Verbindungsschicht (7) mit der zweiten Verbindungsschicht (9) fest verbunden ist, sodass die Diodenlasereinrichtung (3) und die zumindest eine Kühleinrichtung (5) über die erste Verbindungsschicht (7) und die zweite Verbindungsschicht (9) fest miteinander verbunden sind, und wobei
 - die erste Verbindungsschicht (7) eine Vielzahl von Nanodrähten aufweist.

2. Diodenlaseranordnung (1) nach Anspruch 1, wobei die Nanodrähte ein Material aufweisen oder aus einem Material bestehen, welches ausgewählt ist aus einer Gruppe bestehend aus Gold, einer Gold-Legierung, Silber, einer Silber-Legierung, Kupfer, einer Kupfer-Legierung, Nickel, einer Nickel-Legierung, Palladium, einer Palladium-Legierung, Platin, einer Platin-Legierung, Rhodium, einer Rhodium-Legierung, Iridium, einer Iridium-Legierung, Germanium, einer Germanium-Legierung, Zinn, einer Zinn-Legierung, Aluminium, und einer Aluminium-

Legierung.

3. Diodenlaseranordnung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die zweite Verbindungsschicht (9) in einer oder mehreren Richtungen durchgehend ausgebildet ist.
4. Diodenlaseranordnung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die zweite Verbindungsschicht (9) mehrere jeweils geometrisch abgrenzbare Teilbereiche (9',9'') aufweist.
5. Diodenlaseranordnung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die zweite Verbindungsschicht (9) ein Material aufweist oder aus einem Material besteht, welches ausgewählt ist aus einer Gruppe bestehend aus Gold, insbesondere nanoporösem Gold, einer Gold-Legierung, insbesondere einer nanoporösen Gold-Legierung, Silber, einer Silber-Legierung, einem Silber-Sinter-Werkstoff, Kupfer, einer Kupferlegierung, Nickel, einer Nickel-Legierung, Palladium, einer Palladium-Legierung, Platin, einer Platin-Legierung, Rhodium, einer Rhodium-Legierung, Iridium, einer Iridium-Legierung, Germanium, einer Germanium-Legierung, Zinn, einer Zinn-Legierung, Aluminium, einer Aluminium-Legierung, Indium, einer Indium-Legierung, Blei, einer Blei-Legierung, Lot, und Lotpaste.
6. Diodenlaseranordnung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die zweite Verbindungsschicht (9) eine Vielzahl von weiteren Nanodrähten aufweist.
7. Diodenlaseranordnung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die weiteren Nanodrähte ein Material aufweisen oder aus einem Material bestehen, welches ausgewählt ist aus einer Gruppe bestehend aus Gold, einer Gold-Legierung, Silber, einer Silber-Legierung, Kupfer, einer Kupfer-Legierung, Nickel, einer Nickel-Legierung, Palladium, einer Palladium-Legierung, Platin, einer Platin-Legierung, Rhodium, einer Rhodium-Legierung, Iridium, einer Iridium-Legierung, Germanium, einer Germanium-Legierung, Zinn, einer Zinn-Legierung, Aluminium, und einer Aluminium-Legierung.
8. Diodenlaseranordnung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die erste Verbindungsschicht (7) und die zweite Verbindungsschicht (9)

kraftschlüssig, stoffschlüssig und/oder formschlüssig miteinander verbunden sind.

9. Diodenlaseranordnung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Diodenlasereinrichtung (3) einen Submount aufweist, welcher die Grundfläche (13) aufweist.
10. Diodenlaseranordnung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die erste Verbindungsschicht (7) und die zweite Verbindungsschicht (9) weniger als 5 % Lunken aufweisen.
11. Diodenlaseranordnung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die zumindest eine Kühleinrichtung (5) und die erste Verbindungsschicht (7) und/oder die zweite Verbindungsschicht (9) eingerichtet sind, um die Diodenlasereinrichtung (3) elektrisch zu kontaktieren.
12. Verfahren zum Herstellen einer Diodenlaseranordnung (1), insbesondere einer Diodenlaseranordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei eine erste Verbindungsschicht (7), welche eine Vielzahl von Nanodrähten aufweist, an einer Grundfläche (13) einer Diodenlasereinrichtung (3) und eine zweite Verbindungsschicht (9) an einer Anlagefläche (11) zumindest einer Kühleinrichtung (5), oder die erste Verbindungsschicht (7) an der Anlagefläche (11) und die zweite Verbindungsschicht (9) an der Grundfläche (13) angeordnet werden, wobei die erste Verbindungsschicht (7) mit der zweiten Verbindungsschicht (9) fest verbunden wird, sodass die Diodenlasereinrichtung (3) und die zumindest eine Kühleinrichtung (5) über die erste Verbindungsschicht (7) und die zweite Verbindungsschicht (9) fest miteinander verbunden werden.
13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei die erste Verbindungsschicht (7) an der Grundfläche (13) und anschließend die zweite Verbindungsschicht (9) an der Anlagefläche (11), oder in umgekehrter Reihenfolge, oder die erste Verbindungsschicht (7) an der Anlagefläche (11) und anschließend die zweite Verbindungsschicht (9) an der Grundfläche (13), oder in umgekehrter Reihenfolge, angeordnet werden.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 und 13, wobei die erste Verbindungsschicht (7) und die zweite Verbindungsschicht (9) mittels eines

Bondverfahrens miteinander verbunden werden.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, wobei das Bondverfahren ein Verfahren ist, welches ausgewählt ist aus einer Gruppe bestehend aus Thermokompressionsverfahren, Ultraschallbonden, und Vakuumbonden.

Fig. 1

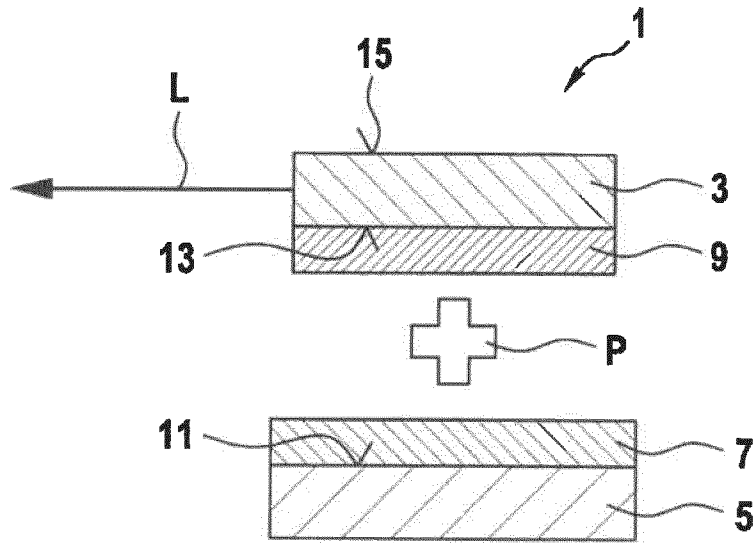


Fig. 2

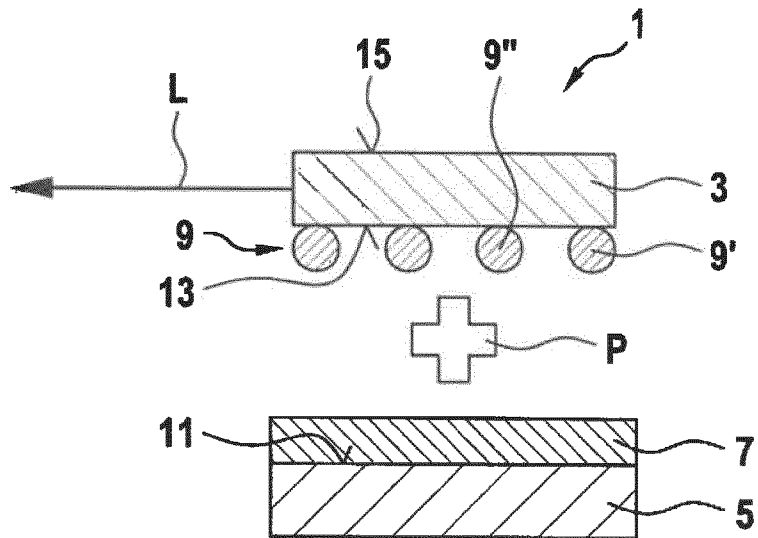


Fig. 3

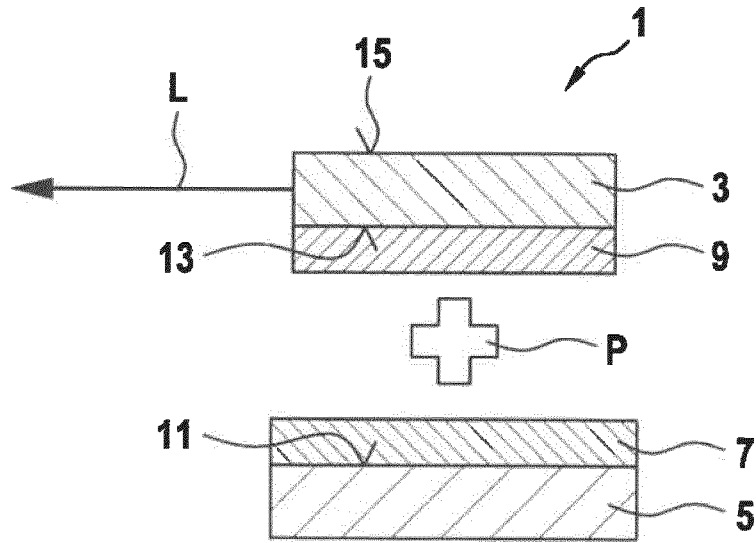


Fig. 4

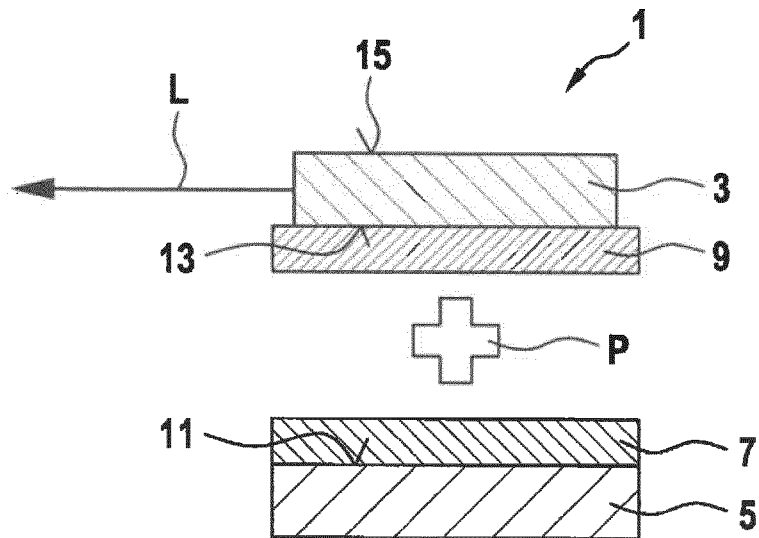


Fig. 5

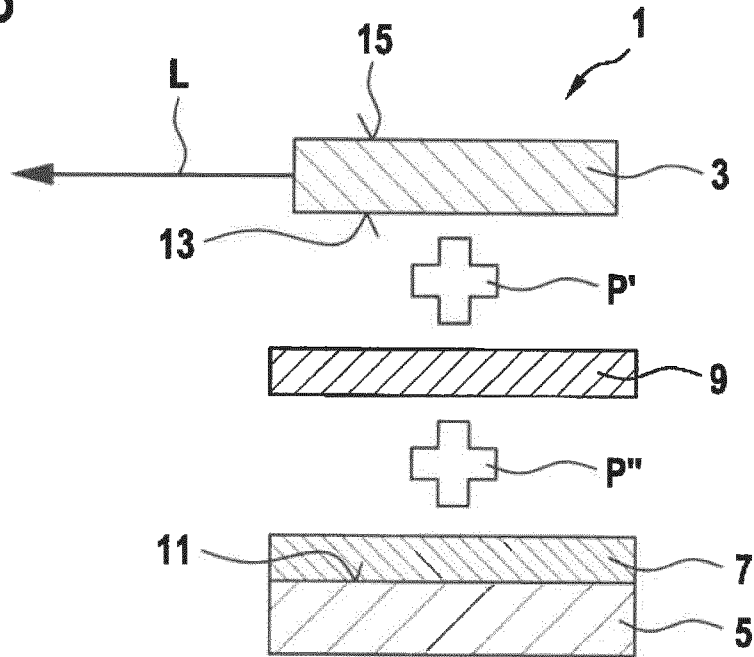


Fig. 6

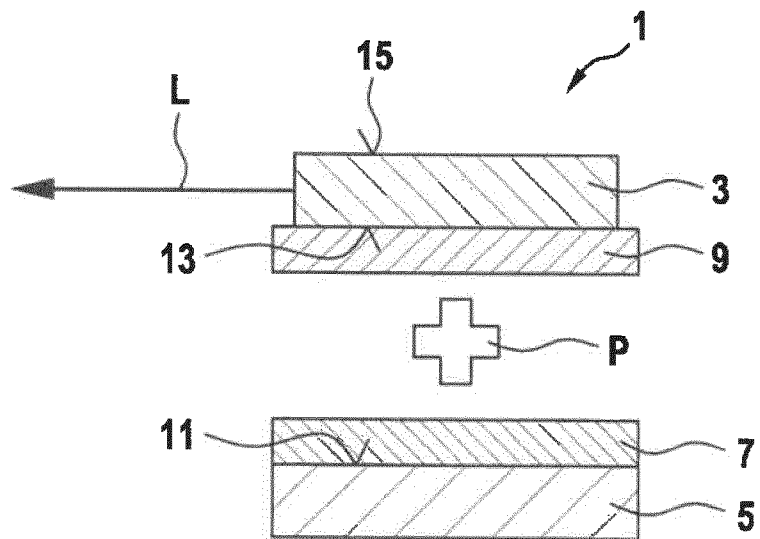


Fig. 7

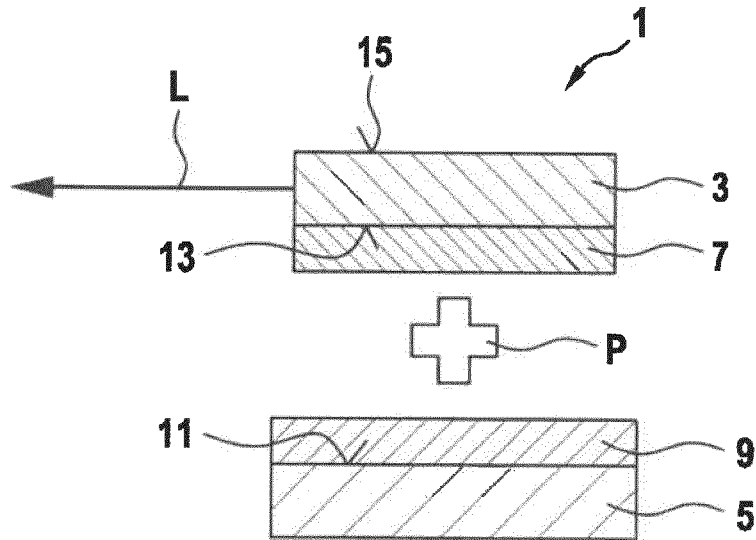


Fig. 8

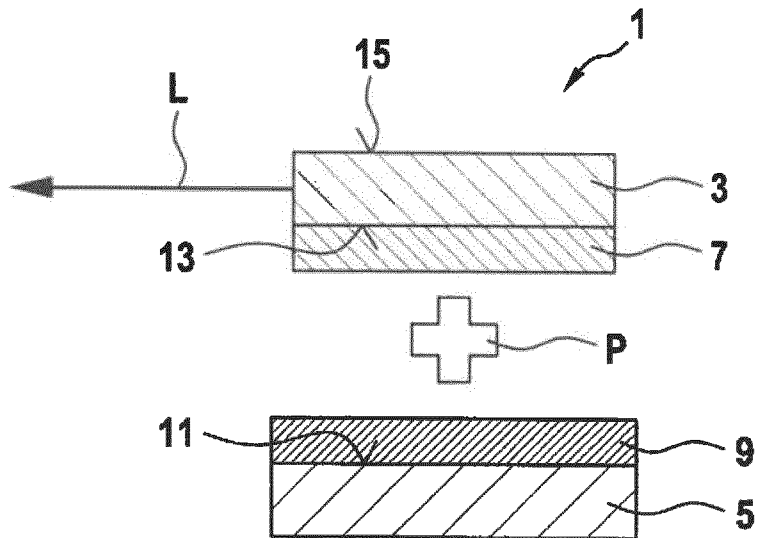


Fig. 9

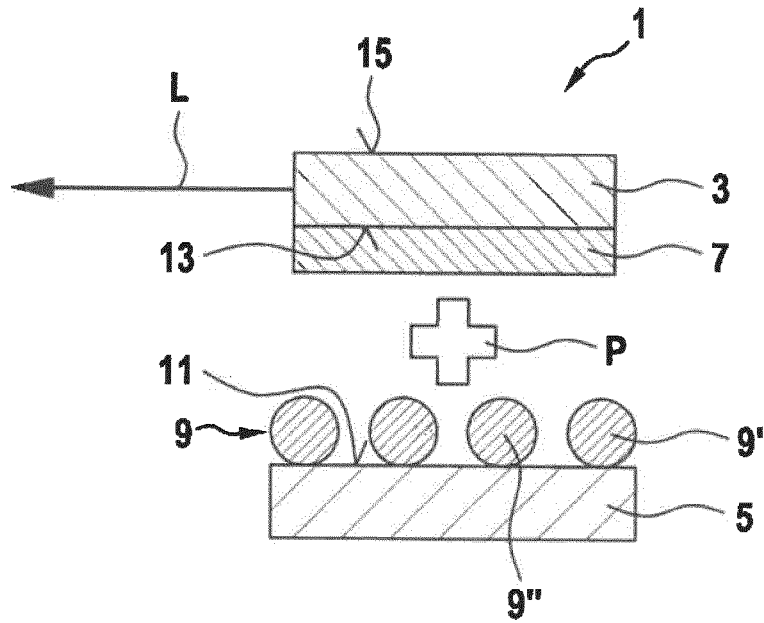


Fig. 10

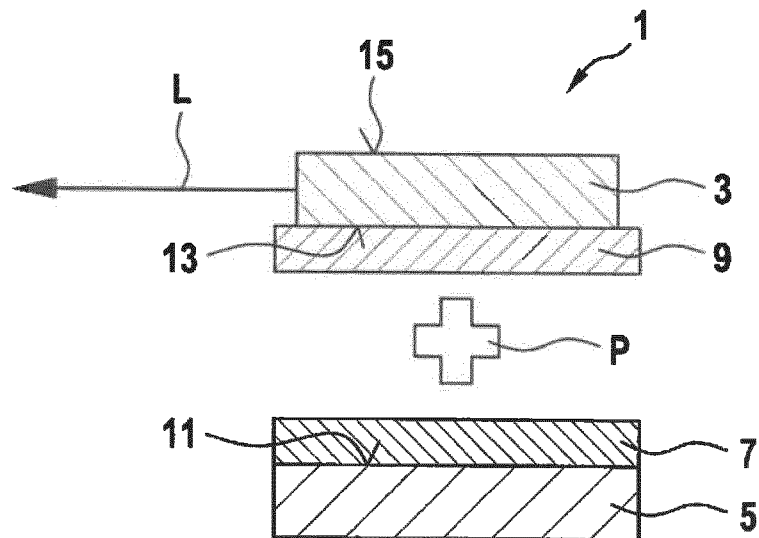


Fig. 11

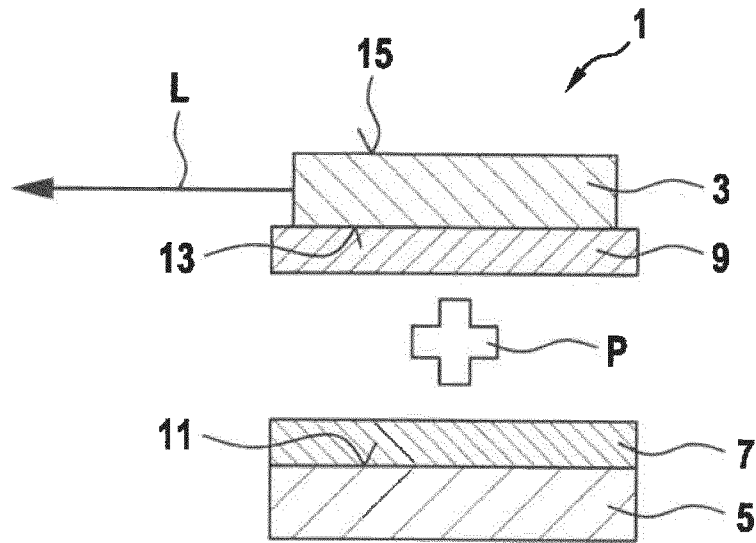
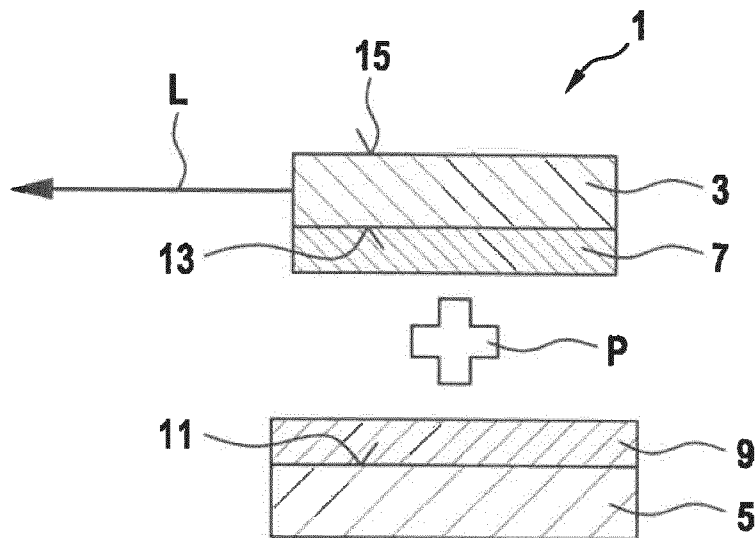


Fig. 12



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/066002

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>H01S 5/024</i> (2006.01)i; <i>H01S 5/022</i> (2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01S Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 102007001743 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 03 April 2008 (2008-04-03)	1,3-6,8-15
Y	paragraphs [0061] - [0080]; figures 1A,1B,2,5	2,7
X	US 2018062348 A1 (LEE WON TAE [US] ET AL) 01 March 2018 (2018-03-01)	1,3-5,8-15
Y	paragraphs [0071], [0073] - [0076]; figures 1,3E,4A,4B	2,7
Y	US 2005006754 A1 (ARIK MEHMET [US] ET AL) 13 January 2005 (2005-01-13)	2,7
A	paragraph [0032] paragraphs [0001] - [0006], [0018] - [0032]; figure 1	4
X,P	WO 2019086619 A1 (JENOPTIK LASER GMBH [DE]) 09 May 2019 (2019-05-09) the whole document	1-14
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 20 September 2019		Date of mailing of the international search report 01 October 2019
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Riechel, Stefan Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/066002

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102007001743	A1	03 April 2008	DE	102007001743	A1	03 April 2008
				US	2008181277	A1	31 July 2008
US	2018062348	A1	01 March 2018	CN	109643880	A	16 April 2019
				EP	3507872	A1	10 July 2019
				US	2018062348	A1	01 March 2018
				WO	2018044706	A1	08 March 2018
US	2005006754	A1	13 January 2005	EP	1642333	A2	05 April 2006
				JP	4754483	B2	24 August 2011
				JP	2007531243	A	01 November 2007
				US	2005006754	A1	13 January 2005
				WO	2005031860	A2	07 April 2005
WO	2019086619	A1	09 May 2019	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H01S5/024 H01S5/022
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H01S

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2007 001743 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 3. April 2008 (2008-04-03)	1,3-6, 8-15
Y	Absätze [0061] - [0080]; Abbildungen 1A,1B,2,5	2,7
X	US 2018/062348 A1 (LEE WON TAE [US] ET AL) 1. März 2018 (2018-03-01)	1,3-5, 8-15
Y	Absätze [0071], [0073] - [0076]; Abbildungen 1,3E,4A,4B	2,7
Y	US 2005/006754 A1 (ARIK MEHMET [US] ET AL) 13. Januar 2005 (2005-01-13)	2,7
A	Absatz [0032] Absätze [0001] - [0006], [0018] - [0032]; Abbildung 1	4
	----- -/--	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. September 2019

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

01/10/2019

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Riechel, Stefan

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X,P	WO 2019/086619 A1 (JENOPTIK LASER GMBH [DE]) 9. Mai 2019 (2019-05-09) das ganze Dokument -----	1-14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/066002

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102007001743 A1	03-04-2008	DE 102007001743 A1	03-04-2008
		US 2008181277 A1	31-07-2008

US 2018062348 A1	01-03-2018	CN 109643880 A	16-04-2019
		EP 3507872 A1	10-07-2019
		US 2018062348 A1	01-03-2018
		WO 2018044706 A1	08-03-2018

US 2005006754 A1	13-01-2005	EP 1642333 A2	05-04-2006
		JP 4754483 B2	24-08-2011
		JP 2007531243 A	01-11-2007
		US 2005006754 A1	13-01-2005
		WO 2005031860 A2	07-04-2005

WO 2019086619 A1	09-05-2019	KEINE	
