

(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. August 2021 (26.08.2021)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2021/165130 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B23K 1/005 (2006.01) G02B 6/02 (2006.01)
B23K 1/19 (2006.01) G02B 6/42 (2006.01)
B23K 26/06 (2014.01) B23K 1/00 (2006.01)
B23K 26/073 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2021/053302

(22) Internationales Anmeldedatum:

11. Februar 2021 (11.02.2021)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2020 201 950.9

17. Februar 2020 (17.02.2020) DE

(71) Anmelder: **TRUMPF LASER GMBH** [DE/DE]; Aichhal-
der Strasse 39, 78713 Schramberg (DE).

(72) Erfinder: **POPP, Andreas**; Enge Gasse 21, 71706 Mark-
groeningen (DE). **RATAJ, Thomas**; Wrightallee 45C,
12487 Berlin (DE). **SCHMIDT, Berthold**; Zeppelinstrasse
129, 70193 Stuttgart (DE). **STROHMAIER, Stephan**; Si-
mon-Dach-Strasse 11, 10245 Berlin (DE).

(74) Anwalt: **TRUMPF PATENTABTEILUNG**; Trumpf
GmbH + Co KG, Johann-Maus-Strasse 2, 71254 Ditzingen
Baden-Württemberg (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, IT, JO, JP, KE, KG, KH,

(54) Title: LASER SOLDERING FOR CONNECTING ELECTRONIC COMPONENTS

(54) Bezeichnung: LASERLÖTEN ZUM VERBINDEN VON ELEKTRONIKBAUTEILEN

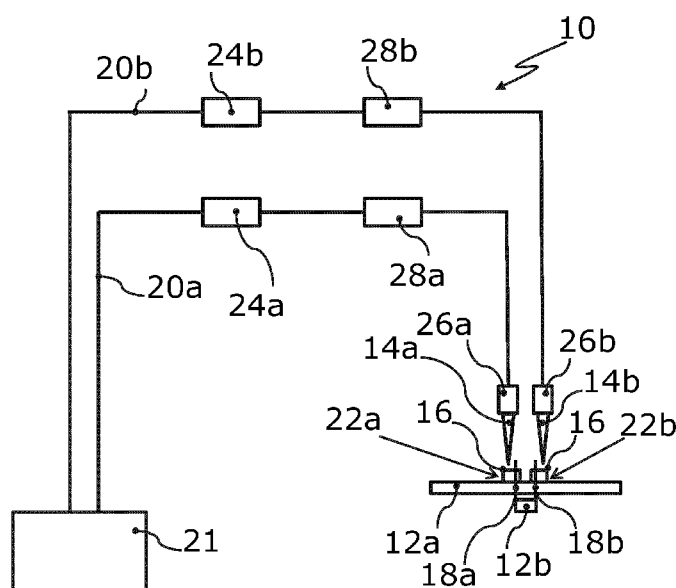


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a soldering method for connecting electronic components (12a, 12b) by means of soldering, wherein a solder (16) is melted by means of a laser beam (14a, 14b) preferably having light in a wavelength range of 300 nm to 450 nm. The efficiency of the method is increased by using solder having a high concentration of tin. The method is carried out by means of an optical cable (20a, 20b) having a multi-clad fiber (24a, 24b). A plurality of laser beams (14a, 14b) guided in parallel at least in some parts is preferably used.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Lötverfahren zum Verbinden von Elektronikbauteilen (12a, 12b) durch Löten, bei welchem ein Lot (16) mit einem Laserstrahl (14a, 14b) vorzugsweise mit Licht in einem Wellenlängenbereich von 300 nm bis 450



KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA,
MD, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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)

nm geschmolzen wird. Durch Einsatz von Lot mit hohem Zinnanteil wird die Effizienz des Verfahrens gesteigert. Das Verfahren wird mit einem Lichtleiterkabel (20a, 20b) mit einer Mehrfachclad-Faser (24a, 24b) durchgeführt. Besonders bevorzugt werden mehrere, zumindest abschnittsweise parallel geführte Laserstrahlen (14a, 14b) eingesetzt.

LASERLÖTEN ZUM VERBINDEN VON ELEKTRONIKBAUTEILEN

5 Hintergrund der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Lötverfahren zum Verbinden von Elektronikbauteilen durch Löten mit einem Laserstrahl, wobei ein Lot mit einem Laserstrahl geschmolzen wird. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Lötvorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Lötverfahrens.

10

Derartige Lötverfahren sind aus dem Stand der Technik allgemein bekannt. Dabei muss das Lot vergleichsweise lange bestrahlt werden. Daher nimmt der Lötprozess vergleichsweise viel Zeit in Anspruch und ist mit einer unerwünscht starken Erwärmung von Platinen und Elektronikbauteilen verbunden.

15

Aufgabe der Erfindung

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Lötprozess anzugeben, der in einem kurzen Zeitraum durchgeführt werden kann und bei dem eine weniger starke Erwärmung der Elektronikbauteile und Platinen stattfindet.

- 5 Es ist weiter Aufgabe der Erfindung, eine Lötvorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Lötverfahrens bereitzustellen.

Beschreibung der Erfindung

- Die Aufgaben werden durch ein Verfahren gemäß Patentanspruch 1 und
10 eine Vorrichtung gemäß Patentanspruch 8 gelöst. Die abhängigen Patentansprüche geben bevorzugte Ausführungsformen wieder.

- Die Aufgabe wird somit gelöst durch ein Lötverfahren der eingangs genannten Art, wobei der Laserstrahl Licht im blauen Spektralbereich
15 und/oder ultravioletten Spektralbereich aufweist. Durch die Verwendung eines Laserstrahls zum kontaktlosen Löten mit Licht im blauen Spektralbereich ist die ins Lot eingebrachte Energie signifikant höher als bei bisher verwendeten Laserstrahlen mit Wellenlängen im Bereich von 800 nm - 980 nm und mehr. Der Lötprozess wird bei gleicher Laserleistung
20 beschleunigt. Es wird eine kürzere Prozesszeit pro Lötstelle benötigt. Dadurch steigt die Produktivität bei geringerer Erwärmung von Elektronikbauteilen und Platine. An den Elektronikbauteilen tritt nahezu keine thermische Belastung auf. Kompakt ausgestaltete Schaltungen können zerstörungsfrei gelötet werden, insbesondere im Hinblick auf eine
25 thermische Diffusion bei vergleichsweise kleinen Diffusionsstrecken zwischen den Funktionselementen der jeweiligen integrierten Schaltung.

- Ein Ablegieren der Leiterbahnen kann ebenso vermieden werden. Das Verdampfen beim Lötprozess und eine damit verbundene Verschmutzung
30 der Elektronikbauteile ist geringer. Das erfindungsgemäße Lötverfahren

kann insbesondere beim Reflow-Löten eingesetzt werden, um eine zu starke Erwärmung von Platine und Elektronikbauteilen zu verhindern.

Das Lot für Laserstrahlen weist im blauen Spektralbereich und/oder ultraviolett
5 violetten Spektralbereich eine um mindestens 20%, insbesondere mindestens 30%, vorzugsweise mindestens 40% höhere Absorption des Laserlichts auf als für Laserstrahlen mit längeren Wellenlängen. Dann fällt die Erwärmung von Bauteilen bei Bestrahlung des Lots mit Laserlicht im blauen und/oder ultravioletten Spektralbereich wesentlich geringer aus als
10 bei Laserlicht mit Wellenlängen von mehr als 500 nm.

Das Lot weist Zinn, Blei, Kupfer und/oder Silber auf. Dies insbesondere im Rahmen der Richtlinie 2011/65/EU (RoHS). Zinn zeichnet sich durch eine besonders hohe Absorption von blauem Laserlicht aus. Dies gilt ebenfalls
15 für Legierungen von Zinn mit Blei, Kupfer und/oder Silber. Das Lot weist insbesondere einen Zinnanteil von mehr als 80%, vorzugsweise mehr als 90% auf.

Der Laserstrahl weist Licht in einem Wellenlängenbereich von 390 nm bis
20 450 nm auf. Insbesondere steigt die Absorption des Laserlichts durch das Lot, insbesondere Lot, welches Zinn aufweist, im blauen Spektralbereich an, je kleiner die Wellenlänge des Laserlichts ist.

Der Laserstrahl wird durch ein Lichtleiterkabel mit einer Mehrfachclad-Faser
25 gelenkt. Die Mehrfachclad-Faser kann dabei wie in der veröffentlichten Patentanmeldung DE 10 2010 003 750 A1 der Anmelderin ausgebildet sein. Der Inhalt der DE 10 2010 003 750 A1 wird dabei vollumfänglich durch Verweis aufgenommen (incorporated by reference). Die Mehrfachclad-Faser weist insbesondere eine Kernfaser und eine die Kernfaser um-

gebende Ringfaser auf. Dabei wird insbesondere ein ursprünglicher Laserstrahl mit einem ersten Anteil in die Kernfaser und mit einem zweiten Anteil in die Ringfaser eingekoppelt. Das Lichtleiterkabel mit der Mehrfach-clad-Faser führt die Laserleistung überwiegend in der Kernfaser oder in der Ringfaser. Durch die Mehrfachclad-Faser wird ein leicht anpassbares Intensitätsprofil je nach Anforderung des Lötprozesses erzielt. Insbesondere kann eine gaußförmige Intensitätsverteilung (unter anderem zur Verwendung bei Lötprozessen an Lötflächen auf Platinen bzw. Lötpads) oder eine ringförmige Intensitätsverteilung (unter anderem zur Verwendung bei Lötprozessen an Bohrungen in Platinen) gewählt werden.

Bevorzugte Ausführungsformen und Weiterbildungen

Bei bevorzugten Ausgestaltungen weist der Laserstrahl ein gaußförmiges oder ringförmiges Intensitätsprofil auf. Die ringförmige Intensitätsverteilung wird vorteilhaft verwendet, um Elektronikbauteile in vorgebohrten Platinen zu verlöten, ohne dabei die Bauteile und Platinen unnötig zu erwärmen. Die gaußförmige Intensitätsverteilung findet insbesondere beim Verlöten von Surface-mounted devices (SMD)-Bauteilen Verwendung. Oder beim Verlöten von Kontakten an integrierten Schaltungen (ICs).

Bei einer bevorzugten Ausführungsform wird der Laserstrahl durch eine Zoomoptik gelenkt. Durch die Zoomoptik kann die Intensitätsverteilung, die insbesondere ringförmig oder gaußförmig ausgebildet ist, an die Lötstellen oder das Lötpad angepasst werden.

Vorteilhaft wird der Laserstrahl durch eine Strahlweiche gelenkt. Durch die Strahlweiche kann insbesondere die Strahlführung und/oder die Intensitätsverteilung des Laserstrahls, insbesondere zwischen einer ringförmigen oder gaußförmigen Intensitätsverteilung, durch Umschalten geändert werden.

Eine weitere Ausgestaltung des Lötverfahrens ist durch einen weiteren Laserstrahl gekennzeichnet, der, vorzugsweise zeitgleich, mit dem Laserstrahl, und insbesondere parallel zu dem Laserstrahl, auf die zu lötende Oberfläche auftrifft. Zwei parallel geführte Laserstrahlen können insbesondere durch die Belegung von zwei Laserausgängen aus der Laserquelle bewirkt werden. Durch Verwendung zweier Laserstrahlen beim Löten lässt sich insbesondere ein Verkippen der Bauteile („Grabstein-Effekt“) verhindern. Dies betrifft unter anderem die Montage von SMD-Bauteilen, bei denen meist zwei gegenüber liegende Kontakte verlötet werden müssen.

Bevorzugt wird der Laserstrahl durch einen Strahlteiler gelenkt. Durch einen Strahlteiler lassen sich vergleichsweise einfach zwei, insbesondere parallele, Laserstrahlen herstellen. Der Strahlteiler ist insbesondere in einen Laser-Löt-Kopf integriert. Alternativ denkbar ist die Verwendung von zwei synchron eingesetzten Bearbeitungsköpfen.

Vorteilhaft wird der Laserstrahl aus einer Laserdiode, die insbesondere Galliumnitrid aufweist, abgestrahlt. Diodenlaser sind vorteilhaft preisgünstig und energieeffizient. Sie haben eine kleine Bauform und der Laserstrahl kann in Fasern geführt werden. Diodenlaser, die Licht im blauen Spektralbereich abstrahlen, weisen insbesondere Galliumnitrid (InGaN / GaN)-Emitter auf. Diese Emitter emittieren insbesondere Strahlung im Wellenlängenbereich von 390 bis 450 nm.

Eine Lötvorrichtung weist eine Laserstrahlquelle auf, die dazu ausgebildet ist, einen Laserstrahl mit Licht im blauen oder ultravioletten Wellenlängenbereich abzustrahlen. Durch eine solche Lötvorrichtung lässt sich der Lötvorgang besonders zeitsparend und mit geringer Erwärmung der zu löten-

den Bauteile durchführen. Die Lötvorrichtung weist zumindest eine Mehrfachclad-Faser auf und ist zur Durchführung eines hier beschriebenen Verfahrens ausgebildet. Die Lötvorrichtung kann dabei zumindest teilweise wie in der veröffentlichten Patentanmeldung DE 10 2010 003 750 A1 der Anmelderin ausgebildet sein. Der Inhalt der DE 10 2010 003 750 A1 wird dabei vollumfänglich durch Verweis aufgenommen (incorporated by reference).

Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und der Zeichnung. Ebenso können die vorstehend genannten und die noch weiter ausgeführten Merkmale jeweils einzeln für sich oder zu mehreren in beliebigen Kombinationen Verwendung finden. Die gezeigten und beschriebenen Ausführungsformen sind nicht als abschließende Aufzählung zu verstehen, sondern haben vielmehr beispielhaften Charakter für die Schilderung der Erfindung.

Durch die höhere Absorption im blauen Spektralbereiche kommt es zu einer geringeren Reflexion des Strahls. Folglich werden umliegende Bauteile nicht durch reflektierte Laserstrahlung beschädigt.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung und Zeichnung

Fig. 1 zeigt eine schematische Ansicht einer Ausführungsform der Lötvorrichtung;

Fig. 2 zeigt eine schematische Ansicht eines Strahlteilers der Lötvorrichtung;

Fig. 3 zeigt eine Reflexions- bzw. ein Absorptionsspektrum von Zinn. Quelle: M. Greenstein Optical absorption aspects of laser soldering for high density interconnects, 1 November 1989 / Vol. 28, No. 21 / APPLIED OPTICS;

Fig. 4 zeigt eine schematische Ansicht einer weiteren Ausführungsform einer Lötvorrichtung.

Die in **Fig. 1** gezeigte Lötvorrichtung **10** zum Verbinden von Elektronikbauteilen **12a, 12b** (hier eines Bauteils 12a auf einer Platine 12b) emittiert einen ersten und einen zweiten Laserstrahl **14a, 14b** im blauen Spektralbereich oder ultravioletten Spektralbereich zur erhöhten Absorption des Laserlichts durch zum Löten verwendetes Lot **16**. Durch Verwendung mehrerer Laserstrahlen 14a, 14b lassen sich mehrere Kontakte **18a, 18b** der Elektronikbauteile 12a, 12b gleichzeitig verlöten und so ein Umkippen des jeweiligen Elektronikbauteils 12a, 12b („Grabsteineffekt“) verhindern. Das Lot 16 weist insbesondere Zinn auf. Die Laserstrahlen 14a, 14b werden durch Lichtleiterkabel **20a, 20b** von ihrem jeweiligen Ausgang an einer Laserstrahlquelle **21**, insbesondere einer Laserdiode mit einem Galliumnitrid-Emitter, zu der jeweiligen Lötstelle **22a, 22b** gelenkt. Die Lichtleiterkabel 20a, 20b weisen jeweils eine Mehrfachclad-Faser **24a, 24b** auf, um die Intensitätsverteilung der Laserstrahlen 14a, 14b flexibel einstellen zu können. Die Laserstrahlen 14a, 14b werden durch jeweils eine Zoomoptik **26a, 26b** auf die jeweilige Lötstelle 22a, 22b fokussiert. Strahlweichen **28a, 28b** dienen zum Umschalten zwischen Strahlausrichtungen und Intensitätsprofilen der Laserstrahlen 14a, 14b, insbesondere zum Umschalten zwischen einem gaußförmigen und einem ringförmigen Intensitätsprofil.

In **Fig. 2** ist, insbesondere als Alternative zur Verwendung zweier Lichtleiterkabel 20a, 20b (siehe Fig. 1), ein Strahlteiler **30** dargestellt, durch den ein erster, einfallender Laserstrahl **14^(I)** mit Wellenlängen im blauen Spektralbereich in die zwei parallelen Laserstrahl 14a, 14b aufgeteilt wird. Der Strahlteiler 30 weist hierzu insbesondere einen halbdurchlässigen Spiegel **32** auf. Ein weiterer Spiegel **34** sorgt für die parallele Ausrichtung

des zweiten Laserstrahls 14b zu dem ersten Laserstrahl 14a. Der erste und zweite Laserstrahl 14a, 14b werden zum Verlöten der Elektronikbauteile 12a, 12b durch die Zoomoptik 26a, 26b auf jeweils eine Lötstelle 22a, 22b fokussiert.

5

In **Fig. 3** ist die Reflexionskurve einer Zinnprobe, bezeichnet mit Sn, mit einer matten Oberfläche (gestrichelte Linie) und einer Zinnprobe mit einer glänzenden Oberfläche (durchgezogene Linie) bei Bestrahlung durch Laserlicht dargestellt. Die gestrichelte Kurve gilt für matte Oberflächen, diese treten heute gehäuft aufgrund der ROHS-Richtlinie und den damit verbunden bleifreien Loten (0,1 % Gewichtsprozent) auf. Die durchgezogene Linie gibt das Absorption- bzw. Reflektionsverhalten von glänzenden Oberflächen wieder.

10

15

In beiden Fällen nimmt die Reflexion mit kleinerer Wellenlänge des Laserlichts ab, das heißt die Absorption nimmt zu. Bei Wellenlängen im Bereich von 400 nm ist die Absorption bei einer matten Oberfläche ca. 40% größer als bei Wellenlängen im Bereich von 900 nm. Quelle: M. Greenstein Optical absorption aspects of laser soldering for high density interconnects, 1 November 1989 / Vol. 28, No. 21 / APPLIED OPTICS

20

Die in **Fig. 4** gezeigte Lötvorrichtung 10 emittiert lediglich einen ersten Laserstrahl 14a im blauen Spektralbereich oder ultravioletten Spektralbereich zur erhöhten Absorption des Laserlichts durch zum Löten verwendetes Lot 16. Das Lot 16 weist insbesondere Zinn auf. Der Laserstrahl 14a wird durch ein Lichtleiterkabel 20a von seinem jeweiligen Ausgang an einer Laserstrahlquelle 21, insbesondere einer Laserdiode mit einem Galliumnitrid-Emitter, zur Lötstelle 22a gelenkt. Das Lichtleiterkabel 20a weist eine Mehrfachclad-Faser 24a auf, um die Intensitätsverteilung des Laserstrahls 14a flexibel einstellen zu können. Der Laserstrahl 14a wird

25

30

durch eine Zoomoptik 26a auf die Lötstelle 22a fokussiert. Eine Strahlweiche 28a dient zum Umschalten zwischen Strahlausrichtungen und Intensitätsprofilen des Laserstrahls 14a, insbesondere zum Umschalten zwischen einem gaußförmigen und einem ringförmigen Intensitätsprofil.

5

Unter Vornahme einer Zusammenschau aller Figuren der Zeichnung betrifft die Erfindung ein Lötverfahren zum Verbinden von Elektronikbauteilen 12a, 12b durch Löten, bei welchem ein Lot 16 mit einem Laserstrahl 14a, 14b vorzugsweise mit Licht in einem Wellenlängenbereich von 300 nm bis 450 nm geschmolzen wird. Durch Einsatz von Lot mit hohem Zinnanteil wird die Effizienz des Verfahrens gesteigert. Das Verfahren wird mit einem Lichtleiterkabel mit einer Mehrfachclad-Faser durchgeführt. Besonders bevorzugt werden mehrere, zumindest abschnittsweise parallel geführte Laserstrahlen 14a, 14b eingesetzt.

10

15

Patentansprüche

1. Lötverfahren zum Verbinden von Elektronikbauteilen (12a, 12b)
5 durch Löten mit einem Laserstrahl (14a, 14b), wobei ein Lot (16)
mit einem Laserstrahl (14a, 14b) geschmolzen wird,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Laserstrahl (14a, 14b) Licht im blauen Spektralbereich
und/oder ultravioletten Spektralbereich aufweist, wobei das Lot (16)
10 für Laserstrahlen (14a, 14b) im blauen Spektralbereich und/oder
ultravioletten Spektralbereich eine um mindestens 20%, insbeson-
dere mindestens 30%, vorzugsweise mindestens 40% höhere Ab-
sorption des Laserlichts aufweist als für Laserstrahlen mit größeren
Wellenlängen, wobei das Lot (16) Zinn, Blei, Kupfer und/oder Silber
15 aufweist, wobei der Laserstrahl (14a, 14b) Licht in einem Wellenlän-
genbereich von 390 nm bis 450 nm aufweist und wobei der Laser-
strahl (14a, 14b) durch ein Lichtleiterkabel (20a, 20b) mit einer
Mehrfachclad-Faser (24a, 24b) gelenkt wird.
- 20 2. Lötverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der
Laserstrahl (14a, 14b) ein gaußförmiges oder ringförmiges Intensi-
tätsprofil aufweist.
3. Lötverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch
25 gekennzeichnet, dass der Laserstrahl (14a, 14b) durch eine
Zoomoptik (26a, 26b) gelenkt wird.
4. Lötverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch
gekennzeichnet, dass der Laserstrahl (14a, 14b) durch eine Strahl-
30 weiche (28a, 28b) gelenkt wird.

- 5 5. Lötverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen weiteren Laserstrahl (14a, 14b), der insbesondere parallel zu dem Laserstrahl (14a, 14b) auf die zu lötende Oberfläche auftrifft.
- 10 6. Lötverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Laserstrahl (14a, 14b) durch einen Strahlteiler (30) gelenkt wird.
7. Lötverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Laserstrahl (14a, 14b) aus einer Laserdiode, die insbesondere Galliumnitrid aufweist, abgestrahlt wird.
- 15 8. Lötvorrichtung (10) mit einer Laserstrahlquelle (21) zur Durchführung eines Lötverfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die dazu ausgebildet ist, einen Laserstrahl (14a, 14b) mit Licht im blauen oder ultravioletten Wellenlängenbereich abzustrahlen.

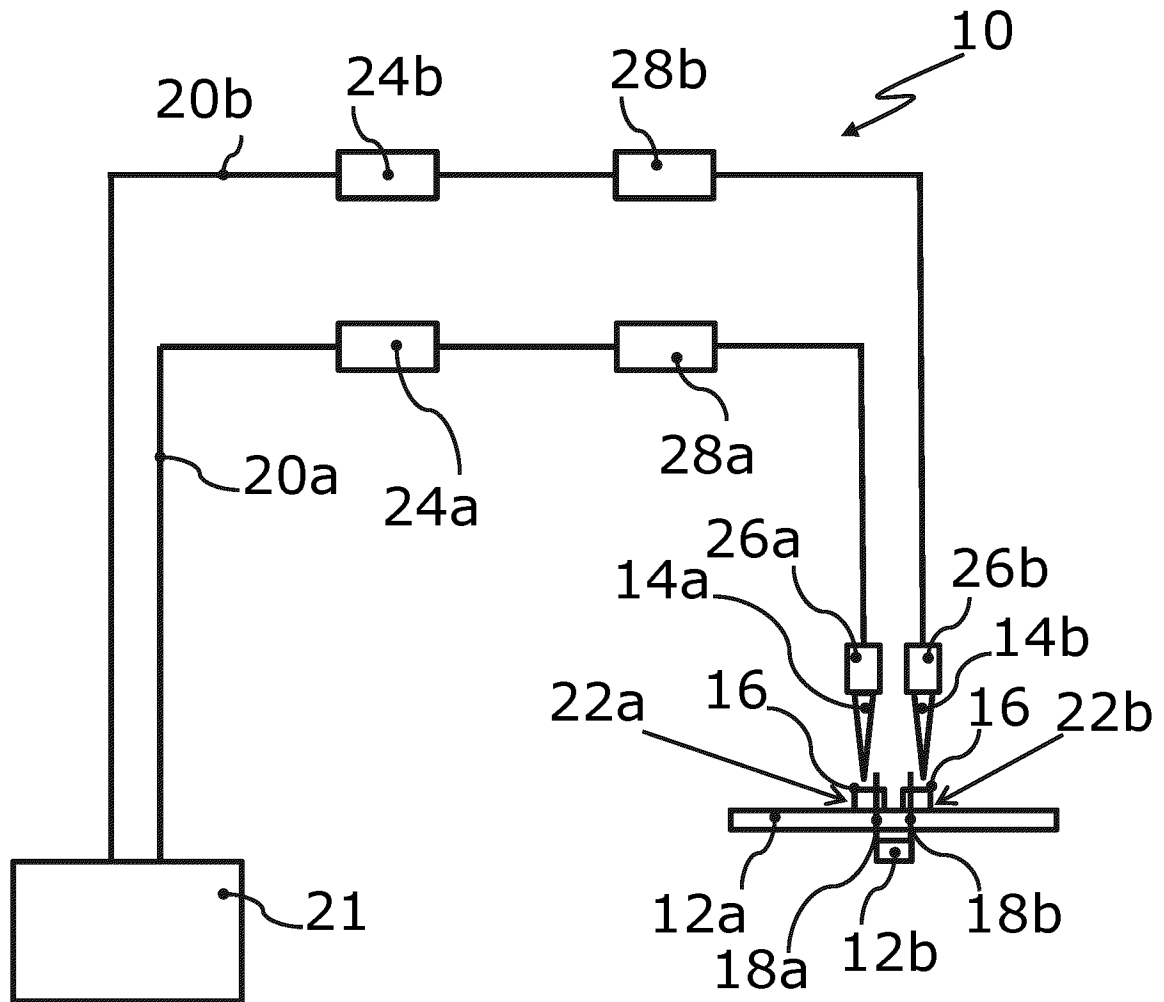


Fig. 1

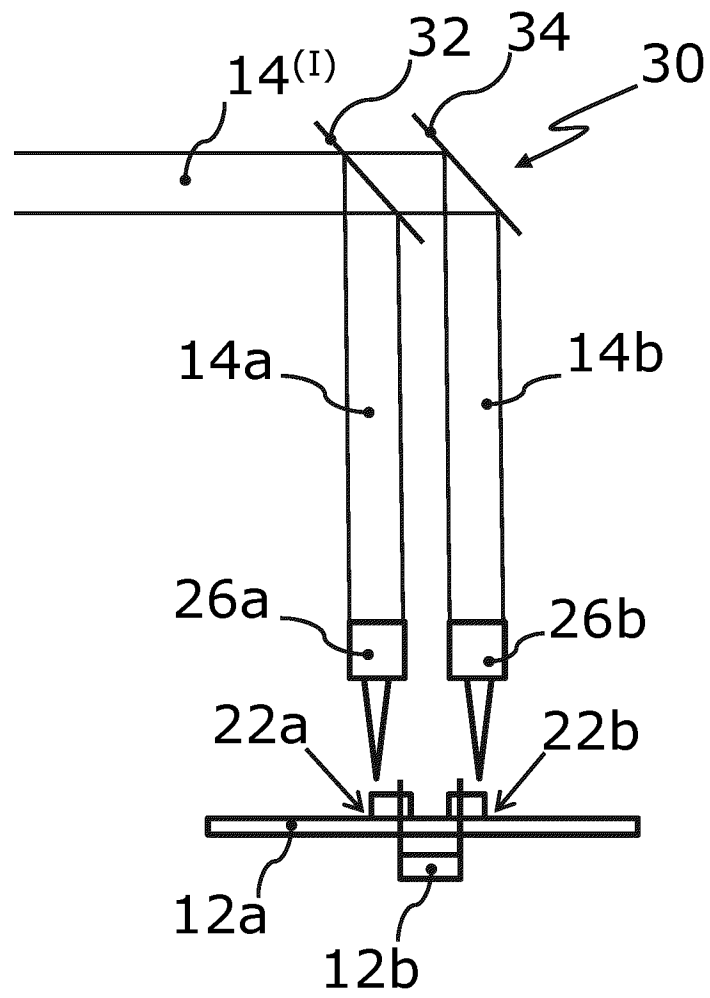


Fig. 2

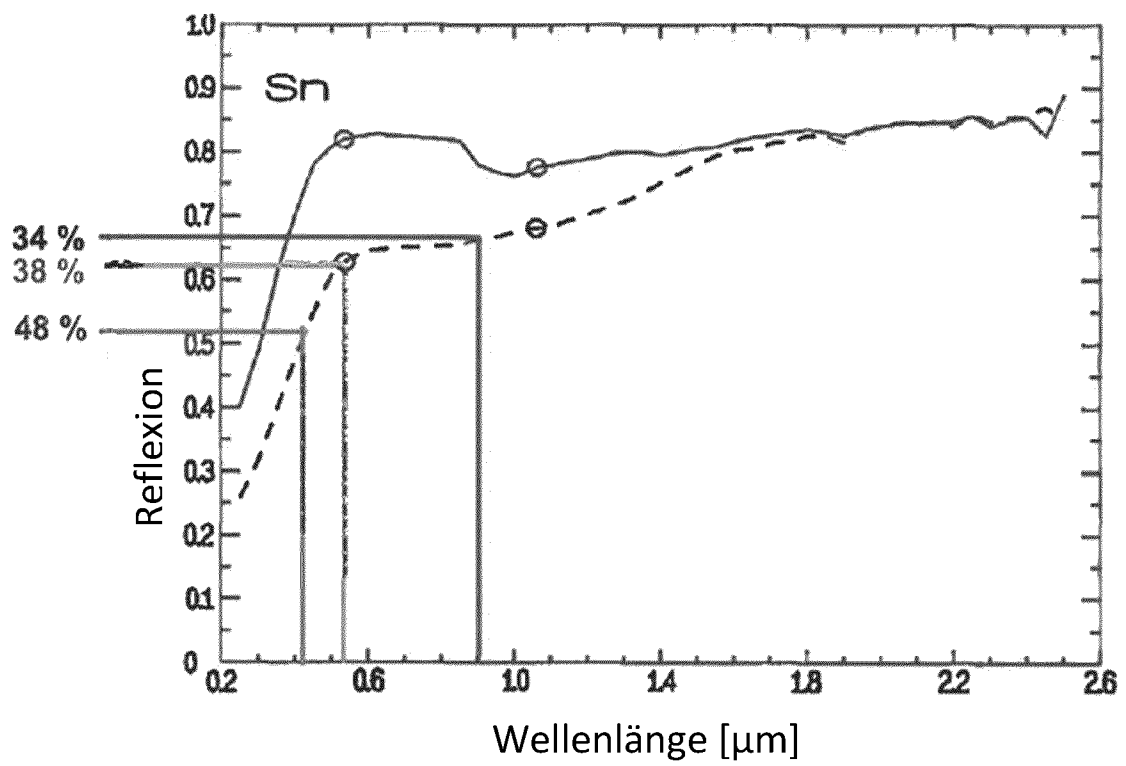


Fig. 3

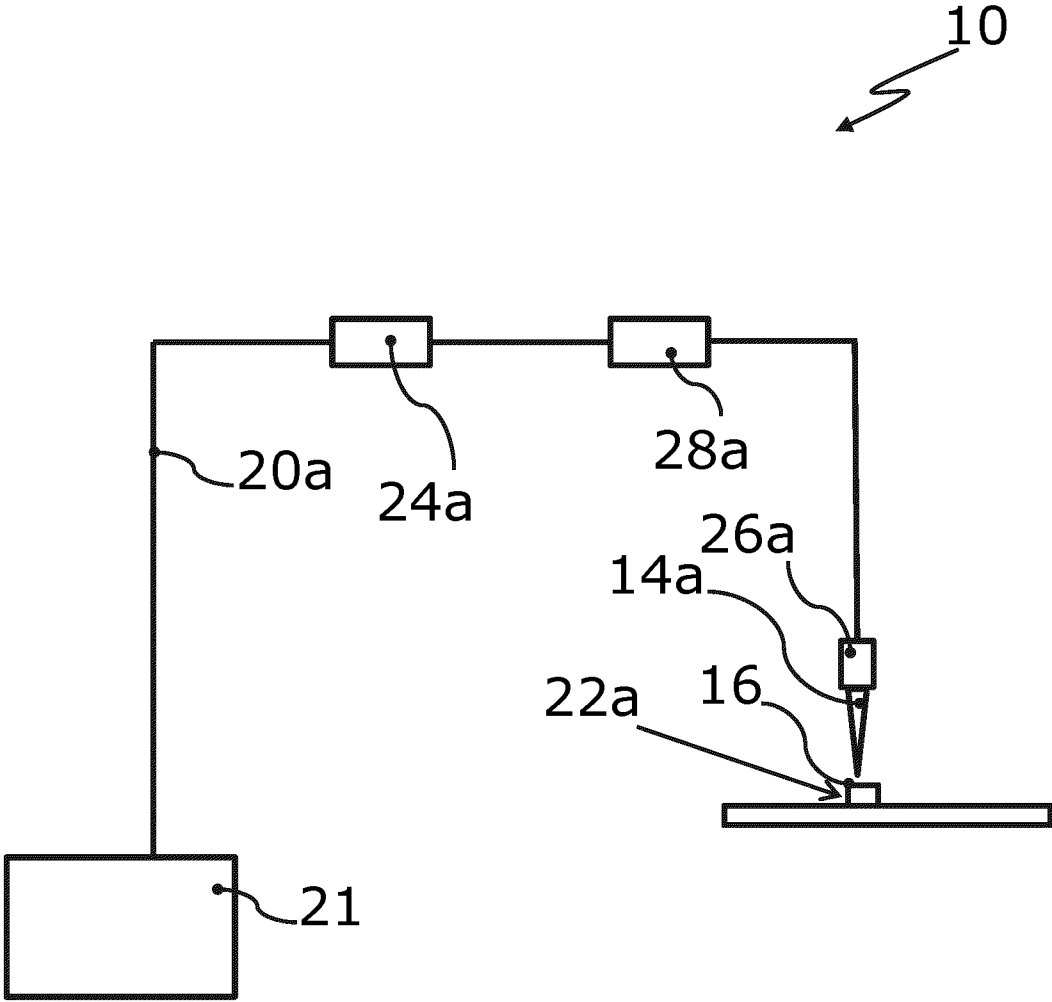


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2021/053302

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K 1/005(2006.01)i; **B23K 1/19**(2006.01)i; **B23K 26/06**(2014.01)i; **B23K 26/073**(2006.01)i; **G02B 6/02**(2006.01)i;
G02B 6/42(2006.01)i; **B23K 1/00**(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)

B23K; G02B

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.
Y	JP 2019155428 A (NIHON DENSAN KK) 19 September 2019 (2019-09-19) paragraphs [0005] - [0008], [0025], [0032] - [0034], [0057] claim * figure 9	1-8
Y	US 2018284490 A1 (HEMENWAY MARTY [US] ET AL) 04 October 2018 (2018-10-04) paragraphs [0002], [0003], [0097], [0172]	1-8



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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

17 May 2021

Date of mailing of the international search report

31 May 2021

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

Perret, William

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2021/053302

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2019155428	A	19 September 2019	NONE	
US	2018284490	A1	04 October 2018	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	B23K1/005 G02B6/42	B23K1/19 B23K1/00
	B23K26/06	B23K26/073 G02B6/02
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
B23K G02B		
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.
Y	JP 2019 155428 A (NIHON DENSAN KK) 19. September 2019 (2019-09-19) Absätze [0005] - [0008], [0025], [0032] - [0034], [0057] Anspruch * Abbildung 9	1-8
Y	US 2018/284490 A1 (HEMENWAY MARTY [US] ET AL) 4. Oktober 2018 (2018-10-04) Absätze [0002], [0003], [0097], [0172]	1-8
☐ 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
17. Mai 2021		31/05/2021
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 Perret, William

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2021/053302

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2019155428 A	19-09-2019	KEINE	
US 2018284490 A1	04-10-2018	KEINE	