

(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
01. Februar 2018 (01.02.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/019809 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B29C 65/16 (2006.01) B29C 65/14 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/068718

(22) Internationales Anmeldedatum:

25. Juli 2017 (25.07.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2016 113 950.5

28. Juli 2016 (28.07.2016) DE

(71) Anmelder: HELLA GMBH & CO. KGAA [DE/DE];

Rixbecker Straße 75, 59552 Lippstadt (DE).

(72) Erfinder: FIEGLER, Georg; Im Ried 40, 59557 Lippstadt (DE). HAKE, Leon-Cornelius; Friedrichsdorfer Straße 35, 33335 Gütersloh (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, 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, 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,

(54) Title: JOINING METHOD AND JOINING DEVICE FOR CARRYING OUT THE JOINING METHOD

(54) Bezeichnung: FÜGEVERFAHREN UND FÜGEEINRICHTUNG ZUR DURCHFÜHRUNG DES FÜGEVERFAHRENS

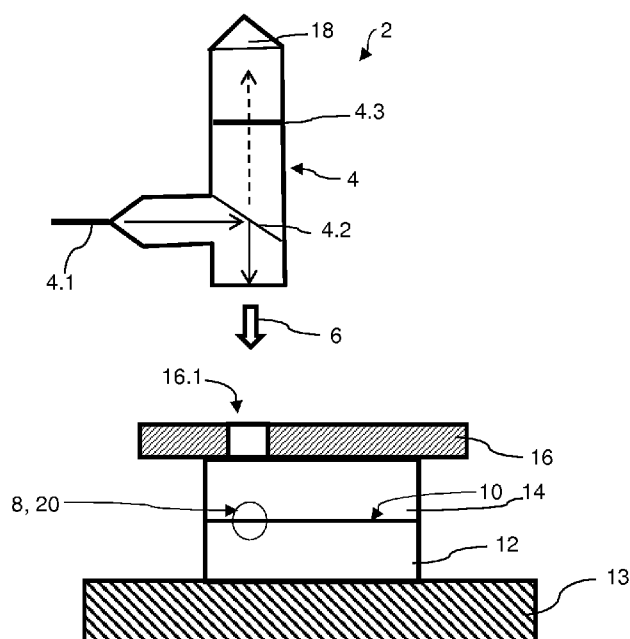


Fig. 1a

(57) Abstract: The invention relates to a joining method for joining two parts to be joined (12, 14), in particular a laser welding method, wherein at least one working beam (6), generated with a beam generation unit (4) controlled in an open-loop or closed-loop manner by a control unit, acts on an irradiation point (8) of a surface (10) of at least one part to be joined in a material-softening or -melting manner, wherein a shielding means (16) that is impermeable to the radiation of the working beam (6) is arranged between the beam generation unit (4) and the parts to be joined (12, 14). According to the invention, in order to permit a joining quality control occurring during the joining process, the temperature of the irradiation point (8) is measured by means of a heat radiation measuring unit (18) arranged on a side of the shielding means (16) facing away from the two parts to be joined (12, 14), and the shielding means (16) substantially absorbs

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).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

radiation in the wavelength range of the working beam (6) and the measurement range of the heat radiation measuring unit (18). The invention also relates to a joining device (2) for carrying out the joining method according to the invention.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Fügeverfahren zum Fügen von zwei Fügeteilen (12, 14), insbesondere Laserschweißverfahren, bei dem mindestens ein mit einer durch eine Steuereinheit gesteuerten oder geregelten Strahlerzeugungseinheit (4) erzeugter Arbeitsstrahl (6) auf einen Bestrahlungsfleck (8) einer Oberfläche (10) mindestens eines Fügeteiles materialerweichend oder -schmelzend einwirkt, wobei zwischen der Strahlerzeugungseinheit (4) und den Fügeteilen (12, 14) ein für die Strahlung des Arbeitsstrahles (6) undurchlässiges Abschirmmittel (16) angeordnet ist. Um eine während des Fügeprozesses erfolgende Fügequalitätskontrolle zu ermöglichen wird vorgeschlagen, dass mittels einer auf einer den beiden Fügeteilen (12, 14) abgewandten Seite des Abschirmmittels (16) angeordneten Wärmestrahlungsmesseinheit (18) die Temperatur des Bestrahlungsflecks (8) gemessen wird und das Abschirmmittel (16) Strahlung in dem Wellenlängenbereich des Arbeitsstrahles (6) und des Messbereichs der Wärmestrahlungsmesseinheit (18) im Wesentlichen absorbiert. Ferner betrifft die Erfindung eine Fügeeinrichtung (2) zur Durchführung des erfindungsgemäßen Fügeverfahrens.

Fügeverfahren und Fügeeinrichtung zur Durchführung des Fügeverfahrens

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Fügeverfahren und eine Fügeeinrichtung zur Durchführung des Fügeverfahrens.

Derartige Fügeverfahren und Fügeeinrichtungen sind aus dem Stand der Technik in zahlreichen Ausführungsvarianten bereits bekannt.

Aus der EP 0 997 261 B9 ist beispielsweise ein Laserfügeverfahren und eine Vorrichtung zum Verbinden von verschiedenen Kunststoffen oder Kunststoff mit anderen Materialien bekannt. Bei dem bekannten Verfahren wirkt ein mit einer durch eine Steuereinheit gesteuerten oder geregelten Strahlerzeugungseinheit erzeugter Laserstrahl auf einen Bestrahlungsfleck einer Oberfläche eines Fügeteiles materialschmelzend ein, wobei zwischen der Strahlerzeugungseinheit und den Fügeteilen ein für den Laserstrahl undurchlässiges Abschirmmittel angeordnet ist.

Das Abschirmmittel dient als Schweißmaske, um sehr feine Konturen aus dem Gebiet der Mikromechanik und Mikrosystemstechnik mittels eines linienförmigen Laserstrahls zu schweißen.

Hier setzt die vorliegende Erfindung an.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine während des Fügeprozesses erfolgende Fügequalitätskontrolle zu ermöglichen.

Diese Aufgabe wird durch ein Fügeverfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch eine Fügeeinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 5 gelöst. Die Unteransprüche betreffen vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung.

Ein wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Fügeverfahrens sowie der erfindungsgemäßen Fügeeinrichtung liegt insbesondere darin, dass die Fügequalitätskontrolle berührungslos erfolgt. Dies ist insbesondere vorteilhaft bei Fügeteilen, bei denen sich die Fügefläche nicht an der Oberfläche der gefügten Fügeteile, sondern im Inneren des dadurch hergestellten Teils befindet. Darüber hinaus unterliegt eine berührungslose Kontrolle keinem durch die Berührung mit den Fügeteilen verursachten Verschleiß; entsprechend werden auch die Fügeteile durch die Kontrolle nicht beschädigt.

Die Messung der Temperatur des Bestrahlungsflecks liefert dabei eine sichere Aussage über die Qualität der Verbindung, beispielsweise der Schweißnaht. Hierfür ist es erforderlich, mit der Wärmestrahlungsmesseinheit ein ausreichend hohes Messsignal zu empfangen. Ferner sind Störsignale von der Wärmestrahlungsmesseinheit fernzuhalten; also Messsignale, die nicht von dem Bestrahlungsfleck stammen. Beides wird durch das Abschirmmittel gewährleistet.

Eine besonders vorteilhafte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Fügeverfahrens sieht vor, dass der Arbeitsstrahl der Strahlerzeugungseinheit und/oder ein Strahlungsempfänger der Wärmestrahlungsmesseinheit mittels der Steuereinheit während des Fügeprozesses derart bewegt wird/werden, dass ein Messfleck der Wärmestrahlungsmesseinheit während des gesamten Fügeprozesses innerhalb des Bestrahlungsflecks, insbesondere das Zentrum des Bestrahlungsflecks abdeckend, bleibt. Hierdurch ist die Genauigkeit der Temperaturmessung gesteigert und damit eine verbesserte Aussage über die Qualität der Verbindung erzielt.

Im Idealfall sind die Zentren des Messflecks und des Bestrahlungsflecks während des gesamten Fügeprozesses deckungsgleich. Eine gute Lagetreue der Zentren zueinander lässt sich beispielsweise durch einen als Achssystem ausgebildeten Antrieb der Strahlerzeugungseinheit erzielen. Eine Bewegungsumkehr, also die Bewegung der Fügeteile anstelle der Strahlerzeugungseinheit, ist von der Erfindung mit umfasst.

Eine andere vorteilhafte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Fügeverfahrens sieht vor, dass mittels einer mit der Wärmestrahlungsmesseinheit signalübertragend verbundenen Ausgabeeinheit eine akustische und/oder optische Warnung in Abhängigkeit davon ausgegeben wird, ob ein oder mehrere Messwerte der Wärmestrahlungsmesseinheit eine vorher festgelegte Unter- und/oder Obergrenze unter- und/oder überschreiten. Auf diese Weise ist ein schneller Eingriff durch eine Bedienperson ermöglicht.

Eine besonders vorteilhafte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass die Strahlerzeugungseinheit und/oder ein Antrieb der Strahlerzeugungseinheit in Abhängigkeit eines oder mehrerer Messwerte der Wärmestrahlungsmesseinheit gesteuert oder geregelt wird/werden. Hierdurch ist der Automatisierungsgrad gesteigert, was zu einer Entlastung der Bedienperson führt.

Beispielsweise kann es sich um die Steuerung oder Regelung der Verfahrensgeschwindigkeit des Arbeitsstrahls oder von dessen Leistung handeln, um so eine homogene Fügequalität über einen längeren Fügebereich, beispielsweise eine Schweißnaht, zu erzielen.

Grundsätzlich ist die Wärmestrahlungsmesseinheit nach Art und Anordnung in weiten geeigneten Grenzen frei wählbar. Voreilhafterweise ist die Wärmestrahlungsmesseinheit als ein Pyrometer oder als eine Wärmebildkamera ausgebildet.

Pyrometer sind bewährte Wärmestrahlungsmesseinheiten, die eine schnelle Temperaturmessung ermöglichen.

Wärmebildkameras haben gegenüber Pyrometern den Vorteil, dass eine größere Fläche gleichzeitig kontrolliert werden kann.

Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Fügeeinrichtung sieht vor, dass die Wärmestrahlungsmesseinheit an oder in der Strahlerzeugungseinheit

angeordnet ist. Auf diese Weise ist eine kompakte Bauweise der Fügeeinrichtung ermöglicht.

Eine andere vorteilhafte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Fügeeinrichtung sieht vor, dass ein Messfleck der Wärmestrahlungsmesseinheit derart ausgebildet ist, dass dieser im Betrieb der Fügeeinrichtung das Zentrum des Bestrahlungsflecks abdeckt und kleiner als der Bestrahlungsfleck ist, insbesondere ist die Fläche des Messflecks kleiner oder gleich 80% der Fläche des Bestrahlungsflecks. Hierdurch ist die Genauigkeit der Temperaturmessung gesteigert und damit eine verbesserte Aussage über die Qualität der Verbindung erzielt.

Grundsätzlich sind der Messbereich der Wärmestrahlungsmesseinheit sowie die Lage der maximalen Messempfindlichkeit der Wärmestrahlungsmesseinheit in weiten geeigneten Grenzen frei wählbar.

Zweckmäßigerweise ist der Messbereich der Wärmestrahlungsmesseinheit auf größer oder gleich 180°C, insbesondere größer oder gleich 80°C, eingestellt.

Ferner ist es sinnvoll, dass das Maximum der Messempfindlichkeit der Wärmestrahlungsmesseinheit in einem Spektralbereich von 1,9 μm bis 2,4 μm , insbesondere 1,9 μm bis 2,1 μm , liegt.

Die beiden vorgenannten Weiterbildungen sind insbesondere vorteilhaft bei Fügeteilen, bei denen mindestens ein Fügeteil als ein Kunststoffteil ausgebildet ist.

Das Abschirmmittel ist nach Art, Material, Form, Dimensionierung und Anordnung in weiten geeigneten Grenzen frei wählbar.

Vorteilhafterweise ist das Abschirmmittel als eine Schweißmaske der Fügeeinrichtung ausgebildet. Hierdurch ist das Abschirmmittel auf konstruktiv besonders einfache und platzsparende Weise realisiert.

Eine dazu alternative Weiterbildung sieht vor, dass das Abschirmmittel als ein separates Bauteil der Fügeeinrichtung ausgebildet ist. Hierdurch lässt sich das Abschirmmittel besonders gut nach dessen Funktion gestalten. Auch ist es dadurch möglich, voneinander verschiedene Abschirmmittel zu bevorraten und je nach Anwendungsfall die erfindungsgemäße Fügeeinrichtung auf das geeignete Abschirmmittel umzurüsten, ohne das andere Bauteile der Fügeeinrichtung gewechselt werden müssen.

Eine andere alternative Weiterbildung der erfindungsgemäßen Fügeeinrichtung sieht vor, dass das Abschirmmittel als eine Beschichtung eines Bauteils der Fügeeinrichtung, insbesondere einer Schweißmaske, ausgebildet ist. Auf diese Weise ist das Abschirmmittel sehr platz- und materialsparend verwirklicht.

Zweckmäßigerweise ist das Abschirmmittel aus Edelstahl oder Aluminiumkeramik hergestellt oder es weist eine Beschichtung aus Edelstahl oder Aluminiumkeramik auf. Vorzugsweise ist das Abschirmmittel gewalzt und/oder die Oberfläche des Abschirmmittels aufgeraut, beispielsweise dadurch, dass diese vorab mit aufrauenden Mitteln bestrahlt worden ist.

Anhand der beigefügten, grob schematischen Zeichnung wird die Erfindung nachfolgend näher erläutert. Dabei zeigt:

- Fig. 1a ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Fügeeinrichtung in einer vereinfachten, geschnittenen Frontansicht;
- Fig. 1b den Bestrahlungsfleck und den Messfleck des ersten Ausführungsbeispiels in einer Detailansicht von oben und
- Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Fügeeinrichtung in einer zur Fig. 1a analogen Darstellung.

Im Nachfolgenden wird das erfindungsgemäße Fügeverfahren und die erfindungsgemäße Fügeeinrichtung anhand der Fig. näher erläutert.

Gleiche oder gleichwirkende Bauteile sind in den Fig. mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Fig. 1 zeigt eine als Konturlaserschweißeinrichtung ausgebildete Fügeinrichtung 2 mit einer als Konturschweißkopf ausgebildeten Strahlerzeugungseinheit 4. Der Konturschweißkopf 4 wird durch eine nicht dargestellte Steuereinheit der Konturlaserschweißeinrichtung 2 gesteuert.

Im Betrieb der Fügeinrichtung 2 wirkt der Konturschweißkopf 4 mit einem durch einen Pfeil symbolisch dargestellten als Laserstrahl ausgebildeten Arbeitsstrahl 6 auf einen Bestrahlungsfleck 8 einer Oberfläche 10 eines als laserstrahlabsorbierendes Kunststoffteil ausgebildetes erstes Fügeteil 12 materialschmelzend ein. Das Kunststoffteil 12 ist auf dem Fachmann bekannte Weise auf einer Aufnahme 13 gehalten.

Das zweite Fügeteil 14 ist als teilweise laserstrahltransparentes Kunststoffteil 14 ausgebildet, so dass der Laserstrahl 6 das Kunststoffteil 14 teilweise durchdringen kann, um das Kunststoffteil 12 an dessen Oberfläche 10 aufzuschmelzen.

Beide Kunststoffteile 12, 14 werden auf dem Fachmann bekannte Weise im Bereich des Bestrahlungsflecks 8 miteinander stoffschlüssig verbunden. Der Bestrahlungsfleck 8 ist hier kreisflächenartig ausgebildet. Jedoch sind auch andere Geometrien denkbar.

Zwischen dem Konturschweißkopf 4 und den Kunststoffteilen 12, 14 ist ein für die Strahlung des Laserstrahls 6 undurchlässiges Abschirmmittel 16 angeordnet. Das Abschirmmittel 16 ist hier als Schweißmaske 16 ausgebildet und aus Edelstahl hergestellt. Die Schweißmaske 16 dient dazu, die beiden Fügeteile 12, 14 vor der stoffschlüssigen Verbindung gegeneinander vorzuspannen, also gegeneinander zu drücken.

Ferner weist die Konturlaserschweißeinrichtung 2 eine als Pyrometer ausgebildete Wärmestrahlungsmesseinheit 18 zur Messung der Temperatur des Bestrahlungs-

flecks 8 auf. Das Pyrometer 18 ist in den Konturschweißkopf 4 eingebaut und mit der nicht dargestellten Steuereinheit signalübertragend verbunden.

Hierfür weist der Konturschweißkopf 4 eine in der Blattebene links angeordnete Fasersereinkopplung 4.1 auf, deren Laserstrahl 6 mittels eines teildurchlässigen Spiegels 4.2 in Richtung Kunststoffteile 12, 14 umgeleitet wird. Der Spiegel 4.2 reflektiert in dem Wellenlängenbereich des Laserstrahls 6 und ist für die Wärmestrahlung der gefügten Kunststoffteile 12, 14, zumindest im Messbereich des Pyrometers 18, teilweise durchlässig. Um ungewünschte Störstrahlung des Laserstrahls 6 von dem Pyrometer 18 fernzuhalten, ist hier zusätzlich ein Filter 4.3 eingebaut, das für Strahlung in dem Wellenlängenbereich des Laserstrahls 6 undurchlässig ist.

Der Edelstahl der Schweißmaske 16 weist die Bestandteile Chrom, Nickel, Zink, Eisen und Zinn auf. Die Zusammensetzung ist derart gewählt, dass die Schweißmaske 16 in dem Wellenlängenbereich des Laserstrahls 6 und des Messbereichs des Pyrometers 18 im Wesentlichen absorbierend, also reflexionsarm, ist.

Der Laserstrahl 6 weist hier eine Wellenlänge von 980 nm auf. Der Messbereich des Pyrometers 18 ist auf Temperaturen größer oder gleich 180°C eingestellt, da die Schmelztemperaturen der zu fügenden Kunststoffteile 12, 14 hier im Bereich von 250°C liegen.

Bei anderen Kunststoffen, beispielsweise bei Kunststoffen die bereits unter 100°C erweichen, würde der Messbereich sinnvollerweise größer oder gleich 80°C eingestellt werden.

Die Messempfindlichkeit des Pyrometers 18 wurde derart eingestellt, dass das Maximum der Messempfindlichkeit des Pyrometers 18 in einem Spektralbereich, also Wellenlängenbereich, von 1,9 µm bis 2,1 µm liegt.

Das Pyrometer 18 und der Konturschweißkopf 4 sowie deren Anordnung und Ausrichtung zu der Schweißmaske 16 und den Kunststoffteilen 12, 14 sind derart aufeinander

abgestimmt ausgebildet, dass ein kreisflächenförmiger Messfleck 20 des Pyrometers 18 im Betrieb der Konturlaserschweißeinrichtung 2 das Zentrum des Bestrahlungsflecks 8 abdeckt und kleiner als der Bestrahlungsfleck 8 ist. In dem ersten Ausführungsbeispiel beträgt die Fläche des Messflecks 20 etwa 50% der Fläche des Bestrahlungsflecks 8.

In Fig. 1a ist lediglich die Lage des Bestrahlungsflecks 8 und des Messflecks 20 durch eine kreisförmige Markierung verdeutlicht; siehe hierzu auch Fig. 1b.

Das Konturlaserschweißverfahren wird nachfolgend erläutert:

Der Laserstrahl 6 wird von dem Konturschweißkopf 4 in Richtung Kunststoffteile 12, 14 abgestrahlt. Dabei passiert der Laserstrahl 6 einen in der Schweißmaske 16 ausgebildeten Durchtrittsspalt 16.1, durchdringt das teilweise lasertransparente Kunststoffteil 14 und trifft in den Grenzen des Bestrahlungsflecks 8 auf die Oberfläche 10 des laserabsorbierenden Kunststoffteils 12. Das Kunststoffteil 12 schmilzt an dessen Oberfläche 10 auf und dabei freigesetzte Wärmestrahlung wird durch einen nicht dargestellten Strahlungsempfänger des Pyrometers 18 erfasst.

Durch das als Schweißmaske ausgebildete Abschirmmittel 16 wird dabei wirksam verhindert, dass Störstrahlung die zu fehlerhaften Messergebnissen führt, von den Kunststoffteilen 12, 14 zu dem Pyrometer 18 gelangt.

Über die auf diese Weise ermittelte Temperatur des Bestrahlungsflecks 8 kann auf die Schweißpunktqualität geschlossen werden. Auch lässt sich dadurch ermitteln, ob beide Kunststoffteile 12, 14 vorhanden und zueinander richtig angeordnet sind. Wäre beispielsweise das laserstrahlabsorbierende Kunststoffteil 12 in der Blattebene in ungewünschter Weise oberhalb des teilweise laserstrahltransparenten Kunststoffteils 14 angeordnet, so würde mittels des Pyrometers 18 eine andere Temperatur gemessen; gleiches gilt für den Fall, dass eines der Kunststoffteile 12, 14 fehlt oder sich fälschlicherweise anstelle eines der Fügeteile 12, 14 ein anderes Teil in der Fügeeinrichtung 2 befindet.

Bei dem Konturlaserschweißverfahren wird jedoch nicht nur an einem einzigen Punkt geschweißt, sondern es wird eine in die Blattebene senkrecht hinein verlaufende, nicht dargestellte Schweißnaht hergestellt. Hierfür weist die Konturlaserschweißeinrichtung 2 einen nicht dargestellten Antrieb auf, mittels dessen der Konturschweißkopf 4 relativ zu den Kunststoffteilen 12, 14 und der Schweißmaske 16 längs der Schweißlinie für die Schweißnaht verfahren wird.

Selbstverständlich wäre auch ein Bewegen der Aufnahme 13 und damit der Kunststoffteile 12, 14 und der Schweißmaske 16 denkbar, während der Konturschweißkopf 4 während des gesamten Fügeprozesses ortsfest bleibt.

Entsprechend ergibt sich eine Mehrzahl von entlang der Schweißlinie aneinander gereihter Bestrahlungsflecke 8.

Bei dem Abfahren der nicht dargestellten Schweißlinie durch den Laserstrahl 6 wird der Konturschweißkopf 4 mit dem Pyrometer 18 mittels der Steuereinheit derart bewegt, dass der Messfleck 20 des Pyrometers 18 während des gesamten Fügeprozesses, also entlang der ganzen Schweißlinie, innerhalb des Bestrahlungsflecks 8 bleibt, wobei der Messfleck 20 während des gesamten Schweißvorgangs das Zentrum des Bestrahlungsflecks 8 abdeckt. Hierdurch ist eine hohe Genauigkeit der Temperaturmessung gewährleistet.

In Fig. 1b ist der Bestrahlungsfleck 8 und der Messfleck 20 in einer vergrößerten Darstellung in einer Draufsicht gezeigt; also in einer Ebene senkrecht zur Bildebene von Fig. 1a mit Blickrichtung von oben auf die Kunststoffteile 12, 14. Das Zentrum des Bestrahlungsflecks 8 ist in Fig. 1b mittels eines Kreuzes 21 markiert. Deutlich zu erkennen ist, dass der Messfleck 20 sowohl in den Grenzen des Bestrahlungsflecks 8 liegt, wie auch dessen Zentrum, also den Schnittpunkt der beiden das Kreuz 21 bildenden Linien, abdeckt.

Sollte die Schweißnaht an einem Punkt der Schweißung nicht die gewünschte Qualität aufweisen, also die mittels des Pyrometers 18 gemessene Temperatur eines Bestrahlungsflecks 8 entlang der Schweißlinie eine vorher festgelegte Untergrenze unterschreiten oder eine vorher festgelegte Obergrenze überschreiten, so wird über eine nicht dargestellte Ausgabeeinheit eine optische und akustische Warnung ausgegeben. Die Ausgabeeinheit steht hierfür in Signalübertragungsverbindung mit der Steuereinheit und damit mit dem Pyrometer 18. Eine Bedienperson der Konturlaserschweißeinrichtung 2 kann dann entsprechende Maßnahmen ergreifen, um den Fehler abzustellen.

Fig. 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Fügeeinrichtung.

Im Unterschied zu dem ersten Ausführungsbeispiel weist das zweite Ausführungsbeispiel ein als ebene Platte ausgebildetes, separates Abschirmmittel 22 auf. Abschirmmittel 22 und eine Schweißmaske 24 sind hier also voneinander getrennt ausgebildet. Darüber hinaus ist das Abschirmmittel 22 hier aus einer Keramik aus Aluminiumoxid, Al_2O_3 , hergestellt.

Ferner ist die Schweißmaske 24 hier lediglich dazu ausgebildet, die beiden Kunststoffteile 12, 14 gegeneinander vorzuspannen. Für die Laserschweißung erforderliche Durchtrittsspalte 22.1 sind allein in der Platte 22 ausgebildet. Die Schweißmaske 24 weist hier keinerlei die Form der Laserschweißung beeinflussende Durchtrittsspalte auf.

In dem zweiten Ausführungsbeispiel wird der Konturschweißkopf 4, anders als im ersten Ausführungsbeispiel, in der Blattebene waagrecht verfahren. Dabei wird der Laserstrahl 6 durch die Platte 22 abgeschirmt; lediglich an den drei Durchtrittsspalten 22.1 kann der Laserstrahl 6 die Platte 22 passieren und an den zu den Durchtrittsspalten 22.1 korrespondierenden Stellen die beiden Kunststoffteile 12, 14 miteinander verschweißen. Entsprechend sind am Ende drei nicht dargestellte Schweißnähte erzeugt.

Die Erfindung ist nicht auf die vorliegenden Ausführungsbeispiele begrenzt. Beispielsweise ist es möglich, dass auch andere strahlgestützte Fügetechniken zum Einsatz kommen. Beispielsweise Quasi-Simultanlaserschweißen, Simultanlaserschweißen oder Induktionsschweißen.

Darüber hinaus sind auch Füge­teile aus anderen Materialien und auch Füge­teile aus voneinander verschiedenen Materialien denkbar.

Abweichend von den beiden Ausführungsbeispielen ist es auch denkbar, dass beispielsweise eine vorher festgelegte Anzahl von Unterschreitungen einer vorher festgelegten Untergrenze und/oder eine vorher festgelegte Anzahl von Überschreitungen einer vorher festgelegten Obergrenze für die mittels der Wärmestrahlungsmesseinheit gemessene Temperatur des Bestrahlungsflecks oder der Bestrahlungsflecke die Güte einer oder mehrerer Fügungen anzeigen.

Beispielsweise könnte es für eine ausreichende Güte von den drei Schweißungen des zweiten Ausführungsbeispiels erforderlich sein, dass eine einzige Grenztemperatur für jede einzelne Schweißnaht zuerst einmal überschritten wird und zeitlich danach einmal unterschritten wird.

Entsprechend würden die drei Schweißungen dann als in Ordnung bewertet werden, wenn die vorher festgelegte Grenztemperatur insgesamt dreimal überschritten und dreimal unterschritten wird, nämlich: erstens überschritten, zweitens unterschritten, drittens überschritten, viertens unterschritten, fünftens überschritten und sechstens unterschritten wird.

Dabei würde das erste Überschreiten der Grenztemperatur den Beginn der ersten Schweißnaht und das erste Unterschreiten der Grenztemperatur das Ende der ersten Schweißnaht bedeuten und so weiter.

In dem vorliegenden Fall würden also Untergrenze und Obergrenze zusammenfallen; also den gleichen Wert für die Grenztemperatur aufweisen. Jedoch ist es auch möglich, dass in anders gelagerten Fällen voneinander verschiedene Werte für die Unter- und die Obergrenze gewählt werden.

Anstelle mittels einer Ausgabeeinheit eine Warnung an eine Bedienperson der Fügeeinrichtung auszugeben, wäre es auch möglich, dass die Strahlerzeugungseinheit und/oder ein Antrieb der Strahlerzeugungseinheit in Abhängigkeit eines oder mehrerer Messwerte der Wärmestrahlungsmesseinheit gesteuert oder geregelt wird/werden.

Für anders gelagerte Anwendungsfälle wäre anstelle eines Pyrometers auch eine Wärmebildkamera sinnvoll einsetzbar. Die erfindungsgemäße Fügeeinrichtung könnte auch eine Mehrzahl von funktionsgleichen oder funktionsunterschiedlichen Wärmestrahlungsmesseinheiten aufweisen.

Im Unterschied zu den Ausführungsbeispielen wäre es auch denkbar, nicht die vollständige Schweißmaske, oder die vollständige Platte als Abschirmmittel auszubilden, sondern die Schweißmaske, oder einen anderen geeigneten Träger mit einer als Abschirmmittel wirkenden Beschichtung zu versehen.

Bezugszeichenliste

- 2 Fügeeinrichtung, als Konturlaserschweißeinrichtung ausgebildet
- 4 Strahlerzeugungseinheit, als Konturschweißkopf ausgebildet
- 4.1 Fasereinkopplung
- 4.2 Teildurchlässiger Spiegel
- 4.3 Filter
- 6 Arbeitsstrahl, als Laserstrahl ausgebildet
- 8 Bestrahlungsfleck
- 10 Oberfläche des ersten Fügeteils 12
- 12 Erstes Fügeteil, als laserstrahlabsorbierendes Kunststoffteil ausgebildet
- 13 Aufnahme
- 14 Zweites Fügeteil, als laserstrahltransparentes Kunststoffteil ausgebildet
- 16 Abschirmmittel, als Schweißmaske ausgebildet
- 16.1 Durchtrittsspalt in dem Abschirmmittel 16
- 18 Wärmestrahlungsmesseinheit, als Pyrometer ausgebildet
- 20 Messfleck der Wärmestrahlungsmesseinheit 18
- 21 Kreuz, dass das Zentrum des Bestrahlungsflecks 8 markiert
- 22 Abschirmmittel, als separate Platte ausgebildet
- 22.1 Durchtrittsspalt in dem Abschirmmittel 22
- 24 Schweißmaske, ohne Funktion als Abschirmmittel

Fügeverfahren und Fügeeinrichtung zur Durchführung des Fügeverfahrens

Patentansprüche

1. Fügeverfahren zum Fügen von zwei Fügeteilen, insbesondere Laserschweißverfahren,
bei dem mindestens ein mit einer durch eine Steuereinheit gesteuerten oder geregelten Strahlerzeugungseinheit erzeugter Arbeitsstrahl auf einen Bestrahlungsfleck einer Oberfläche mindestens eines Fügeteiles materialerweichend oder -schmelzend einwirkt, wobei zwischen der Strahlerzeugungseinheit und den Fügeteilen ein für die Strahlung des Arbeitsstrahles undurchlässiges Abschirmmittel angeordnet ist,
dadurch gekennzeichnet,
dass mittels einer auf einer den beiden Fügeteilen (12, 14) abgewandten Seite des Abschirmmittels (16; 22) angeordneten Wärmestrahlungsmesseinheit (18) die Temperatur des Bestrahlungsflecks (8) gemessen wird und das Abschirmmittel (16; 22) Strahlung in dem Wellenlängenbereich des Arbeitsstrahles (6) und des Messbereichs der Wärmestrahlungsmesseinheit (18) im Wesentlichen absorbiert.
2. Fügeverfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Arbeitsstrahl (6) der Strahlerzeugungseinheit (4) und/oder ein Strahlungsempfänger der Wärmestrahlungsmesseinheit (18) mittels der Steuereinheit während des Fügeprozesses derart bewegt wird/werden, dass ein Messfleck (20) der Wärmestrahlungsmesseinheit (18) während des gesamten Fügeprozesses innerhalb des Bestrahlungsflecks (8), insbesondere das Zentrum (21) des Bestrahlungsflecks (8) abdeckend, bleibt.
3. Fügeverfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass mittels einer mit der Wärmestrahlungsmesseinheit (18) signalübertra-

gend verbundenen Ausgabeeinheit eine akustische und/oder optische Warnung in Abhängigkeit davon ausgegeben wird, ob ein oder mehrere Messwerte der Wärmestrahlungsmesseinheit (18) eine vorher festgelegte Unter- und/oder Obergrenze unter- und/oder überschreiten.

4. Fügeverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlerzeugungseinheit (4) und/oder ein Antrieb der Strahlerzeugungseinheit (4) in Abhängigkeit eines oder mehrerer Messwerte der Wärmestrahlungsmesseinheit (18) gesteuert oder geregelt wird/werden.
5. Fügeeinrichtung zum Fügen von zwei Fügeteilen, insbesondere Laserschweißeinrichtung, zur Durchführung eines Fügeverfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4, mit einer mittels einer Steuereinheit gesteuerten oder geregelten Strahlerzeugungseinheit, die im Betrieb der Fügeeinrichtung mit mindestens einem Arbeitsstrahl auf einen Bestrahlungsfleck einer Oberfläche mindestens eines Fügeteiles materialerweichend oder -schmelzend einwirkt, wobei zwischen der Strahlerzeugungseinheit und den Fügeteilen ein für die Strahlung des Arbeitsstrahles undurchlässiges Abschirmmittel angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass auf der den beiden Fügeteilen (12, 14) abgewandten Seite des Abschirmmittels (16; 22) eine Wärmestrahlungsmesseinheit (18) zur Messung der Temperatur des Bestrahlungsflecks (8) angeordnet ist und das Abschirmmittel (16; 22) in dem Wellenlängenbereich des Arbeitsstrahles (6) und des Messbereichs der Wärmestrahlungsmesseinheit (18) im Wesentlichen absorbierend ausgebildet ist.
6. Fügeeinrichtung (2) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmestrahlungsmesseinheit (18) als ein Pyrometer (18) oder als eine Wärmebildkamera ausgebildet ist.

7. Fügeeinrichtung (2) nach Anspruch 5 oder 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Wärmestrahlungsmesseinheit (18) an oder in der Strahlerzeugungseinheit (4) angeordnet ist.
8. Fügeeinrichtung (2) nach einem der Ansprüche 5 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Messfleck (20) der Wärmestrahlungsmesseinheit (18) derart ausgebildet ist, dass dieser im Betrieb der Fügeeinrichtung (2) das Zentrum (21) des Bestrahlungsflecks (8) abdeckt und kleiner als der Bestrahlungsfleck (8) ist, insbesondere ist die Fläche des Messflecks (20) kleiner oder gleich 80% der Fläche des Bestrahlungsflecks (8).
9. Fügeeinrichtung (2) nach einem der Ansprüche 5 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Messbereich der Wärmestrahlungsmesseinheit (18) auf größer oder gleich 180°C, insbesondere größer oder gleich 80°C, eingestellt ist.
10. Fügeeinrichtung (2) nach einem der Ansprüche 5 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Maximum der Messempfindlichkeit der Wärmestrahlungsmesseinheit (18) in einem Spektralbereich von 1,9 μm bis 2,4 μm , insbesondere 1,9 μm bis 2,1 μm , liegt.
11. Fügeeinrichtung (2) nach einem der Ansprüche 5 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Abschirmmittel (16) als eine Schweißmaske (16) der Fügeeinrichtung (2) ausgebildet ist.
12. Fügeeinrichtung (2) nach einem der Ansprüche 5 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,

dass das Abschirmmittel (22) als ein separates Bauteil (22) der Fügeeinrichtung (2) ausgebildet ist.

13. Fügeeinrichtung (2) nach einem der Ansprüche 5 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Abschirmmittel als eine Beschichtung eines Bauteils der Fügeeinrichtung, insbesondere einer Schweißmaske, ausgebildet ist.
14. Fügeeinrichtung (2) nach einem der Ansprüche 5 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Abschirmmittel (16; 22) aus Edelstahl oder Aluminiumkeramik hergestellt ist oder eine Beschichtung aus Edelstahl oder Aluminiumkeramik aufweist.

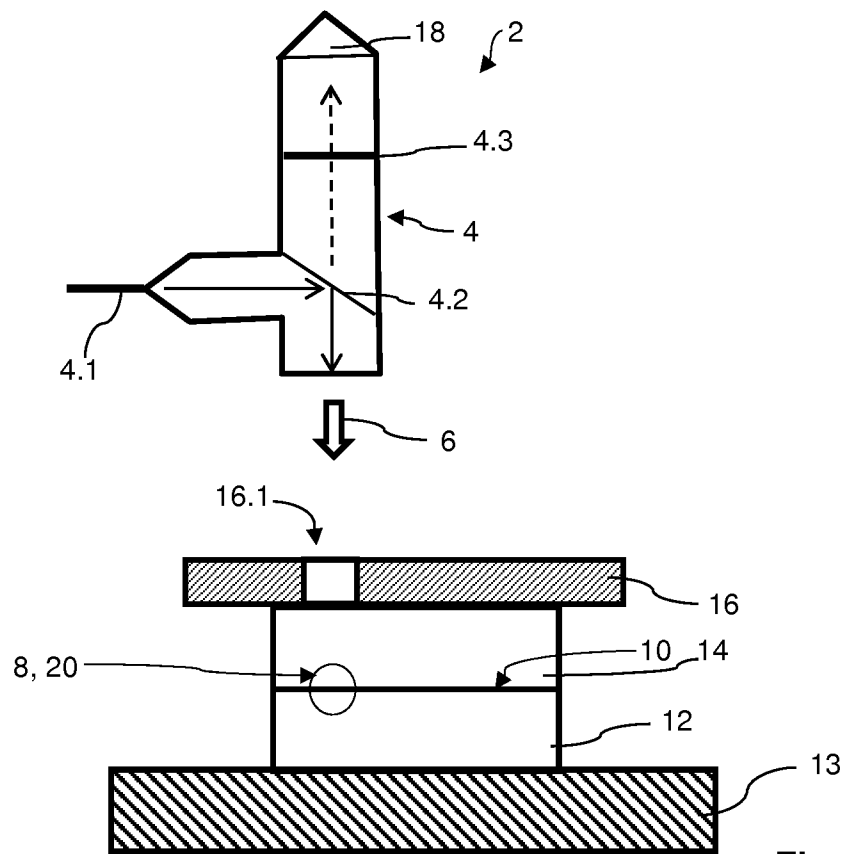


Fig. 1a

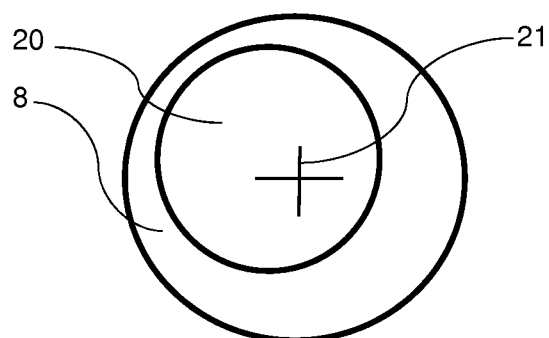


Fig. 1b

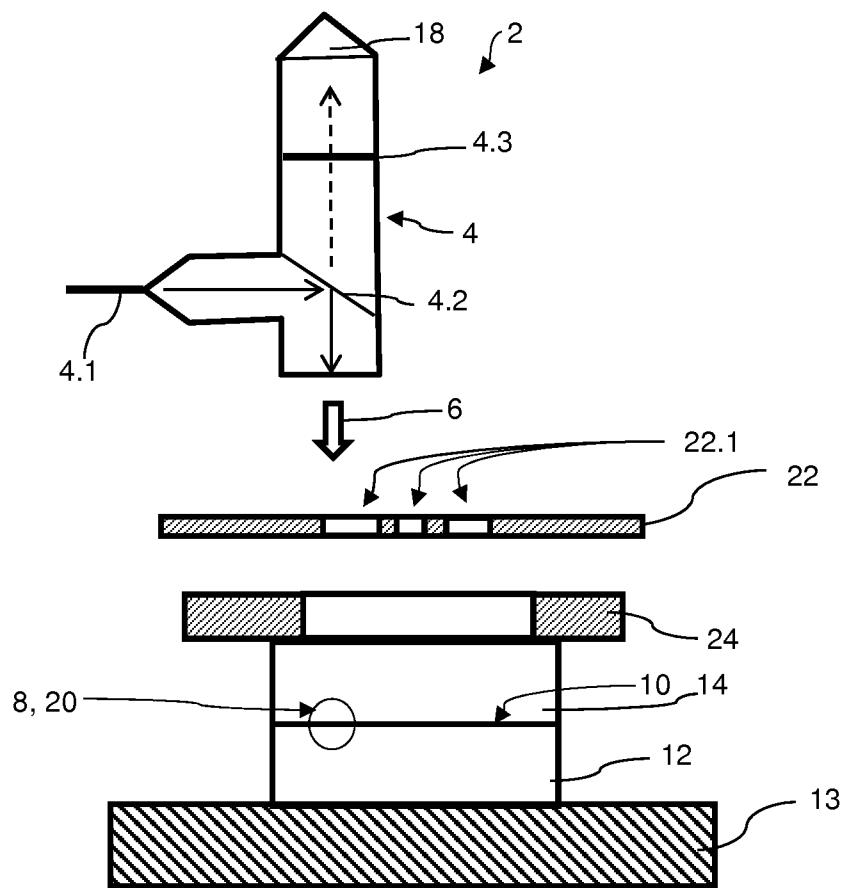


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/068718

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B29C65/16
ADD. B29C65/14

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)
B29C

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 997 261 A1 (LEISTER PROCESS TECH [CH]) 3 May 2000 (2000-05-03) abstract figures 1,4 paragraphs [0007], [0018] -----	1-14
X	JP 2003 225946 A (DENSO CORP) 12 August 2003 (2003-08-12) abstract figure 4 paragraphs [0015], [0027] -----	1,5
A	DE 10 2005 000002 A1 (LPKF LASER & ELECTRONICS AG [DE]) 20 July 2006 (2006-07-20) abstract figure 1 paragraphs [0013], [0014] ----- -/-	1-14



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

21 September 2017

Date of mailing of the international search report

29/09/2017

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Taillandier, Sylvain

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2017/068718

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	HIERL S ET AL: "Laserstrahl - Kunststoffschweißen in der Automobilelektronik", 1 January 2000 (2000-01-01), LASER IN DER ELEKTRONIKPRODUKTION & FEINWERKTEC,, PAGE(S) 53 - 68, XP009189061, figures 6,7,8,10 pages 61-67 -----	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/068718

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0997261	A1	03-05-2000	AT 192692 T 15-05-2000
			CN 1266776 A 20-09-2000
			DE 59900005 D1 15-06-2000
			EP 0997261 A1 03-05-2000
			ES 2149637 T3 01-11-2000
			JP 3303259 B2 15-07-2002
			JP 2000218698 A 08-08-2000
			KR 20000052487 A 25-08-2000
			SG 82056 A1 24-07-2001
			TW 426572 B 21-03-2001
			US 6465757 B1 15-10-2002

JP 2003225946	A	12-08-2003	NONE

DE 102005000002	A1	20-07-2006	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. B29C65/16

ADD. B29C65/14

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

B29C

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 997 261 A1 (LEISTER PROCESS TECH [CH]) 3. Mai 2000 (2000-05-03) Zusammenfassung Abbildungen 1,4 Absätze [0007], [0018] -----	1-14
X	JP 2003 225946 A (DENSO CORP) 12. August 2003 (2003-08-12) Zusammenfassung Abbildung 4 Absätze [0015], [0027] -----	1,5
A	DE 10 2005 000002 A1 (LPKF LASER & ELECTRONICS AG [DE]) 20. Juli 2006 (2006-07-20) Zusammenfassung Abbildung 1 Absätze [0013], [0014] ----- -/-	1-14



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

21. September 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

29/09/2017

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

Taillandier, Sylvain

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	HIERL S ET AL: "Laserstrahl - Kunststoffschweißen in der Automobilelektronik", 1. Januar 2000 (2000-01-01), LASER IN DER ELEKTRONIKPRODUKTION & FEINWERKTEC,, PAGE(S) 53 - 68, XP009189061, Abbildungen 6,7,8,10 Seiten 61-67 -----	1-14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/068718

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0997261	A1	03-05-2000	AT 192692 T 15-05-2000
			CN 1266776 A 20-09-2000
			DE 59900005 D1 15-06-2000
			EP 0997261 A1 03-05-2000
			ES 2149637 T3 01-11-2000
			JP 3303259 B2 15-07-2002
			JP 2000218698 A 08-08-2000
			KR 20000052487 A 25-08-2000
			SG 82056 A1 24-07-2001
			TW 426572 B 21-03-2001
			US 6465757 B1 15-10-2002

JP 2003225946	A	12-08-2003	KEINE

DE 102005000002	A1	20-07-2006	KEINE
