

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(21) Anmeldenummer: GM 269/2012
(22) Anmeldetag: 22.06.2012
(24) Beginn der Schutzdauer: 15.11.2013
(45) Veröffentlicht am: 15.01.2014

(51) Int. Cl. : **B23K 26/28** (2006.01)

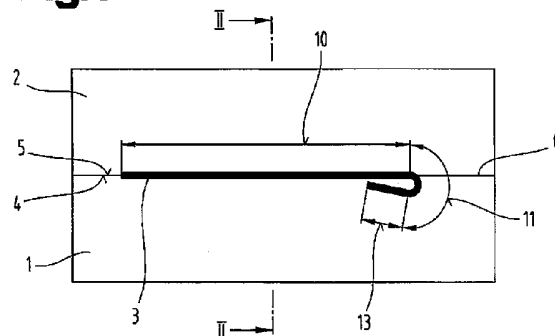
(56) Entgegenhaltungen:
DE 102008040777 A1
DE 102005004787 A1

(73) Gebrauchsmusterinhaber:
STIWA HOLDING GMBH
4800 ATTNANG-PUCHHEIM (AT)

(54) Fügeverbindung zwischen metallischen Bauteilen und Schweißvorrichtung

(57) Die Erfindung betrifft eine Fügeverbindung zwischen Bauteilen (1, 2), welche an ihren einander zugewandten und spaltfrei aneinanderstoßenden Fügeflächen (4, 5) über eine durch Strahlschweißen hergestellte Schweißnaht (3) miteinander verbunden sind. Die Schweißnaht (3) bildet einen über einen Längenabschnitt eines zwischen den aneinanderstoßenden Fügeflächen (4, 5) der Bauteile (1, 2) ausgebildeten Fügestoßes (6) in eine erste Richtung (9) verlaufenden ersten Schweißnahtabschnitt (10), einen an den ersten Schweißnahtabschnitt (10) anschließenden und aus dem Fügestoß (6) in einen der Bauteile (1,2) bogenförmig herausgeführten zweiten Schweißnahtabschnitt (11) sowie einen an den zweiten Schweißnahtabschnitt (11) anschließenden und in eine zweite Richtung (12) entgegengesetzt zum ersten Schweißnahtabschnitt (9) verlaufenden dritten Schweißnahtabschnitt (13) aus, wobei der dritte Schweißnahtabschnitt (13) ausgehend vom Ende des zweiten Schweißnahtabschnittes (11) in Richtung zum ersten Schweißnahtabschnitt (9) hin geneigt verläuft. Ferner betrifft die Erfindung eine Schweißvorrichtung und ein Verfahren zur automatisierten Herstellung einer Fügeverbindung zwischen metallischen Bauteilen.

Fig.1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Fügeverbindung zwischen metallischen Bauteilen bzw. eine Baugruppe mit metallischen Bauteilen, welche an ihren einander zugewandten und im Wesentlichen spaltfrei aneinanderstoßenden Fügeflächen über eine durch Strahlschweißen, insbesondere Laser- oder Elektronenstrahlschweißen, hergestellte Schweißnaht miteinander verbunden sind.

[0002] Beim Laserstrahlschweißen bildet sich am Ende einer Schweißnaht ein so genannter Endkrater (geometrische Kerbe). Der Endkrater entsteht infolge der Volumenschrumpfung der erstarrenden Schmelze nachdem der Laserstrahl am Nahtende ausgeschaltet oder umpositioniert wurde. Ebenso entstehen wegen der am Schweißnahtende angehäuften Verunreinigungen in der erstarrenden Restschmelze Risse, so genannte Endkraterisse (metallurgische Kerbe). Der Endkrater bzw. die Endkraterisse wirken sich nachteilig auf die mögliche mechanische Beanspruchung der Fügeverbindung aus.

[0003] Die DE 10 2005 004 787 A1 offenbart eine Fügeverbindung zwischen metallischen Bauteilen einer Baugruppe, welche oben genanntes Problem weitestgehend beseitigt. Die Schweißnaht bildet am Schweißnahtende einen geraden ersten Schweißnahtabschnitt, einen bogenförmigen zweiten Schweißnahtabschnitt und einen geraden dritten Schweißnahtabschnitt aus, wobei der erste und dritte Schweißnahtabschnitt in einem derartigen Abstand parallel verlaufen, dass die Schmelze aus dem dritten Schweißnahtabschnitt zum erkaltenden ersten Schweißnahtabschnitt nachfließen kann. Nicht offenbart ist, wie die zu fügenden Bauteile zueinander angeordnet sind und wie die Schweißnaht relativ zu einem zwischen einander anliegenden Fügeflächen gebildeten Fügestoß gelegt wird.

[0004] Unberücksichtigt bleibt auch das Problem der Vermeidung von den Endkraterissen (metallurgische Kerbe) am Schweißnahtende. Es hat sich in der Praxis gezeigt, dass es nicht nur relevant ist, ein eingefallenes Schweißnahtende (Endkrater) zu reduzieren, sondern auch die Endkraterisse soweit als möglich zu vermeiden.

[0005] Weiters ist aus der DE 10 2009 052 220 A1 eine Fügeverbindung zwischen metallischen Bauteilen bekannt, wobei die Bauteile an ihren einander zugewandten und im Wesentlichen spaltfrei aneinanderstoßenden Fügeflächen über eine durch Strahlschweißen hergestellte Schweißnaht miteinander verbunden sind. Die Schweißnaht erstreckt sich in einem ersten Schweißnahtabschnitt entlang eines zwischen den aneinanderstoßenden Fügeflächen der Bauteile ausgebildeten Fügestoßes, anschließend in einem zweiten Schweißnahtabschnitt aus dem Fügestoß heraus bogenförmig in den ersten Bauteil und schlussendlich in einem dritten Schweißnahtabschnitt aus dem Fügestoß heraus bogenförmig in den zweiten Bauteil. Mit anderen Worten muss der Energiestrahle sowohl über den ersten Bauteil und den zweiten Bauteil als auch vom ersten Bauteil über den Fügestoß hinweg zum zweiten Bauteil geführt werden, daher längere Bewegungswege zurücklegen, was sich auf die Fügezeiten einer Baugruppe negativ auswirkt. Auch die Achsbewegungen einer automatisierten Schweißvorrichtung gestalten sich dadurch komplexer.

[0006] Eine Fügeverbindung zwischen metallischen Bauteilen ist auch aus der DE 10 2004 045 104 A1 bekannt, bei der zur gezielten Erhöhung der Belastbarkeit einer linienartigen Schweißnaht vorerst der Ort mit der höchsten Wahrscheinlichkeit eines Schweißnahtbruches ermittelt wird und danach an diesem Ort eine Diskontinuität in die Schweißnaht eingebracht wird, derart dass die Tangenten der Verbindungslinie einen Winkel von mindestens 15° aufweisen.

[0007] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Fügeverbindung zwischen metallischen Bauteilen zu schaffen, die kostengünstig hergestellt werden kann und bei der am Schweißnahtende ein Endkrater reduziert sowie Endkraterisse weitestgehend vermieden werden.

[0008] Die Aufgabe der Erfindung wird dadurch gelöst, dass die Schweißnaht einen über einen Längenschnitt eines zwischen den aneinanderstoßenden Fügeflächen der Bauteile ausgebil-

deten Fügestoßes in eine erste Richtung verlaufenden ersten Schweißnahtabschnitt, einen an den ersten Schweißnahtabschnitt anschließenden und aus dem Fügestoß in einen der Bauteile bogenförmig herausgeführten zweiten Schweißnahtabschnitt sowie einen an den zweiten Schweißnahtabschnitt anschließenden und in eine zweite Richtung entgegengesetzt zum ersten Schweißnahtabschnitt verlaufenden dritten Schweißnahtabschnitt ausbildet, wobei der dritte Schweißnahtabschnitt ausgehend vom Ende des zweiten Schweißnahtabschnittes in Richtung zum ersten Schweißnahtabschnitt hin geneigt verläuft.

[0009] Von Vorteil ist, dass sich durch die spezielle Gestaltung der Schweißnaht im zweiten und dritten Schweißnahtabschnitt ein gleichmäßigeres Spannungsfeld im Bereich des Schweißnahtendes einstellt. Somit werden auch am Schweißnahtende große Spannungsgefälle quer zur Schweißnahtichtung vermieden, daher ist die örtliche Änderung der Spannung über den Schweißnahtquerschnitt bzw. der Spannungsgradient klein.

[0010] Die Gestaltung der Schweißnaht im dritten Schweißnahtabschnitt bewirkt während dem Schweißprozess eine Austenitisierung im Bereich des Schweißnahtendes und somit eine martensitische Erstarrung dieses Bereiches. Dadurch wird eine hochbelastbare Fügeverbindung geschaffen, bei der zudem durch die gleichmäßigere Spannungsverteilung am Schweißnahtende selbst bei mikroskopisch kleinen Poren oder Rissen eine Rissbildung oder Rissfortpflanzung vermieden werden kann.

[0011] Auch ist es nunmehr möglich, die Schweißnähte in hochbelastete Konstruktionsbereiche zu legen, was sich positiv auf die Gestaltungsfreiheit der Baugruppe auswirkt.

[0012] Darüber hinaus ist auch von Vorteil, dass der zweite und dritte Schweißnahtabschnitt bloß in nur einen der Bauteile gelegt werden. Der Energiestrahle braucht deshalb zum Zwecke der automatisierten Herstellung der Fügeverbindung über nur sehr kurze Strecken oberhalb der zu fügenden Bauteiloberflächen geführt werden. Auch kann die Leistungsregelung der Strahlquelle vereinfacht und eine automatisierte Schweißvorrichtung kompakt aufgebaut werden.

[0013] Werden Bauteile aus unterschiedlichen Materialien miteinander gefügt, so wird der zweite und dritte Schweißnahtabschnitt in jenem der Bauteile gelegt, welcher ein niedrigeres Kohlenstoffäquivalent besitzt. Das Kohlenstoffäquivalent ist dabei das Maß zur Beurteilung der Schweißbarkeit von unlegierten und niedriglegierten Stählen.

[0014] Werden Bauteile aus gleichen Materialien miteinander gefügt, so kann der zweite und dritte Schweißnahtabschnitt in jenem der Bauteile gelegt werden, welcher durch den Strahlschweißkopf bzw. Energiestrahle gut zugänglich ist.

[0015] Es ist auch von Vorteil, wenn der Radius vom bogenförmigen zweiten Schweißnahtabschnitt maximal der einfachen Schweißnahtbreite entspricht. Dadurch wird einerseits die Bewegungsbahn für den Energiestrahle bzw. Strahlschweißkopf kurz gehalten, sodass die Fügezeiten für eine Baugruppe insgesamt verkürzt werden, und andererseits sich im Fügebereich zwischen den Schweißnahtabschnitten kurzzeitig eine hohe Prozesstemperatur von etwa 1200 °C bis 1500 °C einstellt. Werden die Bauteile in vorteilhafter Weise ohne Zusatzwerkstoff gefügt, so wird der Radius maximal 1,5 mm betragen. Der Radius kann soweit optimiert werden, dass der Energiestrahle bzw. Strahlschweißkopf noch zuverlässig von der ersten Fügeichtung in die zweite Fügeichtung umgekehrt werden kann. Dies ist bei Radien im Bereich zwischen 0,5 mm und 1,2 mm möglich.

[0016] Beträgt der Mittelpunktswinkel des bogenförmigen zweiten Schweißnahtabschnittes mehr als 180° und/oder verläuft der dritte Schweißnahtabschnitt in einem Anfangspunkt mit einem maximalen Anfangsabstand von der zweifachen Schweißnahtbreite zum ersten Schweißnahtabschnitt, so kann auch noch bei sehr kleinem Radius der Energiestrahle bzw. Strahlschweißkopf zuverlässig von der ersten Fügeichtung in die zweite Fügeichtung umgekehrt werden.

[0017] Von Vorteil ist auch, wenn der dritte Schweißnahtabschnitt in einem Endpunkt mit einem maximalen Endabstand von 1 mm zum ersten Schweißnahtabschnitt verläuft. Dadurch werden die Fügezeiten für eine Baugruppe nochmals verkürzt, was insbesondere bei automatisierten

Schweißvorrichtungen wesentlich ist. Üblicherweise werden an solchen Schweißvorrichtungen mehrere Millionen Stück Baugruppen pro Jahr hergestellt. Solche Baugruppen umfassen zu meist mehrere Bauteile, welche miteinander gefügt werden. So ist es nicht unüblich dass an einer einzigen Baugruppe bis zu zehn oder mehr Schweißnähte hergestellt werden müssen. Auch wenn an einer Schweißnaht nur wenige Millisekunden gespart werden, so multipliziert sich die Zeitersparnis pro Baugruppe und Produktionsumfang enorm. Mit anderen Worten kann durch die geschickte Nahtlegung die Fügezeit optimiert und die Produktivität der Schweißvorrichtung enorm gesteigert werden.

[0018] Sind hingegen geringere Stückzahlen, aber qualitativ hochwertigste Fügeverbindungen gefordert, so erweist es sich von Vorteil, wenn der dritte Schweißnahtabschnitt bis in den ersten Schweißnahtabschnitt hineinläuft, daher liegt der dritte Schweißnahtabschnitt mit seinem Endpunkt innerhalb des ersten Schweißnahtabschnittes.

[0019] Gemäß einer Ausführung der Erfindung ist es auch möglich, dass der dritte Schweißnahtabschnitt mit einer maximalen Länge von 5 mm zwischen einem Anfangspunkt und einem Endpunkt verläuft.

[0020] Die Länge wird so optimiert, dass einerseits wiederum der Bewegungsbahnabschnitt für den Energiestrahl bzw. der Bewegungsweg für den Strahlschweißkopf möglichst kurz gehalten wird und andererseits am Schweißnahtende große Spannungsgefälle quer zur Schweißnaht-richtung vermieden werden.

[0021] Ebenso wird am Schweißnahtende im Fügebereich ein „Nachwärmeeffekt“ erreicht, so dass der Fügebereich langsamer abkühlt und deshalb länger schmelzflüssig bleibt. Dadurch werden Spannungsspitzen am Schweißnahtende-welches ausschließlich in einem der Bauteile liegt - kompensiert und ein hoher Spannungsgradient vermieden.

[0022] Bevorzugt sind die Bauteile aus Blech als Stanzteil oder Stanz- und Umformteil spanlos hergestellt. Die Bauteile sind zu niedrigen Kosten herstellbar, insbesondere in der Großserienproduktion. Der Verbrauch an Material für die Herstellung ist gering. Das Blechmaterial lässt nahezu unbegrenzte Formgestaltungen zu. Es können spanlose Umformverfahren, insbesondere Verfahren für das Kaltumformen von Blechen, wie Biegen, Pressen, Prägen und dgl., eingesetzt werden. Die Umformung des Bleches erfolgt in einer Genauigkeit, die innerhalb enger Lage- und Formtoleranzen der Baugruppe liegt. Eine spanabhebende Bearbeitung kann in der Regel entfallen.

[0023] Die Aufgabe der Erfindung wird aber auch durch eine Schweißvorrichtung zur automatisierten Herstellung einer Fügeverbindung zwischen metallischen Bauteilen einer Baugruppe gelöst. Diese umfasst ein Spannsystem zum Spannen der Bauteile und einen Strahlschweißkopf zum Fügen der Bauteile an ihren im Wesentlichen spaltfrei aneinanderstoßenden Fügeflächen durch Aufschmelzen von Material mittels eines Energiestrahls. Der Strahlschweißkopf ist an einem Führungs- und Antriebssystem angeordnet, welches derart mit Bewegungsbahnabschnitten ausgebildet und gestaltet ist, dass der Strahlschweißkopf vorerst entlang einem ersten Bewegungsbahnabschnitt über einen Längenabschnitt eines zwischen den aneinanderstoßenden Fügeflächen der Bauteile ausgebildeten Fügestoßes in einer ersten Füge-richtung geführt und danach entlang einem zweiten Bewegungsbahnabschnitt aus dem Fügestoß heraus bogenförmig in das Material eines der Bauteile geführt und anschließend entlang einem dritten Bewegungsbahnabschnitt entgegengesetzt zur ersten Füge-richtung in einer zweiten Füge-richtung geführt wird. Dabei werden durch das Aufschmelzen des Materials der Bauteile entlang des Fügestoßes zumindest über den Längenabschnitt ein erster Schweißnahtabschnitt, ein an den ersten Schweißnahtabschnitt anschließender und aus dem Fügestoß bogenförmig herausgeführter zweiter Schweißnahtabschnitt sowie ein an den zweiten Schweißnahtabschnitt anschließender dritter Schweißnahtabschnitt hergestellt, wobei der dritte Schweißnahtabschnitt ausgehend vom Ende des zweiten Schweißnahtabschnittes in Richtung zum ersten Schweißnahtabschnitt hin derart geneigt verläuft, dass am Schweißnahtende Endkraterisse weitgehend vermieden werden. Beispielweise ist jeder der Bewegungsbahnabschnitte durch eine Linearschse (Antriebsachse) gebildet, welche derart miteinander gekoppelt sind, dass der Strahl-

schweißkopf in x-, y- und z-Richtung verstellt werden kann.

[0024] Eine solche automatisierte Schweißvorrichtung mit dem Spannsystem und dem Führungs- und Antriebssystem für den Strahlschweißkopf sowie eine Transportvorrichtung (Bereitstellungssystem) zum Transport der zu fügenden Bauteile zur Schweißvorrichtung ist beispielsweise aus der WO 2006/069410 A2 bekannt und können zum Gegenstand dieser Offenbarung gemacht werden. Andererseits kann die Schweißvorrichtung einen 6-Achs-Schweißroboter (Industrieroboter) umfassen.

[0025] Besonders vorteilhaft ist auch eine Maßnahme, wonach die in die Schweißnaht eingebrachte Streckenenergie über einen Streckenabschnitt des ersten Schweißnahtabschnittes und zweiten Schweißnahtabschnittes durch einen Streckenenergieregler konstant gehalten wird, indem die Laserleistung entsprechend der Bewegungsgeschwindigkeit des Energiestrahls geregelt wird.

[0026] Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn der Strahlschweißkopf über bevorzugt servogeregelte Antriebsachsen verstellt wird und durch die relativ hohe bewegte Masse eine Änderung der Bewegungsgeschwindigkeit des Energiestrahls bzw. der Schweißgeschwindigkeit erforderlich ist, wenn der Strahlschweißkopf eine Richtungsänderung entlang dem zweiten Bewegungsbahnabschnitt zwischen dem ersten Bewegungsbahnabschnitt und dritten Bewegungsbahnabschnitt erfährt.

[0027] Es erweist sich auch von Vorteil, wenn die Bewegungsgeschwindigkeit des Energiestrahls und/oder die Strahlleistung auf den Bewegungsbahnabschnitten entlang dem ersten Schweißnahtabschnitt und zweiten Schweißnahtabschnitt im Wesentlichen konstant gehalten wird.

[0028] Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn das so genannte „Laser-Remote-Schweißen“ eingesetzt wird, bei welchem der Energiestrahle, insbesondere Laserstrahl, mit Hilfe von hochdynamisch zu bewegendenden Spiegeln stets exakt auf den Bauteil ausgerichtet wird. Der Vorteil des Laser-Remote-Schweißens gegenüber dem Laserstrahlschweißen mit bewegtem Strahlschweißkopf besteht darin, dass die Spiegel deutlich schneller zu bewegen sind als der konventionelle Strahlschweißkopf. Dadurch kann die Fügezeit an einer Baugruppe nochmals reduziert werden.

[0029] Schließlich ist auch die Maßnahme von Vorteil, wenn die in die Schweißnaht eingebrachte Streckenenergie über einen Streckenabschnitt des dritten Schweißnahtabschnittes von einem Anfangspunkt zu einem Endpunkt entsprechend einer abfallenden Rampe reduziert wird.

[0030] Durch diese Maßnahmen wird der oben beschriebene „Nachwärmeeffekt“ zusätzlich begünstigt.

[0031] Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

[0032] Es zeigen jeweils in stark schematisch vereinfachter Darstellung:

[0033] Fig. 1 eine Draufsicht auf eine Fügeverbindung zwischen metallischen Bauteilen einer Baugruppe mit einer ersten Ausführung für eine Schweißnaht;

[0034] Fig. 2 eine Ausschnittsvergrößerung aus Fig. 1;

[0035] Fig. 3 eine Schnittansicht der Fügeverbindung gemäß den Linien II - II in Fig. 1;

[0036] Fig. 4 eine Draufsicht auf eine Fügeverbindung zwischen metallischen Bauteilen einer Baugruppe mit einer zweiten Ausführung für eine Schweißnaht.

[0037] Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen

werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen.

[0038] In den Fig. 1 bis 3 ist eine erste Ausführung einer Fügeverbindung zwischen metallischen Bauteilen 1,2 einer Baugruppe gezeigt. Die Bauteile 1,2 sind bevorzugt spanlos hergestellte Blechteile, beispielsweise aus Blech spanlos geformte Stahlblechteile, wie S460MC. Die Wandstärke der aus Stahlblech hergestellten Bauteile 1, 2 beträgt zwischen 1 mm und 10 mm, beispielsweise 2 mm bis 8 mm. Auch können anderen Materialien, wie Aluminium, Magnesium oder Titan verwendet werden. Die Bauteile 1,2 können in einem Stanzprozess, insbesondere in einem Feinstanzprozess, mit dem Fertigmaß ausgestanzt werden. Daher sind die Bauteile 1,2 spanlos hergestellte Stanzteile. Es ist auch möglich, dass die Bauteile 1,2 zusätzlich in einem Umformprozess (Biegen, Pressen, Rollen, Prägen, Kalibrieren, Tiefziehen, Abstrecken) in einem oder mehreren aufeinanderfolgenden Umformschritt(en) umgeformt werden. Daher sind die Bauteile 1,2 spanlos hergestellte Stanz- und Umformteile. Die Bauteile 1,2 werden bereits mit dem Fertigmaß hergestellt, sodass eine Nachbearbeitung entfallen kann.

[0039] Es ist im Rahmen der Erfindung auch möglich, dass die Bauteile 1, 2 durch Laserschneiden mit dem Fertigmaß hergestellt sind.

[0040] Die vorgefertigten Bauteile 1,2 sind über eine durch Strahlschweißen, insbesondere Elektronenstrahlschweißen oder Laserschweißen, hergestellte Schweißnaht 3 miteinander verbunden. Die Schweißnaht 3 bildet eine stoffflüssige Fügeverbindung.

[0041] Die Bauteile 1,2 bilden jeweils eine Fügefläche 4, 5 aus und werden in einer (nicht dargestellten) bevorzugt automatisierten Schweißvorrichtung derart zueinander positioniert, dass die Fügefläche 4,5 im Wesentlichen spaltfrei aneinander anliegen und dabei zumindest über einen Längenabschnitt einen Fügestoß 6 bzw. eine Fugestelle ausbilden. Die Fügeflächen 4, 5 sind durch Stanzen oder Stanzen und Umformen mit einer ausreichend hohen Maß- und Formtoleranz hergestellt, sodass ein Fügespalt zwischen den aneinander anliegenden Fügeflächen 4,5 weniger als 0,2 mm beträgt. Die Bauteile 1, 2 können durch Strahlschweißen ohne Zusatzwerkstoff mit höchster Fügequalität verbunden werden.

[0042] Hierzu wird, nachdem die Bauteile 1,2 zueinander positioniert und gespannt wurden, ein in Fig. 2 schematisch dargestellter Energiestrah 7 über einen Längenabschnitt des Fügespaltes geführt und dabei durch bereichsweises Aufschmelzen von Grundmaterial (Werkstoff) der miteinander zu fügenden Bauteile 1,2 die Schweißnaht 3 hergestellt. Während in Bewegungsrichtung des Energiestrahls 7 Grundmaterial aufgeschmolzen wird, fließt dahinter die Schmelze von den zu verschweißenden Bauteilen 1,2 ineinander. Der aufgeschmolzene und durchmischte Werkstoff kühlt ab und die Schmelze erstarrt zu einer schmalen Schweißnaht 3.

[0043] Das Strahlschweißen ist ein Schweißverfahren, mit dem ein sogenanntes „Tiefschweißen“ möglich ist und sich dadurch auszeichnet, dass sehr schlanke Nahtgeometrien mit einem großen Tiefen-Breiten-Verhältnis erreicht werden und auch die Wärmeeinflusszone sehr klein ist. Die Schweißnaht 3 ist durch eine gezeigte I-Naht oder eine nicht gezeigte Kehlnaht gebildet. Derartig hergestellte Schweißnähte 3 haben eine Breite 8 von maximal 1,5 mm, üblicherweise zwischen 0,5 mm und 1,2 mm.

[0044] Der Energiestrah 7 ist vorzugsweise ein Laserstrahl. Alternativ ist es auch denkbar, dass der Energiestrah 7 ein Teilchenstrahl, Elektronenstrahl und dgl. ist. Mittels dieses Energiestrahls 7 wird der zum Herstellen der Schweißnaht 3 erforderliche Wärmeeintrag am Fügestoß 6 erreicht.

[0045] Wie in den Fig. 1 und 2 ersichtlich, bildet die Schweißnaht 3 einen über einen Längenabschnitt des zwischen den aneinanderstoßenden Fügeflächen 4, 5 der Bauteile 1, 2 ausgebildeten Fügestoßes 6 in eine erste Richtung 9 (von links nach rechts) verlaufenden ersten Schweißnahtabschnitt 10, einen an den ersten Schweißnahtabschnitt 10 anschließenden und aus dem Fügestoß 6 in den ersten Bauteil 1 herausgeführten zweiten Schweißnahtabschnitt 11 sowie einen an den zweiten Schweißnahtabschnitt 11 anschließenden und in eine zweite Rich-

tung 12 (von rechts nach links) entgegengesetzt zum ersten Schweißnahtabschnitt 10 verlaufenden dritten Schweißnahtabschnitt 13 aus.

[0046] Der Längenabschnitt, an welchem die Bauteile 1,2 entlang dem Fügestoß bzw. Füge-spalt gefügt werden, kann abhängig von der mechanischen Belastung auf die Baugruppe, variieren.

[0047] Die Bauteile 1,2 können am Fügestoß 6 über nur eine einzige Schweißnaht 3 verbunden werden, sodass sich der erste Schweißnahtabschnitt 10 entlang dem Füge-spalt über dessen im Wesentlichen gesamten Längenabschnitt erstreckt. Andererseits können die Bauteile 1,2 am Fügestoß 6 über eine Vielzahl von voneinander getrennt vorgesehenen Schweißnähten 3 (Step-Schweißnähte) verbunden werden, sodass sich die betreffenden ersten Schweißnahtabschnitte 10 entlang dem Füge-spalt jeweils bloß über einen Bruchteil des gesamten Längenabschnittes erstrecken.

[0048] Der zweite Schweißnahtabschnitt 10 ist bogenförmig, bevorzugt kreisbogenförmig gestaltet und beträgt ein Mittelpunktswinkel größer 180° , beispielsweise 200° . Natürlich kann die Bogenform geometrisch frei gestaltet werden. Es kommt lediglich darauf an, dass der zweite Schweißnahtabschnitt 10 eine möglichst kurze Bogenlänge ausbildet und der Energiestrah 7 in der Bewegungsrichtung entlang einer Führungsbahnkurve (Bewegungsbahnabschnitt) umgelenkt wird.

[0049] Der Radius (R) des zweiten Schweißnahtabschnittes 11 beträgt maximal die einfache Schweißnahtbreite 8, daher zwischen 0,5 mm und 1,5 mm entsprechend dem Strahlschweißen ohne Zusatzwerkstoff.

[0050] Der dritte Schweißnahtabschnitt 11 erstreckt sich durchgehend zwischen einem Anfangspunkt 14 und einem Endpunkt 15. Vorzugsweise verläuft der dritte Schweißnahtabschnitt 13 geradlinig. Er kann aber auch bogenförmig verlaufen. Ein maximaler Anfangsabstand 16 zwischen dem Anfangspunkt 14 und dem ersten Schweißnahtabschnitt 10 entspricht etwa der zweifachen Schweißnahtbreite 8.

[0051] Ein maximaler Endabstand 17 zwischen dem Endpunkt 13 und dem ersten Schweißnahtabschnitt 10 entspricht maximal 1,0 mm.

[0052] Nach einer anderen vorteilhaften Ausführung, kann der Endabstand 17 zwischen dem Endpunkt 15 und dem ersten Schweißnahtabschnitt 10 auch Null Millimeter betragen, wie in Fig. 4 gezeigt. In diesem Fall liegt der Endpunkt 15 des dritten Schweißnahtabschnittes 13 im Bereich des Fügestoßes 6 bzw. Füge-spaltes.

[0053] Der dritte Schweißnahtabschnitt 10 kann in seiner Länge abhängig von einer optimierten Bewegungsbahn für den Energiestrah 7 und/oder Prozesstemperatur im Fügebereich variieren. Die Länge ist durch die Schweißstrecke zwischen dem Anfangspunkt 13 und Endpunkt 15 definiert. Die Länge wird so optimiert, dass einerseits der Bewegungsbahnabschnitt des Energiestrahls 7 bzw. der Bewegungsweg für den Strahlschweißkopf möglichst kurz gehalten werden, sodass die Fügezeiten für eine Baugruppe insgesamt verkürzt werden, und andererseits sich im Fügebereich zwischen dem ersten Schweißnahtabschnitt 10 und dem dritten Schweißnahtabschnitt 11 kurzzeitig eine optimale Prozesstemperatur ergibt. Demnach tritt am Schweißnahtende beim Schweißen des dritten Schweißnahtabschnittes 13 ein „Nachwärmeeffekt“ ein, sodass der Fügebereich langsamer abkühlt und deshalb länger schmelzflüssig bleibt. Dadurch werden Spannungsspitzen am Schweißnahtende - welches ausschließlich in einem der Bauteile liegt - kompensiert und ein hoher Spannungsgradient vermieden.

[0054] Diese Effekte werden am besten erreicht, wenn die Länge des dritten Schweißnahtabschnittes 10 weniger als 5 mm beträgt. Vorzugsweise beträgt die Länge des dritten Schweißnahtabschnittes 10 zwischen 2 mm und 4 mm.

[0055] Der „Nachwärmeeffekt“ kann optimiert und damit der Endkrater wesentlich reduziert sowie Endkraterisse weitestgehend vermieden werden, wenn die in die Schweißnaht 3 eingebrachte Streckenenergie im ersten Schweißnahtabschnitt 10 und zweiten Schweißnahtabschnitt

11 durch einen Streckenenergieregler im Wesentlichen konstant gehalten wird, indem die Strahlleistung (Laserleistung) entsprechend der Bewegungsgeschwindigkeit des Energiestrahls 7 bzw. der Schweißgeschwindigkeit geregelt wird. Andererseits wird die in die Schweißnaht 3 eingebrachte Streckenenergie im dritten Schweißnahtabschnitt 13 vom Anfangspunkt 14 zum Endpunkt 15 entsprechend einer abfallenden Rampe reduziert. Somit wird die Laserleistung basierend auf der Bewegungsgeschwindigkeit des Energiestrahls 7 geregelt. Unter dem Begriff „Streckenenergie“ kann der Quotient aus der Strahlleistung (Laserleistung) und der Bewegungsgeschwindigkeit des Energiestrahls 7 bzw. Schweißgeschwindigkeit verstanden werden.

[0056] Der Energiestrahle 7 wird zwischen einem Startpunkt der Schweißnaht 3 und einem Endpunkt der Schweißnaht 3 entlang von Bewegungsbahnabschnitten geführt, wobei auf der Führungsbewegung des Energiestrahls 7 entlang einem ersten Bewegungsbahnabschnitt der erste Schweißnahtabschnitt 10, auf der Führungsbewegung des Energiestrahls 7 entlang einem zweiten Bewegungsbahnabschnitt der zweite Schweißnahtabschnitt 11 und auf der Führungsbewegung des Energiestrahls 7 entlang einem dritten Bewegungsbahnabschnitt der dritte Schweißnahtabschnitt 13 hergestellt werden.

[0057] Über nahezu die gesamte Strecke des ersten Bewegungsbahnabschnittes und die gesamte Strecke des zweiten Bewegungsbahnabschnittes wird die Streckenenergie annähernd konstant gehalten.

[0058] Im dritten Bewegungsbahnabschnitt kann die Bewegungsgeschwindigkeit des Energiestrahls 7 konstant gehalten werden, während die Strahlleistung des Energiestrahls 7 über die Strecke des dritten Bewegungsbahnabschnittes kontinuierlich reduziert wird.

[0059] Die oben beschriebene Fügeverbindung wird an einer (nicht dargestellten) automatisierten Schweißvorrichtung hergestellt, welcher die Bauteile 1,2 von einem Bereitstellungssystem, beispielsweise einer Transportvorrichtung, zugeführt und in dieser die Bauteile 1,2 über ein automatisiertes Spannsystem derart zueinander positioniert werden, dass die Fügeflächen 4,5 mit einer Spannkraft gegeneinander anliegen und sich die Bauteile 1,2 in einer Fügeposition befinden. Die Bauteile 1, 2 verbleiben solange in der Fügeposition, bis die zumindest eine Schweißnaht 3 am Fügestoß 6 bzw. der Fügestelle mittels Strahlschweißen hergestellt wurde. Die Schweißvorrichtung umfasst hierzu ferner zumindest einen Strahlschweißkopf sowie ein Führungs- und Antriebssystem, letzteres dazu ausgebildet ist, den Strahlschweißkopf entlang der oben beschriebenen Bewegungsbahnabschnitte zur automatisierten Herstellung der Schweißnahtabschnitte 10,11,13 zu führen. Danach wird die Baugruppe von der Schweißvorrichtung, beispielsweise mittels einer Transportvorrichtung, abtransportiert.

[0060] Die Schweißvorrichtung kann ferner den elektronischen Streckenenergieregler umfassen, mittels welchem die in die Schweißnaht eingebrachte Streckenenergie über einen Streckenabschnitt des ersten Schweißnahtabschnittes und zweiten Schweißnahtabschnittes durch einen Streckenenergieregler im Wesentlichen konstant gehalten wird, indem die Strahlleistung, insbesondere Laserleistung, entsprechend der Bewegungsgeschwindigkeit des Energiestrahls geregelt wird.

[0061] Die Schweißvorrichtung kann auch einen elektronischen Leistungsregler umfassen, mittels welchem die Strahlleistung auf den Bewegungsbahnabschnitten entlang dem ersten Schweißnahtabschnitt 10 und/oder zweiten Schweißnahtabschnitt 11 im Wesentlichen konstant gehalten wird.

[0062] Das Antriebssystem ist an eine elektronische Antriebsregelung angeschlossen, wobei mittels der Antriebsregelung eine Bewegungsgeschwindigkeit des Energiestrahls auf den Bewegungsbahnabschnitten entlang dem ersten Schweißnahtabschnitt 10 und/oder zweiten Schweißnahtabschnitt 11 im Wesentlichen konstant gehalten wird.

[0063] Sämtliche Angaben zu Wertebereichen in gegenständlicher Beschreibung sind so zu verstehen, dass diese beliebige und alle Teilbereiche daraus mit umfassen, z.B. ist die Angabe 1 bis 10 so zu verstehen, dass sämtliche Teilbereiche, ausgehend von der unteren Grenze 1 und der oberen Grenze 10 mitumfasst sind, d.h. sämtliche Teilbereiche beginnen mit einer unteren

ren Grenze von 1 oder größer und enden bei einer oberen Grenze von 10 oder weniger, z.B. 1 bis 1,7, oder 3,2 bis 8,1 oder 5,5 bis 10.

[0064] Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis die Fügeverbindung bzw. die Bauteile und Schweißnaht teilweise maßstäblich und/oder vergrößert und/oder verkleinert dargestellt wurden.

BEZUGSZEICHENAUFSTELLUNG

- | | |
|----|----------------------|
| 1 | Bauteil |
| 2 | Bauteil |
| 3 | Schweißnaht |
| 4 | Fügefläche |
| 5 | Fügefläche |
| 6 | Fügestoß |
| 7 | Energiestrahle |
| 8 | Breite |
| 9 | Richtung |
| 10 | Schweißnahtabschnitt |
| 11 | Schweißnahtabschnitt |
| 12 | Richtung |
| 13 | Schweißnahtabschnitt |
| 14 | Anfangspunkt |
| 15 | Endpunkt |
| 16 | Anfangsabstand |
| 17 | Endabstand |

Ansprüche

1. Fügeverbindung zwischen metallischen Bauteilen (1,2) einer Baugruppe, welche an ihren einander zugewandten und im Wesentlichen spaltfrei aneinanderstoßenden Fügeflächen (4,5) über eine durch Strahlschweißen, insbesondere Laser- oder Elektronenstrahlschweißen, hergestellte Schweißnaht (3) miteinander verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Schweißnaht (3) einen über einen Längenabschnitt eines zwischen den aneinanderstoßenden Fügeflächen (4,5) der Bauteile (1,2) ausgebildeten Fügestoßes (6) in eine erste Richtung (9) verlaufenden ersten Schweißnahtabschnitt (10), einen an den ersten Schweißnahtabschnitt (10) anschließenden und aus dem Fügestoß (6) in einen der Bauteile (1,2) bogenförmig herausgeführten zweiten Schweißnahtabschnitt (11) sowie einen an den zweiten Schweißnahtabschnitt (11) anschließenden und in eine zweite Richtung (12) entgegengesetzt zum ersten Schweißnahtabschnitt (10) verlaufenden dritten Schweißnahtabschnitt (13) ausbildet, wobei der dritte Schweißnahtabschnitt (13) ausgehend vom Ende des zweiten Schweißnahtabschnittes (11) in Richtung zum ersten Schweißnahtabschnitt (10) hin geneigt verläuft.
2. Fügeverbindung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Radius (R) vom bogenförmigen zweiten Schweißnahtabschnitt (11) maximal der einfachen Schweißnahtbreite (8) entspricht.
3. Fügeverbindung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Mittelpunktswinkel des bogenförmigen zweiten Schweißnahtabschnittes (11) mehr als 180° beträgt.
4. Fügeverbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der dritte Schweißnahtabschnitt (13) in einem Anfangspunkt (14) mit einem maximalen Anfangsabstand (16) von der zweifachen Schweißnahtbreite (8) zum ersten Schweißnahtabschnitt (10) verläuft.
5. Fügeverbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der dritte Schweißnahtabschnitt (13) in einem Endpunkt (15) mit einem maximalen Endabstand (17) von 1 mm zum ersten Schweißnahtabschnitt (10) verläuft.
6. Fügeverbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass sich der dritte Schweißnahtabschnitt (13) bis in den ersten Schweißnahtabschnitt (10) hinein erstreckt.
7. Fügeverbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der dritte Schweißnahtabschnitt (13) mit einer maximalen Länge von 5 mm zwischen einem Anfangspunkt (14) und einem Endpunkt (15) verläuft.
8. Fügeverbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Bauteil (1,2) ein aus Blech spanlos hergestelltes Stanzteil oder ein aus dünnem Blech spanlos hergestelltes Stanz- und Umformteil ist.
9. Schweißvorrichtung zur Herstellung einer Fügeverbindung zwischen metallischen Bauteilen (1,2) einer Baugruppe, umfassend ein Spannsystem zum Spannen der Bauteile (1,2) und einen Strahlschweißkopf zum Fügen der Bauteile (1,2) an ihren im Wesentlichen spaltfrei aneinanderstoßenden Fügeflächen (4,5) durch Aufschmelzen von Material mittels eines Energiestrahls (7), dadurch gekennzeichnet, dass der Strahlschweißkopf an einem Führungs- und Antriebssystem gelagert ist, welches mit Bewegungsbahnabschnitten ausgebildet und derart gestaltet ist, dass der Strahlschweißkopf entlang einem ersten Bewegungsbahnabschnitt und der Energiestrahls (7) über einen Längenabschnitt eines zwischen den aneinanderstoßenden Fügeflächen (4,5) der Bauteile (1,2) ausgebildeten Fügestoßes (6) in einer ersten Fügerichtung (9) geführt, und danach entlang einem zweiten Bewegungsbahnabschnitt und der Energiestrahls (7) aus dem Fügestoß (6) heraus bogenförmig in das Material eines der Bauteile (1,2) geführt, und anschließend entlang einem dritten Bewegungsbahnabschnitt und der Energiestrahls (7) entgegengesetzt zur ersten Fügerichtung (9) in einer zweiten Fügerichtung (12) geführt wird, und dabei durch das Aufschmelzen des

Materials der Bauteile (1,2) entlang des Fügestoßes (6) zumindest über den Längenabschnitt ein erster Schweißnahtabschnitt (10), ein an den ersten Schweißnahtabschnitt (10) anschließender und aus dem Fügestoß (6) bogenförmig herausgeführter zweiter Schweißnahtabschnitt (11) sowie ein an den zweiten Schweißnahtabschnitt (11) anschließender dritter Schweißnahtabschnitt (13) hergestellt werden, wobei der dritte Schweißnahtabschnitt (13) ausgehend vom Ende des zweiten Schweißnahtabschnittes (11) in Richtung zum ersten Schweißnahtabschnitt (10) hin derart geneigt verläuft, dass am Schweißnahtende Endkraterrisse weitgehend vermieden werden.

10. Schweißvorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Schweißvorrichtung einen Streckenenergieregler umfasst, mittels welchem die in die Schweißnaht (3) eingebrachte Streckenenergie über einen Streckenabschnitt des ersten Schweißnahtabschnittes (10) und zweiten Schweißnahtabschnittes (11) durch einen Streckenenergieregler im Wesentlichen konstant gehalten wird, indem die Strahlleistung, insbesondere Laserleistung, entsprechend der Bewegungsgeschwindigkeit des Energiestrahls (7) geregelt wird.
11. Schweißvorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Antriebssystem eine Antriebsregelung und/oder die Schweißvorrichtung einen Leistungsregler aufweist, wobei mittels der Antriebsregelung eine Bewegungsgeschwindigkeit des Energiestrahls (7) und/oder mittels des Leistungsreglers die Strahlleistung auf den Bewegungsbahnabschnitten entlang dem ersten Schweißnahtabschnitt (10) und zweiten Schweißnahtabschnitt (11) im Wesentlichen konstant gehalten wird.
12. Verfahren zur Herstellung einer Fügeverbindung zwischen metallischen Bauteilen (1,2) einer Baugruppe, bei dem die Bauteile (1,2) an ihren einander zugewandten und im Wesentlichen spaltfrei aneinanderstoßenden Fügeflächen (4, 5) durch Aufschmelzen von Material mittels eines Energiestrahls (7) miteinander verbunden werden, dadurch gekennzeichnet, dass der Energiestrahls (7) vorerst über einen Längenabschnitt eines zwischen den aneinanderstoßenden Fügeflächen (4,5) der Bauteile (1,2) ausgebildeten Fügestoßes (6) in einer ersten Fügerichtung (9) geführt und danach aus dem Fügestoß (6) heraus bogenförmig in das Material eines der Bauteile (1,2) geführt und anschließend entgegengesetzt zur ersten Fügerichtung (9) in einer zweiten Fügerichtung (12) geführt wird und dass dabei durch das Aufschmelzen des Materials der Bauteile (1,2) entlang des Fügestoßes (6) zumindest über den Längenabschnitt ein erster Schweißnahtabschnitt (10), ein an den ersten Schweißnahtabschnitt (10) anschließender und aus dem Fügestoß (6) bogenförmig herausgeführter zweiter Schweißnahtabschnitt (11) sowie ein an den zweiten Schweißnahtabschnitt (11) anschließender dritter Schweißnahtabschnitt (13) hergestellt werden, wobei der dritte Schweißnahtabschnitt (13) ausgehend vom Ende des zweiten Schweißnahtabschnittes (11) in Richtung zum ersten Schweißnahtabschnitt (10) hin derart geneigt verläuft, dass am Schweißnahtende Endkraterrisse weitgehend vermieden werden.
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die in die Schweißnaht (3) eingebrachte Streckenenergie über einen Streckenabschnitt des ersten Schweißnahtabschnittes (10) und zweiten Schweißnahtabschnittes (11) durch einen Streckenenergieregler konstant gehalten wird, indem die Strahlleistung, insbesondere Laserleistung, entsprechend der Bewegungsgeschwindigkeit des Energiestrahls (7) geregelt wird.
14. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Bewegungsgeschwindigkeit des Energiestrahls (7) und/oder die Strahlleistung auf den Bewegungsbahnabschnitten entlang dem ersten Schweißnahtabschnitt (10) und zweiten Schweißnahtabschnitt (11) im Wesentlichen konstant gehalten wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die in die Schweißnaht (3) eingebrachte Streckenenergie über einen Streckenabschnitt des dritten Schweißnahtabschnittes (13) von einem Anfangspunkt (14) zu einem Endpunkt (15) entsprechend einer abfallenden Rampe reduziert wird.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

Fig.3

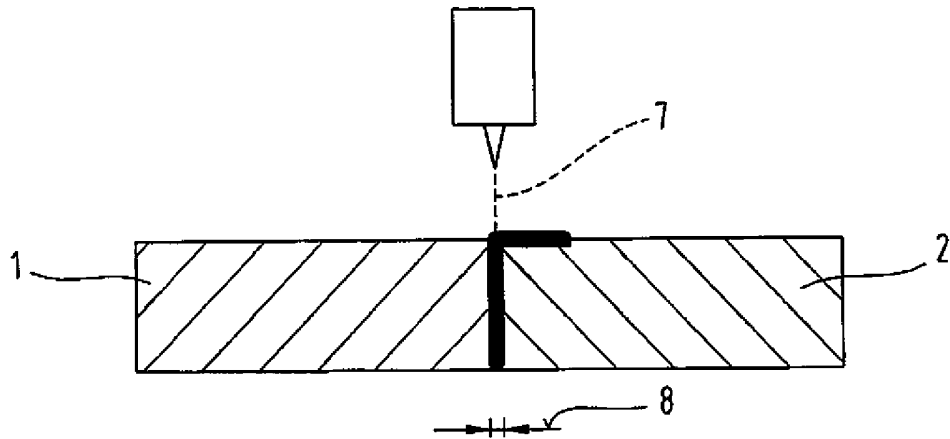
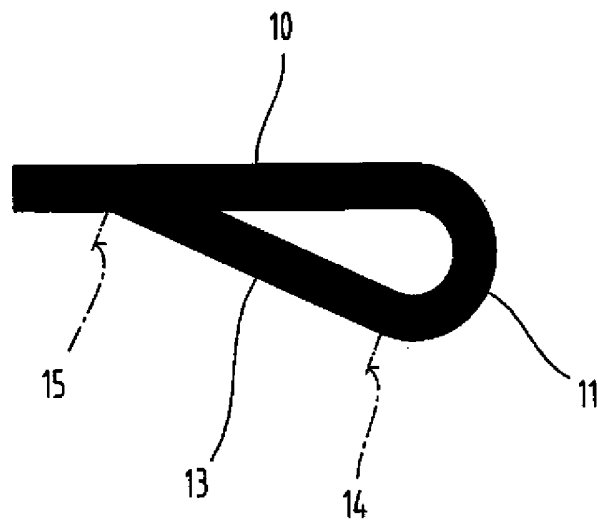


Fig.4



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC: B23K 26/28 (2006.01)		
Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß ECLA: B23K 26/28		
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): B23K		
Konsultierte Online-Datenbank: wpi, epodoc		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 22. Juni 2012 eingereichten Ansprüchen 1 – 15 erstellt. Die in der Gebrauchsmusterschrift veröffentlichten Ansprüche könnten im Verfahren geändert worden sein (§ 19 Abs. 4 GMG), sodass die Angaben im Recherchenbericht, wie Bezugnahme auf bestimmte Ansprüche, Angabe von Kategorien (X, Y, A), nicht mehr zutreffend sein müssen. In die dem Recherchenbericht zugrundeliegende Fassung der Ansprüche kann beim Österreichischen Patentamt während der Amtsstunden Einsicht genommen werden.		
Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	DE 102008040777 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 04. Februar 2010 (04.02.2010) Zusammenfassung, Fig. 1 – 2; Absätze [0016] sowie [0023] – [0025]	1–5, 7–15
A		6
A	DE 102005004787 A1 (DAIMLERCHRYSLER AG) 10. August 2006 (10.08.2006) Zusammenfassung, Fig. 1, Absätze [0014] – [0021]	1 – 15
Datum der Beendigung der Recherche: 15. Mai 2013		☐ Fortsetzung siehe Folgeblatt Prüfer(in): PAVDI C.
¹⁾ Kategorien der angeführten Dokumente: X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung : der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. Y Veröffentlichung von Bedeutung : der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist. A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert. P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein älteres Recht hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.		