



(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2012 111 118.9

(51) Int Cl.: **B23K 26/32 (2006.01)**

(22) Anmelddatum: 19.11.2012

(43) Offenlegungstag: –

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **03.04.2014**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

**WISCO Tailored Blanks GmbH, 47259, Duisburg,
DE**

(72) Erfinder:

**Breuer, Arndt, Dipl.Ing., 47249, Duisburg, DE;
Brandt, Max, 47051, Duisburg, DE; Schaftinger,
Dietmar, 47495, Rheinberg, DE**

(74) Vertreter:

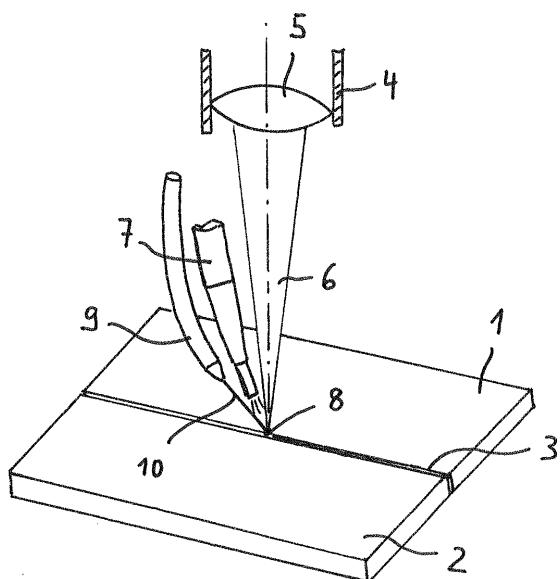
**COHAUSZ & FLORACK Patent- und
Rechtsanwälte Partnerschaftsgesellschaft, 40211,
Düsseldorf, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

**DE 10 2010 019 258 A1
US 2008 / 0 011 720 A1**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Laserschweißen eines oder mehrerer Werkstücke aus härzbarem Stahl im Stumpfstoß**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Laserschweißen eines oder mehrerer Werkstücke aus presshärzbarem Stahl, insbesondere Mangan-Bor-Stahl, im Stumpfstoß, bei dem das Werkstück oder die Werkstücke (1, 2) eine Dicke von mindestens 1,8 mm aufweisen und/oder an dem Stumpfstoß (3) ein Dickensprung (d) von mindestens 0,4 mm entsteht, und bei dem das Laserschweißen unter Zuführen von Zusatzdraht (10) in das mit einem Laserstrahl (6) erzeugte Schmelzbad (8) erfolgt. Um sicherzustellen, dass sich die Schweißnaht beim Warmumformen (Presshärten) zuverlässig in ein martenstisches Gefüge aufhärten lässt, sieht die Erfindung vor, dass der Zusatzdraht (10) mindestens ein Legierungselement aus der Mangan, Chrom, Molybdän, Silizium und/oder Nickel umfassenden Gruppe enthält, das die Bildung von Austenit in dem mit dem Laserstrahl (6) erzeugten Schmelzbad (8) begünstigt, wobei dieses mindestens eine Legierungselement mit einem um mindestens 0,1 Gew.-% größeren Massenanteil im Zusatzdraht (10) vorhanden ist als in dem presshärzbaren Stahl des Werkstückes (1, 2).



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Laserschweißen eines oder mehrerer Werkstücke aus presshärzbarem Stahl, insbesondere Mangan-Bor-Stahl, im Stumpfstoß, bei dem das Werkstück oder die Werkstücke eine Dicke von mindestens 1,8 mm aufweisen und/oder an dem Stumpfstoß ein Dicken sprung von mindestens 0,4 mm entsteht, und bei dem das Laserschweißen unter Zuführen von Zusatzdraht in das mit einem Laserstrahl erzeugte Schmelzbad erfolgt.

[0002] Maßgeschneiderte Platinen aus Stahlblech (sogenannte Tailored Blanks) werden im Automobilbau verwendet, um hohe Anforderungen an die Crashsicherheit bei möglichst geringem Karosseriegewicht zu erfüllen. Hierzu werden einzelne Platinen oder Bänder unterschiedlicher Werkstoffgüte und/oder Blechdicke im Stumpfstoß durch Laserschweißen zusammengefügt. Auf diese Weise können verschiedene Stellen des fertigen Karosseriebauteils an unterschiedliche Belastungen angepasst werden. So können an Stellen mit hoher Belastung dickeres oder auch höherfestes Stahlblech und an den übrigen Stellen dünnere Bleche oder auch Bleche aus relativ weichen Tiefziehgüten eingesetzt werden. Durch solche maßgeschneiderten Blechplatinen werden zusätzliche Verstärkungssteile an der Karosserie überflüssig. Das spart Material und ermöglicht, das Gesamtgewicht der Karosserie zu reduzieren.

[0003] In den letzten Jahren wurden borlegierte Stähle, insbesondere Mangan-Bor-Stähle entwickelt, die beim Warmumformen mit rascher Abkühlung hohe Festigkeiten, beispielsweise Zugfestigkeiten im Bereich von 1500 bis 2000 MPa erreichen. Im Ausgangszustand haben Mangan-Bor-Stähle typischerweise ein ferritisch-perlitisches Gefüge und besitzen Festigkeiten von ca. 600 MPa. Durch Presshärten, d. h. durch Erwärmen auf Austenitisierungstemperatur und anschließendes rasches Abkühlen in der Formpresse kann jedoch ein martensitisches Gefüge eingestellt werden, so dass die so behandelten Stähle Zugfestigkeiten im Bereich von 1500 bis 2000 MPa erreichen können.

[0004] Die aus solchen maßgeschneiderten Stahlplatinen hergestellten Karosseriebauteile, beispielsweise B-Säulen, weisen bis zu einer gewissen Blechdicke bzw. einem gewissen Dicken sprung einen einwandfreien Härteverlauf auf. Es wurde jedoch festgestellt, dass bei einer Blechdicke größer/gleich ca. 1,8 mm, insbesondere größer/gleich ca. 2,0 mm, bzw. einem Dicken sprung größer/gleich ca. 0,4 mm das Problem auftritt, dass die Laserschweißnaht beim Warmumformen (Presshärten) nicht ausreichend aufhärzt. Im Bereich der Schweißnaht ergibt sich dann nur teilweise ein martensitisches Gefüge, so dass es bei Belastung des fertigen Bauteils zu einem Versagen

in der Schweißnaht kommen kann. Dieses Problem hängt vermutlich damit zusammen, dass insbesondere bei einem Dickensprung in der Regel kein ausreichender Kontakt zu dem gekühlten Umformwerkzeug bzw. Kühlwerkzeug gewährleistet werden kann und sich dadurch die Schweißnaht nicht vollständig in Martensit umwandeln lässt.

[0005] In der US 2008/0011720 A1 ist ein Laser-Lichtbogen-Hybridschweißverfahren beschrieben, bei dem Platinen aus Mangan-Bor-Stahl, die eine Aluminium enthaltende Oberflächenschicht aufweisen, im Stumpfstoß miteinander verbunden werden, wobei der Laserstrahl mit mindestens einem elektrischen Lichtbogen kombiniert ist, um das Metall am Stumpfstoß aufzuschmelzen und die Platinen miteinander zu verschweißen. Der elektrische Lichtbogen wird dabei mittels einer Wolfram-Schweißelektrode abgegeben oder bildet sich bei Verwendung eines MIG-Schweißbrenners an der Spitze eines Zusatzdrahtes. Der Zusatzdraht kann Elemente (z. B. Mn, Ni und Cu) enthalten, welche die Umwandlung des Stahls in ein austenitisches Gefüge induzieren und eine Aufrechterhaltung der austenitischen Umwandlung im Schmelzbad begünstigen.

[0006] Mit diesem bekannten Laser-Lichtbogen-Hybridschweißverfahren soll erreicht werden, dass warmumformbare Platinen aus Mangan-Bor-Stahl, die mit einer Beschichtung auf Aluminium-Silizium-Basis versehen sind, ohne vorherige Entfernung des Beschichtungsmaterials im Bereich der herzustellenden Schweißnaht verschweißt werden können, wobei aber dennoch sichergestellt sein soll, dass an den Stoßkanten der Platinen befindliches Aluminium nicht zu einer Herabsetzung der Zugfestigkeit des Bauteils in der Schweißnaht führt. Durch das Vorsehen eines elektrischen Lichtbogens hinter dem Laserstrahl sollen das Schmelzbad homogenisiert und dadurch örtliche Aluminiumkonzentrationen größer 1,2 Gew.-%, die ein ferritisches Gefüge erzeugen, eliminiert werden.

[0007] Dieses bekannte Hybridschweißverfahren ist hinsichtlich des Energieverbrauchs aufgrund der Erzeugung des elektrischen Lichtbogens relativ aufwendig.

[0008] Des Weiteren ist aus der DE 10 2010 019 258 A1 ein Verfahren zur Herstellung von Stahlblechprodukten bekannt, bei dem Stahlplatten oder -bänder unterschiedlicher Dicke und/oder Werkstoffgüte miteinander entlang eines durch Kanten gebildeten Fügestoßes verschweißt werden, wobei zuvor zumindest partiell eine viskose Flüssigkeit auf die Schweißkante aufgebracht wird, um die Festigkeit der Schweißnaht zu erhöhen.

[0009] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Laserschweißverfahren anzuge-

ben, mit dem Werkstücke aus presshäftbarem Stahl, insbesondere Mangan-Bor-Stahl, die eine Dicke von mindestens 1,8 mm aufweisen und/oder bei denen am Stumpfstoß ein Dickensprung von mindestens 0,4 mm entsteht, zu maßgeschneiderten Werkstücken, insbesondere maßgeschneiderten Platinen, im Stumpfstoß gefügt werden können, deren Schweißnaht sich beim Warmumformen (Presshärten) zuverlässig in ein martenitisches Gefüge aufhärten lässt. Zudem soll sich das Verfahren durch eine hohe Produktivität sowie einen relativ geringen Energieverbrauch auszeichnen.

[0010] Zur Lösung dieser Aufgabe wird ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 vorgeschlagen. Bevorzugte und vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0011] Das erfindungsgemäße Verfahren dient dem Laserschweißen eines oder mehrerer Werkstücke aus presshäftbarem Stahl, insbesondere Mangan-Bor-Stahl, im Stumpfstoß, bei dem das Werkstück oder die Werkstücke eine Dicke von mindestens 1,8 mm, insbesondere mindestens 2,0 mm aufweisen und/oder an dem Stumpfstoß ein Dickensprung von mindestens 0,4 mm entsteht. Das Laserschweißen erfolgt dabei unter Zuführen von Zusatzdraht in das mit einem Laserstrahl erzeugte Schmelzbad. Das erfindungsgemäße Verfahren ist ferner dadurch gekennzeichnet, dass der Zusatzdraht mindestens ein Legierungselement aus der Mangan, Chrom, Molybdän, Silizium und/oder Nickel umfassenden Gruppe enthält, das die Bildung von Austenit in dem mit dem Laserstrahl erzeugten Schmelzbad begünstigt, wobei dieses mindestens eine Legierungselement mit einem um mindestens 0,1 Gew.-% größeren Massenanteil im Zusatzdraht vorhanden ist als in dem presshäftbaren Stahl des Werkstückes oder der Werkstücke.

[0012] Die erfindungsgemäß hergestellten Werkstücke bzw. maßgeschneiderten Platinen bieten hinsichtlich der Warmumformung (Presshärting) ein größeres Prozessfenster, in welchem eine ausreichende Aufhärtung des Bauteils, insbesondere auch in dessen Schweißnaht erzielt wird.

[0013] Das erfindungsgemäße Verfahren kann nicht nur beim Aneinanderfügen mehrerer Stahlplatinen unterschiedlicher Werkstoffgüte und/oder Blechdicke im Stumpfstoß zum Einsatz kommen, sondern beispielsweise auch beim Laserschweißen eines einzelnen platten- oder bandförmigen Stahlblechs, wobei im letztgenannten Fall die miteinander zu verschweißenden Kanten des Werkstücks durch Umformen, beispielsweise durch Abkanten oder Rollformen, aufeinander zu bewegt werden, so dass sie schließlich einander zugewandt im Stumpfstoß angeordnet sind.

[0014] In einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden das Werkstück bzw. die Werkstücke dahingehend ausgewählt, dass ihr Stahl folgende Zusammensetzung aufweist: 0,10 bis 0,50 Gew.-% C, max. 0,40 Gew.-% Si, 0,50 bis 2,00 Gew.-% Mn, max. 0,025 Gew.-% P, max. 0,010 Gew.-% S, max. 0,60 Gew.-% Cr, max. 0,50 Gew.-% Mo, max. 0,050 Gew.-% Ti, 0,0008 bis 0,0070 Gew.-% B, und min. 0,010 Gew.-% Al, Rest Fe und unvermeidbare Verunreinigungen. Die aus einem solchen Stahl hergestellten Bauteile weisen nach einem Presshärten eine relativ hohe Zugfestigkeit auf.

[0015] Besonders bevorzugt werden in dem erfindungsgemäßen Verfahren platten- oder bandförmige Werkstücke aus presshäftbarem Stahl verwendet, die nach dem Presshärten eine Zugfestigkeit im Bereich von 1500 bis 2000 MPa aufweisen.

[0016] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass der darin verwendete Zusatzdraht folgende Zusammensetzung aufweist: 0,05 bis 0,15 Gew.-% C, 0,5 bis 2,0 Gew.-% Si, 1,0 bis 2,5 Gew.-% Mn, 0,5 bis 2,0 Gew.-% Cr + Mo, und 1,0 bis 4,0 Gew.-% Ni, Rest Fe und unvermeidbare Verunreinigungen. Versuche haben gezeigt, dass sich mit einem solchen Zusatzdraht unter Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens in besonders zuverlässiger Weise eine vollständige Umwandlung der Schweißnaht in ein martenitisches Gefüge beim anschließenden Presshärten sicherstellen lässt.

[0017] Nach einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens hat der darin verwendete Zusatzdraht einen um mindestens 0,1 Gew.-% geringeren Kohlenstoff-Massenanteil als der presshäftbare Stahl des Werkstückes oder der Werkstücke. Durch einen relativ niedrigen Kohlenstoffgehalt des Zusatzdrahtes kann eine Versprödung der Schweißnaht verhindert werden. Insbesondere lässt sich durch einen relativ niedrigen Kohlenstoffgehalt des Zusatzdrahtes eine gute Restdehnbarkeit an der Schweißnaht erzielen.

[0018] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass der Zusatzdraht in erwärmtem Zustand dem Schmelzbad zugeführt wird. Hierdurch lässt sich eine höhere Prozessgeschwindigkeit bzw. eine höhere Produktivität erzielen. Denn bei dieser Ausgestaltung muss mit dem Laserstrahl nicht so viel Energie aufgewendet werden, um den Zusatzdraht zu schmelzen. Vorgezugsweise wird der Zusatzdraht vor dem Zuführen in das Schmelzbad zumindest in einem Längenabschnitt auf eine Temperatur von mindestens 50°C erwärmt.

[0019] Um eine Versprödung der Schweißnaht zu verhindern, sieht eine weitere bevorzugte Ausgestal-

tung des erfindungsgemäßen Verfahrens vor, dass das Schmelzbad während des Laserschweißens mit Schutzgas (Inertgas) beaufschlagt wird. Besonders bevorzugt wird dabei als Schutzgas reines Argon, Helium, Stickstoff oder deren Mischung oder ein Gemisch aus Argon, Helium, Stickstoff und/oder Kohlendioxid und/oder Sauerstoff verwendet.

[0020] Um die Bildung einer Zunderschicht auf Stahlbänder bzw. Stahlbleche zu verhindern, werden diese üblicherweise mit einer Beschichtung auf Aluminium- oder Aluminium-Silizium-Basis versehen. Das erfindungsgemäße Verfahren kann auch unter Verwendung solcher beschichteter Stahlplatten oder Stahlbänder angewandt werden. Unbeschichtete Stahlplatten oder Stahlbänder können ebenfalls nach dem erfindungsgemäßen Verfahren miteinander verschweißt werden. Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann die Beschichtung auf Aluminium- oder Aluminium-Silizium-Basis im Randbereich entlang den miteinander zu verschweißenden Stoßkanten vor dem Laserschweißen abgetragen werden. Dies kann mittels mindestens eines Energiestrahls, vorzugsweise eines Laserstrahls erfolgen. Ein mechanisches bzw. hochfrequentes (HF-)Entschichten ist ebenfalls denkbar. Auf diese Weise kann eine Beeinträchtigung der Schweißnaht durch andernfalls darin ungewollt eingebrachtes Beschichtungsmaterial zuverlässig verhindert werden, das beim Warmumformen (Presshärten) zu Einbrüchen im Härteverlauf führen kann bzw. würde.

[0021] Nachfolgend wird die Erfindung anhand einer Ausführungsbeispiele darstellenden Zeichnung näher erläutert. Es zeigen schematisch:

[0022] **Fig. 1** eine perspektivische Ansicht von Teilen einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Laserschweißverfahrens, wobei zwei im Wesentlichen gleiche dicke, presshärzbare Stahlplatten im Stumpfstoß miteinander verschweißt werden; und

[0023] **Fig. 2** eine perspektivische Ansicht von Teilen einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Laserschweißverfahrens, wobei hier zwei unterschiedlich dicke, presshärzbare Stahlplatten im Stumpfstoß miteinander verschweißt werden.

[0024] In **Fig. 1** ist eine Vorrichtung schematisch dargestellt, mit der ein erfindungsgemäses Laser-Schweißverfahren durchgeführt werden kann. Die Vorrichtung umfasst eine Unterlage (nicht gezeigt), auf der zwei Bänder oder Platten **1**, **2** aus Stahl unterschiedlicher Werkstoffgüte stumpf entlang des Fügestoßes **3** aneinanderstoßen. Beispielsweise besitzt das eine Werkstück **1** oder **2** eine relativ weiche Tiefziehgüte, während das andere Werkstück **2** bzw. **1** aus höherfestem Stahlblech besteht. Zumin-

dest eines der Werkstücke **1**, **2** ist aus presshärzbarem Stahl, beispielsweise aus Mangan-Bor-Stahl hergestellt.

[0025] Die Werkstücke **1**, **2** sind im Wesentlichen gleich dick. Ihre Dicke beträgt mindestens 1,8 mm, beispielsweise mindestens 2,0 mm.

[0026] Oberhalb der Werkstücke **1**, **2** ist ein Abschnitt eines Laserschweißkopfes **4** skizziert, der mit einer Optik (nicht gezeigt) zur Zuführung eines Laserstrahls sowie einer Fokussierlinse **5** für den Laserstrahl **6** versehen ist. Des Weiteren ist an dem Laserschweißkopf **4** eine Leitung **7** zur Zuführung von Schutzgas angeordnet. Die Mündung der Schutzgasleitung **7** ist im Wesentlichen auf den Fokusbereich des Laserstrahls **6** bzw. das mit dem Laserstrahl **6** erzeugte Schmelzbad **8** gerichtet. Als Schutzgas wird vorzugsweise reines Argon oder beispielsweise ein Gemisch aus Argon, Helium und/oder Kohlendioxid verwendet. Zudem ist dem Laserschweißkopf **4** eine Drahtzuführungseinrichtung **9** zugeordnet, mittels der dem Schmelzbad **8** ein spezielles Zusatzmaterial in Form eines Drahtes **10** zugeführt wird, das durch den Laserstrahl **6** ebenfalls aufgeschmolzen wird. Der Zusatzdraht **10** wird dem Schmelzbad **8** in erwärmtem Zustand zugeführt. Hierzu ist die Drahtzuführungseinrichtung **9** mit mindestens einem Heizelement (nicht gezeigt), beispielsweise einer den Draht **10** umgebenden Heizspirale ausgestattet. Mit dem Heizelement wird der Zusatzdraht **10** vorzugsweise auf eine Temperatur von mindestens 50°C, besonders bevorzugt auf mindestens 90°C aufgeheizt.

[0027] Das in **Fig. 2** dargestellte Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 1** dadurch, dass die Werkstücke **1**, **2'** verschieden dick sind, so dass an dem Stumpfstoß **3** ein Dickensprung **d** von mindestens 0,4 mm vorliegt. Beispielsweise besitzt das eine Werkstück **2'** eine Blechdicke im Bereich von 0,5 mm bis 1,2 mm, während das andere Werkstück **1** eine Blechdicke im Bereich von 1,6 mm bis 2,5 mm aufweist. Darüber hinaus können sich die im Stumpfstoß **3** miteinander zu verbindenden Werkstücke **1**, **2'** auch in ihrer Werkstoffgüte voneinander unterscheiden. Beispielsweise ist die dickere Platine **1** aus höherfestem Stahlblech hergestellt, wohingegen die dünnere Stahlplatine **2'** eine relativ weiche Tiefziehgüte besitzt.

[0028] Der presshärzbare Stahl, aus dem zumindest eines der miteinander im Stumpfstoß **3** zu verbindenden Werkstücke **1**, **2** bzw. **2'** besteht, kann beispielsweise folgende chemische Zusammensetzung aufweisen:

max. 0,45 Gew.-% C,
max. 0,40 Gew.-% Si,
max. 2,0 Gew.-% Mn,
max. 0,025 Gew.-% P,
max. 0,010 Gew.-% S,

max. 0,8 Gew.-% Cr + Mo,
 max. 0,05 Gew.-% Ti,
 max. 0,0050 Gew.-% B, und
 min. 0,010 Gew.-% Al,
 Rest Fe und unvermeidbare Verunreinigungen.

[0029] Die Werkstücke bzw. Stahlplatinen **1**, **2** bzw. **2'** können unbeschichtet oder mit einer Beschichtung, insbesondere Al-Si-Schicht versehen sein. Im Lieferzustand, d. h. vor einer Wärmebehandlung und schnellen Abkühlung, beträgt die Streckgrenze Re der presshärzbaren Stahlplatinen **1**, **2** und/oder **2'** vorzugsweise mindestens 300 MPa; ihre Zugfestigkeit Rm beträgt mindestens 480 MPa, und ihre Bruchdehnung A_{80} liegt bei mindestens 10%. Nach dem Warmumformen (Presshärten), d. h. einem Austenitisieren bei ca. 900 bis 920°C und anschließendem schnellen Abkühlen, weisen diese Stahlplatinen eine Streckgrenze Re von ca. 1.100 MPa, eine Zugfestigkeit Rm von ca. 1.500 bis 2000 MPa und eine Bruchdehnung A_{80} von ca. 5,0% auf.

[0030] Sofern die Werkstücke bzw. Stahlplatinen **1**, **2** und/oder **2'** mit einer Aluminiumbeschichtung, insbesondere mit einer Al-Si-Beschichtung versehen sind, kann die Beschichtung im Randbereich entlang der miteinander zu verschweißenden Stoßkanten vor dem Laserschweißen abgetragen bzw. teilentfernt werden. Gegebenenfalls wird auch an den Stoß- bzw. Schnittkanten **3** anhaftendes Aluminiumbeschichtungsmaterial entfernt. Das Abtragen (Entfernen) des Aluminiumbeschichtungsmaterials kann vorzugsweise mittels eines Laserstrahls erfolgen.

[0031] Der verwendete Zusatzdraht **10** weist beispielsweise folgende chemische Zusammensetzung auf:

0,1 Gew.-% C,
 0,8 Gew.-% Si,
 1,8 Gew.-% Mn,
 0,35 Gew.-% Cr,
 0,6 Gew.-% Mo, und
 2,25 Gew.-% Ni,
 Rest Fe und unvermeidbare Verunreinigungen.

[0032] Der Mangan-Gehalt des Zusatzdrahtes **10** ist dabei stets höher als der Mangan-Gehalt der presshärzbaren Werkstücke **1**, **2** bzw. **2'**. Vorzugsweise liegt der Mangan-Gehalt des Zusatzdrahtes **10** um ca. 0,2 Gew.-% höher als der Mangan-Gehalt der presshärzbaren Werkstücke **1**, **2** bzw. **2'**. Ferner ist es günstig, wenn auch Gehalt an Chrom und Molybdän des Zusatzdrahtes **10** höher als in den presshärzbaren Werkstücken **1**, **2** bzw. **2'** ist. Vorzugsweise liegt der kombinierte Chrom-Molybdän-Gehalt des Zusatzdrahtes **10** um ca. 0,2 Gew.-% höher als der kombinierte Chrom-Molybdän-Gehalt der presshärzbaren Werkstücke **1**, **2** bzw. **2'**. Der Nickelgehalt des Zusatzdrahtes **10** liegt vorzugsweise im Bereich von

1 bis 4 Gew.-%. Zudem weist der Zusatzdraht **10** vorzugsweise einen geringeren Kohlenstoffgehalt auf als der presshärzbare Stahl der Werkstücke **1**, **2** bzw. **2'**.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Laserschweißen eines oder mehrerer Werkstücke aus presshärzbarem Stahl im Stumpfstoß, bei dem das Werkstück oder die Werkstücke (**1**, **2**; **1**, **2'**) eine Dicke von mindestens 1,8 mm aufweisen und/oder an dem Stumpfstoß (**3**) ein Dickensprung (d) von mindestens 0,4 mm entsteht, und bei dem das Laserschweißen unter Zuführen von Zusatzdraht (**10**) in das mit einem Laserstrahl (**6**) erzeugte Schmelzbad (**8**) erfolgt, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Zusatzdraht (**10**) mindestens ein Legierungselement aus der Mangan, Chrom, Molybdän, Silizium und/oder Nickel umfassenden Gruppe enthält, das die Bildung von Austenit in dem mit dem Laserstrahl (**6**) erzeugten Schmelzbad (**8**) begünstigt, wobei dieses mindestens eine Legierungselement mit einem um mindestens 0,1 Gew.-% größeren Massenanteil im Zusatzdraht (**10**) vorhanden ist als in dem presshärzbaren Stahl des Werkstückes oder der Werkstücke (**1**, **2**; **1**, **2'**).

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Stahl des Werkstückes oder der Werkstücke (**1**, **2**; **1**, **2'**) folgende Zusammensetzung aufweist:

0,10–0,50 Gew.-% C,
 max. 0,40 Gew.-% Si,
 0,50–2,00 Gew.-% Mn,
 max. 0,025 Gew.-% P,
 max. 0,010 Gew.-% S,
 max. 0,60 Gew.-% Cr,
 max. 0,50 Gew.-% Mo,
 max. 0,050 Gew.-% Ti,
 0,0008–0,0070 Gew.-% B, und
 min. 0,010 Gew.-% Al,
 Rest Fe und unvermeidbare Verunreinigungen.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Zusatzdraht (**10**) folgende Zusammensetzung aufweist:

0,05–0,15 Gew.-% C,
 0,5–2,0 Gew.-% Si,
 1,0–2,5 Gew.-% Mn,
 0,5–2,0 Gew.-% Cr + Mo, und
 1,0–4,0 Gew.-% Ni,
 Rest Fe und unvermeidbare Verunreinigungen.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Zusatzdraht (**10**) einen um mindestens 0,1 Gew.-% geringeren Kohlenstoff-Massenanteil als der presshärzbare Stahl des Werkstückes oder der Werkstücke (**1**, **2**; **1**, **2'**) aufweist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Zusatzdraht (10) in erwärmtem Zustand dem Schmelzbad (8) zugeführt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Zusatzdraht (10) vor dem Zuführen in das Schmelzbad (8) zumindest in einem Längenabschnitt auf eine Temperatur von mindestens 50°C erwärmt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Schmelzbad (8) während des Laserschweißens mit Schutzgas beaufschlagt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Schutzgas reines Argon oder ein Gemisch aus Argon und Kohlendioxid verwendet wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das verwendete Werkstück oder die verwendeten Werkstücke (1, 2; 1, 2') eine Oberflächenschicht auf Aluminium- oder Aluminium-Silizium-Basis aufweisen.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das verwendete Werkstück oder die verwendeten Werkstücke (1, 2; 1, 2') unbeschichtet oder teilentschichtet sind.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

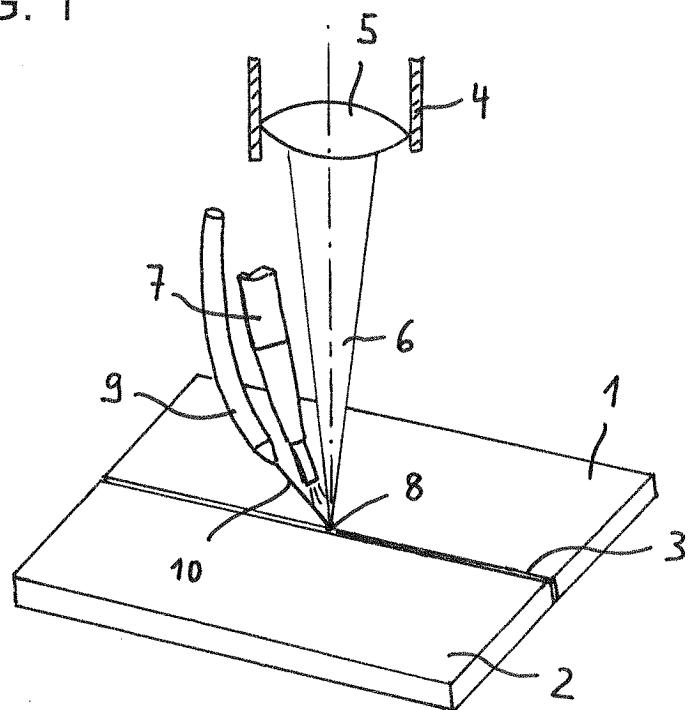


FIG. 2

