



(10) **DE 10 2018 107 291 A1** 2019.10.02

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2018 107 291.0**

(22) Anmeldetag: **27.03.2018**

(43) Offenlegungstag: **02.10.2019**

(51) Int Cl.: **B23K 35/32 (2006.01)**
C22C 38/04 (2006.01)

(71) Anmelder:
**voestalpine Automotive Components Linz GmbH,
Linz, AT**

(74) Vertreter:
HGF Europe LLP, 81673 München, DE

(72) Erfinder:
Brugger, Gerald, Linz, AT

(56) Ermittelte Stand der Technik:

DE	10 2012 111 118	B3
DE	10 2014 001 979	A1
DE	10 2015 115 915	A1
DE	30 50 581	T5

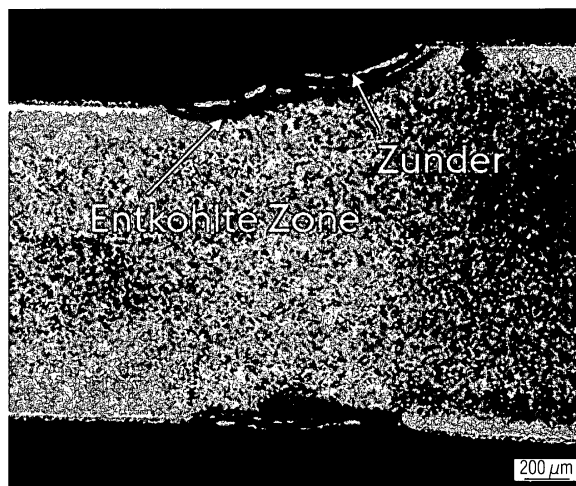
US	9 604 311	B2
US	3 769 003	A
EP	1 878 531	B1
EP	2 007 545	B1
EP	2 883 646	B1
EP	2 942 143	B1
EP	0 953 401	A1
EP	2 737 971	A1
WO	2017/ 103 149	A1
JP	S60- 83 797	A

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Schweißen beschichteter Stahlbleche**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verschweißen von Stahlblechen aus mit einer Aluminium-Siliziumkorrosionsschutzschicht beschichteten im Abschreckhärteverfahren härtbaren CMnB- und CMn-Stahlmaterialien, wobei beim Verschweißen der Bleche ein Schweißzusatzdraht verwendet wird, wobei der Schweißzusatzdraht die Zusammensetzung $C = 0,80 - 2,28 \times \%C$ Grundwerkstoff, $Cr = 8 - 20$, $Ni < 5$, $S i = 0,2 - 1$, $Mn = 0,2 - 1$, $Mo < 2$ besitzt und der Rest Eisen und erschmelzungsbedingte unvermeidbare Verunreinigungen darstellt, wobei alle Angaben in Masse-% sind.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Schweißen beschichteter Stahlbleche nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Im Stand der Technik ist es bekannt, aus Stahlblechen unterschiedlicher Dicke und/oder Stahlblechen mit unterschiedlicher Zusammensetzung geschweißte Platinen herzustellen, die dann einer Weiterverarbeitung, wie einer Umformung oder Wärmebehandlung zugänglich sind.

[0003] Der Sinn hierhinter ist, dass durch die unterschiedliche Dicke oder die unterschiedliche Zusammensetzung Eigenschaften eines fertigen umgeformten Bauteils zonal unterschiedlich gestaltet werden können.

[0004] Darüber hinaus ist es bekannt, auch Bleche zu verschweißen, die eine Korrosionsschutzbeschichtung, und insbesondere eine metallische Korrosionsschutzbeschichtung wie eine Zink- oder Aluminiumbeschichtung besitzen.

[0005] Es ist insbesondere bekannt, hochhärtbare Mangan-Bor-Stähle miteinander zu verschweißen, aus welchen anschließend Strukturbauteile von Karosserien hergestellt werden.

[0006] Derart maßgeschneiderte Platinen aus Stahlblechen werden auch als „tailored blanks“ bezeichnet.

[0007] Bekannte Schweißverfahren sind das Lichtbogenschweißen und das Laserschweißen sowie das Laserlichtbogen-Hybridschweißverfahren.

[0008] Insbesondere bei aluminium-siliziumbeschichteten Blechen hat sich herausgestellt, dass die Aluminium-Siliziumschicht, wenn sie mit den herkömmlichen Schweißverfahren in das Verschweißen der Bleche involviert ist, Probleme bereitet. Offensichtlich haben die Beschichtungselemente einen negativen Einfluss auf die Zusammensetzung der Schweißnaht.

[0009] Es gibt daher Ansätze, Aluminium-Siliziumschichten vor dem Schweißen teilbereichsweise zu entfernen, um die Aluminium-Siliziumkonzentration in der Schweißnaht abzusenken.

[0010] Zudem ist aus dem Stand der Technik bekannt, bei einem Verschweißen derartig beschichteter Bleche mit einem Zusatzdraht zu arbeiten oder mit einer Pulverzugabe.

[0011] Derartige verschweißte Platinen werden auch bei der Herstellung von gehärteten oder teilgehärteten Bauteilen verwendet und dazu aufgeheizt und abgeschreckt.

[0012] Es ist bekannt, dass insbesondere in Automobilen sogenannte pressgehärtete Bauteile aus Stahlblech eingesetzt werden. Diese pressgehärteten Bauteile aus Stahlblech sind hochfeste Bauteile, die insbesondere als Sicherheitsbauteile des Karosseriebereichs verwendet werden. Hierbei ist es durch die Verwendung dieser hochfesten Stahlbauteile möglich, die Materialdicke gegenüber einem normalfesten Stahl zu reduzieren und somit geringe Karosseriegewichte zu erzielen.

[0013] Beim Presshärten gibt es grundsätzlich zwei verschiedene Möglichkeiten zur Herstellung derartiger Bauteile. Unterschieden wird in das sogenannte direkte und indirekte Verfahren.

[0014] Beim direkten Verfahren wird eine Stahlblechplatine über die sogenannten Austenitisierungstemperatur aufgeheizt und gegebenenfalls so lange auf dieser Temperatur gehalten, bis ein gewünschter Austenitisierungsgrad erreicht ist. Anschließend wird diese erhitzte Platine in ein Formwerkzeug überführt und in diesem Formwerkzeug in einem einstufigen Umformschritt zum fertigen Bauteil umgeformt und hierbei durch das gekühlte Formwerkzeug gleichzeitig mit einer Geschwindigkeit, die über der kritischen Härtegeschwindigkeit liegt, abgekühlt. Somit wird das gehärtete Bauteil erzeugt.

[0015] Beim indirekten Verfahren wird zunächst, gegebenenfalls in einem mehrstufigen Umformprozess, das Bauteil fast vollständig fertig umgeformt. Dieses umgeformte Bauteil wird anschließend ebenfalls auf eine Temperatur über die Austenitisierungstemperatur erhitzt und gegebenenfalls für eine gewünschte erforderliche Zeit auf dieser Temperatur gehalten.

[0016] Anschließend wird dieses erhitzte Bauteil in ein Formwerkzeug überführt und eingelegt, welches schon die Abmessungen des Bauteils bzw. die Endabmessungen des Bauteils gegebenenfalls unter Berücksichtigung der Wärmedehnung des vorgeformten Bauteils besitzt. Nach dem Schließen des insbesondere gekühlten Werkzeuges wird somit das vorgeformte Bauteil lediglich in diesem Werkzeug mit einer Geschwindigkeit über der kritischen Härtegeschwindigkeit abgekühlt und dadurch gehärtet.

[0017] Das direkte Verfahren ist hierbei etwas einfacher zu realisieren, ermöglicht jedoch nur Formen, die tatsächlich mit einem einzigen Umformschritt zu realisieren sind, d.h. relativ einfache Profilformen.

[0018] Das indirekte Verfahren ist etwas aufwendiger, dafür aber in der Lage auch komplexere Formen zu realisieren.

[0019] Aus der DE 10 2012 111 118 B3 ist ein Verfahren zum Laserschweißen eines oder mehrerer Werkstücke aus presshärtablem Stahl, insbesondere Mangan-Bor-Stahl bekannt, bei dem im Stumpfstoß geschweißt wird und bei dem das Werkstück oder die Werkstücke eine Dicke von mind. 1,8mm aufweisen und/oder an dem Stumpfstoß ein Dickensprung von mind. 0,4mm entsteht, wobei bei dem Laserschweißen in das mit einem Laserstrahl erzeugte Schmelzbad Zusatzdraht zugeführt wird. Um sicherzustellen, dass sich die Schweißnaht beim Warmumformen zuverlässig in ein martensitisches Gefüge aufhärten lässt, sieht diese Schrift vor, dem Zusatzdraht mind. 1 Legierungselement aus der Mangan, Chrom, Molybdän, Silizium und/oder Nickel umfassenden Gruppe zuzusetzen, dass die Bildung von Austenit in dem mit dem Laserstrahl erzeugten Schmelzbad begünstigt, wobei dieses mind. eine Legierungselement mit einem um mind. 0,1 Gewichtsprozent größeren Masseanteil im Zusatzdraht vorhanden ist als in dem presshärtablem Stahl des Werkstückes oder der Werkstücke.

[0020] Aus der DE 10 2014 001 979 A1 ist ein Verfahren zum Laserschweißen eines oder mehrerer Werkstücke aus härtablem Stahl im Stumpfstoß bekannt, wobei der Stahl insbesondere ein Mangan-Bor-Stahl ist und die Werkstücke eine Dicke zwischen 0,5 und 1,8mm aufweisen und/oder an dem Stumpfstoß ein Dickensprung zwischen 0,2 und 0,4 mm entsteht, wobei beim Laserschweißen in das Schmelzbad ein Zusatzdraht eingeführt wird, wobei das Schmelzbad ausschließlich durch den einen Laserstrahl erzeugt wird. Um sicherzustellen, dass sich die Schweißnaht beim Warmumformen zuverlässig in ein martensitisches Gefüge aufhärten lässt, sieht die Schrift vor, dass der Zusatzdraht mindestens ein Legierungselement aus der Mangan, Chrom, Molybdän, Silizium und/oder Nickel umfassenden Gruppe enthält, sodass die Bildung von Austenit begünstigt wird.

[0021] Aus der EP 2 737 971 A1 ist ein tailor welded blank bekannt und ein Verfahren zu seiner Herstellung, wobei das Blech dadurch erzeugt wird, dass Bleche unterschiedlicher Dicke oder Zusammensetzung miteinander verbunden werden, wobei Qualitätsprobleme in der Schweißzone vermindert werden sollen. Auch hierbei wird ein Zusatzdraht verwendet, wobei dieser so ausgestaltet werden soll, dass im Temperaturbereich von 800 bis 950°C kein Ferrit entsteht. Dieses Verfahren soll insbesondere für AISi-beschichtete Bleche geeignet sein, wobei auch dieser Draht einen höheren Gehalt an Austenit stabilisierenden Elementen haben soll, die insbesondere aus Kohlenstoff oder Mangan bestehen.

[0022] Aus der EP 1 878 531 B1 ist ein Verfahren zum hybriden Laser-Lichtbogen-Schweißen von oberflächlich beschichteten metallischen Werkstücken bekannt, wobei die oberflächige Beschichtung Aluminium enthalten soll. Der Laserstrahl soll mit wenigstens einem Lichtbogen kombiniert sein, sodass ein Schmelzen des Metalls und ein Schweißen des oder der Teile bewirkt wird und, dass wenigstens eines der Teile vor seinem Schweißen auf der Oberfläche einen seiner seitlichen Schnittflächen die verschweißt werden soll, Ablagerungen der Beschichtung von Aluminium-Silizium aufweist.

[0023] Aus der EP 2 942 143 B1 ist ein Verfahren zum Verbinden von zwei Rohlingen bekannt, wobei die Rohlinge Stahlbleche sind mit einer Beschichtung, welche eine Schicht aus Aluminium oder aus einer Aluminiumlegierung umfassen, wobei die beiden Teile aneinandergeschweißt werden unter Nutzung eines Laserstrahls und eines Lichtbogens, wobei der Lichtbogenbrenner eine Fülldrahtelektrode umfasst und die Fülldrahtelektrode aus einer Stahllegierung umfassend stabilisierende Elemente besteht, wobei Laser und Lichtbogen in einer Schweißrichtung bewegt werden, wobei in Schweißrichtung der Lichtbogenschweißbrenner und der Laserstrahl nachfolgend angeordnet sind.

[0024] Aus der EP 2 883 646 B1 ist ein Verfahren zum Verbinden von zwei Rohlingen bekannt, wobei zumindest einer der Rohlinge eine Schicht aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung umfasst, wobei beim Schweißvorgang ein Metallpulver in die Schweißzone zugeführt wird und das Metallpulver ein auf Eisen basie-

rendes Pulver umfassend gammastabilisierende Elemente ist und das Laserstrahlschweißen ein Zweipunkt-laserstrahlschweißen ist.

[0025] Aus der EP 2 007 545 B1 ist ein Verfahren zur Herstellung eines geschweißten Teils mit sehr guten mechanischen Eigenschaften bekannt, wobei ein Stahlblech eine Beschichtung besitzt, die aus einer intermetallischen Schicht besteht und einer auf der intermetallischen Schicht befindlichen Metalllegierungsschicht. Zum Zwecke des Verschweißens der Bleche soll an der Peripherie des Blechs, d. h. den Bereichen, die verschweißt werden sollen, die Metalllegierungsschicht auf der intermetallischen Schicht entfernt sein, wobei es sich bei dieser Schicht um eine Aluminiumlegierungsschicht handelt. Diese Beschichtung soll durch einen Laserstrahl beseitigt sein, sodass diese als Aluminium-Siliziumschicht ausgebildete Schicht vor dem Verschweißen abgedampft wird, um schädliche Einflüsse des Aluminiums in der Schweißnaht zu vermeiden. Gleichzeitig soll die intermetallische Schicht bestehen bleiben, um möglicherweise korrosionshemmende Wirkungen zu entfalten.

[0026] Aus der US 960 43 11 B2 ist ein Vollablationsverfahren bekannt, bei dem eine metallische und eine intermetallische Schicht vollständig durch Laser verdampft werden.

[0027] Beim Stand der Technik ist von Nachteil, dass bei Verfahren, bei denen ein Pulver in die Schweißnaht eingebracht wird, die Dosierung des Pulvers schwer ist. Bei Laser-HybridSchweißverfahren ist von Nachteil, dass diese grundsätzlich sehr komplex sind und schwer zu führen sind. Bei einer Verzunderung der Schweißnaht ist von Nachteil, dass der tragende Querschnitt verringert wird und bei einer Entkohlung der Schweißnaht ebenfalls der tragende Querschnitt vermindert wird, zusätzlich aber auch die mechanische Tragfähigkeit der Schweißnaht in Frage gestellt wird. Bei der Ablation von Aluminium-Siliziumschichten durch Laser ist von Nachteil, dass es einerseits schwer ist, die Laserablation sicher zu fahren und zu einer zuverlässigen Ablation zu kommen, andererseits stellt ein solcher Schritt einen weiteren Verfahrensschritt dar, der die Herstellung komplexer macht und verteuert.

[0028] Grundsätzlich besteht das Problem, dass bei Aluminium-Siliziumschichten auf Blechen bei der Verschweißung die Schweißnaht weniger fest wird, was offensichtlich am Aluminium liegt, welches mit in die Schweißnaht eingetragen wird.

[0029] Aufgabe der Erfindung ist es, stabile Schweißnähte mit geringem Aufwand zu Erzeugen.

[0030] Die Aufgabe wird mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0031] Vorteilhafte Weiterbildungen sind in Unteransprüchen gekennzeichnet.

[0032] Erfindungsgemäß werden Aluminium-Silizium-beschichtete Bleche ohne die Aluminium-Silizium-Schicht ganz oder teilweise zu entfernen miteinander verschweißt, wobei jedoch der negative Einfluss des Aluminiums auf die mechanischen Eigenschaften der Schweißverbindung neutralisiert wird. Zudem wird erfindungsgemäß der Entkohlung und Verzunderung der Schweißnaht vorgebeugt, die Warmfestigkeit der Schweißnaht gesteigert und die Schweißnaht zudem für nachfolgende Warmumformprozesse derart ertüchtigt, dass die werkzeugbedingten an der Schweißnaht herrschenden schlechteren Kühlbedingungen kompensiert wird.

[0033] Für die erfindungsgemäße Neutralisierung des Aluminiums bzw. dessen negativen Wirkungen wird mit einem speziellen Zusatzdraht geschweißt, dessen Chemie bzw. Legierungslage darauf abgestimmt ist, den Wirkungen des Aluminiums entgegenzusteuern.

[0034] Insbesondere besitzt der Schweißdraht einen definierten Chromgehalt, der die Zunderbildung und die Randentkohlung stark hemmt.

[0035] Dementsprechend wird im Gegensatz zum Stand der Technik keine Gammastabilisierung vorgenommen, sondern mit wenig Nickel und Mangan geschweißt. Überraschend hat sich ergeben, dass trotzdem eine hochfeste Schweißnaht entsteht. Somit gelingt es ablationsfrei zu Schweißen und den negativen Einfluss von Aluminium auf die mechanischen Eigenschaften der Schweißverbindung zu unterdrücken, wobei zusätzlich eine Entkohlung und Verzunderung der Schweißnaht nahezu vermieden wird, die Schweißnaht bezüglich der Warmfestigkeit gesteigert wird. Dies gelingt u. a. dadurch, dass mit einem erhöhten Chromgehalt geschweißt wird, welcher die Härte verbessert. Dies ist wichtig, weil erfindungsgemäß erkannt wurde, dass beim Warmumformprozess werkzeugbedingt an der Schweißnaht oft schlechtere Kühlbedingungen vorliegen, was sich in einem Härteabfall der Schweißnaht nach dem Presshärtevorgang widerspiegelt.

[0036] Insgesamt wird somit durch die Verwendung von einem speziell auf das Material abgestimmten Zusatzdraht das Aluminium weitgehend neutralisiert und durch den Chromgehalt in der Schweißnaht die Zunderbildung und Randentkohlung stark gehemmt. Ein geeigneter Zusatzdraht besitzt einen Kohlenstoffanteil der 0,80 bis 2,28 mal dem Kohlenstoffgehalt des Grundwerkstoffes, bevorzugt 0,88 bis 1,51 mal dem Kohlenstoffgehalt des Grundwerkstoffes, besonders bevorzugt 0,90 bis 1,26 mal dem Kohlenstoffgehalt des Grundwerkstoffes, noch besonderer bevorzugt 0,90 bis 1,17 mal dem Kohlenstoffgehalt des Grundwerkstoffes entspricht, bei einem Chromgehalt von 8 bis 20%, einem Nickelgehalt unter 5%, bevorzugt unter 1%, einem Siliziumgehalt von 0,2 bis 3%, einem Mangangehalt von 0,2 bis 1% und optional einem Molybdängehalt bis 2 %, bevorzugt 0,5 bis 2%.

[0037] Beim Verschweißen mit einem solchen Zusatzdraht gelingt es, beim nachfolgenden Härteprozess Zunderbildung und Randentkohlung stark zu hemmen und die Wirkung des aus der Beschreibung stammenden Aluminiums zu „neutralisieren“.

[0038] Die Erfindung wird anhand von Figuren beispielhaft erläutert. Es zeigen dabei:

Fig. 1 Einen Querschnitt durch eine Schweißnaht zwischen zwei unterschiedliche dicken Blechen, wobei ein Schweißverfahren nach dem Stand der Technik angewendet wurde und eine verzunderte und entkohlte Schweißnaht zu sehen ist;

Fig. 2 Die entkohlte Zone bei einer Schweißnaht nach dem Stand der Technik und eine erfindungsgemäße Schweißnaht im Querschnitt angeschliffen;

Fig. 3 Der Härteverlauf innerhalb einer Schweißnaht, wobei die Schweißnaht in einer Schlifffdarstellung dargestellt ist mit dem Härteprobenpunkten;

Fig. 4 Eine Übersicht über das Festigkeitsniveau von Schweißnähten unterschiedlichen Spaltbreiten und unterschiedlichen erfindungsgemäßen und nicht erfindungsgemäßen Drahtmaterialien und unterschiedlichen Schweißfortschrittsgeschwindigkeiten.

Fig. 5 Eine Übersicht von den Zusammensetzungen der Zusatzdrähte der in **Fig. 4** dargestellten Schweißnähte der erfindungsgemäßen und nicht erfindungsgemäßen Drahtmaterialien.

[0039] Erfindungsgemäß wird das Verschweißen zweier unterschiedlich dicker Bleche, bevorzugt CMn-Stähle insbesondere eines härtbaren CMnB-Stahles, insbesondere von 22MnB5-Stahlmaterialien dadurch bewerkstelligt, dass ein Schweißzusatzdraht verwendet wird. Insbesondere werden erfindungsgemäß Aluminium-Silizium-beschichtete Stahlbleche mit > 900 MPa Zugfestigkeit nach Härtung, ablationsfrei durch Schweißen gefügt.

[0040] Die bevorzugte chemische Legierung des Zusatzdrahtes bzw. Fülldrahtes besteht aus folgenden Elementen:

C= 0,80 - 2,28 × C Grundwerkstoff

Cr= 8 - 20 Masse-%

Ni≤ 5, vorzugsweise ≤ 1 Masse-%

Si= 0,2 - 3 Masse-%

Mn= 0,2 - 1 Masse-%

Optional Mo=< 2, vorzugsweise 0,5 - 2,5 Masse-%

Optional V und/oder W in Summe < 1% Masse-%

Rest Eisen und erschmelzungsbedingte unvermeidliche Verunreinigungen

[0041] Bevorzugt wird der Kohlenstoff des Zusatzdrahtes bzw. Fülldrahtes wie folgt eingestellt, bzw. weist der Zusatzdraht folgende Zusammensetzung auf:

C= 0,88 bis 1,51 × C Grundwerkstoff

Cr= 10 - 18 Masse-%

Ni= ≤ 1 Masse-%

Si= 0,3 - 1 Masse-%

Mn= 0,4 - 1 Masse-%

Mo= 0,5 - 1,3 Masse-%

V = 0,1 - 0,5 Masse-%

W= 0,1 - 0,5 Masse-%

Rest Eisen und erschmelzungsbedingte unvermeidliche Verunreinigungen

[0042] Besonders bevorzugt:

C= 0,90 bis 1,26 × C Grundwerkstoff

[0043] Noch besonderer bevorzugt:

C= 0,90 bis 1,17 × C Grundwerkstoff

[0044] Wie bereits ausgeführt, werden als Werkstoffe Aluminium-Silizium-beschichtete Bleche mit einer Auflage von 60g/m² je Seite aus einem 22MnB5 gefügt, wobei zum Zwecke der Zugproben, Bleche mit 1,5 mm gefügt wurden. Derartige Bleche wurden mit Schweißkanten versehen und mit einem Trumpf Schweißlaser 4006 (4,4 kW) mit einem Fokusgrößendurchmesser 0,6 mm verschweißt.

[0045] Der Grundwerkstoff ist ein Stahl der allgemeinen Legierungszusammensetzung (in Masse-%)

Kohlenstoff (C)	0,03-0,6
Mangan (Mn)	0,3-3,0
Aluminium (Al)	0,01-0,07
Silizium (Si)	0,01-0,8
Chrom (Cr)	0,02-0,6
Nickel (Ni)	<0,5
Titan (Ti)	0,01-0,08
Niob (Nb)	<0,1
Stickstoff (N)	< 0,02
Bor (B)	0,002-0,02
Phosphor(P)	< 0,01
Schwefel (S)	< 0,01
Molybdän (Mo)	< 1

[0046] Rest Eisen und erschmelzungsbedingte Verunreinigungen.

[0047] Dies bedeutet, dass der Kohlenstoffgehalt des Zusatzdrahtes im Bereich von 0,024 bis 1,086 Masse-% liegen kann.

[0048] In der Produktion wird selbstverständlich der Kohlenstoffgehalt des Zusatzdrahtes konkret auf Basis Kohlenstoffgehalts des vorliegenden Grundwerkstoffes ausgewählt.

[0049] Bevorzugt kann der Grundwerkstoff folgende Legierungszusammensetzung aufweisen:

Kohlenstoff (C)	0,03-0,36
Mangan (Mn)	0,3-2,00
Aluminium (Al)	0,03-0,06
Silizium (Si)	0,01-0,20
Chrom (Cr)	0,02-0,4
Nickel (Ni)	<0,5
Titan (Ti)	0,03-0,04

Niob (Nb)	<0,1
Stickstoff (N)	< 0,007
Bor (B)	0,002-0,006
Phosphor(P)	< 0,01
Schwefel (S)	< 0,01
Molybdän (Mo)	< 1

[0050] Rest Eisen und erschmelzungsbedingte Verunreinigungen.
Konkret kann zb der 22MnB5 folgende Zusammensetzung aufweisen:

C=0,22
Si=0,19
Mn=1,22
P=0,0066
S=0,001
Al=0,053
Cr=0,26
Ti=0,031
B=0,0025
N=0,0042,

Rest Eisen und schmelzungsbedingte Verunreinigungen, wobei alle Angaben in Masse-% sind.

[0051] Bei dieser konkreten Zusammensetzung des Grundwerkstoffes kann der Kohlenstoffgehalt des Zusatzdrahtes im Bereich von 0,186 bis 0,5082 Masse-% bzw. besonders bevorzugt zwischen 0,216 bis 0,257 Masse-% liegen.

[0052] Im Rahmen der Versuche wurden die Prozessparameter wie folgt variiert:

- » Schweißlaser Trumpf 4006 4,4 kW (Fokusgröße $\varnothing=0,6\text{mm}$)
- » Variation Prozessparameter:
 - » $v_w= 4 - 7,5 \text{ m/min}$
 - » $V_d= 2,3 - 6,4 \text{ m/min}$
 - » Spalt= 0 / 0,1 mm
 - » Härtung
 - » Ofentemperatur: 930°C
 - » Ofenverweilzeit: 310 sec
 - » Transferzeit: ca 6 sec
 - » Wassergekühltes Plattenwerkzeug

[0053] Wobei v_w die Schweißfortschrittsgeschwindigkeit und V_d die Drahtzuführgeschwindigkeit definiert.

[0054] Die Härtung der Proben erfolgte nachfolgend bei 930°C Ofentemperatur und einer Ofenverweilzeit von 310 Sekunden. Die Transferzeit zwischen Ofenherausnahme und Einfügen in ein wassergekühltes Plattenwerkzeug lag bei 6 Sekunden.

[0055] Nach dem Verschweißen mit erfindungsgemäßen Schweißdrähten ergeben sich Schweißnähte gemäß **Fig. 2** unten. Man erkennt ein homogenes Gefüge ohne eine entkohlte Zone wie in **Fig. 2** oben, welche eine Schweißnaht nach dem Stand der Technik zeigt. Eine solche Schweißnaht nach dem Stand der Technik ist auch in **Fig. 1** zu erkennen, bei der eine deutliche Verzunderung und eine darunterliegende entkohlte Zone sichtbar sind. Die Verzunderung der Schweißnaht verringert den tragenden Querschnitt und die Entkohlung

der Schweißnaht verringert ebenfalls den tragenden Querschnitt, so dass die Zugproben in diesem Fall im Bereich der Schweißnaht reißen. Ziel muss es jedoch sein, dass die Zugproben nicht in der Schweißnaht reißen, sondern im Grundmaterial, so dass sichergestellt ist, dass das Grundmaterial die mechanischen Eigenschaften bestimmt.

[0056] In **Fig. 3** erkennt man den Härteverlauf bei einem mit einem erfindungsgemäßen Fülldraht geschweißten Schweißnaht, wobei die Härteaufnahme in **Fig. 3** rechts zu sehen sind und der entsprechende Härteverlauf in **Fig. 3** links. Man erkennt, dass zwar geringe Schwankungen im Härteverlauf vorhanden sind, diese aber auf einem hohen Niveau sich bewegen und keinesfalls gegenüber den Randzonen oder dem Grundmaterial abfallen.

[0057] **Fig. 4** zeigt die Mittelwerte von Zugproben, wobei unterschiedliche Drahtmaterialien und unterschiedliche Fortschrittsgeschwindigkeiten sowie unterschiedliche Spaltbreiten eingesetzt wurden.

[0058] Die Drahtmaterialien 1 und 7 wurden hierbei als ungeeignet beurteilt, während die Drahtmaterialien 3, 6 und 8 die erfindungsgemäße Zusammensetzung aufweisen und über die gesamte Prozessbreite und die gesamten Prozessmöglichkeiten die geringste Schwankungsbreite besitzen.

[0059] Bemerkenswert ist, dass die Mindestfestigkeit entsprechend der Spezifikation der meisten Anwender von den mit den erfindungsgemäßen Drahtmaterialien verschweißten Proben weit übertroffen werden. Die Drahtzusammensetzungen sind in **Fig. 5** zusammengefasst.

[0060] Als Drahtmaterial wurden folgenden Zusammensetzungen getestet (siehe **Fig. 5**)

Draht Nr.	∅ [mm]	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	W	V	
1	1,2	0,12	0,8	1,9	0,45	0,55	2,35			nicht erfindungsgemäß
3	1,2	0,2	0,65	0,55	17	1,1	0,4			erfindungsgemäß
6	1,2	0,5	3	0,5	9,5					erfindungsgemäß
7	0,7	0,25	0,3	0,5	1,45	0,4	3,6		0,2	nicht erfindungsgemäß
8	0,8	0,2	0,5	0,5	12	1	0,1	0,5	0,35	erfindungsgemäß

Alle Werte in Masse-%, Rest Eisen und erschmelzungsbedingte unvermeidbare Verunreinigungen

[0061] Die Drähte mit den Nummer 3, 6 und 8 zeigten dabei besonders günstige Eigenschaften, wobei allerdings das Bruchbild bzw. eine allfällige Anfälligkeit auf Sprödbrechung sich aufgrund des etwas erhöhten Kohlenstoff- und Siliziumgehaltes beim Draht mit der Nummer 6 zeigte. Insgesamt waren die Ergebnisse jedoch bei all diesen Drähten als zufriedenstellend zu beurteilen.

Diese Ergebnisse der Festigkeitswerte sind wie zuvor erwähnt in **Fig. 4** dargestellt.

[0062] Bei der Erfindung ist von Vorteil, dass Aluminium-Silizium-beschichtete härtbare Stahlbleche, insbesondere aus einem härtbaren Bor-Manganstahl, insbesondere einem Stahl aus der Familie der MnB-Stähle bevorzugt einen 22MnB5 oder 20MnB8 ohne einen aufwendigen und nicht sicher zu beherrschenden Ablationsschritt miteinander verschweißt werden können ohne dass die Schweißnaht eine Schwächung darstellt.

[0063] Selbstverständlich kann die Erfindung aber auch für weniger hochfeste Stahllegierungen wie sogenannte weiche Partnerwerkstoffe wie bsp. ein 6Mn6, 6Mn3 oder 8MnB7 angewendet werden.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102012111118 B3 [0019]
- DE 102014001979 A1 [0020]
- EP 2737971 A1 [0021]
- EP 1878531 B1 [0022]
- EP 2942143 B1 [0023]
- EP 2883646 B1 [0024]
- EP 2007545 B1 [0025]
- US 9604311 B2 [0026]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verschweißen von Stahlblechen aus mit einer Aluminium-Siliziumkorrosionsschutzschicht beschichteten Stahlmaterialien, insbesondere im Abschreckhärteverfahren härtbaren CMnB und CMn-Stahlmaterialien, wobei beim Verschweißen der Bleche ein Schweißzusatzdraht verwendet wird, wobei der Schweißzusatzdraht aus folgender Zusammensetzung besteht:

C= 0,80 - 2,28 × %C Grundwerkstoff

Cr= 8 - 20%

Ni< 5%

Si= 0,2 - 3%

Mn= 0,2 - 1 %

Optional Mo< 2%

Optional V und/oder W in Summe < 1 %

Rest Eisen und erschmelzungsbedingte unvermeidbare Verunreinigungen, wobei alle Angaben in Masse-% sind.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Schweißdraht verwendet wird dessen Nickelgehalt unter 1 Masse-% liegt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Molybdängehalt von 0,5 bis 2 Masse-% im Schweißdraht vorhanden ist.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bleche auf Stoß lasergeschweißt werden.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schweißfortschritt 4 bis 15 m/min ist.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass Spaltbreiten von 0 bis 0,3 mm insbesondere 0 bis 0,1 mm eingestellt werden.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kohlenstoffgehalt des Zusatzdrahtes mit

C= 0,88 bis 1,51 × C Grundwerkstoff
bevorzugt

C= 0,90 bis 1,26 × C Grundwerkstoff
besonders bevorzugt

C= 0,90 bis 1,17 × C Grundwerkstoff
eingestellt wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Grundmaterial ein Stahl verwendet wird, der ein Bor-Mangan-Stahl ist, welcher durch ein Austenitisierungs- und Abschreckverfahren auf besonders bevorzugt auf eine Zugfestigkeit von größer als 900 MPa härtbar ist und insbesondere ein Stahl aus der Gruppe der CMnB-Stähle wie beispielsweise ein 22MnB5 oder 20MnB8 verwendet wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Grundmaterial ein Stahl der allgemeinen Legierungszusammensetzung (in Masse-%)

Kohlenstoff (C)	0,03-0,6
Mangan (Mn)	0,3-3,0
Aluminium (Al)	0,01-0,07
Silizium (Si)	0,01-0,8
Chrom (Cr)	0,02-0,6
Nickel (Ni)	<0,5
Titan (Ti)	0,01-0,08
Niob (Nb)	<0,1
Stickstoff (N)	< 0,02

Bor (B)	< 0,02
Phosphor(P)	< 0,01
Schwefel (S)	< 0,01
Molybdän (Mo)	< 1

Rest Eisen und erschmelzungsbedingte Verunreinigungen, verwendet wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Grundmaterial ein Stahl der allgemeinen Legierungszusammensetzung (in Masse-%)

Kohlenstoff (C)	0,03-0,36
Mangan (Mn)	0,3-2,00
Aluminium (Al)	0,03-0,06
Silizium (Si)	0,01-0,20
Chrom (Cr)	0,02-0,4
Nickel (Ni)	<0,5
Titan (Ti)	0,03-0,04
Niob (Nb)	<0,1
Stickstoff (N)	< 0,007
Bor (B)	< 0,006
Phosphor(P)	< 0,01
Schwefel (S)	< 0,01
Molybdän (Mo)	< 1

Rest Eisen und erschmelzungsbedingte Verunreinigungen, verwendet wird.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Grundmaterial ein Stahl der Legierungszusammensetzung C=0,22, Si=0,19, Mn=1,22, P=0,0066, S=0,001, Al=0,053, Cr=0,26, Ti=0,031, B=0,0025, N=0,0042, Rest Eisen und schmelzungsbedingte Verunreinigungen verwendet wird, wobei alle Angaben in Masse-% sind.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Zusatzdraht einen Kohlenstoffgehalt im Bereich von 0,024 bis 1,086 Masse-%, besonders bevorzugt 0,186 bis 0,5082 Masse-% noch besonderer bevorzugt zwischen 0,20 bis 0,257 Masse-% aufweist.

13. Platine umfassend ein erstes Stahlblech und ein zweites Stahlblech, welche miteinander verschweißt sind nach einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

14. Platine nach Anspruch 13, wobei die Stahlbleche eine unterschiedliche Legierungszusammensetzung aufweisen.

15. Pressgehärtetes Bauteil, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Platine nach Anspruch 13 oder 14 einer Warmumformung oder Kaltumformung und danach folgenden Presshärtung unterzogen wird.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

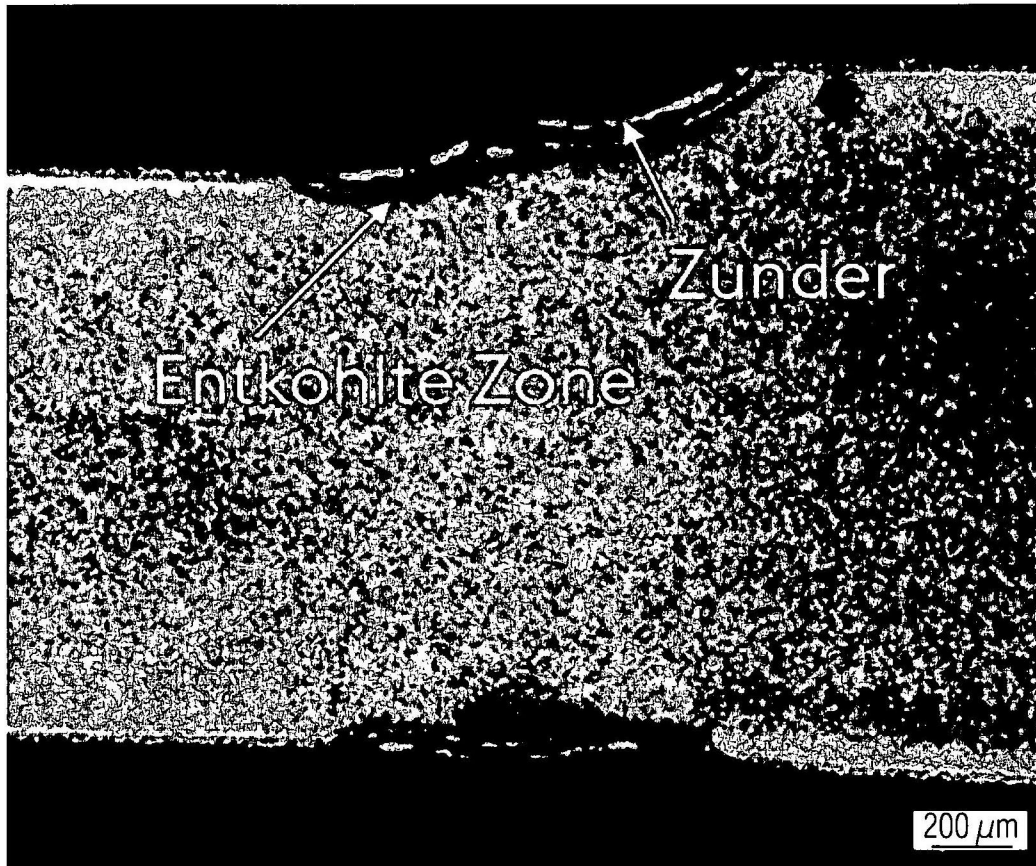


FIG. 1

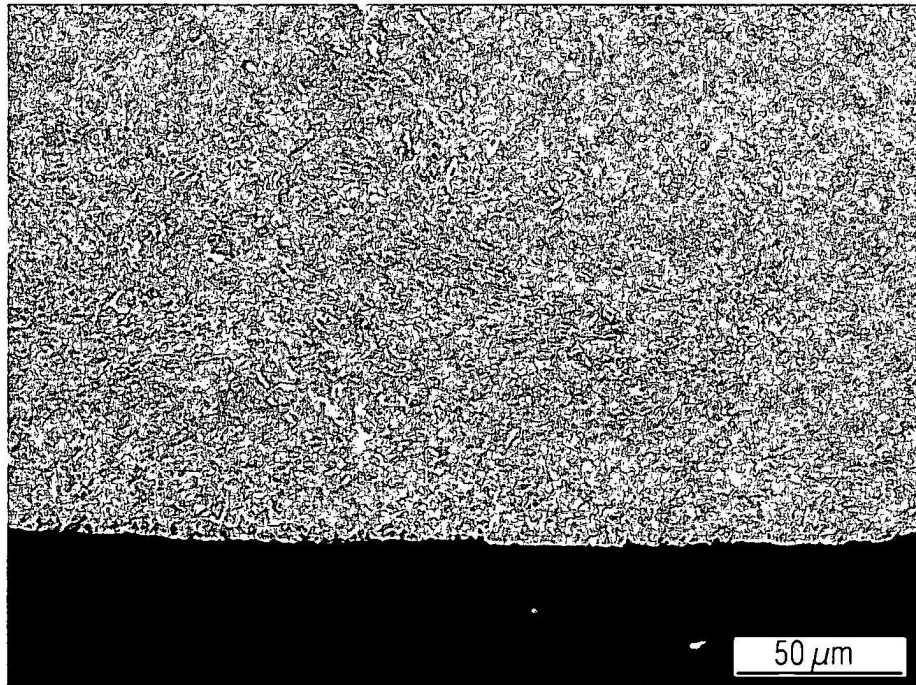
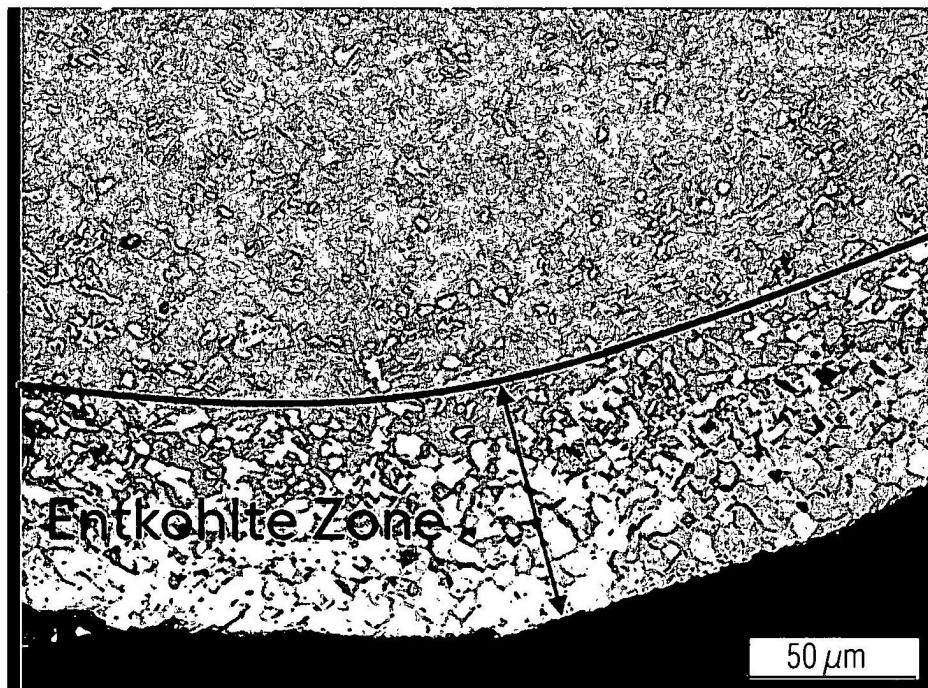


FIG. 2

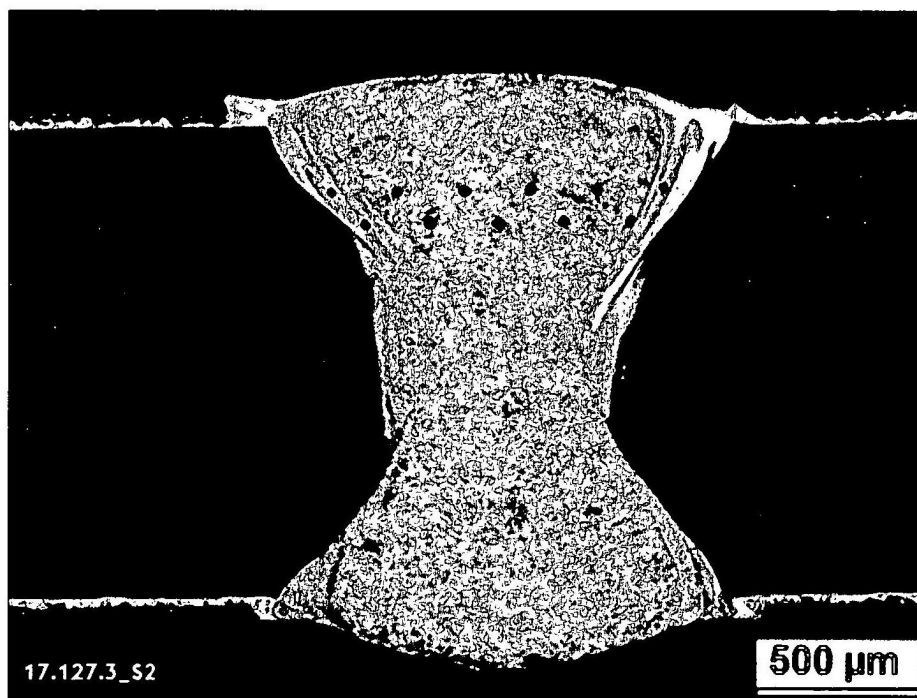
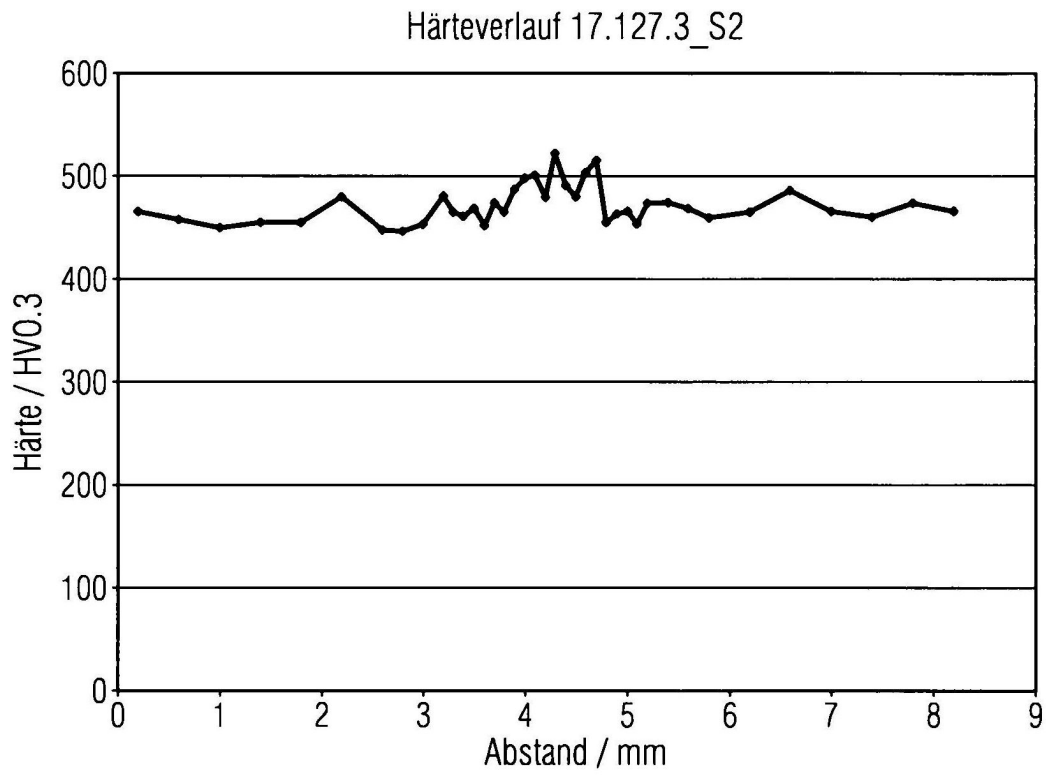


FIG. 3

Draht Nr.	Ø [mm]	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	W	V	
1	1,2	0,12	0,8	1,9	0,45	0,55	2,35			nicht erfindungsgemäß
3	1,2	0,2	0,65	0,55	17	1,1	0,4			erfindungsgemäß
6	1,2	0,5	3	0,5	9,5					erfindungsgemäß
7	0,7	0,25	0,3	0,5	1,45	0,4	3,6		0,2	nicht erfindungsgemäß
8	0,8	0,2	0,5	0,5	12	1	0,1	0,5	0,35	erfindungsgemäß

FIG. 5