

(12)

## Gebrauchsmusterschrift

(21) Anmeldenummer:	GM 50090/2019	(51) Int. Cl.:	<b>B23K 9/167</b>	(2006.01)
(22) Anmeldetag:	06.02.2019		<b>B23K 9/173</b>	(2006.01)
(24) Beginn der Schutzdauer:	15.03.2020			
(45) Veröffentlicht am:	15.03.2020			

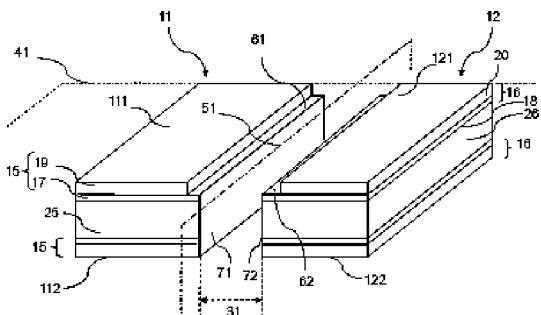
<p>(60) Abzweigung aus EP 19155807.1</p> <p>(30) Priorität: 25.04.2014 INTERNATIONALES BÜRO DER WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM (WIPO) PCT/IB2014/000612 beansprucht.</p>	<p>(73) Gebrauchsmusterinhaber: ArcelorMittal 1160 Luxemburg (LU)</p> <p>(74) Vertreter: Sonn &amp; Partner Patentanwälte 1010 Wien (AT)</p>
---	--

**(54) Verfahren zur Bereitstellung von Aluminium-beschichteten Stahlblechen**

(57) Die Erfindung betrifft hauptsächlich ein Verfahren zur Vorbereitung von Blechen, die dazu zur Herstellung von geschweißten Stahlplatten bestimmt sind, umfassend die aufeinanderfolgenden Schritte, denen zufolge:

- mindestens ein erstes (11) und ein zweites (12) vorbeschichtetes Stahlblech bereitgestellt werden, bestehend aus einem Strahlsubstrat (25,26) und einer Vorbeschichtung (15,16), bestehend aus einer intermetallischen Legierungsschicht (17,18) in Kontakt mit dem Stahlsubstrat mit einer Metallschicht aus Aluminium oder Aluminiumlegierung oder auf der Basis von Aluminium (19,20) darüber, wobei das mindestens eine erste Blech (11) eine Hauptfläche (111), eine gegenüberliegende Hauptfläche (112) und mindestens eine sekundäre Fläche (71) umfasst, wobei das mindestens eine zweite Blech (12) eine Hauptfläche (121), eine gegenüberliegende Hauptfläche (122) und mindestens eine sekundäre Fläche (72) umfasst, dann
- das mindestens eine erste (11) und zweite (12) Blech unter Beibehaltung eines Spalts (31) von zwischen 0,02 und 2 mm zwischen den mindestens einen gegenüber platzierten sekundären Flächen (71) und (72) zusammengeführt werden, wobei das Zusammenführen des mindestens einen ersten (11) und zweiten Blechs (12) eine Mittelebene (51) definiert, welche sich senkrecht zu den Hauptflächen des mindestens einen ersten (11) und zweiten Blechs (12) erstreckt, dann

- die Metallegierungsschicht (19) in einer peripheren Zone (61) des mindestens einen Blechs (11) und die Metallegierungsschicht (20) in einer peripheren Zone (62) des mindestens einen Blechs (12) durch Schmelzen und Verdampfen gleichzeitig auf mindestens der Hauptfläche (111) und der Hauptfläche (121) entfernt werden, wobei die peripheren Zonen (61) und (62) die Zonen der Hauptflächen (111) und (121) sind, die auf beiden Seiten der Mittelebene (51) am nächsten zur Mittelebene (51) gelegen sind.



**FIG.2**

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft hauptsächlich ein Verfahren zur Vorbereitung von aluminierten Stahlblechen, die dazu bestimmt sind, geschweißt zu werden.

[0002] Die Erfindung betrifft ebenfalls ein Verfahren zur Herstellung von geschweißten Blechplatten aus obigen aluminierten Stahlblechen.

[0003] Die Erfindung betrifft ebenfalls hauptsächlich ein Verfahren zur Herstellung von pressgehärteten Teilen aus obigen geschweißten Blechplatten zwecks ihrer Verwendung als Struktur- oder Sicherheitsteile in Kraftfahrzeugen.

[0004] Es ist bekannt, geschweißte Stahlteile aus Stahlplatten verschiedener Zusammensetzung und/oder Dicke herzustellen, welche im Stumpfstoß kontinuierlich aneinander geschweißt sind. Gemäß einem ersten bekannten Herstellungsmodus werden diese geschweißten Blechplatten kaltumgeformt, beispielsweise durch Kaltziehen. Gemäß einem zweiten bekannten Herstellungsmodus werden diese geschweißten Blechplatten auf eine Temperatur erwärmt, welche die Austenitisierung des Stahls erlaubt und dann im Umformwerkzeug warm umgeformt und schnell abgekühlt. Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf diesen zweiten Herstellungsmodus.

[0005] Die Zusammensetzung des Stahls ist derart gewählt, dass sie die Durchführung der Schritte des Erwärmens und des Warmumformens erlaubt und dem fertigen geschweißten Teil eine hohe mechanische Festigkeit, eine hohe Stoßfestigkeit sowie eine gute Korrosionsbeständigkeit verleiht. Derartige Stahlteile finden vor allem in der Automobilindustrie und insbesondere für die Herstellung von Antiintrusionsteilen, von Strukturteilen oder von Teilen, die dank ihrer stoßdämpfenden Fähigkeit zur Sicherheit der Kraftfahrzeuge beitragen, Anwendung.

[0006] Unter den Stählen, die für die zuvor erwähnten Anwendungen erforderlichen Eigenschaften aufweisen, weist das beschichtete Stahlblech, das Gegenstand der Veröffentlichung EP971044 ist, insbesondere eine Vorbeschichtung aus einer Legierung aus Aluminium oder auf Basis von Aluminium auf. Das Blech wird, beispielsweise durch kontinuierliches Eintauchen in ein Bad, das neben dem Aluminium Silizium und Eisen in kontrollierten Anteilen aufweist, beschichtet. Nach dem Warmumformen und Abkühlen ist es möglich, eine mehrheitlich martensitische Mikrostruktur zu erhalten, wobei die mechanische Zugfestigkeit größer als 1500 MPa sein kann.

[0007] Ein bekanntes Verfahren zur Herstellung geschweißter Stahlteile besteht darin, mindestens zwei Stahlbleche gemäß der Veröffentlichung EP971044 bereitzustellen, diese zwei Bleche im Stumpfstoß miteinander zu verschweißen, um eine geschweißte Blechplatine zu erhalten, diese geschweißte Blechplatine eventuell auszuschneiden und die geschweißte Blechplatine dann zu erwärmen, bevor eine Warmumformung, beispielsweise durch Warmziehen, ausgeführt wird, um dem Stahlteil die für seine Anwendung erforderliche Form zu verleihen.

[0008] Eine bekannte Schweißtechnik ist das Schweißen mit Laserstrahl. Diese Technik weist im Vergleich zu anderen Schweißtechniken wie dem Rollennaht- oder dem Lichtbogenschweißen Vorteile im Hinblick auf Flexibilität, Qualität und Produktivität auf. Jedoch wird bei Verbindungsverfahren die einen Verschmelzungsschritt aufweisen die Vorbeschichtung auf Aluminiumbasis, bestehend aus einer intermetallischen Legierungsschicht in Kontakt mit dem Stahlsubstrat und einer darüber angeordneten Metalllegierungsschicht, beim Schweißen im Bereich der geschmolzenen Zone mit dem Stahlsubstrat vermengt, wobei die geschmolzene Zone die Zone ist, die beim Schweißen verflüssigt wird und die sich nach dem Schweißen verfestigt und somit die Verbindung zwischen den zwei Blechen bildet.

[0009] Dabei können zwei Phänomene auftreten:

[0010] - Gemäß einem ersten Phänomen führt eine Erhöhung des Aluminiumgehalts in dem geschmolzenen Metall resultierend aus der Vermengung eines Teils der Vorbeschichtung im Bereich dieser Zone zur Bildung von intermetallischen Verbindungen. Diese

können Stellen bilden, an denen sich bei mechanischer Beanspruchung Risse bilden.

[0011] - Gemäß einem zweiten Phänomen verzögert das Aluminium als austenitbildendes Element in fester Lösung in der geschmolzenen Zone die Umwandlung dieser Zone in Austenit während des Erwärmungsschritts, welcher der Warmumformung vorausgeht. Dadurch ist es nicht mehr möglich, nach dem Kühlen, welches auf das Warmumformen folgt, in der geschmolzenen Zone eine vollständig gehärtete Struktur zu erhalten, und die Schweißnaht weist Ferrit auf. Damit weist die geschmolzene Zone eine Härte und eine mechanische Zugfestigkeit auf, die geringer sind als die der zwei benachbarten Bleche.

[0012] Um das oben beschriebene erste Phänomen zu vermeiden, beschreibt die Veröffentlichung EP2007545 ein Verfahren, das darin besteht, an der Peripherie der Bleche die geschweißt werden sollen, die oberflächliche Metalllegierungsschicht unter Beibehaltung der intermetallischen Legierungsschicht zu entfernen. Dieses Entfernen kann durch Bürsten, mechanisches Bearbeiten oder mit einem Laserstrahl erfolgen. Im letzteren Fall wird die Breite der Zone, in der die Entfernung vorgenommen wird, durch die Längsbewegung eines Laserstrahls definiert welcher eine bestimmte Breite aufweist oder durch Oszillation eines Laserstrahls, welcher kleiner ist als diese bestimmte Breite, wobei der Rand des Blechs als Bezugspunkt genommen wird. Die intermetallische Legierungsschicht wird beibehalten, um eine zufriedenstellende Korrosionsbeständigkeit zu garantieren und um Entkohlungs- und Oxidationsphänomene bei der thermischen Behandlung, welche der Formgebung vorausgeht, zu vermeiden.

[0013] Um das oben erwähnte zweite Phänomen zu vermeiden, beschreibt die Veröffentlichung WO2013014512 ein Verfahren, das darin besteht, zusätzlich zu der oben beschriebenen Entfernung der Metallschicht, das vor dem Schweißen auf der Kante der Bleche vorhandene Aluminium, dessen Vorhandensein aus einem Schneidvorgang resultieren kann, zu entfernen und eine Schweißnaht mit Hilfe eines Zusatzdrahtes herzustellen, um den Kohlenstoffgehalt in der geschmolzenen Zone in einem bestimmten Verhältnis zu erhöhen.

[0014] Bei den Verfahren gemäß den obigen Veröffentlichungen kann, wenn das Entfernen der Metalllegierungsschicht auf ein Phänomen zurückzuführen ist, das ein Schmelzen umfasst, wie zum Beispiel ein Entfernen mit einem Laserstrahl, das Vorhandensein von mehr oder weniger Aluminium festgestellt werden, welches über die Kante (die ebenfalls als sekundäre Fläche bezeichnet wird) des Blechs gelaufen ist. Ein darauffolgendes Schweißen führt zu dessen Vermengung in die geschmolzene Zone und ergibt Schweißnähte, deren mechanische Festigkeit und/oder Zähigkeit geringer ist als die des Basismetalls.

[0015] Die verschiedenen Verfahren zum Entfernen des auf die Kante gelaufenen Aluminiums durch Bearbeiten, Abkratzen, Ablation mit Hilfe eines gepulsten Lasers, sind kompliziert durchzuführen, aufgrund einer schwierigen Positionierung der Platine relativ zum Werkzeug oder zum Strahl, der schnellen Verschmutzung der Werkzeuge, wenn das Entfernen mit einem mechanischen Mittel erfolgt, oder der eventuellen Projektion von Aluminium auf die vorbereiteten Flächen im Falle einer Ablation durch einen Laser auf der Kante.

[0016] Des Weiteren sieht das darunter liegende Material nach dem Entfernen der Aluminiummetallschicht auf der Peripherie der Bleche matter und dunkler aus. Man weiß, dass das Laserschweißen eine sehr präzise Positionierung des Strahls relativ zur von den zu verbindenden Blechen gebildeten Nahtebene erfordert. Diese Positionierung und Führung des Strahls oder „Nahtverfolgung“ wird üblicherweise mit Hilfe von Sensoren durchgeführt, die dazu geeignet sind, die Variation eines reflektierten Lichtstrahls quer zur geschweißten Naht zu ermitteln, wobei die Nahtebene deutlich dunkler aussieht. Allerdings führt das Nebeneinanderlegen von zwei Blechen, bei denen vor dem Schweißen die Metallschicht an den Rändern entfernt wurde, nur zu einer geringen Kontrastveränderung im Bereich der Zusammenführungsebene, so dass es schwierig ist, diese festzustellen und die Führung des Laserstrahls somit mit einer geringeren Genauigkeit erfolgt.

[0017] Angestrebt wird somit ein Verfahren zur Vorbereitung der Randbereiche von mit Alumi-

nium vorbeschichteten Blechen, welches die oben beschriebenen Nachteile nicht aufweist.

[0018] Es wird ein wirtschaftliches Vorbereitungsverfahren angestrebt, welches es erlaubt, das kostspielige und schwierige Reinigen des Aluminiums oder der Aluminiumlegierung zu vermeiden, welches oder welche infolge einer Ablation durch Schmelzen und Verdampfen auf die sekundäre Fläche gelaufen ist.

[0019] Angestrebter wird ebenfalls ein Herstellungsverfahren, welches ein Aluminiumgehalt von weniger 0,3% in der ausgehend von mit Aluminium oder mit einer Aluminiumlegierung vorbeschichteten Blechen hergestellten Schweißnaht garantiert.

[0020] Angestrebter wird weiterhin ein Verfahren, welches die Genauigkeit der Nahtverfolgung beim Schweißen von mit Aluminium oder mit einer Aluminiumlegierung vorbeschichteten Blechen, deren Metallschicht auf der Peripherie entfernt wurde, verbessert.

[0021] Die vorliegende Erfindung hat zur Aufgabe, die oben genannten Probleme zu lösen.

[0022] Zu diesem Zweck hat die Erfindung ein Verfahren zur Vorbereitung von Blechen zum Gegenstand, welche für die Herstellung einer geschweißten Blechplatine bestimmt sind, wobei das Verfahren aufeinanderfolgende Schritte aufweist, denen zufolge:

[0023] - mindestens ein erstes 11 und ein zweites 12 vorbeschichtetes Stahlblech bereitgestellt werden, bestehend aus einem Stahlsubstrat 25, 26 und einer Vorbeschichtung 15, 16, bestehend aus einer intermetallischen Legierungsschicht 17, 18 in Kontakt mit dem Stahlsubstrat mit einer Metallschicht aus Aluminium oder Aluminiumlegierung oder auf der Basis von Aluminium 19, 20 darüber, wobei das erste Blech 11 eine Hauptfläche 111, eine gegenüberliegende Hauptfläche 112 und mindestens eine sekundäre Fläche 71 umfasst, wobei das zweite Blech 12 eine Hauptfläche 121, eine gegenüberliegende Hauptfläche 122 und mindestens eine sekundäre Fläche 72 umfasst, dann

[0024] - das erste 11 und zweite 12 Blech bei Beibehaltung eines Spalts 31 von zwischen 0,02 und 2 mm zwischen den gegenüber platzierten sekundären Flächen 71 und 72 zusammengeführt werden, wobei das Zusammenführen des ersten 11 und zweiten Blechs 12 eine Mittelebene 51 definiert, welche sich senkrecht zu den Hauptflächen des ersten 11 und zweiten Blechs 12 erstreckt, dann

[0025] - die Metalllegierungsschicht 19 in einer peripheren Zone 61 des Blechs 11 und die Metalllegierungsschicht 20 in einer peripheren Zone 62 des Blechs 12 durch Schmelzen und Verdampfen gleichzeitig auf den Hauptflächen 111 und 121 entfernt werden, wobei die peripheren Zonen 61 und 62 die Zonen der Hauptflächen 111 und 121 sind, die auf beiden Seiten der Mittelebene 51 am nächsten zur Mittelebene 51 gelegen sind

[0026] Vorzugsweise erfolgt das gleichzeitige Entfernen durch Schmelzen und Verdampfen mit einem Laserstrahl, der die Mittelebene 51 überlappt.

[0027] Die Breite der peripheren Zone 61 und die Breite der peripheren Zone 62 liegen vorzugsweise zwischen 0,25 und 2,5 mm.

[0028] Gemäß einer besonderen Ausführungsform sind die Breite der peripheren Zone 61 und die Breite der peripheren Zone 62 gleich.

[0029] Gemäß einer anderen Ausführungsform sind die Breite der peripheren Zone 61 und die Breite der peripheren Zone 62 unterschiedlich.

[0030] Vorzugsweise erfolgt das Entfernen durch Schmelzen und Verdampfen gleichzeitig auf den Hauptflächen 111, 121 und 112, 122.

[0031] Gemäß einer besonderen Ausführungsform sind die peripheren Zonen 61, 62 von jedem von dem ersten 11 und zweiten Stahlblech 12 unter Beibehaltung ihrer jeweiligen intermetallischen Legierungsschicht 17, 18 von ihrer jeweiligen Metalllegierungsschicht 19, 20 befreit.

[0032] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung haben die Substrate 25, 26 unterschiedliche Stahlzusammensetzungen.

[0033] Gemäß einer besonderen Ausführungsform haben die Vorbeschichtungen 15, 16 unterschiedliche Dicken.

[0034] In vorteilhafter Weise umfasst die Metalllegierungsschicht 19, 20 der Vorbeschichtung 15, 16 zwischen 8 und 11 % Silizium und zwischen 2 und 4 % Eisen, wobei der Rest der Zusammensetzung Aluminium und unvermeidbare Verunreinigungen sind und wobei die Gehalte relativ zum Gewicht ausgedrückt sind.

[0035] Der Spalt 31 zwischen den sekundären Flächen 71 und 72 ist in vorteilhafter Weise größer als 0,04 mm, und in sehr vorteilhafter Weise größer als 0,06 mm.

[0036] Die Erfindung hat ebenfalls ein Verfahren zur Herstellung einer geschweißten Platine zum Gegenstand, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein erstes 11 und ein zweites 12 Blech, vorbereitet durch ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bereitgestellt werden, und dass ein Schweißvorgang des ersten Blechs 11 und zweiten Blechs 12 in der Zone der Entfernung durch Schmelzen und Verdampfen entlang einer durch die Mittelebene 51 definierten Ebene, weniger als eine Minute nach dem Vorgang des Entfernens durch Schmelzen und Verdampfen auf dem ersten Blech 11 und zweiten Blech 12 erfolgt. Vorzugsweise wird der Schweißvorgang von mindestens einem Laserstrahl 95 durchgeführt. Vorzugsweise wird der Schweißvorgang gleichzeitig von zwei Laserstrahlen durchgeführt, wobei einer ein Schweißen auf der Seite der Hauptflächen 111 und 121 durchführt und der andere ein Schweißen auf der Seite der gegenüberliegenden Hauptflächen 112 und 122 durchführt.

[0037] Das Entfernen durch Schmelzen und Verdampfen wird in vorteilhafter Weise mit einem Laserstrahl 80 durchgeführt, und die Vorrichtungen, die die Durchführung des Entfernens und den Schweißvorgang erlauben, sind innerhalb einer Ausrüstung kombiniert, deren relative Bewegungsgeschwindigkeit relativ zu dem ersten Blech 11 und zu dem zweiten Blech 12 identisch ist.

[0038] Vorzugsweise wird der Schweißvorgang bei gleichzeitiger Verwendung von mindestens einem Laserstrahl 95 und einem Zusatzdraht 82 durchgeführt.

[0039] Gemäß einer besonderen Ausführungsform wird der Schritt des Entfernens mit Hilfe einer Verfolgungsvorrichtung der Mittelebene 51 geführt, wobei die Koordinaten (x-y), die die Lokalisierung der Ebene 51 zu einem Zeitpunkt t definieren, von einem Datenverarbeitungsmittel gespeichert werden und verwendet werden, um den später erfolgenden Schweißvorgang zu führen.

[0040] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung wird der Schritt des Entfernens mit Hilfe einer ersten Verfolgungsvorrichtung der Mittelebene 51 geführt, und die Führung des Schweißens wird mit Hilfe einer zweiten Verfolgungsvorrichtung der Mittelebene durchgeführt, die sich von der ersten Vorrichtung unterscheidet.

[0041] Gemäß einer anderen Ausführungsform der Erfindung werden die Bleche 11 und 12 während des Vorgangs des Entfernens durch Schmelzen und Verdampfen in einer Spannvorrichtung 98 eingespannt, wobei die Einspannung durch die Vorrichtung 98 bis zum Schweißvorgang und mindestens während des Schweißvorgangs ununterbrochen aufrechterhalten wird.

[0042] Die Erfindung hat ebenfalls ein Verfahren zur Herstellung eines pressgehärteten Teils aus einer geschweißten Platine zum Gegenstand, umfassend die aufeinanderfolgenden Schritte, gemäß denen:

[0043] - mindestens eine geschweißte Platine, hergestellt gemäß einer der obigen Modalitäten, bereitgestellt wird, dann

[0044] - die geschweißte Platine derart erwärmt wird, dass eine legierte intermetallische Verbindung durch Legieren zwischen dem Stahlsubstrat 25, 26 und der Vorbeschichtung 15, 16 gebildet wird und dem Substrat 25, 26 eine teilweise oder vollständige austenitische Struktur verliehen wird, dann

- [0045] - die geschweißte Platine warmumgeformt wird, um ein Teil zu erhalten, dann
- [0046] - das Teil mit einer Geschwindigkeit abgekühlt wird, die ausreichend ist, um mindestens teilweise Martensit oder Bainit im Substrat 25, 26 zu bilden, wodurch ein Presshärten erzielt wird.

[0047] Vorzugsweise erfolgt das Warmumformen der geschweißten Platine durch Warmziehen.

[0048] Die Erfindung hat ebenfalls eine geschweißte Platine zum Gegenstand, die durch Verbinden von mindestens einem ersten 11 und einem zweiten 12 vorbeschichteten Stahlblech hergestellt wird, bestehend aus einem Stahlsubstrat 25, 26 und einer Vorbeschichtung 15,16, bestehend aus einer intermetallischen Legierungsschicht 17, 18 in Kontakt mit dem Stahlsubstrat überlagert von einer Metallschicht aus Aluminium oder aus Aluminiumlegierung oder auf der Basis von Aluminium 19, 20, wobei das erste Blech 11 eine Hauptfläche 111 und eine gegenüberliegende Hauptfläche 112 umfasst, das zweite Blech 12 eine Hauptfläche 121 und eine gegenüberliegende Hauptfläche 122 umfasst, wobei die Metalllegierungsschicht 19 durch Schmelzen und Verdampfen in einer peripheren Zone 61 des Blechs 11 und die Metalllegierungsschicht 20 in einer peripheren Zone 62 des Blechs 12 entfernt wird, wobei die geschweißte Platine mindestens eine Schweißnaht 52 aufweist, welche eine Mittelebene 51 definiert, welche sich senkrecht zu den Hauptflächen des ersten 11 und zweiten Blechs 12 erstreckt, sowie Querschnitte 52a, 52b,... 52n, welche sich quer zur Mittelebene 51 erstrecken, dadurch gekennzeichnet, dass die morphologischen Merkmale der Schichten 17 und 18, die sich aus der Verfestigung der Vorbeschichtung in den peripheren Zonen 61 und 62 nach dem Schmelzen und Verdampfen ergeben, in den Querschnitten 52a, 52b,... 52n auf beiden Seiten der Mittelebene 51 identisch sind.

[0049] Die Summe der Breite der peripheren Zonen 61 und 62 variiert vorzugsweise entlang der Schweißnaht um weniger als 10 %.

[0050] Vorzugsweise umfasst die Metalllegierungsschicht 19, 20 der Vorbeschichtung 15,16 zwischen 8 und 11 % Silizium und zwischen 2 und 4 % Eisen, wobei der Rest der Zusammensetzung Aluminium und unvermeidbare Verunreinigungen sind und die Gehalte relativ zum Gewicht ausgedrückt sind.

[0051] Die Erfindung betrifft ebenfalls eine geschweißte Platine, hergestellt durch Verbinden von mindestens einem ersten (11) und einem zweiten (12) vorbeschichteten Stahlblech, bestehend aus einem Stahlsubstrat (25, 26) und einer Vorbeschichtung (15,16), bestehend aus einer intermetallischen Legierungsschicht (17, 18) in Kontakt mit dem Stahlsubstrat mit einer Metallschicht aus Aluminium oder aus Aluminiumlegierung oder auf der Basis von Aluminium (19, 20) darüber, wobei das mindestens eine erste Blech (11) eine Hauptfläche (111) und eine gegenüberliegende Hauptfläche (112) umfasst, das mindestens eine zweite Blech (12) eine Hauptfläche (121) und eine gegenüberliegende Hauptfläche (122) umfasst, wobei die Metalllegierungsschicht (19) durch Schmelzen und Verdampfen in einer peripheren Zone (61) des mindestens einen Blechs (11) und die Metalllegierungsschicht (20) in einer peripheren Zone (62) des mindestens einen Blechs (12) entfernt wird, wobei die geschweißte Platine mindestens eine Schweißnaht (52) aufweist, welche eine Mittelebene (51) definiert, welche sich senkrecht zu den Hauptflächen des mindestens einen ersten (11) und zweiten Blechs (12) erstreckt, sowie Querschnitte (52a), (52b),... (52n) welche sich quer zur Mittelebene (51) erstrecken, dadurch gekennzeichnet, dass die morphologischen Merkmale der Schichten (17) und (18), welche sich aus der Verfestigung der Vorbeschichtung in den peripheren Zonen (61) und (62) nach dem Schmelzen und Verdampfen ergeben, in den Querschnitten (52a), (52b),... (52n) auf beiden Seiten der Mittelebene (51) identisch sind.

[0052] Die Summe der Breite der peripheren Zonen (61) und (62) variiert vorzugsweise entlang der Schweißnaht um weniger als 10 %.

[0053] Vorzugsweise umfasst die Metalllegierungsschicht (19, 20) der Vorbeschichtung (15,16) zwischen 8 und 11 % Silizium und zwischen 2 und 4 % Eisen, wobei der Rest der Zusammensetzung Aluminium und unvermeidbare Verunreinigungen sind und die Gehalte relativ zum

Gewicht ausgedrückt sind.

[0054] Die Erfindung hat ebenfalls eine Vorrichtung zur Herstellung von geschweißten Platinen zum Gegenstand, umfassend:

- [0055] - eine Vorrichtung zur Bereitstellung 91 von mindestens einem ersten 11 und einem zweiten 12 mit Aluminium oder einer Aluminiumlegierung oder einer Legierung auf der Basis von Aluminium vorbeschichteten Stahlblech.
- [0056] - eine Vorrichtung 92 zum Zusammenführen der Bleche, um eine Mittelebene 51 zwischen den Blechen 11 und 12 zu erhalten,
- [0057] - eine Spannvorrichtung 98 der Bleche,
- [0058] - mindestens eine Quelle, die es erlaubt, einen Laserstrahl 80 zu erhalten, um durch Schmelzen und Verdampfen die Metallschicht aus Aluminium oder Aluminiumlegierung oder auf der Basis von Aluminium gleichzeitig auf einer peripheren Zone 61, 62 des ersten 11 und zweiten 12 Blechs zu entfernen,
- [0059] - mindestens eine Führungsvorrichtung 94, die es erlaubt, den Laserstrahl 80 in Bezug zur Mittelebene 51 zu positionieren,
- [0060] - mindestens eine Quelle, die es erlaubt, einen Laserstrahl 95 für das Schweißen der Bleche 11 und 12 in der Zone, in der Aluminiummetallschicht 61, 62 entfernt wurde, zu erhalten, um eine Schweißnaht zu bilden,
- [0061] - mindestens eine Vorrichtung, die es erlaubt, eine relative Bewegung der Bleche 11 und 12 relativ zu den Laserstrahlen 80 und 95 zu erhalten,
- [0062] - wobei die Laserstrahlen 80 und 95 auf einer selben Linie relativ zur Mittelebene 51 und in einem festen Abstand 64 zueinander angeordnet sind.

[0063] Vorzugsweise liegt der Abstand 64 zwischen den Laserstrahlen 80 und 95 zwischen 0,5 mm und 2 m. In vorteilhafter Weise ist der Abstand 64 kleiner 600 mm.

[0064] Gemäß einer besonderen Ausführungsform ist der Abstand 64 kleiner als 5 mm.

[0065] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform mündet der Laserstrahl 80 aus einem Ablationskopf aus, der Strahl 95 mündet aus einem Schweißkopf, wobei die Köpfe ein kompaktes Element bilden mit einer gemeinsamen Fokussierungsvorrichtung für die Laserstrahlen 80 und 95.

[0066] In vorteilhafter Weise erlaubt es die Führungsvorrichtung 94 ebenfalls, den Laserstrahl 95 relativ zur Mittelebene 51 zu positionieren.

[0067] Gemäß einer besonderen Ausführungsform umfasst die Vorrichtung ferner eine Zusatzdrahtvorrichtung 82 zur Herstellung der Schweißnaht.

[0068] In vorteilhafter Weise weist die Vorrichtung ferner einen Laserstrahl auf, der es erlaubt, ein Schweißen auf der Seite durchzuführen, die der gegenüberliegt, wo der Strahl 95 arbeitet.

[0069] Die Erfindung hat ebenfalls die Verwendung eines pressgehärteten Teils gemäß den obigen Merkmalen für die Herstellung von Struktur-, Antiintrusions- oder stoßdämpfenden Teilen in Fahrzeugen, und insbesondere Kraftfahrzeugen zum Gegenstand.

[0070] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung, die als Beispiel gegeben wird und sich auf die folgenden beigefügten Figuren bezieht:

- [0071] - Die Figur 1 zeigt einen mikrographischen Schnitt durch ein mit Aluminium vorbeschichtetes Blech, das dazu bestimmt ist, geschweißt zu werden, und dessen Peripherie gemäß einem Verfahren nach dem Stand der Technik vorbereitet wurde.
- [0072] - Die Figur 2 ist eine schematische Beschreibung von zwei gegenüber platzierten Blechen nach Durchführung einer erfindungsgemäßen Behandlung des gleichzeitigen peripheren Entfernens einer Metallschicht.

[0073] - Die Figur 3 veranschaulicht den Einfluss des Anlegespalts zwischen zwei gegenüber platzierten Blechen, deren Vorbeschichtungs-Metallschicht durch gleichzeitige periphere Ablation entfernt wurde, auf das Fließen der Vorbeschichtung entlang der sekundären Flächen dieses Blechs.

[0074] - Die Figur 4 zeigt schematisch eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung.

[0075] - Die Figur 5 zeigt ein Schema einer bevorzugten erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0076] - Die Figur 6a zeigt eine Draufsicht auf eine erfindungsgemäß hergestellte Laserschweißnaht. Die Mikrographien 6c) und 6c) zeigen die Oberfläche von zwei Bereichen, in denen die Ablation stattgefunden hat, und welche sich symmetrisch auf beiden Seiten der Schweißnaht befinden.

[0077] - Die Figur 7a zeigt schematisch die Schritte des bekannten Verfahrens zur Herstellung von mit einer Metallbeschichtung vorbeschichteten geschweißten Blechplatten. Als Vergleich veranschaulicht die Figur 7b das Verfahren zur Herstellung von mit einer Metallbeschichtung vorbeschichteten Platten gemäß der Erfindung.

[0078] Dabei ist zu beachten, dass die Schemas nicht dazu gedacht sind, die Abmessungen der verschiedenen Elemente relativ zueinander zu reproduzieren, sondern lediglich die Beschreibung der verschiedenen Elemente, die die Erfindung bilden, erleichtern sollen.

[0079] Bei den Verfahren nach dem Stand der Technik, bei denen das Entfernen der Metalllegierungsschicht durch Schmelzen erreicht wird, beobachtet man das Vorhandensein einer mehr oder weniger großen Menge an Aluminium, welches auf die sekundäre Fläche gelaufen ist. Diese Situation ist auf der Figur 1 veranschaulicht, die einen makrographischen Schnitt durch ein 1 mm starkes, mit einer Aluminiumlegierung vorbeschichtetes Stahlblech zeigt, von dem die oberflächliche Metalllegierungsschicht durch Schmelzen und Verdampfen mittels eines Laserstrahls entfernt wurde. Somit zeigt die Figur 1 ein Stahlsubstrat 1, welches eine 25 mm dicke Aluminiumvorbeschichtung 2 aufweist. Auf der Makrographie ist nur eine der zwei Hauptflächen des Blechs gezeigt. Auf der Peripherie einer Hauptfläche des Blechs wurde die Aluminiummetallschicht unter Beibehaltung der intermetallischen Schicht mit Hilfe eines gepulsten Laserstrahls entfernt, so dass eine Ablationszone 3 gebildet wurde. Aufgrund des von dem Laserstrahl erzeugten Dampf- oder Plasmadrucks wird das flüssige Aluminium an die Peripherie der Zone 3 projiziert, wodurch eine Aluminium-Akkumulationszone 5 entsteht. Darüber hinaus verursacht dieser Ablationsvorgang einen Fluss 4 eines Teils der Aluminiumschicht auf die sekundäre Fläche, über eine Länge welche zirka 0,4 mm erreichen kann. Im Gegensatz zu dem, was beim Auftreffen eines Laserstrahls auf eine organische Beschichtung passiert, die vollständig verdampft, bewirkt das Auftreffen des Laserstrahls auf eine metallische Beschichtung nämlich nicht ihr vollständiges Verschwinden durch Verdampfen, sondern ein teilweises Verdampfen und ein Schmelzen.

[0080] Die Erfinder haben gezeigt, dass dieses Phänomen des Fließens entlang der sekundären Fläche durch folgendes Verfahren vermieden werden kann: Gemäß der Figur 2 werden mindestens zwei vorbeschichtete Stahlbleche 11 und 12 bereitgestellt, die dieselbe oder unterschiedliche Dicken haben können, wobei die Figur 2 die erste Alternative zeigt. In diesem Stadium sind die Bleche 11 und 12 nicht notwendigerweise rechteckig, die Geometrie ihrer Kontur steht in Relation mit der Kontur der zu produzierenden fertigen Teile, welche durch spätere Formgebung erhalten wird. Der Begriff Blech wird hier in einem breiteren Sinn als jedes Objekt verstanden, welches durch Schneiden eines Bandes, eines Coils oder einer Platine erhalten wird.

[0081] Diese Bleche bestehen aus einem Stahlsubstrat 25 und 26, welches insbesondere in Abhängigkeit der gewünschten Dicke, ein warm- oder kaltgewalztes Blech ist. Die Zusammensetzung dieser Substrate kann je nach gewünschter Verteilung der mechanischen Eigenschaften im fertigen Teil identisch oder unterschiedlich sein. Diese Stähle sind thermische Behandlungsstähle, die nach einer Austenitisierungsbehandlung martensitisch oder bainitisch gehärtet werden können. Die Dicke der Bleche liegt vorzugsweise zwischen zirka 0,5 und 4 mm, wobei

dieser Dickenbereich insbesondere für die Herstellung von Struktur- oder Verstärkungssteilen für die Automobilindustrie verwendet wird.

[0082] Die Bleche 11 und 12 weisen jeweils Hauptflächen 111, 112, und 121, 122 auf. Auf der Oberfläche jeder dieser Flächen befindet sich eine Vorbeschichtung 15 und 16, deren Dicke und Zusammensetzung bei den Blechen 1 und 2 identisch oder unterschiedlich sein können. Diese Vorbeschichtungen 15 und 16 werden beide mittels Eintauchen in ein Aluminierungsbad erhalten.

[0083] Die Vorbeschichtung 15 selbst setzt sich zusammen aus:

[0084] - einer intermetallischen Legierungsschicht 17 in Kontakt mit dem Substrat 25. Es handelt sich dabei um eine Legierungsschicht vom Typ  $Fe_xAl_y$ , gebildet durch Reaktion zwischen dem Substrat 25 und dem geschmolzenen Metall des Aluminierungsbads beim kontinuierlichen Durchziehen der Bleche durch das Aluminierungsbad. Diese Schicht hat eine typische Dicke von 3 bis 10 Mikrometer. Das Aluminierungsbad ist ein Aluminiumbad oder ein Aluminiumlegierungsbad bei dem der Aluminiumgehalt gewichtsmäßig grösser ist als 50 %, oder ein Legierungsbad auf der Basis von Aluminium. Im letzteren Fall ist das Aluminium der mehrheitliche Bestandteil der Legierung.

[0085] - einer Metalllegierungsschicht 19, deren Zusammensetzung praktisch der des Aluminium-, oder Aluminiumlegierungs- oder Legierungsbads auf der Basis von Aluminium entspricht.

[0086] Ebenso besteht beim Blech 12 die Vorbeschichtung 16 aus einer intermetallischen Legierungsschicht in Kontakt mit dem Substrat 26 und einer oberflächlichen Metallschicht. Vorzugsweise kann die Metalllegierung 19, 20 der Vorbeschichtung 8 bis 11 Gew.-% Silizium und 2 bis 4% Eisen enthalten, wobei der Rest der Zusammensetzung Aluminium und unvermeidbare Verunreinigungen sind. Durch die Zugabe von Silizium kann vor allem die Dicke der intermetallischen Schicht 17 reduziert werden.

[0087] Die zwei Bleche 11 und 12 können derart angeordnet sein, dass sich ihre Hauptflächen 111 und 112 in derselben Ebene 41 befinden. Somit wirkt ein Laserstrahl, der gleichzeitig auf diese beiden Bleche angewendet wird, gleichermaßen. Man kann jedoch auch vorsehen, dass sich die zwei Bleche 11 und 12 nicht genau in derselben Ebene befinden, das heißt, dass sich der Fokussierungspunkt eines Laserstrahls in Bezug zur Oberfläche von zwei Blechen mit einer identischen Vorbeschichtung nicht auf derselben Ebene befindet. Diese Situation kann beispielsweise im Fall von Dickenunterschieden zwischen den zwei Blechen 11 und 12 auftreten. Die Erfinder haben festgestellt, dass selbst in diesem Fall die gewünschten Ergebnisse, insbesondere das Nicht-Auftreten eines Laufens der Vorbeschichtung auf die sekundären Flächen, erreicht werden wenn das erfundungsgemäße Verfahren angewendet wird. Die zwei Bleche 11 und 12 werden derart zusammengeführt, dass zwei ihrer sekundären Flächen 71 und 72 gegenüberliegen. Dieses Zusammenführen definiert damit eine Mittelebene 51 zwischen den Blechen 11 und 12, welche sich senkrecht zu ihren Hauptflächen erstreckt, sowie einen Spalt 31 zwischen diesen Blechen.

[0088] Erfundungsgemäß werden dann in einem peripheren Abschnitt 61 des Blechs 11 und einem peripheren Abschnitt 62 des Blechs 12, mittels eines Verfahrens, welches ein Schmelzen und ein Verdampfen umfasst, die jeweiligen Metalllegierungsschichten 19 und 29 dieser Bleche gleichzeitig entfernt. Im Allgemeinen wird der größte Teil durch Schmelzen entfernt; Verfahren, bei denen das Entfernen der Schichten 19 und 20 durch reines Verdampfen erfolgt, werden hier nicht betrachtet. Dieses Entfernen, das auch als Ablation bezeichnet wird, wird vorzugsweise mit gepulstem Laserstrahl durchgeführt. Das Auftreffen des Strahls, der eine hohe Energie- und Leistungsdichte aufweist, auf die Vorbeschichtung verursacht eine Verflüssigung und ein Verdampfen der Oberfläche dieser Vorbeschichtung. Aufgrund des Plasmadrucks wird die verflüssigte Vorbeschichtung an die Peripherie der Zone gedrückt, in welcher die Ablation stattfindet. Eine Abfolge kurzer Laserimpulse mit geeigneten Parametern führt zu einer Ablation der Metall-

schicht 19 und 20 unter Beibehaltung der intermetallischen Legierungsschicht 17 und 18. Jedoch ist es je nach gewünschtem Korrosionsbeständigkeitsgrad des fertigen Teils ebenfalls möglich, einen mehr oder weniger großen Teil der intermetallischen Schicht 17 und 18, beispielsweise mehr als 50 % dieser Schicht, zu entfernen. Die Interaktion eines gepulsten Laserstrahls, welcher auf die Peripherie 61 und 62 vorbeschichteter Bleche gerichtet ist, und zu diesen Blechen in relativer Translation steht führt demnach zu einem Entfernen der Metallschicht 19 und 20.

**[0089]** Die Ablation wird auf den Blechen 11 und 12 gleichzeitig durchgeführt, das heißt, dass das Mittel zum Schmelzen und Verdampfen gleichzeitig auf den einander gegenüberliegenden peripheren Zonen 61 und 62 angewendet wird. Insbesondere trifft der Laserstrahl, wenn die Ablation mit einem Laserstrahl durchgeführt wird, auf die Zonen 61 und 62, indem er die Mittellebene 51 überlappt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird ein gepulster rechteckiger Laserstrahl verwendet. Man kann aber auch einen kleineren Laserstrahl verwenden, der oszilliert, um die zu bearbeitende Breite abzudecken. Man kann das Verfahren auch mit einem Hauptstrahl durchführen, der in zwei rechteckige Unterstrahlen geteilt wird, die jeweils die Mittellebene 51 überlappen. Diese zwei Unterstrahlen können in Bezug zur Ebene 51 symmetrisch angeordnet oder in Schweißrichtung in Bezug zueinander längs versetzt sein. Diese zwei Unterstrahlen können identischer oder unterschiedlicher Größe sein.

**[0090]** Bei diesen unterschiedlichen Arten der gleichzeitigen Ablation war zu erwarten, dass das aus dem Schmelzen aufgrund des Auftreffens des Strahls resultierende Aluminium aufgrund der Schwerkraft und des von dem Strahl erzeugten Plasmadrucks über die sekundären Flächen 71 und 72 läuft.

**[0091]** In überraschender Weise haben die Erfinder festgestellt, dass kein Aluminiumfluss auf den sekundären Flächen 71 und 72 entsteht, wenn der Spalt 31 zwischen 0,02 und 2 mm liegt. Dies könnte, ohne an eine Theorie gebunden zu sein, daran liegen, dass die sekundären Flächen 71 und 72 aufgrund des Schneidens der Bleche 11 und 12 mit einer sehr dünnen Eisen- und/oder Aluminiumoxidschicht bedeckt sind. Unter Berücksichtigung der Grenzflächenspannung zwischen dieser dünnen Oxidschicht und dem flüssigen Aluminium zum einen und des spezifischen Spalts 31 zum anderen krümmt sich die freie Oberfläche des flüssigen Aluminiums zwischen den Blechen 11 und 12 und bildet einen Benetzungswinkel, ohne dass die Flüssigkeit in den Zwischenraum 31 fließt. Ein minimaler Spalt von 0,02 mm erlaubt es dem Strahl, zwischen die Bleche 11 und 12 zu gehen und dabei eventuelle Aluminiumspuren zu entfernen, die sich auf der sekundären Fläche befinden könnten. Des Weiteren erfolgt, wie man es später sehen wird, das Schweißen, gemäß einer Variante des Verfahrens, unmittelbar nach Durchführung dieses Ablationsvorgangs: Wenn der Abstand 31 kleiner ist als 0,02 mm, besteht die Möglichkeit, dass die zwei gegenüberliegenden Teile der Bleche 11 und 12 aufgrund ihrer thermischen Ausdehnung wegen der Ablations- und Schweißvorgänge nicht miteinander in Kontakt kommen, was zu einer schädlichen plastischen Verformung führt.

**[0092]** Der Spalt 31 ist in vorteilhafter Weise größer als 0,04 mm, was es erlaubt, mechanische Schneidevorgänge durchzuführen, deren Toleranz nicht sehr streng überprüft werden muss, und die Produktionskosten senkt.

**[0093]** Darüber hinaus ist, wie bereits zuvor erwähnt, die Führung des Schweißlaserstrahls bei Blechen, deren Beschichtung an der Peripherie entfernt wurde, aufgrund ihres dunkleren Aussehens schwieriger. Die Erfinder haben herausgefunden, dass eine Breite des Spalts 31 welche grösser ist als 0,06 mm, den optischen Kontrast der Nahtebene erheblich erhöht, welche relativ zu den peripheren Ablationszonen differenziert erscheint, und damit sicherzustellen, dass das Schweißen auf der Mittellebene 51 positioniert ist.

**[0094]** Im Übrigen haben die Erfinder festgestellt, dass, wie anhand der experimentellen Ergebnisse der Figur 3 nachgewiesen, der oben beschriebene Mechanismus zur Vermeidung des Fließens des flüssigen Aluminiums nicht mehr funktioniert, wenn der Spalt 31 grösser war als 2 mm.

[0095] In vorteilhafter Weise wird ein Spalt zwischen 0,02 und 0,2 mm gewählt.

[0096] Für das Ablationsverfahren kann in vorteilhafter Weise ein Laser vom Typ Q-Switch mit einer nominalen Leistung von einigen hundert Watt verwendet werden, der Impulse einer Dauer von zirka fünfzig Nanosekunden mit einer maximalen Leistung von 1-20 Megawatt bereitstellt. Dieser Lasertyp erlaubt es beispielsweise, eine Auftreffzone des rechteckigen Strahls von 2 mm (in einer Richtung quer zur Mittelebene 51) und von 1 mm oder weniger als 1 mm (beispielsweise 0,5 mm) in Längsrichtung der Mittelebene zu erhalten. Die Bewegung des Strahls erlaubt dann die Bildung der Ablationszonen 61 und 62 auf beiden Seiten der Ebene 51, ohne dass ein Fließen entlang der Flächen 71 und 72 erfolgt.

[0097] Die Morphologie der Ablationszonen 61 und 62 wird natürlich an die nachfolgenden Schweißbedingungen angepasst, insbesondere an die Breite der geschweißten Zone: man kann zum Beispiel vorsehen, dass je nach Art und Leistung des nachfolgenden Schweißverfahrens die Breite jeder der Ablationszonen 61 und 62 zwischen 0,25 und 2,5 mm liegt oder, beispielsweise im Fall eines Laser-Lichtbogen oder -Plasma Hybridschweißens zwischen 0,25 und 3 mm liegt. Die Ablationsbedingungen werden derart gewählt, dass die Summe der Breiten der Ablationszonen 61 und 62 größer ist als die Breite der geschweißten Zone.

[0098] Man kann vorsehen, sofern die Bleche 11 und 12 identisch sind, dass die Breiten der Ablationszonen 61 und 62 ebenfalls identisch sind. Man kann aber auch vorsehen, beispielsweise durch eine Dezentrierung eines Laserstrahls in seitlicher Richtung in Bezug zur Mittellebene 51, dass die Breiten dieser Ablationszonen unterschiedlich sind.

[0099] Erfindungsgemäß kann die Ablation auf einer einzigen Seite der Hauptflächen durchgeführt werden. Die Figur 2 veranschaulicht diesen Fall, bei dem die gleichzeitige periphere Ablation nur auf der Seite der Hauptflächen 111 und 121 durchgeführt wurde.

[0100] Jedoch kann man diese periphere Ablation, um eine bestmögliche Begrenzung des Eindringens von Aluminium beim Schweißen dieser Bleche zu erzielen, vorzugsweise gleichzeitig auf allen Flächen, das heißt 111, 121, 112, 122, durchführen. Zu diesem Zweck wird bei einer Ablation durch Laserschweißen in vorteilhafter Weise eine Vorrichtung vom Typ „Power Switch“ verwendet, die die Leistung des Strahls teilt, wobei ein Teil für die gleichzeitige Ablation der Flächen 111 und 121 verwendet wird, und der andere Teil für die gleichzeitige Ablation der Flächen 112 und 122 verwendet wird. Es ist ebenfalls möglich, einen zweiten Laser zu verwenden, der sich vom ersten unterscheidet.

[0101] Nach diesem gleichzeitigen Ablationsvorgang verfügt man über zwei schweißbereite Bleche, deren Peripherie von ihrer Metalllegierungsschicht befreit worden ist. Dieses Schweißen kann später erfolgen, wobei die Bleche entweder gegenüberliegend oder getrennt gelagert werden können. Diese Trennung ist problemlos, da das erfindungsgemäße Verfahren das Fließen flüssigen Aluminiums zwischen die Bleche begrenzt hat, so dass ein verfestigter Fluss keine unerwünschte mechanische Verbindung erzeugt.

[0102] Die Erfinder haben jedoch ebenfalls entdeckt, dass ein Schweißvorgang vorteilhaft inline auf den derart hergestellten Blechen durchgeführt werden kann. Da nämlich kein Aluminium auf die sekundäre Fläche geflossen ist, können die Bleche sofort geschweißt werden, ohne dass die Bleche zunächst von der Linie entfernt und nach dem Reinigen dort wieder neu positioniert werden müssen. Das Zeitintervall, das zwischen dem gleichzeitigen Ablationsvorgang und dem Schweißvorgang vergeht, ist kürzer als eine Minute, so dass eine Oxidation auf den Flächen 71 und 72 minimiert und eine höhere Produktivität erzielt wird. Ferner, wenn dieses Zeitintervall klein ist, erfolgt das Schweißen auf den vom Ablationsvorgang vorgewärmten Blechen, so dass die Energiemenge, die für das Schweißen eingesetzt werden muss, geringer ist.

[0103] Es kann jedes kontinuierliche Schweißverfahren verwendet werden, das für die Dicken und die Produktivitäts- und Qualitätsbedingungen geeignet ist, die für Schweißnähte erforderlich sind, und vor allem:

[0104] - das Laserstrahlschweißen,

[00105] - das elektrische Lichtbogenschweißen, insbesondere das TIG-Verfahren („Tungsten Inert Gas“), das Plasmaverfahren, das MIG-Verfahren („Metal Inert Gas“) oder das MAG- Verfahren („Metal Active Gas“),

[00106] - das Elektronenstrahlschweißen.

[00107] Ein vorzugsweise verwendetes Verfahren ist das Laserschweißen aufgrund der diesem Verfahren inhärenten hohen Energiedichte, welche es erlaubt, eine schmale geschmolzene Zone zu erzielen, deren Breite nur geringfügig variiert. Dieses Verfahren kann allein oder in Kombination mit einem Zusatzdraht 82 benutzt werden, wie in Figur 5 gezeigt. In diesem Fall ist es möglich, die Zusammensetzung der geschmolzenen Zone durch eine Zusammensetzung des Schweißdrahts zu ändern, welche sich von den Zusammensetzungen der Bleche 25 und 26 unterscheidet. Das Schweißverfahren, welches einen Laserstrahl und einen Schweißdraht kombiniert, kann ein Verfahren sein, bei dem der Schweißdraht nur von dem Laserstrahl geschmolzen wird, oder ein Laser-TIG-Hybridschweißverfahren, das heißt, ein Laserstrahl, der mit einem Lichtbogen kombiniert wird, welcher von einem TIG-Schweißbrenner, ausgerüstet mit einer nicht abschmelzenden Elektrode, bereitgestellt wird, oder ein MIG-Laser- Hybridschweißverfahren, bei dem der Schweißbrenner mit einer abschmelzenden Drahtelektrode ausgestattet ist.

[00108] Gemäß einer Variante der Erfindung sind die Vorrichtungen, welche die gleichzeitige Ablation und das Schweißen durchführen, innerhalb derselben Ausrüstung kombiniert. Diese funktioniert mit einer einzigen relativen Bewegungsgeschwindigkeit relativ zu den Blechen. Bei dieser Ausrüstung ist die Geschwindigkeit der gleichzeitigen Ablation identisch mit der Schweißgeschwindigkeit, was erlaubt, unter optimalen Produktivitäts- und Rationalisierungsbedingungen zu produzieren.

[00109] Die Figur 4 veranschaulicht eine bevorzugte Variante der Erfindung: Es sind die Bleche 11 und 12 dargestellt, welche eine Vorbeschichtung aus Aluminium, einer Aluminiumlegierung oder auf der Basis von Aluminium umfassen. Ein erster Laserstrahl 80 führt eine gleichzeitige Ablation einer peripheren Zone 61 des Blechs 11 und einer peripheren Zone 62 des Blechs 12 durch, wobei der Laserstrahl die Mittelebene des Blechs 11 und 12 überlappt. Ein zweiter Laserstrahl 81 führt gleichzeitig einen identischen Vorgang auf der unteren Fläche des Blechs durch. Gemäß einer (auf der Figur 4 nicht dargestellten) Variante führt nur ein Laserstrahl 80 die Ablation durch, wobei diese auf der gegenüberliegenden Fläche nicht durchgeführt wird. Diese Variante wird angewendet, wenn es nicht notwendig ist, einen sehr geringen Aluminiumgehalt in der Schweißzone, die später gebildet wird, anzustreben.

[00110] In einem bestimmten Abstand 64 von dieser ersten Ablationszone schweißt ein Laserstrahl 95 die Bleche 11 und 12 zusammen, so dass eine geschweißte Zone 63 entsteht. Der Abstand zwischen den Ablations- und Schweißvorrichtungen wird mittels einer an sich bekannten Vorrichtung konstant gehalten, die schematisch durch 96 dargestellt ist. Die Bleche 11 und 12 bewegen sich relativ zu dieser Einheit 96 gemäß der mit 97 bezeichneten Bewegung.

[00111] Die Bleche 11 und 12 sind in vorteilhafter Weise in einer Spannvorrichtung eingespannt, die auf der Figur 4 nicht dargestellt ist. Die Bleche sind während dem Ablationsvorgang durch die Strahlen 80 und 81 eingespannt, wobei diese Einspannung bis zum Schweißen inklusive aufrechterhalten wird, welches mit dem Strahl 95 durchgeführt wird. Somit erfolgt keine relative Bewegung der Bleche 11 und 12, und das Schweißen mit dem Laserstrahl 95 kann mit höherer Präzision erfolgen.

[00112] Der maximale Abstand zwischen den Auftreffpunkten der Strahlen 80, 81 zum einen und 95 zum anderen hängt insbesondere von der Schweißgeschwindigkeit ab: Wie man weiter oben sehen konnte, wird er vor allem davon bestimmt, ob die Zeit, die zwischen dem Auftreffen der Strahlen (80, 81) und 95 vergeht, unter einer Minute liegt. Dieser maximale Abstand kann vorzugsweise kleiner sein als 2 m, damit die Ausrüstung besonders kompakt ist.

[00113] Der minimale Abstand 64 zwischen diesen Auftreffpunkten kann auf bis zu 0,5 mm reduziert werden. Ein geringerer Abstand als 0,5 mm würde zu einer unerwünschten Interaktion

zwischen den Ablationsstrahlen 80, 81 zum einen und zum anderen dem „keyhole“, der beim Schweißen mit dem Strahl 95 inhärent vorhanden ist, führen.

[00114] Ein geringer Abstand 64 kann auch durch Kombination der zwei Ablations- und Schweißköpfe (wobei die Köpfe als die Vorrichtungen definiert sind, aus denen die Laserstrahlen ausmünden) innerhalb eines einzigen kompakten Kopfes erreicht werden, wobei dieser beispielsweise für den Ablations- und Schweißvorgang dasselbe Fokussierungselement verwenden kann.

[00115] Ein sehr geringer Abstand 64 erlaubt die Umsetzung des Verfahrens mit einer besonders kompakten Ausrüstung und führt dazu, dass eine bestimmte Menge der thermischen Energie, die von den Laserstrahlen 80 und 81 bereitgestellt wird, zur linearen Schweißenergie, die vom Strahl 95 bereitgestellt wird, hinzukommt, wodurch sich die gesamte energetische Leistung des Verfahrens vergrößert. Ein sehr geringer Abstand erlaubt eine Verkürzung der für die Produktion eines einzelnen geschweißten Blechs notwendigen Zykluszeit und damit eine Erhöhung der Produktivität. Diese Wirkungen werden insbesondere dann erzielt, wenn der Abstand 64 kleiner ist als 600 mm oder sogar kleiner ist als 5 mm.

[00116] Die Figur 5 zeigt ein Schema einer bevorzugten erfindungsgemäßen Vorrichtung. Diese umfasst die folgenden Elemente:

[00117] - einen Posten A, der eine an sich bekannte Bereitstellungsvorrichtung 91 umfasst, die erlaubt, mindestens ein erstes 11 und ein zweites 12 mit Aluminium oder einer Aluminiumlegierung oder einer Legierung auf der Basis von Aluminium vorbeschichtetes Stahlblech bereitzustellen,

[00118] - einen Posten B, der eine Vorrichtung 92 zum Zusammenführen dieser Bleche 11 und 12 umfasst, die an sich ebenfalls bekannt ist. Nach der Zusammenführung der Bleche ist eine virtuelle Mittelebene 51 definiert.

[00119] - einen Posten C, der eine an sich bekannte Spannvorrichtung 98 dieser Bleche 11 und 12 umfasst, die beispielsweise eine magnetische, mechanische oder hydraulische Spannvorrichtung sein kann,

[00120] - einen Posten D, der mindestens eine an sich bekannte Führungsvorrichtung 94 umfasst, die erlaubt, die Mittelebene 51 zu erfassen und den Laserstrahl 80 relativ zu dieser Mittelebene zu positionieren. Diese Vorrichtung kann beispielsweise eine Beleuchtung des Bereichs der Mittelebene durch einen Lichtstrahl umfassen und einen lichtempfindlichen CCD- oder CMOS- Empfänger des reflektierten Strahls, der es erlaubt, die Position (x, y) der Mittelebene zu einem bestimmten Zeitpunkt zu lokalisieren. Dies erlaubt es, die Positionierung des Ablationslaserstrahls 80 zu steuern, der sich in Richtung der relativen Schweißrichtung nachgelagert befindet, so dass seine Position mit der gewünschten Lokalisierung der Ablationszone zusammenfällt.

[00121] - mindestens eine Quelle, die es erlaubt, einen Laserstrahl 80 zu erhalten, um die Aluminiummetallschicht gleichzeitig in der peripheren Zone auf beiden Seiten der Mittelebene 51 durch Schmelzen und Verdampfen zu entfernen. Wie bereits zuvor erwähnt wurde, kann ein (auf der Figur 5 nicht dargestellter) zweiter Laserstrahl 81 denselben Vorgang auch auf den gegenüberliegenden Flächen durchführen.

[00122] - mindestens eine Quelle, die erlaubt, einen Laserstrahl 95 für das Schweißen der Bleche 11 und 12 in der Abtragungszone der Aluminiummetallschicht 61, 62 zu erhalten, um eine Schweißnaht zu erhalten. Die verwendete Laserquelle kann aus einer Laserquelle vom Typ CO<sub>2</sub>-Gaslaser mit einer Wellenlänge von 10 Mikrometern oder einer Festkörper-Laserquelle mit einer Wellenlänge von 1 Mikrometer ausgewählt werden. Unter Berücksichtigung der Dicke der Bleche, die in typischer Weise kleiner ist als 3 Millimeter, ist die Leistung des CO<sub>2</sub>-Gaslasers höher als oder gleich 3 Kilowatt, eventuell sogar 7 Kilowatt; im Fall eines Festkörperlasers ist die Leistung höher als oder gleich 2 Kilowatt, eventuell sogar 4 Kilowatt.

[00123] Optional kann ein zweiter Laserstrahl, der von einem dem 95 ähnlichen Typ ist, im unteren Teil, das heißt auf der gegenüberliegenden Fläche, angewendet werden. Diese Anordnung erlaubt die Erhöhung der Schweißgeschwindigkeit und/oder die Verringerung der Einzelleistung der Quelle 95.

[00124] Dieser Strahl 95 kann entweder von einer eigenen Führungsvorrichtung geführt werden, die sich von 94 unterscheidet (auf der Figur 5 nicht dargestellter Fall), oder von der Vorrichtung 94 geführt werden. Die Erfinder haben herausgefunden, dass diese letzte Lösung besonders vorteilhaft ist, da sie erlaubt, exakt in der Zone zu schweißen, wo die Ablation stattgefunden hatte, das heißt, dass die zwei Schritte, der Ablation und des Schweißens, genau abgestimmt sind.

[00125] - Optional kann die Einheit eine Zusatzdrahtvorrichtung 82 aufweisen, um die Zusammensetzung der geschmolzenen Zone dank einer Zusammensetzung des Zusatzdrahts, die sich von denen der Zusammensetzungen der Bleche 25 und 26 unterscheidet, zu ändern.

[00126] Die Bleche 11 und 12 werden vom Posten A zum Posten D bewegt, sodass eine relative Bewegung der Bleche relativ zu den Laserstrahlen 80 und 95 erzielt wird, wobei diese relativ zur Mittelebene 51 auf einer selben Linie und in einem festen Abstand 64 zueinander angeordnet sind.

[00127] Wie bereits zuvor erläutert wurde, liegt dieser Abstand 64 vorzugsweise zwischen 0,5 mm und 2 m, vorzugsweise zwischen 0,5 mm und 600 mm oder zwischen 0,5 mm und 5 mm.

[00128] Die geschweißte Platine, die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt wurde, weist spezielle Merkmale auf:

[00129] - Gemäß der Figur 5 erfolgt das Schweißen der Platinen, welches Inline entlang der Mittelebene 51 erfolgt, auf Blechen 11 und 12, die mit dem Strahl 95 einer gleichzeitigen Ablation unterzogen wurden. Die Ablation führt zu einem Schmelzen und Verdampfen der Beschichtung, ihre spätere Verfestigung erfolgt unter Bildung spezieller Wellen, deren Abstand von der Impulsdauer und von der Vortriebsgeschwindigkeit des Ablationsstrahls abhängt. Bei dem auf der Figur 5 veranschaulichten Verfahren ist diese Verfestigungsmorphologie auf beiden Seiten der Ebene 51 identisch, da die Ablation mit einem Strahl durchgeführt wird, der diese Nahtebene überlappt. Somit zeigt die Figur 6 eine makrographische Draufsicht auf eine gemäß dem Verfahren der Figur 5 hergestellte Schweißnaht. Die Bereiche 13 und 14, die einer gleichzeitigen Ablation unterzogen wurden, befinden sich auf beiden Seiten der Schweißnaht 23. Wenn man Bereiche 21 und 22 betrachtet, die sich einander gegenüber entlang eines Querschnitts 52a befinden, stellt man fest, dass die Verfestigungsmorphologie identisch ist. Gleichermaßen gilt für die anderen Querschnitte 52b... 52n. Wenn der Schweißlaserstrahl 95 auf die zwei zu verbindenden Bleche auftrifft, erfolgt somit dieses Auftreffen in Zonen, deren Reflektivität auf beiden Seiten der Ebene 51 gleich ist, so dass man eine absolut identische Eindringtiefe auf beiden Seiten dieser Ebene erhält. Damit erlaubt die Erfindung, unabhängig vom betrachteten Querschnitt 52a, 52b... 52n eine sehr regelmäßige Geometrie der fertigen Schweißnaht und eine sehr gleichmäßige Vermischung des Aluminiums in der Schweißnaht zu erhalten.

[00130] - Zum anderen wurde zum Stand der Technik erläutert, dass die Ablation nur an einem einzigen Blech, mit einem sich in Längsrichtung bewegenden Laserstrahl, dessen Bezugspunkt der Rand des Blechs ist, auf einmal durchgeführt wurde. Jedoch weist die Gradlinigkeit eines hergestellten Rands trotz aller Sorgfalt beim Schneiden der Bleche unvermeidbar Abweichungen in Bezug zu einer idealen geraden Linie auf, wobei diese Abweichung als Standardabweichung  $\sigma_1$  bezeichnet werden kann. Im Übrigen variiert auch die Position des Laserstrahls in Querrichtung bei seiner Längsbewegung, wobei diese Variation als Standardabweichung  $\sigma_2$  bezeich-

net werden kann. Mit diesem Verfahren wird also ein Blech gefertigt, dessen Breite der Zone mit Ablation eine Standardabweichung ( $\sigma_1 + \sigma_2$ ) in Längsrichtung des Ablationsvorgangs aufweist. Danach werden diese zwei Bleche aneinandergelegt und verschweißt. Es entsteht dadurch eine geschweißte Platine, bei der die Gesamtbreite der Zone mit Ablation eine bestimmte Variabilität aufweist, die die Summe derjenigen ist, die jedem der zwei Bleche zugeordnet ist, das heißt  $2(\sigma_1 + \sigma_2)$ .

[00131] - Im Vergleich hierzu wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren die Ablation vergleichsweise mit einer einzigen Bezugsebene durchgeführt, der Mittelebene 51, und der Ablationsvorgang wird in einem einzigen Schritt durchgeführt, so dass die Variabilität der Gesamtbreite der Zone mit Ablation in Längsrichtung gleich ( $\sigma_1 + \sigma_2$ ) ist, was im Vergleich zum Stand der Technik einer Verringerung um die Hälfte entspricht. Bei Messungen der Breite der gesamten Ablationszone an verschiedenen Punkten entlang einer Schweißnaht wurde nachgewiesen, dass diese um weniger als 10 % variiert.

[00132] Auf den Figuren 7a und b sind die Schritte des konventionellen Verfahrens zur Herstellung von mit einer metallischen Beschichtung vorbeschichteten geschweißten Platinen im Vergleich mit dem erfindungsgemäßen Verfahren zusammenfassend dargestellt:

[00133] Beim konventionellen Verfahren (Figur 7a) erfolgt die Ablation der metallischen Vorbeschichtung auf der Peripherie jedes Blechs, wobei dieser Vorgang auf jedem Blech individuell durchgeführt wird (Schritt A1). Danach (Schritt A2) wird die Vorbeschichtung entfernt, die im Ergebnis von Schritt A1 auf die Kante gelaufen ist. Nach einer Zwischenlagerung der Bleche (Schritt A3) werden diese zwecks ihrer Verbindung durch Schweißen (Schritt A4) in Position gebracht. Nach diesem Positionieren besteht keine Symmetrie zwischen den Verfestigungsstrukturen in den peripheren Ablationszonen; diese Strukturen sind in Bezug zur mittleren Zusammenführungsebene der Bleche nach dem Zufallsprinzip positioniert. Diese Bleche werden danach verschweißt (Schritt A5).

[00134] Beim erfindungsgemäßen Verfahren (Figur 7b) wird die metallische Vorbeschichtung auf der Peripherie der gegenüberliegend platzierten Bleche gleichzeitig entfernt, wobei ein spezifischer Spalt zwischen den Blechen (Schritt B1) beibehalten wird. Dieser Vorgang führt zu einer Situation, in der die Verfestigungsstrukturen auf beiden Seiten der mittleren Zusammenführungsebene identisch, symmetrisch zur mittleren Zusammenführungsebene sind. Danach werden die derart hergestellten Bleche ohne Zwischenschritt sofort miteinander verbunden (Schritt B2).

[00135] Es wird deutlich, dass sich die Schweißnähte, die gemäß dem konventionellen und erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt werden, durch morphologische Merkmale in den Verfestigungszonen in unmittelbarer Nähe des durch Schweißen geschmolzenen Metalls unterscheiden.

[00136] Die folgenden Ausführungsformen veranschaulichen als nicht beschränkende Beispiele Vorteile der Erfindung.

#### BEISPIEL:

[00137] Es werden Stahlbleche bereitgestellt, welche eine Dicke von 1,2 mm und folgende gewichtsmäßige Zusammensetzung aufweisen: 0,23 %C, 1,19% Mn, 0,014% P, 0,001% S, 0,27% Si, 0,028% Al, 0,034% Ti, 0,003% B, 0,18% Cr, wobei der Rest Eisen und Verunreinigungen sind, welche sich aus der Bearbeitung ergeben. Diese Bleche weisen auf jeder Fläche eine Vorbeschichtung auf, welche eine Dicke von 30 Mikrometern aufweist. Diese Vorbeschichtung besteht aus einer intermetallischen Schicht mit einer Dicke von 5 Mikrometern in Kontakt mit dem Stahlsubstrat, welche gewichtsmäßig 50% Aluminium, 40% Eisen und 10% Silizium enthält. Diese intermetallische Legierungsschicht resultiert aus der Reaktion zwischen dem Stahlsubstrat und dem Aluminiumlegierungsbad.

[00138] Über der intermetallischen Schicht befindet sich eine Metallschicht mit einer Dicke von

25 Mikrometern, enthaltend gewichtsmäßig 9 % Silizium, 3 % Eisen, wobei der Rest Aluminium und unvermeidbare Verunreinigungen sind.

[00139] Diese Bleche haben eine Größe von 400 mm x 800 mm. Das Schweißen wird auf den 400 mm langen Rändern durchgeführt.

[00140] Zwei dieser Bleche werden derart platziert, dass der Spalt zwischen ihren gegenüberliegenden Rändern 0,1 mm beträgt. Danach wird eine Ablation der Metallschicht auf der Peripherie dieser Bleche mit einem gepulsten Laser mit einer mittleren Leistung von 800 W durchgeführt. Diese Ablation wird gleichzeitig von zwei Strahlen auf jeder der gegenüberliegenden Flächen der Bleche durchgeführt. Die Bleche bewegen sich relativ zum Strahl mit einer konstanten Geschwindigkeit  $V = 6 \text{ m/mn}$ . Jeder der Strahlen ist derart fokussiert, dass man einen rechteckigen Brennfleck von 2 mm x 0,5 mm erhält, wobei sich der Abstand von 2 mm in Querrichtung in Bezug zur Mittelebene der zwei Bleche erstreckt. Somit werden gleichzeitig zwei Bleche geschaffen, deren Peripherie von der Metallschicht über eine Breite von praktisch 1 mm auf jedem der Bleche befreit ist. Die Führung dieses Ablationsvorgangs erfolgt mit einem Sensor, der die Position der Mittelebene zwischen den zwei Blechen ermittelt, und welcher in Bezug zu den zwei gepulsten Ablationslaserstrahlen unmittelbar vorgelagert an einer Position  $x_0$  platziert ist. Dieser Sensor befindet sich in einem Abstand  $d_1$  von zirka 100 mm von den Ablationsstrahlen. Die Koordinaten  $(x_0, y_0)$  der Position der Mittelebene werden im Bereich des Sensors zu einem Zeitpunkt  $t_0$  von einem Datenverarbeitungsmittel gespeichert. Da sich die Bleche mit einer Geschwindigkeit  $v$  bewegen, gelangt diese Ebenenposition zu einem Moment  $t_1 = t_0 + \frac{d_1}{v}$  auf die Höhe der gepulsten Ablationsstrahlen. Dank einer Ableitungsvorrichtung der Laserstrahlen wird die Position des Auftreffens der Laserstrahlen auf die Bleche, das zum Zeitpunkt  $t_1$  erfolgt, präzise angepasst, so dass diese der mittels der Position der Mittelebene festgelegten Ablationszone exakt entspricht.

[00141] Nach der Ablation kann mittels eines Laserstrahls, der sich in einem festen Abstand  $d_2$  von 200 mm von den gepulsten Laserstrahlen entfernt befindet, eine Schweißnaht zwischen diesen Blechen hergestellt werden. Das Schweißen wird mit einer linearen Leistung von 0,6 kJ/cm unter Heliumschutz durchgeführt, so dass Entkohlungs-, Oxidations- und Wasserstoffabsorptionsphänomene vermieden werden. Der Zeitraum zwischen dem Ablationsvorgang und dem Schweißen beträgt 2 s.

[00142] Die Führung des Schweißlaserstrahls wird ebenfalls von einem Sensor übernommen, der dem Ablationsvorgang vorgelagert ist. Die zum Zeitpunkt  $t_0$  gespeicherte Position der Mittelebene  $t_2 = t_0 + \frac{d_1+d_2}{v}$  gelangt zum Zeitpunkt auf die Höhe des Schweißlaserstrahls. Dank einer optischen Führungsvorrichtung des Laserstrahls wird sodann die Position des Auftreffens des Schweißlaserstrahls exakt angepasst, so dass dieser relativ zur Position der Mittelebene, die zuvor festgelegt wurde, zentriert ist.

[00143] Die Figur 6a ist eine Makrographie, die eine Draufsicht auf die erhaltene Laserschweißnaht zeigt, wobei die Schweißnaht 23 von zwei Zonen 13 und 14 umgeben ist, in denen die Ablation gleichzeitig durchgeführt wurde. Die gesamte Ablationsbreite 24 beträgt durchschnittlich 1,92 mm und variiert entlang der geschweißten Platine um weniger als 10%.

[00144] Die Figuren 6b und 6c veranschaulichen in einer größeren Vergrößerung die Oberfläche von Zonen 21 und 22, die auf beiden Seiten des Querschnitts 52a zur Schweißnaht symmetrisch angeordnet sind. Man kann sehen, dass die Verfestigungswellen dieser Zonen 21 und 22 auf beiden Seiten der Schweißnaht identisch sind und einen kontinuierlichen Charakter aufweisen. Im Übrigen wurde der Aluminiumgehalt der derart hergestellten geschweißten Zone mit Hilfe einer Castaing-Mikrosonde analysiert: Dieser bleibt unter 0,3 %, was darauf hinweist, dass die Aluminiummenge auf den sekundären Flächen nach dem Ablationsschritt und vor dem Schweißen praktisch null ist.

[00145] Danach wurde eine unter den Bedingungen der Erfindung hergestellte geschweißte Platine in einem Ofen auf eine Temperatur von 900 °C erwärmt und auf dieser gehalten, wobei

die Gesamtdauer des Aufenthalts im Ofen 6 Minuten betrug. Die Platine wird danach warmumgeformt, um ein Teil zu bilden, wobei dieses im Warmumformwerkzeug derart gehalten wird, dass das Teil mit einer Geschwindigkeit abgekühlt wird, die grösser ist als die kritische martenitische Abkühlgeschwindigkeit.

**[00146]** Man erkennt dann, dass die geschweißte Zone im warmumgeformten Teil keine spröden intermetallischen Verbindungen Fe-Al aufweist und dass die Härte der geschmolzenen Zone praktisch der Härte des Basismetalls entspricht.

**[00147]** Somit erlaubt die Erfindung die wirtschaftliche Herstellung von Struktur- und Sicherheitsteilen für den Automobilsektor, welche eine Schweißnaht aufweisen, aus aluminierten Blechen.

## Ansprüche

1. Verfahren zur Vorbereitung von Blechen, die für die Herstellung einer geschweißten Stahlplatine bestimmt sind, umfassend die aufeinanderfolgenden Schritte, denen zufolge:
  - mindestens ein erstes (11) und ein zweites (12) vorbeschichtetes Stahlblech bereitgestellt werden, bestehend aus einem Stahlsubstrat (25, 26) und einer Vorbeschichtung (15, 16), bestehend aus einer intermetallischen Legierungsschicht (17, 18) in Kontakt mit dem Stahlsubstrat mit einer Metallschicht aus Aluminium oder Aluminiumlegierung oder auf der Basis von Aluminium (19, 20) darüber, wobei das mindestens eine erste Blech (11) eine Hauptfläche (111), eine gegenüberliegende Hauptfläche (112) und mindestens eine sekundäre Fläche (71) umfasst, wobei das mindestens eine zweite Blech (12) eine Hauptfläche (121), eine gegenüberliegende Hauptfläche (122) und mindestens eine sekundäre Fläche (72) umfasst, dann
  - das mindestens eine erste (11) und zweite (12) Blech unter Beibehaltung eines Spalts (31) von zwischen 0,02 und 2 mm zwischen den mindestens einen gegenüber platzierten sekundären Flächen (71) und (72) zusammengeführt werden, wobei das Zusammenführen des mindestens einen ersten (11) und zweiten Blechs (12) eine Mittelebene (51) definiert, welche sich senkrecht zu den Hauptflächen des mindestens einen ersten (11) und zweiten Blechs (12) erstreckt, dann
  - die Metalllegierungsschicht (19) in einer peripheren Zone (61) des mindestens einen Blechs (11) und die Metalllegierungsschicht (20) in einer peripheren Zone (62) des mindestens einen Blechs (12) durch Schmelzen und Verdampfen gleichzeitig auf mindestens der Hauptfläche (111) und der Hauptfläche (121) entfernt werden, wobei die peripheren Zonen (61) und (62) die Zonen der Hauptflächen (111) und (121) sind, die auf beiden Seiten der Mittelebene (51) am nächsten zur Mittelebene (51) gelegen sind.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das gleichzeitige Entfernen durch Schmelzen und Verdampfen mit einem Laserstrahl erfolgt, der die Mittelebene (51) überlappt.
3. Vorbereitungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Breite der peripheren Zone (61) und die Breite der peripheren Zone (62) zwischen 0,25 und 2,5 mm liegen.
4. Vorbereitungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Breite der peripheren Zone (61) und die Breite der peripheren Zone (62) gleich sind.
5. Vorbereitungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Breite der peripheren Zone (61) und die Breite der peripheren Zone (62) unterschiedlich sind.
6. Vorbereitungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Entfernen durch Schmelzen und Verdampfen gleichzeitig auf den Hauptflächen (111), (121) und (112), (122) erfolgt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die peripheren Zonen (61, 62) von jedem von dem mindestens einen ersten (11) und zweiten Stahlblech (12) unter Beibehaltung ihrer jeweiligen intermetallischen Legierungsschicht (17, 18) von ihrer jeweiligen Metalllegierungsschicht (19, 20) befreit sind.
8. Vorbereitungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Substrate (25, 26) unterschiedliche Stahlzusammensetzungen haben.
9. Vorbereitungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorbeschichtungen (15, 16) unterschiedliche Dicken haben.
10. Vorbereitungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Metalllegierungsschicht (19, 20) der Vorbeschichtung (15, 16) zwischen 8 und 11 % Silizium, zwischen 2 und 4 % Eisen umfasst, wobei der Rest der Zusammensetzung Aluminium und unvermeidbare und die Gehalte relativ zum Gewicht ausgedrückt sind.

11. Vorbereitungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Spalt (31) größer als 0,04 mm ist.
12. Vorbereitungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Spalt (31) größer als 0,06 mm ist.
13. Herstellungsverfahren einer geschweißten Platine, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein erstes (11) und ein zweites (12) Blech, vorbereitet durch ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, bereitgestellt werden, und dass der Schweißvorgang des mindestens einen ersten Blechs (11) und mindestens einen zweiten Blechs (12) in der Zone der Entfernung durch Schmelzen und Verdampfen entlang einer durch die Mittelebene (51) definierten Ebene weniger als eine Minute nach dem Vorgang des Entfernens durch Schmelzen und Verdampfen auf dem mindestens einen ersten Blech (11) und dem mindestens einen zweiten Blech (12) erfolgt.
14. Herstellungsverfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schweißvorgang von mindestens einem Laserstrahl (95) durchgeführt wird.
15. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schweißvorgang gleichzeitig von zwei Laserstrahlen durchgeführt wird, wobei einer ein Schweißen auf der Seite der Hauptflächen (111) und (121) durchführt und der andere ein Schweißen auf der Seite der gegenüberliegenden Hauptflächen (112) und (122) durchführt.
16. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Entfernen durch Schmelzen und Verdampfen mit einem Laserstrahl (80) durchgeführt wird, und dass die Vorrichtungen, die die Durchführung des Entfernens und den Schweißvorgang erlauben, innerhalb einer Ausrüstung kombiniert sind, deren relative Bewegungsgeschwindigkeit relativ zu dem mindestens einen ersten Blech (11) und dem mindestens einen zweiten Blech (12) identisch ist.
17. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schweißvorgang bei gleichzeitiger Verwendung mindestens eines Laserstrahls (95) und eines Zusatzdrahts (82) durchgeführt wird.
18. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schritt des Entfernens mit Hilfe einer Verfolgungsvorrichtung der Mittelebene (51) geführt wird, dass die Koordinaten (x-y), welche die Lokalisierung der Ebene (51) zu einem Zeitpunkt t definieren, von einem Datenverarbeitungsmittel gespeichert werden und verwendet werden, um den später erfolgenden Schweißvorgang zu führen.
19. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schritt des Entfernens mit Hilfe einer ersten Verfolgungsvorrichtung der Mittellebene (51) geführt wird und dass die Führung des Schweißens mit Hilfe einer zweiten Verfolgungsvorrichtung der Mittelebene durchgeführt wird, welche sich von der ersten Vorrichtung unterscheidet.
20. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bleche (11) und (12) während des Vorgangs des Entfernens durch Schmelzen und Verdampfen in einer Spannvorrichtung (98) eingespannt sind, wobei die Einspannung durch die Vorrichtung (98) bis zum Schweißvorgang und mindestens während des Schweißvorgangs ununterbrochen aufrechterhalten wird.
21. Herstellungsverfahren eines pressgehärteten Teils aus einer geschweißten Platine, umfassend die aufeinanderfolgenden Schritte, gemäß denen:
  - mindestens eine geschweißte Platine, hergestellt gemäß einem der Ansprüche 13 bis 20, bereitgestellt wird, dann
  - die mindestens eine geschweißte Platine derart erwärmt wird, dass eine legierte intermetallische Verbindung durch Legieren zwischen dem Stahlsubstrat (25, 26) und der Vorbeschichtung (15, 16) gebildet wird und dem Substrat (25, 26) eine teilweise oder

- vollständige austenitische Struktur verliehen wird, dann
- die mindestens eine geschweißte Platine warm umgeformt wird, um ein Teil zu erhalten, dann
  - das Teil mit einer Geschwindigkeit abgekühlt wird, die ausreichend ist, um mindestens teilweise Martensit oder Bainit im Substrat (25, 26) zu bilden, wodurch ein Presshärten erzielt wird.
22. Herstellungsverfahren nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Warmumformen der mindestens einen geschweißten Platine durch Warmziehen erfolgt.
23. Geschweißte Platine, hergestellt durch Verbinden von mindestens einem ersten (11) und einem zweiten (12) vorbeschichteten Stahlblech, bestehend aus einem Stahlsubstrat (25, 26) und einer Vorbeschichtung (15, 16), bestehend aus einer intermetallischen Legierungsschicht (17, 18) in Kontakt mit dem Stahlsubstrat mit einer Metallschicht aus Aluminium oder aus Aluminiumlegierung oder auf der Basis von Aluminium (19, 20) darüber, wobei das mindestens eine erste Blech (11) eine Hauptfläche (111) und eine gegenüberliegende Hauptfläche (112) umfasst, das mindestens eine zweite Blech (12) eine Hauptfläche (121) und eine gegenüberliegende Hauptfläche (122) umfasst, wobei die Metalllegierungsschicht (19) durch Schmelzen und Verdampfen in einer peripheren Zone (61) des mindestens einen Blechs (11) und die Metalllegierungsschicht (20) in einer peripheren Zone (62) des mindestens einen Blechs (12) entfernt wird, wobei die geschweißte Platine mindestens eine Schweißnaht (52) aufweist, welche eine Mittelebene (51) definiert, welche sich senkrecht zu den Hauptflächen des mindestens einen ersten (11) und zweiten Blechs (12) erstreckt, sowie Querschnitte (52a), (52b), ... (52n) welche sich quer zur Mittelebene (51) erstrecken, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Summe der Breite der peripheren Zonen (61) und (62) entlang der Schweißnaht um weniger als 10 % variiert.
24. Geschweißte Platine nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Metalllegierungsschicht (19, 20) der Vorbeschichtung (15, 16), zwischen 8 und 11 % Silizium und zwischen 2 und 4 % Eisen umfasst, wobei der Rest der Zusammensetzung Aluminium und unvermeidbare Verunreinigungen sind und die Gehalte relativ zum Gewicht ausgedrückt sind.
25. Vorrichtung zur Herstellung von geschweißten Platinen, umfassend:
- eine Bereitstellungsvorrichtung (91) von mindestens einem ersten (11) und einem zweiten (12) mit Aluminium oder einer Aluminiumlegierung oder einer Legierung auf der Basis von Aluminium vorbeschichteten Stahlblech,
  - eine Vorrichtung (92) zum Zusammenführen der Bleche, um eine Mittelebene (51) zwischen den Blechen (11) und (12) zu erhalten,
  - eine Spannvorrichtung (98) der Bleche,
  - mindestens eine Quelle, die es erlaubt, einen Laserstrahl (80) zu erhalten, um die Metallschicht aus Aluminium oder Aluminiumlegierung oder auf der Basis von Aluminium durch Schmelzen und Verdampfen gleichzeitig in einer peripheren Zone (61, 62) des mindestens einen ersten (11) und zweiten (12) Blechs zu entfernen,
  - mindestens eine Führungsvorrichtung (94), welche es erlaubt, den Laserstrahl (80) relativ zur Mittelebene (51) zu positionieren,
  - mindestens eine Quelle, die es erlaubt, einen Laserstrahl (95) für das Schweißen der Bleche (11) und (12) im Bereich, in dem die Aluminiummetallschicht (61, 62) entfernt wurde, zu erhalten, um eine Schweißnaht zu bilden,
  - mindestens eine Vorrichtung, die es erlaubt, eine relative Bewegung der Bleche (11) und (12) relativ zu den Laserstrahlen (80) und (95) zu erhalten,
  - wobei die Laserstrahlen (80) und (95) auf einer selben Linie relativ zur Mittelebene (51) und in einem festen Abstand (64) zueinander angeordnet sind.
26. Vorrichtung nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Abstand (64) zwischen den Laserstrahlen (80) und (95) zwischen 0,5 mm und 2 m liegt.

27. Vorrichtung nach Anspruch 26, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Abstand (64) kleiner als 600 mm ist.
28. Vorrichtung nach Anspruch 26, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Abstand (64) kleiner als 5 mm ist.
29. Vorrichtung nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Laserstrahl (80) aus einem Ablationskopf ausmündet, dass der Strahl (95) aus einem Schweißkopf ausmündet, wobei die Köpfe ein kompaktes Element bilden, mit einer gemeinsamen Fokussierungsvorrichtung für die Laserstrahlen (80) und (95).
30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 25 bis 29, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Führungsvorrichtung (94) es ebenfalls erlaubt, den Laserstrahl (95) relativ zur Mittelebene (51) zu positionieren.
31. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 25 bis 30, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie ferner eine Zusatzdrahtvorrichtung (82) für die Herstellung der Schweißnaht umfasst.
32. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 25 bis 31, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie ferner einen Laserstrahl aufweist, der es erlaubt, ein Schweißen auf der Seite durchzuführen, die der gegenüberliegt, wo der Strahl (95) arbeitet.
33. Verwendung eines Stahlteils, hergestellt nach Anspruch 21 oder 22, für die Herstellung von Struktur-, Antiintrusions- oder Stoßabsorptionsteilen in Fahrzeugen, und vor allem Kraftfahrzeugen.

Hierzu 5 Blatt Zeichnungen

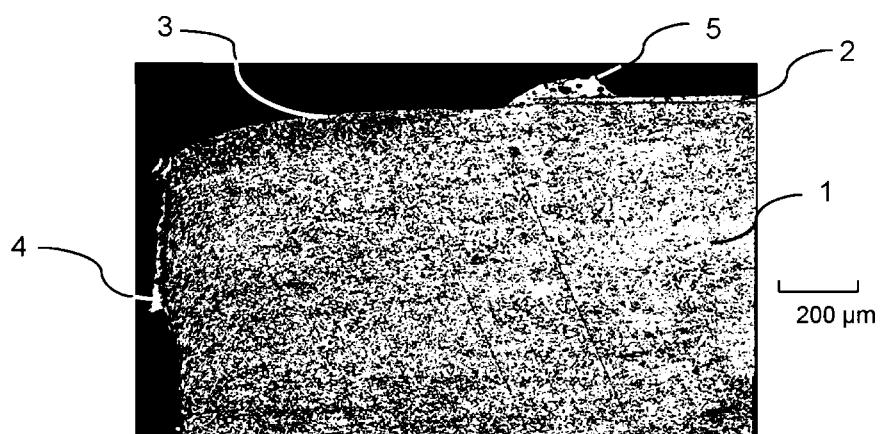


FIG.1

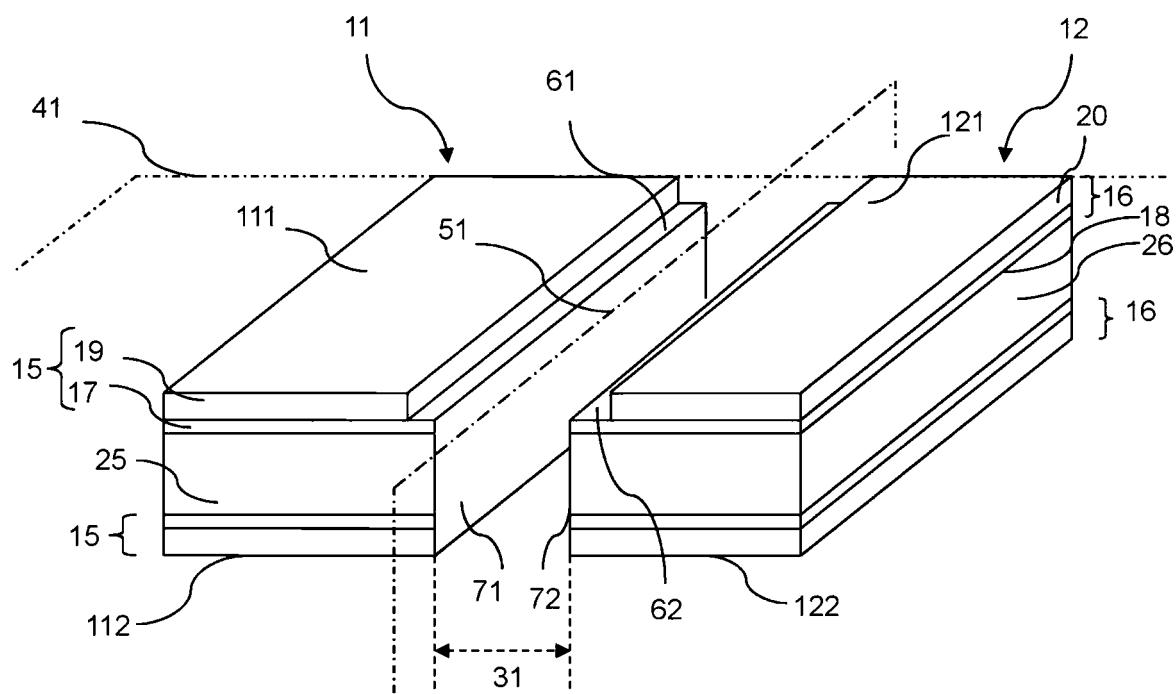


FIG.2

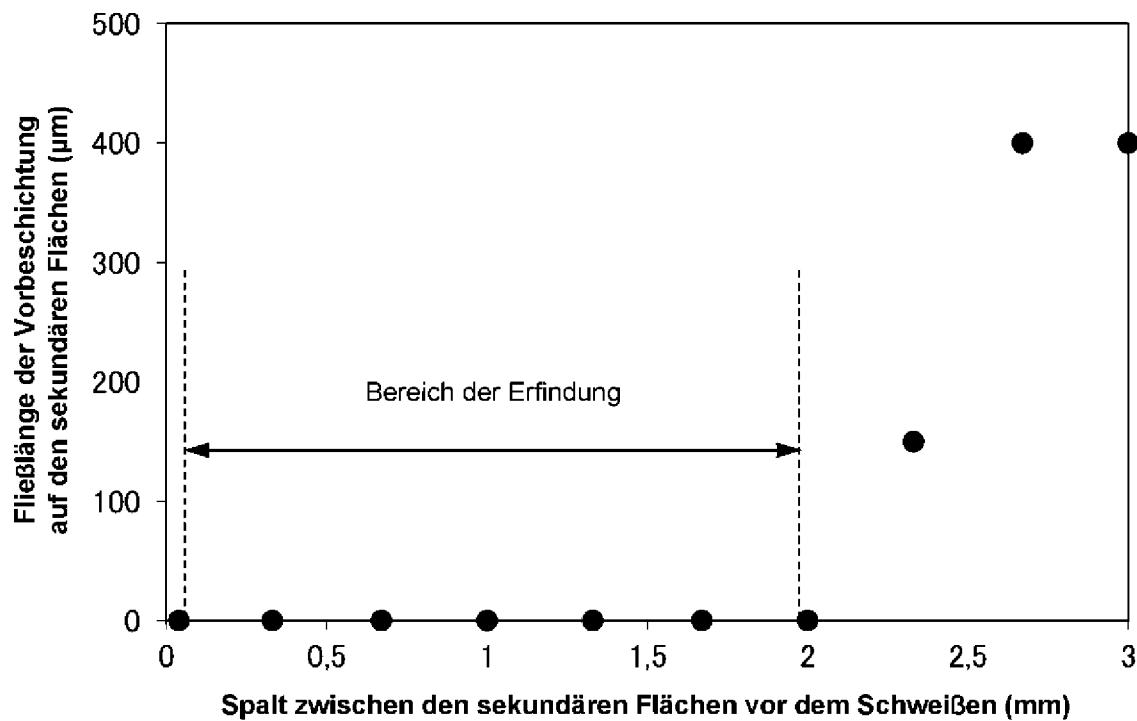
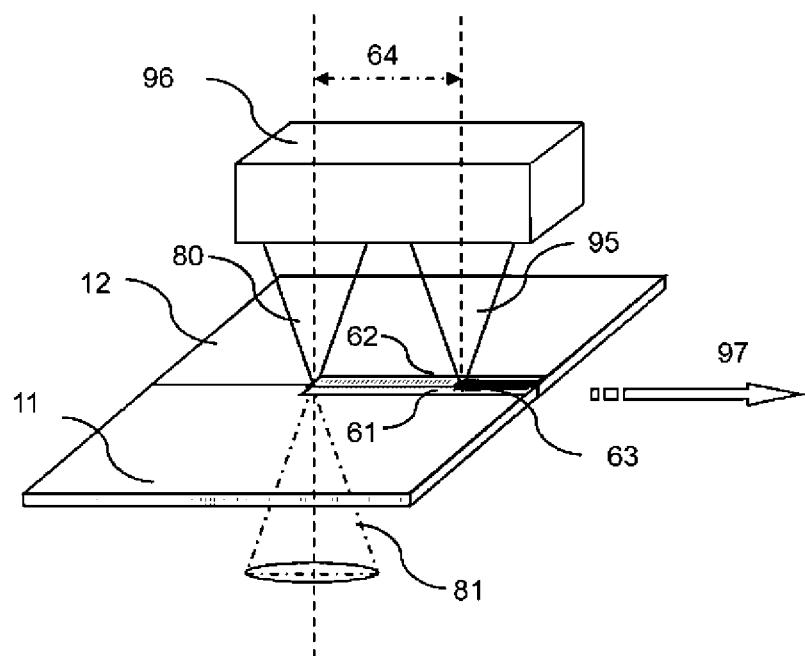
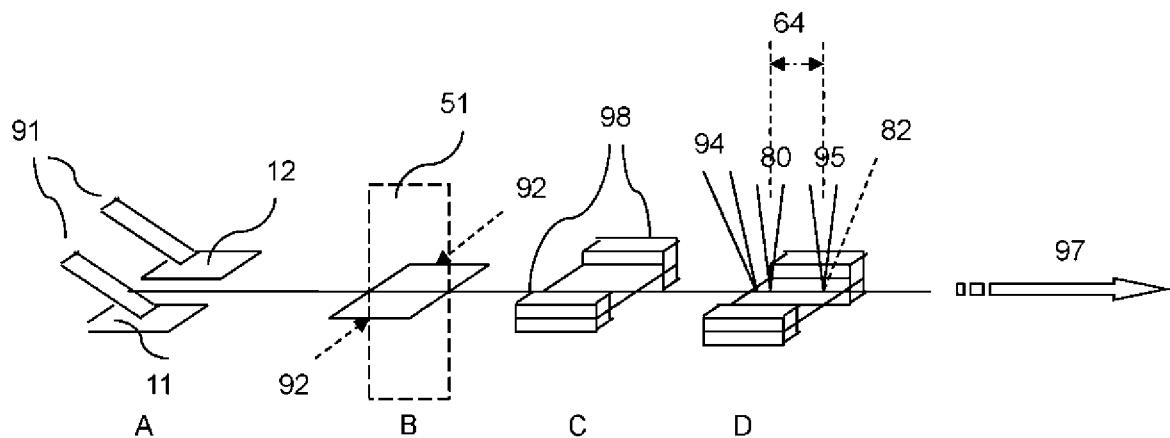


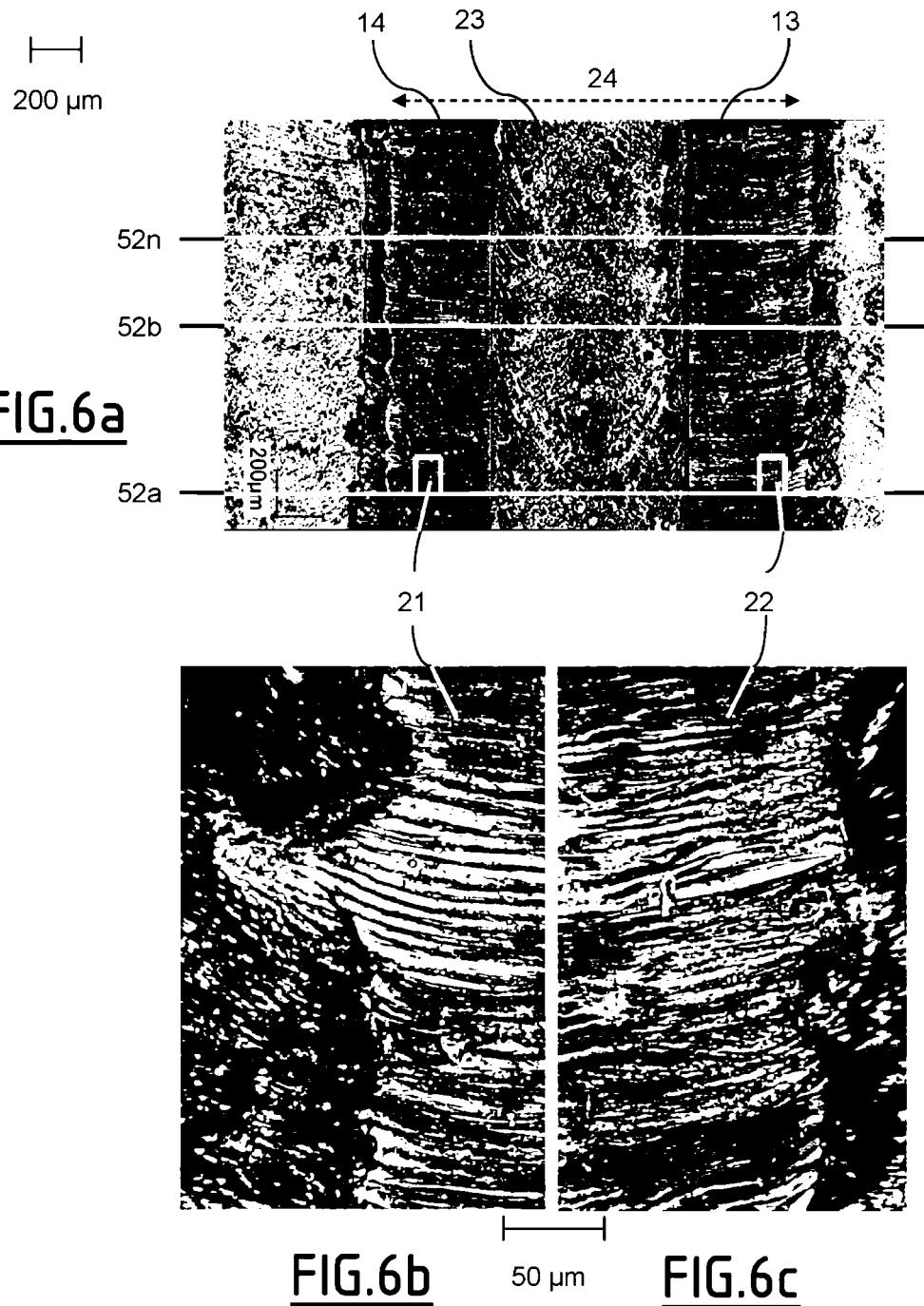
FIG.3



**FIG.4**



**FIG.5**



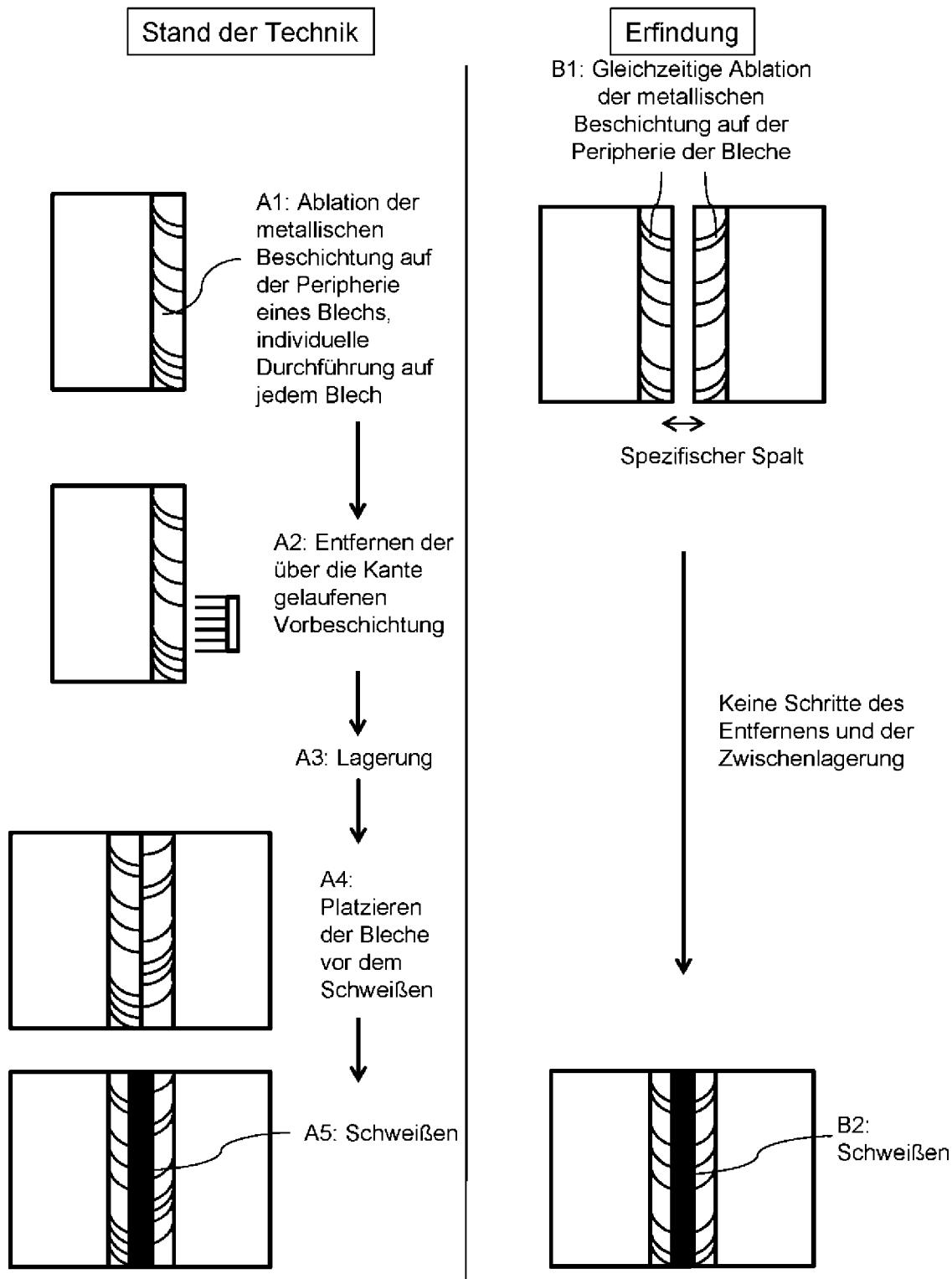


FIG.7a

FIG.7b