



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 38 417 T2 2008.12.04**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 870 847 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 38 417.9**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP97/02275**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 928 533.5**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 1998/000573**

(86) PCT-Anmeldetag: **01.07.1997**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **08.01.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **14.10.1998**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **26.12.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **04.12.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **C22C 38/00 (2006.01)**

**C22C 38/14 (2006.01)**

**C22C 38/54 (2006.01)**

**C23C 2/12 (2006.01)**

**C23C 22/26 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:

**17079596 01.07.1996 JP**

**33067296 11.12.1996 JP**

**33842296 18.12.1996 JP**

(73) Patentinhaber:

**Nippon Steel Corp., Tokio/Tokyo, JP**

(74) Vertreter:

**Vossius & Partner, 81675 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB, IT, LU**

(72) Erfinder:

**MAKI, Jun, Kitakyushu City, Fukuoka 804, JP;**

**IZAKI, Teruaki, Kitakyushu City, Fukuoka 804, JP;**

**FUDA, Masahiro, Kitakyushu City, Fukuoka 804,**

**JP; TAKESHITA, Tetsuro, Kitakyushu City,**

**Fukuoka 804, JP; OKADA, Nobuyoshi, Kitakyushu**

**City, Fukuoka 804, JP; OHMORI, Takayuki,**

**Kitakyushu City, Fukuoka 804, JP**

(54) Bezeichnung: **ROSTGESCHÜTZTES STAHLBLECH FÜR EINEN KRAFTSTOFFTANK MIT AUSGEZEICHNETER GASDICHTIGKEIT NACH SCHWEISSEN UND KORROSIONSBESTÄNDIGKEIT NACH FORMEN**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

### Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung stellt ein rostgeschütztes Stahlblech mit Korrosionsbeständigkeit sowie ausgezeichneter Luftdichtigkeit nach Schweißen als Stahlblech für Kraftstofftanks in Kraftfahrzeugen bereit.

**[0002]** Normalerweise wird ein Kraftstofftank eines Kraftfahrzeugs in Übereinstimmung mit der Gestaltung der Karosserie im letzten Stadium konstruiert, wobei in den letzten Jahren die Form zunehmend komplizierter wurde. Da zudem der Kraftstofftank in einem Kraftfahrzeug sicher sein muß, muß das für den Kraftstofftank verwendete Material ausgezeichnete Tiefziehfähigkeit und Beständigkeit gegen Rißbildung durch Aufprall nach dem Formen haben. Neben diesen Anforderungen ist es auch wichtig, daß das Material eine verringerte Korrosionsproduktmenge bildet, die zu Lochfraß und Filterverstopfung führt, und daß das Material leicht und stabil verschweißt werden kann.

**[0003]** Ein mit Pb-Sn-Legierung plattiertes Stahlblech, das als Ternestahlblech bezeichnet wird (JP-B-57-61833) wurde bisher grundsätzlich als Material mit solchen verschiedenen Eigenschaften verwendet. Das Stahlblech hat benzinstabilisierte chemische Eigenschaften und ausgezeichnete Preßformbarkeit infolge des ausgezeichneten Gleitvermögens der Plattierung. Neben dem mit Pb-Sn-Legierung plattierten Stahlblech kommt auch ein Zn-plattiertes Stahlblech zum Einsatz, das dick chromatiert ist. Dieses Stahlblech hat ebenfalls ausgezeichnete Formbarkeit und Korrosionsbeständigkeit, wenngleich es nicht so hervorragend wie das mit Pb-Sn-Legierung plattierte Stahlblech ist. Allerdings ist ein Material, das kein Pb verwendet, wegen geringerer Umweltverschmutzung erwünscht.

**[0004]** Eines der aussichtsreichen Materialien für Kraftstofftanks von Kraftfahrzeugen, in denen kein Pb verwendet wird, ist ein Al-(Al-Si)-plattiertes Stahlblech. Da Al einen stabilisierten oxidierten Film auf seiner Oberfläche bildet, hat Al ausgezeichnete Beständigkeit gegen Korrosion, verursacht durch organische Säuren, die durch den Abbau von Alkohol, Benzin usw., gebildet werden, sowie gegen Benzin. Allerdings gibt es mehrere Probleme mit dem Gebrauch des Al-plattierten Stahlblechs als Kraftstofftankmaterial. Eines der Probleme ist schlechte Preßformbarkeit. Da das Al-plattierte Stahlblech eine sehr harte intermetallische Fe-Al-Si-Verbindungsschicht hat (im folgenden Legierungsschicht genannt), die an der Grenzfläche zwischen der Plattierungsschicht und dem Stahlblech gebildet wird, ist die Materialqualität verglichen mit der eines Stahlblechs ohne Al-Plattierungsschicht verringert. Daher neigt das Al-plattierte Stahlblech bei starkem Formen zu Rißbildung.

**[0005]** Außerdem hat das Al-plattierte Stahlblech den Nachteil, daß es in der Tendenz zu Ablösung der Plattierung und Rißbildung darin von einem Ausgangspunkt in der Legierungsschicht kommt. Bilden sich Risse in der Plattierung, schreitet Innenkorrosion in der Tendenz von den Rissen fort, und es kann in kurzer Zeit zu Lochfraß kommen. Somit ist Korrosionsbeständigkeit nach Formen ein ernstes Problem.

**[0006]** Ein weiteres Problem ist die Schweißbarkeit. Obwohl ein Al-plattiertes Stahlblech widerstandsgeschweißt werden kann, mangelt es der Schweißung in gewissem Grad an Stabilität. Weiterhin hat das Al-plattierte Stahlblech ein Problem darin, daß die Schweißzone schlechte Luftdichtigkeit zeigt, obwohl das Stahlblech Widerstandsschweißen unterzogen werden kann, z. B. Punktschweißen und Nahtschweißen. Obwohl ein Kraftstofftankmaterial nach Schweißen luftdicht sein muß, damit kein Kraftstoff ausläuft oder sich verflüchtigt, ist beim Al-plattierten Stahlblech problematisch, daß seine Schweißzone zu Bruch neigt, wenn ein Innendruck nach Schweißen ausgeübt wird, und das Stahlblech schlechte Luftdichtigkeit nach Schweißen zeigt. Hierbei handelt es sich um eine Erscheinung, die in anderen plattierten Stahlblechen, z. B. einem Ternestahlblech und einem Zn-plattierten Stahlblech, im wesentlichen nicht vorkommt, sondern nur im Al-plattierten Stahlblech erheblich auftritt. Obwohl die Gründe dafür nicht feststehen, geht man davon aus, daß Al in der Plattierungsschicht in den Stahl diffundiert, um unerwünschte Wirkungen zu haben.

**[0007]** Die GB-A-2122650 offenbart ein aluminiumbeschichtetes Stahlblech, das ausgezeichnete Formbarkeit und Korrosionsbeständigkeit hat, mit einem Stahlsubstrat mit einer rekristallisierten Struktur, einer Al-Si-Überzugsschicht mit einer rekristallisierten Struktur auf mindestens einer Oberfläche des Substrats und einer diskontinuierlichen Zwischenschicht aus intermetallischen Al-Fe-Si-Verbindungen.

**[0008]** Die JP-A-07-188887 offenbart ein feueraluminiertes Stahlblech mit ausgezeichneter Korrosionsbeständigkeit, wobei auf einer Seite oder beiden Seiten eines Stahlblechs, das aus  $\leq 0,1\%$  C,  $\leq 0,3\%$  Si, 5–23% Cr, optional 0,3–1,5% Mo und als Rest Eisen und unvermeidlichen Verunreinigungen besteht, eine aluminiumplattierte Schicht, die aus 5–12% Si und als Rest im wesentlichen Al besteht, gebildet und eine Al-Si-Fe-Legierungsschicht mit 2,5–8  $\mu\text{m}$  Dicke an der Grenze vorgesehen ist.

**[0009]** Die Erfindung löst die o. g. Probleme und stellt ein neues rostgeschütztes Stahlblech für Kraftstofftanks mit ausgezeichneter Korrosionsbeständigkeit ohne Verwendung von Pb in einer organischen Säureumgebung und ausgezeichneter Preßformbarkeit bereit, womit das Stahlblech erwarteten schweren Preßbedingungen im Herstellungsverfahren der Tanks entsprechen kann, wobei es keine schlechte Luftdichtigkeit in der Schweißzone zeigt und Beständigkeit gegen Korrosion gewährleistet, die durch eine organische Säure nach Formen verursacht wird.

**[0010]** Weiterhin ist die chemische Zusammensetzung des Stahls in der Erfindung optimiert, um die Luftdichtigkeit in der Schweißzone zu gewährleisten. Insbesondere wurden die Eigenschaften des Stahlblechs durch Begrenzen des P-Gehalts und Zugeben von B erheblich verbessert.

**[0011]** Offenbart wurden vom Anmelder ein feuraluminiertes Stahlblech, dem 30 ppm B zugegeben ist, in der JP-A-60-165366 und ein feuraluminiertes Stahlblech, dem 0,01% B zugegeben ist, in der JP-A-60-103167. Diese Erfindungen beabsichtigten die Bereitstellung von Stahlblechen mit hoher Temperaturfestigkeit oder Oxidationsbeständigkeit bei hohen Temperaturen, und B wurde zur Lösung dieser Aufgabe zugegeben. Zudem erwartet man natürlich, daß die Stahlbleche für Materialien der Kraftfahrzeugabgasanlage usw. verwendet werden, um in einer Umgebung mit hoher Temperatur eingesetzt zu werden. Im Gegensatz zu den o. g. Erfindungen wurde im Rahmen der vorliegenden Erfindung festgestellt, daß die Optimierung der Gehalte von P und B im Stahl erhebliche Auswirkungen auf die Verbesserung der Luftdichtigkeit nach Schweißen hat, was eine wesentliche Eigenschaft von Kraftstofftankmaterialien ist.

**[0012]** Andererseits stellt die vorliegende Erfindung zwei Verfahren zur starken Verbesserung der Korrosionsbeständigkeit eines Stahlblechs nach Formen bereit, d. h. für das andere zu lösende Problem.

**[0013]** Zunächst wurde im Rahmen der Erfindung der Korrosionsfortschritt in Kraftstofftanks nach Formen untersucht, und es wurde ein nachfolgend beschriebenes Korrosionsverhalten festgestellt. Eine grundsätzliche Korrosionskomponente in der Innenumgebung von Kraftstofftanks ist Ameisensäure, die durch Zersetzung des Kraftstoffs gebildet wird. Korrosion des Stahluntergrunds beginnt von Rissen in der Plattierung und der Legierungsschicht als Ausgangspunkten, und die Korrosion setzt sich an der Grenzfläche zwischen dem Stahluntergrund und der Legierungsschicht fort, was zu allmählichem Schwimmen der Plattierung auf dem Stahluntergrund und Korrosion insgesamt führt. Die Korrosion schreitet an der Grenzfläche zwischen dem Stahluntergrund und der Legierungsschicht voran, weil das Potential der Legierungsschicht edler als das des Stahluntergrunds in Gegenwart von Ameisensäure ist, weshalb Korrosion des Stahluntergrunds nahe der Legierungsschicht gefördert wird.

**[0014]** Es gibt zwei Verfahren zum Verringern der Korrosion auf der Grundlage dieser Feststellungen. Eines der Verfahren besteht darin, Risse in der Legierungsschicht zu unterdrücken, und das andere ist, die Potentialdifferenz zwischen der Legierungsschicht und dem Stahluntergrund zu verringern.

**[0015]** Somit stellt die Erfindung zwei Verfahren gemäß der nachfolgenden Beschreibung bereit. Eines beruht auf der Feststellung, daß ein Al-plattiertes Stahlblech mit einer hohen Gesamtdehnung Rißbildung in der Plattierung unterdrückt, und zielt auf Unterdrückung der Rißbildung in der Legierungsschicht durch Optimieren der chemischen Stahlzusammensetzung ab. Das andere beruht auf der Feststellung, daß wenn die Potentialdifferenz zwischen der Legierungsschicht und dem Stahluntergrund in der Messung bei 20°C in einer Umgebung, die 100 ppm Ameisensäure und als Rest Wasser enthält, höchstens 0,35 V beträgt, Korrosion kaum fortschreitet und dazu neigt, den Korrosionsfortschritt auch dann zu hemmen, wenn Risse in der Legierungsschicht gebildet sind, indem die chemischen Zusammensetzungen des Stahls und der Plattierung optimiert werden. Das Potential von Legierungsschicht zu Stahlsubstrat läßt sich durch Einstellen der chemischen Zusammensetzungen des Stahls und des Plattierungsbad oder durch Vorplattieren vor Feuerplattieren steuern. Beispielsweise können die folgenden Verfahrensabläufe praktiziert werden: Cr wird dem Stahl zugegeben; die Stahloberfläche wird mit Cr vorplattiert; oder es wird ein aufplattierter Stahl verwendet; und Zn usw. wird dem Plattierungsbad zugegeben.

**[0016]** Die zuvor dargelegte Aufgabe kann mit den Merkmalen der Ansprüche gelöst werden.

**[0017]** Im folgenden wird die Erfindung näher erläutert. Zunächst werden Gründe für die Beschränkung der chemischen Zusammensetzung des Stahls verdeutlicht.

**[0018]** C: In der Erfindung muß das Stahlblech eine so gute Tiefziehfähigkeit haben, daß das Stahlblech in eine komplizierte Form gebracht werden kann, z. B. die Form eines Kraftstofftanks. Um diese Aufgabe zu lö-

sen, hat das Stahlblech vorzugsweise einen möglichst geringen C-Gehalt. Da zudem die Qualität des Stahlblechs durch Al-Plattieren beeinträchtigt wird, muß das Stahlblech einen noch geringeren C-Gehalt haben. Da sich keine vorbestimmte Formbarkeit erhalten läßt, wenn der C-Gehalt 0,01% übersteigt, ist die Obergrenze des C-Gehalts mit diesem Wert festgelegt. Berücksichtigt man aber die künftig immer komplizierter werdende Form von Kraftstofftanks, beträgt der C-Gehalt vorzugsweise bis 0,003%, stärker bevorzugt bis 0,0018%.

**[0019]** Si: Si hat starke Affinität zu Sauerstoff und neigt zur Bildung eines stabilisierten oxidierten Films auf der Al-Plattierungsfläche im Feualuminierschritt. Ist der oxidierte Film gebildet, behindert der oxidierte Film eine Al-Fe-Reaktion im Plattierungsbad. Als Ergebnis kommt es in der Tendenz zur Bildung eines als plattierungslosen Abschnitt bezeichneten Fehlers beim Al-Plattieren. Da Si außerdem ein Element ist, das ein Stahlblech härtet, beträgt der Si-Gehalt des Stahlblechs in der Erfindung, das hohe Formbarkeit haben muß, vorzugsweise nur bis 0,2%, stärker bevorzugt bis 0,1%, noch stärker bevorzugt bis 0,03%.

**[0020]** Mn: Obwohl Mn ein Element ist, das beim starken Verfestigen eines Stahlblechs wirksam ist, soll die Erfindung ein Weichstahlblech bereitstellen. Daher ist bevorzugt, daß das Stahlblech einen geringeren Mn-Gehalt hat. Da der Stahl so gehärtet wird, daß die Erzeugung eines Stahlblechs mit hoher Duktilität schwierig wird, wenn der Mn-Gehalt 0,6% übersteigt, liegt der Mn-Gehalt festlegungsgemäß unter 0,6%, vorzugsweise unter 0,4%, stärker bevorzugt unter 0,3%.

**[0021]** P: P ist ein Element, das an Korngrenzen abscheidet, was die Korngrenzen versprödet, und ist ferner ein Element, das die Duktilität eines Stahlblechs senkt. Somit ist ein geringerer P-Gehalt bevorzugt. Zudem beeinflusst P deutlich die Luftdichtigkeit nach Schweißen aus noch nicht verstandenen Gründen und beeinträchtigt stark die Luftdichtigkeit nach Schweißen eines Stahlblechs, dem sogar B zugegeben ist, wenn P in einer Menge über 0,04% zugegeben ist. Folglich ist in der Erfindung der P-Gehalt auf höchstens 0,04% begrenzt. Um die Luftdichtigkeit nach Schweißen stabiler zu erhalten, beträgt der P-Gehalt vorzugsweise bis 0,02%, stärker bevorzugt bis 0,01%.

**[0022]** N: Ein geringer N-Gehalt ist aus den gleichen Gründen wie beim C-Gehalt bevorzugt. Zwecks Gewährleistung der Formbarkeit ist die Obergrenze für den N-Gehalt mit 0,01% festgelegt, vorzugsweise bis 0,006%.

**[0023]** Ti, Nb: Bekanntlich binden diese Elemente C und N. Ein Stahlblech, das im wesentlichen weder gelösten C noch gelösten N als Ergebnis der Bindung von C und N mit diesen Elementen enthält, ist als IF-Stahl bekannt. Ein solcher IF-Stahl ist naturgemäß weich und hat ausgezeichnete Tiefziehfähigkeit. Ti wird auch in der Erfindung für den o. g. Zweck zugegeben. Die Zugabemenge entspricht vorzugsweise mindestens dem Atomäquivalent von (C + N). Sind aber die Gehalte von C und N sehr klein, kann der Ti-Gehalt der Größe des Gehalts von Verunreinigungen entsprechen. Somit ist die Untergrenze nicht speziell festgelegt. Bei übermäßiger Zugabemenge sättigt sich der Effekt. Da Ti zudem ein Element ist, das eine Al-Fe-Reaktion fördert, wird die Legierungsschicht bei großem Gehalt leicht dick und senkt in der Tendenz die Formbarkeit des Stahlblechs. Daher ist die Obergrenze mit 0,2% festgelegt. Da Nb ein Element ist, das die Rekristallisationstemperatur erhöht, wird Ti vorzugsweise in Kombination verwendet.

**[0024]** Al: Al ähnelt Si darin, daß es starke Affinität zu O hat und in der Tendenz das Feualuminieren erschwert. Da Al überdies  $Al_2O_3$ -Einschlüsse bildet, die die Formbarkeit eines Stahlblechs senken, beträgt der Al-Gehalt festlegungsgemäß bis 0,1% als säurelösliches Al. Obwohl die Untergrenze nicht speziell festgelegt ist, ist eine gewisse Al-Zugabe bevorzugt, da es die Bildung von Oberflächenfehlern unterdrückt, die durch Ti-Oxide verursacht werden. Ein bevorzugter Zugabebereich beträgt 0,01 bis 0,05%.

**[0025]** B: B ist ein Element, das in der Erfindung zur Gewährleistung der Luftdichtigkeit nach Schweißen von Bedeutung ist. Bekanntlich verbessert B die sekundäre Formbarkeit bei Einwirken von Außenkräften nach einmaligem Tiefziehen und die Ermüdungsfestigkeit. Im Rahmen der Erfindung wurde zudem festgestellt, daß die Kornstruktur in der Schweißzone nach Al-Plattieren so modifiziert ist, daß die Luftdichtigkeit der Schweißzone stark verbessert ist. Um solche Wirkungen zu erhalten, muß B in einer Menge von mindestens 0,0001% zugegeben werden. Weiterhin hat die B-Zugabe natürlich Auswirkungen auf die sekundäre Formbarkeit und Ermüdungsfestigkeit. Um stabilisierte Eigenschaften zu erhalten, ist eine B-Zugabe mit einer Menge von mindestens 0,0003% (3 ppm) erwünscht. Bei übermäßig hoher Zugabemenge wird aber die Hochtemperaturfestigkeit zu hoch, und das Warmwalzvermögen sinkt. Somit ist die Obergrenze mit 0,0030% festgelegt.

**[0026]** Cr: Cr ist ein Element, das das Potential des Stahlblechs erhöht. Eine Zugabe dieses Elements kann die Potentialdifferenz zwischen der Legierungsschicht und dem Stahlblechsubstrat verringern. Cr in einer Menge von mindestens 0,5% ist nötig, diese Effekte zu erreichen. Übersteigt der Cr-Gehalt 7%, wird die Oberflä-

chenanreicherung von Cr-Oxiden im Feuerplattierungsschritt erheblich, und das Plattieren wird in einem herkömmlichen Verfahren schwierig. Folglich ist der o. g. Wert als Obergrenze festgelegt.

**[0027]** Cu, Ni, Mo: Diese Elemente können bei Bedarf zugegeben werden. Cu, Ni und Mo sind Elemente, die zur Verbesserung der Korrosionsbeständigkeit des Stahlblechs beitragen. Insbesondere verbessern Ni und Mo die Lochfraßbeständigkeit. Um diese Effekte zu zeigen, müssen Cu, Ni und Mo in einer Menge von mindestens 0,05% zugegeben werden. Andererseits kann übermäßige Cu-Zugabe Schuppenbildung beim Warmwalzen bewirken. Da sich die Zugabeeffekte von Ni und Mo sättigen, auch wenn sie übermäßig zugegeben werden, ist die Obergrenze für den Gehalt mit 0,5% (Cu, Ni, Mo) festgelegt.

**[0028]** Als nächstes werden Gründe für die Beschränkung der Plattierungsschicht dargelegt. Erläutert wird die Zugabemenge von Si in der Plattierungsschicht. Normalerweise wird das Element in einer Menge von etwa 10% zugegeben, gewöhnlich um die Legierungsschicht dünner zu machen. Wie zuvor beschrieben, ist die beim Feualuminieren gebildete Legierungsschicht sehr hart und spröde. Daher neigt die Legierungsschicht dazu, zum Ausgangspunkt von Zerstörung zu werden, und senkt die Duktilität des Stahlblechs selbst. Sogar eine gewöhnliche Legierungsschicht mit etwa 2 bis 3 µm Dicke senkt die Duktilität des Stahlblechs um 2 bis 5 Punkte (2 bis 5%). Ist also die Legierungsschicht dünner, so wirkt sie für die Formgebung vorteilhafter. Die Auswirkungen einer Si-Zugabe auf die Dickenverringerung der Legierungsschicht sind unerheblich, sofern es nicht in einer Menge von mindestens 2% zugegeben wird. Übersteigt die Zugabemenge 13%, neigt Si zudem dazu, zusätzlich zur Sättigung der Zugabeeffekte elektrochemisch kathodisch zu werden. Somit führt eine Zunahme des Si-Gehalts zu Beeinträchtigung der Korrosionsbeständigkeit der Plattierungsschicht. Daher ist der Si-Gehalt auf 2 bis 13% begrenzt.

**[0029]** Mit steigender Menge der Al-Plattierung nimmt die Korrosionsbeständigkeit des Stahlblechs zu, wegen die Haftung der Plattierung und die Schweißbarkeit in der Tendenz beeinträchtigt sind. Das Kraftstofftankmaterial für Kraftfahrzeuge, das starkem Formen und Schweißen unterzogen werden muß, wird vorzugsweise mit einer Menge bis 50 g/m<sup>2</sup> je Seite plattiert. Da andererseits eine dicke Legierungsschicht negative Auswirkungen auf die Duktilität des Al-plattierten Stahlblechs gemäß der vorstehenden Beschreibung hat, ist eine dünnere Legierungsschicht stärker bevorzugt.

**[0030]** Im Rahmen der Erfindung wurde festgestellt, daß eine Verbesserung der Duktilität des Stahlblechs die Rißbildung in der Al-Plattierungsschicht wirksam unterdrückt. Hat das Stahlblech eine Gesamtdehnung von mindestens 45% nach Al-Plattieren, bilden sich auch dann kaum Risse, wenn das Stahlblech stark geformt wird, weshalb auch die Korrosionsbeständigkeit nach Formen verbessert ist. Die spezifische Dehnung muß aus diesen Gründen mindestens 45% betragen. Obwohl Gründe für die Unterdrückung der Rißbildung nicht feststehen, scheinen Spannungskonzentrationen einer gewissen Art abgebaut zu sein. Wenngleich eine höhere Obergrenze besser ist, wird die Produktion eines Stahlblechs mit einer Gesamtdehnung über 60% unwirtschaftlich, so daß die Gesamtdehnung von 60% zu einer praktischen Obergrenze wird.

**[0031]** Das Stahlblech kann einer Chromatbehandlung als primärer Rostschutz, Nachwalzen zum Einstellen des Oberflächenzustands und der Materialqualität, Harzbeschichten zum Verleihen von Gleitfähigkeit u. ä. Behandlungen als Nachbehandlung der Plattierung unterzogen werden. In der Erfindung wird dem Stahlblech vorzugsweise eine Chromatbeschichtung nach Plattieren verliehen. Jedes der bekannten Chromate, z. B. ein anorganisches Chromat und ein organisches Chromat, kann zum Einsatz kommen, und jede der bekannten Chromatbehandlungen, z. B. ein Beschichtungsverfahren und ein Reaktionsverfahren, kann verwendet werden. Hauptsächlich verbessert die Chromatbehandlung die Schweißbarkeit, und die Behandlung verbessert neben der Schweißbarkeit natürlich auch die Korrosionsbeständigkeit. Die Chromatbeschichtungsmenge ist mit 5 bis 100 mg/m<sup>2</sup> je Seite als Cr festgelegt. Die Festlegung dieser Beschichtungsmenge beruht darauf, daß die Auswirkungen auf die Schweißbarkeit unerheblich sind, wenn die Beschichtungsmenge unter 5 mg/m<sup>2</sup> liegt, und daß sich die Effekte sättigen, wenn die Beschichtungsmenge mindestens 100 mg/m<sup>2</sup> beträgt. Außerdem wird der Oberseite des Stahlblechs vorzugsweise eine Harzbeschichtung verliehen.

**[0032]** Die Harzbeschichtung trägt zur Gleitfähigkeit, Unterdrückung einer Reaktion zwischen einer Elektrode und dem Stahlblech beim Widerstandsschweißen u. ä. bei, verbessert solche Eigenschaften wie Formbarkeit und Schweißbarkeit und verleiht dem Stahlblech umfassend ausgezeichnete Eigenschaften für Kraftstofftanks. Ist die Dicke der organischen Beschichtung gering, kann das Stahlblech direkt mit der organischen Beschichtung beschichtet sein, oder ein Chromat kann der organischen Beschichtung zugegeben sein.

**[0033]** Die Potentialdifferenz zwischen der Legierungsschicht und dem Stahlblechsubstrat zum Plattieren ist mit höchstens 0,35 V festgelegt. Vorzugsweise ist die Meßumgebung eine, die Ameisensäure enthält, so daß

eine Korrosionsumgebung ganz ähnlich wie in wirklichen Kraftstofftanks gebildet ist. Herkömmliche Al-plattierte Stahlbleche haben eine Potentialdifferenz von etwa 0,4 V in einer solchen Umgebung. In der Tendenz schreitet Korrosion zwischen der Legierungsschicht und dem Stahlblechsubstrat zum Plattieren in einer solchen Umgebung gemäß der vorstehenden Beschreibung fort. Bei kleiner Potentialdifferenz schreitet die Korrosion in einem Al-plattierten Stahlblech nur wenig fort, das sogar Risse in der Plattierungsschicht und der Legierungsschicht hat. Liegt die Potentialdifferenz in diesem Bereich, spielt es keine Rolle, ob die Legierungsschicht edler als das Stahlblechsubstrat oder umgekehrt ist. Allerdings scheint es nicht so zu sein, daß die Legierungsschicht wirklich oft unedler wird.

**[0034]** Im folgenden werden Gründe für die Beschränkung von Zugabeelementen in der Al-Plattierungsschicht erläutert. Die Plattierung ist Al-Si-artig, und Sn, Zn, Sb und Bi können in einer Gesamtmenge von 0,5 bis 5% zugegeben sein. All diese Elemente senken das Potential der Legierungsschicht bei Einmischung darin. Deutlich werden diese Effekte, wenn die Elemente in einer Gesamtmenge von mindestens 0,5% zugegeben sind. Da übermäßige Zugabe der Elemente die Korrosionsbeständigkeit der Plattierungsschicht beeinträchtigt, ist die Obergrenze mit 5% festgelegt.

**[0035]** Hergestellt wird das Stahlblech durch ein herkömmliches Verfahren. Die Stahlschmelze wird durch Einstellen der chemischen Zusammensetzung vorbereitet, wobei z. B. eine Konverter-Vakuumentgasungsbehandlung verwendet wird, und die Bramme wird durch Stranggießen o. ä. Verfahren hergestellt, dem sich Warmwalzen der Bramme anschließt. Die Bedingungen beim Warmwalzen und anschließenden Kaltwalzen beeinflussen die Tiefziehfähigkeit des Stahlblechs. Um dem Stahlblech eine besonders hervorragende Tiefziehfähigkeit zu verleihen, sind die folgenden Verfahrensabläufe empfohlen: Die Erwärmungstemperatur des Stahlblechs beim Warmwalzen beträgt nur etwa 1150°C; die Abschlußtemperatur beim Warmwalzen beträgt nur etwa 800°C; die Wickeltemperatur ist mindestens 600°C hoch; und die Abnahme beim Kaltwalzen beträgt etwa 80%.

#### BEISPIELE

**[0036]** Im folgenden wird die Erfindung anhand von Beispielen näher erläutert.

##### Beispiel 1

**[0037]** Stähle gemäß Tabelle 1 wurden in schmelzflüssigem Zustand durch Konverter-Vakuumentgasungsbehandlung hergestellt, und Stahlbrammen wurden aus ihnen gefertigt. Die Stahlbrammen wurden auf eine Temperatur von 1130 bis 1170°C erwärmt, bei einer Abschlußtemperatur von 870 bis 920°C warmgewalzt und bei einer Wickeltemperatur von 600 bis 630°C gewickelt, gefolgt von Kaltwalzen mit einer Abnahme von 80%, um kaltgewalzte Stahlbleche in Coils mit einer Dicke von 0,8 mm zu ergeben. Die Warmwalzbedingungen eines Teils der Materialien wurden so eingestellt, daß die Dehnung nicht erheblich wurde. Die resultierenden Stahlbleche wurden als Substrate verwendet und mit Aluminium feuerverplattiert. Das Feueraluminieren erfolgte in einer Linie mit nicht oxidierendem Ofen/reduzierendem Ofen, und Glühen wurde ebenfalls in der Feuerplattierlinie durchgeführt. Die Glühtemperatur betrug 800 bis 850°C. Die Plattierungsdicke wurde durch Gasabstreifen so eingestellt, daß beide Seiten jedes der Stahlbleche nach Plattieren eine Plattierung mit einer Menge von etwa 60 g/m<sup>2</sup> hatten. Die Plattierungstemperatur war beim Plattieren auf 660°C eingestellt, und die Plattierungsbadzusammensetzung wurde durch Zugabe von Si zu Al hergestellt. Mitunter war das Plattierungsbad mit Fe als Verunreinigung von Plattierungsvorrichtungen im Bad und den Stahlblechen verunreinigt. Bewertet wurden die Eigenschaften der so hergestellten Al-plattierten Stahlbleche als Kraftstofftanks. Im folgenden sind die Bewertungsverfahren beschrieben, und die Plattierungsbedingungen sowie die Bewertungsergebnisse der Eigenschaften sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 1

Nr.	Chemische Stahlzusammensetzung ( $\times 10^{-3}$ Gew.-%)									Anmerkung
	C	Si	Mn	P	S	Ti	Al	Nb	N	
A	0,5	12	130	5	7	33	30	-	1,6	S. I.*
B	0,8	19	170	7	9	45	33	-	2,2	S. I.
C	1,3	21	220	7	8	56	38	-	2,6	S. I.
D	1,8	22	200	9	10	61	40	-	2,3	S. I.
E	2,7	26	260	10	12	58	38	1	2,1	S. I.
F	1,3	12	150	9	8	75	33	-	2,3	S. I.
G	0,5	13	170	8	12	3	18	-	2,2	S. I.
H	3,4	19	220	12	10	60	35	1	3,5	C. S.#
I	1,8	35	210	15	12	61	40	-	2,5	C. S.
J	1,6	22	330	11	10	36	33	-	2,9	C. S.
K	2,2	23	240	23	10	40	30	-	2,5	C. S.
L	2,4	18	290	13	12	30	31	1	6,5	C. S.
M	2,2	17	250	12	13	125	44	-	3,0	C. S.

Anmerkung: \*S. I. = Stahl der Erfindung  
#C. S. = Vergleichsstahl

Tabelle 2

Nr.	Stahl-blech-substrat	Si-Gehalt im Bad (Gew.-%)	Aussehen	Gesamtdehnung (%)	Preßformbarkeit	Korrosionsbeständigkeit nach Formen	Gesamtbewertung <sup>+</sup>	Anmerkung
1	A	9,4	o	49,3	⊕	o	o	E. I.*
2	B	9,4	o	48,8	⊕	o	o	E. I.
3	C	9,4	o	48,2	⊕	o	o	E. I.
4	D	9,4	o	47,4	⊕ - o	o - Δ	o - Δ	E. I.
5	E	9,4	o	46,9	⊕ - o	o - Δ	o - Δ	E. I.
6	F	9,4	o	47,4	⊕	o	o	E. I.
7	G	9,4	o	49,6	⊕	o	o	E. I.
8	B	4,8	o	46,5	⊕ - o	o - Δ	o	E. I.
9	B	11,4	o	48,6	⊕	o	o - Δ	E. I.
10	H	9,4	o	44,3	x	x	x	C. E.#
11	I	9,4	Δ	44,9	x	x	x	C. E.
12	J	9,4	o	45,8	x	x	x	C. E.
13	K	9,4	o	43,5	-	-	x	C. E.
14	L	9,4	o	43,8	-	-	x	C. E.
15	M	9,4	o	43,6	-	-	x	C. E.
16	B	1,5	o	42,5	-	-	x	C. E.
17	B	14,0	o	48,5	o	x	x	C. E.
18	B	9,4	o	43,8	-	-	x	C. E.

Anmerkung: \*: E. I. = Erfindungsbeispiel, #: C. E. = Vergleichsbeispiel

- +: Gesamtbewertung
- ⊕: mehr als ausgezeichnet
- o: ausgezeichnet
- Δ: brauchbar, aber leicht beeinträchtigt
- x: unbrauchbar

(1) Bewertung des Aussehens

**[0038]** Das Aussehen eines Stahlblechs nach Plattieren wurde visuell beurteilt.

Bewertungskriterien

- o: keine Anomalität
- Δ: sehr feine punktartige plattierungslose Abschnitte vorhanden
- x: plattierungslose Abschnitte vorhanden

(2) Qualität des Materials nach Plattieren

**[0039]** An einem Prüfling (JIS Nr. 5) wird eine Zugprüfung nach JIS Z2241 durchgeführt.

(3) Bewertung der Preßformbarkeit

**[0040]** Durchgeführt wird eine Formgebungsprüfung mit einem Ziehverhältnis von 2,4 mit Hilfe einer hydraulischen Formgebungsprüfmaschine und einem zylindrischen Stempel mit 50 mm Durchmesser. Der Niederhalterdruck ist während der Prüfung auf 500 kg eingestellt, und die Formbarkeit wird wie folgt bewertet:

Bewertungskriterien

- ⊕: Prüfling formbar, kein Fehler in der Plattierungsschicht
- Δ: Prüfling formbar, Risse in der Plattierungsschicht
- x: Prüfling formbar, Plattierungsschicht löst sich ab
- : Prüfling nicht formbar (Risse im Stahlblechsubstrat)

(4) Bewertung der Korrosionsbeständigkeit nach Formen

**[0041]** Eine hydraulische Form mit einer Wulst wird an einer Zugprüfmaschine befestigt, und ein Stahlblech wird mit hydraulischem Druck gehalten und Wulstziehen unterzogen. Die Wulst hat 4 mm Durchmesser und ist halbkreisförmig. Der hydraulische Druck beträgt 600 kgf. Nach Wulstziehen werden die Probe und ein Kraftstoff in einem Glasbehälter abgedichtet, und die Korrosionsbeständigkeit der Probe wird bewertet. Bei der Prüfflüssigkeit handelt es sich um Benzin + 10% destilliertes Wasser + 200 ppm Ameisensäure. Die Prüfung wird 3 Monate bei Raumtemperatur fortgesetzt. Im Anschluß an die Prüfung wird der Korrosionszustand der Probe visuell kontrolliert.

Bewertungskriterien

- o: Rostbildung auf einer Fläche unter 0,1%
- Δ: Rostbildung auf einer Fläche von 0,1 bis 5% oder Weißrostbildung
- x: Rostbildung auf einer Fläche über 5% oder erhebliche Weißrostbildung
- : Probe nicht formbar, Korrosionszustand nicht bewertet

**[0042]** Hat gemäß Tabelle 2 ein Stahl einen hohen C- oder N-Gehalt (Vergleichsbeispiele 10, 14) oder hat ein Stahlblech eine unzureichende Dehnung infolge eines hohen P- oder Mn-Gehalts (Vergleichsbeispiele 12, 13), zeigt das Stahlblech eine beeinträchtigte Preßformbarkeit und läßt sich wie bei Herstellung eines Kraftstofftanks schwer tiefziehen. Hat zudem ein Stahlblech einen hohen Gehalt eines solchen Elements wie Si, das das Stahlblech am Feuerplattieren mit Al hindert (Vergleichsbeispiel 11), bilden sich viele plattierungslose Abschnitte. Da Korrosion von den plattierungslosen Abschnitten fortschreitet, ist natürlich die Korrosionsbeständigkeit beeinträchtigt. Hat ein Stahlblech einen übermäßig hohen Ti-Gehalt (Vergleichsbeispiel 15) im Stahl oder einen geringen Si-Gehalt in der Al-Plattierung (Vergleichsbeispiel 16), wächst die Legierungsschicht dick an, und die Plattierung löst sich beim Pressen in der Tendenz ab. Somit ist auch die Korrosionsbeständigkeit beeinträchtigt. Hat andererseits die Plattierung einen übermäßigen Si-Gehalt (Vergleichsbeispiel 17), ist auch

die Korrosionsbeständigkeit beeinträchtigt. Auch wenn die chemische Zusammensetzung eines Stahlblechs ordnungsgemäß ist, ist das Stahlblech unfähig, stark geformt zu werden, wenn das Stahlblech eine geringe Dehnung infolge der Warmwalzbedingungen hat (Vergleichsbeispiel 18). Sind die chemische Zusammensetzung eines Stahlblechs und die chemische Zusammensetzung der Plattierung ordnungsgemäß, kann ein feeraluminiertes Stahlblech erhalten werden, dessen nachfolgende Eigenschaften alle ausgezeichnet sind: Preßformbarkeit, Aussehen und Korrosionsbeständigkeit nach Formen.

#### Beispiel 2

**[0043]** Die kaltgewalzten Stahlbleche mit chemischen Zusammensetzungen gemäß Tabelle 1 wurden als Stahlblechsubstrate verwendet und feeraluminiert. Die Feuerplattierungsbedingungen waren die gleichen wie im Beispiel 1 mit der Ausnahme, daß die chemische Zusammensetzung der Plattierung Al-9,4% Si war und daß die Menge der Plattierung, die auf beiden Seiten gleichmäßig war, auf beiden Seiten von 50 bis 120 g/m<sup>2</sup> variiert wurde. Ein Teil der feeraluminierten Stahlbleche wurde mit einem System aus Chromsäure-Kiesel-sol-Phosphorsäure-organischem Harz chromatiert. Ferner wurde ein Teil der chromatierten Stahlbleche mit einem Epoxidharz beschichtet. Die Eigenschaften der so erhaltenen Materialien als Kraftstofftanks wurden bewertet, indem ihre Schweißbarkeit durch die gleichen Verfahren wie im Beispiel 1 bewertet wurde. Tabelle 3 zeigt die Strukturen der Plattierung und Beschichtungen sowie die Bewertungsergebnisse der Eigenschaften. In Tabelle 3 bezeichnet die Plattierungsmenge eine Gesamtplattierungsmenge auf beiden Seiten, und die Beschichtungsmenge aus Cr und die Beschichtungsdicke bezeichnen jeweilige Werte pro Seite.

#### (1) Verfahren zur Schweißbarkeitsbewertung

**[0044]** Punktschweißen erfolgt unter den u. g. Bedingungen, und die Schweißbarkeit wird anhand der Anzahl kontinuierlich durchgeführter Punktschweißungen bewertet, bis der Linsendurchmesser unter  $4\sqrt{t}$  sinkt (t: Blechdicke). Hat die Stahlblechprobe eine einseitige Beschichtung, werden die beiden Proben so gestapelt, daß eine der Proben die Harzbeschichtung innen und die andere Probe die Harzbeschichtung außen hat.

#### Schweißbedingungen

Schweißstrom: 10 kA, ausgeübter Druck: 200 kg, Schweißzeit: 12 Zyklen, Elektrode: Cu-Elektrode mit 6 mm Durchmesser

#### Bewertungskriterien

- o: Anzahl kontinuierlicher Punktschweißungen über 1200
- Δ: Anzahl kontinuierlicher Punktschweißungen 400 bis 1200
- x: Anzahl kontinuierlicher Punktschweißungen unter 400

**[0045]** Beträgt gemäß Tabelle 3 die Al-Plattierungsmenge auf beiden Seiten 120 g/m<sup>2</sup> (Beispiel 9) oder ist die Chromatbeschichtungsmenge gering, ist die Schweißbarkeit etwas verringert. Somit lassen sich Materialien mit ausgezeichneter Produktivität erhalten, wenn solche Bedingungen vermieden sind. Außerdem stabilisieren die Chromatbeschichtung und die Harzbeschichtung die Korrosionsbeständigkeit und Schweißbarkeit nach Formen.

Tabelle 3

Nr.	Plattierungs- menge auf bei- den Seiten (g/m <sup>2</sup> )	Cr-Be- schich- tungsmen- ge (mg/m <sup>2</sup> )	Harzbe- schich- tungsdie- cke (µm)	Korrosi- onsbe- ständig- keit nach Formen	Schweiß- barkeit	Gesamt- bewer- tung <sup>+</sup>	Anmer- kung
1	50	15	-	o	o	o	E. I.*
2	50	40	-	o	o	o	E. I.
3	50	60	-	o	o	o	E. I.
4	50	90	-	o	o	o	E. I.
5	50	20	1	o	o	o	E. I.
6	50	20	2	o	o	o	E. I.
7	80	15	-	o	o	o	E. I.
8	100	15	-	o	o	o	E. I.
9	120	15	-	o	Δ	Δ	E. I.
10	50	3	-	o	Δ	Δ	E. I.
11	50	-	0,5	o	o	o	E. I.
12	50	50	0,5	o	o	o	E. I.

Anmerkung: \*: E. I. = Erfindungsbeispiel

+: Gesamtbewertung

o: ausgezeichnet

Δ: brauchbar, aber leicht beeinträchtigt

x: unbrauchbar

Nr. 12: Chromat zum Harz zugegeben

### Beispiel 3

**[0046]** Stähle gemäß Tabelle 4 wurden in einem schmelzflüssigen Zustand durch Konverter-Vakuumentgasungsbehandlung hergestellt, und Stahlbrammen wurden aus ihnen gefertigt. Die Stahlbrammen wurden unter gewöhnlichen Bedingungen warm- und kaltgewalzt, um kaltgewalzte Stahlbleche mit 0,8 mm Dicke zu ergeben. Die resultierenden Stahlbleche wurden als Substrate verwendet und feuraluminieren. Das Feuraluminieren erfolgte in einer Linie mit nichtoxidierendem Ofen/reduzierendem Ofen, und Tempern wurde ebenfalls in der Feuerplattierungslinie durchgeführt. Die Tempertemperatur betrug 800 bis 850°C. Die Plattierungsdicke wurde durch Gasabstreifen so eingestellt, daß beide Seiten jedes der Stahlbleche nach Plattieren eine Plattierungsmenge von etwa 60 g/m<sup>2</sup> hatten. Die Plattierungstemperatur war beim Plattieren auf 660°C eingestellt. Die chemische Zusammensetzung des Plattierungsbads wurde grundsätzlich mit Al-2% Fe festgelegt, und Si wurde zugegeben. Fe im Plattierungsbad stammte von Plattierungsvorrichtungen im Bad und den Stahlblechen. Bewertet wurden die Eigenschaften der so hergestellten Al-plattierten Stahlbleche als Kraftstofftanks. Die Bewertungsverfahren sind nachstehend beschrieben, und die Plattierungsbedingungen und die Bewertungsergebnisse der Eigenschaften sind in Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 4

	Nr.	Chemische Stahlzusammensetzung										Atomäquivalent $\frac{\text{Ti} + \text{Nb}}{\text{C} + \text{N}}$	
		$(\times 10^{-2} \text{ Gew.-%})$					$(\times 10^{-3} \text{ Gew.-%})$				$(\text{Gew. -ppm})$		
		C	Si	Mn	P	S	Ti	Al	Nb	B	N		
S. I.*	A	0,07	1,9	24	8	9	25	38	-	1	22	2,4	
S. I.	B	0,08	2,0	22	11	10	48	33	-	3	24	4,2	
S. I.	C	0,08	2,0	19	5	10	55	40	-	4	25	4,7	
S. I.	D	0,09	1,9	23	7	10	50	33	-	5	22	4,5	
S. I.	E	0,08	1,9	24	9	10	55	38	-	10	22	5,1	
S. I.	F	0,21	2,1	23	12	11	91	41	-	3	28	3,8	
S. I.	G	0,09	2,2	25	14	10	47	39	-	4	30	3,4	
S. I.	H	0,25	4,0	32	13	19	92	62	-	5	28	4,7	
S. I.	I	0,50	15,3	44	21	12	180	83	-	19	55	4,6	
S. I.	J	0,08	2,6	26	35	12	55	28	-	3	22	5,1	
S. I.	K	0,14	2,5	31	12	11	-	45	34	4	23	1,3	
S. I.	L	0,20	4,8	33	9	15	-	61	74	4	21	2,5	
S. I.	M	0,80	3,7	44	22	23	32	33	45	4	33	1,3	
C. S.#	N	1,2	3,9	32	13	18	35	29	-	4	25	0,6	
C. S.	O	0,25	25,0	30	15	16	61	119	-	4	25	3,3	
C. S.	P	0,45	3,2	63	51	13	36	33	-	4	29	1,3	
C. S.	Q	0,25	2,3	31	16	13	40	30	-	4	125	0,8	
C. S.	R	0,15	1,8	29	13	12	60	31	-	-	29	3,8	
C. S.	S	0,42	3,9	40	8	13	228	44	-	4	30	8,4	

Anmerkung: \*: S. I. = Stahl der Erfindung

#: C. S. = Vergleichsstahl

#### (1) Bewertung des Aussehens

**[0047]** Das Aussehen eines Stahlblechs nach Plattieren wird visuell beurteilt.

##### Bewertungskriterien

- o: keine Anomalität
- Δ: sehr feine punktartige plattierungslose Abschnitte vorhanden
- x: plattierungslose Abschnitte vorhanden

#### (2) Bewertung der Preßformbarkeit

**[0048]** Durchgeführt wird eine Formgebungsprüfung mit einem Ziehverhältnis von 2,3 mit Hilfe einer hydraulischen Formgebungsprüfmaschine und einem zylindrischen Stempel mit 50 mm Durchmesser. Der Niederhalterdruck ist auf 500 kg während der Prüfung eingestellt, und die Formbarkeit wird wie folgt bewertet:

##### Bewertungskriterien

- ⊕: Prüfling formbar, kein Fehler in der Plattierungsschicht
- o: Prüfling formbar, Risse in der Plattierungsschicht
- Δ: Prüfling formbar, Plattierungsschicht löst sich ab
- x: Prüfling nicht formbar (Risse im Stahlblechuntergrund)

## (3) Bewertung der Luftdichtigkeit nach Schweißen in der Schweißzone

**[0049]** Ein flachbödiger quadratischer Zylinder mit einer Flanschbreite von 30 mm, einer Tiefe von 25 mm und einer Seitenlänge von 70 mm (zwei benachbarte Seiten: 70 × 70 mm) wird durch eine Kurbelpressen-Prüfmaschine gebildet. Der Flanschabschnitt wird unter den u. g. Bedingungen nahtverschweißt. Ein Loch wird an einem Teil von ihm hergestellt, und Innenluftdrücke von 0,5, 1 und 1,5 atm werden vom Loch ausgeübt. Beurteilt wird der Luftaustritt aus der Nahtschweißzone.

## Schweißbedingungen

Schweißstrom: 10 kA, ausgeübter Druck: 200 kg, und Schweißgeschwindigkeit: 2,5 m/s

## Bewertungskriterien

- ⊕: kein Austritt aus einer Schweißzone festgestellt
- o: kein Austritt bei Drücken bis 1 atm festgestellt
- Δ: kein Austritt bei Drücken bis 0,5 atm festgestellt
- x: Austritt auch bei Druck von 0,5 atm festgestellt

## (4) Bewertung der Korrosionsbeständigkeit

**[0050]** Bewertet wird die Korrosionsbeständigkeit eines Stahlblechs gegenüber Benzin. Der Verfahrensablauf wird nachstehend beschrieben. Das Stahlblech wird durch eine hydraulische Formgebungsprüfmaschine gezogen, um eine Probe zu ergeben, bei der es sich um einen flachbödigen Zylinder mit 20 mm Flanschbreite, 50 mm Durchmesser und 25 mm Tiefe handelt. Eine Prüfflüssigkeit wird in die Probe gegeben und mit einem Glasdeckel über einen Silikongummiring abgedeckt. Die Prüfung wird 3 Monate bei Raumtemperatur fortgesetzt, und im Anschluß an die Prüfung wird der Korrosionszustand der Probe durch Sichtprüfung beurteilt. Prüfflüssigkeit: Benzin + 10% destilliertes Wasser + 200 ppm Ameisensäure

## Bewertungskriterien

- : Probe nicht formbar, Korrosionszustand nicht bewertet
- o: Rostbildung auf einer Fläche unter 0,1%
- Δ: Rostbildung auf einer Fläche von 0,1 bis 5% oder Weißrostbildung
- x: Rostbildung auf einer Fläche über 5% oder erhebliche Weißrostbildung

**[0051]** Hat gemäß Tabelle 5 ein Stahl einen hohen C- oder N-Gehalt und ein Atomäquivalent  $(Ti + Nb)/(C + N)$  unter 1 (Vergleichsbeispiele 16, 19) oder hat ein Stahlblech eine unzureichende Duktilität infolge hoher P- und Mn-Gehalte (Vergleichsbeispiel 18), zeigt das Stahlblech eine beeinträchtigte Preßformbarkeit und läßt sich schwer tiefziehen, um solche Produkte wie Kraftstoffbehälter zu ergeben. Sind zudem die Gehalte solcher Elemente wie Si und Al, die das Feualuminieren behindern, hoch (Vergleichsbeispiel 17), bilden sich viele plattierungslose Abschnitte, und Korrosion geht von ihnen aus. Damit ist natürlich die Korrosionsbeständigkeit beeinträchtigt. Ist ferner der Ti-Gehalt im Stahl übermäßig hoch (Vergleichsbeispiel 21) oder ist der Si-Gehalt in der Al-Plattierung gering (Vergleichsbeispiel 22), wächst die Legierungsschicht dick an, weshalb sie dazu neigt, sich beim Pressen abzulösen, wodurch auch die Korrosionsbeständigkeit beeinträchtigt ist. Ist andererseits der Si-Gehalt in der Plattierung hoch (Vergleichsbeispiel 23), ist die Korrosionsbeständigkeit beeinträchtigt. Wird dem Stahl kein B zugegeben (Vergleichsbeispiel 20), zeigt die Schweißzone eine beeinträchtigte Luftdichtigkeit, wenngleich andere Eigenschaften ausgezeichnet sind. Sind die chemischen Zusammensetzungen des Stahlblechs und der Plattierung ordnungsgemäß, kann ein feualuminiertes Stahlblech erhalten werden, dessen nachfolgende Eigenschaften alle ausgezeichnet sind: Preßformbarkeit, Luftdichtigkeit in der Schweißzone, Aussehen und Korrosionsbeständigkeit. Ist aber der B-Gehalt etwas unzureichend oder ist der P-Gehalt hoch (Beispiele 1, 9, 10, 13), neigt die Luftdichtigkeit in einer Schweißzone zu leichter Beeinträchtigung. Auch wenn der P-Gehalt 0,01% übersteigt (Beispiele 2, 6, 7, 8, 11), wird die Luftdichtigkeit etwas beeinträchtigt, vergleicht man sie mit der eines Stahls mit einem geringeren P-Gehalt. Sind andererseits die Gehalte solcher Elemente wie C, Si und Mn hoch im Stahl (Beispiele 9, 13), neigt die Formbarkeit zu leichter Beeinträchtigung. Bei ordnungsgemäßer Einstellung der Gehalte dieser Elemente wird somit ein feualuminiertes Stahlblech mit noch besseren Eigenschaften erhalten.

Tabelle 5

	Nr.	Stahl-blech-substrat	Si-Ge-halt im Bad (Gew.-%)	Ausse-hen	Preß-formbar-keit	Luftdich-tigkeit in Schweiß-zone	Korrosi-onsbe-ständig-keit	Gesamt-bewer-tung
E. I.*	1	A	9,4	o	⊕	Δ	o	Δ
E. I.	2	B	9,4	o	⊕	o	o	o
E. I.	3	C	9,4	o	⊕	⊕	o	⊕
E. I.	4	D	9,4	o	⊕	⊕	o	⊕
E. I.	5	E	9,4	o	⊕	⊕	o	⊕
E. I.	6	F	9,4	o	⊕	o	o	o
E. I.	7	G	9,4	o	⊕	o	o	o
E. I.	8	H	9,4	o	⊕	o	o	o
E. I.	9	I	9,4	o	o	Δ	o	Δ
E. I.	10	J	9,4	o	⊕	Δ	o	Δ
E. I.	11	K	9,4	o	⊕	o	o	o
E. I.	12	L	9,4	o	⊕	⊕	o	⊕
E. I.	13	M	9,4	o	o	o	o	o
E. I.	14	C	5,2	o	⊕	⊕	o	⊕
E. I.	15	C	11,4	o	⊕	⊕	o	⊕
C. E.#	16	N	9,4	o	x	o	-	x
C. E.	17	O	9,4	x	Δ	o	x	x
C. E.	18	P	9,4	o	x	o	-	x
C. E.	19	Q	9,4	o	x	o	-	x
C. E.	20	R	9,4	o	⊕	x	o	x
C. E.	21	S	9,4	o	Δ	o	x	x
C. E.	22	A	1,5	o	Δ	o	x	x
C. E.	23	A	14,0	o	o	⊕	x	x

Anmerkung: \*: E. I. = Erfindungsbeispiel

#: C. E. = Vergleichsbeispiel Gesamtbewertung

⊕: mehr als ausgezeichnet

o: ausgezeichnet

Δ: brauchbar, aber leicht beeinträchtigt

x: unbrauchbar

#### Beispiel 4

**[0052]** Stähle (P: 0,008%, S: 0,010%) gemäß Tabelle 6 wurden in einem schmelzflüssigen Zustand durch Konverter-Vakuumentgasungsbehandlung hergestellt, und Stahlbrammen wurden aus ihnen gefertigt. Die Stahlbrammen wurden bei einer Erwärmungstemperatur von 1140 bis 1180°C, einer Abschlußtemperatur von 800 bis 900°C und einer Wickeltemperatur von 620 bis 670°C warmgewalzt. Die warmgewalzten Stahlbleche wurden mit einer Abnahme von etwa 80% kaltgewalzt, um kaltgewalzte Stahlbleche mit 0,8 mm Dicke zu ergeben. Die resultierenden Stahlbleche wurden als Substrate verwendet und mit Aluminium feuerverplattiert. Das Feueraluminieren erfolgte in einer Linie mit nicht oxidierendem Ofen/reduzierendem Ofen, und Tempern bzw. Glühen wurde ebenfalls in der Feuerplattierlinie durchgeführt. Die Temper- bzw. Glüh-temperatur betrug 800 bis 850°C. Nach dem Plattieren wurde die Plattierungsdicke durch Gasabstreifen so eingestellt, daß beide Seiten jedes der Stahlbleche eine Plattierungsmenge von etwa 60 mg/m<sup>2</sup> hatten. Die Plattierungstemperatur war beim Plattieren auf 660°C eingestellt. Die chemische Zusammensetzung des Plattierungs-bads wurde mit Al-9,4% Si festgelegt. Fe im Plattierungsbad wurde diesem als Verunreinigung von Plattierungsvorrichtungen im Bad

und den Stahlblechen zugeführt. Ein Teil der so hergestellten Al-plattierten Stahlbleche wurde einer Grundierungsbehandlung mit einem System aus Chromsäure-Kieselol-Phosphorsäure-organischem Harz (Acryl) unterzogen. Außerdem wurde ein Teil der behandelten Stahlbleche mit einer Harzbeschichtung beschichtet. während der Behandlung wurde die Harzkomponente der Chromatbehandlung erhöht oder verringert. Bewertet wurden die Eigenschaften der so hergestellten Al-plattierten Stahlbleche als Kraftstofftanks. Die Bewertungsverfahren sind nachfolgend beschrieben, und die Plattierungsbedingungen und die Bewertungsergebnisse der Eigenschaften sind in den Tabellen 7 und 8 dargestellt. Zusätzlich erfolgte eine Analyse der Zusammensetzung jeder der Al-Plattierungsschichten durch Beprobung einer Lösung, die erhalten wurde durch elektrolytisches Abziehen nur der Al-Plattierungsschicht in 3% NaOH + 1% AlCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O, Behandeln der Lösung mit Säure und quantitatives Analysieren der behandelten Lösung durch Atomemissionspektroskopie mit induktiv gekoppeltem Plasma. Als Ergebnis wurde die Si-Zusammensetzung in der Plattierungsschicht erhalten.

Tabelle 6

Nr.	Chemische Stahlzusammensetzung ( $\times 10^{-3}$ Gew.-%)								Ti + Nb (C + N)	Anmerkung
	C	Si	Mn	Ti	Al	N	Cr	Andere Elemente		
A	0,8	13	140	33	30	1,6	710	-	3,8	S. I.*
B	2,1	19	180	45	31	2,2	1150	-	2,8	S. I.
C	3,3	26	220	56	38	6,6	2090	-	1,6	S. I.
D	2,8	23	200	61	71	2,5	4110	-	3,1	S. I.
E	2,7	46	260	78	38	2,1	6050	-	4,3	S. I.
F	1,5	12	680	65	43	2,3	1250	Cu90 Ni100	4,7	S. I.
G	1,9	63	170	88	28	2,2	1520	Ni70 Mo130	5,8	S. I.
H	2,2	25	200	70	38	3,0	1400	Cu60 B0,4	3,7	S. I.
I	2,3	21	210	64	41	2,8	1820	Nb25 B1,3	4,1	S. I.
J	14	43	320	62	35	3,5	20	-	0,9	S. O.#
K	1,8	125	240	61	40	2,5	10	-	3,9	S. O.
L	2,5	22	1230	37	35	2,9	10	-	1,9	S. O.
M	2,2	23	240	134	30	2,5	10	Nb83	10,2	S. O.
N	2,4	18	290	40	125	7,5	10	-	0,9	S. O.
O	2,1	17	220	45	44	2,2	10	-	2,8	S. O.
P	2,3	20	290	45	33	2,8	260	Cu660	2,4	S. O.

Anmerkung: \*: S. I. = Stahl der Erfindung

#: S. O. = Stahl außerhalb des Schutzzumfangs der Erfindung

Tabelle 7

Nr.	Struktur	Grundierung		Beschichtung	
		Cr-Menge (mg/m <sup>2</sup> )	Harz/Cr	Beschich- tungsdicke (µm)	Harzart
(1)	Nur Grundie- rung	3	10,0	-	-
(2)	Nur Grundie- rung	10	8,0	-	-
(3)	Nur Grundie- rung	40	4,0	-	-
(4)	nur Grundie- rung	70	3,0	-	-
(5)	Nur Grundie- rung	90	3,0	-	-
(6)	Grundierung + Beschichtung	20	0,5	1,0	Epoxidharz
(7)	Grundierung + Beschichtung	25	1,0	1,5	Acrylharz

Anmerkung: Cr-Menge und Beschichtungsdicke betreffen jeweils eine Menge oder Dicke pro Seite

Tabelle 8

Nr.	Stahlblechuntergrund	Si in Plattierung (Gew.-%)	Nachbehandlung	Aussehen	Potentialdifferenz zwischen Stahl und Legierungsschicht (V)	Preßformbarkeit	Korrosionsbeständigkeit nach Formen	Gesamtbewertung <sup>+</sup>	Anmerkung
1	A	9,4	(6)	o	0,35	⊕	Δ	Δ	E. I.*
2	B	9,4	(6)	o	0,33	⊕	o	o	E. I.
3	C	9,4	(6)	o	0,28	⊕ - o	o	o	E. I.
4	D	9,4	(6)	o	0,05	⊕	o	o	E. I.
5	E	9,4	(6)	o	-0,02	⊕	o	o	E. I.
6	F	9,4	(6)	o	0,32	⊕ - o	o	o	E. I.
7	G	9,4	(6)	o	0,31	⊕ - o	o	o	E. I.
8	H	9,4	(6)	o	0,31	⊕	o	o	E. I.
9	I	9,4	(6)	o	0,30	⊕	o	o	E. I.
10	B	4,8	(6)	o	0,32	⊕ - o	o	o	E. I.
11	B	11,4	(6)	o	0,33	⊕	o	o	E. I.
12	B	9,4	(1)	o	0,32	⊕	o	o	E. I.
13	B	9,4	(2)	o	0,33	⊕	o	o	E. I.
14	B	9,4	(3)	o	0,33	⊕	o	o	E. I.
15	B	9,4	(4)	o	0,32	⊕	o	o	E. I.
16	B	9,4	(5)	o	0,33	⊕	o	o	E. I.
17	B	9,4	(7)	o	0,33	⊕	o	o	E. I.
18	J	9,4	(6)	o	0,41	-	-	x	C. E.#
19	K	9,4	(6)	Δ	0,40	x	x	x	C. E.
20	L	9,4	(6)	o	0,40	-	-	x	C. E.
21	M	9,4	(6)	o	0,42	x	x	x	C. E.
22	N	9,4	(6)	Δ	0,42	-	-	x	C. E.
23	O	9,4	(6)	o	0,42	⊕	x	x	C. E.
24	P	9,4	(6)	o	0,38	⊕	x	x	C. E.
25	B	1,5	(6)	o	0,33	-	-	x	C. E.
26	B	14,0	(6)	o	0,33	o	x	x	C. E.
27	B	9,4	-	o	0,33	-	-	x	C. E.

Anmerkung: \*: E. I. = Erfindungsbeispiel

#: C. E. = Vergleichsbeispiel

+: Gesamtbewertung

⊕: mehr als ausgezeichnet

o: ausgezeichnet

Δ: brauchbar, aber leicht beeinträchtigt

x: unbrauchbar

## (1) Bewertung des Aussehens

**[0053]** Das Aussehen eines Stahlblechs nach Plattieren wird visuell beurteilt.

## Bewertungskriterien

- o: keine Anomalität
- Δ: sehr feine punktartige plattierungslose Abschnitte vorhanden
- x: plattierungslose Abschnitte vorhanden

## (2) Potentialdifferenz zwischen Legierungsschicht und Stahlsubstrat

**[0054]** Die Al-Plattierungsschicht wird in 3% NaOH + 1%  $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  elektrolytisch abgezogen, um eine Probe zur Messung des Potentials der Legierungsschicht zu ergeben. Außerdem wird die Stahlblechprobe in 20% NaOH eingetaucht, um die Al-Plattierungsschicht und die Legierungsschicht zu entfernen, wodurch eine Probe zur Messung des Potentials des Stahlblechuntergrunds erhalten wird. Das Eintauchpotential dieser Proben wird in einer Lösung bei 20°C gemessen, die 100 ppm Ameisensäure enthält, und die Potentialdifferenz wird erhalten. Zusätzlich wird eine gesättigte Kalomelelektrode als Bezugslektrode verwendet, und das Ergebnis wird mit einem Pluszeichen ausgedrückt, wenn die Legierungsschicht ein höheres Potential hat.

## (3) Bewertung der Preßformbarkeit

**[0055]** Durchgeführt wird eine Formgebungsprüfung mit einem Ziehverhältnis von 2,2 ohne Ölbeschichtung mit Hilfe einer hydraulischen Formgebungsprüfmaschine und einem zylindrischen Stempel mit 50 mm Durchmesser. Der Niederhalterdruck ist auf 500 kg während der Prüfung eingestellt, und die Formbarkeit wird wie folgt bewertet:

## Bewertungskriterien

- ⊕: Prüfling formbar, kein Fehler in der Plattierungsschicht
- Δ: Prüfling formbar, sichtbare Risse in der Plattierungsschicht
- x: Prüfling formbar, Plattierungsschicht löst sich ab
- : Prüfling nicht formbar (Risse im Stahlblechuntergrund)

## (4) Bewertung der Korrosionsbeständigkeit nach Formen

**[0056]** Eine hydraulische Form mit einer Wulst wird an einer Zugprüfmaschine befestigt, und ein Stahlblech wird mit hydraulischem Druck gehalten und Wulstziehen unterzogen. Die Wulst hat 4 mm Durchmesser und ist halbkreisförmig. Der hydraulische Druck beträgt 600 kgf. Nach Wulstziehen werden die Probe und ein Kraftstoff in einem Glasbehälter abgedichtet, und die Korrosionsbeständigkeit der Probe wird bewertet. Bei der Prüf-flüssigkeit handelt es sich um Benzin + 10% destilliertes Wasser + 100 ppm Ameisensäure. Die Prüfung wird 3 Monate bei Raumtemperatur (20°C) fortgesetzt. Im Anschluß an die Prüfung wird der Korrosionszustand der Probe in Form einer Fe-Elutionsmenge bewertet.

## Bewertungskriterien

- o: Fe-Elutionsmenge unter 2 g/m<sup>2</sup>
- Δ: Fe-Elutionsmenge 2 bis 5 g/m<sup>2</sup>
- x: Fe-Elutionsmenge über 5 g/m<sup>2</sup>
- : Formen unmöglich, keine Bewertung durchgeführt

**[0057]** Hat gemäß Tabelle 7 ein Stahl einen geringen Cr-Gehalt und liegt eine große Potentialdifferenz zwischen dem Stahlblech und der Legierungsschicht vor (Vergleichsbeispiele 23, 24), schreitet Korrosion des Stahlblechs ausgehend von feinen Rissen in der Plattierungsschicht fort, obwohl die Ziehbarkeit ausgezeichnet ist. Hat ein Stahlblech einen hohen Gehalt von C oder N und ein Atomäquivalent ( $\text{Ti}/(\text{C} + \text{N})$ ) unter 1 (Vergleichsbeispiele 18, 22) oder hat ein Stahlblech unzureichende Duktilität infolge eines hohen Mn-Gehalts (Vergleichsbeispiel (20), zeigt das Stahlblech eine beeinträchtigte Preßformbarkeit, und das Tiefziehen wird schwierig, um solche Produkte wie Kraftstofftanks zu ergeben. Sind zudem die Gehalte solcher Elemente wie Si, die das Feueraluminieren in einem Stahl behindern, hoch (Vergleichsbeispiel 19), bilden sich viele plattierungslose Abschnitte, und Korrosion geht von ihnen aus. Damit ist natürlich die Korrosionsbeständigkeit be-

einträchtigt.

**[0058]** Ist ferner der Ti-Gehalt in einem Stahl übermäßig hoch (Vergleichsbeispiel 21) oder ist der Si-Gehalt in der Al-Plattierung gering (Vergleichsbeispiel 25), wächst die Legierungsschicht dick an, weshalb sie dazu neigt, sich beim Pressen abzulösen, wodurch auch die Korrosionsbeständigkeit beeinträchtigt ist. Ist andererseits der Si-Gehalt in der Plattierung hoch (Vergleichsbeispiel 26), ist die Korrosionsbeständigkeit beeinträchtigt. Hat ein Stahlblech keine Harzbeschichtung auf der Oberseitenschicht (Vergleichsbeispiel 27), ist die Ziehbarkeit beeinträchtigt, und auch die Widerstandsschweißbarkeit ist beeinträchtigt, wenngleich sie hierin nicht bewertet wurde. Sind die chemische Zusammensetzung eines Stahlblechs und die chemische Zusammensetzung der Plattierung ordnungsgemäß, kann ein feueraluminiertes Stahlblech erhalten werden, dessen nachfolgende Eigenschaften alle ausgezeichnet sind: Preßformbarkeit, Aussehen und Korrosionsbeständigkeit nach Formen und Luftdichtigkeit nach Schweißen.

#### Beispiel 5

**[0059]** Ein kaltgewalztes Stahlblech mit einer chemischen Zusammensetzung gemäß Tabelle 6 im Beispiel 4 wurde als Substrat verwendet und mit Al feueraluminiert. Die Feueraluminierungsbedingungen waren wie folgt: Das Plattierungsbad war grundsätzlich ein Bad mit Al-9% Si; und solche Elemente wie Sn und Zn waren zugegeben. Zusätzlich waren die Plattierungsbäder (Plattierungsschichten) mitunter mit etwa 2% Fe verunreinigt. Weiterhin wurde ein Teil der Stahlbleche vor dem Plattieren mit Al mit Ni vorplattiert. Die Vorplattierungsbedingungen waren wie folgt: Plattierungsbad: ein Watt-Bad; und eine Stromdichte von 30 A/dm<sup>2</sup>. Das mit Al plattierte Stahlblech wurde der Nachbehandlung von (6) in Tabelle 7 in Beispiel 4 unterzogen. Die Eigenschaften dieser so erhaltenen Materialien als Kraftstoffbehälter wurden gemäß den Bewertungsverfahren im Beispiel 4 bewertet. All diese Proben waren in Aussehen, Preßformbarkeit und Luftdichtigkeit nach Schweißen ausgezeichnet.

**[0060]** Wird gemäß Tabelle 9 die Potentialdifferenz zwischen dem Stahl und der Legierungsschicht durch Ni-Vorplattieren oder Zugabeelemente im Bad gesteuert, erhält man die gleichen Wirkungen, und die Korrosionsbeständigkeit nach Formen ist stabilisiert.

Tabelle 9

Nr.	Ni-Vorplattierungs- menge (g/m <sup>2</sup> )	Zugabe- element in Plat- tierung (%)	Potentialdif- ferenz zwi- schen Stahl und Legie- rungs- schicht (V)	Korrosions- beständig- keit nach Formen	Gesamtbe- wertung	Anmerkung
1	0,5	-	0,33	o	o	E. I.*
2	1,0	-	0,30	o	o	E. I.
3	1,0	Zn:1	0,27	o	o	E. I.
4	-	Sn:0,5 Zn:1	0,33	o	o	E. I.
5		Sb:0,5 Zn:2	0,29	o	o	E. I.

Anmerkung: \*: E. I. = Erfindungsbeispiel Gesamtbewertung

o: ausgezeichnet

Δ: brauchbar, aber leicht beeinträchtigt

x: unbrauchbar

**[0061]** Die Erfindung stellt ein feueraluminiertes Stahlblech bereit, das sowohl Korrosionsbeständigkeit als auch Preßformbarkeit hat, die für Kraftstofftankmaterialien von Kraftfahrzeugen erforderlich sind, und das auch Luftdichtigkeit in der Schweißzone zeigt, die ein zu lösendes Problem war. Das plattierte Stahlblech ist von großem Nutzen als neues Kraftstofftankmaterial, wenn der Gebrauch von Pb-artigen Materialien wegen Umweltproblemen schwierig wird, und leistet einen großen Beitrag für die Industrie.

#### Patentansprüche

1. Rostgeschütztes plattiertes Stahlblech für einen Kraftstofftank mit ausgezeichneter Luftdichtigkeit nach

Schweißen und Korrosionsbeständigkeit nach Formen, das aufweist:

ein Stahlblech, das in Gew.-% aufweist: bis 0,01% C, bis 0,2% Si, weniger als 0,6% Mn, bis 0,04% P, bis 0,1% lösliches Al, bis 0,01% N, Ti und/oder Nb in einer Gesamtmenge von mindestens dem Atomäquivalent von (C + N) und bis 0,2%, 0,0001 bis 0,0030% B, wobei es optional mindestens ein Element in der Auswahl aus folgender Gruppe in folgender Menge enthält: 0,5 bis 7% Cr, 0,05 bis 0,5% Cu, 0,05 bis 0,5% Ni und 0,05 bis 0,5% Mo, und wobei der Rest Fe und unvermeidliche Verunreinigungen sind, und eine Plattierungsschicht mit 2 bis 13 Gew.-% Si, die optional enthält: insgesamt 0,5 bis 5% mindestens eines Elements, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Sn, Zn, Sb und Bi besteht, und als Rest Al und unvermeidliche Verunreinigungen auf der Oberfläche des Stahlblechs.

2. Rostgeschütztes plattiertes Stahlblech nach Anspruch 1, wobei das Stahlblech in Gew.-% aufweist: bis 0,01% C, bis 0,2% Si, weniger als 0,6% Mn, bis 0,04% P, bis 0,1% lösliches Al, bis 0,01% N, Ti und/oder Nb in einer Gesamtmenge von mindestens dem Atomäquivalent von (C + N) und bis 0,2%, 0,0003 bis 0,0030% B, wobei es optional mindestens ein Element in der Auswahl aus folgender Gruppe in folgender Menge enthält: 0,5 bis 7% Cr, 0,05 bis 0,5% Cu, 0,05 bis 0,5% Ni und 0,05 bis 0,5% Mo, und wobei der Rest Fe und unvermeidliche Verunreinigungen sind.

3. Rostgeschütztes plattiertes Stahlblech nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Stahlblech in Gew.-% aufweist: bis 0,003% C, bis 0,1% Si, bis 0,4% Mn, bis 0,02% P, bis 0,1% lösliches Al, bis 0,01% N, Ti und/oder Nb in einer Gesamtmenge von mindestens dem Atomäquivalent von (C + N) und bis 0,2%, 0,0003 bis 0,0030% B, wobei es optional mindestens ein Element in der Auswahl aus folgender Gruppe in folgender Menge enthält: 0,5 bis 7% Cr, 0,05 bis 0,5% Cu, 0,05 bis 0,5% Ni und 0,05 bis 0,5% Mo, und wobei der Rest Fe und unvermeidliche Verunreinigungen sind.

4. Rostgeschütztes plattiertes Stahlblech nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Stahlblech in Gew.-% aufweist: bis 0,003% C, bis 0,03% Si, bis 0,3% Mn, bis 0,02% P, bis 0,006% löslichen N, bis 0,1% Ti, und wobei es optional mindestens ein Element in der Auswahl aus folgender Gruppe in folgender Menge enthält: 0,5 bis 7% Cr, 0,05 bis 0,5% Cu, 0,05 bis 0,5% Ni und 0,05 bis 0,5% Mo, und wobei der Rest Fe und unvermeidliche Verunreinigungen sind, und das plattierte Stahlblech eine Gesamtdehnung von mindestens 45% hat.

5. Rostgeschütztes plattiertes Stahlblech nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Menge der Plattierungsschicht bis 50 g/m<sup>2</sup> je Seite beträgt.

6. Rostgeschütztes plattiertes Stahlblech nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das plattierte Stahlblech eine intermetallische Verbindungsschicht aufweist, die eine intermetallische Al-Fe-Si-Verbindungsschicht zwischen dem Stahlblech und der Plattierungsschicht ist, und die Differenz zwischen dem Eintauchpotential des Stahlblechsubstrats zum Plattieren und dem der intermetallischen Verbindungsschicht in einer Lösung mit 100 ppm Ameisensäure und als Rest Wasser und unvermeidlichen Verunreinigungen bis 0,35 V beträgt.

7. Rostgeschütztes plattiertes Stahlblech nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das rostgeschützte plattierte Stahlblech ferner eine Chromatüberzugsschicht auf mindestens einer Seite der Plattierungsschicht in einer Menge von 5 bis 100 mg/m<sup>2</sup> als Cr je Seite aufweist.

8. Rostgeschütztes plattiertes Stahlblech nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das rostgeschützte plattierte Stahlblech ferner eine organische Harzüberzugsschicht auf der Oberseite mindestens einer Seite davon aufweist.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen