



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
31.12.2014 Patentblatt 2015/01

(21) Anmeldenummer: **13173619.1**

(22) Anmeldetag: **25.06.2013**

(51) Int Cl.:
C23C 10/28 (2006.01) **C21D 9/573** (2006.01)
C21D 9/63 (2006.01) **C23C 10/52** (2006.01)
C23C 10/60 (2006.01) **C23C 12/00** (2006.01)
C23C 12/02 (2006.01) **F27B 9/02** (2006.01)
F27B 9/10 (2006.01) **F27B 9/28** (2006.01)

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **Schwartz, Eva**
Friedhofsweg 44
52152 Simmerath (DE)

(72) Erfinder: **Schwartz, Rolf-Josef**
52152 Simmerath (DE)

(74) Vertreter: **Jostarndt, Hans-Dieter**
Jostarndt Patentanwalts-AG
Brüsseler Ring 51
52074 Aachen (DE)

(54) **Eindiffundieren von Aluminium-Silizium in eine Stahlblechbahn**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Eindiffundieren von Al-Si in eine Oberfläche einer Al-Si-beschichteten Stahlblechbahn. Zunächst wird die Stahlblechbahn einem auf Diffusionstemperatur aufheizbaren Ofen zugeführt und anschließend durch den auf Diffusionstemperatur aufgeheizten Ofen berührt.

rungslos hindurchgeführt. Dabei wird die Stahlblechbahn auf Diffusionstemperatur aufgeheizt, wobei Al-Si in eine Oberfläche der Stahlblechbahn eindiffundiert. Anschließend wird die Stahlblechbahn mit in eine Oberfläche eindiffundiertem Al-Si mit einer Geschwindigkeit von weniger als circa 25K/sec abgekühlt.

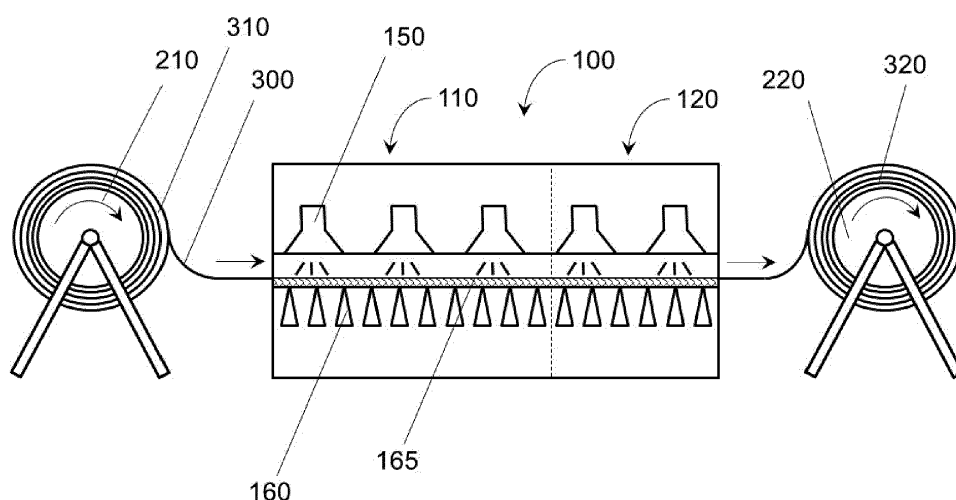


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Eindiffundieren von Aluminium-Silizium (Al-Si) in eine Oberfläche einer Al-Si-beschichteten Stahlblechbahn, bei der sich durch die Eindiffundierung eine hochschmelzende Aluminium-Silizium-Eisen-Legierung bildet.

[0002] In der Technik besteht bei vielen Anwendungsfällen in unterschiedlichen Branchen der Wunsch nach hochfesten Metallblechteilen bei geringem Teilgewicht. Beispielsweise ist es in der Fahrzeugindustrie das Bestreben, den Kraftstoffverbrauch von Kraftfahrzeugen zu reduzieren und den CO₂-Ausstoß zu senken, dabei aber gleichzeitig die Insassensicherheit zu erhöhen. Es besteht daher ein stark zunehmender Bedarf an Karosseriebauteilen mit einem günstigen Verhältnis von Festigkeit zu Gewicht. Zu diesen Bauteilen gehören insbesondere A- und B-Säulen, Seitenaufprallschutzträger in Türen, Schweller, Rahmenteile, Stoßstangenfänger, Querträger für Boden und Dach, vordere und hintere Längsträger. Bei modernen Kraftfahrzeugen besteht die Rohkarosse mit einem Sicherheitskäfig üblicherweise aus einem gehärteten Stahlblech mit ca. 1.500MPa Festigkeit.

[0003] Dies wird üblicherweise durch den Prozess des sogenannten Presshärtens erreicht. Dabei wird ein Stahlblechteil auf etwa 800 - 1000°C erwärmt und anschließend in einem gekühlten Werkzeug verformt und abgeschreckt. Die Festigkeit des Bauteils nimmt dadurch bis auf etwa das Dreifache zu.

[0004] Aus Gründen der Prozesssicherheit und der Wirtschaftlichkeit haben sich Durchlauföfen für die Wärmebehandlung durchgesetzt. Dabei werden die zu behandelnden Metallteile kontinuierlich durch den Ofen hindurchgeführt. Alternativ können auch Kammeröfen eingesetzt werden, in denen die Metallteile chargenweise in eine Kammer verbracht, dort erwärmt und anschließend wieder entnommen werden.

[0005] Beim Presshärten unterscheidet man grundsätzlich das direkte und das indirekte Verfahren.

[0006] Beim indirekten Verfahren wird eine Platine aus einem Stahlblechband herausgestanzt, kalt verformt und das so vorgeformte Bauteil der Wärmebehandlung zugeführt. Nach der Wärmebehandlung wird das heiße Bauteil der Presse zugeführt in einem indirekt gekühlten Werkzeug pressgehärtet. Anschließend werden die Bauteile noch einmal getrimmt und zur Entfernung eventuell vorhandener Verzunderungen gesandstrahlt.

[0007] Beim direkten Verfahren wird ebenfalls eine Platine aus einem Stahlblechband herausgestanzt, allerdings findet hier keine Vorverformung statt, sondern die Platine wird direkt dem Ofen zugeführt. Nach der Wärmebehandlung wird die heiße Platine der Presse zugeführt und in einem indirekt wassergekühlten Werkzeug verformt und gleichzeitig pressgehärtet. Anschließend werden die geformten Bauteile noch einmal erforderlichenfalls getrimmt.

[0008] Für beide Verfahren haben sich aus Gründen

der Prozesssicherheit und der Wirtschaftlichkeit sogenannte Rollenherdöfen durchgesetzt. Als eine alternative Ofenbauform kann beispielsweise der Hubbalkenofen genannt werden, bei dem die Metallteile mittels Hubbalken durch den Ofen transportiert werden. Auch Mehrlagenkammeröfen finden zunehmend Bedeutung.

[0009] Da die Bauteile beim indirekten Prozess vorgeformt sind, müssen sie auf Grund ihrer komplexen Form auf Warenträgern durch den Ofen gefördert bzw. in die Ofenkammer verbracht werden. Weiterhin sind Durchlauföfen für dieses Verfahren üblicherweise mit Ein- und Auslaufschleusen ausgerüstet, da beim indirekten Verfahren unbeschichtete Bauteile wärmebehandelt werden müssen. Um eine Verzunderung der Bauteiloberfläche zu vermeiden, muss ein solcher Ofen mit Schutzgas betrieben werden. Diese Ein- und Auslaufschleusen dienen zur Vermeidung des Lufteintrittes in den Ofen. Kammeröfen für dieses Verfahren können ebenfalls mit einer Schleuse ausgerüstet sein. Es ist bei dieser Ofenbauform aber auch möglich, die Atmosphäre in der Ofenkammer für jeden Zyklus auszutauschen. Durchlauföfen für dieses Verfahren müssen mit einem Warenträger-Rückfördersystem ausgestattet werden, um den Kreislauf der Warenträger zu gewährleisten. In diesen Öfen werden keramische Förderrollen eingesetzt. Nur die Ein- und Auslauftische sowie der Warenträgerückförderer sind mit metallischen Förderrollen ausgestattet.

[0010] Bei Durchlauföfen für das direkte Verfahren entfällt der Einsatz von Warenträgern. Daher ist die Konstruktion etwas einfacher als die der Durchlauföfen für den indirekten Prozess. Statt mittels Warenträger befördert zu werden, werden die Platinen beim direkten Verfahren unmittelbar auf keramische Förderrollen aufgelegt und durch den Ofen gefördert. Diese Öfen können mit und ohne Schutzgas betrieben werden. Auch hier ist das Ofengehäuse serienmäßig gasdicht geschweißt. Ein weiterer Vorteil dieser Bauart ist in dem positiven Effekt der Förderrolle auf die gleichmäßige Erwärmung der zu behandelnden Metallteile zu sehen: Die durch die Ofenheizung mit aufgewärmten ortsfesten Rollen erwärmen über Strahlung und Wärmeleitung das auf ihnen transportierte und daher mit ihnen in Kontakt stehende Metallteil zusätzlich auf. Darüber hinaus sind diese Öfen mit einem deutlich niedrigeren Energieeinsatz zu betreiben, da es keine Warenträger gibt, die auf dem Rücktransport nach dem Ofendurchlauf auskühlen können und daher im Ofen bei einem erneuten Durchlauf wieder mit aufgeheizt werden müssen. Das direkte Verfahren wird daher mit der Verwendung von Durchlauföfen bevorzugt verwendet.

[0011] Die im Fahrzeugbau verwendeten Bleche sollen möglichst nicht rosten. Auch soll eine Verzunderung während des Bearbeitungsprozesses vermieden werden, da solche Verzunderungen zur Weiterverarbeitung, spätestens vor dem Schweiß- oder Lackierprozess, aufwändig und kostspielig entfernt werden müssen. Da unbehandelte Stahlbleche aber bei den beim Presshärten erforderlichen hohen Temperaturen unter Anwesenheit

von Sauerstoff unweigerlich verzundern würden, ist es üblich, beschichtete Bleche zu verwenden und / oder den Wärmebehandlungsprozess bei Abwesenheit von Sauerstoff durchzuführen.

[0012] Üblicherweise werden für pressgehärtete Bauteile für die Automobilindustrie Aluminium-Silizium-(Al-Si-)beschichtete Bleche verwendet. Die Beschichtung verhindert das Rosten der Bleche, ebenso wie ein Verzundern der heißen Bleche auf dem Transfer von dem Ofen zur Presse. Das Al-Si des Überzugs diffundiert bei der Aufheizung der Platine auf Härtetemperatur in die Stahloberfläche und schützt den Grundwerkstoff gegen Verzunderung. Als Grundwerkstoff kommen neuerdings borlegierte Vergütungsstähle, wie beispielsweise 22MnB5 (Werkstoffnummer 1.5528) oder 30MnB5 (Werkstoffnummer 1.5531), zum Einsatz.

[0013] Ein großer Nachteil des direkten Presshärtens in den oben beschriebenen Rollenherdöfen liegt darin begründet, dass Al-Si-beschichtete Platinen direkt auf die keramischen Förderrollen aufgelegt werden, und es dadurch zu starken thermochemischen Reaktionen zwischen der Al-Si-Beschichtung und den keramischen Rollen kommt. Ein weiterer großer Nachteil des beschriebenen Verfahrens liegt in der Zykluszeit, da die überwiegende Ofenzeit dazu gebraucht wird, das Al-Si auf der Oberfläche zu schmelzen und in die Substratoberfläche zu diffundieren, damit die gewünschten Schweiß-, Korrosions- und Lackhaftseigenschaften erreicht werden.

[0014] Bei den derzeit in Rollenherdöfen im Einsatz befindlichen Rollen handelt es sich um Hohlrollen aus dem Werkstoff Sinter-Mullit ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) und Vollrollen aus Quarzglas. Die Quarzglas-Rollen bestehen zu über 99 % aus SiO_2 und haben eine Anwendungsgrenze von ca. 1100°C mit dem Nachteil, dass sie sich bei ca. 700°C bis 800°C durch das Eigengewicht verbiegen. Rollen aus Sinter-Mullit können belastet bis 1350°C eingesetzt werden, ohne dass es zu signifikanten Verbiegungen kommt. Der große Vorteil beider Werkstoffe ist die hohe Temperaturwechselbeständigkeit. Allerdings haben beide Werkstoffe eine sehr hohe Affinität, mit geschmolzenem Aluminium zu unterschiedlichen Aluminium-Silikat oder gar Silizid-Verbindungen zu reagieren. Durch die Al-Si-Beschichtung kommt es während der Erwärmung auf die zur Diffusion erforderlichen circa 930°C zu einem Durchschreiten einer schmelzflüssigen Phase der Beschichtung bei circa 670°C . Die kurzzeitige Schmelze der Beschichtung hat sich als sehr aggressiv auf die Ofenrollen herausgestellt und zerstört diese unter ungünstigen Umständen innerhalb weniger Tage.

[0015] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, bei dem Aluminium-Silizium in eine Oberfläche einer Stahlblechbahn eindiffundierbar ist und wobei aus der so behandelten Stahlblechbahn ein im Presshärtungsverfahren formgehartetes Stahlblechbauteil herstellbar ist, wobei die beschriebenen Nachteile vermieden werden.

[0016] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des unabhängigen An-

spruches 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen des Verfahrens ergeben sich aus den Unteransprüchen 2 bis 8. Die Aufgabe wird ferner durch eine Vorrichtung nach Anspruch 9 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen der Vorrichtung ergeben sich aus den Unteransprüchen 10 bis 16.

[0017] Das Erfindungsgemäße Verfahren zum Eindiffundieren von Al-Si in eine Oberfläche einer Al-Si-beschichteten Stahlblechbahn zeichnet sich durch die folgenden Schritte aus:

Zunächst wird die Stahlblechbahn einem auf Diffusionstemperatur aufheizbaren Ofen zugeführt und anschließend durch den auf Diffusionstemperatur aufgeheizten Ofen berührungslos hindurchgeführt. Dabei wird die Stahlblechbahn auf Diffusionstemperatur aufgeheizt, wobei Al-Si in eine Oberfläche der Stahlblechbahn eindiffundiert. Gleichzeitig diffundiert auch Eisen aus dem Stahlblechsubstrat in die Al-Si-Schicht auf der Oberfläche der Stahlblechbahn ein. Es entsteht eine hochschmelzende Aluminium-Silizium-Eisen-Legierung an der Oberfläche der Stahlblechbahn. Anschließend wird die Stahlblechbahn mit einer Geschwindigkeit von weniger als circa 25K/sec abgekühlt, so dass ein Ferrit-/Perlitgefüge entsteht.

Dabei entsteht eine behandelte Stahlblechbahn, aus der in einem späteren Prozessschritt ein mittels Presshärtungsverfahren formgehartetes Stahlblechbauteil herstellbar ist. Beispielsweise kann in einem Stanzverfahren zunächst eine Stahlblechplatte aus der behandelten weichen Stahlblechbahn geschnitten werden,

die dann für das Presshärtungsverfahren beispielsweise in einem üblichen Rollenherdofen auf Martensitbildungstemperatur aufgeheizt werden kann, ohne dass es zu einer flüssigen Phase des Al-Si und damit zu einer die Rollen des Rollenherdofens schädigenden Reaktion kommt.

[0018] In einer vorteilhaften Ausführungsform des Verfahrens wird Al-Si in beide Oberflächen einer beidseitig mit Al-Si beschichteten Stahlblechbahn eindiffundiert.

[0019] Vorteilhafterweise wird die Stahlblechbahn direkt von einem ersten Stahlblechcoil entnommen. Dabei entspricht die Coilform der üblichen Lieferform von Stahlblechbahnen.

[0020] Weiterhin hat es sich als vorteilhaft erwiesen, dass die Stahlblechbahn nach der Durchführung durch den Ofen und langsamen Abkühlen auf eine Temperatur, bei der sich weiches Ferrit-/Perlit-Gefüge bildet, zu einem zweiten Stahlblechcoil aufgewickelt wird. Durch die Aufwicklung lässt sich das Eindiffundieren des Al-Si von dem nächsten Prozessschritt, beispielsweise dem Ausstanzen von Platinen, entkoppeln, so dass Zykluszeiten nicht aufeinander abgestimmt werden müssen. Die in dem erfinderischen Verfahren vorbehandelte Stahlblechbahn kann aber alternativ auch sogleich weiterverarbeitet wer-

den, wobei die Aufwicklung zu einem zweiten Stahlblech-coil entfallen kann.

[0021] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform wird die Stahlblechbahn in einem ersten Ofenteil auf Diffusionstemperatur aufgeheizt. Nach Erreichen der erforderlichen Diffusionszeit und einem eventuellen Schlussglühen zum Erreichen bestimmter gewünschter physikalischer Parameter wird die Stahlblechbahn in einem zweiten Ofenteil desselben Ofens nach dem Eindiffundieren des Al-Si in eine Oberfläche der Stahlblechbahn auf eine Temperatur abgekühlt, bei der sich Ferrit-/Perlitgefüge bildet. Dabei beträgt die Abkühlgeschwindigkeit weniger als 25K/sec. Somit wird ein späteres Zuschneiden der Einzelplatinen im Stanzverfahren möglich. Zum besseren Handling kann die Stahlblechbahn anschließend schnell auf eine Handlingstemperatur weiter abgekühlt werden.

[0022] In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform wird die Stahlblechbahn auf einem Heißluftkissen berührungsfrei durch den Ofen geführt. Dabei kann die Heißluft ebenfalls Diffusionstemperatur aufweisen, so dass Al-Si in beide Oberflächen der Stahlblechbahn eindiffundiert wird. Auf dem Heißluftkissen schwebt die Stahlblechbahn dabei berührungslos durch den Ofen, so dass keine schädigende Reaktion des aufgeschmolzenen Al-Si mit Trageinrichtungen, wie beispielsweise Rollen oder Hubbalken, stattfinden kann.

[0023] In einer alternativen Ausführungsform wird die Stahlblechbahn mittels Aufbringens einer Zugkraft durch den Ofen geführt. Die Zugkraft kann dabei über das Abzugsmittel, beispielsweise eine angetriebene zweite Haspel, auf der die behandelte Stahlblechbahn zu einem Coil aufgewickelt werden kann, in Verbindung mit einer gebremsten ersten Haspel, von der die unbehandelte Al-Si-beschichtete Stahlblechbahn von einem Coil abgewickelt wird, aufgebracht werden. Die Stahlblechbahn folgt dabei einer Seillinie durch den Ofen, wobei sie beispielsweise zwischen dem Abwickelpunkt von der ersten Haspel und dem Aufwickelpunkt auf der zweiten Haspel in Abhängigkeit von der aufgetragenen Zugkraft und dem Abstand des Abwickel- von dem Aufwickelpunkt durchhängt. Dabei kann auf die Vorrichtung zur Erzeugung eines Heißluftkissens verzichtet werden. Dieses Seilzugverfahren kann aber auch mit dem Heißluftkissen kombiniert werden. Dies ist besonders dann von Vorteil, wenn beispielsweise aus Gründen des schnelleren Durchfahrens des Ofens bei gleichzeitiger Konstanthaltung der Diffusionszeit und einer eventuellen Schlussglühzeit und der langsamen Abkühlung mit einer Abkühlgeschwindigkeit von unter 25K/sec auf eine Temperatur, bei der sich Ferrit-/Perlitgefüge bildet, die Ofenlänge länger gewählt wird. Bei einer größeren Ofenlänge muss die auf die Stahlblechbahn aufgetragene Zugkraft vergrößert werden. Bei der Kombination mit dem Heißluftkissen kann die Zugkraft hingegen verringert werden.

[0024] In einer weiteren besonders vorteilhaften Ausführungsform ist der Ofen im Wesentlichen vertikal angeordnet. Dabei wird die Stahlblechbahn vorteilhafter-

weise von oben nach unten durch den Ofen geführt. Diese Durchführungsrichtung weist Vorteile bezüglich der Temperaturführung auf, da der erste Ofenbereich mit der höheren Diffusionstemperatur auf diese Weise oberhalb des zweiten Ofenbereichs mit der niedrigeren Temperatur, bei der sich ein ferritisches/perlitisches Gefüge bildet, angeordnet ist. Es ist aber auch möglich, die Durchführungsrichtung der Stahlblechbahn von unten nach oben zu wählen.

[0025] Die erfinderische Vorrichtung zum Eindiffundieren von Al-Si in eine Oberfläche einer Al-Si-beschichteten Stahlblechbahn ist dadurch gekennzeichnet, dass die

Vorrichtung einen Ofen aufweist, wobei der Ofen einen auf Diffusionstemperatur aufheizbaren ersten Bereich aufweist, wobei die Al-Si-beschichteten Stahlblechbahn berührungslos durch den Ofen hindurchführbar ist. Aus der so behandelten Stahlblechbahn ist ein im Presshärteverfahren formgehärtetes Stahlblechbauteil herstellbar.

[0027] In einer vorteilhaften Ausführungsform weist der Ofen eine Vorrichtung zur Erzeugung eines Heißluftkissens auf, auf dem die Stahlblechbahn berührungslos durch den Ofen hindurchführbar ist. Dabei kann die Heißluft ebenfalls Diffusionstemperatur aufweisen, so dass Al-Si in beide Oberflächen der Stahlblechbahn eindiffundierbar ist. Auf dem Heißluftkissen schwebt die Stahlblechbahn dabei berührungslos durch den Ofen, so dass keine schädigende Reaktion von aufgeschmolzenem Al-Si an Trageinrichtungen, wie beispielsweise Rollen oder Hubbalken, stattfinden kann.

[0028] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform weist der Ofen als Vorrichtung zur Erzeugung eines Heißluftkissens eine Heißluftdüse auf.

[0029] In einer alternativen Ausführungsform weist der Ofen eine Vorrichtung zur Aufbringung einer Zugkraft auf die Stahlblechbahn zum berührungslosen Hindurchführen der Stahlblechbahn durch den Ofen auf. Dabei wird die Stahlblechbahn so unter Spannung gehalten, dass sie zumindest nicht soweit durchhängt, dass sie den Ofen berührt. Der Seilzug kann aber auch mit dem Heißluftkissen kombiniert werden. Dies ist besonders dann von Vorteil, wenn der Ofen zu lang ist, so dass die Stahlblechbahn trotz der aufgetragenen Zugkraft zu weit durchhängen würde. Dabei kann bei der Kombination von Heißluftkissen und Seilzug die Zugkraft auch verringert werden, so dass keine oder nur geringe Spannungen in die Stahlblechbahn eingebracht werden.

[0030] In einer weiteren besonders vorteilhaften Ausführungsform ist der Ofen im Wesentlichen vertikal angeordnet. Dabei ist die Al-Si-beschichtete Stahlblechbahn berührungslos von oben nach unten durch den Ofen hindurchführbar, ohne dass es eines Heißluftkissens oder eines Seilzugs bedarf. Trotzdem kann auch diese Ausführungsform sowohl mit dem Aufbringen einer Zugkraft und/oder einem Heißluftkissen kombiniert werden, wobei das Heißluftkissen auch beidseitig der Stahlblechbahn vorliegen kann.

[0031] Es hat sich weiterhin als vorteilhaft erwiesen, wenn der Ofen weiterhin einen in Durchführungsrichtung der Stahlblechbahn hinter dem ersten Ofenbereich angeordneten zweiten Ofenbereich aufweist, wobei die Stahlblechbahn während des Hindurchführens durch den zweiten Ofenbereich mit einer Geschwindigkeit von weniger als 25K/sec auf eine Temperatur abkühlbar ist, bei der sich weiches ferritisches / perlitisches Gefüge bildet. Durch das Vorsehen des zweiten Ofenbereichs lässt sich die Stahlblechbahn auf eine solche Temperatur abkühlen, wobei die Abkühlgeschwindigkeit von weniger als 25 K/sec prozesssicher eingehalten werden kann. Dabei bildet sich weiches Ferrit/Perlitgefüge, womit ein späteres Zuschneiden der Einzelplatinen im Stanzverfahren möglich wird.

[0032] In einer vorteilhaften Ausführungsform weist die Vorrichtung weiterhin eine Zuführungseinrichtung zum Zuführen der Stahlblechbahn zu dem Ofen und eine Abzugsvorrichtung zum Abziehen der Stahlblechbahn aus dem Ofen auf. Dabei kann von der Zuführungs- und der Abzugsvorrichtung eine Spannung auf die Stahlblechbahn aufgebracht werden, so dass sie bei im Wesentlichen waagerechter Ofenanordnung nicht zu sehr durchhängt sowie die Zugkraft die Reißfestigkeit einer Seillinie folgend nicht überschreitet.

[0033] Es hat sich weiterhin als vorteilhaft erwiesen, wenn die Zuführungseinrichtung eine erste Haspel und die Abzugsvorrichtung eine zweite Haspel aufweist. Dabei kann ein Coil als übliche Lieferform von Stahlblechbändern auf die erste Haspel aufgespannt werden. Die zweite Haspel kann das vorbehandelte Stahlblechband wieder als Coil aufwickeln. Die zweite Haspel kann auch entfallen, wenn das vorbehandelte Stahlblechband sogleich weiterverarbeitet, beispielsweise einer Stanzvorrichtung zugeführt, werden soll. Um diffusible Wasserstoffbildung zu minimieren, kann der Ofen mit niedrigem Taupunkt von -70°C bis +10°C, insbesondere von circa +5°C bis +10°C betrieben werden.

[0034] Weitere Vorteile, Besonderheiten und zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Darstellung bevorzugter Ausführungsbeispiele anhand der Abbildungen.

[0035] Von den Abbildungen zeigt:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung in Waagerechtausführung

Fig. 2 eine erfindungsgemäße Vorrichtung in Vertikalausführung

[0036] **Fig. 1** zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung in Waagerechtausführung. Die Vorrichtung weist eine erste Haspel 210 mit einem sich darauf befindlichen ersten Stahlblechcoil 310 auf. Das erste Stahlblechcoil 310 besteht aus einer aufgewickelten Al-Si-beschichteten Stahlblechbahn 300 in Bandform. Durch Drehen der ersten Haspel 210 im Uhrzeigersinn wird das Stahlband

300 abgewickelt und dem Ofen 100 zugeführt. Dabei kann eine Zuführungseinrichtung neben der ersten Haspel 210 weiterhin Führungsrollen (nicht gezeigt) aufweisen. Der Ofen 100 weist einen ersten Ofenbereich 110 auf, der auf eine Temperatur aufgeheizt ist, bei der das Al-Si der Beschichtung in die Oberfläche der Stahlblechbahn 300 eindiffundiert. Gleichzeitig diffundiert aus Eisen aus dem Stahlblechsubstrat in das Al-Si. Es entsteht eine hochschmelzende Aluminium-Silizium-Eisen-Legierung an der Oberfläche der Stahlblechbahn. Dabei geschieht die Aufheizung des Ofens über die Heizungen 150 und ein Heißluftkissen 165, das über Heißluftdüsen 160 unter der Stahlblechbahn erzeugt wird. Die Stahlblechbahn 300 schwebt auf dem Heißluftkissen 165 durch den Ofen 100, ohne diesen zu berühren. Weitere Trag- oder Führungselemente, wie beispielsweise Rollen oder dergleichen, sind nicht erforderlich. Dadurch kann keine schädigende Reaktion von aufgeschmolzenem Al-Si mit diesen Trag- und/oder Führungselementen stattfinden. Bei den Heizungen 160 handelt es sich um Gasbrenner. Es sind aber auch beispielsweise elektrische Infrarotheizungen oder Heißluftheizungen denkbar. Die Länge des ersten Ofenbereichs ist in Abhängigkeit der Durchführungsgeschwindigkeit der Stahlblechbahn 300 so bemessen, dass die Stahlblechbahn auf die Diffusionstemperatur von beispielsweise 930 °C bis 950 °C aufgeheizt wird und die erforderliche Diffusionszeit auf dieser Temperatur verbleibt. Ebenfalls ist eine eventuelle Schlussglühzeit bei der Längenbemessung des ersten Ofenbereichs 110 berücksichtigt. In Durchführungsrichtung der Stahlblechbahn folgt ein zweiter Ofenbereich 120 dem ersten Ofenbereich 110. Die Temperaturführung in dem zweiten Ofenbereich 120 und Länge des zweiten Ofenbereichs 120 sind so bemessen, dass die Stahlblechbahn mit einer Abkühlgeschwindigkeit von weniger als 25 K/sec in den Temperaturbereich von Ferrit-/Perlitgefüge abgekühlt wird, damit anschließend eine Platine aus der Stahlblechbahn ausgestanzt werden kann.

[0037] An den zweiten Ofenbereich 120 schließt sich eine Abzugsvorrichtung mit einer zweiten Haspel 220 an. Die zweiten Haspel 220 dreht sich ebenfalls im Uhrzeigersinn, wodurch die vorbehandelte Stahlblechbahn wieder zu einem zweiten Coil 320 aufgewickelt wird. Eine Abzugsvorrichtung kann neben der zweiten Haspel 220 weiterhin Führungsrollen (nicht gezeigt) aufweisen.

[0038] **Fig. 2** zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung in Vertikalausführung. Der Ofen 100 ist als Turm in im Wesentlichen vertikaler Richtung ausgeführt. Die Stahlblechbahn 300 wird von oben nach unten durch den Ofen 100 hindurchgeführt. Durch die vertikale Bauweise sind keine Maßnahmen wie das Vorsehen von Heißluftkissen oder Seilzugvorrichtungen erforderlich, um die Stahlblechbahn berührungslos durch den Ofen 100 hindurch zu führen. Die Durchführungsrichtung von oben nach unten erleichtert die Temperaturführung im Ofen, da sich der kühlere zweite Ofenbereich 120 unterhalb des auf Diffusionstemperatur aufgeheizten ersten Ofenbereichs 110 befindet. Da ein Heißluftkissen 165 nicht

benötigt wird, sind zur homogenen Aufheizung beider Oberflächen des Stahlblechbands 300 auf beiden Seiten des Ofens 100 Heizungen 150 vorgesehen. Diese können wie im Fall der waagerechten Anordnung beispielsweise als Gasbrenner oder als Heißluftheizungen oder

beispielsweise elektrische Strahlungsheizungen ausgeführt werden.

[0039] Zuführungs- und Abzugseinrichtung für das Stahlblechband 300 sind analog der waagerechten Ausführungsform aufgebaut.

[0040] Die hier gezeigten Ausführungsformen stellen nur Beispiele für die vorliegende Erfindung dar und dürfen daher nicht einschränkend verstanden werden. Alternative durch den Fachmann in Erwägung gezogene Ausführungsformen sind gleichermaßen vom Schutzbereich der vorliegenden Erfindung umfasst.

Bezugszeichenliste:

[0041]

100	Ofen
110	erster Ofenbereich
120	zweiter Ofenbereich
150	Heizung
160	Heißluftdüse
165	Heißluftkissen
210	erste Haspel
220	zweite Haspel
300	Stahlblechbahn
310	erstes Stahlblechcoil
320	zweites Stahlblechcoil

Patentansprüche

1. Verfahren zum Eindiffundieren von Al-Si in eine Oberfläche einer Al-Si-beschichteten Stahlblechbahn (300), wobei aus der behandelte Stahlblechbahn (300) ein im Presshärteverfahren formgehärtete Stahlblechbauteil herstellbar ist, **gekennzeichnet durch die Schritte**,
 - a. Zuführen der Stahlblechbahn (300) zu einem auf Diffusionstemperatur aufheizbaren Ofen (100);
 - b. Berührungsloses Durchführen der Al-Si-beschichteten Stahlblechbahn (300) **durch** den

auf Diffusionstemperatur aufgeheizten Ofen (100), dabei Aufheizen der Stahlblechbahn (300) auf Diffusionstemperatur und Eindiffundieren des Al-Si in eine Oberfläche der Stahlblechbahn (300);

c. Abkühlen der Stahlblechbahn (300) mit in eine Oberfläche eindiffundiertem Al-Si mit einer Geschwindigkeit von weniger als circa 25K/sec auf unter Martensitbildungstemperatur.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Stahlblechbahn (300) beidseitig mit Al-Si beschichtet ist und Al-Si in beide Oberflächen eindiffundiert.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Stahlblechbahn (300) von einem ersten Stahlblechcoil (310) entnommen wird.
4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Stahlblechbahn (300) nach der Durchführung durch den Ofen (100) und Abkühlen in den Temperaturbereich von Ferrit-/Perlitgefüge zu einem zweiten Stahlblechcoil (320) aufgewickelt wird.
5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Stahlblechbahn (300) in einem ersten Ofenteil (110) auf Diffusionstemperatur aufgeheizt wird und in einem zweiten Ofenteil (120) desselben Ofens nach dem Eindiffundieren des Al-Si in eine Oberfläche der Stahlblechbahn (300) mit einer Abkühlungsgeschwindigkeit von weniger als 25K/sec in den Temperaturbereich von Ferrit-/Perlitgefüge abgekühlt wird.
6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Stahlblechbahn (300) auf einem Heißluftkissen (165) berührungsfrei durch den Ofen (100) geführt wird.
7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Stahlblechbahn (300) mittels Aufbringens einer Zugkraft durch den Ofen (100) geführt wird.
8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Ofen (100) im Wesentlichen vertikal angeordnet ist und die Stahlblechbahn (300) von oben nach unten durch den Ofen (100) geführt wird.
9. Vorrichtung zum Eindiffundieren von Al-Si in eine Oberfläche einer Al-Si-beschichteten Stahlblech-

bahn (300), wobei aus der behandelte Stahlblechbahn (300) eine im Presshärteverfahren form- und härtbare Stahlblechplatte herstellbar ist,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Vorrichtung einen Ofen (100) aufweist, wobei der Ofen (100) einen auf Diffusionstemperatur aufheizbaren ersten Bereich (110) aufweist, wobei die Al-Si-beschichteten Stahlblechbahn (300) berührungslos durch den Ofen (100) hindurchführbar ist. 5 10

10. Vorrichtung nach Anspruch 9,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Ofen (100) eine Vorrichtung zur Erzeugung eines Heißluftkissens (165) aufweist, auf dem die Stahlblechbahn (300) berührungslos durch den Ofen (100) hindurchführbar ist. 15

11. Vorrichtung nach Anspruch 10,

dadurch gekennzeichnet, 20

dass der Ofen (100) eine Heißluftdüse 160 zur Erzeugung eines Heißluftkissens (165) aufweist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11,

dadurch gekennzeichnet, 25

dass der Ofen (100) eine Vorrichtung zur Aufbringung einer Zugkraft auf die Stahlblechbahn (300) zum berührungslosen Hindurchführen der Stahlblechbahn (300) durch den Ofen (100) aufweist. 30

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Ofen (100) im Wesentlichen vertikal angeordnet ist, wobei die Al-Si-beschichtete Stahlblechbahn (300) berührungslos von oben nach unten hindurchführbar ist 35

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 13,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Ofen (100) weiterhin einen in Durchführungsrichtung der Stahlblechbahn (300) hinter dem ersten Ofenbereich (110) angeordneten zweiten Ofenbereich (120) aufweist, wobei die Stahlblechbahn (100) während des Hindurchführens durch den zweiten Ofenbereich (120) mit einer Geschwindigkeit von weniger als 25K/sec in den Temperaturbereich von Ferrit-/Perlitgefüge abkühlbar ist. 40 45

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 14,

dadurch gekennzeichnet, 50

dass die Vorrichtung weiterhin eine Zuführungseinrichtung zum Zuführen der Stahlblechbahn (300) zu dem Ofen (100) und eine Abzugsvorrichtung (220) zum Abziehen der Stahlblechbahn (300) aus dem Ofen (100) aufweist. 55

16. Vorrichtung nach Anspruch 15,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Zuführungseinrichtung eine erste Haspel (210) und die Abzugsvorrichtung (220) eine zweite Haspel (220) aufweist.

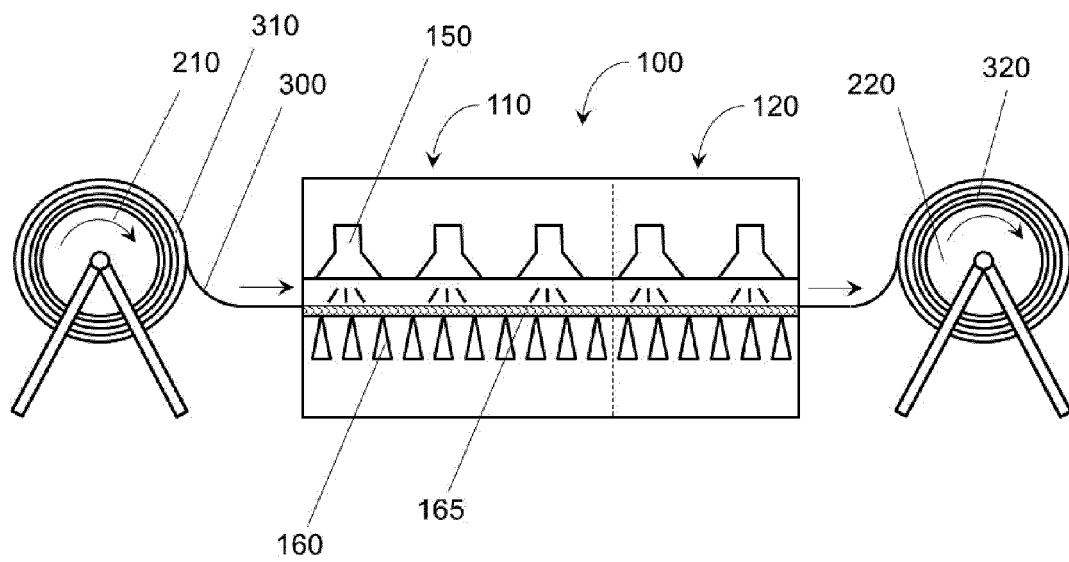


Fig. 1

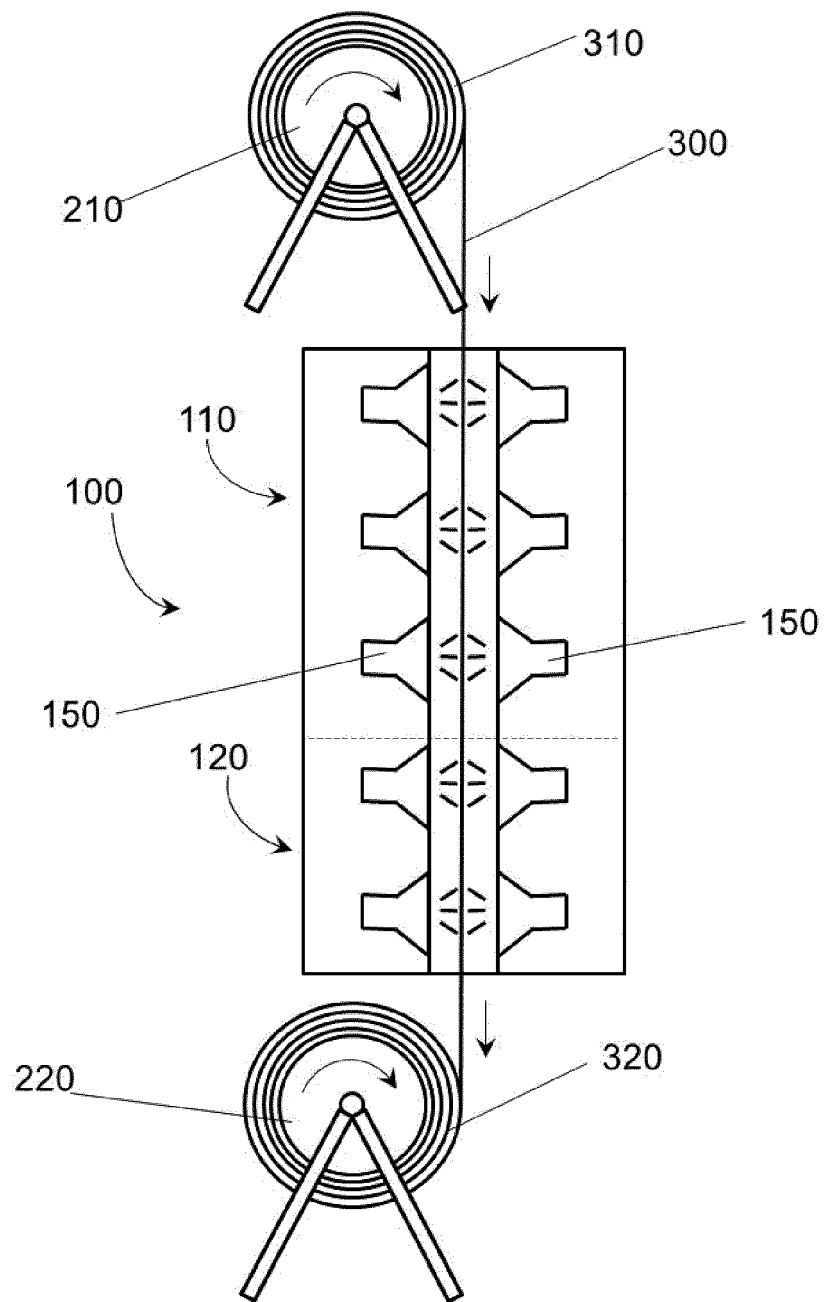


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 13 17 3619

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 103 03 228 B3 (KRAMER CARL [DE]) 15. April 2004 (2004-04-15) * Ansprüche 1,4,15; Abbildungen 1,2 * -----	9-16	INV. C23C10/28 C21D9/573 C21D9/63
A	WO 93/23247 A1 (ROLLS ROYCE PLC [GB]; SERMATECH INT INC [US]; MEELU MEHAR C [GB]; JONE) 25. November 1993 (1993-11-25) * Ansprüche 11-14 *	1	C23C10/52 C23C10/60 C23C12/00 C23C12/02
A	US 5 922 409 A (MCMORDIE BRUCE G [US] ET AL) 13. Juli 1999 (1999-07-13) * Ansprüche 1,5,8 * -----	1	F27B9/02 F27B9/10 F27B9/28
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			C23C C21D F27B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 13. September 2013	
		Prüfer Chalaftris, Georgios	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 13 17 3619

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

13-09-2013

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10303228 B3	15-04-2004	AT 332983 T	15-08-2006
		DE 10303228 B3	15-04-2004
		EP 1443120 A1	04-08-2004
		US 2004154182 A1	12-08-2004
WO 9323247 A1	25-11-1993	CA 2112229 A1	25-11-1993
		DE 69325558 D1	12-08-1999
		DE 69325558 T2	28-10-1999
		EP 0596099 A1	11-05-1994
		JP 3394254 B2	07-04-2003
		JP H07507839 A	31-08-1995
		US 5547770 A	20-08-1996
		WO 9323247 A1	25-11-1993
US 5922409 A	13-07-1999	CA 2184181 A1	31-08-1995
		DE 69522440 D1	04-10-2001
		DE 69522440 T2	11-07-2002
		EP 0748394 A1	18-12-1996
		JP 3642529 B2	27-04-2005
		JP H09509697 A	30-09-1997
		US 5650235 A	22-07-1997
		US 5922409 A	13-07-1999
		WO 9523243 A2	31-08-1995

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82