(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 570 503 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
21.06.2017 Patentblatt 2017/25

(21) Anmeldenummer: **12181212.7**

(22) Anmeldetag: **21.08.2012**

(51) Int Cl.:
C23C 2/28 *(2006.01)* ***C21D 1/76*** *(2006.01)*
C21D 9/46 *(2006.01)* ***C22C 38/02*** *(2006.01)*
C22C 38/04 *(2006.01)* ***C22C 38/06*** *(2006.01)*
C22C 38/14 *(2006.01)* ***C22C 38/22*** *(2006.01)*
C22C 38/28 *(2006.01)* ***C22C 38/32*** *(2006.01)*
C22C 38/38 *(2006.01)* ***C23C 2/26*** *(2006.01)*
C23C 8/10 *(2006.01)*

(54) **Verfahren sowie Vorrichtung zur Erwärmung einer vorbeschichteten Platine aus Stahl**

Method and device for heating a pre-coated steel circuit board

Procédé et dispositif de chauffage d'une platine préenduite en acier

(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

(30) Priorität: **15.09.2011 DE 102011053634**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.03.2013 Patentblatt 2013/12

(73) Patentinhaber: **Benteler Automobiltechnik GmbH**
33102 Paderborn (DE)

(72) Erfinder:
- **Steins, Christoph**
  33168 Lichtenau (DE)
- **Rode, Matthias**
  33161 Hövelhof (DE)
- **Pellmann, Markus**
  48336 Sassenberg (DE)
- **Bake, Karsten**
  33129 Delbrück (DE)
- **Hielscher, Dr. Christian**
  33129 Delbrück (DE)

(74) Vertreter: **Griepenstroh, Jörg**
Bockermann Ksoll
Griepenstroh Osterhoff
Patentanwälte
Bergstrasse 159
44791 Bochum (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 2 636 639
DE-A1-102007 038 215
US-A1- 2007 163 685

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 2 570 503 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erwärmung einer vorbeschichteten Platine aus Stahl für die Herstellung eines warmgeformten Bauteils gemäß den Merkmalen im Oberbegriff von Patentanspruch 1 sowie eine Vorrichtung zur Erwärmung einer vorbeschichteten Platine aus Stahl für die Herstellung eines warmgeformten Bauteils gemäß den Merkmalen im Oberbegriff von Patentanspruch 4.

[0002] Die Herstellung warmgeformter Bauteile basiert auf der plastischen Umformung zumeist flächiger Halbzeuge. Gegenüber der Kaltumformung bei Raumtemperatur trägt die vorherige Erwärmung insbesondere metallischer Halbzeuge dazu bei, dass diese keine unerwünschte Verfestigung mit verminderter Zähigkeit im Umformbereich erhalten. Darüber hinaus erleichtert die Erwärmung insgesamt die gezielte Formänderung des Halbzeugs, da durch die im erwärmten Zustand herabgesetzten Festigkeiten des verwendeten Werkstoffs etwaige Scher- oder Trennbrüche weitestgehend verhindert werden.

[0003] Insbesondere in der Automobilindustrie bilden Platinen aus Stahl die Grundlage zur Fertigung von Karosserie- oder Strukturbauteilen. Neben dem erforderlichen Schutz vor Korrosion entsteht dabei aus ökologischer sowie ökonomischer Sicht ein zunehmender Bedarf an hochfesten Bauteilen, welche ein sehr günstiges Verhältnis von Festigkeit zu Gewicht aufweisen. Deren mechanische Widerstandsfähigkeit lässt sich in bekannter Weise erhöhen, indem das Material durch Erwärmen und anschließendes rasches Abkühlen gehärtet wird. Die hierfür ursächliche Positionsänderung der Kohlenstoffatome im Metallgitter beginnt mit Erreichen der Austenitisierungstemperatur, wobei die nachfolgende Abkühlung zu einem martensitischen Härtegefüge führt und damit die Festigkeit des umgeformten Bauteils deutlich erhöht. Die hierfür erforderliche Abkühlgeschwindigkeit ist abhängig von der jeweils verwendeten Legierung.

[0004] Im Zusammenhang mit der Verwendung dünnwandiger Platinen aus Stahl haben sich das wirtschaftliche Form- oder Presshärten als Verfahren zur Warmumformung von Blechen etabliert. Hierbei wird die erwärmte Platine in ein formgebendes Werkzeug eingelegt, in welchem sie umgeformt und durch Abkühlung gehärtet wird. Um ein Entkohlen und Oxidieren des Stahls während der Erwärmung zu verhindern, kann diese in einer kontrollierten Atmosphäre, beispielsweise unter Stickstoff, erfolgen. Demgegenüber kann die Erwärmung auch in Umgebungsluft stattfinden, sofern die Platine vor ihrer Erwärmung eine geeignete Beschichtung erhält.

[0005] Durch die US 2007/163685 A1 ist ein Verfahren zur Erwärmung einer vorbeschichteten Platine aus Stahl für die Herstellung eines warmgeformten Bauteils bekannt, wobei die mit einer Beschichtung versehene Platine in einem Ofen erwärmt wird und die Atmosphäre innerhalb des Ofens durch die Zufuhr vorbehandelter Luft kontrolliert wird. Die Luft wird vorbehandelt, indem sie vor ihrer Zufuhr getrocknet wird, indem ihr Wasserstoffgehalt vorzugsweise auf unter 1 % gesenkt und der Taupunkt auf maximal 10 °C beschränkt wird.

[0006] Durch die DE 26 36 639 A1 zählt ein Wärmebehandlungsofen zum Stand der Technik. Dieser ist geeignet zur Erwärmung von vorbeschichteten Platinen aus Stahl zur Herstellung von warmgeformten Bauteilen. Der Ofen umfasst wenigstens eine Zuleitung, welche mit einem beheizbaren Innenraum des Ofens verbunden ist, wobei die Zuleitung zwischen einer Trockenanordnung, einem Verdichter und dem Innenraum des Ofens angeordnet ist. Dem Innenraum ist über die Trockenanordnung vorbehandelte Luft durch die Zuleitung hindurch zuführbar.

[0007] Aus der EP 1 013 785 B1 geht ein Verfahren zur Erwärmung einer vorbeschichteten Platine aus Stahl hervor, wobei die Beschichtung aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung, beispielsweise aus Aluminium und Silizium, besteht. Die mit der Beschichtung versehene Platine wird zunächst in einem Ofen erwärmt, wodurch zumindest bereichsweise eine intermetallische Legierungsschicht auf der Platine ausgebildet wird. Die Legierungsschicht ist dabei zwischen der Oberfläche der Platine und der auf dieser angeordneten Beschichtung ausgebildet. Die Erwärmung erfolgt auf eine Temperatur zwischen 750 °C und 1.200 °C, wobei die Atmosphäre im Innenraum des Ofens aufgrund der durch die Beschichtung gebildeten Oxidationsbarriere keine Kontrolle erfordert. Durch anschließende Kühlung des warmgeformten Bauteils werden dessen mechanische Härteeigenschaften erhöht.

[0008] Die durch die Beschichtung und insbesondere durch die gebildete intermetallische Legierung vermiedene Korrosion und Entkohlung des Stahls verhindert die Bildung von Zunder, welcher zu einer schnellen Abnutzung der formgebenden Werkzeuge führt. Darüber hinaus bildet die intermetallische Legierung insbesondere bei hohen Temperaturen eine Schmierfunktion, welche die Umformung erleichtert.

[0009] Grundsätzlich ist die als passiver Korrosionsschutz wirkende Eigenschaft von Oxiden auf der Oberfläche von Metallen bekannt. Um deren positive Eigenschaft auch auf der Oberfläche der Beschichtung zu erhalten, ist der Zutritt von Luftsauerstoff während der Erwärmung gewünscht. Demgegenüber bildet der auf natürliche Weise in Umgebungsluft enthaltende Stickstoff zusammen mit der aus Aluminium oder aus einer Legierung aus Aluminium und Silizium gebildeten Beschichtung überaus harte Ablagerungen, welche auf dem Umformwerkzeug haften bleiben. Um die Qualität der zu fertigenden Bauteile in Bezug auf deren Oberfläche nicht zu verringern, sind entsprechende Werkzeugreinigungen erforderlich. Neben den sich daraus zwangsläufig ergebenden Stillstands- sowie Rüst- und Instandhaltungszeiten verlangen die harten Ablagerungen ein Abschleifen der formgebenden Werkzeugbereiche, was deren Abnutzung deutlich erhöht. Aufgrund der erwärmten Ofenatmosphäre ist der darin enthaltende Sauerstoffanteil zumindest bereichsweise herabgesetzt, wodurch auch die Ausbildung der gewünschten Oxidschicht auf der Beschichtung zumindest einge-

schränkt ist. So kann sich die der Anhaftung der Beschichtung an dem Formwerkzeug entgegenwirkende Oxidschicht nicht vollends ausbilden, was zur zusätzlichen Entstehung der Ablagerungen beiträgt.

[0010] Des Weiteren führt die nicht voll entwickelte und sich somit zum Teil ablösende Aluminiumoxidschicht zu einer erhöhten Staubbildung, welche insbesondere bei den geführten und/oder gelagerten Bestandteilen des Umformwerkzeugs zu einem erhöhten Verschleiß durch Abrasion führt. Folglich unterliegen beispielsweise die Führungen von Schiebern sowie Bremsen des Umformwerkzeugs ebenfalls einem erhöhten Verschleiß. Aufgrund der unkontrollierten Atmosphäre innerhalb des Ofens weist dieser einen entsprechenden Wasseranteil in Form von Wasserdampf auf, welcher aus dem Austausch mit der Umgebungsluft resultiert. Die Aufspaltung des Wassers durch die thermische Belastung innerhalb des Ofens führt zu einem erhöhten Anteil an Wasserstoff, welche in unerwünschter Weise eine etwaige Wasserstoffversprödung des Stahls begünstigt. Auch die aus wirtschaftlicher Sicht vorteilhaften kleinen Öffnungen des Ofens für dessen Beschickung sowie die Entnahme bewirken, dass nur ein geringer Anteil an Luftsauerstoff in den Ofen gelangt, wodurch ebenfalls die Ausbildung der vorteilhaften Oxidschicht auf der Beschichtung eingeschränkt ist.

[0011] Im Ergebnis bietet somit die ansonsten vorteilhafte Erwärmung vorbeschichteter Platinen noch Raum für Verbesserungen.

[0012] Der Erfindung liegt, ausgehend vom Stand der Technik, die Aufgabe zugrund, ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Erwärmung einer vorbeschichteten Stahlplatine unter Ausbildung einer Legierungsschicht für die Herstellung warmgeformter Karosserie- und Strukturbauteile dahingehend zu verbessern, dass der Verschleiß des Warmformwerkzeugs durch Ablagerungen sowie Abrasion reduziert wird und eine ausreichende Oxidierung der Beschichtung bei gleichzeitig verringerter Gefahr einer Wasserstoffversprödung wirtschaftlich ermöglicht wird.

[0013] Die Lösung des verfahrensmäßigen Teils der Aufgabe besteht nach der Erfindung in einem Verfahren zu Erwärmung einer vorbeschichteten Platine aus Stahl für die Herstellung eines warmgeformten Bauteils gemäß den Merkmalen von Patentanspruch 1.

[0014] Die Lösung des gegenständlichen Teils der Aufgabe besteht nach der Erfindung in einer Vorrichtung zur Erwärmung einer vorbeschichteten Platine aus Stahl für die Herstellung eines warmgeformten Bauteils gemäß den Merkmalen von Patentanspruch 4.

[0015] Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der jeweils abhängigen Patentansprüche.

[0016] Hiernach wird zunächst ein Verfahren zur Erwärmung einer vorbeschichteten Platine aus Stahl für die Herstellung eines warmgeformten Bauteils, insbesondere für die Herstellung eines warmgeformten Karosserie- oder Strukturbauteils, aufgezeigt, wobei die mit einer Beschichtung versehene Platine in einem Ofen auf eine Temperatur von 700°C bis 950°C erwärmt wird. Durch die Erwärmung wird zumindest bereichsweise eine intermetallische Legierungsschicht auf der Platine ausgebildet. Erfindungsgemäß wird die Atmosphäre innerhalb des Ofens durch die Zufuhr vorbehandelter Luft kontrolliert, wobei die Luft vorbehandelt wird, indem sie vor ihrer Zufuhr getrocknet wird, wobei die Luft nach ihrer Trocknung auf eine Temperatur von 100°C bis 500°C erwärmt wird und die getrocknete Luft dem Ofen unter Überdruck zugeführt wird, wobei der Druck der getrockneten Luft auf einen Wert zwischen dem atmosphärischen Druck und einschließlich 8 bar eingestellt wird sowie der Taupunkt der getrockneten Luft auf einen Wert von -40°C bis -10°C eingestellt wird.

[0017] Der besondere Vorteil besteht in der Herabsetzung des Anteils von gelöstem Wasser in Form von Wasserdampf innerhalb der Ofenatmosphäre. Da somit weniger aufspaltbares Wasser in der Atmosphäre des Ofens vorliegt, wird folglich auch die Abspaltung von Wasserstoff reduziert. Durch die Herabsetzung des Anteils an Wasserstoff in der Ofenatmosphäre wird der etwaigen Wasserstoffversprödung der Stahlplatine durch in den Werkstoff eindringenden Wasserstoff reduziert. Gegenüber der Zufuhr von Stickstoff wird durch die Zufuhr von getrockneter Umgebungsluft der Anteil an Sauerstoff innerhalb der Ofenatmosphäre erhöht, wodurch die gewünschte Ausbildung der Oxidschicht auf der Beschichtung verbessert wird. Die somit gut ausgebildete Oxidschicht reduziert die Anhaftung der Beschichtung auf den formgebenden Bereichen des Umformwerkzeugs. Weiterhin wird durch die gut ausgebildete Oxidschicht deren Ablösung und die daraus resultierende Staubbildung verringert, so dass auch die damit einhergehende Abrasion bewegter sowie gelagerte Teile des Umformwerkzeugs reduziert wird.

[0018] Bei der Beschichtung handelt es sich vorzugsweise um eine Aluminiumbeschichtung, insbesondere eine Aluminium-Silizium-Beschichtung. Im Rahmen der Erfindung wird die vorbeschichtete Platine auf eine Temperatur von 700 °C bis 950 °C, insbesondere auf eine Austenitisierungstemperatur AC3, erwärmt und nach deren Umformung in dem Umformwerkzeug durch Abkühlung gehärtet. Auch wenn die Abkühlung außerhalb des Umformwerkzeugs erfolgen kann, wird die Abkühlung bevorzugt innerhalb des Umformwerkzeugs durchgeführt.

[0019] Vorzugsweise besteht die Platine aus einer Stahllegierung mit einem Kohlenstoffanteil von 0,15 Gew.-% bis 2,0 Gew.-%. Insbesondere bietet sich für die Platine eine Stahllegierung an, welche folgende Anteile ihrer Legierungspartner in Gewichtsprozenten ausgedrückt aufweist:

Kohlenstoff (C):	0,18 Gew.-% bis 0,30 Gew.-%
Silizium (Si):	0,10 Gew.-% bis 0,70 Gew.-%

(fortgesetzt)

Mangan (Mn):	1,00 Gew.-% bis 2,50 Gew.-%
Chrom (Cr):	0,10 Gew.-% bis 0,80 Gew.-%
Molybdän (Mo):	0,10 Gew.-% bis 0,50 Gew.-%
Titan (Ti):	0,02 Gew.-% bis 0,05 Gew.-%
Bor (B):	0,002 Gew.-% bis 0,005 Gew.-%
Aluminium (Al):	0,01 Gew.-% bis 0,06 Gew.-%
Schwefel (S):	maximal 0,01 Gew.-%
Phosphor (P):	maximal 0,025 Gew.-%
Rest:	Eisen, einschl. erschmelzungsbedingter Verunreinigungen

[0020] Alternativ hierzu sieht die Erfindung vor, dass die Platine beispielsweise folgende Anteile ihrer Legierungspartner aufweist:

Kohlenstoff (C):	0,19 Gew.-% bis 0,25 Gew.-%
Silizium (Si):	0,15 Gew.-% bis 0,50 Gew.-%
Mangan (Mn):	1,10 Gew.-% bis 1,40 Gew.-%
Phosphor (P):	maximal 0,025 Gew.-%
Schwefel (S):	maximal 0,015 Gew.-%
Chrom (Cr):	maximal 0,35 Gew.-%
Molybdän (Mo):	maximal 0,35 Gew.-%
Titan (Ti):	0,02 Gew.-% bis 0,05 Gew.-%
Bor (B):	0,002 Gew.-% bis 0,005 Gew.-%
Aluminium (Al):	0,02 Gew.-% bis 0,06 Gew.-%
Rest:	Eisen, einschl. erschmelzungsbedingter Verunreinigungen

[0021] Die getrocknete Luft wird dem Ofen unter Überdruck zugeführt. Durch die Einstellung des gewünschten Überdrucks kann die gewünschte Menge an vorbehandelter Luft, insbesondere getrockneter Luft, welche dem Ofen zugeführt wird, kontrolliert werden. Der Druck der getrockneten Luft kann bei ihrer Zuführung in den Ofen auf einen Wert zwischen dem atmosphärischen Druck und einschließlich 8 bar eingestellt werden. Bevorzugt wird der Druck der getrockneten und dem Ofen zuzuführenden Luft auf einen Wert zwischen dem atmosphärischen Druck und einschließlich 6 bar eingestellt. Durch die Vorgabe des Luftdrucks, näherhin des Überdrucks, der zuzuführenden getrockneten Luft ist sichergestellt, dass eine bestimmte Menge gewünschter Elemente, insbesondere Sauerstoff (O_2) während der Erwärmung der vorbeschichteten Platine vorhanden ist. Zudem kann insbesondere bei einem Überdruck von 6 bar der in bekannter Weise vorhandene Netzdruck vorhandener Druckluftleitungen ohne etwaige Druckluft-Höherverdichtung genutzt werden, um die gewünschte Zuführung in den Ofen zu realisieren. Hierdurch kann auf in aller Regel vorhandene Einrichtungen und Einstellgrößen zurückgegriffen werden. Der Vorteil liegt in einem möglichst geringem Aufwand und somit wirtschaftlicher Nutzung vorhandener Komponenten sowie Größen.

[0022] Ein weiterer Vorteil des Überdrucks wird in dem Verdrängen von Umgebungsluft sowie von etwaigen Abbrandprodukten aus der Ofenatmosphäre gesehen. So wird insbesondere bei hohen Umgebungstemperaturen die dabei mit einem erhöhten Anteil an Feuchtigkeit versehene Umgebungsluft in vorteilhafter Weise aus der Ofenatmosphäre heraus verdrängt. Durch das weitere Nachführen von in ihrem Feuchtegehalt kontrollierter Luft wird somit die gewünschte Ofenatmosphäre eingestellt.

[0023] Im Gegensatz zur Kontrolle der Atmosphäre mittels Zufuhr von Stickstoff (N_2) kann etwaige vorhandene Infrastruktur zudem reduziert werden, was im Ergebnis zu geringen Betriebskosten führt. Hierbei würden beispielsweise eine etwaige vorhandene Stickstoff-Aufbereitung sowie eine entsprechende Filtration überflüssig.

[0024] Durch die Trocknung der Luft wird deren Taupunkt auf einen Wert von - 40 °C bis-10 °C eingestellt werden. Grundsätzlich wird bei einem Wert für den Taupunkt der getrockneten Luft von mindestens - 10 °C eine gute Wirtschaftlichkeit erreicht. Durch die Spanne für den Wert des Taupunkts der getrockneten Luft zwischen - 40 °C und-10 °C wird grundsätzlich eine gute Qualität im Einklang mit gerechtfertigten Kosten für den damit einhergehenden Aufwand erreicht.

[0025] Der Taupunkt selbst gibt den Wert für die Temperatur wieder, ab welchem die als Wasserdampf in der Luft gelöste Feuchtigkeit als Kondensat ausfällt. Die Fähigkeit von Luft, Wasser in Form von Wasserdampf aufzunehmen, hängt insgesamt von deren Temperatur ab. So ist insbesondere in den Sommermonaten bei entsprechend hoher Lufttemperatur deren Aufnahmefähigkeit für Feuchtigkeit erhöht. Mit anderen Worten ist warme Luft in der Lage, mehr

Feuchtigkeit aufzunehmen, wohingegen kalte Luft weniger Feuchtigkeit enthalten kann. So ist bei jeweils 100 % Sättigung der Luft mit Wasserdampf in warmer Luft mehr Wasser enthalten als in kalter Luft.

[0026] Unabhängig von der Temperatur der Luft kann durch deren Trocknung folglich der jeweilige Taupunkt reduziert werden.

[0027] Die dem Ofen zuzuführende Luft wird nach ihrer Trocknung erwärmt. Bei Bedarf und je nach Ausgestaltung kann die Luft auch bereits während ihrer Trocknung erwärmt werden. Grundsätzlich kann die Luft auch schon vor ihrer Trocknung erwärmt werden. Die Luft wird dabei auf eine Temperatur von 100 °C bis 500 °C erwärmt. Der Vorteil besteht in der Annährung der Temperatur der zuzuführenden Luft an die Temperatur innerhalb des Ofens. Hierdurch werden sich ansonsten zwangsläufig einstellende Temperaturschwankungen innerhalb der Ofenatmosphäre weitestgehend vermieden. Zudem kann der Ofen wirtschaftlicher betrieben werden, da die Ofenatmosphäre durch die Zufuhr erwärmter Luft nicht oder nur gering heruntergekühlt wird. Folglich ist die benötigte Erwärmungsleistung gegenüber der Zufuhr nicht erwärmter Luft geringer.

[0028] Insbesondere bei der Zufuhr nicht erwärmter Luft weist die Ofenatmosphäre im Bereich der Zuführung der Luft eine gegenüber der sie umgebenden Luft innerhalb des Ofens niedrigere Temperatur auf, wodurch sich die Erwärmung der Platine unvorteilhaft verzögern kann. In vorteilhafter Weise wird hierfür die Energie der Abluft, insbesondere das Abgas des Ofens genutzt, welche beispielsweise über einen geeigneten Wärmetauscher entzogen und der zuzuführenden Luft in Form von Wärme zugeführt wird. Die Ausgestaltung kann beispielsweise derart erfolgen, dass die Abluftleitung, insbesondere die Abluftleitung wenigstens eines Brenners des Ofens eine wärmeübertragende Kopplung mit der Zuleitung für die vorbehandelte Luft aufweist. Hierfür kann die Zuleitung der vorbehandelten Luft umfangsseitig mit der Abluftleitung in Kontakt stehen, beispielsweise in dem die Zuleitung um die Abluftleitung herum oder parallel zu dieser angeordnet ist. Hierdurch kann die Wärme der Abluft über die jeweiligen Wandungen der miteinander in Kontakt stehenden Leitungen zumindest bereichsweise auf die zuzuführende Luft übertragen werden.

[0029] Alternativ hierzu kann die Zuleitung für die vorbehandelte Luft beispielsweise auch zumindest abschnittsweise innerhalb einer Abluftleitung wenigstens eines Brenners des Ofens angeordnet sein. Durch die dabei umfangsseitig vollständig mit erhitzter Abluft umgebene Zuleitung kann eine möglichst große Wärmeübertragung zwischen der Abluft und der vorbehandelten Luft erreicht werden.

[0030] Die Erfindung sieht vor, dass der während des Erwärmens der Platine in den Ofen eingeleitete und diesen passierende Volumenstrom der getrockneten, insbesondere getrockneten und erwärmten Luft auf das 2,5-fache des Ofenvolumens pro Stunde eingestellt wird. Die in den Ofen eingeleitete und diesen passierende Luft wird in Bezug auf den gewünschten Volumenstrom über den Druck eingestellt. Bei dem eingesetzten Ofen kann es sich beispielsweise um einen Kammerofen sowie einen Drehofen oder einen Rollenherdofen handeln. Für eine wirtschaftliche Fertigung wird bevorzugt ein Durchlaufofen eingesetzt. Hierdurch kann das Presswerkzeug kontinuierlich mit erwärmten Stahlplatinen bestückt werden.

[0031] Dabei durchläuft eine in den Durchlaufofen eingelegte Platine diesen mittels einer Transporteinheit, beispielsweise in Form von Transportrollen, wobei die Platine in der Ofenatmosphäre erwärmt und auf Temperatur gehalten wird.

[0032] Der in den Ofen eingeleitete und diesen während des Erwärmens der Platine passierende Volumenstrom der getrockneten Luft wird insbesondere auf das 3-fache des Ofenvolumens pro Stunde eingestellt. Bevorzugt wird der den Ofen passierende Volumenstrom auf das 6-fache des Ofenvolumens pro Stunde eingestellt. Durch den kontinuierlich den Ofen mit getrockneter Luft passierenden Volumenstrom wird sichergestellt, dass nur die gewünschte Atmosphäre innerhalb des Ofens vorhanden ist, da insbesondere der vorhandene Überdruck und die damit einhergehende Strömung ein etwaiges Eindringen von Umgebungsluft wirksam verhindert.

[0033] Die Erfindung sieht vor, dass die Atmosphäre innerhalb des Ofens auf folgende Werte ihrer Anteile eingestellt wird:

Stickstoff (N_2):	kleiner oder gleich ($\leq$) 85 Vol-%, bevorzugt 78 Vol-%;
Sauerstoff (O_2):	von 10 Vol-% bis 21 Vol-%, bevorzugt von 15 Vol-% bis 21 Vol-%, insbesondere 21 Vol-%;

[0034] Wasserdampf (H_2O-Dampf): kleiner (<) 3 Vol-% und
ein Rest, bestehend aus Kohlenstoffmonoxid (CO), Kohlenstoffdioxid (CO_2), Methan (CH_4), Wasserstoff (H_2) sowie vom Ausgangsmaterial und deren Beschichtung abhängige Verunreinigungen

[0035] Die Verteilung von Stickstoff mit 78 Vol.-% und Sauerstoff in Höhe von 21 Vol.-% entspricht dem Gehalt normaler Umgebungsluft. Der Anteil des Sauerstoffs in der getrockneten Luft kann beispielsweise durch die Zufuhr von reinem Sauerstoff erhöht werden. Da der Gehalt an Sauerstoff in der Ofenatmosphäre beispielsweise durch die Ausbildung der Oxidschicht sowie etwaiger Brennprozesse reduziert wird, führt bereits die Zufuhr getrockneter Luft zu einer Erhöhung des Sauerstoffgehalts. Durch die Zufuhr getrockneter Luft wird dabei auch der innerhalb der Ofenatmosphäre erhöhte Anteil an Stickstoff reduziert.

[0036] Die Erfindung zeigt ein Verfahren zur Erwärmung einer vorbeschichteten Stahlplatine unter Ausbildung einer

Legierungsschicht für die Herstellung warmgeformter Karosserie- und Strukturbauteil auf, welche den Verschleiß des Warmformwerkzeugs durch Ablagerungen sowie Abrasion reduziert und eine ausreichende Oxidierung der Beschichtung bei gleichzeitig verringerter Gefahr einer Wasserstoffversprödung wirtschaftlich ermöglicht. Insbesondere die Verwendung zumeist vorhandener Druckluft stellt hierbei eine überaus kostengünstige Möglichkeit dar, die Ofenatmosphäre zu kontrollieren. So bewirkt die alleinige Trocknung der dem Ofen zuzuführenden Druckluft die geschilderten Vorteile, welche insbesondere zur Ausbildung einer ausreichenden Oxidschicht führen, welche wiederum etwaige Ablagerungen in den formgebenden Bereichen des Umformwerkzeugs verhindert oder zumindest deutlich reduziert. Darüber hinaus wird die Gefahr einer Wasserstoffversprödung deutlich reduziert, was auf den herabgesetzten Anteil an Wasser in Form von Wasserdampf innerhalb der zuzuführenden Luft zurückzuführen ist. Weiterhin reduziert die gut ausgebildete Oxidschicht auf der Beschichtung deren Ablösung, woraufhin die mögliche Staubentwicklung sowie die damit einhergehenden Verschleißerscheinungen des Umformwerkzeugs minimiert werden.

[0037] Weiterhin wird im Rahmen der Erfindung eine Vorrichtung zur Erwärmung einer vorbeschichteten Platine aus Stahl für die Herstellung eines warmgeformten Bauteils aufgezeigt. Bei den zu fertigenden Bauteilen handelt es sich insbesondere um warmgeformte Karosserie- oder Strukturbauteile. Die Vorrichtung umfasst einen Ofen sowie wenigstens eine Zuleitung, welche mit einem beheizbaren Innenraum des Ofens verbunden ist. Erfindungsgemäß ist die Zuleitung zwischen einer Trockenanordnung und dem Innenraum des Ofens angeordnet. Hierdurch ist dem Innenraum des Ofens über die Trockenanordnung vorbehandelbarer Luft durch die Zuleitung hindurch zuführbar.

[0038] Der durch die Trocknung reduzierte Anteil an Wasser in Form von Wasserdampf innerhalb der Ofenatmosphäre setzt die Gefahr einer Wasserstoffversprödung der Stahlplatine herab. Darüber hinaus wird die Ofenatmosphäre in Bezug auf ihren Sauerstoffgehalt mit Sauerstoff aus der vorbehandelten Umgebungsluft angereichert, welcher ansonsten innerhalb der Ofenatmosphäre insbesondere durch die hohen Temperaturen herabgesetzt ist.

[0039] In vorteilhafter Weise ist die Trockenanordnung mit einem Luftverdichter verbunden. Hierdurch ist die durch den Luftverdichter komprimierte Luft in einer somit steuerbaren Menge durch die Trockenanordnung hindurch über die Zuleitung in den Innenraum des Ofens hineinleitbar. Mit anderen Worten dient der Luftverdichter dazu, ein bestimmbares Volumen an getrockneter Luft in Form eines Volumenstroms in den Innenraum des Ofens zu leiten. Hierdurch wird die benötigte Menge an Anteilen der getrockneten Luft, insbesondere an Sauerstoff, geregelt.

[0040] Die Trockenanordnung weist wenigstens zwei Trockenbehälter auf, durch welche die in den Ofen zu leitende Luft hindurchströmt. Durch den Einsatz von wenigstens zwei Trockenbehältern können diese wechselweise mit der benötigten Luft durchströmt werden. Die wechselbare Durchströmung der beiden Trockenbehälter bewirkt, dass der nicht durchströmte Trockenbehälter in Bezug auf die darin gesammelte Feuchtigkeit beispielsweise durch Erwärmen getrocknet werden kann. Durch die alternierende Beschickung der beiden Trockenbehälter mit zu trocknender Luft kann diese folglich kontinuierlich für die Zufuhr in den Ofen bereitgestellt werden.

[0041] Die Erfindung sieht vor, dass die Zuleitung zumindest in einem mittleren Bereich des Innenraums des Ofens angeordnet ist. Insbesondere beim Einsatz eines Durchlaufofens umfasst dieser bauartbedingt zwei Öffnungen, wobei eine Öffnung der Beschickung des Durchlaufofens und die andere Öffnung der Entnahme des erwärmten Halbzeugs dienen. In Nähe der beiden Öffnungen ist ein Austausch von Umgebungsluft mit der Ofenatmosphäre möglich. Hierdurch ist der Anteil an Sauerstoff im Innenraum des Ofens im Bereich der Öffnungen gegenüber dem zwischen den Öffnungen gelegenen Ofenabschnitt erhöht. Durch die Anordnung der Zuleitung in einem mittleren Bereich des Innenraums kann folglich ein nahezu gleich bleibender Anteil an Sauerstoff im Innenraum des Ofens erreicht werden. Die sich daraus ergebenden positiven Effekte auf die Bildung der Oxidschicht auf der Beschichtung kommen somit über die gesamte Durchlauflänge des Ofens zum Tragen.

[0042] Der Ofen weist wenigstens eine Abluftleitung auf, über welche etwaige Abgase mindestens eines Brenners ableitbar sind. Die Abluftleitung ist bevorzugt außerhalb des Innenraums des Ofens angeordnet. In vorteilhafter Weise steht die Abluftleitung zumindest bereichsweise mit der Zuleitung für die Luft in Verbindung. Die Abluftleitung ist zumindest bereichsweise mit der Zuleitung thermisch gekoppelt. Die thermische Kopplung kann beispielsweise über einen Wärmetauscher erfolgen. Auch kann die Zuleitung zumindest abschnittsweise in einer Abluftleitung integriert sein. Der Vorteil besteht in einer zumindest teilweisen Übertragung der Wärme der Abluft, wodurch die dem Innenraum des Ofens zuzuführende Luft erwärmt wird.

[0043] Insbesondere durch die bauliche Trennung innerhalb des Wärmetauschers erfolgt kein Austausch der jeweiligen Fluide. Hierdurch wird ohne zusätzlichen Energieaufwand eine geeignete Temperierung, insbesondere eine Erwärmung der zuzuführenden Luft ermöglicht. Hierbei kann die zuzuführende Luft auf 100 °C erwärmt sein. Grundsätzlich kann die Erwärmung der Luft vor, während oder nach ihrer Trocknung erfolgen. Durch die Abluft wird die zuzuführende Luft auf eine Temperatur von 100 °C bis 950 °C, bevorzugt auf eine Temperatur von 100 °C bis 700 °C, insbesondere auf eine Temperatur von 100 °C bis 500 °C erwärmt. Je nach Auslegung des Wärmetauschers kann die zuzuführende Luft auch auf eine Temperatur von 100 °C bis 200 °C erwärmt sein.

[0044] Bevorzugt handelt es sich bei dem Ofen um einen Durchlaufofen, bei dem wenigstens zwei zwischen der Trockenanordnung und dem Innenraum des Ofens angeordnete Zuleitungen vorgesehen sind. Der Abstand zwischen den wenigstens zwei Zuleitungen hängt grundsätzlich von der Länge des Durchlaufofens ab. In Bezug auf einen typischen

Durchlaufofen wird im Rahmen der Erfindung ein Abstand der Zuleitungen von 2,0 m bis 3,0 m zueinander bevorzugt. Grundsätzlich können auch mehr Zuleitungen angeordnet sein, welche beispielsweise mit entsprechend kleinerem Querschnitt dichter beieinander angeordnet sind. Ziel ist es, eine möglichst gleichmäßige Zufuhr an getrockneter Luft in den Innenraum des Ofens zu erhalten. Hierbei steht eine möglichst gleich bleibende Zusammensetzung der Luft, näherhin der Ofenatmosphäre, im Vordergrund.

[0045] Um eine möglichst gleich bleibende und von der jeweiligen Temperatur der zu trocknenden Luft unabhängige Zusammensetzung der Ofenatmosphäre zu erhalten, sieht die Erfindung vor, dass der Ofen mindestens einen Taupunktsensor aufweist. Der Taupunktsensor kann beispielsweise innerhalb einer Zuleitung angeordnet sein. In vorteilhafter Weise ist der wenigstens eine Taupunktsensor im Innenraum des Ofens angeordnet, um die reale Zusammensetzung der Ofenatmosphäre in Bezug auf deren Taupunkt zu erfassen. Hierfür ist der Taupunktsensor mit der Trockenanordnung gekoppelt. Die Kopplung dient der Steuerung, insbesondere dem Informationsaustausch zwischen Taupunktsensor und Trockenanordnung. Mit anderen Worten dient die erfasste Messgröße durch den Taupunktsensor dazu, die trocknende Wirkung der Trockenanordnung in Bezug auf die sie durchströmende Luft zu regeln. Hierfür kann der Taupunktsensor in bestimmten Abständen gemessene Werte an die Trockenanordnung übermitteln, deren trocknende Wirkung beispielsweise durch eine geeignete Steuerung eingestellt wird.

[0046] Selbstverständlich kann die Messung des Taupunktsensors auch kontinuierlich erfolgen, so dass die Trockenanordnung ebenfalls eine kontinuierliche Justierung ihres Wirkungsgrades erfährt. Bei dem Taupunktsensor kann es sich beispielsweise um einen Feuchtefühler oder Feuchtesensor handeln. Der Solltaupunkt der Ofenatmosphäre wird somit durch die Kombination aus Taupunktsensor und Trockenanordnung eingeregelt.

[0047] Bei der Trockenanordnung kann es sich beispielsweise um einen Kältetrockner oder einen IR-Trockner handeln. Bevorzugt handelt es sich bei der Trockenanordnung um einen Adsorptionstrockner. Dieser kann beispielsweise ein Trockenmittel aus aktiviertem Aluminiumoxid aufweisen, welches ein kontinuierlich hohes Adsorptionsvermögen sowie eine gute Regenerationsfähigkeit besitzt.

[0048] Auch wenn die Trockenanordnung zeitgesteuert ausgeführt sein kann, ist diese in vorteilhafter Weise kapazitätsgesteuert, um die erforderliche Einregelung des Soll-Taupunkts zu ermöglichen. Die Regelung des Trockengrades kann dabei über alle Phasen des Trockenzykluses erfolgen, wie beispielsweise der Adsorption, der Druckentlastung sowie der Regeneration des Trockenmittels und des Druckaufbaus.

[0049] In vorteilhafter Weise besitzt der Ofen wenigstens zwei Temperaturzonen. Dabei können die Temperaturzonen in Durchlaufrichtung des Ofens und/oder quer zur Durchlaufrichtung des Ofens angeordnet sein. Dabei können auch in Laufrichtung angeordnete Temperaturzonen durch quer zur Durchlaufrichtung angeordnete Temperaturzonen ergänzt sein. Die voneinander unterschiedlichen Temperaturzonen dienen dazu, bei Bedarf ein partielles Warmformen der Stahlplatine zu ermöglichen. Hierbei werden gezielt einzelne Bereiche der Platine auf die erforderliche Temperatur gebracht, um in der anschließenden Warmformung, insbesondere durch Presshärten, die erforderlichen Eigenschaften des Materials einzustellen.

[0050] Die einzelnen Temperatuzonen können beispielsweise durch lokal von einander unabhängige sowie unterschiedliche Temperierungen eingestellt werden. Weiterhin können die einzelnen Temperaturzonen in vorteilhafter Weise zumindest bereichsweise durch die Zuleitung der vorbehandelten Luft eingestellt sowie geregelt werden. Selbstverständlich ist auch eine Kombination aus Temperierung und Luftzuleitung möglich. Insbesondere die Zufuhr der vorbehandelten Luft ermöglicht eine innerhalb kürzester Zeit durchführbare Anpassung lokaler Temperaturzustände, da deren Temperatur zumeist unterhalb der Temperatur der Ofenatmosphäre liegt. Je nach Ausgestaltung kann so die Regelung einzelner Temperaturzonen durch die individuelle und beispielsweise verstärkte lokale Zufuhr vorbehandelter Luft erfolgen.

[0051] Dem gegenüber kann bei Bedarf die Zuleitung der vorbehandelten Luft derart gestaltet sein, dass diese einen möglichst langen Weg, beispielsweise durch eine alternierende Verlegung, im Bereich der Abluft, insbesondere der Abluftleitung des Brenners aufweist. Hierdruch erfolgt eine Wärmeübertragung aus der Abluft, näherhin dem Abgas, auf die Zuleitung und damit auf die darin geführte Luft, woraufhin sich diese erwärmt. Hierdurch kann ein unerwünschter Wärmeverlust der Ofenatmosphäre insbesondere eine unerwünschte Abkühlung im Bereich der Zuleitungen zum Innenraum des Ofens zumindest teilweise kompensiert werden. Mit anderen Worten erfolgt hierdurch die gewünschte Erwärmung der vorbehandelten Luft, bevor diese in den Inneraum des Ofens geleitet wird.

[0052] Bei Bedarf können durch die Anordnung der Zuleitungen entsprechend auch atmosphärische Zonen im Innenraum des Ofens gebildet sein.

[0053] Es ist vorgesehen, dass wenigstens eine der Temperaturzonen in Bezug auf ihre Temperatur über die Zuleitung der Luft einstellbar ist. Hierbei ist die Temperaturzone im Bereich der Zuleitung angeordnet, so dass die Temperaturzone zumindest bereichsweise durch die Zufuhr der Luft einstellbar ist. In Abhängigkeit des Volumens der Temperaturzone ist deren jeweilige Temperatur sowohl über die Menge als auch über die Temperatur der zuzuführenden Luft einstellbar.

[0054] Die Erfindung zeigt somit eine Vorrichtung zur Erwärmung einer vorbeschichteten Stahlplatine unter Ausbildung einer Legierungsschicht für die Herstellung warmgeformter Karosserie- und Strukturbauteile auf, welche den Verschleiß des Warmformwerkzeugs durch etwaige Ablagerungen sowie Abrasion deutlich reduziert. Insbesondere die kontrollierte

Zuführung von Luftsauerstoff ermöglicht eine ausreichende Oxidierung der Beschichtung, welche die anhaftende Wirkung von Ablagerungen auf den formgebenden Bereichen des Umformwerkzeugs verringert. Zudem wird die Gefahr einer Wasserstoffversprödung durch den herabgesetzten Anteil an Wasser in Form von Wasserdampf in der Ofenatmosphäre reduziert.

[0055] Somit können bereits vorhandene Öfen sowie übliche Druckluftnetzwerke genutzt werden, wobei lediglich eine Ergänzung durch eine Trockenanordnung und etwaige Zuleitungen zum Innenraum des Ofens nötig sind. Insbesondere die Herabsetzung etwaiger Ablagerungen auf dem Warmformwerkzeug sowie die aus der Staubbildung resultierende Abrasion verringern den Instandhaltungsaufwand insgesamt. Darüber hinaus wird auch der Ausschuss an Keramikrollen als Bestandteil der Transporteinrichtung in Durchlauföfen reduziert, da die Neigung zur Ablagerung durch die gut ausgebildete Oxidschicht auf der Beschichtung reduziert ist.

[0056] Die Erfindung wird nachfolgend anhand einiger in den Zeichnungen schematisch dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 einen erfindungsgemäßen Durchlaufofen in Kombination mit einem Umformwerkzeug in einer Seitenansicht;

Figur 2 den erfindungsgemäßen Ofen aus Figur 1 mit der Zufuhr von getrockneter Luft dienenden Komponenten in gleicher Darstellungsweise sowie

Figur 3 eine Variante des erfindungsgemäßen Ofens der Figuren 1 und 2 mit geänderter Zufuhr der vorbehandelten Luft in gleicher Darstellungsweise.

[0057] Figur 1 zeigt schematisch einen sich in Längsrichtung erstreckenden Ofen 1 in Form eines Durchlaufofens. Der Ofen 1 weist endseitig jeweils eine Öffnung auf, wobei die mit Bezug auf die Darstellung von Figur 1 rechts gelegene Öffnung einen Eingang 2 und die dem Eingang 2 gegenüberliegende Öffnung einen Ausgang 3 des Ofens 1 bilden. Im Bereich des Ausgangs 3 des Ofens 1 ist ein Umformwerkzeug 4 angeordnet. Das Umformwerkzeug 4 umfasst ein Obergesenk 4a sowie ein Untergesenk 4b, zwischen denen eine vorbeschichtete Platine 5 umformbar ist.

[0058] Hierfür weist das Umformwerkzeug 4 einen zwischen dem Obergesenk 4a und dem Untergesenk 4b befindlichen Umformbereich 4c auf, innerhalb dem die umzuformende Platine 5 einlegbar ist.

[0059] Zwischen dem Ofen 1 und dem Umformwerkzeug 4 ist ein Manipulator 6 in Form eines Roboterarms angeordnet. Der Ofen 1 dient der Erwärmung der vorbeschichteten Platine 5 aus Stahl, wobei diese zunächst über den Eingang 2 in den Ofen 1 eingeführt wird und diesen in Richtung des Ausgangs 3 durchläuft. Auf ihrem Weg durch den Ofen 1 hindurch, näherhin durch dessen Ofenatmosphäre hindurch, wird die beschichtete Platine 5 in nicht näher dargestellter Art und Weise auf eine Austenitisierungstemperatur von 700 °C bis 950 °C erwärmt. Durch die Erwärmung der Platine 5 bildet sich zwischen der Beschichtung der Platine und der Oberfläche der Platine eine intermetallische Legierungsschicht aus. Durch den in der Ofenatmosphäre vorhandenen Sauerstoff erfolgt die Oxidation der Beschichtung, welche somit auf ihrer Oberfläche eine Oxidschicht ausbildet. Bei der Beschichtung handelt es sich bevorzugt um Aluminium, insbesondere um eine Aluminium-Silizium-Legierung.

[0060] Spätestens bei Entnahme der Platine 5 durch den Ausgang 3 aus dem Ofen 1 ist diese auf Austenitisierungstemperatur erhitzt. Die Platine 5 wird in nicht näher dargestellter Art und Weise durch den Manipulator 6 erfasst und in den Umformbereich 4c des Umformwerkzeugs 4 eingelegt. Anschließend erfolgt in ebenfalls nicht dargestellter Art und Weise die Umformung der Platine 5, wobei das Obergesenk 4a dem Untergesenk 4b mittels Pressenkraft angenähert wird. Anschließend wird die noch in dem Umformbereich 4c des Umformwerkzeugs 4 befindliche Platine 5 abgekühlt, um diese zu härten.

[0061] Um die umgeformte Platine 5 innerhalb des Umformwerkzeugs 4 mit einer von der jeweiligen Legierung abhängigen Geschwindigkeit abzukühlen, weisen das Obergesenk 4a und/oder das Untergesenk 4b nicht näher dargestellte Abkühlmittel auf. So können beispielsweise integrierte Kühlleitungen vorgesehen sein, welche mit einem kühlenden Fluid durchströmbar sind, um die im Obergesenk 4a und/oder dem Untergesenk 4b vorhandene Wärme aufzunehmen und abzutransportieren.

[0062] In der Praxis erfolgt eine kontinuierliche Beschickung des Ofens 1 mit vorbeschichteten Platinen 5 über den Eingang 2. Somit stehen kontinuierlich auf Austenitisierungstemperatur erhitzte Platinen 5 am Ausgang 3 des Ofens 1 zur Verfügung, welche über den Manipulator 6 in das Umformwerkzeug 4 eingelegt und darin umgeformt sowie pressgehärtet werden.

[0063] Figur 2 zeigt den Ofen 1 der Figur 1 mit weiteren Details. Außerhalb des Ofens 1 ist eine Trockenanordnung 7 mit wenigstens einem nicht näher dargestellten Trockenbehälter angeordnet. Die Trockenanordnung 7 ist über eine zentrale Zuleitung 8 mit weiteren in einem Abstand A zueinander angeordneten Zuleitungen 8a mit einem Innenraum 1a des Ofens 1 verbunden. Weiterhin weist der Ofen 1 mehrere Taupunktsensoren 9 auf, welche über Kabel 10 mit einer Regelung 11 verbunden sind. Die Regelung 11 setzt sich aus einem Messmodul 11a sowie einem Vorgabemodul 11 b und einem Steuermodul 11 c zusammen. Grundsätzlich kann die Verbindung zwischen Taupunktsensor 9 und

Regelung 11 auch drahtlos erfolgen.

[0064] Der Abstand A ist abhängig von den verwendeten und nicht näher dargestellten Brennern, insbesondere deren Leistung und der damit korrespondierenden Brennerrohrstärke. Vorliegend beträgt der Abstand A bevorzugt von 0,5 m bis 2,5 m. Der Abstand A kann sich beispielsweise aus dem dreifachen der jeweiligen verwendeten Brennerrohrstärke ergeben. So könnte sich beispielsweise bei der Verwendung von 50 kW-Brennern mit einer jeweiligen Brennerrohrstärke von 50 cm ein Abstand A von 1,5 m ergeben.

[0065] Zwischen der Zuleitung 8 und der Trockenanordnung 7 ist ein Regler 12 angeordnet, über welchen die dem Innenraum 1a des Ofens 1 zuzuführende Menge an über die Trockenanordnung 7 getrocknete Luft regelbar ist. Das Steuermodul 11 c der Regelung 11 ist ebenfalls über ein Kabel 13 mit dem Regler 12 verbunden. Zudem ist auch die Trockenanordnung 7 über ein Kabel 14 mit dem Steuermodul 11 c der Regelung 11 verbunden. Grundsätzlich kann auch die Verbindung des Reglers 12 und/oder der Trockenanordnung 7 mit der Regelung 11 drahtlos erfolgen. Selbstverständlich kann die Komunikation des Reglers 12 und/oder der Trockenanordnung 7 mit der Regelung 11 über ein geeignetes BUS-System erfolgen.

[0066] Figur 3 zeigt eine alternative Ausgestaltung eines Ofens 1 b, welcher sich von dem Ofen 1 der Figuren 1 und 2 in Bezug auf die Zuführung der vorbehandelten Luft in seinem Innenraum 1c unterscheidet. Die über den Regler 12 mit der Trockenanordnung 7 verbundene zentrale Zuleitung 8 weist hierbei ebenfalls im Abstand A zueinander angeordnete Zuleitungen 8b auf, welche mit dem Innenraum 1c des Ofens 1b verbunden sind. Um die vorbehandelte Luft vor ihrer Einleitung in den Innenraum 1c des Ofens 1b zu erwärmen, sind die Zuleitungen 8b alternierend und/oder spiralförmig um eine heiße Abluftleitung 15 eines nicht näher dargestellten Brenners angeordnet. Die Zuleitungen 8b wirken dabei als Wärmetauscher, so dass die vorbehandelte Luft im Bereich der Abluftleitung 15 innerhalb der Zuleitungen 8b erwärmt wird, bevor sie in den Innenraum 1 c eingeleitet wird. Somit kann die ohnehin vorhandene Wärme genutzt werden, um die vorbehandelte Luft ohne Einsatz weiterer Energie auf die gewünschte Temperatur vorzuwärmen.

[0067] In der Praxis dienen die Taupunktsensoren 9 dazu, den aktuellen Taupunkt der im Innenraum 1a, 1c des Ofens 1, 1b enthaltenen Ofenatmosphäre zu erfassen. Die erfassten Werte werden über das Kabel 10 an das Messmodul 11 a der Regelung 11 übermittelt. Der in der Regelung 11 im Vorgabemodul 11 b hinterlegte Soll-Wert wird mit dem an das Messmodul 11a übermittelten und von den Taupunktsensoren 9 als Regelgröße gemessenen Ist-Werten verglichen. Sofern eine Anpassung notwendig ist, wird der Regler 12 über das Kabel 13 und/oder die Trockenanordnung 7 als Stellglieder über das Kabel 14 durch das Steuermodul 11 c der Regelung 11 angesteuert, um den Volumenstrom an getrockneter Luft in den Innenraum 1a, 1c und/oder die Trockenleistung der Trockenanordnung 7 anzupassen.

[0068] Um die benötigte Menge an getrockneter Luft in dem Innenraum 1a, 1c zu bringen, ist die Trockenanordnung 7 entweder mit einem hier nicht näher dargestellten Druckluftnetzwerk oder mit einem ebenfalls nicht näher dargestellten Luftverdichter verbunden. Hierdurch wird die Trockenanordnung 7 mit einem über dem atmosphärischen Druck liegenden Druck mit Umgebungsluft beschickt, welche über die Trockenanordnung 7 getrocknet und durch die Zuleitungen 8, 8a, 8b hindurch in den Innenraum 1a, 1c des Ofens 1, 1b zugeführt wird. Die somit zugeführte, vorbehandelte Druckluft entweicht über wenigstens eine der Öffnungen des Ofens 1, näherhin den Eingang 2 und/oder den Ausgang 3.

Bezugszeichen:

[0069]

1 - Ofen
1a - Innenraum v. 1
1 b - Ofen
1c - Innenraum v. 1b
2 - Eingang
3 - Ausgang
4 - Umformwerkzeug
4a - Obergesenk
4b - Untergesenk
4c - Umformbereich
5 - beschichtete Platine
6 - Manipulator
7 - Trockenanordnung
8 - Zuleitung
8a - Zuleitung
8b - Zuleitung
9 - Taupunktsensor
10- Kabel

11 - Regelung
11a - Messmodul
11b - Vorgabemodul
11c - Steuermodul
12- Regler
13- Kabel
14- Kabel
15- Abluftleitung

A - Abstand zwischen 8a, 8b

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erwärmung einer vorbeschichteten Platine (5) aus Stahl für die Herstellung eines warmgeformten Bauteils, insbesondere für die Herstellung eines warmgeformten Karosserie- oder Strukturbauteils, wobei die mit einer Beschichtung versehene Platine (5) in einem Ofen (1, 1b) auf eine Temperatur von 700°C bis 950°C erwärmt wird, wodurch zumindest bereichsweise eine intermetallische Legierungsschicht auf der Platine (5) gebildet wird und die Atmosphäre innerhalb des Ofens (1, 1b) durch die Zufuhr vorbehandelter Luft kontrolliert wird, wobei die Luft vorbehandelt wird, indem sie vor ihrer Zufuhr getrocknet wird, wobei die Luft nach ihrer Trocknung auf eine Temperatur von 100 °C bis 500°C erwärmt wird und die getrocknete Luft dem Ofen (1, 1b) unter Überdruck zugeführt wird, wobei der Druck der getrockneten Luft auf einen Wert zwischen dem atmosphärischen Druck und einschließlich 8 bar eingestellt wird sowie der Taupunkt der getrockneten Luft auf einen Wert von - 40° C bis - 10° C eingestellt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der den Ofen (1, 1 b) während des Erwärmens der Platine (5) passierende Volumenstrom der getrockneten Luft auf das 2,5-fache des Ofenvolumens pro Stunde, insbesondere auf das 3-fache des Ofenvolumens pro Stunde, bevorzugt auf das 6-fache des Ofenvolumens pro Stunde eingestellt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Atmosphäre innerhalb des Ofens (1, 1b) auf folgende Werte ihrer Anteile eingestellt wird:

   Stickstoff (N_2): kleiner oder gleich (≤) 85 Vol-%, bevorzugt 78 Vol-%;
   Sauerstoff (O_2): von 10 Vol-% bis 21 Vol-%, bevorzugt von 15 Vol-% bis 21 Vol-%, insbesondere 21 Vol-%;
   Wasserdampf (H_2O-Dampf): kleiner (<) 3 Vol-% und
   ein Rest, bestehend aus Kohlenstoffmonoxid (CO), Kohlenstoffdioxid (CO_2), Methan (CH_4), Wasserstoff (H_2) sowie vom Ausgangsmaterial und deren Beschichtung abhängige Verunreinigungen.

4. Vorrichtung zur Erwärmung einer vorbeschichteten Platine (5) aus Stahl für die Herstellung eines warmgeformten Bauteils, insbesondere für die Herstellung eines warmgeformten Karosserie- oder Strukturbauteils, umfassend einen Ofen (1, 1b) sowie wenigstens eine Zuleitung (8, 8a, 8b), welche mit einem beheizbaren Innenraum (1a, 1c) des Ofens (1, 1b) verbunden ist und die Zuleitung (8, 8a, 8b) zwischen einer Trockenanordnung (7) und dem Innenraum (1a, 1c) des Ofens (1, 1b) angeordnet ist, so dass dem Innenraum (1a, 1c) über die Trockenanordnung (7) vorbehandelbare Luft durch die Zuleitung (8, 8a, 8b) hindurch zuführbar ist, wobei die Trockenanordnung (7) mit einem Luftverdichter verbunden ist und die durch den Luftverdichter komprimierte Luft durch die Trockenanordnung (7) hindurch über die Zuleitung (8, 8a, 8b) in den Innenraum (1a, 1c) des Ofens (1, 1b) leitbar ist sowie die Trockenanordnung (7) wenigstens zwei Trockenbehälter umfasst, wobei die Trockenbehälter wechselweise mit der vorbehandelter Luft durchströmbar sind und wenigstens ein Brenner des Ofens (1, 1b) eine Abluftleitung (15) aufweist, wobei die Abluftleitung (15) zumindest bereichsweise mit der Zuleitung (8, 8a, 8b) thermisch gekoppelt ist und der Ofen (1, 1 b) mindestens einen Taupunktsensor (9) aufweist, wobei der Taupunktsensor (9) zumindest indirekt mit der Trockenanordnung (7) gekoppelt ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ofen (1, 1b) ein Durchlaufofen ist und wenigstens zwei zwischen der Trockenanordnung (7) und dem Innenraum (1a, 1c) des Ofens (1, 1b) angeordnete Zuleitungen (8, 8a, 8b) vorgesehen sind, wobei die Zuleitungen (8, 8a, 8b) einen Abstand von 2,0 bis 3,0 m zueinander aufweisen.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ofen (1, 1b) wenigstens zwei Temperaturzonen aufweist, wobei die Temperaturzonen in Durchlaufrichtung und/oder quer zur Durchlaufrichtung des

Ofens (1, 1 b) angeordnet sind.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Temperaturzone zumindest bereichsweise durch die Zuführung der Luft über die Zuleitung (8, 8a, 8b) in ihrer Temperatur einstellbar ist.

Claims

1. Method for heating a pre-coated plate (5) made from steel for the production of a hot-formed component, in particular for the production of a hot-formed body or structural component, wherein the plate (5) provided with a coating is heated in a furnace (1, 1b) to a temperature from 700°C to 950°C, whereby an intermetallic alloy layer is formed at least in regions on the plate (5) and the atmosphere within the furnace (1, 1b) is controlled by the supply of pre-treated air, wherein the air is pre-treated in that it is dried before its supply, wherein the air is heated after its drying to a temperature from 100°C to 500°C and the dried air is supplied to the furnace (1, 1b) under excess pressure, wherein the pressure of the dried air is set to a value between the atmospheric pressure and 8 bar inclusive, and the dew point of the dried air is set to a value from -40°C to -10°C.

2. Method according to claim 1, **characterised in that** the volumetric flow rate of the dried air passing through the furnace (1, 1b) during the heating of the plate (5) is set to 2.5 times the furnace volume per hour, in particular to 3 times the furnace volume per hour, preferably to 6 times the furnace volume per hour.

3. Method according to claim 1 or 2, **characterised in that** the atmosphere within the furnace is set to the following values of its components:

   nitrogen (N_2): less than or equal to ($\leq$) 85 vol%, preferably 78 vol%;
   oxygen (O_2): from 10 vol% to 21 vol%, preferably from 15 vol% to 21 vol%, in particular 21 vol%;
   water vapour (H_2O vapour): less than (<) 3 vol% and
   a remainder, consisting of carbon monoxide (CO), carbon dioxide (CO_2), methane (CH_4), hydrogen (H_2) as well as impurities depending on the starting material and the coating thereof.

4. Device for heating a pre-coated plate (5) made from steel for the production of a hot-formed component, in particular for the production of a hot-formed body or structural component, comprising a furnace (1, 1b) as well as at least one supply line (8, 8a, 8b) which is connected to a heatable interior (1a, 1c) of the furnace (1, 1b) and the supply line (8, 8a, 8b) is arranged between a drying assembly (7) and the interior (1a, 1c) of the furnace (1, 1b), such that air which is able to be pre-treated via the drying assembly (7) is able to be supplied to the interior (1a,1c) through the supply line (8, 8a, 8b), wherein the drying assembly (7) is connected to an air compressor and the air compressed by the air compressor is able to be conducted through the drying assembly (7) via the supply line (8, 8a, 8b) into the interior (1a, 1c) of the furnace (1, 1b) and the drying assembly (7) comprises at least two drying containers, wherein the drying containers are able to be flowed through alternately with the pre-treated air and at least one burner of the furnace (1, 1b) has an exhaust air line (15), wherein the exhaust air line (15) is thermally coupled at least in regions to the supply line (8, 8a, 8b) and the furnace (1, 1b) has at least one dew point sensor (9), wherein the dew point sensor (9) is coupled at least indirectly to the drying assembly (7).

5. Device according to claim 4, **characterised in that** the furnace (1, 1b) is a continuous furnace and at least two supply lines (8, 8a, 8b) arranged between the drying assembly (7) and the interior (1a, 1c) of the furnace (1, 1b) are provided, wherein the supply lines (8, 8a, 8b) have a distance from 2.0 to 3.0m from one another.

6. Device according to claim 4 or 5, **characterised in that** the furnace (1, 1b) has at least two temperature zones, wherein the temperature zones are arranged in the through-put direction and/or transversely to the through-put direction of the furnace (1, 1b).

7. Device according to claim 6, **characterised in that** at least one temperature zone is able to be set in its temperature at least in regions by the supply of the air via the supply line (8, 8a, 8b).

Revendications

1. Procédé de chauffage d'une platine pré-revêtue (5) en acier pour la fabrication d'un composant thermoformé, en

particulier pour la fabrication d'un composant de carrosserie ou de structure thermoformé, dans lequel la platine (5) pourvue d'un revêtement est chauffée dans un four (1, 1b) à une température de 700 °C à 950 °C, en sorte de former au moins par sections une couche d'alliage intermétallique sur la platine (5) et de contrôler l'atmosphère à l'intérieur du four (1, 1b) par l'acheminement d'air prétraité, dans lequel l'air est prétraité en le séchant avant son acheminement, dans lequel l'air est chauffé après son séchage à une température de 100 °C à 500 °C et l'air séché est acheminé au four (1, 1b) sous surpression, dans lequel la pression de l'air séché est réglée à une valeur entre la pression atmosphérique et 8 bars inclus tandis que le point de rosée de l'air séché est réglé à une valeur de -40°C à -10 °C.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le courant volumique de l'air séché traversant le four (1, 1b) au cours du chauffage de la platine (5) est réglé à 2,5 fois le volume du four à l'heure, en particulier à 3 fois le volume du four à l'heure, de préférence à 6 fois le volume du four à l'heure.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'atmosphère à l'intérieur du four (1, 1b) est réglé aux valeurs suivantes de leurs fractions :

azote (N_2) : plus petit ou égal (≤) à 85 % en volume, de préférence 78 % en volume ;
oxygène (O_2) : de 10 % en volume à 21 % en volume, de préférence de 15 % en volume à 21 % en volume, en particulier à 21 % en volume ;
vapeur d'eau (vapeur de H_2O) : plus petit (<) que 3 % en volume et
le reste étant constitué de monoxyde de carbone (CO), de dioxyde de carbone (CO_2), de méthane (CH_4), d'hydrogène (H_2) ainsi que du matériau de départ et d'impuretés en fonction de leur revêtement.

4. Dispositif de chauffage d'une platine pré-revêtue (5) en acier pour la fabrication d'un composant thermoformé, en particulier pour la fabrication d'un composant de carrosserie ou de structure thermoformé, comprenant un four (1, 1b) ainsi qu'au moins une conduite (8, 8a, 8b) qui est reliée à un espace interne chauffable (1a, 1c) du four (1, 1b) et la conduite (8, 8a, 8b) est agencée entre un aménagement de séchage (7) et l'espace interne (1a, 1c) du four (1, 1b) de sorte que l'air pré-traitable via l'agencement de séchage (7) puisse être acheminé à l'espace interne (1a, 1c) via la conduite (8, 8a, 8b), dans lequel l'agencement de séchage (7) est relié à un compresseur d'air et l'air comprimé par le compresseur d'air peut être acheminé à travers l'agencement de séchage (7) via la conduite (8, 8a, 8b) dans l'espace interne (1a, 1c) du four (1, 1b), tandis que l'agencement de séchage (7) comprend au moins deux réceptacles de séchage, dans lequel les réceptacles de séchage peuvent être parcourus en alternance par l'air prétraité et au moins un brûleur du four (1, 1b) présente une conduite d'évacuation d'air (15), dans lequel la conduite d'évacuation d'air (15) est couplée thermiquement au moins par sections à la conduite (8, 8a, 8b) et le four (1, 1b) présente au moins un capteur de point de rosée (9), dans lequel le capteur de point de rosée (9) est couplé au moins indirectement à l'agencement de séchage (7).

5. Dispositif selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le four (1, 1b) est un four de passage et il est prévu au moins deux conduites (8, 8a, 8b) agencées entre l'agencement de séchage (7) et l'espace interne (1a, 1c) du four (1, 1b), dans lequel les conduites (8, 8a, 8b) présentent un écart mutuel de 2,0 à 3,0 m.

6. Dispositif selon la revendication 4 ou 5, **caractérisé en ce que** le four (1, 1b) présente au moins deux zones de température, dans lequel les zones de température sont agencées dans la direction de passage et/ou transversalement à la direction de passage du four (1, 1b).

7. Dispositif selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** la température d'au moins une zone de température peut être réglée au moins par sections par acheminement d'air via la conduite (8, 8a, 8b).

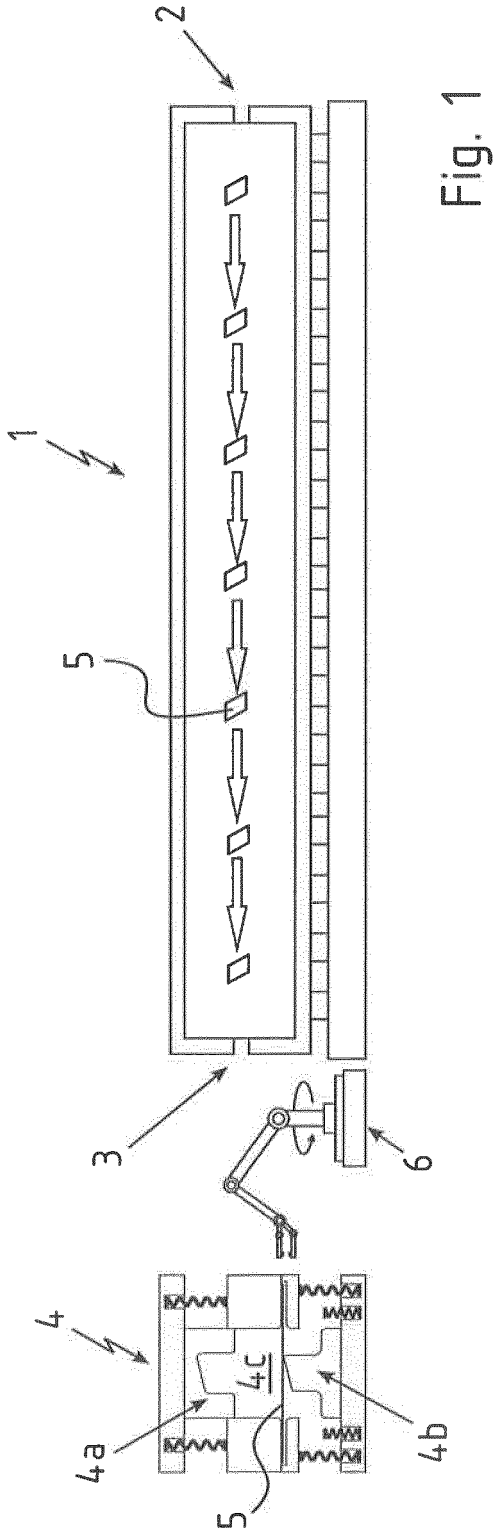


Fig. 1

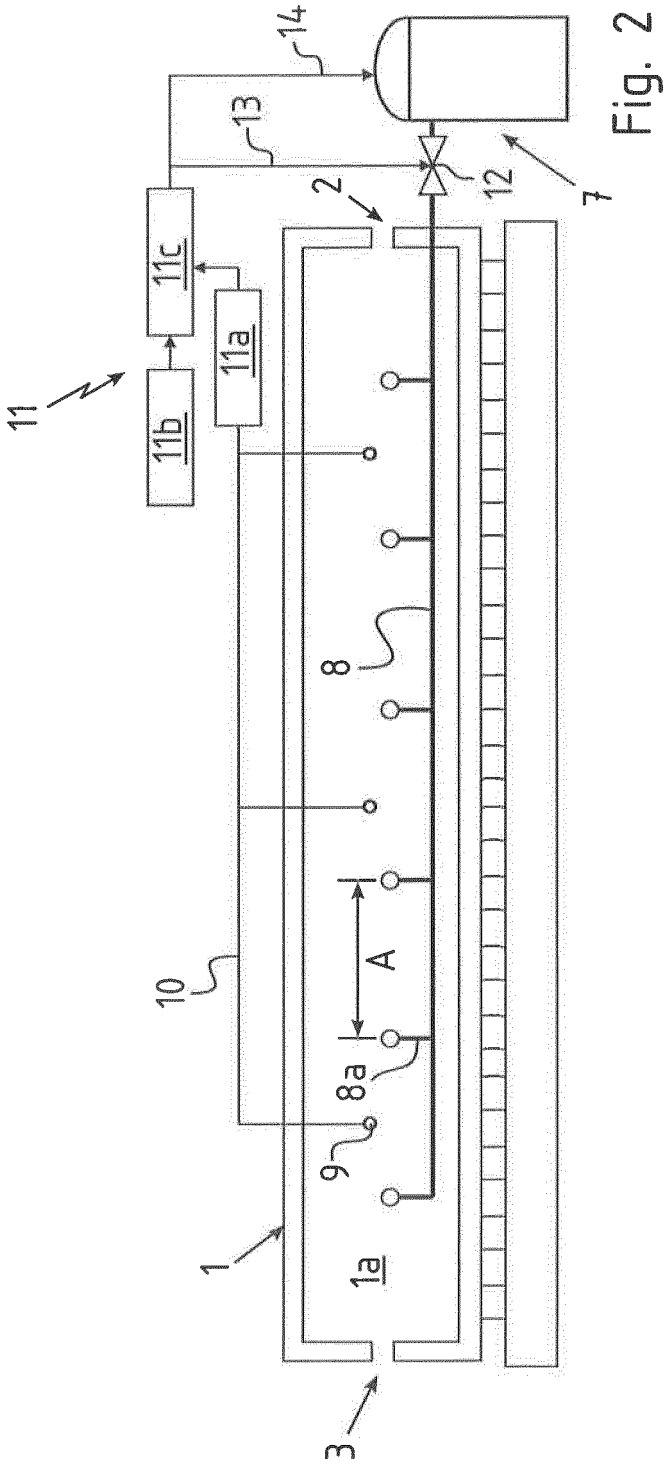


Fig. 2

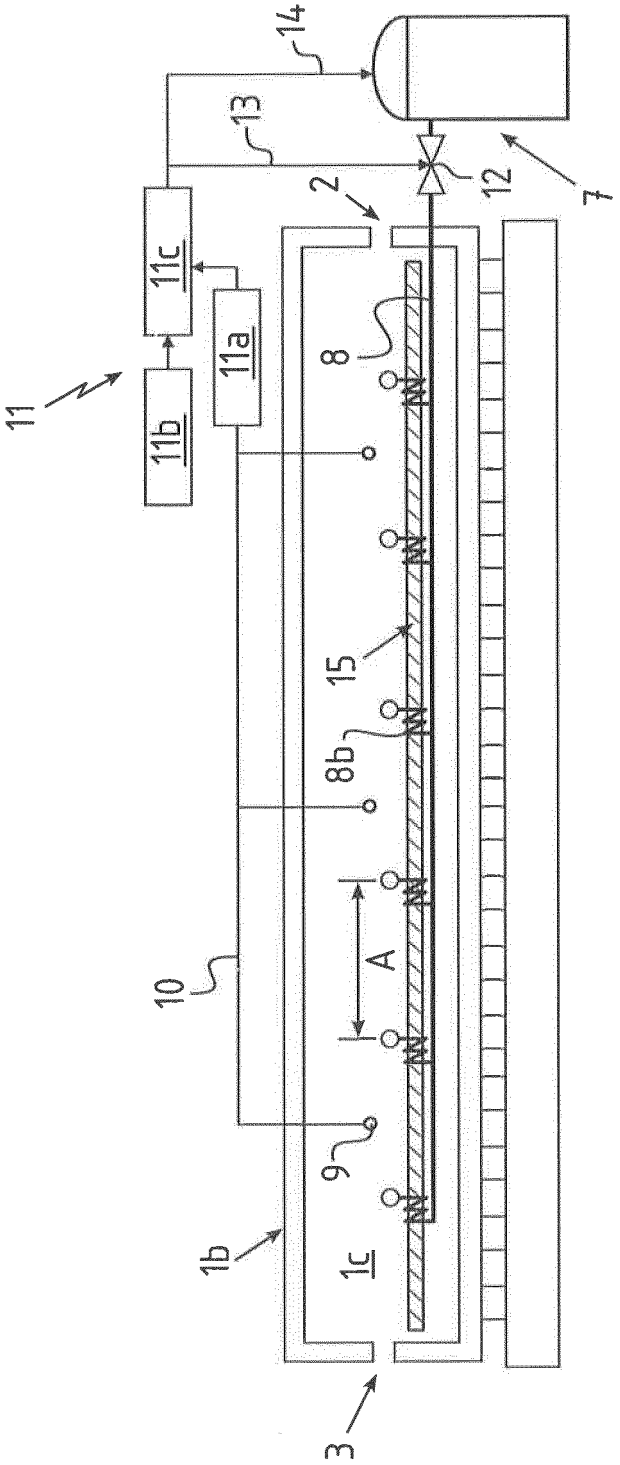


Fig. 3

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 2007163685 A1 **[0005]**
- DE 2636639 A1 **[0006]**
- EP 1013785 B1 **[0007]**