



(11)

EP 3 676 408 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
13.07.2022 Patentblatt 2022/28

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
C21D 9/00 ^(2006.01) **F27B 9/24** ^(2006.01)
F27B 9/10 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18765599.8**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
C21D 9/0056; F27B 9/10; F27B 9/2407;
F27D 19/00; F27D 21/00; C21D 1/673

(22) Anmeldetag: **31.08.2018**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2018/073474

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2019/043161 (07.03.2019 Gazette 2019/10)

(54) **VERFAHREN ZUM ERWÄRMEN EINES METALLISCHEN BAUTEILS AUF EINE ZIELTEMPERATUR UND ENTSPRECHENDER ROLLENHERDOFEN**

METHOD FOR HEATING A METAL COMPONENT TO A TARGET TEMPERATURE AND CORRESPONDING ROLLER HEARTH FURNACE

PROCÉDÉ POUR CHAUFFER UNE PIÈCE MÉTALLIQUE À UNE TEMPÉRATURE FINALE ET FOUR À ROULEAUX CORRESPONDANT

(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

- **REINARTZ, Andreas**
52156 Monschau (DE)
- **WILDEN, Frank**
52152 Simmerath (DE)

(30) Priorität: **01.09.2017 DE 102017120128**

(74) Vertreter: **Keenway Patentanwälte Neumann**
Heine Taruttis
PartG mbB
Postfach 10 33 63
40024 Düsseldorf (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.07.2020 Patentblatt 2020/28

(73) Patentinhaber: **Schwartz GmbH**
52152 Simmerath (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1-102010 029 082 DE-A1-102014 110 415
DE-A1-102016 100 648 DE-B3-102009 050 879
US-B2- 9 631 248

(72) Erfinder:
• **WINKEL, Jörg**
52385 Nideggen-Schmidt (DE)

EP 3 676 408 B1

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).

Beschreibung

[0001] Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zum Erwärmen eines vorbeschichteten metallischen Bauteils in einem Rollenherdofen und ein entsprechender Rollenherdofen. Das erfindungsgemäße Verfahren kann insbesondere in einer Presshärteinie zur Anwendung kommen, in der einem Rollenherdofen ein Presshärtewerkzeug nachgeordnet ist.

[0002] Zur Herstellung sicherheitsrelevanter Fahrzeug-Karosseriebauteile aus Stahlblech ist es regelmäßig erforderlich, das Stahlblech während oder nach der Umformung zu dem Karosseriebauteil zu härten. Hierzu hat sich ein Wärmebehandlungsverfahren etabliert, das als "Presshärten" bezeichnet wird. Dabei wird das Stahlblech, das regelmäßig in der Form einer Platine bereitgestellt wird, zunächst in einem Ofen wie einem Rollenherdofen aufgeheizt und anschließend während der Umformung in einer Presse abgekühlt und dadurch gehärtet. Um hier beispielsweise ein (überwiegend) martensitisches Gefüge einzustellen, wird das Stahlblech zunächst vor dem Presshärten auf eine Temperatur oberhalb der AC 1-Temperatur, der Temperatur, bei der die Bildung von Austenit bei einem Aufwärmvorgang beginnt, oder sogar oberhalb der AC3-Temperatur, der Temperatur, bei der die Umwandlung von Ferrit in Austenit bei einem Aufwärmvorgang endet, erwärmt und dann im Presshärtevorgang geformt und dabei entsprechend (unter die Martensitstarttemperatur) abgekühlt.

[0003] Die entsprechenden metallischen Bauteile sind dabei regelmäßig beschichtet, um Eigenschaften des Metalls zu verbessern. So werden beispielsweise Beschichtungen als Aluminium und Silizium (AlSi) eingesetzt, um während des Wärmebehandlungsprozesses auf ein Schutzgas verzichten zu können und eine Oberflächenbehandlung nach der Wärmebehandlung entfallen lassen zu können, oder auch Zinkbeschichtungen, die ebenfalls die Korrosionsbeständigkeit verbessern. Oft ist eine schnelle Erwärmung der Bauteile wünschenswert, da so bei einem Rollenherdofen eine kurze Ofenlänge erreicht werden kann und andererseits bei der Prozessplanung mehr Freiheit in Bezug auf die Taktzeiten der an die Erwärmung anschließenden Presse gegeben ist.

[0004] Jedoch kann es bei der schnellen Aufheizung durch das unterschiedliche Wärmeausdehnungsverhalten zu erhöhten Bauteilverwerfungen kommen, die den Transport des Bauteils (auf der Förderstrecke) erschweren oder sogar zur Ausbildung von Rissen im Bauteil und/oder in der Beschichtung kommen, so dass sich für vorbeschichtete Bauteile ein Schnellaufheizungsverfahren vor dem Presshärten bisher nicht am Markt durchgesetzt hat. Zudem kann sich die Beschichtung beim Transport durch den Ofen von dem metallischen Bauteil ablösen und so eine Verschmutzung des Ofens erfolgen.

[0005] Verfahren und Vorrichtungen zum Erwärmen von Bauteilen sind aus der DE 10 2009 050 879 B3, der DE 10 2010 029 082 A1 und der US 9,631,248 B2 be-

kannt. Von daher liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zu Grunde, die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile zumindest teilweise zu überwinden und insbesondere ein Verfahren zum Erwärmen von Metallen sowie einen entsprechenden Rollenherdofen anzugeben, der eine Schnellaufheizung von beschichteten Bauteilen mit zumindest verminderter Rissbildung ermöglicht. Weiterhin soll insbesondere ein entsprechender Rollenherdofen und ein entsprechendes Verfahren zum Presshärten angegeben werden.

[0006] Diese Aufgaben werden gelöst durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der hier vorgeschlagenen Lösung sind in den abhängigen Patentansprüchen angegeben. Es ist darauf hinzuweisen, dass die in den abhängigen Patentansprüchen einzeln aufgeführten Merkmale in beliebiger, technologisch sinnvoller Weise miteinander kombiniert werden können und weitere Ausgestaltungen der Erfindung definieren. Darüber hinaus werden die in den Patentansprüchen angegebenen Merkmale in der Beschreibung näher präzisiert und erläutert, wobei weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung dargestellt werden.

[0007] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Erwärmen eines metallischen Bauteils auf eine Zieltemperatur, bei dem das Bauteil eine Vorbeschichtung aufweist und durch einen Ofen geführt wird, der mindestens vier Zonen aufweist, die jeweils auf eine individuelle Zonentemperatur temperiert werden können, wobei das Bauteil nacheinander zumindest durch eine Anheizzone, eine Plateauzone, eine Spitzenheizzone und eine Endzone geführt wird, wobei die Anheizzone auf eine Anheiztemperatur, die Plateauzone auf eine Plateautemperatur, die Spitzenheizzone auf eine Spitzentemperatur und die Endzone auf eine Zieltemperatur temperiert wird, wobei die Plateautemperatur so gewählt wird, dass die Temperatur des Bauteils in der Plateauzone in einem Korridorbereich um eine Schmelztemperatur der Vorbeschichtung liegt, zeichnet sich dadurch aus, dass die Spitzentemperatur um mindestens 100 K [Kelvin], bevorzugt mindestens 120 K, besonders bevorzugt sogar mindestens 140 K, oberhalb der Zieltemperatur liegt.

[0008] Bei dem metallischen Bauteil handelt es sich vorzugsweise um eine metallische Platine, ein Stahlblech oder ein zumindest teilweise vorgeformtes Halbzeug, bevorzugt aus Stahl. Das metallische Bauteil ist bevorzugt mit beziehungsweise aus einem (härtbaren) Stahl, beispielsweise einem Bor-(Mangan-)Stahl, z. B. mit der Bezeichnung 22MnB5, gebildet. Bei der Vorbeschichtung kann es sich beispielsweise um eine (vorrangig) Zink enthaltende Beschichtung oder eine (vorrangig) Aluminium und/oder Silizium enthaltende Beschichtung, insbesondere eine sogenannte Aluminium/Silizium(Al/Si)-Beschichtung handeln.

[0009] Die Temperierung in den einzelnen Zonen erfolgt bevorzugt (ausschließlich) mittels Strahlungswärme, beispielsweise von mindestens einem elektrisch betriebenen (das metallische Bauteil nicht körperlich

und/oder elektrisch kontaktierendem) Heizmittel, wie beispielsweise einer Heizschleife und/oder einem Heizdraht, und/oder von mindestens einem (gasbeheizten) Strahlrohr. Vorzugsweise wird das metallische Bauteil mittels Strahlungswärme und/oder Konvektion in den einzelnen Zonen erwärmt.

[0010] Die einzelnen Zonen sind bevorzugt allein durch die durch entsprechende Heizmittel einstellbare Temperatur in der Zone definiert. Zusätzlich lassen sich die entsprechenden Zonen auch baulich definieren, beispielsweise durch entsprechende Abschirmmittel zwischen den Zonen, die Konvektion zwischen benachbarten Zonen und/oder den Eintrag von Strahlungswärme von einer Zone in eine benachbarte Zone zumindest reduzieren oder verhindern.

[0011] In der Anheizzone werden die vorher üblicherweise auf Raumtemperatur befindlichen metallischen Bauteile (langsam) angeheizt. Hierzu liegt die Anheiztemperatur bevorzugt deutlich unterhalb der Zieltemperatur. Weiterhin bevorzugt ist eine Ausgestaltung, bei der die Anheiztemperatur oberhalb der Plateautemperatur liegt.

[0012] Unter dem Korridorbereich wird ein Temperaturbereich von ± 30 K, bevorzugt ± 10 K um die Schmelztemperatur der Vorbeschichtung herum verstanden. In diesem Korridorbereich setzt die Verflüssigung der Vorbeschichtung ein. Durch das Halten der Temperatur im Korridorbereich kommt es bei der Verflüssigung zur Ausbildung einer (stabilen) Oxidschicht auf der sich verflüssigenden Vorbeschichtung, die die Scherkräfte beim Transport des metallischen Bauteils zumindest teilweise aufnehmen kann. Somit wird ein Anhaften der geschmolzenen oder schmelzenden Vorbeschichtung auf den Rollen und das Eindringen in dieselben in diesem Bereich des Ofens wesentlich verringert oder sogar vermieden. Üblicherweise liegt die Plateautemperatur deutlich unterhalb der Zieltemperatur, insbesondere mehr als 300 K unterhalb der Zieltemperatur oder sogar mehr als 350 K unterhalb der Zieltemperatur.

[0013] Die Spitzentemperatur liegt bevorzugt sogar 150 K oberhalb der Zieltemperatur.

[0014] Die (sprunghaft) deutlich erhöhte Temperatur nach der Plateautemperatur bewirkt ein schnelles Aufheizen des metallischen Bauteils. Im Vergleich zu anderen Verfahrensführungen, bei denen weite Teile des Ofens auf die Zieltemperatur temperiert sind, kann eine wesentliche schnellere Aufheizung erreicht werden. Dadurch, dass die Plateauzone vor der Spitzenheizzone ausgebildet ist, wird ein Abscheren der Vorbeschichtung wirksam vermieden. Dies führt zu einer Verfahrensführung, bei der die Oberfläche des metallischen Bauteils beim Transport durch den Ofen geschont wird und gleichzeitig eine schnelle Aufheizung des Bauteils möglich ist.

[0015] Die Anheiztemperatur, die Plateautemperatur, die Spitzentemperatur und/oder die Zieltemperatur werden in Abhängigkeit von dem verwendeten Material des metallischen Bauteils, der Art und/oder Dicke der Vorbeschichtung und/oder von der Ausgestaltung, insbeson-

dere der Form und/oder Dicke des metallischen Bauteils, vorbestimmt. Der Begriff "temperieren" bedeutet im Rahmen dieses Dokumentes grundsätzlich "heizen".

[0016] Durch eine im Vergleich zu bekannten Verfahren schnellere Aufheizung des Bauteils ist es auch möglich, eine Ofenanlage kürzer zu gestalten als bei aus dem Stand der Technik bekannten Ofenanlagen beziehungsweise Verfahrensführungen.

[0017] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens ist die Vorbeschichtung aus einem Material umfassend Aluminium und Silizium ausgebildet.

[0018] Bei der metallischen Beschichtung kann es sich beispielsweise um eine (vorrangig) Zink enthaltende Beschichtung oder eine (vorrangig) Aluminium und/oder Silizium enthaltende Beschichtung, insbesondere eine sogenannte Aluminium/Silizium(Al/Si)-Beschichtung handeln. Diese Beschichtung dient insbesondere dem Schutz des Bauteils vor Verzunderung während der Wärmebehandlung und verhindert die Randentkohlung. Übliche Schichtdicken liegen im Bereich zwischen 10 und 50 μm [Mikrometer], bevorzugt im Bereich von 20 und 40 μm . Insbesondere bei Al/Si-Beschichtungen ist das Aufheizverfahren nach der vorliegenden Erfindung vorteilhaft, da diese Vorbeschichtung bei Raumtemperatur sehr spröde ist, so dass es schnell zu Abplatzungen und damit zur Beschädigung der Vorbeschichtung kommen kann, wenn zu schnell aufgeheizt und eine zu große Scherbeanspruchung beim Transport durch den Ofen vorliegt. Das erfindungsgemäße Verfahren gestattet das Schnellaufheizen von mit Al/Si vorbeschichteten metallischen Bauteilen.

[0019] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens schließt die Spitzenheizzone unmittelbar an die Plateauzone an.

[0020] Das unmittelbare Anschließen der Spitzenheizzone an die Plateauzone erlaubt eine besonders schnelle Aufheizung des metallischen Bauteils.

[0021] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens ist zwischen der Plateauzone und der Spitzenheizzone mindestens eine Zwischenzone ausgebildet, die auf eine Zwischenzonentemperatur zwischen der Temperatur der vorherigen Zone und der Spitzentemperatur temperiert wird.

[0022] Dies erlaubt eine genauere Definition der einzelnen Zonen, da dann der Wärmeeintrag von der Spitzenheizzone in die Plateauzone reduziert werden kann. Dies erlaubt eine genauere Definition der Temperatur in der Plateauzone, so dass der Vorgang der Oxidbildung auf der Vorbeschichtung gleichmäßiger ablaufen kann. Bevorzugt ist dabei die Zwischenheizzone in Transportrichtung des metallischen Bauteils durch den Ofen kürzer als die Spitzenheizzone, insbesondere weist sie eine Länge auf, die kleiner als die Hälfte der Länge der Spitzenheizzone ist, bevorzugt weniger als ein Viertel der Länge der Spitzenheizzone.

[0023] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird das Bauteil in der Anheizzone über Rollen geführt, die aus Quarzglas ausgebildet sind.

[0024] Unter Quarzgut wird hier insbesondere ein Material umfassend Siliziumdioxid (SiO₂) verstanden. In der Anheizzone wird das metallische Bauteil, welches deutlich kühler, üblicherweise im wesentlichen Umgebungs- oder Raumtemperatur aufweist, in die Atmosphäre des Ofens eingeführt, die deutlich heißer ist, beispielsweise 500°C oder mehr aufweist. Dies führt zu erheblichen Belastungen der Rollen, über die das Bauteil geführt wird, durch thermische Spannungen. Es hat sich gezeigt, das Rollen aus Quarzgut aufgrund des geringen Wärmeausdehnungskoeffizienten für die Anheizzone besonders gut geeignet sind. Diese Rollen sind sehr widerstandsfähig gegenüber Temperaturwechselbeanspruchungen.

[0025] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird das Bauteil in mindestens einer der folgenden Zonen:

- a) der Plateauzone;
- b) der Spitzenheizzone; und
- c) der Endzone

über Rollen geführt, die aus einem mullitischen Keramikmaterial ausgebildet sind.

[0026] Rollen aus mullitischem Keramikmaterial werden bevorzugt dann eingesetzt, wenn sich die Temperatur der Atmosphäre im Ofen erhöht, da diese eine höhere zulässige Anwendungstemperatur als Quarzgutrollen aufweisen. Zudem sind diese Rollen deutlich preiswerter.

[0027] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Rollenherdofen zum Erwärmen eines eine Vorbeschichtung aufweisenden metallischen Bauteils auf eine Zieltemperatur vorgeschlagen, insbesondere nach einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Bauteil auf Rollen von einem Zugang durch den Rollenherdofen zu einem Ausgang führbar ist, weiterhin umfassend mindestens vier Heizmittel, durch die jeweils eine individuelle Temperatur in einer Zone um das Heizmittel einstellbar ist, und ein Steuermittel zur individuellen Ansteuerung von mindestens vier der Heizmittel. Der Rollenherdofen zeichnet sich dadurch aus, dass das Steuermittel in einer Weise zur Ansteuerung der Heizmittel geeignet und bestimmt ist, dass vom Zugang zum Ausgang in dieser Reihenfolge mindestens folgende Zonen bildbar sind: eine auf eine Anheiztemperatur temperierbare Anheizzone, eine auf eine Plateautemperatur temperierbare Plateauzone, eine auf eine Spitzentemperatur temperierbare Spitzenheizzone und eine auf eine Endtemperatur erhitzbare Endzone, wobei die Steuermittel und die Heizmittel geeignet und bestimmt sind, eine Plateautemperatur einzustellen, die in einem Korridorbereich um eine Schmelztemperatur der Vorbeschichtung liegt und eine Spitzentemperatur einzustellen, die um mindestens 100 K oberhalb der Zieltemperatur liegt.

[0028] Bevorzugt sind in der Anheizzone Rollen aus Quarzgut angeordnet.

[0029] Bevorzugt sind in mindestens einer der folgen-

den Zonen:

- a) der Plateauzone;
- b) der Spitzenheizzone; und
- c) der Endzone

[0030] Rollen aus einem Keramikmaterial ausgebildet.

[0031] Weiterhin bevorzugt sind zwischen zumindest zwei benachbarten Zonen Abschirmmittel ausgebildet.

[0032] Bevorzugt sind die Abschirmmittel als Einbauten zwischen zumindest einem Teil den einzelnen Zonen ausgebildet, die den Ofenquerschnitt in diesem Bereich verengen. Hierdurch wird die Längsströmung zwischen benachbarten Zonen reduziert. Zudem können die Abschirmmittel eine Wärmestrahlung aus einer Zone in die andere Zone verhindern und so die bessere Definition der Temperatur in den jeweiligen Zonen ermöglichen.

[0033] An den erfindungsgemäßen Rollenherdofen schließt sich regelmäßig eine Presshärtevorrichtung an.

Zwischen Rollenherdofen und Presshärtevorrichtung kann eine Temperiereinheit angeordnet sein, die zumindest einen Teilbereich des Bauteils gezielt abkühlt und gleichzeitig die Temperatur in mindestens einem weiteren Teilbereich des Bauteils konstant hält oder erhöht, um so in zumindest einem Teilbereich eine andere Festigkeit einzustellen.

[0034] Weiterhin wird ein Verfahren zum Presshärten eines metallischen Bauteils vorgeschlagen, bei dem ein nach der vorliegenden Erfindung auf die Zieltemperatur erwärmtes metallisches Bauteil einer Presshärtung in einer Presshärteeinrichtung unterzogen wird.

[0035] Bevorzugt ist in diesem Zusammenhang, dass das metallische Bauteil zwischen der Erwärmung und der Presshärtung mindestens einer Temperiereinheit zugeführt wird, in der die Temperatur zumindest eines Teilbereichs des metallischen Bauteils verändert wird.

[0036] Die für die erfindungsgemäßen Verfahren offenbarten Details und Vorteile lassen sich auf den erfindungsgemäßen Rollenherdofen übertragen und anwenden und umgekehrt.

[0037] Die Erfindung, sowie das technische Umfeld werden nachfolgend anhand der Figuren näher erläutert. Es ist darauf hinzuweisen, dass die Erfindung durch die gezeigten Ausführungsbeispiele nicht beschränkt werden soll. Insbesondere ist es, soweit nicht explizit anders dargestellt, auch möglich, Teilaspekte der in den Figuren erläuterten Sachverhalte zu extrahieren und mit anderen Bestandteilen und/oder Erkenntnissen aus anderen Figuren und/oder der vorliegenden Beschreibung zu kombinieren, innerhalb des Schutzzumfangs der Ansprüche.

[0038] Es zeigen schematisch:

- Fig. 1 einen Rollenherdofen, welcher nach dem erfindungsgemäßen Verfahren betrieben wird;
- Fig. 2 eine Temperaturführung im Rollenherdofen;
- Fig. 3 ein Beispiel einer als bekannt angenommenen Temperaturführung;
- Fig. 4 ein Beispiel einer Temperaturführung nach der

- vorliegenden Erfindung;
 Fig. 5 ein weiteres Beispiel eines Rollenherdofens;
 Fig. 6 ein erstes Beispiel einer Vorrichtung zur Wärmebehandlung von Bauteilen; und
 Fig. 7 ein zweites Beispiel einer Vorrichtung zur Wärmebehandlung von Bauteilen.

[0039] Fig. 1 zeigt schematisch einen Rollenherdofen 1, in dem ein Verfahren zum Erwärmen eines metallischen Bauteils 2 auf eine Zieltemperatur 3 durchgeführt wird. Die entsprechenden Temperaturen sind in Fig. 2 schematisch gezeigt. Hierzu wird das metallische Bauteil 2 durch einen Zugang 4 in den Rollenherdofen 1 geführt. Im Rollenherdofen 1 wird das metallische Bauteil 2 über Rollen 5 durch den Rollenherdofen 1 bis zum Ausgang 6 geführt.

[0040] Im vorliegenden Fall weist das metallische Bauteil 2 eine Al/Si-Vorbeschichtung 7 auf, die flächig und zumeist beidseitig auf dem metallischen Bauteil 2 ausgebildet ist. In Bewegungsrichtung 8 des metallischen Bauteils 2 schließt sich an den Zugang 4 eine Anheizzone 9, eine Plateauzone 10, eine Spitzenheizzone 11 und eine Endzone 12. Im Betrieb ist die Anheizzone 9 auf eine Anheiztemperatur 13, die Plateauzone 10 auf die Plateautemperatur 14, die Spitzenheizzone 11 auf eine Spitzentemperatur 15 und die Endzone 12 auf die Zieltemperatur 3 temperiert (geheizt). Hierzu sind Heizmittel 16 ausgebildet, die hier als Strahlrohre ausgebildet sind. Die einzelnen Strahlrohre umfassen jeweils Gasbrenner, die in ein geschlossenes (keramisches) Rohr hineinbrennen, so dass die Verbrennungsabgase nicht in den Ofen eingetragen werden, um die gegebenenfalls durch die Abgase der Verbrennung insbesondere von feuchtem Abgas geförderte Wasserstoffversprödung des Metalls zu verhindern.

[0041] Die einzelnen Heizmittel 16 sind in ihrer Anzahl und Ausgestaltung exemplarisch eingezeichnet. Dies bedeutet, dass in jeder Zone 9, 10, 11, 12 auch eine andere Anzahl Heizmittel 16, jeweils Heizmittel 16 unterschiedlicher Stärke und/oder jeweils unterschiedliche Heizmittel 16 wie beispielsweise teilweise elektrische Heizmittel 16 und teilweise Strahlrohre als Heizmittel 16 ausgebildet sein können. Gleiches gilt auch für die Rollen 5, die in jeder Zone 9, 10, 11, 12 in unterschiedlicher Zahl und/oder in unterschiedlichen Abständen und/oder aus unterschiedlichen Materialien ausgebildet sein können. Zur Durchführung des Verfahrens sind die Heizmittel 16 mit einem Steuermittel 17 verbunden, durch welches der Betrieb der Heizmittel 16 gesteuert beziehungsweise geregelt werden kann und welches geeignet und bestimmt zur entsprechenden Ansteuerung der Heizmittel 16 ist. Zusätzlich können auch zumindest einzelne (angetriebene) Rollen 5 mit dem Steuermittel 17 verbunden sein.

[0042] Zwischen den Zonen 9, 10, 11, 12 sind Abschirmmittel 27 ausgebildet, die insbesondere eine Längsströmung zwischen benachbarten Zonen 9, 10, 11, 12 reduzieren oder unterbinden. Alternativ oder zusätzlich können die Abschirmmittel 27 so ausgestaltet sein,

dass sie eine Wärmestrahlung zwischen benachbarten Zonen 9, 10, 11, 12 reduzieren beziehungsweise unterbinden. Die Abschirmmittel 27 sind im vorliegenden Beispiel als den offenen Querschnitt des Rollenherdofens 1 reduzierende Einbauten gebildet, deren Höhe variieren kann.

[0043] Im vorliegenden Beispiel sind die Rollen 5 in der Anheizzone 9 aus einem Quarzglas ausgebildet, während die Rollen in der Plateauzone 10, der Spitzenheizzone 11 und der Endzone 12 aus einem keramischen Material ausgebildet sind. Die Rollen 5 in der Anheizzone 9 sind bevorzugt aus Quarzglas ausgebildet, um hier die thermischen Belastungen der Rollen 5 aufgrund des großen Temperaturunterschiedes der (heißen) Rollen 5 und des (kalten) metallischen Bauteils 2 aufnehmen zu können.

[0044] Die Heizmittel 16 werden beispielsweise so geregelt, dass für ein aus einem als "Usibor 1500" oder "MBW 1500+AS" vertriebenen Bor-Mangan-Stahl ausgebildeten Bauteil, welches eine Al/Si Vorbeschichtung 7 aufweist, in der Anheizzone 9 als Anheiztemperatur 13 eine Temperatur von etwa 840 bis 860°C, insbesondere von 850°C, als Plateautemperatur 14 in der Plateauzone 10 eine Temperatur von etwa 630°C bis 670°C, insbesondere von 650°C mit einem Korridorbereich von +/- 20°C um die Schmelztemperatur der Vorbeschichtung 7 herum, als Spitzentemperatur in der Spitzenheizzone 11 eine Temperatur von etwa 1080 bis 1120 °C, insbesondere von 1100°C und als Zieltemperatur 3 in der Endzone 12 eine Temperatur von 870 bis 940°C eingestellt wird.

[0045] Fig. 3 zeigt im Unterschied dazu einen als bekannt angenommenen Temperaturverlauf, bei dem die Zonentemperatur 18 und die Bauteiltemperatur 19 eingezeichnet ist. Auch hier sind mehrere Zonen ausgebildet. Das (kalte) metallische Bauteil 2 durchquert zunächst eine Anheizzone mit einer Anheizzonentemperatur 13, dann eine Plateauzone mit einer Plateautemperatur 14 und dann einer Endzone mit einer Zieltemperatur 3. Entsprechend folgt die Bauteiltemperatur 19 einer Kurve von einer Starttemperatur zur Zieltemperatur 3.

[0046] Fig. 4 zeigt ein Beispiel eines Temperaturverlaufs mit Zonentemperatur 18 und Bauteiltemperatur 19 nach dem hier vorgeschlagenen Verfahren. Die Zonentemperatur zeigt hier neben Anheizzonentemperatur 13, Plateautemperatur 14 und Zieltemperatur 3 auch die Spitzenheizzone 11. Vergleicht man die Bauteiltemperatur 19 in diesem Beispiel mit der Bauteiltemperatur 19 wie in Fig. 3 gezeigt, so zeigt sich, dass die Bauteiltemperatur 19 bei dem hier vorgeschlagenen Verfahren schneller die Zieltemperatur 3 erreicht als bei dem als bekannt angenommenen Verfahren wie in Fig. 3 gezeigt.

[0047] Fig. 4 und 5, die eine weitere Ausgestaltung eines Rollenherdofens 1 zeigt, zeigen weiterhin die Ausbildung von Zwischenzonen. Zwischen der Anheizzone 9 und der Plateauzone 10 ist eine erste Zwischenzone 20 ausgebildet, deren erste Zwischenzonentemperatur 21 zwischen der Anheiztemperatur 13 und der Plateautemperatur 14 liegt. Durch die erste Zwischenzone 20

wird ein Wärmeaustausch zwischen der Anheizzone 9 und der Plateauzone 10 reduziert beziehungsweise verhindert, so dass eine präzisere Führung der Ofentemperatur in den Zonen 9, 10 möglich ist. Weiterhin zeigt die Zonentemperatur 18 in Fig. 4 zwei zweite Zwischenzonen 22 zwischen der Plateauzone 10 und der Spitzenheizzone 11, die zwei zweite Zwischenzonentemperaturen 23 aufweisen. Diese dienen der präziseren Definition der Spitzenheizzone 11 und der Plateauzone 10. Im Übrigen wird auf die obige Beschreibung zur Figur 1 verwiesen.

[0048] Fig. 6 zeigt eine Vorrichtung 24 zur Wärmebehandlung eines metallischen Bauteils 2 mit einem Rollenherdofen 1 und einer Presshärteeinheit 25.

[0049] Beispielsweise ist es möglich, im Rollenherdofen 1 die Zieltemperatur 3 so zu wählen, dass diese bei oder oberhalb der AC1-Temperatur (also der Temperatur, bei der die Bildung von Austenit bei einem Aufwärmvorgang beginnt), oder sogar oberhalb der AC3-Temperatur (der Temperatur, bei der die Umwandlung von Ferrit in Austenit bei einem Aufwärmvorgang endet) des entsprechenden Materials des metallischen Bauteils 2 zu wählen, dass beim anschließenden Presshärten zumindest ein Anteil an Martensit im metallischen Bauteil entsteht.

[0050] Optional wird zwischen Rollenherdofen 1 und Presshärteeinheit 25 mindestens eine Temperiereinheit 26 ausgebildet (siehe Fig. 7), die es erlaubt, nach dem (gleichmäßigen) Aufheizen des metallischen Bauteils 2 im Rollenherdofen 1 Bereiche des metallischen Bauteils 2 unterschiedlich zu temperieren, insbesondere Teilbereiche zu heizen und andere Teilbereiche zu kühlen.

[0051] Alternativ kann eine Verfahrensführung gewählt werden, bei der die Zieltemperatur 3 so gewählt wird, dass diese unterhalb der AC3- oder sogar AC1-Temperatur liegt und dann in einer folgenden Temperiereinheit 26 in mindestens einem Teilbereich des metallischen Bauteils 2 die Temperatur über die AC1- oder AC3-Temperatur erhöht wird, während die Temperatur in mindestens einem anderen Teilbereich des metallischen Bauteils 2 unterhalb der AC1- oder AC3-Temperatur belassen wird. So können metallische Bauteile 2 erzeugt werden, die nach dem Presshärten Bereiche unterschiedlicher Gefüge bzw. Festigkeiten aufweisen.

Bezugszeichenliste

[0052]

- 1 Rollenherdofen
- 2 metallisches Bauteil
- 3 Zieltemperatur
- 4 Zugang
- 5 Rolle
- 6 Ausgang
- 7 Vorbeschichtung
- 8 Bewegungsrichtung
- 9 Anheizzone

- 10 Plateauzone
- 11 Spitzenheizzone
- 12 Endzone
- 13 Anheiztemperatur
- 5 14 Plateautemperatur
- 15 Spitzentemperatur
- 16 Heizmittel
- 17 Steuermittel
- 18 Zonentemperatur
- 10 19 Bauteiltemperatur
- 20 erste Zwischenzone
- 21 erste Zwischenzonentemperatur
- 22 zweite Zwischenzone
- 23 zweite Zwischenzonentemperaturen
- 15 24 Vorrichtung zur Wärmebehandlung
- 25 Presshärteeinheit
- 26 Temperierstation
- 27 Abschirmmittel

20

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erwärmen eines metallischen Bauteils (2) auf eine Zieltemperatur (3), bei dem das Bauteil (2) eine Vorbeschichtung (7) aufweist und durch einen Ofen (1) geführt wird, der mindestens vier Zonen (9, 10, 11, 12) aufweist, die jeweils auf eine individuelle Zonentemperatur (13, 14, 15, 3) temperiert werden können, wobei das Bauteil (2) nacheinander zumindest durch eine Anheizzone (9), eine Plateauzone (10), eine Spitzenheizzone (11) und eine Endzone (12) geführt wird, wobei die Anheizzone (9) auf eine Anheiztemperatur (13), die Plateauzone (10) auf eine Plateautemperatur (14), die Spitzenheizzone (11) auf eine Spitzentemperatur (15) und die Endzone (12) auf die Zieltemperatur (3) temperiert wird, wobei die Plateautemperatur (14) so gewählt wird, dass die Temperatur des Bauteils (2) in der Plateauzone (10) in einem Korridorbereich von ± 30 K um eine Schmelztemperatur der Vorbeschichtung (7) liegt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spitzentemperatur (15) um mindestens 100 K [Kelvin] oberhalb der Zieltemperatur (3) liegt.
- 45 2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Vorbeschichtung (7) aus einem Material umfassend Aluminium und Silizium ausgebildet ist.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Spitzenheizzone (11) unmittelbar an die Plateauzone (10) anschließt.
- 50 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, bei dem zwischen der Plateauzone (10) und der Spitzenheizzone (11) mindestens eine Zwischenzone (22) ausgebildet ist, die auf eine Zwischenzonentemperatur (23) zwischen der Temperatur der vorherigen Zone (10, 22) und der Spitzentemperatur

55

(15) temperiert wird.

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem das Bauteil (2) in der Anheizzone (9) über Rollen (5) geführt wird, die aus Quarzglas ausgebildet sind.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Bauteil (2) in mindestens einer der folgenden Zonen:

- d) der Plateauzone (10);
- e) der Spitzenheizzone (11); und
- f) der Endzone (12)

über Rollen (5) geführt wird, die aus einem Keramikmaterial ausgebildet sind.

7. Rollenherdofen (1) zum Erwärmen eines eine Vorbeschichtung (7) aufweisenden metallischen Bauteils (2) auf eine Zieltemperatur (3), insbesondere nach einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Bauteil (2) auf Rollen (5) von einem Zugang (4) durch den Rollenherdofen (1) zu einem Ausgang (6) führbar ist, weiterhin umfassend mindestens vier Heizmittel (16), durch die jeweils eine individuelle Temperatur in einer Zone (9, 10, 11, 12) um das Heizmittel (16) einstellbar ist, und ein Steuermittel (17) zur individuellen Ansteuerung von mindestens vier der Heizmittel (16), **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuermittel (17) in einer Weise zur Ansteuerung der Heizmittel (16) geeignet und bestimmt ist, dass vom Zugang (4) zum Ausgang (6) in dieser Reihenfolge mindestens folgende Zonen (9, 10, 11, 12) bildbar sind: eine auf eine Anheiztemperatur (13) temperierbare Anheizzone (9), eine auf eine Plateautemperatur (14) temperierbare Plateauzone (10), eine auf eine Spitzentemperatur (15) temperierbare Spitzenheizzone (11) und eine auf die Zieltemperatur temperierbare Endzone (12), wobei die Steuermittel (17) und die Heizmittel (16) geeignet und bestimmt sind, eine Plateautemperatur (14) einzustellen, die in einem Korridorbereich von ± 30 K um eine Schmelztemperatur der Vorbeschichtung (7) liegt und eine Spitzentemperatur (15) einzustellen, die um mindestens 100 K oberhalb der Zieltemperatur (3) liegt.

8. Rollenherdofen (1) nach Anspruch 7, bei dem in der Anheizzone (9) Rollen (5) aus Quarzglas ausgebildet sind.

9. Rollenherdofen (1) nach einem der Ansprüche 7 oder 8, bei dem in mindestens einer der folgenden Zonen:

- a. der Plateauzone (10);
- b. der Spitzenheizzone (11); und

c. der Endzone (12)

Rollen (5) aus einem Keramikmaterial ausgebildet sind.

10. Rollenherdofen (1) nach einem der Ansprüche 7 bis 9, bei dem zwischen zumindest zwei benachbarten Zonen (9, 10, 11, 12) Abschirmmittel (27) ausgebildet sind.

11. Verfahren zum Presshärten eines metallischen Bauteils (2), bei dem ein nach dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 auf die Zieltemperatur (3) erwärmtes metallisches Bauteil (3) einer Presshärtung in einer Presshärteeinrichtung (25) unterzogen wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, bei dem das metallische Bauteil zwischen der Erwärmung und der Presshärtung mindestens einer Temperatureinheit (26) zugeführt wird, in der die Temperatur zumindest eines Teilbereichs des metallischen Bauteils (3) verändert wird.

Claims

1. Method for heating a metal component (2) to a target temperature (3), wherein the component (2) has a pre-coating (7) and is passed through a furnace (1) that has at least four zones (9, 10, 11, 12) which can each be adjusted to an individual zone temperature (13, 14, 15, 3), the component (2) being passed successively through at least an initial heating zone (9), a plateau zone (10), a peak heating zone (11) and an end zone (12), the initial heating zone (9) being adjusted to an initial heating temperature (13), the plateau zone (10) being adjusted to a plateau temperature (14), the peak heating zone (11) being adjusted to a peak temperature (15) and the end zone (12) being adjusted to the target temperature (3), the plateau temperature (14) being chosen such that the temperature of the component (2) in the plateau zone (10) lies in a band range of ± 30 K around a melting temperature of the pre-coating (7), **characterized in that** the peak temperature (15) lies at least 100 K [Kelvin] above the target temperature (3).

2. Method according to claim 1, wherein the pre-coating (7) is formed from a material comprising aluminum and silicon.

3. Method according to either of the preceding claims, wherein the peak heating zone (11) directly adjoins the plateau zone (10).

4. Method according to either of claims 1 or 2, wherein between the plateau zone (10) and the peak heating zone (11) at least one intermediate zone (22) is

formed which is adjusted to an intermediate zone temperature (23) between the temperature of the previous zone (10, 22) and the peak temperature (15).

5. Method according to any of the preceding claims, wherein the component (2) in the initial heating zone (9) is passed over rollers (5) which are made of quartz material.

6. Method according to any of the preceding claims, wherein the component (2) in at least one of the following zones:

- d) the plateau zone (10);
- e) the peak heating zone (11); and
- f) the end zone (12)

is passed over rollers (5) which are made of a ceramic material.

7. Roller hearth furnace (1) for heating a metal component (2) having a pre-coating (7) to a target temperature (3), in particular according to a method according to any of the preceding claims, wherein the component (2) can be passed on rollers (5) from an entry point (4) through the roller hearth furnace (1) to an exit point (6), further comprising at least four heating means (16) by means of which an individual temperature in a zone (9, 10, 11, 12) around the heating means (16) can be set, and a control means (17) for individually controlling at least four of the heating means (16), **characterized in that** the control means (17) is suitable and intended for controlling the heating means (16) in such a way that at least the following zones (9, 10, 11, 12) can be formed from the entry point (4) to the exit point (6) in this order: an initial heating zone (9) which can be adjusted to an initial heating temperature (13), a plateau zone (10) which can be adjusted to a plateau temperature (14), a peak heating zone (11) which can be adjusted to a peak temperature (15) and an end zone (12) which can be adjusted to the target temperature, wherein the control means (17) and the heating means (16) are suitable and intended for setting a plateau temperature (14) which lies in a band range of ± 30 K around a melting temperature of the pre-coating (7) and setting a peak temperature (15) which is at least 100 K above the target temperature (3).

8. Roller hearth furnace (1) according to claim 7, wherein rollers (5) made of quartz material are formed in the initial heating zone (9).

9. Roller hearth furnace (1) according to either of claims 7 or 8, wherein rollers (5) made of a ceramic material are formed in at least one of the following zones:

- a. the plateau zone (10);
- b. the peak heating zone (11); and
- c. the end zone (12).

10. Roller hearth furnace (1) according to any of claims 7 to 9, wherein shielding means (27) are formed between at least two adjacent zones (9, 10, 11, 12).

11. Method for press hardening a metal component (2), wherein a metal component (3) heated to the target temperature (3) by the method according to any of claims 1 to 6 is subjected to press hardening in a press hardening device (25).

12. Method according to claim 11, wherein the metal component between the heating and the press hardening is supplied to at least one temperature control unit (26) in which the temperature of at least a portion of the metal component (3) is changed.

Revendications

1. Procédé pour le chauffage d'un composant (2) métallique à une température cible (3), dans lequel le composant (2) présente un pré-revêtement (7) et est guidé à travers un four (1) qui présente au moins quatre zones (9, 10, 11, 12) pouvant être respectivement réglées à une température de zone individuelle (13, 14, 15, 3), le composant (2) étant guidé à travers successivement au moins une zone de chauffage (9), une zone de plateau (10), une zone de chauffage de pointe (11) et une zone d'extrémité (12), la zone de chauffage (9) étant réglée à une température de chauffage (13), la zone de plateau (10) étant réglée à une température de plateau (14), la zone de chauffage de pointe (11) étant réglée à une température de pointe (15) et la zone d'extrémité (12) étant réglée à la température cible (3), la température de plateau (14) étant choisie de sorte que la température du composant (2) dans la zone de plateau (10) se situe dans une plage de corridor de ± 30 K autour d'une température de fusion du pré-revêtement (7), **caractérisé en ce que** la température de pointe (15) est supérieure à la température cible (3) d'au moins 100 K [Kelvin].
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le pré-revêtement (7) est formé d'un matériau comprenant de l'aluminium et du silicium.
3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la zone de chauffage de pointe (11) est directement contiguë à la zone de plateau (10).
4. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, dans lequel au moins une zone intermédiaire (22) est formée entre la zone de plateau (10) et la zone de chauffage de pointe (11).

fage de pointe (11), laquelle zone intermédiaire est régulée à une température de zone intermédiaire (23) comprise entre la température de la zone précédente (10, 22) et la température de pointe (15).

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le composant (2) est guidé dans la zone de chauffage (9) sur des rouleaux (5) fabriqués à partir d'un matériau de quartz.

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le composant (2) est guidé dans au moins l'une des zones suivantes :

- d) la zone de plateau (10) ;
- e) la zone de chauffage de pointe (11) ; et
- f) la zone d'extrémité (12)

sur des rouleaux (5) fabriqués à partir d'un matériau céramique.

7. Four à rouleaux (1) pour le chauffage d'un composant (2) métallique présentant un pré-revêtement (7) à une température cible (3), en particulier selon un procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le composant (2) peut être guidé sur des rouleaux (5) depuis une entrée (4) à travers le four à rouleaux (1) vers une sortie (6), comprenant en outre au moins quatre moyens de chauffage (16), à travers lesquels respectivement une température individuelle est réglable dans une zone (9, 10, 11, 12) autour des moyens de chauffage (16), et un moyen de commande (17) pour la commande de manière individuelle d'au moins quatre des moyens de chauffage (16), **caractérisé en ce que** le moyen de commande (17) est adapté et configuré d'une manière pour commander le moyen de chauffage (16) telle que de l'entrée (4) vers la sortie (6), dans le présent ordre, au moins les zones suivantes (9, 10, 11, 12) peuvent être formées : une zone de chauffage (9) qui peut être régulée à une température de chauffage (13), une zone de plateau (10) qui peut être régulée à une température de plateau (14), une zone de chauffage de pointe (11) qui peut être régulée à une température de pointe (15) et une zone d'extrémité (12) qui peut être régulée à la température cible, le moyen de commande (17) et le moyen de chauffage (16) étant adaptés et configurés pour établir une température de plateau (14) qui se situe dans une plage de corridor de +/- 30 K autour d'une température de fusion du pré-revêtement (7) et pour établir une température de pointe (15) qui se situe au moins 100 K au-dessus de la température cible (3).

8. Four à rouleaux (1) selon la revendication 7, dans lequel dans la zone de chauffage (9), les rouleaux (5) sont fabriqués à partir d'un matériau de quartz.

9. Four à rouleaux (1) selon l'une des revendications 7 ou 8, dans lequel dans au moins l'une des zones suivantes :

- a. la zone de plateau (10) ;
- b. la zone de chauffage de pointe (11) ; et
- c. la zone d'extrémité (12)

les rouleaux (5) sont fabriqués à partir d'un matériau céramique.

10. Four à rouleaux (1) selon l'une des revendications 7 à 9, dans lequel des moyens de blindage (27) sont formés entre au moins deux zones adjacentes (9, 10, 11, 12).

11. Procédé pour la trempe sous presse d'un composant (2) métallique, dans lequel un composant métallique (3) chauffé à la température cible (3) selon le procédé selon l'une des revendications 1 à 6 est soumis à une trempe sous presse dans un dispositif de trempe sous presse (25).

12. Procédé selon la revendication 11, dans lequel le composant métallique est amené, entre le chauffage et la trempe sous presse, à au moins une unité de régulation de température (26) dans laquelle la température d'au moins une zone partielle du composant (3) métallique est modifiée.

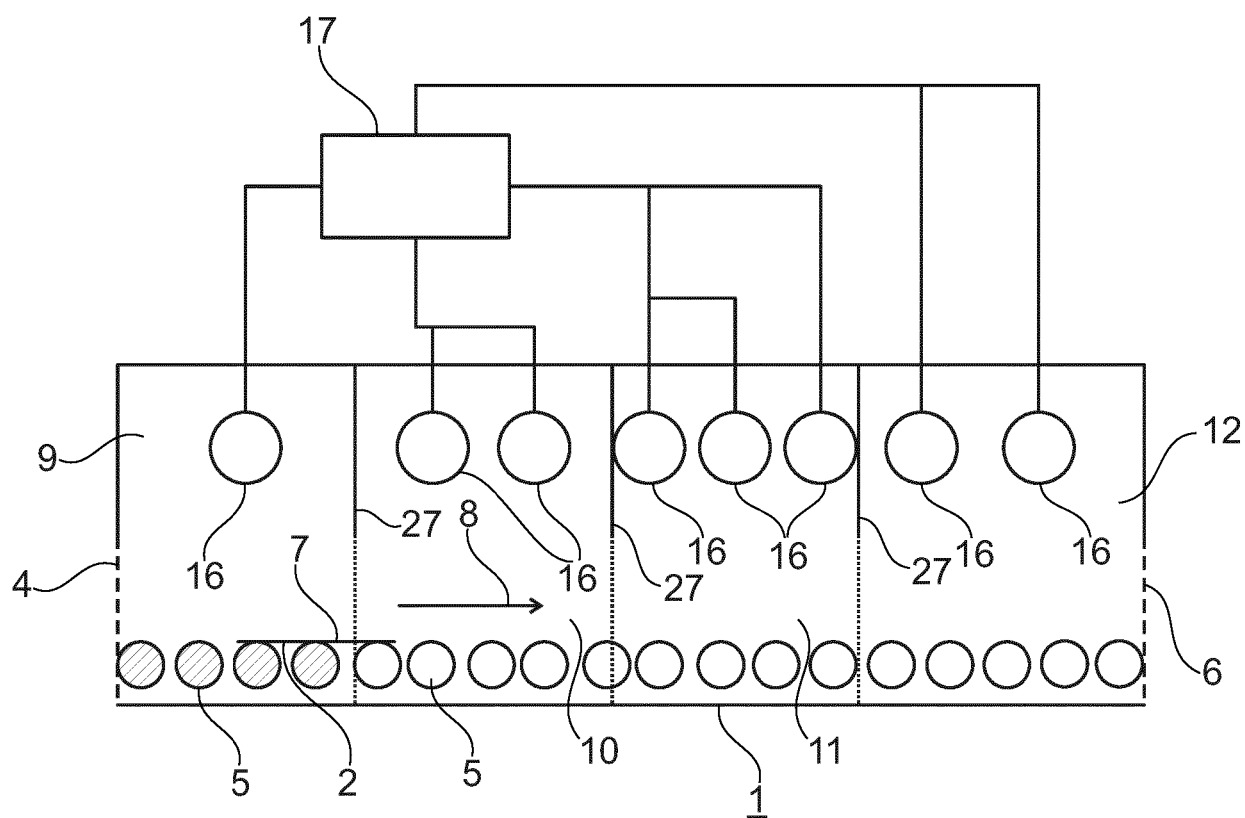


Fig. 1

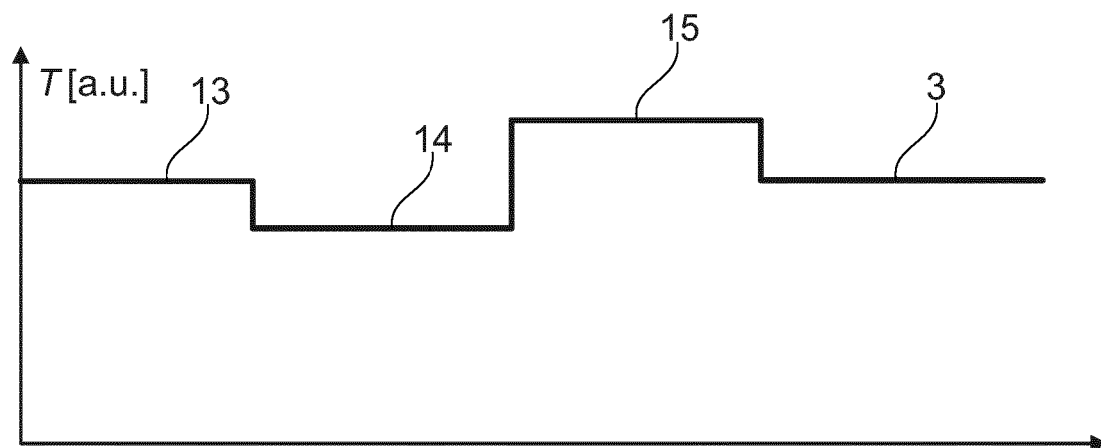


Fig. 2

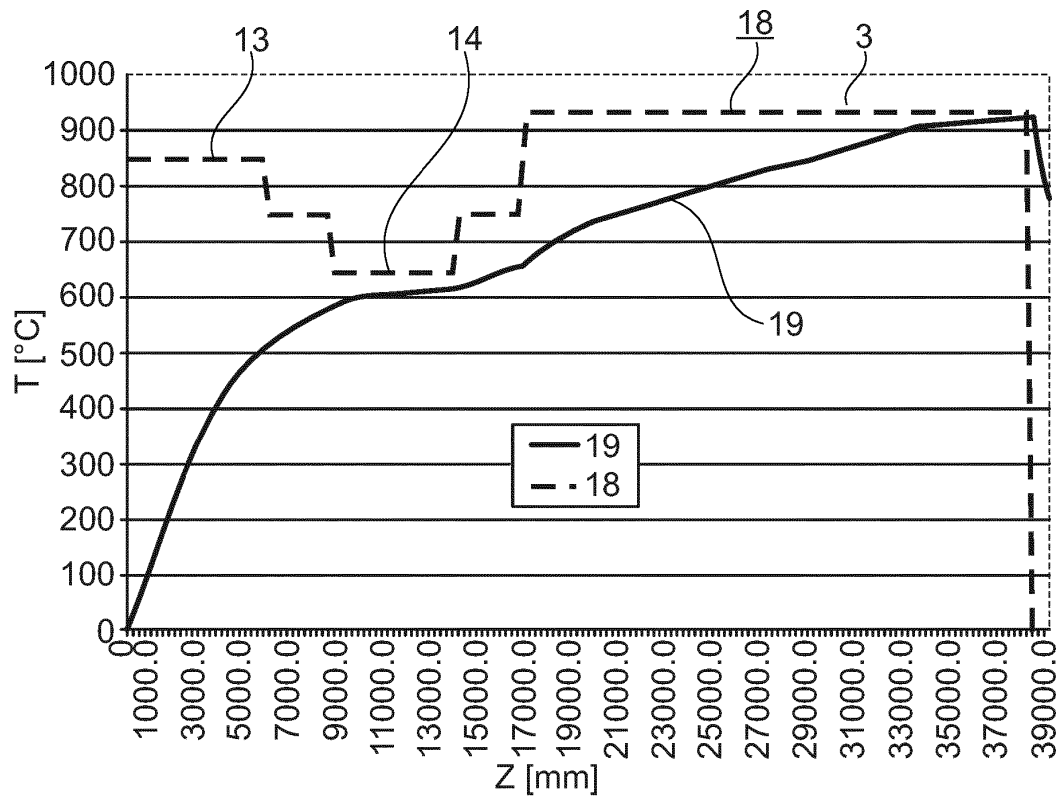


Fig. 3

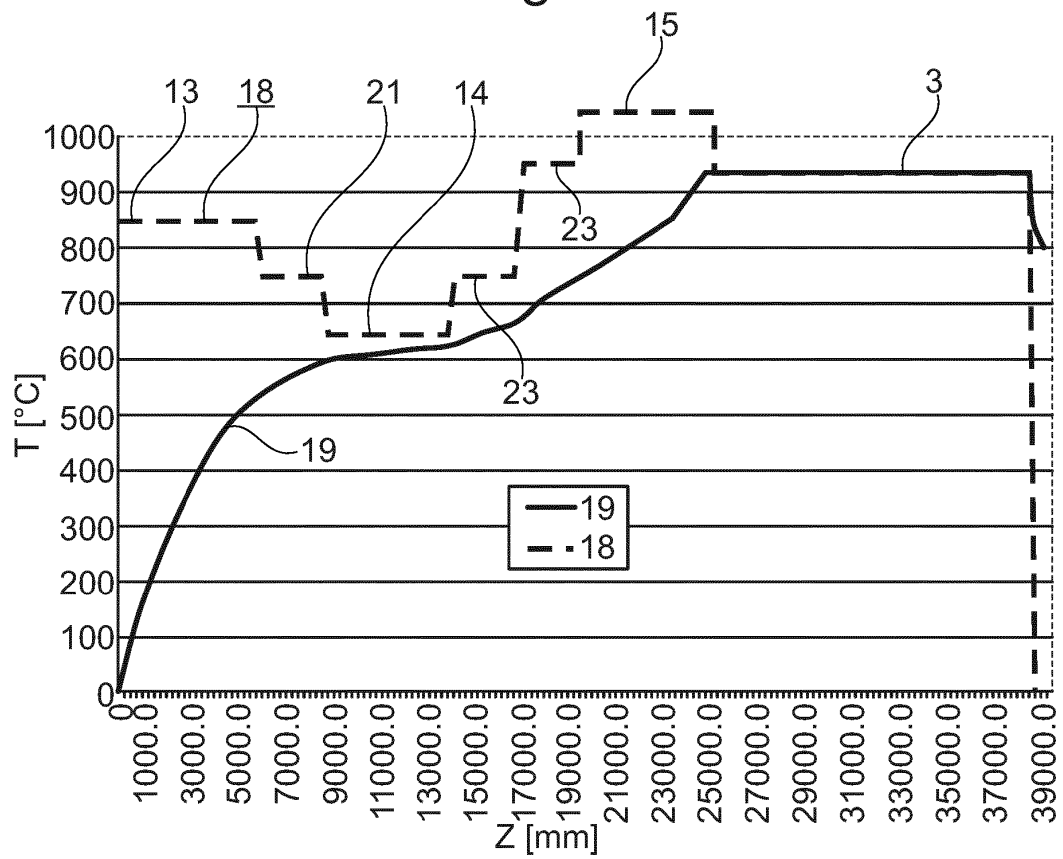


Fig. 4

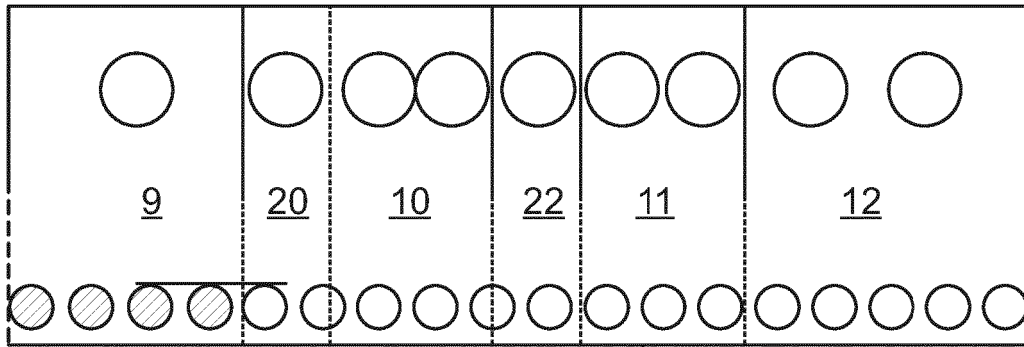


Fig. 5

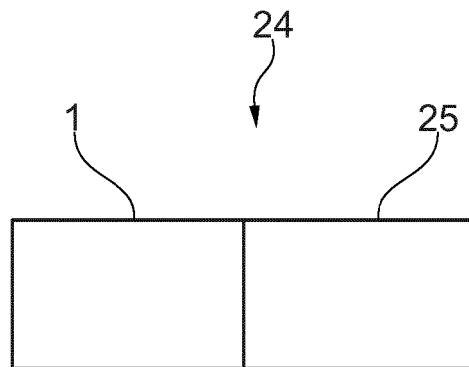


Fig. 6

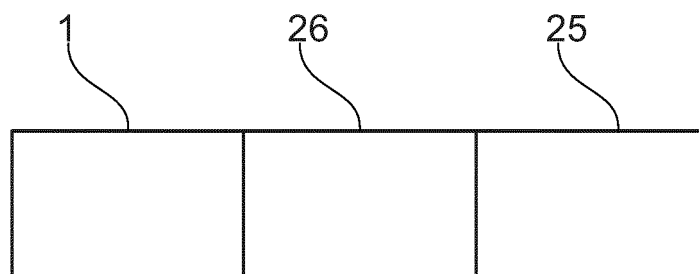


Fig. 7

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

- DE 102009050879 B3 **[0005]**
- DE 102010029082 A1 **[0005]**
- US 9631248 B2 **[0005]**