

(19)



(11)

EP 3 332 041 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

10.04.2024 Patentblatt 2024/15

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

C21D 1/34 (2006.01) **F27B 9/12** (2006.01)
F27D 11/12 (2006.01) **C21D 8/04** (2006.01)
C21D 9/48 (2006.01) **F27B 9/06** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16750160.0**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

F27B 9/066; C21D 1/34; C21D 8/0405; C21D 9/48;
F27D 11/12; C21D 2221/00; F27B 2009/122;
F27B 2009/124

(22) Anmeldetag: **05.08.2016**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP2016/068746

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 2017/025460 (16.02.2017 Gazette 2017/07)

(54) **VERFAHREN ZUR WÄRMEBEHANDLUNG EINES STAHLBLECHBAUTEILS UND WÄRMEBEHANDLUNGSVORRICHTUNG DAFÜR**

METHOD FOR HEAT TREATMENT OF A SHEET STEEL COMPONENT AND HEAT TREATMENT APPARATUS THEREFOR

PROCÉDÉ DE TRAITEMENT THERMIQUE D'UN ÉLÉMENT EN TÔLE D'ACIER ET DISPOSITIF DE TRAITEMENT THERMIQUE À CET EFFET

(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

(74) Vertreter: **Keenway Patentanwälte Neumann**

Heine Taruttis
PartG mbB
Postfach 10 33 63
40024 Düsseldorf (DE)

(30) Priorität: **07.08.2015 DE 102015215179**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

13.06.2018 Patentblatt 2018/24

(56) Entgegenhaltungen:

WO-A1-2017/080624 WO-A2-2014/118723
DE-A1-102008 030 279 DE-A1-102011 056 444
DE-A1-102011 057 007 DE-B3-102013 104 229
DE-U1-202014 010 318

(73) Patentinhaber: **Schwartz GmbH**

52152 Simmerath (DE)

(72) Erfinder:

- **WILDEN, Frank**
52152 Simmerath (DE)
- **WINKEL, Jörg**
52385 Nideggen-Schmidt (DE)
- **REINARTZ, Andreas**
52156 Monschau (DE)

- **MOENCH HOLGER ET AL: "High Power VCSEL Systems : A tool for digital thermal processing", LASER TECHNIK JOURNAL, vol. 11, no. 2, 1 April 2014 (2014-04-01), pages 43-47, XP055828652, ISSN: 1613-7728, DOI: 10.1002/latj.201400024**

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 3 332 041 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur gezielten bauteilzonenindividuellen Wärmebehandlung von Blechbauteilen sowie eine Wärmebehandlungsvorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

[0002] In der Technik besteht bei vielen Anwendungsfällen in unterschiedlichen Branchen der Wunsch nach hochfesten Metallblechteilen bei geringem Teilgewicht. Beispielsweise ist es in der Fahrzeugindustrie das Bestreben, den Kraftstoffverbrauch von Kraftfahrzeugen zu reduzieren und den CO₂-Ausstoß zu senken, dabei aber gleichzeitig die Insassensicherheit zu erhöhen. Es besteht daher ein stark zunehmender Bedarf an Karosseriebauteilen mit einem günstigen Verhältnis von Festigkeit zu Gewicht. Zu diesen Bauteilen gehören insbesondere A- und B-Säulen, Seitenaufprallschutzträger in Türen, Schweller, Rahmenteile, Stoßstangenfänger, Querträger für Boden und Dach, vordere und hintere Längsträger. Bei modernen Kraftfahrzeugen besteht die Rohkarosse mit einem Sicherheitskäfig üblicherweise aus einem gehärteten Stahlblech mit ca. 1.500MPa Festigkeit. Dabei werden vielfach AlSi-beschichtete, also mit Aluminium-Silizium beschichtete Stahlbleche verwendet. Zur Herstellung eines Bauteils aus gehärtetem Stahlblech wurde der Prozess des so genannten Presshärtens entwickelt. Dabei werden Stahlbleche zuerst auf Austenittemperatur zwischen 850°C und 950°C erwärmt, dann in ein Pressenwerkzeug gelegt, schnell geformt und durch das wassergekühlte Werkzeug zügig auf Martensittemperatur von ca. 250°C abgeschreckt. Dabei entsteht hartes, festes Martensitgefüge mit ca. 1.500MPa Festigkeit. Ein solcherart gehärtetes Stahlblech weist aber nur eine geringe Bruchdehnung auf, was in speziellen Bereichen im Falle einer Kollision eines Fahrzeugs nachteilig ist. Die kinetische Energie kann dabei nicht in Verformungswärme umgesetzt werden. Vielmehr wird in diesem Fall das Bauteil spröde brechen und droht zusätzlich die Insassen zu verletzen.

[0003] Für die Automobilindustrie ist es daher wünschenswert, Karosseriebauteile zu erhalten, die mehrere unterschiedliche Dehnungs- und Festigkeitszonen im Bauteil aufweisen, so dass sehr feste Bereiche einerseits und sehr dehnfähige Bereiche andererseits in einem Bauteil vorliegen. Dabei sollten die allgemeinen Ansprüche an eine Produktionsanlage weiterhin beachtet sein: so sollte es zu keiner Taktzeiteinbuße an der Form-Härtanlage kommen, die Gesamtanlage sollte uneingeschränkt allgemein verwendet und schnell kundenspezifisch umgerüstet werden können. Der Prozess sollte robust und wirtschaftlich sein und die Produktionsanlage nur minimalen Platz benötigen. Die Form und Kantengenauigkeit des Bauteils sollte so hoch sein, dass Hartbeschnitt weitgehend entfallen kann, um Material und Arbeit einzusparen.

[0004] Zur Erzeugung eines Bauteils mit Bereichen unterschiedlicher Härte und Duktilität können unterschiedliche Stähle miteinander verschweißt werden, so dass

nicht härter Stahl in den weichen und härterer Stahl in den harten Zonen vorliegt. Bei einem anschließenden Härteprozess kann das gewünschte Härteprofil über dem Bauteil erreicht werden. Die Nachteile dieses Verfahrens liegen in der gelegentlich unsicheren Schweißnaht bei einem üblicherweise für Karosserieteile verwendeten Al-Si-beschichteten ca. 0,8-1,5mm dicken Blech, des dortigen schroffen Härteübergangs sowie in den wegen des zusätzlichen Fertigungsschritts des Verschweißens erhöhten Kosten des Bleches. In Tests kam es gelegentlich zu Ausfällen durch Bruch in der Nähe der Schweißnaht, so dass der Prozess nicht als robust bezeichnet werden kann. Darüber hinaus sind dem Prozess bei komplexen Geometrien Grenzen gesetzt.

[0005] Aus der deutschen Patentschrift DE 10 2007 057 855 B3 ist ein Verfahren bekannt, bei dem ein Formbauteil in Form einer aus einem Bandmaterial mit einer AlSi-Beschichtung versehenen hochfesten Borstahl abgetrennten Platine zunächst komplett homogen auf eine solche Temperatur erwärmt und über eine bestimmte Zeit auf diesem Temperaturniveau gehalten wird, dass sich eine Diffusionsschicht als Korrosions- beziehungsweise Zunderschutzschicht bildet, wobei Material aus der Beschichtung und des Grundwerkstoffs miteinander diffundieren. Die Erwärmungstemperatur beträgt dabei etwa 830°C bis 950°C. Diese homogene Erwärmung wird in einer ersten Zone eines mehrere Temperaturzonen aufweisenden Durchlaufofens durchgeführt. Im Anschluss an diesen Verfahrensschritt wird ein Bereich erster Art der Platine in einer zweiten Zone des Ofens auf eine Temperatur heruntergekühlt, bei der Austenit zerfällt. Dies erfolgt bei etwa 550°C bis 700°C. Dieses abgesenkte Temperaturniveau wird für eine bestimmte Zeit gehalten, so dass der Zerfall von Austenit einwandfrei abläuft. Gleichzeitig mit dem lokalen Abkühlen des Bereichs erster Art der Platine wird in einer dritten Zone des Ofens in wenigstens einem Bereich zweiter Art die Temperatur gerade so hoch gehalten, dass bei dem sich anschließenden Warmumformen in einer entsprechenden Presse noch ausreichend Martensitanteile entstehen können. Diese Temperatur liegt bei 830°C bis 950°C. Beim Abkühlen des Bereichs erster Art kann dieser Bereich der Platine kurzzeitig mit Kühlbacken in Kontakt gebracht werden.

[0006] Mit diesem Verfahren ist es allerdings nur möglich, relativ einfache und großflächige Geometrien mit üblicherweise nur zwei unterschiedlichen Bereichen einer unterschiedlichen Wärmebehandlung zu unterziehen. Komplexe Geometrien, wie beispielsweise nahezu beliebig im Raum geformte duktile Punkt-Schweißränder einer ansonsten mit hoher Härte versehenen B-Säule, lassen sich mit diesem Verfahren nicht entsprechend wärmebehandeln. Darüber hinaus müssen die Temperaturen der einzelnen Zonen des Ofens sehr genau geregelt sein, wobei Durchlauföfen andererseits aus wirtschaftlichen Gründen üblicherweise mit Gasbrennern geheizt werden, womit sich allerdings die Temperaturen der einzelnen Zonen nicht mit der erforderlichen Genau-

igkeit auf einfache und günstige Weise regeln lassen.

[0007] Aus der europäischen Offenlegungsschrift EP 2 497 840 A1 ist ein Ofensystem und ein Verfahren zur gezielten bauteilzonenindividuellen Wärmebehandlung von Blechbauteilen bekannt. Das Ofensystem weist einen üblichen, universellen Produktionsofen zum Erwärmen der Stahlblechteile auf eine Temperatur nahe, aber unterhalb der AC3-Temperatur, das heißt der Temperatur, bei der die Umwandlung des Ferrits in Austenit endet, auf, wobei das Ofensystem weiterhin einen Profilerofen mit mindestens einer Ebene aufweist. Die mindestens eine Ebene verfügt über ein Ober- und ein Unterteil, sowie einen in eine entsprechende Aufnahme eingebrachten produktspezifischen Zwischenflansch, wobei der produktspezifische Zwischenflansch dazu ausgebildet ist, dem Bauteil ein vorgegebenes Temperaturprofil mit Temperaturen über der AC3-Temperatur für zu härtende Bereiche und unter der AC3-Temperatur für weichere Bereiche aufzuprägen. Das Aufprägen des Temperaturprofils geschieht dabei mittels Wärmestrahlung. Da das Verfahren vorsieht, die Bauteile in dem Produktionsofen nur auf eine Temperatur unterhalb der AC3-Temperatur aufzuheizen und die Wärme für die Aufheizung definierter Bereiche auf eine Temperatur oberhalb der AC3-Temperatur in einem späteren Prozessschritt in dem Profilerofen einzubringen, ist eine sehr genaue Temperaturregelung im Produktionsofen nicht erforderlich, so dass der Nachteil der schlechteren Regelbarkeit von Gasbrennern gegenüber der von elektrischen Heizungen zugunsten der Wirtschaftlichkeit für den günstigeren Energieträger Gas in Kauf genommen werden kann. Der Nachteil dieses Verfahrens ist, dass die Bereiche unterschiedlicher Temperatur nicht exakt trennbar sind. Darüber geschieht der Wärmeaustausch über Strahlung relativ langsam, so dass mehrere Profileröfen parallel betrieben werden müssen, um die mögliche Kapazität des Durchlaufofens ausnutzen zu können.

[0008] Aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 10 2012 102 194 A1 ist eine Ofenanlage sowie ein Verfahren zum Betreiben einer Ofenanlage bekannt, wobei innerhalb der Ofenanlage eine Strahlungswärmequelle angeordnet ist und ein metallisches Bauteil innerhalb der Ofenanlage mit zwei voneinander verschiedenen Temperaturbereichen thermisch behandelbar ist. Weiterhin wird in der Ofenanlage in einem zweiten Bereich ein Luftstrom umgewälzt, mit dem ein zweiter Temperaturbereich aufgrund von erzwungener Konvektion thermisch behandelt wird. Dabei wird der erste Bereich des metallischen Bauteils mittels Strahlungswärme auf mindestens AC3 erwärmt und/oder in seiner Temperatur auf mindestens AC3 gehalten wird und dass der zweite Bereich durch Konvektion von einer Temperatur von mindestens AC3 auf eine Temperatur unter AC3 gekühlt wird oder dass der zweite Bereich durch Konvektion auf eine Temperatur unter AC3 erwärmt wird, wobei die dabei entstehenden unterschiedlichen Temperaturzonen durch eine Trennvorrichtung thermisch voneinander separiert werden. Dabei ist es schwierig, die Temperaturbereiche

im Ofen voneinander thermisch zu trennen. Die Trennvorrichtung muss der Kontur des metallischen Bauteils angepasst werden, um eine effektive Temperaturrenung zu ermöglichen. Dadurch ist der Ofen nur nach einer Umrüstung für andere Bauteilgeometrien einsetzbar, wobei eine Ofenumrüstung durch die Größe des Ofens, insbesondere die Größe eines Rollenherdofens, aufwändig ist.

[0009] Darüber hinaus ist es wünschenswert, wenn bei der Wärmebehandlung des Bauteils eine AlSi-Schicht als Korrosionsschutz auf dem Bauteil entsteht, die fest mit dem Bauteil verbunden ist. Dazu kann das AlSi in die Oberfläche des Bauteils eindiffundiert werden. Dies geschieht üblicherweise bei Temperaturen von größer 930°C.

[0010] Aus der WO 2014/118723 A2 ist ein Verfahren bekannt, bei dem Stahl ausschließlich durch Strahlung bereichsweise unterschiedlich erwärmt wird. Weiterhin ist aus der DE 20 2014 010318 U1 eine Vorrichtung bekannt, mit der Stahl bereichsweise unterschiedlich erwärmt werden kann.

[0011] Alle bekannten Vorrichtungen weisen einen relativ großen Platzbedarf auf. Dazu ist es bei allen bekannten Vorrichtungen und Verfahren schwierig, die Heizenergie gezielt bereichsweise in das Bauteil einzubringen. Alle bekannten Arten der Wärmeeinbringung weisen den Nachteil auf, dass die Energie nicht trennscharf nur in bestimmte Bauteilbereiche einbringbar ist, sondern auch Nachbarbereiche noch mit Wärmeenergie beaufschlagt werden, so dass eine trennscharfe Temperaturerzeugung oberhalb der AC3-Temperatur unmittelbaren neben Bereichen mit Temperaturen unterhalb der AC3-Temperatur nur eingeschränkt darstellbar ist. Insbesondere müssen Maßnahmen beispielsweise in Form von Abschottungen vorgesehen werden, um nach dem Presshärten harte und duktile Bauteilbereiche unmittelbar nebeneinander zu erhalten.

[0012] Aus dem wissenschaftlichen Journal Laser Technik und insbesondere aus dem darin enthaltenen Artikel "High Power VCSEL Systems: A tool for digital thermal processing" von Holger Mönch Bd. 11, Nr. 2, 1. April 2014 (2014-04-01), Seiten 43-47, XP055828652, ISSN: 1613-7728, DOI: 10. 1002/latj.201400024 ist ein VCSEL zu Oberflächenbehandlung von Stahl bekannt.

[0013] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur gezielten Wärmebehandlung von Blechbauteilen bereitzustellen, wobei eine Abgrenzung mit minimierten Übergangszonen zwischen Bauteilbereichen mit Temperaturen oberhalb der AC3-Temperatur und Bauteilbereichen mit Temperaturen unterhalb der AC3-Temperatur erzeugbar sind. Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Wärmebehandlungsvorrichtung zur gezielten bauteilzonenindividuellen Wärmebehandlung von Blechbauteilen bereit zu stellen, die relativ wenig Platz einnimmt und mit der es möglich ist, ohne Abschottungsmaßnahmen eine Abgrenzung zwischen Bauteilbereichen mit Temperaturen oberhalb der AC3-Temperatur und Bauteilbereichen mit Temperaturen unterhalb

der AC3-Temperatur zu erreichen, wobei die Übergangszonen zwischen den Bereichen minimiert sind.

[0014] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruches 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen des Verfahrens ergeben sich aus den Unteransprüchen 2 bis 8. Die Aufgabe wird ferner durch Wärmebehandlungsvorrichtung nach Anspruch 9 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Wärmebehandlungsvorrichtung ergeben sich aus den Unteransprüchen 10 bis 14. Mit dem erfinderischen Verfahren zur Aufprägung eines Temperaturprofils auf ein Stahlblechbauteil ist dem Stahlblechbauteil in einem oder mehreren ersten Bereichen eine Temperatur unterhalb der AC3-Temperatur und in einem oder mehreren zweiten Bereich eine Temperatur oberhalb der AC3-Temperatur auf prägnant. Die AC3-Temperatur ist ebenso wie die Rekristallisationstemperatur legierungsabhängig. Bei den üblicherweise für Fahrzeugkarosseriebauteile eingesetzten Materialien liegt die AC3-Temperatur bei circa 870°C, während die Rekristallisationstemperatur, bei welcher sich Ferrit-Perlitgefüge einstellt, bei circa 800°C liegt. Das Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass das Stahlblechbauteil zunächst in einem gasbeheizten Produktionsofen vorgeheizt wird, das Stahlblechbauteil anschließend in eine thermische Nachbehandlungsstation transferiert wird, wobei in der thermischen Nachbehandlungsstation eine Strahlungswärmequelle über das Bauteil verbracht wird, mit der erste Bereich oder die mehreren ersten Bereiche des Stahlblechbauteils wahlweise auf einer Temperatur unterhalb der AC3-Temperatur gehalten oder weiter abgekühlt werden und der zweite Bereich oder die mehreren zweiten Bereiche des Stahlblechbauteils wahlweise auf eine Temperatur oberhalb der AC3-Temperatur aufgeheizt oder gehalten werden. Während der Vorheizung kann das Bauteil auf eine Temperatur unterhalb der AC3-Temperatur oder oberhalb der AC3-Temperatur gebracht werden. Abhängig von der Temperatur, die es in beim Einbringen die Nachbehandlungsstation aufweist, werden in der Nachbehandlungsstation die ein oder mehreren ersten Bereiche des Stahlblechbauteils auf einer Temperatur unterhalb der AC3-Temperatur gehalten oder weiter abgekühlt und die ein oder mehreren zweiten Bereiche des Stahlblechbauteils auf eine Temperatur oberhalb der AC3-Temperatur aufgeheizt, sofern sie beim Einbringen in die Nachbehandlungsstation eine niedrigere Temperatur aufweisen, oder auf einer Temperatur oberhalb der AC3-Temperatur gehalten, sofern sie diese beim Einbringen in die Nachbehandlungsstation bereits aufweisen. Dabei kann zur Kühlung beispielsweise natürliche Konvektion eingesetzt werden. Auch Zwangskonvektion durch Anblasen der entsprechenden Bereiche des Bauteils ist möglich. Dabei kann die Anblasung von oben, d.h. der der Strahlungswärmequelle zugewandten Seite des Bauteils, aber auch von unten, d.h. der der Strahlungswärmequelle abgewandten Seite des Stahlblechbauteils vorgesehen werden. Ebenfalls ist vorstellbar, eine Kontaktkühlung auch von der Unterseite

des Bauteils, d.h. der der Strahlungswärmequelle abgewandten Seite des Stahlblechbauteils vorzusehen.

[0015] Der gasbeheizte Produktionsofen muss bei dem erfinderischen Verfahren nicht der Geometrie des zu behandelnden Stahlblechbauteils angepasst werden, insbesondere muss keine bauteilgeometrieabhängige Trennvorrichtung in dem Ofen vorgesehen werden. Es kann im Gegenteil ein Standardofen eingesetzt werden, der bei einem Produktionswechsel nicht umgerüstet werden muss. Insbesondere kann ein standardmäßiger Rollenherdofen oder ein Batchofen eingesetzt werden. Durchlauföfen weisen in der Regel eine große Kapazität auf und sind für die Massenproduktion besonders gut geeignet, da sie sich ohne großen Aufwand beschicken und betreiben lassen. Der Produktionsofen ist erfindungsgemäß gasbefeuert.

[0016] Die Gasbefeuerng ist in den meisten Fällen die wirtschaftlichste Art der Beheizung eines Produktionsofens. Die Regelung der Ofentemperatur stellt keine erhöhten Qualitätsanforderungen, da das gesamte Stahlblechbauteil auf eine im Wesentlichen einheitliche Temperatur aufgeheizt wird.

[0017] Die Strahlungswärmequelle ist über das Bauteil verbringbar. In einer Ausführungsform ist die Strahlungswärmequelle schwenkbar, beispielsweise im Wesentlichen horizontal schwenkbar, in der Nachbehandlungsstation angeordnet und über das Bauteil schwenkbar und auch wieder wegschwenkbar. Dadurch kann das Bauteil nach erfolgter Wärmebehandlung leicht von einem Handlingsgerät, beispielsweise einem Industrieroboter gegriffen und weiter transportiert werden, ohne dass die Strahlungswärmequelle die Bewegung stören würde.

[0018] Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenn die Nachbehandlungsstation sich unmittelbar an den Produktionsofen anschließt. Der Produktionsofen kann beispielsweise ein Rollenherdofen sein. In einem Rollenherdofen werden die Bauteile mittels Rollen durch den Ofen transportiert. Die Nachbehandlungsstation kann sich dabei unmittelbar an den Ofen anschließen, indem die Rollenbahn entsprechend verlängert ist. Ein möglicher Effekt dieser Anordnung ist beispielsweise, dass sich das Bauteil an der hier herrschenden Umgebungsluft möglichst wenig abkühlt. Es ist auch möglich, mehrere Nacharbeitungsstationen an den Ofen anschließen zu lassen, um damit die Taktzeit zu minimieren.

[0019] Der Produktionsofen ist gasbefeuert und beispielsweise mit Gasbrennern beheizbar.

[0020] In der thermischen Nachbehandlungsstation ist die Strahlungswärmequelle ein Feld mit Oberflächenelementen, sogenannten VCSELs (Vertical Cavity Surface Emitting Laser), die Strahlung im Infrarotbereich aussenden. Ein solches Feld besteht aus einer Vielzahl, typischerweise mehreren tausend, sehr kleiner Laser (Mikrolaser) mit Durchmessern im μm -Bereich, die mit einem typischen Abstand von ca. 40 μm zwischen den einzelnen Lasern in dem Feld angeordnet sind. Solche VCSELs liefern Strahlung mit im Vergleich zu Infrarot-LEDs sehr schmaler Linienbreite und einer extrem vor-

wärts gerichteten Abstrahlcharakteristik. Dadurch ist es möglich, unterschiedliche Temperaturen sehr kantengetreu auf ein Substrat aufzuprägen. Weiterhin werden mit dieser Mikrolasertechnologie sehr hohe Leistungsdichten von über 100 W/cm² auf der bestrahlten Fläche erreicht.

[0021] In einer vorteilhaften Ausführungsform senden die Oberflächenemitter Strahlung im nahen Infrarotbereich zwischen 780 nm und 3 µm aus, beispielsweise Strahlung von 808nm oder 980 nm Wellenlänge.

[0022] Es hat sich weiterhin als vorteilhaft erwiesen, wenn die Oberflächenemitter in Gruppen ansteuerbar sind. Alternativ können die Oberflächenemitter auch einzeln ansteuerbar sein. Auch Mischformen sind möglich, wobei einzelne Oberflächenemitter einzeln und andere Oberflächenemitter in Gruppen zusammengefasst ansteuerbar sind.

[0023] Durch die Ansteuerung von einzelnen Emittlern oder von Gruppen von Oberflächenemittern ist es möglich, unterschiedliche Strahlungsintensitäten zu erzeugen und damit ein Temperaturprofil auf ein Substrat aufzuprägen. Beispielsweise können die Oberflächenemitter, die sich über den ersten Bereichen des Bauteils befinden, so angesteuert werden, dass sie mit geringerer Leistung strahlen, als die Oberflächenemitter, die sich über den zweiten Bereichen des Bauteils befinden. Ebenso ist es möglich, die Strahlungsleistung einem dreidimensionalen Bauteilprofil anzupassen, in dem beispielsweise die Bereiche des Bauteils, die sich näher an den Oberflächenemittern befinden, mit geringerer Leistung bestrahlt werden, als die Bauteilbereiche, die sich wegen der dreidimensionalen Geometrie des Bauteils weiter entfernt von den Oberflächenemittern befinden. Handelt es sich bei den Oberflächenemittern um gepulste Laser, kann sich die Ansteuerung beispielsweise auf die Pulslängen und/oder die Frequenz beziehen. Die Ansteuerung kann sich auch danach richten, welche Temperatur in den einzelnen Bereichen erreicht werden soll. Dabei ist die entsprechende Temperatur, beispielsweise die AC3-Temperatur, legierungsabhängig. Ein weiterer Parameter für die Ansteuerung kann die Wärmeleitfähigkeit des Substrats sein, die ebenfalls legierungsabhängig sein kann.

[0024] In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform weist der Produktionsofen mehrere Zonen unterschiedlicher Temperatur auf, wobei das Stahlblechbauteil in einer ersten Zone oder einer der ersten Zonen auf eine Temperatur oberhalb ca. 900°C aufgeheizt wird, und wobei es in den in Durchflussrichtung folgenden Zonen soweit abgekühlt wird, dass es bei dem Transfer in die Nachbehandlungsstation eine Temperatur von weniger als ca. 900°C, beispielsweise ca. 600°C aufweist. Dabei kann in der ersten Zone beziehungsweise in den ersten Zonen eine AlSi-Beschichtung in das Bauteil eindiffundieren und das Bauteil anschließend soweit abkühlen, dass sich ein perlitisch-ferritisches Gefüge einstellt. Dabei können in der Nachbehandlungsstation die zweiten Bereiche des Bauteils mittels des Oberflächenemitter-

felds sehr schnell wieder auf Temperaturen oberhalb der AC3-Temperatur aufgeheizt werden, so dass sich in diesen Bereichen austenitisches Gefüge ausbildet.

5 *(Weiter auf Seite 10 der ursprünglichen Beschreibung.)*

[0025] Eine erfindungsgemäße Wärmebehandlungs-
vorrichtung weist einen gasbeheizten Produktionsofen
zur Vorheizung eines Stahlblechbauteils und eine ther-
mische Nachbehandlungsstation zum Aufprägen eines
Temperaturprofils auf das Stahlblechbauteil auf, und ist
dadurch gekennzeichnet, dass die Nachbehandlungs-
station eine Strahlungswärmequelle aufweist, wobei die
Strahlungswärmequelle ein Feld mit Oberflächenemittern
(VCSELs) aufweist, die Strahlung im Infrarotbereich
aussenden.

[0026] Mit der erfindungsgemäßen Verfahren und der
erfindungsgemäßen Wärmebehandlungsvorrichtung
kann Stahlblechbauteilen mit mehreren ersten und/oder
zweiten Bereichen, die auch komplex geformt sein kön-
nen, wirtschaftlich ein entsprechendes Temperaturprofil
aufgeprägt werden, da es in der Nachbehandlungsstati-
on durch die hier eingesetzten Oberflächenemitter zu ei-
ner trennschärferen Behandlung der ersten und zweiten
Bereiche des Stahlblechbauteils kommt, als dies im Pro-
duktionsofen möglich ist.

[0027] Weitere Vorteile, Besonderheiten und zweck-
mäßige Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus
den Unteransprüchen und der nachfolgenden Darstel-
lung bevorzugter Ausführungsbeispiele anhand der Ab-
bildungen.

[0028] Von den Abbildungen zeigt:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Wärmebehandlungs-
vorrichtung in einer Draufsicht

Fig. 2 ein Stahlblechbauteil mit ersten und zweiten
Bereichen in einer Draufsicht

Fig.3 ein Beispiel eines anderen Stahlblechbauteils
in Draufsicht nach Ausführung des erfindungsgemä-
ßen Verfahrens

[0029] Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Wärmebe-
handlungsvorrichtung 100 in einer Draufsicht. Ein Stahl-
blechbauteil 200 wird von einer ersten Handlingvorrich-
tung 130 auf einem Einlauftisch 120 der Wärmebehand-
lungsvorrichtung 100 bereit gelegt. Von dem Einlauftisch
120 gelangen Stahlblechbauteile 200 in den als Durch-
laufofen ausgeführten Produktionsofen 110 und durch-
laufen ihn in Pfeilrichtung, wobei sich ihre Temperatur
auf eine Temperatur beispielsweise oberhalb der AC3-
Temperatur erhöht. In Durchlaufrichtung gesehen hinter
dem Produktionsofen 110 befindet sich ein als Nachbe-
handlungsstation 150 ausgebildeter Auslauftisch 121,
auf den die aufgeheizten Stahlblechbauteile 200 nach
Durchlaufen des Produktionsofens 110 gelangen. Die
Nachbehandlungsstation 150 weist eine Strahlungswär-
mequelle 151 in Form eines Flächenstrahlers mit einem
Feld von Oberflächenemittern auf. Die Strahlungswär-

mequelle 151 ist schwenkbar ausgeführt. In der Figur ist die Situation dargestellt, in der dem Stahlblechbauteil 200 bereits das Temperaturprofil aufgeprägt worden ist. Dazu war die Strahlungswärmequelle 151 über das Stahlblechbauteil 200 geschwenkt, so dass die Infrarotstrahlung auf das Stahlblechbauteil treffen konnte. Nach Aufbringen des Temperaturprofils ist die Strahlungswärmequelle nun von dem Stahlblechbauteil 200 weggeschwenkt, so dass eine zweite Handlingsvorrichtung 131 das Stahlblechbauteil 200 greifen und weiter transportieren kann, ohne dass die Strahlungswärmequelle 151 die Bewegung stört.

[0030] Es können auch mehr thermische Nachbehandlungsstationen 150 vorgesehen sein. Die Anzahl der vorteilhafterweise vorzusehenden thermischen Nachbehandlungsstationen 150 hängt von dem Verhältnis der Zykluszeiten des Produktionsofens 110 und der thermischen Nachbehandlungsstation 150 ab, wobei die Zykluszeiten von den zu erreichenden Temperaturen abhängig und somit unter anderem abhängig sind von dem verarbeiteten Material sowie der Geometrie und Materialdicke des Stahlblechbauteils 200.

[0031] Fig. 2 zeigt ein Stahlblechbauteil 200 mit ersten Bereichen 210 und zweiten Bereichen 220 in einer Draufsicht. Die ersten Bereiche 210 sollen im späteren Fertigteil eine große Duktilität aufweisen. Handelt es sich bei dem Stahlblechbauteil 200 um ein Fahrzeugkarosserieteil, kann es sich bei diesen ersten Bereichen 210 beispielsweise um die Bereiche handeln, an denen das spätere Fertigteil mit der restlichen Fahrzeugkarosserie verbunden wird. Die zweiten Bereiche 220 des Stahlblechbauteils 200 hingegen sollen im späteren Fertigteil eine hohe Härte aufweisen.

[0032] Fig. 3 zeigt ein Beispiel eines anderen Stahlblechbauteils 200, hier eine B-Säule 200 für Fahrzeuge in Draufsicht nach Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Als B-Säule wird die Verbindung zwischen Fahrzeugboden und Fahrzeugdach in der Mitte der Fahrgastzelle bezeichnet. Den Säulen im Fahrzeug, damit auch der B-Säule, kommt im Falle eines Unfalls mit Überschlagen des Fahrzeugs die lebenserhaltende Aufgabe zu, die Fahrgastzelle gegen vertikale Verformung zu stabilisieren. Sehr viel wichtiger ist die Aufnahme von Kräften beim Seitenaufprall, damit die Fahrzeuginsassen unversehrt bleiben. Um diese Aufgabe gewährleisten zu können, weist die B-Säule 200 erste Bereiche 210 mit großer Duktilität und zweite Bereiche 220 mit großer Härte auf. Die B-Säule 200 wurde mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens in der erfindungsgemäßen Wärmebehandlungsvorrichtung mit den hier gezeigten ersten Bereichen 210 und zweite Bereiche 220 versehen, wobei die zweiten Bereiche 220 zusätzlich vergütet wurden.

[0033] Die hier gezeigten Ausführungsformen stellen nur Beispiele für die vorliegende Erfindung dar und dürfen daher nicht einschränkend verstanden werden.

Bezugszeichenliste:

[0034]

5	100	Wärmebehandlungsvorrichtung
	110	Produktionsofen
	120	Einlauftisch
	121	Auslauftisch
	130	erste Handlingsvorrichtung
10	131	zweite Handlingsvorrichtung
	150	thermische Nachbehandlungsstation
	151	Strahlungswärmequelle
	200	Stahlblechbauteil
	210	erster Bereich
15	220	zweiter Bereich
	300	Handlingsvorrichtung

Patentansprüche

1. Verfahren zur Aufprägung eines Temperaturprofils auf ein Stahlblechbauteil (200), wobei dem Stahlblechbauteil (200) in einem oder mehreren ersten Bereichen (210) eine Temperatur unterhalb der AC3-Temperatur und in einem oder mehreren zweiten Bereich (220) eine Temperatur oberhalb der AC3-Temperatur aufprägbare ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stahlblechbauteil (200) zunächst in einem gasbeheizten Produktionsofen (110) vorgeheizt wird, das Stahlblechbauteil (200) anschließend in eine thermische Nachbehandlungsstation (150) transferiert wird, wobei in der thermischen Nachbehandlungsstation (150) eine Strahlungswärmequelle (151) über das Bauteil verbracht wird, mit der die ein oder mehreren ersten Bereiche (210) des Stahlblechbauteils (200) wahlweise auf einer Temperatur unterhalb der AC3-Temperatur gehalten oder weiter abgekühlt werden und die ein oder mehreren zweiten Bereiche (220) des Stahlblechbauteils (200) wahlweise auf einer Temperatur oberhalb der AC3-Temperatur aufgeheizt oder gehalten werden, wobei die Strahlungswärmequelle (151) ein Feld mit Vertical Cavity Surface Emitting Lasern, VCSELs, ist, die Strahlung im Infrarotbereich aussenden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberflächenemittern Strahlung im nahen Infrarotbereich zwischen 780 nm und 3 µm aussenden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberflächenemitter in Gruppen ansteuerbar sind.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch ge-**

kennzeichnet,

dass die Oberflächenemitter einzeln ansteuerbar sind.

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stahlblechbauteil (200) in dem Produktionsofen (110) auf eine Temperatur unterhalb der AC3-Temperatur aufgeheizt wird. 5
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stahlblechbauteil (200) in dem Produktionsofen (110) auf eine Temperatur oberhalb der AC3-Temperatur aufgeheizt wird. 10
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Produktionsofen (110) mehrere Zonen unterschiedlicher Temperatur aufweist, wobei das Stahlblechbauteil (200) in einer ersten Zone oder in mehreren ersten Zonen auf eine Temperatur oberhalb ca. 900°C aufgeheizt wird, wobei es in den in Durchflussrichtung folgenden Zonen soweit abgekühlt wird, dass es bei dem Transfer in die Nachbehandlungsstation eine Temperatur von weniger als ca. 900°C aufweist. 20
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stahlblechbauteil (200) in den in Durchflussrichtung der ersten Zone beziehungsweise den ersten Zonen folgenden Zonen soweit abgekühlt wird, dass es bei dem Transfer in die Nachbehandlungsstation eine Temperatur von ca. 600°C aufweist. 25
9. Wärmebehandlungsvorrichtung (100), aufweisend einen gasbeheizten Produktionsofen (110) zur Vorheizung eines Stahlblechbauteils (200) und eine thermische Nachbehandlungsstation (150) zum Aufprägen eines Temperaturprofils auf das Stahlblechbauteil (200), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nachbehandlungsstation (150) eine Strahlungswärmequelle (151) aufweist, wobei die Strahlungswärmequelle (151) ein Feld mit Vertical Cavity Surface Emitting Lasern, VCSELs, aufweist, die Strahlung im Infrarotbereich aussenden. 30
10. Wärmebehandlungsvorrichtung (100) gemäß Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** von den Oberflächenemittern Strahlung im nahen Infrarotbereich aussendbar ist. 35
11. Wärmebehandlungsvorrichtung (100) gemäß einem der Ansprüche 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberflächenemitter in Gruppen ansteuerbar sind. 40

12. Wärmebehandlungsvorrichtung (100) gemäß einem der Ansprüche 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberflächenemitter einzeln ansteuerbar sind.

13. Wärmebehandlungsvorrichtung (100) gemäß einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nachbehandlungsstation (150) unmittelbar an den Produktionsofen (110) anschließt.

14. Wärmebehandlungsvorrichtung (100) gemäß einem der Ansprüche 8 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** Strahlungswärmequelle (151) schwenkbar in der Nachbehandlungsstation (150) angeordnet ist. 45

Claims

1. Method for forming a temperature profile in a sheet-steel component (200), wherein the sheet-steel component (200) can be brought to a temperature below the AC3 temperature in one or more first regions (210) and to a temperature above the AC3 temperature in one or more second regions (220), **characterized in that** the sheet-steel component (200) is firstly preheated in a gas-heated production furnace (110), and the sheet-steel component (200) is then transferred to a thermal post-treatment station (150), wherein a radiant-heat source (151) is moved over the component in the thermal post-treatment station (150), with which radiant-heat source the one or more first regions (210) of the sheet-steel component (200) can selectively be kept at a temperature below the AC3 temperature or cooled further and the one or more second regions (220) of the sheet-steel component (200) are selectively heated to or kept at a temperature above the AC3 temperature, wherein the radiant-heat source (151) is a field with vertical-cavity surface-emitting lasers (VCSELs), which emit radiation in the infrared range. 50
2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the surface emitters emit radiation in the near-infrared range between 780 nm and 3 µm.
3. Method according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the surface emitters can be actuated in groups.
4. Method according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the surface emitters can be actuated individually.
5. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the sheet-steel component (200) is heated to a temperature below the AC3 temperature in the produc-

tion furnace (110).

6. Method according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the sheet-steel component (200) is heated to a temperature above the AC3 temperature in the production furnace (110). 5
7. Method according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the production furnace (110) has multiple zones of different temperatures, wherein the sheet-steel component (200) is heated to a temperature above approximately 900°C in a first zone or in multiple first zones, wherein it is cooled in the zones which follow said one or more first zones in the direction of flow to the extent that it has a temperature of less than approximately 900°C when transferred to the post-treatment station. 10 15 20
8. Method according to Claim 7, **characterized in that** the sheet-steel component (200) is cooled in the zones which follow the first zone or the first zones in the direction of flow to the extent that it has a temperature of approximately 600°C when transferred to the post-treatment station. 25
9. Heat treatment device (100), comprising a gas-heated production furnace (110) for pre-heating a sheet-steel component (200) and a thermal post-treatment station (150) for forming a temperature profile in the sheet-steel component (200), **characterized in that** the post-treatment station (150) comprises a radiant-heat source (151), wherein the radiant-heat source (151) comprises a field with vertical-cavity surface-emitting lasers (VCSELs), which emit radiation in the infrared range. 30 35
10. Heat treatment device (100) according to Claim 8, **characterized in that** radiation in the near-infrared range can be emitted by the surface emitters. 40
11. Heat treatment device (100) according to either of Claims 8 and 9, **characterized in that** the surface emitters can be actuated in groups. 45
12. Heat treatment device (100) according to either of Claims 8 and 9, **characterized in that** the surface emitters can be actuated individually. 50
13. Heat treatment device (100) according to one of Claims 8 to 11, **characterized in that** the post-treatment station (150) directly adjoins the production furnace (110). 55
14. Heat treatment device (100) according to one of

Claims 8 to 12, **characterized in that** the radiant-heat source (151) is arranged pivotably in the post-treatment station (150).

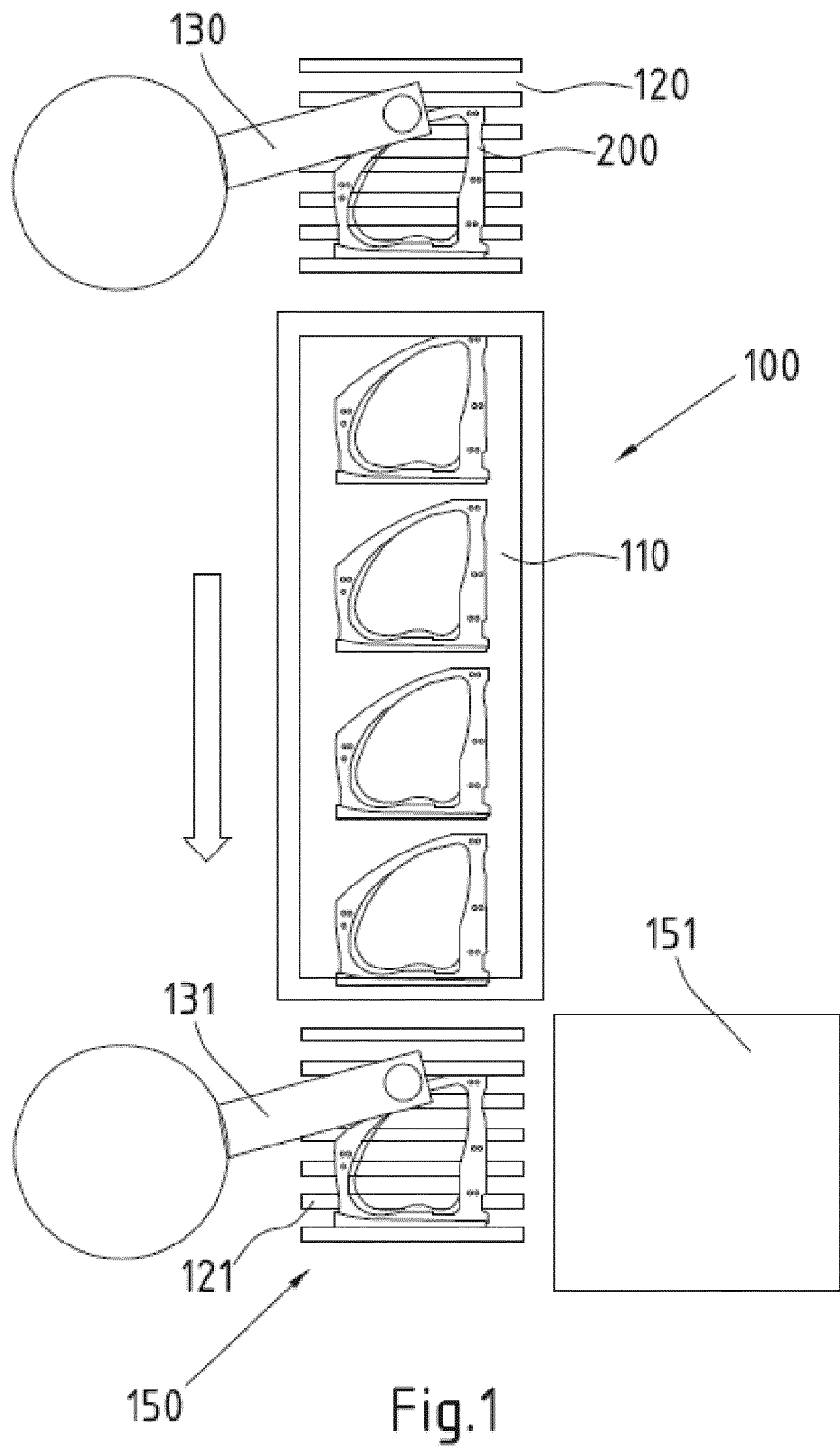
Revendications

1. Procédé d'application d'un profil de température à un composant en tôle d'acier (200), une température inférieure à la température AC3 pouvant être appliquée au composant en tôle d'acier (200) dans une ou plusieurs premières zones (210) et une température supérieure à la température AC3 pouvant être appliquée dans une ou plusieurs deuxièmes zones (220), **caractérisé en ce que** le composant en tôle d'acier (200) est d'abord pré-chauffé dans un four de production chauffé au gaz (110), le composant en tôle d'acier (200) est ensuite transféré vers un poste de post-traitement thermique (150) ; dans le poste de post-traitement thermique (150), une source de chaleur rayonnante (151) étant placée sur le composant, avec laquelle les une ou plusieurs premières zones (210) du composant en tôle d'acier (200) sont sélectivement maintenues à une température inférieure à la température AC3 ou refroidies davantage et les une ou plusieurs deuxièmes zones (220) du composant en tôle d'acier (200) sont sélectivement chauffées ou maintenues à une température supérieure à la température AC3, la source de chaleur rayonnante (151) étant un réseau de lasers à cavité verticale à émission de surface, VCSEL, qui émettent un rayonnement dans le domaine infrarouge.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les émetteurs de surface émettent un rayonnement dans le domaine du proche infrarouge entre 780 nm et 3 µm.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les émetteurs de surface peuvent être commandés en groupes.
4. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les émetteurs de surface peuvent être commandés individuellement.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le composant en tôle d'acier (200) est chauffé dans le four de production (110) à une température inférieure à la température AC3.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le composant en tôle d'acier (200) est chauffé dans le four de production (110) à une température supérieure à la température

AC3.

en ce que la source de chaleur rayonnante (151) est agencée de manière pivotante dans le poste de post-traitement (150).

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le four de production (110) présente plusieurs zones de températures différentes, le composant en tôle d'acier (200) étant chauffé dans une première zone ou dans plusieurs premières zones à une température supérieure à environ 900 °C, celui-ci étant refroidi dans les zones suivantes dans la direction de l'écoulement dans une mesure telle qu'il présente une température inférieure à environ 900 °C lors du transfert vers le poste de post-traitement. 5
8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le composant en tôle d'acier (200) est refroidi dans les zones suivant la première zone ou les premières zones dans la direction de l'écoulement dans une mesure telle qu'il présente une température d'environ 600 °C lors du transfert vers le poste de post-traitement. 10 15 20
9. Dispositif de traitement thermique (100), présentant un four de production chauffé au gaz (110) pour préchauffer un composant en tôle d'acier (200) et un poste de post-traitement thermique (150) pour appliquer un profil de température au composant en tôle d'acier (200), **caractérisé en ce que** le poste de post-traitement (150) présente une source de chaleur rayonnante (151), la source de chaleur rayonnante (151) présentant un réseau de lasers à cavité verticale à émission de surface, VCSEL, qui émettent un rayonnement dans le domaine infrarouge. 25 30 35
10. Dispositif de traitement thermique (100) selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** les émetteurs de surface peuvent émettre un rayonnement dans le domaine du proche infrarouge. 40
11. Dispositif de traitement thermique (100) selon l'une quelconque des revendications 8 ou 9, **caractérisé en ce que** les émetteurs de surface peuvent être commandés en groupes. 45
12. Dispositif de traitement thermique (100) selon l'une quelconque des revendications 8 ou 9, **caractérisé en ce que** les émetteurs de surface peuvent être commandés individuellement. 50
13. Dispositif de traitement thermique (100) selon l'une quelconque des revendications 8 à 11, **caractérisé en ce que** le poste de post-traitement (150) est directement raccordé au four de production (110). 55
14. Dispositif de traitement thermique (100) selon l'une quelconque des revendications 8 à 12, **caractérisé**



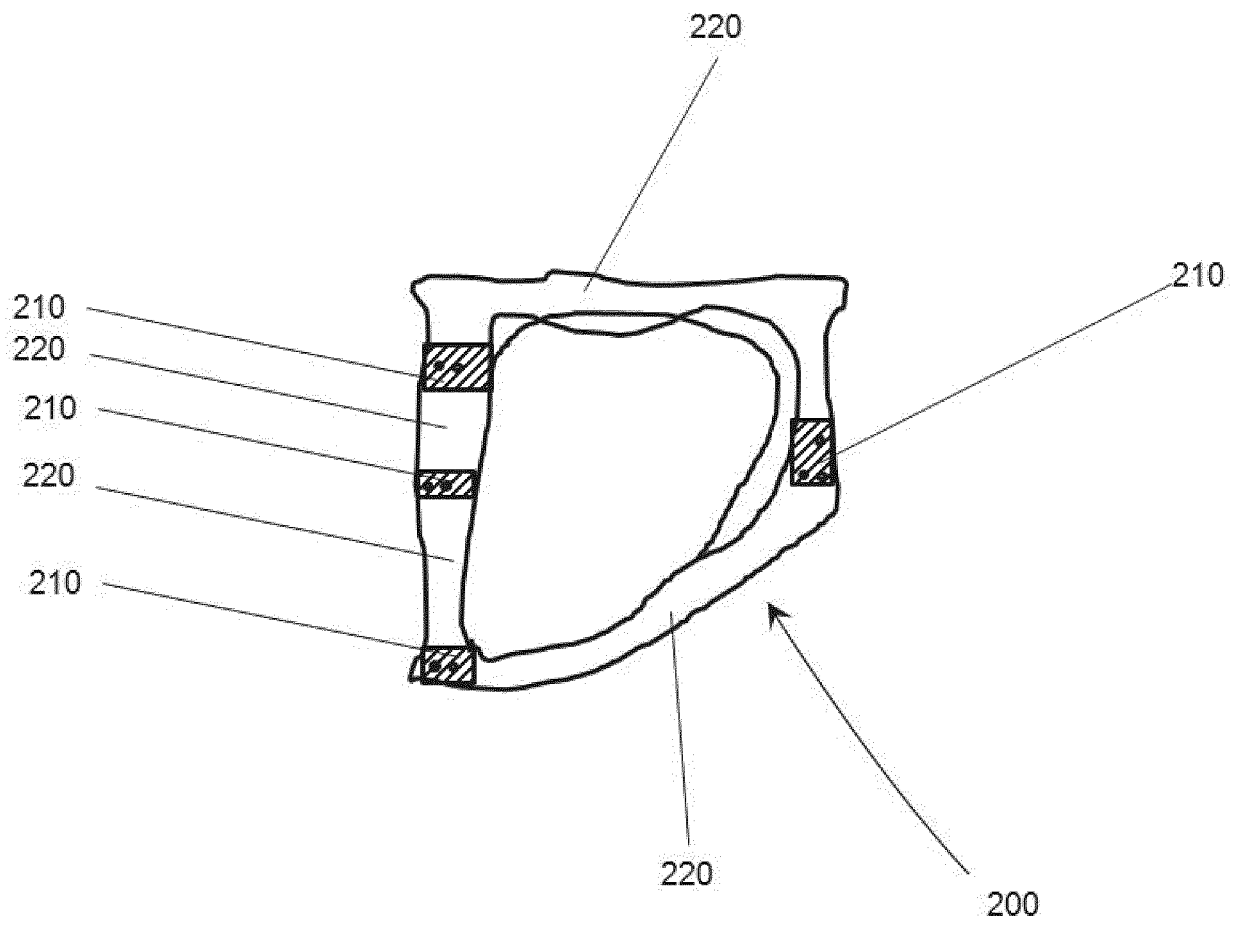


Fig. 2

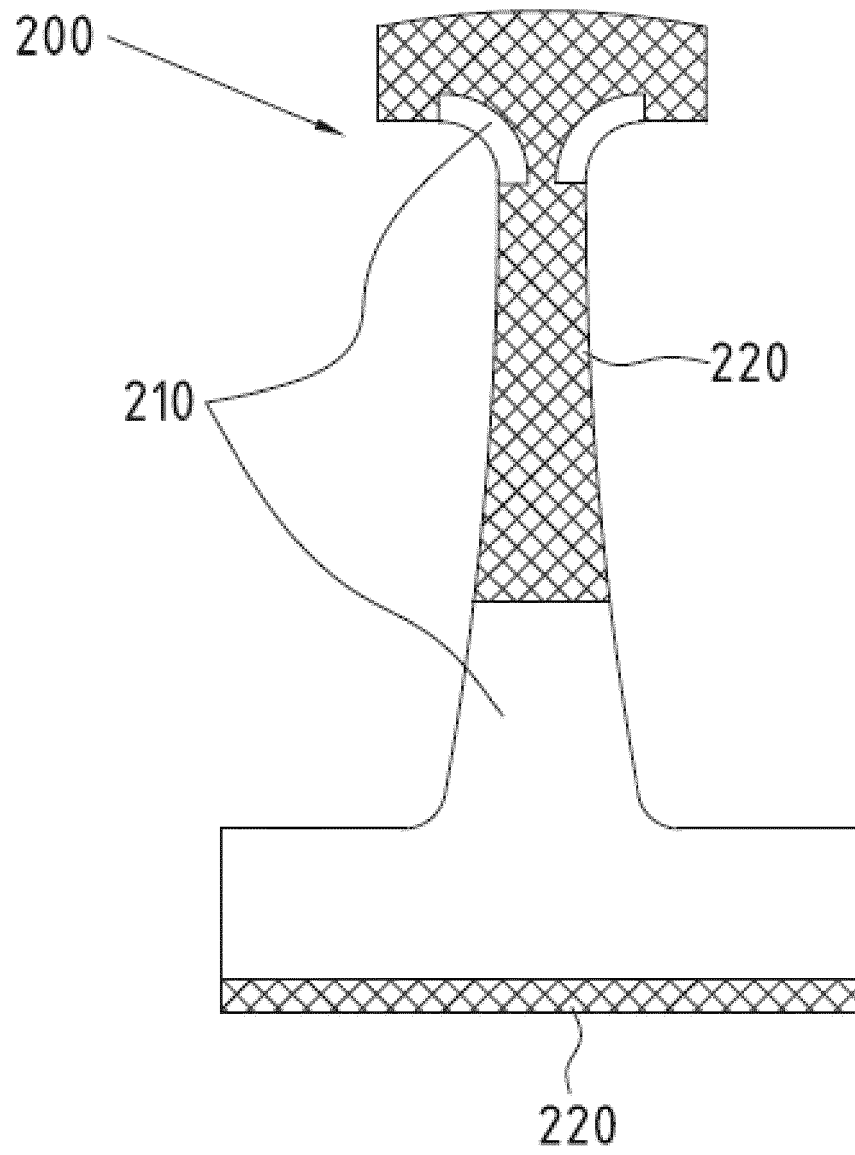


Fig.3

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

- DE 102007057855 B3 [0005]
- EP 2497840 A1 [0007]
- DE 102012102194 A1 [0008]
- WO 2014118723 A2 [0010]
- DE 202014010318 U1 [0010]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **HOLGER MÖNCH.** *High Power VCSEL Systems: A tool for digital thermal processing*, 01. April 2014, vol. 11 (2), ISSN 1613-7728, 43-47 [0012]