

(19)



(11)

EP 3 303 642 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

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

11.03.2020 Patentblatt 2020/11

(51) Int Cl.:

C21D 9/00 (2006.01) **B21B 45/02** (2006.01)
C21D 1/62 (2006.01) **C21D 1/667** (2006.01)
C21D 1/673 (2006.01) **F27D 9/00** (2006.01)
F27D 7/00 (2006.01) **C21D 1/613** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16724376.5**

(22) Anmeldetag: **18.05.2016**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2016/061101

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2016/192993 (08.12.2016 Gazette 2016/49)

(54) **VERFAHREN ZUM KONTAKTLOSEN KÜHLEN VON STAHLBLECHEN UND VORRICHTUNG HIERFÜR**

METHOD FOR CONTACTLESSLY COOLING STEEL SHEETS AND DEVICE THEREFOR

PROCÉDÉ DE REFROIDISSEMENT SANS CONTACT DE TÔLES D'ACIER ET DISPOSITIF 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**

(30) Priorität: **29.05.2015 DE 102015108514**
07.08.2015 DE 102015113056

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.04.2018 Patentblatt 2018/15

(73) Patentinhaber:

- **voestalpine Stahl GmbH**
4020 Linz (AT)
- **voestalpine Metal Forming GmbH**
3500 Krems an der Donau (AT)

(72) Erfinder:

- **BRUMMAYER, Markus**
4082 Aschach (AT)

- **ETZELSDORFER, Kurt**
4060 Leonding (AT)
- **KELSCH, Reiner**
73557 Mutlangen (DE)
- **SOMMER, Andreas**
73453 Abtsgmünd (DE)
- **TUTEWOHL, Benedikt**
73568 Durlangen (DE)

(74) Vertreter: **HGF Europe LLP**
Neumarkter Str. 18
81673 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

WO-A1-2007/014406 WO-A2-2012/085253
DE-T2- 69 833 424 JP-A- H10 263 669
JP-A- H11 347 629 US-A- 5 770 146

EP 3 303 642 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] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum kontaktlosen Kühlen von Stahlblechen und eine Vorrichtung hierfür.

[0002] Im technischen Bereich werden Kühlungen in vielen Bereichen benötigt, beispielsweise wenn ebene Platten gekühlt werden müssen, aber auch wenn z. B. Glasflächen bei der Glasherstellung oder Prozessoreinheiten o. ä. gekühlt werden müssen.

[0003] Bisherige Kühlsysteme sind entweder sehr aufwändig, oder recht einfach gehalten, z. B. durch das Anblasen von Luft oder mit anderen Fluiden, insbesondere Wasser oder Öl, wobei hierbei von Nachteil ist, dass sich an der Oberfläche immer ungünstige, unkontrollierte Strömungsbedingungen ausbilden, die dann zum Problem werden, wenn eine besondere definierte Kühlung erforderlich ist.

[0004] Insgesamt ist im Stand der Technik davon auszugehen, dass ungünstige Strömungsbedingungen auf der zu kühlenden ebenen Oberfläche, sogenannter Crossflow, bestehen und diese heterogene Oberflächentemperaturen erzeugen. Dies ist insbesondere dann von Nachteil, wenn im Bereich der Oberfläche zur Erzielung homogener Materialeigenschaften auch homogene Temperaturen notwendig sind. Insbesondere können inhomogene Oberflächentemperaturen auch zu Verzug führen.

[0005] Aus der US 5,871,686 ist eine Kühlvorrichtung für sich bewegende Stahlbänder bekannt, bei der eine Mehrzahl von quer zur Laufrichtung des Stahlbandes befindliche Kühlleisten vorhanden sind und die Kühlleisten über zum Stahlband gerichtete Kühl drüsen verfügen aus denen ein Kühlfluid auf das sich bewegende Stahlband aufgestrahlt werden kann.

[0006] Aus der US 2011/0018178 A1 ist eine vergleichbare Vorrichtung bekannt, bei der jedoch an Stelle von Kühlleisten mit Düsen, eine Mehrzahl von zum Band gerichteten Kühlzylindern vorhanden sind, an deren freien Ende Auströmöffnungen für ein auf ein sich bewegendes Stahlband zuführendes Fluid vorhanden sind.

[0007] Aus der DE 69833424 T2 ist eine Vorrichtung bekannt, die über eine Vielzahl von Kühlleisten verfügt, die ebenfalls zu einem sich bewegendes Stahlband hingerrichtet sind und in vergleichbarer Weise wie der bereits genannte Stand der Technik auf das Stahlband mit Strahlen aus einem Kühlfluid einwirken, wobei das sich bewegende Stahlband mit Rollen gespannt wird um Bewegungen, die von der unidirektionalen Laufbewegung des Bandes abweichen, zu verhindern

[0008] Aus der WO 2007/014406 A1 ist ebenfalls eine Vorrichtung zum Kühlen eines sich bewegendes Metallbandes bekannt, bei dem mithilfe von Düsen, ein Kühlmedium aus Gaskästen hinaus durch Gaskanäle hindurch und mittels Düsenleisten aus dem Band führt.

[0009] Darüber hinaus ist mit herkömmlichen Kühlmethoden ein kontrolliertes Erreichen einer vorgegebenen Zieltemperatur ebenso wenig möglich, wie die systematische Einstellung von nahezu beliebigen Kühlraten bis zu einer maximal erreichbaren Kühlrate.

[0010] Besondere Schwierigkeiten bestehen dann, wenn unterschiedliche Materialdicken oder Ausgangstemperaturen auf einer Kühlfläche vorhanden sind, welche auf homogene Temperaturverhältnisse abgekühlt werden sollen.

[0011] Es ist bekannt, dass insbesondere in Automobilen sogenannte pressgehärtete Bauteile aus Stahlblech eingesetzt werden. Diese pressgehärteten Bauteile aus Stahlblech sind hochfeste Bauteile, die insbesondere als Sicherheitsbauteile des Karosseriebereichs verwendet werden. Hierbei ist es durch die Verwendung dieser hochfesten Stahlbauteile möglich, die Materialdicke gegenüber einem normalfesten Stahl zu reduzieren und somit geringe Karosseriegewichte zu erzielen.

[0012] Beim Presshärten gibt es grundsätzlich zwei verschiedene Möglichkeiten zur Herstellung derartiger Bauteile. Unterschieden wird in das sogenannte direkte und indirekte Verfahren.

[0013] Beim direkten Verfahren wird eine Stahlblechplatte über die sogenannte Austenitisierungstemperatur aufgeheizt und gegebenenfalls so lange auf dieser Temperatur gehalten, bis ein gewünschter Austenitisierungsgrad erreicht ist. Anschließend wird diese erhitzte Platte in ein Formwerkzeug überführt und in diesem Formwerkzeug in einem einstufigen Umformschritt zum fertigen Bauteil umgeformt und hierbei durch das gekühlte Formwerkzeug gleichzeitig mit einer Geschwindigkeit, die über der kritischen Härtegeschwindigkeit liegt, abgekühlt. Somit wird das gehärtete Bauteil erzeugt.

[0014] Beim indirekten Verfahren wird zunächst, gegebenenfalls in einem mehrstufigen Umformprozess, das Bauteil fast vollständig fertig umgeformt. Dieses umgeformte Bauteil wird anschließend ebenfalls auf eine Temperatur über die Austenitisierungstemperatur erhitzt und gegebenenfalls für eine gewünschte erforderliche Zeit auf dieser Temperatur gehalten.

[0015] Anschließend wird dieses erhitzte Bauteil in ein Formwerkzeug überführt und eingelegt, welches schon die Abmessungen des Bauteils bzw. die Endabmessungen des Bauteils, gegebenenfalls unter Berücksichtigung der Wärmedehnung des vorgeformten Bauteils, besitzt. Nach dem Schließen des insbesondere gekühlten Werkzeuges wird somit das vorgeformte Bauteil lediglich in diesem Werkzeug mit einer Geschwindigkeit über der kritischen Härtegeschwindigkeit abgekühlt und dadurch gehärtet.

[0016] Das direkte Verfahren ist hierbei etwas einfacher zu realisieren, ermöglicht jedoch nur Formen, die tatsächlich

mit einem einzigen Umformschritt zu realisieren sind, d.h. relativ einfache Profilformen.

[0017] Das indirekte Verfahren ist etwas aufwändiger, dafür aber in der Lage auch komplexere Formen zu realisieren.

[0018] Zusätzlich zum Bedarf an pressgehärteten Bauteilen entstand der Bedarf, derartige Bauteile nicht aus unbeschichtetem Stahlblech zu erzeugen, sondern derartige Bauteile mit einer Korrosionsschutzschicht zu versehen.

[0019] Als Korrosionsschutzschicht kommen im Automobilbau lediglich das eher in geringem Maße verwendete Aluminium oder Aluminiumlegierungen in Frage oder aber die erheblich häufiger verlangten Beschichtungen auf der Basis von Zink. Zink hat hierbei den Vorteil, dass Zink nicht nur eine Barrierschutzschicht wie Aluminium leistet, sondern einen kathodischen Korrosionsschutz. Zudem passen sich zinkbeschichtete pressgehärtete Bauteile besser in das Gesamtkorrosionsschutzkonzept der Fahrzeugkarosserien ein, da diese in heute gängiger Bauweise voll verzinkt sind. Insofern kann Kontaktkorrosion vermindert oder ausgeschlossen werden.

[0020] Bei beiden Verfahren konnten jedoch Nachteile aufgefunden werden, die auch im Stand der Technik diskutiert werden. Bei dem direkten Verfahren, d.h. der Warmumformung von presshärtenden Stählen mit Zinkbeschichtung kommt es zu Mikro- (10 µm bis 100 µm) oder sogar Makrorissen im Material, wobei die Mikrorisse in der Beschichtung erscheinen und die Makrorisse sogar durch den vollständigen Blechquerschnitt reichen. Derartige Bauteile mit Makrorissen sind für die weitere Verwendung ungeeignet.

[0021] Beim indirekten Prozess, d.h. der Kaltumformung mit einer anschließenden Härtung und Restformung, kann es ebenfalls zu Mikrorissen in der Beschichtung kommen, welche ebenfalls unerwünscht sind, aber bei weitem nicht so ausgeprägt.

[0022] Zinkbeschichtete Stähle werden bislang - bis auf ein Bauteil im asiatischen Raum - im direkten Verfahren, d.h. der Warmumformung, nicht eingesetzt. Hier werden vielmehr Stähle mit einer Aluminium-Silizium-Beschichtung eingesetzt.

[0023] Einen Überblick erhält man in der Veröffentlichung "Corrosion resistance of different metallic coatings on press hardened steels for automotive", Arcelor Mittal Maiziere Automotive Product Research Center F-57283 Maiziere-Les-Mez. In dieser Veröffentlichung wird ausgeführt, dass es für den Warmumformprozess einen aluminiierten Bor-Mangan-Stahl gibt, der unter dem Namen Usibor 1500P kommerziell vertrieben wird. Zudem werden zum Zwecke des kathodischen Korrosionsschutzes zinkvorbeschichtete Stähle für das Warmumformverfahren vertrieben, nämlich der verzinkte Usibor GI mit einer Zinkbeschichtung, die geringe Anteile von Aluminium enthält, und ein sogenannter galvanealed beschichteter Usibor GA, der eine Zinkschicht mit 10 % Eisen enthält.

[0024] Es wird darauf hingewiesen, dass das Zink-Eisen-Phasendiagramm zeigt, dass oberhalb von 782°C ein großer Bereich entsteht, in dem flüssige Zink-Eisen-Phasen auftreten, solange der Eisengehalt gering, insbesondere geringer als 60 % ist. Dies ist jedoch auch der Temperaturbereich, in dem der austenitisierte Stahl warm umgeformt wird. Es wird aber auch darauf hingewiesen, dass, wenn die Umformung oberhalb von 782°C stattfindet, ein großes Risiko der Spannungskorrosion durch flüssiges Zink besteht, welches vermutlich in die Korngrenzen des Basisstahls eindringt, welche zu Makrorissen im Basisstahl führt. Darüber hinaus ist bei Eisengehalten geringer als 30 % in der Beschichtung die Maximaltemperatur zum Umformen eines sicheren Produkts ohne Makrorisse niedriger als 782°C. Dies ist der Grund, warum hiermit kein direktes Umformverfahren betrieben wird, sondern dass indirekte Umformverfahren. Hiermit soll das geschilderte Problem umgangen werden.

[0025] Eine weitere Möglichkeit, dieses Problem zu umgehen, soll darin liegen, galvanealed beschichteten Stahl zu verwenden, da der zu Beginn schon bestehende Eisengehalt von 10 % und die Abwesenheit einer Fe₂Al₅-Sperrschicht zu einer homogenen Ausbildung der Beschichtung von überwiegend eisenreichen Phasen führt. Dies resultiert in einer Verringerung oder Vermeidung von zinkreichen, flüssigen Phasen.

[0026] In "STUDY OF CRACKS PROPAGATION INSIDE THE STEEL ON PRESS HARDENED STEEL ZINC BASED COATINGS", Pascal Drillet, Raisa Grigorieva, Gregory Leuillier, Thomas Vietoris, 8th International Conference on Zinc and Zinc Alloy Coated Steel Sheet, GALVATECH 2011 - Conference Proceedings, Genova (Italy), 2011" wird darauf hingewiesen, dass verzinkte Bleche im direkten Verfahren nicht verarbeitbar sind.

[0027] Aus der EP 1 439 240 B1 ist ein Verfahren zum Warmumformen eines beschichteten Stahlproduktes bekannt, wobei das Stahlmaterial eine Zink- oder Zinklegierungsbeschichtung aufweist, die auf der Oberfläche des Stahlmaterials ausgebildet ist und das Stahlbasismaterial mit der Beschichtung auf eine Temperatur von 700°C bis 1000°C erwärmt und warm umgeformt wird, wobei die Beschichtung eine Oxidschicht besitzt, die hauptsächlich aus Zinkoxid besteht, bevor das Stahlbasismaterial mit der Zink- oder Zinklegierungsschicht erwärmt wird, um dann ein Verdampfen des Zinks beim Erwärmen zu verhindern. Hierfür wird ein spezieller Verfahrensablauf vorgesehen.

[0028] Aus der EP 1 642 991 B1 ist ein Verfahren zum Warmumformen eines Stahles bekannt, bei dem ein Bauteil aus einem gegebenen Bor-Mangan-Stahl auf eine Temperatur am Ac₃-Punkt oder höher erhitzt wird, bei dieser Temperatur gehalten wird und dann das erhitzte Stahlblech zum fertigen Bauteil umgeformt wird, wobei das geformte Bauteil durch Kühlung von der Formgebungstemperatur während des Formens oder nach dem Formen in einer solchen Weise abgeschreckt wird, dass die Abkühlrate zum M_S-Punkt zumindest der kritischen Abkühlrate entspricht und dass die durchschnittliche Abkühlrate des geformten Bauteils vom M_S-Punkt zu 200°C sich im Bereich von 25°C/s bis 150°C/s befindet.

[0029] Aus der EP 1 651 789 B1 der Anmelderin ist ein Verfahren zum Herstellen von gehärteten Bauteilen aus Stahlblech bekannt, wobei hierbei Formteile aus einem mit einem kathodischen Korrosionsschutz versehenen Stahlblech kalt umgeformt werden und eine Wärmebehandlung zum Zwecke der Austenitisierung folgt, wobei vor, beim oder nach dem Kaltumformen des Formteils ein Endbeschnitt des Formteils und erforderliche Ausstanzungen oder die Erzeugung eines Lochbildes vorgenommen werden und die Kaltumformung sowie der Beschnitt und die Ausstanzung und Anordnung des Lochbildes auf dem Bauteil 0,5 % bis 2 % kleiner ausgeführt werden als die Dimensionen, die das endgehärtete Bauteil haben soll, wobei das zur Wärmebehandlung kalt umgeformte Formteil anschließend zumindest teilbereichsweise unter Zutritt von Luftsauerstoff auf eine Temperatur erhitzt wird, welche eine Austenitisierung des Stahlwerkstoffes ermöglicht und das erhitze Bauteil anschließend in ein Werkzeug überführt wird und in diesem Werkzeug eine sogenannte Formhärtung durchgeführt wird, bei der durch das Anlegen und Pressen (Halten) des Bauteils durch die Formhärtewerkzeuge das Bauteil gekühlt und dadurch gehärtet wird und die kathodische Korrosionsschutzbeschichtung aus einer Mischung aus im Wesentlichen Zink besteht und zudem ein oder mehrere sauerstoffaffine Elemente enthält. Hierdurch wird an der Oberfläche der Korrosionsschutzbeschichtung eine Oxidhaut aus den sauerstoffaffinen Elementen während des Aufheizens gebildet, welche die kathodische Korrosionsschutzschicht, insbesondere die Zinkschicht, schützt. Zudem wird bei dem Verfahren durch die maßstäbliche Verkleinerung des Bauteils in Bezug auf seine Endgeometrie die Wärmedehnung des Bauteils berücksichtigt, so dass beim Formhärten weder eine Kalibrierung noch eine Umformung notwendig sind.

[0030] Aus der WO 2010/109012 A1 der Anmelderin ist ein Verfahren zum Herstellen partiell gehärteter Stahlbauteile bekannt, wobei eine Platine aus einem härtbaren Stahlblech einer Temperaturerhöhung unterworfen wird, welche für eine Abschreckhärtung ausreicht, und die Platine nach Erreichen einer gewünschten Temperatur und gegebenenfalls einer gewünschten Haltezeit in ein Umformwerkzeug überführt wird, indem die Platine zu einem Bauteil umgeformt und gleichzeitig abgeschreckt gehärtet wird, oder die Platine kalt umgeformt wird und das durch die kalte Umformung erhaltene Bauteil anschließend einer Temperaturerhöhung unterzogen wird, wobei die Temperaturerhöhung so durchgeführt wird, dass eine Temperatur des Bauteils erreicht wird, die für eine Abschreckhärtung notwendig ist und das Bauteil anschließend in ein Werkzeug überführt wird, in dem das erhitze Bauteil abgekühlt und dadurch abgeschreckt gehärtet wird, wobei während des Erhitzens der Platine oder des Bauteils zum Zwecke der Temperaturerhöhung auf eine zum Härten notwendige Temperatur in den Bereichen, die eine geringere Härte und/oder eine höhere Duktilität besitzen sollen, Absorptionsmassen anliegen oder mit einem geringen Spalt beabstandet sind, wobei die Absorptionsmasse bezüglich ihrer Ausdehnung und Dicke, ihrer Wärmeleitfähigkeit und ihrer Wärmekapazität und/oder hinsichtlich ihres Emissionsgrades gerade so dimensioniert sind, dass die in dem duktil verbleibendem Bereich auf das Bauteil einwirkende Wärmeenergie durch das Bauteil hin durch in die Absorptionsmasse fließt, sodass diese Bereiche kühler bleiben und insbesondere die zum Härten notwendige Temperatur gerade nicht oder nur teilweise erreichen, sodass diese Bereiche nicht oder nur teilweise gehärtet werden können.

[0031] Aus der DE 10 2005 003 551 A1 ist ein Verfahren zur Warmumformung und Härtung eines Stahlblechs bekannt, bei dem ein Stahlblech auf eine Temperatur über den Ac_3 -Punkt erwärmt wird, danach eine Abkühlung auf eine Temperatur im Bereich von 400°C bis 600°C erfährt und erst nach Erreichen dieses Temperaturbereichs umgeformt wird. Diese Schrift geht allerdings nicht auf die Rissproblematik bzw. eine Beschichtung ein, noch wird eine Martensitbildung beschrieben. Ziel der Erfindung ist die Bildung von Zwischengefüge, sogenanntem Bainit.

[0032] Aus der EP 2 290 133 A1 ist ein Verfahren zum Herstellen eines mit einem metallischen, vor Korrosion schützenden Überzug versehenen Stahlbauteils durch Formen eines aus einem Mn-Stahl bestehenden Stahl Flachproduktes, das vor dem Formen des Stahlbauteils mit einem ZnNi-Legierungsüberzug versehen wird, bekannt. Bei diesem Verfahren wird die Platine auf eine Temperatur von mind. 800° C erhitzt, wobei sie zuvor mit dem ZINi-Legierungsüberzug beschichtet wird. Auf die Problematik des "liquid metal embrittlement" geht diese Druckschrift nicht ein.

[0033] Aus der DE 10 2011 053 941 A1 ist ein ähnliches Verfahren bekannt, bei dem jedoch eine Platine oder eine umgeformte Platine lediglich teilbereichsweise auf eine Temperatur $> Ac_3$ erhitzt und für eine vorbestimmte Zeit bei dieser Temperatur gehalten wird, um die Austenitbildung durchzuführen und anschließend in ein Härtewerkzeug überführt und in dem Härtewerkzeug gehärtet wird, wobei die Platine mit einer Geschwindigkeit abgekühlt wird, die über der kritischen Härtegeschwindigkeit liegt. Auch das dort verwendete Material ist ein umwandlungsverzögertes Material, wobei bei dem Zwischenkühlschritt die heißeren, austenitisierten Bereiche und die weniger heißen, nicht austenitisierten oder nur teilaustenitisierten Bereiche bezüglich der Temperatur angepasst und die Platine oder die umgeformte Platine bezüglich der Temperatur homogenisiert wird.

[0034] Aus der DE 10 2011 053 939 A1 ist ein Verfahren zum Erzeugen gehärteter Bauteile bekannt, wobei hier ein Verfahren zum Herstellen eines gehärteten Stahlbauteils offenbart wird, welches eine Beschichtung aus Zink oder einer Zinklegierung besitzt. Aus diesem Blech wird eine Platine ausgestanzt und die ausgestanzte Platine auf eine Temperatur $\geq Ac_3$ erhitzt und gegebenenfalls für eine vorbestimmte Zeit bei dieser Temperatur gehalten, um die Austenitbildung durchzuführen und anschließend in ein Formwerkzeug überführt, in diesem umgeformt und in dem Formwerkzeug mit einer Geschwindigkeit, die über der kritischen Härtegeschwindigkeit liegt, abgekühlt und dadurch gehärtet. Der verwendete Stahlwerkstoff wird hierbei derart umwandlungsverzögert eingestellt, dass bei einer Umformtemperatur, die im

Bereich von 450°C bis 700°C liegt, eine Abschreckhärtung durch Umwandlung des Austenits in Martensit stattfindet, wobei nach dem Erhitzen zum Zwecke der Austenitisierung aber vor dem Umformen ein aktives Kühlen stattfindet, sodass die Platine von einer Ausgangswärme, die das Austenitisieren sicherstellt, auf eine Temperatur zwischen 450°C bis 700°C abgekühlt wird, so dass trotz der niedrigen Temperaturen eine martensitische Härtung stattfindet. Hierdurch soll erzielt werden, dass möglichst keine Zinkschmelze mit Austenit während der Umformphase, also dem Eintrag von Spannungen, in Berührung kommt, denn durch die vorgenommene Zwischenkühlung findet die Umformung unter der peritektischen Temperatur des Systems Eisen-Zink statt. Es wird erwähnt, dass die Kühlung mit Luftdüsen erfolgen kann, jedoch nicht auf Luftdüsen beschränkt ist, sondern auch gekühlte Tische oder gekühlte Pressen verwendet werden können.

[0035] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Kühlen und insbesondere zum Zwischenkühlen eines Stahlblechs zum Zwecke der Umformung und Härtung weiter zu verbessern.

[0036] Die Aufgabe wird mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0037] Vorteilhafte Weiterbildungen sind in Unteransprüchen gekennzeichnet.

[0038] Es ist eine weitere Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens zu schaffen.

[0039] Die Aufgabe wird mit einer Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 14 gelöst.

[0040] Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den hiervon abhängigen Unteransprüchen gekennzeichnet.

[0041] Erfindungsgemäß wird bei Temperaturen von 20°C bis 900°C eine Abkühlung gewährleistet, die eine maximale Temperaturschwankung von 30°C innerhalb eines Quadratmeters ermöglicht. Die verwendeten Kühlmedien sind Luftgase, Mischgase aber auch Wasser oder andere Fluide. Wenn nachfolgend nur eines dieser Fluide erwähnt wird, steht dies stellvertretend für alle diese genannten Fluide.

[0042] Erfindungsgemäß soll ein geringer Investitionsaufwand mit geringen Betriebskosten, einer hohen Systemverfügbarkeit, hoher Flexibilität und der einfachen Integration in bestehende Produktionsprozesse erreicht werden.

[0043] Erfindungsgemäß wird eine zu kühlende Oberfläche mittels Roboter oder Linearantrieben in der X-, Y- oder Z-Ebene bewegt, wobei eine beliebige Vorgabe der Bewegungstrajektorien und Geschwindigkeiten der zu kühlenden Oberflächen möglich ist. Bevorzugt ist hierbei die Oszillation um eine Ruhelage in der X- und Y-Ebene. Die weitere Oszillation in der Z-Ebene (also der Höhe) ist optional möglich.

[0044] Ebenso ist eine ein- oder beidseitige Kühlung ohne weiteres möglich.

[0045] Die erfindungsgemäßen Kühleinrichtungen besitzen Düsen, die voneinander beabstandet sind, wobei die Düsen nicht nur voneinander beabstandet sind, sondern auch von einem Kasten, Träger oder sonstigen Oberflächen beabstandet angeordnet sind.

[0046] Die Kühleinrichtungen sind dabei dementsprechend so ausgeführt, dass das von der heißen Platte abströmende Medium ausreichend Raum und Platz zwischen den Düsen vorfindet und zwischen den Düsen effektiv abgeführt werden kann und somit kein Crossflow bzw. Querströmungen auf der zu kühlenden Oberfläche entstehen.

[0047] Die Zwischenräume zwischen den Düsen können hierbei mit einer zusätzlichen Querströmung beaufschlagt werden, um die Kühlrate zu erhöhen und damit das Kühlmedium, das von der heißen Platte abströmt, effektiv abzuführen, also quasi abzusaugen. Diese Querströmung sollte jedoch nicht das anströmende Kühlmedium von der Düse zur Platte, also den Freistrahle, beeinträchtigen.

[0048] Die Kühleinrichtung kann dabei über Kühlschwerter verfügen, die sich von einem Kühlkasten wegerstrecken und an ihren freien Enden oder ihren freien Kanten eine Reihe von Düsen besitzen.

[0049] Darüber hinaus kann die Kühleinrichtung auch durch einzelne, von einer Trägeroberfläche wegstehende Kühltürme ausgebildet sein, wobei diese Kühltürme an ihrer von der Trägeroberfläche wegweisenden Fläche oder Spitze zumindest je eine Düse tragen. Die Kühltürme können dabei einen zylindrischen oder sonstigen Querschnitt besitzen, wobei der Querschnitt der Kühltürme auch an gewünschte Querströmungen angepasst und oval, flach tragflächenartig, mehreckig oder ähnlich ausgebildet sein kann.

[0050] Selbstverständlich sind auch Mischformen möglich, bei denen die Kühlschwerter nicht durchgehend, sondern unterbrochen ausgebildet sind oder, bei breit oval ausgeführten Kühltürmen, mehrere Düsen an einer Säulenspitze austreten.

[0051] Die Geometrie der Düsenöffnungen bzw. der Ausströmöffnungen der Düsen reicht von einfachen runden Geometrien bis hin zu komplexen geometrisch definierten Ausführungen.

[0052] Vorzugsweise sind die Düsen oder Düsenreihen versetzt zueinander angeordnet, so dass auch die Kühltürme oder Schwerter so versetzt zueinander angeordnet sind, dass die Düsen ein versetztes oder sonstiges Muster bilden. Dies gilt insbesondere bei beidseitiger Kühlung auch für die Anordnung der Düsen oder Düsenreihen der Oberseite zu denen der Unterseite.

[0053] Die Düsen sind bevorzugt derart ansteuerbar ausgebildet, dass die Strömung durch die Düse begrenzt und gegebenenfalls sogar abgeschaltet werden kann. Beispielsweise sind für jede Düse einzelne, ansteuerbare Stifte vorhanden, die den Gasdurchtritt begrenzen können. Eine unterschiedliche Kühlwirkung kann beispielsweise auch dadurch erreicht werden, dass der Abstand von Düsenaustrittsöffnung zur zu kühlenden Oberfläche, z. B. durch unterschiedliche Kühltürmhöhen, unterschiedlich eingestellt wird. Der Vorteil dieser Methode liegt in der gleichbleibenden Strömung

je Düse und damit in gut vorhersehbaren Strömungsverhältnissen, da sich die Strömungswiderstände durch die Höhenänderungen nahezu nicht verändern.

[0054] Erfindungsgemäß folgt das zu bevorzugende Strömungsbild auf der zu kühlenden Oberfläche einer wabenähnlichen Struktur.

[0055] Erfolgt die Kühlung mit zumindest einem Kühlschwert, ist das Kühlschwert ein plattenähnliches Element, welches sich zusätzlich von einer Basis zu einer Ausströmleiste hin verjüngen kann, wobei in der Ausströmleiste mindestens eine Düse eingebracht ist. Das Schwert ist hierbei hohl ausgebildet, sodass die Düse aus dem hohlen Schwert heraus mit einem Kühlfluid versorgt werden kann. Die Düsen können voneinander mit keilartigen Elementen räumlich beabstandet sein, wobei die keilartigen Elemente auch den Raum für das strömende Fluid zur Düse hin verengen können.

[0056] Hierdurch kommt es insbesondere zu einer Verdrehung des ausströmenden Fluidstrahls.

[0057] Vorzugsweise ist eine Mehrzahl von Schwertern nebeneinander angeordnet, wobei die Schwerter zueinander versetzt sind.

[0058] Durch die versetzte Anordnung erfolgt eine Kühlung ebenfalls mit versetzten Punkten zueinander, wobei die Punkte ineinanderlaufend homogen kühlen und das ausgeströmte Fluid in den Bereich zwischen zwei Schwertern eingesaugt und abgeführt wird.

[0059] Bevorzugt gelten die folgenden Bedingungen:

Hydraulischer Durchmesser Düse = DH , wobei $DH = 4 \times A / U$

Abstand Düse zu Körper = H

Abstand zwischen zwei Kühlschwertern/Kühlsäulen = S

Länge der Düse = L

$L \geq 6 \times DH$

$H \leq 6 \times DH$, insb. 4 bis $6 \times DH$

$S \leq 6 \times DH$, insb. 4 bis $6 \times DH$ (staggered array)

Oszillation = halbe Teilung des Abstand zwischen zwei Kühlschwertern in X, Y (evtl. Z)

Erfolgt die Kühlung mit Kühlsäulen, sind diese in entsprechender Weise angeordnet.

[0060] Vorzugsweise wird das zu kühlende Element, z. B. eine zu kühlende Platte, hierbei bewegt, sodass die Bewegung der Platte einerseits und die versetzte Anordnung der Düsen andererseits dafür sorgt, dass das Kühlfluid alle Bereiche der Platte überströmt, sodass eine homogene Kühlung erzielt wird.

[0061] Die Erfindung wird anhand einer Zeichnung beispielhaft erläutert. Es zeigen dabei:

Figur 1 eine Draufsicht auf eine Mehrzahl von parallel zueinander angeordneten Düsenschwertern;

Figur 2 die Anordnung der Düsenschwerter gemäß des Schnittes A-A in Figur 1;

Figur 3 einen Längsschnitt durch ein Düsenschwert entsprechend der Schnittlinie C-C in Figur 2;

Figur 4 die Detailvergrößerung D aus Figur 3 zeigend die Düsen;

Figur 5 die Anordnung der Düsenschwerter in einer schematischen perspektivischen Ansicht;

Figur 6 eine Detailvergrößerung des Randbereichs der Düsenschwerter mit einem Versatz innerhalb der Schwertanordnung;

Figur 7 eine perspektivische Ansicht einer erfindungsgemäßen Anordnung von Kühlschwertern, welche in einem Kühlblock zusammengefasst sind;

Figur 8 die Anordnung nach Figur 7 in einer perspektivischen Ansicht auf die Rückseite;

Figur 9 eine Ansicht von erfindungsgemäßen Kühlschwertern in deren Innenraum;

Figur 10 stark schematisiert eine perspektivische Ansicht auf eine Anordnung von Düsensäulen an einem Rahmen;

Figur 11 die Ausführungsform nach Fig. 10 in einer Draufsicht;

Figur 12 die Anordnung nach den Figuren 10 und 11 in einer seitlichen Ansicht;

- Figur 13 die Ausführungsform nach den Figuren 10 bis 12 mit Kühlkasten;
- Figur 14 angedeutet die Kühlswerter mit den Düsen, wobei eine zu kühlende Platte mit der Temperaturverteilung und der Fluidtemperaturverteilung gezeigt ist;
- Figur 15 die Anordnung nach Figur 10, zeigend die Geschwindigkeitsverteilung;
- Figur 16 schematisch die Anordnung zweier gegenüberliegender Kühlkästen aus einer Mehrzahl von versetzt zueinander angeordneten erfindungsgemäßen Kühlswertern und einem Bewegungsschlitten zum Hindurchbewegen eines zu kühlenden Objekts;
- Figur 17 die Temperaturverteilung auf einer Platine, die mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung gekühlt wurde;
- Figur 18 ein strukturiertes abgekühltes Bauteil;
- Figur 19 die Zeit-Temperaturkurve bei der Abkühlung zwischen Ofen und Umformung;
- Figur 20 das Zink-Eisen-Diagramm, mit entsprechenden Abkühlkurven für Bleche mit unterschiedlich aufgeheizten Bereichen.

[0062] Eine mögliche Ausführungsform wird nachfolgend beschrieben.

[0063] Die erfindungsgemäße Kühlvorrichtung 1 besitzt Kühleinrichtungen 2, 15, welche Düsen 10 besitzen, die voneinander beabstandet sind, wobei die Düsen 10 nicht nur voneinander beabstandet sind, sondern auch von einem Kasten 16, einem Träger oder sonstigen, die Kühleinrichtungen 2, 15 tragenden Oberflächen beabstandet angeordnet sind.

[0064] Die Kühleinrichtungen 2, 15 sind dabei dementsprechend so ausgeführt, dass das von der heißen Platte abströmende Medium ausreichend Raum und Platz zwischen den Düsen 10 vorfindet und zwischen den Düsen quasi eintauchen kann und somit kein Crossflow bzw. Querströmungen auf der zu kühlenden Oberfläche entstehen.

[0065] Die Zwischenräume zwischen den Düsen 10 können hierbei mit einer zusätzlichen Querströmung beaufschlagt werden, um die Kühlrate zu erhöhen und damit das Kühlmedium, das von der heißen Platte abströmt, quasi abzusaugen. Diese Querströmung sollte jedoch nicht das anströmende Kühlmedium von der Düse zur Platte, also den Freistrah, beeinträchtigen.

[0066] Die Kühlvorrichtung 1 kann dabei als Kühleinrichtung 2 über zumindest ein Kühlswert 2 verfügen, das sich von einem Kühlkasten 16 wegerstreckt und an seinen freien Enden oder seiner freien Kante 6 eine Reihe von Düsen 10 besitzt.

[0067] Darüber hinaus kann die Kühleinrichtung auch durch einzelne, von einer Oberfläche wegstehende Kühsäulen 15 ausgebildet sein, wobei diese Kühsäulen 15 an ihrer von der Oberfläche wegweisenden Fläche oder Spitze 17 zumindest je eine Düse 10 tragen. Die Kühsäulen 15 können dabei einen zylindrischen oder sonstigen Querschnitt besitzen, wobei der Querschnitt der Kühsäulen 15 auch an gewünschte Querströmungen angepasst und oval, flach tragflächenartig oder ähnlich ausgebildet sein kann.

[0068] Selbstverständlich sind auch Mischformen möglich, bei denen die Kühlswerter 2 nicht durchgehend sondern unterbrochen ausgebildet sind oder, bei breit oval ausgeführten Kühsäulen 15, mehrere Düsen 10 an einer Säulenspitze austreten. Eine weitere denkbare Alternative wäre die Verbindung von mehreren Kühsäulen durch Leitbleche um eine Beeinflussung des Querstroms zu ermöglichen.

[0069] Die Geometrie der Düsenöffnungen bzw. der Ausströmöffnungen der Düsen reicht von einfachen runden Geometrien bis hin zu komplexen geometrisch definierten Ausführungen.

[0070] Vorzugsweise sind die Düsen 10 oder Düsenreihen versetzt zueinander angeordnet, so dass auch die Kühsäulen 15 oder Schwerter 2 so versetzt zueinander angeordnet sind, dass die Düsen 10 ein versetztes oder sonstiges Muster bilden.

[0071] Eine beispielhafte erfindungsgemäße Vorrichtung zum Kühlen 1 besitzt zumindest ein Kühlswert 2. Das Kühlswert 2 ist lang gestreckt klappenartig ausgebildet und besitzt eine Kühlswertbasis 3, zwei sich von der Kühlswertbasis weg erstreckende Kühlswertbreitseiten 4, zwei Kühlswertschmalseiten 5, welche die Kühlswertbreitseiten verbinden, und eine freie Düsenkante 6.

[0072] Das Kühlswert 2 ist hohl mit einem Kühlswert-hohlraum 7 ausgebildet, wobei der Hohlraum von den Kühlswertbreitseiten 4, den Kühlswertschmalseiten 5 und der Düsenkante 6 umschlossen wird, wobei das Kühlswert an der Basis 3 offen ist. Mit der Kühlswertbasis 3 ist das Kühlswert in einen Rahmen 8 eingesetzt, wobei der Rahmen 8 auf einen hohlen Fluidzufuhrkasten 16 aufsetzbar ist.

[0073] Im Bereich der Düsenkante 6 ist eine Mehrzahl von Düsen 10 bzw. Öffnungen eingebracht, welche in den

Hohlraum 7 reichen und somit das Ausströmen von Fluid aus dem Hohlraum nach außen durch die Düsen 10 hindurch ermöglicht.

[0074] Von den Düsen 10 erstrecken sich Düsenkanäle 11 in den Hohlraum 7 hinein, welche die Düsen 10 zumindest im Bereich der Düsenkante 6 räumlich voneinander trennen. Die Düsenkanäle 11 sind dabei im Querschnitt vorzugsweise keilförmig ausgebildet, sodass die Düsenkanäle bzw. Düsen durch keilförmige Stege 12 voneinander getrennt sind. Vorzugsweise sind die Düsenkanäle dabei so ausgebildet, dass sie sich zum Hohlraum 7 hin erweitern, sodass ein einströmendes Fluid durch die Verengung der Düsenkanäle beschleunigt wird.

[0075] Die Kühltischbreitseiten 4 können von der Kühltischbasis 3 zur Düsenkante 6 hin konvergierend ausgebildet sein, sodass der Hohlraum 7 sich zur Düsenkante 6 hin verengt.

[0076] Zudem können die Kühltischschmalseiten 5 konvergierend oder divergierend ausgebildet sein.

[0077] Vorzugsweise sind zumindest zwei Kühltischwerter 2 vorhanden, welche bezüglich der Breitseiten parallel zueinander angeordnet sind, wobei die Kühltischwerter 2 bezüglich des Abstandes der Düsen 10 um einen halben Düsenabstand zueinander versetzt sind.

[0078] Darüber hinaus können auch mehr als zwei Kühltischwerter 2 vorhanden sein.

[0079] Die Düsen 10 können, bezogen auf die Erstreckung der Düsenkante 6, ebenfalls länglich fluchtend zur Düsenkante 6 ausgebildet sein, die Düsen 10 können jedoch auch rund, oval fluchtend zur Düsenkante 6 oder oval quer zur Düsenkante, sechs-, acht- oder mehrseitig ausgebildet sein.

[0080] Insbesondere wenn die Düsen 10, bezogen auf die Längserstreckung der Düsenkante, ebenfalls länglich ausgebildet sind, insbesondere länglich oval oder länglich vieleckig, ergibt sich eine Drehung eines austretenden Fluidstrahls (Figuren 10, 11), wobei sich durch eine versetzte Anordnung um einen halben Düsenabstand ein Kühlmuster auf einem plattenartigen Körper ergibt (Figur 10), welche entsprechend versetzt ist.

[0081] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform (Figuren 10 bis 13) ist auf dem Rahmen 8 eine Mehrzahl von vorstehenden Kühltischen 15 oder Zylindern 15 angeordnet, welche an ihrer freien äußeren Spitze 17 oder Fläche 17 zumindest je eine Düse 10 tragen. Dieser Rahmen 8 ist ebenfalls in einem Kühlkasten 16 (Fig. 13) eingesetzt, so dass in den Kühlkasten 16 einströmendes Fluid aus den jeweiligen Kühltischen 15 und den Düsen 10 austritt. Gegenüber den Kühltischwertern 2 sind bei dieser Ausführungsform somit die Düsen 10 quasi vereinzelt, wobei die zuvor zu den Düsen 10 und ihrer Geometrie und bezüglich der Düsenkanäle 11 gemachten Aussagen auf diese Ausführungsform ebenso zutreffen.

[0082] In den Düsenkanälen 11 können Einrichtungen vorhanden sein, die durch axiales Verschieben den effektiven Düsenquerschnitt verringern können und damit den Gasstrom beeinflussen. Als derartige Einrichtungen sind beispielsweise Stifte geeignet, welche einen Querschnitt besitzen, der dem Querschnitt der Düse im Austrittsbereich entspricht, wobei die Stifte an eine Form des Düsenkanals 11, beispielsweise eine konische Form, angepasst sein können. Die Stifte können einzeln verschiebbar derart ausgebildet sein, dass sie bei dem Verschieben in den Düsenkanal den effektiven Düsenquerschnitt bzw. Düsenkanalquerschnitt verringern und damit den Gasstrom und die Strömungsgeschwindigkeit beeinflussen.

[0083] Bei vollständigem Einschieben eines Stiftes wird die Düse 10 vorzugsweise vollständig verschlossen.

[0084] Die Stifte der Düsen 10 können einzeln, reihenweise, schichtweise oder in sonstiger Weise gruppiert angesteuert werden, wodurch es möglich ist, ein gewisses Strömungsprofil in der Kühleinrichtung so auszubilden, dass ein zu kühlendes Objekt nicht gleichmäßig, sondern unterschiedlich stark gekühlt wird.

[0085] Alternativ zu Stiften können hierfür auch Blenden oder Schablonen mit beliebigen Ausgestaltungsformen vorgesehen sein, welche das gewünschte Strömungsprofil am zu kühlenden Objekt sicherstellen.

[0086] Zur Beeinflussung der Abkühlrate wäre auch eine partielle Veränderung der Länge bzw. Höhe der Kühltischwerter bzw. Kühltischsäule denkbar.

[0087] Diese Beeinflussung der Abkühlung ist für viele Anwendungszwecke vorteilhaft, einerseits zur unterschiedlichen Abkühlung von ebenen Platinen um Bereiche mit unterschiedlichen mechanischen Eigenschaften zu schaffen, aber auch für tailor-welded blanks (TWB), tailor-rolled blanks (TRB) oder tailored heated blanks (THB) um die unterschiedlich dicken Blechabschnitte bzw. die unterschiedlich temperierten Blechbereiche mit einer jeweils angepassten Abkühlrate zu kühlen um ein homogen temperiertes Objekt zu erhalten.

[0088] Auch das entsprechende Geschwindigkeitsprofil ergibt eine entsprechende Verteilung (Figur 15).

[0089] Erfindungsgemäß hat sich herausgestellt, dass aus den Düsen 10 ausströmendes Fluid zwar auf die Oberfläche eines zu kühlenden Körpers prallt (Figuren 10, 11), jedoch offensichtlich zwischen den zumindest zwei Schwertern 2 bzw. Kühltischsäulen 15 der Kühltischvorrichtung 1 eintauchend abfließt, sodass die Kühlströmung an der Oberfläche eines zu kühlenden Körpers nicht gestört wird.

[0090] Eine Vorrichtung zum Kühlen 1 (Figur 12) besitzt z. B. zwei Anordnungen von Kühltischwertern 2 oder zwei Reihen von Kühltischsäulen 15 in einem Rahmen 8, wobei die Rahmen 8 mit entsprechenden Fluidzuführungen 14 und insbesondere auf der den Kühltischwertern 2 oder Kühltischsäulen 15 abgewandten Seite mit einem Fluidkasten 16 ausgebildet sind, in dem unter Druck stehendes Fluid vorhanden ist, insbesondere durch die Zuführung unter Druck stehenden Fluids.

[0091] Zusätzlich ist eine Bewegungseinrichtung 18 vorhanden, wobei die Bewegungseinrichtung 18 so ausgebildet

EP 3 303 642 B1

ist, dass sie einen zu kühlenden Körper zwischen den gegenüberliegenden Kühlschwertanordnungen so hindurchführen kann, dass auf den zu kühlenden Körper beidseitig kühlend eingewirkt werden kann. Als Bewegungseinrichtung einer Serienpresshärteanlage kann z. B. die Transfereinrichtung zwischen Ofen und Presse beispielsweise mittels Roboter oder Linearantrieb verwendet werden. In einer bevorzugten Ausführung muss dabei der zu kühlende Körper durch die

Bewegungseinrichtung nicht abgesetzt bzw. es muss nicht umgegriffen werden d.h. die Kühlung erfolgt im gegriffenen Zustand des zu kühlenden Körpers auf dem Weg von Ofen zu Presse.

[0092] Die Abstände der Düsenkanten 6 zum zu kühlenden Körper betragen dabei z. B. 5 mm bis 250 mm.

[0093] Durch eine Relativbewegung entweder der Vorrichtung zum Kühlen 1 zu einem zu kühlenden Körper oder umgekehrt bewegt sich das Kühlmuster gemäß Figur 10 über die Oberfläche des zu kühlenden Körpers, wobei das von dem heißen Körper abströmende Medium zwischen den Kühlschwertern 2 oder Köhlsäulen 15 ausreichend Raum vorfindet um abzufließen und somit kein Crossflow auf der zu kühlenden Oberfläche entsteht.

[0094] Erfindungsgemäß können die Zwischenräume mit entsprechenden Strömungsmitteln mit einer zusätzlichen Querströmung beaufschlagt werden, um das auf den heißen Körper strömende Medium zwischen den Schwertern abzusaugen.

[0095] Erfindungsgemäß wird ein üblicher Bor-Manganstahl beispielsweise ein 22MnB5 oder 20MnB8 zur Verwendung als presshärtender Stahlwerkstoff bezüglich der Umwandlung des Austenits in andere Phasen verwendet, bei dem sich die Umwandlung in tiefere Bereiche verschiebt und Martensit gebildet werden kann.

[0096] Für die Erfindung sind somit Stähle dieser Legierungszusammensetzung geeignet (alle Angaben in Masse-%):

C [%]	Si [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]	Al [%]	Cr [%]	Ti [%]	B [%]	N [%]
0,20	0,18	2,01	0,0062	0,001	0,054	0,03	0,032	0,0030	0,0041

Rest Eisen und erschmelzungsbedingte Verunreinigungen,

wobei als Umwandlungsverzögerer in derartigen Stählen insbesondere die Legierungselemente Bor, Mangan, Kohlenstoff und optional Chrom und Molybdän verwendet werden.

[0097] Für die Erfindung sind auch Stähle der allgemeinen Legierungszusammensetzung geeignet (alle Angaben in Masse-%):

Kohlenstoff (C)	0,08-0,6
Mangan (Mn)	0,8-3,0
Aluminium (Al)	0,01-0,07
Silizium (Si)	0,01-0,5
Chrom (Cr)	0,02-0,6
Titan (Ti)	0,01-0,08
Stickstoff (N)	< 0,02
Bor (B)	0,002-0,02
Phosphor (P)	< 0,01
Schwefel (S)	< 0,01
Molybdän (Mo)	< 1

Rest Eisen und erschmelzungsbedingte Verunreinigungen.

[0098] Insbesondere als geeignet erwiesen haben sich Stahlanordnungen wie folgt (alle Angaben in Masse-%):

Kohlenstoff (C)	0,08-0,30
Mangan (Mn)	1,00-3,00
Aluminium (Al)	0,03-0,06
Silizium (Si)	0,01-0,20
Chrom (Cr)	0,02-0,3
Titan (Ti)	0,03-0,04
Stickstoff (N)	< 0,007
Bor (B)	0,002-0,006
Phosphor (P)	< 0,01
Schwefel (S)	< 0,01
Molybdän (Mo)	< 1

Rest Eisen und erschmelzungsbedingte Verunreinigungen.

[0099] Durch die Einstellung der als Umwandlungsverzögerer wirkenden Legierungselemente wird eine Abschreckhärtung, d. h. eine rasche Abkühlung mit einer über der kritischen Härtegeschwindigkeit liegenden Abkühlgeschwindigkeit auch noch unter 780°C, sicher erreicht. Dies bedeutet, dass in diesem Fall unterhalb des Peritektikums des Systems Zink-Eisen gearbeitet wird, d. h. erst unterhalb des Peritektikums mechanische Spannung aufgebracht wird. Dies bedeutet ferner, dass in dem Moment, in dem mechanische Spannung aufgebracht wird, keine flüssigen Zinkphasen mehr vorhanden sind, welche mit dem Austenit in Kontakt kommen können. Ein weiterer Vorteil der Einstellung einer höheren Umwandlungsverzögerung ist die dadurch mögliche längere Transferzeit zwischen Kühleinrichtung und Umformpresse, die aufgrund von Wärmeleitung innerhalb des zu kühlenden Körpers zu einer zusätzlichen Vergleichmäßigung der Temperatur genutzt werden kann.

[0100] In Figur 19 erkennt man einen günstigen Temperaturverlauf für ein austenitisiertes Stahlblech, wobei erkennbar ist, dass nach dem Aufheizen auf eine Temperatur über der Austenitisierungstemperatur und dem entsprechenden Verbringen in eine Kühleinrichtung bereits eine gewisse Abkühlung stattfindet. Anschließend folgt ein rascher Zwischenkühlschritt. Der Zwischenkühlschritt wird vorteilhafterweise mit Abkühlgeschwindigkeiten mit mindestens 15 K/s, vorzugsweise mindestens 30 K/s, weiter bevorzugt mindestens 50 K/s, durchgeführt. Anschließend wird die Platine in die Presse transferiert und die Umformung und Härtung durchgeführt.

[0101] In Figur 20 erkennt man im Eisen-Kohlenstoff-Diagramm, wie beispielsweise eine Platine mit unterschiedlich heißen Bereichen entsprechend behandelt wird. Hierbei erkennt man für die heißen, zu härtenden Bereiche eine hohe Starttemperatur zwischen 800°C und 900°C während die weichen Bereiche auf eine Temperatur unter 700°C aufgeheizt worden sind und insbesondere dann für eine Härtung nicht zur Verfügung stehen. Einen Temperaturangleich erkennt man bei einer Temperatur von etwa 550°C oder etwas darunter, wobei nach einer verstärkten Abkühlung der heißeren Bereiche auch die Temperatur der weicheren Bereiche eine rasche Abkühlung mit etwa 20 K/s erfährt.

[0102] Für die Zwecke der Erfindung ist es dabei ausreichend, wenn die Temperaturangleichung so durchgeführt wird, dass noch Differenzen in den Temperaturen der (vormals) heißen Bereiche und der (vormals) kälteren Bereiche bestehen, die 75°C, insbesondere 50°C nicht überschreiten (in beide Richtungen).

[0103] Bei einer homogen aufgeheizten Platine erfolgt die Zwischenkühlung vorzugsweise derart, dass die Platine in die Abkühlvorrichtung verbracht wird und mit den Düsen der Kühltischwerter homogen mit einem gasförmigen Kühlmedium angeströmt und auf eine einheitliche, tiefere Temperatur abgekühlt wird.

[0104] Für den Fall, dass eine Platine nur teilbereichsweise auf Austenitisierungstemperatur aufgeheizt wurde, werden die Düsen bzw. die Kühltischwerter derart angesteuert und insbesondere die Düsen mittels der Einrichtungen bzw. Stifte so angesteuert, dass nur die heißen Bereiche auf mindestens die peritektische Temperatur des Zink-Eisen-Diagramms abgekühlt werden und die übrigen Bereiche gegebenenfalls weniger oder nicht angeströmt werden, um eine Vergleichmäßigung der Temperatur in der Platine zu erreichen. Hiermit wird sichergestellt, dass eine bezüglich der Temperatur homogene Platine in die Umform- und Abschreckeinrichtung eingelegt wird.

[0105] Darüber hinaus können Platinen verarbeitet werden, die aus unterschiedlichen Blechen, d.h. Bleche unterschiedlicher Stahlgüte oder Bleche unterschiedlicher Dicke, ausgebildet sind. Beispielsweise wird eine zusammengesetzte Platine, die aus unterschiedlichen Blechen unterschiedlicher Dicke zusammengefügt ist, auch unterschiedlich abgekühlt werden müssen, da ein dickeres Blech gleicher Temperatur stärker abgekühlt werden muss als ein entsprechend dünneres Blech. Mit der Vorrichtung kann somit auch eine Platine mit unterschiedlichen Blechdicken, egal ob diese durch unterschiedlich dicke zusammengesetzte bzw. zusammengeschweißte Blechstücke oder durch unterschiedliche Walzdicken ausgebildet ist, rasch homogen zwischengekühlt werden.

[0106] Bei der Erfindung ist von Vorteil, dass eine homogene Kühlung von heißen Elementen möglich ist, welche kostengünstig ist und eine hohe Variabilität hinsichtlich der Zieltemperatur und möglicher Durchlaufzeiten besitzt.

[0107] Bei der Erfindung ist zudem von Vorteil, dass eine Stahlblechplatine über ihren gesamten Bereich oder teilbereichsweise sehr exakt und mit hoher Zuverlässigkeit und Geschwindigkeit vor dem Einlegen in ein Umformwerkzeug oder ein Formhärte Werkzeug sehr zuverlässig zwischengekühlt werden kann.

Bezugszeichen

[0108]

- 1 Vorrichtung zum Kühlen
- 2 Kühltischwert
- 3 Kühltischwertbasis
- 4 Kühltischwertbreitseiten
- 5 Kühltischwertschmalseiten
- 6 Düsenkante
- 7 Hohlraum

8	Rahmen
10	Düsen
11	Düsenkanäle
12	keilförmige Stege
5	14 Fluidzuführungen
15	Säulen
16	Kasten
17	Säulenkante/Spitze
18	Bewegungseinrichtung
10	

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines gehärteten Stahlbauteils, wobei eine Platine ausgestanzt wird und die ausgestanzte Platine entweder vollständig oder teilbereichsweise auf eine Temperatur $\geq A_{c3}$ erhitzt und ggf. bei dieser Temperatur für eine vorbestimmte Zeit gehalten wird, um die Austenitbildung durchzuführen, und anschließend die vollständig oder teilbereichsweise aufgeheizte Platine in ein Formwerkzeug überführt wird, in dem Formwerkzeug umgeformt wird und in dem Formwerkzeug mit einer Geschwindigkeit, die über der kritischen Härtegeschwindigkeit liegt, abgekühlt und dadurch gehärtet wird, oder fertig kalt umgeformt wird und die umgeformte Platine vollständig oder teilbereichsweise auf eine Temperatur $> A_{c3}$ erhitzt und gegebenenfalls bei dieser Temperatur für eine vorbestimmte Zeit gehalten wird, um die Austenitbildung durchzuführen, und anschließend die vollständig oder teilbereichsweise aufgeheizte und umgeformte Platine in ein Härtewerkzeug überführt wird, in dem Härtewerkzeug mit einer Geschwindigkeit gehärtet wird, die über der kritischen Härtegeschwindigkeit liegt, wobei der Stahlwerkstoff derart umwandlungsverzögert eingestellt ist, dass bei einer Umformtemperatur, die im Bereich von 450°C bis 700°C liegt, eine Abschreckhärtung durch Umwandlung des Austenits in Martensit stattfindet, wobei nach dem Erhitzen und vor dem Umformen ein aktives Kühlen stattfindet, bei dem die Platine oder Teile der Platine oder die umgeformte Platine oder Bereiche hiervon mit einer Abkühlgeschwindigkeit $> 15\text{K/s}$ abgekühlt wird,
dadurch gekennzeichnet,
dass zum homogenen, kontaktlosen Kühlen der heißen Platinen oder Bauteile eine Kühlvorrichtung (1) und ein Objekt mit einer heißen Oberfläche relativ zueinander bewegt werden, wobei die Kühlvorrichtung (1) über zumindest zwei parallele, beabstandete Kühlschwerter (2) oder Kühltürme (15) verfügt, wobei die Kühlschwerter (2) oder Kühltürme (15) zur zu kühlenden Platine oder zum zu kühlenden Bauteil hin eine Düsenkante (6, 17) mit Düsen (10) besitzen, wobei ein Kühlfluid durch die Düsen (10) auf die Oberfläche der Platine oder des Bauteils gelenkt wird und das Kühlfluid in den Zwischenraum zwischen den Schwertern (2) oder Kühltürmen (15) nach der Kontaktierung der heißen Oberfläche abströmt, wobei das Kühltürm (2) und/oder die Kühltürme (15) bzw. die Vorrichtung zum Kühlen Einrichtungen (18) besitzt, mit denen die Vorrichtung um die X-, Y- oder Z-Achse schwingbar oder oszillierend ausgebildet ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stahlwerkstoff als Umwandlungsverzögerer die Elemente Bor, Mangan und Kohlenstoff und optional Chrom und Molybdän enthält.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Stahlwerkstoff mit folgender Analyse verwendet wird (alle Angaben in Masse-%):

45	Kohlenstoff (C)	0,08-0,6
	Mangan (Mn)	0,8-3,0
	Aluminium (Al)	0,01-0,07
	Silizium (Si)	0,01-0,5
50	Chrom (Cr)	0,02-0,6
	Titan (Ti)	0,01-0,08
	Stickstoff (N)	< 0,02
	Bor (B)	0,002-0,02
	Phosphor (P)	< 0,01
55	Schwefel (S)	< 0,01
	Molybdän (Mo)	< 1

EP 3 303 642 B1

Rest Eisen und erschmelzungsbedingte Verunreinigungen.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Stahlwerkstoff mit folgender Analyse verwendet wird (alle Angaben in Masse-%):

5	Kohlenstoff (C)	0,08-0,30
	Mangan (Mn)	1,00-3,00
	Aluminium (Al)	0,03-0,06
10	Silizium (Si)	0,01-0,20
	Chrom (Cr)	0,02-0,3
	Titan (Ti)	0,03-0,04
	Stickstoff (N)	0,007
	Bor (B)	0,002-0,006
15	Phosphor (P)	< 0,01
	Schwefel (S)	< 0,01
	Molybdän (Mo)	< 1

20 Rest Eisen und erschmelzungsbedingte Verunreinigungen.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Platine in einem Ofen auf eine Temperatur $>A_{c3}$ aufgeheizt wird und für eine vorbestimmte Zeit gehalten wird und anschließend die Platine auf eine Temperatur zwischen 500°C und 600°C abgekühlt wird, um eine Verfestigung der Zinkschicht zu erzielen, und anschließend in das Formwerkzeug überführt und dort umgeformt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die aktive Kühlung so durchgeführt wird, dass die Abkühlrate >30 K/s beträgt.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die aktive Kühlung so durchgeführt wird, dass die Abkühlung mit mehr als 50 K/s stattfindet.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Platinen, welche zur Erzielung unterschiedlicher Härtebereiche entsprechende Bereiche unterschiedlich starker Aufheizung aufweisen, die aktive Kühlung so durchgeführt wird, dass nach der aktiven Kühlung die vormals heißeren, austenitisierten Bereiche vom Temperaturniveau her an die weniger stark aufgeheizten Bereiche angeglichen sind (± 50 K), sodass die Platine mit einer im Wesentlichen einheitlichen Temperatur in das Umformwerkzeug eingelegt wird.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die aktive Kühlung durch Anblasen mit Luft oder Gas oder anderen Fluiden bewirkt wird.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kühlungsfortschritt und/oder die Einlegetemperatur in das Umformwerkzeug mittels Sensoren, insbesondere Pyrometern, überwacht und die Kühlung entsprechend gesteuert wird.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Stahlwerkstoff ein mit Zink oder einer Zinklegierung beschichteter Stahlwerkstoff verwendet wird.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die folgenden Bedingungen gelten:

50 Hydraulischer Durchmesser Düse = DH , wobei $DH = 4 \times A / U$
 Abstand Düse zu Körper = H
 Abstand zwischen zwei Kühltischwerter/Kühlsäulen = S
 55 Länge der Düse = L
 $L \geq 6 \times DH$
 $H \leq 6 \times DH$, insb. 4 bis 6 x DH
 $S \leq 6 \times DH$, insb. 4 bis 6 x DH (staggered array) Oszillation = halbe Teilung des Abstand zwischen zwei

Kühlschwerter in X, Y (evtl. Z).

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtungen (18) zur Bewegung der Vorrichtung eine Oszillationsgeschwindigkeit von 0,25 Sekunden pro Durchlauf erzeugen.

14. Vorrichtung zum Kühlen von heißen Stahlblechplatten oder Stahlblechbauteilen, insbesondere zum Durchführen eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei die Vorrichtung zum Kühlen zumindest ein Kühlschwert (2) oder eine Anzahl von Kühltürmen (15) besitzt, wobei das Kühlschwert (2) oder die Kühltürme (15) hohl ausgebildet ist und eine Düsenkante (6, 17) besitzt, wobei in der Düsenkante (6, 17) mindestens eine Düse (10) vorhanden ist, welche zu einem zu kühlenden Objekt gerichtet ist, wobei eine Mehrzahl von Kühlschwertern (2) oder eine Mehrzahl von Reihen von Kühltürmen (15) derart angeordnet ist, dass das Strömungsbild auf der zu kühlenden Oberfläche eine wabenähnliche Struktur ausbildet, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Bewegungseinrichtung (18) vorhanden ist, mit der das oder die Kühlschwerter (2) oder die Kühltürme (15) mit dem Rahmen (8) und dem Fluidzuführkasten (16) über einen zu kühlenden Körper bewegbar sind oder mit dem der zu kühlende Körper relativ zu den Kühlschwertern (2) oder den Kühltürmen (15) bewegbar ist, wobei das Kühlschwert (2) und/oder die Kühltürme (15) bzw. die Vorrichtung zum Kühlen Einrichtungen (18) besitzt, mit denen die Vorrichtung um die X-, Y- oder Z-Achse schwingbar oder oszillierend ausgebildet ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Mehrzahl von parallel zueinander angeordneten, voneinander beabstandeten Kühlschwertern (2) oder Kühltürmen (15) vorhanden ist.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühlschwerter (2) oder Kühltürme (15) jeweils um den halben Abstand zwischen den Düsen (10) an der Düsenkante (6) zueinander versetzt sind.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** das oder die Kühlschwerter (2) eine Kühlschwertbasis (3), Kühlschwertbreitseiten (4), Kühlschwertschmalseiten (5) und je eine Düsenkante (6) besitzen, wobei die Düsenkante (6) sowie die Kühlschwertbreitseiten (4) und Kühlschwertschmalseiten (5) einen Hohlraum (7) begrenzen, und das oder die Kühlschwerter (2) mit der Kühlschwertbasis (3) in oder auf einem Rahmen (8) aufgesetzt sind, wobei der Rahmen (8) auf einem Fluidkasten (15) zum Zwecke der Fluidzuführung aufsetzbar ist.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die folgenden Bedingungen gelten:

Hydraulischer Durchmesser Düse = DH , wobei $DH = 4 \times A / U$ Abstand Düse zu Körper = H

Abstand zwischen zwei Kühlschwertern/Kühlzylinder = S Länge der Düse = L

$L \geq 6 \times DH$

$H \leq 6 \times DH$, insb. 4 bis 6 x DH

$S \leq 6 \times DH$, insb. 4 bis 6 x DH (staggered array) Oszillation = halbe Teilung des Abstand zwischen zwei Kühlschwertern in X, Y (evtl. Z).

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtungen (18) zur Bewegung der Vorrichtung eine Oszillationsgeschwindigkeit von 0,25 Sekunden pro Durchlauf erzeugen.

Claims

1. A method for producing a hardened steel component, wherein a blank is punched out and the punched-out blank is heated either completely or in parts to a temperature $\geq A_{c3}$ and, if appropriate, is held at this temperature for a predetermined time in order to carry out the austenite formation, and then the completely or partially heated blank is transferred to a forming tool, is formed in the forming tool and is cooled in the forming tool at a speed which is above the critical hardening speed and is thereby hardened, or is finished by cold-working and the formed blank is completely or partially heated to a temperature $> A_{c3}$ and optionally held at this temperature for a predetermined time in order to carry out the austenite formation, and then the completely or partially heated and formed blank is transferred to a hardening tool in which hardening tool the process of hardening is performed at a speed which is above the critical hardening speed, the steel material being adjusted with a transformation delay such that at a forming temperature which is in the range of 450°C to 700°C, a quench hardening takes place by transformation of the austenite into martensite, wherein after heating and before forming, an active cooling takes place in which the

blank or parts of the blank or the formed blank or areas thereof are cooled at a cooling rate $>15\text{K/s}$, **characterized in that**

a cooling device (1) and an object with a hot surface are moved relative to one another for homogeneous, contactless cooling of the hot blanks or components, the cooling device (1) having at least two parallel, spaced-apart cooling blades (2) or cooling columns (15), the cooling blades (2) or cooling columns (15) having a nozzle edge (6, 17) with nozzles (10) toward the blank to be cooled or toward the component to be cooled, a cooling fluid being directed through the nozzles (10) onto the surface of the blank or component and the cooling fluid flows off into the interspace between the blades (2) or cooling columns (15) after contacting the hot surface, the cooling blade (2) and/or the cooling columns (15) or the device for cooling comprising means (18) by which the device is designed to be able to pivot or oscillating about the X, Y or Z axis.

2. The method according to claim 1, **characterized in that** the steel material contains the elements boron, manganese and carbon and optionally chromium and molybdenum as transformation retarders.

3. The method according to claim 1 or 2, **characterized in that** a steel material with the following analysis is used (all specifications in % by mass):

Carbon (C)	0.08-0.6
Manganese (Mn)	0.8-3.0
Aluminum (Al)	0.01-0.07
Silicon (Si)	0.01-0.5
Chromium (Cr)	0.02-0.6
Titanium (Ti)	0.01-0.08
Nitrogen (N)	< 0.02
Boron (B)	0.002-0.02
Phosphorus (P)	< 0.01
Sulfur (S)	< 0.01
Molybdenum (Mo)	< 1

the remainder being iron and impurities resulting from the smelting process.

4. The method according to claim 1 or 2, **characterized in that** a steel material with the following analysis is used (all specifications in % by mass):

Carbon (C)	0.08-0.30
Manganese (Mn)	1.00-3.00
Aluminum (Al)	0.03-0.06
Silicon (Si)	0.01-0.20
Chromium (Cr)	0.02-0.3
Titanium (Ti)	0.03-0.04
Nitrogen (N)	0.007
Boron (B)	0.002-0.006
Phosphorus (P)	< 0.01
Sulfur (S)	< 0.01
Molybdenum (Mo)	< 1

the remainder being iron and impurities resulting from the smelting process.

5. The method according to any of the preceding claims, **characterized in that** the blank is heated in a furnace to a temperature $>A_{c3}$ and held for a predetermined time, and then the blank is cooled to a temperature between 500°C and 600°C to achieve a solidification of the zinc layer, and is then transferred to the forming tool and is formed there.

6. The method according to any of the preceding claims, **characterized in that** the active cooling is carried out in such a way that the cooling rate is $>30\text{ K/s}$.

7. The method according to claim 6, **characterized in that** the active cooling is carried out in such a way that the cooling process is carried out with more than 50 K/s.

8. The method according to any of the preceding claims, **characterized in that** in the case of blanks which for achieving different hardness ranges have corresponding areas of different degrees of heating, the active cooling is carried out in such a way that, after the active cooling, the previously hotter, austenitized areas are matched in terms of temperature level to the less strongly heated areas (+/- 50 K), so that the blank is inserted into the forming tool with a substantially uniform temperature.

9. The method according to any of the preceding claims, **characterized in that** the active cooling is effected by blowing air or gas or other fluids.

10. The method according to any of the preceding claims, **characterized in that** the cooling progress and/or the insertion temperature when inserting into the forming tool is monitored by means of sensors, in particular pyrometers, and the cooling is controlled accordingly.

11. The method according to any of the preceding claims, **characterized in that** the steel material used is a steel material coated with zinc or a zinc alloy.

12. The method according to any of the preceding claims, **characterized in that** the following conditions apply:

Hydraulic diameter of the nozzle = DH , where $DH = 4 \times A / U$

Distance from nozzle to body = H

Distance between two cooling blades/cooling columns = S

Length of the nozzle = L

$L \geq 6 \times DH$

$H \leq 6 \times DH$, in particular 4 to 6 x DH

$S \leq 6 \times DH$, in particular 4 to 6 x DH (staggered array)

Oscillation = half pitch of the distance between two cooling blades in X, Y (possibly Z).

13. The method according to any of the preceding claims, **characterized in that** the means (18) for moving the device generate an oscillation speed of 0.25 seconds per pass.

14. A device for cooling hot steel sheet blanks or steel sheet components, in particular for carrying out a process according to any of claims 1 to 13, wherein the device for cooling has at least one cooling blade (2) or a number of cooling columns (15), wherein the cooling blade (2) or the cooling column (15) is formed to be hollow and has a nozzle edge (6, 17), wherein at least one nozzle (10) is present in the nozzle edge (6, 17) and directed towards an object to be cooled, wherein a plurality of cooling blades (2) or a plurality of rows of cooling columns (15) are arranged such that the flow pattern on the surface to be cooled forms a honeycomb-like structure, **characterized in that** a movement means (18) is present with which the cooling blade(s) (2) or the cooling columns (15) with the frame (8) and the fluid supply box (16) can be moved over a body to be cooled or with which the body to be cooled can be moved relative to the cooling blades (2) or the cooling columns (15), the cooling blade (2) and/or the cooling columns (15) or the device for cooling comprising means (18) by which the device is designed to be able to pivot or oscillating about the X-, Y- or Z-axis.

15. The device according to claim 14, **characterized in that** a plurality of cooling blades (2) or cooling columns (15) arranged parallel to one another and spaced from one another are present.

16. The device according to any of the claims 14 or 15, **characterized in that** the cooling blades (2) or cooling columns (15) are each offset from one another by half the distance between the nozzles (10) at the nozzle edge (6).

17. The device according to any of the claims 14 to 16, **characterized in that** the cooling blade(s) (2) have a cooling blade base (3), cooling blade broad sides (4), cooling blade narrow sides (5) and a nozzle edge (6) each, wherein the nozzle edge (6) as well as the cooling blade broad sides (4) and cooling blade narrow sides (5) define a cavity (7), and the cooling blade(s) (2) is/are placed in or on a frame (8) with the cooling blade base (3), the frame (8) being capable of being placed on a fluid box (15) for the purpose of fluid supply.

18. The device according to any of the claims 14 to 17, **characterized in that** the following conditions apply:

Hydraulic diameter of the nozzle = DH, where $DH = 4 \times A / U$

Distance from nozzle to body = H

Distance between two cooling elements/cooling cylinders = S

Length of the nozzle = L

$L \geq 6 \times DH$

$H \leq 6 \times DH$, in particular 4 to 6 x DH

$S \leq 6 \times DR$, in particular 4 to 6 x DH (staggered array)

Oscillation = half pitch of the distance between two cooling blades in X, Y (possibly Z).

19. The device according to any of the claims 14 to 18, **characterized in that** the means (18) for moving the device generate an oscillation speed of 0.25 seconds per pass.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'un composant en acier trempé, sachant qu'un flan est découpé et le flan découpé est chauffé soit entièrement soit partiellement à une température $\geq Ac_3$ et, le cas échéant, maintenu à cette température pendant une durée prédéterminée afin d'effectuer l'austénitisation, et le flan entièrement ou partiellement chauffé est ensuite transféré dans un outil de formage, mis en forme dans l'outil de formage et refroidi dans l'outil de formage à une vitesse supérieure à la vitesse critique de trempe et ainsi trempé, ou mis en forme finie à froid et le flan mis en forme est entièrement ou partiellement chauffé à une température $> Ac_3$ et, le cas échéant, maintenu à cette température pendant une durée prédéterminée afin d'effectuer l'austénitisation, et le flan entièrement ou partiellement chauffé et mis en forme est ensuite transféré dans un outil de trempe, trempé dans l'outil de trempe à une vitesse supérieure à la vitesse critique de trempe, sachant que le matériau d'acier est réglé avec un délai de transformation de manière qu'à une température de formage comprise dans la plage de 450 °C à 700 °C, un durcissement par trempe soit réalisé par transformation de l'austénite en martensite, sachant qu'après la chauffe et avant la mise en forme a lieu un refroidissement actif au cours duquel le flan ou des parties de celui-ci ou le flan mis en forme ou des parties de celui-ci sont refroidis à une vitesse de refroidissement $> 15K/s$,

caractérisé en ce que

afin d'obtenir un refroidissement homogène sans contact des flans ou composants chauds, un dispositif de refroidissement (1) et un objet présentant une surface chaude sont déplacés l'un relativement à l'autre, sachant que le dispositif de refroidissement (1) est pourvu d'au moins deux lances de refroidissement (2) ou colonnes de refroidissement (15) parallèles et espacées les unes des autres, sachant que les lances de refroidissement (2) ou colonnes de refroidissement (15) sont dotées d'une arête à buses (6, 17) comportant des buses (10) vers le flan à refroidir ou le composant à refroidir, sachant qu'un fluide de refroidissement est dirigé par les buses (10) sur la surface du flan ou du composant et le fluide de refroidissement s'écoule dans l'espace intermédiaire entre les lances (2) ou colonnes de refroidissement (15) après la mise en contact avec la surface chaude, sachant que la lance de refroidissement (2) et/ou les colonnes de refroidissement (15) ou le dispositif destiné au refroidissement comportent des organes (18) moyennant lesquels le dispositif est constitué de manière à pouvoir vibrer ou osciller autour de l'axe X, Y ou Z.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le matériau d'acier contient, comme retardateur de transformation, les éléments bore, manganèse et carbone et facultativement chrome et molybdène.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'un** matériau d'acier présentant l'analyse suivante est utilisé (toutes indications en % de masse) :

Carbone (C)	0,08-0,6
Manganèse (Mn)	0,8-3,0
Aluminium (Al)	0,01-0,07
Silicium (Si)	0,01-0,5
Chrome (Cr)	0,02-0,6
Titane (Ti)	0,01-0,08
Azote (N)	< 0,02
Bore (B)	0,002-0,02
Phosphore (P)	< 0,01
Soufre (S)	< 0,01

EP 3 303 642 B1

(suite)

Molybdène (Mo) < 1

5 le solde étant constitué par du fer et des impuretés dues à la fusion.

4. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'un** matériau d'acier présentant l'analyse suivante est utilisé (toutes indications en % de masse) :

10	Carbone (C)	0,08-0,30
	Manganèse (Mn)	1,00-3,00
	Aluminium (Al)	0,03-0,06
	Silicium (Si)	0,01-0,20
15	Chrome (Cr)	0,02-0,3
	Titane (Ti)	0,03-0,04
	Azote (N)	0,007
	Bore (B)	0,002-0,006
	Phosphore (P)	< 0,01
20	Soufre (S)	< 0,01
	Molybdène (Mo)	< 1

le solde étant constitué par du fer et des impuretés dues à la fusion.

- 25 5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le flan est chauffé dans un four à une température $>A_{c3}$ et maintenu pendant une durée prédéterminée et le flan est ensuite refroidi à une température comprise entre 500 °C et 600 °C afin d'obtenir une solidification de la couche de zinc, et est ensuite transféré dans l'outil de formage et y est mis en forme.

- 30 6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le refroidissement actif est effectué de telle sorte que le taux de refroidissement soit > 30 K/s.

- 35 7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** le refroidissement actif est effectué de sorte que le refroidissement ait lieu à plus de 50 K/s.

- 40 8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, dans le cas de flans qui, pour l'obtention de plages de dureté différentes, présentent des zones correspondantes à intensité de chauffe différente, le refroidissement actif est effectué de telle sorte qu'après le refroidissement actif, les zones austénitisées précédemment plus chaudes sont égalisées aux zones moins fortement chauffées en termes de niveau de température (± 50 K) de sorte que le flan soit inséré dans l'outil de formage avec une température sensiblement homogène.

9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le refroidissement actif est réalisé par soufflage d'air ou de gaz ou d'autres fluides.

- 45 10. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la progression du refroidissement et/ou la température d'insertion dans l'outil de formage est surveillée moyennant des capteurs, en particulier des pyromètres, et le refroidissement est commandé en conséquence.

- 50 11. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'un** matériau d'acier recouvert de zinc ou d'un alliage de zinc est utilisé comme matériau d'acier.

12. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les conditions suivantes s'appliquent :

55 Diamètre hydraulique de buse = DH, sachant que $DH = 4 \times A / U$
Distance de la buse au corps = H
Distance entre deux lances/colonnes de refroidissement = S
Longueur de buse = L

$L \geq 6 \times DH$

$H \leq 6 \times DH$, en particulier 4 à 6 x DH

$S \leq 6 \times DH$, en particulier 4 à 6 x DH (agencement décalé)

Oscillation = demi-pas de la distance entre deux lances de refroidissement en X, Y (évent. Z).

5 13. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les organes (18) destinés à déplacer le dispositif génèrent une vitesse d'oscillation de 0,25 seconde par passe.

10 14. Dispositif pour le refroidissement de flans de tôle d'acier ou de composants de tôle d'acier chauds, en particulier pour l'exécution d'un procédé selon l'une des revendications 1 à 13, sachant que le dispositif pour le refroidissement comporte au moins une lance de refroidissement (2) ou un nombre de colonnes de refroidissement (15), sachant que la lance de refroidissement (2) ou la colonne de refroidissement (15) est constituée de manière creuse et comporte une arête à buses (6, 17), sachant que dans l'arête à buses (6, 17) au moins une buse (10) est présente, laquelle est dirigée vers un objet à refroidir, sachant qu'une pluralité de lances de refroidissement (2) ou une pluralité de rangées de colonnes de refroidissement (15) sont disposées de telle manière que le profil d'écoulement constitue une structure en forme de nid d'abeille sur la surface à refroidir, **caractérisé en ce qu'un** dispositif de déplacement (18) est présent, avec lequel la ou les lances de refroidissement (2) ou les colonnes de refroidissement (15) sont déplaçables avec le cadre (8) et le caisson d'amenée de fluide (16) sur un corps à refroidir ou avec lequel le corps à refroidir est déplaçable relativement aux lances de refroidissement (2) ou aux colonnes de refroidissement (15), sachant que la lance de refroidissement (2) et/ou les colonnes de refroidissement (15) ou le dispositif pour le refroidissement comporte des organes (18) moyennant lesquels le dispositif est constitué de manière à pouvoir vibrer ou osciller autour de l'axe X, Y ou Z.

15 25 15. Dispositif selon la revendication 14, **caractérisé en ce qu'une** pluralité de lances de refroidissement (2) ou colonnes de refroidissement (15) disposées parallèlement les unes aux autres et espacées les unes des autres sont présentes.

30 16. Dispositif selon l'une des revendications 14 ou 15, **caractérisé en ce que** les lances de refroidissement (2) ou colonnes de refroidissement (15) sont décalées les unes par rapport aux autres respectivement à raison de la demi-distance entre les buses (10) au niveau de l'arête à buses (6).

35 17. Dispositif selon l'une des revendications 14 à 16, **caractérisé en ce que** la ou les lances de refroidissement (2) comportent une base de lance de refroidissement (3), des grands côtés de lance de refroidissement (4), des petits côtés de lance de refroidissement (5) et respectivement une arête à buses (6), sachant que l'arête à buses (6) ainsi que les grands côtés de lance de refroidissement (4) et les petits côtés de lance de refroidissement (5) délimitent un espace creux (7), et la ou les lances de refroidissement (2) sont posées avec la base de lance de refroidissement (3) dans ou sur un cadre (8), sachant que le cadre (8) est apte à être posé sur un caisson à fluide (15) aux fins de l'amenée de fluide.

40 18. Dispositif selon l'une des revendications 14 à 17, **caractérisé en ce que** les conditions suivantes s'appliquent :

Diamètre hydraulique de buse = DH, sachant que $DH = 4 \times A / U$ Distance de la buse au corps = H

Distance entre deux lances/cylindres de refroidissement = S

Longueur de buse = L

$L \geq 6 \times DH$

45 $H \leq 6 \times DH$, en particulier 4 à 6 x DH

$S \leq 6 \times DH$, en particulier 4 à 6 x DH (agencement décalé)

Oscillation = demi-pas de la distance entre deux lances de refroidissement en X, Y (évent. Z).

50 19. Dispositif selon l'une des revendications 14 à 18, **caractérisé en ce que** les organes (18) destinés à déplacer le dispositif génèrent une vitesse d'oscillation de 0,25 seconde par passe.

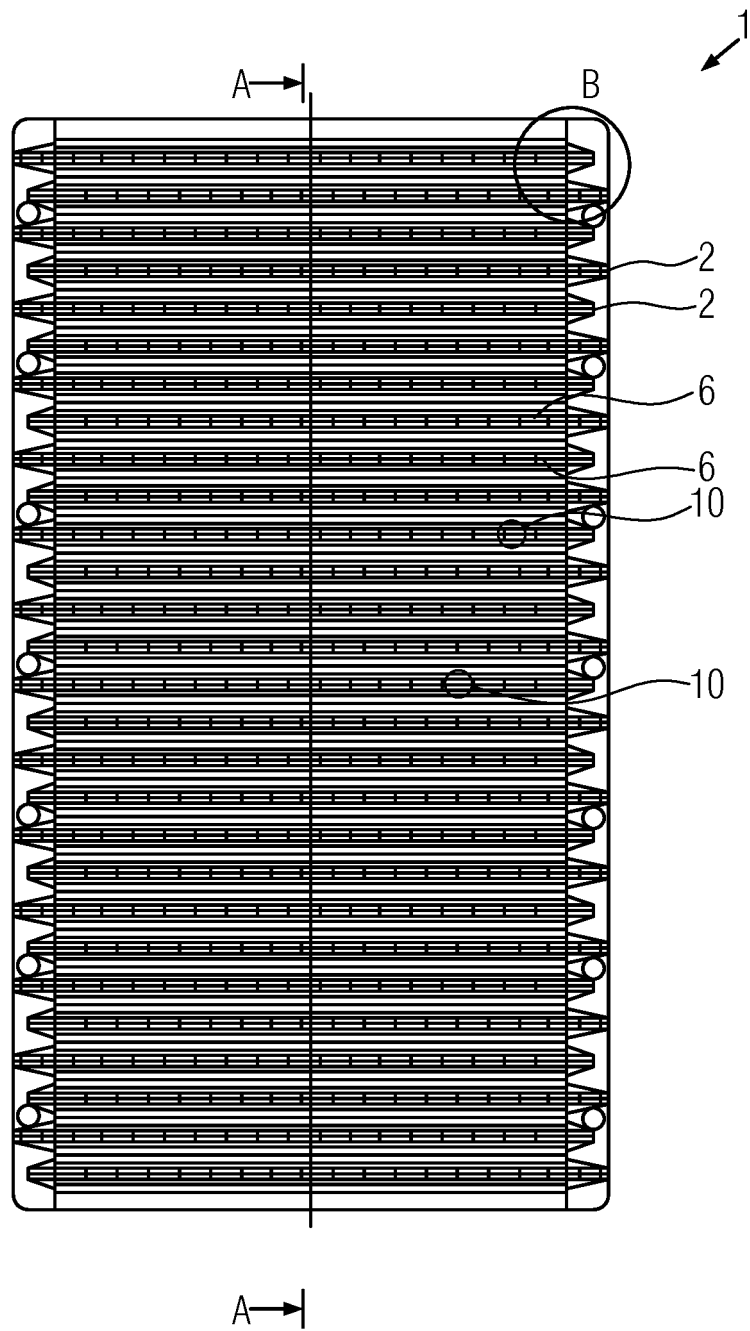


FIG. 1

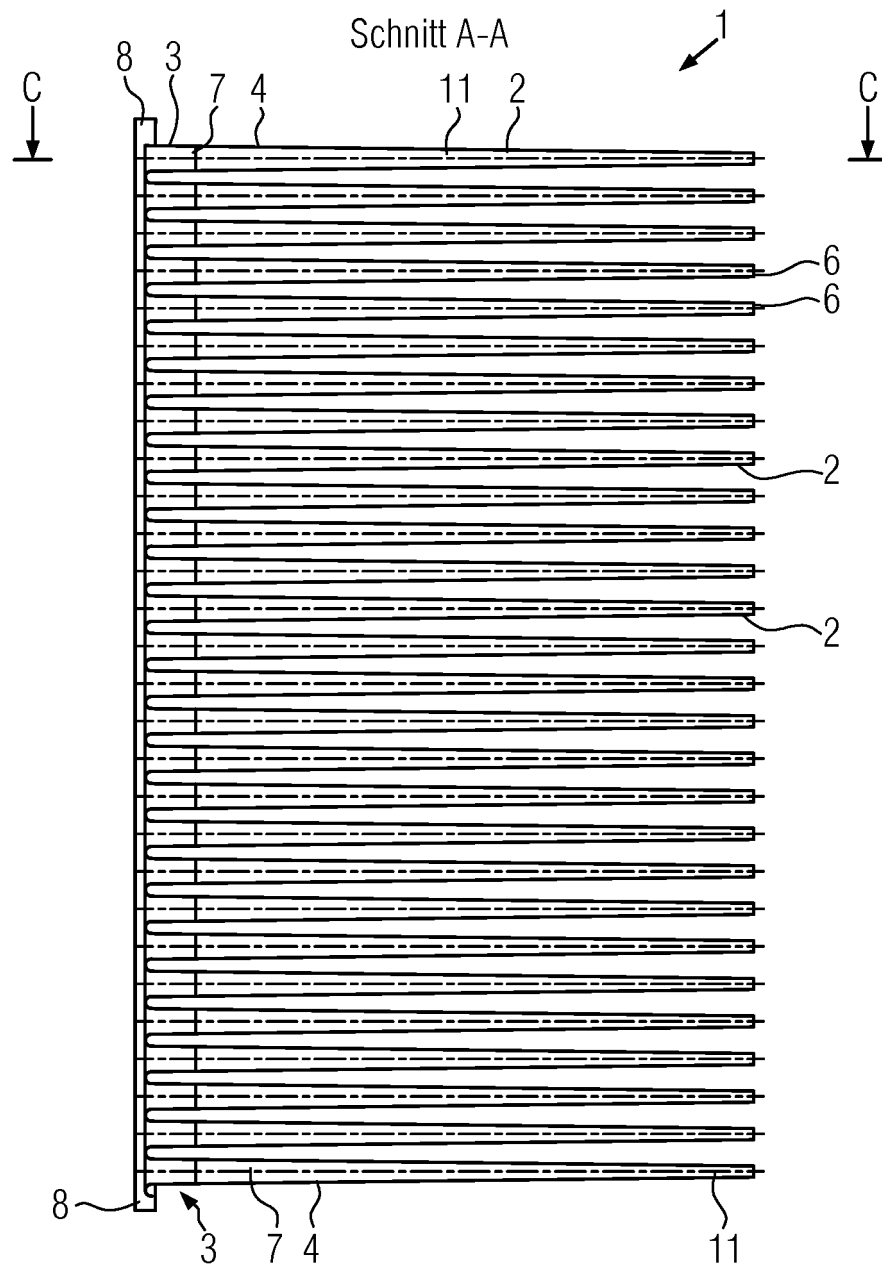


FIG. 2

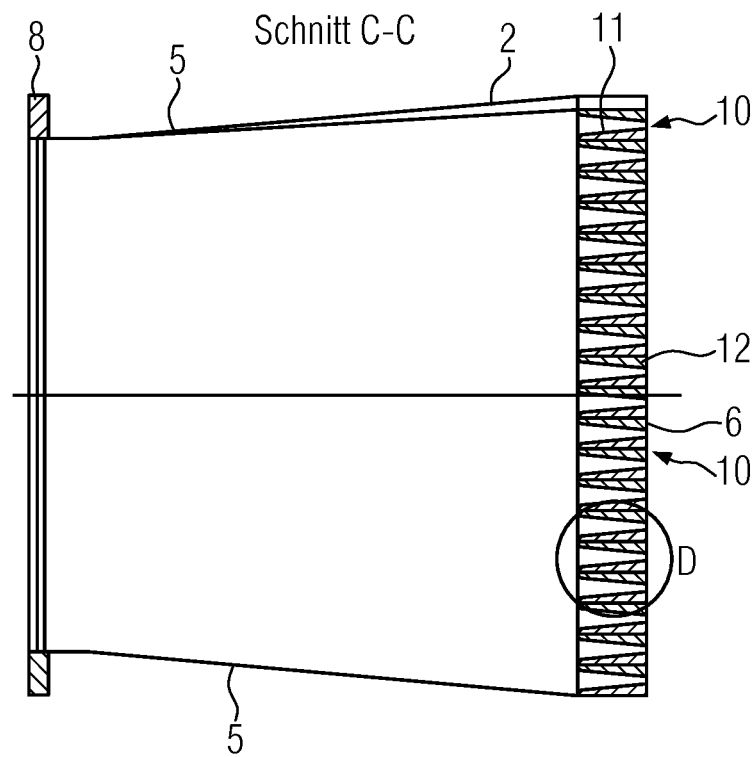


FIG. 3

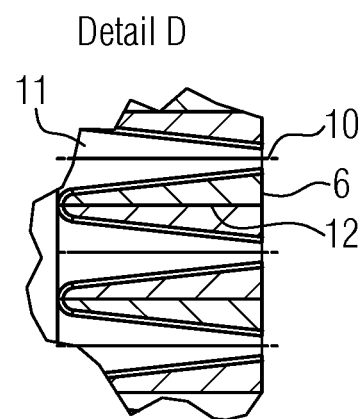


FIG. 4

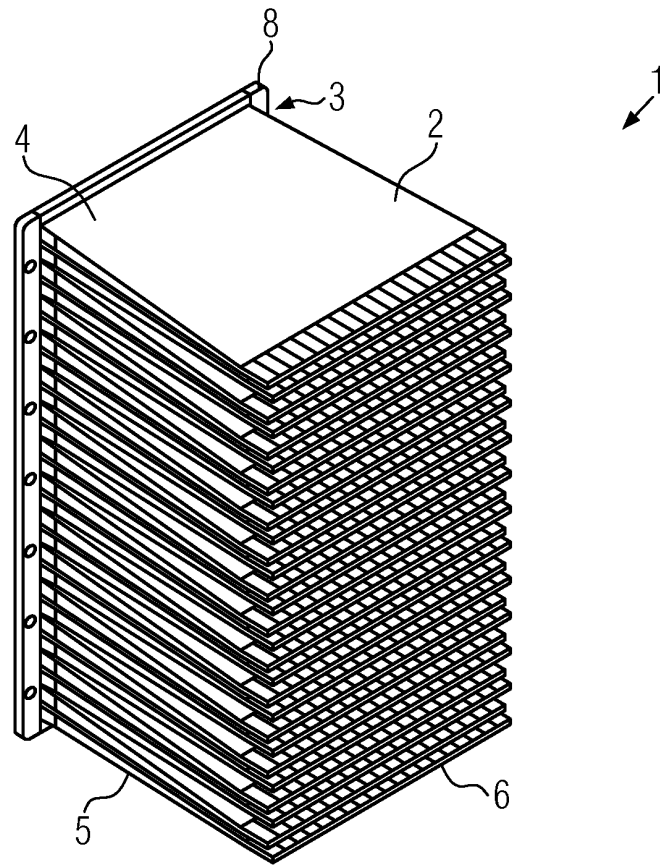


FIG. 5

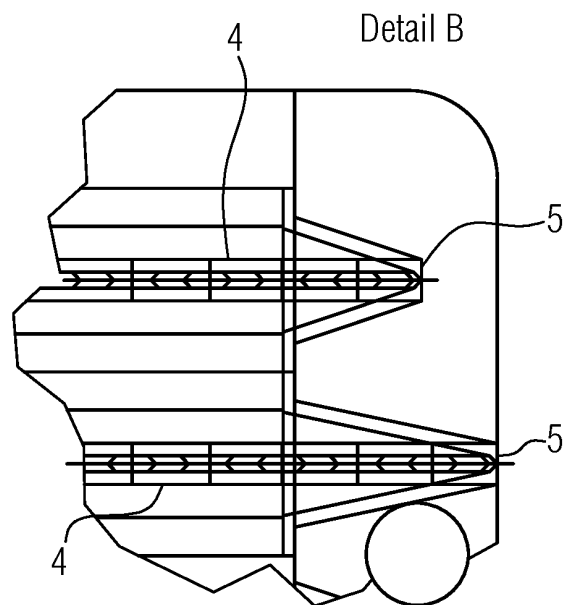


FIG. 6

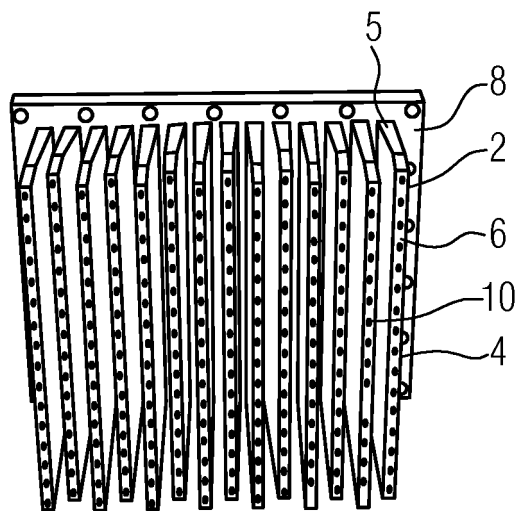


FIG. 7

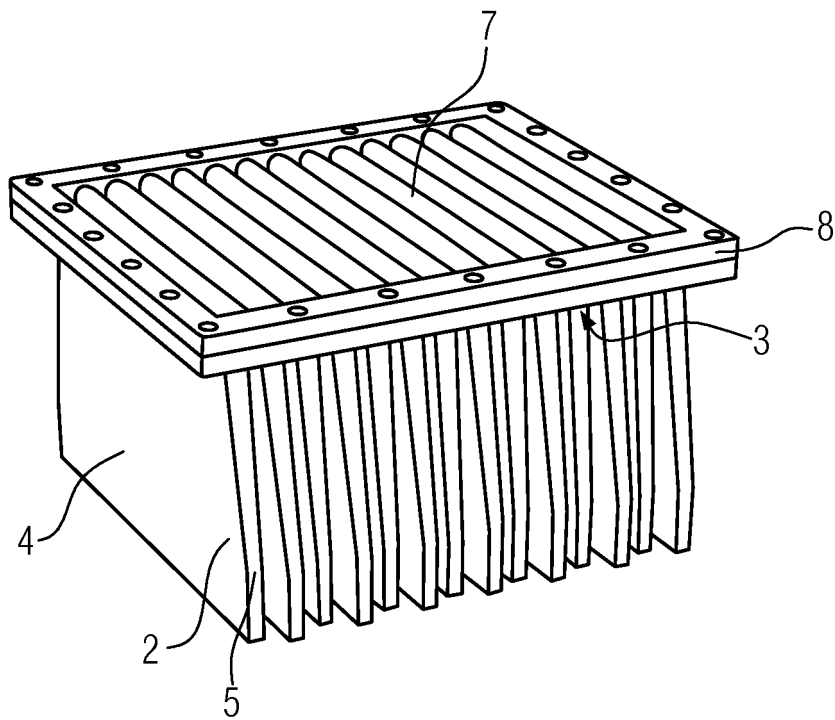


FIG. 8

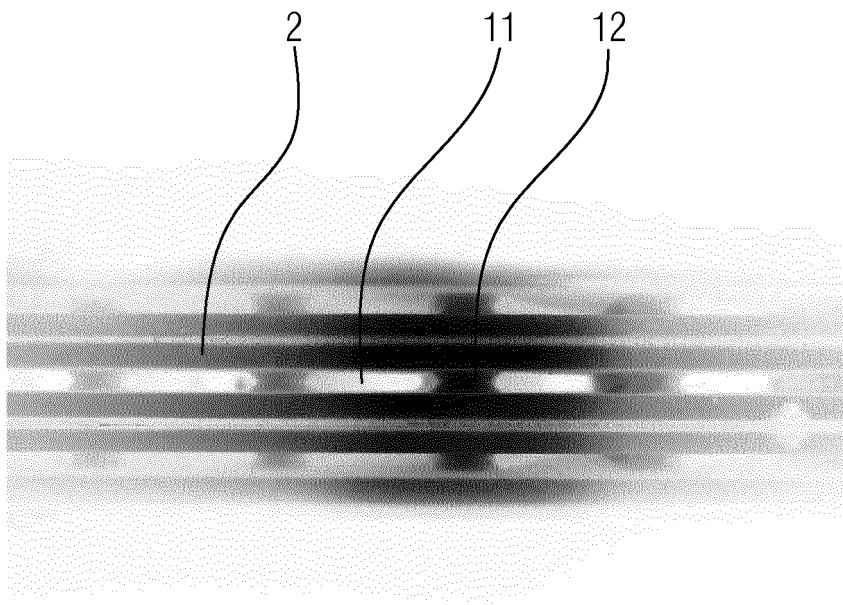


FIG. 9

FIG. 11

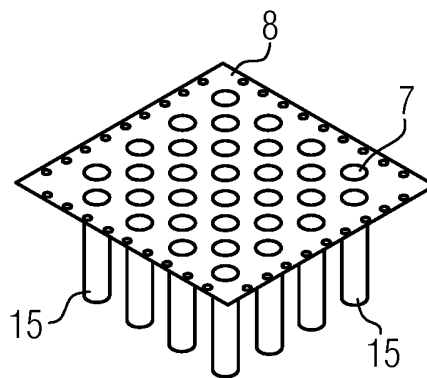
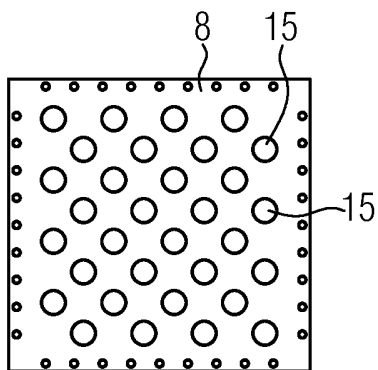


FIG. 10

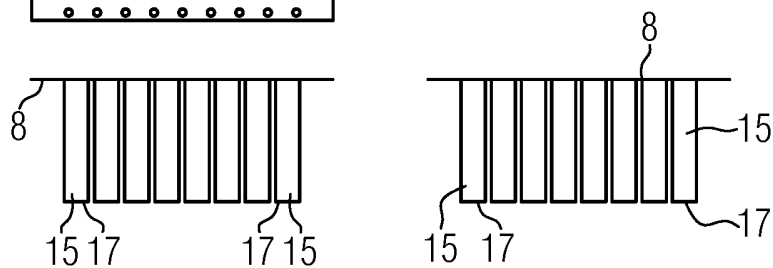


FIG. 12

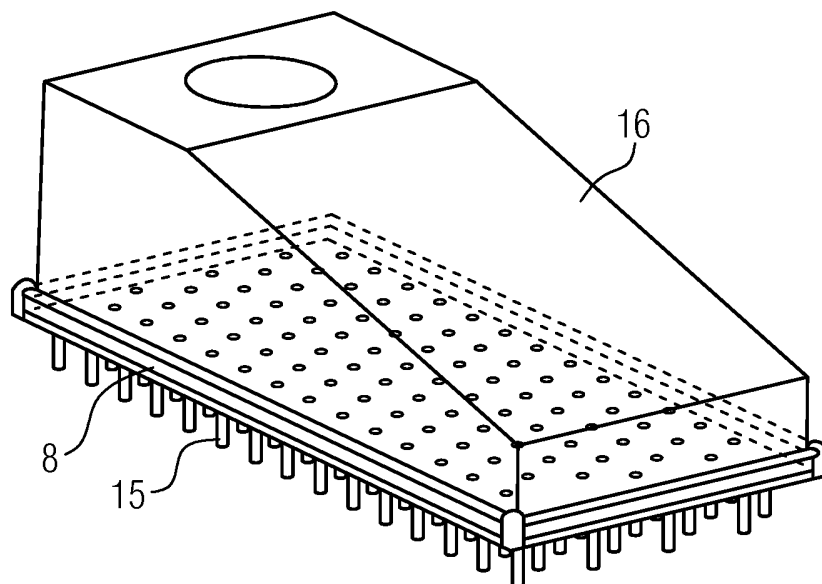


FIG. 13

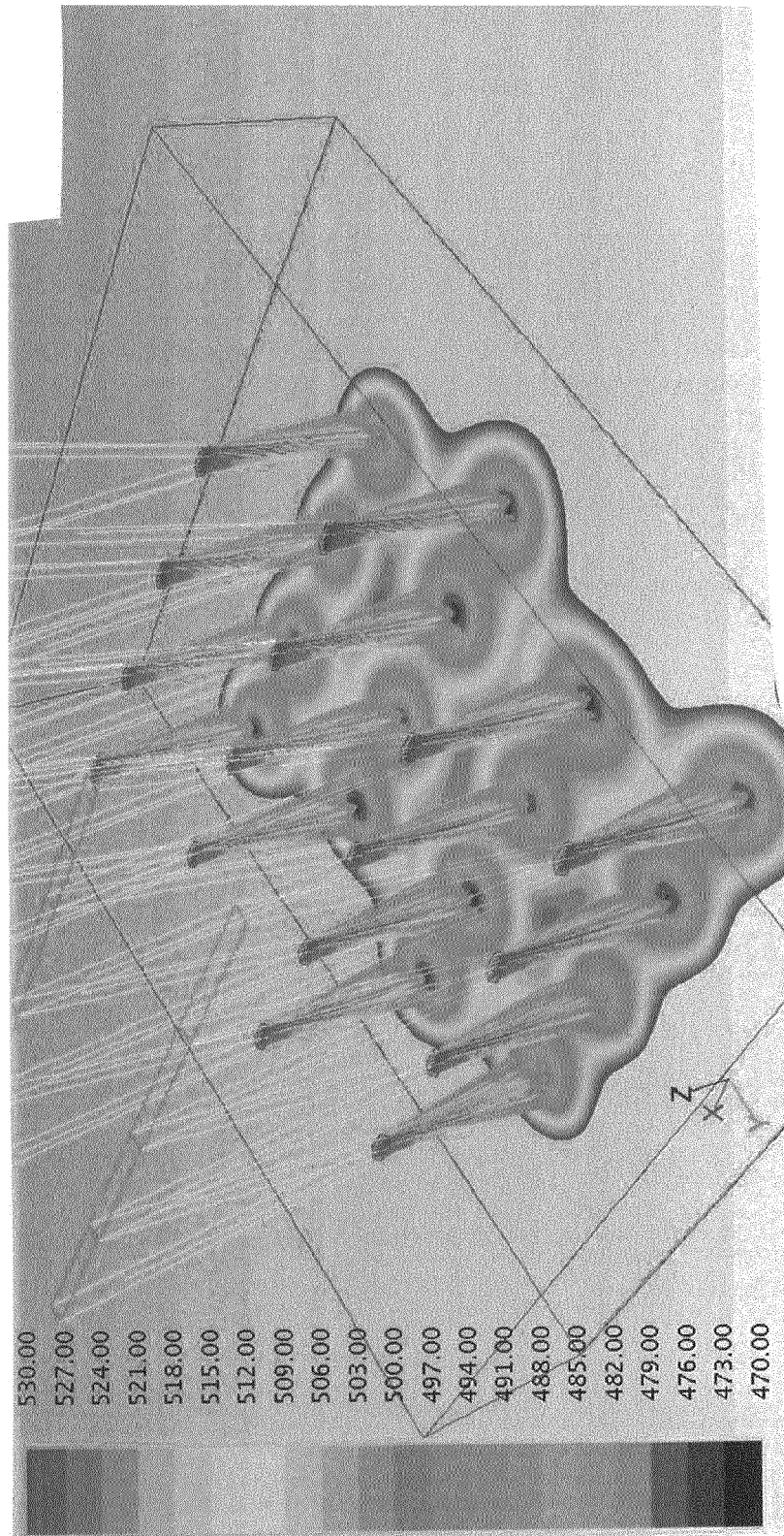


FIG. 14

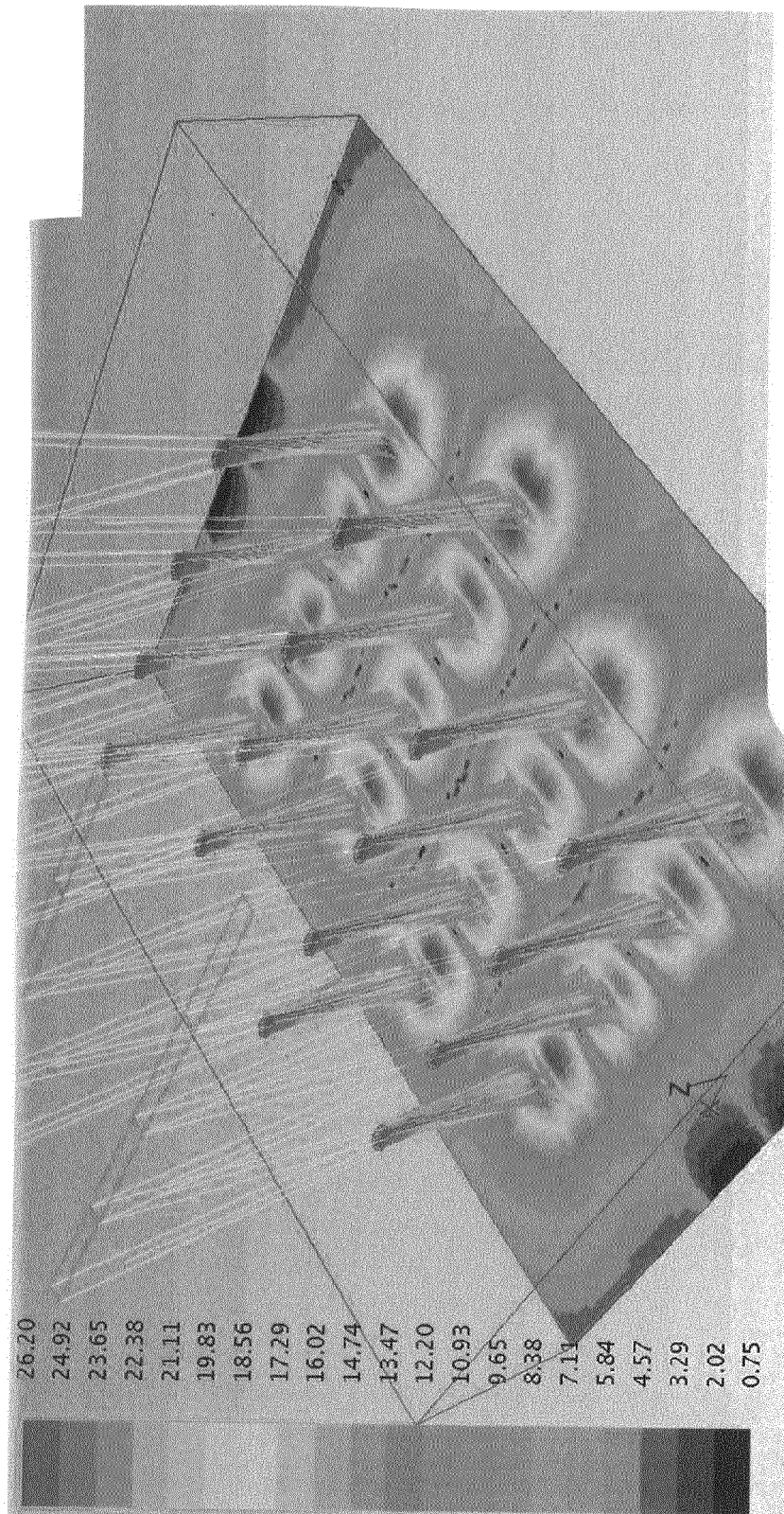


FIG. 15

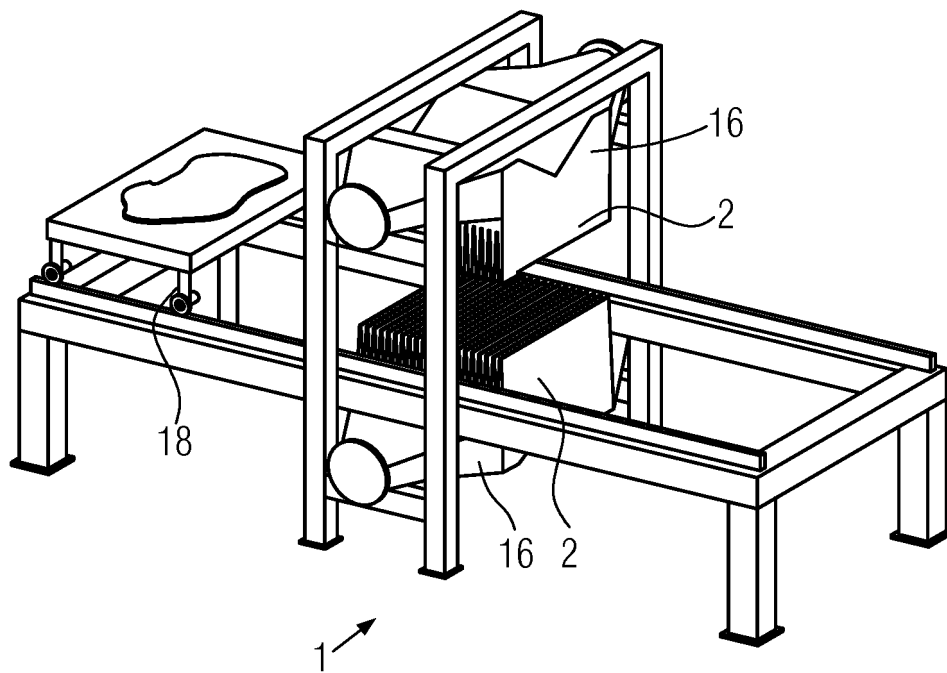


FIG. 16

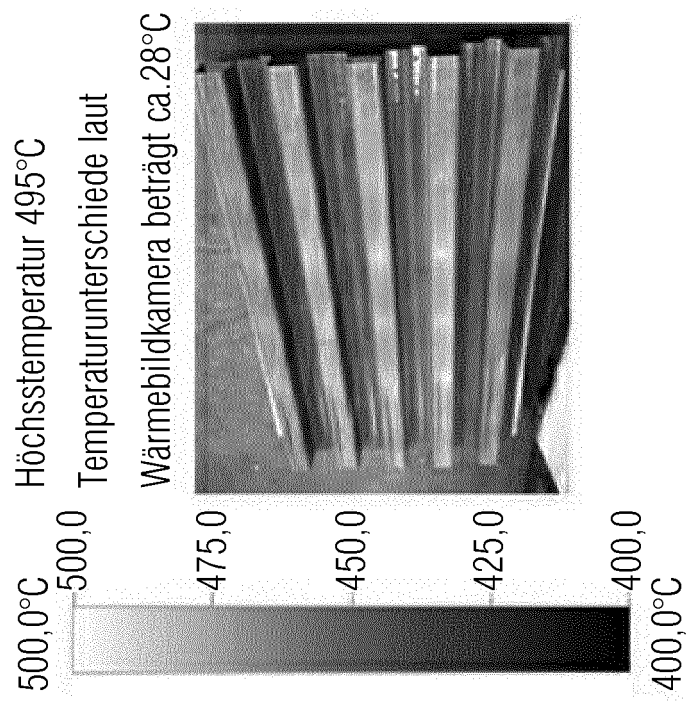


FIG. 18

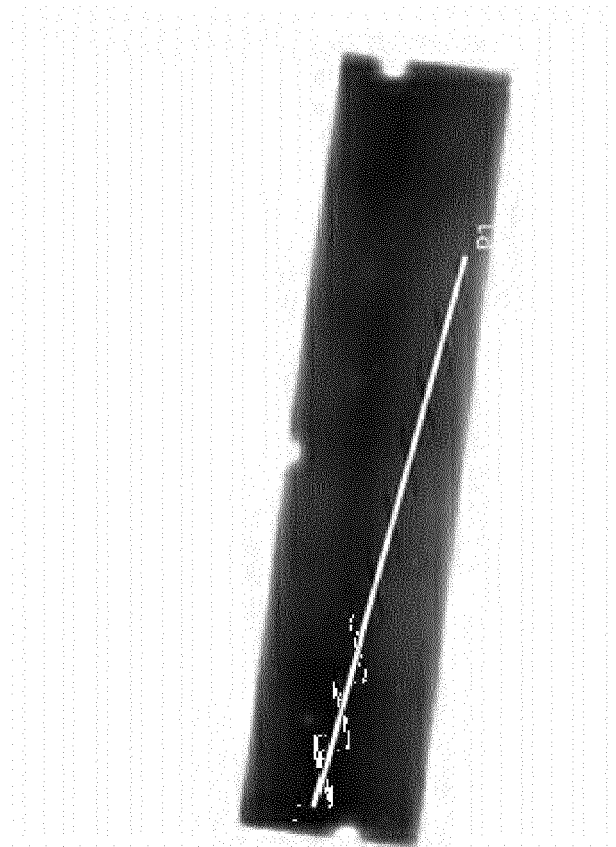


FIG. 17

Die Zeit-Temperaturkurve bei der Abkühlung zwischen Ofen und Umformung am Transfer

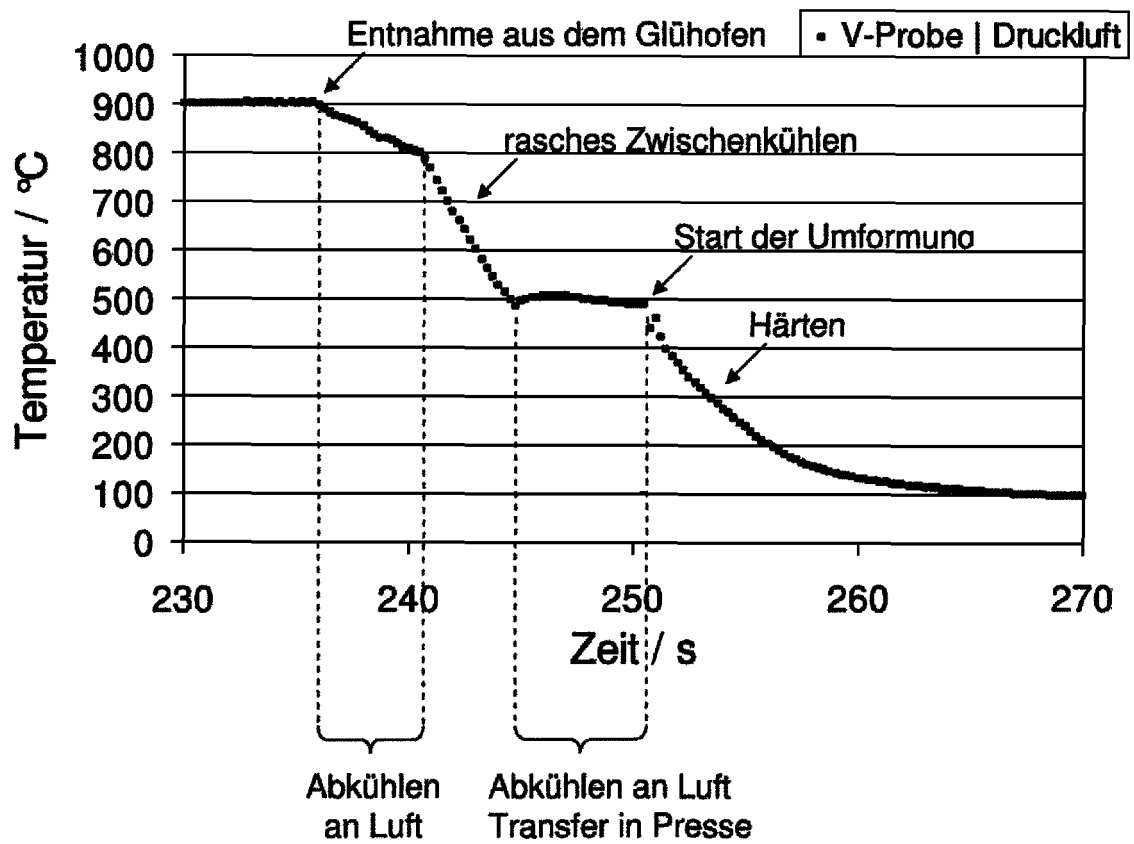


FIG. 19

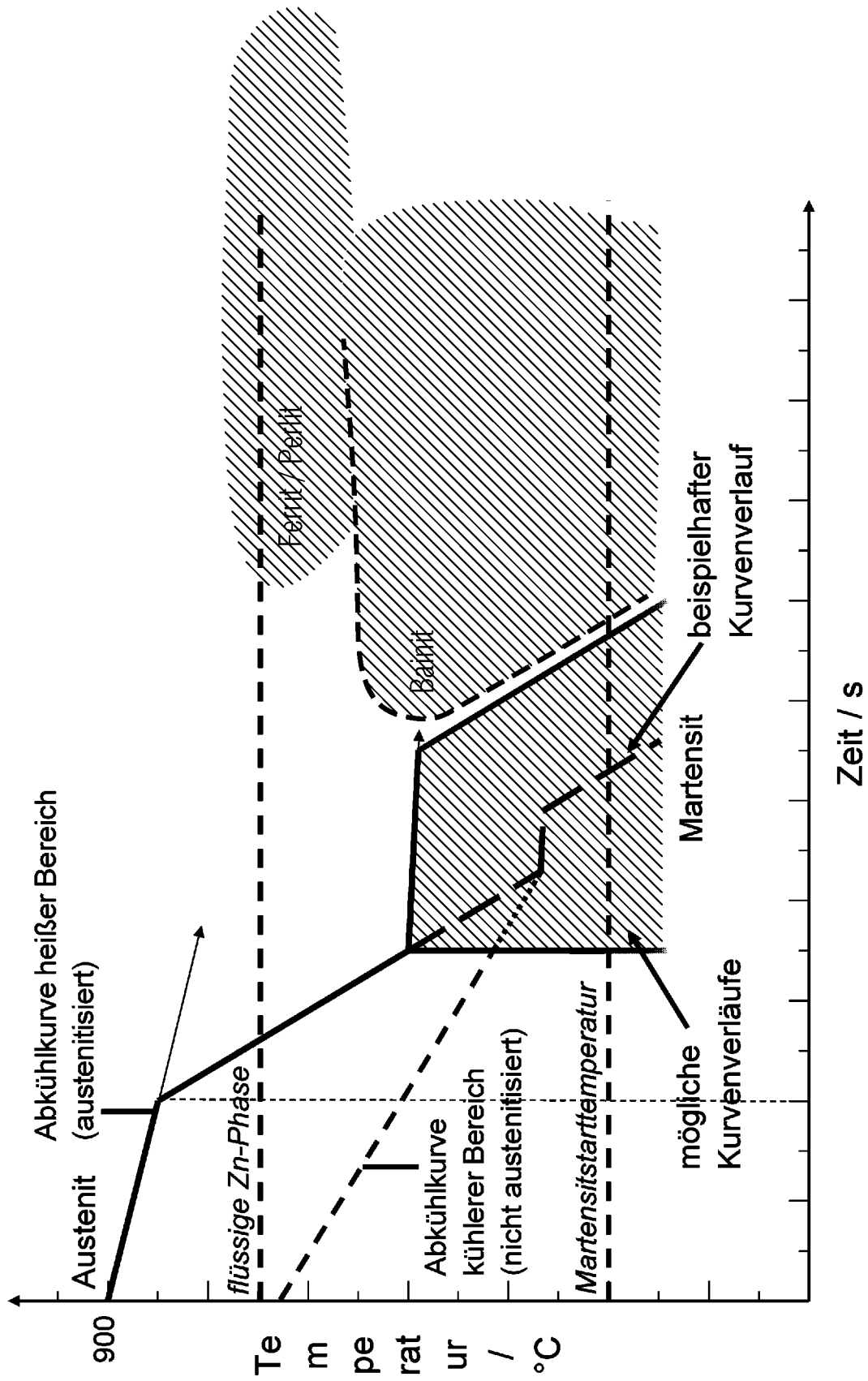


FIG. 20

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 5871686 A [0005]
- US 20110018178 A1 [0006]
- DE 69833424 T2 [0007]
- WO 2007014406 A1 [0008]
- EP 1439240 B1 [0027]
- EP 1642991 B1 [0028]
- EP 1651789 B1 [0029]
- WO 2010109012 A1 [0030]
- DE 102005003551 A1 [0031]
- EP 2290133 A1 [0032]
- DE 102011053941 A1 [0033]
- DE 102011053939 A1 [0034]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **PASCAL DRILLET ; RAISA GRIGORIEVA ; GREGORY LEUILLIER ; THOMAS VIETORIS.** STUDY OF CRACKS PROPAGATION INSIDE THE STEEL ON PRESS HARDENED STEEL ZINC BASED COATINGS. *8th International Conference on Zinc and Zinc Alloy Coated Steel Sheet, GALVATECH 2011 - Conference Proceedings*, 2011 [0026]