

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
27. Januar 2011 (27.01.2011)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2011/009769 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

C21D 1/25 (2006.01) C21D 9/48 (2006.01)  
C21D 1/673 (2006.01) B21D 24/00 (2006.01)  
C21D 9/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/060052

(22) Internationales Anmeldedatum:  
13. Juli 2010 (13.07.2010)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2009 026 251.2 24. Juli 2009 (24.07.2009) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **THYSSENKRUPP STEEL EUROPE AG** [DE/DE]; Kaiser-Wilhelm-Str. 100, 47166 Duisburg (DE). **THYSSENKRUPP UMFORMTECHNIK GMBH** [DE/DE]; August-Thyssen-Straße 1, 14947 Ludwigfelde (DE). **BANIK, Janko** [DE/DE]; Schlettenhof 9, 58762 Altena (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SIKORA, Sascha** [DE/DE]; Friedrich-Wilhelm-Weber-Straße 25, 44534 Lünen (DE). **LÖSCH, Siegfried** [DE/DE]; Okerstraße 46, 12049 Berlin (DE).

(74) Anwalt: **ZIEBELL, Arnd**; Cohausz & Florack, Bleichstraße 14, 40211 Düsseldorf (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR ENERGY-EFFICIENT HOT FORMING

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM ENERGIEEFFIZIENTEN WARMUMFORMEN

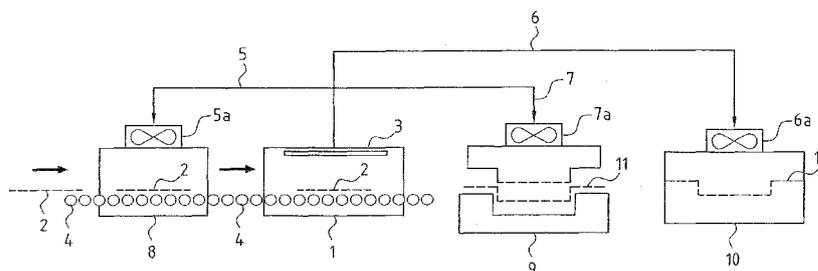


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for hot forming steel parts, particularly blanks or semi-finished products made of steel, wherein the steel parts are heated in a furnace to a temperature above the Ac1 temperature to at least partially austenitize and are hot-formed in a forming tool. The aim of providing a method for hot forming steel parts, which makes it possible to carry out the hot forming operation in an energy-efficient manner and at the same time reduces the cycle times for producing a hot-formed component, is achieved by using the waste heat of the furnace for other heat treatment steps of the steel part and/or after the at least partial austenitizing of the steel part.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Warmumformen von Stahlteilen, insbesondere Platinen oder Kalbzeugen aus Stahl, bei welchem die Stahlteile in einem Ofen zur zumindest teilweisen Austenitisierung auf eine Temperatur oberhalb der Ac1-Temperatur erwärmt werden und in einem Umformwerkzeug warmumgeformt werden. Die Aufgabe, ein Verfahren zum Warmumformen von Stahlteilen zur Verfügung zu stellen, welches eine Energie effiziente Durchführung des Warmumformens ermöglicht und gleichzeitig die Zykluszeiten zur Herstellung eines warmumgeformten Bauteils verringert, wird dadurch gelöst, dass die Abwärme des Ofens für weitere Wärmebehandlungsschritte des Stahlteils vor und/oder nach der zumindest teilweisen Austenitisierung des Stahlteils verwendet wird.



WO 2011/009769 A1

**Verfahren und Vorrichtung zum energieeffizienten  
Warmumformen**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Warmumformen von  
Stahlteilen, insbesondere Platinen oder Halbzeugen aus Stahl,  
5 bei welchem die Stahlteile in einem Ofen zur zumindest  
teilweisen Austenitisierung auf eine Temperatur oberhalb der  
Ac1-Temperatur erwärmt werden und in einem Umformwerkzeug  
warmumgeformt werden. Daneben betrifft die Erfindung eine  
Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens mit einem Ofen  
10 zur Erwärmung der Stahlteile auf oberhalb der AC1-Temperatur  
zur Bildung eines zumindest teilweise austenitischen Gefüges,  
einem Umformwerkzeug zur Warmumformung der Stahlteile und mit  
Mitteln zum Transport der Stahlteile vom Ofen zum  
Umformwerkzeug.

15  
Stahlteile im Sinne der vorliegenden Erfindung sind  
beispielsweise Platinen oder Halbzeuge, welche für eine  
Warmumformung vorgesehen sind. Die Halbzeuge können  
beispielsweise als Zuschnitt oder als vorgeformte Platinen  
20 vorliegen. Zur Durchführung der Warmumformung müssen die zur  
Warmumformung vorgesehenen Stahlteile zunächst auf eine  
Temperatur oberhalb des AC1-Temperaturpunktes erwärmt werden,  
so dass zumindest eine teilweise Austenitisierung des Gefüges  
des Stahlteils stattfindet. Vorzugsweise werden die  
25 Stahlteile aber vollständig austenitisiert. Hierzu werden  
diese in der Regel auf eine Temperatur oberhalb des AC3-  
Temperaturpunktes erwärmt, bei welchem die Bildung des  
austenitischen Gefüges abgeschlossen ist und somit das  
Stahlteil vollständig in austenitischem Gefüge vorliegt.

Anschließend wird das Stahlteil in ein Umformwerkzeug eingelegt und mit einer Temperatur von oberhalb des AC1-Temperaturpunktes warmumgeformt. Mit Hilfe des Umformwerkzeugs erfolgt dann ein sogenanntes „Presshärten“, bei welchem aufgrund der schnellen Abkühlung das austenitische Gefüge des umgeformten Stahlteils in martensitisches Gefüge umgewandelt wird. Hieraus resultiert die enorme Festigkeit entsprechend warmumgeformter Stahlteile. Um während der Temperaturbehandlung der Stahlteile eine Verzunderung zu verhindern und gleichzeitig einen Korrosionsschutz zur Verfügung zu stellen, werden für das Warmumformen vorgesehene Stahlteile vorzugsweise mit einer AlSi-Beschichtung beschichtet. Schließlich kann sich dem Presshärten noch ein weiterer Arbeitsschritt anschließen, bei welchem die umgeformten Stahlteile einer weiteren Wärmebehandlung, beispielsweise einem Anlassen unterzogen werden, um bestimmte Bereiche oder insgesamt die Eigenschaften des Stahlteils erneut zu verändern, beispielsweise dessen Duktilität zu erhöhen.

Die Warmumformung ist einerseits ein sehr Energie intensiver Prozess, da die Stahlteile für mehrere Minuten auf eine Temperatur oberhalb des AC1-Temperaturpunktes erwärmt werden müssen bzw. oberhalb des AC3-Temperaturpunktes erwärmt werden müssen und auf dieser Temperatur für mehrere Minuten verbleiben. Weitere Energie in Form von Wärme wird bei dem Umformwerkzeug sowie einem weiteren Wärmebehandlungsschritt anschließend an die Umformung benötigt. Dies gilt auch für einen eventuell vor dem Erwärmen des Stahlteils auf eine Temperatur oberhalb des AC1-Temperaturpunktes stattfindende Vorwärmung. Es hat sich gezeigt, dass die Energiekosten, insbesondere bei der Massenfertigung entsprechender

Stahlteile sich negativ auf die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens auswirken. Darüber hinaus wurde festgestellt, dass die Zykluszeiten zur Herstellung des warmumgeformten Stahlteils verbesserungswürdig sind. Aus der deutschen Patentschrift DE 10 2005 033 042 B3 ist bekannt, die Vorwärmung eines zum Presshärten vorgesehenen Halbzeugs mit einer metallischen Beschichtung unter Nutzung der Abwärme des Abkühlprozesses des auf zumindest oberhalb des AC1-Temperatur erwärmten Halbzeugs zu verwenden. Es hat sich jedoch gezeigt, dass die vom Abkühlprozess des Halbzeugs stammenden Restwärmemengen für eine signifikante Reduzierung der Energiekosten nicht ausreichend sind.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es somit, ein Verfahren zum Warmumformen von Stahlteilen zur Verfügung zu stellen, welches eine Energie effiziente Durchführung des Warmumformens ermöglicht und gleichzeitig die Zykluszeiten zur Herstellung eines warmumgeformten Bauteils verringert. Darüber hinaus soll eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgeschlagen werden.

Für ein gattungsgemäßes Verfahren wird die oben aufgezeigte Aufgabe gemäß einer ersten Lehre der vorliegenden Erfindung dadurch gelöst, dass die Abwärme des Ofens für weitere Wärmebehandlungsschritte des Stahlteils vor und/oder nach der zumindest teilweisen Austenitisierung des Stahlteils verwendet wird.

Es hat sich gezeigt, dass die verwendeten Öfen zur Durchführung der zumindest teilweisen Austenitisierung des Stahlteils enorme Abwärmemengen produzieren, welche bisher noch nicht genutzt wurden. Erfindungsgemäß soll die Abwärme

des Ofens nunmehr für weitere Wärmebehandlungsschritte am Stahlteil vor und/oder nach der zumindest teilweisen Austenitisierung des Stahlteils verwendet werden, so dass signifikant Energie eingespart werden kann.

5

Wird das Stahlteil vor der zumindest teilweisen Austenitisierung unter Verwendung der Abwärme des Ofens erwärmt, kann die Zykluszeit für das gesamte Warmumformen gesenkt werden, da die Bauteile im Ofen zur zumindest

10

teilweisen Austenitisierung aufgrund der höheren Eintrittstemperatur deutlich schneller die gewünschte Temperatur erreichen ohne das deutlich mehr Energie für den Prozess verwendet wird. Die Abwärmemengen des Ofens zur zumindest teilweisen Austenitisierung des Stahlteils sind so

15

groß, dass auch nach der Wärmebehandlung benötigte Wärmemengen durch die Abwärme des Ofens bereitgestellt werden können. Die Energieeffizienz des erfindungsgemäßen Verfahrens kann hierdurch weiter gesteigert werden.

20

Gemäß einer ersten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird ein Durchlaufofen, vorzugsweise ein Rollenherdofen zur zumindest teilweisen Austenitisierung des Stahlteils verwendet. Ein Durchlaufofen bzw. ein Rollenherdofen bietet eine einfache Möglichkeit die zumindest

25

teilweise Austenitisierung des Stahlteils in einem kontinuierlichen Vorgang durchzuführen und in einer entsprechenden Prozesslinie einzubetten.

Die Abwärmemengen, welche in vor- oder nachgelagerten

30

Wärmebehandlungen verwendet werden können, werden dadurch gesteigert, dass der Ofen zur zumindest teilweisen Austenitisierung des Stahlteils zumindest teilweise mit Gas

beheizt wird und die Abwärme der Verbrennungsabgase des Ofens genutzt wird. Diese sogenannten Strahlöfen können in sehr kurzer Zeit das Bauteil auf die gewünschte Temperatur oberhalb des AC1-Temperaturpunktes oder auch auf oberhalb des AC3-Temperaturpunktes erwärmen, so dass die Zykluszeiten für die zumindest teilweise Austenitisierung des Stahlteils relativ kurz ausfallen. Darüber hinaus kann die Abwärme der Verbrennungsgase auf einfache Weise genutzt werden, in dem beispielsweise über Wärmetauscher die Energiemenge dem Gas entzogen wird oder das Abgas unmittelbar für weitere Wärmebehandlungen verwendet wird. Es ist denkbar, den mit Gas beheizten Ofen zusätzlich mit Mitteln zur induktiven Wärmeübertragung und/oder Mitteln zur Übertragung der Wärme durch Strahlung auszustatten.

15

Werden in einem Vorwärmofen unter Verwendung der Abwärme des Ofens zur zumindest teilweisen Austenitisierung des Stahlteils die Stahlteile, insbesondere metallisch-beschichtete, bevorzugt AlSi-beschichtete Stahlteile erwärmt oder vorlegiert, können die Zykluszeiten, welche für den Durchlauf in dem Ofen zur zumindest teilweisen Austenitisierung des Stahlteils benötigt werden, reduziert und gleichzeitig Energie eingespart werden. Dies liegt einerseits daran, dass das bereits erwärmte Stahlteil geringere Energiemengen benötigt, um auf die gewünschte Temperatur erwärmt zu werden. Andererseits wird beispielsweise durch ein Vorlegieren einer metallisch-beschichteten, bevorzugt eines AlSi-beschichteten Stahlteils ein relativ hoher Eisenanteil in der AlSi-Beschichtung erzielt, welcher zu einer Aufrauung der Oberflächenschicht führt, so dass die Strahlungswärme im Ofen zur zumindest teilweisen Austenitisierung des Stahlteils deutlich

30

effizienter genutzt werden kann. Die Reflektionseigenschaften des vorlegierten metallisch-beschichteten, bevorzugt AlSi-beschichteten Stahlteils sind deutlich verbessert.

5 Eine weitere Steigerung der Energieeffizienz des erfindungsgemäßen Verfahrens kann dadurch erreicht werden, dass das Umformwerkzeug zur Warmumformung zumindest teilweise mit der Abwärme des Ofens zur zumindest teilweisen Austenitisierung des Stahlteils beheizt wird. An den  
10 entsprechend beheizten Stellen kann beispielsweise partiell ein anderes Gefüge im Stahlteil eingestellt werden, so dass unterschiedliche Bauteileigenschaften in dem umgeformten Stahlteil bereitgestellt werden können.

15 Optional findet nach dem Umformen des Stahlteils eine weitere Wärmebehandlung statt, welche gemäß einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens vorteilhaft unter Verwendung der Abwärme des Ofens zur zumindest teilweisen Austenitisierung des Stahlteils durchgeführt wird.

20 Eine typische Wärmebehandlung im Anschluss an die Umformung ist beispielsweise ein Anlassen, beispielsweise partielles Anlassen des umgeformten, vergüteten Stahlteils, um die Bauteileigenschaften beispielsweise lokal zu verändern.

25 Um die Effizienz bei der Nutzung der Abwärme weiter zu steigern, werden die Wärmebehandlungsschritte des Stahlteils vor und/oder nach der zumindest teilweisen Austenitisierung des Stahlteils durch erzwungene Konvektion durchgeführt. Bei  
30 einer erzwungenen Konvektion ist der Wärmeübertrag deutlich erhöht, da die zu erwärmenden Stahlteile oder beispielsweise Teile des Werkzeugs mit einem heißen Gasstrahl bestrahlt

werden, so dass ein intensiver Kontakt zwischen heißen Gasteilchen und dem zu erwärmenden Teil stattfindet.

Vorzugsweise werden die Stahlteile im Vorwärmofen auf eine  
5 Temperatur von 200 °C bis AC1-Temperatur, vorzugsweise auf  
250 °C bis 700 °C erwärmt. Unbeschichtete Stahlteile  
benötigen dann zur Erwärmung auf oberhalb der AC1-Temperatur  
im Ofen zur zumindest teilweisen Austenitisierung nur noch  
geringe Energiemengen. Darüber hinaus können beschichtete  
10 Bauteile beispielsweise mit einer AlSi-Beschichtung in diesem  
Temperaturbereich mit kurzer Verweildauer vorlegiert werden,  
um insbesondere eine verkürzte Aufheizzeit im Ofen zur  
zumindest teilweisen Austenitisierung des Stahlteils zu  
erzielen.

15

Gemäß einer zweiten Lehre der vorliegenden Erfindung wird die  
oben aufgezeigte Aufgabe für eine Vorrichtung dadurch gelöst,  
dass Mittel zur Verwendung der Abwärme des Ofens vor und/oder  
nach dem zumindest teilweisen austenitisieren des Stahlteils  
20 vorgesehen sind.

Mittel zur Verwendung der Abwärme des Ofens zur zumindest  
teilweisen Austenitisierung der Stahlteile sind vielfältig  
und können unterschiedlich ausgebildet sein. In der Regel  
25 umfassen sie Rohrleitungen und Gebläsevorrichtungen, welche  
für den Einsatz und Transport solcher heißen Gase verwendbar  
sind. Darüber hinaus können Wärmetauscher vorgesehen sein,  
welche die Wärme der Verbrennungsabgase des Ofens an ein  
weiteres Wärmeleitmedium weitergeben. Im Ergebnis wird durch  
30 die Verwendung dieser Mittel die Energieeffizienz des  
erfindungsgemäßen Verfahrens zum Warmumformen von Stahlteilen

deutlich verbessert und darüber hinaus die Zykluszeiten zur Fertigstellung von warmumgeformten Stahlteilen reduziert.

Vorzugsweise sind deshalb Mittel vorgesehen, welche zum  
5 Beheizen eines Vorwärmofens, des Umformwerkzeugs und/oder  
eines Anlassofens verwendet werden. Hierdurch wird die  
Nutzung der Abwärme des Ofens zur zumindest teilweisen  
Austenitisierung des Stahlteils genutzt, um die wesentlichen  
10 Prozesse von dem Vorwärmen bis zum Anlassen des Stahlteils  
energieeffizient zu betreiben. Insbesondere aber das Beheizen  
des Vorwärmofens führt zu einer deutlichen Steigerung der  
Energieeffizienz, da hier große Energiemengen benötigt  
werden.

15 Gemäß einer nächsten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen  
Vorrichtung ist ein Durchlaufofen, vorzugsweise ein  
Rollenherdofen zur zumindest teilweisen Austenitisierung der  
Stahlteile vorgesehen. Wie bereits zuvor erläutert, kann  
durch die Verwendung eines Durchlaufofens, vorzugsweise eines  
20 Rollenherdofens eine einfache Integration des Erwärmens des  
Stahlteils auf oberhalb der AC1-Temperatur in einer  
Prozesskette zur Herstellung warmumgeformter Stahlteile zu  
integrieren.

25 Gemäß einer einfachen Ausgestaltung der erfindungsgemäßen  
Vorrichtung sind als Mittel zum Beheizen des Vorwärmofens,  
des Umformwerkzeugs und/oder des Anlassofens Gasleitungen  
und/oder Gebläse zum Zuleiten der Verbrennungsabgase des  
Ofens zur zumindest teilweisen Austenitisierung der  
30 Stahlteile zu den einzelnen Vorrichtungen vorgesehen. Wie  
bereits ausgeführt, können auch Wärmetauscher eingesetzt

werden, wenn die Verbrennungsgase nicht unmittelbar verwendet werden.

Es gibt nun eine Vielzahl von Möglichkeiten das  
5 erfindungsgemäße Verfahren sowie die erfindungsgemäße  
Vorrichtung auszugestalten und weiterzubilden. Hierzu wird  
verwiesen einerseits die den Patentansprüchen 1 und 9  
nachgeordneten Patentansprüche sowie auf die Beschreibung  
eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit der Zeichnung.  
10 In der Zeichnung zeigt die einzige Figur in einer  
schematischen Ansicht ein Ausführungsbeispiel einer  
Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen  
Verfahrens.

15 Das in Fig. 1 dargestellte Ausführungsbeispiel eines  
erfindungsgemäßen Verfahrens umfasst einen Ofen 1 zur  
zumindest teilweisen Austenitisierung eines Stahlteils 2. Das  
Stahlteil 2, vorliegend eine ebene Platine aus einem  
härtbaren Stahl, wird in dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1  
20 auf eine Temperatur von mindestens 850 °C erwärmt und etwa 2  
bis 15 Minuten auf dieser Temperatur in dem Ofen 1, welcher  
als Rollenherdofen ausgebildet ist, gehalten. Durch die  
Temperatur von 850 °C und höher wird eine vollständige  
Austenitisierung der Platine 2 erreicht. Vorzugsweise besteht  
25 die Platine aus einem Stahl vom Typ 22MnB5.

Der Ofen zur zumindest teilweisen Austenitisierung der  
Platine 2 wird mit Gas beheizt. Entsprechende Mittel 3 zur  
Beheizung des Ofens sind in Fig. 1 schematisch dargestellt.  
30 Darüber hinaus sind die für einen Rollenherdofen typischen  
Transportrollen 4 in Fig. 1 ebenfalls dargestellt. Die  
Verbrennungsabgase des Rollenherdofens 1 werden über

Medienzuführungen 5, 6, 7 für weitere Wärmebehandlungen aus dem Rollenherdofen 1 abgeführt. Für das Einleiten der heißen Gase in den Vorwärmofen 8, das Umformwerkzeug 9 oder den Anlassofen 10 sind zusätzlich Gebläse 5a, 6a und 7a  
5 vorgesehen.

Die Medienzuführung 5 leitet die heißen Verbrennungsabgase einem Vorwärmofen 8 zu, in welchem die Platine 2 auf eine Temperatur von mehr als 200 °C bis AC1-Temperatur,  
10 vorzugsweise auf eine Temperatur zwischen 250 °C und 700 °C erwärmt wird. Die Verweildauer in dem Vorwärmofen beträgt etwa 3 bis 20 Minuten, vorzugsweise jedoch 5 bis 10 Minuten. Zum Transport der Platine 2 in den Vorwärmofen sind ebenfalls Rollen 4 dargestellt. In dem Vorwärmofen wird die Platine 2  
15 wie bereits ausgeführt, auf eine relativ hohe Temperatur erhitzt. Ist die Platine 2 mit einer AlSi-Beschichtung ausgeführt, kann diese bei entsprechenden Temperaturen, die beispielsweise zwischen 500 und 700 °C liegen können, in dem Vorwärmofen vorlegiert werden und erhält insofern eine  
20 aufgeraute Oberflächenstruktur, welche die Erwärmung der Platine 2 beispielsweise im Rollenherdofen 1 erleichtert. Über die Heizmedienzuführung 5 kann die Temperatur des Vorwärmofens über nicht dargestellte Regelungsmittel eingestellt werden.

25  
Durch die Nutzung der Abwärme des Rollenherdofens 1 für beispielsweise das Vorwärmen der Platine 2 im Vorwärmofen 8 tritt eine deutliche Energieersparnis ein, da die hohen Temperaturen, welche auch zur Vorlegierung der beschichteten  
30 Platine benötigt werden, auf einfache Weise bereitgestellt werden können. Anschließend an die Austenitisierung im Rollenherdofen 1 wird die Platine 2 unter Verwendung eines

nicht dargestellten Handlingsystems mit möglichst hoher Temperatur in ein Umformwerkzeug 9 eingelegt und dort warmumgeformt, vorzugsweise pressgehärtet. Mit einer AlSi-Beschichtung versehene Platinen 2 können einerseits  
5 zunderfrei auf Austenitisierungstemperatur erwärmt werden und ebenfalls zunderfrei im Umformwerkzeug 9 warmumgeformt oder pressgehärtet werden.

Die Medienzuführung 7 dient dazu, dass Temperieren des  
10 Umformwerkzeugs an spezifischen Positionen unter Verwendung der Abwärme des Rollenherdofens 1 durchzuführen. An den erwärmten bzw. temperierten Bereichen des Umformwerkzeuges kann gezielt ein anderes Gefüge, beispielsweise duktileres Gefüge des umgeformten Stahlteils 11 erzeugt werden,  
15 wohingegen in den übrigen Bereichen des umgeformten Stahlteils 11 martensitisches Gefüge durch eine schnelle Abkühlung erzeugt wird. Das umgeformte Stahlteil 12 kann optional in einem Anlassofen 10 erneut einer Wärmebehandlung unterzogen werden. Auch bei dem Anlassofen 10 kann die  
20 Energie der Abgase des Rollenherdofens 1 genutzt werden, um dem Anlassvorgang, beispielsweise in partiellen Abschnitten des vergüteten Stahlteils 12 durchzuführen.

Die Energieeinsparung, welche durch die Verwendung der  
25 Abwärme des Rollenherdofens 1 erzielt wird, ist erheblich. Der Transport zwischen den einzelnen Stationen, insbesondere dem Vorwärmofen 8, dem Rollenherdofen 1, dem Umformwerkzeug 9 und dem Anlassofen 10 kann durch nicht dargestellte Handlingsysteme gewährleistet werden. Ein Rollengang 4, wie  
30 er in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel dargestellt ist, kann alternativ durch Handlingsysteme ersetzt werden. Im Ergebnis kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren bzw. mit

der erfindungsgemäßen Vorrichtung, wie sie in Fig. 1 dargestellt ist, eine erhebliche Reduzierung der Zykluszeiten zur Herstellung eines warmumgeformten Stahlteils 11, 12 bei gleichzeitiger Verringerung des Energieverbrauchs

5 gewährleistet werden.

### P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zum Warmumformen von Stahlteilen, insbesondere  
Platinen oder Halbzeugen aus Stahl, bei welchem die  
Stahlteile in einem Ofen zur zumindest teilweisen  
5 Austenitisierung auf eine Temperatur oberhalb der Acl-  
Temperatur erwärmt werden und in einem Umformwerkzeug  
warmumgeformt werden,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s  
die Abwärme des Ofens für weitere  
10 Wärmebehandlungsschritte des Stahlteils vor und/oder nach  
der zumindest teilweisen Austenitisierung des Stahlteils  
verwendet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s  
ein Durchlaufofen, vorzugsweise ein Rollenherdofen zur  
zumindest teilweisen Austenitisierung des Stahlteils  
verwendet wird.
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s  
der Ofen zur zumindest teilweisen Austenitisierung des  
Stahlteils zumindest teilweise mit Gas beheizt wird und  
die Abwärme der Verbrennungsabgase des Ofens für die  
25 weiteren Wärmebehandlungen genutzt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s

metallisch-beschichtete, vorzugsweise AlSi-beschichtete Stahlteile in einem Vorwärmofen erwärmt oder vorlegiert werden.

- 5 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s  
das Umformwerkzeug zur Warmumformung zumindest teilweise  
mit der Abwärme des Ofens zur zumindest teilweisen  
Austenitisierung des Stahlteils beheizt wird.
- 10
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s  
unter Verwendung der Abwärme des Ofens eine  
Wärmebehandlung, insbesondere ein Anlassen des  
15 umgeformten Stahlteils durchgeführt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s  
die Wärmebehandlungsschritte des Stahlteils vor und/oder  
20 nach der zumindest teilweisen Austenitisierung des  
Stahlteils durch erzwungene Konvektion durchgeführt  
werden.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
25 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s  
die Stahlteile im Vorwärmofen auf eine Temperatur von  
200 °C bis AC1-Temperatur, vorzugsweise auf 250 °C bis  
700 °C erwärmt werden.
- 30 9. Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach einem  
der Ansprüche 1 bis 8, mit einem Ofen (1) zur Erwärmung  
von Stahlteilen (2) auf oberhalb der AC1-Temperatur zur

Bildung eines zumindest teilweise austenitischen Gefüges,  
einem Umformwerkzeug (9) zur Warmumformung der Stahlteile  
(2) und mit Mitteln (4) zum Transport der Stahlteile (2)  
vom Ofen (1) zum Umformwerkzeug (9),

5       dadurch gekennzeichnet, dass  
Mittel (5, 6, 7) zur Verwendung der Abwärme des Ofens (1)  
vor und/oder nach der zumindest teilweisen  
Austenitisierung des Stahlteils (2) vorgesehen sind.

10   10. Vorrichtung nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
Mittel (5a, 6a, 7a) zum Beheizen eines Vorwärmofens (8),  
des Umformwerkzeugs (9) und/oder eines Anlassofens (10)  
vorgesehen sind.

15

11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
ein Durchlaufofen, vorzugsweise ein Rollenherdofen (1)  
zur zumindest teilweisen Austenitisierung der Stahlteile  
20       (2) vorgesehen ist.

20

12. Vorrichtung Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
als Mittel zum Beheizen des Vorwärmofens, des  
25       Umformwerkzeugs, des Anlassofens Medienleitungen (5, 6,  
7) und/oder Gebläse (5a, 6a, 7a) zum Zuleiten der  
Verbrennungsabgase des Ofens (1) zur zumindest teilweisen  
Austenitisierung vorgesehen sind.

25

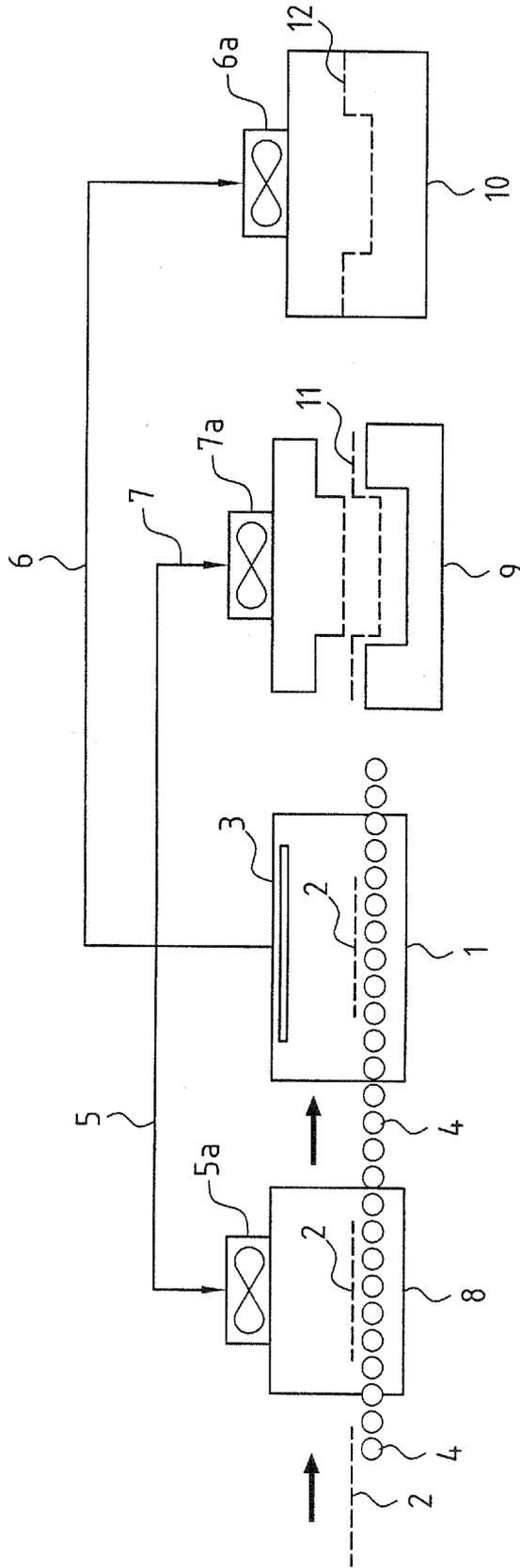


Fig. 1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2010/060052

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 INV.: C21D1/25      C21D1/673      C21D9/00      C21D9/48      B21D24/00  
 ADD.  
 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**  
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 C21D B21D  
 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched.

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)  
 EPO-Internal, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A A A E	US 4 022 570 A (ROSS JR JAMES W ET AL) 10 May 1977 (1977-05-10) column 4, line 36 - line 67; figure 1 ----- DE 10 2005 033042 B3 (AUDI NSU AUTO UNION AG [DE]) 27 July 2006 (2006-07-27) cited in the application claims 1,7 ----- WO 2005/078144 A1 (AUDI NSU AUTO UNION AG [DE]; SCHIESSL GERHARD [DE]) 25 August 2005 (2005-08-25) claims 1,10; figure 1 ----- US 2010/192659 A1 (KRAJEWSKI PAUL EDWARD [US] ET AL) 5 August 2010 (2010-08-05) paragraph [0051] - paragraph [0054] -----	1,3, 8-10,12 2,4-7,11  1-12  1,9  1,9

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

20 September 2010

27/09/2010

Name and mailing address of the ISA/  
 European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lilimpakis, Emmanuel

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2010/060052
---

Patent document cited in search report	A	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4022570	A	10-05-1977	NONE	
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>				
DE 102005033042	B3	27-07-2006	NONE	
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>				
WO 2005078144	A1	25-08-2005	DE 102004007071 A1	08-09-2005
			EP 1733062 A1	20-12-2006
			ES 2308436 T3	01-12-2008
			JP 2007522345 T	09-08-2007
			US 2007163683 A1	19-07-2007
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>				
US 2010192659	A1	05-08-2010	NONE	
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>				

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2010/060052

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
 INV. C21D1/25 C21D1/673 C21D9/00 C21D9/48 B21D24/00  
 ADD.  
 Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**  
 Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
 C21D B21D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)  
 EPO-Internal, WPI Data

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X A	US 4 022 570 A (ROSS JR JAMES W ET AL) 10. Mai 1977 (1977-05-10) Spalte 4, Zeile 36 - Zeile 67; Abbildung 1	1,3, 8-10,12 2,4-7,11
A	DE 10 2005 033042 B3 (AUDI NSU AUTO UNION AG [DE]) 27. Juli 2006 (2006-07-27) in der Anmeldung erwähnt Ansprüche 1,7	1-12
A	WO 2005/078144 A1 (AUDI NSU AUTO UNION AG [DE]; SCHIESSL GERHARD [DE]) 25. August 2005 (2005-08-25) Ansprüche 1,10; Abbildung 1	1,9
E	US 2010/192659 A1 (KRAJEWSKI PAUL EDWARD [US] ET AL) 5. August 2010 (2010-08-05) Absatz [0051] - Absatz [0054]	1,9

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen  Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist
- "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche <b>20. September 2010</b>	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts <b>27/09/2010</b>
--	--

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  <b>Lilimpakis, Emmanuel</b>
--	--

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/060052

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4022570 A	10-05-1977	KEINE	
DE 102005033042 B3	27-07-2006	KEINE	
WO 2005078144 A1	25-08-2005	DE 102004007071 A1 EP 1733062 A1 ES 2308436 T3 JP 2007522345 T US 2007163683 A1	08-09-2005 20-12-2006 01-12-2008 09-08-2007 19-07-2007
US 2010192659 A1	05-08-2010	KEINE	