

(19)



(11)

EP 3 585 531 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
05.10.2022 Patentblatt 2022/40

(21) Anmeldenummer: **18702238.9**

(22) Anmeldetag: **26.01.2018**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B21D 19/08 ^(2006.01) **B21D 22/02** ^(2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B21D 19/088; B21D 22/022

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2018/051978

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2018/153615 (30.08.2018 Gazette 2018/35)

(54) **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES BAUTEILS DURCH WEITERFORMEN EINER VORGEFORMTEN KONTUR**

METHOD FOR PRODUCING A COMPONENT BY FURTHER FORMING OF A PREFORMED CONTOUR

PROCÉDÉ POUR LA FABRICATION D'UNE PIÈCE PAR MISE EN FORME ULTÉRIEURE D'UN CONTOUR PRÉFORMÉ

(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: **23.02.2017 DE 102017103729**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.01.2020 Patentblatt 2020/01

(73) Patentinhaber: **Salzgitter Flachstahl GmbH**
38239 Salzgitter (DE)

(72) Erfinder:

- **MÜTZE, Stefan**
31228 Peine (DE)

- **SCHNEIDER, Matthias**
38173 Veltheim Ohe (DE)
- **WESTHÄUSER, Sebastian**
38112 Braunschweig (DE)
- **DENKS, Ingwer Asmus**
38302 Wolfenbüttel (DE)

(74) Vertreter: **Meissner, Peter E.**
Meissner & Meissner
Patentanwaltsbüro
Hohenzollerndamm 89
14199 Berlin (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 2 679 692 DE-A1-102009 016 027
DE-A1-102012 014 258 DE-A1-102014 016 614
US-A- 2 859 510

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

EP 3 585 531 B1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils durch Weiterformen einer vorgeformten Kontur einer Platine gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dabei im Vergleich zu bekannten Verfahren zur Herstellung eines Bauteils insbesondere durch eine erhöhte gestalterische Freiheit bei der Umformung insbesondere schergeschnittener Kantenbereiche der Platine aus.

[0002] Unter einer Platine oder Blechplatine wird im Folgenden ein Zuschnitt eines Bleches, insbesondere eines Stahlbleches verstanden. Die Blechplatinen können unbeschichtet oder mit einem metallischen und/oder organischen Korrosionsschutzüberzug versehen sein.

[0003] Unter Bauteil wird im Folgenden ein aus einer Blechplatine durch Umformen mittels eines Umformwerkzeuges bei Umgebungstemperatur hergestelltes Bauteil verstanden. Als Blechwerkstoffe kommen dabei alle umformbaren Metallwerkstoffe in Betracht, insbesondere jedoch Stahl.

[0004] Derartige Bauteile werden hauptsächlich im Automobilbaubau verwendet, aber auch in der Hausgeräteindustrie, im Maschinenbau oder im Bauwesen oder im Bereich der selben bieten sich Einsatzmöglichkeiten.

[0005] Der intensiv umkämpfte Automobilmarkt zwingt die Hersteller, ständig nach Lösungen zur Senkung ihres Flottenverbrauches unter Beibehaltung eines höchstmöglichen Komforts und Insassenschutzes zu suchen. Dabei spielt einerseits die Gewichtersparnis aller Fahrzeugkomponenten eine entscheidende Rolle, andererseits aber auch ein möglichst günstiges Verhalten der einzelnen Bauteile bei hoher statischer und dynamischer Beanspruchung im Betrieb wie auch im Crashfall.

[0006] Den notwendigen Werkstoffanforderungen versuchen die Vormaterialielieferanten dadurch Rechnung zu tragen, dass durch die Bereitstellung hoch- und höchstfester Stähle die Wanddicken reduziert werden können, bei gleichzeitig verbessertem Bauteilverhalten bei der Fertigung und im Betrieb.

[0007] Diese Stähle müssen daher vergleichsweise hohen Anforderungen hinsichtlich Festigkeit, Formänderungsvermögen, Zähigkeit, Energieaufnahmevermögen und Korrosionsbeständigkeit sowie ihrer Verarbeitbarkeit, beispielsweise bei der Kaltumformung in Bezug auf das Dauerschwingverhalten und beim Schweißen, genügen.

[0008] Unter den vorgenannten Aspekten gewinnt die Herstellung von Bauteilen aus höherund hochfesten Stählen mit Streckgrenzen oberhalb 400 MPa, vorteilhaft oberhalb 600 oder oberhalb 800 MPa bis etwa 1800 MPa oder sogar darüber zunehmend an Bedeutung.

[0009] Es ist bekannt, zur Herstellung eines Bauteils zunächst eine Blechplatine aus Warmoder Kaltband bei Raumtemperatur auf Maß zu schneiden. Als Schneidverfahren kommen zumeist mechanische Trennverfahren, wie z.B. das Abscheren oder Stanzen, seltener aber

auch thermische Trennverfahren, wie z.B. das Laserschneiden, zur Anwendung. Thermische Trennverfahren sind deutlich kostenintensiver im Vergleich zu mechanischen Trennverfahren, so dass diese nur in Ausnahmefällen eingesetzt werden.

[0010] Nach dem Zuschneiden wird die zugeschnittene Platine in ein Umformwerkzeug gelegt und in ein- oder mehrstufigen Umformschritten das fertige Bauteil, wie z.B. ein Fahrwerksträger, erzeugt.

[0011] Bei der Umformung werden die Schnittkanten, insbesondere wenn sie auf- bzw. hochgestellt werden, z.B. bei Kragenoperationen in gelochten Platinen, besonders belastet.

[0012] Vor der Umformung werden optional diverse weitere Fertigungsschritte, wie z.B. Stanz- und Schneidoperationen an der Platine, vorgenommen.

[0013] An den Schnittkanten können diverse Vorschädigungen vorliegen. Diese sind einerseits bedingt durch eine Kaltverfestigung des Werkstoffs, hervorgerufen durch das mechanische Trennen, das eine totale Umformung bis zur Materialtrennung darstellt. Andererseits kann eine Kerbwirkung auftreten, welche durch die Topographie der Schnittfläche entsteht.

[0014] Gerade bei den hier betrachteten Stählen tritt daher bei der anschließenden Umformung eine erhöhte Risswahrscheinlichkeit in den Randbereichen dieser Schnittkanten auf.

[0015] Die genannten Vorschädigungen an den Blechkanten können zum vorzeitigen Versagen bei nachfolgenden Umformoperationen bzw. beim Betrieb der Komponente führen.

[0016] Die Prüfung des Umformverhaltens geschnittener Blechkanten im Hinblick auf deren Kantenrissempfindlichkeit wird mit einem Lochaufweitversuch nach ISO 16630 durchgeführt. Beim Lochaufweitversuch wird in das Blech durch Scherschneiden ein kreisrundes Loch eingebracht, das dann durch einen konischen Stempel aufgeweitet wird. Die Messgröße ist die auf den Ausgangsdurchmesser bezogene Änderung des Lochdurchmessers, bei der am Rand des Lochs an der Schnittkante der erste Riss auftritt.

[0017] Um die vorab beschriebene Kantenrissempfindlichkeit bei der Kaltumformung von schergeschnittenen oder gestanzten Blechkanten zu minimieren, sind z.B. Ansätze zur Veränderung der Legierungszusammensetzung und Werkstoffprozessierung (z.B. gezieltes Einstellen eines optimierten Gefüges) oder der Verfahrenstechnik beim Kaltbeschnitt der Platine (z.B. über Modifikationen von Schneidspalt, Geschwindigkeit, Mehrfachbeschnitt etc.) bekannt.

[0018] Diese Maßnahmen sind entweder teuer und aufwändig (z.B. mehrstufige Schneidoperationen, Instandhaltung von 3-D Schneidwerkzeugen etc.), oder sie liefern noch keine optimalen Ergebnisse.

[0019] Des Weiteren ist es aus der Offenlegungsschrift DE 10 2009 049155 A1 bekannt, zumindest den Bereich der Schnittkante auf eine definierte Temperatur zu erwärmen und das Schneiden bei dieser Temperatur

durchzuführen, um die Umformbarkeit der geschnittenen Kanten zu verbessern und so die Kaltverfestigung im Bereich der Schnittkante zu reduzieren oder zu vermeiden. Nachteilig sind hierbei der zur Erwärmung des Bleches notwendige hohe technische und wirtschaftliche Aufwand einerseits und andererseits die Zwangskopplung einer Erwärmung der Platine mit unmittelbar nachfolgendem Schneiden, die die Produktion unflexibel macht. Aus der DE 10 2011 121 904 A1 ist es zudem bekannt, ein schergeschnittenes Blech kalt umzuformen und vor weiteren Umformvorgängen die kaltverfestigten Bereiche lokal mittels eines Lasers zu erwärmen mit dem Ziel einer partiellen Entfestigung. Nachteilig ist hierbei insbesondere die lokale Entfestigung, die hinsichtlich des eingesetzten oft hoch- und höchstfesten Materials insbesondere bei Belastungssituationen und unter schwingender Beanspruchung eine Ungänze darstellt. Darüber hinaus ist unklar, wo genau die Erwärmung stattfinden und wie die lokale Erwärmung mit Temperatur und Zeitverlauf konkret erfolgen soll. Des Weiteren ist unklar, wie und in welchem Maße durch die partielle Entfestigung das Umformvermögen des bereits kaltumgeformten Bleches verbessert werden kann.

[0020] Die DE 10 2014 016 614 A1, die die Basis für den Oberbegriff des Anspruchs 1 bildet, beschreibt ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils durch Umformen einer Platine aus Stahl, bei dem eine zugeschnittene Platine nach optionalen Stanz- und/oder Schneidoperationen in den Bereichen der schergeschnittenen Kanten einer kurzen Temperaturbehandlung (max. 10 Sekunden) bei mindestens 600 °C unterzogen wird. Die wärmebehandelten Kanten werden anschließend zu einem beliebigen Zeitpunkt nach ihrer Erwärmung kalt umgeformt. Auch wenn dieses Verfahren grundsätzlich eine im Vergleich zu anderen vorbekannten Verfahren erhöhte Umformbarkeit kaltverfestigter, mechanisch getrennter Blechkanten ermöglicht, ist es dennoch aus den eingangs genannten Gründen erstrebenswert, eine noch höhere Umformbarkeit der schergeschnittenen Kanten zu erreichen.

[0021] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein alternatives Verfahren zur Herstellung eines kaltumgeformten Bauteils aus einer bei Raumtemperatur schergeschnittenen Blechplatine bereitzustellen, das sich vorzugsweise in den durch Schneid- oder Stanzoperationen stark beanspruchten Kantenbereichen der Platine während der nachfolgenden Kaltumformung durch eine gegenüber herkömmlichen Verfahren erhöhte Umformbarkeit sowie verminderte Rissempfindlichkeit auszeichnet.

[0022] Die Erfindung löst diese Aufgabe mit den Merkmalen der Ansprüche und insbesondere durch ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils durch Weiterformen einer bereits vorgeformten Kontur einer Platine, wobei die zuvor bei Umgebungstemperatur aus einem Band oder einem Blech zugeschnittene Platine nach weiteren, bei Umgebungstemperatur durchgeführten Fertigungsschritten, wie z.B. Stanz- oder Schneidoperationen zur

Erzielung von Aussparungen oder Durchbrüchen, in ausgewählten, durch die Stanz- oder Schneidoperationen kaltverfestigten Kantenbereichen, zum Erhalt einer vorgeformten Kontur einer ersten Umformung bei Umgebungstemperatur unterzogen wird, welches dadurch gekennzeichnet ist, dass optional schon die zur Umformung vorgesehenen Kantenbereiche aber mindestens die der ersten Umformung bereits unterzogenen Kantenbereiche für eine Dauer von maximal 10 Sekunden auf eine Temperatur von mindestens 600 °C erwärmt werden und die Kantenbereiche zu einem beliebigen Zeitpunkt nach der Wärmebehandlung einer zweiten Umformung oder weiteren Umformungen bei Umgebungstemperatur mit jeweils wieder vorgeschalteten Wärmebehandlungen unterzogen werden.

[0023] Als Umgebungstemperatur werden sowohl die Raumtemperatur, beispielsweise 20° C, als auch die Temperatur des Umformwerkzeugs betrachtet. Die Temperatur des Umformwerkzeugs kann dabei deutlich über der Raumtemperatur liegen.

[0024] In Versuchen hat sich gezeigt, dass die unerwünschte aber unumgängliche Kaltverfestigung mechanisch geschnittener Kanten, die bei der nachfolgenden Umformung der Kantenbereiche noch ausgeprägter wird, durch eine Temperaturbehandlung nur der beanspruchten Kantenbereiche bei mindestens 600 °C deutlich vermindert oder sogar eliminiert werden kann. Dafür ist bereits eine sehr kurze Temperaturbehandlung von maximal 10 Sekunden, insbesondere von 0,02 bis 10 Sekunden oder sogar von 0,1 bis 2 Sekunden ausreichend.

[0025] Es wurde nun gefunden, dass eine durch Scherschneiden und Umformen der Kantenbereiche erschöpfte oder zumindest eingeschränkte Umformbarkeit des Materials durch die erwähnte Temperaturbehandlung wieder vollständig, größtenteils oder zumindest anteilig regeneriert wird. In der Folge können vorgeformte Konturen nach der kurzen Temperaturbehandlung bei mindestens 600 °C erneut bei Raumtemperatur umgeformt bzw. weitergeformt werden, ohne dass ein erhöhtes Risiko einer Rissbildung in den Kantenbereichen besteht. Denn durch die Temperaturbehandlung der Kantenbereiche der vorgeformten Kontur wird nicht nur die unerwünschte Kaltverfestigung eliminiert, sondern es werden auch Gefügeschädigungen im Werkstoff sowie nachteilige Konturveränderungen wie beispielsweise Mikrorisse entfernt, sodass der zuvor in seiner Umformbarkeit nahezu erschöpfte Werkstoff nach der Temperaturbehandlung wieder bedenkenlos weiter umgeformt werden kann. Die erfindungsgemäße Abfolge einer ersten Umformung, der Temperaturbehandlung und der zweiten Umformung ermöglicht daher ein wesentlich größeres Umformpotential von Werkstoffen als es herkömmliche Verfahren bieten können.

[0026] Durch die zweite Umformung kann nun nach einer möglichen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens bereits das gewünschte Bauteil erhalten werden.

[0027] Nach einer anderen Ausführungsform des Verfahrens können alternativ nach der zweiten Umformung noch beliebig viele, insbesondere zwei, drei oder vier, weitere Umformschritte der Kantenbereiche bei Raumtemperatur durchgeführt werden, wobei jedem der weiteren Umformschritte auch eine weitere Temperaturbehandlung der Kantenbereiche bei mindestens 600 °C für die Dauer von maximal 10 Sekunden, insbesondere für 0,02 bis 10 oder 0,1 bis 2 Sekunden, vorausgeht. Auf diese Weise kann ein Bauteil in einem mehrschrittigen Prozess hergestellt werden, in dem sich in dem Material zunächst in jedem Umformschritt die aus der Kaltverfestigung resultierenden unerwünschten Materialeigenschaften, insbesondere die erhöhte Rissanfälligkeit, einstellen, diese aber durch die nachfolgende Temperaturbehandlung wieder eliminiert oder zumindest deutlich reduziert werden.

[0028] An die zweite Umformung können sich daher gemäß dieser Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens beliebig viele alternierende Umform- und Wärmebehandlungsschritte anschließen, in Folge derer schließlich das gewünschte Bauteil erhalten wird.

[0029] Die einzelnen Umform- und Temperaturbehandlungsschritte des erfindungsgemäßen Verfahrens können zu einem beliebigen Zeitpunkt, d.h. zeitlich voneinander entkoppelt, erfolgen.

[0030] Das erfindungsgemäße Verfahren ist insbesondere anwendbar auf beliebige schergeschnittene Materialkanten, insbesondere auf gestanzte Löcher sowie auf Kanten mit beliebiger Kontur. Durch die erfindungsgemäß erhöhte Umformbarkeit ist es dabei möglich, auch komplexe Geometrien herzustellen, für die es beispielsweise mehrerer Umformschritte bedarf. Auch anspruchsvolle Bauteile können dadurch einteilig hergestellt werden, sodass zusätzliche Fügeoperationen entfallen können.

[0031] In dem erfindungsgemäßen Verfahren erfolgt die Wärmebehandlung bevorzugt über die gesamte Dicke der Platine und in Ebenenrichtung der Platine in einem Bereich, der höchstens ihrer Dicke entspricht. Die Dauer der Wärmeeinwirkung richtet sich dabei nach der Art des Wärmebehandlungsverfahrens.

[0032] Die Erwärmung selbst kann auf beliebige Weise, zum Beispiel konduktiv, induktiv über Strahlungserwärmung oder mittels Laserbearbeitung erfolgen. Hervorragend geeignet für die Wärmebehandlung ist die konduktive Erwärmung, wie sie zum Beispiel in der Automobilfertigung vielfach am Beispiel von Punktschweißungen angewendet wird.

[0033] Vorteilhaft eignet sich zum Beispiel eine Punktschweißmaschine mit eher kurzen Einwirkzeiten zur Behandlung von gestanzten Löchern in der Platine, wohingegen bei zu behandelnden längeren Kantenabschnitten das induktive Verfahren, Strahlungserwärmung oder Laserbearbeitung mit längeren Einwirkzeiten in Frage kommen.

[0034] Somit erfolgt die Wärmeeinbringung nur sehr konzentriert in den scherbbeeinflussten Schnittkantenbe-

reichen und ist daher mit einem vergleichsweise geringen Energieaufwand verbunden, insbesondere hinsichtlich Verfahren, bei denen die gesamte Platine einer Erwärmung zugeführt wird oder eine um Größenordnungen zeitlich aufwendigere Spannungsarmglühung Anwendung findet.

[0035] Das Prozessfenster für die zu erreichende Temperatur im Schnittkantenbereich ist zudem sehr groß und umfasst einen Temperaturbereich von oberhalb 600 °C bis hin zur Solidustemperatur von ca. 1500°C.

[0036] Die Versuche haben außerdem gezeigt, dass die Eliminierung der Kaltverfestigung entscheidend für eine deutliche Verbesserung des Lochaufweitvermögens ist. Zudem werden durch die Wärmebehandlung Ungängen, wie z.B. Poren, geschlossen und so die Topografie der Schnittkanten positiv beeinflusst.

[0037] Dies ist unabhängig davon, ob die Wärmebehandlung unterhalb oder oberhalb der Umwandlungstemperatur Ac1 stattfindet.

[0038] Wird die Wärmebehandlung oberhalb von Ac1 durchgeführt, kommt es nach der Behandlung im Zuge einer raschen Abkühlung aufgrund des umgebenden kalten Materials bei umwandlungsfähigen Stählen zu einer Umwandlung in sogenannte metastabile Phasen. Das sich daraufhin einstellende Gefüge weist im Vergleich zum nicht wärmebehandelten Bereich mindestens die gleiche oder eine erhöhte Härte auf. Beispielweise steigt die Vickershärte um bis zu 1000 HV.

[0039] Eine Gefügeumwandlung mit einer damit in aller Regel einhergehenden Härtesteigerung hat überraschenderweise keinen negativen Einfluss auf das Lochaufweitvermögen, unabhängig davon, ob ein im Vergleich zum Ausgangsgefüge härteres und damit weniger zähes Gefüge eingestellt wird, so dass auch Behandlungstemperaturen der Schnittkanten bis hin zur Solidusgrenze möglich sind.

[0040] Entscheidend bleibt in jedem Falle, dass die durch das Schneiden eingebrachte Kaltverfestigung weitestgehend eliminiert wird.

[0041] Zum Schutz der erwärmten Schnittkantenbereiche vor Oxidation sieht eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung vor, diese Bereiche mit Inertgasen, zum Beispiel Argon oder Stickstoff, zu spülen. Die Inertgas-spülung erfolgt dabei während der Dauer der Wärmebehandlung, kann aber auch, falls es notwendig erscheint, zusätzlich schon kurz vor Beginn und/oder in einem begrenzten Zeitraum noch nach Durchführung der Wärmebehandlung erfolgen.

[0042] Die Umformschritte des erfindungsgemäßen Verfahrens können vorteilhafterweise mit den bereits in der Produktion vorhandenen Umformwerkzeugen, z.B. zylindrischen oder konischen Stempeln, durchgeführt werden.

[0043] Durch die zeitliche Entkopplung der einzelnen Umform- und Temperaturbehandlungsschritte des erfindungsgemäßen Verfahrens wird bei der industriellen Anwendung des Verfahrens eine besonders hohe Flexibilität im Produktionsablauf ermöglicht. Wenn es aus pro-

duktionstechnischer Sicht vorteilhaft erscheint, kann die Erwärmung der Schnittkanten jedoch auch unmittelbar nach dem ersten Umformschritt bzw. unmittelbar nach einem optionalen weiteren Umformschritt erfolgen. Dazu kann eine Wärmebehandlungsvorrichtung einer Umformeinrichtung zum Kaltumformen der Platine direkt nachgeschaltet sein.

[0044] Die Platine selbst kann z.B. flexibel mit unterschiedlichen Dicken gewalzt sein oder aus Kalt- oder Warmband gleicher oder unterschiedlicher Dicke und/oder Güte gefügt sein. Die Erfindung ist anwendbar für warm- oder kaltgewalzte Stahlbänder aus weichen bis hochfesten Stählen, die mit einer korrosionshemmenden Schicht als metallischem und/oder organischem Überzug versehen sein können. Der metallische Überzug kann zum Beispiel Zink, Magnesium, Aluminium und/oder Silizium enthalten oder daraus bestehen.

[0045] Die Eignung von beschichteten Stahlbändern erklärt sich aus der Möglichkeit, die Behandlung des Kantenbereichs auf einen Abstand zur Kante zu beschränken, der einem Bruchteil der Platinendicke entspricht, da in diesem Bereich der überwiegende Anteil der schädlichen Kaltverfestigung beim Scherschneiden vorliegt. So kann bei Blechdicken von einigen Millimetern Dicke der Bereich bis zu einem Abstand zur Kante von einigen zehn Mikrometern bereits ausreichend sein, so dass beispielsweise der wirksame Korrosionsschutz einer metallischen korrosionshemmenden Schicht nicht oder nur unerheblich beeinflusst wird.

[0046] Als härteste Stähle kommen alle einphasigen aber auch mehrphasige Stahlsorten zur Anwendung. Dazu gehören mikrolegierte, härteste Stahlsorten genauso wie bainitische, ferritische oder martensitische Sorten sowie Dualphasen, Komplexphasen und TRIP Stähle. Beispielsweise kommen Stähle mit folgender Legierungszusammensetzung in Gew.-% zum Einsatz:

C	0,01 - 0,2%
Si	0,2 - 4,0%
Mn	0,5-4,0%
Al	0,02 - 0,1
Ti	0,0-0,2
V	0,0-0,3
Nb	0,0-0,1

mit optionaler Zugabe von Cr, Ni, Mo, B, Rest Eisen, einschließlich erschmelzungsbedingter Verunreinigungen.

[0047] Das erfindungsgemäße Verfahren hat gegenüber den bekannten Maßnahmen zur Verminderung der Kantenrissempfindlichkeit den Vorteil, dass durch die Wärmebehandlung nur die scherbeeinflussten Kantenbereiche mikrostrukturell verändert werden und die Festigkeit dabei in der Regel nicht verringert, sondern erhöht wird. Die Unempfindlichkeit gegenüber Kantenrissen im Sinne eines größeren Lochaufweitvermögens kann da-

mit um den Faktor 3 oder sogar mehr als 4 verbessert werden.

[0048] Bei der industriellen Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann aufgrund der deutlich erhöhten Umformbarkeit der kritischen scherbeeinflussten Kantenbereiche von Platinen einerseits der Ausschuss an umgeformten Bauteilen gesenkt werden und andererseits können bislang notwendige Fügeoperationen zum Beispiel durch jetzt durchführbare Kragenoperationen bei der Ausbildung z.B. von Lagerstellen eingespart werden.

[0049] Das erfindungsgemäße Verfahren erlaubt darüber hinaus durch das verbesserte Umformvermögen der Schnittkantenbereiche komplexere Bauteilgeometrien und somit eine größere konstruktive Freiheit bei Verwendung derselben Werkstoffe. Zudem wird die Dauerfestigkeit des kalt umgeformten Bauteils erwartungsgemäß aufgrund des sich einstellenden, zwar möglicherweise im Vergleich zum Ausgangszustand härteren aber homogenen Gefüges nicht verringert, sondern insbesondere bei ausgeprägt zweiphasigen Gefügen wie z.B. Dualphasengefügen erhöht.

[0050] Aufgrund der kurzen Temperaturbehandlungsdauer von maximal 10 Sekunden kann das erfindungsgemäße Verfahren in einer Serienfertigung, die eine Taktung im Bereich von 0,1 bis 10 Sekunden vorgibt, als Zwischenfertigungsschritt integriert werden. Insbesondere die Fertigung von Blechkomponenten im Automobilbereich in mehreren aufeinander folgenden Schritten stellt somit einen prädestinierten Anwendungsbereich des erfindungsgemäßen Verfahrens dar.

[0051] Optional kann das Band oder Blech, aus welchem die für die Erzeugung des Bauteils verwendete Platine zugeschnitten wird, in einem Vorbehandlungsschritt bereits vorgeformt und anschließend aus dem schon vorgeformten Band oder Blech die Platine geschnitten werden, wenn dies fertigungstechnisch sinnvoll erscheint. Alternativ kann die Vorformung auch erst an der bereits zugeschnittenen Platine erfolgen.

[0052] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt der Zuschnitt dabei durch Scherschneiden, wobei der Begriff Scherschneiden sowohl offene als auch geschlossene Schnitte umfasst, d.h. sowohl Schneid- als auch Stanzoperationen.

[0053] Weitere Merkmale, Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der Figur 1, die eine schematische Darstellung der einzelnen Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens zeigt.

[0054] Das linke Bild der Figur 1 zeigt das optionale Vorformen einer bereits durch Scherschneiden zugeschnittenen Platine. Das zweite Bild von links in der Figur 1 zeigt das Ausstanzen eines Loches in die Platine (Schritt 1). Die Schnittkanten des Loches werden sodann optional einer erfindungsgemäßen Erwärmung unterzogen (Schritt 1a) Das erfindungsgemäße Verfahren beinhaltet weiterhin das anschließende Umformen der Platine in ihren Kantenbereichen zu einer vorgeformten Kon-

tur, beispielsweise zu einem unvollständig ausgebildeten Kragen (Schritt 2).

[0055] Da die so erhaltene vorgeformte Kontur in ihren scherbeeinträchtigten Kantenbereichen eine hohe Kaltverfestigung aufweist, welche bei weiterer Umformung möglicherweise zu Defekten im Werkstoff führen würde, werden die Kantenbereiche anschließend zur Eliminierung bzw. Reduzierung der Kaltverfestigung der erfindungsgemäßen Temperaturbehandlung von mindestens 600 °C für eine Dauer von maximal 10 Sekunden unterzogen (Schritt 3).

[0056] Durch die Temperaturbehandlung erhält das Bauteil auch in den beanspruchten Kantenbereichen in erheblichem Maße seine Umformbarkeit zurück, sodass im nächsten Schritt eine erneute, weitere Umformung stattfinden kann (Schritt 4).

[0057] In Ausführungsformen, in denen durch die zweite Umformung noch nicht das gewünschte Bauteil erhalten wird, können die durch die zweite Umformung erzeugten Materialspannungen wieder zumindest teilweise durch eine nachfolgende Temperaturbehandlung von mindestens 600 °C für eine Dauer von maximal 10 Sekunden eliminiert werden, woraufhin ein dritter Umformschritt stattfinden kann.

[0058] Sollte das gewünschte Ergebnis auch infolge des dritten Umformschrittes noch nicht erreicht sein, können die Schritte der Temperaturbehandlung von mindestens 600 °C für eine Dauer von maximal 10 Sekunden, gefolgt von einem nachfolgenden Umformschritt bei Raumtemperatur, beliebig oft wiederholt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Bauteils durch Weiterformen einer vorgeformten Kontur einer Platine, wobei die zuvor bei Raumtemperatur aus einem Band oder einem Blech zugeschnittene Platine nach weiteren, bei Umgebungstemperatur durchgeführten Fertigungsschritten, wie z.B. Stanz- oder Schneidoperationen zur Erzielung von Aussparungen oder Durchbrüchen, in ausgewählten durch die Stanz- oder Schneidoperationen kaltverfestigten Kantenbereichen zum Erhalt einer vorgeformten Kontur einer ersten Umformung bei Umgebungstemperatur unterzogen wird,
dadurch gekennzeichnet,
dass optional schon die zur Umformung vorgesehenen Kantenbereiche aber mindestens die der ersten Umformung bereits unterzogenen Kantenbereiche für eine Dauer von maximal 10 Sekunden auf eine Temperatur von mindestens 600 °C erwärmt werden und die Kantenbereiche zu einem beliebigen Zeitpunkt nach dieser Wärmebehandlung einer zweiten Umformung oder weiteren Umformungen bei Umgebungstemperatur mit jeweils vorgeschalteten Wärmebehandlungen unterzogen werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Band oder Blech, aus welchem die für die Erzeugung des Bauteils verwendete Platine zugeschnitten wird, in einem Vorbehandlungsschritt vor der ersten Umformung vorgeformt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass durch die zweite Umformung das Bauteil erhalten wird.
4. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass nach der zweiten Umformung noch beliebig viele weitere Umformschritte der Kantenbereiche bei Umgebungstemperatur durchgeführt werden, wobei jedem der weiteren Umformschritte eine weitere Temperaturbehandlung der Kantenbereiche bei mindestens 600 °C für die Dauer von maximal 10 Sekunden vorausgeht.
5. Verfahren nach mindestens einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die der ersten Umformung unterzogenen Kantenbereiche für eine Dauer von 0,02 bis 10 Sekunden auf eine Temperatur von mindestens 600 °C erwärmt werden.
6. Verfahren nach mindestens einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die der ersten Umformung unterzogenen Kantenbereiche für eine Dauer von 0,1 bis 2 Sekunden auf eine Temperatur von mindestens 600 °C erwärmt werden.
7. Verfahren nach mindestens einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die der ersten Umformung unterzogenen Kantenbereiche auf eine Temperatur von 600 °C bis Solidustemperatur erwärmt werden.
8. Verfahren nach mindestens einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die der ersten Umformung unterzogenen Kantenbereiche auf eine Temperatur von der Umwandlungstemperatur Ac1 bis zur Solidustemperatur erwärmt werden.
9. Verfahren nach mindestens einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erwärmung auf eine Temperatur von mindestens 600 °C induktiv, konduktiv, mittels Strahlungserwärmung oder mittels Laserstrahlung erfolgt.
10. Verfahren nach mindestens einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

die Platine einen organischen und/oder metallischen Überzug aufweist.

11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der metallische Überzug Zn, Mg, Al und/oder Si enthält. 5
12. Verfahren nach mindestens einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmebehandlung der Platine, ausgehend von der Kante, in einem Bereich erfolgt, der maximal der Dicke der Platine entspricht. 10
13. Verfahren nach mindestens einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bereich um die Stelle der Wärmebehandlung zum Schutz vor Oxidation während, sowie optional vor und/oder nach der Wärmebehandlung mittels eines Inertgases gespült wird. 20
14. Verfahren nach mindestens einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Stahl mit folgender Legierungszusammensetzung in Gew.-% eingesetzt wird: 25

C	0,01 - 0,2%
Si	0,2 - 4,0%
Mn	0,5 - 4,0%
Al	0,02 - 0,1%
Ti	0,0 - 0,2%
V	0,0 - 0,3%
Nb	0,0-0,1%

mit optionaler Zugabe von Cr, Ni, Mo, B, Rest Eisen, einschließlich erschmelzungsbedingter Verunreinigungen. 40

Claims

1. Method for producing a component by further forming of a preformed contour of a blank, the blank, which is cut in advance from a strip or a metal sheet at room temperature, being subjected, after further manufacturing steps implemented at ambient temperature, such as e.g. stamping or cutting operations in order to obtain recesses or through-openings, in selected edge regions work-hardened by the stamping or cutting operations, to a first forming at ambient temperature in order to obtain a preformed contour, **characterised in that** optionally, in fact, the edge regions provided for the forming but at least the edge regions already sub-

jected to the first forming are heated for a duration of at most 10 seconds to a temperature of at least 600°C, and the edge regions are subjected, at any time after this heat treatment, to a second forming or further formings at ambient temperature with respectively preceding heat treatments.

2. Method according to claim 1, **characterised in that** the strip or metal sheet, from which the blank used for the production of the component is cut, is preformed in a pretreatment step before the first forming. 10
3. Method according to claim 1 and 2, **characterised in that** the component is obtained by the second forming. 15
4. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that**, after the second forming, any number of further forming steps of the edge regions are implemented at ambient temperature, each of the further forming steps being preceded by a further temperature treatment of the edge regions at at least 600°C for the duration of at most 10 seconds. 20
5. Method according to at least one of the preceding claims, **characterised in that** the edge regions subjected to the first forming are heated to a temperature of at least 600°C for a duration of 0.02 to 10 seconds. 30
6. Method according to at least one of the preceding claims, **characterised in that** the edge regions subjected to the first forming are heated to a temperature of at least 600°C for a duration of 0.1 to 2 seconds. 35
7. Method according to at least one of the preceding claims, **characterised in that** the edge regions subjected to the first forming are heated to a temperature of at least 600°C up to solidus temperature. 40
8. Method according to at least one of the preceding claims, **characterised in that** the edge regions subjected to the first forming are heated to a temperature from the conversion temperature Ac 1 up to solidus temperature. 45
9. Method according to at least one of the preceding claims, **characterised in that** the heating to a temperature of at least 600°C is effected inductively, conductively, by means of radiation heating or by means of laser radiation. 50
10. Method according to at least one of the preceding claims, **characterised in that** the blank has an organic and/or metallic coating. 55

11. Method according to claim 10,
characterised in that the metallic coating comprises Zn, Mg, Al and/or Si.

12. Method according to at least one of the preceding claims, **characterised in that** the heat treatment of the blank, starting from the edge, is effected in a region which corresponds to the maximum of the thickness of the blank.

13. Method according to at least one of the preceding claims, **characterised in that** the region around the position of the heat treatment is scoured by means of an inert gas for protection from oxidation, during and optionally before and/or after the heat treatment.

14. Method according to at least one of the preceding claims, **characterised in that** a steel with the following alloy composition in % by weight is used:

C	0.01 - 0.2%
Si	0.2 - 4.0%
Mn	0.5 - 4.0%
Al	0.02 - 0.1%
Ti	0.0 - 0.2%
V	0.0 - 0.3%
Nb	0.0 - 0.1%

with optional addition of Cr, Ni, Mo, B, the rest iron, including smelting-induced impurities.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'un composant par mise en forme ultérieure d'un contour préformé d'une platine, dans lequel la platine préalablement découpée à température ambiante à partir d'une bande ou d'une tôle est soumise, après des étapes de fabrication supplémentaires réalisées à température ambiante, par exemple des opérations d'emboutissage ou de découpage, pour obtenir des évidements ou des ouvertures, à une première déformation à température ambiante dans des zones de bord sélectionnées, durcies à froid par les opérations d'emboutissage ou de découpage, pour obtenir un contour préformé,
caractérisé en ce
que les zones de bord facultativement déjà prévues pour la déformation, mais au moins les zones de bord déjà soumises à la première déformation, sont chauffées à une température d'au moins 600 °C pendant une durée maximale de 10 secondes, et les zones de bord sont soumises à un moment quelcon-

que après ce traitement thermique à une seconde déformation ou à des déformations supplémentaires à température ambiante avec des traitements thermiques respectivement en amont.

2. Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce
que la bande ou la tôle, à partir de laquelle est découpée la platine utilisée pour la fabrication du composant, est préformée lors d'une étape de prétraitement avant la première déformation.

3. Procédé selon la revendication 1 et 2,
caractérisé en ce
que le composant est obtenu par la seconde déformation.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé en ce
qu'après la seconde déformation, un nombre quelconque d'étapes de déformation supplémentaires des zones de bord est encore réalisé à température ambiante, dans lequel chacune des étapes de déformation supplémentaires est précédée d'un traitement thermique supplémentaire des zones de bord à au moins 600 °C pendant une durée maximale de 10 secondes.

5. Procédé selon au moins une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les zones de bord soumises à la première déformation sont chauffées à une température d'au moins 600 °C pendant une durée de 0,02 à 10 secondes.

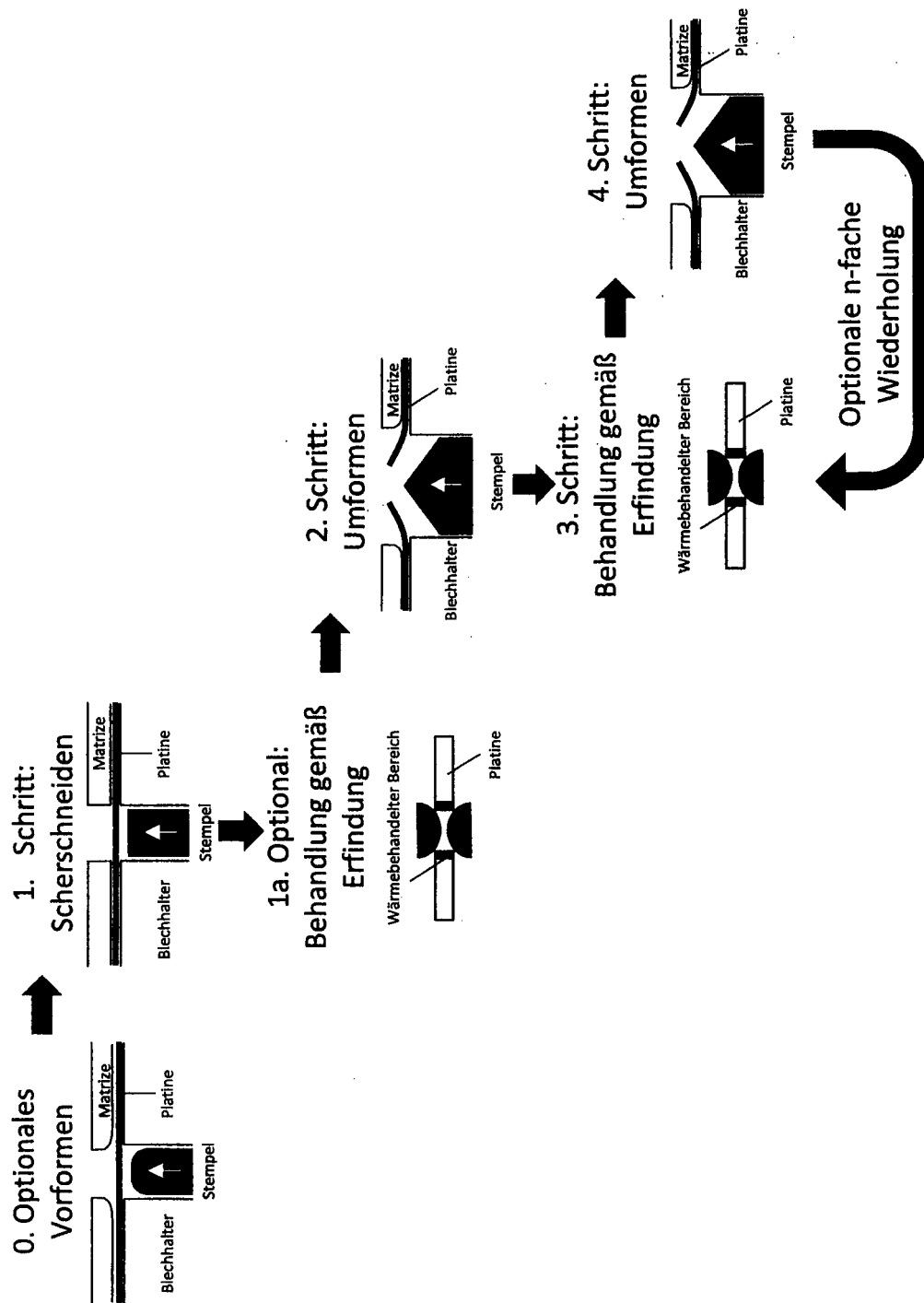
6. Procédé selon au moins une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les zones de bord soumises à la première déformation sont chauffées à une température d'au moins 600 °C pendant une durée de 0,1 à 2 secondes.

7. Procédé selon au moins une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les zones de bord soumises à la première déformation sont chauffées à une température de 600 °C à la température de solidus.

8. Procédé selon au moins une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les zones de bord soumises à la première déformation sont chauffées à une température de la température de transformation Ac1 à la température de solidus.

9. Procédé selon au moins une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le chauffage à une température d'au moins 600 °C s'effectue par induction, conduction, chauffage par rayonnement ou rayonnement laser.

10. Procédé selon au moins une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la platine présente un revêtement organique et/ou métallique. 5
11. Procédé selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** le revêtement métallique contient du Zn, Mg, Al et/ou Si.
12. Procédé selon au moins une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le traitement thermique de la platine, en partant du bord, s'effectue dans une zone qui correspond au maximum à l'épaisseur de la platine. 10 15
13. Procédé selon au moins une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la zone autour de l'emplacement du traitement thermique est rincée au moyen d'un gaz inerte pour la protection contre l'oxydation pendant, ainsi que facultativement avant et/ou après le traitement thermique. 20
14. Procédé selon au moins une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'un** acier avec la composition d'alliage suivante en % en poids est utilisé : 25
- | | | |
|----|--------------|----|
| C | 0,01 - 0,2 % | |
| Si | 0,2-4,0 % | 30 |
| Mn | 0,5-4,0 % | |
| Al | 0,02-0,1 % | |
| Ti | 0,0 - 0,2 % | |
| V | 0,0 - 0,3 % | 35 |
| Nb | 0,0-0,1 % | |
- avec addition facultative de Cr, Ni, Mo, B, le reste étant du fer, y compris des impuretés dues à la fusion. 40
- 45
- 50
- 55



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102009049155 A1 **[0019]**
- DE 102011121904 A1 **[0019]**
- DE 102014016614 A1 **[0020]**