



(11)

EP 2 473 297 B1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**11.02.2015 Patentblatt 2015/07**

(21) Anmeldenummer: **10740648.0**(22) Anmeldetag: **06.08.2010**

(51) Int Cl.:

**B21D 22/02** (2006.01)      **B21D 37/16** (2006.01)  
**B21D 53/88** (2006.01)      **C21D 1/673** (2006.01)  
**C21D 9/46** (2006.01)      **C21D 9/48** (2006.01)  
**B21D 37/01** (2006.01)

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2010/061495**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2011/026712 (10.03.2011 Gazette 2011/10)**

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG EINES METALLBAUTEILS UND VERWENDUNG EINES SOLCHEN METALLBAUTEILS**

METHOD AND DEVICE FOR PRODUCING A METAL COMPONENT AND USE OF SUCH A COMPONENT

PROCÉDÉ ET DISPOSITIF POUR PRODUIRE UN COMPOSANT MÉTALLIQUE ET UTILISATION D'UN TEL COMPOSANT MÉTALLIQUE

(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 SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **01.09.2009 DE 102009043926**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**11.07.2012 Patentblatt 2012/28**

(73) Patentinhaber: **ThyssenKrupp Steel Europe AG  
47166 Duisburg (DE)**

(72) Erfinder:

- SIKORA, Sascha  
44534 Lünen (DE)**

- SCHMITZ, Kai  
42929 Wermelskirchen (DE)**
- GRÜNEKLEE, Axel  
47249 Duisburg (DE)**

(74) Vertreter: **Cohausz & Florack  
Patent- und Rechtsanwälte  
Partnerschaftsgesellschaft  
Bleichstraße 14  
40211 Düsseldorf (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A1-102009 018 798 DE-B3- 10 256 621**  
**DE-B3- 10 300 371 DE-B3-102005 032 113**  
**DE-C- 890 035 FR-A1- 2 927 828**  
**US-A1- 2002 113 041**

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 zur Herstellung eines Metallbauteils, insbesondere eines Kraftfahrzeugbauteils gemäß Anspruch 1. Die Erfindung betrifft auch ein Werkzeug zur Herstellung eines solchen Metallbauteils gemäß Anspruch 10.

**[0002]** Warmumgeformte Metallbauteile finden in der Automobilindustrie, insbesondere bei Crash relevanten, hohen Querbeanspruchungen ausgesetzten Bereichen der Karosserie weit verbreitete Anwendung. So werden B-Säulen bzw. B-Säulenverstärkungen häufig aus hochfestem, warmumgeformtem Mangan-Borstahl gefertigt. Durch die Verarbeitung solcher Werkstoffe in einem Warmumformprozess können hohe Streck- und Zugfestigkeiten im Bauteil erreicht werden, so dass die notwenige Blechdicke gegenüber konventionell hergestellten Stahlbauteilen deutlich reduziert werden und somit ein Beitrag zum Leichtbau und damit zur CO<sub>2</sub>-Reduktion erzielt werden kann. Der Nachteil vollständig warmumgeformter Metallbauteile liegt darin, dass die Bruchdehnung eines warmumgeformten Metallbauteils relativ gering ist. Daraus können warmumgeformte Metallbauteile zwar gut in querbeanspruchten Bereichen eingesetzt werden, da hier die hohen Festigkeiten, insbesondere die Streckgrenze, ein Knicken des Metallbauteils vermeidet. Bei längsbeanspruchten Metallbauteilen, wie beispielsweise Längsträgern, können warmumgeformte Metallbauteile jedoch nicht eingesetzt werden, da die geringe Bruchdehnung kein regelmäßiges Falten der Metallbauteile erlauben würde und ein Werkstoffversagen bei einer relativ niedrigen Energieaufnahme die Folge wäre.

**[0003]** In der DE 102 56 621 B3 wird eine Platine in einem Durchlaufofen unterschiedlich erwärmt, so dass sich aufgrund der verschiedenen Werkstofftemperaturen nach der Umformung verschiedene Festigkeiten im Metallbauteil ergeben. Bei diesem Verfahren wird die Platine im Durchlauf in zwei Ofenkammern unterschiedlich temperiert, so dass sich unterschiedliche Gefügebereiche im Härteprozess einstellen. Dieses Verfahren hat den Nachteil, dass nur zwei bis drei unterschiedliche Zonen bezüglich der Festigkeit und der Bruchdehnung im Metallbauteil zu erzielen sind. Diese können darüber hinaus auch nur in Durchlaufrichtung der Platine ausgebildet werden. Die Durchlaufrichtung eines Stahlteils bzw. einer Platine entspricht in der Regel der größten Längsstreckung des Stahlteils bzw. der Platine.

**[0004]** Mit dem Ziel, warmumgeformte Metallbauteile auch in längsbeanspruchten Bereichen einzusetzen, offenbart die DE 10 2006 019 395 A1 eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Umformen von Platinen aus höher und höchstfesten Stählen. Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass das Umformwerkzeug zur Warmumformung Mittel zur Temperierung aufweist, mit denen ein Stahlteil in verschiedenen Temperaturzonen während des Umformens auf verschiedene, vorgegebene Temperaturwerte temperiert werden kann. Auf diese Weise ist es möglich, die

**[0005]** Gefügestruktur im Metallbauteil lokal zu beeinflussen, so dass Metallbauteile mit ortsabhängigen Materialeigenschaften herstellbar sind. Unter ortsabhängigen Materialeigenschaften wird verstanden, dass sich die Materialeigenschaften in mindestens zwei Teilbereichen des Metallbauteils unterscheiden. Die verschiedenen Gefügearten werden durch unterschiedliche Abkühlraten des Materials erreicht. Die Umformwerkzeuge mit den Mitteln zur Temperierung sind jedoch relativ aufwendig herzustellen und daher kostenaufwendig.

**[0006]** Schließlich ist aus der US 2002/0113041 A1 ein Verfahren zum teilweisen Härteln eines Werkstücks bekannt. Ein Teil eines Werkstücks, welches aus Metall bestehen kann, wird hierbei auf eine höhere Temperatur gebracht als ein zweiter Teil und anschließend wird das Werkstück in einem Umformwerkzeug mit lokal unterschiedlichen Abkühleigenschaften durch Kontakt mit dem Werkzeug abgeschreckt. Dies kann auch dadurch erzielt werden, dass der eine formgebende Teil aus einem anderen Material besteht oder so gestaltet ist, dass er eine höhere Wärmeleitfähigkeit als der andere Teil aufweist.

**[0007]** Der vorliegenden Erfindung liegt daher die technische Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung eines Metallbauteils zur Verfügung zu stellen, welches eine lokale Einstellung des Gefüges im Metallbauteil erlaubt und gleichzeitig kostengünstig und einfach durchzuführen ist.

**[0008]** Diese Aufgabe wird gemäß einer ersten Lehre der vorliegenden Erfindung bei einem gattungsgemäßen Verfahren dadurch gelöst, dass mindestens eine der zwei Sektionen der Werkzeugoberfläche eine wärmeleitfähigkeitsreduzierende oder -erhöhende Oberflächenbeschichtung aufweist, wobei die Oberflächenbeschichtung entfernt und bedarfsgerecht neu aufgebracht werden kann.

**[0009]** Es wurde erkannt, dass die Abkühlung des Stahlteils in dem Umformwerkzeug stark durch die Wärmeleitfähigkeit der Umformwerkzeugoberfläche beeinflusst wird. Unter der Wärmeleitfähigkeit wird dabei insbesondere der Wärmeleitkoeffizient verstanden.

**[0010]** Bei einer hohen Wärmeleitfähigkeit der angrenzenden Oberfläche erfolgt eine schnelle Abkühlung des Stahlteils, während bei einer niedrigen Leitfähigkeit das Stahlteil langsamer abgekühlt wird. Aufgrund der Einstellung der Abkühlrate durch die Wärmeleitfähigkeit der Werkzeugoberfläche lässt sich die Zahl der Temperierungselemente, d. h. der Heiz- oder Kühlelemente reduzieren, so dass sich eine Kostenersparnis ergibt. Weiterhin kann auf eine ungleichmäßige Anordnung bzw. eine notwendige Ansteuerbarkeit der Temperierungselemente verzichtet werden. Auch hieraus ergibt sich eine Kostenreduzierung.

**[0011]** Durch die verschiedenen Abkühlraten wird im Stahlteil bzw. im hergestellten Metallbauteil das Vorhandensein verschiedener Gefügearten bewirkt. Beträgt die Kühlrate in einem Teilbereich des Metallbauteils mehr als 27 K/s, ergibt sich dort ein vorwiegend martensiti-

sches Gefüge mit einer hohen Festigkeit und geringer Bruchdehnung. Bei einer geringeren Abkühlrate entsteht ein ferritisch-bainitisches Gefüge mit einer mittleren Festigkeit und einer mittleren Bruchdehnung, ein ferritisch-perlitisches Gefüge mit einer geringen Festigkeit und einer hohen Bruchdehnung oder ein Gemisch daraus. Ferritisch-bainitische und ferritisch-perlitische Gefüge weisen eine Zugfestigkeit unterhalb von 860 MPa auf.

**[0012]** In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht das Werkzeug im Bereich der mindestens zwei Sektionen der Werkzeugoberfläche aus verschiedenen Werkstoffen mit verschiedenen Wärmeleitfähigkeiten. Durch die Wahl verschiedener Werkstoffe kann auf einfache Weise die Wärmeleitfähigkeit der Werkzeugoberfläche beeinflusst werden. Insbesondere sind auf diese Weise benachbarte Sektionen mit stark unterschiedlichen Wärmeleitfähigkeiten herstellbar.

**[0013]** Die Zahl der Sektionen ist generell natürlich nicht auf zwei beschränkt, sondern kann beliebig groß sein. Bevorzugt werden mindestens drei Sektionen vorgesehen, so dass sich im Metallbauteil drei Teilbereiche mit unterschiedlichen Gefügearten bzw. Festigkeiten einstellen, wobei mindestens ein Teilbereich ein überwiegend martensitisches Gefüge und mindestens zwei weitere Teilbereiche überwiegend ferritisch-bainitisches und/oder ferritisch-perlitisches Gefüge aufweisen.

**[0014]** Eine besonders günstige Wärmeleitfähigkeit bei gleichzeitig ausreichender Stabilität für den Einsatz in einem Werkzeug wird in einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel dadurch erreicht, dass die Sektionen aus Stählen, Stahllegierungen und/oder Keramiken bestehen.

**[0015]** Erfindungsgemäß weist mindestens eine der zwei Sektionen der Werkzeugoberfläche eine wärmeleitfähigkeitsreduzierende oder -erhöhende Oberflächenbeschichtung auf. Auf diese Weise wird die Wärmeleitung der Werkzeugoberfläche durch die Oberflächenbeschichtung modifiziert. Dies erlaubt sehr komplexe und lokale Änderungen der Wärmeleitfähigkeit und somit die Herstellung von Metallbauteilen mit komplexer und lokal variierender Gefügestruktur. Ein weiterer Vorteil ergibt sich dadurch, dass eine Beschichtung einer Werkzeugoberfläche leicht nachzurüsten und/oder zu verändern ist. So können mit einem Werkzeug durch Änderung der Beschichtung Metallbauteile mit verschiedenen angepassten Gefügestrukturen hergestellt werden.

**[0016]** In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Stahlteil direkt oder indirekt warmumgeformt und/oder pressgehärtet. Auf diese Weise wird eine große Flexibilität bei der Durchführung des Herstellungsverfahrens ermöglicht. Bei einer indirekten Warmumformung wird das Stahlteil in mindestens zwei Schritten umgeformt, bevorzugt zunächst durch eine Kaltumformung und dann durch eine Warmumformung. Bei einer direkten Warmumformung erfolgt die Umformung hingegen in einem einzigen Warmumformschritt. Die indirekte Warmumformung kann

besonders bei hohen Ziehtiefen vorteilhaft sein.

**[0017]** Eine besonders flexible Gestaltung des Metallbauteils wird in einer weiteren Ausführungsform dadurch erreicht, dass mindestens eine Grenze zwischen den Teilbereichen quer oder schräg zur größten Längserstreckung des Stahlteils und/oder nicht linear verläuft. Das Verfahren erlaubt mithin eine im Wesentlichen beliebige Einstellung der Teilbereichsgrenzen zueinander. Die Grenzen zwischen den Teilbereichen sind weiterhin bevorzugt außerhalb von Fügebereichen des Stahlteils angeordnet, um eine Beeinträchtigung von

**[0018]** Fügeverbindungen, insbesondere Schweißnähten, durch den Übergangsbereich im Bereich einer Grenze zu vermeiden.

**[0019]** In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird als Stahlteil ein Halbzeug, insbesondere ein Tailored-Blank, ein Tailored-Welded-Blank, ein Patchwork-Blank oder ein Tailored-Rolled-Blank, oder eine zugeschnittene Platine verwendet. Das Verfahren erlaubt folglich eine maximale Flexibilität bei der Herstellung eines Metallbauteils mit ortszahligen Materialeigenschaften. Unter einem Tailored-Blank wird eine Blechplatine verstanden, welche aus verschiedenen Werkstoffgüten und/oder Blechdicken zusammengesetzt ist. Bei einem Tailored-Welded-Blank sind verschiedene Blechplatten aneinander geschweißt. Ein Tailored-Rolled-Blank weist durch ein flexibles Walzverfahren hergestellte unterschiedliche Blechdicken auf. Ein Patchwork-Blank besteht aus einer Platine, auf welche flickenartig weitere Bleche gefügt sind. Sehr gute Materialeigenschaften des Metallbauteils werden in einer bevorzugten Ausführungsform dadurch erreicht, dass ein Stahlteil aus Mangan-Borostahl, insbesondere MBW 1500, MBW 1700 oder MBW 1900, vorzugsweise in Kombination mit einem mikrolegierten Stahl, beispielsweise MHZ 340, und/oder aus einem mikrolegierten Stahl, beispielsweise MHZ 340, verwendet wird.

**[0020]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens weist das Stahlteil eine organische Beschichtung, insbesondere eine Lackbeschichtung, z. B. einen Verzunderungsschutz, vorzugsweise einen lösungsmittel- oder wasserbasierten, ein-, zwei- oder mehrkomponentigen Verzunderungsschutz auf. Alternativ oder zusätzlich kann das

**[0021]** Stahlteil eine anorganische Beschichtung, vorzugsweise eine Aluminium- oder Aluminium-Silizium-basierende Beschichtung, insbesondere eine feueraluminisierte Beschichtung (fal), und/oder eine Zink-basierende Beschichtung aufweisen. Auf diese Weise ist eine Funktionalisierung der Oberfläche des Metallbauteils möglich, so dass die Materialeigenschaften noch flexibler angepasst werden können.

**[0022]** Die technische Aufgabe wird gemäß einer zweiten Lehre der vorliegenden Erfindung bei einem Werkzeug zum Warmumformen und Härtung von Stahlteilen, insbesondere zur Durchführung des zuvor beschriebenen Verfahrens, wobei die mit dem Stahlteil in Kontakt

tretende Werkzeugoberfläche mehrere Sektionen aufweist, welche sich in ihren Wärmeleitfähigkeiten unterscheiden, erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die mindestens eine der Sektionen eine wärmeleitfähigkeitsreduzierende oder -erhöhende Oberflächenbeschichtung aufweist, die entfernbar und bedarfsgerecht neu aufbringbar ist.

**[0023]** Durch diese verschiedenen Sektionen werden auf einfache Weise verschiedene Kühlraten bei der Härtung eines Stahlteils und somit verschiedene Gefügearten im hergestellten Metallbauteil erreicht. Insbesondere kann die Zahl der Temperierungselemente, z. B. die Zahl der Heizelemente in dem Werkzeug reduziert werden.

**[0024]** Der Unterschied in der Wärmeleitfähigkeit kann in einer bevorzugten Ausführungsform des Werkzeugs dadurch erreicht werden, dass die Sektionen aus verschiedenen Werkstoffen, insbesondere Stählen, Stahllegierungen und/oder Keramiken, mit verschiedenen Wärmeleitfähigkeiten bestehen.

**[0025]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die mit dem Stahlteil in Kontakt tretende Werkzeugoberfläche zumindest teilweise auf verschiedenen austauschbaren Segmenten und/oder Werkzeugeinsätzen des Werkzeugs angeordnet. Auf diese Weise ist es möglich, die austauschbaren Segmente oder Werkzeugeinsätze im Werkzeug flexibel an- bzw. umzuordnen, so dass mit einem Werkzeug Metallbauteile mit verschiedenen Gefügeanordnungen und folglich mit verschiedenen Eigenschaften hergestellt werden können.

**[0026]** Eine einfache Realisierung der verschiedenen Wärmeleitfähigkeiten wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, dass mindestens eine der Sektionen eine wärmeleitfähigkeitsreduzierende oder -erhöhende Oberflächenbeschichtung aufweist. Auf diese Weise können insbesondere sehr lokale Änderungen der Wärmeleitfähigkeit erreicht werden. Weiterhin ist die Oberflächenbeschichtung erfindungsgemäß entfernbar und bedarfsgerecht neu aufbringbar.

**[0027]** Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung können der nachfolgenden Beschreibung mehrerer Ausführungsbeispiele entnommen werden, wobei auf die beigefügte Zeichnung Bezug genommen wird. In der Zeichnung zeigen

Fig. 1 ein Werkzeug zur Herstellung eines Metallbauteils aus dem Stand der Technik,

Fig. 2 ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Werkzeugs bzw. Verfahrens,

Fig. 3 zwei weitere Ausführungsbeispiele eines erfindungsgemäßen Werkzeugs bzw. Verfahrens,

Fig. 4 ein drittes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Werkzeugs bzw. Verfahrens,

Fig. 5 einen Chargenofen bzw. ein alternatives War-

mumformverfahren,

Fig. 6 einen weiteren Chargenofen und ein weiteres alternatives Warmumformverfahren,

Fig. 7 ein alternatives Warmumformverfahren,

Fig. 8 ein erstes mit einem erfindungsgemäßen Verfahren hergestelltes Metallbauteil,

Fig. 9 ein zweites mit einem erfindungsgemäßen Verfahren hergestelltes Metallbauteil und

Fig. 10 ein drittes mit einem erfindungsgemäßen Verfahren hergestelltes Metallbauteil.

**[0028]** Fig. 1 zeigt ein Werkzeug zur Herstellung eines Metallbauteils aus dem Stand der Technik im Längsschnitt. Das Werkzeug 2 ist als Warmumformwerkzeug 20 ausgebildet und weist einen unteren Stempel 4, einen oberen Stempel 6 sowie zwei Flanschschneiden 8 und 10 auf. Die einander zugewandten Oberflächen 12 und 14 des unteren bzw. oberen Stempels 4, 6 weisen ein Profil auf, welches der Außenkontur des aus einem Stahlteil 16 herzustellenden Metallbauteils entspricht. Im oberen Stempel 6 sind weiterhin Temperierungselemente 18 vorgesehen, mit denen die Temperatur im Bereich der Oberfläche 14 des oberen Stempels 6 eingestellt werden kann. Vergleichbare Temperierungselemente 30 können auch im unteren Stempel 4 vorgesehen sein. Die Abstände zwischen den benachbarten Temperierungselementen 18 unterscheiden sich voneinander, so dass die Oberfläche 14 ein ortsabhängiges Temperaturprofil aufweist. Bei den Herstellungsverfahren aus dem Stand der Technik wird das als Platine ausgebildete Stahlteil 16 zwischen dem auseinandergefahrenen Stempel 4 und 6 angeordnet und der Stempel 6 auf den Stempel 4 abgesenkt. Auf diese Weise wird die Platine gleichzeitig warmumgeformt und erfährt eine Abkühlung mit ortsabhängigen Abkühlraten. Dies führt zu einer entsprechend 40 ortsabhängigen Gefügeänderung im Stahlteil. Die Flanschbereiche 20 des Stahlteils 16 können durch Senken der Flanschschneiden 8 und 10 beschnitten werden. Durch die ungleichmäßige Anordnung der Temperierungselemente 18 weist das Werkzeug 2 einen komplizierten Aufbau auf, der insbesondere den Einsatz einer hohen Zahl von Temperierelementen erfordert.

**[0029]** Fig. 2 zeigt nun ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Werkzeugs bzw. Verfahrens im Längsschnitt. Mit der Darstellung in Fig. 1 übereinstimmende Teile sind in dieser und in den folgenden Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen. Das Werkzeug 30 unterscheidet sich von dem in Fig. 1 dargestellten Werkzeug 2 dadurch, dass der untere Stempel 4 verschiedene Sektionen 32, 34, 36, 38 aufweist, die aus verschiedenen Werkstoffen mit unterschiedlichen Wärmeleitfähigkeiten bestehen. Als Werkstoffe werden bevorzugt Stähle, Stahllegierungen und/oder Keramiken

eingesetzt. Alternativ oder zusätzlich kann auch der obere Stempel 6 aus mehreren Sektionen aus verschiedenen Werkstoffen bestehen. Die Sektionen können auch lediglich im Bereich der Oberflächen 12 und 14 aus verschiedenen Werkstoffen bestehen. Durch die unterschiedliche Wärmeleitfähigkeit der einzelnen Sektionen 32, 34, 36, 38 kommt es bei der Warmumformung bzw. Härtung eines Stahlteils 16 zu unterschiedlichen Abkühlraten und damit zur Ausbildung verschiedener Gefügestrukturen innerhalb des Stahlteils 16.

**[0030]** Die Figuren 3a und 3b zeigen zwei weitere Ausführungsbeispiele eines erfindungsgemäßen Werkzeugs bzw. Verfahrens im Längsschnitt. In den Figuren ist jeweils ein alternativer unterer Stempel für ein Werkzeug, beispielsweise das in Fig. 2 gezeigte Werkzeug, dargestellt. Der untere Stempel 50 in Fig. 3a besteht aus einer Mehrzahl separater Segmente 52a bis 52p, welche aus verschiedenen Werkstoffen mit verschiedenen Wärmeleitfähigkeiten bestehen können. Die gesamte Oberfläche 54 des Stempels 50 weist damit eine ortsabhängige Wärmeleitfähigkeit auf, so dass mit einem, diesen Stempel 50 beinhaltenden Werkzeug bei einem Warmumform- bzw. Härteverfahren unterschiedliche Abkühlraten im Stahlteil bewirkt werden können. Einige oder alle Segmente 52a bis 52p können im Wesentlichen beliebig ausgetauscht oder vertauscht werden. So sind beidem in Fig. 3b dargestellten unteren Stempel 56 eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Werkzeugs die Segmente 52f und 52j durch andere Segmente 52q und 52r aus einem anderen Werkstoff ersetzt. Weiterhin sind die Segmente 52d und 52e sowie die Segmente 52g und 52h in ihrer Position vertauscht. Abhängig von der Zahl der Segmente und der zur Verfügung stehenden Werkstoffe können so auf einfache Weise die sich in ihren Wärmeleitfähigkeiten unterscheidenden Sektionen der Oberfläche 54 der unteren Stempel 50, 56 flexibel angepasst werden. Alternativ können natürlich auch der obere Stempel bzw. beide Stempel aus separaten Segmenten bestehen.

**[0031]** Fig. 4 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Werkzeugs bzw. eines erfindungsgemäßen Verfahrens im Längsschnitt. Bei dem Werkzeug 64 weist die Oberfläche 14 des unteren Stempels 4 Sektionen 66, 68, 70 und 72 auf, von denen die Sektionen 66, 70 und 72 mit Oberflächenbeschichtungen 74, 76 und 78 beschichtet sind. Die Oberflächenbeschichtungen 74, 76 und 78 reduzieren oder erhöhen die Wärmeleitfähigkeit der Oberfläche 14 in der jeweiligen Sektion. In der unbeschichteten Sektion 68 entspricht die Wärmeleitfähigkeit der des Stempelmaterials. Bei den Oberflächenbeschichtungen kann es sich beispielsweise um Lacke, insbesondere um temperaturbeständige Lacke, vorzugsweise um hochtemperaturbeständige Lacke, handeln. Bei der Herstellung eines Metallbauteils mit dem Werkzeug 64 bewirken die verschiedenen Beschichtungen unterschiedliche Abkühlungsraten in dem Stahlteil 16, so dass die Gefügestruktur ortsabhängig verändert wird. Die Oberflächenbeschichtungen sind

vorzugsweise wieder entfernbare und können flexibel und bedarfsgerecht angepasst werden.

**[0032]** Fig. 5 zeigt einen Chargenofen in Aufsicht. Der Chargenofen 90 weist drei Bereiche 92, 94 und 96 auf, die sich in ihren Temperaturen unterscheiden. So kann in dem Bereich 96 beispielsweise eine Temperatur oberhalb der Austenitisierungstemperatur vorliegen, während die Temperatur im Bereich 94 unterhalb der Austenitisierungstemperatur liegt. Der Bereich 92 weist einen durch einen Pfeil 98 symbolisierten Temperaturgradienten auf, d.h. dass die Temperatur von der linken Seite 100 zur rechten Seite 102 des Bereichs 92 zunimmt. Durch die ortsabhängigen Temperaturen im Chargenofen 90 wird ein im Chargenofen 90 angeordnetes, als Platine ausgebildetes Stahlteil 104 lokal auf verschiedene

**[0033]** Temperaturen erwärmt bzw. gekühlt. Im Anschluss daran wird die Platine in Richtung des Pfeils 106 aus dem Chargenofen zu einem Härtewerkzeug, insbesondere zu einem Presswerkzeug, transportiert. In diesem erfährt die Platine beim Umformen bzw. Härteln aufgrund der lokalen unterschiedlichen Temperaturen unterschiedliche Gefügeübergänge, so dass sich ein Metallbauteil mit ortsabhängiger Gefügestruktur und somit ortsabhängigen Eigenschaften ergibt.

**[0034]** Fig. 6 zeigt einen Chargenofen im Längsschnitt. Der Chargenofen 114 weist Heizelemente 116 und 118 auf, mit denen die im Chargenofen 114 angeordnete Platine 120 erwärmt wird. Die Platine 120 liegt auf Rollen 122 auf, mit denen sie in Richtung der Pfeile 123 in den Chargenofen 114 hinein- und herausbefördert werden kann. In dem Heizelement 116 sind Gasdüsen 124 vorgesehen, welche durch eine Leitung 126 mit Gas, insbesondere Stickstoff, versorgt werden. Die Gasdüsen 124 weisen weiterhin Steuerungen 128 auf, mit denen der durch die Gasdüsen 124 strömende Gasfluss eingestellt werden kann. Auf diese Weise ist es möglich, die Platine im Bereich einer Gasdüse zu kühlen, so dass sich in diesem Bereich des Chargenofens 114 eine effektiv geringere Temperatur einstellt. Die Gasdüsen 124 sind vorzugsweise einzeln oder in Gruppen ansteuerbar, so dass das Temperaturprofil der Bereiche und/oder die Anordnung der Bereiche mit verschiedenen Temperaturen flexibel wählbar sind.

**[0035]** Fig. 7 zeigt ein alternatives Warmumformverfahren als Ablaufdiagramm. Bei dem Verfahren 134 wird ein Stahlteil in einem ersten Schritt 136 in einem Ofen auf eine Temperatur im Bereich der Austenitisierungstemperatur erwärmt. In einem zweiten Schritt 138 wird das Stahlteil dann in einem erfindungsgemäßen Chargenofen temperiert, so dass das Stahlteil Teilbereiche mit verschiedenen Temperaturen aufweist. In einem dritten Schritt 140, der vorzugsweise unmittelbar an den zweiten Schritt 136 anschließt, wird das Stahlteil in einem Werkzeug warmumgeformt und/oder pressgehärtet. Das Werkzeug zum Warmformen und/oder Presshärten kann bevorzugt auch als Werkzeug gemäß der vierten Lehre der vorliegenden Erfindung ausgebildet sein. Der erste

Schritt 136 ist optional und kann auch entfallen.

**[0036]** Fig. 8 zeigt ein mit einem erfindungsgemäßen Verfahren hergestelltes Metallbauteil 150 in Form einer einteiligen Seitenwand eines Kraftfahrzeugs. Das Metallbauteil 150 weist zwei Teilbereiche 152 und 154 auf, welche bei der Härtung des Metallbauteils 150 verschiedene Temperaturverläufe durchlaufen haben. Der Teilbereich 152 wurde mit einer hohen Abkühlrate von einer Temperatur oberhalb der Austenitisierungstemperatur abgekühlt. Er weist dadurch ein vorwiegend martensitisches Gefüge und somit eine große Festigkeit auf. Der Teilbereich 154 wurde mit einer geringeren Abkühlungsr率e und/oder von einer Temperatur unterhalb der Austenitisierungstemperatur abgekühlt. Er weist somit ein ferritsch-bainistisch oder ferrisch-perlitisches Gefüge und folglich eine höhere Bruchdehnung auf.

**[0037]** Das in Fig. 9 dargestellte, ebenfalls mit einem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Metallbauteil 160 in Form einer Seitenwand weist eine komplexere Ortsabhängigkeit der Gefügestrukturen auf und ist so besser an die Belastungsbeanspruchungen im Kraftfahrzeug angepasst. Während der Teilbereich 162 vorwiegend martensitisches Gefüge aufweist, weist der Teilbereich 164, der insbesondere den Fuß der B-Säule 166 sowie ferritsch-perlitisches Gefüge und somit eine höhere Bruchdehnung auf. Diese ist beim Seitenschweller 168 aufgrund der strukturmechanischen Beanspruchungen beim seitlichen Poletest notwendig, am Fuß der B-Säule 166 ist diese erforderlich, um den bei einem IIHS-Crash auftretenden hohen Deformationen Stand halten zu können. Die dargestellte B-Säule 166 ist aus einem Tailored-Blank aus zwei im Stumpfstoß gefügten Platinenzuschnitten aus einem Mangan-Bor- und einem mikrolegierten Stahl hergestellt. Im Vergleich zu der in Fig. 8 dargestellten Seitenwand ist die in Fig. 9 gezeigte Seitenwand aufgrund der komplexeren Teilbereichsanordnung und der entsprechenden komplexeren ortsabhängigen Materialeigenschaften insgesamt besser an die Beanspruchungen im Kfz angepasst. Derartige Metallbauteile können mit dem erfindungsgemäßen Verfahren bzw. dem erfindungsgemäßen Werkzeug günstig und einfach hergestellt werden.

**[0038]** In Fig. 10 ist ein drittes mit einem erfindungsgemäßen Verfahren hergestelltes Metallbauteil 170 dargestellt. Das Metallbauteil 170 weist eine nicht linear verlaufende Grenze 173 auf, welche einen ersten Bereich 172 von hoher Festigkeit von einem zweiten Bereich 171 von geringer Festigkeit und hoher Duktilität trennt. Nicht linear verlaufende Grenzen zwischen zwei Bereichen im Sinne der vorliegenden Erfindung können Grenzverläufe die nur teilweise geradlinig oder zumindest teilweise kurvenförmig, also anwendungsspezifisch verlaufen, sein. Das Metallbauteil 170 veranschaulicht, dass die Bereiche mit verschiedenen Materialeigenschaften, beispielsweise verschiedenen Festigkeiten, und/oder die Übergänge zwischen den Bereichen mit dem erfindungsgemäßen Verfahren individuell eingestellt werden können. Das erfindungsgemäße Verfahren erlaubt eine ideale,

bedarfsgerechte Anpassung der unterschiedlichen Gefügestrukturen in den herzustellenden Metallbauteilen, insbesondere für den Kraftfahrzeugbau.

## 5 Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Metallbauteils, insbesondere eines Kraftfahrzeugbauteils, bei dem ein Stahlteil (16, 104) warmumgeformt und zumindest abschnittsweise durch den Kontakt mit einer Werkzeugoberfläche (14) gehärtet wird, bei dem das Stahlteil (16, 104) während des Härtens in mindestens zwei Teilbereichen (152, 154, 162, 164) mit voneinander verschiedenen Kühlraten gekühlt wird, so dass sich die Teilbereiche (152, 154, 162, 164) nach dem Härteten in ihrer Gefügestruktur unterscheiden und wobei die voneinander verschiedenen Kühlraten durch zu den Teilbereichen (152, 154, 162, 164) des Stahlteils (16, 104) korrespondierende Sektionen (32, 34, 36, 38, 66, 68, 70, 72) der Werkzeugoberfläche (14) bewirkt werden, welche sich in ihrer Wärmeleitfähigkeiten voneinander unterscheiden, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine der zwei Sektionen (32, 34, 36, 38, 66, 68, 70, 72) der Werkzeugoberfläche (14) eine wärmeleitfähigkeitsreduzierende oder -erhöhende Oberflächenbeschichtung aufweist, wobei die Oberflächenbeschichtung entfernt und bedarfsgerecht neu aufgebracht werden kann.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Werkzeug (30, 64) im Bereich der mindestens zwei Sektionen (32, 34, 36, 38, 66, 68, 70, 72) der Werkzeugoberfläche (14) aus verschiedenen Werkstoffen mit verschiedenen Wärmeleitfähigkeiten besteht.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sektionen (32, 34, 36, 38, 66, 68, 70, 72) aus Stählen, Stahllegierungen und/oder Keramiken bestehen.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stahlteil (16, 104) in einem Presswerkzeug gehärtet wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stahlteil (16, 104) direkt oder indirekt warmumgeformt und/oder pressgehärtet wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Grenze zwischen den Teilberei-

- chen (152, 154, 162, 164) quer oder schräg zu größten Längserstreckung des Stahlteils (16, 104) und/oder nicht linear verläuft.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Stahlteil (16, 104) ein Halbzeug, insbesondere ein Tailored-Blank, ein Tailored-Welded-Blank, ein Patchwork-Blank oder ein Tailored-Rolled-Blank, oder eine zugeschnittene Platine verwendet wird. 5
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Stahlteil (16, 104) aus MBW 1500, MBW 1200 oder MBW 1900, vorzugsweise in Kombination mit einem mikrolegierten Stahl, beispielsweise MHZ 340, und/oder aus einem mikrolegierten Stahl, beispielsweise MHZ 340, verwendet wird. 15
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stahlteil (16, 104) eine organische Beschichtung, insbesondere einen Verzunderungsschutz, vorzugsweise einen lösemittel- oder wasserbasierten, ein-, zwei- oder mehrkomponentigen Verzunderungsschutz, und/oder eine anorganische Beschichtung, vorzugsweise eine Aluminium- oder Aluminium-Silizium-basierte Beschichtung, insbesondere eine feueralumiinierte Beschichtung, und/oder einer Zink-basischen Beschichtung, aufweist. 20
10. Werkzeug zum Warmumformen und Härt(en) von Stahlteilen, insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3 oder 5 bis 9, wobei die mit dem Stahlteil (16, 104) in Kontakt tretende Werkzeugoberfläche (14) mehrere Sektionen (32, 34, 36, 38, 66, 68, 70, 72) aufweist, welche sich in ihrer Wärmeleitfähigkeit unterscheiden, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine der Sektionen (32, 34, 36, 38, 66, 68, 70, 72) eine wärmeleitfähigkeitsreduzierende oder -erhöhende Oberflächenbeschichtung (74, 76, 78) aufweist, die entferbar und bedarfsgerecht neu aufbringbar ist. 25
11. Werkzeug nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sektionen (32, 34, 36, 38, 66, 68, 70, 72) aus verschiedenen Werkstoffen, insbesondere Stählen, Stahllegierungen und/oder Keramiken, mit verschiedenen Wärmeleitfähigkeiten bestehen. 30
12. Werkzeug nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mit dem Stahlteil (16, 104) in Kontakt tretende Werkzeugoberfläche (14) zumindest teilweise auf verschiedenen austauschbaren Segmenten (52a-r) und/oder Werkzeugeinsätzen des Werkzeugs (2, 30, 64) angeordnet ist. 35
- Claims
1. Method for producing a metal structural component, in particular a vehicle structural component, in which a steel part (16, 104) is hot formed and is hardened at least over sections by contact with a tool surface (14), in which the steel part (16, 104) is cooled during the hardening in at least two partial regions (152, 154, 162, 164) with cooling rates differing from one another, so that the partial regions (152, 154, 162, 164) differ after the hardening as regards their microstructure and wherein the cooling rates differing from one another are produced by sections (32, 34, 36, 38, 66, 68, 70, 72), which differ from one another in their thermal conductivities, of the tool surface (14) corresponding to the partial regions (152, 154, 162, 164) of the steel part (16, 104) **characterised in that** at least one of the two sections (32, 34, 36, 38, 66, 68, 70, 72) of the tool surface (14) has a surface coating that reduces or increases the thermal conductivity, wherein the surface coating can be removed and reapplied as necessary. 40
2. Method according to claim 1, **characterised in that** the tool (30, 64) in the region of the at least two sections (32, 34, 36, 38, 66, 68, 70, 72) of the tool surface (14) consists of different materials with different thermal conductivities. 45
3. Method according to claim 1 or 2, **characterised in that** the sections (32, 34, 36, 38, 66, 68, 70, 72) consist of steels, steel alloys and/or ceramics. 50
4. Method according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that** the steel part (16, 104) is hardened in a pressing tool. 55
5. Method according to any one of claims 1 to 4, **characterised in that** the steel part (16, 104) is directly or indirectly heat formed and/or press hardened. 60
6. Method according to any one of claims 1 to 5, **characterised in that** at least one boundary between the partial regions (152, 154, 162, 164) runs transverse or inclined to the largest longitudinal dimensions of the steel part (16, 104) and/or runs in a non-linear manner. 65
7. Method according to any one of claims 1 to 6, **characterised in that** a semi-finished product, in particular a tailored blank, a tailored-welded blank, a patchwork blank or a tailored-rolled blank, or a sheet bar cut to size, is used as steel part (16, 104). 70
8. Method according to any one of claims 1 to 7, **characterised in that** a steel part (16, 104) of MBW 1500, MBW 1700 or MBW 1900, preferably in combination with a microalloyed steel, for example MHZ 340, 75

and/or of a microalloyed steel, for example MHZ 340, is used.

9. Method according to any one of claims 1 to 8, **characterised in that** the steel part (16, 104) has an organic coating, in particular an anti-scale protection, preferably a solvent- or water-based, one-component, two-component or multicomponent anti-scale protection, and/or an inorganic coating, preferably an aluminium-based or aluminium-silicone-based coating, in particular a hot dip aluminised coating and/or a zinc-based coating.

10. Tool for the hot forming and hardening of steel parts, in particular for carrying out a method according to any one of claims 1 to 3 or 5 to 9, wherein the tool surface (14) coming into contact with the steel part (16, 104) comprises a plurality of sections (32, 34, 36, 38, 66, 68, 70, 72), which differ in their thermal conductivities **characterised in that** the at least one of the two sections (32, 34, 36, 38, 66, 68, 70, 72) of the tool surface (14) has a surface coating that reduces or increases the thermal conductivity, wherein the surface coating can be removed and reapplied as necessary.

11. Tool according to claim 10, **characterised in that** the sections (32, 34, 36, 38, 66, 68, 70, 72) consist of different materials, in particular steels, steel alloys and/or ceramics, with different thermal conductivities.

12. Tool according to claim 10 or 11, **characterised in that** the tool surface (14) that comes into contact with the steel part (16, 104) is arranged at least partly on different exchangeable segments (52a-r) and/or tool inserts of the tool (2, 30, 64).

#### Revendications

1. Procédé de fabrication d'un composant métallique, en particulier d'un composant automobile, pour lequel une pièce en acier (16, 104) est formée à chaud et au moins trempée par section par le contact avec une surface d'outil (14), pour lequel la pièce en acier (16, 104) est refroidie au cours de la trempe dans au moins deux zones de pièce (152, 154, 162, 164) à des vitesses de refroidissement différentes les unes des autres de sorte que les zones de pièce (152, 154, 162, 164) diffèrent dans leur microstructure après la trempe et dans lequel les vitesses de refroidissement différentes les unes des autres sont créées par les sections (32, 34, 36, 38, 66, 68, 70, 72) de la surface d'outil (14) correspondant aux zones de pièce (152, 154, 162, 164) de la pièce en acier (16, 104), lesquelles se différencient les unes des autres par leurs thermoconductibilités, **caracté-**

**risé en ce qu'** au moins une des deux sections (32, 34, 36, 38, 66, 68, 70, 72) de la surface d'outil (14) comporte un revêtement de surface réduisant ou augmentant la thermoconductibilité, le revêtement de surface pouvant être enlevé et à nouveau appliqué selon besoin.

2. Procédé selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** l'outil (30, 64) est composé dans la zone des au moins deux sections (32, 34, 36, 38, 66, 68, 70, 72) de la surface d'outil (14) de matériaux différents avec des thermoconductibilités différentes.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2 **caractérisé en ce que** les sections (32, 34, 36, 38, 66, 68, 70, 72) sont composées des aciers, alliages d'acier et/ou céramiques.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 **caractérisé en ce que** la pièce en acier (16, 104) est trempée dans un outil de presse.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 **caractérisé en ce que** la pièce en acier (16, 104) est directement ou indirectement formée à chaud et/ou trempée à la presse.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5 **caractérisé en ce qu'** au moins une limite entre les zones de pièce (152, 154, 162, 164) passe en travers ou en biais par rapport à la plus grande extension longitudinale de la pièce en acier (16, 104) et/ou de façon non linéaire.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 **caractérisé en ce qu'** un produit semi-fin, en particulier un flan sur mesure, un flan soudé sur mesure, un flan de type patchwork ou un flan laminé sur mesure ou un flan coupé à dimension, est utilisé en tant que pièce en acier (16, 104).

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 **caractérisé en ce qu'** on utilise une pièce en acier (16, 104) en MBW 1500, MBW 1700 ou MBW 1900, de préférence en combinaison avec un acier micro-allié, par exemple MHZ 340, et/ou à partir d'un acier micro-allié, par exemple MHZ 340.

9. Procédé selon une quelconque des revendications 1 à 8 **caractérisé en ce que** la pièce en acier (16, 104) comporte un revêtement organique, en particulier une protection contre l'oxydation, de préférence une protection contre l'oxydation à base de solvant ou à base d'eau, à un, deux ou plusieurs composants, et/ou un revêtement organique, de préférence un revêtement à base d'aluminium ou d'aluminium-silicium, en particulier un revêtement aluminisé à chaud, et/ou un revêtement à base de zinc.

10. Outil pour formage à chaud et trempe de pièces en acier, en particulier pour mettre en oeuvre un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 ou 5 à 9, dans lequel la surface d'outil (14) entrant en contact avec la pièce en acier (16, 104) comporte plusieurs sections (32, 34, 36, 38, 66, 68, 70, 72) qui diffèrent dans leur thermoconductibilité, **caractérisé en ce que** la au moins une des sections (32, 34, 36, 38, 66, 68, 70, 72) comporte un revêtement de surface (74, 76, 78) réduisant ou augmentant la thermoconductibilité, qui peut être enlevé ou à nouveau appliqué en cas de besoin. 5

11. Outil selon la revendication 10 **caractérisé en ce que** les sections (32, 34, 36, 38, 66, 68, 70, 72) sont composées de différents matériaux, en particulier d'aciers, d'alliages d'acier et/ou de céramiques avec des thermoconductibilités différentes. 15

12. Outil selon la revendication 10 ou 11 **caractérisé en ce que** la surface d'outil (14) entrant en contact avec la pièce en acier (16, 104) est au moins en partie disposée sur différents segments (52a-r) et/ou inclusions d'outil interchangeables de l'outil (2, 30, 64). 20

25

30

35

40

45

50

55

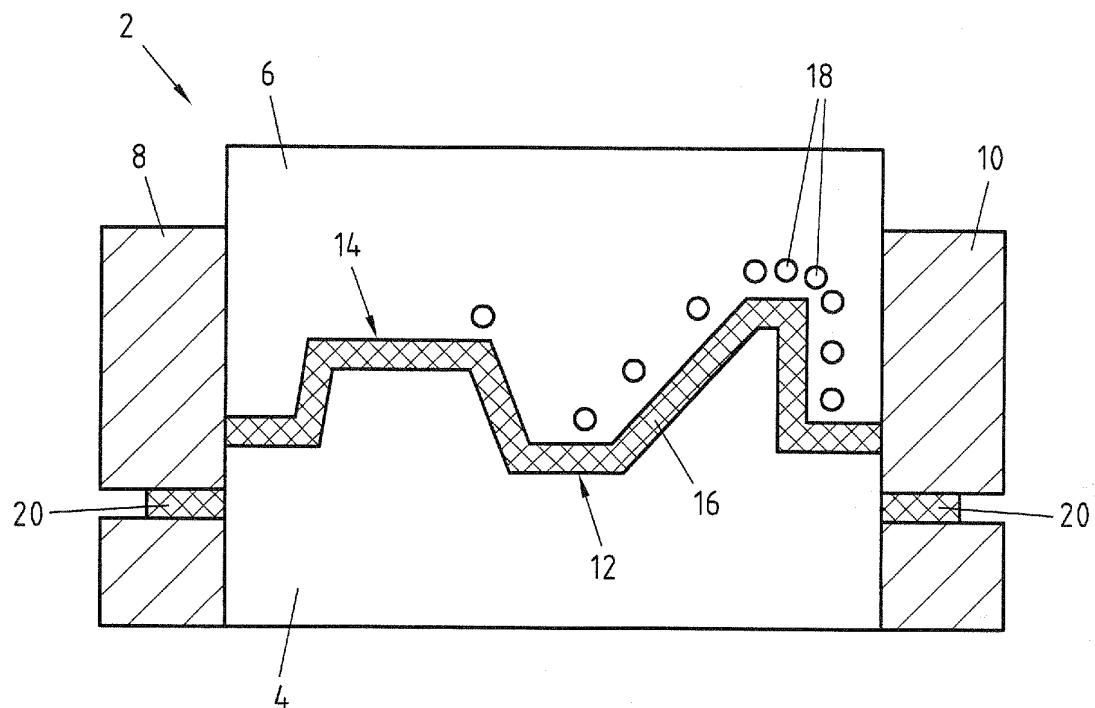


Fig.1 Stand der Technik

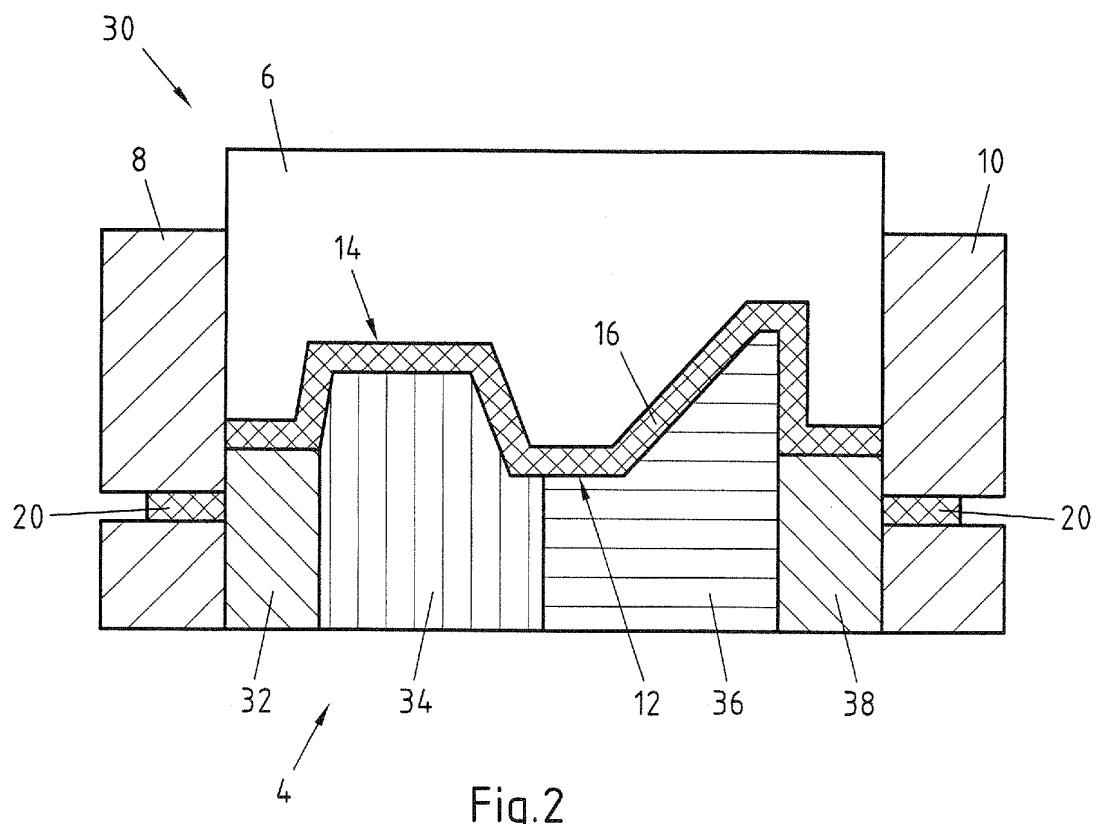


Fig.2

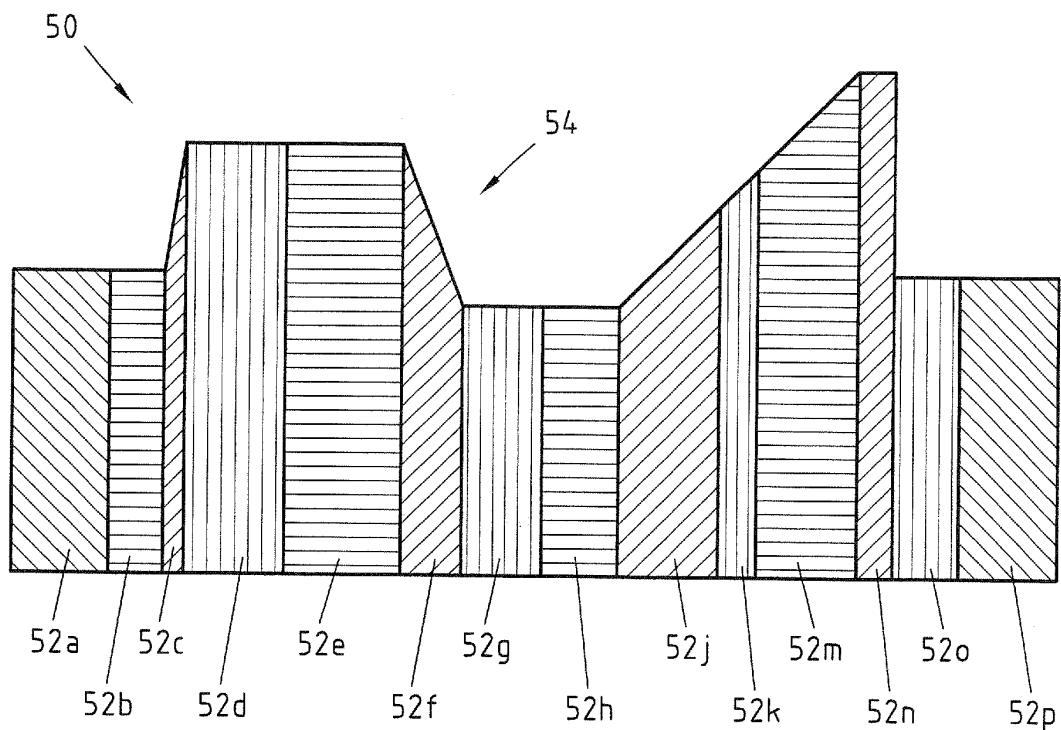


Fig.3a

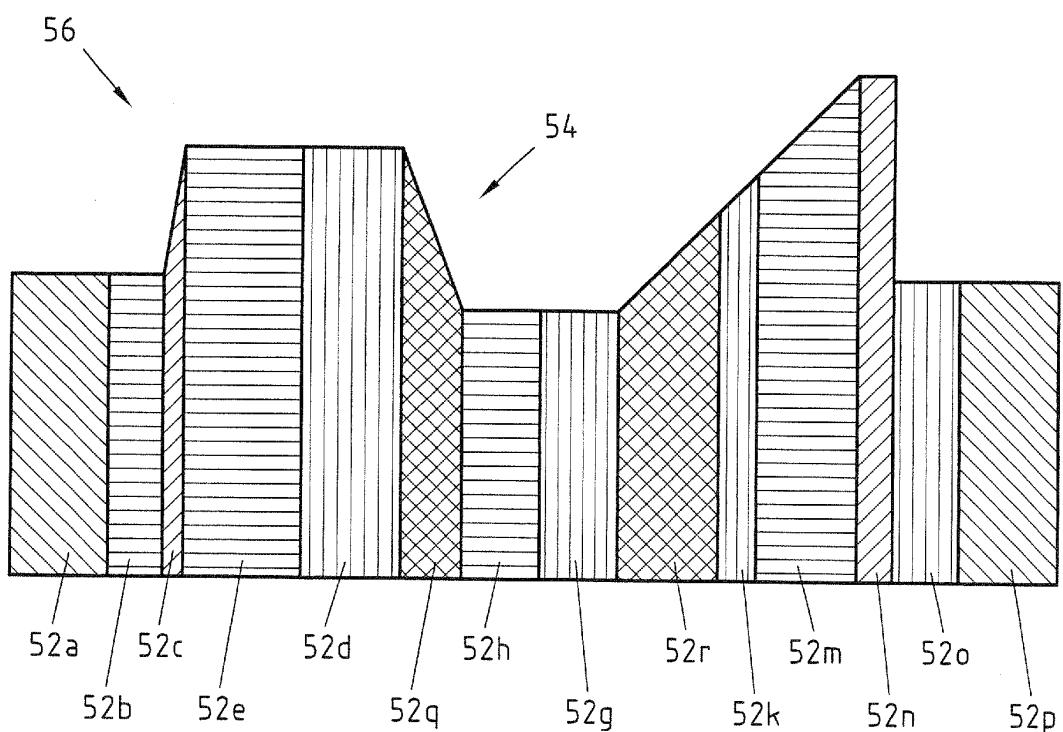


Fig.3b

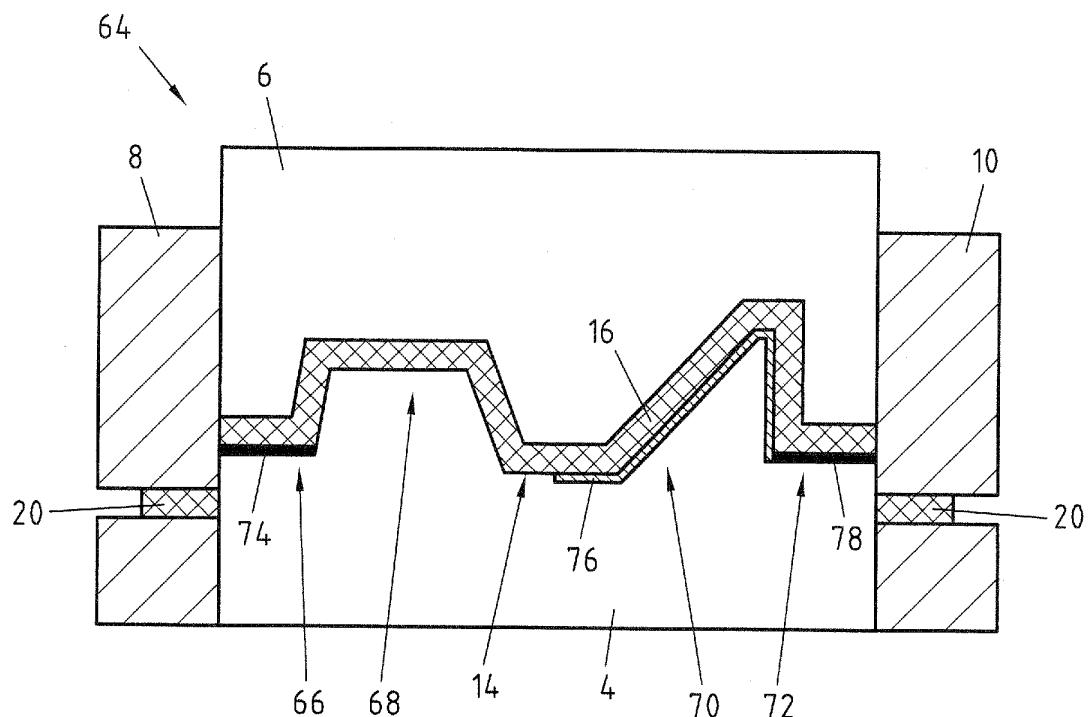


Fig. 4

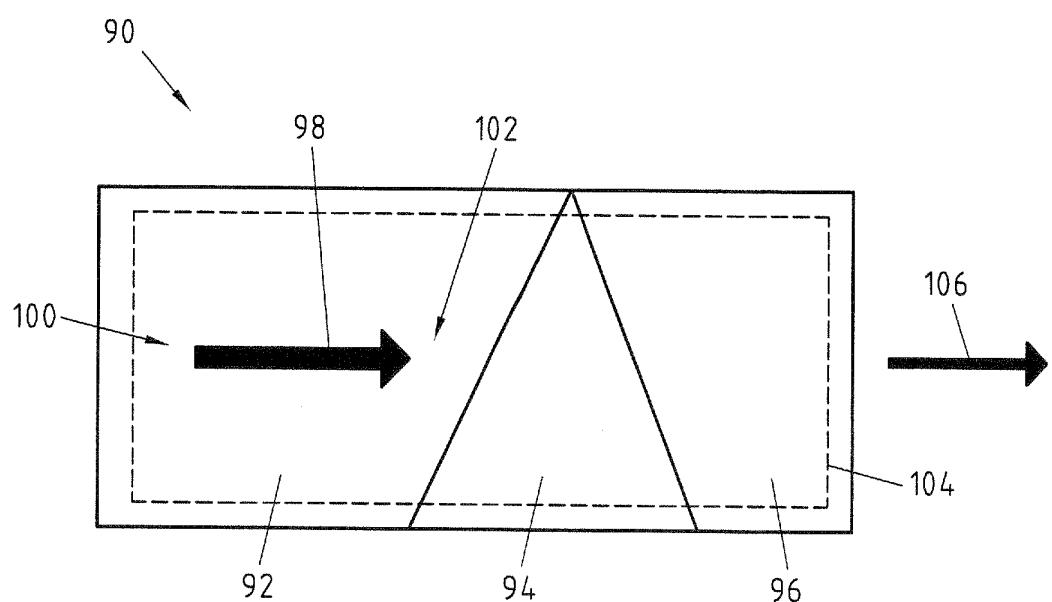


Fig. 5

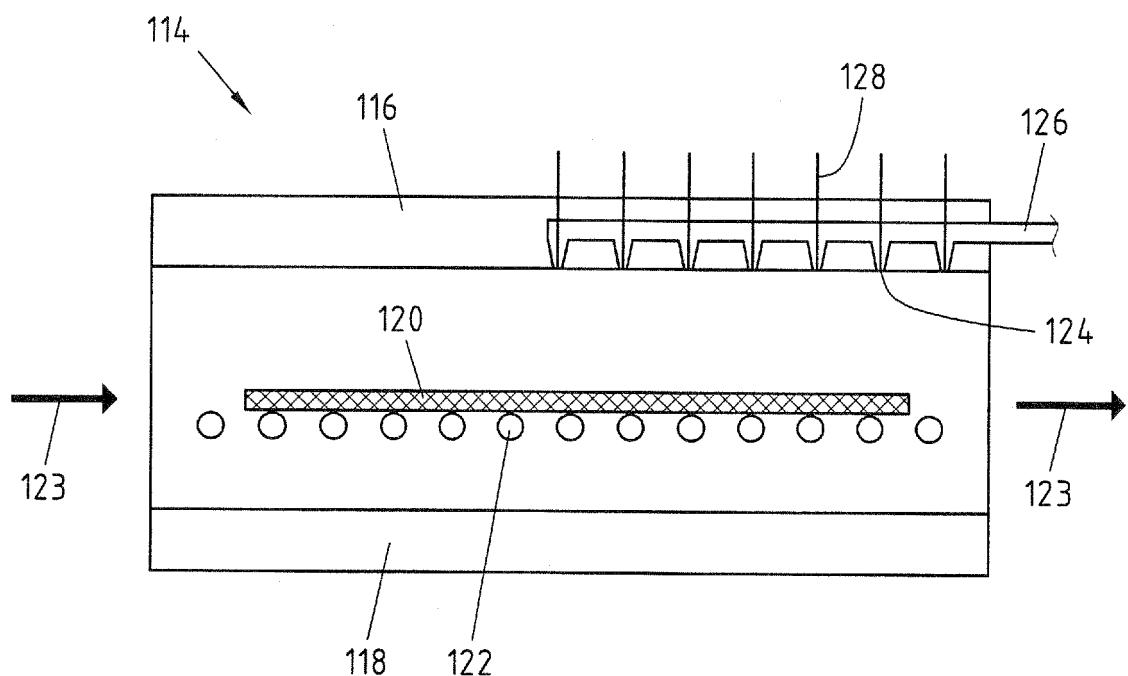


Fig.6

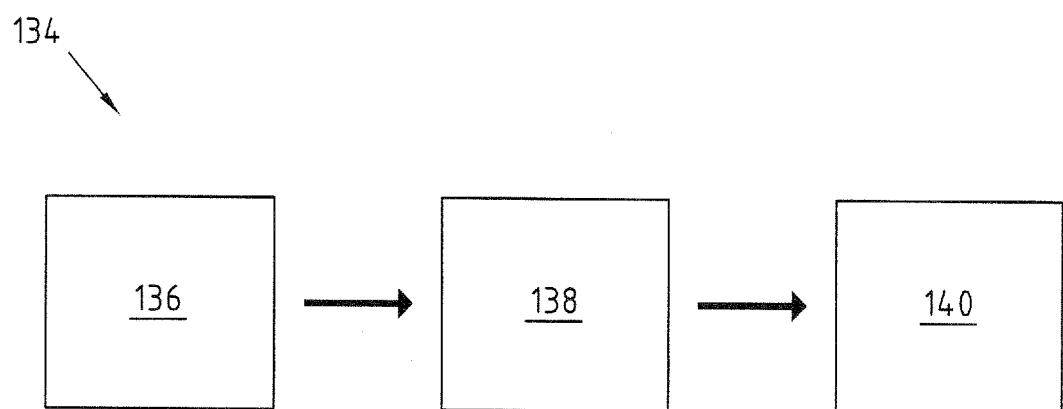
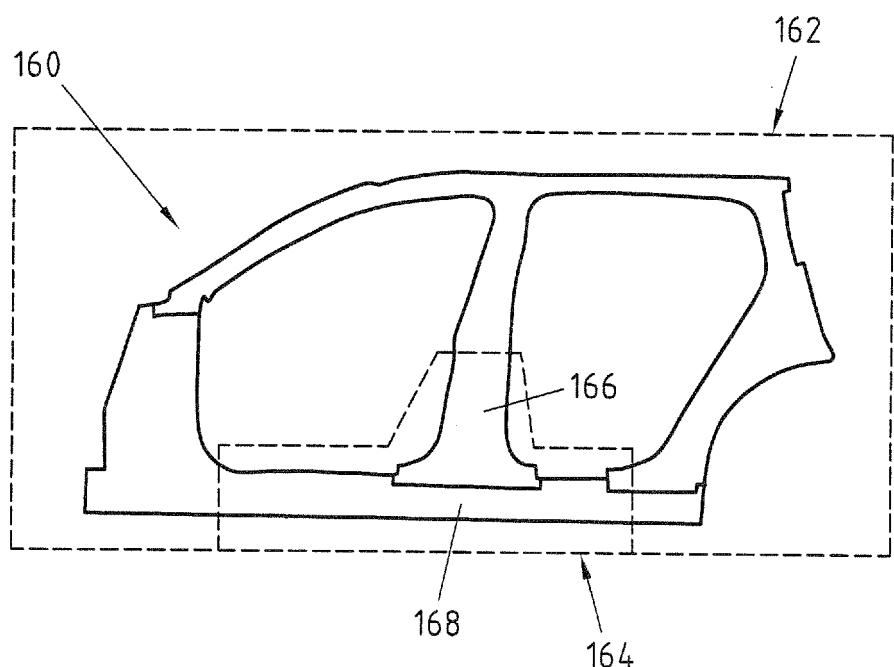
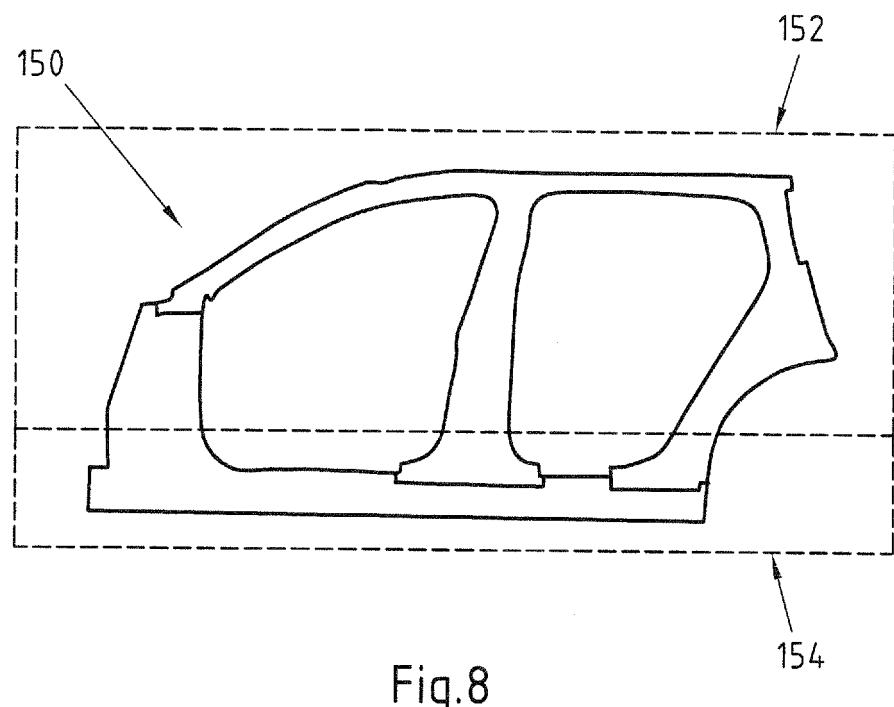


Fig.7



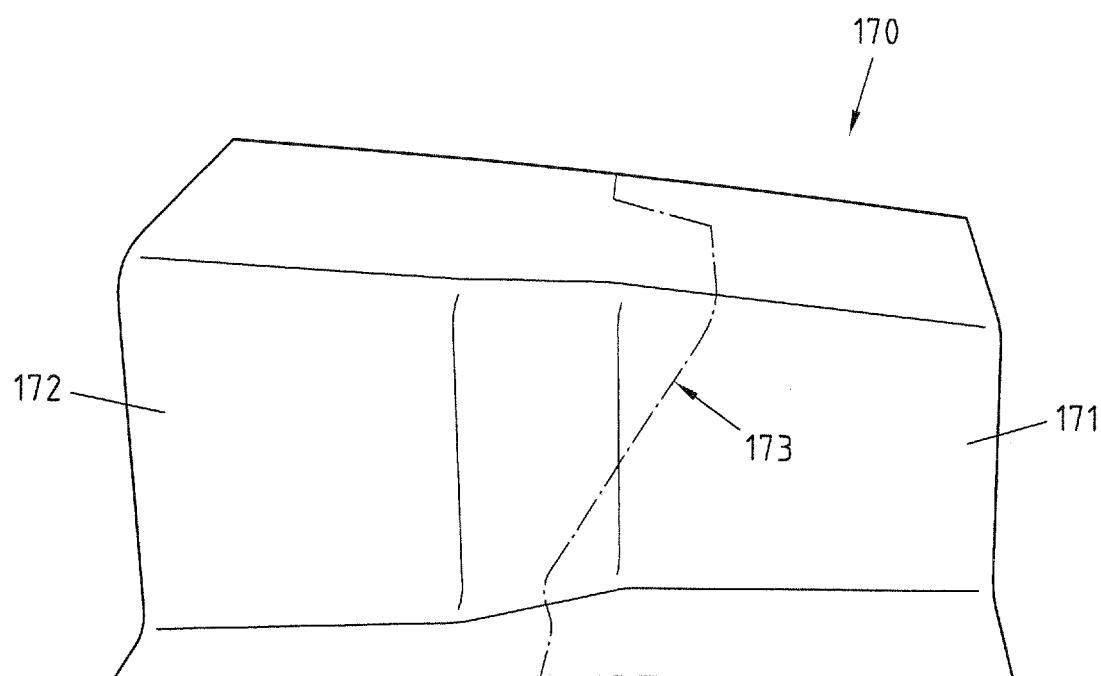


Fig.10

**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 10256621 B3 [0003]
- DE 102006019395 A1 [0004]
- US 20020113041 A1 [0006]