

(19)



(11)

EP 2 548 670 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
23.01.2013 Patentblatt 2013/04

(51) Int Cl.:
B21D 37/16 (2006.01) **B21D 22/02** (2006.01)
B21D 22/20 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12176670.3**

(22) Anmeldetag: **17.07.2012**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

- **Grewe, Jochem**
33154 Salzkotten (DE)
- **Knaup, Hans-Jürgen**
33175 Bad Lippspringe (DE)
- **Müllers, Gero**
33104 Paderborn (DE)

(30) Priorität: **19.07.2011 DE 102011051943**

(71) Anmelder: **Benteler Automobiltechnik GmbH**
33102 Paderborn (DE)

(72) Erfinder:
• **Dörr, Jochen**
33104 Bad Driburg (DE)

(74) Vertreter: **Ksoll, Peter**
Bockermann Ksoll
Griepenstroh Osterhoff
Patentanwälte
Bergstrasse 159
44791 Bochum (DE)

(54) **Umformwerkzeug und Verfahren zur Herstellung von Formbauteilen aus Metallplatten**

(57) Die Erfindung betrifft ein Umformwerkzeug und ein Verfahren zur Herstellung von Formbauteilen aus Metallplatten, vorzugsweise aus Leichtmetallplatten. Die auf eine Umformtemperatur erwärmte Metallplatte wird in einem Umformwerkzeug 1A zwischen einem beheizten Formkörper 5 eines Werkzeugoberteils 3 und ei-

nem beheizten Formkörper 4 eines Werkzeugunterteils 2 zum Formbauteil umgeformt. Zumindest ein Formkörper 4, 5 ist in einer Lagerung 22 angeordnet, wobei die Lagerung 22 derart ausgebildet ist, dass thermische Ausdehnungen des Formkörpers 4, 5 beim Aufheizvorgang ermöglicht werden.

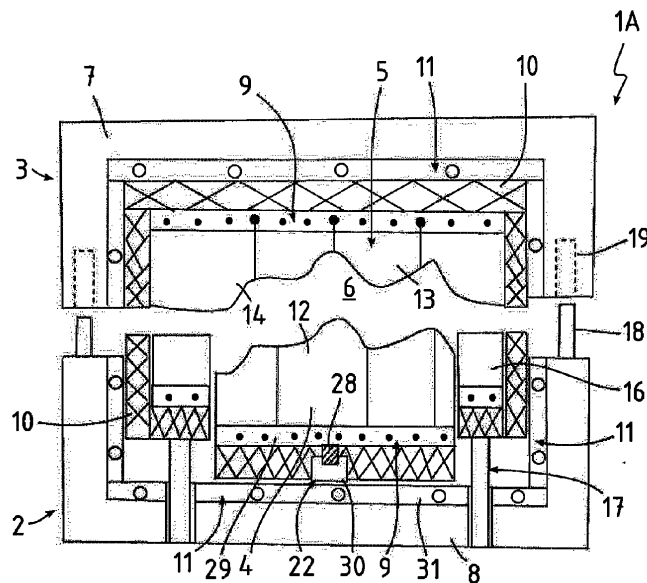


Fig. 1

EP 2 548 670 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Umformwerkzeug sowie ein Verfahren zur Herstellung von Formbauteilen aus Metallplatten, vorzugsweise aus Leichtmetall.

[0002] Temperierte Umformprozesse vergrößern das Grenzziehverhältnis bei Metallplatten, insbesondere bei Leichtmetallplatten, beispielsweise Aluminiumplatten. Darüber hinaus ergibt sich einerseits ein Substitutionspotential für Leichtmetall gegenüber Stahlbauteilen. Andererseits kann eine Gewichtsreduzierung durch Verringerung der Wandstärken erreicht und der Montageaufwand durch Vermeidung mehrteiliger Bauteile reduziert werden.

[0003] Die EP 1 601 478 B1 beschreibt das Tiefziehen von erwärmten Aluminiumplatten in einem zumindest teilweise auf 150 °C bis 350 °C erwärmtem Werkzeug in Anwesenheit eines mit den späteren Arbeitsgängen kompatiblen Schmiermittels.

[0004] Die DE 10 2006 046 305 A1 offenbart eine Vorrichtung zum mindestens partiellen Umformen von Blechen über die Formgebungsgrenzen hinaus.

[0005] Die DE 101 62 437 A1 erläutert ein Umformwerkzeug mit einer formgebenden Gravur zum Herstellen von Werkstücken aus metallischen Werkstoffen, insbesondere Aluminium. Das Umformwerkzeug ist in Gravursegmenten mit Gravurflächen unterteilt zum Einstellen unterschiedlicher Temperaturfelder.

[0006] Durch die CH 657 548 A5 zählt ein Umformwerkzeug für isothermes Umformen von Metallen zum Stand der Technik. Dieses besteht aus einem inneren Formkörper, dort als Gesenkkörper bezeichnet, einem diesen unmittelbar umgebenden, ringförmig angeordneten, elektrisch und thermisch isolierenden Keramikkörper, in welchem eine induktive Heizspule eingebettet ist, einem eine radiale Vorspannung erzeugenden Presskörper sowie einem zwischen dem Keramikkörper und dem Presskörper angeordneten ringförmigen Bauelement, welches der magnetischen Feldsteuerung dient und als ringförmiger elektrischer Leiter zur Abschirmung oder als magnetisches Segment bzw. magnetischer Ring zur Leitung des Magnetfeldes ausgebildet sein kann.

[0007] Die Formkörper von Warm- bzw. Halbwarmumformwerkzeugen sind im Betrieb hohen thermischen und mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt. Dies gilt insbesondere für die mit den umzuformenden Metallplatten in Berührung kommenden Wirkflächen der Formkörper.

[0008] Ein weiteres Problem bei der Warm- oder Halbwarmumformung resultiert aus der thermischen Ausdehnung der verschiedenen Werkstoffe, einerseits der Werkstoffe der umzuformenden Metallplatten und andererseits der Werkstoffe der Umformwerkzeuge. Infolge der thermischen Ausdehnung kann es hier zur nachteiligen Beeinflussung des Umformvorgangs und der herzustellenden Formbauteile kommen.

[0009] Zudem besteht schon bei der Aufheizung von Werkzeugteilen auf Betriebstemperatur eine zwischen

den verschiedenen Komponenten unterschiedliche Materialausdehnung, was sich auch aus der Notwendigkeit ergibt, heiße, mit den zu formenden Bauteilen in Kontakt stehende Komponenten, insbesondere hitzeempfindliche Komponenten, zu entkoppeln.

[0010] Die Erfindung zielt auf einer Verbesserung der Wirtschaftlichkeit und Prozesssicherheit der Bauteilfertigung mit temperierten Werkzeugen ab.

[0011] Der Erfindung liegt daher, ausgehend vom Stand der Technik, die Aufgabe zugrunde, eine anlagentechnisch und anwendungstechnisch verbesserte Umformvorrichtung und ein Verfahren zur Herstellung von Formbauteilen aus Metallplatten aufzuzeigen mit verbesserter Wirtschaftlichkeit und Prozesssicherheit bei der Bauteilfertigung.

[0012] Der gegenständliche Teil der Aufgabe wird durch ein Umformwerkzeug gemäß Anspruch 1 gelöst.

[0013] Die Lösung des verfahrensmäßigen Teils der Aufgabe zeigt Anspruch 11 auf.

[0014] Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0015] Das Umformwerkzeug zur Herstellung von Formbauteilen aus Metallplatten weist ein Werkzeugoberteil und ein Werkzeugunterteil auf. Das Werkzeugoberteil und das Werkzeugunterteil umfassen beheizbare Formkörper, zwischen denen die Metallplatten umgeformt werden. Zumindest ein Formkörper im Werkzeugoberteil und/oder im Werkzeugunterteil ist in einer Lagerung angeordnet, wobei die Lagerung derart ausgebildet ist, dass thermische Ausdehnungen des Formkörpers während der Aufheizphase ermöglicht werden.

[0016] Die Erfindung zielt im Kern auf eine isotherme Umformung unter erhöhter Temperatur ab. Hierbei ist eine gleichmäßige Temperatur von Werkzeug und Werkstück bzw. Metallplatte in Funktion des Ortes und der Zeit für den gesamten Verformungsprozess angestrebt. Im Rahmen der Erfindung ist unter Isotherm eine Temperatur mit der Genauigkeit von $\pm 25^\circ\text{C}$ zu verstehen. Dies bedingt, dass das Werkzeug bzw. die Formkörper beheizt werden. Demzufolge ist eine Heizeinrichtung vorgesehen, mittels der die Formkörper auf die erforderliche Umformtemperatur erhitzt werden. Zur Sicherstellung der isothermen Umformung wird das Umformwerkzeug bzw. die Formkörper homogen erwärmt und während der Serienfertigung auf einer vorgewählten Umformtemperatur gehalten. Dies geschieht durch geeignete geometrische Anordnung der Heizeinrichtung, insbesondere einer Widerstandserwärmungselemente, zum Beispiel Heizpatronen, mit geeigneter Leistung und durch Einteilung bzw. Anordnung einer Anzahl von Heizelementen in einem Regelkreis, die durch eine Wärmeverteilungssimulation ermittelt werden. Alternativ kann vorgesehen werden, eine Regelung auf Basis der Erfassung der Bauteiltemperatur während des Umformvorgangs durchzuführen. Die Temperaturdehnungen der Formkörper und/oder der umzuformenden Metallplatten werden in bzw. durch die erfindungsgemäße Lage-

rung ermöglicht. Hierzu werden sowohl die Ausdehnung des Werkzeugstahls der Formkörper als auch die umzuformende Metallplatte bei der geometrischen Auslegung der Formkörper berücksichtigt. In diesem Zusammenhang ist besonders die Beachtung der Wärmeausdehnungskoeffizienten der eingesetzten Werkstoffe des Formkörpers auf der Einen und Formbauteil auf der Anderen Seite zu verstehen. Für die Praxis ist davon auszugehen, dass eine thermische Ausdehnung in der Größenordnung bis zu mehreren Millimetern ermöglicht werden muss.

[0017] Das erfindungsgemäße Umformwerkzeug und das erfindungsgemäße Verfahren erhöhen die Wirtschaftlichkeit und Prozesssicherheit der Bauteilfertigung mit temperierten Werkzeugen. Zudem wird erst dadurch die Anwendbarkeit und Dauerhaltbarkeit für einen Serienbetrieb sichergestellt. Die Erfindung ermöglicht eine isotherme Warm- bzw. Halbwarmumformung mit kurzen Zykluszeiten. Probleme aus der Wärmeausdehnungsdifferenz zwischen Werkzeugstahl der Formkörper und dem Werkstoff der umzuformenden Metallplatte werden weitestgehend eliminiert. Zudem kann der Materialeinsatz bei Reduzierung der Weiterbearbeitungskosten auch bei anspruchsvollen Geometrien reduziert werden.

[0018] Vorzugsweise umfasst die Lagerung drei, insbesondere mindestens vier zueinander versetzte Lager. Insbesondere sind die vier Lager auf einem Teilkreis um 90° zueinander versetzt. Besonders vorteilhaft weist die Lagerung bzw. jedes Lager einen in einer Dehnungsnut geführten Nutstein auf.

[0019] Am oberen Formkörper und am unteren Formkörper und/oder an einem Niederhalter sind Führungssegmente vorgesehen, über welche der obere Formkörper und der untere Formkörper und/oder der Niederhalter beim Umformvorgang relativ zueinander lageorientierbar sind.

[0020] Die Formkörper können massiv, also so genannte Monoblockkörper, sein. Im Rahmen der Erfindung können die Formkörper auch vorteilhafter Weise segmentiert sein und aus einzelnen Formkörpersegmenten zusammengesetzt sein. Dies verbessert die Montage und ermöglicht auch eine leichte Austauschbarkeit der Formkörper bzw. einzelner Formkörpersegmente. Im Rahmen der Erfindung kann auch zumindest ein Formkörpersegment relativ zu benachbarten Formkörpersegmenten vertikal verlagerbar angeordnet sein.

[0021] Zur Temperierung der Formkörper ist eine Heizeinrichtung vorgesehen. Die Temperierung kann vorzugsweise durch eine elektrische Widerstandserwärmung, beispielsweise über Heizpatronen, oder auch induktiv mittels einer induktiven Heizspule erfolgen. Die Heizeinrichtung kann als separate Werkzeugkomponente außen mit einer Fläche der Formkörper mit diesen in Kontakt stehen. Die Heizeinrichtung oder Komponenten davon können auch in die Formkörper integriert sein.

[0022] Die Warmumformung von Stahlplatten, insbesondere aus hochfesten Stählen, wird in einem Temperaturbereich von 900 °C bis 1.250 °C durchgeführt.

[0023] Die Halbwarmumformung von Stahlblechplatten erfolgt bei 650 °C bis 900 °C.

[0024] Die Halbwarmumformung von Leichtmetallplatten wird je nach Werkstoff bei einer Temperatur zwischen 150 °C und 550 °C durchgeführt.

[0025] Hochfeste Aluminiumlegierungen der 7xxx-Reihe oder Magnesiumlegierungen besitzen erst bei höheren Temperaturen ein nennenswertes Formänderungsvermögen, welches temperierte Werkzeuge voraussetzt. Es hat sich gezeigt, dass Legierungen der 7xxx-Reihe bei höheren Temperaturen ausreichend dehnbar sind, so dass sie in einem Umformwerkzeug warm umgeformt werden können. Die erfindungsgemäße Lagerung trägt wesentlich zur Wirtschaftlichkeit und Prozesssicherheit bei der Bauteilfertigung aus hochfesten Aluminiumlegierungen bei.

[0026] Im Rahmen der Erfindung wird bei einer Aluminiumlegierung der 5xxx-Reihe eine Temperatur zwischen 150 °C und 350 °C, vorzugsweise eine Temperatur zwischen 200 °C und 300 °C als vorteilhaft angesehen. Hierzu weist das Umformwerkzeug eine Heizeinrichtung auf, mittels der die Temperierung der Formbacken auf eine Temperatur von 150 °C bis 350 °C, vorzugsweise zwischen 200 °C und 300 °C erfolgt.

[0027] Vorzugsweise besteht die Metallplatte aus Leichtmetall, insbesondere aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung, vorzugsweise aus einer naturharten Aluminiumlegierung der 5xxxer Serie. Solche Werkstoffe der Al-Mg-Gruppe (5xxxer) sind beispielsweise naturharte Aluminiumlegierungen Al-Mg3 (EN-AW 5754) oder Al-Mg4.5Mn (EN-AW 5083). Durch die Verwendung von Leichtmetall, insbesondere Aluminium bzw. einer Aluminiumlegierung sowie Magnesium bzw. einer Magnesiumlegierung wird dem Leichtbau Rechnung getragen.

[0028] Im Rahmen der Erfindung wird - wie bereits ausgeführt - eine isotherme Warm- bzw. Halbwarmumformung angestrebt. Die Erfindung ermöglicht die Fertigung von Formbauteilen mit nicht unterbrochenem Faserverlauf und engen Maßtoleranzen. Es sind hohe bis sehr hohe Umformgrade realisierbar. Gleichzeitig ermöglicht die Erfindung niedrige Umformzeiten und eine Vermeidung von verketteten Umform-Wiedererwärmungsprozessschritten. Die fertigen Formbauteile haben weitgehend homogene mechanische Eigenschaften bei geringen Eigenspannungen im fertigen Formbauteil, welche bei nachfolgenden Prozessschritten, beispielsweise einem Beschnitt, zu Problemen führen können. Nach dem Umformvorgang kann das Formbauteil beschnitten werden, um überflüssiges Material zu entfernen. Vorteilhaft ist dabei die Abkühlung des Formbauteils von dem Endbeschnitt.

[0029] Zur Unterstützung der isothermen Umformung sind die Formkörper unter Eingliederung einer Isolierung im Werkzeugoberteil und/oder Werkzeugunterteil angeordnet. Durch die Isolierung werden zudem die formgebenden Werkzeugkomponenten bzw. die Formkörper von anderen Anlagenkomponenten und -aggregaten des

Umformwerkzeugs thermisch entkoppelt. Auf diese Weise wird eine Beeinträchtigung der Anlagenkomponenten und -aggregate durch eine unzulässige Temperatureinwirkung vermieden und die Betriebssicherheit auch für das Bedienpersonal gewährleistet.

[0030] Die Isolierung kann durch eine Kühlung unterstützt werden. Die Kühlung ist insbesondere auf der dem Werkzeug abgewandten Seite der Isolierung angeordnet zwischen dem Grundkörper des Werkzeugober- bzw. -unterteils.

[0031] Zweckmäßigerweise sind die Wirkflächen der Formkörper mit einer Beschichtung versehen. Insbesondere ist die Beschichtung durch Nitrieren oder eine chemische bzw. physische Schichtabscheidung aus der Gasphase (CVD bzw. PVD) ausgeführt. Eine Beschichtung in Form einer DLC-Schicht (Diamond like Carbon) weist mindestens ebenso gute verschleiß-, reibungs- und korrosionsmindernde Eigenschaften auf.

[0032] Zweckmäßiger Weise bestehen die Formkörper aus einem Werkzeugstahl, insbesondere aus einem Chrom-haltigen Sonderstahl mit Zusätzen von Molybdän und Vanadium. Bevorzugt kommt ein Werkzeugstahl für die Formkörper zur Anwendung, der, bezogen auf ein Halbwarmumformwerkzeug, im Arbeitstemperaturbereich von 150 °C bis 400 °C einen möglichst geringen Anlaseffekt zeigt.

[0033] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung eines Formbauteils aus einer Metallplatte sieht vor, dass eine Metallplatte auf eine Umformtemperatur erwärmt und in einem Umformwerkzeug zwischen einem beheizten Formkörper eines Werkzeugoberteils und einem beheizten Formkörper eines Werkzeugunterteils zum Formbauteil umgeformt wird. Beim Umformvorgang werden thermische Ausdehnungen der Formkörper kompensiert.

[0034] Besonders effektiv werden Abmessungsveränderungen in Folge von thermischen Ausdehnungen der Formkörper bei gleichzeitiger definierter Position der Formkörper im Werkzeugoberteil bzw. Werkzeugunterteil ermöglicht.

[0035] Die Lagerung gibt den Formkörpern Freiheitsgrade in der zweidimensionalen Ebene der Formkörper. Zudem sind die Formkörper durch die Lagerung gegen Verdrehung gesichert. Die Lagerung fesselt so den/die Formkörper unter Gewährung einer thermischen Ausdehnung. Hierbei hält die Lagerung einen fiktiven Fixpunkt des bzw. der Formkörper bei, ohne die thermische Ausdehnung zu behindern. Der fiktive Fixpunkt der Lagerung befindet sich hierbei idealer Weise nahe des Masse-Schwerpunkts der Formkörper.

[0036] In einem vorteilhaften Aspekt bezieht sich die Erfindung auf ein Formbauteil, insbesondere ein Automobilbauteil, welches durch das Verfahren gemäß dieser Erfindung geformt wird. Insbesondere handelt es sich um ein Formbauteil ausgewählt aus der Gruppe: Stoßfänger, Türaufprallträger, Dachholm, Seitenholm, Instrumententafelträger, A-, B-, C- oder D-Säulen, Säulenverstärkung, Getriebetunnel und Schweller oder

Schweller-Verstärkungen.

[0037] Die Erfindung ist nachfolgend anhand von in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

5

Figur 1 in technisch vereinfachter Darstellungsweise ein erfindungsgemäßes Umformwerkzeug in einer vertikalen Schnittdarstellung;

10

Figur 2 das Schema einer erfindungsgemäßen Lagerung in einer Draufsicht;

15

Figur 3 schematisiert eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Umformwerkzeugs und

Figur 4 schematisiert eine dritte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Umformwerkzeugs.

20

[0038] In den Figuren 1 bis 4 sind einander entsprechende Bauteile bzw. Bauteilkomponenten mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

25

[0039] In den Figuren 1, 3 und 4 ist jeweils ein Umformwerkzeug 1A, 1B, 1C dargestellt. Jedes Umformwerkzeug 1A, 1B, 1C weist ein Werkzeugunterteil 2 und ein Werkzeugoberteil 3 auf. Das Werkzeugunterteil 2 und das Werkzeugoberteil 3 sind relativ zueinander verlagerbar. Im Werkzeugunterteil 2 ist ein beheizbarer unterer Formkörper 4 und im Werkzeugoberteil 3 ist ein beheizbarer oberer Formkörper 5 integriert. Zwischen dem unteren Formkörper 4 und dem oberen Formkörper 5 ist ein Formraum 6 ausgebildet.

30

35

[0040] Das Werkzeugunterteil 2 und das Werkzeugoberteil 3 weisen jeweils einen Grundkörper 7 bzw. 8 auf, in dem der untere Formkörper 4 bzw. der obere Formkörper 5 aufgenommen ist. Die Beheizung der Formkörper 4, 5 erfolgt über eine Heizeinrichtung 9. Bei dem Umformwerkzeug 1C gemäß der Figur 4 ist die Heizeinrichtung 9 in die Formkörper 4 bzw. 5 integriert. Die zum Grundkörper 7, 8 gerichteten Flächen der Formkörper 4, 5 bzw. der Heizeinrichtung 9 sind von einer Isolierung 10 umgeben. Die Isolierung 10 trägt zur Unterstützung einer isothermen Umformung bei. Zudem schützt die Isolierung 10 benachbarte Anlagenkomponenten und Aggregate der Umformwerkzeuge 1A, 1B, 1C gegen nachteilige Temperatureinflüsse.

40

45

[0041] Jeweils zwischen der Isolierung 10 und dem Grundkörper 7 bzw. 8 ist eine Kühlung 11 integriert mit Kühlkomponenten, die die Ableitung von Restwärme aus den beheizten Formkörpern 4, 5 sicherstellen.

50

[0042] Man erkennt, dass die Formkörper 4, 5 segmentiert sind und aus einzelnen Formkörpersegmenten 12, 13, 14, 15 gebildet sind. Die Wirkflächen der Formkörper 4, 5 bzw. der Formkörpersegmente 12, 13, 14, 15 sind mit einer Beschichtung versehen. Eine solche Beschichtung kann zum Beispiel nitriert sein oder als DLC-Schicht ausgeführt sein. Die Beschichtung ist vorteilhaft aufgrund der hohen Reaktionsneigung zwischen den Form-

55

körpern 4, 5, die aus Stahl bestehen, und stellt zudem eine hohe Oberflächenqualität der Formbauteile in der Serie sicher.

[0043] Im Werkzeugunterteil 2 ist des Weiteren ein Niederhalter 16 integriert, der dem unteren Formkörper 4 zugeordnet ist und diesen umschließt. Der Niederhalter 16 ist separat zum Werkzeugunterteil 2 bzw. zum unteren Formkörper 4 vertikal verlagerbar. Für die Linearverlagerung ist ein Kolben-Zylinder-System 17 vorgesehen.

[0044] Die Figuren 1, 3 und 4 zeigen jeweils das Umformwerkzeug 1A, 1B, 1C in geöffneter Stellung. Beim Umformvorgang werden das Werkzeugoberteil 3 und das Werkzeugunterteil 2 relativ zueinander bewegt und geschlossen. Am Werkzeugunterteil 2 und am Werkzeugoberteil 3 sind Führungselemente 18, 19 vorgesehen, die eine lineare Bewegung von Werkzeugoberteil 3 und Werkzeugunterteil 2 zueinander sicherstellen. In den hier dargestellten Ausführungsbeispielen sind die Führungselemente 18, 19 durch einen Stangenkörper am Grundkörper 7 des Werkzeugunterteils 2 und eine entsprechende Aufnahme im Grundkörper 8 des Werkzeugoberteils 3 gebildet.

[0045] Weiterhin erkennt man in den Figuren 3 und 4 bei den Umformwerkzeugen 1 B bzw. 1C, dass am oberen Formkörper 5 und am unteren Formkörper 4 bzw. dem Niederhalter 16, der dem unteren Formkörper 4 zugeordnet ist, Führungselemente 20, 21 vorgesehen sind, über welche der obere Formkörper 5 und der untere Formkörper 4 bzw. der Niederhalter 16 beim Umformvorgang relativ zueinander lageorientierbar sind.

[0046] Die Führungselemente 20 am oberen Formkörper 5 werden durch leicht konische Zapfen gebildet, die beim Schließvorgang des Umformwerkzeugs 1 B, 1C in die durch Aufnahmen gebildeten Führungselemente 21 am unteren Formkörper 4 eingreifen. Die Aufnahmen 21 sind im äußeren Formkörpersegment 15 vorgesehen, welches Bestandteil des Niederhalters 16 bildet. Zum Umformen einer Metallplatte wird diese auf eine Umformtemperatur erwärmt und in den Formraum 6 zwischen unterem Formkörper 4 und oberem Formkörper 5 eingelegt. Das Umformwerkzeug 1A, 1B, 1C befindet sich in der in den Figuren 1, 3 und 4 dargestellten Offenstellung. Der Niederhalter 16 befindet sich in der dargestellten Bereitschaftsposition, die gegenüber dem unteren Formkörper 4 in Bildebene nach oben verlagert ist.

[0047] Zum Umformen wird das Werkzeugoberteil 3 nach unten verlagert. Hierbei kommen die Führungselemente 18, 19 zwischen dem Werkzeugoberteil 3 und dem Werkzeugunterteil 2 zum Eingriff. Des Weiteren bewegen sich die Führungselemente 20 in Form der Zapfen am oberen Formkörper 5 in die Führungselemente 21 in Form der Aufnahmen am Niederhalter 16. Hierdurch wird der Niederhalter 16 fixiert. Bei der Abwärtsbewegung des Werkzeugoberteils 3 gelangt die eingelegte Metallplatte zunächst mit dem oberen Formkörper 5 in Kontakt und wird zwischen dem oberen Formkörper 5 und dem Niederhalter 16 eingespannt. Bei der weiteren Abwärtsbewegung wird aus der Metallplatte im Formraum 6 zwi-

schen dem unteren Formkörper 4 und dem oberen Formkörper 5 ein Formbauteil geformt.

[0048] Durch die Erwärmung der Formkörper 4, 5 auf Umformtemperatur kommt es zu einer thermischen Ausdehnung der Formkörper 4, 5. Auch die Metallplatte ist auf Umformtemperatur erwärmt und dehnt sich hierdurch aus. Zumindest ein Formkörper 4, 5 im Werkzeugoberteil 3 und/oder im Werkzeugunterteil 2 ist in einer Lagerung 22 angeordnet. Die Lagerung 22 ist derart ausgebildet, dass thermische Ausdehnungen des Formkörpers 4 bzw. 5 beim Umformvorgang kompensiert werden. In den hier dargestellten Ausführungsbeispielen gemäßen der Figuren 1, 3 und 4 ist die Lagerung 22 dem unteren Formkörper 4 zugeordnet.

[0049] Die Lagerung 22 umfasst, wie in der Figur 2 zu erkennen, vier Lager 23 - 26 in einer Kreuzanordnung, die auf einem Teilkreis von 90° zueinander versetzt angeordnet sind. Jedes Lager 23 - 26 weist eine Dehnungsnut 27 und einen Nutstein 28 auf. Der Nutstein 28 ist in der Dehnungsnut 27 geführt. Die Dehnungsnut ermöglicht dabei die ungehinderte Dehnung des Formkörpers während der Aufheiz- oder Abkühlphase des Werkzeuges.

[0050] Bei den Umformwerkzeugen 1A und 1B ist der Nutstein 28 an der unteren Wärmeplatte 29 der Heizeinrichtung 9 festgelegt, wohingegen die Dehnungsnut 27 Bestandteil eines Nutkörpers 30 ist, welcher an der unteren Kühlplatte 31 der Kühlung 11 befestigt ist.

[0051] Bei dem Umformwerkzeug 1C, wie in der Figur 4 dargestellt, ist der Nutstein 28 unmittelbar am unteren Formkörper 4 festgelegt. Der Nutkörper 30 ist auf der Kühlplatte 31 der Kühlung 11 angeordnet und gefügt.

[0052] Grundsätzlich kann der Nutkörper auch direkt am Grundkörper 7, 8 festgelegt sein. In diesem Falle ist dann die Kühlung 11 im Grundkörper 7, 8 integriert.

[0053] Durch die Lagerung 22 werden thermische Ausdehnungen der Formkörper 4, 5 definiert kompensiert. Auch die durch eine Krafteinleitung in Folge einer thermischen Ausdehnung der umzuformenden Metallplatte resultierenden Bewegungen werden durch die Lagerung 22 ausgeglichen. Die Lagerung 22 fesselt den Formkörper 4 in der Ebene (x - y). Zudem wird eine Verdrehung der Formkörper 4, 5 verhindert. Die Lagerung 22 gewährleistet, dass ein fiktiver Fixpunkt FP des bzw. der Formkörper 4, 5 beibehalten wird, ohne dass die thermische Ausdehnung der Formkörper 4, 5 behindert wird. Idealerweise liegt der Fixpunkt FP nahe des Masseschwerpunkts der Formkörper 4, 5.

Bezugszeichen:

[0054]

- 1A - Umformwerkzeug
- 1B - Umformwerkzeug
- 1C - Umformwerkzeug
- 2 - Werkzeugunterteil
- 3 - Werkzeugoberteil

- 4 - Formkörper
- 5 - Formkörper
- 6 - Formraum
- 7 - Grundkörper
- 8 - Grundkörper
- 9 - Heizeinrichtung
- 10 - Isolierung
- 11 - Kühlung
- 12 - Formkörpersegment
- 13 - Formkörpersegment
- 14 - Formkörpersegment
- 15 - Formkörpersegment
- 16 - Niederhalter
- 17 - Kolben-Zylinder-System
- 18 - Führungselement
- 19 - Führungselement / Aufnahme
- 20 - Führungselement
- 21 - Führungselement / Aufnahmen
- 22 - Lagerung
- 23 - Lager
- 24 - Lager
- 25 - Lager
- 26 - Lager
- 27 - Dehnungsnut
- 28 - Nutstein
- 29 - Wärmeplatte
- 30 - Nutkörper
- 31 - Kühlplatte

FP - fiktiver Fixpunkt

Patentansprüche

1. Umformwerkzeug zur Herstellung von Formbauteilen aus Metallplatten, vorzugsweise aus Leichtmetall, welches ein Werkzeugoberteil (3) und ein Werkzeugunterteil (2) aufweist, wobei das Werkzeugoberteil (3) und das Werkzeugunterteil (2) beheizbare Formkörper (4, 5) umfassen, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Formkörper (4, 5) im Werkzeugoberteil (3) und/oder im Werkzeugunterteil (2) in einer Lagerung (22) angeordnet ist, wobei die Lagerung (22) derart ausgebildet ist, dass thermische Ausdehnungen des Formkörpers (4, 5) beim Aufheizvorgang ermöglicht werden.
2. Umformwerkzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lagerung (24) zumindest drei, vorzugsweise mindestens vier, zueinander versetzte Lager (23 - 26) umfasst.
3. Umformwerkzeug nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lagerung (22) einen in einer Dehnungsnut (27) geführten Nutstein (28) aufweist.
4. Umformwerkzeug nach wenigstens einem der An-

sprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** am oberen Formkörper (4, 5) und am unteren Formkörper (4, 5) und/oder an einem Niederhalter (16) Führungselemente (18, 19, 20, 21) vorgesehen sind, über welche der obere Formkörper (4, 5) und der untere Formkörper (4, 5) und/oder der Niederhalter (16) beim Umformvorgang relativ zueinander lageorientierbar sind.

5. Umformwerkzeug nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der oder die Formkörper (4, 5) segmentiert ist/sind.
6. Umformwerkzeug nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Heizeinrichtung (9) vorgesehen ist zur Temperierung der Formkörper (4, 5) auf eine Temperatur von 150 °C bis 350 °C, vorzugsweise auf eine Temperatur von 200 °C bis 300 °C.
7. Umformwerkzeug nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Formkörper (4, 5) unter Eingliederung einer Isolierung (10) im Werkzeugoberteil (3) und/oder im Werkzeugunterteil (2) angeordnet sind.
8. Umformwerkzeug nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wirkflächen der Formkörper (4, 5) eine Beschichtung () aufweisen.
9. Umformwerkzeug nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Kühlung (11) vorgesehen ist.
10. Umformwerkzeug nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Formkörper (4, 5, 6) aus einem Werkzeugstahl bestehen, insbesondere aus einem Chrom-haltigen Sonderstahl mit Zusätzen von Molybdän und Vanadium.
11. Verfahren zur Herstellung von Formbauteilen aus einer Metallplatten, vorzugsweise aus einer Leichtmetallplatte, bei welchem die Metallplatte auf eine Umformtemperatur erwärmt und in einem Umformwerkzeug zwischen einem beheizten Formkörper (4, 5) eines Werkzeugoberteils (3) und einem beheizten Formkörper (4, 5) eines Werkzeugunterteils (2) zum Formbauteil umgeformt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Aufheizvorgang eine thermische Ausdehnung der Formkörper (4, 5, 6) ermöglicht wird.
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** Abmessungsveränderungen der Formkörper (4, 5) in Folge der thermischen Ausdehnung bei definierter Position der Formkörper (4, 5)

im Werkzeugoberteil (3) und/oder Werkzeugunter-
teil (2) ermöglicht werden.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

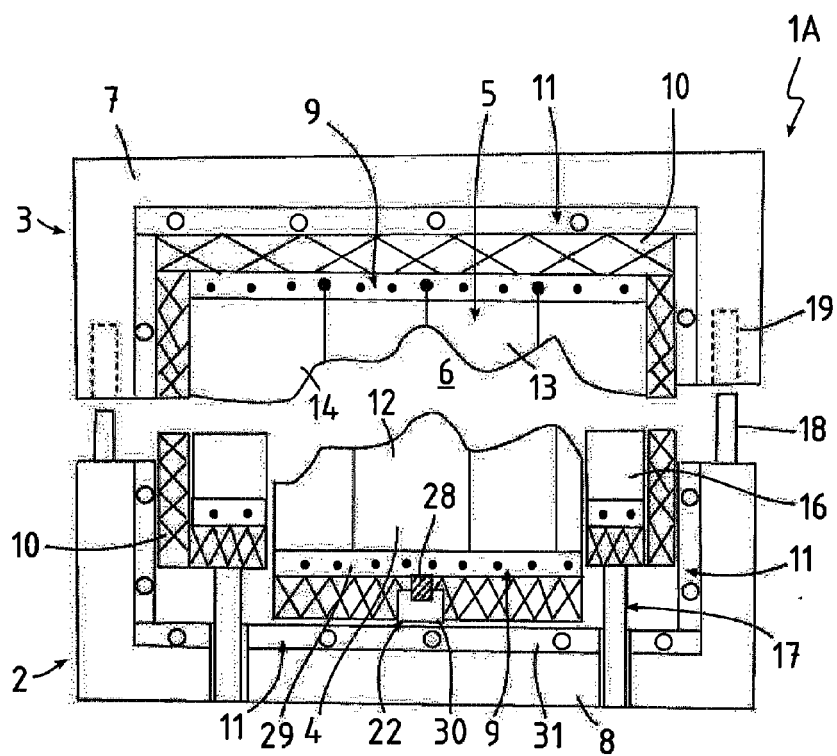


Fig. 1

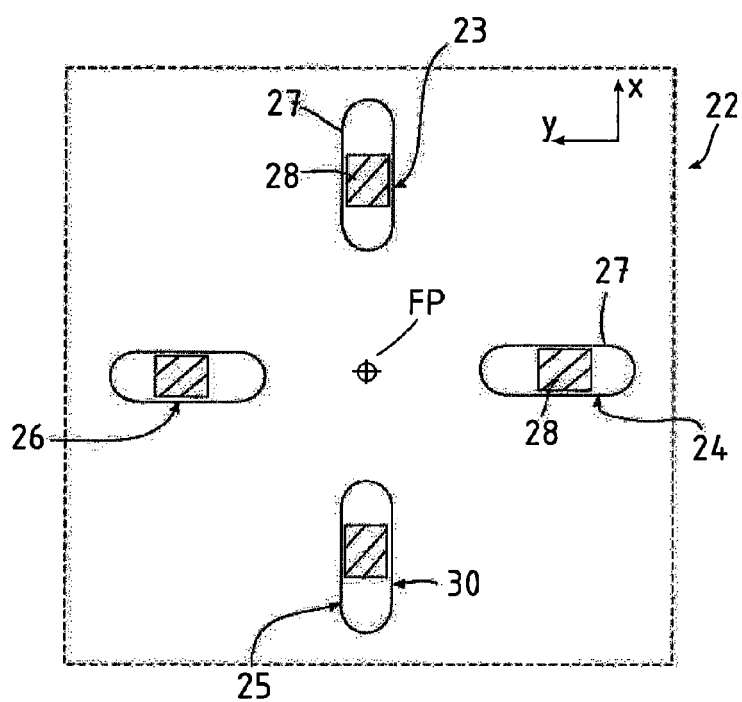


Fig. 2

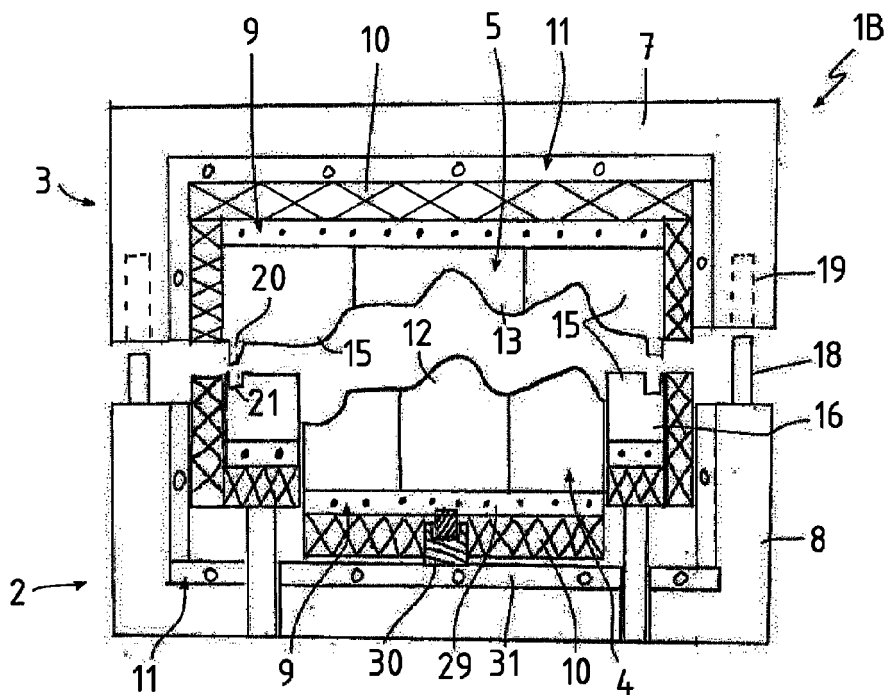


Fig. 3

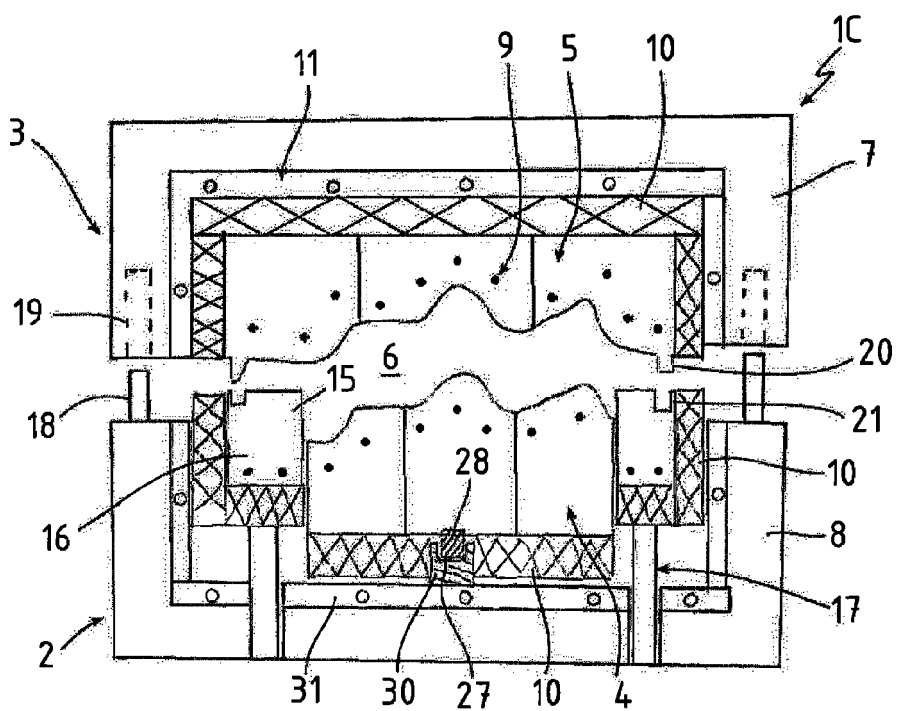


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 12 17 6670

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	EP 1 645 345 A2 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 12. April 2006 (2006-04-12) * Absatz [0020] - Absatz [0023]; Abbildungen *	1-12	INV. B21D37/16 B21D22/02 B21D22/20
Y	DD 128 836 A3 (BEHR KARL ALBRECHT; ECK CHRISTOPH; PANNASCH SIEGMAR; KUZMOWICZ PETER;) 14. Dezember 1977 (1977-12-14) * Seite 7, Zeile 12 - Zeile 36; Abbildungen 1-4 *	1-12	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B21D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 31. Oktober 2012	Prüfer Pieracci, Andrea
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

2
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 12 17 6670

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

31-10-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1645345 A2	12-04-2006	DE 602005003300 T2	25-09-2008
		EP 1645345 A2	12-04-2006
		JP 2006116605 A	11-05-2006
		US 2006075799 A1	13-04-2006

DD 128836 A3	14-12-1977	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- EP 1601478 B1 [0003]
- DE 102006046305 A1 [0004]
- DE 10162437 A1 [0005]
- CH 657548 A5 [0006]