

(19)



(11)

EP 3 778 056 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
17.02.2021 Patentblatt 2021/07

(51) Int Cl.:
B21D 22/20 (2006.01) **B21D 22/22** (2006.01)
B21D 25/00 (2006.01) **B21D 35/00** (2006.01)
B21D 37/16 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19191762.4**

(22) Anmeldetag: **14.08.2019**

(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
 Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Umformtechnik Stade GmbH**
21684 Stade (DE)

(72) Erfinder: **RUHR, Hilko**
21614 Buxtehude (DE)

(74) Vertreter: **Seemann & Partner Patentanwälte mbB**
Raboisen 6
20095 Hamburg (DE)

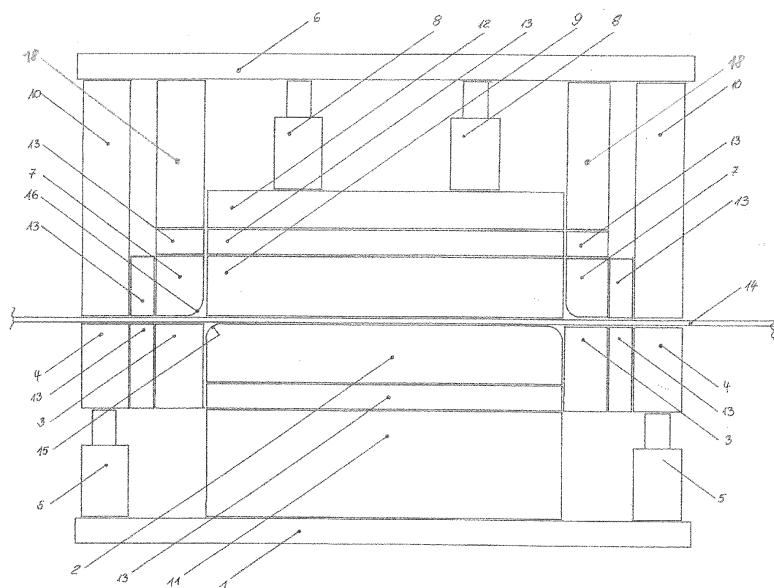
(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR WARMUMFORMUNG VON ALUMINIUMBLECHEN MITTELS RECKZIEHENS**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Warmumformung von Aluminiumblechen (14). Die Vorrichtung umfasst eine Pressvorrichtung mit einem Warmumformungsreckziehwerkzeug, welches ein erstes Werkzeug und ein mit dem ersten Werkzeug formschlüssig schließbares zweites Werkzeug umfasst.

Erfindungsgemäß umfassen beide Werkzeuge beheizbare und kühlbare Werkzeugelemente (2, 3, 4, 7, 9, 10). Diese werden auf ihre jeweils vorgegebenen Temperaturen aufgeheizt oder gekühlt. Nach Erreichen der vorgegebenen Temperaturen wird ein umzuformendes

Aluminiumblech (14) positionsgerecht zwischen das erste Werkzeug und das zweite Werkzeug eingebracht, und das Warmumformungswerkzeug wird formschlüssig geschlossen. Wenn das Aluminiumblech (14) unter Einwirkung der Hitze der beheizten Werkzeugelemente (2, 3, 7, 9) seine vorgegebene Temperatur erreicht hat, wird die Reckziehbewegung des beweglichen Werkzeugs gestartet und bis zu einer vorgegebenen Ziehtiefe durchgeführt. Der Reckziehvorgang kann an einer noch nicht reckgezogenen Stelle des Aluminiumblechs (14) wiederholt werden.

Fig. 3

**EP 3 778 056 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Warmumformung von Aluminiumblechen. Die Vorrichtung umfasst eine Pressvorrichtung mit einem Warmumformungsreckziehwerkzeug, welches ein erstes Werkzeug und ein mit dem ersten Werkzeug formschlüssig schließbares zweites Werkzeug umfasst.

[0002] Zur Warmumformung von Aluminiumblechen ist es, ähnlich wie bei Stahlblechen, bekannt, die Bleche einem Tiefziehverfahren oder einem Streckziehverfahren, auch Reckziehverfahren genannt, zu unterziehen. Im Reckziehverfahren wird das zu verformende Blech in einem umlaufenden Niederhaltebereich absolut festgehalten, so dass dieser Bereich nicht am Umformprozess teilnimmt.

[0003] Ein entsprechendes Verfahren und eine Vorrichtung hierzu ist beispielsweise aus DE 36 10 022 C2 der Anmelderin bekannt, mit denen Sicken in einem Blech hergestellt werden können. Dabei wird das Blech in dem Bereich, der einen zur Einförmung einer Sicke vorgesehenen Verformungsbereich umgibt, zwischen einem Unterwerkzeug und einem Oberwerkzeug miteinander zugewandten Pressflächen, welche jeweils eine Ausnehmung aufweisen, fest eingespannt und mit seinem Verformungsbereich über einen Sickenbalken gezogen. Das Blech wird zwischen dem an einem Pressstisch vorgesehenen Unterwerkzeug und dem an einem diesem gegenüber beweglich angeordneten, an einem Pressbalken vorgesehenen Oberwerkzeug eingelegt und das Oberwerkzeug mit dem Unterwerkzeug kraftschlüssig verbunden.

[0004] Im Unterschied dazu bedeutet das Tiefziehen, dass das zu verformende Blech im Niederhaltebereich kontrolliert nachfließt und somit am Umformprozess teilnimmt. Die Zuschnittsplatine ist in der Draufsicht vor dem Umformprozess größer als nach dem Umformprozess. Ein Tiefziehverfahren von Aluminiumblechen in einer Warmumformung ist unter anderem in DE 10 2006 035 239 B3 beispielhaft offenbart. In diesem Fall wird eine erwärmte Metallschmelze oder Salzsäure verwendet, deren Volumen zuvor geregelt wird, um das umzuformende Metallbauteil auf die richtige Temperatur zu bringen.

[0005] Aluminiumbleche stellen für Warmumformungsprozesse eine Herausforderung dar, denn Aluminiumlegierungen der 5000er-Klasse haben bei Raumtemperatur eine Bruchdehnung A5 von ca. 20 %. Wegen dieser Limitierung ist die leistbare Formänderungsarbeit im Tiefziehverfahren allerdings relativ begrenzt. Bei Einsatz des Reckziehverfahrens ist die leistbare Formänderungsarbeit noch erheblich begrenzter, da diese im Wesentlichen im Bereich der Ziehstempel- und Matrizenränder auftritt, also im Randbereich der Ziehstempel bzw. Matrizen. Unter sonst gleichen Bedingungen tritt das Versagen des Aluminiumblechs in Form von sogenannten Reißen daher beim Reckziehverfahren erheblich früher auf als beim Tiefziehverfahren.

[0006] Müssen trotzdem erheblich höhere Formänderungsarbeiten verschiedener Aluminiumlegierungen ausgeführt werden, so muss die Umformung, je nach Anforderung, im Blechtemperaturbereich von ca. 350 °C (Halbwarmumformung) bis zu ca. 540 °C (Warmumformung) erfolgen. In diesem Temperaturbereich haben Aluminiumbleche eine teigige Konsistenz, und es muss sichergestellt werden, dass es beim Ziehvorgang nicht zu Reißen im Blech kommt.

[0007] Eine weitere Einschränkung ist die mangelnde Flexibilität des Tiefziehverfahrens, weil Tiefziehwerkzeuge für die Halbwarm- bzw. Warmumformung extrem kostenintensiv sind, weshalb Änderungen vermieden werden. Sollen beispielsweise mehrere Vertiefungen in das Aluminiumblech eingebracht werden, so sind mit der Dimensionierung des Werkzeugs auch die Abstände zwischen den Vertiefungen und deren Dimensionen festgelegt. Änderungen der Abstände oder der Dimensionierung erfordern dann kostenintensive neue Werkzeuge.

[0008] Demgegenüber liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren zu schaffen, mit denen es möglich ist, Aluminiumbleche einer Warmumformung zu unterziehen, wobei auch bei hoher Formänderungsarbeit eine hohe Flexibilität gewährleistet wird.

[0009] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung zur Warmumformung von Aluminiumblechen mittels Reckziehens, umfassend eine Pressvorrichtung mit einem Warmumformungsreckziehwerkzeug, welches ein erstes Werkzeug, insbesondere Unterwerkzeug, und ein mit dem ersten Werkzeug formschlüssig schließbares zweites Werkzeug, insbesondere Oberwerkzeug, umfasst, wobei das erste Werkzeug eine erste Grundplatte mit einem beheizbaren Ziehstempel, wenigstens einem ersten beheizbaren Niederhalter, wenigstens einem ersten kühlbaren Niederhalter und wenigstens einem druckregulierbaren ersten Niederhaltezylinder umfasst, wobei das zweite Werkzeug eine zweite Grundplatte mit einem beheizbaren Matrizenteil, wenigstens einem beheizbaren Blechgegenhalter, wenigstens einem zweiten kühlbaren Niederhalter und wenigstens einem druckregulierbaren zweiten Niederhaltezylinder umfasst, wobei die erste Grundplatte oder die zweite Grundplatte an einer beweglichen, insbesondere weg- und kraftgesteuerten, Vorrichtung der Pressvorrichtung befestigt ist, wobei mittels der ersten und zweiten Werkzeuge ein Niederhalten eines Randes eines Aluminiumblechs und ein Reckziehen über das beheizbare Matrizenteil ermöglicht wird.

[0010] Die Erfindung beruht auf dem Grundgedanken, dass anstelle eines Tiefziehverfahrens ein Reckziehverfahren eingesetzt wird, bei dem das Aluminiumblech für jeden Reckziehvorgang in einem umfänglichen Niederhaltebereich festgehalten wird, so dass der jeweils äußere Teil des Aluminiumblechs nicht an der Umformung teilnimmt. Dieser steht für weitere Umformungsprozesse zur Verfügung, so dass durch mehrmaliges Reckziehen mit der gleichen Vorrichtung und dem gleichen Werkzeug eine Serie von gleichartigen, aber gegebenenfalls unter-

schiedlich beabstandeten, Vertiefungen in das Blech eingebracht werden kann.

[0011] In dem ersten Werkzeug und dem zweiten Werkzeug sind die beheizbaren Niederhalteelemente, also der beheizbare Niederhalter und der beheizbare Blechgegenhalter, jeweils benachbart zum beheizbaren Ziehstempel bzw. zum beheizbaren Matrizenteil angeordnet, wobei radial nach außen die jeweils kühlbaren Niederhalter Elemente, also der erste kühlbare Niederhalter und der zweite kühlbare Niederhalter, folgen. Diese bewirken in dem Aluminiumblech im Niederhaltebereich einen Temperaturgradienten, der von innen nach außen abnimmt, so dass der äußere Bereich des Aluminiumblechs im Niederhaltebereich eine geringe Temperatur aufweist, welche das Blechmaterial gegenüber dem Reckziehprozess stabilisiert und sicherstellt, dass der äußere Bereich nicht umgeformt wird.

[0012] Diese Maßnahme ist besonders günstig für die Verwendung der Vorrichtung zum mehrfachen Reckziehen an einem Aluminiumblech mit zwischenzeitlichem Verschieben des Aluminiumblechs von einer ersten in eine zweite Position usw.

[0013] In Ausführungsformen sind im ersten Werkzeug ein nicht kühlbarer Druckaufnahmekörper und im zweiten Werkzeug ein nicht kühlbarer Druckverteilungskörper angeordnet, welche insbesondere im Querschnitt an die Abmessungen des Ziehstempels und des Matrizenteils angepasst sind.

[0014] Vorzugsweise befinden sich zwischen den beheizbaren Werkzeugelementen und den kühlbaren Werkzeugelementen und/oder den nicht kühlbaren Werkzeugelementen jeweils druckfeste Isolationsmaterialien. Diese druckfesten Isolationsmaterialien ermöglichen es, die beheizbaren Elemente und die kühlbaren Elemente thermisch voneinander besser zu trennen und somit einen verbesserten Temperaturverlauf im Aluminiumblech zu realisieren.

[0015] In Ausführungsformen weisen die beheizbaren Werkzeugelemente jeweils eine oder mehrere Heizkartuschen auf. Bei den Heizkartuschen kann es sich um elektrische Widerstände handeln, welche Wärme proportional zu Stromstärke abgeben, wenn sie von einem Strom geschlossen werden. Vorteilhafterweise weisen die beheizbaren Werkzeugelemente jeweils eine eigene Temperaturregelung auf, insbesondere mit eigener Datenspeicherung. Auf diese Weise ist es möglich, das umzuformende Aluminiumblech entsprechend den lokalen Notwendigkeiten der Formänderungsarbeit in unterschiedlichen Bereichen lokal unterschiedlich zu erhitzen.

[0016] In Ausführungsformen weisen eines oder mehrere der beheizbaren Werkzeugelemente und/oder eines oder mehrere der kühlbaren Werkzeugelemente einen oder mehrere Temperatursensoren auf, die, insbesondere oberflächennah oder in der Oberfläche dem Aluminiumblech zugewandt, so angeordnet sind, dass eine Temperatur des Aluminiumblechs im Bereich des jeweiligen Temperatursensors ermittelbar ist. Die Temperatur des Aluminiumblechs kann auch indirekt ermittelt wer-

den, beispielsweise durch Messung der temperaturabhängigen Formänderungsarbeit bei der Umformung in Abhängigkeit der erreichten Verformung. Vorteilhaft ist es, wenn die Temperatur über die gesamte Fläche des Aluminiumblechs überwacht wird, die am Warmumformprozess teilnimmt.

[0017] Wenn vorteilhafterweise eine Wegmessvorrichtung am Warmumformungsreckziehwerkzeug vorhanden ist, die ausgebildet und eingerichtet ist, die Bewegung und Geschwindigkeit des bewegten ersten oder zweiten Werkzeugs gegenüber dem nicht bewegten zweiten oder ersten Werkzeug zu regeln, insbesondere in Verbindung mit der beweglichen weg- und kraftgesteuerten Vorrichtung der Pressvorrichtung sowie der Temperaturregelung der beheizbaren Werkzeugelemente, so ist eine sehr genaue und sichere Prozessführung gewährleistet. Bei der Bewegung des beweglichen Werkzeugs wird bei der Weg- und Kraftsteuerung sowohl der von dem Ziehstempel bzw. dem beweglichen Werkzeug zurückgelegte Weg als auch die dafür aufgebrachte Kraft gemessen und mit Sollwerten verglichen. Für einen sicheren Umformungsprozess sollte sich die Kraft in Abhängigkeit des zurückgelegten Weges innerhalb eines vorgegebenen Wertekorridors bewegen, um zu vermeiden, dass es zu Reißen im Aluminiumblech kommt. Sobald dieser vorgegebene Wertekorridor verlassen wird, wird der Prozess unterbrochen, um das Material des Aluminiumblechs wieder auf die vorgegebene Temperatur zu bringen, in dem auch die aufgewendete Kraft wieder in den vorgegebenen Wertekorridor zurückkehrt. Der Umformungsprozess kann daher diskontinuierlich sein.

[0018] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird auch durch ein Verfahren zur Warmumformung von Aluminiumblechen mittels Reckziehens in einer zuvor beschriebenen erfindungsgemäßen Vorrichtung gelöst, wobei die beheizbaren und kühlbaren Werkzeugelemente auf ihre jeweils vorgegebenen Temperaturen aufgeheizt oder gekühlt werden, nach Erreichen der vorgegebenen Temperaturen ein umzuformendes Aluminiumblech positionsgerecht zwischen das erste Werkzeug und das zweite Werkzeug eingebracht wird, und das Warmumformungswerkzeug formschlüssig geschlossen wird, wobei dann, wenn das Aluminiumblech unter Einwirkung der Hitze der beheizten Werkzeugelemente seine vorgegebene Temperatur erreicht hat, die Reckziehbewegung des beweglichen Werkzeugs gestartet und bis zu einer vorgegebenen Ziehtiefe durchgeführt wird.

[0019] Dieses Verfahren verwirklicht somit die gleichen Vorteile, Merkmale und Eigenschaften wie die zuvor beschriebene erfindungsgemäße Vorrichtung.

[0020] Vorteilhafterweise wird nach einem Reckziehvorgang das Aluminiumblech neu positioniert und an einem bislang noch nicht reckgezogenen Teil des Aluminiumblechs ein weiterer, gleichartiger Reckziehvorgang durchgeführt. Dies wird ermöglicht durch die Verwendung des Reckziehprozesses mit zusätzlicher Kühlung des Aluminiumblechs im äußeren Randbereich des Nie-

derhaltebereichs. Auf diese Weise können gleichartige Vertiefungen mit der gleichen Vorrichtung unter variablen Abständen voneinander in das Aluminiumblech eingebracht werden.

[0021] Vorzugsweise werden während eines Reckziehvorgangs die vorgegebenen Temperaturen einzelner oder aller Werkzeugelemente und/oder des Aluminiumblechs überwacht und die Reckziehbewegung unterbrochen, falls eine oder mehrere der Temperaturen sich außerhalb eines vorgegebenen akzeptablen Temperaturbereichs bewegen, und wird fortgesetzt, wenn alle überwachten Temperaturen sich wieder innerhalb ihrer vorgegebenen akzeptablen Temperaturbereiche befinden.

[0022] In Ausführungsformen werden zwischen dem wenigstens einen ersten Niederhalter und dem wenigstens einen Blechgegenhalter sowie zwischen dem Ziehstempel und dem Matrizenteil unterschiedliche Temperaturführungen angewendet, um unterschiedliche Formänderungskräfte in den Bereichen Ziehstempelradius und Blechgegenhalterradien zu kompensieren. Der Ziehstempelradius und die Blechgegenhalterradien befinden sich im Bereich am äußeren Rand des Ziehstempels bzw. an den Innenkanten der Blechgegenhalter, die zum Ziehstempel hin angeordnet sind. Während des Reckziehvorgangs gerät das Aluminiumblech in diesem Bereich zwischen den Ziehstempel und den oder die Blechgegenhalter und erfährt somit die größte Formänderung. In diesem Bereich weisen der Ziehstempel und die Blechgegenhalter an ihren seitlichen Kanten Abrundungen, die sogenannten Radien, auf. Die Krümmungen der Radien haben einen Einfluss auf das Ziehverhalten des Aluminiumblechs während des Reckziehvorgangs, da in den Radien unterschiedliche Reibungsverhältnisse auftreten, insbesondere in Eckradien. Ein Temperaturgradient zwischen den beheizbaren Niederhaltelementen und den zentralen beheizbaren Elementen, also Ziehstempel und Matrizenteil, kann daher die sichere Umformung des Aluminiumblechs in diesem Bereich sicherstellen.

[0023] Die Temperaturführungen der beheizbaren Werkzeugelemente werden vorzugsweise während eines Reckziehvorgangs insgesamt und untereinander aufgrund sich verändernder Formänderungsarbeit angepasst. In Ausführungsformen können die beheizbaren Werkzeugelemente auf eine vorgegebene Temperatur zwischen 515 °C und 540 °C aufgeheizt werden. Diese Temperaturen sind besonders günstig für die Aluminiumbleche der 5000er-Klasse. Für andere Aluminiumbleche können andere Temperaturbereiche günstiger sein.

[0024] Vorteilhafterweise wird in dem wenigstens einen ersten Niederhaltezyylinder ein Druck eingestellt, der das Festhalten des Aluminiumblechs während des Reckziehvorgangs sicherstellt und/oder es wird in dem wenigstens einen zweiten Niederhaltezyylinder ein Druck eingestellt, der das Nachfließen des Aluminiumblechs während des Reckziehvorgangs sicherstellt.

[0025] Die zu verwendenden Temperaturen und Drücke für den erfindungsgemäßen Reckziehprozess hängen

von dem verwendeten Material ab und können in Versuchen ermittelt werden.

[0026] Weitere Merkmale der Erfindung werden aus der Beschreibung erfindungsgemäßer Ausführungsformen zusammen mit den Ansprüchen und den beigefügten Zeichnungen ersichtlich. Erfindungsgemäße Ausführungsformen können einzelne Merkmale oder eine Kombination mehrerer Merkmale erfüllen.

[0027] Im Rahmen der Erfindung sind Merkmale, die mit "insbesondere" oder "vorzugsweise" gekennzeichnet sind, als fakultative Merkmale zu verstehen.

[0028] Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben, wobei bezüglich aller im Text nicht näher erläuterten erfindungsgemäßen Einzelheiten ausdrücklich auf die Zeichnungen verwiesen wird. Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Darstellung eines in einem Tiefziehverfahren hergestellten Aluminiumblech-Formkörpers,

Fig. 2 eine perspektivische Darstellung eines in einem erfindungsgemäßen Reckziehverfahren hergestellten Aluminiumblech-Formkörpers und

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Warmumformung von Aluminiumblechen.

[0029] In den Zeichnungen sind jeweils gleiche oder gleichartige Elemente und/oder Teile mit denselben Bezugsziffern versehen, so dass von einer erneuten Vorstellung jeweils abgesehen wird.

[0030] Fig. 1 zeigt eine perspektivische Darstellung eines in einem Tiefziehverfahren hergestellten Aluminiumblech-Formkörpers 20. Das nicht dargestellte Tiefziehwerkzeug hat eine komplizierte Geometrie mit mehreren Relieftteilen, welche für die Vertiefungen 21 in dem Aluminiumblech-Formkörper 20 sorgen, welche zu den Enden hin von Seitenbereichen 22 fixer Breite und voneinander mit Stegen 24 fixer Breite beabstandet sind. Die Öffnungsbereiche 23 der Vertiefungen 21 weisen jeweils eine von der Breite des jeweiligen Ziehstempels abhängige fixe Breite auf. Der Aluminiumblech-Formkörper 20 beruht auf einem Aluminiumblech aus einer Aluminiumgüte der Gruppe 5000 und lässt sich im Tiefziehverfahren im Temperaturbereich von ca. 350 °C herstellen. Im Anschluss an den Tiefziehvorgang erfolgt ein Zuschnitt mittels Laser oder anderen Trennmöglichkeiten auf die finalen Abmessungen sowie die Erzeugung der Öffnungen im Bereich der Vertiefungen 21.

[0031] Die Abmessungen und Abstände der Vertiefungen 21 lassen sich mit dem gewählten Tiefziehwerkzeug nicht ändern. Die ökonomische Grenze wird überschritten, wenn zum Beispiel unter sonst gleichen Bedingun-

gen das Mittenabstandsmaß der großflächigen Vertiefungen 21 verändert wird.

[0032] Im Unterschied dazu zeigt Fig. 2 eine perspektivische Darstellung eines in einem erfindungsgemäßen Reckziehverfahren hergestellten Aluminiumblech-Formkörpers 20. Dazu wird das Reckziehverfahren mehrmals hintereinander am Aluminiumblech durchgeführt, wobei jeweils das Aluminiumblech in der Vorrichtung versetzt wird, um die jeweils nächste Vertiefung 21 zu erzeugen. Bei ansonsten gleichen Abmessungen der Vertiefungen 21 liegen diese daher unterschiedlich weit auseinander, was an den unterschiedlichen Bemaßungen der Stege 25 und 26 mit variabler Breite im unteren Bereich der Figur erkennbar ist. Diese Mittenabstandsmaße können von Formkörper zu Formkörper unterschiedlich eingestellt werden, da sie nur von der Positionierung des Aluminiumblechs auf der Vorrichtung abhängen. Auch die Breite der Seitenbereiche 22 ist flexibel einstellbar.

[0033] Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Warmumformung von Aluminiumblechen 14. Die Vorrichtung umfasst eine Pressvorrichtung mit einem Warmumformungsreckziehwerkzeug, welches ein erstes und ein zweites Werkzeug aufweist. In der in Fig. 3 gezeigten Darstellung ist das erste Werkzeug unterhalb des Aluminiumblechs 14 und das zweite Werkzeug oberhalb des Aluminiumblechs 14 angeordnet, so dass von einem Unterwerkzeug und einem Oberwerkzeug gesprochen wird. Die Erfindung ist jedoch nicht auf diese Konfiguration begrenzt, denn die Anordnung des ersten und zweiten

[0034] Das erste Werkzeug, in diesem Fall das Unterwerkzeug, ruht auf einer ersten Grundplatte 1, auf der die weiteren Werkzeugelemente des ersten Werkzeugs angeordnet sind. Zuinnerst handelt es sich dabei um einen beheizbaren Ziehstempel 2, welcher über ein druckfestes Isoliermaterial 13 und einen nicht kühlbaren Druckaufnahmekörper 11 auf der ersten Grundplatte 1 abgestützt ist. Der Ziehstempel 2, über den das Aluminiumblech 14 im Reckziehprozess gezogen wird, weist an seinem zum Aluminiumblech 14 weisenden umlaufenden Rand einen Ziehstempelradius 15 auf, welcher beim Reckziehen für einen Übergang zwischen dem zentralen gezogenen Teil des Aluminiumblechs 14 und dem äußeren Rand des Aluminiumblechs 14 sorgt, der nicht an der Umformung teilnimmt.

[0035] Nach außen wird der Ziehstempel 2 von einem ebenfalls beheizbaren ersten beheizbaren Niederhalter 3 umgeben, der nach außen hin seinerseits von einem druckfesten Isoliermaterial 13 und einem ersten kühlbaren Niederhalter 4 umgeben wird. Diese drei Werkzeugelemente dienen dazu, im Zusammenwirken mit entsprechenden Werkzeugelementen des zweiten Werkzeugs einen Niederhaltebereich des Aluminiumblechs 14 so einzuklemmen, dass dieser beim Reckziehen festgehalten wird, so dass das Aluminiumblech 14, anders als beim Tiefziehen, nicht nachfließt. Der erste beheiz-

bare Niederhalter 3, das druckfeste Isoliermaterial 13 und der erste kühlbare Niederhalter 4 werden von ersten Niederhaltezylindern 5 mit einem Druck beaufschlagt, der das Festhalten des Niederhaltebereichs des Aluminiumblechs 14 sicherstellt.

[0036] Das zweite Werkzeug, im Fall der Fig. 3 das Oberwerkzeug, umfasst eine zweite Grundplatte 6, welche parallel zur ersten Grundplatte 1 angeordnet ist. Zentral stützt sich ein beheizbares Matrizenteil 9 über ein entsprechend dimensioniertes druckfestes Isoliermaterial 13, einen ebenfalls entsprechend dimensionierten nicht kühlbaren Druckverteilungskörper 12 und zweite Niederhaltezylinder 8 auf der zweiten Grundplatte 6 ab. Das Matrizenteil 9 weist im Querschnitt die gleichen Abmessungen wie der Ziehstempel 2 auf und ist mit dem Ziehstempel 2 fluchtend angeordnet. Die zweiten Niederhaltezylinder 8 sorgen für einen Druck, der vom Matrizenteil 9 über das Aluminiumblech 14 auf den Ziehstempel 2 ausgeübt wird, der sicherstellt, dass das Aluminiumblech 14 in diesem Bereich während des Warmumformprozesses nachfließen kann.

[0037] An das zentrale Matrizenteil 9 schließt sich nach außen hin ein beheizbarer Blechgegenhalter 7 an, der dem ersten beheizbaren Niederhalter gegenüberliegt und über ein eigenes druckfestes Isoliermaterial 13 und einen Druckabgabekörper 18 an der zweiten Grundplatte 6 abgestützt ist. Nach außen schließen sich wiederum ein druckfestes Isoliermaterial 13 und ein zweiter kühlbarer Niederhalter 10 an, welcher sich im gezeigten Ausführungsbeispiel an der zweiten Grundplatte 6 abstützt.

[0038] Die zwischen den beheizbaren Werkzeugelementen 2, 3, 7 und 9 und den kühlbaren Werkzeugelementen 4 und 10 sowie den nicht kühlbaren Werkzeugelementen 11 und 12 angeordneten druckfesten Isolationsmaterialien 13 dienen der thermischen Entkopplung.

[0039] Die Darstellung in Fig. 3 ist schematisiert und bildet keine konkreten Bemaßungen ab. Besonders die Werkzeugelemente des Niederhaltebereichs können in Relation zum Ziehstempel 2 deutlich schmaler ausgeführt sein als abgebildet. Die abgebildete Konfiguration, in der einander gegenüberliegende Werkzeugelemente in Bewegungsrichtung miteinander fluchten, ist vorteilhaft für eine kontrollierte Einstellung von Temperaturgradienten im Aluminiumblech 14, aber nicht zwingend. Wesentlicher ist es, dass, wie bei Reck- und Tiefziehwerkzeugen üblich, die Innenkanten des ersten beheizbaren Niederhalters 3 und des beheizbaren Blechgegenhalters 7 einerseits und die Außenkanten des Ziehstempels 2 und des Matrizenteils 9 andererseits miteinander fluchten und einen Zwischenraum für das Aluminiumblech 14 offenlassen. Auch die Dimensionierung der Isoliermaterialien, die gegebenenfalls zwischen den beheizbaren und den kühlbaren bzw. nicht beheiz- oder kühlbaren Werkzeugelementen eingefügt werden, ist geeignet wählbar. Auch die Tatsache, dass in der Darstellung in Fig. 3 die verschiedenen Werkzeuggeste mit ihren Rändern in der Horizontalen fluchten, ist vorteilhaft, aber nicht zwingend.

[0040] Die ersten und zweiten Niederhaltezyylinder 5, 8 dienen in erster Linie dazu, den Druck zu erzeugen, mit dem das Aluminiumblech 14 einerseits im zentralen Bereich und andererseits im Niederhaltebereich zwischen dem Oberwerkzeug und dem Unterwerkzeug festgehalten wird. Der eigentliche Reckziehvorgang umfasst eine Relativbewegung der zweiten Grundplatte 6 gegenüber der ersten Grundplatte 1, wobei es für die Erfindung unerheblich ist, welche der beiden Grundplatten bewegt wird und welche fixiert ist. Der Vorgang wird im Folgenden anhand des Beispiels erläutert, dass das zweite Werkzeug, in diesem Fall also das Oberwerkzeug, bewegt wird und das erste Werkzeug fixiert wird.

[0041] Jedes einzelne oben angeführte beheizbare Werkzeugelement hat mindestens eine, vorzugsweise jedoch mehrere Heizkartuschen und seine eigene Temperaturregelung mit entsprechender Datenspeicherung. An dem sich in der Pressvorrichtung befindenden Reckziehwerkzeug befindet sich eine Wegmessvorrichtung (ohne Darstellung), die die Abwärtsbewegung des Oberwerkzeugs und die Geschwindigkeit der Abwärtsbewegung in direkter Verbindung mit der beweglichen weg- und kraftgesteuerten Vorrichtung der Pressvorrichtung und der Temperaturregelung der beheizbaren Werkzeugelemente regelt. Der Druck in dem Niederhaltezyylinder 5 und seinem System ist auf den Druck eingestellt, der das absolute Festhalten des Aluminiumblechs 14 im Niederhaltebereich während des Warmumformprozesses sicherstellt. Der Druck in dem Niederhaltezyylinder 8 und seinem System ist auf den Druck eingestellt, der das Nachfließen der Aluminiumplatte während des Warmumformprozesses sicherstellt.

[0042] Das erfindungsgemäße Verfahren wird wie folgt durchgeführt. Das sich in der Pressvorrichtung befindende Werkzeug, bestehend aus dem Oberwerkzeug und Unterwerkzeug, wird formschlüssig geschlossen. Der beheizbare Ziehstempel 2, der beheizbare Niederhalter 3, der beheizbare Blechgegenhalter 7 sowie das beheizbare Matrizenteil 9 werden mittels integrierten, elektrischen Heizkartuschen auf eine Temperatur von beispielsweise von 515 °C bis zu 540 °C aufgeheizt, welches sich für Aluminiumbleche der 5000er-Güte als besonders geeignet erwiesen hat. Für andere Güteklassen können abweichende Temperaturen geeigneter sein.

[0043] Sobald alle der oben beschriebenen Werkzeugkomponenten die vorgegebene Temperatur erreicht haben, wird das Werkzeug geöffnet, die Aluminiumplatte 14, die vorher gegebenenfalls im Formänderungsbereich mit einem temperaturbeständigen Ziehöl beschichtet wurde, wird positionsgerecht in das Werkzeug gelegt und das Werkzeug formschlüssig geschlossen. Damit das Aluminiumblech 14 aufgeheizt werden kann, muss der Formschluss mit dem Ziehstempel 2 und dem Matrizenteil 9 sowie dem Niederhalter 3 und dem Blechgegenhalter 7 sichergestellt sein.

[0044] Sobald durch indirekte Messung erkannt wird, dass das Aluminiumblech 14 ebenfalls die vorgegebene Temperatur erreicht hat, wird die Abwärtsbewegung der

beweglichen Vorrichtung der Pressvorrichtung, im Beispielsfall die Abwärtsbewegung des zweiten Werkzeugs, ausgelöst. Während der Abwärtsbewegung, dem eigentlichen Ziehprozess, wird das Aluminiumblech 14 so lange über den Ziehstempel 2 gezogen, bis die vorgegebene Ziehtiefe erreicht ist. Im Festhaltebereich muss dabei die Kraft so reguliert werden, dass das Aluminiumblech 14 nicht reißt.

[0045] Nach Abschluss des ersten Ziehprozesses kann das Aluminiumblech 14 in vollständiger Variabilität des Mittenabstandes verschoben und neu positioniert werden. Diese Variabilität ist auch bei jedem weiteren Ziehprozess gegeben.

[0046] Während des Ziehprozesses müssen die vorgewählten Temperaturen der beheizbaren Werkzeugelemente kontrolliert eingehalten werden. Eine Nachregelung kann notwendig sein. Daraus folgt, dass der Ziehvorgang diskontinuierlich ablaufen kann.

[0047] Es können unterschiedliche Temperaturführungen zwischen dem Niederhalter 3 und dem Blechgegenhalter 7 sowie zwischen dem Ziehstempel 2 und dem Matrizenteil 9 nötig sein, da die unterschiedlichen Formänderungskräfte in den Bereichen Ziehstempelpadius 15 und Blechgegenhalterradien 16 kompensiert werden müssen. Es kann auch notwendig sein, dass die Temperaturführungen insgesamt und untereinander während des Ziehprozesses der sich verändernden Formänderungsarbeit angepasst werden muss.

[0048] Alle genannten Merkmale, auch die den Zeichnungen allein zu entnehmenden sowie auch einzelne Merkmale, die in Kombination mit anderen Merkmalen offenbart sind, werden allein und in Kombination als erfindungswesentlich angesehen. Erfindungsgemäße Ausführungsformen können durch einzelne Merkmale oder eine Kombination mehrerer Merkmale erfüllt sein.

Bezugszeichenliste

[0049]

- | | |
|----|--|
| 1 | erste Grundplatte |
| 2 | beheizbarer Ziehstempel |
| 3 | erster beheizbarer Niederhalter |
| 4 | erster kühlbarer Niederhalter |
| 5 | erster Niederhaltezyylinder |
| 6 | zweite Grundplatte |
| 7 | beheizbarer Blechgegenhalter |
| 8 | zweiter Niederhaltezyylinder |
| 9 | beheizbares Matrizenteil |
| 10 | zweiter kühlbarer Niederhalter |
| 11 | nicht kühlbarer Druckaufnahmekörper |
| 12 | nicht kühlbarer Druckverteilungskörper |
| 13 | druckfestes Isoliermaterial |
| 14 | Aluminiumblech |
| 15 | Ziehstempelpadius |
| 16 | Blechgegenhalterradius |
| 18 | Druckabgabekörper |
| 20 | Aluminiumblech-Formkörper |

- 21 Vertiefung
- 22 Seitenbereich
- 23 Öffnungsbereich
- 24 Steg mit fixer Breite
- 25 Steg mit variabler Breite
- 26 Steg mit variabler Breite

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Warmumformung von Aluminiumblechen (14) mittels Reckziehens, umfassend eine Pressvorrichtung mit einem Warmumformungsreckziehwerkzeug, welches ein erstes Werkzeug, insbesondere Unterwerkzeug, und ein mit dem ersten Werkzeug formschlüssig schließbares zweites Werkzeug, insbesondere Oberwerkzeug, umfasst, wobei das erste Werkzeug eine erste Grundplatte (1) mit einem beheizbaren Ziehstempel (2), wenigstens einem ersten beheizbaren Niederhalter (3), wenigstens einem ersten kühlbaren Niederhalter (4) und wenigstens einem druckregulierbaren ersten Niederhaltezyylinder (5) umfasst, wobei das zweite Werkzeug eine zweite Grundplatte (6) mit einem beheizbaren Matrizenteil (9), wenigstens einem beheizbaren Blechgegenhalter (7), wenigstens einem zweiten kühlbaren Niederhalter (10) und wenigstens einem druckregulierbaren zweiten Niederhaltezyylinder (8) umfasst, wobei die erste Grundplatte (1) oder die zweite Grundplatte (6) an einer beweglichen, insbesondere weg- und kraftgesteuerten, Vorrichtung der Pressvorrichtung befestigt ist, wobei mittels der ersten und zweiten Werkzeuge ein Niederhalten eines Randes eines Aluminiumblechs (14) und ein Reckziehen über das beheizbare Matrizenteil (9) ermöglicht wird.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** im ersten Werkzeug ein nicht kühlbarer Druckaufnahmekörper (11) und im zweiten Werkzeug ein nicht kühlbarer Druckverteilungskörper (12) angeordnet sind, welche insbesondere im Querschnitt an die Abmessungen des Ziehstempels (2) und des Matrizenteils (9) angepasst sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich zwischen den beheizbaren Werkzeugelementen (2, 3, 7, 9) und den kühlbaren Werkzeugelementen (4, 10) und/oder den nicht kühlbaren Werkzeugelementen (11, 12) jeweils druckfeste Isolationsmaterialien (13) befinden.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beheizbaren Werkzeugelemente (2, 3, 7, 9) jeweils eine oder mehrere Heizkartuschen aufweisen.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **da-**

durch gekennzeichnet, dass die beheizbaren Werkzeugelemente (2, 3, 7, 9) jeweils eine eigene Temperaturregelung aufweisen, insbesondere mit eigener Datenspeicherung.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** eines oder mehrere der beheizbaren Werkzeugelemente (2, 3, 7, 9) und/oder eines oder mehrere der kühlbaren Werkzeugelemente (4, 10) einen oder mehrere Temperatursensoren aufweisen, die so angeordnet sind, insbesondere oberflächennah oder in der Oberfläche dem Aluminiumblech (14) zugewandt, dass eine Temperatur des Aluminiumblechs (14) im Bereich des jeweiligen Temperatursensors ermittelbar ist.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Wegmessvorrichtung am Warmumformungsreckziehwerkzeug vorhanden ist, die ausgebildet und eingerichtet ist, die Bewegung und Geschwindigkeit des bewegten ersten oder zweiten Werkzeugs gegenüber dem nicht bewegten zweiten oder ersten Werkzeug zu regeln, insbesondere in Verbindung mit der beweglichen weg- und kraftgesteuerten Vorrichtung der Pressvorrichtung sowie der Temperaturregelung der beheizbaren Werkzeugelemente (2, 3, 7, 9).
8. Verfahren zur Warmumformung von Aluminiumblechen (14) mittels Reckziehens in einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die beheizbaren und kühlbaren Werkzeugelemente (2, 3, 4, 7, 9, 10) auf ihre jeweils vorgegebenen Temperaturen aufgeheizt oder gekühlt werden, nach Erreichen der vorgegebenen Temperaturen ein umzuformendes Aluminiumblech (14) positionsgerecht zwischen das erste Werkzeug und das zweite Werkzeug eingebracht wird, und das Warmumformungswerkzeug formschlüssig geschlossen wird, wobei dann, wenn das Aluminiumblech (14) unter Einwirkung der Hitze der beheizten Werkzeugelemente (2, 3, 7, 9) seine vorgegebene Temperatur erreicht hat, die Reckziehbewegung des beweglichen Werkzeugs gestartet und bis zu einer vorgegebenen Ziehtiefe durchgeführt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach einem Reckziehvorgang das Aluminiumblech (14) neu positioniert wird und an einem bislang noch nicht reckgezogenen Teil des Aluminiumblechs ein weiterer, gleichartiger Reckziehvorgang durchgeführt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** während eines Reckziehvorgangs die vorgegebenen Temperaturen einzelner oder aller der Werkzeugelemente (2, 3, 4, 7, 9, 10) und/oder des Aluminiumblechs (14) überwacht wer-

den und die Reckziehbewegung unterbrochen wird, falls eine oder mehrere der Temperaturen sich außerhalb eines vorgegebenen akzeptablen Temperaturbereichs bewegen, und fortgesetzt wird, wenn alle überwachten Temperaturen sich wieder innerhalb ihrer vorgegebenen akzeptablen Temperaturbereiche befinden. 5

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem wenigstens einen ersten Niederhalter (3) und dem wenigstens einen Blechgegenhalter (7) sowie zwischen dem Ziehstempel (2) und dem Matrizenteil (9) unterschiedliche Temperaturführungen angewendet werden, um unterschiedliche Formänderungskräfte in den Bereichen Ziehstempelradius (15) und Blechgeghalterradien (16) zu kompensieren. 10
15
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperaturführungen der beheizbaren Werkzeugelemente (2, 3, 7, 9) während eines Reckziehvorgangs insgesamt und untereinander aufgrund sich verändernder Formänderungsarbeit angepasst werden. 20
25
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beheizbaren Werkzeugelemente (2, 3, 7, 9) auf eine vorgegebene Temperatur zwischen 515 °C und 540 °C aufgeheizt werden. 30
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem wenigstens einen ersten Niederhaltezyylinder (5) ein Druck eingestellt wird, der das Festhalten des Aluminiumblechs (14) während des Reckziehvorgangs sicherstellt und/oder dass in dem wenigstens einen zweiten Niederhaltezyylinder (8) ein Druck eingestellt wird, der das Nachfließen des Aluminiumblechs (14) während des Reckziehvorgangs sicherstellt. 35
40

45

50

55

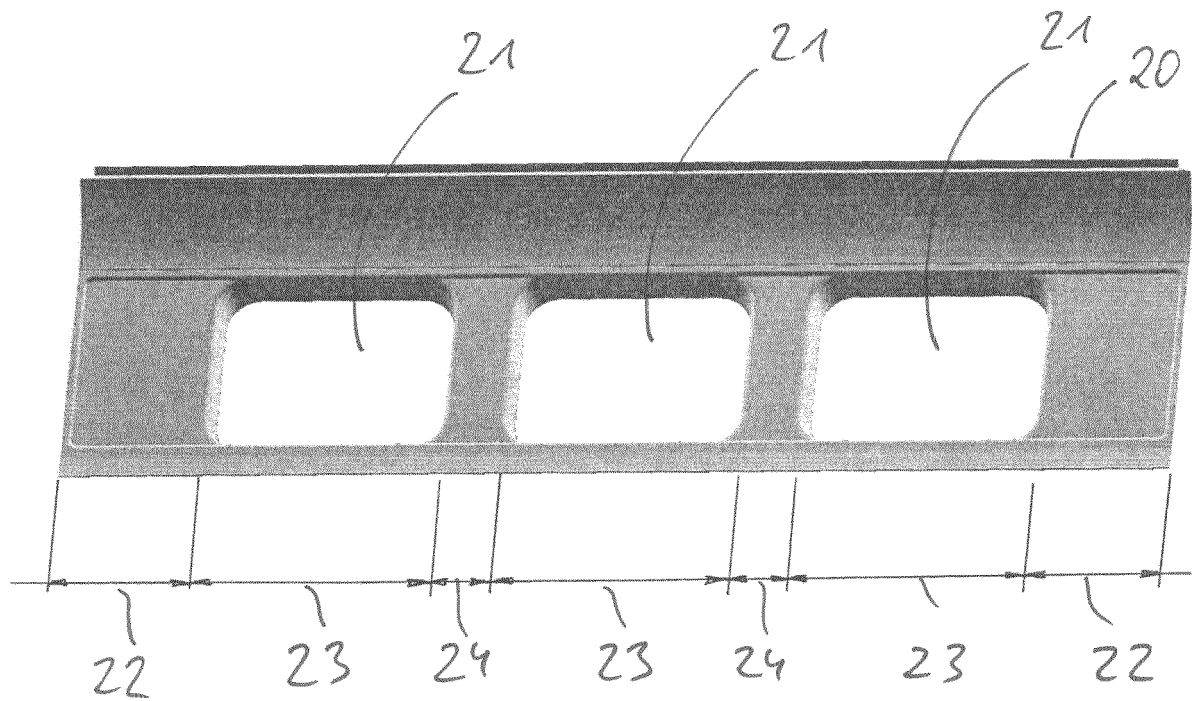


Fig. 1

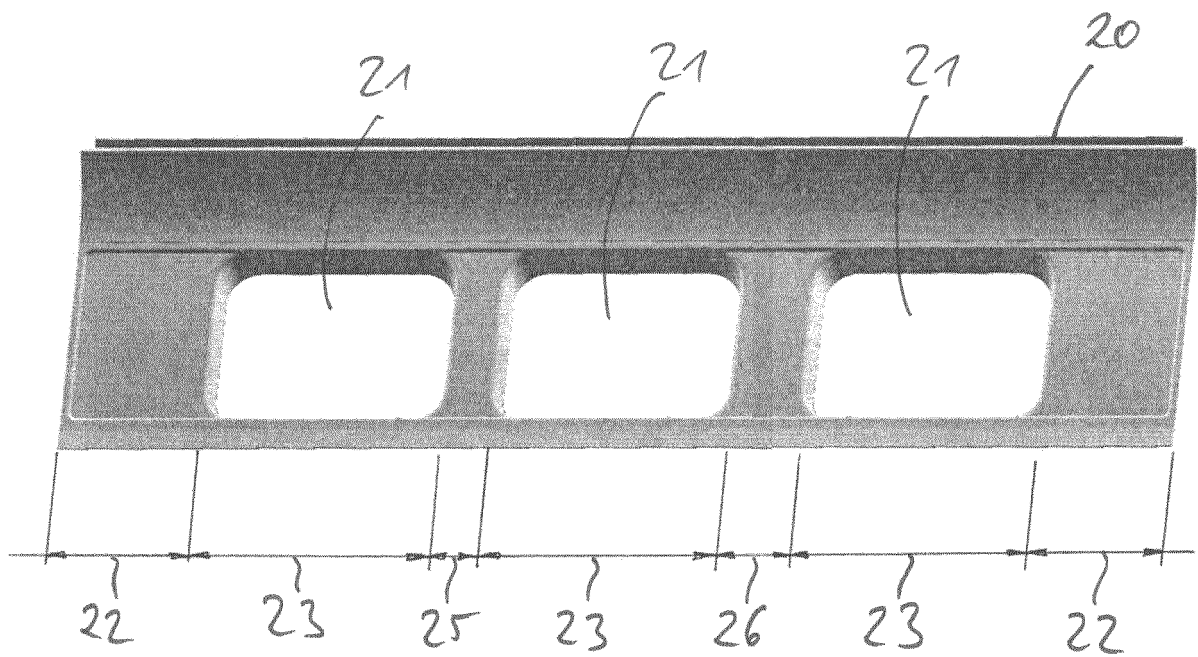
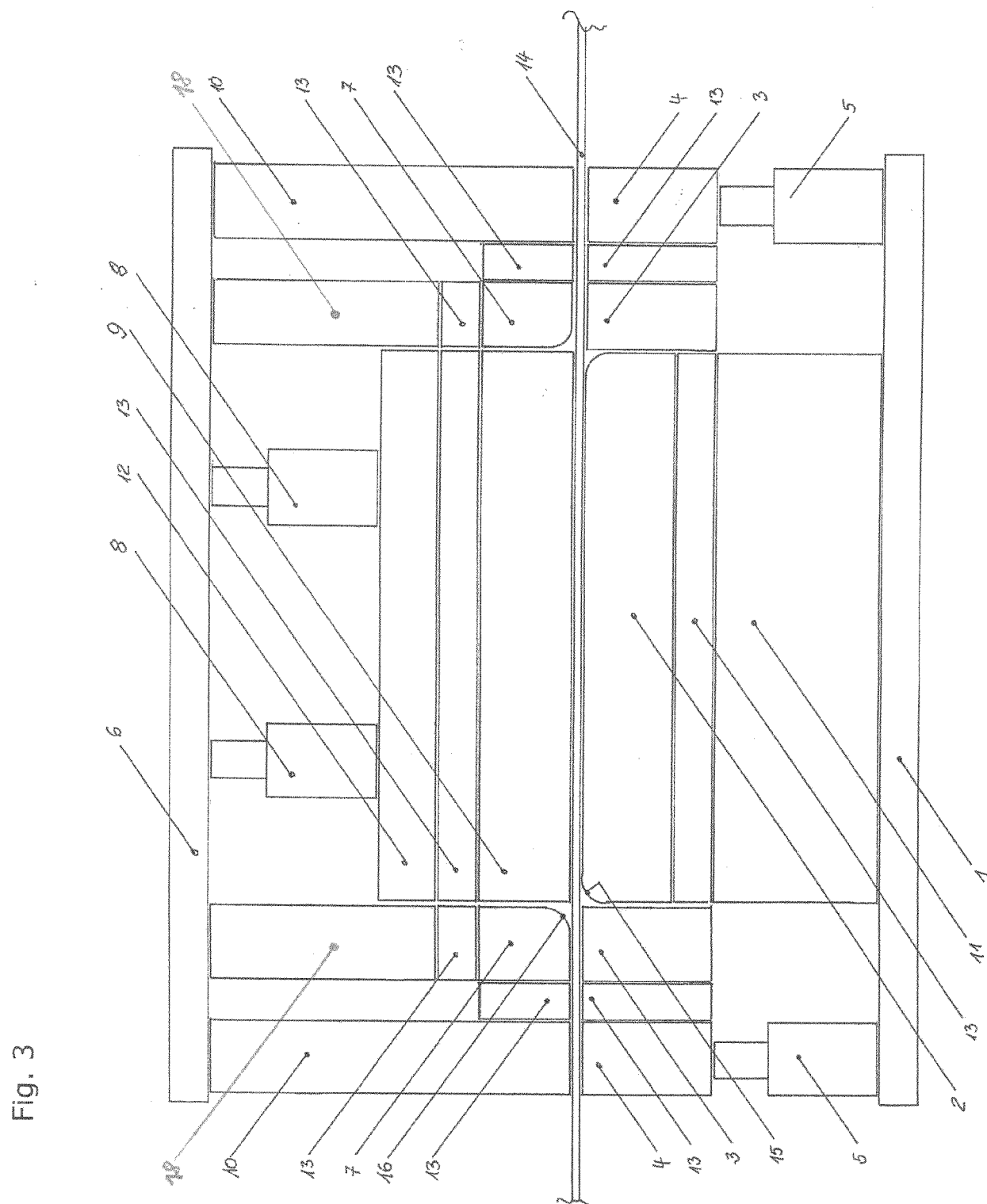


Fig. 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 19 1762

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 4 792 318 A (IGAKI MASANORI [JP] ET AL) 20. Dezember 1988 (1988-12-20)	1-3,5,7	INV. B21D22/20
Y	* Anspruch 1 *	4,6	B21D22/22
A	* Abbildungen 1, 2 *	8-14	B21D25/00
	* Spalte 4, Zeilen 63-68 *		B21D35/00
	* Spalte 5, Zeilen 1-5, 9-14 *		B21D37/16
	* Spalte 6, Zeilen 3-10 *		

Y	US 2014/260493 A1 (YOON KYOUNG WON [KR]) 18. September 2014 (2014-09-18)	4	
A	* Ansprüche 1, 5 *	1-3,5-14	
	* Abbildung 3 *		
	* Absatz [0007] *		

A	US 2009/205394 A1 (LUCKEY JR GEORGE [US] ET AL) 20. August 2009 (2009-08-20)	1-14	
	* Ansprüche 10, 17, 19 *		
	* Abbildungen 1, 12 *		
	* Absatz [0024] *		

A	US 8 230 713 B2 (KRAJEWSKI PAUL EDWARD [US]; HAMMAR RICHARD HARRY [US] ET AL.) 31. Juli 2012 (2012-07-31)	1-14	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
	* Ansprüche 1, 8, 23, 34 *		B21D
	* Abbildung 4 *		B30B
	* Spalte 9, Zeilen 42-61 *		

Y	KR 2018 0122224 A (SUNG WOO HITECH CO LTD [KR]) 12. November 2018 (2018-11-12)	6	
A	* Anspruch 1 *	1-5,7-14	
	* Abbildung 1 *		
	* Absatz [0061] *		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 27. Januar 2020	Prüfer Stanic, Franjo
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 Patentdokument, 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	

1

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 19 19 1762

5 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.

27-01-2020

	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
10	US 4792318	A	20-12-1988	CN 87103713 A	25-11-1987
				DE 3787205 D1	07-10-1993
				DE 3787205 T2	03-02-1994
15				EP 0246838 A2	25-11-1987
				JP 2549625 B2	30-10-1996
				JP S62270225 A	24-11-1987
				KR 870011670 A	26-12-1987
				US 4792318 A	20-12-1988
20	US 2014260493	A1	18-09-2014	CN 104043732 A	17-09-2014
				DE 102013114031 A1	18-09-2014
				KR 20140113060 A	24-09-2014
				US 2014260493 A1	18-09-2014
25	US 2009205394	A1	20-08-2009	CN 101507998 A	19-08-2009
				DE 102009005921 A1	20-08-2009
				GB 2457528 A	19-08-2009
				US 2009205394 A1	20-08-2009
30	US 8230713	B2	31-07-2012	KEINE	
	KR 20180122224	A	12-11-2018	KEINE	
35					
40					
45					
50					
55					

EPO FORM P0461

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

- DE 3610022 C2 [0003]
- DE 102006035239 B3 [0004]