



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
19.12.2018 Patentblatt 2018/51

(51) Int Cl.:
B21D 22/20 ^(2006.01) **B21D 26/021** ^(2011.01)

(21) Anmeldenummer: **17175477.3**

(22) Anmeldetag: **12.06.2017**

(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:
MA MD

(71) Anmelder: **Aleris Aluminum Duffel BVBA**
2570 Duffel (BE)

(72) Erfinder: **Hennig, Roland**
52074 Aachen (DE)

(74) Vertreter: **Müller Schupfner & Partner**
Patent- und Rechtsanwaltspartnerschaft mbB
Bavariaring 11
80336 München (DE)

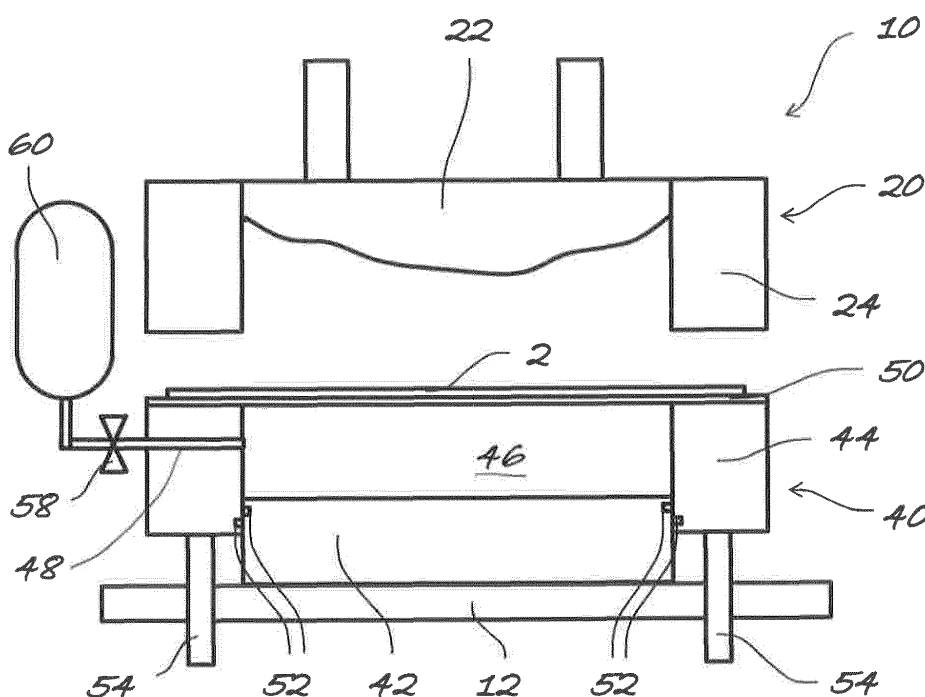
(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM UMFORMEN**

(57) Verfahren zum Umformen, insbesondere Tiefziehen, eines Werkstücks (2), wobei das Werkstück (2) eine Blech- oder Folienplatte aus einer Aluminiumlegierung ist, mit den Verfahrensschritten:

- Einspannen des Werkstücks (2) zwischen einem ersten Werkzeug (20) und einem zweiten Werkzeug (40),
- Vorformen des Werkstücks (2) in eine erste Richtung

durch Druckbeaufschlagung mit einem Wirkmedium, • Umformen des Werkstücks (2) zwischen einem Umformstempel (22) und dem Wirkmedium in eine der ersten Richtung entgegengesetzte zweite Richtung, wobei das Wirkmedium während des Umformens durch die Bewegung des Umformstempels (22) in einen Druckspeicher (60) gepresst wird.

Fig. 1:



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Umformen von Blechen, insbesondere zum hydromechanischen Tiefziehen eines Werkstücks, insbesondere einer Blech- oder Folienplatte aus Aluminiumlegierung.

[0002] Bei bekannten Verfahren zur wirkmedienbasierten Umformung wird ein flächenförmiges Werkstück (Platine) zwischen einem Umformstempel (Ziehstempel) und einem Wirkmedium (Emulsion, Öl) umgeformt. Die wirkmedienbasierte Umformung hat im Vergleich zum Tiefziehen mit starren Werkzeugen die Vorteile, dass Werkzeugkosten eingespart werden können und die dem Wirkmedium zugewandte Seite der Platine besonders schonend behandelt wird. Auf diese Weise lassen sich beispielsweise Karosseriebauteile mit besonders glatten Oberflächen erzeugen.

[0003] Bei großflächigen Bauteilen, beispielsweise Motorhauben, Dächern oder Türen von Fahrzeugen, ergibt sich das Problem, dass die Bauteile aufgrund ihrer geringen Verformung in der Bauteilmitte dort nur eine geringe Beulsteifigkeit aufweisen. Zur Erhöhung der Beulsteifigkeit ist es bekannt, das Werkstück vor dem eigentlichen Umformprozess aktiv in Richtung des Umformstempels, also entgegen der späteren Ziehrichtung, vorzuwölben. Durch das Vorwölben oder Vorformen wird im Bereich der Werkstückmitte eine höhere Kaltverfestigung erreicht, die beim fertig geformten Bauteil eine erhöhte Beulsteifigkeit zur Folge hat.

[0004] Gleichzeitig schafft man sich "Umformreserven" für die stärker belasteten Randbereiche der Platine, wo aufgrund der Vorwölbung in der Mitte nicht mehr so viel Material vom Rand nachfließen muss und viel höhere Ziehverhältnisse als ohne die Vorform erreicht werden können. Besonders vorteilhaft ist dieses Verfahren für allgemein schlecht umformbare Werkstoffe wie Aluminium, weil deren geringeres Umformvermögen dadurch zumindest kompensiert, wenn nicht sogar soweit verbessert werden kann, dass mit diesem Verfahren selbst mit schlecht umformbaren Werkstoffen kompliziertere Bauteile herstellbar sind als mit gut umformbaren Werkstoffen ohne es.

[0005] Bei diesem sogenannten "Aktiven Hydro-Mec-Verfahren" (aktives hydromechanisches Tiefziehen) sind jedoch teure Maschinen mit zusätzlichen Pumpen und hydraulischen Aggregaten notwendig, und es entstehen im Vergleich zum Tiefziehen ohne Vorwölbung bzw. ohne Vorformung größere Taktzeiten bzw. geringere Hubzahlen und dadurch eine geringere Wirtschaftlichkeit, die derzeit noch eine weitere Verbreitung dieses eigentlich sehr vorteilhaften Verfahrens verhindert.

[0006] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Umformen eines Werkstücks, insbesondere einer Platine, anzugeben, welches eine besonders schnelle, kostengünstige und damit erheblich effizientere hydromechanische Umformung als bisher ermöglicht. Der Erfindung liegt des Weiteren die Aufgabe

zugrunde, eine entsprechende Vorrichtung zur Durchführung einer schnelleren, kostengünstigen und effizienten Umformung bereitzustellen.

[0007] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 8. Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den jeweiligen abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0008] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass bei einem Verfahren zum Umformen eines Werkstücks die folgenden Verfahrensschritte durchgeführt werden: Einspannen des Werkstücks zwischen einem ersten Werkzeug und einem zweiten Werkzeug, Vorformen des Werkstücks in eine erste Richtung durch Druckbeaufschlagung mit einem Wirkmedium, und Umformen des Werkstücks zwischen einem Umformstempel und dem Wirkmedium, insbesondere in eine der ersten Richtung entgegengesetzte zweite Richtung, wobei das Wirkmedium während des Umformens durch die Bewegung des Umformstempels in einen Druckspeicher gepresst wird.

[0009] Die Erfindung ist auch auf eine Vorrichtung zum Umformen, insbesondere Tiefziehen, eines Werkstücks gerichtet, wobei die Vorrichtung insbesondere zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet ist. Daher sind alle in Zusammenhang mit dem Verfahren genannten Ausführungsformen auch auf die Vorrichtung anwendbar und umgekehrt.

[0010] Die Erfindung hat den Vorteil, dass das Wirkmedium während der Umformung passiv durch die Arbeitsleistung der Maschine in einen Druckspeicher geleitet wird, aus dem es in einigen Ausführungsformen für die Vorformung eines weiteren Werkstücks während des Rückhubes der Maschine fast drucklos in den Hohlraum rückführbar ist. Dadurch kann die Erfindung insbesondere auf Hydraulikaggregate verzichten, wodurch das Verfahren schneller und kostengünstiger wird. In vorteilhaften Ausführungsformen verwendet weder das Verfahren noch die erfindungsgemäße Vorrichtung zusätzliche Pumpen oder hydraulische Aggregate. Hierdurch können die Vorteile des aktiven hydromechanischen Umformens (höhere Umformgrade und bessere Abformgenauigkeit) genutzt und gleichzeitig dessen Nachteile (höherer apparativer und insbesondere zeitlicher Aufwand) vermieden werden.

[0011] Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass eine besonders homogene und auch sehr schnelle Vorformung stattfinden kann. Dadurch kann das erfindungsgemäße Verfahren insbesondere auf Werkstücke aus Aluminiumlegierung oder aus anderen, schlechter als Stahl umformbaren, Werkstoffen, angewendet werden.

[0012] Insbesondere können mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und der erfindungsgemäßen Vorrichtung die folgenden Vorteile erzielt werden:

1. Geringerer Anlagenaufwand und damit geringere Investitionskosten: anstelle von Motor und Hydraulikaggregat kann lediglich eine steuerbare Durch-

flusseinrichtung, insbesondere Druckregleinrichtung (Regelventil) vorgesehen sein. Eine bestehende Vorrichtung zum hydromechanischen Umformen (ohne Vorwölbung des Werkstücks) kann auf einfache Weise für das erfindungsgemäße Verfahren mit Vorwölbung umgerüstet werden.

2. Schnellerer Prozessablauf und dadurch höhere Effizienz: durch das lediglich passive Verdrängen des Druckmediums bzw. Wirkmediums mit der Umformvorrichtung (anstelle eines aktiven Einfüllvorgangs mit einem Hydraulikaggregat) ist eine erheblich höhere Hubzahl pro Zeiteinheit erreichbar.

3. Einfache Nachrüstbarkeit vorhandener Tiefziehwerkzeuge und Maschinen.

4. Höhere Flexibilität: ein universelles Werkzeugunterteil mit ggf. integriertem Druckspeicher und Ventilen kann für verschiedene Werkzeugoberteile (Stempel) ähnlicher Baugröße verwendet werden - dadurch ist das Verfahren auch für kleinere Serien oder den Prototypenbau zur Erprobung leicht modifizierter Geometrien (Designänderungen sind ohne komplette Werkzeugänderung möglich) und neuartiger Werkstoffe bzw. zur Werkstoffentwicklung besonders geeignet.

[0013] Die Erfindung ist vorteilhaft, wenn das Werkstück eine Blech- oder Folienplatte aus einer Aluminiumlegierung ist, insbesondere aus einer AA3xxx, AA5xxx oder AA6xxx Legierung. Das umgeformte Werkstück findet vorteilhaft Anwendung im Automobilbau oder Flugzeugbau, besonders vorteilhaft handelt es sich um ein Karosseriebauteil. Das tiefgezogene Werkstück weist vorteilhaft eine Dicke von 0,5 bis 4 mm, insbesondere 1 bis 2 mm auf.

[0014] Vorteilhaft wird das Werkstück während der Vorformung homogen verformt bzw. vorgedehnt, insbesondere an jeder Stelle des Werkstücks mit einer Vordehnung von 2-10%, vorzugsweise 2-5%, besonders bevorzugt 3-4%. Auf diese Weise können auch Platinen aus schlecht umformbaren Werkstoffen, insbesondere Aluminiumlegierung, geformt werden.

[0015] Zweckmäßigerweise weist eines der beiden Werkzeuge ein Klemmelement, auch Niederhalter genannt, und einen formgebenden Umformstempel auf. Damit eine ausreichende Vorformung durch das Wirkmedium stattfinden kann, ist es vorteilhaft, wenn das Klemmelement dem formgebenden Umformstempel um einen gemäß der gewünschten Vordehnung und der Umformbarkeit des Werkstücks zu definierenden Betrag vorseilt. Besonders vorteilhaft eilt es diesem um bis zu 20%, bevorzugt 10-20%, des größten Durchmessers des Werkstücks bzw. des Umformstempels voraus. Wenn also z.B. ein Werkstück mit einem Durchmesser von 1000mm tiefgezogen werden soll, ist ein Vorseilen und damit verbunden eine Vordehnung von 100 bis 200mm

vorteilhaft.

[0016] In vorteilhaften Ausführungsformen wird der Druck des flüssigen oder gasförmigen Wirkmediums während des Vorformens und/oder während des Umformens des Werkstücks mittels einer steuer- oder regelbaren Durchflusseinrichtung, insbesondere eines steuerbaren Ventils, gesteuert. Insbesondere ist vorgesehen, den Druck des Wirkmediums während des Vorformens durch kontrolliertes Auslassen aus dem Druckspeicher zu kontrollieren. Hierzu kann beispielsweise ein druckgeregeltes Ventil zwischen dem Hohlraum und dem Druckspeicher vorgesehen sein. Die steuerbare Durchflusseinrichtung kann insbesondere druckgesteuert bzw. druckgeregelt sein. Insbesondere kann durch die Durchflusseinrichtung während des Vorformens und/oder während des Umformens ein vorgegebenes Druckprofil in dem Hohlraum realisiert werden (beispielsweise ein konstanter Druck oder ein vorgegebener Druckverlauf während der Vorformung bzw. Umformung).

[0017] Im Folgenden werden zwei Ausführungsformen beschrieben: Gemäß der ersten Ausführungsform ist das Wirkmedium eine Flüssigkeit, insbesondere ein Öl oder eine Öl-/Wasseremulsion. Gemäß der zweiten Ausführungsform ist das Wirkmedium gasförmig, insbesondere Druckluft, Stickstoff oder Sauerstoff. Grundsätzlich ist als Wirkmedium jedes formanpassungsfähige Medium geeignet, beispielsweise auch Sand- oder Stahlkugeln. Sowohl bei einem flüssigen als auch bei einem gasförmigen Wirkmedium ist es vorteilhaft, das Wirkmedium während der Umformung in einen Druckspeicher zu leiten, aus dem es für die Vorformung eines weiteren Werkstücks in den Hohlraum rückführbar ist.

[0018] Die nachfolgenden Ausgestaltungen sind insbesondere bei der ersten Ausführungsform mit flüssigem Wirkmedium vorteilhaft:

Das flüssige Wirkmedium ist vorzugsweise in einem Hohlraum eines der Werkzeuge aufgenommen, soweit es sich nicht im Druckspeicher befindet. Der Druck für die Vorformung wird im Hohlraum vorteilhaft sehr schnell (innerhalb einer Sekunde) durch gegeneinander verfahrbare Teile bzw. Kolben eines der Werkzeuge aufgebaut. Während des Umformens des Werkstücks wird das überschüssige Wirkmedium durch die relative Bewegung des Umformstempels zum Hohlraum, also durch das Eintauchen des Umformstempels in das vorgespannte Blech-Öl-Kissen bei Erreichen eines regelbaren Maximaldrucks in den Druckspeicher gepresst, wo es, insbesondere durch eine komprimierte Gasblase, unter leichtem Druck gehalten wird. Alternativ kann der Druckspeicher auch eine elastische Wand beinhalten, welche während des Umformens so weit vorgespannt wird, dass das Wirkmedium von selbst wieder in den Hohlraum zurückfließen kann. Dementsprechend ist in vorteilhaften Ausgestaltungen vorgesehen, dass das Wirkmedium nach dem Umformen des Werkstücks beim Öffnen des Werkzeugs vom

Druckspeicher sofort in den Hohlraum zurückfließt, insbesondere passiv. In anderen Worten erfolgt die Rückführung des flüssigen Wirkmediums von dem Druckspeicher in den Hohlraum des Werkzeugteils fast drucklos im Leerhub vor der nächsten Vorformung. Mit "drucklos" ist hier gemeint, dass keine Pumpe oder ein Hydraulikaggregat benötigt wird. Gegebenenfalls kann dabei auch die Schwerkraft zu Hilfe genommen werden, indem der Druckspeicher oberhalb des Hohlraums angeordnet ist.

[0019] Ein Vorteil der hydromechanischen Umformung ist, dass hiermit auch dickere Aluminiumbleche (z.B. 1,2 und 1,5 mm) ggf. ohne die sonst nötigen Werkzeugänderungen (insbesondere Ziehspalt) umgeformt werden können.

[0020] In vorteilhaften Ausführungsformen bildet das System Druckspeicher, Verbindungsleitungen und ggf. Hohlraum ein geschlossenes System, das lediglich zur erstmaligen Befüllung, bei Revisionen und ggf. zur Kompensation von Leckagen mit dem Wirkmedium befüllt werden muss. Während des regulären Betriebs der Vorrichtung ist kein Hydraulikaggregat erforderlich.

[0021] Daher ist es vorteilhaft, wenn das flüssige Wirkmedium im Hohlraum mit einer Membran abgedichtet ist, um Leckagen zu vermeiden und auch eine schnellere Rückführung des Wirkmediums während des Rückhubs der Maschine zu ermöglichen. Vorteilhaft ist die Membran aus einem gut umformbaren Material.

[0022] Nachfolgend wird vereinfachend davon ausgegangen, dass es sich bei dem Werkzeug mit dem Hohlraum um das zweite Werkzeug handelt, welches insbesondere ein Unterwerkzeug sein kann. Das erste Werkzeug kann insbesondere einen Blechniederhalter und einen Stempel aufweisen und ist vorzugsweise ein Oberwerkzeug. Grundsätzlich ist aber auch eine umgekehrte Anordnung, z.B. beim Arbeiten mit Gas als Wirkmedium, möglich.

[0023] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung weist das Werkzeug, in welchem der Hohlraum ausgebildet ist, eine Vielzahl von Kolben auf, die zum Vorformen des Werkstücks derart verstellbar sind, dass das Volumen des Hohlraums verkleinert oder vergrößert werden kann. Dadurch wird auf einfache Weise ein Verdrängungsvolumen geschaffen, mit welchem, insbesondere während der Vorformung, der Hohlraum verkleinert und somit das Wirkmedium unter Druck gesetzt werden kann. Vorteilhaft kann der Druck im Hohlraum gezielt gesteuert oder geregelt werden, entweder durch eine steuerbare Durchflusseinrichtung (wie oben beschrieben) oder durch gezielte Steuerung der Bewegung der Kolben. Es können beispielsweise 5 bis 30 Kolben vorgesehen sein. Ein derartiges Zylinderskissen ist leichter abdichtbar als andere Ausführungsformen. Zudem können bestehende Tiefzieh-Vorrichtungen leichter umgerüstet werden, indem lediglich in das Werkzeug, in welchem der Hohlraum ausgebildet ist, ein Zylinderskissen eingebaut wird.

[0024] In einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung weist das Werkzeug, in welchem der Hohlraum ausgebildet ist, mindestens zwei zueinander verfahrbare Teile auf, die zum Vorformen (Vorwölben) des Werkstücks relativ zueinander verstellt werden. Insbesondere ist vorgesehen, dass ein zweites Werkzeug der Vorrichtung, insbesondere ein Unterwerkzeug, mindestens zweiteilig ausgeführt ist und beispielsweise einen verfahrbaren äußeren Ring und ein feststehendes Innenteil aufweist.

[0025] Zur Vorformung des Werkstücks ist es dann lediglich erforderlich, den äußeren Ring mit der Maschine gegenüber dem Innenteil bzw. Mittelteil zu verfahren, wodurch sich die Gegenwölbung des Blechteils aufgrund des in der Mitte des Werkzeugs verbleibenden Wirkmediums unter lediglich passiv gesteuertem Druck (z.B. mittels eines Proportionaldruckventils) automatisch einstellt. Hierzu sind im Gegensatz zum aktiven hydromechanischen Umformverfahren keine zusätzlichen Aggregate an der Vorrichtung (Presse) notwendig.

[0026] In einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens wird das flüssige Wirkmedium während des Umformens des Werkstücks über eine steuerbare Durchflusseinrichtung, insbesondere ein steuerbares Druckventil, in den Druckspeicher gepresst. Dabei wird der Umformstempel relativ zum gewölbten Werkstück bewegt (in das vorher gebildete "Kissen" hineingedrückt), wodurch das Werkstück allmählich an den Umformstempel "herangewalkt" wird. Das dabei verdrängte Wirkmedium wird, vorzugsweise unter passiv gesteuertem Druck, in einen oder mehrere Druckspeicher gepresst. Der oder die Druckspeicher können sich dabei direkt am bzw. im Werkzeug befinden. Von dem Druckspeicher aus kann das Wirkmedium mit einer nachfolgenden Rückbewegung bzw. einem Hochfahren des ersten Werkzeugs (Niederhalter) wieder kontrolliert in den Hohlraum (Wasserkasten) zurückströmen.

[0027] Das Vorformen des Werkstücks in Richtung auf den Umformstempel lässt sich besonders einfach dadurch bewerkstelligen, dass zum Vorformen des Werkstücks ein Klemmelement (Niederhalter) des ersten Werkzeugs (Werkzeugoberteil) zusammen mit einem Außenteil des zweiten Werkzeugs (Werkzeugunterteil) verfahren wird. Insbesondere ist es bevorzugt, dass das Klemmelement, welches den Rand des Werkstücks klemmend einspannt, gegenüber einem feststehenden Innenteil des zweiten Werkzeugs nach unten verfahren wird und dabei das äußere, ringförmige Teil des zweiten Werkzeugs mitbewegt. Das Innenteil des zweiten Werkzeugs beinhaltet hierbei insbesondere den Boden oder einen Bodenbereich des Hohlraums, während das äußere Teil des zweiten Werkzeugs einen gegenüber dem feststehenden Bodenbereich verfahrbaren Randbereich umfasst. Auf diese Weise wird durch die Bewegung des Klemmelements (Niederhalters) des ersten Werkzeugteils die Vorformung des Werkstücks in Richtung auf das erste Werkzeugteil bzw. den Umformstempel bewirkt. Das Klemmelement (Niederhalter) des ersten Werk-

zeugs wird dabei mit dem für die Vorformung erforderlichen Druck gegen das äußere Element des zweiten Werkstücks gedrückt. Damit lässt sich die Vorformung besonders einfach und insbesondere ohne Einsatz eines Hydraulikaggregats bewirken.

[0028] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das flüssige Wirkmedium nach Abschluss der Umformung aus dem Druckspeicher in den Hohlraum rückgeführt, insbesondere während einer Rückverstellung der Teile des zweiten Werkzeugs relativ zueinander. Auf diese Weise steht das Wirkmedium für einen nachfolgenden Vorformprozess wieder zur Verfügung.

[0029] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform kann das Verfahren (mit flüssigem oder gasförmigen Wirkmedium) dadurch zum Tiefziehen unterschiedlicher Formen angepasst werden, dass nur der Umformstempel und das Klemmelement des ersten Werkzeugs ausgetauscht werden, während das zweite Werkzeug, in dem der Hohlraum ausgebildet ist, zum Tiefziehen verschiedener geometrisch ähnlicher Formen einer Bauteilfamilie verwendet werden kann. Das erfindungsgemäße Verfahren ist also sehr versatil.

[0030] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass als Wirkmedium ein gasförmiger Stoff (gasförmiges Wirkmedium) verwendet wird. Bei einem gasförmigen Wirkmedium ist auch ein umgekehrter Einbau der Werkzeuge (Stempel und Blechhalter unten auf dem Ziehkissen und geschlossene Matrize oben) möglich. Als Gas kommt beispielsweise Stickstoff oder Sauerstoff in Betracht. Insbesondere kann hierbei auch auf eine Zweiteilung des zweiten Werkzeugs verzichtet werden. Das gasförmige Wirkmedium wird zur Vorformung des Werkstücks lediglich passiv aus dem etwas vorgespannten Druckspeicher mit 30 - 50 bar in den Raum zwischen zweitem Werkzeug und Werkstück (Hohlraum) eingeleitet. Kurz nach dem Schließen des Niederhalters mit dem Erreichen eines zum Abdichten notwendigen Minimaldrucks wird Druckluft aus dem Druckspeicher in den Hohlraum eingelassen und die Platine wölbt sich dem Stempel entgegen. Danach taucht der Umformstempel in das nun vorgespannte Kissen ein und drückt dabei sowohl den nun vorgedehnten Werkstoff weiter nach außen als auch die überschüssige Luft unter einem regelbaren Maximaldruck wieder in den Druckspeicher zurück, wo sie dann wieder für den nächsten Hub zur Verfügung steht. Durch den Druckübersetzer muss dann nur noch ein kleiner Teil Restdruck aufgebaut werden, der i.A. beim Öffnen des Werkzeugs als Leckluft verloren geht.

[0031] Wenn als Wirkmedium ein gasförmiger Stoff verwendet wird, muss der Hohlraum im zweiten Werkzeug nicht volumen-veränderlich sein. Er kann auch sehr klein oder gar nicht vorhanden sein, bzw. der Hohlraum wird lediglich durch den (während des Vor- und Umformprozesses eher oder weniger kleinen) Raum oder Spalt zwischen dem Werkstück und dem zweiten Werkzeug (i.d.R. der Matrize) definiert. Daher ist diese Ausführungsform besonders leicht umrüstbar.

rungsform besonders leicht umrüstbar.

[0032] Zur Füllung des Druckspeichers kann Druckluft, welche üblicherweise ohnehin verfügbar ist, eingesetzt werden. Gegebenenfalls kann zur Druckerhöhung ein Druckübersetzer verwendet werden (beispielsweise zur Erhöhung von Druckluft mit 10 bar auf etwa 20-30 bar).

[0033] Dieses sogenannte passive Gas-Druck-Verfahren hat die folgenden Vorteile:

1. Sämtliche Vorteile des passiven hydrodynamischen Verfahrens können mit nochmals verringertem Aufwand erreicht werden.
2. Aufgrund des schnelleren Ein- und Ausströmens von Luft bzw. Gas können höhere Hubzahlen als beim passiven hydrodynamischen Verfahren erreicht werden. Vorstellbar sind 3-5 Sekunden/Hub, also 12-20 Hübe pro Minute.
3. Das Verfahren unter Verwendung eines gasförmigen Wirkmediums kann besonders günstig in einfachen Pressen bzw. Pressenstraßen eingesetzt werden. Beliebige Tiefziehwerkzeuge sind einfach nachrüstbar.

[0034] Das gasförmige Wirkmedium wird vorzugsweise während der Vorformung des Werkstücks aus dem Druckspeicher in den Hohlraum eingeleitet. Besonders vorteilhaft wird das gasförmige Wirkmedium direkt nach dem Schließen der Werkzeuge während der Vorformung des Werkstücks mit großer Geschwindigkeit aus einem gemäß der benötigten homogenen Vordehnung des Werkstücks definiert vorgespannten Druckspeicher in den Hohlraum eingeleitet. Zur Vorformung ist daher kein zusätzliches Pneumatikwerkzeug erforderlich. Der erforderliche Druck zur Vorformung des Werkstücks wird durch das im Druckspeicher gespeicherte Wirkmedium bereitgestellt.

[0035] Vorteilhaft wird das Druckmedium während der Umformung unter Druck in den Druckspeicher gepresst, in einigen Ausführungsformen durch eine steuerbare Durchflusseinrichtung. Dadurch wird ein ausreichend hoher Druck im Hohlraum aufgebaut, so dass kein Pneumatikwerkzeug erforderlich ist, maximal ein Druckübersetzer zur Druckerhöhung.

[0036] Insbesondere für die Umstellung von Stahlblechen auf Aluminiumbleche in der Automobilbranche ist es besonders vorteilhaft, dass für das Verfahren mit gasförmigem Wirkmedium ein konventionelles Werkzeug, so wie es derzeit für Stahlplatinen verwendet wird, auf Aluminiumplatinen umgerüstet werden kann, insbesondere durch Einbau des Druckspeichers. Dabei kompensiert die pneumatische und homogene Vorformoperation die üblicherweise geringere Umformbarkeit von Aluminiumblechen, so dass bisher nur mit Stahl mögliche Bauteile nun mit denselben Werkzeugen auch in Aluminium hergestellt werden können: z.B. als Prototypen zum Testen und zum Vergleichen mit den Teilen aus Stahl. Dazu

muss der Niederhalter lediglich soweit vor den Stempel gefahren werden, dass sich das Blech mit einer zu definierenden Vordehnung (i. A. 2 - 5%) dem Stempel entgegen wölben kann, und dazu muss der Stempel auch nicht gegen den Niederhalter abgedichtet werden. Die Matrize kann einteilig sein.

[0037] Bei beiden Ausführungsformen (flüssiges oder gasförmiges Wirkmedium) kann es vorteilhaft sein, das Werkstück vor dem Einspannen auf eine Temperatur von 150° C bis 300° C, vorzugsweise 160° C bis 200° C, zu erwärmen. Insbesondere bei Werkstücken aus Aluminiumlegierung erhöht dies die Umformbarkeit erheblich, wodurch komplexere Formen erreicht werden können.

[0038] Alternativ oder zusätzlich kann das Wirkmedium auf eine Temperatur von 150° C bis 300° C, vorzugsweise 160° C bis 200° C, erwärmt werden. Dies bietet sich insbesondere für ein flüssiges Wirkmedium an, welches im Druckspeicher mittels Heizschlangen oder ähnlichem erwärmt werden kann. Auch ein gasförmiges Wirkmedium kann gegebenenfalls erwärmt werden.

[0039] Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich insbesondere zur Herstellung von relativ flachen Bauteilen, insbesondere kann die Höhe der Vorformung 100 bis 200 mm und die maximale Höhe des umgeformten Werkstücks zwischen 100 und 250 mm, vorzugsweise 100 bis 200 mm betragen, bei einer minimalen Breite von mehr als 600mm bis 1000mm, vorzugsweise 700-800mm. Dadurch können die Werkstücke mit Tiefziehvorrichtungen mit einer entsprechenden maximalen Ziehtiefe von beispielsweise 400 bis 500 mm hergestellt werden.

[0040] Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst ein erstes Werkzeug und ein zweites Werkzeug zum Einspannen des Werkstücks, einen Druckspeicher zur Aufnahme eines Wirkmediums, mit welchem das Werkstück in eine erste Richtung durch Druckbeaufschlagung vorformbar ist, und einen Umformstempel zum Umformen des Werkstücks in eine der ersten Richtung entgegengesetzte zweite Richtung, wobei das Wirkmedium während des Umformens durch die Bewegung des Umformstempels in den Druckspeicher einleitbar ist. In vorteilhaften Ausführungsformen ist in einem der Werkzeuge ein Hohlraum vorgesehen, in welchem das nicht im Druckspeicher befindliche Wirkmedium aufgenommen ist.

[0041] In einigen Ausführungsformen wird ein flüssiges Wirkmedium verwendet, welches in einem Hohlraum eines der Werkzeuge aufgenommen ist. Gemäß einer ersten Ausführungsform weist dabei das Werkzeug, in welchem der Hohlraum ausgebildet ist, mindestens zwei zueinander verfahrbare Teile auf, die zum Vorformen des Werkstücks relativ zueinander verstellbar sind. Dadurch wird effektiv das Volumen des Hohlraums verändert und dadurch das Wirkmedium in das Werkstück gepresst. Vorteilhaft ist das Wirkmedium in dieser Ausführungsform nahezu inkompressibel. Gemäß einer zweiten Ausführungsform weist das Werkzeug, in welchem der Hohlraum ausgebildet ist, eine Vielzahl von Kolben auf, die

zum Vorformen des Werkstücks derart verstellbar sind, dass das Volumen des Hohlraums verkleinert oder vergrößert werden kann. Die Wirkungsweise ist ansonsten ähnlich wie bei der zweiteiligen Ausführungsform. Ein solches "Zylinderskissen" kann in eines der beiden Werkzeuge eingebaut sein.

[0042] Im Fall eines gasförmigen Wirkmediums kann die Vorrichtung durch Umrüsten einer konventionellen Tiefziehvorrichtung hergestellt werden, indem ein Druckspeicher für das Wirkmedium vorgesehen wird, sowie entsprechende Einleitöffnungen zum Einleiten des Wirkmediums aus dem Druckspeicher in den Hohlraum. In diesem Fall ist es besonders vorteilhaft, wenn die Einleitöffnungen von Entlüftungslöchern gebildet werden. Derartige Entlüftungslöcher sind in bestehenden Tiefzieh-Vorrichtungen bereits vorhanden und können bei der Umrüstung zu einer erfindungsgemäßen Vorrichtung einfach als Einleitöffnungen verwendet werden. Dadurch ist es sehr einfach, eine bestehende Vorrichtung derart umzurüsten, dass sie das erfindungsgemäße Verfahren durchführen kann. Vorteilhaft werden die Entlüftungslöcher etwas aufgebohrt und dadurch vergrößert.

[0043] Besonders vorteilhaft ist die Vorrichtung - sowohl für flüssiges als auch für gasförmiges Wirkmedium - ferner dadurch zum Tiefziehen unterschiedlicher Formen anpassbar, dass nur der Umformstempel und der Klemmring eines der beiden Werkzeuge ausgetauscht werden, während das Werkzeug, in dem der Hohlraum ausgebildet ist, zum Tiefziehen verschiedener geometrisch ähnlicher Formen verwendbar ist. Dadurch kann die Vorrichtung einfach zur Herstellung verschiedener Bauteile umgerüstet werden.

[0044] Als Druckspeicher ist vorteilhaft ein Druckluftspeicher vorgesehen, welcher mit einem Nachverdichter für eine Druckerhöhung ausgestattet ist. Der Nachverdichter/Druckübersetzer kann z.B. den Druck von 10 bar auf 25 bis 30 bar erhöhen. Vorteilhaft ist der Druckübersetzer derart steuerbar, dass der Druck im Hohlraum eingestellt werden kann und insbesondere während des Vorformens und/oder Umformens ein vorteilhaftes vorbestimmtes Druckprofil aufweist.

[0045] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist eines der Werkzeuge einen Niederhalter und einen Umformstempel auf, wobei das Werkzeug derart ausgelegt ist, dass der Niederhalter dem Umformstempel um eine Strecke von bis zu 20% des Durchmessers des Umformstempels vorausseilen kann. Dadurch wird eine ausreichend große Vorformung gewährleistet.

[0046] Vorrichtungsmäßig ist es bevorzugt, dass das zweite Werkzeug mindestens zweiteilig aufgebaut ist, dass die mindestens zwei Teile des zweiten Werkzeugs relativ zueinander verstellbar sind und dass durch eine Verstellung der Teile des zweiten Werkzeugs relativ zueinander eine Vorformung des Werkstücks mittels des Wirkmediums in Richtung des Umformstempels bewirkbar ist. Vorzugsweise weisen die Teile des zweiten Werkzeugs jeweils eine Begrenzungswand des Hohlraums auf, das heißt, der Hohlraum grenzt sowohl an ein erstes

als auch ein zweites Teil des zweiten Werkzeugs an. Das zweite Werkzeug umfasst vorzugsweise ein Innenteil und ein insbesondere ringförmiges Außenteil. Vorzugsweise ist zumindest eine Begrenzungswand des Hohlraums zur Durchführung des Verfahrensschrittes des Vorformens des Werkstücks bewegbar. Die bewegbare Begrenzungswand ist vorzugsweise an dem Außenteil des zweiten Werkzeugs ausgebildet, wobei das Außenteil zugleich ein Klemmelement zum Einspannen des Werkstücks bilden kann. Die mindestens zwei Teile des zweiten Werkzeugs sind also vorzugsweise derart zueinander verstellbar und gegeneinander abgedichtet, dass das Werkstück durch das Wirkmedium in Richtung des Umformstempels vorformbar ist. Die Vorformung wird also durch die Verstellung der Teile des zweiten Werkzeugs relativ zueinander bewirkt.

[0047] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass der Hohlraum bzw. Wirkmedienraum bzw. das zweite Werkzeug einen feststehenden Bodenbereich und einen in Bewegungsrichtung des Umformstempels bewegbaren Seitenwandbereich aufweist. Der feststehende Bodenbereich kann insbesondere mit einem Tisch (Pressentisch) gekoppelt sein und insbesondere am Innenteil des mindestens zweiteiligen Werkzeugs ausgebildet sein. Der bewegbare Seitenwandbereich ist vorzugsweise am Außenteil des zweiten Werkzeugs gebildet und relativ zu dem Tisch, insbesondere in vertikaler Richtung, verfahrbar.

[0048] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass ein Außenteil des zweiten Werkzeugs und ein Klemmelement des ersten Werkzeugs bewegbar relativ zu einer Vorrichtungsbasis angeordnet sind und dass sowohl das Außenteil des zweiten Werkzeugs als auch das Klemmelement des ersten Werkzeugs mit einer Andruckkraft beaufschlagbar sind. Das Außenteil des zweiten Werkzeugs ist dabei vorzugsweise als weiteres Klemmelement ausgebildet, so dass ein Randbereich des Werkstücks zwischen dem Klemmelement des ersten Werkzeugs und dem Klemmelement des zweiten Werkzeugs einspannbar ist. Beide Klemmelemente sind relativ zu einer Vorrichtungsbasis, beispielsweise einem Tisch, verfahrbar. Hierzu sind die beiden Klemmelemente jeweils mit einer Vorschubeinrichtung, beispielsweise einem Stößel, verbunden.

[0049] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass das Werkstück und/oder die Vorrichtung, insbesondere der Umformstempel, vor dem Vorformen und/oder vor dem Umformen des Werkstücks vorgeheizt werden, insbesondere auf die oben genannten Temperaturen. Hierdurch ist es möglich, eine weiter verbesserte Vorformung bzw. Umformung zu realisieren, so dass insbesondere Formen herstellbar sind, die mit herkömmlichem Tiefziehen nicht darstellbar sind.

[0050] Besonders vorteilhaft weist die Vorrichtung kein Hydraulikaggregat oder Zusatzpumpen für das Wirkmedium auf.

[0051] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der bei-

liegenden, schematischen Figuren weiter beschrieben. In den Figuren zeigt:

Figur 1: eine erfindungsgemäße Vorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform mit einem eingelegten Werkstück;

Figur 2: die Vorrichtung gemäß Figur 1 nach Abschluss eines Vorformschrittes;

Figur 3: die Vorrichtung nach Figur 1 nach Abschluss einer Umformung des Werkstücks;

Figur 4: eine erfindungsgemäße Vorrichtung gemäß der zweiten Ausführungsform mit einem eingelegten Werkstück;

Figur 5: die Vorrichtung gemäß Figur 4 nach Abschluss eines Vorformschrittes; und

Figur 6: die Vorrichtung nach Figur 4 nach Abschluss einer Umformung des Werkstücks.

[0052] Gleiche oder gleichwirkende Elemente sind in sämtlichen Figuren mit denselben Bezugszeichen gekennzeichnet.

[0053] Die Figuren 1 bis 3 zeigen eine beispielhafte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 10 zum Umformen, insbesondere Tiefziehen von Werkstücken 2 (Platinen), insbesondere zur Durchführung einer wirkmedienbasierten Umformung. Die Vorrichtung 10 umfasst ein erstes Werkzeug 20, welches in der dargestellten Ausführungsform ein Oberwerkzeug ist. Die Vorrichtung 10 umfasst des Weiteren ein zweites Werkzeug 40, welches in der dargestellten Ausführungsform ein Unterwerkzeug ist.

[0054] Ein Werkstück 2 ist zwischen dem ersten Werkzeug 20 und dem zweiten Werkzeug 40 entlang seines Randbereichs einspannbar. Hierzu umfasst das erste Werkzeug 20 ein Klemmelement 24 bzw. einen Niederhalter und das zweite Werkzeug 40 ein Außenteil 44, welches auch als zweites Klemmelement bezeichnet werden kann. Ein Randbereich des Werkstücks 2 ist zwischen dem Niederhalter 24 und dem Außenteil 44 einspannbar. Niederhalter 24 und Außenteil 44 sind in einer axialen, insbesondere vertikalen Richtung zueinander verfahrbar, um das Werkstück 2 zu spannen. Niederhalter 24 und Außenteil 44 können auch als erstes bzw. zweites Klemm- oder Spannelement bezeichnet werden.

[0055] Das erste Werkzeug 20 umfasst des Weiteren einen Umformstempel 22, der in axialer Richtung relativ zu dem Niederhalter 24 verfahrbar ist. In einer bevorzugten Ausgestaltung ist der Umformstempel 22 ortsfest angeordnet (relativ zu einer feststehenden Basis der Vorrichtung 10) und der Niederhalter 24 relativ zu der Basis in axialer Richtung verfahrbar. Der Umformstempel 22 (Ziehstempel) ist zum Umformen des Werkstücks 2 mit einer stirnseitigen Umformgeometrie versehen.

[0056] In dem zweiten Werkzeug 40 ist ein Hohlraum 46 zur Aufnahme eines fluiden Wirkmediums vorgesehen, gegen welches das Werkstück 2 mittels des Umformstempels 22 umformbar ist. Der Hohlraum 46 (Wirkmedienraum) ist an seiner dem Werkstück 2 bzw. Umformstempel 22 zugewandten Fläche mit einer Membran 50 verschlossen und auf diese Weise gegen das Werkstück 2 abgedichtet. Ferner mündet in den Hohlraum 46 eine Fluidpassage 48 (Fluidleitung), welche vorzugsweise in dem Außenteil 44 des zweiten Werkzeugs 40 ausgebildet ist.

[0057] Das zweite Werkzeug 40 umfasst des Weiteren ein Innenteil 42, das relativ zu dem Außenteil 44 in Axialrichtung verfahrbar ist und einen Bodenabschnitt des Hohlraums 46 bildet. Das umlaufende (ringförmige) Außenteil 44 bildet einen mit dem Bodenabschnitt des Hohlraums 46 verbundenen Seitenwandabschnitt. Innenteil 42 und Außenteil 44 sind durch umlaufende Dichtringe 52 zueinander abgedichtet, so dass Wirkmedium auch unter erhöhtem Druck nicht entweichen kann.

[0058] Die Fluidpassage 48 ist über eine steuerbare Durchflusseinrichtung 58, insbesondere ein Steuer- oder Regelventil, mit einem Druckspeicher 60 zur Aufnahme von Wirkmedium verbunden. Das Wirkmedium kann so von dem Hohlraum 46 in den Druckspeicher 60 gelangen und umgekehrt.

[0059] Zum Vorformen, das heißt Vorwölben, des Werkstücks 2 in Richtung des Umformstempels 22 bzw. eine der nachfolgenden Umformung entgegengesetzte Richtung, wird das Außenteil 44 des zweiten Werkzeugs 40 in axialer Richtung relativ zu dem Innenteil 42 verfahren, insbesondere nach unten, insbesondere relativ zu einer Vorrichtungsbasis 12 bzw. einem Tisch. Hierdurch verkleinert sich der durch das flach aufliegende Werkstück 2 gebildete (definierte) Hohlraum, so dass sich das Werkstück 2 in Richtung des Umformstempels 22 (nach oben) vorwölbt, siehe Fig. 2. Das Außenteil 44 ist beispielsweise mittels mehrerer Stößel 54 (Ziehstößel) mit einem in den Figuren nicht dargestellten Ziehkissen verbunden. Wird das Außenteil 44 (beweglicher Ring, Außenring) mit der erforderlichen Anpresskraft (für Aluminium wohl <5.000 kN) nach unten gedrückt, so stellt sich aufgrund des in der Mitte des zweiten Werkzeugs 40 verbleibenden "Wirkmedienkissens" (Emulsionskissen) eine Wölbung des Werkstücks 2 automatisch ein. Diese Vorformung des Werkstücks 2 erfolgt vorzugsweise druckgesteuert, insbesondere mit passiv gesteuertem Druck, mittels der Durchflusseinrichtung 58. Die Durchflusseinrichtung 58 kann direkt an dem zweiten Werkzeug 40 angeordnet sein. Zur Vorformung sind somit keine zusätzlichen Aggregate, insbesondere kein Hydraulikaggregat, erforderlich. Die Vorformung erfolgt insbesondere ohne Einleitung von Wirkmedien in den Wirkmedienraum bzw. Hohlraum 46.

[0060] Am Ende der Vorformung ist ein innerer Bereich des Werkstücks 2 nach oben gewölbt und liegt vorzugsweise etwa mittig am Umformstempel 22 an. Dieser Zustand ist in Fig. 2 dargestellt. In einem nächsten Schritt

(siehe Fig. 3) wird der Umformstempel 22 in Richtung des Hohlraums 46 verfahren, wobei grundsätzlich eine Bewegung des Umformstempels 22 und/oder des Hohlraums 46 möglich ist. Zugleich kann, in einer bevorzugten Ausgestaltung, auch das Außenteil 44 weiter relativ zu dem Innenteil 42 bewegt werden. Der Stempel wird insbesondere in das zuvor gebildete Wirkmedienkissen (also in den Hohlraum 46) eingedrückt, wodurch das Werkstück 2 (Blech) allmählich an den Umformstempel 22 "herangewalkt" wird. Das dabei verdrängte Wirkmedium wird, durch Drucksteuerung mittels der Durchflusseinrichtung 58, in einen vorzugsweise direkt am zweiten Werkzeug 40 angeordneten Druckspeicher 60 gepresst. Der Druckspeicher 60 kann hierbei auch mehrere Speicherbehälter umfassen. Aus dem Druckspeicher 60 kann das Wirkmedium mit dem Hochfahren bzw. der Rückbewegung des Niederhalters 24 wieder kontrolliert in den Hohlraum 46 (Wasserkasten) zurückströmen. Das Ende des Umformschritts ist in Fig. 3 dargestellt, bei welchem das Werkstück 2 zwischen Umformstempel 22 und Wirkmedium geformt wurde.

[0061] In einer Alternativvariante kann als Wirkmedium, insbesondere bei einem umgekehrten Einbau der Werkzeuge (erstes Werkzeug mit Stempel und Niederhalter unten auf einem Ziehkissen und zweites Werkzeug oben) auch ein Gas, insbesondere Druckluft (beispielsweise Stickstoff und/oder Sauerstoff) eingesetzt werden. Hierbei ist insbesondere auch ein einteiliges zweites Werkzeug denkbar, wie in den Figuren 4 bis 6 dargestellt.

[0062] In diesem Fall kann als Druckspeicher 60 eine handelsübliche Druckluftflasche, z.B. mit Druckluft, Stickstoff oder Sauerstoff, verwendet werden. In einigen Ausführungsformen wird zur Druckerhöhung ein Druckübersetzer (nicht dargestellt) verwendet. In vorteilhaften Ausführungsformen ist der Druckübersetzer steuerbar, d.h. der Druck des Wirkmediums kann über den Druckübersetzer eingestellt (gesteuert oder geregelt) werden. Die Gasleitung 48 vom Druckspeicher 60 zum Hohlraum 46 weist eine Durchflusseinrichtung 58, insbesondere ein Ventil, auf, welche zumindest geöffnet und geschlossen werden kann. Die Durchflusseinrichtung 58 ist in vorteilhaften Ausführungsformen steuerbar, so dass der Druck des Wirkmediums durch sie eingestellt und im Verlauf des Vorformens und Umformens derart geregelt und gesteuert werden kann, dass ein bestimmtes Druckprofil erreicht wird.

[0063] Wie in Figur 4 ersichtlich, ist der Stempel 22 hier im unteren Werkzeug 20 angeordnet, während das - hier einteilige - obere Werkzeug 40 die Matrice 43, ein Außenteil 24 und den Hohlraum 46 umfasst. Der Hohlraum 46 ist in diesem Fall kein Raum, in dem vor der Vorformung schon Druckmedium aufgenommen ist, sondern der mehr oder weniger große Raum zwischen Matrice und eingespanntem Werkstück 2. Zur druckdichten Abdichtung des Werkstücks 2 gegenüber dem Außenteil 24 des oberen Werkzeugs kann ein umlaufendes Dichtelement 50 vorhanden sein.

[0064] Nachdem das Werkstück 2 eingelegt worden

ist, wird der Niederhalter 44 um die für die gewünschte Vordehnung (zum Beispiel 2-10%) erforderliche Distanz über den Stempel 22 hinaus hochgefahren und klemmt das Werkstück 2 zwischen sich und dem Außenteil 24 des oberen Werkzeugs 40 ein (siehe Figur 5). Die Druckluft wird sofort nach dem Schließen und dem Aufbau des zum Abdichten erforderlichen Drucks im Ziehkissen oben in die geschlossene Matrice bzw. den Hohlraum 46 eingeleitet, wodurch sich das Werkstück 2 nach unten dem Stempel entgegenwölbt, z.B. bis es den Stempel 22 berührt. Das Ende dieses Schrittes ist in Figur 5 dargestellt.

[0065] Daraufhin wird der Stempel 22 nach oben verfahren, wird also in den Hohlraum 46 eingedrückt, wodurch das Werkstück 2 allmählich an den Umformstempel 22 "herangewalkt" wird. Das Ende dieses Schrittes ist in Fig. 6 dargestellt. Im dargestellten Beispiel weist die Matrice 43 die Gegenform zum Umformstempel 22 auf, so dass das Werkstück 2 am Ende des Umformschritts praktisch an der Matrice 43 anliegt und das Volumen des Hohlraums 46 sehr gering ist bzw. auf Null zurückgeführt worden ist. Das dabei verdrängte gasförmige Wirkmedium wird durch die Gasleitung 48 wieder zurück in den Druckspeicher 60 gepresst und steht dort für den nächsten Vorformschritt zur Verfügung. Es wird also bevorzugt auch mit dem gasförmigen Wirkmedium ein geschlossener Kreislauf hergestellt. Beim Öffnen des Werkzeugs entweicht nur die Luft zwischen Matrice 43 und Werkstück 2 - bei nicht an den Stempel 22 angepassten Matrizen 43 ist dies eine kleine Menge, die dann mit Druckluft aufgefüllt werden muss.

[0066] Bei einem Werkzeugwechsel muss in dieser Ausführungsform lediglich der Stempel 22 unten ausgetauscht werden. Das zweite Werkzeug 40 (Matrice 43) könnte für eine ganze Bauteilfamilie mit ähnlichen Abmessungsverhältnissen und unterschiedlichen Werkstoffen oben in der Vorrichtung verbleiben.

[0067] Bei diesem sogenannten passiven Gas-Druck-Verfahren kann die Umformung des Werkstücks 2 mit nochmals verringertem Aufwand erreicht werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Umformen, insbesondere Tiefziehen, eines Werkstücks (2), wobei das Werkstück (2) eine Blech- oder Folienplatte aus einer Aluminiumlegierung ist, mit den Verfahrensschritten:

- Einspannen des Werkstücks (2) zwischen einem ersten Werkzeug (20) und einem zweiten Werkzeug (40),
- Vorformen des Werkstücks (2) in eine erste Richtung durch Druckbeaufschlagung mit einem Wirkmedium,
- Umformen des Werkstücks (2) zwischen einem Umformstempel (22) und dem Wirkmedium in eine der ersten Richtung entgegengesetzte

zweite Richtung, wobei das Wirkmedium während des Umformens durch die Bewegung des Umformstempels (22) in einen Druckspeicher (60) gepresst wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Werkstück (2) bei der Vorformung homogen, d.h. an jeder Stelle des Werkstücks mit einer Vordehnung von 2-10%, vorzugsweise 2-5%, besonders bevorzugt 3-4%, verformt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei eines der beiden Werkzeuge (20, 40) ein Klemmelement (24) und einen formgebenden Umformstempel (22) aufweist, wobei beim Vorformen das Klemmelement (24) dem formgebenden Umformstempel (22) um einen gemäß der gewünschten Vordehnung und der Umformbarkeit des Werkstücks (2) zu definierenden Betrag vorausseilt, insbesondere um bis zu 20% des größten Durchmessers des Werkstücks.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei als Wirkmedium ein flüssiges Wirkmedium verwendet wird, welches in einem Hohlraum (46) eines der Werkzeuge (20, 40) aufgenommen ist und nach dem Umformen des Werkstücks (2) während des Rückhubs des Umformstempels (22) vom Druckspeicher (60) in den Hohlraum (46) zurückfließt, wo es für den nächsten Hub zur Verfügung steht.
5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei das flüssige Wirkmedium im Hohlraum (46) mit einer Membran (50) zum Werkstück (2) abgedichtet wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 - 5, welches dadurch zum Tiefziehen unterschiedlicher Formen angepasst wird, dass nur der Umformstempel (22) und das Klemmelement (24) des ersten Werkzeugs (20) ausgetauscht werden, während das zweite Werkzeug (40), in dem der Hohlraum (46) ausgebildet ist, zum Tiefziehen verschiedener geometrisch ähnlicher Formen einer Bauteilfamilie verwendet werden kann.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 3, wobei als Wirkmedium ein gasförmiges Wirkmedium verwendet wird, welches direkt nach dem Schließen der Werkzeuge (20, 40) während der Vorformung des Werkstücks (2) aus einem gemäß der benötigten homogenen Vordehnung des Werkstücks (2) definiert vorgespannten Druckspeicher (60) in den Hohlraum (46) eingeleitet wird.
8. Vorrichtung zum Umformen, insbesondere Tiefziehen, eines Werkstücks (2), insbesondere zur Durch-

führung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 - 7, aufweisend
 ein erstes Werkzeug (20) und ein zweites Werkzeug (40) zum Einspannen des Werkstücks (2),
 einen Druckspeicher (60) zur Aufnahme eines Wirkmediums, mit welchem das Werkstück (2) in eine
 erste Richtung durch Druckbeaufschlagung vor-
 formbar ist, und
 einen Umformstempel (22) zum Umformen des
 Werkstücks (2) in eine der ersten Richtung entge-
 gegengesetzte zweite Richtung, wobei das Wirkmedi-
 um während des Umformens durch die Bewegung
 des Umformstempels (22) in den Druckspeicher (60)
 einleitbar ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8,
 wobei als Wirkmedium ein flüssiges Wirkmedium
 verwendet wird, welches in einem Hohlraum (46) ei-
 nes der Werkzeuge (20, 40) aufgenommen ist, und
 wobei das Werkzeug (40), in welchem der Hohlraum (46)
 ausgebildet ist, mindestens zwei zueinander
 verfahrbare Teile (42, 44) aufweist, die zum Vorfor-
 men des Werkstücks (2) relativ zueinander verstellt
 werden.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, wobei das Werkzeug
 (40), in welchem der Hohlraum (46) ausgebildet ist,
 eine Vielzahl von Kolben aufweist, die zum Vorfor-
 men des Werkstücks (2) derart verstellbar sind, dass
 das Volumen des Hohlraums verkleinert oder ver-
 größert werden kann.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 - 10, wobei
 die Vorrichtung kein Hydraulikaggregat für das flüs-
 sige Wirkmedium umfasst.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 - 11, wel-
 che dadurch zum Tiefziehen unterschiedlicher For-
 men anpassbar ist, dass nur der Umformstempel
 (22) und der Klemmring (24) eines der beiden Werk-
 zeuge (20) ausgetauscht werden, während das
 Werkzeug (40), in dem der Hohlraum (46) ausgebil-
 det ist, zum Tiefziehen verschiedener geometrisch
 ähnlicher Formen verwendbar ist.
13. Vorrichtung nach Anspruch 8,
 wobei als Wirkmedium ein gasförmiges Wirkmedium
 vorgesehen ist und das gasförmige Wirkmedium aus
 einem Druckspeicher (60) durch Einleitöffnungen
 (48) in den Hohlraum (46) einleitbar ist, wobei die
 Einleitöffnungen von, insbesondere etwas aufge-
 bohrten, Entlüftungslöchern gebildet werden.
14. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13,
 wobei das gasförmige Wirkmedium aus einem
 Druckspeicher (60) in den Hohlraum (46) einleitbar
 ist, wobei der Druckspeicher (60) ein Druckluftspei-
 cher ist, welcher insbesondere mit einem Nachver-

dichter für Druckerhöhung ausgestattet ist.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 - 14,
 wobei zumindest ein Teil der Vorrichtung, das Blech
 und/oder das Wirkmedium auf eine Temperatur von
 100°C bis 500°C erwärmbar sind.

Fig. 1:

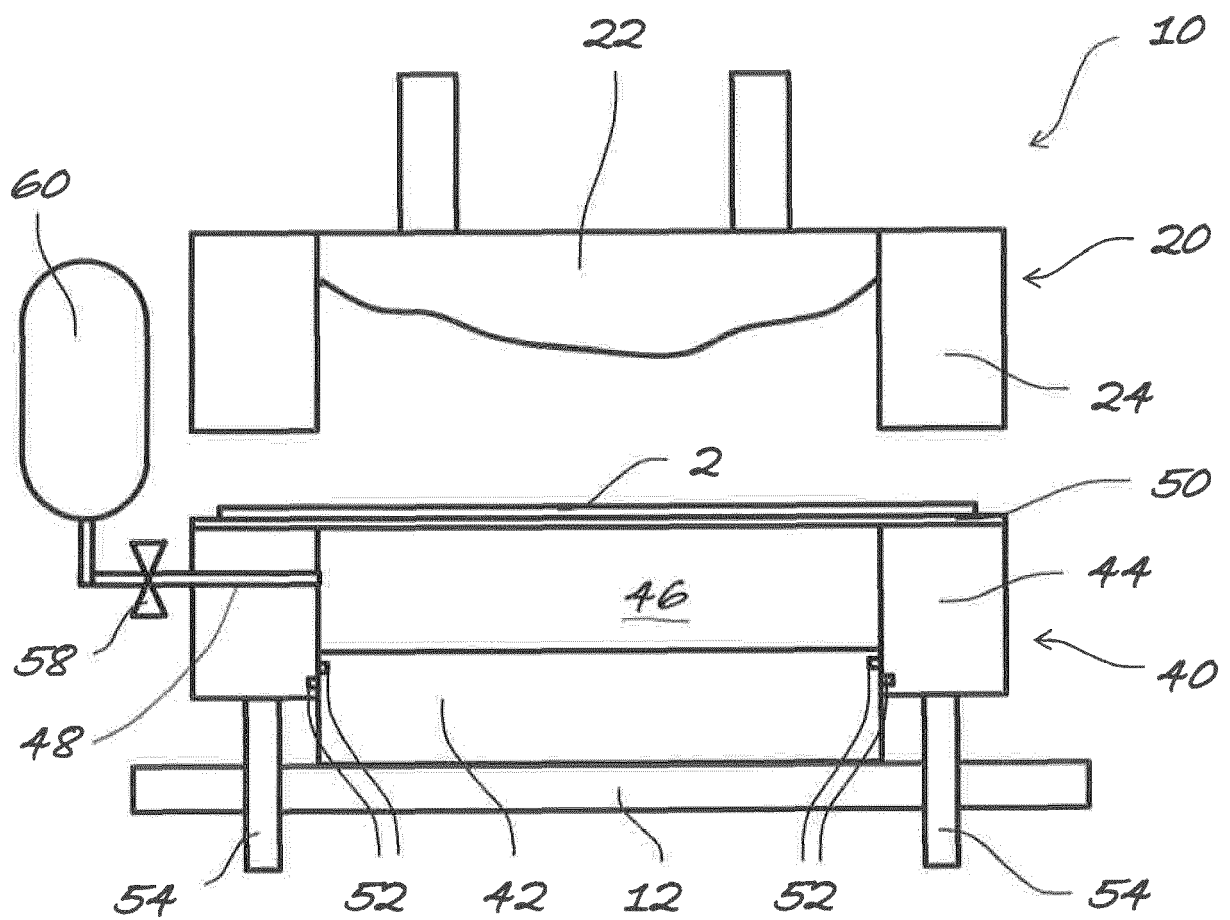


Fig. 2:

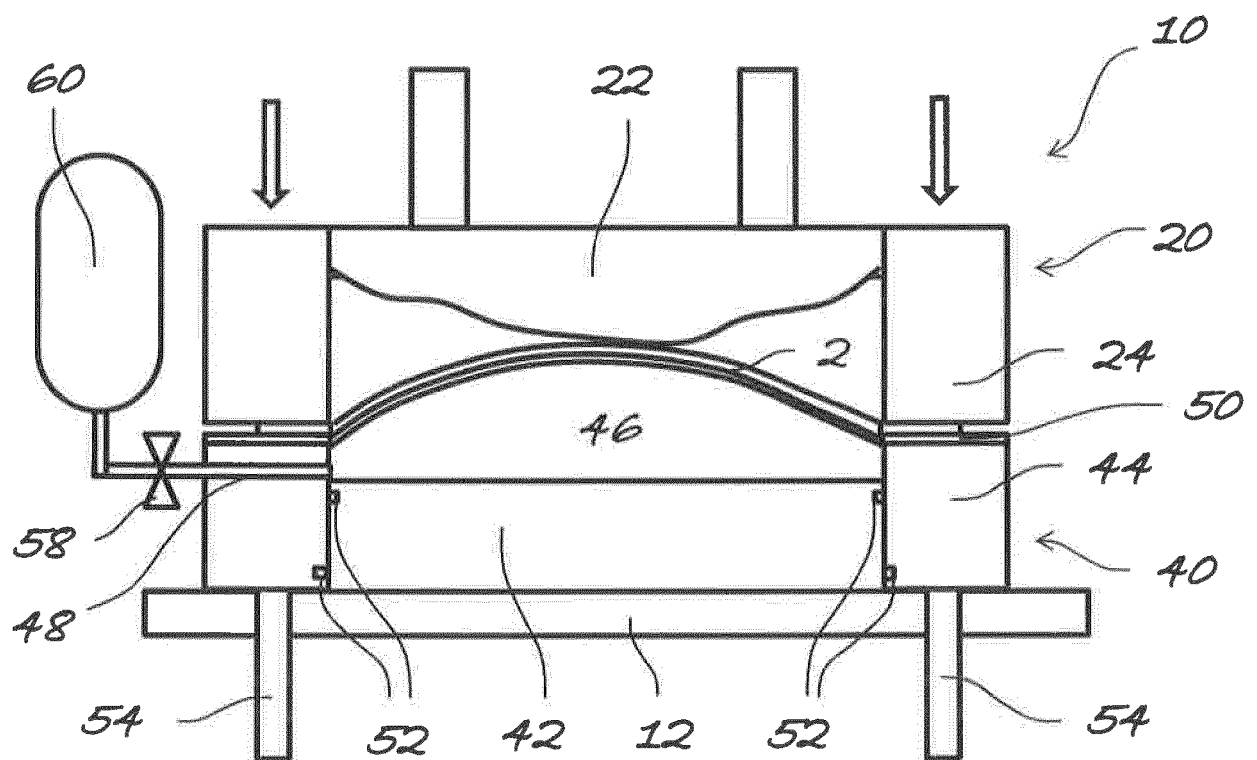


Fig. 3:

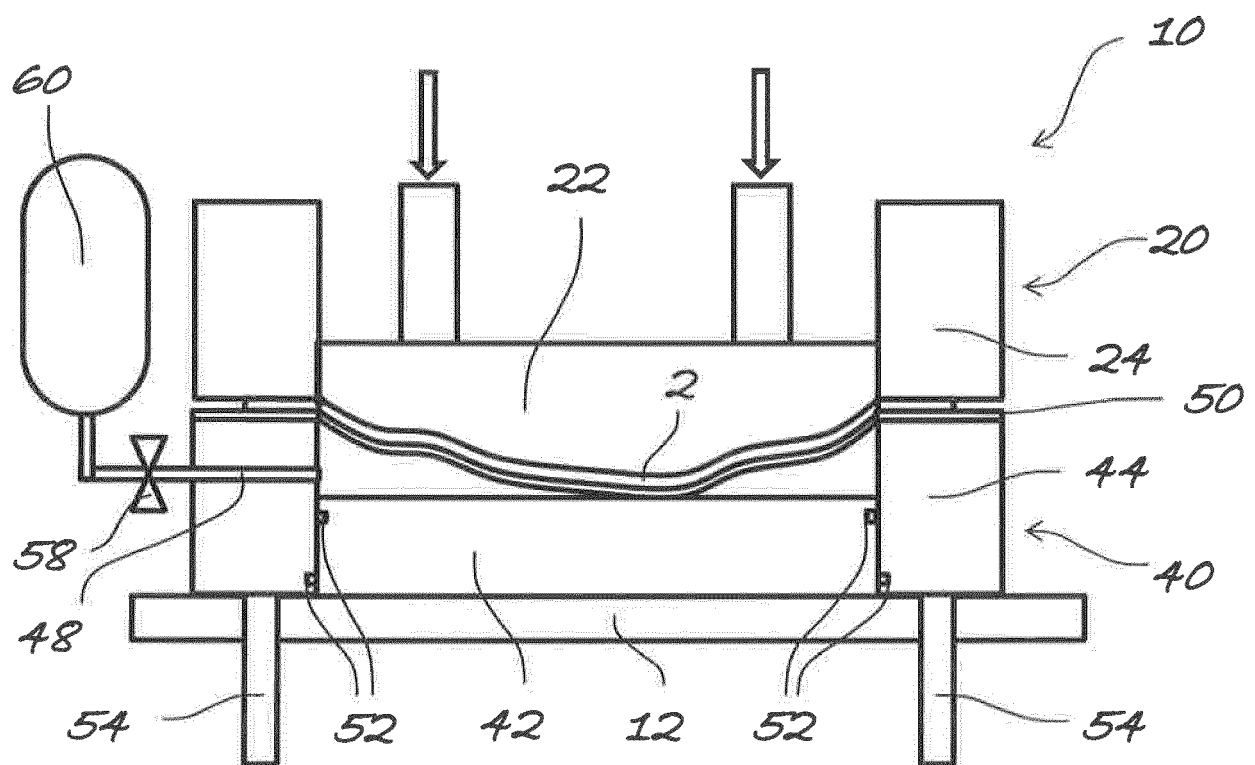


Fig. 4:

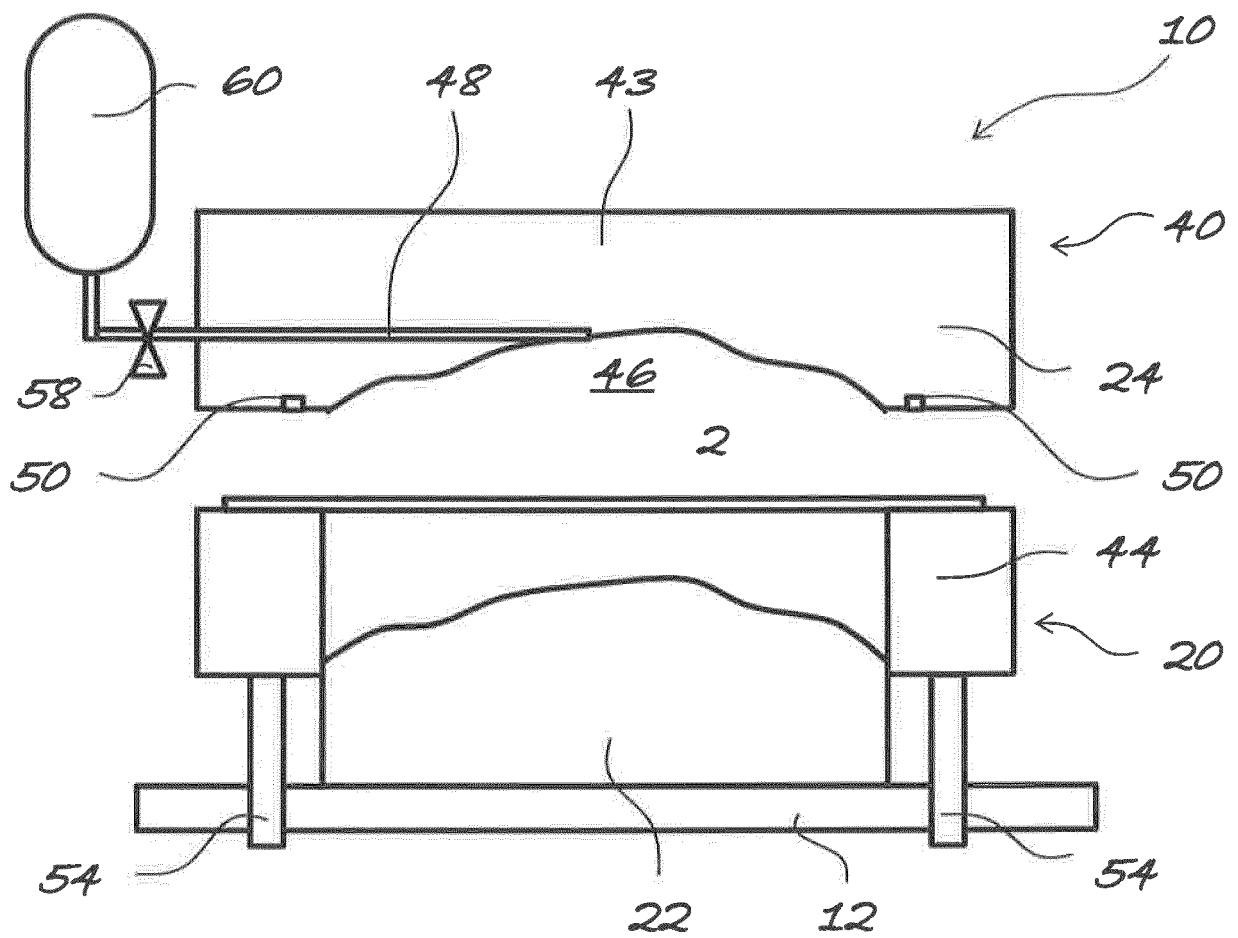


Fig. 5:

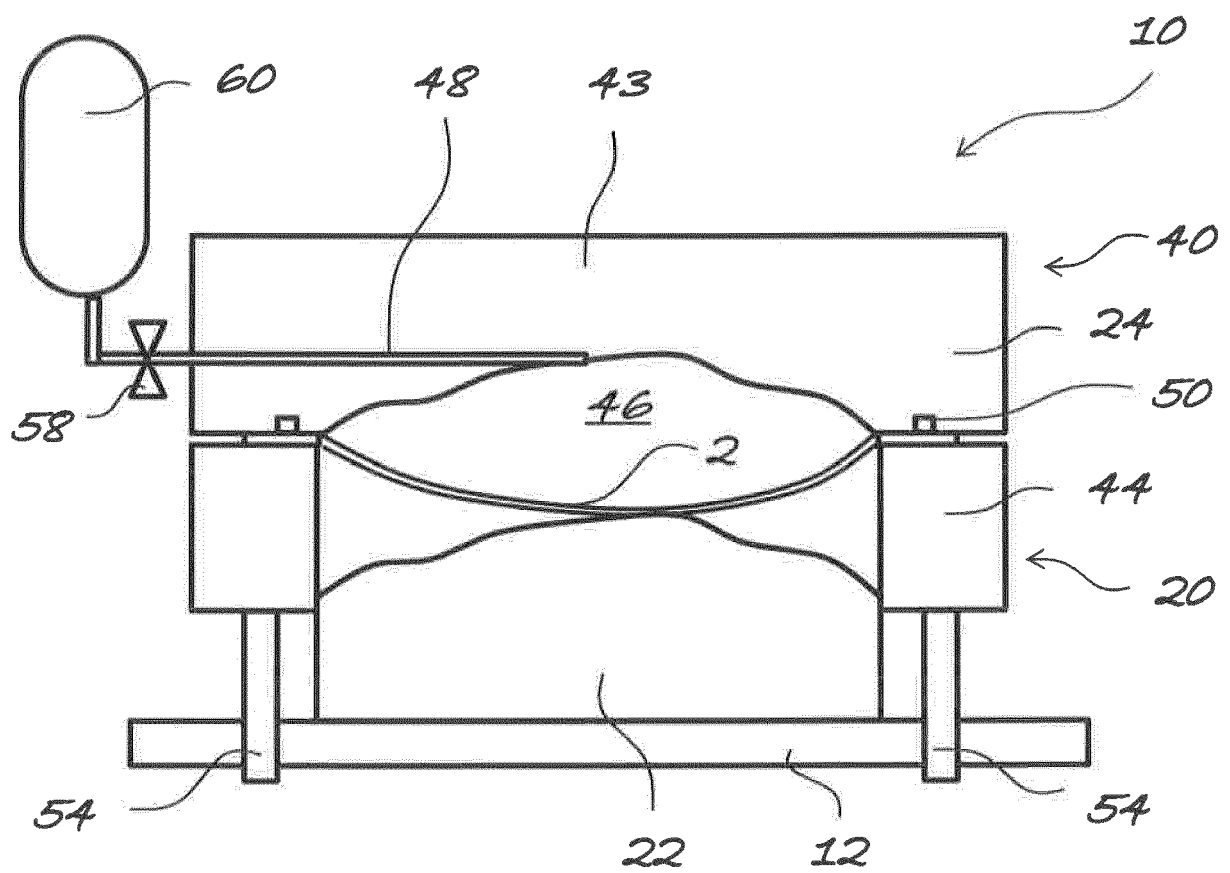
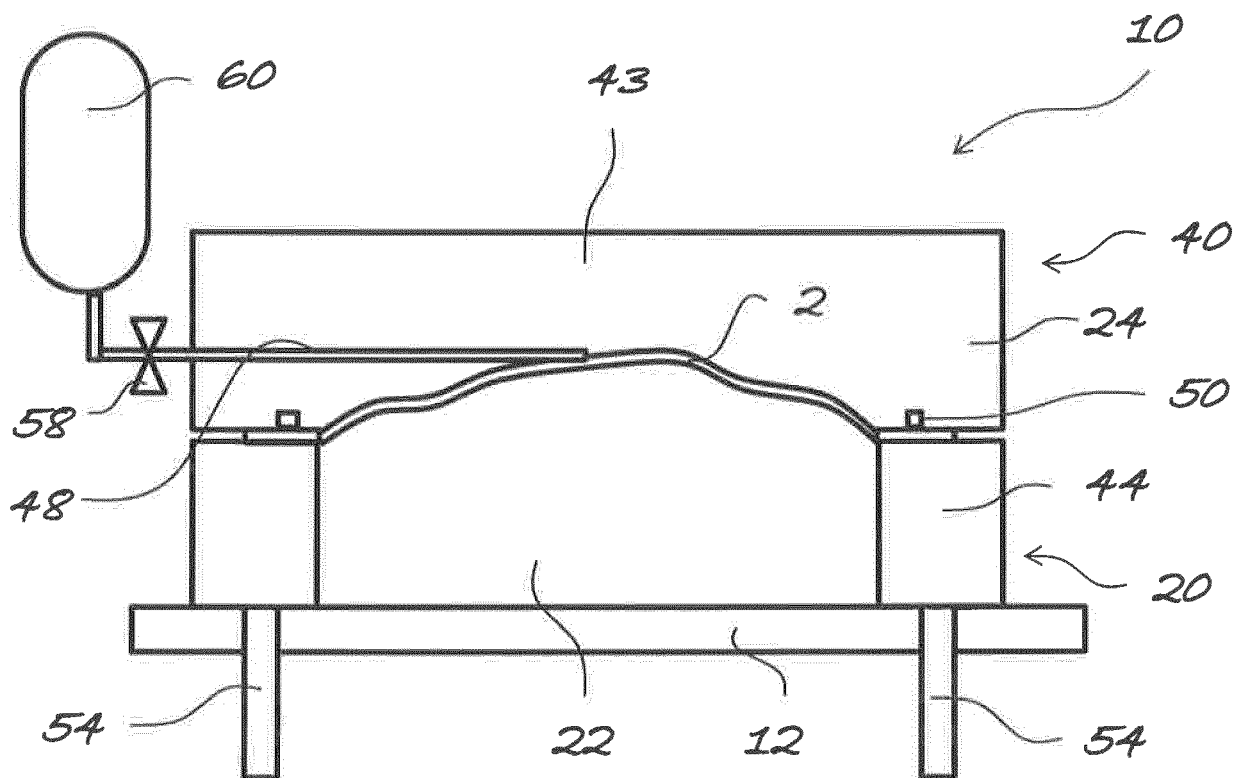


Fig. 6:





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 17 5477

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	DE 197 17 953 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 29. Oktober 1998 (1998-10-29)	1-9, 11-15	INV. B21D22/20 B21D26/021
Y	* Zusammenfassung; Abbildungen 1-4 *	10	

X	DE 196 24 036 A1 (KLEINER MATTHIAS PROF DR ING [DE]) 18. Dezember 1997 (1997-12-18)	1-5,7-9, 11,13-15	
Y	* Zusammenfassung; Ansprüche; Abbildungen 1-3 *	10	
A		6,12	

X	DE 100 28 804 A1 (SCHULER SMG GMBH & CO KG [DE]) 20. Dezember 2001 (2001-12-20)	1-9, 11-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B21D
Y	* Zusammenfassung; Abbildungen 1-4 *	10	

X	DE 101 64 662 A1 (SIEGERT KLAUS [DE]; AUST MATTHIAS [DE]) 17. Juli 2003 (2003-07-17)	1-9, 11-15	
Y	* Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 *	10	
Y	DE 103 47 601 A1 (BENTELER AUTOMOBILTECHNIK GMBH [DE]) 19. Mai 2005 (2005-05-19)	10	
	* Zusammenfassung; Abbildungen 1-6 *		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 6. Dezember 2017	Prüfer Cano Palmero, A
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 : nichtschriftliche 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	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 17 17 5477

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.

06-12-2017

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19717953 A1	29-10-1998	KEINE	
DE 19624036 A1	18-12-1997	KEINE	
DE 10028804 A1	20-12-2001	KEINE	
DE 10164662 A1	17-07-2003	KEINE	
DE 10347601 A1	19-05-2005	CZ 20041021 A3	18-05-2005
		DE 10347601 A1	19-05-2005
		ES 2255424 A1	16-06-2006
		US 2005076691 A1	14-04-2005

EPO FORM P0461

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