

(19)



(11)

EP 4 541 473 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
23.04.2025 Patentblatt 2025/17

(21) Anmeldenummer: **24207367.4**

(22) Anmeldetag: **18.10.2024**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

B21D 17/04 ^(2006.01) **B21D 22/08** ^(2006.01)
B21D 28/36 ^(2006.01) **B21D 35/00** ^(2006.01)
B21H 8/00 ^(2006.01) **B21H 8/02** ^(2006.01)
B29C 59/04 ^(2006.01) **B44B 5/00** ^(2006.01)
B21D 13/04 ^(2006.01) **B21D 13/10** ^(2006.01)
B26D 1/28 ^(2006.01) **B26D 1/40** ^(2006.01)
H01M 8/0265 ^(2016.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

B21D 17/04; B21D 13/04; B21D 13/10;
B21D 22/08; B21D 28/36; B21D 35/001;
B21H 8/005; B21H 8/02; B26D 1/285; B26D 1/40;
B44B 5/0047; H01M 8/0265

(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 ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
GE KH MA MD TN

(30) Priorität: **18.10.2023 DE 102023128574**

(71) Anmelder: **Profiroll Technologies GmbH**
04849 Bad Düben (DE)

(72) Erfinder: **Hirsch, Michael**
04155 Leipzig (DE)

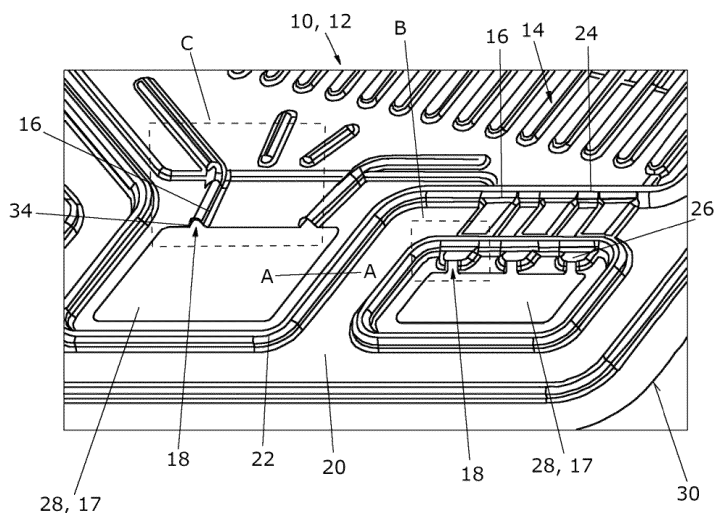
(74) Vertreter: **Bockhorni & Brüntjen Partnerschaft**
Patentanwälte mbB
Agnes-Bernauer-Straße 88
80687 München (DE)

(54) WALZMASCHINE UND VERFAHREN ZUM HOHLPRÄGE- UND SCHNEIDWALZEN

(57) Die Erfindung betrifft eine Walzmaschine und ein Verfahren zum Hohlpräge- und Schneidwalzen, mit zumindest einem zwei Walzwerkzeuge umfassenden Walzenpaar, welches zwischen sich einen Walzspalt definiert, wobei zunächst eines der Walzwerkzeuge eine

Präge- und Schnittkontur aufweist, um ein Prägen und Schneiden von Werkstücken aus einem bandförmigen Ausgangsmaterial beim Durchgang durch den Walzspalt zu ermöglichen.

Fig. 1



EP 4 541 473 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Walzmaschine zum Hohlpräge- und Schneidwalzen sowie ein Verfahren dazu.

STAND DER TECHNIK

[0002] Um produktiv in hoher Taktrate zu produzieren, werden in der Papier- und Verpackungsindustrie Bauteile, bzw. Werkstücke durch ein Walzprägeverfahren im Rolle-Rolle-Prinzip gefertigt. Derartige Verfahren werden auch zur Herstellung von Bipolarhalbplatten für Elektrolyseure und Brennstoffzellen entwickelt. Dabei handelt es sich im Allgemeinen um Verfahren aus dem Bereich der Kalt-Blechumformung, im Speziellen um Längswalzverfahren.

[0003] Das in dem Hohlprägeverfahren hergestellte Walzgut wird nach dem Stand der Technik in einem zweiten Prozessschritt aus dem Band getrennt bzw. geschnitten. Dieser Schneidprozess kann sowohl durch eine Schneidvorrichtung mit linearer Schnittbewegung, zum Beispiel eine Presse, oder durch ein Walzschnidverfahren erfolgen.

[0004] Sehr aufwendig beim aktuellen Stand der Technik ist es, die Prägekontur und die Schnittkontur der Maschinen zueinander auszurichten. Durch die räumliche Trennung der Präge- und der Schnittmaschinen kommt es oftmals zu einem nicht tolerierbaren Versatz der Präge- und Schnittkonturen auf dem Werkstück. Entsprechend hoch ist der Ausschuss an nicht verwendbaren Werkstücken.

[0005] Aus WO 00/53355 A1 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von Plattenteilen für einen Wärmetauscher bekannt, wobei ein Plattenmaterial in Form einer Endlosbahn zwischen zwei Walzen geführt, dort geformt und gleichzeitig beim Formen in eine endgültige Form geschnitten wird. Die äußeren Kanten der Plattenteile und die äußeren Kanten von in den Plattenteilen einzubringenden inneren Aussparungen sind jeweils ebene Flächen, sodass sie leicht geschnitten werden können.

[0006] DE 43 19 300 A1 zeigt ein Verfahren zum Herstellen von mit ausgestanzten Laschen versehenen Halvenschienen, bei welchem ein Blechmaterial zwischen zwei Rollen einer Rollenstanze hindurchläuft, die mit Patrizenwerkzeugen und Matrizenwerkzeugen versehen sind, um aus dem Material Halfenschienen mit Laschen mit punktförmigen Ausformungen, sowie außerhalb der Laschen Löcher zu erzeugen. Die Rollenstanze erzeugt dabei in einer ebenen Profilbasis des Blechprofils längslaufende Laschen, die durch eine Schneidlinie von U-förmigem Verlauf und durch eine Prägelinie begrenzt sind. Hierzu sind in der Patrizie und in der Matrizie zusammenwirkende längslaufende Schneidkanten vorgesehen, die jeweils an einem Ende durch eine bogenförmige Schneidkante und am anderen Ende durch eine nicht schneidende stumpfe Biegekante verbunden sind.

[0007] DE 10 2022 104 250 A1 offenbart ein Verfahren zum Walzen von Dünnblech für eine elektrochemische Zelle, bei der die Umformung des Blechs durch eine Walzanlage mit zwei Walzen beschrieben wird, die eine Oberflächenstruktur aufweisen und synchron betrieben werden.

[0008] Die Herstellung von Walzen mit integrierter Oberflächenstruktur ist arbeits- und energieaufwendig, erfordert sie ausgehend von einer Rohwalze viel Freistellungsarbeit durch Materialabtragung, beispielsweise durch Fräsen, Schleifen, oder dergleichen. Das Herstellen von zugeschnittenen Werkstücken mit komplexen Strukturen, etwa einem Randausschnitt und innenliegenden Ausschnitten bei gleichzeitiger 3-D Prägung, ist mit den bekannten Technologien bisher nicht bzw. nicht kostendeckend möglich.

[0009] Beim Einsatz separater, in die Walzenoberfläche eingebauter Patrizenwerkzeuge und Matrizenwerkzeuge wird außerdem als nachteilig angesehen, dass sich aufgrund der Toleranz bei der Passung der zusammengefügt Teile im Dauerbetrieb die Qualität der erzeugten Werkstücke zu stark verringert, wodurch sich eine derartige Maschine nicht für die Massenproduktion eignet.

[0010] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, die Qualität der Werkstücke zu verbessern und Verformungen am Werkstück und Ausschuss zu minimieren. Eine weitere Aufgabe besteht darin, möglichst gratfreie oder zumindest gratarme Werkstücke herzustellen. Eine noch weitere Aufgabe besteht darin, die Walzmaschine kostengünstig herzustellen.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

[0011] Die Aufgabe wird gelöst durch eine Walzmaschine, insbesondere Längswalzmaschine, zum Hohlpräge- und Schneidwalzen, mit zumindest einem zwei Walzwerkzeuge umfassenden Walzenpaar, welches zwischen sich einen Walzspalt definiert, wobei ein Walzwerkzeug als eine Patrizie ausgebildet ist und ein weiteres Walzwerkzeug als Matrizie ausgebildet ist, wobei die Patrizie und die Matrizie zwischen sich den Walzspalt definieren und wobei zumindest eines der Walzwerkzeuge eine Präge- und Schnittkontur aufweist, um ein Prägen und Schneiden von Werkstücken aus einem bandförmigen Ausgangsmaterial beim Durchgang durch den Walzspalt zu ermöglichen. Es ist vorgesehen, dass der Walzspalt eine Plattenebene der Werkstücke definiert, wobei die Präge- und Schnittkontur ausgebildet ist, um in den Werkstücken Erhebungen gegenüber der Plattenebene zu erzeugen, und dass zumindest eine Schnittkontur einen 3D-Schnitt erzeugt, der sich über eine Erhebung erstreckt.

[0012] Es ist also vorgesehen, dass die Präge- und Schnittkontur ausgebildet ist, um einen Schnitt von durch die Prägung verformten Bereichen des Werkstücks auszuführen.

[0013] Ein 3D-Schnitt kann im Rahmen der vorliegen-

den Offenbarung so verstanden werden, dass der Schnitt zumindest einen Abschnitt enthält, welcher in einem Winkel ungleich 0, bevorzugt größer als 5°, größer als 20° oder größer als 45° zur Plattenebene verläuft. Der Schnitt kann also durch eine zweidimensionale gekrümmte Kurve oder durch eine dreidimensionale gekrümmte Kurve im Raum beschrieben werden. Unter einem 2D-Schnitt wird demgegenüber verstanden, dass der Schnitt in der Plattenebene oder parallel zur Plattenebene verläuft. Ein 2D-Schnitt im Sinne der vorliegenden Offenbarung beschreibt also eine eindimensionale oder eine zweidimensionale Kurve im Raum.

[0014] Die Walzmaschine ermöglicht also vorteilhaft das gleichzeitige Prägen und Schneiden von Werkstücken durch einen kombinierten Walz-Schneidprozess für bandförmige Bauteile. Die Prägekontur und die Schnittkontur auf dem Werkstück sind entsprechend präzise zueinander ausgerichtet. Durch die räumliche Nähe der Präge- und der Schnittkonturen auf den Walzwerkzeugen wird der Versatz der Präge- und Schnittkonturen auf dem Werkstück minimiert.

[0015] Vorteilhaft kann durch die Verfahrenskombination der Prägeprozess gleich als Niederhalter für den Schneidprozess dienen und so eine unzulässige Verformung verhindern und die Gratbildung am Werkstück minimieren.

[0016] Die bandförmigen Bauteile können z.B. aus Papier, Metallen, Kunststoffen oder Verbundstoffen bestehen. Die Werkstücke können zum Beispiel Kaffee- filter, Bipolarhalbplatten, Kunststoffblister, Verpackungs- behälter o. Ä. sein.

[0017] Mit der Walzmaschine können plattenförmige Werkstücke erzeugt werden, die bezüglich der Plattenebene Verformungen mit Schnitten darin aufweisen und beispielsweise offene Kanäle in der Plattenebene ausbilden.

[0018] Nach einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Erhebungen bezüglich der Plattenebene im Wesentlichen oder vollständig in einer Richtung ausgebildet sind.

[0019] Unter "im Wesentlichen" in einer Richtung wird dabei verstanden, dass mehr als 50%, bevorzugt mehr als 70%, weiter bevorzugt mehr als 80%, noch weiter bevorzugt mehr als 90% der Erhebungen bezüglich der Plattenebene auf derselben Seite liegen, wobei sich die Prozentangabe auf die Masse des Materials bezieht.

[0020] Nach einer bevorzugten Ausführungsform ist die Präge- und Schnittkontur jeweils auf beiden Walzwerkzeugen ausgebildet. Bevorzugt sind die Walzwerkzeuge dazu ausgebildet, um ein Scherschneiden, Messerschneiden und/oder ein Beißschneiden auszuführen. Die Schnittkontur des jeweiligen Walzwerkzeugs umfasst hierzu entsprechende Schneidkanten.

[0021] Ein Walzwerkzeug ist dabei als eine Patrizie und das zweite Walzwerkzeug als eine Matrizie ausgebildet. Die Präge- und Schnittkontur ist dabei bevorzugt sowohl in der Patrizie als auch in der Matrizie ausgebildet. Die Patrizie weist hierzu auf der Walzoberfläche Erhebungen

auf und die Matrizie Einsenkungen. Die Patrizie und die Matrizie bilden dabei zwischen sich den Walzspalt aus.

[0022] Es kann vorgesehen sein, dass sämtliche Schnittkonturen als Schneidkanten in der Patrizie ausgebildet sind. Alternativ kann vorgesehen sein, dass sämtliche Schnittkonturen als Schneidkanten in der Matrizie ausgebildet sind.

[0023] Darüber hinaus kann die Schnittkontur auch eine (sichtbare) Struktur auf der Patrizie oder Matrizie umfassen, welche keine Kante im eigentlichen Sinne darstellt, z.B. eine Erhöhung auf der Patrizie, welche mit einer Schneidkante auf einer Matrizie zusammenwirkt oder umgekehrt.

[0024] Für den Fall, dass ein Abschnitt einer Schnittkurve in der Plattenebene des Werkstücks liegt, ist der entsprechende Abschnitt der Schnittkontur bevorzugt ausschließlich in der Patrizie ausgebildet. Mit anderen Worten sind zur Herstellung von Schnittkurven auf Höhe der Plattenebene des Werkstücks die entsprechenden Schneidkanten bevorzugt in der Patrizie ausgebildet. Damit ist sichergestellt, dass im Falle von Walzen mit integrierter Oberflächenstruktur nicht unnötig viel aufwändige Freistellungsarbeit erfolgen muss.

[0025] Für den Fall, dass ein Abschnitt einer Schnittkurve auf einer Maximalerhebung des Werkstücks liegt, ist der entsprechende Abschnitt der Schnittkontur bevorzugt ausschließlich in der Matrizie ausgebildet. Mit anderen Worten sind zur Herstellung von Schnittkurven auf Höhe von Erhebungen des Werkstücks, insbesondere Maximalerhebungen des Werkstücks, die entsprechenden Schneidkanten bevorzugt in der Matrizie ausgebildet. Im Falle von Walzen mit integrierter Oberflächenstruktur wird hierdurch aufwändige Freistellungsarbeit vermieden.

[0026] Für den Fall, dass die Schnittkurve in einem Übergangsbereich oder auf Höhe einer Zwischenerhebung verläuft, ist die Schnittkontur entweder auf der Matrizie oder auf der Patrizie oder besonders bevorzugt sowohl auf der Patrizie als auch auf der Matrizie ausgebildet.

[0027] Vorteilhaft kann vorgesehen sein, dass im Falle von 3D-Schnittkurven die entsprechenden Schneidkanten sowohl auf der Patrizie als auch auf der Matrizie ausgebildet sind.

[0028] Vorteilhaft kann vorgesehen sein, dass im Falle von 2D-Schnittkurven die entsprechenden Schneidkanten ausschließlich auf der Patrizie oder auf der Matrizie ausgebildet sind.

[0029] Je nach Ausführung der Werkzeuge kann die Präge- und Schnittkontur bzw. der Walzspalt durch ein Oberflächenprofil der Walzwerkzeuge gebildet sein, z.B. durch Fräsen, Schleifen, Abstrahlen, Laserabtragung, elektrochemisches Abtragen oder dergleichen erzeugt. Auf das Fachwissen darf verwiesen werden.

[0030] Alternativ dazu kann die Präge- und Schnittkontur bzw. der Walzspalt durch Funktionsflächen an den Walzwerkzeugen gebildet sein, z. B. durch Anbauteile, insbesondere angeschraubte, verkeilte und/oder ange-

schweißte Bauteile.

[0031] Die Walzwerkzeuge können jeweils monolithisch ausgebildet sein oder aus zwei oder mehreren Teilkörpern bestehen. Besonders bevorzugt sind zumindest eins der Walzwerkzeuge, bevorzugt beide Walzwerkzeuge monolithisch ausgebildet. Die Präge- und Schnittkontur ist dabei im Verständnis der vorliegenden Offenbarung durch das Oberflächenprofil der Walzwerkzeuge gebildet.

[0032] Von der Erfindung umfasst ist auch ein Walzwerkzeug, welches sich für die Verwendung in der oben beschriebenen Maschine eignet.

[0033] Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren zum Hohlpräge- und Schneidwalzen ist vorgesehen, dass Werkstücke aus einem bandförmigen Ausgangsmaterial beim Durchgang durch einen Walzspalt an einem zwei Walzwerkzeuge umfassenden Walzenpaar mittels Messerschneidens oder Beißschneidens, bevorzugt Messerschneidens geschnitten, insbesondere 2D- und 3D-geschnitten, und zugleich geprägt werden. Das Messerschneiden ist insbesondere im Bereich der Plattenebene und im Bereich von Maximalerhebungen besonders vorteilhaft, da es insbesondere im Falle von Walzen mit integrierter Oberflächenstruktur den Freistellungsverchnitt an den Walzkörpern minimiert.

[0034] Das Verfahren wird bevorzugt von einer der zuvor beschriebenen Maschinen durchgeführt. Die Merkmale, welche in Bezug auf die Vorrichtung offenbart wurden, sind daher auch in Bezug auf das Verfahren als offenbart anzusehen und umgekehrt.

[0035] Dabei handelt es sich bevorzugt um ein Verfahren aus dem Bereich der Kalt-Blechumformung, bevorzugt um ein Längswalzverfahren.

[0036] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren verläuft bevorzugt zumindest ein Schnitt als eine 3D-Schnittkurve durch eine Prägung des Materials.

KURZBESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0037] Im Folgenden wird die Erfindung anhand der Figuren beschrieben. Es zeigen:

- Figur 1 eine perspektivische Ansicht auf einen Ausschnitt eines Werkstücks als Ergebnis der Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens,
- Figur 2 eine perspektivische Ansicht auf einen weiteren Ausschnitt eines Werkstücks als Ergebnis der Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens,
- Figur 3 einen Ausschnitt auf den Bereich B aus Figur 1,
- Figur 4 einen Ausschnitt aus einem Schnitt durch einem Walzenpaar nach einer

Ausführungsform der Erfindung,

- Figur 5 einen Ausschnitt aus einem Walzenpaar nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung,
- Figur 6 einen Ausschnitt aus einer Walzoberfläche einer Matrize zur Herstellung des Bereichs C aus Figur 1,
- Figur 7 einen Ausschnitt aus einer Walzoberfläche einer Patrize entsprechender Bereich D in Figur 6,
- Figur 8 einen Ausschnitt aus einer Patrize zur Herstellung eines in Figur 1 dargestellten Bereichs und
- Figur 9A bis 9C verschiedene Ausführungsformen von Schneidmitteln.

AUSFÜHRUNGSFORMEN DER ERFINDUNG

[0038] Im Folgendem wird die Erfindung anhand der Figuren erläutert. Dabei sind eine Vielzahl von Ausführungsformen umfasst, welche nicht explizit beschrieben, sondern dem Fachmann aufgrund seines Fachwissens geläufig.

[0039] Figur 1 zeigt eine perspektivische Darstellung auf einen Ausschnitt aus einem Werkstück 10, welches mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens erzeugt werden kann. Das Werkstück 10 ist hier beispielsweise aber nicht einschränkend für die Erfindung als eine Bipolarplatte 12 ausgebildet mit einem Flussfeld 14, in dem Reaktionspartner einer Brennstoffzelle zusammengeführt werden, beispielsweise H_2 und O_2 zur Bildung von Wasser unter Freisetzung von Energie. Die Bipolarplatte 12 enthält daher eine Vielzahl von Materiekanälen 16, um die beteiligten Reaktionspartner, aber z.B. auch Kühlmittel durch die Bipolarplatte hindurchzuleiten. Die Materiekanäle 16 weisen in der dargestellten Ausführungsform der Bipolarplatte Materialeinlässe 18 auf, welche sich nicht in einem Randbereich des Werkstücks 10 befinden, sondern im Inneren des Werkstücks 10 im Bereich von innenliegenden Ausschnitten 28, die auch als Ports oder als Medienports 17 bezeichnet werden.

[0040] In Figur 2 ist ein weiterer Ausschnitt aus dem in Figur 1 dargestellten Werkstück 10 gezeigt, hier mit einem weiteren innenliegenden Ausschnitt 28, der aber nicht die Funktion eines Ports, sondern einer Ausrichtungs- oder Positionierhilfe 19 bei der Übereinanderstapelung vieler Bipolarplatten 12 bereitstellt.

[0041] Die Ausführungsform des Werkstücks 10 als Bipolarplatte 12 ist allerdings nicht einschränkend für die Erfindung. Diese kann bei einer Vielzahl von Werkstücken 10 unterschiedlicher Art eingesetzt werden. Die Werkstücke 10 können z.B. aus Papier, Metallen, Kunststoffen oder andersartigen Verbundstoffen bestehen.

[0042] Den erfindungsgemäß hergestellten Werkstücken 10 ist gemein, dass diese zunächst als Bandware vorliegen und dann im Rahmen eines Schneidprozesses in hoher Taktrate zu Werkstücken 10 vereinzelt werden.

[0043] Im bevorzugten Anwendungsfall ist das Werkstück 10 durch einen Randausschnitt 30, einen oder mehrere innenliegende Ausschnitte 28, ein oder mehrere 2D-Schnittkurven 32 sowie eine oder mehrere 3D-Schnittkurven 34 gekennzeichnet.

[0044] Wie in Fig. 2 und 3 dargestellt können im Falle der Ausführungsform als Bipolarplatte 12 insbesondere die Ausrichtungs- oder Positionierhilfen 19 von 2D-Schnittkurven 32 und die Medienports 17 von 3D-Schnittkurven 34 konturiert sein.

[0045] Die Zweidimensionalität der Richtung bezieht sich hierbei auf eine Plattenebene 20, die typischerweise mit der Fläche der ungewalzten Platte identifiziert werden kann. Die 2D-Schnittkurve 32 im Sinne der vorliegenden Erfindung verläuft in der Plattenebene 20. Die 3D-Schnittkurve 34 verläuft ebenfalls in der Plattenebene 20, jedoch zusätzlich hierzu auch senkrecht zu dieser.

[0046] In Figur 1 ist deutlich zu erkennen, dass bei dem Werkstück 10 Erhebungen 22 vorhanden sind, wobei in der vorliegenden Erfindung zwischen Maximalerhebungen 24 und Zwischenerhebungen 26 unterschieden wird. Die Maximalerhebung 24 entspricht dem weitesten Abstand von der Plattenebene 20, welche durch Prägung, Tiefziehen bzw. Kaltumformung und Fließen des Materials erzielt wurde. Die Zwischenerhebung 26 bezeichnet im Rahmen der vorliegenden Erfindung nicht den Übergangsbereich 25 zwischen der Plattenebene 20 und der Maximalerhebung 24, sondern eine flächige Ausdehnung des Werkstücks 10 zwischen der Maximalerhebung 24 und der Plattenebene 20 aus funktionalen Zwecken.

[0047] Die in Figur 3 dargestellte 3D-Schnittkurve 34 erstreckt sich im dargestellten Ausführungsbeispiel ausgehend von der Plattenebene 20 bis zur Zwischenerhebung 26. Zwischen der Zwischenerhebung 26 und der Maximalerhebung 24 ist ein Übergangsbereich 25 vorgesehen, welcher typischerweise abgerundet ist. Ebenso ist zwischen der Plattenebene 20 und der Zwischenerhebung 26 ein Übergangsbereich 25 vorhanden.

[0048] Derartige Geometrien im Werkstück mit Zwischenerhebung 26 und Maximalerhebung 24 sind oftmals im Rahmen des Flussfelddesigns von Bipolarplatten 12 notwendig, beispielsweise als Flanschbereiche für Zuführleitungen beim Materialeinlass 18 oder als funktionell verengte Strömungsabschnitte im Materialkanal 16 für düsenartige Verwirbelungen.

[0049] Bei anderen Anwendungsfällen muss die 3D-Schnittkurve 34 sich selbstverständlich nicht auf den Bereich zwischen der Plattenebene 20 und der Zwischenerhebung 26 beschränken, sondern kann ebenso im Bereich von der Plattenebene 20 zur Maximalerhebung 24 verlaufen o.Ä.

[0050] Die innenliegenden Ausschnitte 28 können eine beliebige Komplexität aufweisen und sich über eine

oder mehrere Ebenen, insbesondere, über die Plattenebene 20, die Zwischenerhebungen 26 und/oder die Maximalerhebungen 24 erstrecken. Es können ein oder mehrere innenliegende Ausschnitte 28 vorhanden sein.

[0051] Nach dem Hohlpräge- und Schneidwalzverfahren der vorliegenden Erfindung ist das Werkstück 10 bevorzugt vereinzelt und somit im Allgemeinen umfänglich von dem Randausschnitt 30 umgeben, was aber nicht einschränkend für die Erfindung ist.

[0052] Das Werkstück 10, welches in Figur 1 - 3 dargestellt ist, wird mithilfe eines kombinierten Hohlpräge- und Schneidwalzverfahrens hergestellt. In Figur 4 ist ein Schnitt durch ein Walzenpaar mit einer Patrize 40 und einer Matrize 50 dargestellt. Der in Figur 4 dargestellte Ausschnitt aus dem Walzenpaar ist dazu geeignet, um den in Figur 1 dargestellten Schnitt A - A zu walzen.

[0053] Die Patrize 40 weist eine dreidimensional ausgestaltete Walzoberfläche 42 auf. Im dargestellten Bereich umfasst die Walzoberfläche 42 eine Schneidkante 48, um den innenliegenden Ausschnitt 28 aus in Figur 1 auszuschneiden. Bei radialer Zustellung der Patrize 40 zu der Matrize 50 trifft die Schneidkante 48 auf die gegenüberliegende Walzoberfläche 52 der Matrize 50, welche an dieser Stelle keine Gegenerhebung aufweist.

[0054] Der Walzspalt 36 ist auf die zu erzeugende Dicke des Werkstücks 10 abgestimmt, auf Höhe der Schneidkante 48 ist er allerdings auf den Schneidspalt reduziert, vorzugsweise auf Null.

[0055] Die Walzoberfläche 42 der Patrize 40 umfasst darüber hinaus Erhebungen 46, welche sich radial weiter weg von der Hauptachse der Walzrolle erstrecken als ein Freistellungsboden 44, der beim Werkstück 10 die Lage der Plattenebene 20 definiert.

[0056] Räumlich gegenüber der Erhebung 46 auf der Patrize 40 ist in der Matrize 50 eine entsprechende Einsenkung 56 in der Walzoberfläche 52 vorhanden. Die Erhebung 46 und die Einsenkung 56 wirken derart zusammen, dass ein durchlaufender Werkstoffbogen in diesem Bereich eine Hohlprägung erfährt, siehe Linie A - A in Fig. 1.

[0057] Figur 5 zeigt eine Situation, bei der die Patrize 40 und die Matrize 50 dazu ausgebildet sind, um das Werkstück 10 auf Höhe einer Erhebung 22 zu schneiden. Die Matrize 50 weist hierzu auf ihrer Walzoberfläche 52 im Bereich der Einsenkung 56 eine Schneidkante 58 auf. Die Patrize 40 weist an der korrespondierenden Stelle die entsprechende Erhebung 46 aber keine eigene Schneidkante auf. Bei der im Werkstück 10 zu erzeugenden Erhebung 22 handelt es sich bei der in Figur 5 dargestellten Ausführungsform bevorzugt um eine Maximalerhebung 24.

[0058] Mit den dargestellten Ausführungsvarianten ist sichergestellt, dass nicht unnötig viel aufwändige Freistellungsarbeit erfolgen muss. Die Freistellungsarbeit kann z.B. Fräsarbeit sein, aber auch durch Laserabtragung, Erodieren oder elektrochemisches Abtragen erfolgen. Bei der in Figur 4 und Figur 5 dargestellten Variante ist die Schneidkante 48 der Patrize 40 bzw. die Schneid-

kante 58 der Matrize 50 jeweils auf dem Freistellungsboden 44 der Patrize bzw. 54 der Matrize ausgebildet. Mit Freistellungsboden wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung die minimale Walzrollendicke bezeichnet, also wird die tiefste Freistellung in der Walzrolle. Würde nämlich beispielsweise die Patrize 40 im Bereich ihrer Erhebung 46 noch eine Schneidkante 48 aufweisen, so würde der Vorfreistellungsdurchmesser der Patrize 40 durch die Spitze der Schneidkante 48 definiert. Der Begriff Vorfreistellungsdurchmesser bezeichnet dabei die Gestalt der Matrize 50 und Patrize 40 vor der Freistellungsarbeit. In den Bereichen der Maximalerhebungen 24 des Werkstücks 10 ist daher die Schneidkante 58 bevorzugt an der Matrize 50 vorgesehen. Umgekehrt würde für den Fall, dass die Matrize 50 auf Höhe der Plattenebene 20 eine Schneidkante 58 aufweisen würde, der Vorfreistellungsdurchmesser der Matrize 50 durch die Spitze der Schneidkante 58 der Matrize dort vorgegeben sein. Die Matrize 50 müsste also großflächig außerhalb dieser Schneidkante freigestellt werden, was einen zusätzlichen Aufwand benötigt.

[0059] Figur 6 zeigt die Wälzoberfläche 52 der Matrize 50 im Bereich C in Figur 1. Hier soll das Werkstück 10 in einem 3D-Schnitt sowohl auf Höhe der Plattenebene 20 als auch durch eine der Erhebungen 22 geschnitten werden. Bei der Erhebung im Bereich C (siehe Fig. 1) handelt es sich beispielsweise um eine maximale Erhebung 24.

[0060] Figur 6 zeigt die Matrize 50 von ihrer Unterseite. Mit 56 sind jeweils Einsenkungen in der Matrize dargestellt, welche die Erhebungen 22 im Werkstück ausprägen. Die Schneidkante 58 in der Matrize 50 verläuft ausschließlich im Bereich der Einsenkung 56. Wie mit Bezug zu Figur 4 und Figur 5 schon im Prinzip erläutert, ist lediglich im Bereich der Einsenkung 56 die Schneidkante 58 der Matrize 50 vorgesehen. Die Einsenkung 56 erstreckt sich aber auch über die Schneidkante 58 der Matrize und bildet hier einen Prägeverschnitt 64. Der Prägeverschnitt 64 hat den Zweck, innere Materialspannungen abzubauen und eine Faltenbildung im Werkstück 10 zu verhindern.

[0061] Im mit Bezugszeichen 60 gekennzeichneten Übergangsbereich der Einsenkung 56 zum Vorfreistellungsdurchmesser geht die Schneidkante 58 in die Patrize 40 über, was auch mit Bezug zur Figur 7 dargestellt ist.

[0062] Figur 7 zeigt die Patrize 40 in dem mit D bezeichneten Bereich in Figur 6, welche mit der in Figur 6 dargestellten Matrize 50 zusammenwirkt, den innenliegenden Ausschnitt 28 aus dem Werkstück 10 im Bereich C in Figur 1 auszuschneiden.

[0063] Die Patrize 40 weist hier die entsprechende Erhebung 46 auf, welche mit der Einsenkung 56 der Matrize 50 korrespondiert, und eine entsprechende Schneidkante 48, welche in Kombination mit der Schneidkante 58 der Matrize 50 die 3D-Schnittkurve 32 erzeugt.

[0064] Ebenso wie bei der Matrize 50 ist auch hier im

ausgeschnittenen Bereich die Erhebung 46 weitergeführt und bildet hier einen entsprechenden Prägeverschnitt 64, wie bereits mit Bezug zu Figur 6 erläutert.

[0065] Figur 8 zeigt die Patrize 40 im Bereich des in Figur 1 rechts dargestellten innenliegenden Ausschnitts 28. Die 3D-Schnittkurve 34 (siehe Fig. 3) verläuft über die Plattenebene 20 und die Zwischenerhebung 26.

[0066] Die Schneidkante 48 auf der Patrize 40 bildet an dieser Stelle eine geschlossene Kurve. Wie mit Bezug zu Figuren 4 und 5 erläutert, ist der Abschnitt der Schneidkante 48 im Bereich der Plattenebene 20 technisch vorteilhaft, um die Freistellungsarbeiten, z.B. Fräsarbeiten zu minimieren. Weiterhin weist die Patrize 40 hier Erhebungen 46 auf, und zwar Maximalerhebungen 46b und Zwischenerhebungen 46a.

[0067] Im Übergangsbereich 62 kann das Schneiden auf unterschiedliche Art und Weise realisiert sein. So ist in diesem Bereich die Schneidkante 48 sowohl an der Patrize 40 als auch an der Matrize 50 ausbildbar. Die dargestellte Ausführungsform der geschlossenen Schneidkurve 48 auf der Patrize 40 zur Ausbildung der 3D-Schnittkurve 34 ist daher nur eine von mehreren Möglichkeiten.

[0068] Figuren 9A bis 9C zeigen verschiedene Ausführungsformen von Schneidprozessen an Werkstücken 10.

[0069] In Figur 9A ist das Scherschneiden dargestellt, bei welchem zwei Scherkanten 70 parallel versetzt und ohne Querspalt aufeinander zubewegt werden, um das Werkstück 10 zu zerschneiden. Diese Art des Schneidens ist in den Übergangsbereichen 60 bzw. auch in den Bereichen von Schnittkurven auf Zwischenerhebungen 26 besonders vorteilhaft umsetzbar. Nimmt man die erhöhten Freistellungskosten in Kauf, kann das Scherschneiden in Figur 9A aber an jeder Stelle implementiert werden, indem die entsprechenden Schneidkanten 48 bzw. 58 auf der Patrize 40 bzw. Matrize 50 entsprechend zueinander ausgerichtet und ausgestaltet werden.

[0070] Der Vorteil des Scherschneidens ist, dass Materialaufwerfungen 76 (siehe Fig. 9B und 9C) aufgrund der schrägen Scherkanten 70 jeweils in eine Richtung abgelenkt werden.

[0071] Mit Bezug zu den Figuren 4 bis 8 wurde das in Figur 9B dargestellte Messerschneiden bereits beschrieben. Hier trifft eine Messerkante 72 auf eine im Wesentlichen flache Auflage 74, um das Werkstück 10 zu schneiden. Das Messerschneiden ist insbesondere im Bereich der Plattenebene 20 und im Bereich der Maximalerhebungen 24 besonders vorteilhaft, da es wie bereits erläutert den Freistellungsverschnitt an den Walzkörpern minimiert. Nachteilig sind die Materialaufwerfungen 76, die durch die Verdrängung des Materials an der Messerkante 72 hervorgerufen werden, jedoch arbeitet dieses Verfahren vollständig gratfrei. Im Rahmen der vorliegenden Offenbarung kann anstelle des Begriffs "Messerschneiden" auch der Begriff "Keilschneiden" verwendet werden, da unter der Messerkante 72 ein keilförmiges Schneidwerkzeug zu verstehen ist.

[0072] Figur 9C zeigt schließlich das Beißschneiden, bei dem zwei Messerkanten 72 aufeinander zubewegt werden und zwischen sich das Werkstück 10 zerschneiden. Auch hier kommt es zu Materialaufwerfungen an allen Seiten, die in der Ausprägung geringer sind als beim Messerschneiden. Auch dieses Verfahren arbeitet frei von Grat. Aufgrund der heute erreichbaren Präzision bei der Zustellung der beiden Walzwerkzeuge ist Beißschneiden erfolgreich durchführbar.

[0073] Im Fall von Bipolarplatten, wo zwei Werkstücke 10 aneinandergesetzt werden, um zwischen sich ein Flussfeld 14 zu definieren, wird die Materialaufwerfung 76 jeweils in die Richtung der Innenseite angeordnet, um auf der Außenseite ein sauberes Schneidergebnis zu erzeugen.

Patentansprüche

1. Walzmaschine zum Hohlpräge- und Schneidwalzen, mit zumindest einem zwei Walzwerkzeuge umfassenden Walzenpaar, welches zwischen sich einen Walzspalt (36) definiert, wobei ein Walzwerkzeug als eine Patrizie (40) ausgebildet ist und ein weiteres Walzwerkzeug als eine Matrize (50) ausgebildet ist, wobei die Patrizie (40) und die Matrize (50) zwischen sich den Walzspalt (36) definieren und zumindest eines der Walzwerkzeuge eine Präge- und Schnittkontur aufweist, um ein Prägen und Schneiden von Werkstücken (10) aus einem bandförmigen Ausgangsmaterial beim Durchgang durch den Walzspalt (36) zu ermöglichen, und wobei der Walzspalt (36) eine Plattenebene (20) der Werkstücke (10) definiert,
dadurch gekennzeichnet, dass die Präge- und Schnittkontur ausgebildet ist, um in den Werkstücken (10) Erhebungen (22) gegenüber der Plattenebene (20) zu erzeugen, und um zumindest einen 3D-Schnitt zu erzeugen, der sich über zumindest eine Erhebung (22) erstreckt.
2. Walzmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erhebungen (22) bezüglich der Plattenebene (20) im Wesentlichen oder vollständig in einer Richtung ausgebildet sind.
3. Walzmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Präge- und Schnittkontur auf beiden Walzwerkzeugen ausgebildet ist.
4. Walzmaschine nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Herstellung von Schnittkurven (32, 34) auf Höhe der Plattenebene (20) des Werkstücks (10) die entsprechenden Schneidkanten (48) bevorzugt ausschließlich in der Patrizie (40) ausgebildet sind.

5. Walzmaschine nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Herstellung von Schnittkurven (32, 34) auf Höhe einer Erhebung (22) des Werkstücks (10), insbesondere Maximalerhebung (24) des Werkstücks (10), die entsprechenden Schneidkanten (58) bevorzugt ausschließlich in der Matrize (50) ausgebildet sind.
6. Walzmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Herstellung von Schnittkurven (32, 34) in Übergangsbereichen (25) oder auf Höhe von Zwischenerhebungen (26) des Werkstücks (10), die entsprechenden Schneidkanten (48, 58) sowohl auf der Patrizie (40) als auch auf der Matrize (50) ausgebildet sind.
7. Walzmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Falle von 3D-Schnittkurven (34) die entsprechenden Schneidkanten (48, 58) sowohl auf der Patrizie (40) als auch auf der Matrize (50) ausgebildet sind.
8. Walzmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Falle von 2D-Schnittkurven (32) die entsprechenden Schneidkanten (48, 58) ausschließlich auf der Patrizie (40) oder auf der Matrize (50) ausgebildet sind.
9. Walzmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Walzspalt (36) durch ein Oberflächenprofil auf Walzoberflächen (42, 52) der Walzwerkzeuge oder durch Funktionsflächen an den Walzwerkzeugen gebildet ist.
10. Walzmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eines, bevorzugt beide Walzwerkzeuge monolithisch ausgebildet sind.
11. Walzmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Walzwerkzeuge ausgebildet sind, um ein Scherschneiden, Messerschneiden und/oder ein Beißschneiden auszuführen.
12. Walzwerkzeug, ausgebildet zur Verwendung in einer Walzmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche.
13. Verfahren zum Hohlpräge- und Schneidwalzen, wobei Werkstücke aus einem bandförmigen Ausgangsmaterial beim Durchgang durch einen Walzspalt (36) an einem zwei Walzwerkzeuge umfassenden Walzenpaar mittels Messerschneidens oder Beißschneidens, bevorzugt Messerschneidens zugleich geschnitten und geprägt werden.

14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Schnitt als eine 3D-Schnittkurve (34) durch eine Prägung verläuft.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

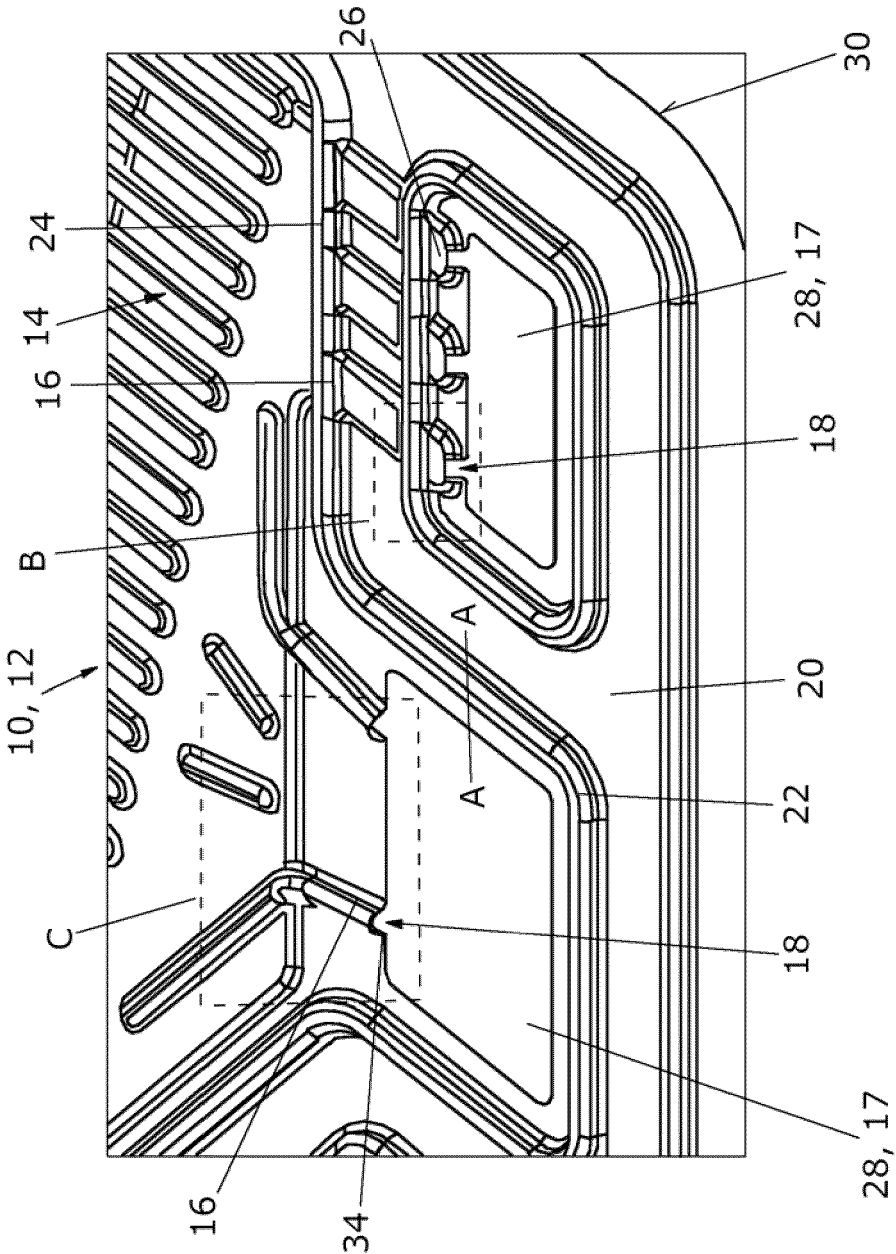


Fig. 2

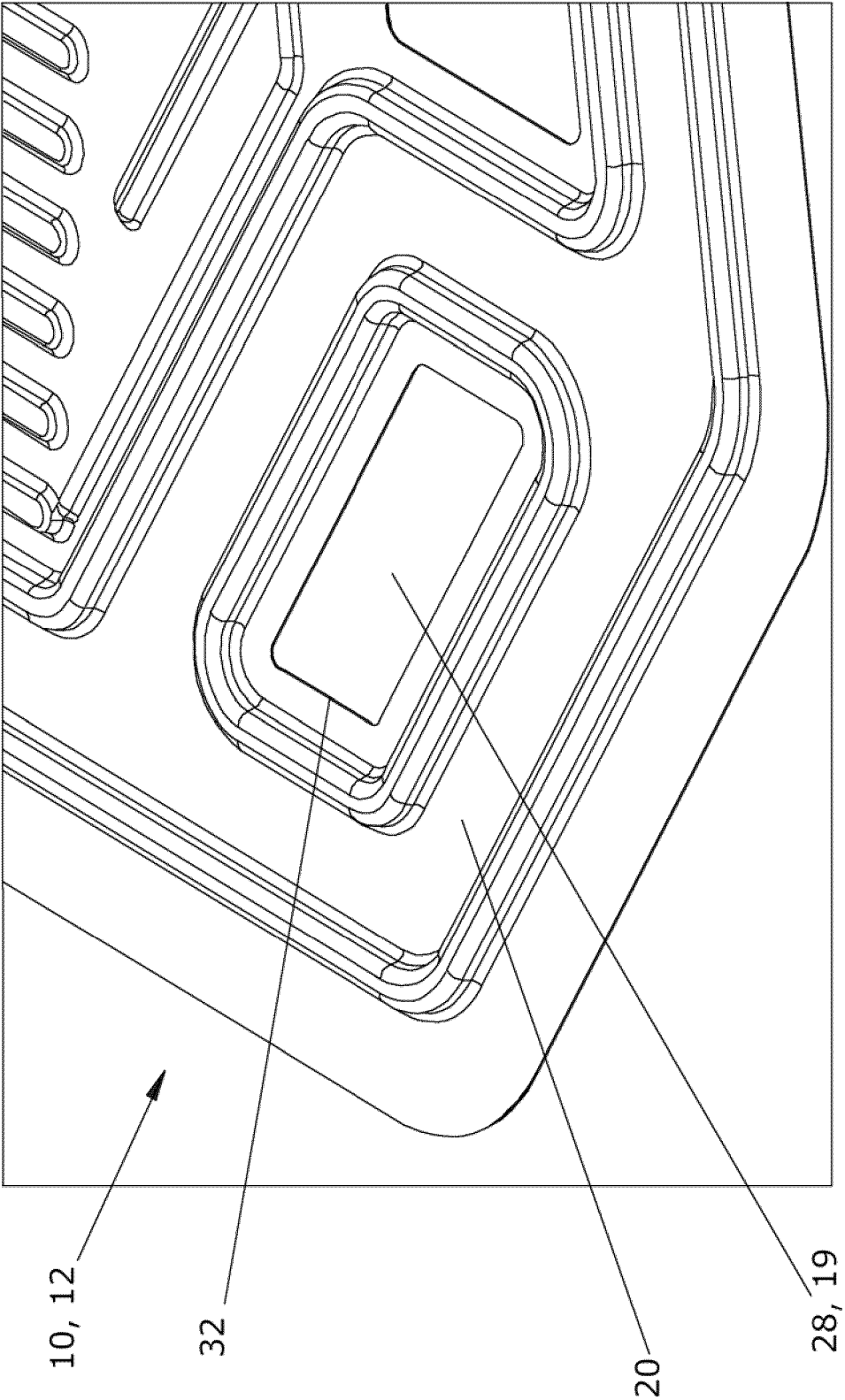


Fig. 3

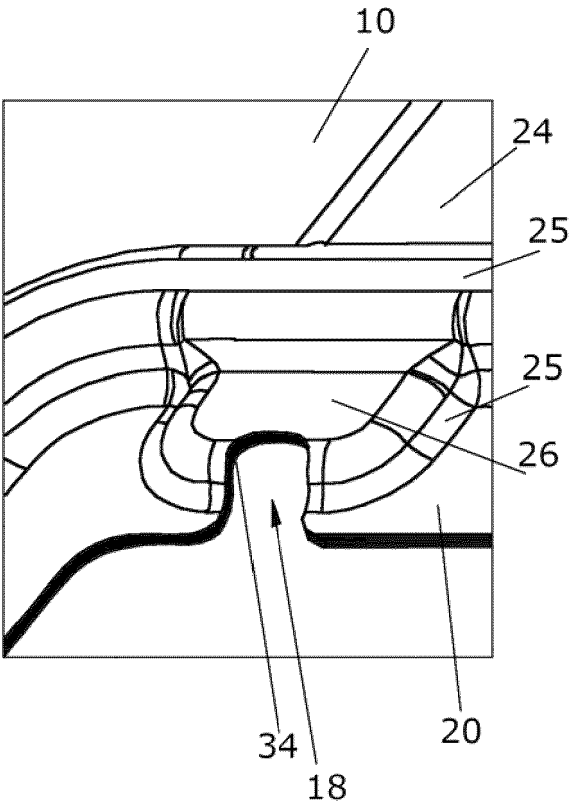


Fig. 4

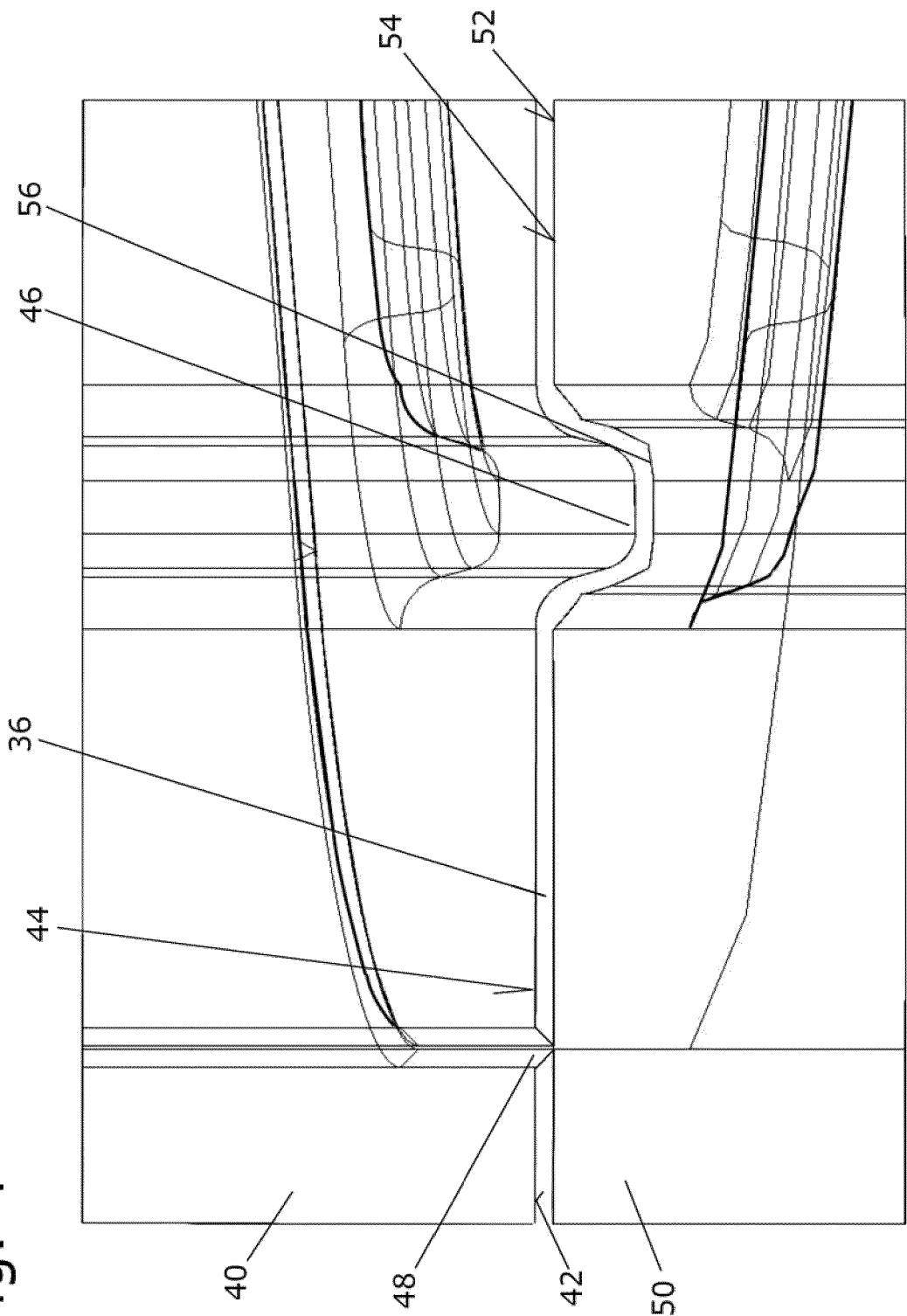
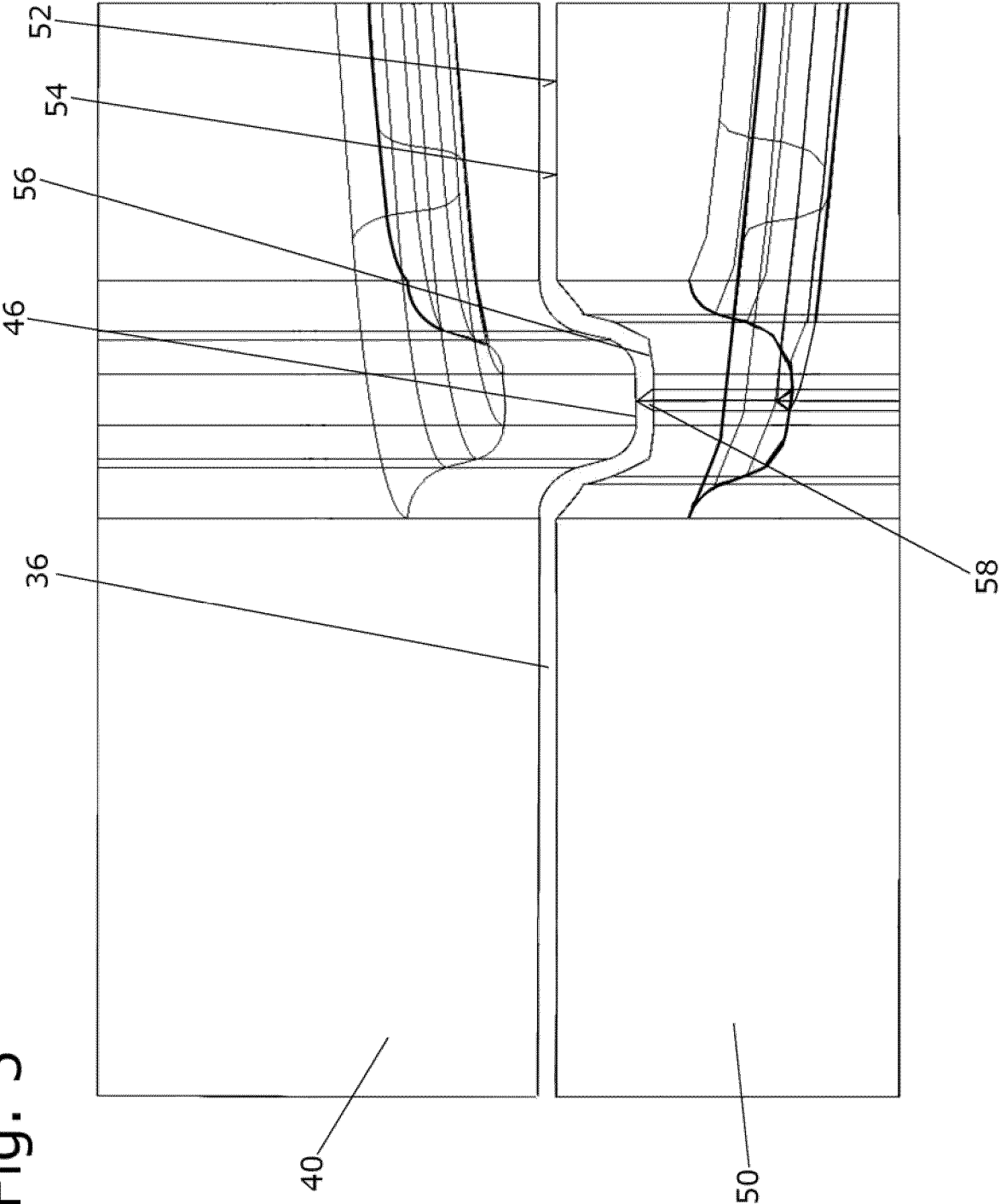


Fig. 5



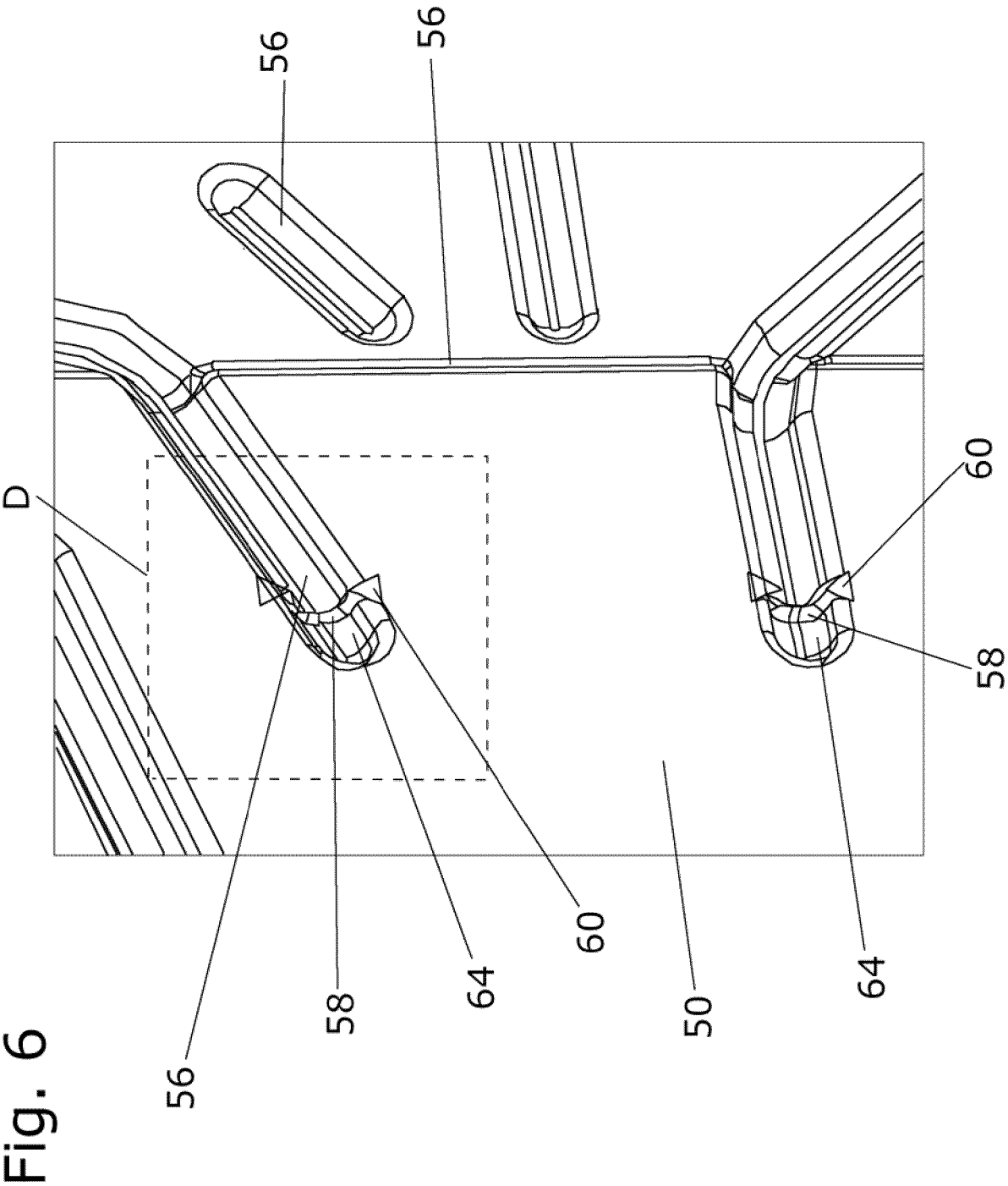


Fig. 7

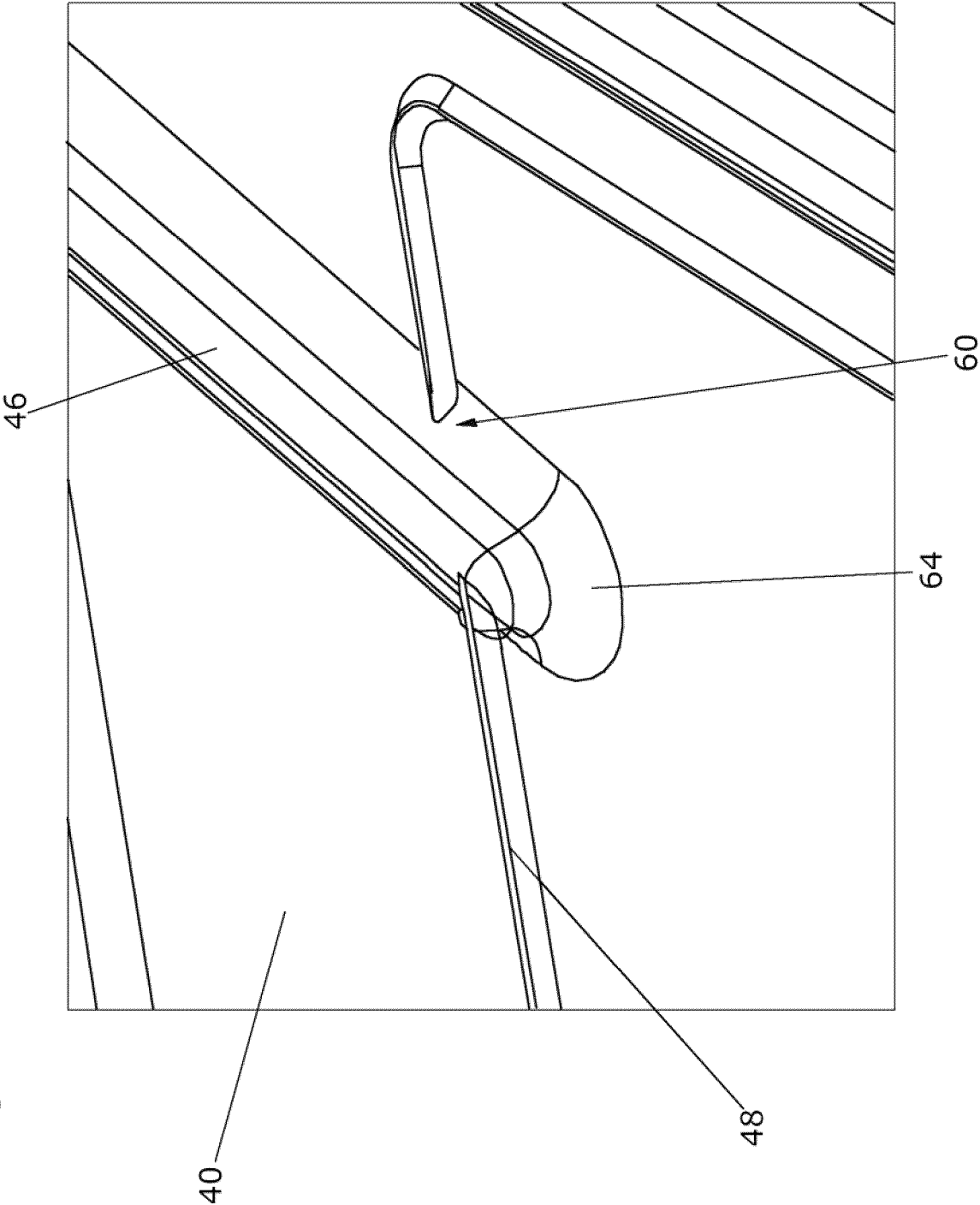


Fig. 8

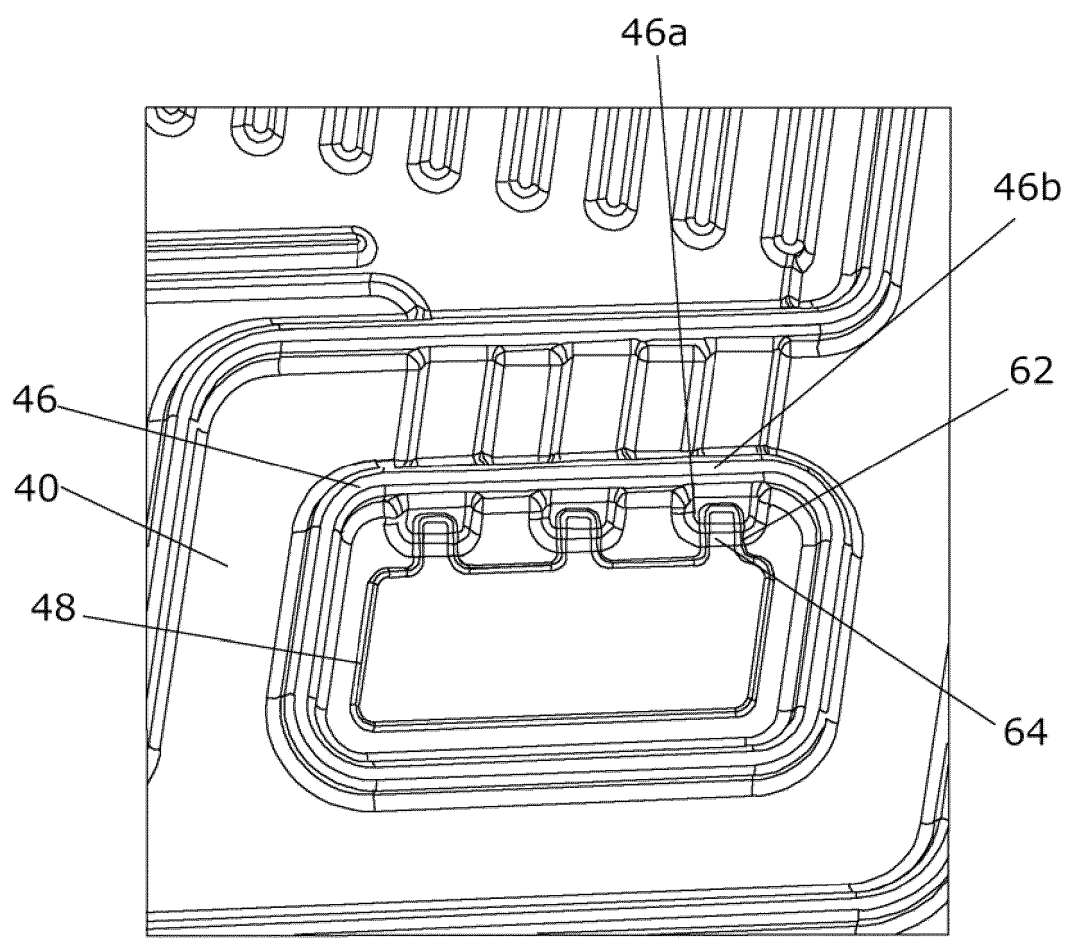


Fig. 9A

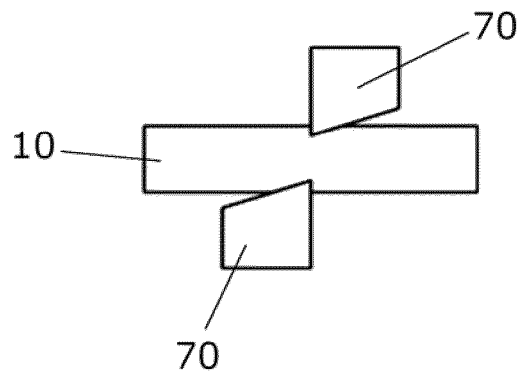


Fig. 9B

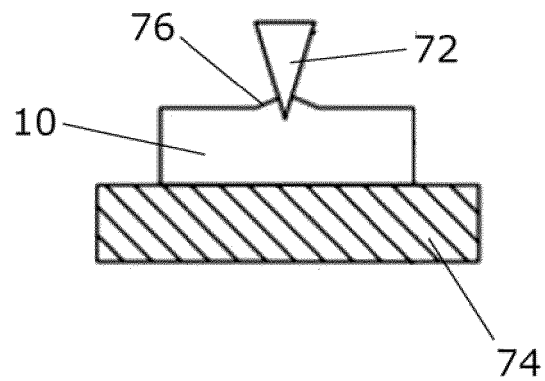
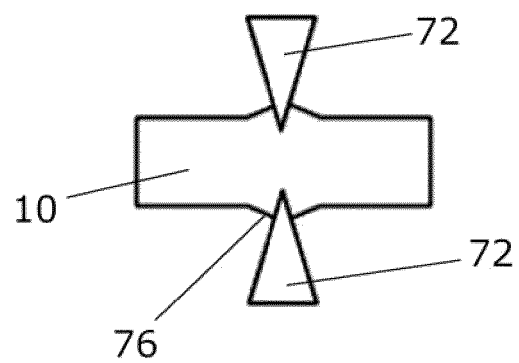


Fig. 9C





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 24 20 7367

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2 754 581 A (THOMAS EUGENE P) 17. Juli 1956 (1956-07-17) * Abbildungen 1, 3, 4 *	1-14	INV. B21D17/04 B21D22/08 B21D28/36
X	EP 1 439 921 B1 (SUNDHAGEN LENA [NO]) 17. Oktober 2007 (2007-10-17) * Abbildungen 1, 2, 6, 7 *	1,3-14	B21D35/00 B21H8/00 B21H8/02 B29C59/04
X	US 2014/239537 A1 (MULLANE TIMOTHY IAN [US]) 28. August 2014 (2014-08-28) * Absätze [0118] - [0119] *	12	B44B5/00 B21D13/04
A	* Abbildungen 7, 9, 9a *	1-11,13,14	B21D13/10 B26D1/28 B26D1/40
X	EP 3 721 162 B1 (SWEP INT AB [SE]) 17. November 2021 (2021-11-17) * Abbildungen 1, 2, 5 *	12,13	H01M8/0265
A	* Absatz [0034] *	1-11,14	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B21D B44F B29C B21L B21H B44B H01M B26F B26D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 27. Februar 2025	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 : 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	

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

EP 24 20 7367

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.

27-02-2025

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2754581 A	17-07-1956	KEINE	
EP 1439921 B1	17-10-2007	AT E375829 T1	15-11-2007
		EP 1439921 A1	28-07-2004
		NO 316656 B1	22-03-2004
		WO 03035300 A1	01-05-2003
US 2014239537 A1	28-08-2014	CN 103491913 A	01-01-2014
		CN 105624921 A	01-06-2016
		EP 2701647 A1	05-03-2014
		JP 6001644 B2	05-10-2016
		JP 6258987 B2	10-01-2018
		JP 2014519422 A	14-08-2014
		JP 2016176172 A	06-10-2016
		MX 337675 B	14-03-2016
		US 2012064298 A1	15-03-2012
		US 2014239537 A1	28-08-2014
		US 2016318236 A1	03-11-2016
		WO 2012148935 A1	01-11-2012
EP 3721162 B1	17-11-2021	CN 111433551 A	17-07-2020
		EP 3721162 A1	14-10-2020
		JP 7310065 B2	19-07-2023
		JP 2021505833 A	18-02-2021
		KR 20200096235 A	11-08-2020
		SE 1751497 A1	06-06-2019
		US 2020386485 A1	10-12-2020
		US 2022155018 A1	19-05-2022
		WO 2019110621 A1	13-06-2019

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

- WO 0053355 A1 [0005]
- DE 4319300 A1 [0006]
- DE 102022104250 A1 [0007]