



(11)

EP 3 041 618 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
21.06.2017 Patentblatt 2017/25

(51) Int Cl.:
B21D 5/01 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14796392.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/AT2014/050187

(22) Anmeldetag: **27.08.2014**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2015/027265 (05.03.2015 Gazette 2015/09)

(54) **BIEGEMASCHINE, SOWIE VERFAHREN ZUM BIEGEN EINES BLECHWERKSTÜCKES**
BENDING MACHINE AND METHOD FOR BENDING A SHEET METAL WORKPIECE
MACHINE DE PLIAGE ET PROCÉDÉ DE PLIAGE D'UNE PIÈCE EN TÔLE

(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

- **FISCHEREDER, Bernhard**
4901 Ottnang am Hausruck (AT)
- **SPEZIALI, Stefano**
06034 Foligno (PG) (IT)
- **WEISS, Thomas**
4020 Linz (AT)

(30) Priorität: **02.09.2013 AT 505382013**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.07.2016 Patentblatt 2016/28

(74) Vertreter: **Burger, Hannes**
Anwälte Burger & Partner
Rechtsanwalt GmbH
Rosenauerweg 16
4580 Windischgarsten (AT)

(73) Patentinhaber: **Trumpf Maschinen Austria GmbH & CO. KG.**
4061 Pasching (AT)

(72) Erfinder:
• **AIGNER, Wolfgang**
4642 Sattledt (AT)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-B1- 0 476 092 GB-A- 959 752
US-B1- 7 415 857 US-B2- 8 322 176

EP 3 041 618 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Biegemaschine umfassend zumindest drei Biegestempel, welche jeweils parallel zueinander ausgerichtete Arbeitskanten aufweisen, wie dies in Anspruch 1 angegeben ist, sowie ein Verfahren zum Biegen eines Blechwerkstückes auf einer derartigen Biegemaschine, wie dies im Anspruch 11 angegeben ist.

[0002] Aus der EP 0 476 092 B1 ist eine Biegemaschine bekannt, in der ein oberer Gegenhalterstempel relativ zu einem Gestell, quer zur Blechebene, aus einer oberen zurückgezogenen Stellung in eine untere Arbeitsstellung und zurückbewegbar ist. Diesem Gegenhalterstempel stehen zwei am Gestell angeordnete, untere Biegestempel gegenüber, wobei die beiden unteren Biegestempel um eine im Bereich der Biegung des Blechs verlaufende Achse schwenkbar im Gestell gelagert und durch einen Schwenkmechanismus miteinander gekoppelt sind. Dadurch, dass die beiden unteren Biegestempel im Schwenkmechanismus gekoppelt sind, wird erreicht, dass bei einer Verformung des Bleches durch den oberen Gegenhalterstempel die beiden Schenkel des Bleches symmetrisch aufgebogen werden. Weiters kann der obere Gegenhalterstempel schwenkbar gelagert sein, so dass Bleche mit vorstehenden Laschen in einem größeren Biegewinkel gebogen werden können.

[0003] Bei einer aus der US 8,322,176 B2 bekannten Biegemaschine wird ein zu bearbeitendes Blechwerkstück in dessen Randbereich mittels einer Klemmvorrichtung gespannt und anschließend durch zwei im Raum frei bewegbare Biegestempel, welche an den beiden gegenüberliegenden Flächen des Bleches angeordnet sind, verformt. Diese beiden Biegestempel sind jeweils auf einer Hexapod-Konstruktion angeordnet. Dadurch dass die beiden Biegestempel in einem Bereich des Bleches an der jeweils gegenüber liegenden Seite des Bleches eine Kraft auf dieses ausüben, kann das Blech in dieser lokalen Zone verformt werden. Nachteilhaft bei der in der EP 0 476 092 B1 beschriebenen Ausführung einer Biegemaschine ist, dass durch die Kopplung der beiden unteren Biegestempel die beiden Schenkel des zu bearbeitenden Bleches nur symmetrisch aufgebogen werden können. Gleich wie bei einem herkömmlichen Biegevorgang auf einer Abkantpresse heben sich dadurch beide Schenkel von einer ursprünglichen Ausgangsebene, in der das Blech eingelegt wurde, ab. Dies ist besonders bei großen Blechwerkstücken nachteilhaft, da beiderseits des oberen Biegestempels ein Gefahrenbereich entsteht, in dem bei einer nicht automatisierten Biegemaschine der Maschinenbediener, welcher für das Einlegen des Blechwerkstückes verantwortlich ist gefährdet wird. Auch bei einer voll automatisierten Biegemaschine ist ein beidseitiges Aufschwenken des Blechwerkstückes nachteilhaft, da die Manipulationseinrichtung mit dem aufgeschwenkten Blechschenkel mitgeführt werden muss. Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass bedingt durch die gemeinsame Achse in der die beiden Biegestempel schwenkbar am Gestell gelagert sind, ein Verstellen des Abstandes zwischen den beiden Biegestempeln und somit ein Verändern der Gesenkweite nicht möglich ist.

[0004] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Biegemaschine zu schaffen, welche eine vielfältige Verformbarkeit des zu bearbeitenden Blechwerkstückes gewährleistet. Weiters soll die Möglichkeit eröffnet werden sein, dass zumindest ein Biegeschenkel des Blechwerkstückes während des Biegevorganges in einer Ausgangsebene, die die Ausgangslage des Blechwerkstückes definiert, verbleibt. Dadurch soll das Sicherheitsrisiko für den Maschinenbediener minimiert werden, da zumindest an jener Seite der Biegemaschine, an der das Blechwerkstück eingelegt wird der Biegeschenkel während des Biegevorganges in einer Ruhestellung verharren soll. Weiters soll in einer Weiterentwicklung der Biegemaschine die Kraftspitzen der auf die Biegemaschine wirkenden Kräfte während des Biegevorganges möglichst reduziert werden. Eine derartige Biegemaschine soll außerdem die Oberfläche des Blechwerkstückes während des Biegevorganges nicht beschädigen.

[0005] Diese Aufgabe der Erfindung wird durch eine Biegemaschine mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 bzw. durch das spezielle Biegeverfahren mit genannter Biegemaschine gemäß Anspruch 11 gelöst. Insbesondere durch den Einsatz von zumindest drei Biegestempel, welche jeweils parallel zueinander ausgerichtete Arbeitskanten aufweisen, kann eine Biegemaschine realisiert werden, bei der das zu bearbeitende Blech an den drei Arbeitskanten der drei Biegestempel berührt wird. Weiters kann durch die Ausprägung, wonach zumindest der zweite Biegestempel drei Freiheitsgrade in der Bezugsebene aufweist bzw. der dritte Biegestempel zumindest einen rotatorischen und translatorischen Freiheitsgrad bezüglich der Bezugsebene aufweist, gewährleistet werden, dass während des Biegevorganges die Biegestempel dermaßen flexibel entlang einer beliebigen Bahnkurve geführt werden können, dass ein Biegeschenkel des Blechwerkstückes während des Biegevorganges in einer in der Ausgangsebene liegenden Position verharrt. Weiters kann die beliebige Bahnkurve so gewählt werden, dass während des Biegevorganges die Relativbewegung zwischen Blechwerkstück und Biegeschenkel möglichst gering gehalten werden.

[0006] Erfindungsgemäß ist eine Biegemaschine zum Biegen eines Blechwerkstückes, umfassend zumindest drei Biegestempel, welche jeweils parallel zueinander ausgerichtete Arbeitskanten aufweisen ausgebildet. Bezüglich einer Ausgangsebene, in der ein zu bearbeitender Biegeabschnitt des Blechwerkstückes liegt, ist an einer Seite der erste und der zweite Biegestempel, und an der gegenüberliegenden Seite der Ausgangsebene der dritte Biegestempel positioniert. Die Arbeitskante des dritten Biegestempels ist zwischen die Arbeitskanten des ersten und zweiten Biegestempels verstellbar. Der dritte Biegestempel weist zumindest einen rotatorischen und einen translatorischen Freiheitsgrad in einer rechtwinklig auf eine Arbeitskante orientierten Bezugsebene auf. Der zweite Biegestempel weist drei Freiheitsgrade in der Bezugsebene auf.

[0007] Ein Vorteil der erfindungsgemäßen Ausbildung liegt darin, dass durch die hohe Anzahl an Freiheitsgraden, und daher Bewegungsmöglichkeiten der einzelnen Biegestempel, ein Biegeverfahren realisiert werden kann, welches die Vorteile des Gesenkbiegens und des Schwenkbiegens in sich vereint. Beispielsweise können durch die hohe Flexibilität der Biegemaschine die das Blechwerkstück verformenden Biegestempel so entlang einer Bahnkurve geführt werden, dass eine möglichst geringe Relativbewegung zwischen Biegestempel und Blechwerkstück entsteht, wodurch die Oberfläche des Blechwerkstückes vor Beschädigungen geschützt wird. Überraschenderweise kann durch die Optimierung der Bahnkurven der einzelnen Biegestempel nicht nur die Oberfläche des Blechwerkstückes geschützt werden, sondern auch der notwendige Energieeintrag durch die Biegemaschine während des Biegevorganges minimiert werden. Dies kann darauf zurückgeführt werden, dass durch eine Relativbewegung zwischen Biegestempel und Blechwerkstück eine beachtliche Energiemenge in Wärme umgewandelt wird, beziehungsweise, dass weiters eine gewisse Energiemenge dafür aufgewendet wird, das Blechwerkstück zu beschädigen. Somit kann nicht nur die Qualität der Oberfläche des zu bearbeitenden Werkstückes positiv beeinflusst werden, sondern während des Biegevorganges der nötige Energieeintrag durch die Biegepresse in das Blechwerkstück vermindert werden. Weiters kann durch die hohe Flexibilität dieser Biegemaschine erreicht werden, dass zumindest eine der beiden Biegestempel in einer beliebigen Ausgangsebene verweilen kann, wodurch er durch eine an die Biegemaschine gekoppelte Manipulationseinheit problemlos aufgenommen und bewegt werden kann. Ein großer Vorteil hierin besteht in der Möglichkeit des Einsetzens einer einfachen Manipulationsvorrichtung zum An- und Abtransport der Blechwerkstücke, beispielsweise durch ein einfaches Förderband. Ein weiterer Vorteil der Biegemaschine nach oben genannten Ausprägungen besteht darin, dass bei sehr großen Blechwerkstücken der Platzbedarf der Biegemaschine dadurch reduziert werden kann, dass der kürzere Biegeschenkel aufgebogen wird, und der längere Biegeschenkel in seiner Ausgangsposition verharrt. Erfindungsgemäß ist ein die Ausgangsebene definierender Auflagekörper für ein Blechwerkstück ausgebildet. Vorteilhaft ist hierbei, dass dieser Auflagekörper entweder als einfacher Auflagetisch, oder als Spezialkonstruktion für die Zuförderung sowie die Positionierung von Blechwerkstücken ausgebildet sein kann. Bei einer manuellen Zuförderung der Blechwerkstücke wird das zu bearbeitende Blechwerkstück auf den Auflagekörper gelegt und unter Zuhilfenahme eines Anschlagelementes positioniert. Hierbei kann vorgesehen sein, dass das Anschlagelement direkt in den Auflagekörper integriert ist. Für eine automatisierte Zuförderung der Blechwerkstücke ist es denkbar, dass in den Auflagekörper beispielsweise eine Fördereinrichtung integriert ist, welche für das Zufördern der zu bearbeitenden Werkstücke eingesetzt wird. Weiters kann vorgesehen sein, dass der Auflagekörper bewegbar ist und somit von einer definierten Übergabeposition ein zu bearbeitendes Blechwerkstück aufnehmen kann und dieses dann der Biegemaschine zuführen kann. Hierzu kann auch vorgesehen sein, dass der Auflagekörper um eine Querachse, oder um seine Hochachse schwenkbar ausgeführt ist.

[0008] Entsprechend einer Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass der dritte Biegestempel drei Freiheitsgrade aufweist. Vorteilhaft ist hierbei, dass dadurch die Vielzahl der Einsatzmöglichkeiten der Biegemaschine und damit die Variation der Biegungen von Blechwerkstücken weiter gesteigert werden. Weiters kann durch diese Maßnahme erreicht werden, dass die "Gesenkweite" der Biegemaschine durch einstellen des Abstandes zwischen erstem und zweitem Biegestempel angepasst werden kann, und der dritte Biegestempel anschließend symmetrisch zwischen diesen beiden Biegestempeln positioniert werden kann. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass der erste Biegestempel zumindest einen translatorischen Freiheitsgrad in der Bezugsebene aufweist. Vorteilhaft ist hierbei, dass dadurch die Vielzahl der Einsatzmöglichkeiten der Biegemaschine und damit die Variation der Biegungen von Blechwerkstücken weiter gesteigert werden kann. Bei Ausführung mit nur einem translatorischen Freiheitsgrad in horizontaler Richtung kann beispielsweise die "Gesenkweite" verstellt werden. Bei Ausführung des translatorischen Freiheitsgrades in vertikaler Richtung kann beispielsweise die Angriffsseite des Biegestempels auf die gegenüberliegende Seite der Ausgangsebene und daher auf die gegenüberliegende Blechseite verschoben werden. Wenn der erste Biegestempel mehr als einen Freiheitsgrad aufweist, kann dieser entsprechend der Positioniermöglichkeiten des dritten Biegestempels bewegt werden.

[0009] Ferner kann vorgesehen sein, dass der erste und der zweite Biegestempel unabhängig voneinander bewegbar sind. Vorteilhaft in einer voneinander unabhängigen Bewegung des ersten und des zweiten Biegestempels ist, dass während des Biegevorganges beispielsweise der erste Biegestempel in seiner Lage belassen werden kann und nur der zweite Biegestempel eine Art Schwenkbewegung ausführt, um das Blechwerkstück zu biegen. Dadurch wird erreicht, dass ein Schenkel des bearbeiteten Blechwerkstückes in einer horizontalen Lage verbleiben kann. Ferner ist es zweckmäßig, dass die drei Biegestempel für eine Positionierbarkeit entsprechend der Anzahl ihrer Freiheitsgrade mit einem Antriebsmechanismus ausgewählt aus einer Gruppe umfassend Drehantrieb, Schwenkantrieb, Linearantrieb oder Kombinationen daraus verbunden sind. Als Freiheitsgrad in der Bezugsebene wird eine Bewegungsmöglichkeit der Biegestempel in dieser Bezugsebene bezeichnet. Die Bewegungsmöglichkeit der Biegestempel wird durch einen der oben genannten Antriebe in eine Verfah- und Positionierbewegung des Biegestempels umgesetzt. Für die Umsetzung von Bewegungsmöglichkeiten eines Biegestempels entsprechend seiner Freiheitsgrade gibt es mehrere verschiedene Möglichkeiten, welche hier genannt werden. Ein Freiheitsgrad in der Bezugsebene beispielsweise bedeutet, dass der Biegestempel in dieser Ebene Betrachtet eine geradlinige Bewegung in eine Richtung vollziehen kann. Dies wird durch einen Linearantrieb realisiert werden, welcher den Biegestempel bewegt. Ein Freiheitsgrad in der Bezugsebene kann

jedoch auch bedeuten, dass der Biegestempel eine rotatorische Bewegung, etwa eine Drehung um seine Arbeitskante vollziehen kann. Diese rotatorische Bewegung wird entweder durch einen Drehantrieb oder durch einen Schwenkantrieb umgesetzt. Zwei Freiheitsgrade in der Bezugsebene bedeuten, dass der Biegestempel entweder zwei translatorische Freiheitsgrade, einen translatorischen und einen rotatorischen Freiheitsgrad, oder zwei rotatorische Freiheitsgrade aufweist. Zwei translatorische Freiheitsgrade führen dazu, dass der Biegestempel an jedem Punkt in der Ebene positioniert werden kann, jedoch seine Ausrichtung nicht verändert werden kann. Dies kann durch eine Kombination von zwei linearantrieben realisiert werden, welche beispielsweise in einer Hauptrichtung und in einer normal auf diese stehende Nebenrichtung angeordnet sind. Natürlich ist es nicht nur möglich, dass diese Linearantriebe normal aufeinander gerichtet sind, sondern es kann auch eine Art Parallelkinematik umgesetzt werden, in der die Linearantriebe einen gemeinsamen Koppelpunkt aufweisen, womit dieser Punkt des Biegestempels in der Bezugsebene frei bewegbar ist. Ein translatorischer und ein rotatorischer Freiheitsgrad können beispielsweise durch einen Schwenkarm mit einem daran angeschlossenen Linearantrieb umgesetzt werden. Eine weitere Möglichkeit ist ein Linearantrieb mit angeschlossenem Rotationskopf. Die maximale Bewegungsfreiheit eines Biegestempels wird durch drei Freiheitsgrade und eine entsprechende Kombination der hierzu nötigen Antriebe erreicht. Hierbei kann von einem Biegestempel jeder beliebige Punkt in der Reichweite des Biegestempels mit einer beliebigen Ausrichtung des Biegestempels erreicht werden. Die Möglichkeiten der Kombinationen von Antrieben ist sehr vielfältig und kann aus den obigen Beschreibungen abgeleitet werden.

[0010] Entsprechend einer zweckmäßigen Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass zumindest einer der Biegestempel mit zwei in Richtung der Arbeitskante distanzierten, insbesondere baugleichen, Antriebsmechanismen verbunden ist. Vorteilhaft ist hierbei, dass ein Biegestempel, wenn er längs seiner Arbeitskante eine große Länge besitzt, an beiden Seiten dieser Längsausdehnung durch einen Antriebsmechanismus unterstützt wird, wodurch die in den Biegestempel eingeleiteten Kräfte optimal aufgenommen werden können. Dadurch können die durch den Biegevorgang auf den Biegestempel einwirkenden Kräfte symmetrisch an den beiderseits angebrachten Antriebsmechanismen abgefangen werden, wodurch keine Drehmomente an dem Angriffspunkt eines Antriebsmechanismus auftreten. Es erscheint sinnvoll, wenn diese beidseitig des Biegestempels angebrachten Antriebsmechanismen baugleich ausgeführt sind, da sie für eine Führung des Biegestempels, in der alle Arbeitskanten ständig parallel zueinander verlaufen sollen die gleichen Bewegungen ausführen müssen. Auch für den Fall, dass es bei einem Biegevorgang notwendig ist, dass die Arbeitskanten nicht parallel zueinander verlaufen, erscheint es als sinnvoll, wenn trotzdem ein Baugleiches Antriebspaar verwendet wird.

[0011] Gemäß einer Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass zumindest einer der Biegestempel in Richtung seiner Arbeitskante verstellbar, oder um eine zur Bezugsebene parallele Schwenkachse verstellbar ist. Vorteilhaft ist bei dieser Weiterbildung, dass nach Beendigung des Biegevorganges das Biegewerkzeug beispielsweise ausgeschwenkt werden kann, sodass ein bearbeitetes Blechwerkstück leicht aus der Biegemaschine entfernt werden kann. Anstatt des Ausschwenkvorganges eines Biegestempels kann auch vorgesehen sein, dass der Biegestempel linear entlang seiner Arbeitskante aus seiner Arbeitsposition ausgefahren wird. Um den Bauraum der Maschine möglichst gering zu halten kann auch eine Kombination aus ausschwenken und linearem Ausfahren vorgesehen sein. Hierbei kann der Biegestempel beispielsweise zur Hälfte linear ausgefahren werden, und dann um seine Mitte ausgeschwenkt werden, um so den Platzverbrauch für diesen Vorgang möglichst gering zu halten.

[0012] In einer vorteilhaften Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass zumindest einer der Biegestempel zwei einander etwa gegenüberliegende Arbeitskanten aufweist. Durch den Einsatz von zwei einander gegenüberliegenden Arbeitskanten kann die Vielseitigkeit des Biegestempels erhöht werden, wodurch auch Biegungen in abschnittsweise gegensinnige Orientierungen mit diesem Biegestempel durchgeführt werden können, ohne dass der Biegestempel um 180° bezüglich seiner Arbeitskante geschwenkt werden muss. Hierbei muss der Biegestempel nur auf die gegenüberliegende Seite des Blechwerkstückes gebracht werden um eine gegensinnig orientierte Biegung zu ermöglichen.

[0013] Weiters kann es zweckmäßig sein, dass zumindest einem der drei Biegestempel ein weiterer Biegestempel zugeordnet ist, welcher an der Gegenüberseite der Ausgangsebene angeordnet ist, wobei die Arbeitskanten dieser beiden gegenüber liegenden Biegestempel einander zugerichtet sind. Vorteilhaft ist bei einer derartigen Ausführung der Biegemaschine, dass durch den Einsatz von zwei einander gegenüberliegenden Biegestempeln die Vielseitigkeit der Biegemaschine erhöht werden kann. Besonders für Biegungen in abschnittsweise gegensinnige Orientierungen ist eine derartige Anordnung ideal, da die Biegestempel weder geschwenkt, noch auf die gegenüberliegende Seite der Ausgangsebene gebracht werden müssen um eine Biegung in gegensinnige Richtung einer vorhergehenden Biegung durchzuführen. Bei einer derartigen Anordnung muss lediglich ein Biegestempel, welcher gerade im Arbeitseinsatz befindlich war aus dem Arbeitsbereich des zu biegenden Blechwerkstückes entfernt werden, und der weitere Biegestempel kann stattdessen in den Arbeitseinsatz gebracht werden. Durch diese Vorgehensweise kann eine Abfolge von Biegungen, welche in jeweils gegensinnige Richtungen durchgeführt werden, sehr schnell und effizient realisiert werden.

[0014] Ferner kann es vorteilhaft sein, dass in zumindest einem der Biegestempel und/oder in dessen Antriebsvorrichtung eine Kraftmesselement integriert ist. Durch diese Maßnahme kann erreicht werden, dass die benötigte Biegekraft gemessen werden kann, wodurch Rückschlüsse auf die Werkstoffeigenschaften des zu bearbeitenden Werkstückes geschlossen werden können, diese Informationen können in eine aktive Biegewinkelsteuerung einfließen. Weiters kann

mittels eines Kraftsensors in Kombination mit dem Wissen um die aktuelle Position und die Geometrie der Biegestempel beispielsweise die Blechdicke bestimmt werden, da der Kraftsensor einen Anzeigewert einer gemessenen Kraft rückliefert, sobald das Blechwerkstück von allen drei Biegestempeln berührt, und somit zwischen diesen geklemmt wird. Weiters kann ein derartiges Kraftmesselement erfassen, wenn das Blechwerkstück am Ende eines Biegevorganges, während des entlasten der Biegestempel nicht mehr geklemmt wird, und somit das Blechwerkstück vollständig rückgefedert ist und seinen Biegewinkel erreicht hat, welchen es aufgrund der plastischen Verformung beibehalten wird. Dadurch kann über die Position der Biegestempel rückgerechnet werden, welcher Biegewinkel am Blechwerkstück realisiert wurde. Diese Messungen und Berechnungen können in eine statistische Auswertung in der Steuereinheit der Biegemaschine eingehen, wodurch eine Anpassung der Biegeparameter für zukünftig zu biegende Werkstücke erreicht wird.

[0015] Ferner kann vorgesehen sein, dass zumindest einer der Biegestempel zumindest eine Anschlagfläche aufweist. Vorteilhaft durch die Ausprägung einer Anschlagfläche in einem der Biegestempel ist, dass der Biegestempel als Anschlagereinheit benutzt werden kann, um ein zu biegendes Blechwerkstück besonders beim Manuellen Einlegen des Werkstückes richtig zu positionieren. Dadurch kann einerseits Bauraum und andererseits Kosten eingespart werden, da keine eigene Anschlagereinheit in der Biegemaschine ausgeführt werden muss. Weiters ist es besonders zweckmäßig einen der Biegestempel mit einer Anschlagfläche zu versehen, da die Lage, beziehungsweise die Geometrie der Biegestempel ohnehin für den Arbeitseinsatz der Biegemaschine sehr genau bestimmt werden muss.

[0016] Außerdem kann ein Verfahren vorgesehen sein, bei dem zum Biegen eines Blechwerkstückes auf einer Biegemaschine welche drei Biegestempel mit jeweils parallel zueinander ausgerichtete Arbeitskanten aufweist, wobei bezüglich einer Ausgangsebene, in der ein zu bearbeitender Biegeabschnitt des Blechwerkstückes liegt, an einer Seite der erste und der zweite Biegestempel positioniert werden, und an der gegenüberliegenden Seite der Ausgangsebene der dritte Biegestempel positioniert wird. Dabei wird die Arbeitskante des dritten Biegestempels zwischen die Arbeitskanten des ersten und zweiten Biegestempels verstellt, und der dritte Biegestempel in zumindest einer rotatorischen und einer translatorischen Richtung in einer rechtwinklig auf eine Arbeitskante orientierten Bezugsebene bewegt. Weiters ist vorgesehen, dass beim Biegevorgang das Blechwerkstück zwischen erster und dritter Arbeitskante im Wesentlichen in der Ausgangsebene gehalten wird, wodurch ein erster Biegeschenkel gebildet wird und die Arbeitskante des zweiten Biegestempels entlang einer Bahn um die Arbeitskante des dritten Biegestempels geführt wird, wodurch an der dritten Arbeitskante die Biegekante und an diese anschließend ein zweiter Biegeschenkel gebildet wird.

[0017] Vorteilhaft ist hierbei, dass durch dieses Verfahren eine Biegemaschine, welche drei Biegestempel besitzt betrieben werden kann. Durch ein derartiges Verfahren werden die Vorteile des Gesenkbiegens und des Schwenkbiegens in sich vereint. Die Vorteile des Gesenkbiegens sind beispielsweise, dass durch drei Arbeitskanten an denen das Blechwerkstück berührt wird, eine gut definierte und sehr schöne Biegekante erzeugt werden kann. Außerdem kann durch Einstellen der Matrizenweite die Biegekraft, welche während des Biegevorganges aufgebracht werden muss sehr gut reguliert werden. Die Vorteile des Schwenkbiegens sind beispielsweise, dass während des Biegevorganges einer der beiden Biegeschenkel eines bearbeiteten Blechwerkstückes in einer horizontalen Ausgangsebene verharrt. Weiters kann durch die hohe Flexibilität des hier beschriebenen Biegeverfahrens erreicht werden, dass durch eine frei definierbare Bewegungsmöglichkeit der Biegestempel eine möglichst geringe Relativbewegung zwischen Biegestempel und Blechwerkstück entsteht. Dadurch wird zum einen die Oberfläche des Blechwerkstückes vor Beschädigungen geschützt, und zum anderen kann die notwendige Umformenergie während dieses Biegevorganges minimiert werden. Weiters kann durch eine aktive Führung der Biegestempel in der Bezugsebene die Verformung des Blechwerkstückes so durchgeführt werden, dass entweder ein Schenkel des Blechwerkstückes in einer gleichbleibenden Lage zur Ausgangslage verbleibt, oder dass beide Schenkel um einen bestimmten Winkel zur Ausgangsebene aufgebogen werden. Durch diese Möglichkeiten ist die Biegemaschine gerade für Automatisationsaufgaben ideal, da hier für die Übergabe des Blechwerkstückes an eine Manipulationseinheit die Lage des zu bearbeitenden Werkstückes genau definiert sein sollte.

[0018] Weiters kann vorgesehen sein, dass die Bahn der zweiten Arbeitskante so festgelegt wird, dass diese während des Biegevorganges das Blechwerkstück mit möglichst geringer Relativbewegung kontaktiert. Eine Steuerung der Biegestempel mit Augenmerk auf diesen Aspekt ist besonders vorteilhaft, da durch die weitgehende Vermeidung von Relativbewegungen zwischen Biegestempel und Blechwerkstück das Blechwerkstück nicht beschädigt wird. Derartige Beschädigungen können beispielsweise Kerben oder Schleifritzen im Blechwerkstück sein. Weiters kann durch die Verminderung von Relativbewegungen auch die nötige Umformenergie gesenkt werden, da zur ungewollten Beschädigung der Werkstückoberfläche in Form von Beschädigungen ein gewisser Energieeintrag nötig ist.

[0019] Ferner kann es zweckmäßig sein, dass vor oder während des Biegevorganges der Abstand zwischen der ersten und der zweiten Arbeitskante in Abhängigkeit von Werkstückeigenschaften festgelegt und/oder verstellt wird. Besonders vorteilhaft ist hierbei, dass durch die Veränderung des Abstandes zwischen erster und zweiter Arbeitskante die "Gesenkweite" verstellt werden kann. Dadurch können die Kraftspitzen der im Biegevorgang auf die Biegemaschine wirkenden Kräfte angepasst werden, da ein größerer Abstand zwischen erster und zweiter Arbeitskante zur Folge hat, dass das durch die Biegestempel in das Blechwerkstück eingeleitete Biegemoment bei gleicher Wirkkraft der Biegestempel größer wird. Dadurch kann das Blechwerkstück leichter gebogen werden. Besonders bei unterschiedlichen Blechdicken ist die freie Einstellbarkeit der "Gesenkweite" sehr vorteilhaft, da für Blechwerkstücke, welche eine höhere

Blechdicke aufweisen, einfach die "Gesenkweite" erhöht werden kann. Durch diese Möglichkeit kann auch auf Blechstärkenschwankungen eingegangen werden, welche aufgrund der Fertigungstoleranzen für Walzbleche auftreten. Neben diesen Eigenschaften der Biegekräftregulierung kann durch die Veränderung der "Gesenkweite" auch der Biegeradius, beziehungsweise die Form des Bereiches des Blechwerkstückes, welcher zwischen den Arbeitskanten der Biegestempel liegt, flexibel gestaltet werden. Von besonderem Vorteil ist hierbei, dass durch die jahrelange Erfahrung der Anmelderin im Abkantpressenbereich, die Berechnungsprogramme, beziehungsweise das Wissen im Zusammenhang mit dem dreipunktbiegen und veränderlicher Gesenkweite vorhanden ist. Dadurch kann erreicht werden dass die, eines derartigen Biegevorganges zugrundeliegenden, Berechnungsprogramme unter Zuhilfenahme von jahrelangem Know-how gestaltet werden können.

[0020] Weiters kann vorgesehen sein, dass beim Biegevorgang die Abstände zwischen dritter und erster Arbeitskante und dritter und zweiter Arbeitskante etwa gleich groß gehalten werden. Vorteilhaft hierbei ist, dass durch Einstellen eines in etwa gleich großen Abstandes zwischen den Arbeitskanten der einzelnen Biegestempel, die Kräfte auf die beiden Biegeschenkel des Blechwerkstückes symmetrisch wirken. Dadurch kann ein Blechwerkstück erzeugt werden, bei welchem zum einen der Biegeradius einen gleichmäßigen Verlauf aufweist, und außerdem die beiden Biegeschenkel des Blechwerkstückes im Nahbereich der Biegekante symmetrisch geformt sind.

[0021] Ferner kann es vorteilhaft sein, dass beim Biegevorgang die Biegestempel im Wesentlichen rechtwinkelig auf die Werkstückoberfläche orientiert geführt werden. Dass ein Biegestempel rechtwinkelig auf die Werkstückoberfläche orientiert ist bedeutet, dass im Wesentlichen die Hochachse des Biegestempels, auf der auch die Arbeitskante des Biegestempels und der Kraftangriffspunkt eines Antriebsmechanismus liegt, rechtwinkelig auf die Werkstückoberfläche orientiert ist. Durch diese Maßnahme kann erreicht werden, dass im Biegestempel kein Biegemoment eingeleitet wird, welches durch einen Abstand zwischen Angriffspunkt des Antriebsmechanismus und Kraftvektor der auf das zu biegende Blechwerkstück ausgeübten Kraft entstehen könnte.

[0022] Ferner kann vorgesehen sein, dass zum Biegen des Blechwerkstückes in abschnittsweise gegensinnige Orientierungen vor dem jeweiligen Biegevorgang der erste und/oder zweite Biegestempel bedarfsweise auf der einen oder auf der gegenüberliegenden Seite der Ausgangsebene positioniert werden. Vorteilhaft ist hierbei, dass durch die Möglichkeit die Biegestempel auf beiden Seiten der Ausgangsebene positionieren zu können die Vielfalt der möglichen Biegungen am Blechwerkstück steigt. Die Positionierung der Biegestempel erfolgt stets so, dass auf einer Seite der Ausgangsebene der erste und der zweite Biegestempel platziert sind, und auf der gegenüberliegenden Seite der Ausgangsebene der dritte Biegestempel mit seiner Arbeitskante zwischen erstem und zweitem Biegestempel liegend platziert wird. Müssen nun für eine Biegung in gegensinniger Richtung die Biegestempel auf der gegenüberliegenden Seite der Ausgangsebene platziert werden, so muss auch die Orientierung der Biegestempel angepasst werden. Dadurch wird erreicht, dass die Arbeitskante der Biegestempel stets so ausgerichtet ist, dass diese in Richtung des zu bearbeitenden Blechwerkstückes orientiert ist.

[0023] Weiters kann es zweckmäßig sein, dass zum Biegen des Blechwerkstückes in abschnittsweise gegensinnige Orientierungen ein weiterer Biegestempel zum Einsatz kommt, welcher einem der drei Biegestempel gegenüberliegend angeordnet ist, wobei während des Biegevorganges immer nur drei Biegestempel im Arbeitseinsatz sind. Vorteilhaft ist hierbei, dass durch den Einsatz von weiteren Biegestempeln, welche im Wesentlichen eine Spiegelung einer der drei Biegestempel um die Ausgangsebene darstellen, für eine Biegung in gegensinniger Orientierung nicht einer der drei Biegestempel auf die andere Seite der Ausgangsebene gebracht werden muss, sondern dass für eine Biegung in gegensinniger Orientierung der weitere Biegestempel anstatt einer der drei Biegestempel eingesetzt wird. Dadurch kann die Maschinennebenzeit reduziert werden, da der Positionierungsvorgang der Biegestempel verkürzt werden kann.

[0024] Ferner ist es vorteilhaft, dass zum Zuführen oder Entnehmen eines Blechwerkstückes zumindest einer der Biegestempel in Richtung seiner Arbeitskante, oder um eine zur Bezugsebene parallele Schwenkachse aus dem Arbeitsbereich entfernt wird. Dadurch können auch Blechwerkstücke erzeugt werden, deren Biegeschenkel eine große Länge aufweisen, und welche mit dem herkömmlichen Verfahren des Schwenkbiegens oder des Abkantbiegens nur schwer hergestellt werden können. Weiters kann dadurch erreicht werden, dass im Zusammenhang mit der Blechmanipulation, komplizierte Ausfädelvorgänge des Blechwerkstückes weitestgehend vermieden werden.

[0025] Schlussendlich kann vorgesehen sein, dass durch die Bestimmung der Lage eines Biegestempels und die Messung der auf das zu biegende Blechwerkstück ausgeübten Kraft die Blechstärke und/oder der Biegewinkel berechnet werden können. Vorteilhaft ist hierbei, dass die Lage der Biegestempel ohnehin bekannt ist, beziehungsweise von der Steuereinheit der Biegemaschine vorgegeben ist. Auch die Geometrie der Biegestempel ist bekannt. Durch die Messung der auf das Biegewerkstück ausgeübten Kraft können die Blechdicke und/oder der Biegewinkel berechnet werden. Weiters ist es möglich durch die Messung der Biegekräft während des Biegevorganges bereits die zu erwartende Rückfederung des Blechwerkstückes in die Berechnungen zum vorgesehenen Biegewinkel zu integrieren, wodurch ein eventuelles nachbiegen entfallen kann. Besonders durch die Erfassung der Blechstärke und der im Biegevorgang aufzuwendenden Kraft ist es möglich das Biegeverhalten des Blechwerkstückes aufgrund von statistischen Aufzeichnungen vorherzusagen, wodurch der endgültige Biegewinkel gut vorausberechnet werden kann.

[0026] Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

[0027] Es zeigen jeweils in stark vereinfachter, schematischer Darstellung:

Fig. 1 eine Übersichtsdarstellung einer Biegemaschine mit drei Biegestempel;

Fig. 2 eine perspektivische Ansicht eines Schnittes durch einen Biegestempel mit zwei einander gegenüber liegenden Arbeitskanten;

Fig. 3 eine perspektivische Ansicht eines Biegestempels mit Antriebsmechanismus;

Fig. 4 Kombinationsmöglichkeiten zur Realisierung eines Antriebsmechanismus welcher einen Freiheitsgrad eines Biegestempels in einer Ebene gewährleistet

Fig. 5 Kombinationsmöglichkeiten zur Realisierung eines Antriebsmechanismus welcher zwei Freiheitsgrade eines Biegestempels in einer Ebene gewährleistet;

Fig. 6 Kombinationsmöglichkeiten zur Realisierung eines Antriebsmechanismus welcher einen Freiheitsgrad eines Biegestempels gewährleistet;

Fig. 7 eine Darstellung der Bewegungsabläufe der Biegestempel während eines Biegevorganges;

Fig. 8 eine Darstellung der Bewegungsabläufe der Biegestempel während eines Biegevorganges in gegensinnige Richtung;

Fig. 9 eine perspektivische Ansicht eines Schnittes einer möglichen Ausführungsvariante zur Umsetzung einer Biegemaschine mit drei Biegestempel;

Fig. 10 eine perspektivische Ansicht einer möglichen Ausführungsvariante zur Umsetzung einer Biegemaschine mit drei Biegestempel;

Fig. 11 eine schematische Darstellung der Möglichkeiten zur Blechdickenmessung, beziehungsweise zur Biegewinkelbestimmung an einem Blechwerkstück;

Fig. 12 einen Biegestempel mit einer integrierten Anschlagfläche

[0028] Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind diese Lageangaben bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen.

[0029] Fig. 1 zeigt in einer exemplarischen Darstellung des Schnittes durch eine Biegemaschine 1 und ein zu bearbeitendes Blechwerkstück 2, welches in einer Ausgangsebene 3 orientiert ist. Dabei liegt das Blechwerkstück 2 im Wesentlichen auf einem ersten Biegestempel 4 und auf einem zweiten Biegestempel 5 auf. Ein dritter Biegestempel 6 ist auf der gegenüberliegenden Seite der Ausgangsebene 3 positioniert. Die drei Biegestempel 4, 5, 6 berühren das zu biegende Blechwerkstück 2 im Wesentlichen an deren Arbeitskanten 7, 8, 9. Zwischen den Arbeitskanten 7 und 8 des ersten und des zweiten Biegestempels 4 und 5 liegt der Biegeabschnitt 10, in welchem die wesentliche Umformung des Blechwerkstückes 2 stattfindet. Die Biegestempel 4, 5 wirken hierbei ähnlich dem Gesenk einer Abkantpresse als Unterwerkzeug, und der dritte Biegestempel 6 wirkt ähnlich einem Oberwerkzeug einer Abkantpresse. Bei einer Berührung aller drei Biegestempel 4, 5, 6 mit dem zu bearbeitenden Blechwerkstück 2 wird das größte Biegemoment im Blechwerkstück 2 an der Biegekante 11 eingeleitet. Diese Biegekante 11 ist nahezu kohärent mit der dritten Arbeitskante 9 des dritten Biegestempels 6. Durch die Biegekante 11 wird das Blechwerkstück 2 innerhalb des Biegeabschnittes 10 in einen ersten Biegeschenkel 12 und einen zweiten Biegeschenkel 13 geteilt. Diese beiden Biegeschenkel 12, 13 werden während des Biegevorganges nur in ihrem innerhalb des Biegeabschnittes 10 liegenden Teil verformt. Wie in dieser Prinzipskizze dargestellt, kann das zu bearbeitende Blechwerkstück 2 neben dem ersten Biegestempel 4 und dem zweiten Biegestempel 5 auch auf einem Auflagekörper 14 aufliegen. Der Auflagekörper 14 kann als einfacher Auflagetisch ausgebildet sein, welcher nur zur Unterstützung des Blechwerkstückes 2 dient. Dies ist besonders vorteilhaft, wenn das Blechwerkstück sehr groß ist. Es ist auch möglich, dass der Auflagekörper 14 eine Fördereinrichtung 15 umfasst, welche für die Manipulation des Blechwerkstückes 2 verantwortlich ist. Eine derartige Fördereinrichtung 15 kann beispielsweise

ein in den Auflagekörper 14 integriertes Förderband sein, welches für den Transport des Blechwerkstückes 2 eingesetzt wird.

[0030] Für besonders lange Blechwerkstücke 2 mit langen Biegeschenkeln 12, 13 ist es auch denkbar, dass ein weiterer Auflagekörper 16 ausgebildet ist, auf welchem das Blechwerkstück 2 aufliegen kann. Weiters ist es möglich, dass eine Anschlageinheit 17 ausgebildet ist, welche zum Positionieren des Blechwerkstückes 2 dient. Diese Anschlageinheit 17 kann entweder als alleinstehendes Element ausgeführt sein oder sie kann auch in einem Auflagekörper 14, 16 integriert sein. Natürlich ist es möglich, dass die Anschlageinheit 17 nicht nur Positionieraufgaben übernimmt, sondern dass diese auch gleichzeitig für die Blechmanipulation herangezogen wird.

[0031] Durch die Verstellung des ersten Biegestempels 4 und/oder des zweiten Biegestempels 5 kann der Abstand 18 zwischen den beiden Biegestempeln 4, 5, welcher im Wesentlichen den Biegeabschnitt 10 definiert, eingestellt werden. Hierbei ist es vorteilhaft, wenn der dritte Biegestempel 6 dermaßen zwischen dem ersten Biegestempel 4 und dem zweiten Biegestempel 5 positioniert wird, dass dieser symmetrisch zwischen den beiden Biegestempeln 4, 5 zu liegen kommt.

[0032] Fig. 2 zeigt eine perspektivische Ansicht eines Biegestempels 4, 5, 6, welcher in einer Bezugsebene 19 geschnitten dargestellt ist. Der in dieser Ansicht dargestellte Biegestempel 4, 5, 6 besitzt an beiden Enden seiner Hochausdehnung eine Arbeitskante 7, 8, 9. Dadurch kann er so eingesetzt werden, dass er beiderseits der Ausgangsebene 3 liegend das Blechwerkstück 2 mit seiner Arbeitskante 7, 8, 9 berühren kann, wodurch er für einen Einsatz auf der gegenüberliegenden Seite der Ausgangsebene 3 nicht geschwenkt werden muss. Somit ist eine Biegung eines Blechwerkstückes 2 in entgegengesetzte Richtung mit einem derartigen Biegestempel 4, 5, 6 gut zu realisieren.

[0033] In der Fig. 2 sind die möglichen Bewegungsmöglichkeiten, auch Freiheitsgrade genannt, eingezeichnet, in welchen der Biegestempel 4, 5, 6 in der Bezugsebene 19 bewegt werden kann. Die Bewegungsmöglichkeiten bestehen in einer Querrichtung 20, welche einer Führungsrichtung entlang der Ausgangsebene 3 entspricht, einer Hochrichtung 21, welche einer Führung entlang einer normal auf die Ausgangsebene 3 stehenden Richtung entspricht und einer Drehrichtung 22, welche einer Drehung des Biegestempel 4, 5, 6 in der Bezugsebene 19 entspricht. Durch Kombination der Führungsmöglichkeit entlang einer Querrichtung 20 und einer Hochrichtung 21 kann mit dem Biegestempel 4, 5, 6 im Prinzip jeder Punkt in der Bezugsebene 19 erreicht werden. Durch eine weitere Bewegungsmöglichkeit der Drehrichtung 22 kann nicht nur jeder Punkt in der Bezugsebene 19 erreicht werden, sondern auch die Ausrichtung des Biegestempels 4, 5, 6 an diesem beliebigen Punkt eingestellt werden.

[0034] Fig. 3 zeigt einen schematischen Aufbau einer Kombination von verschiedenen Antriebsmechanismen 23, um einen Biegestempel 4, 5, 6 in der Bezugsebene 19 beliebig positionieren zu können. Um einen Biegestempel 4, 5, 6 zu bewegen, ist es notwendig, diesen an einen Antriebsmechanismus 23 zu koppeln. Dieser Antriebsmechanismus ist für die Positionierung des Biegestempels 4, 5, 6 in der Bezugsebene 19 verantwortlich. Entsprechend der Anzahl der Freiheitsgrade eines Biegestempels 4, 5, 6 gibt es verschiedene Möglichkeiten, den Antriebsmechanismus 23 durch Kombination verschiedener Drehantriebe 24, Schwenkantriebe 25 und Linearantriebe 26 umzusetzen.

[0035] Fig. 4a und 4b, sowie Fig. 5a bis 5e zeigen mehrere, mögliche Kombinationen von Antrieben um einen Biegestempel 4, 5, 6 in der Bezugsebene 19 zu bewegen.

[0036] Fig. 4a und 4b zeigen die einfachste Ausführung einer Antriebskombination, in der ein Freiheitsgrad durch einen Antriebsmechanismus 23 gegeben ist. Dies kann entweder wie in Fig. 4a dargestellt durch einen Linearantrieb 26 bewerkstelligt werden oder durch einen in Fig. 4b dargestellten Drehantrieb 24 oder Schwenkantrieb 25. Hierbei kann entweder die Position eines Biegestempels 4, 5, 6 in eine Richtung verändert werden, oder die Lage des Biegestempels 4, 5, 6 in der Bezugsebene 19 verändert werden.

[0037] Fig. 5a bis Fig. 5e zeigt verschiedene Anordnungen indem dem Biegestempel 4, 5, 6 zwei Freiheitsgrade zur Bewegung gegeben werden, welche durch entsprechende Antriebe realisiert werden. Einerseits können wie in Fig. 5a dargestellt zwei Freiheitsgrade durch eine Kombination von zwei Linearantrieben 26 ermöglicht werden, wobei nicht erforderlich ist, dass diese zwingend im rechten Winkel aufeinander stehen. Hierbei kann der Biegestempel 4, 5, 6 in jede Position in der Bezugsebene 19 gebracht werden, jedoch ist seine Ausrichtung nicht veränderbar. Eine weitere Möglichkeit ist eine Kombination aus Dreh- oder Schwenkantrieb 24, 25 und Linearantrieb 26. Hierbei kann wie in Fig. 5b dargestellt von einem Maschinengestell aus gesehen der Linearantrieb 26 dem Dreh- oder Schwenkantrieb 24, 25 vorgeschaltet sein oder auch wie in Fig. 5c dargestellt der Dreh- oder Schwenkantrieb 24, 25 dem Linearantrieb vorgeschaltet sein. Eine weitere Möglichkeit besteht darin wie in Fig. 5d und 5e dargestellt, zwei Dreh- oder Schwenkantriebe 24, 25 zu kombinieren, wobei diese an verschiedenen Positionen des Antriebsmechanismus 23 installiert sein können. Auch eine Kombination dieser Antriebe ergibt, dass entweder die Position oder die Lage des Biegestempels 4, 5, 6 nicht frei wählbar sind.

[0038] Entsprechend den hier dargestellten Beispielen kann auch eine Kombination des Antriebsmechanismus realisiert werden, in der drei Antriebe eingesetzt werden, um den Biegestempel 4, 5, 6 in der Bezugsebene 19 beliebig positionieren und orientieren zu können. Aufgrund der Vielfalt der Ausführungsbeispiele wird hierbei jedoch auf eine exakte Beschreibung der Möglichkeiten bzw. auf zeichnerische Ausführung verzichtet, da sich die einzelnen Ausführungsmöglichkeiten ohnehin aus einer Kombination der in Fig. 4 und 5 gezeigten Ausführungsbeispiele zusammensetzen.

zen.

[0039] Fig. 6 zeigt eine Prinzipskizze eines Ablaufes eines Biegevorganges. Hierbei wird das Blechwerkstück 2, welches zwischen den Biegestempeln 4, 5, 6 geklemmt wurde, durch die Bewegung des Biegestempels 5 entlang einer Bahn 27 gebogen. Der dritte Biegestempel 6 kann während des Biegevorganges mitgekippt werden, um ein optimales Biegeergebnis zu erzielen.

[0040] Die Bewegungsbahn 27 des zweiten Biegestempels 5, im speziellen der Arbeitskante 7 sollte so gewählt werden, dass möglichst wenig Relativbewegung zwischen dem Biegestempel 5 und dem Blechwerkstück 2 auftritt. Dadurch wird nicht nur die Werkstückoberfläche 28 geschont, sondern es kann auch die zum Biegevorgang nötige Energie minimiert werden. Auch der dritte Biegestempel 6 sollte so mit dem Blechwerkstück 2 mitbewegt werden, dass keine Relativbewegung zwischen diesem und dem Blechwerkstück 2 auftritt. In dem Biegevorgang, wie er in Fig. 6 dargestellt ist, bleibt der erste Biegeschenkel 12 waagrecht und der zweite Biegeschenkel 13 wird durch den zweiten Biegestempel 5 nach oben gedrückt. Die Umformung des Blechwerkstückes 2 findet hauptsächlich in der Biegekante 11 statt.

[0041] Fig. 7 zeigt die gleiche Prinzipskizze eines Biegevorganges wie in Fig. 6 gezeigt wird, jedoch wird hier der zweite Biegeschenkel 13 nicht nach oben gebogen, sondern wird der zweite Biegeschenkel 13 in die gegensinnige Richtung nach unten gebogen. Hierzu ist es notwendig, dass alle drei Biegestempel 4, 5, 6 auf die jeweils gegenüberliegende Seite der Ausgangsebene gebracht werden. Auf der zweiten Seite der Ausgangsebene müssen die Biegestempel 4, 5, 6 dann jeweils um 180° geschwenkt werden, sodass ihre Arbeitskanten 7, 8, 9 wieder den zu bearbeitenden Blechwerkstück 2 zugewandt sind. Um diesen Schwenkvorgang zu vermeiden, kann auch angedacht sein, dass ein Biegestempel wie in Fig. 2 dargestellt verwendet wird, welcher zwei einander gegenüberliegende Arbeitskanten 7, 8, 9 aufweist.

[0042] Fig. 8 zeigt eine ähnliche Prinzipskizze der Anordnung von Biegestempeln 4, 5, 6, wie es in Fig. 6 gezeigt wird, jedoch ist hier für eine Biegung, welche in die entgegengesetzte Richtung ausgeführt werden soll, nicht vorgesehen, dass, wie in Fig. 7 gezeigt, die Biegestempel 4, 5, 6 auf die jeweils andere Seite der Ausgangsebene 3 bewegt werden, sondern es ist zumindest ein weiterer Biegestempel 29 vorgesehen, welcher bei dem Biegevorgang in eine Seite nicht im Eingriff steht und bei einem Biegevorgang in die andere Seite als Ersatz für den jeweiligen Biegestempel 4, 5, 6 dient, sodass diese Biegestempel 4, 5, 6 nicht auf die andere Seite der Bezugsebene 19 gebracht werden müssen und auch deren Orientierung nicht verändert werden muss.

[0043] Fig. 9 zeigt einen möglichen Aufbau einer derartigen Biegemaschine mit drei Biegestempeln. Hierbei sind der erste Biegestempel 4 bzw. der zweite Biegestempel 5 jeweils an einen Antriebsmechanismus 23 gekoppelt, welcher zwei Linearantriebe und einen Schwenkantrieb umfasst. Durch diesen Antriebsmechanismus 23 sind die Biegestempel 4, 5 in einem gewissen Arbeitsbereich 30 der Biegemaschine, welcher innerhalb der Bezugsebene 19 liegt, frei positionierbar. Der Antriebsmechanismus 23 verbindet die Biegestempel 4, 5 mit dem Maschinengestell 31. Weiters mit dem Maschinengestell 31 verbunden, ist ein Antriebsmechanismus 23 für den dritten Biegestempel 6, welcher einen Rotationsantrieb und einen Linearantrieb umfasst. Somit ist der dritte Biegestempel 6 bezüglich seiner Arbeitskante 9 schwenkbar und weiters auf das Blechwerkstück 2 zubewegbar oder von diesem entfernbare. Die dargestellte Biegemaschine wurde in der Bezugsebene 19, welche sich genau in der Mitte der Biegemaschine befindet, geschnitten. Die zweite hier nicht dargestellte Hälfte der Biegemaschine ist eine symmetrische Abbildung der in Fig. 9 dargestellten Hälfte der Biegemaschine. Um nach einem Biegevorgang das Blechwerkstück auszufädeln, erscheint es sinnvoll, wenn die Biegestempel 4, 5, 6 jeweils um eine Schwenkachse 32 aus dem Arbeitsbereich 30 ausgeschwenkt werden können, sodass das Blech leicht aus der Biegemaschine entfernt werden kann. Dieser Ausschwenkvorgang der Biegestempel 4, 5, 6 kann auch notwendig sein, wenn diese für eine Biegung in entgegengesetzter Biegerichtung auf der gegenüberliegenden Seite der Ausgangsebene 3 positioniert werden müssen.

[0044] In Fig. 10 wird in der Fig. 9 gezeigte Biegemaschine in einem nicht geschnittenen Zustand gezeigt. Die Antriebsmechanismen 23 der jeweiligen Biegestempel 4, 5, 6 sind beiderseits des Biegestempels 4, 5, 6 dargestellt. An diesen Antriebsmechanismen 23 sind die Biegestempel 4, 5, 6 befestigt.

[0045] Fig. 11 zeigt eine Prinzipskizze in der am dritten Biegestempel 6 ein Kraftmesselement 33 angebracht ist, durch welches Kraftmesselement 33 und durch die Bestimmung der Lage der Biegestempel 4, 5, 6 die Blechstärke 34 als auch der Biegewinkel 35 ermittelt werden kann. Die Blechstärke 34 kann ermittelt werden indem alle Biegestempel 4, 5, 6 in eine aufrecht stehende Position gebracht werden. Danach wird das Blechwerkstück 2 auf den ersten Biegestempel 4 und den zweiten Biegestempel 5 aufgelegt. Anschließend wird der dritte Biegestempel 6 so weit nach unten bewegt, bis das Kraftmesselement 33 einen Wert an die Maschinensteuerung rückliefert, somit wird registriert, wann der dritte Biegestempel 6 das Blechwerkstück 2 berührt. Dadurch dass die Position der einzelnen Biegestempel 4, 5, 6 von der Maschinensteuerung hochgenau vorgegeben wird, und jederzeit abrufbar ist, kann nun auf die Blechstärke 34 rückgerechnet werden.

[0046] Das Verfahren zur Bestimmung des Biegewinkels läuft folgendermaßen ab. Hier wird das Blechwerkstück 2 gebogen, wobei während des Biegevorganges eine Plastische, wie auch eine elastische Verformung auftritt. Wird nun das Blechwerkstück 2 um seinen elastischen Anteil überbogen, das heißt zuviel gebogen, so federt das Blechwerkstück

2 bei einem Rückzug der Biegestempel 4,5,6 um seinen elastischen Anteil zurück. Wenn nun die Kraft auf das Kraftmesselement 33 null wird, so ist der Biegewinkel 35 erreicht, welcher durch plastische Verformung beständig erhalten bleibt. Durch die Geometrie und die Lage der einzelnen Biegestempel 4, 5, 6 kann nun auf den erreichten Biegewinkel zurückgerechnet werden.

[0047] Das Kraftmesselement 33 kann beispielsweise ein Piezoelement sein, welches in den Biegestempel 4,5,6 integriert ist. Es kann jedoch auch zwischen Biegestempel 4,5,6 und Antriebsmechanismus 23 geschaltet sein, um so die auf den Biegestempel 4,5,6 wirkenden Kräfte zu erfassen.

[0048] Fig. 12 zeigt eine weitere Ausführungsvariante eines Biegestempels 4, 5, 6 in der im Biegestempel 4, 5, 6 eine Anschlagfläche 36 ausgebildet ist, an der das Blechwerkstück 2 angeschlagen werden kann.

[0049] In den Fig. 1-12 sind unabhängige und gegebenenfalls für sich eigenständige Ausführungsformen der Biegemaschine 1 gezeigt, wobei wiederum für gleiche Teile gleiche Bezugszeichen bzw. Bauteilbezeichnungen verwendet werden. Die Darstellung und die Beschreibung der Ausführungen beschränken sich auf die Ausführungsbeispiele und Anordnungsbeispiele der Biegestempel 4, 5, 6. Als Grundlage für die Beschreibung der einzelnen Anordnungen wurden bestehende Abkantpressen, beziehungsweise Schwenkbiegemaschinen herangezogen. Es wird daher darauf hingewiesen, dass gewisse Bestandteile einer Biegemaschine, wie beispielsweise Pressbalken, in die die Biegestempel 4, 5, 6 integriert sind, oder eine Steuerungseinrichtung nicht explizit beschrieben wurden, da dies allgemein bekannte Bestandteile sind, welche natürlich in der vorliegenden Biegemaschine zum Einsatz kommen können.

[0050] Die Ausführungsbeispiele zeigen mögliche Ausführungsvarianten der Biegemaschine 1 wobei an dieser Stelle bemerkt sei, dass die Erfindung nicht auf die speziell dargestellten Ausführungsvarianten derselben eingeschränkt ist, sondern vielmehr auch diverse Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind und diese Variationsmöglichkeit aufgrund der Lehre zum technischen Handeln durch gegenständliche Erfindung im Können des auf diesem technischen Gebiet tätigen Fachmannes liegt.

[0051] Weiters können auch Einzelmerkmale oder Merkmalskombinationen aus den gezeigten und beschriebenen unterschiedlichen Ausführungsbeispielen für sich eigenständige, erfinderische oder erfindungsgemäße Lösungen darstellen.

[0052] Die den eigenständigen erfinderischen Lösungen zugrundeliegende Aufgabe kann der Beschreibung entnommen werden.

[0053] Sämtliche Angaben zu Wertebereichen in gegenständlicher Beschreibung sind so zu verstehen, dass diese beliebige und alle Teilbereiche daraus mitumfassen, z.B. ist die Angabe 1 bis 10 so zu verstehen, dass sämtliche Teilbereiche, ausgehend von der unteren Grenze 1 und der oberen Grenze 10 mit umfasst sind, d.h. sämtliche Teilbereiche beginnen mit einer unteren Grenze von 1 oder größer und enden bei einer oberen Grenze von 10 oder weniger, z.B. 1 bis 1,7, oder 3,2 bis 8,1, oder 5,5 bis 10.

[0054] Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus der Biegemaschine 1 diese bzw. deren Bestandteile teilweise unmaßstäblich und/oder vergrößert und/oder verkleinert dargestellt wurden.

Bezugszeichenaufstellung

1	Biegemaschine	31	Maschinengestell
2	Blechwerkstück	32	Schwenkachse
3	Ausgangsebene	33	Kraftmesselement
4	erster Biegestempel	34	Blechstärke
5	zweiter Biegestempel	35	Biegewinkel
6	dritter Biegestempel	36	Anschlagfläche
7	erste Arbeitskante		
8	zweite Arbeitskante		
9	dritte Arbeitskante		
10	Biegeabschnitt		
11	Biegekante		
12	erster Biegeschenkel		
13	zweiter Biegeschenkel		
14	Auflagekörper		
15	Fördereinrichtung		
16	weiterer Auflagekörper		
17	Anschlageinheit		
18	Abstand		
19	Bezugsebene		

(fortgesetzt)

	20	Querrichtung
	21	Hochrichtung
5	22	Drehrichtung
	23	Antriebsmechanismus
	24	Drehantrieb
	25	Schwenkantrieb
10	26	Linearantrieb
	27	Bahn
	28	Werkstückoberfläche
	29	weiterer Biegestempel
15	30	Arbeitsbereich

Patentansprüche

1. Biegemaschine (1) zum Biegen eines Blechwerkstückes (2), umfassend zumindest drei Biegestempel (4,5,6), welche jeweils parallel zueinander ausgerichtete Arbeitskanten (7,8,9) aufweisen, wobei bezüglich einer Ausgangsebene (3), in der ein zu bearbeitender Biegeabschnitt (10) des Blechwerkstückes (2) liegt, an einer Seite der erste und der zweite Biegestempel (4,5) positioniert sind, und an der gegenüberliegenden Seite der Ausgangsebene (3) der dritte Biegestempel (6) positioniert ist und die Arbeitskante (9) des dritten Biegestempels (6) zwischen die Arbeitskanten (7,8) des ersten und zweiten Biegestempels (4,5) verstellbar ist, wobei der dritte Biegestempel (6) zumindest einen rotatorischen und einen translatorischen Freiheitsgrad in einer rechtwinkelig auf eine Arbeitskante (7,8,9) orientierten Bezugsebene (19) aufweist, wobei der zweite Biegestempel (5) drei Freiheitsgrade in der Bezugsebene (19) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** baulich getrennt vom ersten Biegestempel (4) ein die Ausgangsebene (3) definierender Auflagekörper (14) für ein Blechwerkstück (2) ausgebildet ist und dass der erste Biegestempel (4) zumindest einen translatorischen Freiheitsgrad in der Bezugsebene (19) aufweist.
2. Biegemaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der dritte Biegestempel (6) drei Freiheitsgrade aufweist.
3. Biegemaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste und der zweite Biegestempel (4,5) unabhängig voneinander bewegbar sind.
4. Biegemaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die drei Biegestempel (4,5,6) für eine Positionierbarkeit entsprechend der Anzahl ihrer Freiheitsgrade mit einem Antriebsmechanismus (23) ausgewählt aus einer Gruppe umfassend Drehantrieb (24), Schwenkantrieb (25), Linearantrieb (26) oder Kombinationen daraus verbunden sind.
5. Biegemaschine nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest einer der Biegestempel (4,5,6,29) mit zwei in Richtung der Arbeitskante (7,8,9) distanzierten, insbesondere baugleichen, Antriebsmechanismen (23) verbunden ist.
6. Biegemaschine nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest einer der Biegestempel (4,5,6) in Richtung seiner Arbeitskante (7,8,9) verstellbar, oder um eine zur Bezugsebene (19) parallele Schwenkachse (32) verstellbar ist.
7. Biegemaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest einer der Biegestempel (4,5,6) zwei einander etwa gegenüberliegende Arbeitskanten (7,8,9) aufweist.
8. Biegemaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest einem der drei Biegestempel (4,5,6) ein weiterer Biegestempel (29) zugeordnet ist, welcher an der Gegenüberseite der Ausgangsebene (3) angeordnet ist, wobei die Arbeitskanten (7,8,9) dieser beiden gegenüber liegenden Biegestempel (4,5,6;29) einander zugerichtet sind.
9. Biegemaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in zumindest einem

der Biegestempel (4,5,6,29) und/oder in dessen Antriebsmechanismus (23) eine Kraftmesselement (33) integriert ist.

10. Biegemaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest einer der Biegestempel (4,5,6,29) zumindest eine Anschlagfläche (36) aufweist.

11. Verfahren zum Biegen eines Blechwerkstückes (2) auf einer Biegemaschine welche drei Biegestempeln (4,5,6) mit jeweils parallel zueinander ausgerichtete Arbeitskanten (7,8,9) aufweist, wobei bezüglich einer Ausgangsebene (3), in der ein zu bearbeitender Biegeabschnitt (10) des Blechwerkstückes (2) liegt, an einer Seite der erste und der zweite Biegestempel (4,5) positioniert werden, und an der gegenüberliegenden Seite der Ausgangsebene (3) der dritte Biegestempel (6) positioniert wird, wobei die Arbeitskante (9) des dritten Biegestempels (6) zwischen die Arbeitskanten (7,8) des ersten und zweiten Biegestempels (4,5) verstellt wird und der dritte Biegestempel (6) in zumindest einer rotatorischen und einen translatorischen Richtung in einer rechtwinkelig auf eine Arbeitskante (7,8,9) orientierten Bezugsebene (19) bewegt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Biegevorgang das Blechwerkstück (2) zwischen erster und dritter Arbeitskante (7,9) im Wesentlichen in der Ausgangsebene (3) gehalten wird, wodurch ein erster Biegeschenkel (12) gebildet wird und die Arbeitskante (8) des zweiten Biegestempels (5) entlang einer Bahn (27) um die Arbeitskante (9) des dritten Biegestempels (6) geführt wird, wodurch an der dritten Arbeitskante (6) die Biegekante (11) und an diese anschließend ein zweiter Biegeschenkel (13) gebildet wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bahn (27) der zweiten Arbeitskante (8) so festgelegt wird, dass diese während des Biegevorganges das Blechwerkstück (2) mit möglichst geringer Relativbewegung kontaktiert.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor oder während des Biegevorganges der Abstand (18) zwischen der ersten und der zweiten Arbeitskante (7,8) in Abhängigkeit von Werkstückeigenschaften festgelegt und/oder verstellt wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11-13, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Biegevorgang die Abstände (18) zwischen dritter und erster Arbeitskante (7,9) und dritter und zweiter Arbeitskante (8,9) etwa gleich groß gehalten werden.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11-14, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Biegevorgang die Biegestempel (4,5,6,29) im Wesentlichen rechtwinkelig auf die Werkstückoberfläche (28) orientiert geführt werden.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 11-15, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Biegen des Blechwerkstückes (2) in abschnittsweise gegensinnige Orientierungen vor dem jeweiligen Biegevorgang der erste und/oder zweite Biegestempel (4,5) bedarfsweise auf der einen oder auf der gegenüberliegenden Seite der Ausgangsebene (3) positioniert werden.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 11-16, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Biegen des Blechwerkstückes (2) in abschnittsweise gegensinnige Orientierungen ein weiterer Biegestempel (29) zum Einsatz kommt, welcher einem der drei Biegestempel (4,5,6) gegenüberliegend angeordnet ist, wobei während des Biegevorganges immer nur drei Biegestempel (4,5,6,29) im Arbeitseinsatz sind.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 11-17, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Zuführen oder Entnehmen eines Blechwerkstückes (2) zumindest einer der Biegestempel (4,5,6,29) in Richtung seiner Arbeitskante (7,8,9), oder um eine zur Bezugsebene (19) parallele Schwenkachse (32) aus dem Arbeitsbereich (30) entfernt wird.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 11-18, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die Bestimmung der Lage eines Biegestempels (4,5,6,29) und die Messung der auf das zu biegende Blechwerkstück (2) ausgeübten Kraft die Blechstärke (34) und/oder der Biegewinkel (35) berechnet werden können.

Claims

1. A bending machine (1) for bending a sheet metal workpiece (2), comprising at least three bending punches (4,5,6), which respectively have working edges (7,8,9) which are aligned parallel to one another, wherein relative to an initial plane (3) in which a bend section (10) to be made in the sheet metal workpiece (2) lies, the first and the second bending punch (4,5) are positioned on one side and the third bending punch (6) is positioned on the opposite side

of the initial plane (3) and the working edge (9) of the third bending punch (6) is displaceable between the working edges (7,8) of the first and second bending punches (4,5), wherein the third bending punch (6) has at least one rotary and one translatory degree of freedom in a reference plane (19) oriented at a right angle to a working edge (7,8,9), wherein the second bending punch (5) has three degrees of freedom in the reference plane (19), **characterized in that** a supporting body (14) defining the initial plane (3) and structurally separate from the first bending punch (4) is provided for a sheet metal workpiece (2) and that the first bending punch (4) has at least one translatory degree of freedom in the reference plane (19).

2. The bending machine according to claim 1 or 2, **characterized in that** the third bending punch (6) has three degrees of freedom.

3. The bending machine according to one of the preceding claims, **characterized in that** the first and the second bending punch (4,5) can be moved independently of one another.

4. The bending machine according to one of the preceding claims, **characterized in that** to enable positioning and depending on the number of their degrees of freedom, the three bending punches (4,5,6) are connected to a driving mechanism (23) selected from a group comprising rotary drives (24), swivel drives (25), linear actuators (26) or combinations thereof.

5. The bending machine according to claim 4, **characterized in that** at least one of the bending punches (4,5,6,29) is connected to two driving mechanisms (23), in particular of identical construction, spaced apart from one another in the direction of the working edge (7,8,9).

6. The bending machine according to claim 4 or 5, **characterized in that** at least one of the bending punches (4,5,6) is displaceable in the direction of its working edge (7,8,9) or is displaceable about a pivot axis (32) parallel to the reference plane (19).

7. The bending machine according to one of the preceding claims, **characterized in that** at least one of the bending punches (4,5,6) has two working edges (7,8,9) lying approximately opposite one another.

8. The bending machine according to one of the preceding claims, **characterized in that** at least one of the three bending punches (4,5,6) co-operates with an additional bending punch (29) which is disposed on the opposite side of the initial plane (3), wherein the working edges (7,8,9) of these two oppositely lying bending punches (4,5,6;29) are directed towards one another.

9. The bending machine according to one of the preceding claims, **characterized in that** a force-measuring element (33) is integrated in at least one of the bending punches (4,5,6,29) and/or in the driving mechanism (23) thereof.

10. The bending machine according to one of the preceding claims, **characterized in that** at least one of the bending punches (4,5,6,29) has at least one stop face (36).

11. A method of bending a sheet metal workpiece (2) on a bending machine having three bending punches (4,5,6) which respectively have working edges (7,8,9) which are aligned parallel to one another, wherein relative to an initial plane (3) in which a bend section (10) to be made in a sheet metal workpiece (2) lies, the first and second bending punch (4,5) are positioned on one side and the third bending punch (6) is positioned on the opposite side of the initial plane (3), wherein the working edge (9) of the third bending punch (6) is displaced between the working edges (7,8) of the first and second bending punch (4,5) and the third bending punch (6) is moved in at least one rotary and one translatory direction in a reference plane (19) oriented at a right angle to a working edge (7,8,9), **characterized in that** during the bending operation, the sheet metal workpiece (2) is retained between the first and third working edges (7,9) essentially in the initial plane (3) so that a first bend leg (12) is formed, and the working edge (8) of the second bending punch (5) is directed along a path (27) about the working edge (9) of the third bending punch (6), so that the bend edge (11) and a second bend leg (13) adjoining it is formed at the third working edge (6).

12. The method according to claim 11, **characterized in that** the path (27) of the second working edge (8) is set so that it makes contact with the sheet metal workpiece (2) with as little relative movement as possible during the bending operation.

13. The method according to one of claims 11 or 12, **characterized in that** before or during the bending operation, the

distance (18) between the first and the second working edge (7,8) is set and/or adjusted depending on workpiece properties.

14. The method according to one of claims 11 to 13, **characterized in that** during the bending operation, the distances (18) between the third and first working edge (7,9) and the third and second working edge (8,9) may be kept more or less the same size.

15. The method according to one of claims 11 to 14, **characterized in that** the bending punches (4,5,6,29) are directed onto the workpiece surface (28) oriented essentially at a right angle during the bending operation.

16. The method according to one of claims 11 to 15, **characterized in that** in order to bend the sheet metal workpiece (2) in partially opposite directions, the first and/or second bending punches (4,5) is or are positioned on one side or on the opposite side of the initial plane (3), if necessary, before the respective bending operation.

17. The method according to one of claims 11 to 16, **characterized in that** in order to bend the sheet metal workpiece (2) in partially opposite directions, an additional bending punch (29) is used which is disposed lying opposite one of the three bending punches (4,5,6), wherein only three bending punches (4,5,6;29) are ever active use during the bending operation.

18. The method according to one of claims 11 to 17, **characterized in that** in order to introduce or remove a sheet metal workpiece (2), at least one of the bending punches (4,5,6,29) is removed from the working area (30) in the direction of its working edge (7,8,9) or about a pivot axis (32) parallel to the reference plane (19).

19. The method according to one of claims 11 to 18, **characterized in that** the sheet thickness (34) and/or the bend angle (35) can be calculated by determining the position of a bending punch (4,5,6,29) and measuring the force applied to the sheet metal workpiece to be bent (2).

Revendications

1. Machine plieuse (1) pour le pliage d'une pièce en tôle (2), comprenant au moins trois poinçons de pliage (4, 5, 6) qui présentent des arêtes de travail (7,8,9) orientées parallèlement les unes par rapport aux autres, moyennant quoi, par rapport à un plan de départ (3), dans lequel se trouve une portion à plier (10) à usiner de la pièce en tôle (2), sur un côté, le premier et le deuxième poinçons de pliage (4, 5) sont positionnés sur un côté et sur le côté opposé du plan de départ (3) est positionné le troisième poinçon de pliage (6) et l'arête de travail (9) du troisième poinçon de pliage (6) est mobile entre les arêtes de travail (7, 8) du premier et du deuxième poinçons de pliage (4, 5), le troisième poinçon de travail (6) présente au moins un degré de liberté en rotation et un degré de liberté en translation dans un plan de référence (19) orienté à angle droit vers une arête de travail (7, 8, 9), le deuxième poinçon de pliage (5) présentant trois degrés de liberté dans le plan de référence (19), **caractérisée en ce que**, séparé physiquement du premier poinçon de pliage (4), se trouve un corps d'appui (14) pour une pièce en tôle (2), définissant le plan de départ (3) et **en ce que** le premier poinçon de pliage (4) présente au moins un degré de liberté en translation dans le plan de référence (19).

2. Machine plieuse selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** le troisième poinçon de pliage (6) présente trois degrés de liberté.

3. Machine plieuse selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le premier et le deuxième poinçons de pliage (4, 5) sont mobiles indépendamment l'un de l'autre.

4. Machine plieuse selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les trois poinçons de pliage (4, 5, 6) sont reliés, pour un positionnement correspondant au nombre de leurs degrés de liberté, avec un mécanisme d'entraînement (23) sélectionné dans un groupe comprenant un entraînement rotatif (24), un entraînement pivotant (25), un entraînement linéaire (26) ou des combinaisons de ceux-ci.

5. Machine plieuse selon la revendication 4, **caractérisée en ce qu'**au moins un des poinçons de pliage (4, 5, 6, 29) est relié avec deux mécanismes d'entraînement (23) distants en direction de l'arête de travail (7, 8, 9), plus particulièrement identiques.

6. Machine plieuse selon la revendication 4 ou 5, **caractérisée en ce qu'**au moins un des poinçons de pliage (4, 5, 6) est mobile dans la direction de son arête de travail (7,8,9) ou est mobile autour d'un axe de pivotement (32) parallèle au plan de référence (19).
- 5 7. Machine plieuse selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**au moins un des poinçons de pliage (4, 5, 6) comprend deux arêtes de travail (7, 8, 9) approximativement opposées.
8. Machine plieuse selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**à au moins un des poinçons de pliage (4, 5, 6) correspond un autre poinçon de pliage (29) qui est disposé sur le côté opposé du plan de départ (3), les arêtes de travail (7, 8, 9) de ces deux poinçons de pliage (4, 5, 6 ; 29) opposés étant orientées les unes vers les autres.
- 10 9. Machine plieuse selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que**, dans au moins un des poinçons de pliage (4, 5, 6, 29) et/ou dans son mécanisme d'entraînement (23) est intégré un élément de mesure de force (33).
- 15 10. Machine plieuse selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**au moins un des poinçons de pliage (4, 5, 6, 29) comprend une surface d'appui (36).
- 20 11. Procédé de pliage d'une pièce en tôle (2) sur une machine plieuse qui comprend trois poinçons de pliage (4, 5, 6) avec des arêtes de travail (7,8,9) orientées parallèlement entre elles, moyennant quoi, par rapport à un plan de départ (3), dans lequel se trouve une portion de pliage (10) de la pièce en tôle (2), le premier et le deuxième poinçons de pliage (4, 5) sont positionnés sur un côté et sur le côté opposé du plan de départ (3) est positionné le troisième poinçon de pliage (6), l'arête de travail (9) du troisième poinçon de pliage (6) étant déplacé entre les arêtes de travail (7, 8) du premier et du deuxième poinçon de pliage (4, 5) et le troisième poinçon de pliage (6) est déplacé dans au moins une direction de rotation et une direction de translation, dans un plan de référence (19) orienté perpendiculairement vers une arête de travail (7, 8, 9), **caractérisé en ce que**, lors du processus de pliage, la pièce en tôle (2) est maintenue entre la première et la troisième arête de travail (7, 9) globalement dans le plan de départ (3), ce qui permet de former un premier montant de pliage (12) et l'arête de travail (8) du deuxième poinçon de pliage (5) est guidée le long d'une piste (27) autour de l'arête de travail (9) du troisième poinçon de pliage (6), ce qui permet de former, au niveau de la troisième arête de travail (6), l'arête de pliage (11) et, prolongeant celle-ci, un deuxième montant de pliage (13).
- 25 12. Procédé selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** la piste (27) de la deuxième arête de travail (8) est fixée de façon à ce que celle-ci, pendant le processus de pliage, entre en contact avec la pièce en tôle (2) avec un mouvement relatif le plus faible possible.
- 35 13. Procédé selon l'une des revendications 11 ou 12, **caractérisé en ce que**, avant ou pendant le processus de pliage, la distance (18) entre la première et la deuxième arête de pliage (7, 8) est fixée et/ou réglée en fonction des propriétés de la pièce.
- 40 14. Procédé selon l'une des revendications 11 à 13, **caractérisé en ce que**, lors du processus de pliage, les distances (18) entre la troisième et la première arête de travail (7, 9) et la troisième et la deuxième arête de travail (8, 9) sont maintenus approximativement égales.
- 45 15. Procédé selon l'une des revendications 11 à 14, **caractérisé en ce que**, lors du processus de pliage, les poinçons de pliage (4, 5, 6, 29) sont guidés de manière orientée globalement perpendiculairement vers la surface de la pièce (28).
- 50 16. Procédé selon l'une des revendications 11 à 15, **caractérisé en ce que**, pour le pliage de la pièce en tôle (2) dans des orientations partiellement opposées, avant le processus de pliage proprement dit, le premier et/ou le deuxième poinçons de pliage (4, 5) sont positionnés selon les besoins sur un côté ou sur le côté opposé du plan de départ (3).
- 55 17. Procédé selon l'une des revendications 11 à 16, **caractérisé en ce que, caractérisé en ce que**, pour le pliage de la pièce en tôle (2) dans des orientations partiellement opposées, un autre poinçon de pliage (29) est utilisé, qui est disposé de manière opposée à un des trois poinçons de pliage (4, 5, 6), moyennant quoi, pendant le processus de pliage, seuls trois poinçons de pliage (4, 5, 6 ; 29) sont toujours utilisés.

EP 3 041 618 B1

18. Procédé selon l'une des revendications 11 à 17, **caractérisé en ce que, caractérisé en ce que**, pour l'introduction ou le retrait d'une pièce en tôle (2), au moins un des poinçons de pliage (4, 5, 6, 29) est retiré en direction de son arête e travail (7, 8, 9) ou est retiré de la zone de travail (30) autour d'un axe de pivotement (32) parallèle au plan de référence (19).

5 19. Procédé selon l'une des revendications 11 à 18, **caractérisé en ce que, caractérisé en ce que** la détermination de la position d'un poinçon de pliage (4, 5, 6, 29) et la mesure de la force exercée sur la pièce en tôle (2) à plier permettent de calculer l'épaisseur de la tôle (34) et/ou l'angle de pliage (35).

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig.1

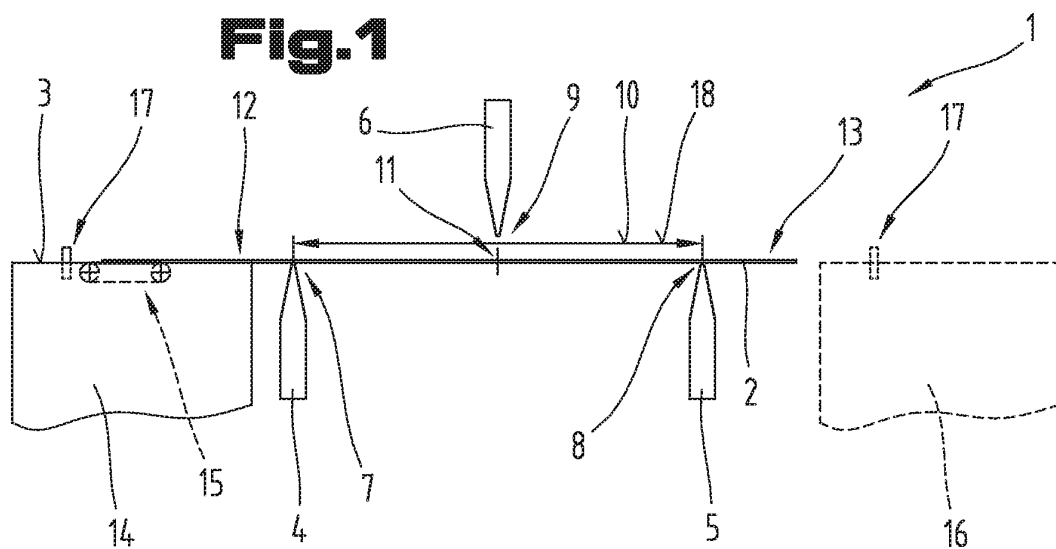


Fig.2

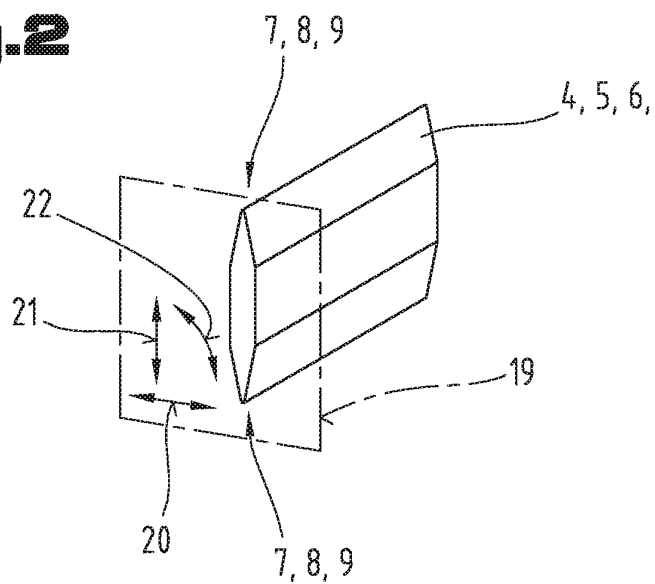


Fig.3

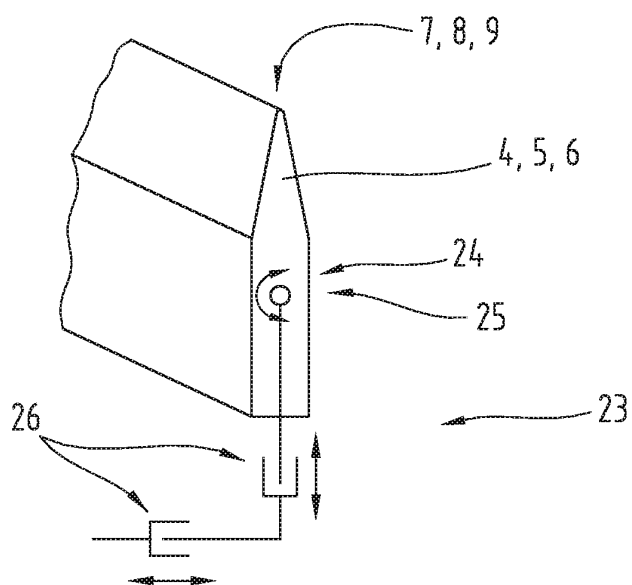


Fig.4a

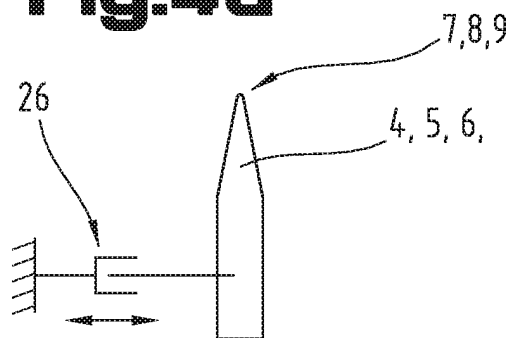


Fig.4b

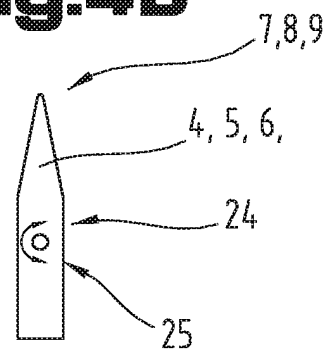


Fig.5a

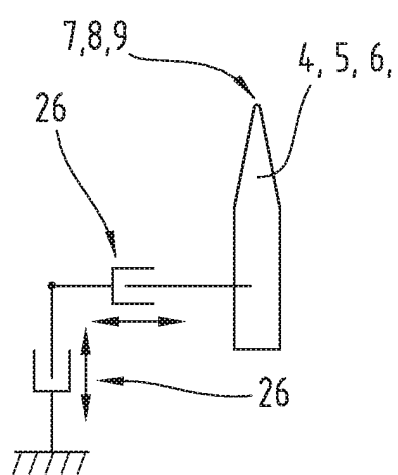


Fig.5b

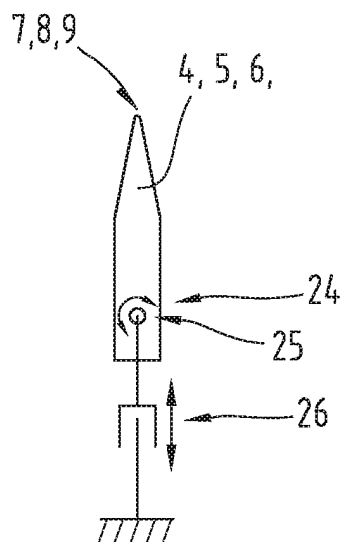


Fig.5c

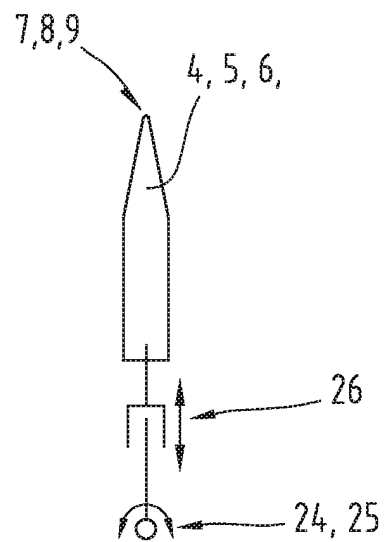


Fig.5d

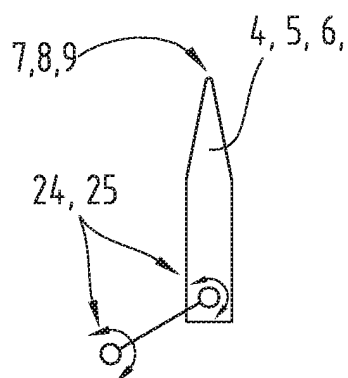


Fig.5e

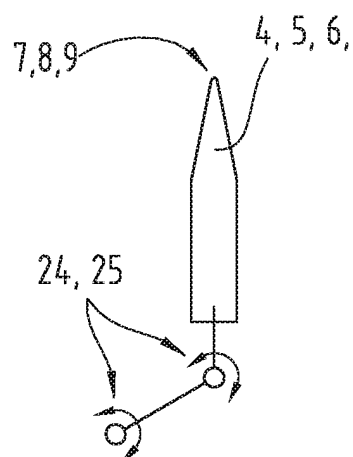


Fig.6

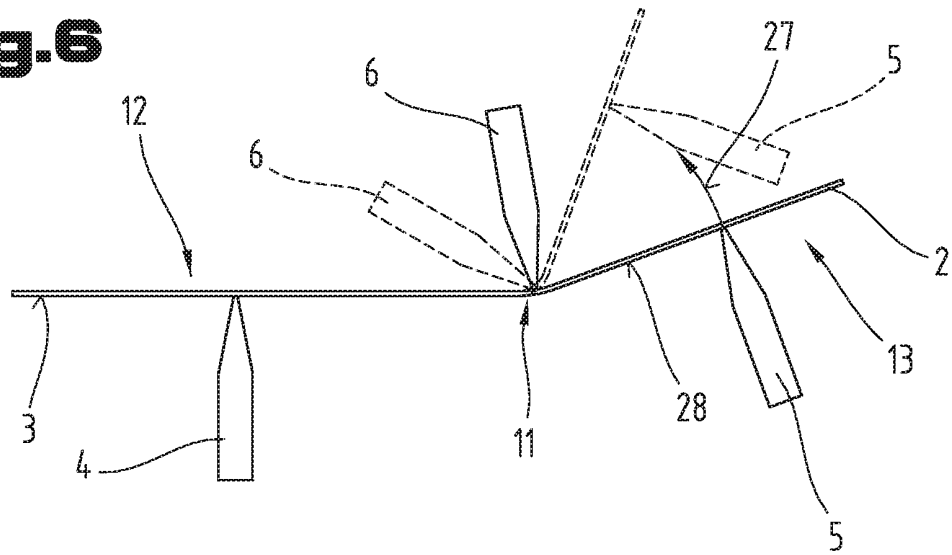


Fig.7

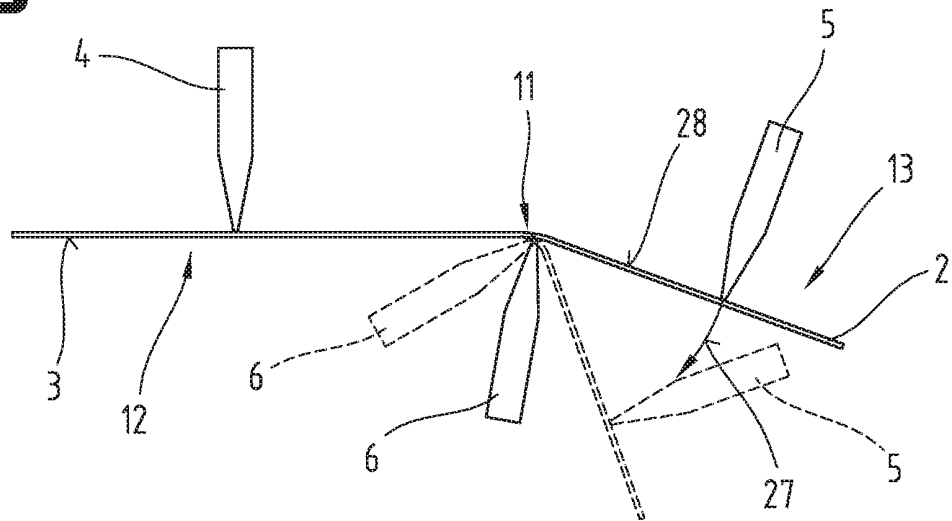


Fig.8

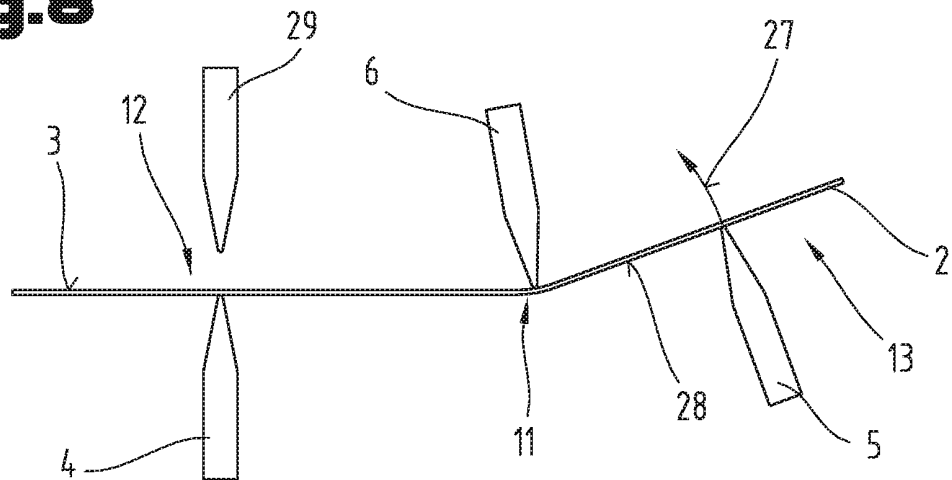
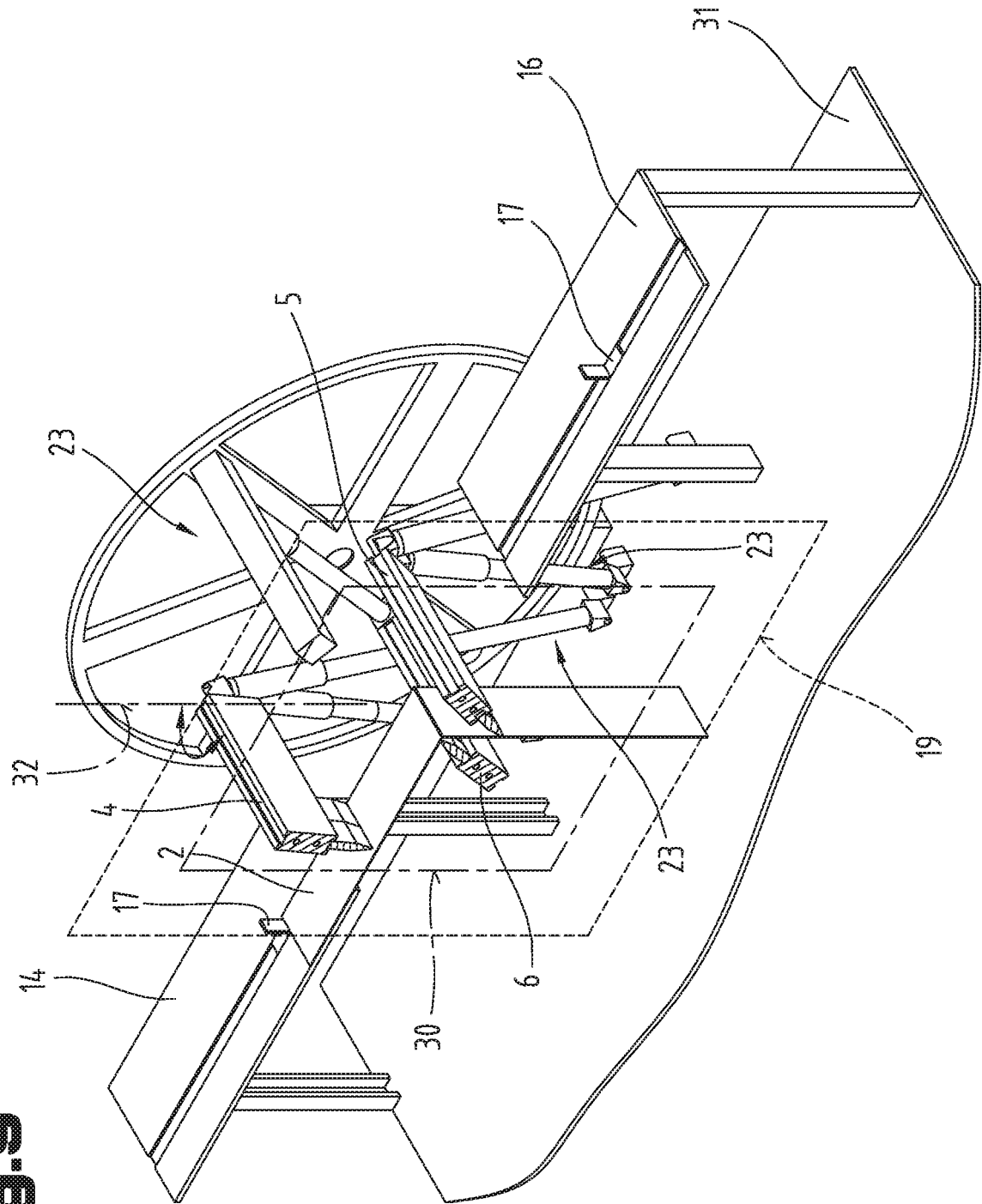


Fig. 9



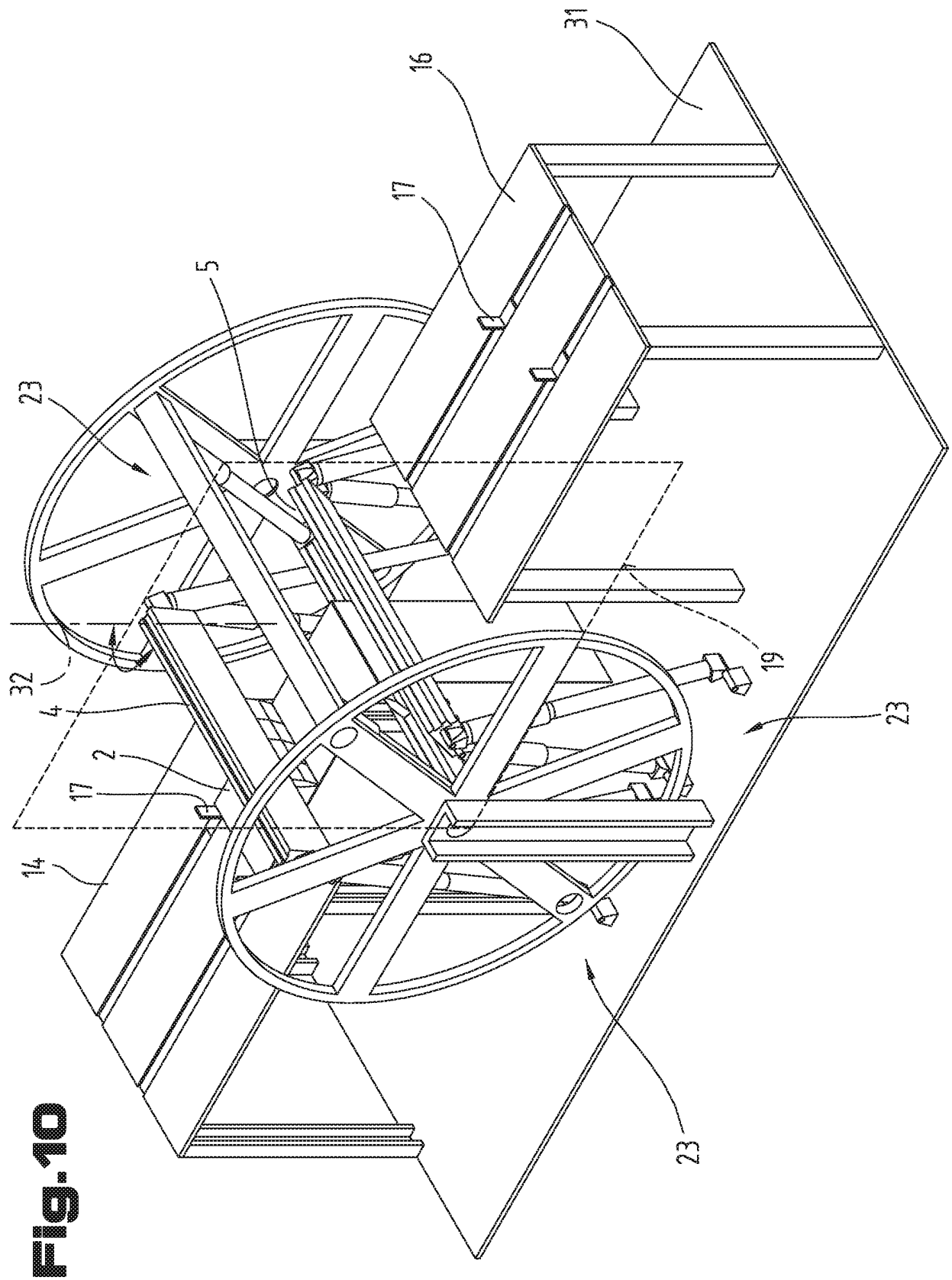


Fig. 10

Fig.11

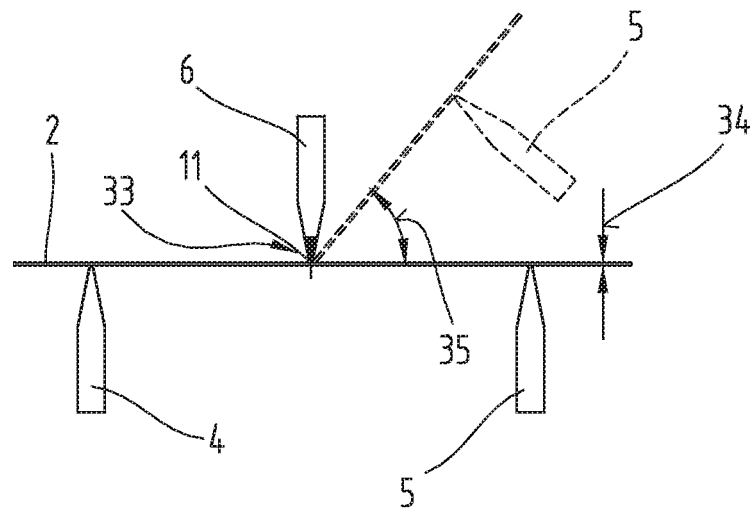
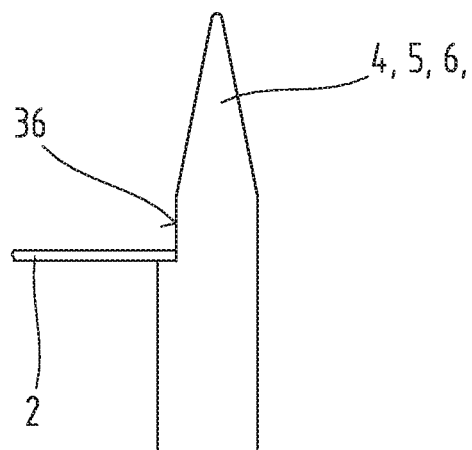


Fig.12



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0476092 B1 [0002] [0003]
- US 8322176 B2 [0003]