



(11)

EP 2 231 346 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
13.11.2013 Patentblatt 2013/46

(51) Int Cl.:
B21D 7/024 ^(2006.01) **B21D 53/88** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09700144.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2009/050013

(22) Anmeldetag: **02.01.2009**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2009/083609 (09.07.2009 Gazette 2009/28)

(54) VERFAHREN ZUM BIEGEN EINES WERKSTÜCKS

METHOD FOR BENDING A WORKPIECE

PROCÉDÉ DE FLEXION D'UNE PIÈCE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**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 SE SI SK TR**

(30) Priorität: **03.01.2008 DE 102008003067**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.09.2010 Patentblatt 2010/39

(73) Patentinhaber: **EDAG GmbH & Co. KGaA
36039 Fulda (DE)**

(72) Erfinder:
• **SCHWARZ, Wilhelm
36100 Petersberg (DE)**

• **ENGEL, Bernd
57299 Burbach (DE)**

(74) Vertreter: **Wess, Wolfgang
Schwabe Sandmair Marx
Patentanwälte
Stuntzstrasse 16
81677 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 0 398 280 GB-A- 2 295 340
JP-A- 2007 050 429 JP-A- 2007 185 697
US-A- 3 952 572 US-A- 5 749 255
US-A1- 2004 069 040**

EP 2 231 346 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 ein Verfahren zum Biegen eines Werkstücks. Das Verfahren eignet sich insbesondere zum Biegen ebener Bleche und offener Blechprofile. Die Erfindung betrifft auch ein Biegewerkzeug, das für die Durchführung des Biegeverfahrens geeignet ist. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein nach dem Verfahren aus dem Werkstück gebogenes Bauteil und dessen bevorzugte Verwendung als Strukturelement in einem Fahrzeug, bevorzugt als Strukturelement einer Karosserie eines Kraftfahrzeugs.

[0002] Karosserien von Kraftfahrzeugen werden aus einer Vielzahl von Strukturelementen gefügt. Durch eine Reduzierung der Fügeoperationen können Kosten eingespart werden. Eine Reduzierung der Anzahl der gefügten Bauteile wirkt sich auch positiv auf die Toleranzkette aus. Hinsichtlich der Kosten spielt auch eine Rolle, dass Änderungen in der Geometrie der Strukturelemente, beispielsweise von Fahrzeugmodell zu Fahrzeugmodell, mit kostspieligen Anpassungen der Fertigungswerkzeuge verbunden sind, insbesondere bei Einsatz aufwändiger Umformverfahren wie beispielsweise Tiefziehen.

[0003] Ein im Vergleich mit Tiefziehen preiswerteres Umformverfahren ist das Biegen, einhergehend allerdings mit einer Beschränkung der durch Biegeoperationen herstellbaren Geometrien. Aus der US 4,712,406 ist beispielsweise ein Biegeverfahren zur Herstellung von rohrförmigen Strukturelementen bekannt, die in eine nicht kreisförmige Form umgeformt werden, indem gerade Rohrstücke an eine bogenförmig verlaufende Form gedrückt und dadurch der Kontur der Form entsprechend gebogen werden. Falls Strukturelemente kreisförmig gebogen werden sollen, bietet sich als ein preiswertes Biegeverfahren das Profilschwenkbiegen an. Auf beispielsweise ebene Bleche bezogen sind das Profilschwenkbiegen und das Biegeverfahren der US 4,712,406 allerdings auf das Biegen um eine zu der Blechebene parallele Achse beschränkt.

[0004] Die JP 2007-050429 A bezieht sich auf einen Rohrbiegeapparat. Der Rohrbiegeapparat ist mit einem Biegeteil, einem Boosterantriebsmechanismus, einem Domantriebsmechanismus und einem Kraftübertragungsmechanismus versehen. Der Biegeteil hat eine Einspanneinrichtung zum Halten des hinteren Teils von dem Rohrmaterial, einen drehbaren bzw. schwenkbaren Klemmteil, mit welchem der vordere Teil von dem Rohrmaterial geklemmt wird und welcher in die Richtung gedreht bzw. geschwenkt wird, in welcher das Rohrmaterial durch den Rotationsantrieb von einem Getriebemotor gebogen wird, einen Booster, mit welchem das Rohrmaterial während dem Biegen vorwärts hinausgedrängt wird und einen hinteren Dom, mit welchem die Form von dem Rohrmaterial während dem Biegen reguliert wird, während er in dem hohlen Teil von dem Rohrmaterial eingesetzt ist. Der Boosterantriebsmechanismus und der Domantriebsmechanismus bewirken, dass sich der Booster

und der hintere Dom jeweils mechanisch vorwärts und rückwärts bewegen, und zwar in Synchronisation mit der Drehung bzw. Schwenkung von dem drehbaren bzw. schwenkbaren Klemmteil.

[0005] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Biegen eines Werkstücks und ein Biegewerkzeug bereitzustellen, die ein Biegen eines beispielsweise ebenen Blechs um die "hohe Kante" ermöglichen.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch den Gegenstand der Patentansprüche 1 und 10 erfüllt. Die Unteransprüche beschreiben bevorzugte Ausführungsformen.

[0007] Vorteilhaft wird bei einem Biegeverfahren das umzuformende Werkstück mittels einer Halteeinrichtung in einem Halteeingriff gehalten und in einem von der Halteeinrichtung in Längsrichtung vorragenden Biegeabschnitt mittels Reibschluss zwischen Biegewangen geklemmt und gebogen. Die Biegeumformung wird in das Werkstück dadurch eingeleitet, dass die Biegewangen mit dem geklemmten Biegeabschnitt relativ zu der Halteeinrichtung mittels einer Rotationsbewegung aus einer ersten Biegewangenposition in eine zweite Biegewangenposition bewegt werden.

[0008] Vorteilhaft wird die das Biegen bewirkende Biegekraft oder zumindest ein überwiegender Teil der Biegekraft mittels einer im Reibschluss der Biegewangen und des Biegeabschnitts wirkenden Reibkraft in den Biegeabschnitt eingeleitet. Auf diese Weise können Werkstücke, deren Dicke mehrfach kleiner als deren Breite und Länge ist, um eine Achse gebogen werden, die sich orthogonal zu der Längsrichtung und der Breitenrichtung, also parallel zu der Richtung erstreckt, in die die Dicke des Werkstücks gemessen wird. Vorteilhaft wird ein Biegeumformen beispielsweise eines ebenen Blechs um die "hohe Kante", also um eine in Dickenrichtung des Blechs erstreckte Achse ermöglicht. Ebenso können offene Profile, vorzugsweise Blechprofile, um eine Achse gebogen werden, die orthogonal zu einem im Querschnitt ebenen Schenkel des Profils weist, indem der betreffende Schenkel zwischen den Biegewangen im Reibschluss geklemmt wird. So eignet sich das Verfahren insbesondere für das Biegen von Winkelprofilen, beispielsweise L-, T-, U- oder Doppel-T-Profilen, wobei vorzugsweise ein langer Schenkel des Profils geklemmt und in der Ebene des betreffenden Schenkels durch Biegen umgeformt wird. Das Verfahren ist zwar besonders vorteilhaft für die Umformung ebener Bleche und offener Blechprofile mit wenigstens einem ebenen Schenkel, sie ist hierauf jedoch nicht beschränkt, sondern beispielsweise auch für rund gewölbte, vorzugsweise flache Bleche oder Profile mit entsprechenden Profilschenkeln geeignet.

[0009] Vorteilhaft bleibt von dem Werkstück bei dem Biegen oder im Falle eines bevorzugt inkrementellen Biegens bei jedem Biegeschritt ein Teilabschnitt des Biegeabschnitts frei von Klemmkraften. Das Werkstück weist bei dem Biegen oder jedem Biegeschritt jeweils einen in dem Halteeingriff mit der Halteeinrichtung befindlichen

Halteabschnitt, im Biegeabschnitt einen zwischen den Biegewangen geklemmten Teilabschnitt und zwischen diesem Teilabschnitt und dem Halteabschnitt den frei bleibenden Teilabschnitt auf, der dem Biegeabschnitt zugerechnet wird. Die durch die Bewegung der Biegewangen in die zweite Biegewangenposition bewirkte Biegeumformung findet zumindest zu einem überwiegenden Teil in dem freien Teilabschnitt statt. Theoretisch ist zwar denkbar, dass der freie Teilabschnitt bei der Biegeumformung den gesamten Umformbereich des Werkstücks ausmacht. Das Werkstück wird jedoch bei Biegeumformungen, bei denen es im Umformbereich Zugspannungen unterliegt, im Zugspannungsbereich gedehnt und dadurch ausgedünnt, so dass im ausgedünnten Bereich der Reibschluss schwächer wird und sich dementsprechend die Klemmkraft verringert. Bei Biegeumformungen, bei denen es im Umformbereich Druckspannungen unterliegt, wird es im Druckspannungsbereich gestaucht und dadurch aufgedickt, so dass im aufgedickten Bereich der Reibschluss verstärkt wird und sich dementsprechend die Klemmkraft vergrößert. Das Werkstück kann bei der Biegeumformung auch an seiner Bogenaußenseite auf Zug und zur gleichen Zeit an seiner Bogeninnenseite auf Druck beansprucht werden, falls nämlich eine neutrale Faser innerhalb des Werkstücks verläuft. Das Werkstück kann aufgrund der im Biegebereich auftretenden Spannungsunterschiede auch im Klemmbereich der Biegewangen und bei reibschlüssigem Halteeingriff auch im Klemmbereich der Halteeinrichtung gestreckt oder gestaucht werden. Der Ausdehnung des Umformbereichs in den Klemmbereich kann beispielsweise durch eine Erhöhung der Klemmkraft im jeweiligen Klemmbereich oder durch eine erhöhte Nachgiebigkeit der Klemmflächen der Biegewangen oder der Halteeinrichtung begegnet werden. Das Wort "oder" wird hier wie auch überall sonst im üblichen logischen Sinne verstanden, umfasst also sowohl die Bedeutung von "entweder ... oder" als auch die Bedeutung von "und", soweit sich aus dem jeweiligen Zusammenhang nichts anderes nur ergeben kann.

[0010] Die Biegewangen werden bei der Biegeumformung aus der ersten Biegewangenposition rotatorisch, beispielsweise nur gedreht oder längs einer Kurvenbahn in die zweite Biegeposition bewegt. Die Kurvenbahn kann grundsätzlich einen beliebig gekrümmten Verlauf aufweisen, vorzugsweise ist die Kurvenbahn ein Kreisbogen. Die Kurvenbahn kann beispielsweise mittels eines Kurvengetriebes, d. h. im Eingriff einer Führungsbahn und eines die Führungsbahn abfahrenden Eingriffsglieds vorgegeben werden, bevorzugt sind die Biegewangen jedoch drehbar oder schwenkbar angeordnet, also um eine reale und nicht nur virtuelle Rotationsachse rotatorisch bewegbar, zweckmäßigerweise mit einem einzigen Freiheitsgrad der Rotationsbewegung. Die Rotationsachse, um die der Biegeabschnitt des Werkstücks umgeformt wird, ist vorzugsweise eine ortsfeste Werkzeugachse, kann grundsätzlich jedoch auch im Verlaufe der Biegeumformung dem Ort nach verändert werden.

[0011] Das Biegeverfahren ist der Klasse der Schwenkbiegeverfahren zuzuordnen, allerdings mit gegenüber den konventionellen Schwenkbiegeverfahren modifizierten Verhältnissen hinsichtlich der Ausrichtung der im Reibschluss wirkenden Reibkraft und der sich daraus ergebenden Klemmkraft einerseits und der Orientierung der Kurvenbahn der Biegewangen, in bevorzugt einfachen Ausführungen der Ausrichtung der Rotationsachse, andererseits.

[0012] Das Werkstück ist vorzugsweise ein Blech und kann insbesondere ein Stahlblech oder auch ein Blech einer anderen Metalllegierung, beispielsweise ein Leichtmetallblech sein. Es weist eine Dicke von vorzugsweise höchstens 5 mm und vorzugsweise wenigstens 0.5 mm auf, wobei die Dicke in Anpassung an die bei der Biegeumformung auftretenden Zug- oder Druckkräfte über die Breite des Werkstücks variieren kann. Die quer zur Dicke und den bei der Biegeumformung auftretenden Zug- oder Druckkräften gemessene Breite beträgt vorzugsweise nicht mehr als 20 cm, ist grundsätzlich jedoch nicht limitiert. Breiten zwischen 5 und 15 cm werden besonders bevorzugt. Die Länge des umzuformenden Werkstücks ist beliebig, solange ein Halten durch die Halteeinrichtung und ein Klemmen durch die Biegewangen gewährleistet ist.

[0013] Die Halteeinrichtung hält das Werkstück in einem Halteabschnitt mit ausreichender Haltekraft, damit die Umformkräfte im Werkstück in Abhängigkeit vom Ort der Rotationsachse als Zugkräfte oder Druckkräfte wirken, das Werkstück also gestreckt oder gestaucht wird. Falls die Drehachse sich durch das Werkstück erstreckt, unterliegt das Werkstück bei der Biegeumformung über seine Breite gesehen auf der einen Seite der neutralen Faser einer Zugbeanspruchung und auf der anderen Seite einer Druckbeanspruchung. Die Halteeinrichtung hält den Halteabschnitt des Werkstücks vorzugsweise ausschließlich reibschlüssig durch Spannen. Obgleich weniger bevorzugt, ist grundsätzlich jedoch auch denkbar, dass die Halteeinrichtung den Halteabschnitt formschlüssig oder sowohl form- als auch reibschlüssig hält, um die bei der Biegeumformung auftretenden Zug- oder Druckkräfte aufzunehmen. Die Halteeinrichtung kann vorteilhafterweise zusätzlich eine Seitenführung für das Werkstück bilden.

[0014] Das Biegeverfahren eignet sich insbesondere zum inkrementellen Biegen von Werkstücken, bei dem das Werkstück schrittweise gebogen wird, um es nach Ausführung eines ersten Biegeschritts in wenigstens einem weiteren Biegeschritt, vorzugsweise in mehreren weiteren kleinen Biegeschritten, weiter zu biegen. Der durch die Biegeumformung geschaffene Bogen setzt sich somit aus mehreren Bogeninkrementen zusammen, die nacheinander erzeugt werden. Nach Ausführung einer ersten Biegeumformung nach dem Verfahren werden die zu diesem Zeitpunkt in der zweiten Biegewangenposition befindlichen Biegewangen geöffnet und somit der Reibschluss mit dem Werkstück gelöst. Die Biegewangen können nun in die erste Biegewangenposition

zurückbewegt werden. Ferner wird nach Ausführung des Biegeschritts der Halteeingriff der Halteeinrichtung gelöst, vorzugsweise nach dem Lösen des Reibschlusses der Biegewangen und vorzugsweise auch erst, wenn die Biegewangen wieder die erste Biegewangenposition einnehmen. Grundsätzlich können der Reibschluss der Biegewangen und der Halteeingriff der Halteeinrichtung auch gleichzeitig gelöst werden. Nachdem der Halteeingriff gelöst ist, wird das Werkstück relativ zu der Halteeinrichtung in die Richtung, in die der Biegeabschnitt von der Halteeinrichtung vorragt, bis in eine neue Werkstückposition vorwärts bewegt. In der neuen Werkstückposition wird der Halteeingriff wieder hergestellt, und das Werkstück wird in seinem nun weiter von der Halteeinrichtung vorragenden Biegeabschnitt von den Biegewangen erneut im Reibschluss geklemmt. Dann wird der nächste Biegeschritt ausgeführt. Die sukzessive ausgeführten Biegeschritte können untereinander identisch sein. Grundsätzlich ist aber auch denkbar, dass die Biegewangen mit dem geklemmten Biegeabschnitt einen längeren oder einen kürzeren Weg als bei einem zuvor ausgeführten Biegeschritt zurücklegen oder die Rotationsachse der Biegeumformung dem Ort nach verändert wird. Das Verfahren eröffnet eine derartige Flexibilität zumindest dem Grunde nach, da auf eine Kante, um die gebogen wird, oder eine andere Art der Anlage, an die das Werkstück bei der Biegeumformung angelegt wird, verzichtet werden kann.

[0015] In bevorzugten einfachen Ausführungen ist die Bewegung der Biegewangen wie bereits erwähnt eine einfache Dreh- oder Schwenkbewegung um eine für das Biegewerkzeug ortsfeste Rotationsachse. Der Dreh- oder Schwenkwinkel kann bei jedem Biegeschritt der gleiche sein oder auch verändert werden, beispielsweise in Anpassung an eine in Längsrichtung des Werkstücks variierende Dicke oder Werkstofffestigkeit oder eine variierende Breite, was auch den Fall einer Variation in mehreren dieser Parameter einschließt.

[0016] Ein für die Durchführung des Biegeverfahrens geeignetes Biegewerkzeug weist die Halteeinrichtung und die Biegewangen auf, nämlich eine erste Biegewange und wenigstens eine weitere, zweite Biegewange, zwischen denen das Werkstück im Biegeabschnitt mit einer Klemmkraft klemmbar ist. Die Biegewangen sind für die Biegeumformung relativ zu der Halteeinrichtung rotatorisch um die genannte Rotationsachse bewegbar. Die Rotationsachse kann bei einem inkrementellen Biegen zwischen aufeinander folgenden Bieeschritten veränderbar, beispielsweise parallel versetzbar sein, in bevorzugt einfachen Ausführungen ist sie jedoch in Bezug auf das Biegewerkzeug ortsfest. Vorteilhaft ist die Rotationsachse zu der von den Biegewangen auf das Werkstück ausgeübten Klemmkraft parallel oder zumindest im Wesentlichen parallel, wobei als im Wesentlichen parallel auch noch eine Rotationsachse aufgefasst wird, die zu der Klemmkraft eine Neigung von höchstens 30° aufweist.

[0017] Die Biegewangen weisen einander zugewand-

te Klemmflächen auf, die zum Klemmen gegen den Biegeabschnitt des Werkstücks gepresst werden, um dieses reibschlüssig zu spannen. Der Klemmeingriff mit dem Werkstück kann rein reibschlüssig sein, kann alternativ aber auch einen Formschluss umfassen. Es kann eine der Biegewangen oder es können beide Biegewangen in ihrer jeweiligen Klemmfläche erhaben aufragende Prägeflächen aufweisen, um im Klemmeingriff das Werkstück zu prägen.

[0018] Weist das Werkstück im Querschnitt ein offenes Profil auf mit einem zwischen den Biegewangen zu klemmenden ersten Schenkel und einem zweiten Schenkel, vorzugsweise kürzeren Schenkel, der zu dem ersten Schenkel eine Neigung aufweist, ist es vorteilhaft, wenn der zweite Schenkel bei der Biegeumformung seitlich gestützt wird, um einer Änderung der Neigung entgegenzuwirken, vorzugsweise eine Änderung gänzlich zu verhindern. Die betreffende Biegewange bildet in derartigen Ausführungen eine Anlagefläche für den zweiten Schenkel. Bei Zugbeanspruchung besteht die Tendenz, dass der zweite Schenkel in Richtung auf den geklemmten ersten Schenkel gezogen und die Neigung dadurch verringert wird. Eine seitliche Abstützung und in diesem Sinne Führung ist nicht nur für einen bezüglich der Biegeumformung äußeren zweiten Schenkel, sondern auch für einen bei der Biegeumformung am inneren Rand des geklemmten ersten Schenkels verlaufenden zweiten Schenkel vorteilhaft. Zum Biegen beispielsweise eines U- oder Doppel-T-Profils, bei dem zwei oder vier zweite Schenkel längs des mittleren ersten Schenkels verlaufen, ist eine seitliche Abstützung jedes der zweiten Schenkel von Vorteil. Wird ein als Seitenführung dienender Stempel einer Biegewange einteilig ausgeführt, ist die längs der Biegelinie des Werkstücks gemessene Länge des Stempels und dementsprechend die Länge der Seitenführung begrenzt. Um die Seitenführung zu verlängern, ist eine Segmentierung des Stempels von Vorteil, um die seitliche Abstützung im Biegeabschnitt zu verlängern.

[0019] Ungeachtet der Frage einer seitlichen Abstützung kann für das Biegen von offenen Profilen mittels einer Segmentierung der Biegewangen die Klemmfläche verlängert und dadurch vergrößert werden. Wie auch im Falle einer nur seitlichen Abstützung sind die einzelnen Segmente miteinander beweglich verbunden, so dass sie gemeinsam eine der Biegekontur des Werkstücks folgende Klemmfläche bilden. Bei einer segmentierten Biegewange können sämtliche Segmente Klemmflächen zum Klemmen des Werkstücks bilden. Bei mehr als zwei Segmenten kann alternativ ein weiteres, drittes Segment an seiner dem Werkstück zugewandten Seite eine Freistellung aufweisen und dementsprechend keine Klemmfläche für das Werkstück bilden, sondern lediglich als seitliche Abstützung dienen. Grundsätzlich gilt dies auch umgekehrt, d. h. eines oder mehrere der Segmente können auch lediglich als Klemmsegmente, aber nicht gleichzeitig als seitliche Abstützung dienen. Bei einer Segmentierung in beispielsweise genau zwei Segmente

kann das eine, vorzugsweise das näher bei der Halteeinrichtung angeordnete Segment, als Klemm- und Abstützsegment und das andere Segment nur als Abstützsegment oder nur als Klemmsegment oder bevorzugt ebenfalls als Klemm- und Abstützsegment dienen, indem es eine Klemmfläche zum Werkstück aufweist und während der Biegeumformung in jedem Zeitpunkt bis zu dem zweiten Schenkel des Werkstücks reicht. Entsprechendes gilt für eine Segmentierung in mehr als zwei Segmente hinsichtlich jedes der Segmente, wobei vorzugsweise zumindest das der Halteeinrichtung nächste Segment als Klemmsegment und vorzugsweise auch als Abstützsegment ausgeführt ist.

[0020] Eine Antriebseinrichtung, mittels der die rotatorische Bewegung der Biegewangen bewirkt werden kann, ist vorzugsweise Bestandteil des Biegewerkzeugs, indem sie an einer Basis des Werkzeugs abgestützt und mit den Biegewangen gekoppelt ist. Auf diese Weise wird der Kraftfluss für den Antrieb der Biegewangen innerhalb des Biegewerkzeugs geschlossen. Die Basis, an der sich die Antriebseinrichtung abstützt, kann beispielsweise eine Grundplatte des Biegewerkzeugs sein, über die das Werkzeug an einer Presse abgestützt ist. Die Presse stellt vorteilhafterweise eine Zustelleinrichtung zur Verfügung, mittels der die Biegewangen zur Erzeugung der Klemmkraft aufeinander zu bewegbar und gegen den Biegeabschnitt des Werkstücks pressbar sind. Die Presse kann auch das Abstellen besorgen. In einer Modifikation kann das Biegewerkzeug als solches mit einer Abstelleinrichtung ausgestattet sein, so dass eine Zu- und Abstelleinrichtung entweder von der Presse oder von der Presse in Kombination mit dem Biegewerkzeug verwirklicht ist. Die Zu- und Abstelleinrichtung besorgt vorzugsweise auch das Herstellen und Lösen des Halteeingriffs der Halteeinrichtung. Ferner kann eine Vorschubeinrichtung vorgesehen sein, die das Werkstück zwischen den einzelnen Biegeschritten jeweils ein Stück weit vorwärts bewegt, vorzugsweise auf einem Unterteil der Halteeinrichtung aufliegend vorwärts schiebt. Die Vorschubeinrichtung kann ebenfalls noch innerhalb des Biegewerkzeugs oder an einem übergeordneten, das Biegewerkzeug lagernden Gestell, beispielsweise der genannten Presse, abgestützt sein. Schließlich ist in bevorzugten Ausführungen, insbesondere in Ausführungen für inkrementelles Biegen, eine Steuerungseinrichtung vorgesehen, die die Antriebseinrichtung der Biegewangen, die Vorschubeinrichtung und die Zu- und Abstelleinrichtung steuert, so dass die Bewegungsabläufe aufeinander abgestimmt von den betreffenden Einrichtungen ausgeführt werden.

[0021] Vorteilhaft wird ein Bauteil durch die Biegeumformung aus dem Werkstück geformt. Das Bauteil kann insbesondere ein offenes Blechprofil, das geformt wurde, sein oder enthalten, falls es sich um ein zusammengebautes Bauteil handelt. Das Bauteil wird bevorzugt als Strukturelement eines Fahrzeugs verwendet, vorzugsweise in einem oder für ein Kraftfahrzeug, Lastkraftwagen ebenso wie Personenkraftwagen. Es kann stattdes-

sen auch ein Strukturelement eines Schienenfahrzeugs oder eines Luft- oder Wasserfahrzeugs bilden, bevorzugt eine Spantstruktur, oder für einen Einbau in solch ein Fahrzeug vorgesehen sein. Es kann insbesondere als Karosseriestruktur eines Kraftfahrzeugs vorgesehen oder eingebaut sein, beispielsweise als Längsträger in einer Kraftfahrzeugkarosserie. Längsträger von Kraftfahrzeugkarosserien sind oftmals nicht nur um eine oder mehrere zur Breitenrichtung des Längsträgers parallele Achse(n) gebogen, sondern können auch einen gebogenen Verlauf mit einem oder mehreren Bogenabschnitt(en) aufweisen, der oder die sich um eine Achse oder mehrere Achsen erstreckt oder erstrecken, die parallel zu der Richtung ist oder sind, in die jeweils die Materialdicke des Strukturelements gemessen wird. Die Biegeumformung eignet sich insbesondere zur Formung solcher Bögen.

[0022] Weitere bevorzugte Merkmale werden auch in den Unteransprüchen und in den Kombinationen der Unteransprüche beschrieben.

[0023] Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand von Figuren erläutert. An den Ausführungsbeispielen offenbar werdende Merkmale bilden je einzeln und in jeder Merkmalskombination die Gegenstände der Ansprüche und auch die vorstehend beschriebenen Ausgestaltungen vorteilhaft weiter. Es zeigen:

- Figur 1 eine Draufsicht auf ein Werkstück, das durch Biegen umgeformt wird,
- Figur 2 ein Biegewerkzeug für die Biegeumformung mit dem gespannten Werkstück in einer Seitenansicht,
- Figur 3 das Biegewerkzeug mit dem für die Biegeumformung positionierten Werkstück in einer Draufsicht auf ein Unterteil des Biegewerkzeugs,
- Figur 4 das Biegewerkzeug in einer perspektivischen Sicht,
- Figur 5 das Biegewerkzeug in einem Längsschnitt,
- Figur 6 eine erste Modifikation des Biegewerkzeugs und
- Figur 7 eine zweite Modifikation des Biegewerkzeugs.

[0024] Figur 1 zeigt eine Biegeumformung, mittels der ein Werkstück 1 durch Schwenkbiegen in mehreren Biegeschritten um eine Hochachse Z des Werkstücks 1 und somit um eine "hohe Kante" gebogen wird. Das Werkstück 1 kann insbesondere ein Flachblech oder ein offenes Blechprofil, beispielsweise ein U- oder Doppel-T-Profil sein. Zu Vereinfachungszwecken sei angenommen, dass es sich um ein einfach ebenes Blech handelt. Das Werkstück 1 ist ein in X-Richtung langgestreckter Streifen, vorzugsweise gerader Streifen, beliebiger Länge, mit einer demgegenüber geringeren Breite, die rechtwinklig zur Längsrichtung X in Y-Richtung gemessen wird, und einer gegenüber der Breite nochmals deutlich geringeren Dicke, die in der zu der Längsrichtung X und

der Querrichtung Y senkrechten Z-Richtung, parallel zur Hochachse, gemessen wird. Bei der Biegeumformung wird das Werkstück 1 um eine Rotationsachse R gebogen, die zu der Hochachse Z parallel ist. Ein im Werkstück 1 zu formender Bogen wird durch inkrementelles Biegen in einer Sequenz von nacheinander ausgeführten Biegeschritten erzeugt. Das Werkstück 1 wird zwischen den Biegeschritten jeweils um eine inkrementelle Länge 1 in eine Vorschubrichtung V vorwärts bewegt.

[0025] Figur 2 zeigt ein Biegewerkzeug in einer Seitenansicht mit dem gespannten Werkstück 1. Das Biegewerkzeug weist eine Grundplatte 6, eine Deckplatte 9 und zwischen den Platten 6 und 9 eine Halteeinrichtung mit einem Unterteil 7 und einem Oberteil 8 und ferner ein Rotationsteil 10, im Ausführungsbeispiel ein Schwenkteil, mit einer ersten Biegewange 11 und einer zweiten Biegewange 12 auf. Das Werkzeug ist in einer Presse angeordnet, von der ein Pressentisch 5 dargestellt ist und die auf die Deckplatte 9 eine in Richtung auf die Grundplatte 6 gerichtete Pressenkraft P ausübt, um das Werkstück 1 sowohl in der Halteeinrichtung 7, 8 als auch im Rotationsteil 10 jeweils in einem Reibschluss zu klemmen. Im Rotationsteil 1 wird durch die Pressenkraft P eine Klemmkraft K erzeugt, mit der die Biegewangen 11 und 12 das Werkstück 1 klemmen. Dieser Klemmeingriff ist rein reibschlüssig oder beruht zumindest zu einem überwiegenden Teil auf Reibschluss. Die im Reibschluss wirkende Reibkraft ist zu der Klemmkraft K orthogonal. Das Rotationsteil 10 ist im gespannten Zustand relativ zu der Grund- und der Deckenplatte 6 und 9 und insbesondere zu der Halteeinrichtung 7, 8 um die Rotationsachse R schwenkbar. Die Rotationsachse R ist in Bezug auf das Werkzeug, insbesondere die Halteeinrichtung 7, 8 ortsfest.

[0026] In Figur 1 ist das Rotationsteil 10 in zwei Endpositionen der Biegeumformung dargestellt, nämlich einer ersten Biegewangenposition, die das Rotationsteil 10 vor der Biegeumformung einnimmt, und einer zweiten Biegewangenposition, in der das Rotationsteil mit 10' bezeichnet ist und in die es bei der Biegeumformung bewegt wird. Das Werkstück 1 wird für die Biegeumformung in einem Halteabschnitt 2 mittels der Halteeinrichtung 7, 8 gespannt. Ein Biegeabschnitt des Werkstücks 1 ragt über die Halteeinrichtung 7, 8 hinaus in Richtung auf die in der ersten Biegewangenposition befindlichen Biegewangen 11 und 12 im Reibschluss geklemmt. Zwischen den Klemmflächen der Halteeinrichtung 7, 8 und den Klemmflächen des Rotationsteils 10, d. h. zwischen den Klemmflächen der Biegewangen 11 und 12, verbleibt in Längsrichtung X ein freier Spalt der Länge 1 und dementsprechend ein freier, nicht geklemmter Teilabschnitt 3. Zum Umformen wird das Rotationsteil 10 um einen Schwenkwinkel α von der Halteeinrichtung 7, 8 weg geschwenkt bis in die mit 10' bezeichnete zweite Biegewangenposition. Bei dieser Bewegung wird der freie Teilabschnitt 3 über die gesamte geklemmte Breite des Teilabschnitts 4 der Schwenkbewegung entsprechend auf einem Kreis-

bogen um die Rotationsachse R gestreckt. Die Rotationsachse R befindet sich innerhalb des Innenradius des geklemmten Teilabschnitts 4, so dass das Werkstück 1 im Umformbereich, den primär der freie Teilabschnitt 3 bildet, über die gesamte Breite nur auf Zug beansprucht wird. Die von der Halteeinrichtung 7, 8 und dem Rotationsteil 10 aufzunehmenden Zugspannungen sind in Figur 1 mit F bezeichnet.

[0027] Das Werkstück 1 wird in einer Sequenz von inkrementellen Biegeschritten, die nacheinander ausgeführt werden, sukzessive jeweils ein Stück weiter um die Rotationsachse R gebogen. Nach jeweils einem Biegeschritt, bei dem das Rotationsteil 10 aus der ersten Biegewangenposition in die mit 10' bezeichnete zweite Biegewangenposition bewegt wurde, wird der Klemmeingriff der Biegewangen 11, 12 gelöst, und das Rotationsteil 10 mit den gelösten Biegewangen 11 und 12 wird in die erste Biegewangenposition, die in Figur 1 mit 10 bezeichnet ist, zurückbewegt. Wenn das Rotationsteil 10 wieder die erste Biegewangenposition einnimmt, gegebenenfalls auch früher, jedenfalls aber erst nach Ausführung des vorherigen Bieeschritts, wird der Halteeingriff der Halteeinrichtung 7, 8 gelöst. Nach dem Lösen des Halteeingriffs wird das Werkstück 1 mittels einer Vorschubeinrichtung in die Vorschubrichtung V bis in eine neue Werkstückposition bewegt. Der Vorschub entspricht der Länge 1 des freien Teilabschnitts 3. Die Halteeinrichtung 7, 8 bildet bei dem Vorschub eine Seitenführung für das Werkstück 1. Wenn das Werkstück 1 die neue Werkstückposition einnimmt, wird es mittels der Halteeinrichtung 7, 8 in dem auf dem Unterteil 7 jetzt liegenden Halteabschnitt 2 im Halteeingriff erneut geklemmt, ferner wird auch der Klemmeingriff der Biegewangen 11 und 12 mit dem Biegeabschnitt 3, 4, nämlich in dem durch die Vorschubbewegung nachgeführten Teilabschnitt 4, hergestellt. Anschließend wird das Rotationsteil 10 wieder aus der ersten Biegewangenposition in die zweite Biegewangenposition 10' geschwenkt. Die Sequenz wird so lange wiederholt, bis im Werkstück 1 der gewünschte Bogen ausgeformt ist.

[0028] Mit dem inkrementellen Schwenkbiegen können insbesondere Flachbleche und offene Blechprofile zu Strukturelementen mit einem in der Ebene des Flachblechs oder eines Hauptschenkels des Profils bogenförmigen Verlauf geformt werden, die bislang aus mehreren Teilen gefügt werden mussten. Der Hauptschenkel bildet in dem zu formenden Strukturelement vorzugsweise einen Haupttraggurt. Mit dem Verfahren können flexibel unterschiedliche Radien ausgeformt werden, da die Position der Rotationsachse R in der X,Y-Ebene relativ zu dem Werkstück 1 mit geringem Aufwand versetzt werden kann. So kann die Rotationsachse R wie im Ausführungsbeispiel noch innerhalb des Innenrands des Biegeabschnitts 3, 4 angeordnet werden, so dass im Umformbereich überall nur Zugspannungen auftreten. Die Rotationsachse R kann stattdessen auch durch den Umformbereich verlaufen, so dass im Umformbereich bzw. Biegeabschnitt 3, 4 eine neutrale Faser erhalten wird, au-

ßerhalb der beim Umformen primär Zugspannungen und innerhalb der primär Druckspannungen auf das Werkstück 1 wirken. Im Extremfall kann die Rotationsachse R auch noch weiter nach außen verlagert werden, so dass im Umformbereich primär nur Druckspannungen auftreten und das Werkstück 1 über einen überwiegenden Teil der Breite oder über die gesamte Breite gestaucht wird.

[0029] Eine praktisch vernünftige Grenze für den Zugspannungsfall ist die Gleichmaßdehnung, die in der am stärksten auf Zugspannung beanspruchten Faser des Werkstücks 1 vorteilhafterweise nicht überschritten wird. Für den Druckspannungsfall ist Knicken kritisch. Die Biegeumformung wird vorzugsweise so durchgeführt, dass diese Grenzen nicht und im Falle einer inkrementellen Biegeumformung in keinem der Biegeschritte erreicht werden. In den meisten Anwendungsfällen wird es günstig sein, wenn die Rotationsachse eine den Schwenkradius repräsentierende Linie in einem Abschnitt schneidet, der sich in Breitenrichtung Y von der Mitte des Werkstücks 1 bis zu dem kurzen inneren Rand des Biegeabschnitts 3, 4 oder, wie in Figur 1, ein kleines Stück weit nach innen über den kurzen inneren Rand hinaus erstreckt. Die Flexibilität des Verfahrens liegt nicht zuletzt in der Variierbarkeit der Position der Rotationsachse R, also der Variierbarkeit des Orts der Rotationsachse R sowohl in Y-Richtung als auch quer dazu, in X-Richtung, begründet. Eine Veränderung des Orts der Rotationsachse R kann durch Austausch des Rotationsteils 10 mit zu anderen Biegeverfahren vergleichsweise geringem Aufwand realisiert werden. Gegebenenfalls muss die Halteeinrichtung 7, 8 in angepasster Weise neu positioniert werden. In den geometrischen Grenzen, die durch die Klemmflächen der Halteeinrichtung 7, 8 und des Rotationsteils 10 vorgegeben sind, kann eine Variation auch durch eine entsprechende Positionierung des Werkstücks 1 relativ zum Biegewerkzeug vorgenommen werden. Falls die Halteeinrichtung 7, 8 wie bevorzugt eine Seitenführung bildet, wird diese entsprechend verstellt. Bildet auch eine der Biegewangen 11 und 12 oder bilden beide Biegewangen 11 und 12 eine Seitenführung oder auf beiden Seiten des Werkstücks 1 jeweils eine Seitenführung, ist es grundsätzlich auch möglich, diese Seitenführung oder Seitenführungen in angepasster Weise verstellbar zu gestalten. Weitere Werkzeugparameter, die variiert werden können, sind der Schwenkwinkel α und die Spaltlänge 1.

[0030] Figur 3 zeigt das Werkstück 1 auf dem Unterteil 7 der Halteeinrichtung 7, 8 und der ersten Biegewange 11 liegend. Die Schwenkbewegung um die Rotationsachse R ist mit einem Doppelpfeil angedeutet. Die Biegewange 11 weist an ihrer der Halteeinrichtung 7, 8 zugewandten Seite eine Freistellung auf, so dass sie trotz der nur geringen Spaltlänge 1 um einen Schwenkwinkel α von mehreren Winkelgrad, vorzugsweise wenigstens 5° und vorzugsweise höchstens 20° , geschwenkt werden kann. Die Biegewange 12 weist eine solche Freistellung ebenfalls auf. Um Scherspannungen im Umformbereich

des Werkstücks 1 so gut als möglich zu vermeiden, ist die Rotationsachse R in dem der Halteeinrichtung 7, 8 zugewandten hinteren Bereich des Rotationsteils 10, im Ausführungsbeispiel exakt auf dem hinteren Rand angeordnet. Bei solch einer Anordnung kann die Rotationsachse R unter Vermeidung von im Umformbereich des Werkstücks 1 auftretenden Scherspannungen zum Werkstück 1 hin bis auf den inneren Rand des Werkstücks 1 gerückt werden.

[0031] Figur 4 zeigt das Biegewerkzeug in einer perspektivischen Sicht und einem im Vergleich mit Figur 2 größeren Detaillierungsgrad. Die Deckplatte 9 ist längs mehrerer Führungssäulen 20 gemeinsam mit dem daran angeordneten Oberteil 8 und der ebenfalls daran angeordneten zweiten Biegewange 12 in Richtung auf die Grundplatte 6 hin und her beweglich geführt. Dargestellt ist auch eine Antriebseinrichtung 22, mittels der die Rotationsbewegung des Rotationsteils 10 um die Rotationsachse R bewirkt wird. Die Antriebseinrichtung 22 ist im Ausführungsbeispiel als fluidische Kolben/Zylinder-Einheit gebildet. Ein Zylinder der Antriebseinrichtung 22 ist gelenkig über ein Gelenkelement 23 an der Grundplatte 6 abgestützt, und der Kolben ist gelenkig über ein Gelenkelement 24 mit dem Rotationsteil 10 verbunden, so dass Ein- und Ausfahrbewegungen der Antriebseinrichtung 22 in die hin- und hergehende Rotationsbewegung des Rotationsteils 10 umgewandelt werden. Vorteilhaft ist, dass die Antriebseinrichtung 22 am Werkzeug, im Ausführungsbeispiel an dessen Grundplatte 6 abgestützt und daher der Kraftfluss innerhalb des Werkzeugs geschlossen ist. Das Gelenkelement 23 ist absolut fest mit der Grundplatte 6 verbunden, während die Verbindung des Gelenkelements 24 mit der Rotationsteil 10 so gestaltet ist, dass die Biegewangen 11 und 12 relativ zu dem Gelenkelement 24 jeweils aufeinander zu- und voneinander abstellbar sind, um den Klemmeingriff mit dem Biegeabschnitt 3, 4 des Werkstücks 1 herstellen und lösen zu können. Abgesehen von dieser Beweglichkeit sind die Biegewangen 11 und 12 fest mit dem Gelenkelement 24 verbunden.

[0032] Figur 5 zeigt das Biegewerkzeug in dem in Figur 4 eingezeichneten Schnitt A-A. Wie auch in Figur 4 eingetragen, umfasst die erste Biegewange 11 eine Pressplatte 11a und eine Unterplatte 11b. Die Pressplatte 11a bildet die Klemmfläche der Biegewange 11 und stützt sich über die Unterplatte 11b an einer Gleitplatte 14 ab. Die zweite Biegewange 12 weist ebenfalls eine Pressplatte 12a auf, die die Klemmfläche der Biegewange 12 bildet. Die Pressplatte 12a ist an einer Oberplatte 12b angeordnet, die über Federn 13 an einer weiteren Oberplatte 12c abgestützt ist. Die Oberplatte 12c ist in einem Gleitkontakt mit einer oberen Gleitplatte 15. Die Gleitplatte 14 ist fest mit der Grundplatte 6 und die Gleitplatte 15 ist fest mit der Deckplatte 9 verbunden. Die Zweiteilung der mit der Deckplatte 9 verfahrbaren Biegewange 12 und die Kopplung der beiden Teile mittels der Federn 13 sorgt für eine Vergleichmäßigung der über die Deckplatte 9 eingeleiteten Pressenkraft P und in der Folge

auch des Reibschlusses und der Verteilung der Klemmkraft K im Rotationsteil 10 (Figur 2). Die Verhältnisse bei der Halteeinrichtung 7, 8 sind vergleichbar, es entfallen jedoch die Gleitplatten, da das Unterteil 7 fest mit der Grundplatte 6 und das ebenfalls zweigeteilte Oberteil 8 abgesehen von der ebenfalls zwischen den beiden Strukturteilen des Oberteils 8 gegebenen Federbeweglichkeit fest mit der Deckplatte 9 verbunden ist.

[0033] Für die Flexibilität des Biegewerkzeugs hinsichtlich der Geometrie des erzeugbaren Bogens ist vorteilhaft, dass die Rotationsbeweglichkeit der Biegewangen 11 und 12 mit Gelenkverbindungen geschaffen wird, die sich höchstens bis zur Klemmfläche der Biegewange 11 oder 12 erstrecken, die von der jeweiligen Gelenkverbindung gelagert wird, die Klemmflächen also nicht von einem Gelenkelement der Gelenkverbindungen durchbrochen werden. Die Biegewange 11 ist mittels eines eigenen Drehgelenks mit Gelenkelementen 16 und 17 mit der Grundplatte 6 und die Biegewange 12 ist mittels eines eigenen Drehgelenks mit Gelenkelementen 18 und 19 mit der Deckplatte 9 um die Rotationsachse R rotatorisch bewegbar verbunden. Bei den Gelenkelementen handelt es sich im Falle der Biegewange 11 um einen an der Grundplatte 6 abgestützten Drehbolzen 16 und eine mit der Biegewange 11 verbundene Drehbuchse 17, und bei den Gelenkelementen 18 und 19 handelt es sich um einen an der Deckplatte 9 abgestützten Drehbolzen 18 und eine mit der Biegewange 12 verbundene Drehbuchse 19. Die Pressplatten 11a und 12a erstrecken sich über die jeweilige Gelenkverbindung 16, 17 und 18, 19 hinweg.

[0034] Die Figuren 6 und 7 zeigen zwei modifizierte Ausführungsbeispiele für das Rotationsteil 10. Dargestellt ist jeweils eine modifizierte Biegewange 12. Die Modifikation besteht darin, dass die im Ausführungsbeispiel der Figuren 4 und 5 einfach plane Pressplatte 12a durch einen segmentierten Stempel ersetzt wird. Die Segmentierung ist vorteilhaft für die Biegeumformung eines profilierten Werkstücks 1. Das profilierte Werkstück 1 weist einen breiten ersten Schenkel 1a und einen demgegenüber schmaleren zweiten Schenkel 1b auf, der längs des äußeren Randes des Werkstücks 1 von dem ersten Stempel 1a rechtwinklig aufragt. Das Werkstück 1 ist in Figur 8 im Profil dargestellt. Durch die Segmentierung kann eine größere Klemmfläche geschaffen werden. Ferner kann der zweite Schenkel 1b bei der Biegeumformung seitlich nach innen abgestützt und somit eine Verringerung der Neigung aufgrund der bei der Biegeumformung auftretenden Zugspannung verhindert werden.

[0035] Figur 6 zeigt schematisch in einer Draufsicht eine zweite Biegewange 12 mit einem aus Schiebesegmenten 25a-25d zusammengesetzten Stempel. Die Schiebesegmente 25a-25d sind miteinander so verbunden, dass sie relativ zueinander der Biegekontur des Biegeabschnitts 4 folgend beweglich sind. Das der Halteeinrichtung 7, 8 nächstliegend angeordnete Stempelsegment 25a ist mit dem Oberteil 12b, 12c der Biegewange 12 fest verbunden. Die weiteren Segmente 25b-d sind

über das Segment 25a mit dem Oberteil 12b, 12c schiebebeweglich verbunden. Die Segmente 25a-d sind in Figur 6 schematisch als Rechtecke dargestellt, im realen Werkzeug sind sie jedoch an die Biegekontur im Biegeabschnitt 3, 4 angepasst geformt, so dass eine flächige Anlage und Seitenführung für den zweiten Schenkel 1b erhalten wird. Falls das Werkstück 1 ein U- oder Doppel-T-Profil ist und dementsprechend an seinem inneren Rand einen weiteren zweiten Schenkel aufweist, gilt dies entsprechend auch für die Innenseiten der Segmente 25a-d.

[0036] In der Modifikation der Figur 7 weist die zweite Biegewange 12 einen segmentierten Stempel mit Stempelsegmenten 26a-f auf, die jeweils schwenkbeweglich miteinander verbunden sind. Das der Halteeinrichtung 7, 8 nächstbenachbarte Stempelsegment 26a ist wieder fest mit dem Oberteil 12b, 12c der Biegewange 12 verbunden, und die weiteren Stempelsegmente 26b-f sind über das Stempelsegment 26a beweglich mit dem Oberteil 12b, 12c verbunden. Die beweglichen Segmente 26b-f stützen sich über eine Gleitplatte an dem Oberteil der Biegewange 12 ab. Im Übrigen gilt das zu den Schiebesegmenten der Figur 6 Gesagte.

25 Bezugszeichen:

[0037]

1	Werkstück
30 1a	langer Schenkel
1b	kurzer Schenkel
2	Halteabschnitt
3	Biegeabschnitt
4	Biegeabschnitt
35 5	Pressentisch
6	Grundplatte
7	Halteeinrichtung, Unterteil
8	Halteeinrichtung, Oberteil
9	Deckplatte
40 10	Rotationsteil
11	erste Biegewange
12	zweite Biegewange
12a	Pressplatte, Stempel
12b	Oberteil
45 12c	Oberteil
13	Feder
14	Gleitplatte
15	Gleitplatte
16	Gelenkelement
50 17	Gelenkelement
18	Gelenkelement
19	Gelenkelement
20	Führungssäule
21	-
55 22	Antriebseinrichtung
23	Gelenkelement
24	Gelenkelement
25a-d	Segmente

26a-f Segmente

F	Zugkraft
K	Klemmkraft
P	Pressenkraft
R	Rotationsachse
V	Vorschubrichtung
r_a	Außenradius
X, Y, Z	Werkstückachsen
α	Schwenkwinkel
β	Neigung

Patentansprüche

1. Verfahren zum Biegen eines Werkstücks, bei dem

- (a) das Werkstück (1) mittels einer Halteeinrichtung (7, 8) in einem Halteeingriff gehalten,
- (b) in einem von der Halteeinrichtung (7, 8) in Längsrichtung vorragenden Biegeabschnitt (3, 4) mittels Reibschluss zwischen Biegewangen (11, 12) geklemmt
- (c) und durch Biegen umgeformt wird, indem die Biegewangen (11, 12) mit dem geklemmten Biegeabschnitt (3, 4) relativ zu der Halteeinrichtung (7, 8) mittels einer Rotationsbewegung aus einer ersten Biegewangenposition in eine zweite Biegewangenposition um eine Rotationsachse (R) bewegt werden,
- (d) wobei zumindest ein überwiegender Teil der das Biegen bewirkenden Biegekraft mittels einer im Reibschluss wirkenden Reibkraft in den Biegeabschnitt (3, 4) eingeleitet wird,
- dadurch gekennzeichnet, dass**
- (e) die Rotationsachse (R) zu der von den Biegewangen (11, 12) auf das Werkstück (1) ausgeübten Klemmkraft (K) zumindest im Wesentlichen parallel ist.

2. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, bei dem das Werkstück (1) nach dem Biegen relativ zu der Halteeinrichtung (7, 8) in die Richtung, in die der Biegeabschnitt (3, 4) von der Halteeinrichtung (7, 8) vorragt, bis in eine neue Werkstückposition vorwärts bewegt und durch Wiederholung der Schritte (a) bis (d) weiter gebogen wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem

- (f) der Reibschluss der Biegewangen (11, 12) in der zweiten Biegewangenposition gelöst wird,
- (g) die Biegewangen (11, 12) in die erste Biegewangenposition zurück bewegt werden,
- (h) der Halteeingriff der Halteeinrichtung (7, 8) gelöst
- (i) und das Werkstück (1) relativ zu der Halteeinrichtung (7, 8) in die Richtung, in die der Biegeabschnitt (3, 4) von der Halteeinrichtung (7, 8) vorragt, bis in eine neue Werkstückposition vorwärts bewegt wird

einrichtung (7, 8) in die Richtung, in die der Biegeabschnitt (3, 4) von der Halteeinrichtung (7, 8) vorragt, bis in eine neue Werkstückposition vorwärts bewegt wird

(j) und bei dem die Schritte (a) bis (d) für ein inkrementelles Biegen an dem in der neuen Werkstückposition befindlichen Werkstück (1) wiederholt werden.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem zwischen einem im Halteeingriff befindlichen Halteabschnitt (2) des Werkstücks (1) und einem zwischen den Biegewangen (11, 12) geklemmten Teilabschnitt (4) des Biegeabschnitts (3, 4) ein freier Teilabschnitt (3) des Biegeabschnitts (3, 4) verbleibt, in dem zumindest ein überwiegender Teil der Biegeumformung stattfindet, wenn die Biegewangen (11, 12) in die zweite Biegewangenposition bewegt werden.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche und wenigstens einem der folgenden Merkmale:

- der Biegeabschnitt (3, 4) wird bei der Biegeumformung um die Rotationsachse (R), vorzugsweise eine relativ zu der Halteeinrichtung (7, 8) ortsfeste Rotationsachse (R), gestreckt oder gestaucht;
- der Biegeabschnitt (3, 4) wird bei dem Biegen um die Rotationsachse (R) gestreckt oder gestaucht, die sich zumindest im Wesentlichen orthogonal zu der in dem Reibschluss auf den Biegeabschnitt (3, 4) wirkenden Reibkraft erstreckt.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem als das Werkstück (1) ein Flachblech oder offenes Blechprofil verwendet, das Flachblech oder ein Schenkel (1a) des Blechprofils flach zwischen den Biegewangen (11, 12) geklemmt und um eine in Dickenrichtung des Flachblechs oder des geklemmten Schenkels (1a) erstreckte Rotationsachse (R) gebogen wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Werkstück (1) von wenigstens einer der Biegewangen (11, 12) im Reibschluss geprägt wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem wenigstens eine der Biegewangen (11, 12) längs einer Biegelinie des Werkstücks (1) in Segmente (25a-d; 26a-f) segmentiert ist, die in Anpassung an eine durch das Biegen erzeugte Krümmung des Biegeabschnitts (3, 4) beweglich miteinander verbunden sind, und bei dem wenigstens zwei der Segmente bei dem Biegen gegen das Werkstück (1) gepresst werden, um dieses zu klemmen.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Werkstück (1) profiliert ist mit einem ersten Schenkel (1a), der in dem Reibschluss von den Biegewangen (11, 12) geklemmt wird, und einem längs des ersten Schenkels (1a) mit einer Neigung (β) abragenden zweiten Schenkel (1b), der zur Verhinderung einer Änderung der Neigung (β) bei dem Biegen von einer der Biegewangen (11, 12) gestützt wird. 5
10. Biegewerkzeug, umfassend:
- (a) eine Halteeinrichtung (7, 8) zum Halten eines Werkstücks (1),
 - (b) eine erste Biegewange (11) und eine zweite Biegewange (12), zwischen denen ein von der Halteeinrichtung (7, 8) vorragender Biegeabschnitt (3, 4) des Werkstücks (1) mit einer Klemmkraft (K) klemmbar ist,
 - (c) wobei die Biegewangen (11, 12) zum Biegen relativ zu der Halteeinrichtung (7, 8) rotatorisch um eine Rotationsachse (R) bewegbar sind, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 - (d) die Rotationsachse (R) zu der Klemmkraft (K) eine Neigung von höchstens 30° aufweist, sich vorzugsweise zumindest im Wesentlichen orthogonal zu einer in dem Reibschluss auf den Biegeabschnitt (3, 4) wirkenden Reibkraft erstreckt. 20
11. Biegewerkzeug nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Biegewange (12) in Richtung der Klemmkraft (K) auf die erste Biegewange (11) zu bewegbar und gegen den Biegeabschnitt (3, 4) pressbar ist. 25
12. Biegewerkzeug nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein überwiegender Teil der das Biegen bewirkenden Biegekraft mittels eines von der Klemmkraft (K) erzeugten Reibschlusses in den Biegeabschnitt (3, 4) eingeleitet wird. 30
13. Biegewerkzeug nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine der Biegewangen (11, 12) längs einer Biegelinie des Werkstücks (1) in Segmente (25a-d; 26a-f) segmentiert ist, die in Anpassung an eine durch das Biegen erzeugbare Krümmung des Biegeabschnitts (3, 4) beweglich miteinander verbunden sind, wobei wenigstens eines der Segmente zum Klemmen und Einleiten der Biegekraft gegen den Biegeabschnitt (3, 4) pressbar ist. 35
14. Biegewerkzeug nach einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Werkstück (1) profiliert ist mit einem ersten Schenkel (1a) und einem längs des ersten Schenkels (1a) mit einer Neigung (β) abragenden zweiten Schenkel (1b), der erste Schenkel (1a) flach zwischen den Biegewangen (11, 12) liegend mittels der Biegewangen (11, 12) klemmbar ist und der zweite Schenkel (1b) von einer der Biegewangen (11, 12) seitlich stützbar ist, um einer Änderung der Neigung (β) entgegen zu wirken. 40
15. Biegewerkzeug nach einem der Ansprüche 10 bis 14, umfassend eine Vorschubeinrichtung, mittels der das Werkstück (1) relativ zu der Halteeinrichtung (7, 8) in die Richtung, in die der Biegeabschnitt (3, 4) von der Halteeinrichtung (7, 8) vorragt, weiterbewegt werden kann. 45
16. Biegewerkzeug nach einem der Ansprüche 10 bis 15, und wenigstens einem der folgenden Merkmale:
- (i) das Biegewerkzeug umfasst eine Antriebseinrichtung (22) für einen hin- und hergehenden Antrieb der Biegewangen (11, 12) um die Rotationsachse (R);
 - (ii) das Biegewerkzeug umfasst eine Zu- und Abstelleinrichtung zum Lösen und Herstellen eines Halteeingriffs der Halteeinrichtung (7, 8) und eines Klemmeingriffs der Biegewangen (11, 12) und eine Steuerungseinrichtung für eine abgestimmte Steuerung der Vorschubeinrichtung, der Antriebseinrichtung (22) und der Zu- und Abstelleinrichtung, wobei die Steuerungseinrichtung dazu eingerichtet ist, die Vorschubeinrichtung, die Antriebseinrichtung (22) und die Zu- und Abstelleinrichtung für die Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 2 oder 3 aufeinander abgestimmt zu steuern. 50
- ### Claims
1. A method for bending a work piece, wherein
- (a) the work piece (1) is held in a holding engagement by means of a holding means (7,8),
 - (b) clamped in a bending portion (3, 4), which protrudes from the holding means (7, 8) in the longitudinal direction, between bending jaws (11, 12) by means of a frictional fit,
 - (c) and reshaped by bending, by moving the bending jaws (11, 12) together with the clamped bending portion (3, 4) relative to the holding means (7, 8) by means of a rotational movement about a rotational axis (R) from a first bending jaw position to a second bending jaw position,
 - (d) wherein the bending force which causes the bending is at least predominantly introduced into the bending portion (3, 4) by means of a frictional force which acts in the frictional fit, **characterised in that**
 - (e) the rotational axis (R) is at least substantially

- parallel to the clamping force (K) exerted by the bending jaws (11, 12) on the work piece (1).
2. The method according to the preceding claim, wherein once the work piece (1) has been bent, it is moved forwards relative to the holding means (7, 8), in the direction in which the bending portion (3, 4) protrudes from the holding means (7, 8), as far as a new work piece position and bent further by repeating Steps (a) to (d).
 3. The method according to any one of the preceding claims, wherein
 - (a) the frictional fit of the bending jaws (11, 12) is released in the second bending jaw position,
 - (b) the bending jaws (11, 12) are moved back into the first bending jaw position,
 - (c) the holding engagement of the holding means (7, 8) is released,
 - (d) and the work piece (1) is moved forwards relative to the holding means (7, 8), in the direction in which the bending portion (3, 4) protrudes from the holding means (7, 8), as far as a new work piece position,
 - (e) and wherein Steps (a) to (d) are repeated in order to incrementally bend the work piece (1) which is situated in the new work piece position.
 4. The method according to any one of the preceding claims, wherein a free partial portion (3) of the bending portion (3, 4) remains between a holding portion (2) of the work piece (1) which is situated in the holding engagement and a partial portion (4) of the bending portion (3, 4) which is clamped between the bending jaws (11, 12), wherein reshaping by bending is at least predominantly performed in said free partial portion (3) when the bending jaws (11, 12) are moved into the second bending jaw position.
 5. The method according to any one of the preceding claims and at least one of the following features:
 - the bending portion (3, 4) is stretched or compressed when it is reshaped by bending about the rotational axis (R), preferably a rotational axis (R) which is stationary relative to the holding means (7, 8);
 - the bending portion (3, 4) is stretched or compressed when it is bent about the rotational axis (R) which extends at least substantially orthogonally with respect to the frictional force acting on the bending portion (3, 4) in the frictional fit.
 6. The method according to any one of the preceding claims, wherein a flat metal sheet or an open sheet metal profile is used as the work piece (1), and the flat metal sheet or a limb (1a) of the sheet metal profile is clamped flat between the bending jaws (11, 12) and bent about a rotational axis (R) which extends in the thickness direction of the flat metal sheet or the thickness direction of the clamped limb (1a).
 7. The method according to any one of the preceding claims, wherein the work piece (1) is shaped by at least one of the bending jaws (11, 12) in the frictional fit.
 8. The method according to any one of the preceding claims, wherein at least one of the bending jaws (11, 12) is segmented along a bending line of the work piece (1) into segments (25a-d; 26a-f) which are connected to each other such that they can be moved in conformity with a curvature of the bending portion (3, 4) which is produced by the bending, and wherein at least two of the segments are pressed against the work piece (1) during bending, in order to clamp it.
 9. The method according to any one of the preceding claims, wherein the work piece (1) is profiled and comprises a first limb (1a), which is clamped by the bending jaws (11, 12) in the frictional fit, and a second limb (1b) which projects along the first limb (1a) at an inclination (β) and is supported by one of the bending jaws (11, 12) in order to prevent a change in the inclination (β) during bending.
 10. A bending tool, comprising:
 - (a) a holding means (7, 8) for holding a work piece (1);
 - (b) a first bending jaw (11) and a second bending jaw (12), between which a bending portion (3, 4) of the work piece (1) which protrudes from the holding means (7, 8) can be clamped by a clamping force (K),
 - (c) wherein the bending jaws (11, 12) can be moved rotationally about a rotational axis (R) relative to the holding means (7, 8) for the purpose of bending, **characterised in that**
 - (d) the rotational axis (R) exhibits an inclination of at most 30° to the clamping force (K) and preferably extends at least substantially orthogonally with respect to a frictional force acting on the bending portion (3, 4) in the frictional fit.
 11. The bending tool according to Claim 10, **characterised in that** the second bending jaw (12) can be moved towards the first bending jaw (11) in the direction of the clamping force (K) and pressed against the bending portion (3, 4).
 12. The bending tool according to Claim 10 or 11, **characterised in that** the bending force which causes the bending is at least predominantly introduced into the bending portion (3, 4) by means of a frictional fit

which is produced by the clamping force (K).

13. The bending tool according to any one of Claims 10 to 12, **characterised in that** at least one of the bending jaws (11, 12) is segmented along a bending line of the work piece (1) into segments (25a-d; 26a-f) which are connected to each other such that they can be moved in conformity with a curvature of the bending portion (3, 4) which can be produced by the bending, and wherein at least one of the segments can be pressed against the bending portion (3, 4) for the purpose of clamping and introducing the bending force.
14. The bending tool according to any one of Claims 10 to 13, **characterised in that** the work piece (1) is profiled and comprises a first limb (1a) and a second limb (1b) which projects along the first limb (1a) at an inclination (β), the first limb (1a) can be clamped flat between the bending jaws (11, 12) by means of the bending jaws (11, 12), and the second limb (1b) can be laterally supported by one of the bending jaws (11, 12) in order to counteract a change in the inclination (β).
15. The bending tool according to any one of Claims 10 to 14, comprising an advancing means by means of which the work piece (1) can be moved further relative to the holding means (7, 8) in the direction in which the bending portion (3, 4) protrudes from the holding means (7, 8).
16. The bending tool according to any one of Claims 10 to 15 and at least one of the following features:
 - (i) the bending tool comprises a drive means (22) for driving the bending jaws (11, 12) back and forth about the rotational axis (R);
 - (ii) the bending tool comprises an applying and retracting means for releasing and establishing a holding engagement of the holding means (7, 8) and a clamping engagement of the bending jaws (11, 12), and a control means for controlling the advancing means, the drive means (22) and the applying and retracting means in concert, wherein the control means is designed to control the advancing means, the drive means (22) and the applying and retracting means in concert with each other in order to perform the method according to Claim 2 or 3.

Revendications

1. Procédé de pliage d'une pièce, comportant les étapes consistant à :
 - (a) maintenir la pièce (1) en prise de retenue au

moyen d'un dispositif de retenue (7, 8),

(b) effectuer un serrage entre des joues de pliage (11, 12), au moyen d'un contact de frottement, dans un tronçon de pliage (3, 4) faisant saillie dans la direction longitudinale à partir du dispositif de retenue (7, 8),

(c) et effectuer une déformation par pliage, en déplaçant les joues de pliage (11, 12) avec le tronçon de pliage serré (3, 4) par rapport au dispositif de retenue (7, 8) par un mouvement de rotation autour d'un axe de rotation (R) d'une première position de joue de pliage à une seconde position de joue de pliage,

(d) appliquer dans le tronçon de pliage (3, 4) au moins une majeure partie de la force de pliage provoquant le pliage au moyen d'une force de frottement agissant pour créer le contact de frottement,

caractérisé en ce que

(e) l'axe de rotation (R) est au moins sensiblement parallèle à la force de serrage (K) exercée sur la pièce (1) par les joues de pliage (11, 12).

2. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel, après le pliage, la pièce (1) est déplacée vers l'avant par rapport au dispositif de retenue (7, 8) dans la direction dans laquelle le tronçon de pliage (3, 4) fait saillie à partir du dispositif de retenue (7, 8), jusqu'à une nouvelle position de pièce et est de nouveau pliée en répétant les étapes (a) à (d).
3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, comportant les étapes consistant à :
 - (f) supprimer le contact de frottement des joues de pliage (11, 12) dans la seconde position de joue de pliage,
 - (g) déplacer les joues de pliage (11, 12) vers l'arrière pour les amener à la première position de joue de pliage,
 - (h) supprimer la prise de retenue du dispositif de retenue (7, 8)
 - (i) et déplacer la pièce (1) vers l'avant par rapport au dispositif de retenue (7, 8) dans la direction dans laquelle le tronçon de pliage (3, 4) fait saillie à partir du dispositif de retenue (7, 8), jusqu'à une nouvelle position de pièce,
 - (j) et répéter les étapes (a) à (d) pour un pliage incrémentielle de la pièce (1) située dans la nouvelle position de pièce.
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel un tronçon partiel (3) du tronçon de pliage (3, 4) reste entre un tronçon de retenue (2) de la pièce (1) en prise de retenue et un tronçon partiel (4) du tronçon de pliage (3, 4) serré entre les joues de pliage (11, 12), dans lequel une majeure partie de la déformation par pliage a lieu lorsque les

joues de pliage (11, 12) sont amenées à la seconde position de joue de pliage.

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes et présentant au moins l'une des caractéristiques suivantes :

- le tronçon de pliage (3, 4) est étiré ou comprimé lors de la déformation par pliage autour de l'axe de rotation (R), de préférence un axe de rotation (R) spatialement fixe par rapport au dispositif de retenue (7, 8),
- le tronçon de pliage (3, 4) est étiré ou comprimé lors du pliage autour de l'axe de rotation (R), lequel axe de rotation s'étend de manière au moins sensiblement orthogonale à la force de frottement agissant sur le tronçon de pliage (3, 4) en contact de frottement.

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel une tôle plane ou un profilé en tôle ouvert est utilisé comme pièce (1), la tôle plane ou une aile (1a) du profilé en tôle est serrée à plat entre les joues de pliage (11, 12) et est pliée autour d'un axe de rotation (R) qui s'étend dans une direction d'épaisseur de la tôle plane ou de l'aile serrée (1a).

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la pièce (1) est estampée par au moins une des joues de pliage (11, 12) en contact de frottement.

8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel au moins une des joues de pliage (11, 12) est segmentée en segments (25a à 25d ; 26a à 26f) le long d'une ligne de pliage de la pièce (1), lesquels segments sont reliés les uns aux autres de manière mobile en s'adaptant à une courbure du tronçon de pliage (3, 4) générée par le pliage, et dans lequel au moins deux des segments sont pressés contre la pièce (1) lors du pliage afin de serrer celle-ci.

9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la pièce (1) est profilée avec une première aile (1a) qui est serrée par les joues de pliage (11, 12) en contact de frottement, et une seconde aile (1b) faisant saillie le long de la première aile (1a) avec une inclinaison (β), laquelle seconde aile est supportée par l'une des joues de pliage (11, 12) de manière à empêcher un changement de l'inclinaison (β) lors du pliage.

10. Outil de pliage comportant :

(a) un dispositif de retenue (7, 8) pour maintenir une pièce (1),
(b) une première joue de pliage (11) et une se-

conde joue de pliage (12) entre lesquelles un tronçon de pliage (3, 4) de la pièce (1) qui fait saillie à partir du dispositif de retenue (7, 8) peut être serré avec une force de serrage (K),

(c) dans lequel les joues de pliage (11, 12) peuvent être déplacées pour un pliage par rapport au dispositif de retenue (7, 8) de manière à pouvoir tourner autour d'un axe de rotation (R),

caractérisé en ce que

(d) l'axe de rotation (R) par rapport à la force de serrage (K) présente une inclinaison d'au plus 30°, s'étend de préférence de manière au moins sensiblement orthogonale à une force de frottement agissant sur le tronçon de pliage (3, 4) en contact de frottement.

11. Outil de pliage selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** la seconde joue de pliage (11) peut être déplacée sur la première joue de pliage (11) dans la direction de la force de serrage (K) et peut être pressée contre le tronçon de pliage (3, 4).

12. Outil de pliage selon la revendication 10 ou 11, **caractérisé en ce qu'**au moins une majeure partie de la force de pliage provoquant le pliage est appliquée au moyen d'un contact de frottement généré par la force de serrage (K) dans le tronçon de pliage (3, 4).

13. Outil de pliage selon l'une des revendications 10 à 12, **caractérisé en ce qu'**au moins une des joues de pliage (11, 12) est segmentée en segments (25a à 25d ; 26a à 26d) le long d'une ligne de pliage de la pièce (1), lesquels segments sont reliés les uns aux autres de manière mobile en s'adaptant à une courbure du tronçon de pliage (3, 4) pouvant être générée par le pliage, dans lequel au moins un des segments peut être pressé contre le tronçon de pliage (3, 4) de manière à serrer et appliquer la force de pliage.

14. Outil de pliage selon l'une des revendications 10 à 13, **caractérisé en ce que** la pièce (1) est profilée avec une première aile (1a) et une seconde aile (1b) faisant saillie le long de la première aile (1a) avec une inclinaison (β), la première aile (1a) peut être serrée à plat entre les joues de pliage (11, 12) au moyen des joues de pliage (11, 12) et la seconde aile (1b) peut être supportée latéralement par l'une des joues de pliage (11, 12) afin de contrecarrer un changement de l'inclinaison (β).

15. Outil de pliage selon l'une des revendications 10 à 14, comportant un dispositif d'avance au moyen duquel la pièce (1) peut être de nouveau déplacée par rapport au dispositif de retenue (7, 8) dans la direction dans laquelle le tronçon de pliage (3, 4) fait saillie à partir du dispositif de retenue (7, 8).

16. Outil de pliage selon l'une des revendications 10 à 15, et présentant au moins l'une des caractéristiques suivantes :

- (i) l'outil de pliage comporte un dispositif d'entraînement (22) pour un entraînement en va-et-vient des joues de pliage (11, 12) autour de l'axe de rotation (R), 5
- (ii) l'outil de pliage comporte un dispositif de rapprochement et d'écartement pour supprimer et créer une prise de retenue du dispositif de retenue (7, 8) et une prise de serrage des joues de pliage (11, 12), et un dispositif de commande pour une commande coordonnée du dispositif d'avance, du dispositif d'entraînement (22) et du dispositif de rapprochement et d'écartement, dans lequel le dispositif de commande est configuré de telle sorte que le dispositif d'avance, le dispositif d'entraînement (22) et le dispositif de rapprochement et d'écartement doivent être coordonnés les uns par rapport aux autres pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 2 ou 3. 10 15 20

25

30

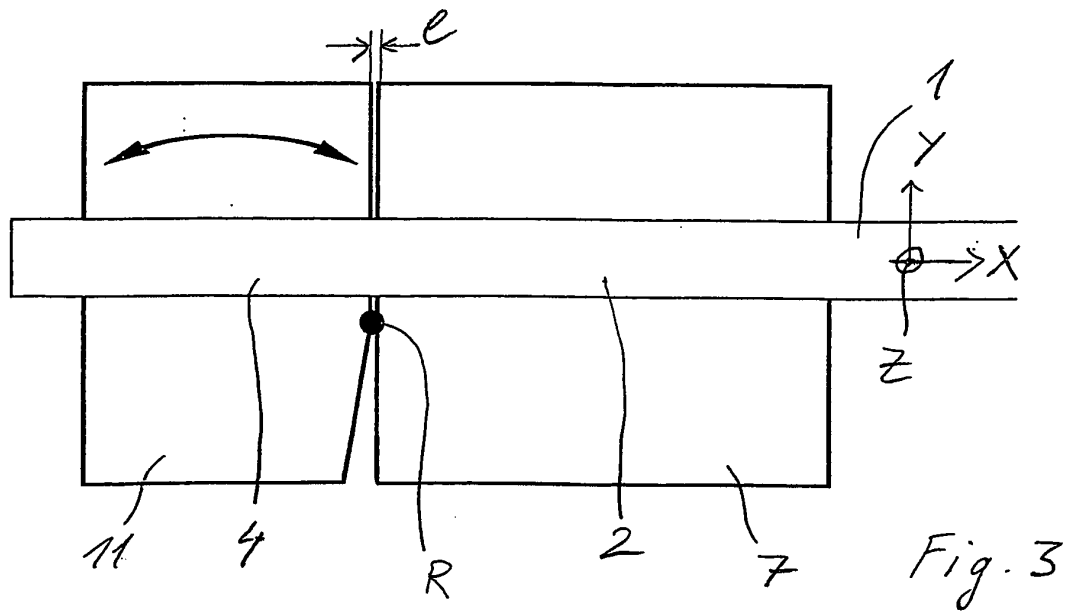
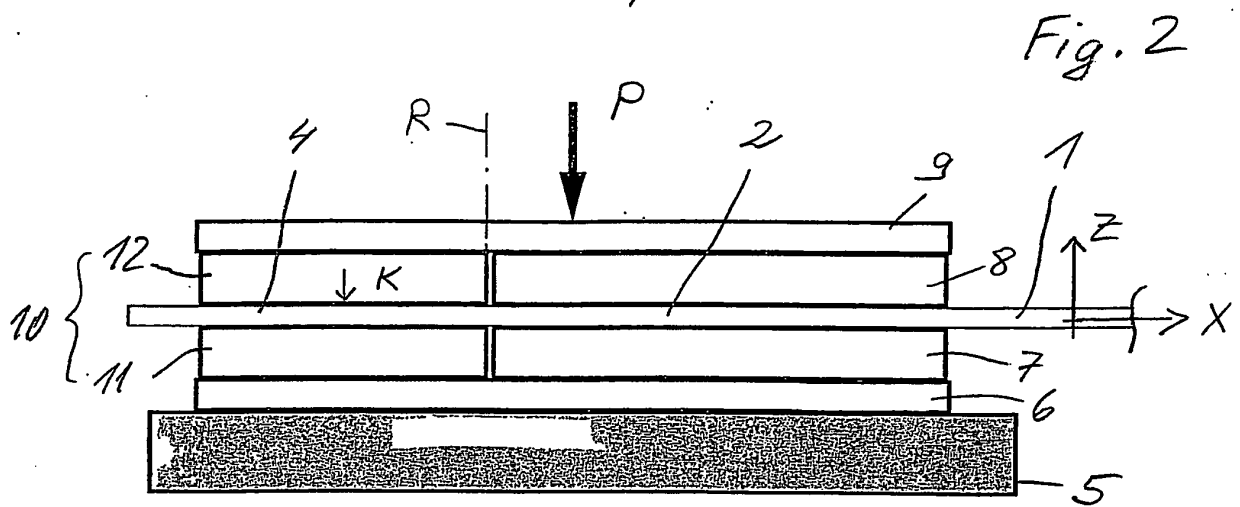
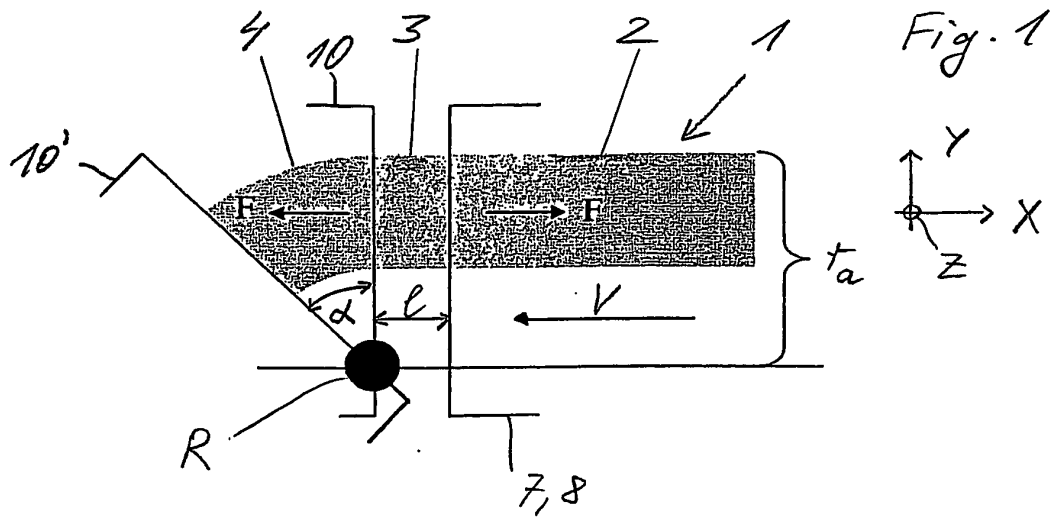
35

40

45

50

55



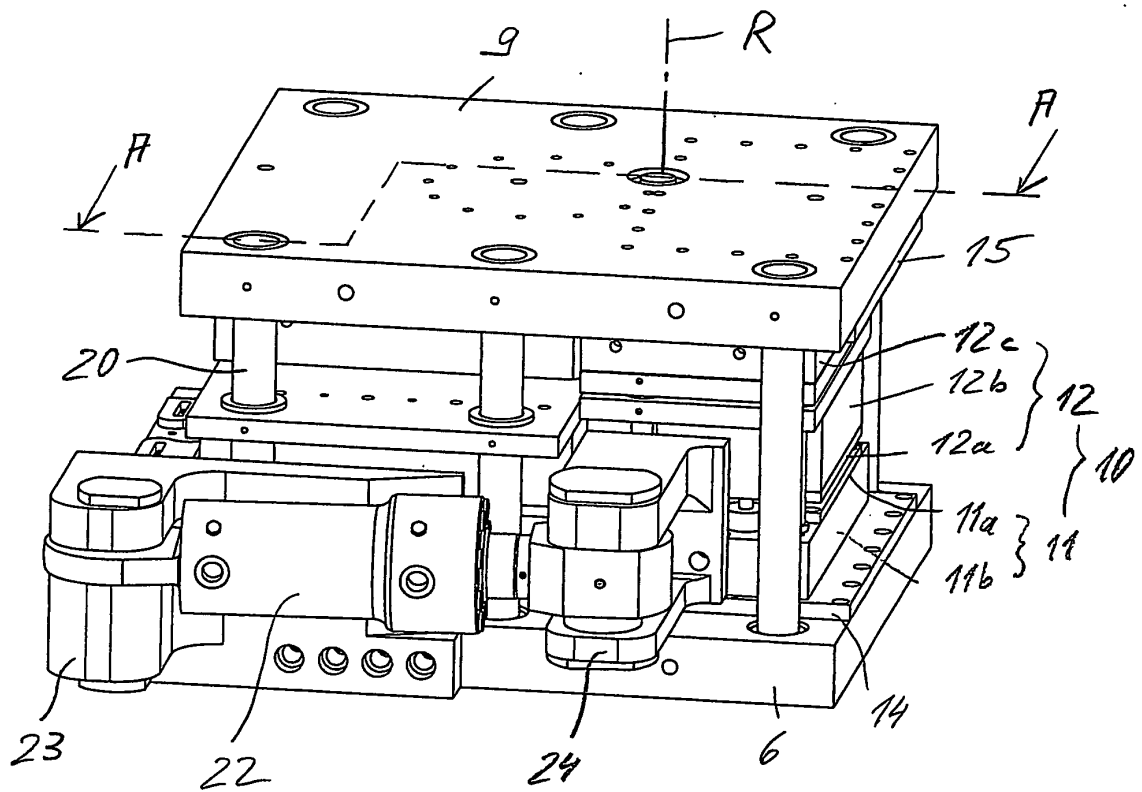


Fig. 4

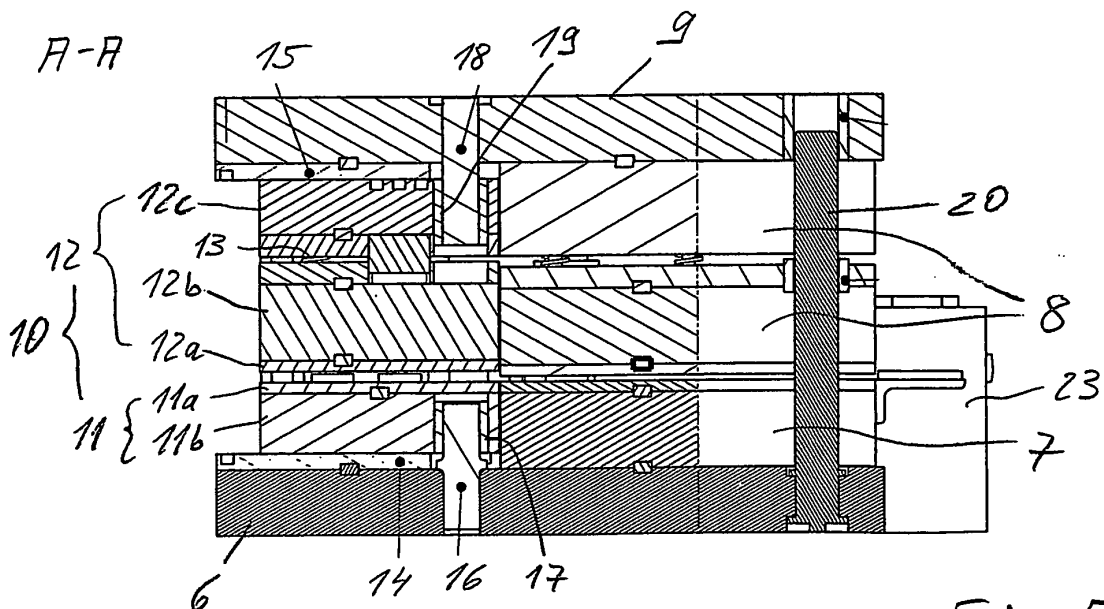
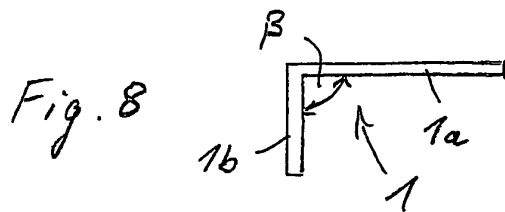
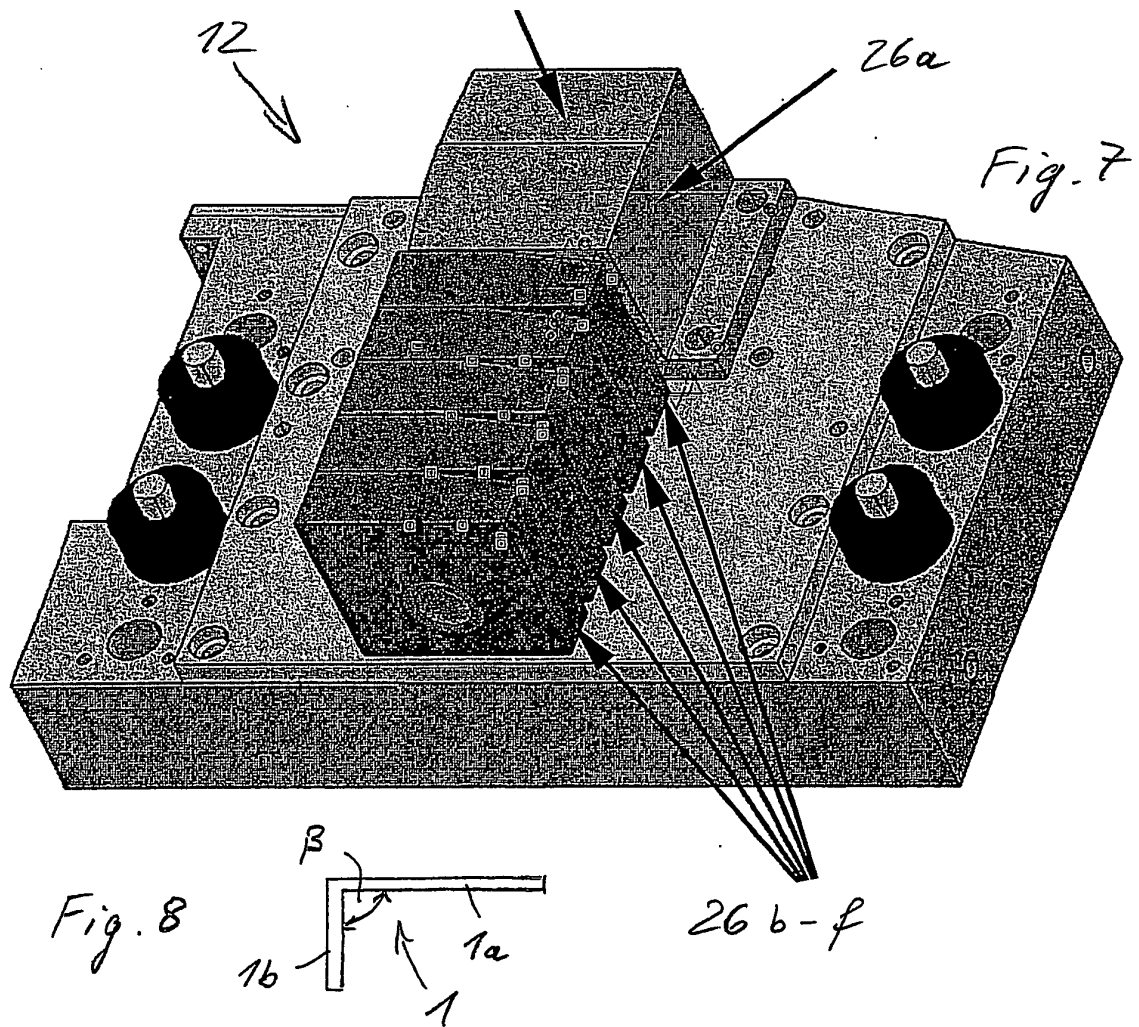
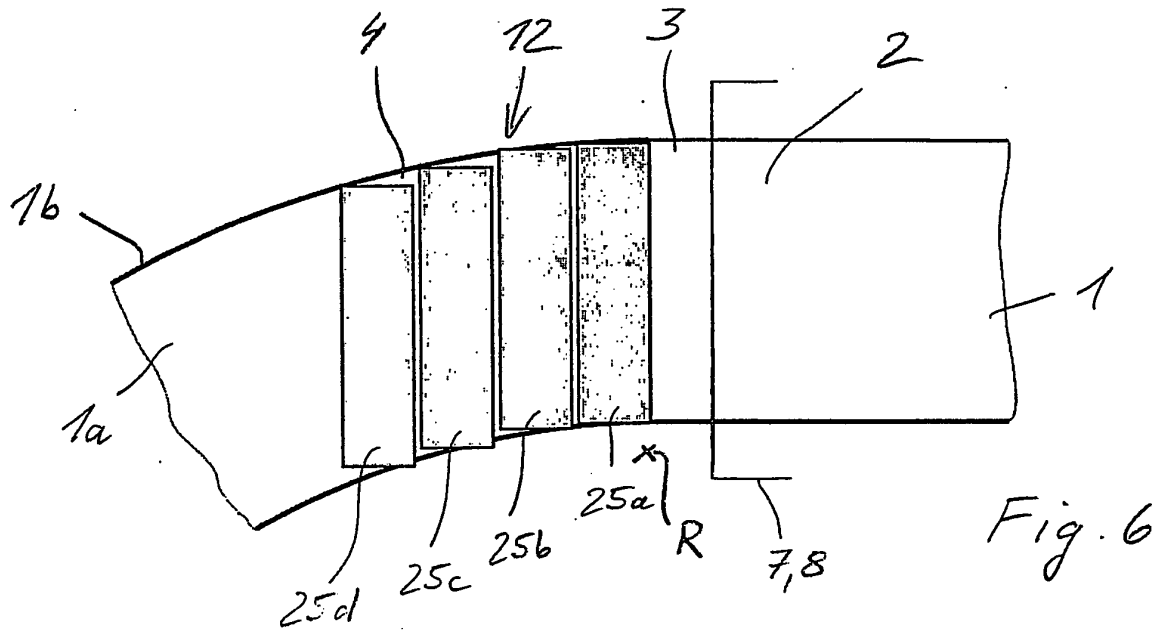


Fig. 5



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

- US 4712406 A [0003]
- JP 2007050429 A [0004]