

SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 695 668 A5

(51) Int. Cl.: B21D 5/02 (2006.01)
G01B 5/24 (2006.01)
G01B 7/30 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

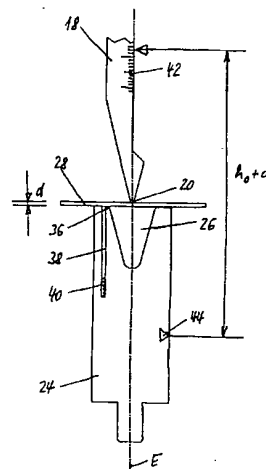
Schweizerisch-lichtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Gesuchsnummer:	00446/02	(73) Inhaber:	Göran Roström, Liberackerweg 9 8223 Guntmadingen (CH)
(22) Anmeldedatum:	14.03.2002	(72) Erfinder:	Göran Roström, 8223 Guntmadingen (CH)
(24) Patent erteilt:	31.07.2006	(74) Vertreter:	Patentanwälte Breiter + Wiedmer AG, Seuzachstrasse 2 Postfach 366 8413 Neftenbach (CH)
(45) Patentschrift veröffentlicht:	31.07.2006		

(54) **Mess- und Steuervorrichtung in einer Abkantpresse.**

(57) Eine Mess- und Steuervorrichtung für Biegewinkel (α) blechförmiger Werkstücke (28) in einer Abkantpresse (10) umfasst ein Biegewerkzeug aus einem Biegestempel (18) mit einer abgerundeten oder angefassten Arbeitskante (20) und eine Biegematrize (24) mit einer Auflagefläche (50) und einer Biegenut (26). Ein den Biegestempel (18) oder die Biegematrize (24) haltender oberer Querträger (12) und/oder ein die Biegematrize (24) oder den Biegestempel (18) stützender unterer Querträger (22) führen eine durch ein Messsystem gesteuerte Abkantbewegung aus. Das Messsystem weist wenigstens einen peripheren Messtaster (38) auf, welcher in der Biegematrize (24) in y-Richtung verschiebbar geführt, ausserhalb der Einlaufkanten (36) der Biegenut (26) auf einem der beiden Schenkel des Blechs (28) aussenseitig aufliegt und die Relativbewegung von Biegestempel (18) und Biegematrize (24) erfasst.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Mess- und Steuervorrichtung nach dem Oberbegriff von Patentanspruch 1. Weiter betrifft die Erfindung Verfahren zum Messen von Biegewinkeln in einer Abkantpresse.

[0002] Beim Abkanten von Blechen mit einem Biegewerkzeug aus einem Biegestempel und einer Biegematrize bietet die exakte Einhaltung eines vorgegebenen Biegewinkels häufig grosse Schwierigkeiten. Der Biegewinkel kann zwar durch die Bestimmung der Eindringtiefe des Biegestempels in die Biegenut der Biegematrize bei einer gegebenen Breite der Matrize theoretisch genau berechnet werden. In der Praxis können diese theoretischen Werte jedoch nicht oder nur annähernd erreicht werden, weil der tatsächliche Biegewinkel, je nach Genauigkeit des Stempelvorschubs in der Biegenut der Matrize sowie der Qualität und Dicke des zu biegenden Blechstückes, kleinere oder grössere Abweichungen vom Sollwert aufweist.

[0003] Bei einem abgekanteten Blech tritt bei der Rücknahme des Stempels, d.h. der Entlastung des Werkzeugs, stets ein Rückfedern auf, so dass der tatsächliche Biegewinkel nicht mit dem theoretischen, berechneten Wert übereinstimmt. Aus diesem Grunde ist es unerlässlich, eine entsprechende Korrektur des Stempelvorschubs in der Biegenut der Matrize durchzuführen, bevor die eigentliche Produktion der abgekanteten Bleche beginnen kann. Dem Problem des Rückfederns eines abgekanteten Blechs wird nach dem bekannten Stand der Technik beispielsweise dadurch begegnet, dass in einem ersten Arbeitsgang das Abkanten in einem Winkel erfolgt, der grösser ist als der berechnete Sollwinkel. In einem zweiten Arbeitsgang wird das abgekantete Blech entlastet, die Rückfederung erfolgt in eine entspannte Lage. In einem dritten Arbeitsgang wird der entspannte Winkel des abgekanteten Blechs gemessen und mit dem Sollwert verglichen. In einem vierten Arbeitsgang wird die korrigierte definitive Einstellung der Werkzeuge vorgenommen und das vorgebogene Blech wieder voll belastet. Dieses sogenannte Nachdrücken hat in der Praxis breiten Zuspruch gefunden und wird in der Regel nicht nur einmal, sondern nicht selten zwei- bis viermal durchgeführt.

[0004] Die EP.B1 0 775 028 beschreibt ein Verfahren und eine Bearbeitungsmaschine zum Abkanten von Werkstücken in Blechform. Die Winkelmessung erfolgt nach allen Beispielen auf der Innenseite des abgekanteten Blechs, indem zwei horizontale Tasterstäbe, welche ungleich lang sind und parallel verlaufen, unabhängig voneinander abgesenkt werden, bis sie auf dem abgekanteten Blech innenseitig aufliegen. Der Biegewinkel kann aufgrund der ausgemessenen Geometrie bestimmt werden. Nach Varianten werden die stabförmigen Tastelemente durch kreisförmige Scheiben oder Scheibensegmente ersetzt. Nachteilig wirkt sich in der Praxis insbesondere aus, dass für die Anordnung der Tastelemente der Biegestempel in seiner Längsrichtung unterbrochen werden muss.

[0005] Die EP.B1 0 715 552 beschreibt eine Abkantmaschine mit einem am unteren Querträger mit der Biegematrize angelenkten Messsystem, welches durch Schwenken eines parallelogrammartig angeordneten Gestänges in Messposition gebracht werden kann. Etwa rechtwinklig zum abgekanteten Blech wird ein Messstift aufgesetzt, welcher über ein Teleskopelement direkt auf ein Tastelement einwirkt. Diese Ausführungsform einer Messvorrichtung ist sperrig, aufwendig und kompliziert zu handhaben. Weiter scheint das System stossempfindlich und bezüglich einer hohen Messgenauigkeit anfällig zu sein.

[0006] Die US.A 4 489 586 beschreibt eine Winkelmessvorrichtung für Abkantpressen, welche im Biegestempel angeordnet ist. Diese Winkelmessvorrichtung umfasst ein Messwerk und wenigstens einen Taster, welcher mit dem Biegestempel abgesenkt wird. Wegen der geometrischen Querschnittsform der Biegestempel kann der Biegewinkel nur auf einer Seite der Arbeitskante gemessen werden. Nach einer speziellen Ausführungsform sind auf der gleichen Seite der Biegekante zwei Messtaster ausgebildet, was die Bestimmung der Steigung des einen abgekanteten Blechteils erlaubt. Es können so nur symmetrische Abkantwinkel gemessen werden. Die Anordnung mechanisch-elektrischer Messwandler im Biegestempel setzt die empfindlichen Bauteile in der Messvorrichtung extremen Belastungen aus und schwächt überdies die mechanische Festigkeit des gesamten Biegestempels.

[0007] Der Erfinder hat sich die Aufgabe gestellt, eine Messvorrichtung und ein Verfahren zu deren Betrieb der eingangs genannten Art zu schaffen, welche die vorstehend erwähnten Nachteile beseitigen und während sowie nach dem Abkanten einen präzisen, sicheren, platzsparenden und wirtschaftlichen Betrieb erlauben.

[0008] Bezüglich der Vorrichtung wird die Aufgabe erfindungsgemäss durch das Kennzeichen von Patentanspruch 1 gelöst. Speziell und weiterführende Ausführungsformen der Messvorrichtung sind Gegenstand von abhängigen Patentansprüchen.

[0009] Die Relativbewegung zwischen Biegestempel und Biegematrize, welche im Wesentlichen das Biegewerkzeug bilden, kann erzeugt werden durch

- eine ortsfeste Biegematrize und einen in y-Richtung verschiebbaren Biegestempel,
- einen ortsfesten Biegestempel und eine in y-Richtung verschiebbare Biegematrize, oder
- einen Biegestempel und eine Biegematrize, welche gegeneinander oder voneinander weg in y-Richtung verschiebbar sind, wobei der Biegestempel oder die Biegematrix am oberen Querträger, das jeweils andere Werkzeugteil am unteren Querteil abgestützt ist.

[0010] In der Praxis wird am häufigsten eine ortsfeste Biegematrize und ein etwa vertikal (y-Richtung) heb- und senkbarer Biegestempel verwendet.

[0011] Die Anzahl von peripheren Messtastern ist grundsätzlich frei. Ein, zwei oder mehrere periphere Messtaster können auf der gleichen Seite einer Symmetrieebene der Biegematrize angeordnet sein, jedoch nur beim symmetrischen Abkanten. Bevorzugt sind wenigstens zwei periphere Messtaster vorgesehen und insbesondere bezüglich der erwähnten Symmetrieebene paarweise angeordnet. In der Praxis sind zweckmässig, entsprechend der Länge der Arbeitskante des Biegewerkzeugs, wenigstens drei periphere Messtasterpaare angeordnet, mit einem Messtasterpaar in der Längsmittle der Biegematrize.

[0012] In Ergänzung der peripheren Messtaster kann im Bereich der Symmetrieebene der Biegematrize, z.B. parallel zwischen den Paaren von peripheren Messtastern, je ein in y-Richtung verschiebbarer zentraler Messtaster angeordnet sein, welcher ebenfalls vor, während und nach dem Abkanten am Blech anliegt. Die peripheren Messtaster liegen je einem oder beiden abgebogenen Schenkeln des Blechs an, der zentrale Messtaster stets an dessen Scheitel. Funktional entsprechen sich die zentralen den peripheren Messtaster, sie dienen der Positionsmessung.

[0013] Sowohl die peripheren als auch die zentralen Messtaster haben vorzugsweise einen runden Querschnitt, sie können jedoch auch querschnittlich quadratisch, rechteckig, elliptisch usw., ausgebildet sein, d.h. jede technisch realisierbare geometrische Querschnittsform annehmen. Vorteilhaft sind die Messtaster wenigstens auf der dem Blech aufliegenden Stirnseite mit einem Radius r_M zylinder- oder kugelförmig abgerundet, wodurch auf dem Blech bei jeder Querschnittsform Auflagepunkte bzw. Auflagelinien festgelegt werden.

[0014] Die Messtaster müssen mit geringer, jedoch hinreichender Kraft auf das Blech gedrückt werden und diesem während dem gesamten Biegevorgang folgen können. Die Bohrungen und die entsprechenden Mittel sind so ausgestaltet, dass diese Bedingung stets erfüllt werden kann. Die Mittel zum Andrücken der Messtaster sind an sich bekannt und von mechanischer, pneumatischer, hydraulischer oder elektro-magnetischer Natur, insbesondere werden Federn eingesetzt.

[0015] In der Regel erfolgt das Biegen eines Blechs in einer Abkantpresse symmetrisch. Im asymmetrischen Fall drückt der Biegestempel nicht in Richtung der Symmetrieebene der Biegematrize, sondern in einem davon abweichenden Winkel β . Die Kalibriermatrix und das Rechenprogramm der Messvorrichtung sind auch für diesen Fall gewappnet und können die Daten problemlos als Vorgabeparameter für den Vorschub und die Positionierung des Biegestempels und/oder der Biegematrize einsetzen.

[0016] In Bezug auf das Verfahren zum Messen und Steuern von Biege winkeln α in einer Abkantpresse während und nach der industriellen Produktion wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass

- die peripheren Messtaster während dem Abkantprozess kontinuierlich dem zugeordneten Schenkel des Blechs folgen, wobei die Längsverschiebung der Messtaster in y-Richtung vom Messwandler in Signale umgesetzt werden,
 - der Prozessor die Signale analysiert, anhand der gespeicherten Kalibriermatrix die Winkel γ_L und γ_R des linken und rechten Schenkels des Blechs zur Auflagefläche berechnet und aus der Beziehung $\alpha = 180^\circ - \gamma_L - \gamma_R$ den Ist-Wert des Biege winkels α ableitet,
 - der Prozessor den Ist-Wert des Biege winkels α des entlasteten Blechs mit dem vorgegebenen Soll-Wert vergleicht und eine vorgegebene Toleranz überschreitende Abweichungen anzeigt.
- Spezielle und weiterführende Ausführungsformen des Verfahrens sind Gegenstand von abhängigen Patentansprüchen.

[0017] Jede Biegematrize, ob in eine neue oder nachgerüstete Abkantpresse eingesetzt, wird mit einer spezifischen Kalibriermatrix geliefert. Der Anwender des Verfahrens, der industrielle Hersteller von abgekanteten Blechen, macht lediglich die Messungen während und nach dem Prozess. Das Messen während dem Prozess wird als aktives Messen bezeichnet, eine reine Qualitätskontrolle des fertig abgekanteten Blechs als passives Messen.

[0018] Während der industriellen Produktion von abgekanteten Blechen wird der Messvorgang zweckmässig permanent durchgeführt, kann aber auch in regelmässigen Zeitabständen oder nach vorgegebenen Stückzahlen wiederholt werden. Die Messvorrichtung behindert die Produktion in keiner Weise und ist ohne die geringste Änderung jederzeit einsatzbereit.

[0019] Die industrielle Fertigung läuft in an sich bekannter Weise ab. Prozessbedingt erfolgt das Abkanten in der Regel stufenweise, d.h. mit mindestens einmaligem, jedoch auch zwei- bis viermal wiederholtem Nachdrücken. Durch wiederholtes Nachdrücken wird wohl die Winkelpräzision vergrössert, die Wirtschaftlichkeit jedoch entsprechend erniedrigt. Die Entlastung vor dem Nachdrücken kann teilweise oder vollständig sein.

[0020] Für das Einlegen der Bleche kann ein Anschlag eingesetzt werden, der nach dem Erreichen des Klemmpunktes durch den Biegestempel wieder entfernt wird. Die relative Abkantbewegung von Biegestempel und/oder Biegematrize kann in üblicher Weise gesteuert und begrenzt werden.

[0021] Eine optische und/oder akustische Anzeige erfolgt beim erfindungsgemässen Verfahren vorzugsweise dann, wenn der Ist-Wert des Biege winkels α am entlasteten abgekanteten Blech z.B. mehr als 1,0%, insbesondere mehr als 0,1%, beträgt. In diesem Fall wird manuell oder automatisch wenigstens ein Nachdrücken ausgelöst und/oder der relative Endabstand zwischen Biegestempel und Biegematrize korrigiert.

[0022] Nach einer Variante der Erfindung löst der Prozessor beim Überschreiten der eingestellten Toleranz bezüglich des Ist-Wertes des Biege winkels α programmgespeichert ein wenigstens einmaliges Nachdrücken und/oder eine Korrektur der Eindringtiefe des Biegestempels in die Biege nut der Biegematrize aus.

[0023] Es kann auch eine Kalibriermatrix für eine erfindungsgemässe Mess- und Steuervorrichtung erstellt werden, welche sich dadurch auszeichnet, dass nacheinander Kalibrierkörper mit sich kontinuierlich vergrösserndem oder verkleinerndem Winkel in die Biegenut einer Biegematrize eingeführt und durch Messen der Höhe der peripheren Messtaster die Winkel γ_L und γ_R der beiden Schenkel des Blechs zur Auflagefläche berechnet und in einem Prozessor gespeichert werden.

[0024] Die Anzahl der eingesetzten Kalibrierkörper mit verschiedenen Winkeln hängt von der geforderten Genauigkeit des Sensors ab. Es werden beispielsweise Kalibrierkörper mit einem Winkel α_K von 10 bis 180° eingesetzt, regelmässig abgestuft mit einem Winkel von 2 bis 10°. Die Abstufung kann auch im unteren Winkelbereich klein und dann bei grösseren Winkeln kontinuierlich zunehmend sein. Weiter können in einem bestimmten Winkelbereich kleinere Abstufungen vorgenommen werden als in den übrigen Bereichen.

[0025] In einer ersten Kalibrierreihe werden die Kalibrierkörper symmetrisch in die Biegematrize eingelegt und aus den Positionsmessungen der Messtaster die Winkel γ_L und γ_R berechnet und gespeichert. Weitere Kalibrierreihen erfolgen mit abgewinkelt, d.h. asymmetrisch eingelegten Kalibrierkörpern.

[0026] Mit der erfindungsgemässen Lösung wird das Ziel des einfachen und präzisen Winkelmessens vor, während und/oder nach der industriellen Fertigung auf sichere, platzsparende und kostengünstige Weise erreicht.

[0027] Die Erfindung wird anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen, welche auch Gegenstand von abhängigen Ansprüchen sind, näher erläutert. Es zeigen schematisch:

- Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer Abkantpresse,
- Fig. 2 ein Biegewerkzeug mit eingelegtem, noch planem Blech,
- Fig. 3 eine Variante von Fig. 2, mit Nullpunkt,
- Fig. 4 ein Biegewerkzeug mit symmetrisch abgebogenem Blech,
- Fig. 5 ein Detail von Fig.4 im Bereich V,
- Fig. 6 ein Biegewerkzeug mit symmetrisch stark abgebogenem Blech,
- Fig. 7 ein Biegewerkzeug mit asymmetrisch abgebogenem Blech,
- Fig. 8 eine Biegematrize mit in die Biegenut gelegtem Kalibrierkörper, und
- Fig. 9 ein zur Qualitätskontrolle in die Biegenut gelegtes, abgekantetes Blech.

[0028] Fig. 1 zeigt eine Abkantpresse 10, bei welcher übersichtlichkeitshalber der Ständer und die Antriebsmittel für das Heben und Senken eines oberen mobilen Querträgers 12 in y-Richtung des Doppelpfeils 14 weggelassen sind. Der obere Querträger 12 weist einen Pressbalken 16 auf, in welchem ein Biegestempel 18 mit einer Arbeitskante 20 aufgehängt ist.

[0029] Auf einem ortsfesten unteren Querträger 22 mit eingezeichneter z-Achse in dessen Längsrichtung ist eine Biegematrize 24 befestigt, welche in Richtung des Biegestempels 18 eine Auflagefläche 50 hat. Eine im Wesentlichen V-förmige Biegenut 26 verläuft parallel zur Arbeitskante 20, welche beim Absenken des Biegestempels 18 in die Biegenut 26 eindringt. Auf der Biegematrize 24 ist ein noch nicht verformtes, planes Werkstück, in der Regel ein metallisches Blech 28, eingezeichnet.

[0030] Seitlich des unteren Querträgers 22 ist ein Bedienpult 30 angeordnet, welches einen gut einsehbaren Monitor 32 und Bedienungselemente 34 aufweist. Im Bedienpult 30 sind u.a. die Elektronik zum Messen und Berechnen der Betriebsparameter und die Steuereinrichtung für die präzise Absenkung des oberen Querträgers 12 angeordnet.

[0031] Ein in Fig. 2 dargestelltes Biegewerkzeug umfasst im Wesentlichen den Biegestempel 18 und die Biegematrize 24. Auf der Biegematrize 24 ist ein noch planes Blech 28 einer Dicke d von beispielsweise 2 mm aufgelegt. Der Biegestempel 18 ist mit der Arbeitskante 20 auf das noch plane Blech 28 abgesenkt, was als Klemmpunkt bezeichnet wird.

[0032] Ausserhalb der Biegenut 26 bzw. ausserhalb von deren abgerundeten Einlaufkanten 36 ist in entsprechenden Bohrungen der Biegematrize 24 auf einer Seite der Symmetrieebene E der Biegematrize wenigstens ein peripherer Messtaster 38 angeordnet. Im untersten Bereich der Bohrungen sind Mittel zum Anheben der peripheren Messtaster 38 und zu deren leichtem Andrücken an das Blech 28 angeordnet. Im vorliegenden Fall sind die Mittel Federn 40 üblicher Bauart. Die exakte Positionierung der peripheren Messtaster 38 kann jederzeit mit an sich bekannten Mitteln gemessen und mit einem mechanisch-elektrischen Messwandler in Signale umgewandelt werden, welche ihrerseits zur Berechnung von Steuerbefehlen zum präzisen Absenken des oberen Querträgers 12 (Fig. 1) mit dem Biegestempel 18 ausgewertet werden.

[0033] Auf dem Biegestempel 18 ist eine Skalierung 42 und auf der ortsfesten Biegematrize 24 ein Fixpunkt 44, welche der Prozesssteuerung dienen, visuell dargestellt. Die Differenz zwischen den eingelesenen Messwerten des Fixpunktes 44 und der Skalierung 42 ergibt eine um die Blechdicke d erhöhte Referenzdistanz h_0 .

[0034] Nach einer nicht dargestellten Variante gemäss Fig. 1 und 2 kann der Biegestempel 18 ortsfest ausgebildet sein und einen Fixpunkt 44 haben. In diesem Fall ist die heb- und absenkbar Biegematrize 24 mit einer Skalierung 42 versehen. Nach einer weiteren Variante sind sowohl der Biegestempel 18 als auch die Biegematrize 24 heb- und senkbar ausgebildet und haben jeweils eine Skalierung 42.

[0035] In Fig. 3 ist wenigstens ein Paar von peripheren Messtastern 38 wie in Fig. 2 bezüglich der Symmetrieebene E der Biegematrize 24 symmetrisch ausgebildet. Im Bereich der Ebene E weist die Matrize 24 eine weitere Bohrung auf, in welcher ein zentraler Messtaster 46 mit einer Skalierung 42 eingeführt ist. Dieser Messtaster wird mit elastischen Mitteln, wiederum als Feder 40 gezeichnet, angehoben und mit geringer Kraft am Scheitel 48 (Fig. 4) des Blechs 28 angelegt, was ein symmetrisches Abkanten bedingt.

[0036] Das Blech 28 ist mit einer virtuellen Dicke $d = 0$ eingezeichnet, die Blechdicke d ist bereits abgezogen. Mit den Anordnungen gemäss Fig. 1 und 2 kann also auch die Blechdicke d gemessen werden.

[0037] Die Messung des Biegewinkels α (Fig. 4) des Blechs 28 ist grundsätzlich unabhängig von der Steuerung des Abkantprozesses. Nach einer besonderen Ausführungsform können die Messtaster 38, 46, wie vorstehend beschrieben, auch für die Prozesssteuerung eingesetzt werden.

[0038] Fig. 4 entspricht im Wesentlichen Fig. 2, das Blech 28 ist jedoch mit einem Biegewinkel α etwa rechtwinklig und symmetrisch abgebogen. Die hier paarweise angeordneten peripheren Messtaster 38 sind dank dem Druck der Federn 40 der Bewegung des Blechs 28 gefolgt und liegen weiterhin mit geringem Druck auf. Die Höhenverschiebung der Messtaster 38 kann mit einer nicht dargestellten maschinenlesbaren Skalierung erfasst und ausgewertet werden. Die im Bedienpult 30 (Fig. 1) angeordnete Elektronik, ein mechanisch-elektronischer Messumwandler und ein Prozessor, setzt jetzt im vorliegenden Fall die Messwerte der Messtaster in Steuerbefehle für das Absenken des Biegestempels 18 um.

[0039] Das prozessgesteuerte Absenken des Biegestempels 18 bzw. das Eindringen von dessen Arbeitskante 20 in die Biegenut 26 ist auf der Skalierung 42 ablesbar. Die der Prozessregelung dienende Enddistanz ist mit h_E bezeichnet.

[0040] In Fig. 5 ist ein Detail V von Fig. 4 dargestellt. Die abgerundete Einlaufkante 36 hat einen Radius r_K , der abgerundete periphere Messtaster 38 einen Radius von r_M . Der Radius r_K ist konstant oder nimmt nach aussen (von der Symmetrieebene E der Biegematrize 24 sich entfernend) kontinuierlich ab, wodurch in dieser Richtung eine progressiv zunehmende Krümmung entsteht. Es gilt jedoch vorzugsweise: $r_K > r_M$.

[0041] Die abgerundete Messkante 36 berührt das Blech 28 entlang einer Mantellinie M_K , der periphere Messtaster 38 hat mit dem Blech 28 einen Berührungspunkt P_M . Die Mantellinie M_K und der Berührungspunkt P_M haben entlang des Blechs gemessen einen Abstand a . Parallel zum Blech 28 haben auch die Mittelpunkte der Biegungsradien r_K und r_M den Abstand a . In Längsrichtung des peripheren Messtasters 38 haben diese Mittelpunkte den Abstand Δh .

[0042] Bei grösserem halbem Biegewinkel $\alpha/2$, also flacher angeordnetem Blech 28, werden Δh und a kleiner, bei kleinerem Biegewinkel α und dadurch auch kleinerem $\alpha/2$, werden Δh und a grösser, die Mantellinie M_K wird in Richtung der Biegenut 26 verschoben. Der Abstand a liegt z.B. zwischen 2 und 50 mm, je nach den Dimensionen und dem Material des Blechs 28 und der Form der Biegematrize 24.

[0043] Aus den angegebenen Parametern lassen sich die Winkel γ_L und γ_R der Schenkel des Blechs 28 und damit der Biegewinkel α berechnen.

[0044] In Fig. 6 ist im Vergleich zu Fig. 4 die Arbeitskante 20 des Biegestempels 18 tiefer in die Biegenut 26 der Biegematrize 24 eingefahren. Dadurch wird der Biegewinkel α des Blechs 28 wesentlich kleiner. Der minimale Biegewinkel α hängt von der geometrischen Form des Biegestempels 18 und der Biegenut 26 ab. In der Praxis liegt der minimale Biegewinkel α bei etwa 20° , gegen oben sind alle Winkel bis 180° möglich.

[0045] Der zentrale Messtaster 46 liegt auf dem Scheitel 48 des gebogenen Blechs 28 auf.

[0046] In allen bisherigen gezeichneten Varianten wird das Blech 28 symmetrisch gebogen. Fig. 7 zeigt eine Variante mit asymmetrischer Blechbiegung, wobei der Biegestempel 18 bereits zurückgezogen ist. In Richtung der Auflagefläche 50 der Biegematrize 24 für das Blech 28 ist der Scheitel 48 des gebogenen Blechs 28 um Δy verschoben, was durch einen Verschiebungswinkel β angedeutet wird.

[0047] Bei der asymmetrischen Blechbiegung werden die peripheren Messtaster 38 unterschiedlich hochgehoben, auf der linken Seite um H_L , auf der rechten Seite um H_R , jeweils gemessen ab der Auflagefläche 24. Die Software des Prozessors kann auch in diesem Fall mit Hilfe der Kalibriermatrix aus den Messwerten den Biegewinkel α des Blechs 28 ausrechnen.

[0048] In Fig. 8 wird das Erstellen der Kalibriermatrix gezeigt. Auf die zu kalibrierende Biegenut einer Biegematrize werden sequentiell Kalibrierkörper 52 eingelegt, welche einen zunehmend steigenden oder sinkenden Winkel α_K haben. Je nach diesem Winkel tauchen die Kalibrierkörper 52 weniger weit oder weiter in die Biegenut 26 ein. Dabei werden H_L und H_R gemessen und ausgewertet. Die Kalibrierkörper 52 werden gemäss Fig. 1 exakt parallel zur Auflagefläche 50 eingelegt, was dem symmetrischen Fall entspricht.

[0049] Im obersten Bereich von Fig. 8 ist gestrichelt angedeutet, dass der Kalibrierkörper 52 auch in einem Winkel β zur Längsmittelachse E der Biegematrize 24 eingelegt werden kann. Damit variieren nicht nur die Winkel α_K , sondern auch

der Winkel β . Auf diesem Weg lässt sich eine vollständig definierte Kalibriermatrix erstellen, welche für die betreffende Biegematrize 24 charakteristisch ist und dem Anwender zur Verfügung gestellt wird.

[0050] Während oder nach dem Produktionsverfahren können jederzeit die Positionswerte H_L und H_R der Messtaster 38 abgelesen werden, mit Hilfe der Kalibriermatrix kann der Prozessor sofort die beiden Winkel γ_L und γ_R und damit den Biegewinkel α berechnen.

[0051] In der Praxis werden die Messungen aktiv, unmittelbar nach dem Entlasten des abgekanteten Blechs 28, oder passiv, als Qualitätskontrolle nach dem Erstellen des abgekanteten Blechs, gemessen.

[0052] In Fig. 9 ist eine solche passive Winkelmessung dargestellt. Ein fertig abgewinkeltes Blech 28 wird, vorliegend symmetrisch, in die Biegenut 26 gelegt, mit andern Worten ist $H_R = H_L$. Für den Biegewinkel α muss immer der gleiche Wert erhalten werden auch wenn das Blech 28 asymmetrisch in die Biegenut 26 gelegt wird, also H_R nicht gleich H_L ist.

Patentansprüche

1. Mess- und Steuervorrichtung für Biegewinkel (α) blechförmiger Werkstücke (28) in einer Abkantpresse (10), welche ein Biegewerkzeug aus einem Biegestempel (18) mit einer abgerundeten oder angefasten Arbeitskante (20) und einer Biegematrize (24) mit einer Auflagefläche (50) und einer Biegenut (26) umfasst, wobei ein den Biegestempel (18) oder die Biegematrize (24) haltender oberer Querträger (12) und/oder ein die Biegematrize (24) oder den Biegestempel (18) stützender unterer Querträger (22) eine durch ein Messsystem gesteuerte Abkantbewegung ausführen, dadurch gekennzeichnet, dass das Messsystem wenigstens einen peripheren Messtaster (38) aufweist, welcher in der Biegematrize (24) in y-Richtung verschiebbar geführt, ausserhalb der Einlaufkanten (36) der Biegenut (26) auf einem der beiden Schenkel des Blechs (28) aussenseitig aufliegt und die Relativbewegung von Biegestempel (18) und Biegematrize (24) erfasst, mechanisch-elektrische Messwandler zur Signalerzeugung aus der Längsverschiebung des Messtasters (38), einen Prozessor mit einer gespeicherten Kalibriermatrix für einstellbare Biegewinkel (α) und eine elektronische Steuerung der Abkantbewegung umfasst.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens zwei Messtaster (38) angeordnet sind, bevorzugt paarweise symmetrisch bezüglich einer Symmetrieebene (E) der Biegematrize (24).
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass entsprechend der Länge der Arbeitskante (20) des Biegestempels (18) wenigstens zwei Paare, vorzugsweise wenigstens drei Paare mit einem Paar in der Längsmitte der Biegematrize (24), von peripheren Messtastern (38) angeordnet sind.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich der Symmetrieebene (E) der Biegematrize (24) wenigstens ein in y-Richtung verschiebbarer zentraler Messtaster (46) ausgebildet ist, welcher am Scheitel (48) des gebogenen Blechs (28) anliegt und funktionell wie ein Messtaster (38) ausgebildet ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Messtaster (38,46) vorzugsweise einen runden Querschnitt haben und auf der dem Blech (28) aufliegenden Stirnseite abgerundet sind, insbesondere kugelförmig mit einem Radius (r_M).
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Einlaufkanten mit einem konstanten Radius (r_K) oder einer nach aussen progressiv zunehmenden Krümmung mit dem kleinsten Radius (r_K) abgerundet sind, wobei $r_K > r_M$ ausgebildet ist.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine Mantellinie (M_K) der Einlaufkante (36), gebildet vom aufliegenden Blech (28), und die Auflage (P_M) des Messtasters (38) auf dem Blech (28) mit zunehmender Blechdicke (d) einen zunehmenden Abstand (a) haben.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass Stempel- und matrizenseitig wenigstens eine Skalierung (42) für den mobilen und wenigstens ein Fixpunkt (44) für den ortsfesten Teil des Biegewerkzeugs ausgebildet sind, wobei die Skalierung (42) und der Fixpunkt (44) maschinell einlesbar und elektronisch auswertbar sind und der Steuerung der Abkantpresse dienen.
9. Verfahren zum Messen und Steuern von Biegewinkeln (α) in einer Abkantpresse (10) vor, während und nach einer industriellen Produktion nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass
 - die peripheren Messtaster (38) während dem Abkantprozess kontinuierlich dem zugeordneten Schenkel des Blechs (28) folgen, wobei die Längsverschiebungen der Messtaster (38) in y-Richtung vom Messwandler in Signale umgesetzt werden,
 - eine elektrische Steuerung die Signale analysiert und anhand der gespeicherten Kalibriermatrix die Winkel (γ_L und γ_R) des linken und rechten Schenkels des Blechs (28) zur Auflagefläche berechnet und aus der Beziehung $\alpha = 180^\circ - \gamma_L - \gamma_R$ den Ist-Wert des Biegewinkels (α) ableitet, und
 - die elektrische Steuerung den Ist-Wert des Biegewinkels (α) am entlasteten abgekanteten Blech (28) mit dem vorgegebenen Soll-Wert vergleicht und eine vorgegebene Toleranz überschreitende Abweichungen anzeigt.

CH 695 668 A5

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrische Steuerung beim Überschreiten einer vorgegebenen Toleranz programmgespeichert ein wenigstens einmaliges Nachdrücken und/oder eine Korrektur der Relativbewegung von Biegestempel (18) und Biegematrize (24) auslöst.

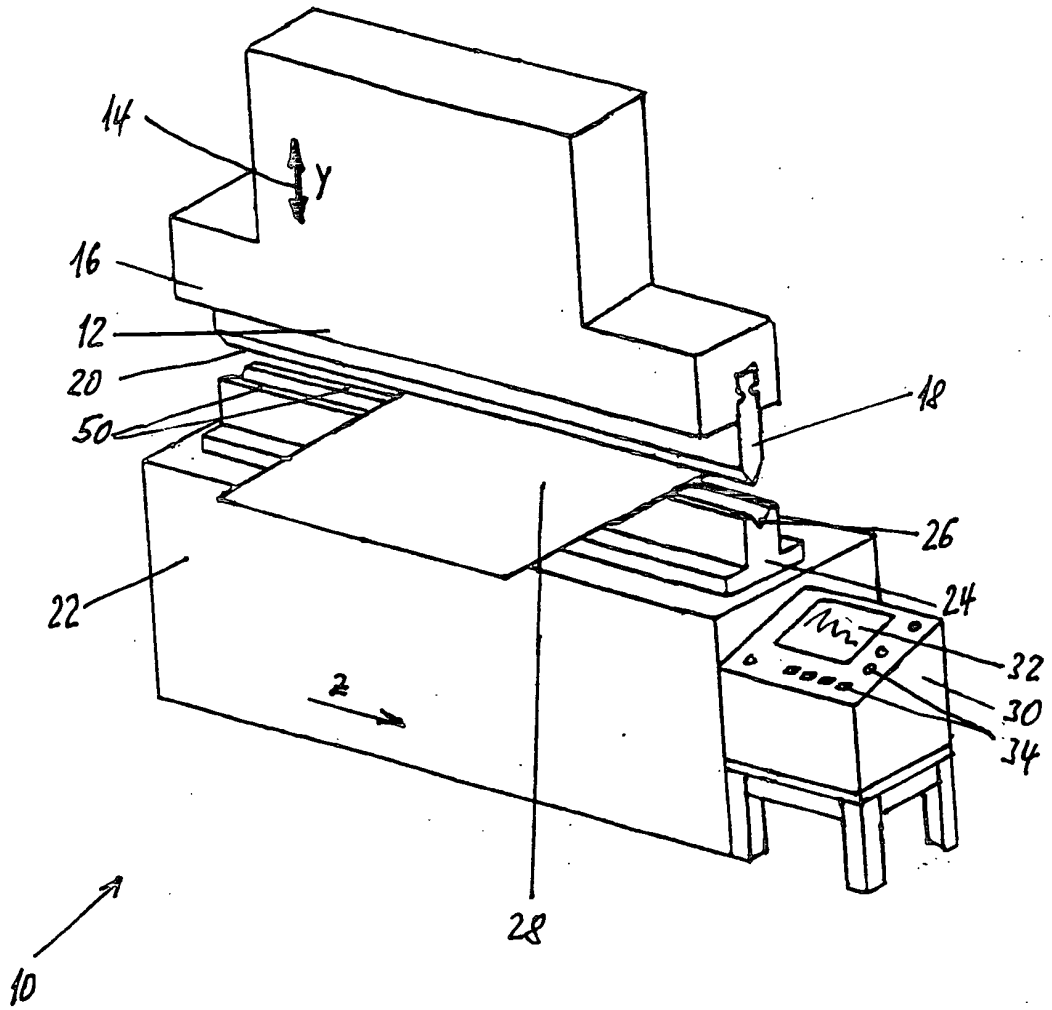


Fig. 1

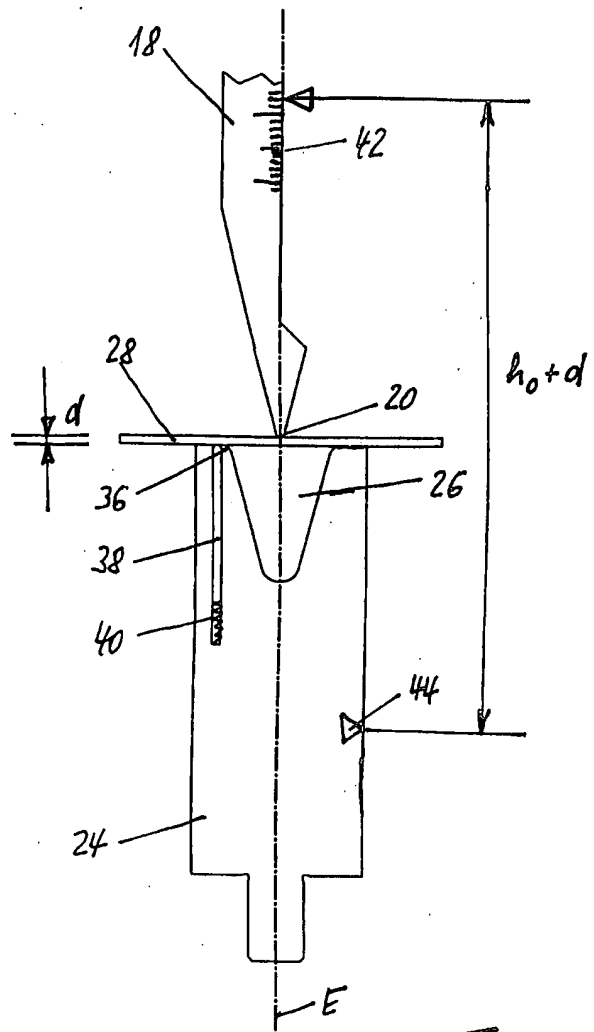


Fig. 2

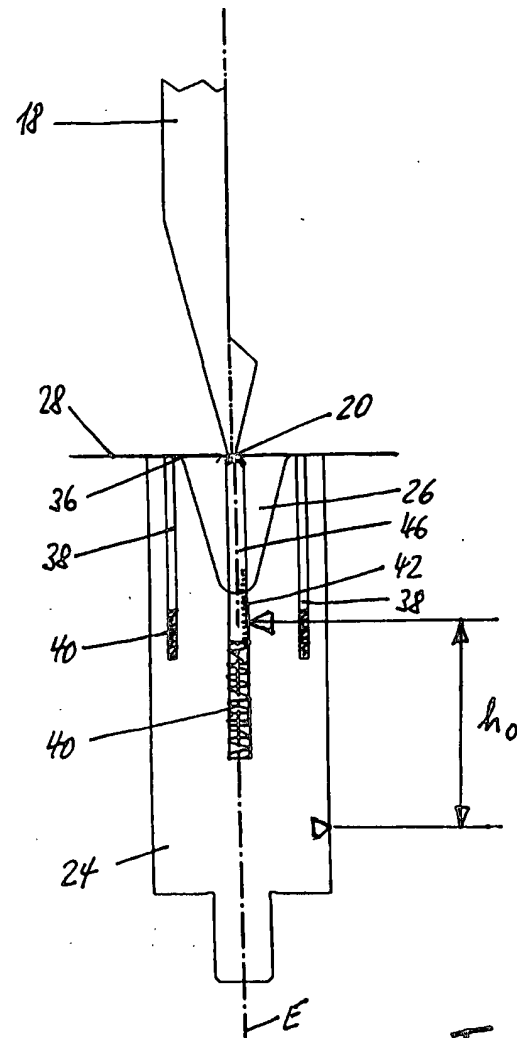


Fig. 3

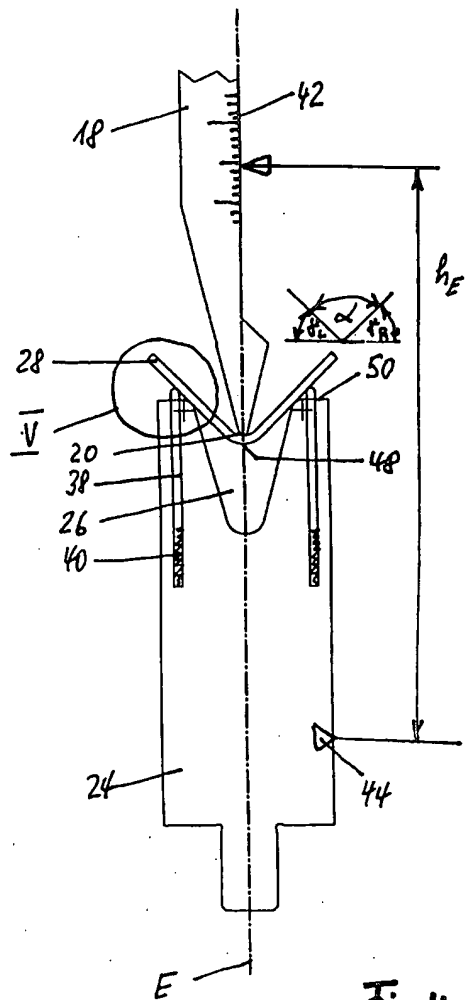


Fig. 4

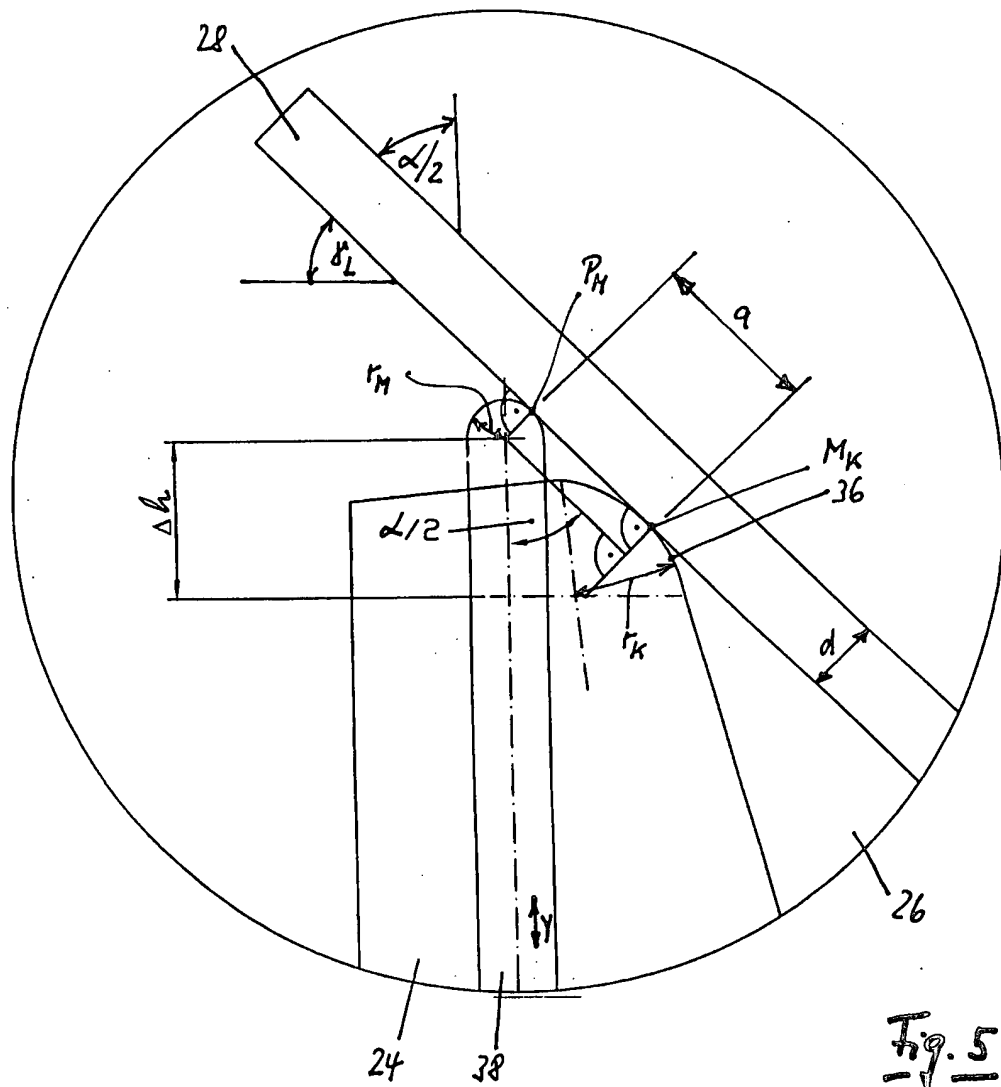


Fig. 5

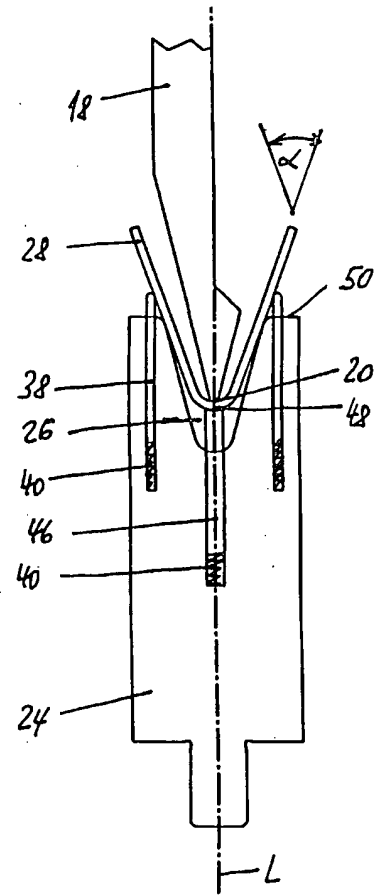


Fig. 6

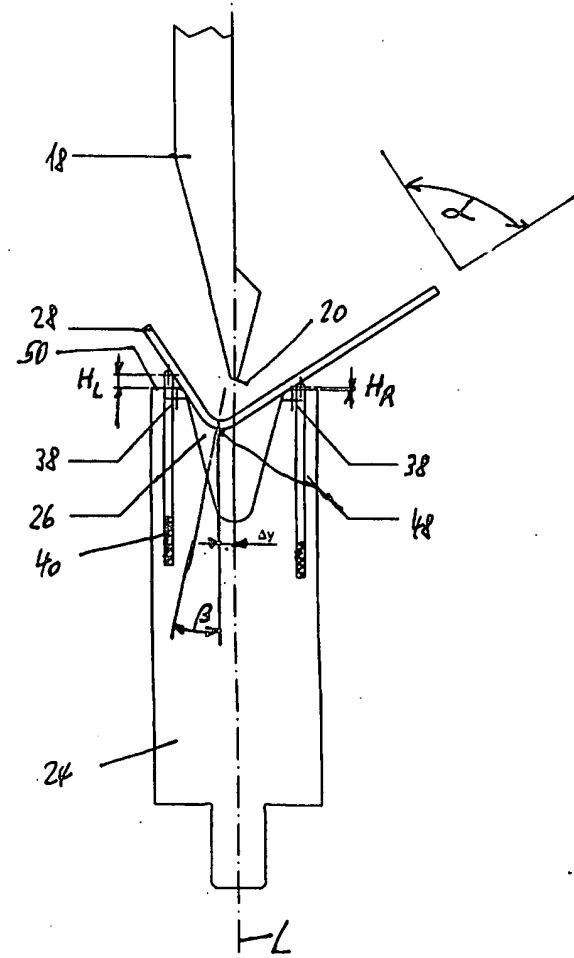


Fig. 7

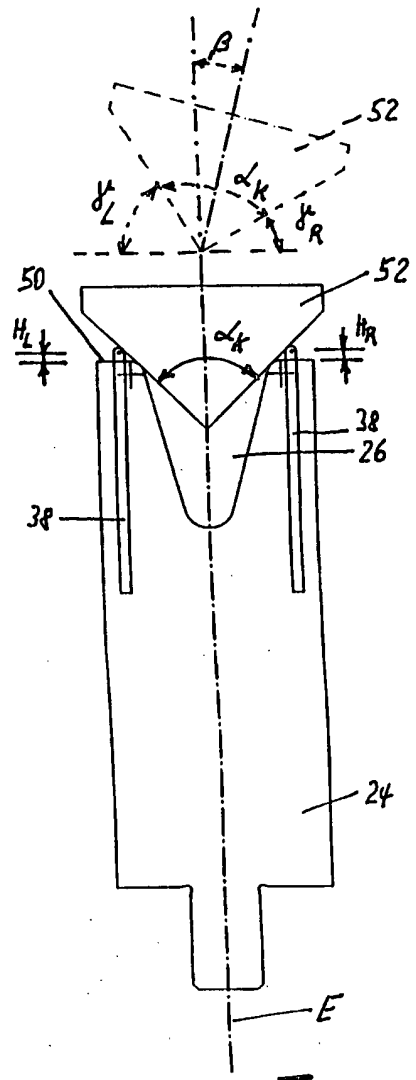


Fig. 8

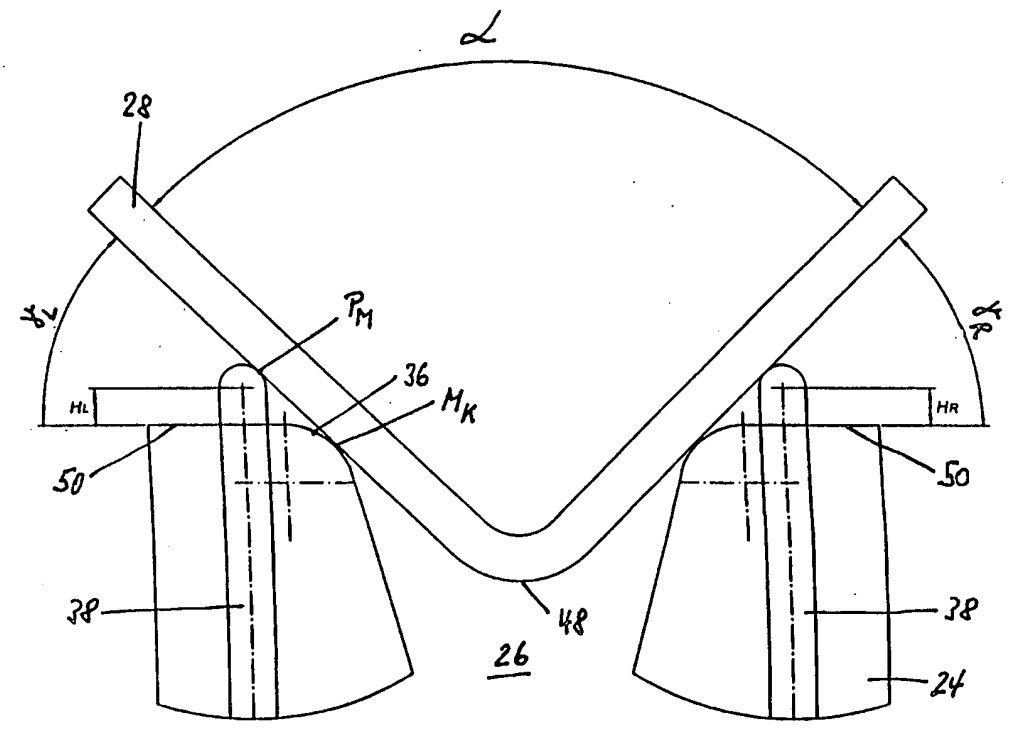


Fig. 9