



⑫ **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift :
14.04.93 Patentblatt 93/15

⑤① Int. Cl.⁵ : **B21D 5/02**

②① Anmeldenummer : **89810322.1**

②② Anmeldetag : **28.04.89**

⑤④ **Verfahren zum Biegen von Blech.**

③① Priorität : **03.05.88 AT 1140/88**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :
08.11.89 Patentblatt 89/45

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung :
14.04.93 Patentblatt 93/15

⑧④ Benannte Vertragsstaaten :
AT BE CH DE ES FR GB IT LI NL SE

⑤⑥ Entgegenhaltungen :
EP-A- 0 096 278
AT-A- 381 251

⑦③ Patentinhaber : **HAEMMERLE AG**
Wuhrmattstrasse 1
CH-4800 Zofingen (CH)

⑦② Erfinder : **Zbornik, Vaclav**
Titlisstrasse 4
CH-4665 Oftringen (CH)

⑦④ Vertreter : **Rottmann, Maximilian R.**
c/o Rottmann, Zimmermann + Partner AG
Glattalstrasse 37
CH-8052 Zürich (CH)

EP 0 341 211 B1

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Biegen von Blechen mit Hilfe einer Biegeeinrichtung, die einen Biegestempel sowie eine Matrize mit verstellbarem Boden aufweist, in welche Matrize der Biegestempel je nach erwünschtem Biegewinkel bis zum Auffahren des Bleches auf den Matrizenboden eindringt, wobei der theoretische Biegewinkel bei gleichbleibender Matrizenöffnung durch die relative Stellung des Matrizenbodens zur Matrizenöffnung bestimmt ist. Ein derartiges Verfahren wird in der EP-A-0 096 278 beschrieben.

Es ist bekannt, dass der Biegewinkel beim Blechbiegen mit einem Biegestempel und einer Matrize, bei einer gegebenen Breite der Matrize, durch die Festlegung der Eindringtiefe des Biegestempels in die Matrize theoretisch angenähert bestimmt werden kann. Die Praxis hat aber gezeigt, dass der tatsächliche Biegewinkel, je nach Materialqualität und Dickentoleranz des zu biegenden Blechstückes, kleinere oder grössere Abweichungen vom theoretischen Wert aufweist.

Durch die Höhenverstellung des Matrizenbodens konnte der gewünschte Winkel theoretisch einfach und wiederholbar festgelegt werden. Bei der Wiederholung des Biegevorganges an verschiedenen, qualitativ gleichwertigen Blechstücken treten jedoch Abweichungen im Biegewinkel auf. Dies hängt zum einen damit zusammen, dass beim Biegevorgang im Blech nie die theoretische, scharfe Kante entsteht, welche der Arbeitskante des Biegestempels entspricht, sondern es entstehen beim Biegen Abrundungen, welche den Biegewinkel erheblich beeinflussen. Zum anderen federn die beiden Blechschenkel etwas zurück, sobald das Blech vom Biegedruck befreit ist. Die Grösse der Rückfederung hängt ebenfalls von der Blechdicke und der Materialqualität ab, so dass der tatsächliche Endbiegewinkel nie theoretisch genau vorherbestimmt werden kann.

Dies bedeutet in der Praxis, dass zwei von verschiedenen Fabrikanten hergestellte oder aus verschiedenen Produktionsserien stammende, qualitativ gleichwertige und gleich dicke Bleche nach der Bearbeitung an derselben Maschine mit derselben Einstellung abweichende Biegewinkel aufweisen können, da das Materialverhalten bezüglich der resultierenden Abrundung des Bugs und der Grösse der Rückfederung geringfügig unterschiedlich sein kann.

Zur Verbesserung der Genauigkeit beim Biegevorgang wurde von der Anmelderin bereits ein Verfahren vorgeschlagen, gemäss welchem die während der Deformation des Blechstücks auftretenden Kräfte kontinuierlich ermittelt und die ermittelten Werte einer Steuereinrichtung zugeführt werden, welche diese mit gespeicherten Sollwerten vergleicht und in Abhängigkeit der Abweichungen den Stempelvorschub beeinflusst. (EP-PS 0 096 278).

Mit diesem Verfahren konnten gute Resultate erzielt werden. Es ist hingegen das Ziel der Erfindung, ein solches Blechbiegeverfahren einfacher zu gestalten und trotzdem eine nochmals gesteigerte Genauigkeit bezüglich des resultierenden Endbiegewinkels zu erreichen.

Um dieses Ziel zu erreichen, weist das vorgeschlagene Vorgehen die in Patentanspruch 1 zusammengefassten Merkmale auf. In dieser Weise werden Winkelmessungen während des Biegevorgangs dazu benutzt, um die richtige Höhenstellung des Matrizenbodens zu bestimmen. Es ist mit Hilfe des vorgeschlagenen Verfahrens möglich, aufgrund der ermittelten Winkeldifferenzen den Boden während des Biegevorganges auf korrekte Eindringtiefe einzustellen, wobei am Ende des Biegevorgangs der tatsächliche Sollwinkel genau eingehalten wird. Dieses Verfahren weist gegenüber dem bekannten Verfahren eine wesentliche Vereinfachung auf und stellt einen grossen Fortschritt dar.

Bevorzugte Weiterbildungen des Verfahrens sind in den abhängigen Ansprüchen definiert. So ist es beispielsweise ferner möglich, neben der Vergleichskurve des Biegeverlaufs auch die Grösse und den Verlauf der zur Deformation des Blechstücks benötigten Biegekraft zu ermitteln. Diese wird dann in Funktion der Eindringtiefe des Biegestempels oder des Deformationswinkels gespeichert, worauf der tatsächliche Kräfteverlauf beim Biegen des Blechs mit dem gespeicherten Kräfteverlauf verglichen und die festgestellten Unterschiede zur zusätzlichen Korrektur der Eindringtiefe verwendet werden.

Das vorgeschlagene Verfahren wird anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1-3 schematische Querschnittsskizzen durch eine Biegeeinrichtung;

Fig. 4 ein Diagramm des Biegewinkelverlaufs; und

Fig. 5 ein Diagramm des Kräfteverlaufs.

Zum Biegen von Blechstücken wird eine Biegeeinrichtung verwendet, welche an und für sich bekannt ist und aus einem Biegestempel sowie aus einer Matrize mit verstellbarem Boden besteht, in welche der Biegestempel je nach Biegewinkel mehr oder weniger eindringt. Der theoretische Biegewinkel wird bei gleichbleibender Matrizenöffnung durch die relative Stellung des Matrizenbodens zur Matrizenöffnung gegeben. Gemäss der schematischen Skizze in Fig. 1 ist ein Biegestempel 1 vorgesehen, welcher mit der festen Biegematrize 2 zusammenarbeitet, die einen verstellbaren Boden 3 besitzt. Zum Biegen des Blechs 4 wird dasselbe, mit Hilfe des Biegestempels 1, entlang einer Kante 5 gegen den verstellbaren Boden 3 gepresst. Der gebildete

Winkel W wird durch die Lage der Kante 5 bezüglich der Auflagekanten 6 der Matrize 2 bestimmt. Die Eindringtiefe des Biegestempels 1 ist in der Fig. 1 mit E bezeichnet.

Wie schon eingangs erwähnt ist der Biegewinkel W vom Verrundungsradius der Biegekante abhängig. In der Fig. 2 ist schematisch dargestellt, wie sich der Winkel W ändert. Das Blechstück 4a weist (theoretisch) eine sehr scharfe Kante in Form einer Linie auf, während das Blechstück 4b eine verrundete Biegekante besitzt. Es ist deutlich zu sehen, dass der Winkel, den die beiden Schenkel des Blechstückes 4a einschliessen, etwas grösser ist als der von den Schenkeln des Blechstückes 4b eingeschlossene Winkel. Generell gilt (bei unveränderter Matrizeneinstellung): Je grösser der Verrundungsradius der Biegekante, desto kleiner der resultierende Biegewinkel.

In der Fig. 3 ist, stark übertrieben gezeichnet, das Rückfederungsverhalten eines gebogenen Bleches 4 dargestellt. Es ist klar ersichtlich, dass das von der Biegekraft, die vom Stempel 1 ausgeübt wird, entlastete Blech mit seinen beiden Schenkeln etwas zurückfedert, so dass der Biegewinkel bei entlastetem Blech (Stempel 1 zurückgezogen) etwas grösser ist als der theoretische Biegewinkel in der Situation, wenn der Stempel das Blech 4 vollends gegen den Matrizenboden presst. Die Rückfederungsrate ist von der Blechdicke und vom Material des Bleches abhängig und kann kaum mit der erforderlichen Genauigkeit vorausberechnet werden.

Der praktische Biegeverlauf eines Musterblechstückes ist in der Fig. 4 durch die Kurve 8 dargestellt, welche den Zusammenhang zwischen Eindringtiefe E und Winkel W angibt. Einen Einfluss auf den Verlauf der Kurve 8 üben neben der Dickentoleranz des zu biegenden Bleches auch die Streckgrenze, der Elastizitätsmodul und das Verfestigungsverhalten des Blechstückes aus.

Nach dem erfindungsgemässen Verfahren wird also zunächst dieser praktische Biegeverlauf 8 des Blechstückes ermittelt, indem ein Musterblechstück einer bestimmten Dicke und mit einer bestimmten Materialqualität in einer Versuchsreihe gebogen wird. Dabei werden eine Vielzahl von Wertepaaren E/W aufgenommen, in Form einer Kurve dargestellt und als Referenzkurve für die obengenannte, bestimmte Materialqualität und Dicke gespeichert.

Bei der Ausübung des tatsächlichen Biegevorganges unter Verwendung von Blechen gleichwertiger Qualität und Dicke wird die Position des verstellbaren Matrizenbodens 3 und damit die Eindringtiefe auf einen Wert E_s eingestellt, der gemäss der gespeicherten Vergleichskurve 8 den Sollwinkel W_s ergeben sollte. Dann wird der Biegevorgang gestartet und kontinuierlich weitergeführt. Wenn der Stempel eine erste Eindringtiefe E_5 erreicht hat, wird der effektive Biegewinkel W_5 gemessen und mit dem Biegewinkel W_6 verglichen, welcher sich aus der Vergleichskurve 8 ergibt. Die Differenz $W_5 - W_6$ zeigt, dass der effektive Biegewinkel W_5 grösser ist als der theoretisch erwartete Biegewinkel W_6 .

Entsprechend wird bei den Eindringtiefen E_3 und E_1 vorgegangen: Der effektive Biegewinkel W_3 bzw. W_1 wird gemessen und jeweils mit dem zugeordneten Biegewinkel W_4 bzw. W_2 aus der Kurve 8 verglichen. Aufgrund der ermittelten Winkeldifferenzen $W_5 - W_6$, $W_3 - W_4$ und $W_1 - W_2$ ist erkennbar, dass sich für das eben bearbeitete Blech eine von der Vergleichskurve 8 abweichende Biegekurve 9 ergibt, die in der Fig. 4 gestrichelt eingezeichnet ist. Der Verlauf dieser Kurve 9 zeigt, dass bei gleicher Eindringtiefe der tatsächliche Winkel grösser als der erwartete Winkel ist. Aus diesem Grund muss die Lage des verstellbaren Bodens 3 der Matrize 2 korrigiert werden, weil der Sollwinkel nicht bei der Eindringtiefe E_s gemäss Vergleichskurve 8 erreicht sein wird, sondern erst bei der korrigierten Eindringtiefe E_k .

Aufgrund der ermittelten Winkeldifferenzen kann die korrigierte Eindringtiefe E_k , d.h. die korrigierte Stellung des Bodens 3 der Matrize, sofort ermittelt und eingestellt werden. Dies kann, bildlich gesprochen, z.B. dadurch geschehen, dass man ein Stück der Kurve 8 ab dem Winkel W_1 an die bisherige, praktisch ermittelte Biegeverlaufskurve 9 anfügt. Dadurch ergibt sich ein Schnittpunkt K dieses (in Fig. 4 stärker gezeichneten) angefügten Kurvenstücks 9a mit der dem Endsollwinkel W_s zugeordneten Geraden, so dass sich die zugehörige, korrigierte Eindringtiefe E_k ermitteln lässt. Schliesslich wird der Matrizenboden 3 auf den neuen Wert E_k der Eindringtiefe eingestellt; dies alles erfolgt, während der Biegevorgang kontinuierlich weiterläuft. Bis zum Ende des Biegevorganges wird der tatsächliche Sollwinkel W_s genau erreicht sein.

In der praktischen Ausführung erfolgt diese Extrapolation der Biegeverlaufskurve 9 auf der Grundlage der bekannten Biegeverlaufskurve 8 natürlich in einem Rechner-gestützten Steuergerät, in dem auch die Kurve 8 gespeichert ist. Die Extrapolation ist ohne weiteres zulässig, da in der Praxis die Abweichung der Kurve 9 von der Kurve 8 sehr gering und in der Zeichnung aus Deutlichkeitsgründen stark übertrieben gezeigt ist. Die theoretisch resultierende Ungenauigkeit durch Extrapolation der Kurve 9 auf der Basis der Kurve 8 ist dermassen klein, dass sie ohne weiteres vernachlässigt werden kann.

Bei der praktischen Ausführung des Verfahrens ist es vorteilhaft, die Winkelbestimmungen in Abhängigkeit der Eindringtiefe jeweils bei mit dem Biegedruck belastetem Blech durchzuführen, und zwar sowohl bei der Ermittlung der Referenzkurve 8 als auch bei der tatsächlichen Kontrollmessung bei der Eindringtiefe E_1 . Dies gestattet ein kontinuierliches Arbeiten, ohne dass der Biegevorgang zur Messung der Biegewinkel unterbrochen werden muss.

Des weiteren ist es vorteilhaft, die letzte Kontrollmessung des Biegewinkels soweit rechtzeitig vor Erreichen des (erwarteten) Sollwinkels durchzuführen, dass noch genügend Zeit verbleibt, den Matrizenboden auf den korrigierten Höhenlagewert einzustellen. Andererseits soll aber die letzte Kontrollmessung möglichst spät erfolgen, so dass nur ein verhältnismässig kleiner Bereich der Kurve 9 aus der Referenzkurve 8 extrapoliert werden muss, wodurch die Genauigkeit weiter ansteigt.

Eine weitere Ausbildung des vorgeschlagenen Verfahrens kann darin bestehen, dass neben dem theoretischen Biegeverlauf auch die Grösse und der Verlauf dem praktisch zur Deformation des Blechstückes benötigten Kraft an einem Musterblech gleicher Dicke und gleicher Qualität ermittelt und in Funktion der Eindringtiefe oder des Deformationswinkels gespeichert wird. Es hat sich nämlich gezeigt, dass bei gleichbleibender Eindringtiefe des Stempels 1 auch bei der Verwendung der gleichen Matrize mit den gleichen Auflagekanten der Winkel nicht gleich bleibt, sondern sich infolge von Herstellungstoleranzen des Blechs ändert, da das eine Blech weniger und das andere Blech mehr Kraft zum Biegen benötigt.

Zwischen dem Biegewinkel und der Eindringtiefe besteht also eine Funktion, welche vom jeweiligen Kräfteverlauf abhängt. In der Vervollkommnung des Verfahrens wird deshalb die Grösse der Biegekraft im Biegestempel entlang des Stempelweges gemessen und ein Rechner mit den Messwerten gespeist. Es ergibt sich so eine Kurve 11 (Fig. 5), welche den tatsächlichen Kräfteverlauf in Funktion des Weges des Biegestempels beim Biegen darstellt. Dieser Kräfteverlauf wird mit dem gespeicherten Referenz-Kräfteverlauf verglichen, wobei die festgestellten Unterschiede zur zusätzlichen Korrektur der Eindringtiefe, d.h. zur zusätzlichen Korrektur der Stellung des verstellbaren Bodens 3 verwendet wird.

In der praktischen Ausführung wird der Biegestempel 1 zweiteilig ausgeführt und besteht aus einem oberen Teil 1a und aus einem unteren Teil 1b, wobei zwischen den beiden Teilen eine Messeinrichtung 10 Aufnahme findet. Diese Messeinrichtung kann zum Beispiel als elektrische Kraftmessdose ausgebildet sein und dient zum Messen des durch den Stempel 1 ausgeübten Drucks auf das Blechstück 4. Die Messwerte werden in einem Rechner registriert und verarbeitet, welcher auf die Stellvorrichtung des Matrizenbodens einwirken kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Biegen von Blechen mit Hilfe einer Biegeeinrichtung, die einen Biegestempel (1) sowie eine Matrize (2) mit verstellbarem Boden (3) aufweist, in welche Matrize (2) der Biegestempel (1) je nach erwünschtem Biegewinkel (W) mehr oder weniger eindringt, wobei der theoretische Biegewinkel bei gleichbleibender Matrizenöffnung durch die relative Stellung des Matrizenbodens (3) zur Matrizenöffnung (6-6) bestimmt ist, dadurch gekennzeichnet, dass zunächst in einer Versuchsreihe mit einer bestimmten Blechqualität der effektive Biegewinkel (W) in Funktion der Eindringtiefe (E) des Biegestempels (1) in die Matrize (2) ermittelt und als Vergleichskurve (8) gespeichert wird, worauf im tatsächlichen Biegevorgang von weiteren, gleichwertigen Blechen der Winkel (W_1) des belasteten Blechs (4) im Verlauf des Biegevorgangs bei mindestens einer ausgewählten Eindringtiefe (E_1) gemessen und mit dem sich aus der Vergleichskurve (8) ergebenden entsprechenden Winkel (W_2) verglichen wird, und dass die Stellung des Matrizenbodens (3) aufgrund der ermittelten Winkeldifferenz ($W_1 - W_2$) korrigiert wird, worauf der Biegevorgang bis zum Erreichen der korrigierten Stellung des Bodens (3) der Matrize (2) fertig ausgeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Messung der Biegewinkel (W_1) des belasteten Blechs (4) und der Vergleich mit den sich aus der Vergleichskurve (8) ergebenden, entsprechenden Biegewinkeln (W_2, W_4, W_6) bei mindestens zwei, vorzugsweise drei verschiedenen Eindringtiefen (E_1, E_3, E_5) erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die letzte Messung des Biegewinkels (W_1) und der Vergleich desselben mit dem Winkelwert (W_2) aus der Vergleichskurve (8) im Verlauf des tatsächlichen Biegevorgangs so weit vor Erreichen des Sollbiegewinkels (W_s) erfolgt, dass für die Korrektur der Stellung des Matrizenbodens (3) genügend Zeit verbleibt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, dass der Korrekturwert für die Verstellung des Matrizenbodens (3) durch Extrapolation der gemessenen Winkeldifferenz-Werte auf der Basis der gespeicherten Vergleichskurve (8) ermittelt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-4, dadurch gekennzeichnet, dass neben der Vergleichskurve (8) des Biegeverlaufs auch die Grösse und der Verlauf der zur Deformation des Musterblechs (4) benötigten

Biegekraft ermittelt und in Funktion der Eindringtiefe des Biegestempels (1) oder des Biegewinkels (W) als weitere Vergleichskurve (11) gespeichert wird, worauf der tatsächliche Kräfteverlauf beim Biegen von weiteren, gleichwertigen Blechen (4) mit dem gespeicherten Kräfteverlauf verglichen und die festgestellten Unterschiede zur zusätzlichen Korrektur der Stellung des Matrizenbodens (3) verwendet werden.

5

Claims

1. Method of bending metal sheets by means of a bending device, which comprises a bending bar (1) and a bottom die (2) with an adjustable base (3), in which bottom die (2) the bending bar (1) penetrates to a greater or lesser extent according to the desired bending angle (W), the theoretical bending angle being determined, in the case of a constant bottom die opening, by the relative position of the bottom die base (3) with respect to the bottom die opening (6-6), characterised in that the first of all, in a series of trials with a pre-determined sheet metal quality, the effective bending angle (W) is ascertained as a function of the penetration depth (E) of the bending bar (1) in the bottom die (2) and is memorised as a comparison curve (8), whereupon in the actual process of bending further equivalent metal sheets the angle (W_1) of the loaded metal sheet (4) is measured in the course of the bending operation at at least one selected penetration depth (E_1) and compared with the corresponding angle (W_2) resulting from the comparison curve (8), and that the position of the bottom die base (3) is corrected on the basis of the angular difference ascertained ($W_1 - W_2$), whereupon the bending operation is continued until the corrected position of the base (3) of the bottom die (2) is reached.
2. Method according to Claim 1, characterised in that the measurement of the bending angle (W_1) of the loaded metal sheet (4) and the comparison with the corresponding bending angles (W_2, W_4, W_6) resulting from the comparison curve (8) takes place with at least two, preferably three different penetration depths (E_1, E_3, E_5).
3. Method according to Claim 1 or 2, characterised in that the last measurement of the bending angle (W_1) and the comparison thereof with the angular value (W_2) from the comparison curve (8) takes place in the course of the actual bending process so far before reaching the desired bending angle (W_s) that sufficient time remains for correcting the position of the bottom die base (3).
4. Method according to one of the Claims 1 to 3, characterised in that the correction value for the adjustment of the bottom die base (3) is ascertained by extrapolation of the measured values of the angular difference on the basis of the memorised comparison curve (8).
5. Method according to one of Claims 1 to 4, characterised in that besides the comparison curve (8) of the bending behaviour, the magnitude and behaviour of the bending force necessary for the deformation of the specimen metal sheet (4) is also ascertained and memorised as a function of the penetration depth of the bending bar (1) or of the bending angle (W) as a further comparison curve (11), whereupon the actual force distribution at the time of bending further equivalent metal sheets (4) is compared with the memorised force distribution and the differences ascertained are used for the additional correction of the position of the bottom die (3).

45

Revendications

1. Procédé pour plier des tôles à l'aide d'un dispositif plieur comportant un poinçon de formage (1) ainsi qu'une matrice (2) à fond réglable (3), matrice (2) dans laquelle le poinçon de formage (1) pénètre plus ou moins selon l'angle de pliage (W) souhaité, l'angle théorique de pliage étant défini, pour une ouverture constante de matrice, par la position relative du fond de matrice (3) et de l'ouverture de matrice (6-6), caractérisé en ce que, dans une série d'essais effectués avec une certaine qualité de tôle, on détermine d'abord l'angle effectif de pliage (W) en fonction de la profondeur de pénétration (E) du poinçon de formage (1) dans la matrice (2) et on le mémorise sous forme d'une courbe de référence (8), ce après quoi, à l'occasion d'une opération effective de pliage d'autres tôles équivalentes, on mesure l'angle (W_1) de la tôle (4) soumise à contrainte, au moins pour une profondeur de pénétration (E_1) lors de l'opération de pliage, et on le compare à l'angle (W_2) correspondant qui ressort de la courbe de référence (8), et en ce que la position du fond de matrice (3) est corrigée en fonction de la différence d'angle ($W_1 - W_2$) ainsi

55

déterminée, ce après quoi on met en oeuvre l'opération finale de pliage jusqu'à ce qu'on ait atteint la position corrigée du fond (3) de la matrice (2).

- 5 2. Procédé selon la Revendication 1, caractérisé en ce que la mesure de l'angle de pliage (W_1) de la tôle (4) soumise à contrainte et la comparaison avec les angles de pliage (W_2 , W_4 , W_6) correspondants ressortant de la courbe de référence (8) s'effectuent pour au moins deux et de préférence trois profondeurs de pénétration différentes (E_1 , E_3 , E_5).
- 10 3. Procédé selon la Revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la dernière mesure de l'angle de pliage (W_1) et la comparaison de ce dernier avec l'angle (W_2) ressortant de la courbe de référence (8) s'effectuent, au cours de l'opération de pliage proprement dite, suffisamment avant d'atteindre l'angle de pliage de consigne (W_s) pour qu'il reste suffisamment de temps pour la correction de la position du fond de matrice (3).
- 15 4. Procédé selon l'une des Revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la valeur de correction correspondant au réglage du fond de matrice (3) est déterminée par extrapolation des différences mesurées entre les angles, sur la base de la courbe de référence mémorisée (8).
- 20 5. Procédé selon l'une des Revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'on détermine, outre la courbe de référence (8) correspondant au pliage, l'intensité et les variations de la force de pliage nécessaire à une déformation de la tôle modèle (4), et qu'on les mémorise, en fonction de la profondeur de pénétration du poinçon de formage (1) ou de l'angle de pliage (W), sous forme d'une autre courbe de référence (11), ce après quoi on compare la courbe effective de variation de la force lors du pliage d'autres tôles (4) équivalentes à la courbe mémorisée des variations de la force, les différences constatées étant utilisées pour corriger effectivement la position du fond de matrice (3).
- 25

30

35

40

45

50

55

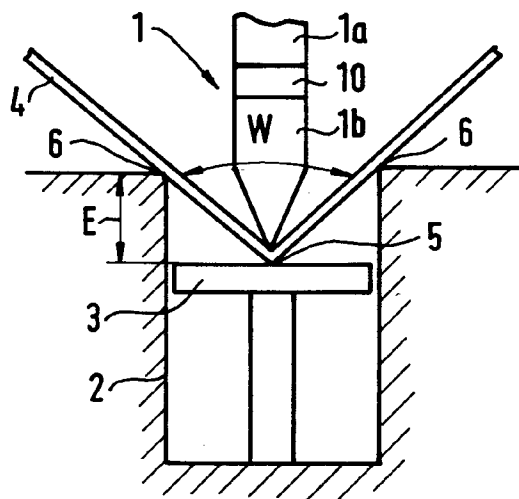


FIG. 1

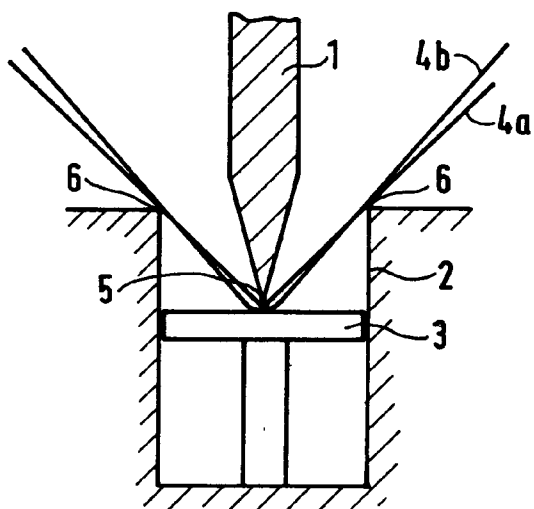


FIG. 2

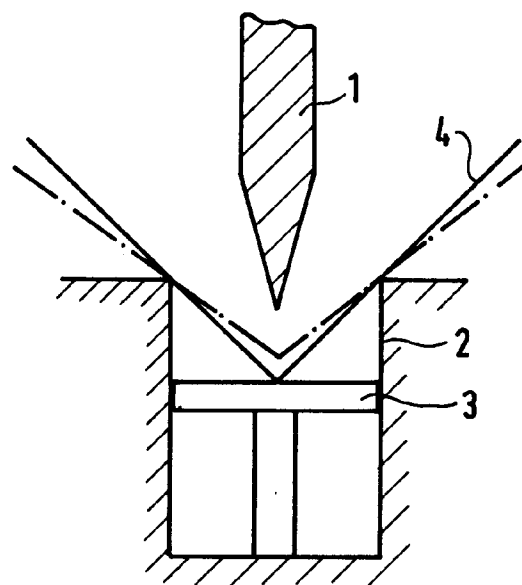


FIG. 3

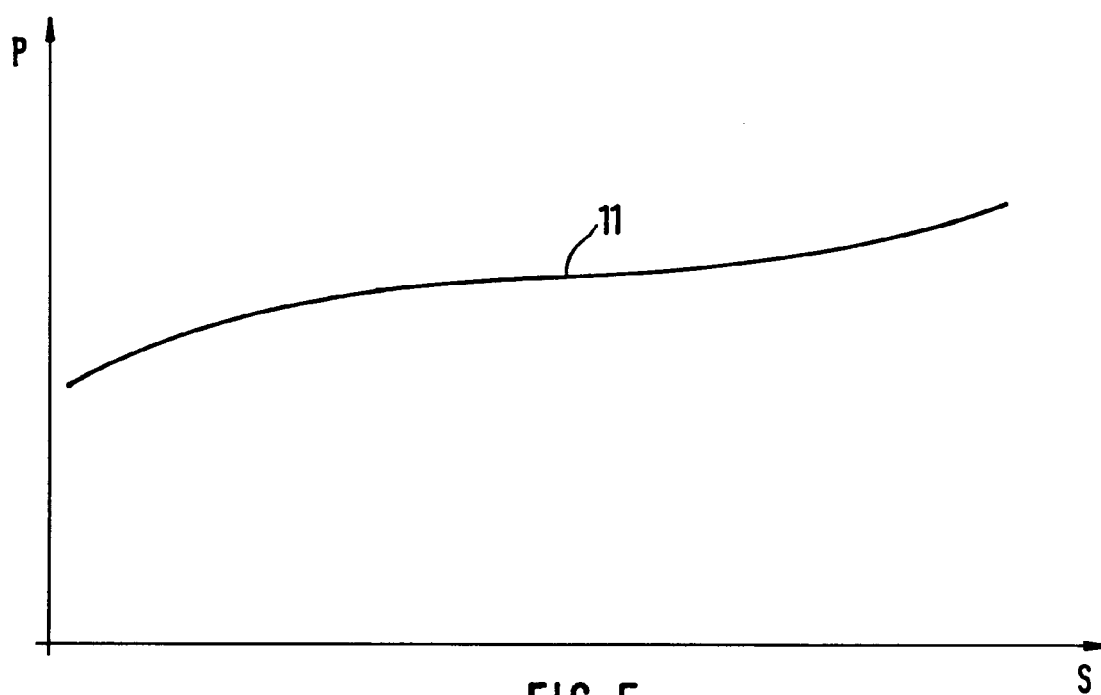
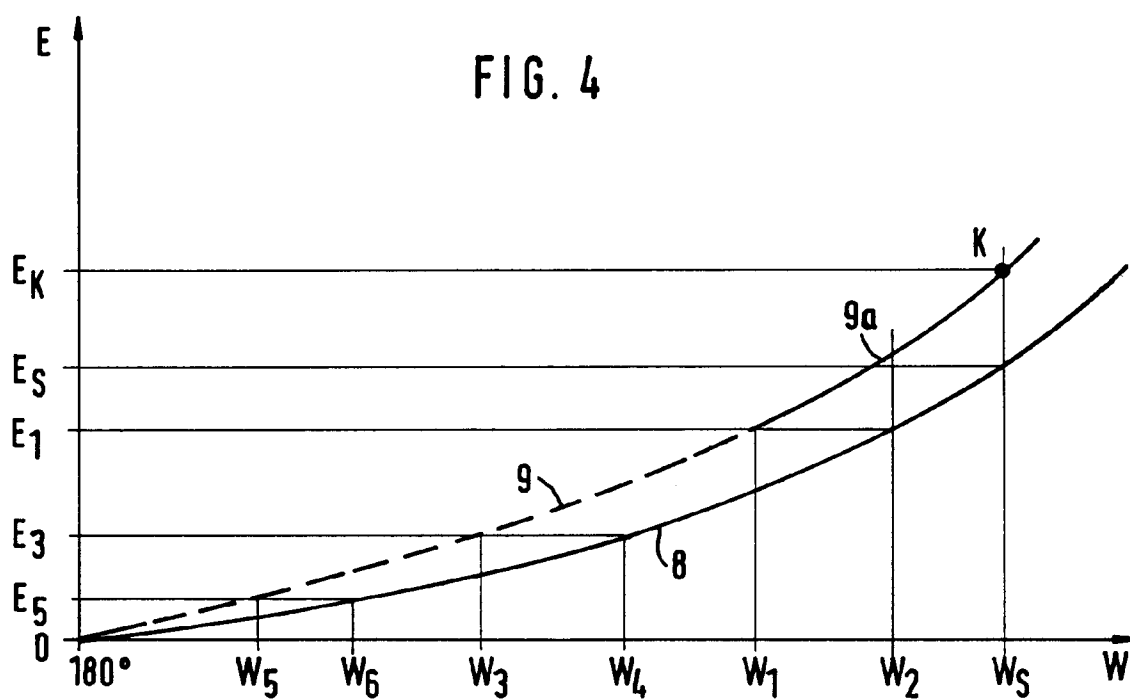


FIG. 5