



## Beschreibung

### Verfahren zum Biegen eines Werkstückes

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Biegen eines Werkstückes nach einem gegebenen Sollwinkel. Das Verfahren wird mit Hilfe einer Biegeeinrichtung ausgeübt, die einen Biegestempel sowie eine Biegematrize aufweist, welche einen dem zu bildenden Winkel entsprechend verstellbaren Matrizenboden besitzt.

Beim Blechbiegen mit einem Biegestempel und einer Matrize bietet die exakte Einhaltung eines vorgegebenen Biegewinkels grosse Schwierigkeiten. Der Biegewinkel kann zwar durch die Bestimmung der Eindringtiefe des Biegestempels in die Matrize bei einer gegebenen Breite der Matrize theoretisch genau berechnet werden, wobei jedoch die theoretischen Werte praktisch nicht erreicht werden können, da der tatsächliche Biegewinkel, je nach Genauigkeit des Stempelvorschubs in die Matrize sowie Qualität und Stärke des zu biegender Blechstückes, kleinere oder grössere Abweichungen vom Sollwert aufweist.

Eine gewisse Verbesserung bringt die Verwendung einer Biegeeinrichtung, bei welcher der Biegewinkel sehr einfach und exakt eingestellt und auch geändert werden kann. Solche Biegeeinrichtungen weisen zweckmässigerweise eine Biegematrize auf, die einen verstellbaren Matrizenboden besitzt. Der Biegewinkel kann ohne Auswechslung der Matrize durch die Einstellung bzw. Änderung der Höhenlage des Matrizenbodens exakt bestimmt und geändert werden. Die Biegematrize weist an ihrer, dem Biegestempel zugekehrten Seite eine längsverlaufende Nut auf, die durch die relative Lage der beiden, die Nutenöffnung begrenzenden festen Auflagekanten und des beweglichen Nutengrundes den momentanen Biegewinkel bestimmt. Doch auch in diesem Fall tritt bei entlastetem Werkstück ein Rückfedern auf, so dass der tatsächliche Biegewinkel nicht mit dem theoretischen, berechneten Wert übereinstimmt.

Aus diesem Grunde ist es unerlässlich, in Versuchsreihen bei einer bestimmten Blechqualität und -stärke die Abweichungen des Biegewinkels vom Sollwert zu ermitteln und eine entsprechende Korrektur des Stempelvorschubs in die Matrize bzw. eine Korrektur der Höhenlage des verstellbaren Matrizenbodens durchzuführen, bevor die eigentliche Produktion der abgebogenen Bleche beginnen kann.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, hier eine Verbesserung zu schaffen und ein Verfahren zum Biegen von Werkstücken nach einem gegebenen Sollwinkel nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 vorzuschlagen, welches die Notwendigkeit von zeit- und materialintensiven Versuchsreihen vor der Produktion vermeidet und mit welchem Werkstücke unabhängig von der Materialqualität und -stärke sehr präzise gebogen werden können.

Gemäss der Erfindung wird dies mit den im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmalen erreicht.

Dazu ist eine Einrichtung erforderlich, mit welcher der Blechwinkel während des Biegevorganges kontinuierlich und sehr genau gemessen werden kann. Zu diesem Zwecke hat die Anmelderin bereits ein Winkelmessgerät vorgeschlagen, welches ein gegen das zu messende Werkstück an einer ersten Stelle anlegbares Auflageelement, sowie einen mit dem Auflageelement schwenkbar verbundenen, an einer von der ersten Anlagestelle entfernt liegenden Stelle gegen das zu messende Blechstück anlegbaren Tastkopf aufweist. Die Verbindung der Berührungstellen des Auflageelementes und des Tastkopfes mit dem Werkstück definieren die momentane Winkellage des Werkstückes. Zum Erfassen der Schwenkbewegung des Tastkopfes ist ein Winkelmessorgan vorhanden.

Mit einem solchen Winkelmessgerät kann der tatsächliche Blechwinkel kontinuierlich und exakt bestimmt werden, so dass eine Abweichung vom Sollwert bei jeder Winkelstellung genau bestimmbar ist.

Eine weitere Massnahme, die zur Verbesserung der Genauigkeit beim Biegevorgang beiträgt, besteht darin, dass eine Deformation der primär am Pressvorgang beteiligten Elemente der Biegemaschine verhindert bzw. kompensiert wird, um eine ungenaue Bearbeitung des Werkstückes zu vermeiden.

Zu diesem Zwecke hat die Anmelderin bereits vorgeschlagen, einen Biegestempel zu verwenden, dessen Stempelhalter auf einem Stützelement ruht, das in einem Halterungsteil vertikal verschiebbar und auf einem Ölkissen aufliegend gelagert ist. Dabei ist es von Vorteil, wenn das Ölkissen mit einer Membrane abgedeckt ist, auf welcher dann das Stützelement aufliegt. Um bei verschiedenen langen Biegestempeln eine Überkompensation der Durchbiegung zu vermeiden, wurde bereits von der Anmelderin weiter vorgeschlagen, einen Biegestempel zu verwenden, bei welchem der Stützbalken entlang seiner Längenausdehnung mehrfach unterteilt ist, so dass unabhängig voneinander vertikal verschiebbar geführte Balkenteile vorhanden sind.

Bei einer bevorzugten Ausführung des vorgeschlagenen Verfahrens zum Biegen eines Werkstückes nach einem gegebenen Sollwinkel wird eine Biegeeinrichtung verwendet, die einen elastisch abgestützten Biegestempel sowie eine Biegematrize mit einem dem zu bildenden Winkel entsprechend verstellbaren Matrizenboden aufweist.

Die Entlastung des Werkstückes im zweiten Arbeitsgang kann dabei in vorteilhafter Weise durch eine Verminderung des Druckes in der elastischen Stütze des Stempels erfolgen. Die volle Belastung des Stempels im letzten Arbeitsgang erfolgt dagegen durch die Erhöhung des Flüssigkeitsdruckes in der elastischen Stütze. In dieser Weise wird ein einfaches, zuverlässiges und präzises Vorgehen ermöglicht, welches das genaue Einhalten eines vorgegebenen Blechwinkels erlaubt.

In Fig. 1 der beiliegenden Zeichnungen ist eine

geeignete Biegeeinrichtung zur Ausübung des Verfahrens im Vertikalschnitt schematisch dargestellt. Die Fig. 2-7 zeigen schematische Querschnitts-Skizzen durch Stempel, Blech und Matrize während verschiedenen Phasen des erfindungsgemässen Biegeverfahrens.

Die Biegeeinrichtung besteht grundsätzlich aus einem vertikal beweglichen Oberwerkzeug A sowie aus einem festen Unterwerkzeug B. Das Oberwerkzeug A ist mit einem Träger 1 versehen, welcher am beweglichen Holm einer Abkantpresse in bekannter Weise angeordnet ist. Am Träger 1 des Holmes ist ein Verbindungsorgan 2 durch eine Schweissverbindung 3 befestigt, wobei das Verbindungsorgan 2 eine schlitzzartige, sich im wesentlichen über die ganze Breite des Verbindungsorganes erstreckende Ausnehmung besitzt, in welche ein Stempelhalter 4 hineinragt. Der Stempelhalter 4 ist mit einem Biegestempel 5 versehen, der unmittelbar zur Biegung eines Werkstückes, z.B. eines Blechstückes 14 dient. Die Befestigung des Stempels 5 im Stempelhalter 4 erfolgt durch einen Fortsatz 6, welcher in eine korrespondierenden Nut 7 des Stempelhalters 4 eingreift und dort mit Klemmorganen 8 festgehalten ist.

Wesentlich ist, dass sich im Verbindungsorgan 2 eine kanalartige Vertiefung 9 befindet, welche sich über einen Teil der Breite der Ausnehmung erstreckt und mittels einer Membrane 11 abgedeckt ist. Zum Festhalten der Membrane 11 dient ein Membranhalter 12, welcher sich gegen einen Halteflansch 15 abstützt. Die kanalartige Vertiefung ist mit Flüssigkeit 13, z.B. mit Drucköl gefüllt, wobei die Anordnung so getroffen ist, dass der Flüssigkeitsdruck durch bekannte Mittel, z.B. durch eine entsprechende, in der Zeichnung nicht dargestellte, Pumpe erhöht und herabgesetzt werden kann.

Der Biegestempel 5 weist eine Arbeitskante 17 auf, wo die beiden Arbeitsflächen 16 des Stempels 5 zusammenstossen und zwar unter einem Winkel, der kleiner ist als der kleinste, mit diesem Werkzeug herzustellende Winkel.

Es ist möglich zwischen dem Stempelhalter 4 und der Membrane 11 ein Zwischenstück einzusetzen, welches als Stützbalken wirkt und entlang seiner Längenausdehnung mehrfach unterteilt ist, so dass immer nur ein Teil des Balkens der Belastung ausgesetzt wird, welcher Teil der effektiven Länge des zur Verwendung kommenden Stempelhalters 4 entspricht. Es kann so eine Überkompensation der Durchbiegung auch dann nicht auftreten, wenn der Stempelhalter 4 verhältnismässig kurz ist.

Das Unterwerkzeug B weist einen Matrizenkörper 18 auf, der an seiner dem Stempel 5 zugekehrten Fläche mit einer Längsnut 19 ausgerüstet ist. Diese Längsnut bestimmt durch die relative Lage der beiden die Nutenöffnung begrenzenden Auflagekanten 20 und durch die Tiefe des Nutengrundes 21 den Biegewinkel.

Die flache Längsnut 19 ist in der vertikalen Längsmittlebene der Matrizenkörpers 18 angeordnet und mit einem verstellbaren Boden 21 ausgerüstet. Zu diesem Zwecke wird der Nutenboden 21 z.B. durch als Stützen wirkende Stifte 22 gebildet, welche in nebeneinander angeordneten vertikalen

Öffnungen des Matrizenkörpers 18 eingesetzt und in diesen Öffnungen verschiebbar geführt sind. Die oberen Stirnflächen der Stifte 22 bilden dabei den Nutenboden 21.

5 Zur Verstellung des Nutenbodens 21 ruhen die, dem Nutenboden 21 abgekehrten Stiften in bekannter Weise auf einer nicht dargestellten Anschlagleiste, die auf einer schrägen Fläche verstellbar ist und so ein präzises Heben oder Senken des Nutenbodens 21 ermöglicht.

10 Das zu verformende Blechstück 14 liegt, wie aus der Fig. 1 ersichtlich, auf dem Matrizenkörper 18 auf. Zur Durchführung der Biegeoperation wird zunächst der Nutenboden 21 in eine Lage gebracht, in welcher 15 der Boden zusammen mit den Auflagekanten 20 einen Winkel bestimmt, welcher grösser ist als der Sollwinkel. Durch Senken des Biegestempels 5 wird mit Hilfe der Arbeitskante 17 das Blechstück 14 gegen den Nutenboden 21 gepresst. In dieser Lage 20 steht das Blechstück unter einer gewissen Vorspannung, welche materialbedingt ist. Diese Vorspannung wird dadurch gelöst, indem das Blechstück 14 entlastet wird, wobei die Entlastung durch Zurückziehen des Biegestempels 5 erfolgt. In bevorzugter 25 Weise ist es aber auch möglich, die Entlastung des Blechstückes 14 durch die Verminderung des Flüssigkeitsdruckes in der kanalartigen Vertiefung 9 zu bewirken. Damit federt das Blech auf die Sollwinkel zurück. Damit soll darauf hingewiesen werden, dass die Darstellungen stark übertrieben gezeichnet sind, um die während des Biegevorganges auftretenden Verhältnisse deutlicher darstellen zu können.

30 In der Ausgangslage gemäss Fig. 2 ist der Biegestempel 5 hochgefahren und ein zu biegendes Blechstück 14 liegt auf der Oberfläche der Matrize 18 auf. Der verstellbare Nutenboden 22 ist dabei in einer ersten Stellung, bei der sich die Oberfläche 21 des Nutenbodens 22 in einer Distanz a unterhalb der 35 Oberfläche des Matrizenkörpers 18 befindet. Diese Position a entspricht einem bestimmten Biegewinkel  $\alpha$ , der etwas grösser ist als der tatsächlich zu erreichende, vorgegebene Biegewinkel  $\beta$ .

40 Nun wird der Biegestempel 5 gegen die Matrize 18 hin verschoben, trifft auf die Oberfläche des Bleches 14 und beginnt, dieses zu biegen. Die Vorschubbewegung des Stempels 5 wird solange fortgesetzt, bis die vorlaufende Kante des Blechbuges auf die Oberfläche des Matrizenbodens 22 auftrifft und dann gestoppt. Jetzt schliessen die beiden Schenkel 14a und 14b des Bleches 14 den errechneten Winkel  $\alpha$  ein. Diese Situation ist in Fig. 3 dargestellt.

50 Anschliessend wird das vorgebogene Blech 14 entlastet, indem zum Beispiel der Biegestempel 5 etwas zurückgezogen wird. Wie aus der Darstellung der Fig. 4 zu sehen ist, federt das gebogene Blech etwas zurück, so dass der von den beiden Schenkeln 14a und 14b eingeschlossene Winkel  $\alpha'$  etwas grösser ist als der theoretische Biegewinkel  $\alpha$ . Diese Rückfederung ist bei praktisch allen Blecharten zu beobachten und die Grösse der Rückfederung hängt von dem Material und der Qualität des Bleches, von dessen Dicke etc. ab.

60 Als nächstes wird der effektive Winkel  $\alpha'$  gemessen, der bei entlastetem Blech 14 vorhanden ist. Dies kann mit dem eingangs erwähnten Winkelmes-

sgerät erfolgen. Die Grösse des Winkels ist bekannt, und es wird die Differenz ( $\alpha' - \alpha$ ) gebildet. Des weiteren ist die Stellung  $b$  des Matrizenbodens 22 bekannt, bei welcher das Blech exakt zu einem Winkel  $\beta$  gebogen würde. Schliesslich ist die Rückfederungsrate ( $\alpha' - \alpha$ ) bekannt. Daraus lässt sich die definitive Stellung ( $b + \Delta b$ ) des Matrizenbodens 21 berechnen, bei der das Blech 14 schliesslich genau die gewünschte Biegung aufweisen wird.

Gemäss Fig 5 wird der Matrizenboden 22 in eine zweite Stellung verschoben, in der die Oberfläche 21 einen Abstand ( $b + \Delta b$ ) von der Oberfläche des Matrizenkörpers 18 aufweist. Der Betrag von ( $b + \Delta b$ ) ist etwas grösser als der Betrag von  $a$ , entsprechend einem kleineren, resultierenden Biegewinkel. Dann wird der Biegestempel 5 erneut gegen die Matrize 18 hin verschoben, bis die vorlaufende Kante des Blechbuges die Oberfläche 21 des Matrizenbodens 22 berührt, und dann gestoppt. Diese Situation ist in Fig. 6 dargestellt. Hierbei schliessen die beiden Schenkel 14a und 14b des Bleches 14 einen Winkel  $\beta'$  ein, der etwas kleiner ist als der gewünschte Biegewinkel  $\beta$ .

Nach der Entlastung des Bleches 14 z.B. durch Rückzug des Biegestempels 5 (Fig. 7) federt das Blech 14 wiederum etwas zurück, um schliesslich exakt den gewünschten Biegewinkel  $\beta$  aufzuweisen.

In der Praxis unterscheiden sich die beiden Winkel  $\alpha$  und  $\beta$  nur sehr wenig; als Anhaltspunkt kann folgendes Beispiel dienen:

Wenn ein Blech mit einem Winkel von exakt  $90^\circ$  gebogen werden soll, erfolgt die erste Biegung auf einen Winkel von etwa  $91^\circ$ , also auf einen Winkel, der sicher etwas grösser ist als der schlussendlich erwünschte Winkel. Nach erfolgter Entlastung des zum ersten Mal gebogenen Bleches federn die beiden Schenkel etwas zurück, so dass sie nun einen Winkel von  $93^\circ$  einschliessen. Die Differenz beträgt somit  $2^\circ$ .

Es kann davon ausgegangen werden, dass die Rückfederung nach der anschliessenden, zweiten Biegeoperation um denselben Winkelbetrag erfolgen wird, da die Verhältnisse im wesentlichen gleich bleiben. Somit wird, nach der Entlastung des Bleches, der Matrizenboden um soviel verstellt, dass nach der zweiten Biegung ein Biegewinkel von  $88^\circ$  bei belastetem Blech resultiert. Wird das Blech nach der zweiten Biegeoperation entlastet, federn die beiden Schenkel wieder um je  $1^\circ$  zurück, mit dem Resultat, dass der Biegewinkel exakt die erwünschten  $90^\circ$  beträgt.

Sämtliche Vorgänge können automatisch und vorprogrammiert durchgeführt werden, da die beschriebenen, bereits bestehenden Einrichtungen zu diesem Zwecke in jeder Beziehung geeignet sind.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Biegen eines Werkstückes nach einem gegebenen Sollwinkel mit Hilfe einer Biegeeinrichtung, die einen Biegestempel sowie eine Biegematrize mit einem Matrizenboden aufweist, welcher dem zu bildenden Biege-

**dadurch gekennzeichnet, dass**

in einem ersten Arbeitsgang die Höheneinstellung des Matrizenbodens (21) entsprechend einem ersten Winkel erfolgt, welcher grösser als der gegebene Sollwinkel ist, worauf das Werkstück (14) durch Senken des Stempels (5) bis zum Boden (21) der Matrize (18) diesem ersten Winkel entsprechend gebogen wird;

in einem zweiten Arbeitsgang das gebogene Werkstück (14) entlastet wird, so dass eine Rückfederung desselben in eine entspannte Lage erfolgt;

in einem dritten Arbeitsgang der durch das zurückgefederte, entspannte Werkstück (14) gebildete Winkel gemessen, mit dem ersten Winkel verglichen und die Stellung des Matrizenbodens (21) auf einen Wert korrigiert wird, der dem gegebenen Sollwinkel abzüglich der Differenz zwischen dem am entspannten Werkstück gemessenen Winkel und dem ersten Winkel entspricht, und worauf

in einem vierten Arbeitsgang das vorgebogene Werkstück (14) mit dem wieder voll belasteten Stempel (5) gegen den Matrizenboden (21) gedrückt wird, welcher die korrigierte definitive Höhenstellung einnimmt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei welchem die Biegeeinrichtung einen elastisch unter Flüssigkeitsdruck gelagerten Biegestempel aufweist,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die Entlastung des Werkstückes im zweiten Arbeitsgang durch eine Verminderung des Flüssigkeitsdruckes in der elastischen Stütze (13) des Stempels (5) erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 2,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die volle Belastung des Stempels (5) im letzten Arbeitsgang durch die Erhöhung des Flüssigkeitsdruckes in der elastischen Stütze (13) des Stempels (5) erfolgt.

5

10

15

20

25

30

35

40

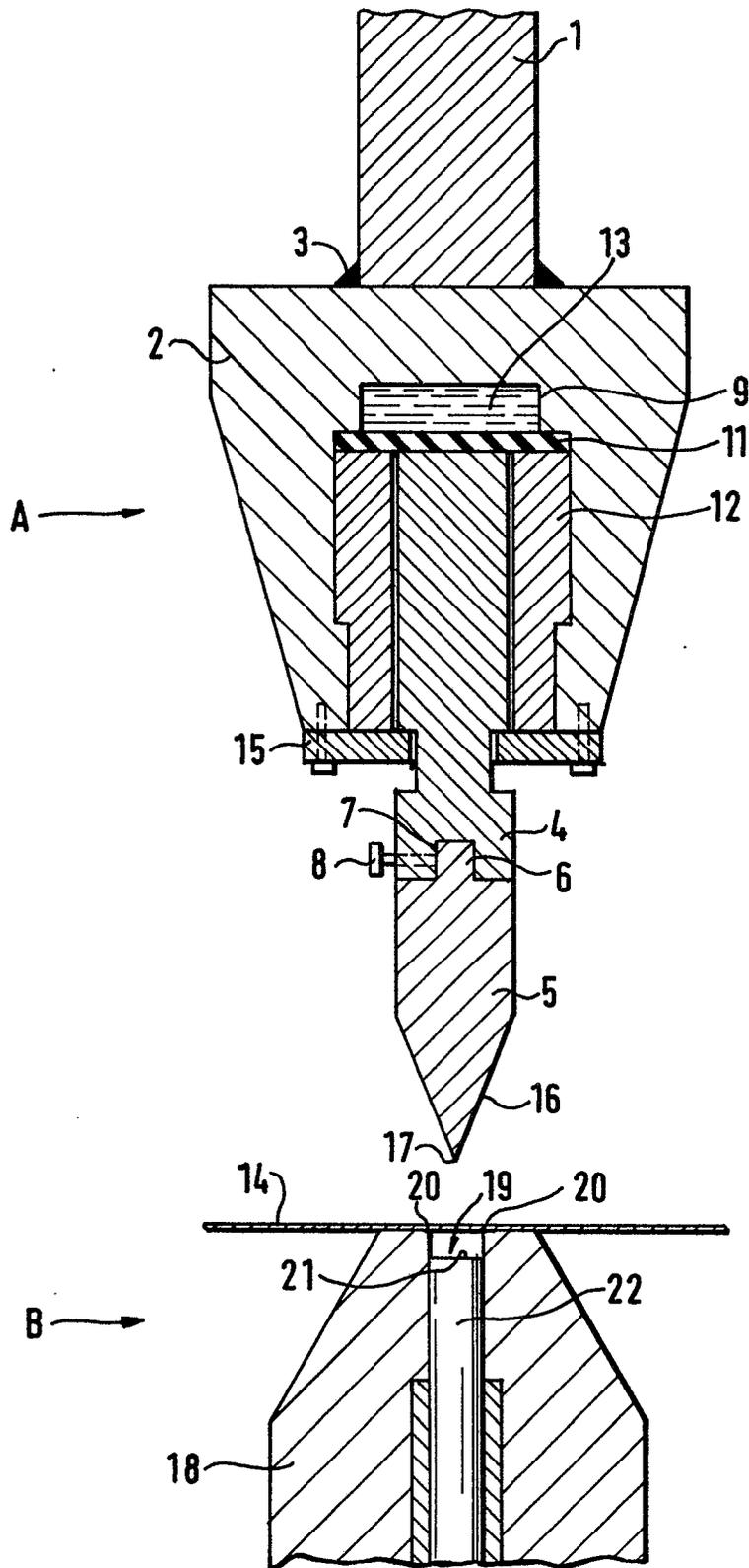
45

50

55

60

65



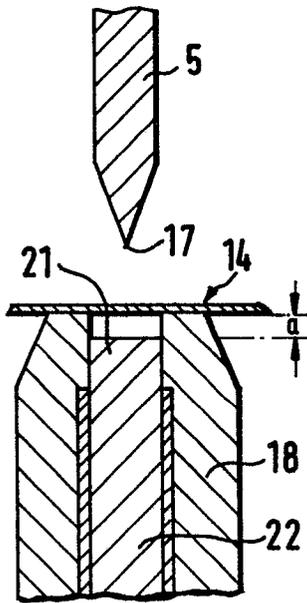


FIG. 2

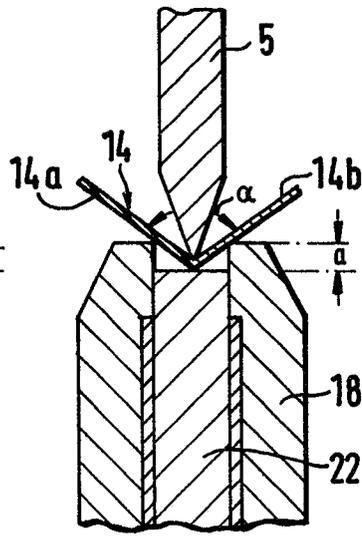


FIG. 3

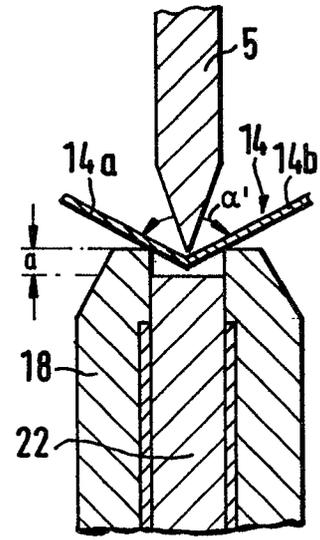


FIG. 4

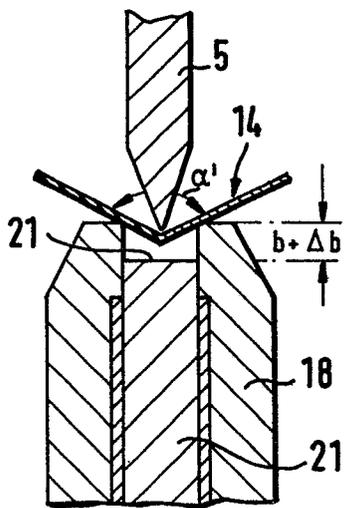


FIG. 5

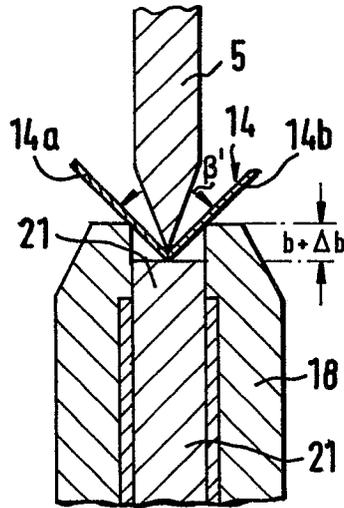


FIG. 6

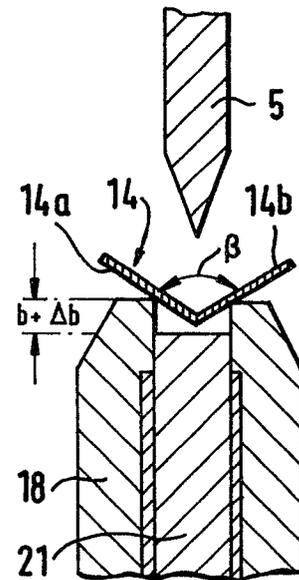


FIG. 7