

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 1 136 146 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**26.09.2001 Patentblatt 2001/39**

(51) Int Cl. 7: **B21D 5/02**

(21) Anmeldenummer: **00105883.3**

(22) Anmeldetag: **20.03.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(71) Anmelder: **Trumpf GmbH & Co**  
**D-71254 Ditzingen (DE)**

(72) Erfinder: **Horn, Armin, Dr.**  
**71272 Renningen (DE)**

(74) Vertreter: **Schmitt, Martin, Dipl.-Ing.**  
**Kohler Schmid + Partner**  
**Patentanwälte**  
**Ruppmannstrasse 27**  
**70565 Stuttgart (DE)**

(54) **Verfahren zum Erstellen von Werkstückwinkeln, insbesondere von Blechwinkeln sowie Maschine zur Durchführung des Verfahrens**

(57) Im Rahmen eines Verfahrens zum Erstellen von Werkstückwinkeln mittels eines Umformstempels (108) und einer Umformmatrize (110) wird bei einer anfänglichen Werkstückbearbeitung eine Referenzposition als solche für wenigstens einen Steuertaster (118) definiert, bei welcher ein Werkstückwinkel mit der Soll-Größe des Biegewinkels ( $\beta$ ) vorliegt. Bei nachfolgenden Werkstückbearbeitungen wird der Steuertaster (118) während der Arbeitsbewegung von Umformstempel (108) und Umformmatrize (110) an zumindest einem der Werkstückschenkel (115, 116) des oder der dann erstellten Werkstückwinkel angelegt und unter der Wirkung des Umformstempels (108) und/oder der Umformmatrize (110) mit dem oder den zugeordneten Werkstückschenkeln (115, 116) gekoppelt bewegt. Die Arbeitsbewegung von Umformstempel (108) und Umformmatrize (110) wird beendet, sobald durch Positionsdetektion festgestellt wird, dass der Steuertaster (118) seine bei der anfänglichen Werkstückbearbeitung definierte Referenzposition einnimmt.

Eine Maschine zur Durchführung des vorstehenden Verfahrens weist neben einem Umformstempel (108) und einer Umformmatrize (110) einen entsprechenden Steuertaster (118), eine Vorrichtung (120) zur Definition der Referenzposition als solcher des Steuertasters (118) sowie eine Schalteinrichtung (122) auf, mittels derer die Arbeitsbewegung von Umformstempel (108) und Umformmatrize (110) beendet wird, sobald der Steuertaster (118) seine bei der anfänglichen Werkstückbearbeitung definierte Referenzposition einnimmt.

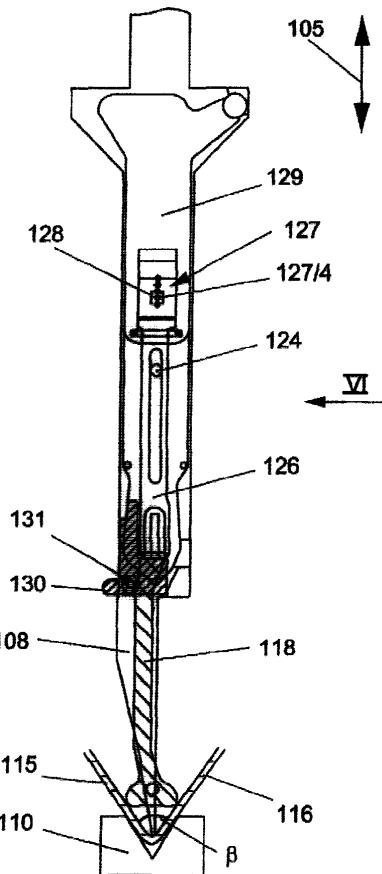


Fig.5

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erstellen von Werkstückwinkeln, insbesondere von Blechwinkeln, mit zwei unter einem Biegeinkel zueinander verlaufenden Werkstückschenkeln, wobei ein Umformstempel und eine diesem zugeordnete Umformmatrize mit einer Arbeitsbewegung unter Abkanten des zu bearbeitenden Werkstückes relativ zueinander bewegt werden und bei einer anfänglichen Werkstückbearbeitung ein Werkstückwinkel mit der Sollgröße des Biegewinkels erstellt wird. Die Erfindung betrifft des weiteren eine Maschine zur Durchführung des beschriebenen Verfahrens, mit einem Umformstempel sowie einer diesem zugeordneten Umformmatrize, wobei der Umformstempel und die Umformmatrize mittels eines steuerbaren Antriebs mit einer Arbeitsbewegung unter Abkanten des zu bearbeitenden Werkstückes relativ zueinander bewegbar sind.

**[0002]** Bekanntermaßen tritt beim Abkanten von Werkstücken mit elastischen Eigenschaften, etwa beim Abkanten von Blechen, neben der angestrebten plastischen auch eine unerwünschte elastische Werkstückverformung auf. Aus der elastischen Verformung resultiert nach der Entlastung des betreffenden Werkstückes von dem Umformwerkzeug ein Auffedern des im Laufe des vorausgegangenen Abkantvorgangs erstellten Werkstückwinkels und damit verbunden eine Vergrößerung des von den Schenkeln des Werkstückwinkels am Ende der Arbeitsbewegung von Umformstempel und Umformmatrize eingeschlossenen Biegewinkels. Das Abkanten von Werkstücken mit einem Biegeinkel einer vorgegebenen Sollgröße wird hierdurch erschwert.

**[0003]** Ein das vorstehend beschriebene Phänomen berücksichtigendes gattungsgemäßes Verfahren sowie eine entsprechende gattungsgemäßes Maschine sind bekannt aus EP-B-0 637 371. Im Falle des Standes der Technik wird zunächst im Wege einer Probebiegung diejenige Eindringtiefe eines Umformstempels an einer zugehörigen Umformmatrize gemessen, bei welcher sich als Ergebnis des Biegevorganges ein Werkstückwinkel ergibt, dessen Biegeinkel die Sollgröße aufweist. Die so ermittelte Eindringtiefe des Umformstempels wird in einer Maschinensteuerung hinterlegt. Bei nachfolgenden Werkstückbearbeitungen wird dann die momentane Größe der Eindringtiefe des Umformstempels an der Umformmatrize fortlaufend gemessen und die Arbeitsbewegung von Umformstempel und Umformmatrize beendet, sobald als momentane die zuvor in der Maschinensteuerung hinterlegte Eindringtiefe gemessen wird. Dementsprechend bedarf die vorbekannte Maschine u. a. einer Vorrichtung zur Messung der momentanen Eindringtiefe des Umformstempels an der Umformmatrize sowie einer Vorrichtung zum Vergleich der gemessenen momentanen mit der in der Maschinensteuerung hinterlegten Eindringtiefe.

**[0004]** Ausgehend von dem beschriebenen Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein

Verfahren sowie eine Maschine zum Erstellen von Werkstückwinkeln zu schaffen, das bzw. die es erlaubt, Werkstücke auf einfache Art und Weise und hochgenau zu Werkstückwinkeln umzuformen, deren Biegeinkel die Sollgröße besitzt.

**[0005]** Die verfahrensbezogene Aufgabe wird durch die Erfindung gemäß Patentanspruch 1, die vorrichtungsbezogene Aufgabe durch die Erfindung gemäß Patentanspruch 5 gelöst.

**[0006]** Demnach läuft das erfindungsgemäße Verfahren unmittelbar positionsgesteuert ab. Ein Werkstückwinkel mit der Sollgröße des Biegewinkels liegt vor und die Arbeitsbewegung von Umformstempel und Umformmatrize wird beendet, sobald durch reine Positionsdetektion festgestellt wird, dass der Steuertaster seine als solche vorgegebene Referenzposition einnimmt. Abgesehen von einer bei der anfänglichen Werkstückbearbeitung vorgenommenen Winkelmessung zur Überprüfung des bei dieser Werkstückbearbeitung erstellten Werkstückwinkels auf Vorliegen eines Biegewinkels mit der Sollgröße, bedarf es im Falle der Erfindung zur hochgenauen Reproduktion des Biegewinkels mit der Sollgröße grundsätzlich keiner das Verfahren komplizierenden und die Genauigkeit der Biegewinkelreproduktion möglicherweise negativ beeinflussenden Messung.

**[0007]** Entsprechend erlaubt die erfindungsgemäße Maschine mit einfachen Mitteln eine sehr genaue Biegewinkelreproduktion.

**[0008]** Bevorzugte Varianten des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den abhängigen Patentansprüchen 2 bis 4, bevorzugte Bauarten der erfindungsgemäßen Maschine in den abhängigen Patentansprüchen 6 bis 14 beschrieben.

**[0009]** Die in den Patentansprüchen 2 und 6 angegebenen Maßnahmen erlauben eine Definition der Referenzposition des Steuertasters auf besonders einfache Art und Weise. Die kennzeichnenden Merkmale der abhängigen Patentansprüche 3, 7 und 8 sind ebenfalls im Interesse eines einfachen Ablaufes des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. eines einfachen Aufbaus der erfindungsgemäßen Maschine vorgesehen. Die kennzeichnenden Merkmale der Patentansprüche 4, 9 und 14 dienen einer möglichst weitgehenden Verfahrensbzw. Vorrichtungsautomatisierung.

**[0010]** Die Patentansprüche 11 und 12 beschreiben Bauarten der erfindungsgemäßen Maschine, im Falle derer eine hochgenaue Reproduktion des Werkstück-Biegewinkels mit Sollgröße unter Verwendung bewährter funktionssicherer Bauteile realisierbar ist.

**[0011]** Durch die kennzeichnenden Merkmale der Patentansprüche 10 und 13 schließlich wird die betreffende Maschine in die Lage versetzt, Werkstückwinkel wahlweise mit Biegewinkeln unterschiedlicher Sollgröße zu erstellen und/oder Änderungen bezüglich der Rückfederungseigenschaften der bearbeiteten Werkstücke zu berücksichtigen.

**[0012]** Nachfolgend wird die Erfindung anhand sche-

matischer Darstellungen zu Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine Gesamtansicht einer Maschine zum Erstellen von Werkstückwinkeln in Form einer Gesenkbiegepresse mit einem Umformstempel, einer Umformmatrize sowie einer ersten Vorrichtung zur Reproduktion von Biegewinkel mit Sollgröße,
- Fign. 2 und 3 schematisierte Schnittdarstellungen zu der Biegewinkel-Reproduktionsvorrichtung gemäß Fig. 1 mit der Schnittebene II/III in Fig. 1,
- Fign. 4 und 5 Schnittdarstellungen entsprechend den Fign. 2 und 3 zu einer zweiten Vorrichtung zur Reproduktion von Biegewinkel mit Sollgröße und
- Fig. 6 den umformstempelseitigen Teil der Biegewinkel-Reproduktionsvorrichtung gemäß den Fign. 4 und 5 in der Ansicht in Richtung des Pfeils VI in Fig. 5.

**[0013]** Ausweislich Fig. 1 umfasst eine Gesenkbiegepresse 1 ein Maschinengestell mit zwei Ständern 2, 3. Zwischen den Ständern 2, 3 ist eine Oberwange 4 in einer durch einen Doppelpfeil 5 veranschaulichten Richtung heb- und senkbar geführt. Die Oberwange 4 geht an ihrem unteren Ende in einen Pressbalken 6 über, der sich über die gesamte Maschinenfront erstreckt. Zum Anheben und Absenken der Oberwange 4 dienen hydraulische Presszylinder 7, die an dem Pressbalken 6 angreifen. In einer hinterschnittenen Längsnut des Pressbalkens 6 ist ein Oberwerkzeug in Form eines leistenartigen Umformstempels 8 gehalten, der nach unten hin in einer Umformkante 9 endet. Der Umformstempel 8 wirkt mit einem als Umformmatrize 10 ausgebildeten Unterwerkzeug zusammen. Die Umformmatrize 10 ist auf einem Tisch 11 der Gesenkbiegepresse 1 gelagert und weist an ihrer dem Umformstempel 8 zugewandten Seite eine V-förmige Nut 12 auf.

**[0014]** In einem Bedienpult 13 ist eine Maschinensteuerung 23 untergebracht, die u.a. die Presszylinder 7 und damit den Antrieb für die Relativbewegung von Umformstempel 8 und Umformmatrize 10 steuert.

**[0015]** Die Gesenkbiegepresse 1 dient zum Abkanten eines Werkstückes 14, vorliegend einer Blechtafel. Im Ausgangszustand ist das Werkstück 14 in Fig. 1 mit ausgezogenen Linien, im abgekanteten Zustand, d.h. als Werkstückwinkel, gestrichelt dargestellt. An dem zu einem Werkstückwinkel abgekanteten Werkstück 14 verlaufen zwei Werkstückschenkel 15, 16 unter einem Biegewinkel  $\beta$  zueinander. In Fig. 1 andeutungsweise erkennbar ist ein umformstempelseitiger Teil 17 einer Vor-

richtung zur Reproduktion von Biegewinkel mit Sollgröße.

- [0016]** Gemäß den Fign. 2 und 3 umfasst der in den Umformstempel 8 integrierte Teil 17 der Vorrichtung zur Reproduktion von Biegewinkel  $\beta$  mit Sollgröße einen Steuertaster 18 sowie einen Referenztaster 19. Der Steuertaster 18 und der Referenztaster 19 sind an dem Umformstempel 8 in Richtung des Doppelpfeils 5 geführt und in dieser Richtung relativ zueinander beweglich. Der Referenztaster 19 ist Bestandteil einer Vorrichtung 20 zur Definition einer Referenzposition des Steuertasters 18 und in dieser Funktion verbunden mit einem Schaltelement 21 einer Schalteinrichtung 22. Das Schaltelement 21 ist dabei gegenüber dem Referenztaster 19 in Richtung des Doppelpfeils 5, d.h. in Richtung der Relativbeweglichkeit von Steuertaster 18 und Referenztaster 19, verstellbar. Sowohl der Steuertaster 18 als auch der Referenztaster 19 stützen sich an zwei Punkten auf dem Werkstück 14 ab, wobei die Abstützung des Referenztasters 19 zwischen den Anlagestellen des Steuertasters 18 erfolgt. Die Stellen der Abstützung des Steuertasters 18 sowie des Referenztasters 19 liegen jeweils symmetrisch beidseits derjenigen Ebene, die durch die Umformkante 9 des Umformstempels 8 sowie die in den Fign. 2 und 3 strichpunktierter ange deutete Achse der Relativbewegung von Steuertaster 18 und Referenztaster 19 aufgespannt wird. Funktionsfähig wäre die beschriebene Anordnung grundsätzlich auch dann, wenn der Steuertaster 18 und/oder der Referenztaster 19 jeweils lediglich an einer Stelle auf dem Werkstück 14 auflägen. Die Schalteinrichtung 22 steht mit der Maschinensteuerung 23, im einzelnen mit der Antriebssteuerung für die Relativbewegung von Umformstempel 8 und Umformmatrize 10 in Verbindung.
- [0017]** Zum Erstellen von Werkstückwinkeln mit gleichbleibend genau eingehaltener Sollgröße des Biegewinkel  $\beta$  wird zunächst bei einer anfänglichen Werkstückbearbeitung eine Referenzposition für den Steuertaster 18 definiert. Zu diesem Zweck wird ein Werkstück 14 in herkömmlicher Weise durch Relativbewegung von Umformstempel 8 und Umformmatrize 10 mit einem Biegewinkel  $\beta$  der Sollgröße abgekantet.
- [0018]** Die Verhältnisse zu Beginn der anfänglichen Werkstückbearbeitung sind in Fig. 2 veranschaulicht. Der Umformstempel 8 ist auf die Oberseite des noch unverformten Werkstückes 14 aufgelaufen. Der Steuertaster 18 sowie der Referenztaster 19 liegen beidseits des Umformstempels 8 mit Abstand von dessen Umformkante 9 auf der Oberseite des Werkstückes 14 auf.
- [0019]** Ausgehend von den Verhältnissen nach Fig. 2 werden der Umformstempel 8 und die Umformmatrize 10 mit ihrer Arbeitsbewegung unter Abkanten des Werkstückes 14 relativ zueinander bewegt. Wie üblich wird das Werkstück 14 dabei zunächst geringfügig überbogen. Am Ende der Arbeitsbewegung von Umformstempel 8 und Umformmatrize 10 besitzt das abgekantete, nach wie vor von Umformstempel 8 und Umformmatrize 10 beaufschlagte Werkstück 14 dementsprechend ei-

nen Biegewinkel  $\beta$ , dessen Größe kleiner ist als die Sollgröße. Das Ausmaß der Überbiegung wird so gewählt, dass die Größe des Biegewinkels  $\beta$  an dem abgekanteten Werkstück 14 nach dessen Entlastung von dem Umformstempel 8 und der Umformmatrize 10 und der damit verbundenen elastischen Rückstellbewegung der Werkstückschenkel 15, 16 der Sollgröße entspricht.

**[0020]** Fig. 3 zeigt den Umformstempel 8 sowie die Umformmatrize 10, wie diese das abgekantete Werkstück 14 am Ende derjenigen Arbeitsbewegung beaufschlagen, aufgrund derer sich ein Werkstückwinkel mit der Sollgröße des Biegewinkels  $\beta$  ergibt. Der Steuertaster 18 sowie der Referenztaster 19 liegen nach wie vor beidseits des Umformstempels 8 an dem Werkstück 14 bzw. an den Werkstückschenkeln 15, 16 an. Unter der Wirkung des Umformstempels 8 bzw. der Umformmatrize 10 sind der Steuertaster 18 und der Referenztaster 19 über die Werkstückschenkel 15, 16 aus ihrer Lage gemäß Fig. 2 an dem Umformstempel 8 nach oben und dabei auch relativ zueinander verschoben worden. Am Ende der Arbeitsbewegung von Umformstempel 8 und Umformmatrize 10 nimmt der Steuertaster 18 gegenüber dem Referenztaster 19 eine ganz bestimmte Position, nämlich die Position gemäß Fig. 3 ein. Bei dieser Position des Steuertasters 18 gegenüber dem Referenztaster 19 ergibt sich an dem Werkstück 14 nach dessen Entlastung von dem Umformstempel 8 sowie der Umformmatrize 10 ein Biegewinkel  $\beta$  mit der Sollgröße. Diese von dem Steuertaster 18 gegenüber dem Referenztaster 19 eingenommene Position wird als Referenzposition des Steuertasters 18 definiert. Die Definition erfolgt mittels des Schaltelementes 21 der Schalteinrichtung 22, das in Richtung der Relativbewegung von Steuertaster 18 und Referenztaster 19 in eine Stellung bewegt wird, in welcher es von dem Steuertaster 18 berührt wird. Dadurch wird der Referenzposition des Steuertasters 18 ein Schaltzustand der durch Berührung des Schaltelementes 21 schaltbaren Schalteinrichtung 22 zugeordnet, der über die Maschinensteuerung 23 eine Beendigung der Arbeitsbewegung von Umformstempel 8 und Umformmatrize 10 bewirkt. Der Steuertaster 18 mit dem ihn berührenden Schaltelement 21 ist ebenfalls in Figur 3 dargestellt.

**[0021]** Bei auf die anfängliche Werkstückbearbeitung folgenden Werkstückbearbeitungen wird die Arbeitsbewegung von Umformstempel 8 und Umformmatrize 10 jeweils beendet, sobald der Steuertaster 18 seine bei der anfänglichen Werkstückbearbeitung definierte Referenzposition einnimmt. Das Schaltelement 21 dient dabei als Positionsdetektor zur Erfassung der Referenzposition des Steuertasters 18. Die erstellten Werkstückwinkel weisen einen Biegewinkel  $\beta$  exakt mit der Sollgröße auf, sofern die bearbeiteten Werkstücke 14 ein im wesentlichen übereinstimmendes Rückfederungsverhalten nach der Entlastung von Umformstempel 8 und Umformmatrize 10 zeigen. Von einer derartigen Einheitlichkeit des Rückfederungsverhaltens kann beispielsweise ausgegangen werden im Falle von Werk-

stücken ein und derselben Charge, im Falle von Werkstücken also, die beispielsweise in ihrer Dicke oder - im Falle von Blechen - in ihrer Walzrichtung weitestgehend übereinstimmen.

- 5   **[0022]** Sind Werkstücke mit gegenüber den zunächst abgekanteten Werkstücken geänderten Rückfederungseigenschaften zu bearbeiten bzw. sollen Werkstückwinkel mit einem Biegewinkel  $\beta$  einer geänderten Sollgröße erstellt werden, so ist für den Steuertaster 18 eine neue Referenzposition zu definieren. Dies geschieht ebenfalls im Rahmen einer anfänglichen Werkstückbearbeitung, bei welcher dann das Schaltelement 21 der Schalteinrichtung 22 gegenüber seiner zuvor eingenommenen Position entsprechend in Richtung der 15 Relativbewegung von Steuertaster 18 und Referenztaster 19 zu verstellen ist.
- 10   **[0023]** Eine zweite Bauart einer Vorrichtung zur Reproduktion von Biegewinkeln mit Sollgröße zur Verwendung an einer Gesenkbiegepresse 1 gemäß Fig. 1 ist 20 den Fign. 4 bis 6 zu entnehmen.
- 15   **[0024]** In einer mit einer Umformmatrize 110 zusammenwirkenden Umformstempel 108 ist dabei ein Steuertaster 118 integriert, der gleichzeitig als Referenztaster und als solcher als Teil einer Vorrichtung 120 zur 25 Definition einer Referenzposition dient. An einem mit dem Umformstempel 108 verbundenen Führungsstift 124 ist der Steuer- und Referenztaster 118 in Richtung eines Doppelpfeils 105 relativ zu dem Umformstempel 108 verschiebbar geführt. Außerdem ist der Steuer- und 30 Referenztaster 118 seitlich in Richtung eines Doppelpfeils 125 auslenkbar.
- 20   **[0025]** An seinem von der Umformmatrize 110 ablegenden Ende ist der Steuer- und Referenztaster 118 mit einem LED-Bügel 126 versehen. Der LED-Bügel 126 35 trägt eine Lichtquelle 127, die aus Lichteinheiten in Form von LED's 127/1, 127/2, 127/3, 127/4, 127/5 zusammengesetzt ist. Letztere folgen in Richtung des Doppelpfeils 105 aufeinander und sind separat ein- und ausschaltbar.
- 30   **[0026]** Der Lichtquelle 127 zugeordnet ist ein als PSD (Position Sensitive Detector) 128 ausgebildeter optischer Sensor, der seinerseits an einem PSD-Bügel 129 angebracht ist. Der PSD-Bügel 129 wiederum wird mittels eines Klemmblechs 130 und einer Klemmschraube 45 131 klemmend an dem Umformstempel 108 gehalten. Dementsprechend veranschaulicht der Doppelpfeil 105 auch die Richtung der Relativbeweglichkeit von Lichtquelle 127 und PSD 128. Letzterer ist über eine Steuerleitung mit der Maschinensteuerung 23 der Gesenkbiegepresse 1 und dort mit der Antriebssteuerung für 50 die Relativbewegung von Umformstempel 108 und Umformmatrize 110 verbunden.
- 40   **[0027]** Auch im Falle der Vorrichtung nach den Fign. 4 bis 6 ist zunächst eine Referenzposition des Steuertasters, in diesem Fall des Steuer- und Referenztasters 118, zu definieren. Zu diesem Zweck wird bei einer anfänglichen Werkstückbearbeitung ausgehend von den 55 Verhältnissen gemäß Fig. 4 aus dem zunächst ebenen

Werkstück 14 ein Werkstückwinkel mit einem Biegeinkel  $\beta$  der Sollgröße geformt. Während der betreffenden Arbeitsbewegung von Umformstempel 108 und Umformmatrize 110 stützt sich der Steuer- und Referenztaster 118 an Werkstückschenkeln 115, 116 des erstellten Werkstückwinkels ab. Von den Werkstückschenkeln 115, 116 wird der Steuer- und Referenztaster 118 während des Umformvorgangs aus seiner Ausgangslage gemäß Fig. 4 gegenüber dem Umformstempel 108 in Aufwärtsrichtung des Doppelpfeils 105 verschoben.

**[0028]** Fig. 5 zeigt den Steuer- und Referenztaster 118 bei der anfänglichen Werkstückbearbeitung am Ende derjenigen Arbeitsbewegung von Umformstempel 108 und Umformmatrize 110, bei welcher sich an dem von dem Umformstempel 108 sowie der Umformmatrize 110 entlasteten Werkstückwinkel ein Biegeinkel  $\beta$  der Sollgröße ergibt. Die LED 127/4 liegt dabei der aktiven Fläche des PSD 128 gegenüber. Dementsprechend wird die Referenzposition des Steuer- und Referenzstasters 118 definiert durch die LED 127/4. Diese bildet ebenso wie der PSD 128 gleichzeitig ein Schaltelement einer Schalteinrichtung 122.

**[0029]** Aufgrund seiner Auslenkbarkeit in Richtung des Doppelpfeils 125 ist der Steuer- und Referenztaster 118 auch dann in der Lage, sich an beiden Werkstückschenkeln 115, 116 des erstellten Werkstückwinkels abzustützen, wenn - anders als in Fig. 5 dargestellt - seine in Fig. 4 strichpunktiert angedeutete Bewegungsachse beispielsweise aufgrund einer seitlichen Verkipfung des Werkstückwinkels nicht mit dessen Winkelhalbierender zusammenfällt. Die mit einer derartigen Ausgleichsbewegung in Richtung des Doppelpfeils 125 verbundene Verlagerung des Steuer- und Referenzstasters 118 in Richtung des Doppelpfeils 105 ist sowohl bei der anfänglichen als auch bei nachfolgenden Werkstückbearbeitungen vernachlässigbar.

**[0030]** Bei auf die vorstehend beschriebene anfängliche Werkstückbearbeitung folgenden Werkstückbearbeitungen ist die LED 127/4 eingeschaltet. Gelangt sie ausgehend von ihrer Anfangsposition unterhalb des PSD 128 auf Höhe des PSD 128, so nimmt der Steuer- und Referenztaster 118 seine zuvor definierte Referenzposition ein. Das von der LED 127/4 abgestrahlte Licht trifft auf die aktive Fläche des PSD 128 und generiert einen Fotostrom, aufgrund dessen die Maschinensteuerung 23 in einem die Arbeitsbewegung von Umformstempel 108 und Umformmatrize 110 beendenden Sinne angesteuert wird. Die Lichtquelle 127 und der PSD 128 dienen folglich als Positionsdetektor zur Detektion der Referenzposition des Steuer- und Referenzstasters 118.

**[0031]** Auch die mittels der LED 127/4 definierte Referenzposition des Steuer- und Referenzstasters 118 kann zumindest bei der Bearbeitung von Werkstücken aus einer und derselben Charge, d.h. von Werkstücken mit identischem Rückfederungsverhalten, beibehalten werden. Es ergibt sich dann stets ein Werkstückwinkel, dessen Biegeinkel  $\beta$  exakt die Sollgröße aufweist. Auf-

grund des verhältnismäßig weiten seitlichen Abstandes der Stellen der Abstützung des Steuer- und Referenzstasters 118 auf dem Werkstück 14 von dessen Biegelinie eignet sich der Steuer- und Referenztaster 118 in besonderem Maße für Anwendungsfälle, in denen Werkstückwinkel mit verhältnismäßig kleinen Biegeinkeln zu erstellen sind.

**[0032]** Sollen Werkstücke mit verändertem Rückfederungsverhalten bearbeitet werden und/oder sollen Werkstückwinkel mit einem größeren oder kleineren Biegeinkel erstellt werden, so ist eine entsprechend geänderte Referenzposition des Steuer- und Referenzstasters 118 zu definieren. Dabei kann die Neueinstellung der Referenzposition des Steuer- und Referenzstasters 118 dadurch erfolgen, dass nunmehr bei einer anfänglichen Werkstückbearbeitung nicht mehr wie zuvor die LED 127/4 sondern vielmehr eine der anderen LED's 127/1, 127/2, 127/3, 127/5 dem PSD 128 zugeordnet wird. Ergänzend oder alternativ kann der PSD 128 durch entsprechendes Umsetzen des PSD-Bügels 129 in Richtung des Doppelpfeils 105 verlagert werden. Zu diesem Zweck ist lediglich die Klemmschraube 131 zu lösen und nach dem Umsetzen des PSD-Bügels 129 wieder anzuziehen. Auf diese Art und Weise kann im übrigen auch vor einer anfänglichen Werkstückbearbeitung eine gegenseitige Grobjustierung der Lichtquelle 127 sowie des PSD 128 vorgenommen werden.

**[0033]** Im Sinne einer hohen Genauigkeit der Biegeinkelreproduktion wirkt sich sowohl im Falle der Vorrichtung nach den Fign. 2 und 3 als auch im Falle der Vorrichtung nach den Fign. 4 bis 6 der Umstand aus, dass mit der Position des von dem Umformstempel 8, 108 verschiedenen Steuertasters 18, 118 bzw. mit der Position des von dem Umformstempel 8, 108 verschiedenen Referenzstasters 19, 118 ein Parameter zur Definition des Zeitpunktes der Beendigung der Arbeitsbewegung von Umformstempel 8, 108 und Umformmatrize 10, 110 herangezogen wird, der unabhängig ist von den Verhältnissen unmittelbar an der Spitze des Umformstempels 8, 108. Dies ist insofern vorteilhaft, als die Verhältnisse unmittelbar an der Spitze des Umformstempels 8, 108 dadurch unbestimmt sind, dass sich beim Abkanten von Werkstücken 14 - wie beispielhaft und überzeichnet in Fig. 3 dargestellt - im Bereich der Abrückung ein Radius ergibt und folglich der "Scheitel" des Biegeinkels nicht eindeutig durch die Spitze des Umformstempels 8, 108 definierbar ist.

## 50 Patentansprüche

1. Verfahren zum Erstellen von Werkstückwinkeln, insbesondere von Blechwinkeln, mit zwei unter einem Biegeinkel ( $\beta$ ) zueinander verlaufenden Werkstückschenkeln (15, 16; 115, 116), wobei ein Umformstempel (8, 108) und eine diesem zugeordnete Umformmatrize (10, 110) mit einer Arbeitsbewegung unter Abkanten des zu bearbeitenden

- Werkstückes (14) relativ zueinander bewegt werden und bei einer anfänglichen Werkstückbearbeitung ein Werkstückwinkel mit der Sollgröße des Biegewinkels ( $\beta$ ) erstellt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- bei der anfänglichen Werkstückbearbeitung eine Referenzposition als solche für wenigstens einen Steuertaster (18, 118) definiert wird, bei welcher ein Werkstückwinkel mit der Sollgröße des Biegewinkels ( $\beta$ ) vorliegt, dass der Steuertaster (18, 118) bei einer oder mehreren nachfolgenden Werkstückbearbeitungen während der Arbeitsbewegung von Umformstempel (8, 108) und Umformmatrize (10, 110) an zumindest einem der Werkstückschenkel (15, 16; 115, 116) des oder der dann erstellten Werkstückwinkel angelegt wird und unter der Wirkung des Umformstempels (8, 108) und/oder der Umformmatrize (10, 110) mit dem oder den zugeordneten Werkstückschenkeln (15, 16; 115, 116) gekoppelt bewegbar ist und dass die Arbeitsbewegung von Umformstempel (8, 108) und Umformmatrize (10, 110) beendet wird, sobald durch Positionsdetektion festgestellt wird, dass der Steuertaster (18, 118) seine bei der anfänglichen Werkstückbearbeitung definierte Referenzposition einnimmt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der anfänglichen Werkstückbearbeitung während der Arbeitsbewegung von Umformstempel (8, 108) und Umformmatrize (10, 110) an zumindest einem der Werkstückschenkel (15, 16; 115, 116) wenigstens ein Referenztaster (19, 118) angelegt wird, der unter der Wirkung des Umformstempels (8, 108) und/oder der Umformmatrize (10, 110) mit dem oder den zugeordneten Werkstückschenkeln (15, 16; 115, 116) gekoppelt bewegbar ist und dass die Referenzposition des Steuertasters (18, 118) als solche anhand derjenigen Position des Referenztasters (19, 118) definiert wird, welche der Referenztaster (19, 118) am Ende derjenigen Arbeitsbewegung von Umformstempel (8, 108) und Umformmatrize (10, 110) einnimmt, welche die Erstellung des Werkstückwinkels mit der Sollgröße des Biegewinkels ( $\beta$ ) bewirkt.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Referenztaster (118) gleichzeitig als Steuertaster (118) verwendet und bei der oder den auf die anfängliche Werkstückbearbeitung folgenden Werkstückbearbeitungen die Arbeitsbewegung von Umformstempel (108) und Umformmatrize (110) beendet wird, sobald der gleichzeitig als Referenz (118) und als Steuertaster (118) verwendete Taster seine bei der anfänglichen Werkstückbearbeitung
- definierte Referenzposition einnimmt.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es wenigstens teilweise rechnergesteuert durchgeführt wird.
5. Maschine zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einem Umformstempel (8, 108) sowie einer diesem zugeordneten Umformmatrize (10, 110), wobei der Umformstempel (8, 108) und die Umformmatrize (10, 110) mittels eines steuerbaren Antriebs mit einer Arbeitsbewegung unter Abkanten des zu bearbeitenden Werkstückes (14) relativ zueinander bewegbar sind, **gekennzeichnet**
- durch wenigstens einen Steuertaster (18, 118), welcher zumindest bei der oder den auf die anfängliche Werkstückbearbeitung folgenden Werkstückbearbeitungen während der Arbeitsbewegung von Umformstempel (8, 108) und Umformmatrize (10, 110) an zumindest einem Werkstückschenkel (15, 16; 115, 116) des erstellten Werkstückwinkels anlegbar und unter der Wirkung des Umformstempels (8, 108) und/oder der Umformmatrize (10, 110) mit dem oder den zugeordneten Werkstückschenkeln (15, 16; 115, 116) gekoppelt bewegbar ist, durch eine Vorrichtung (20, 120), mittels derer bei der anfänglichen Werkstückbearbeitung eine Referenzposition als solche für den Steuertaster (18, 118) definierbar ist, bei welcher ein Werkstückwinkel mit der Sollgröße des Biegewinkels ( $\beta$ ) vorliegt sowie durch eine Schalteinrichtung (22, 122), welche einen Positionsdetektor (21; 127, 128) zur Detektion der Position des Steuertasters (18, 118) umfasst und welche bei der oder den auf die anfängliche Werkstückbearbeitung folgenden Werkstückbearbeitungen in einen die Beendigung der Arbeitsbewegung von Umformstempel (8, 108) und Umformmatrize (10, 110) bewirkenden Schaltzustand schaltbar ist, sobald mittels des Positionsdetektors (21; 127, 128) festgestellt wird, dass der Steuertaster (18, 118) seine bei der anfänglichen Werkstückbearbeitung definierte Referenzposition einnimmt.
6. Maschine nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (20, 120) zur Definition der Referenzposition des Steuertasters (18, 118) wenigstens einen Referenztaster (19, 118) umfasst, welcher zumindest bei der anfänglichen Werkstückbearbeitung während der Arbeitsbewegung von Umformstempel (8, 108) und Umformmatrize (10, 110) an zumindest einem Werkstückschenkel (15, 16; 115, 116) des erstellten Werkstück-

- winkels anlegbar und unter der Wirkung des Umformstempels (8, 108) und/ oder der Umformmatrixe (10, 110) mit dem oder den zugeordneten Werkstückschenkeln (15, 16; 115, 116) gekoppelt bewegbar ist, wobei die Referenzposition des Steuertasters (18, 118) anhand derjenigen Position des Referenztasters (19, 118) definierbar ist, welche der Referenztaster (19, 118) bei der anfänglichen Werkstückbearbeitung am Ende derjenigen Arbeitsbewegung von Umformstempel (8, 108) und Umformmatrixe (10, 110) einnimmt, welche die Erstellung des Werkstückwinkels mit der Sollgröße des Biegewinkels ( $\beta$ ) bewirkt.
7. Maschine nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Referenzposition des Steuertasters (18, 118) definierbar ist mittels eines Schaltelementes (21; 127/1, 127/2, 127/3, 127/4, 127/5) der Schalteinrichtung (22, 122), das über den seine Referenzposition einnehmenden Steuertaster (18, 118) betätigbar ist unter Überführen der Schalteinrichtung (22, 122) in einen die Beendigung der Arbeitsbewegung von Umformstempel (8, 108) und Umformmatrixe (10, 110) bewirkenden Schaltzustand.
8. Maschine nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Referenztaster (118) gleichzeitig als Steuertaster (118) vorgesehen ist und dass die Schalteinrichtung (122) bei der oder den auf die anfängliche Werkstückbearbeitung folgenden Werkstückbearbeitungen in einen die Beendigung der Arbeitsbewegung von Umformstempel (108) und Umformmatrixe (110) bewirkenden Schaltzustand überführbar ist, sobald der gleichzeitig als Referenz- (118) und als Steuertaster (118) vorgesehene Taster seine bei der anfänglichen Werkstückbearbeitung definierte Referenzposition einnimmt.
9. Maschine nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels der Schalteinrichtung (22, 122) der Antrieb des Umformstempels (8, 108) und/oder der Umformmatrixe (10, 110) steuerbar ist.
10. Maschine nach einem der Ansprüche 5 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Referenzposition des Steuertasters (18, 118) variabel definierbar ist.
11. Maschine nach einem der Ansprüche 5 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (120) zur Definition der Referenzposition des Steuertasters (118) und die Schalteinrichtung (122) wenigstens eine gemeinsame Lichtquelle (127) und/ oder wenigstens einen gemeinsamen optischen Sensor (128) aufweisen, wobei die Referenzpositi-
- 5 on des Steuertasters (118) durch eine Lage als solche von Lichtquelle (127) und/oder optischem Sensor (128) definiert ist und die Lichtquelle (127) und der optische Sensor (128) einen Positionsdetektor und/oder Schaltelemente der Schalteinrichtung (22, 122) bilden und wobei die Lichtquelle (127) und der optische Sensor (128) bei der oder den auf die anfängliche Werkstückbearbeitung folgenden Werkstückbearbeitungen mit dem Steuertaster (118) gekoppelt relativ zueinander bewegbar sind.
- 10
12. Maschine nach einem der Ansprüche 5 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lichtquelle (127) und/oder der optische Sensor (128) bei der anfänglichen Werkstückbearbeitung mit wenigstens einem Referenztaster (118) gekoppelt bewegbar ist und die Referenzposition als solche des Steuertasters (118) durch diejenige Lage als solche von Lichtquelle (127) und/oder optischem Sensor (128) definiert ist, die sich einstellt am Ende derjenigen Arbeitsbewegung von Umformstempel (108) und Umformmatrixe (110), welche die Erstellung des Werkstückwinkels mit der Sollgröße des Biegewinkels ( $\beta$ ) bewirkt.
- 15
13. Maschine nach einem der Ansprüche 5 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lichtquelle (127) und der optische Sensor (128) bei der anfänglichen Werkstückbearbeitung zur Definition der Referenzposition als solcher des Steuertasters (118) und/ oder bei der oder den nachfolgenden Werkstückbearbeitungen relativ zueinander bewegbar sind und die Lichtquelle (127) mehrere in Richtung der genannten Relativbewegung aufeinander folgende, separat ein- und ausschaltbare Lichteinheiten (127/1, 127/2, 127/3, 127/4, 127/5) und/oder der optische Sensor (128) mehrere in Richtung der genannten Relativbewegung aufeinander folgende Sensoreinheiten aufweist.
- 20
14. Maschine nach einem der Ansprüche 5 bis 13, **gekennzeichnet durch** eine rechnergestützte Maschinensteuerung (23).
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

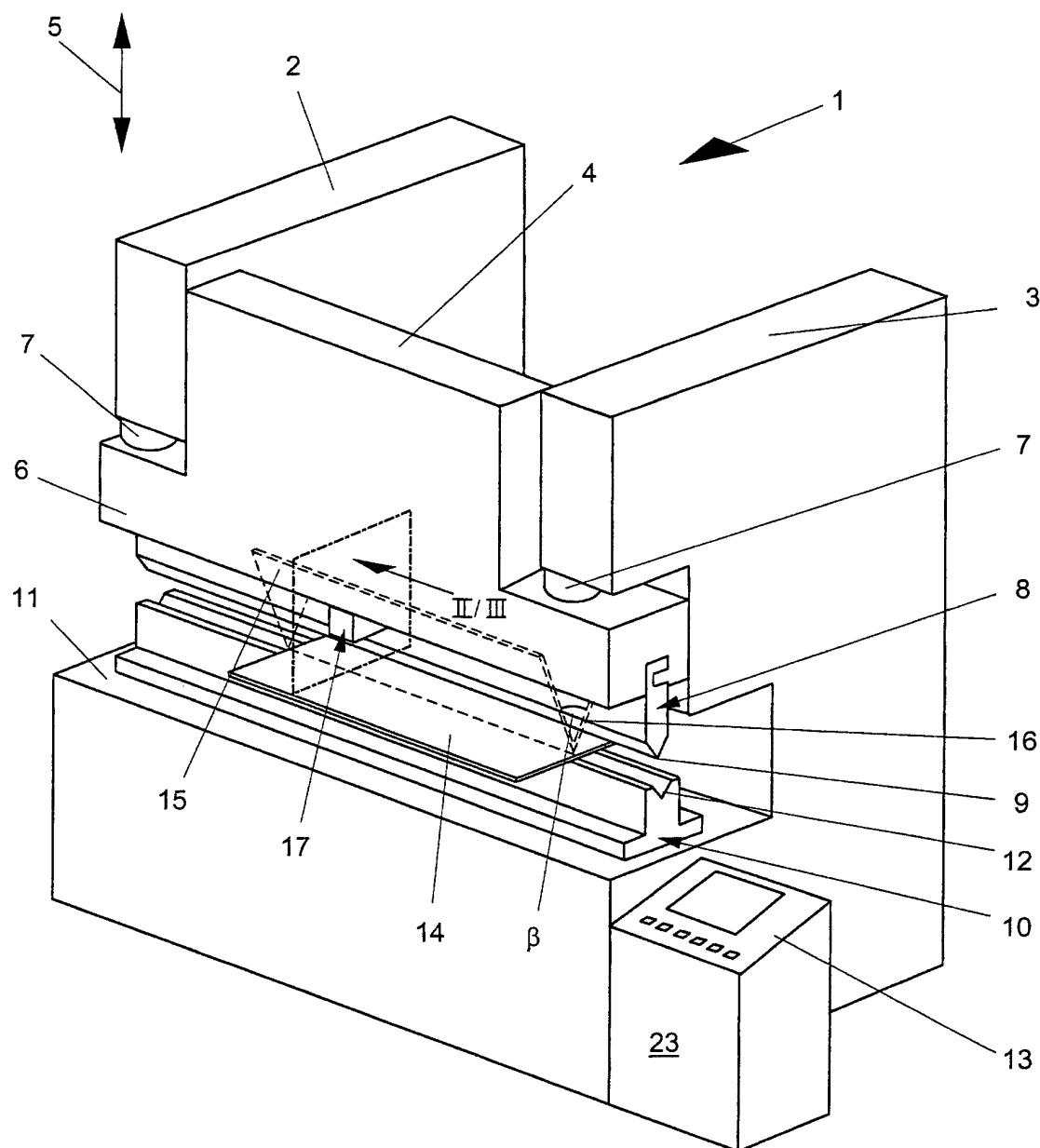


Fig. 1

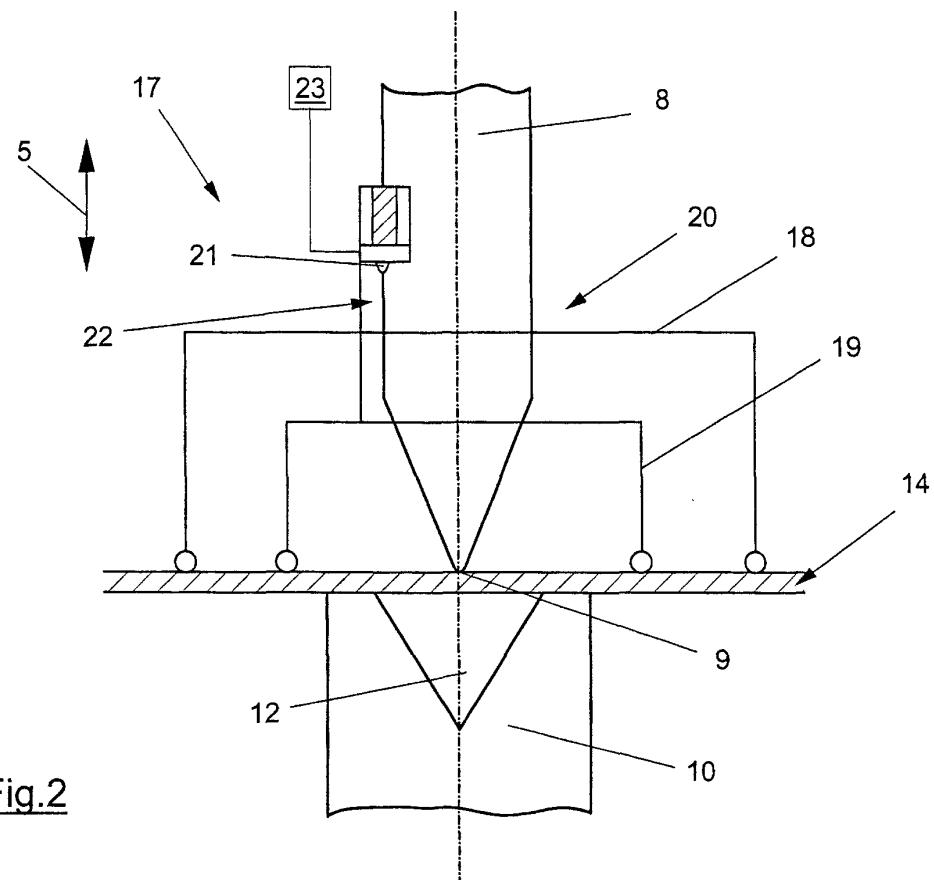


Fig. 2

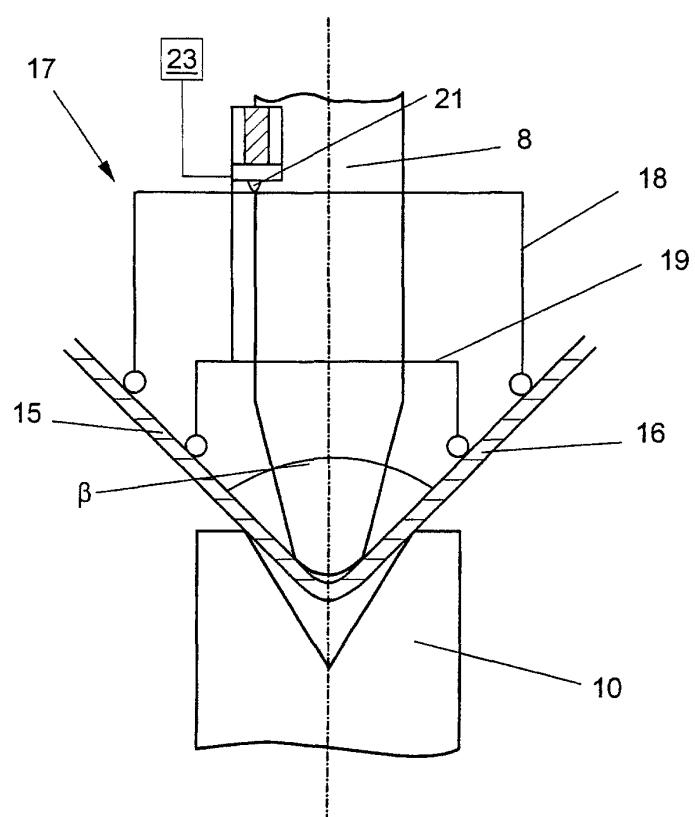


Fig. 3

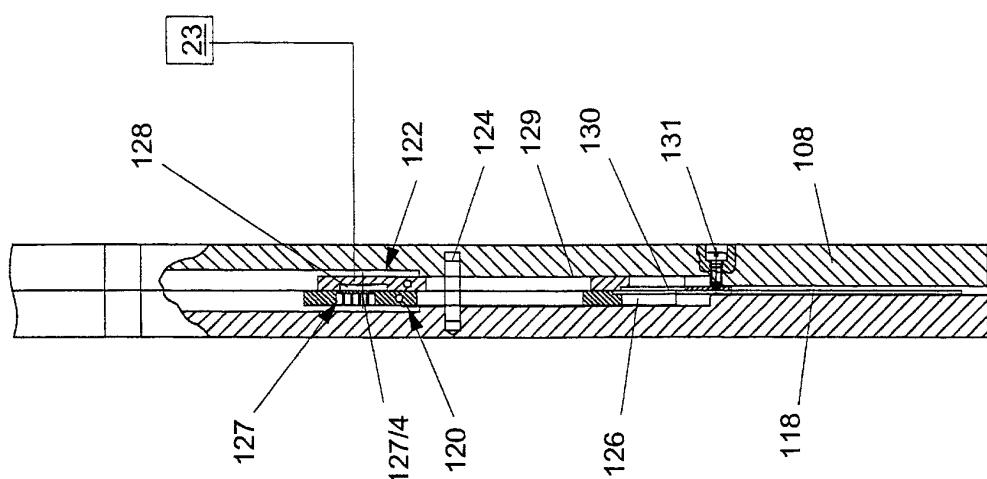


Fig. 6

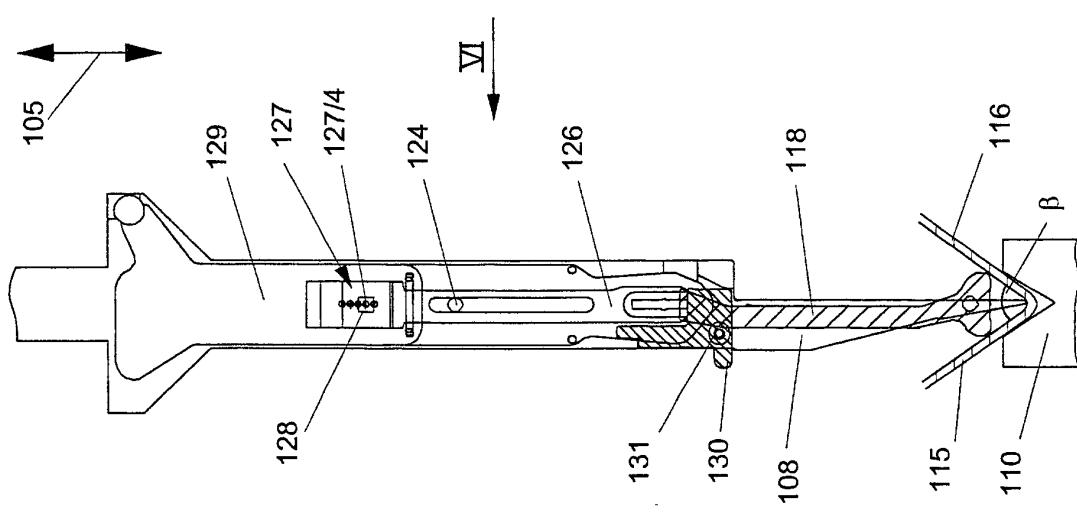


Fig. 5

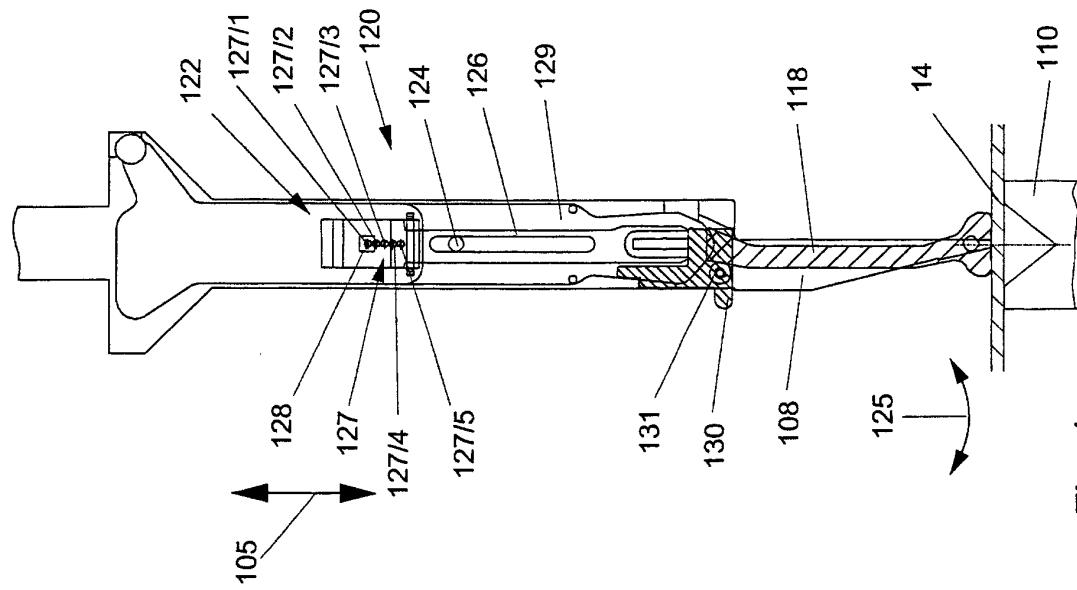


Fig. 4



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 00 10 5883

<b>EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE</b>			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	US 4 489 586 A (HESS JOHANN) 25. Dezember 1984 (1984-12-25)	1, 2, 4-6	B21D5/02
A	* Spalte 6, Zeile 25 – Zeile 32; Abbildungen * * Spalte 12, Zeile 16 – Zeile 54 *	9-12, 14	
X	NL 8 105 266 A (SAFAN MASCHF B V) 16. Juni 1983 (1983-06-16) * Seite 2, Zeile 33 – Zeile 37; Abbildungen *	1, 3, 5, 8-10	
A	DE 296 23 800 U (TRUMPF GMBH & CO) 4. November 1999 (1999-11-04) -----	-----	
RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int.Cl.7)			
B21D			
<p>Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt</p>			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche		Prüfer
DEN HAAG	18. August 2000		Ris, M
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b>			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument .. : & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 00 10 5883

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

18-08-2000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 4489586	A	25-12-1984		DE 3008701 A BE 887782 A CA 1174043 A CH 649726 A FR 2477442 A GB 2072551 A,B IT 1136911 B JP 56134021 A NL 8100874 A SE 8101418 A		24-09-1981 01-07-1981 11-09-1984 14-06-1985 11-09-1981 07-10-1981 03-09-1986 20-10-1981 01-10-1981 08-09-1981
NL 8105266	A	16-06-1983		KEINE		
DE 29623800	U	04-11-1999		DE 19521369 A AT 183416 T DE 29522121 U DE 59602793 D WO 9641690 A EP 0775028 A JP 10503972 T US 5842366 A		19-12-1996 15-09-1999 25-11-1999 23-09-1999 27-12-1996 28-05-1997 14-04-1998 01-12-1998

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82