



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 683072 A5

(51) Int. Cl.⁵: B 21 D 7/14
B 30 B 15/14
G 01 B 7/30
G 01 B 13/18

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTSCHRIFT** A5

(21) Gesuchsnummer: 3598/90

(22) Anmeldungsdatum: 13.11.1990

(30) Priorität(en): 14.11.1989 IT 67996/89
14.11.1989 IT 67997/89

(24) Patent erteilt: 14.01.1994

(45) Patentschrift veröffentlicht: 14.01.1994

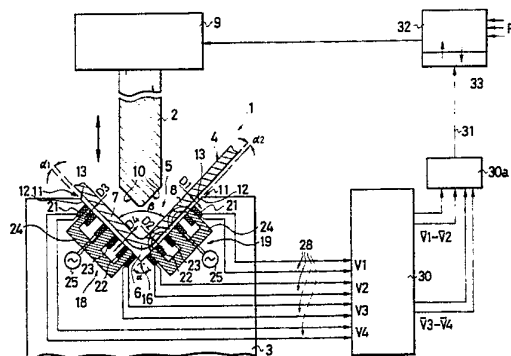
(73) Inhaber:
Amada Company, Limited,
Isehara-shi/Kanagawa-ken (JP)

(72) Erfinder:
Sartorio, Franco, Torino (IT)
Nicoletta, Bruno, Torino (IT)

(74) Vertreter:
Patentanwalts-Bureau Isler AG, Zürich

(54) **Verfahren zur Detektion von Faltwinkeln bei gefalteten Blechen, Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens und Anwendung des Verfahrens.**

(57) Zur Faltung von Blechen in Biegemaschinen wird ein flaches Blech zwischen Stempel (2) und Matrize (3) gelegt. Die Matrize (3) hat eine Vertiefung (5) mit einem Scheitel (16) zwischen zwei geraden Seitenwänden (13). Durch Eindrücken des Stempels (2) in die Vertiefung (5) wird das Blech gefaltet. Nach dem Anheben des Stempels (5) wird die Faltung infolge der elastischen Rückstellkraft verkleinert und muss wiederholt werden. Dies führt zu Zeitverlust und damit zur Verteuerung der Produkte. Es soll nun der Abstand zwischen gefaltetem Blech und Seitenwänden gemessen werden, wenn der Stempel (2) nur soweit angehoben ist, dass sich das Blech unter der Rückstellkraft wieder erholen kann. Aus den Abständen wird der Faltwinkel berechnet und allenfalls wird der Stempel (2) unter Berücksichtigung von Dicke des Blechs und Material wieder in die Vertiefung gepresst. Damit entfällt ein zeitraubender zweiter Arbeitsgang.



Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Detektion von Falzwinkeln bei gefalteten Metallblechen nach dem Oberbegriff des unabhängigen Patentanspruchs 1, ferner eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruchs 5 und eine Anwendung des Verfahrens gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruchs 8.

Faltoperationen wurden bisher durchgeführt, indem ein Metallblech, das zu falten war, zwischen einen Stempel und eine Matrize eingelegt wurde. Die Matrize hat einen vertieften Sitz und der Stempel dringt in diese Vertiefung infolge der relativen Bewegung der beiden Teile mit Steuerung durch eine zentrale Steuereinheit der Faltmaschine ein. Die Steuerung wird auf der Basis von Parametern wie Art des Materials, Dicke des Bleches und gewünschter Falzwinkel usw. durchgeführt und damit die Grösse der Relativbewegung zwischen Stempel und Matrize gesteuert, nachdem das Metallblech in stationären Kontakt mit der Matrize gebracht wurde.

Als Folge davon drückt der Stempel das Metallblech gegen den vertieften Sitz der Matrize in einem vorbestimmten Abstand, wodurch das Metallblech in Partien im Sitz gefaltet wird. Die Präzision des Falzwinkels hängt selbstverständlich davon ab, wie tief der Stempel in den vertieften Sitz eindringt. Je grösser das Eindringen des Stempels ist, umso grösser ist die Präzision.

Die beschriebene Faltmaschine erlaubt jedoch keine präzisen Falzwinkel mittels einer einzigen Faltoperation. Tatsächlich behält das Blech während der plastischen Deformation eine verbleibende elastische Wiederherstellungskraft, die, wenn der Stempel von der Matrize weggefahren ist, bewirkt, dass das Metallblech durch diese Elastizität sich streckt und konsequenterweise den vordem erhaltenen Falzwinkel verkleinert. Obwohl dieses Phänomen bekannt ist und in die Berechnung eingegeben wird, wenn die Faltparameter durch entsprechende Korrekturkoeffizienten verändert wurden, ist es trotzdem unmöglich, theoretisch die Grösse des Phänomens vorauszusagen und daher dieses vollständig zu korrigieren.

Deshalb, wenn präzise Falzwinkel benötigt werden, ist es notwendig, nach dem Falten die erhaltenen Winkel zu messen und eine zweite Korrekturfaltung daran anzuschliessen. Es ist selbstverständlich, dass dadurch die Produktionsgeschwindigkeit verkleinert ist und die Arbeit vergrössert wird, wodurch die Produktionskosten steigen.

Es ist deshalb eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren anzugeben, um den Falzwinkel indirekt während des Faltvorganges zu messen, d.h. während das Metallblech noch immer zwischen Stempel und Matrize der Faltmaschine gehalten ist, in der Weise, dass es sofort möglich ist, die notwendigen Korrekturen durchzuführen und damit eine präzise Faltung mit nur einer Operation zu erhalten.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäss den Merkmalen im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 gelöst. Zur Durchführung des Verfahrens ist die Vorrichtung durch die Merkmale im

kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 5 definiert und die Anwendung des Verfahrens bei der Bearbeitung eines Bleches ist durch die Merkmale im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 8 definiert.

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Faltmaschine mit einem eingebauten Winkeldetektor nach der vorliegenden Erfindung,

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Faltmaschine mit einem andern Winkeldetektor gemäss der vorliegenden Erfindung,

Fig. 3 ein Detail in vergrössertem Massstab einer pneumatischen Lehre des Winkeldetektors in einer Anordnung gemäss Fig. 2,

Fig. 4 eine modifizierte Winkelmessanordnung gemäss Fig. 1,

Fig. 5 eine modifizierte Ausführungsform eines Winkeldetektors gemäss Fig. 2 und 3, und

Fig. 6 eine andere modifizierte Ausführungsform eines Winkeldetektors, der in den Stempel der Faltmaschine eingebaut ist.

In Fig. 1 ist eine Faltmaschine 1 mit einem ersten Falzwinkeldetektor nach der vorliegenden Erfindung ausgerüstet. Die Faltmaschine 1 umfasst einen Stempel 2 und eine Matrize 3, zwischen die ein Metallblech 4, das zu falten ist, eingelegt werden kann. Der Stempel 2 und die Matrize 3 sind in Richtung der Pfeile relativ gegeneinander mittels eines bekannten Betätigungsmittels 9 bewegbar. Der Stempel 2 drückt das Metallblech 4 gegen die Vertiefung 5 der Matrize 3, um es in zwei Partien 7 und 8 zwecks Bildung eines Falzes 6 dazwischen zu falten. Die entsprechenden benachbarten Partien 7 und 8 des Metallblechs 4 auf gegenüberliegenden Seiten des Falzes 6 werden zwischen geneigten Seiten 10 des Stempels und der Matrize gehalten und bleiben in Kontakt mit der Matrize 3, insbesondere mit entsprechenden gegenüberliegenden geneigten Kanten 11 des Sitzes 5. Der Sitz 5 ist durch entsprechende gegenüberliegende geneigte Flanken 12 bestimmt und wird durch entsprechende Wandflächen 13, Kanten 11 und Scheitel 16, der den Boden des Sitzes 5 bildet, begrenzt.

Entsprechend der vorliegenden Erfindung befinden sich innerhalb des Sitzes 5 zwei E-förmige Differentialtransformatoren 18 und 19, von denen jeder einen Kern 24 besitzt, der die Form eines E hat. Der Kern 24 enthält demnach drei Querarme mit einem Paar ungleicher Sekundärwindungen 21 und 22 und eine mittlere Primärwicklung 23 zwischen den Sekundärwicklungen 21 und 22. Die Primärwicklung 23 ist mit einem Wechselstromnetz 25 verbunden. Die Transformatoren 18, 19 sind in seitlichen Flanken 12 des Sitzes 5 montiert und die Achsen der Wicklungen 21, 22, 23 sind im wesentlichen senkrecht zu den innern Wandflächen 13 der zugehörigen Flanken 12. Die Anordnung erlaubt der Primärwicklung 23 einen magnetischen Fluss zu bilden, der sich über die Sekundärwicklungen 21, 22 jedes Transformators schliesst, wie durch die kreisförmigen Pfeile rechts dargestellt ist. Damit

schliesst sich der Magnetkreis durch das Blech hindurch und insbesondere durch die entsprechenden Partien 7 und 8, die während des Faltvorganges an den Flanken 12 anliegen.

Der zweite Anschluss der Sekundärwicklungen 21, 22 ist andererseits über entsprechende Leitungen 28 zu einem algebraischen Addierer 30 bekannter Bauart geführt, dem an den Eingängen die Spannungswerte V1 und V2 über den Anschlüssen der Wicklungen 21 und 22 des Transformators 19 und die Spannungen V3, V4 über den Anschlüssen der Wicklung 21, 22 des Transformators 18 zugeführt werden. Der algebraische Addierer 30 ist mit einem Analogdigitalkonverter 30a verbunden, der auf eine Ausgangsleitung 31 geführt ist und mit einer elektronischen zentralen Steuereinheit 32 bekannter Bauart, beispielsweise eines Mikroprozessors bekannter Bauart verbunden ist, um die Faltmaschine 1 zu steuern. Die zentrale Steuereinheit 32 steuert die Betätigungsmittel 9, um die relative Bewegung von Stempel und Matrize festzustellen. Insbesondere ist die Leitung 31 mit einem Abschnitt 33 der zentralen Steuereinheit 32 verbunden. Dieser Abschnitt 33 rechnet Korrekturkoeffizienten aufgrund der Signale aus, die durch die Leitungen 31 vom Addierer 30 herkommen. Die Koeffizienten werden dann der zentralen Steuereinheit 32 zugeführt, die aufgrund einer Software die entsprechenden externen Bearbeitungsparameter P (z.B. Dicke und Material des Blechs 4, einen Wert für den Faltwinkel, der zu erreichen ist, usw.) berechnet.

In der Bearbeitung wird das Metallblech, nachdem es zwischen Stempel 2 und Matrize 3 eingelegt ist, gefaltet. Der vertiefte Sitz 5 der Matrize 3 hat einen Winkel α mit festgesetztem und bekanntem Wert im Scheitel 16. Der Wert des Winkels wird in der zentralen Steuereinheit 32 eingespeist. Dann werden Stempel 2 und Matrize 3 mittels des Betätigers 9 zusammengefahren, und zwar unter Steuerung der zentralen Steuereinheit 32 gemäss dem darin gespeicherten Programm, wobei die Parameter später berechnet werden. Gleichzeitig wird von der Stromquelle 25 ein Wechselstrom über die Anschlüsse der Primärwicklungen 23 von jedem Transformator 18 und 19 geleitet. Wenn der Stempel 2 das Metallblech 4 berührt, wird dieses deformiert, indem es gegen den Sitz 5 gepresst wird und dadurch die Faltung 6 bildet. Während dieses Faltvorganges sendet die Steuereinheit 23 gemäss ihrer Steuerung ein Signal, um das Eindringen des Stempels in den Sitz zu stoppen, sobald ein Winkel β zwischen den Partien 7 und 8 des Metallblechs 4 erhalten wurde, welcher Wert in jedem Fall nicht kleiner sein darf als der gewünschte Wert.

Es ist selbstverständlich, dass mit einem ungefalteten Metallblech 4 mit einem Winkel β entsprechend 180° (ein flaches Metallblech) dieser Winkel zunehmend verkleinert wird, wenn der Stempel das Metallblech 4 gegen den Sitz 5 presst und dadurch den Falz 6 zunehmend vertieft. Es ist selbstverständlich, dass der Falz 6 zum Teil eine elastische Deformation erfahren hat, durch die der Falz 6 vermindert wird bzw. wodurch der Winkel β nach dem Loslassen des Metalls durch den Stempel 2 vergrössert wird.

Nach dem Eindringen befiehlt die Steuereinheit 32 eine relative Trennung des Stempels 2 von der Matrize 3, so dass die elastische Zurückkehr des Metallblechs 4 erlaubt wird, wodurch die verbleibende elastische Deformation im Metallblech 4 aufgehoben wird. Nach der elastischen Rückkehr erfährt der Winkel β eine kleine Vergrösserung, so dass das Blech nur an den Kanten 11 der Flanken 12 anliegt. Gemäss der vorliegenden Erfindung soll nun, sobald die zentrale Steuereinheit 32 die Matrize vom Stempel 2 um einen geringen Betrag abgehoben hat, um damit den vollständigen Ausgleich der elastischen Spannung zu bewirken, der vergrösserte Winkel β gemessen werden.

Gemäss der Erfindung wird diese Messung indirekt durch Messen des Abstandes zwischen jeder Partie 7 (oder 8) des Metallblechs 4 und der zugehörigen Flanke 12 des Sitzes 5 an zwei vorbestimmten Punkten im Abstand voneinander auf der Wandfläche 13 der Flanke 12 durchgeführt. Es ist vorzuziehen, den ersten Punkt nahe beim Scheitel 16 und bei einem Arm des Kerns 24, auf dem die Windung 22 vom Transformator 18 (oder 19) aufgewickelt ist, zu wählen. Der zweite Punkt soll dann nahe bei der seitlichen Kante 11 und bei einem Arm des Kerns 24, auf den die Wicklung 21 des Transformators 18 (oder 19) gewickelt ist, gewählt werden. Die Abstände D1, D2, D3 und D4 werden als entsprechende Spannungen V1, V2, V3 und V4 über den Anschlüssen der Sekundärwicklungen 21 und 22 der Transformatoren 18 und 19 angegeben. Tatsächlich erzeugt die Primärwicklung 23 aufgrund des Wechselstroms aus der Quelle 25 ein magnetisches Feld, dessen Feldlinien sich über die Partien 7, 8 des Metallblechs 4 schliessen und ein magnetisches Feld in den Sekundärwicklungen 21, 22 erzeugen, die ihrerseits dann die Potentialdifferenzen V1, V2, V3 und V4 über den Anschlüssen der Sekundärwicklungen ergeben. Diese Spannungen sind eine Funktion der Abstände D1, D2, D3 und D4. Weil die Anzahl Windungen auf jeder Wicklung 21 (oder 22) fest gegeben ist und konstant ist, sind sie nur eine Funktion des magnetischen Flusses in den Wicklungen allein, die ihrerseits eine Funktion der Reluktanz des Magnetkreises in jeder Primärwicklung und den zugehörigen Sekundärwicklungen mit den entsprechenden Partien 7, 8 des Metallblechs 4 und dem zugehörigen Luftspalt zwischen diesen und den Sekundärwicklungen sind, die durch die Distanzen D1, D2, D3 und D4 bestimmt sind. Je grösser diese Distanzen sind, umso grösser ist die magnetische Flussdispersion und die Reluktanz des generellen magnetischen Kreises und konsequenterweise führt der kleinere magnetische Fluss in den entsprechenden Sekundärwicklungen zu einer geringeren Spannung V1, V2, V3, V4 in diesen. Andererseits, je kleiner die Distanzen sind, umso grösser sind die Werte der induzierten Spannungen auf den Sekundärwicklungen. Die Werte dieser Spannungen werden ein Maximum, wenn die Abstände D null sind.

Sobald das Metallblech 4 vom Stempel 2 freigegeben ist, werden die Spannungen V1, V2, V3, V4 durch den Addierer 30 gelesen, um die Winkel α_1 und α_2 zwischen den Partien 7, 8 des Metallblechs

4 und den entsprechenden Flanken 12 zu rechnen. Diese Berechnung wird auf der Basis durchgeführt, die sich innerhalb der Linearität der verwendeten Transformatoren befindet und jeder Winkel ist invers proportional zur Differenz zwischen den effektiven Werten der Spannungen V1 und V2 (und V3 und V4) unabhängig von der Distanz der Partien 7 (oder 8) des Metallblechs 4 von den entsprechenden Flanken 12 der Matrice. Die Spannungssignale sind proportional zu den Winkeln α_1 und α_2 und werden in digitaler Form durch den Analogdigital-konverter 30a umgewandelt. Dann bildet die zentrale Steuereinheit 32, in der die geometrischen Parameter und Konstanten gemäss der Proportionalität des Systems, die durch die Matrice 3, die Transformatoren 18, 19 und das Metallblech bestimmt sind, eingespeichert sind, die Werte von α_1 und α_2 und algebraisch die Summe der Werte der bekannten und früher eingespeisten Winkel α und die Werte der Winkel α_1 und α_2 . Schliesslich gibt die Einheit 32 am Ausgang die exakten Werte des Faltwinkels β , der erhalten wurde. Jetzt wird in der Steuereinheit 32 der Winkel β mit dem gewünschten Wert, der als einer der Parameter P eingegeben wurde, verglichen. Wenn dieser Vergleich ein negatives Resultat ergibt, wird ein Korrekturparameter im Abschnitt 33 erzeugt und dadurch die Durchführung einer zusätzlichen Faltoperation befohlen, um den Falz 6 um einen Wert zu vergrössern, der dem berechneten Parameter entspricht, um den entsprechenden Wert des Winkels β zu erhalten.

Fig. 4 zeigt eine andere modifizierte Ausführungsform einer Winkeldetektorvorrichtung in der Matrice 3 mit einem vertieften Sitz 5, bestehend aus zwei geneigten Seitenwänden 13a, 13a und dem Boden 13b. Die Vertiefung 5 hat zwei Scheitel 16, 16 mit den Winkeln α_3 und α_4 . In diesem Beispiel formt der Stempel das Metallblech 4 in drei Partien 7, 8 und 8a, indem zwei Falze 6, 6 mit entsprechenden Faltwinkeln β_1 , β_2 durchgeführt werden. Die Vorrichtung umfasst drei Differentialtransformatoren 18, 19 und 20, die in den Seitenwänden 13a, 13a, 13b des vertieften Sitzes 5 in der Matrice 3 der Faltmaschine angeordnet sind. Die Faltwinkel β_1 und β_2 werden gerechnet, indem die Winkel γ_1 , γ_2 und γ_3 in gleicher Weise gemessen werden, und wenn nötig wird eine zusätzliche Faltung durchgeführt, um die erhaltenen Falze 6 im Metallblech 4 in ähnlicher Weise wie oben beschrieben zu erhalten.

Fig. 2 zeigt eine Faltmaschine 1 mit einem andern Winkeldetektor gemäss der vorliegenden Erfindung. Demgemäss befinden sich innerhalb des Sitzes 5 vier pneumatische Lehren 50, 51, 52 und 53 bekannter Ausführungsform. Jede Lehre ist an einer seitlichen Flanke 12 des Sitzes 5 angeordnet und deren Achsen sind senkrecht zur inneren Bandfläche 13 der entsprechenden Flanke 12 ausgerichtet. Die pneumatischen Lehren blasen gegen die entsprechenden Partien 7 oder 8 während des Faltvorganges einen Gasstrom, der ebenfalls senkrecht von der entsprechenden Fläche 13 der Flanke 12 abgeblasen wird. Der Gasstrom, der auf einen geeigneten Wert komprimiert ist, wird durch entsprechende Rohre 63 geführt, die wenigstens teilweise in der Matrice 3 verlaufen und in bekannter Weise

mit einer ebenfalls bekannten Druckgasquelle verbunden sind.

Fig. 3 zeigt beispielsweise und zur Erleichterung des Verständnisses der Erfindung den Aufbau einer solchen pneumatischen Lehre 50, 51, 52, 53 in vergrössertem Massstab. Gas 64 wird unter Druck einer ersten Kammer 65 zugeführt, die seriell mit einer zweiten Kammer 66 durch eine kalibrierte Verjüngung 67 verbunden ist. Ein Gasstrom 64 wird dann aus der Kammer 66 durch die Düse 68 gegen die Fläche der Partie 7 des Metallblechs 4 geleitet. Ein Differentialmanometer 69 misst konstant die Druckdifferenz zwischen den Kammern 65 und 66. Die Lehren 50, 51, 52 und 53 sind mit ihren Düsen 68 in Betrieb bündig mit der Wandfläche 13 der entsprechenden Flanke 12, auf der sie montiert sind. Die darin eingelegte Partie 7, 8 des Metallblechs 4 bewirkt eine Strömungsänderung an den Düsen 68. Je näher die Düsen am Metallblech 4 sind, umso grösser ist die Wirkung. Mit andern Worten, je kleiner die entsprechenden Abstände D1, D2, D3 und D4 zwischen Düse und der entsprechenden Partie 7, 8 sind, umso grösser ist die Störwirkung. Deshalb kann die Abflussmenge des Gasstromes 64 durch die Düsen verkleinert werden und der Gasstrom wird in der Kammer 66 akkumuliert, wodurch der Druck darin vergrössert wird, während der Druck in der Kammer 65 dank der kalibrierten Verjüngung 67 im wesentlichen konstant bleibt. Deshalb kann der Wert der Distanz D1, D2, D3 und D4 als Druckunterschied zwischen den Kammern 65, 66 jeder Lehre 50, 51, 52 und 53 detektiert werden. Der Druckunterschied wird durch das entsprechende Differentialmanometer 69 angegeben.

Die Differentialmanometer 69 geben ein elektrisches Signal ab, das proportional zur Druckdifferenz ist, und diese Signale werden einer algebraischen Additionseinheit 30 bekannter Bauart über die Datenleitungen 29 zugeführt. Der Addierer 30 erhält nun diese Signale an seinem Eingang und gibt an seiner Ausgangsleitung 31, die im dargestellten Beispiel zu einer elektronischen Zentralsteuereinheit 32 geführt ist, ein Signal für die Steuerung der Faltmaschine 1 ab. Die zentrale Steuereinheit 32 steuert die Betätigungsmittel 9, um die relative Bewegung von Stempel 2 und Matrice 3 zu bestimmen und insbesondere ist die Leitung 31 mit einer Partie 33 der Zentraleinheit 32 verbunden. Diese Partie 33 rechnet Korrekturkoeffizienten aus, die dann in der zentralen Steuereinheit 32 mittels einer geeigneten Software dazu führen, dass die externen Bearbeitungsparameter P entsprechend geändert werden.

Im Betrieb wird das Metallblech 4 gefaltet, nachdem es zwischen den Stempel und die Matrice 3 eingelegt ist. Der vertiefte Sitz der Matrice 3 hat einen Winkel α von fester und bekannter Grösse am Scheitel 16. Der Wert des Winkels ist in der zentralen Steuereinheit 32 gespeichert; dann werden Stempel mittels der Vorrichtung 9 zueinander hingeführt entsprechend dem Programm der Steuereinheit 32, mit der dann auch die Parameter P später geändert werden. Gleichzeitig leiten die Rohre 63 einen Strom komprimierter Luft 64 zu den Düsen

68 der pneumatischen Lehren 50, 51, 52 und 53. Wenn der Stempel 2 das Metallblech 4 berührt, wird dieses Metallblech durch Pressen gegen den Sitz 5 deformiert und es wird der Falz 6 gebildet. Während dieses Faltvorgangs ist die zentrale Steuereinheit 32 in der Weise programmiert, dass das Eindringen des Stempels 2 in den Sitz 5 an einem Punkt angehalten wird, wenn ein Winkel β zwischen den Partien 7 und 8 gebildet ist, der in jedem Fall kleiner ist als der gewünschte Wert. Es ist selbstverständlich, dass man mit einem ungefalteten Metallblech 4 mit einem Winkel $\beta = 180^\circ$ beginnt, um diesen Winkel zunehmend zu verkleinern, indem der Stempel 2 das Metallblech 4 gegen den Sitz 5 presst und den Falz 6 zunehmend vertieft. Es ist bekannt, dass der Falz 6 teilweise eine elastische Deformation hat, die die Tiefe des Falzes 6 verkleinert oder den Winkel β vergrößert, wenn das Metallblech losgelassen wird.

Nach dem Eindringen befiehlt die Steuereinheit 32 eine relative Trennung von Stempel und Matrize um einen Wert, der den elastischen Ausgleich des Metallblechs 4 erlaubt, um die verbleibende elastische Deformation im Metallblech 4 aufzulösen. Nachdem die elastische Rückkehr im Metallblech 4 durchgeführt wurde, ist der Wert β des Winkels um wenigstens vergrößert und das Blech berührt die Flanken 12 an ihren Kanten 11. Gemäss der vorliegenden Erfindung wird, sobald die Steuereinheit 32 die Matrize 3 vom Stempel 2 um einen geringen Betrag trennt, der vergrößerte Winkel β zwischen den Partien 7, 8 gemessen.

Diese Messung wird indirekt durch Messung der Distanzen zwischen jeder Partie 7 (oder 8) des Metallblechs 4 und der zugehörigen Flanke 12 des Sitzes 5 an zwei vorbestimmten Punkten in genügendem Abstand voneinander auf der Wandfläche 13 der Flanke 12 gemessen. Insbesondere ist es zu bevorzugen, den ersten Punkt nahe des Scheitels 16 für die Lehren 51, 52 und den zweiten nahe bei der seitlichen Kante 11 für die Lehren 50, 53 zu wählen. Die Distanzen D1, D2, D3 und D4 werden als Druckdifferenzen zwischen den Kammern 65 und 66 jeder Lehre 50, 51, 52, 53 mittels der Manometer 69 gemessen und an die Einheit 30 mittels der Signalleitungen 29 in Form elektrischer Signale zugeführt.

Sobald das Metallblech 4 durch den Stempel 2 freigegeben wird, werden die Signale aus den Manometern 69 im Addierer 30 gelesen und entsprechend seinem Programm wird dann der Winkel α_1 und α_2 zwischen den Partien 7, 8 des Metallblechs und der entsprechenden Flanke 12 berechnet. Diese Berechnung wird durch Anwendung einfacher geometrischer Regeln berechnet. Schliesslich gibt der Addierer die algebraische Summe des vorher eingespeicherten Winkels α und die Werte der berechneten Winkel α_1 und α_2 auf die Leitung 31, so dass der exakte Wert des Faltwinkels β bekannt ist. Jetzt vergleicht die Zentraleinheit 32 die Werte der Winkel β mit dem gewünschten Wert als einer der Parameter P und wenn dieser Vergleich ein negatives Resultat ergibt, erzeugt die Steuereinheit einen Korrekturparameter im Sektor 33 und steuert die Durchführung einer zusätzlichen Faltoperation, um

den Falz 6 um einen Wert zu vergrössern, der von dem berechneten Korrekturparameter abhängt, um den gewünschten Wert des Winkels β zu erhalten.

Fig. 5 zeigt eine modifizierte Ausführungsform der Winkeldetektoreinheit mit den pneumatischen Lehren. In diesem Ausführungsbeispiel sind die Lehren in einer Matrize 3 angeordnet, die einen vertieften Sitz 5 aufweist, der aus zwei senkrechten Seitenwänden 13a, 13a und einer Bodenwand 13b besteht. Die Winkeldetektoren umfassen sechs pneumatische Lehren 50, 51, 52, 53, 54 und 55. Je ein Paar von diesen befinden sich je in der Wand 13a oder 13b des vertieften Sitzes 5 der Matrize 3 der Faltmaschine. In diesem Fall werden die Winkel in derselben Art und Weise wie oben beschrieben berechnet, und wenn nötig wird ein zusätzlicher Faltvorgang durchgeführt, um die Falze im Metallblech 4 wie oben beschrieben zu vertiefen.

In Fig. 6 ist eine weitere Winkelfühlervorrichtung gezeigt, wie sie beispielsweise in Fig. 2 verwendet ist, jedoch sind die pneumatischen Lehren 50, 51, 52 und 53 im Stempel 2 der Faltmaschine 1 angeordnet. In diesem Ausführungsbeispiel ist jeweils ein Paar pneumatischer Lehren in jeder geneigten Wand 10 des Stempels 2 im Abstand L1, L2 voneinander mit den Achsen im wesentlichen senkrecht zur Wand 10 angeordnet. Diese Lehren geben einen Gasstrom gegen die Partien 7, 8 des Blechs 4 ab.

Die Abstände D1, D2, D3 und D4 von den Stellen der Lehren in den Wänden 10 zu den Partien 7 oder 8 des Blechs 4 werden gleich wie beim beschriebenen Beispiel gemäss Fig. 2 gemessen.

Die Winkel α_1 , α_2 , die mit den Wänden 10 und den Partien 7, 8 des Blechs 4 gebildet werden, werden durch Berechnung nach den folgenden Gleichungen berechnet:

$$\alpha_1 = \arctg (D1-D2)/L1$$

$$\alpha_2 = \arctg (D4-D3)/L2$$

Dann wird der Faltwinkel β durch Addieren dieser Werte und einen konstanten Wert α , der durch die zwei Wände 10 des Stempels 2 gebildet ist, erhalten. Der Winkel α ist gleich dem Winkel des Scheitels 16 des Sitzes 5.

Obwohl im beschriebenen Beispiel nach Fig. 6 pneumatische Lehren als Fühler zur Erfassung der Abstände D1, D2, D3 und D4 vorgesehen sind, könnten ebensogut auch Differentialtransformatoren im Stempel 2 gemäss der Beschreibung zu Fig. 1 vorgesehen sein.

Selbstverständlich können alle oben beschriebenen Vorgänge mit einer einzigen Faltoperation durchgeführt werden. In der Praxis wird die Messung der Winkel α_1 und α_2 in Realzeit durchgeführt, währenddem das Metallblech 4 sich noch im Sitz 5 zwischen dem Stempel 2 und der Matrize 3 befindet. Das Mass der gegenseitigen Trennung von Stempel und Matrize vor dem Durchführen der Messung ist auf eine minimale notwendige Grösse beschränkt, die sich durch die elastische Zurückverformung des Blechs ergibt. Wenn die elastische Zurückverformung behindert wird, würde dies ein falsches Resultat ergeben.

Eine Faltmaschine 1, die mit der Messausrüstung gemäss der vorliegenden Erfindung versehen ist, kann ein Metallblech mit Präzision durch einen einzelnen Faltvorgang falten. Das heisst ohne dass eine zweite Ausrichtung des Metallblechs notwendig wird, so dass konsequenterweise die Produktionsmenge und Leistung bei geringeren Kosten ermöglicht wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Detektion von Faltwinkeln (β , β_1 , β_3) zwischen jedem Paar (7–8, 8–8a) benachbarter Partien (7, 8, 8a) eines Metallblechs (4) während des Faltens mit einer Faltmaschine (1), die mit einem Stempel (2) und einer Matrize (3) mit einem vertieften Sitz (5) ausgerüstet ist, gekennzeichnet durch

- Messen der Abstände (D1, D2, D3, D4) von jeder Wandfläche (10, 13, 13a, 13b) des Stempels oder der Matrize, in der Sensoren (18, 19, 20, 50, 51, 52, 53, 54, 55) eingebaut sind, zu den Partien (7, 8, 8a), die sich der genannten Wandfläche gegenüber befinden, zu zwei gewünschten Punkten der genannten Wandfläche,
- Berechnen von jedem Winkel (α_1 , α_2 , α_3 , γ_1 , γ_2 , γ_3) gebildet zwischen jeder Wand und den dieser Wand gegenüberliegenden Partien, und
- algebraisches Addieren der Winkel (α , α_3 , α_4) bei jedem Scheitel (16) und der berechneten zwei Winkel (α_1 , α_2 , γ_1 , γ_2 , γ_3) zwischen den benachbarten Wandflächen und den benachbarten zwei Partien.

2. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Abstände (D1, D2, D3, D4) als Spannungen (V1, V2, V3, V4) zwischen Anschlüssen entsprechender Sekundärwicklungen (21, 22) von wenigstens einem Differentialtransformator (18, 19, 20) als Sensor in jeder der genannten Wandfläche (10, 13, 13a, 13b) anfallen, wobei die Sekundärwicklungen (21, 22) an den zwei gewünschten Punkten auf der Wandfläche (10, 13, 13a, 13b) und die Primärwicklung (23) mit einem Wechselstrom bekannter Grösse gespeist sind, um ein magnetisches Feld zu erzeugen, das über die genannten Partien des Blechs geschlossen ist.

3. Verfahren nach Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass sich ein E-förmiger Differentialtransformator (18, 19, 20) in jeder Wand (10, 13, 13a, 13b) befindet und mit einer einzelnen Primärwicklung (23) und zwei Sekundärwicklungen (21, 22) seitlich der Primärwicklung versehen ist.

4. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Abstände (D1, D2, D3, D4) mittels einer Anzahl pneumatischer Sensoren (50, 51, 52, 53, 54, 55) gemessen werden, von denen Paare in jeder Wand (10, 13, 13a, 13b) bei den zwei gewünschten Punkten der Wand (10, 13, 13a, 13b) eingebaut sind, um einen Gasstrom senkrecht gegen die genannten Partien abzublasen.

5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Patentansprüche 1 bis 4, mit einem Faltwinkeldetektor zur Erfassung der Winkel (β , β_1 , β_2) zwischen zwei benachbarten Partien (7–8, 8–8a) eines Blechs (4) während der Durchführung der Faltoperation mit einer Faltmaschine (1), dadurch

gekennzeichnet, dass Sensoren (18, 19, 20, 25, 28, 29, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 63, 64, 69) vorhanden sind, von denen ein Teil in den Wänden (10, 13, 13a, 13b) entweder des Stempels (2) oder der Matrize (3) angeordnet ist, um die Abstände von diesen Wänden zu Partien (7, 8, 8a) des Blechs (4) festzustellen, und dass ein algebraischer Addierer (30) vorhanden ist, um die Signale dieser Sensoren zu verarbeiten.

6. Vorrichtung nach Patentanspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoren eine Anzahl E-förmiger Differentialtransformatoren umfassen, die in den Wänden (10, 13, 13a, 13b) vorhanden ist, die je mit einer Primärwicklung (23), die mit einer Wechselstromspeisung (25) verbunden ist, und mit je einem Paar Sekundärwicklungen (21, 22) beidseits und im gewünschten Abstand von der Primärwicklung versehen sind, wobei die Achsen der Wicklungen senkrecht auf den Wandflächen (10, 13, 13a, 13b) stehen, und dass dem algebraischen Addierer (30) die Spannungen über den Anschlüssen der Sekundärwicklungen (21, 22) zuführbar sind.

7. Vorrichtung nach Patentanspruch 5, gekennzeichnet durch eine Anzahl pneumatischer Sensoren (50, 51, 52, 53, 54, 55), die paarweise in den Wänden (10, 13, 13a, 13b) in gegenseitigem Abstand voneinander und mit ihren Achsen senkrecht zu der jeweiligen Wand angeordnet sind, um einen Gasstrom senkrecht zu den Wänden abzublasen, und dass dem Addierer (30) Gasdrucksignale aus den Sensoren zuführbar sind.

8. Anwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4 zum Falten von Blechen mit einem gegebenen Faltwinkel, gekennzeichnet durch

- Bilden der Faltung mit gegebenem Faltwinkel durch Einlegen des Blechs (4) zwischen Stempel (2) und Matrize (3) und Gegeneinanderbewegen derselben, um eine Faltung herzustellen, bei der der Winkel (β , β_1 , β_2) keinesfalls kleiner ist als der geforderte Winkel unter Steuerung einer Steuereinheit (32),

- Auseinanderfahren von Stempel (2) und Matrize (3), damit sich das Blech (4) elastisch zurückdehnen kann,

- Messen des Winkels (β , β_1 , β_2) zwischen jedem Paar benachbarter Partien (7, 8, 8a) mit Vorgehen nach dem Patentanspruch 1, und

- Durchführen einer zusätzlichen Faltoperation, wenn die gemessenen Winkel (β , β_1 , β_2) anders sind als die gewünschten, nachdem die Messungen gemäss der Steuereinheit (32) durchgeführt und mit den vorgängig eingespeicherten Werten verglichen sind, und Durchführen einer Berechnung der Korrekturparameter (P).

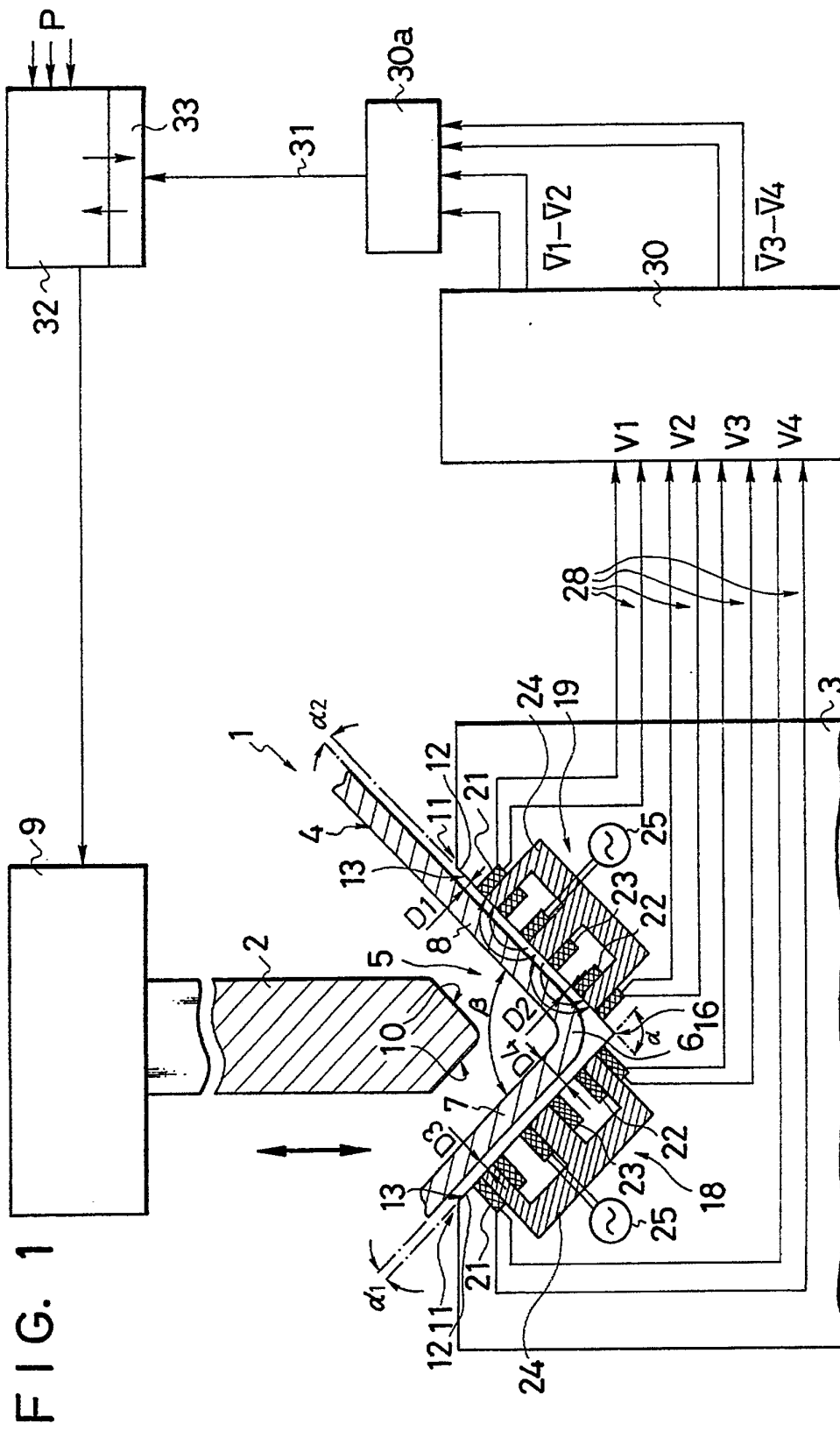


FIG. 4

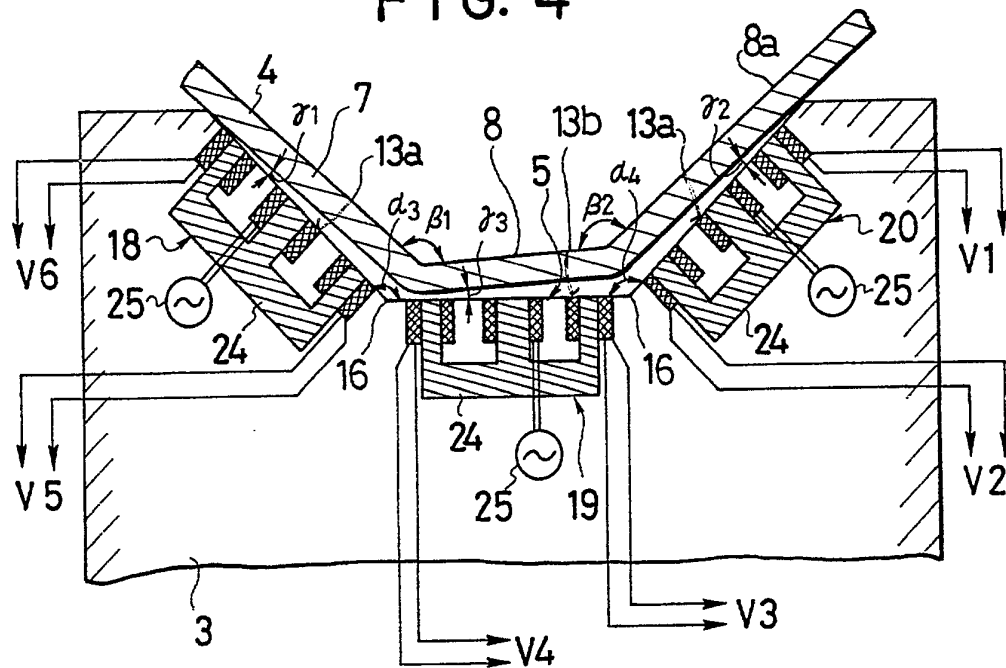


FIG. 5

