



Europäisches  
Patentamt  
European  
Patent Office  
Office européen  
des brevets



(11)

EP 2 492 027 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**29.08.2012 Patentblatt 2012/35**

(51) Int Cl.:  
**B21D 24/00 (2006.01)**  
**B30B 15/24 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **11155585.0**

(22) Anmeldetag: **23.02.2011**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

**BA ME**

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft  
80333 München (DE)**

- **Körzdörfer, Horst**  
91056 Erlangen (DE)
- **Schlegel, Oleg**  
91058 Erlangen (DE)
- **Schäfers, Elmar**  
90763 Fürth (DE)
- **Hamm, Carsten, Dr.**  
91058 Erlangen (DE)
- **Kaever, Michael**  
91056 Erlangen (DE)

(72) Erfinder:

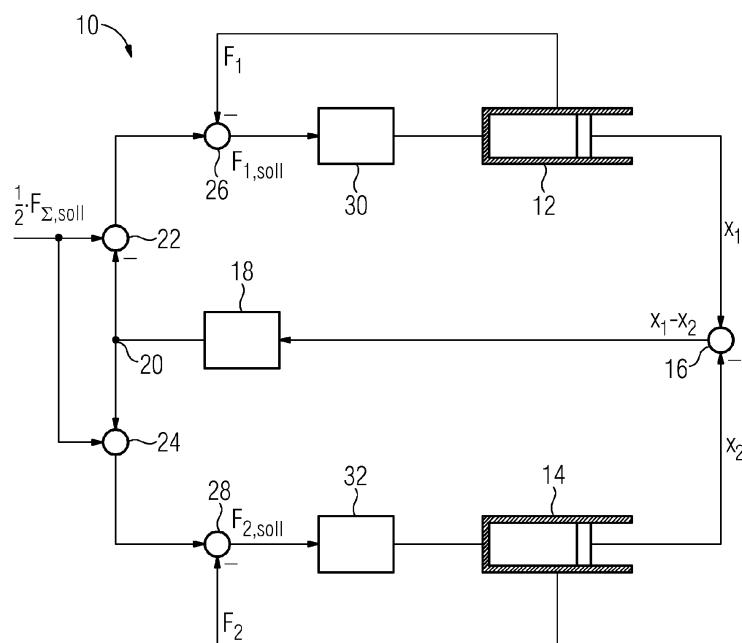
- **Büssert, Jürgen**  
91338 Igensdorf (DE)

### (54) Vorrichtung zum Tiefziehen eines Werkstücks

(57) Das Tiefziehen eines Werkstücks soll effektiver gestaltet werden. Zu diesem Zweck wird erfundungsgemäß bereitgestellte eine Vorrichtung zum Tiefziehen eines Werkstücks mit einem Werkzeug, das mindestens zwei Stützpunkten aufweist, mindestens zwei Verstelleinrichtungen (12, 14), und einer Reglereinrichtung, mit der die mindestens zwei Verstelleinrichtungen (12, 14) anhand einer Differenz der Verstellwege ( $X_1$ ,  $X_2$ ) regelbar ist. Überdies betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Tiefziehen eines Werkstücks.

destens zwei Stützpunkten abgestützt ist, einer Messeinrichtung zum Bestimmen von Verstellwegen ( $x_1$ ,  $x_2$ ) der Verstelleinrichtungen (12, 14), und einer Reglereinrichtung, mit der die mindestens zwei Verstelleinrichtungen (12, 14) anhand einer Differenz der Verstellwege ( $X_1$ ,  $X_2$ ) regelbar ist. Überdies betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Tiefziehen eines Werkstücks.

FIG 1



## Beschreibung

Vorrichtung zum Tiefziehen eines Werkstücks

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Tiefziehen eines Werkstücks, bei welcher das Werkstück an mindestens zwei Stützpunkten mit mindestens zwei Verstelleinrichtungen abgestützt ist. Die Verstelleinrichtungen sind anhand einer Differenz ihrer Verstellwege mit einer Reglereinrichtung regelbar. Überdies betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Tiefziehen eines Werkstücks.

**[0002]** Das Tiefziehen zählt zu den wichtigsten Umformverfahren, welche in der Industrie und insbesondere in der Fertigung eingesetzt werden. Hierbei wird ein Werkstück, beispielsweise ein Metallblech, zwischen einem Oberwerkzeug und einem Unterwerkzeug angeordnet. Durch die Geometrie des Ober- und des Unterwerkzeugs wird die Formgebung des umgeformten Werkstücks festgelegt. Während des Tiefziehens wird beispielsweise über einen Stößel eine mechanische Kraft auf das Oberwerkzeug ausgeübt und somit das Werkstück umgeformt.

**[0003]** Die Geometrie der verwendeten Werkzeuge und die Prozessgrößen, welche beispielsweise von dem Material des Werkstücks, der Prozesskraft und der zeitlichen Dauer des Prozesses abhängen, können eine asymmetrische Belastung des Stößels bewirken. Diese verursacht grundsätzlich eine Kippung des Stößels in seiner Führung, wodurch das Oberwerkzeug nicht mehr gleichmäßig belastet wird und sich somit verdreht beziehungsweise verkippt. Dies führt bei langen Ziehstrecken zu einer einseitigen Verengung des seitlichen Zwischenraums zwischen Ober- und Unterwerkzeug, wodurch die Dicke des umgeformten Werkstücks bereichsweise reduziert werden kann. Dadurch kann die Qualität des umgeformten Werkstücks herabgesetzt werden und seine mechanische Festigkeit reduziert werden. Im schlimmsten Fall kann das Verdrehen beziehungsweise das Verkippen eine Kollision des Ober- und Unterwerkzeugs zur Folge haben, welche zu einer Beschädigung führen kann.

**[0004]** Um einer asymmetrischen Belastung des Stößels und/oder des Werkzeugs während des Tiefziehens entgegenzuwirken, kann beispielsweise die Führung des Stößels derart gestaltet werden, dass die Kippfähigkeit des Stößels reduziert wird. Die Kippfähigkeit des Stößels kann zusätzlich dadurch verringert werden, indem der Stößel und die dazugehörige Führung so ausgelegt sind, dass sie ein geringes Spiel zueinander aufweisen. Ein günstiges Verhältnis von Stößelhöhe zur Stößelbreite wirkt sich hier ebenfalls positiv aus. Eine andere Möglichkeit besteht darin, entsprechende Führungsbohrungen und Zapfen in dem Werkzeug zu integrieren, durch welche ein Verdrehen beziehungsweise ein Verkippen der einzelnen Teile des Werkzeugs verhindert wird. Die einzelnen Teile des Werkzeugs müssen hierbei so ausgelegt sein, dass sie die durch die Prozesskräfte entste-

henden hohen mechanischen Belastungen aufnehmen können.

**[0005]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, das Tiefziehen eines Werkstücks, insbesondere bei hohen Prozesskräften, effektiver zu gestalten.

**[0006]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Vorrichtung zum Tiefziehen eines Werkstücks mit einem Werkzeug, das mindestens zwei Stützpunkte aufweist, mindestens zwei Verstelleinrichtungen, mit denen das Werkzeug an den mindestens zwei Stützpunkten abgestützt ist, einer Messeinrichtung zum Bestimmen der Verstellwege der Verstelleinrichtungen, und einer Reglereinrichtung, mit der die mindestens zwei Verstelleinrichtungen anhand der Differenz der Verstellwege regelbar ist. Das Werkzeug, welches zum Tiefziehen verwendet wird, ist hierzu an einer entsprechenden Bezugs ebene, welche beispielsweise der Boden oder das Fundament sein kann, abgestützt. Bei dieser Vorrichtung ist das Werkzeug, insbesondere ein Unterwerkzeug, an mindestens zwei Stützpunkten über eine jeweilige Verstelleinrichtung abgestützt. Somit kann der Abstand zwischen der Bezugsebene und dem Werkzeug durch die mindestens zwei Verstelleinrichtungen eingestellt werden. Um die Verstellwege der jeweiligen Verstelleinrichtungen zu bestimmen, ist hierzu eine entsprechende Messeinrichtung vorgesehen. Hierbei kann eine Messeinrichtung vorgesehen sein, mittels welcher die Verstellwege von allen Verstelleinrichtungen bestimmt werden, ebenso kann an jeder Verstelleinrichtung eine separate Messeinrichtung vorgesehen sein. Mit einer Reglereinrichtung können die Verstelleinrichtungen anhand der Differenz der Verstellwege geregelt werden. Durch diese Vorrichtung kann durch die entsprechende Regelung der Verstellwege ein Verkippen beziehungsweise Verschwenken zwischen den Teilen des Werkzeugs, beispielsweise dem Ober- und dem Unterwerkzeug, ausgelenkt werden. Auf diese Weise kann erreicht werden, dass während des gesamten Vorgangs des Tiefziehens eine symmetrische Belastung an dem Stößel anliegt, durch welchen eine Kraft auf das Oberwerkzeug übertragen wird. Durch diese Vorrichtung kann das Tiefziehen insbesondere bei hohen Kräften effektiver ausgeführt werden und die Qualität und die mechanische Festigkeit des umgeformten Werkstücks erhöht werden.

**[0007]** In einer vorteilhaften Ausführungsform wird mit der Reglereinrichtung eine Sollverstellkraft für jede der Verstelleinrichtungen in Abhängigkeit von der Differenz der Verstellwege geregelt. Aus der Differenz der Verstellwege der Verstelleinrichtungen kann auf eine asymmetrische Belastung des Werkzeugs geschlossen werden. Somit kann die jeweilige Sollverstellkraft bestimmt wird, welche durch die jeweiligen Verstelleinrichtungen an den Stützpunkten aufgebracht werden soll, um die asymmetrische Belastung auszugleichen. Die jeweilige Sollverstellkraft an den Verstelleinrichtungen wird hierzu mit der tatsächlich an den jeweiligen Verstelleinrichtungen aufgebrachten Kraft verglichen und durch eine entsprechende Reglereinrichtung geregelt.

**[0008]** Hierbei ist es weiterhin vorteilhaft, wenn mit der Reglereinrichtung die Sollverstellkraft zusätzlich in Abhängigkeit von einem Anteil einer auf das Werkstück wirkenden Kraft bestimmt wird. Die jeweiligen Sollverstellkräfte der Verstelleinrichtungen werden einerseits mit Hilfe einer Reglereinrichtung aus der Differenz der Verstellwege bestimmt und andererseits zusätzlich von einem Anteil der auf das Werkstück wirkenden Kraft bestimmt. Die Kraft, welche auf das Werkstück wirkt, kann beispielsweise diejenige Kraft sein, welche während des Tiefziehens von dem Stößel auf das Oberwerkzeug und somit auf das Werkstück ausgeübt wird. Hierzu können ebenfalls Prozessparameter wie beispielsweise das Material und die Geometrie des zu verformenden Werkstücks sowie die zeitliche Dauer des Tiefziehvorgangs berücksichtigt werden, um den zeitlichen Verlauf der auf das Werkstück wirkenden Kraft zu bestimmen. Ebenso ist es denkbar, dass die auf das Werkstück wirkende Kraft durch eine geeignete Messeinrichtung über den zeitlichen Verlauf des Tiefziehvorgangs bestimmt wird. Auf diese Weise kann einer asymmetrischen Belastung des Werkzeugs besonders effektiv entgegengewirkt werden.

**[0009]** In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird durch die Reglereinrichtung eine Verstellgeschwindigkeit für jede der Verstelleinrichtungen in Abhängigkeit von der Differenz der Verstellwege geregelt. Ebenso kann eine symmetrische Belastung der einzelnen Teile des Werkzeugs und des Werkstücks dadurch erreicht werden, dass die jeweiligen Verstellgeschwindigkeiten der Verstelleinrichtungen geregelt werden. Die Verstellgeschwindigkeiten werden auch hierbei in Abhängigkeit von der Differenz der Verstellwege geregelt, um eine entsprechende Kippkompensation zu erreichen, durch welche eine asymmetrische Belastung und/oder ein Verkippen der einzelnen Teile des Werkzeugs verhindert wird.

**[0010]** In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung wird durch die Reglereinrichtung für jede der Verstelleinrichtungen eine jeweilige Sollverstellgeschwindigkeit aus der Differenz der Verstellwege und zusätzlich in Abhängigkeit von einer auf das Werkstück wirkenden Kraft und von den Verstelleinrichtungen erzeugten Verstellkräften bestimmt. Die jeweilige Verstellgeschwindigkeit der Verstelleinrichtungen wird hier jeweils in Abhängigkeit von einer Sollverstellgeschwindigkeit geregelt, welche einerseits aus der Differenz der Verstellwege und zusätzlich in Abhängigkeit von der auf das Werkstück wirkenden Kraft bestimmt wird. Die auf das Werkstück wirkende Kraft wird zusätzlich mit den tatsächlich erzeugten Kräften der jeweiligen Verstelleinrichtungen verglichen. Auch durch diese Ausführungsform der Vorrichtung zum Tiefziehen eines Werkstücks kann das Tiefziehen besonders effektiv ermöglicht werden.

**[0011]** Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung und den beschriebenen Ausführungsformen sind die Richtung der beiden Verstellkräfte und die Richtung der auf das Werkstück ausgeübten Kraft entgegengesetzt gerichtet. Auf diese Weise kann die auf das Werkstück wirkende Kraft durch die mindestens zwei Verstellkräfte, durch welche das Werkstück, insbesondere das Unterwerkzeug, an mindestens zwei Stützstellen abgestützt wird, ausgeglichen werden. Vorrichtungen, bei welchen zwei oder mehr Antriebe in die gleiche Richtung wirken sind beispielsweise von dem sogenannten Gantry-Antrieb bekannt.

**[0012]** Weiterhin vorteilhaft ist es, wenn die Stützpunkte punktsymmetrisch zum Mittelpunkt oder zum Schwerpunkt des Werkzeugs angeordnet sind. Bei einem Werkzeug, welches einen rechteckigen oder quadratischen Querschnitt aufweist, können die Stützpunkte beispielsweise an den diagonal gegenüberliegenden Ecken angeordnet sein. Bei einem rechteckigen oder quadratischen Querschnitt des Werkzeugs können ebenso für jede Ecke des Werkstücks eine separate Verstelleinrichtung vorgesehen sein. Besonders vorteilhaft ist es aber, wenn das Werkzeug an nur zwei diagonal gegenüberliegenden Ecken beziehungsweise Bereichen verstellbar abgestützt ist. Somit wird die Anzahl der zu beeinflussenden Größen reduziert und die Komplexität eines entsprechenden Regelkreises reduziert, welches eine Verringerung der Kosten mit sich bringt. Ebenso ist es denkbar, dass die Stützpunkte punktsymmetrisch zu einem Schwerpunkt des Werkzeugs, insbesondere des Unterwerkzeugs, angeordnet sind. Auf diese Weise kann eine asymmetrische Belastung des Werkzeugs besonders einfach ausgeglichen werden. Schließlich wird erfindungsgemäß bereitgestellt ein Verfahren zum Tiefziehen eines Werkstücks durch das Bereitstellen eines Werkzeugs, das mindestens zwei Stützpunkte aufweist, das Abstützen des Werkzeugs mit mindestens zwei Verstelleinrichtungen an den mindestens zwei Stützpunkten, dem Bestimmen von Verstellwegen der Verstelleinrichtungen, und dem Regeln der Verstelleinrichtungen anhand der Differenz der Verstellwege. Somit kann auf besonders vorteilhafte Weise eine symmetrische Belastung der Teile des Werkzeugs und des Werkstücks garantiert werden.

**[0013]** Somit kann der Umformprozess effektiv und präzise ausgeführt werden und somit die Qualität der umgeformten Werkstücke erhöht werden. Die Werkzeuge der Tiefziehvorrichtung können daher für eine geringere mechanische Belastung ausgelegt werden. Daher können die Dimensionen der Tiefziehvorrichtung und das Gewicht reduziert werden. Auf diese Weise kann zusätzlich die Nutzbarkeit des Tiefziehverfahrens erweitert werden.

**[0014]** Die vorliegende Erfindung wird nun anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert, in denen zeigen:

FIG 1 eine erste Ausführungsform eines Regelkreises für eine Vorrichtung zum Tiefziehen eines Werkstücks und

FIG 2 eine zweite Ausführungsform eines Regelkreises für eine Vorrichtung zum Tiefziehen eines Werk-

stücks.

**[0015]** FIG 1 zeigt eine erste Ausführungsform eines Regelkreises 10 für eine Vorrichtung zum Tiefziehen eines Werkstücks. In diesem Ausführungsbeispiel wird ein hier nicht gezeigtes Werkzeug durch zwei Verstelleinrichtungen 12, 14 an zwei Stützpunkten zu einer Bezugs-ebene abgestützt. Mit einer Messeinrichtung werden die Verstellwege  $x_1, X_2$  der Verstelleinrichtungen 12, 14 bestimmt. Die Verstelleinrichtungen 12, 14 können beispielsweise in Form von entsprechenden hydraulischen Zylindern bzw. Aktoren ausgeführt sein. Die Messeinrichtung zum Bestimmen der Verstellwege  $x_1, x_2$  kann als separate Messeinrichtung ausgeführt sein oder in den jeweiligen Verstelleinrichtungen 12, 14 integriert sein. Die Messeinrichtung kann durch Abstands- bzw. Positionsensoren realisiert werden.

**[0016]** Zunächst werden die beiden Verstellwege  $x_1, x_2$  bestimmt. Am Knoten 16 des Regelkreises 10 wird die Differenz der beiden Verstellwege  $x_1, x_2$  berechnet, welche in Folge eine asymmetrischen Belastung des Werkzeugs, insbesondere des Unterwerkzeugs, entstehen kann. Die Differenz der beiden Verstellwege  $x_1, x_2$  wird an einen Regler 18 übertragen, welcher aus der Differenz der beiden Verstellwege  $x_1, x_2$  einen Unterschied der Kräfte bestimmt, welche von den Verstelleinrichtungen 12 und 14 erzeugt werden. Der Regler 18 kann in diesem Ausführungsbeispiel als PI-Regler oder als PID-Regler ausgelegt sein.

**[0017]** Der am Ausgang 20 des Reglers 18 erzeugte Kraftwert wird an den Knoten 22 und 24 mit dem jeweiligen Anteil der Summenkraft  $F_{\Sigma, \text{soll}}$  addiert beziehungsweise subtrahiert. Die Summenkraft  $F_{\Sigma, \text{soll}}$  entspricht derjenigen Kraft, welche während des Tiefziehprozesses auf das Werkstück wirkt. Die Summenkraft  $F_{\Sigma, \text{soll}}$  ist beispielsweise aufgrund der Prozessparameter bekannt oder kann mit Hilfe einer entsprechenden Messeinrichtung über den gesamten zeitlichen Verlauf des Tiefziehprozesses bestimmt werden. Die Summenkraft  $F_{\Sigma, \text{soll}}$  wird in diesem Fall mit dem Faktor 1/2 multipliziert, da in diesem Regelkreis 10 zwei Verstelleinrichtungen 12, 14 vorgesehen sind, und die Sollkraft  $F_{\Sigma, \text{soll}}$  entsprechend auf beide Teile des Regelkreises 10 gleichmäßig aufgeteilt werden soll. An dem Knoten 22 wird die Differenz der Hälfte der Sollkraft  $F_{\Sigma, \text{soll}}$  mit dem Kraftwert am Ausgang 20 des Reglers 18 gebildet. Dementsprechend wird am Knoten 24 die Summe der Hälfte der Sollkraft  $F_{\Sigma, \text{Soll}}$  mit dem am Ausgang 20 des Reglers 18 bereitgestellten Kraftwert gebildet. Die jeweiligen Vorzeichen an den Knoten 22 und 24 sind entsprechend der Differenz der Verstellwege  $x_1$  und  $x_2$ , welche an dem Knoten 16 berechnet wird, vorgegeben.

**[0018]** Auf diese Weise können die entsprechenden Sollkräfte  $F_{1, \text{soll}}$  und  $F_{2, \text{soll}}$  an den Knoten 26 und 28 bestimmt werden. Die Sollverstellkräfte  $F_{1, \text{soll}}$  und  $F_{2, \text{soll}}$  werden mit den Kräften  $F_1$  und  $F_2$  verglichen, welche an den Verstelleinrichtungen 12, 14 mittels einer Messeinrichtung bestimmt werden. Eine solche Messeinrichtung

kann beispielsweise die Kräfte  $F_1$  und  $F_2$  anhand des jeweiligen Drucks der Hydraulikflüssigkeit in den hydraulischen Aktoren bestimmen. Die jeweiligen Kräfte  $F_1, F_2$ , an den Verstelleinrichtungen 12, 14 werden mit Hilfe eines Kraftreglers 30, 32 in Abhängigkeit von den Sollverstellkräften  $F_{1, \text{soll}}, F_{2, \text{soll}}$  geregelt. Durch die Kraftregler 30, 32 können beispielsweise Ventile in den Verstelleinrichtungen 12, 14 angesteuert werden.

**[0019]** FIG 2 zeigt eine zweite Ausführungsform eines Regelkreises 34 für eine Vorrichtung zum Tiefziehen eines Werkstücks. Bei dem Regelkreis 34 wird an dem Knoten 36 zunächst die Differenz der beiden Verstellwege  $x_1$  und  $x_2$  gebildet. Die Differenz der Verstellwege  $x_1$  und  $x_2$  werden zu einem Regler 38 geführt. Durch diesen Regler 38, welcher beispielsweise als P-Regler ausgeführt sein kann, wird aus der Differenz der Verstellwege  $x_1$  und  $x_2$  am Ausgang 40 des Reglers 38 ein entsprechendes Geschwindigkeitssignal bereitgestellt.

**[0020]** Zudem werden in dem Regelkreis 34 die jeweils von den Verstelleinrichtungen 12, 14 erzeugten Verstellkräfte  $F_1$  und  $F_2$  mit Hilfe einer hier nicht gezeigten Messeinrichtung bestimmt. Die beiden Verstellkräfte  $F_1$  und  $F_2$  werden am Knoten 42 des Regelkreises 34 addiert. Die Summe der beiden Verstellkräfte  $F_1$  und  $F_2$  wird von der Summenkraft  $F_{\Sigma, \text{soll}}$  abgezogen und der daraus resultierende Kraftwert wird an den Regler 44 übergeben, welcher zum Beispiel als PI-Regler ausgeführt sein kann. Die Summenkraft  $F_{\Sigma, \text{soll}}$  entspricht wie im vorhergehenden Ausführungsbeispiel der Kraft, welche auf das Werkstück wirkt.

**[0021]** An den Knoten 48 des Regelkreises 34 wird das Signal am Ausgang 40 des Reglers 38 von dem Signal am Ausgang 46 des Reglers 44 abgezogen. Am Knoten 50 die Signale wird entsprechend das Signal am Ausgang 40 des Reglers 38 zu dem Signal am Ausgang 46 des Reglers 44 addiert. Die Vorzeichen an den Knoten 48 und 50 sind entsprechend der Differenz der Verstellwege  $x_1$  und  $x_2$ , welche am Knoten 36 bestimmt wird, vorgegeben.

**[0022]** An den Knoten 48 und 50 wird jeweils eine Sollverstellgeschwindigkeit  $V_{1, \text{soll}}$  und  $V_{2, \text{soll}}$  bereitgestellt. Die Sollverstellgeschwindigkeiten  $V_{1, \text{Soll}}$  und  $V_{2, \text{Soll}}$  werden jeweils an den Knoten 52 und 54 mit dem jeweiligen Wert der Verstellgeschwindigkeit  $v_1$  und  $v_2$  verglichen. Die Verstellgeschwindigkeiten  $v_1$  und  $v_2$  können zum Beispiel anhand der zeitliche Ableitung der Verstellwege  $x_1$  und  $x_2$  bestimmt werden. Auf diese Weise können die Verstellgeschwindigkeiten  $v_1, v_2$  mittels der beiden Regler 56 und 58, welche zum Beispiel als PI-Regler oder PID-Regler ausgebildet sein können, geregelt werden.

**[0023]** Der in FIG 2 dargestellte Regelkreis 34 kann grundsätzlich in zwei Bereiche I und II unterteilt werden. Der mit I bezeichnete Bereich des Regelkreises 34 betrifft hierbei eine Kippkompensation des Werkzeugs, wobei der mit II bezeichnete Bereich des Regelkreises 34 eine entsprechende Ausgleichsregelung darstellt.

**[0024]** Die in FIG 1 und FIG 2 dargestellten Regelkrei-

se 10 und 34 sind beispielhaft für zwei Verstelleinrichtungen 12, 14 dargestellt. Es ist ebenso denkbar, bei einer Vorrichtung zum Tiefziehen eines Werkstücks mehr als zwei Verstelleinrichtungen zu verwenden.

## Patentansprüche

### 1. Vorrichtung zum Tiefziehen eines Werkstücks mit

- einem Werkzeug, das mindestens zwei Stützpunkte aufweist,
- mindestens zwei Verstelleinrichtungen (12, 14), mit denen das Werkzeug an den mindestens zwei Stützpunkten abgestützt ist,
- einer Messeinrichtung zum Bestimmen von Verstellwegen ( $x_1, x_2$ ) der Verstelleinrichtungen (12, 14), und
- einer Reglereinrichtung, mit der die mindestens zwei Verstelleinrichtungen (12, 14) anhand einer Differenz der Verstellwege ( $x_1, x_2$ ) regelbar ist.

### 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit der Reglereinrichtung eine Sollverstellkraft ( $F_{1,Soll}, F_{2,Soll}$ ) für jede der Verstelleinrichtungen (12, 14) in Abhängigkeit von der Differenz der Verstellwege ( $x_1, x_2$ ) geregelt wird.

### 3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit der Reglereinrichtung die Sollverstellkraft ( $F_{1,Soll}, F_{2,Soll}$ ) zusätzlich in Abhängigkeit von einem Anteil einer auf das Werkstück wirkenden Kraft ( $F_{\Sigma,soll}$ ) bestimmt wird.

### 4. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die Reglereinrichtung eine Verstellgeschwindigkeit ( $v_1, v_2$ ) für jede der Verstelleinrichtungen (12, 14) in Abhängigkeit von der Differenz der Verstellwege ( $x_1, x_2$ ) geregelt wird.

### 5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die Reglereinrichtung für jede der Verstelleinrichtungen (12, 14) eine jeweilige Sollverstellgeschwindigkeit ( $V_{1,soll} V_{2,soll}$ ) aus der Differenz der Verstellwege ( $x_1, x_2$ ) und zusätzlich in Abhängigkeit von einer auf das Werkstück wirkenden Kraft ( $F_{\Sigma,soll}$ ) und von den Verstelleinrichtungen (12, 14) erzeugten Verstellkräften ( $F_1, F_2$ ) bestimmt wird.

### 6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Richtung der beiden Verstellkräfte ( $F_1, F_2$ ) und die Richtung der auf das Werkstück ausgeübten Kraft ( $F_{\Sigma,soll}$ ) entgegengesetzt gerichtet sind.

### 7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die

Stützpunkte punktsymmetrisch zum Mittelpunkt oder Schwerpunkt des Werkzeugs angeordnet sind.

### 8. Verfahren zum Tiefziehen eines Werkstücks durch

- Bereitstellen eines Werkzeugs, das mindestens zwei Stützpunkte aufweist,
- Abstützen des Werkzeugs mit mindestens zwei Verstelleinrichtungen (12, 14) an den mindestens zwei Stützpunkten,
- Bestimmen von Verstellwegen ( $X_1, X_2$ ) der Verstelleinrichtungen (12, 14), und
- Regeln der Verstelleinrichtungen (12, 14) anhand der Differenz der Verstellwege ( $x_1, x_2$ ).

5

10

15

20

25

35

40

45

50

55

FIG 1

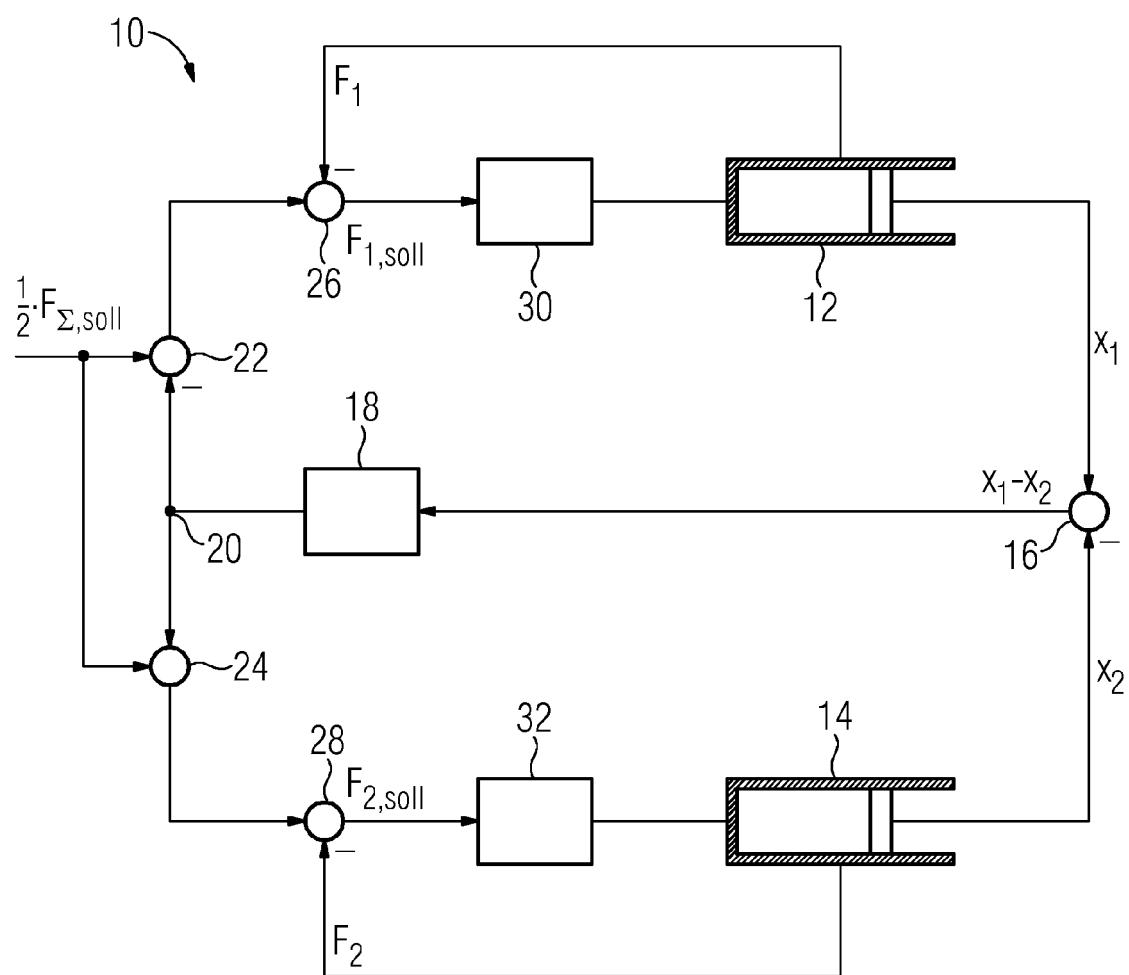
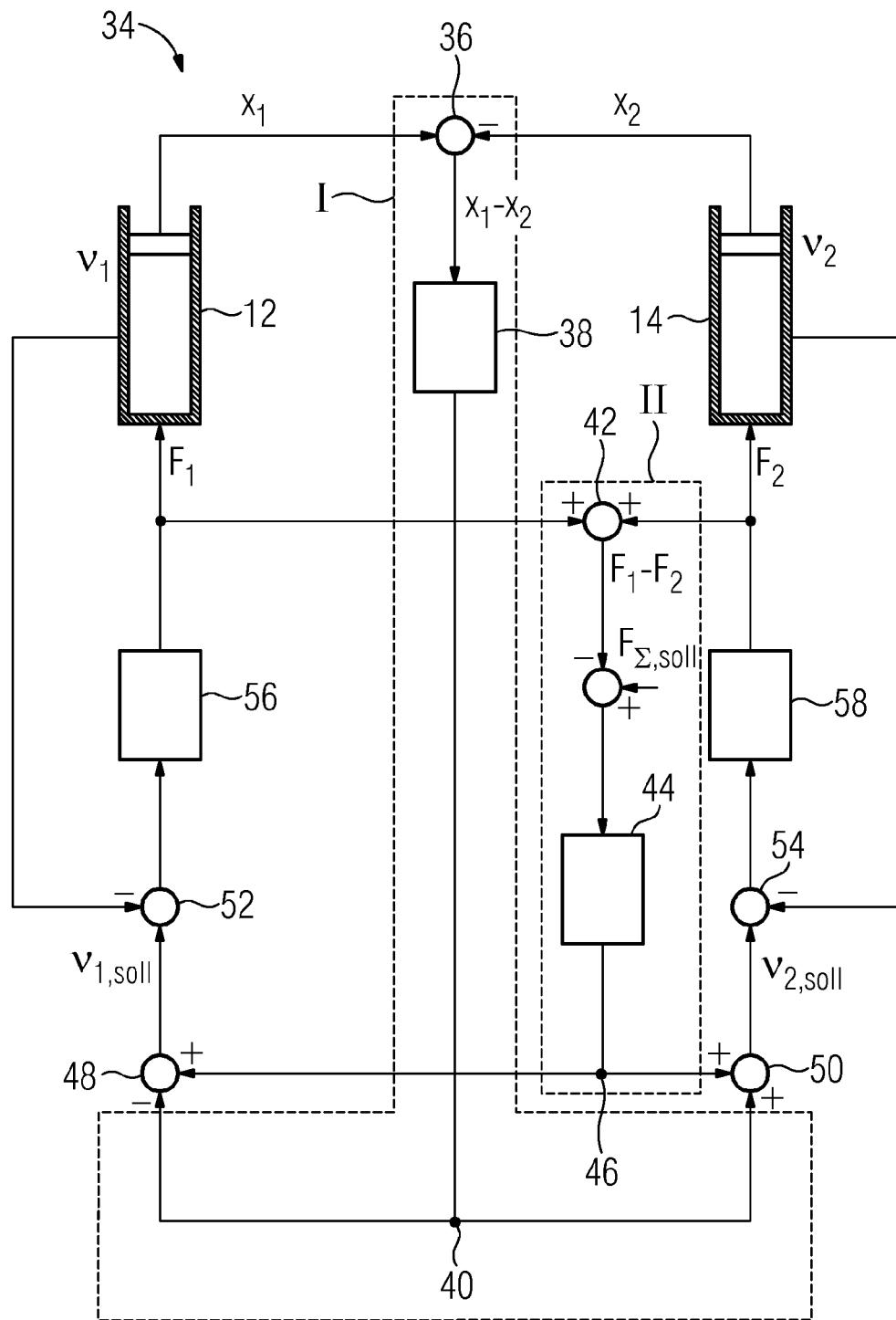


FIG 2





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 11 15 5585

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betritt Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2004 049149 A1 (FEINTOOL INTERNAT MAN AG LYSS [CH]) 13. April 2006 (2006-04-13) * Absätze [0002], [0007], [0016], [0017]; Abbildungen *	1-8	INV. B21D24/00 B30B15/24
A	JP H02 81799 U (N.N.) 25. Juni 1990 (1990-06-25) * Abbildungen *	1-8	
A	GB 825 711 A (US INDUSTRIES INC) 23. Dezember 1959 (1959-12-23) * das ganze Dokument *	1-8	
A	DE 10 2007 040286 A1 (WIEBER CHRISTIAN [MY]) 26. Februar 2009 (2009-02-26) * das ganze Dokument *	1-8	
			RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)
			B21D B30B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
1	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 20. Juli 2011	Prüfer Knecht, Frank
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldeatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
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			

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

EP 11 15 5585

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.

20-07-2011

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 102004049149 A1	13-04-2006	AT	440684 T	15-09-2009
		CA	2583154 A1	20-04-2006
		DK	1799372 T3	21-12-2009
		EP	1799372 A1	27-06-2007
		WO	2006040105 A2	20-04-2006
		ES	2332660 T3	10-02-2010
		JP	2008515641 A	15-05-2008
		KR	20070099520 A	09-10-2007
		PT	1799372 E	04-01-2010
		SI	1799372 T1	29-01-2010
		US	2009025447 A1	29-01-2009
<hr/>				
JP H0281799	U	25-06-1990	KEINE	
<hr/>				
GB 825711	A	23-12-1959	KEINE	
<hr/>				
DE 102007040286 A1	26-02-2009	WO	2009026893 A1	05-03-2009
		EP	2183096 A1	12-05-2010
<hr/>				