



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 698 411 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
06.09.2006 Patentblatt 2006/36

(51) Int Cl.:
B21J 15/28^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06003858.5**

(22) Anmeldetag: **24.02.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(72) Erfinder: **Lang, Hans-Jörg**
83224 Staudach (DE)

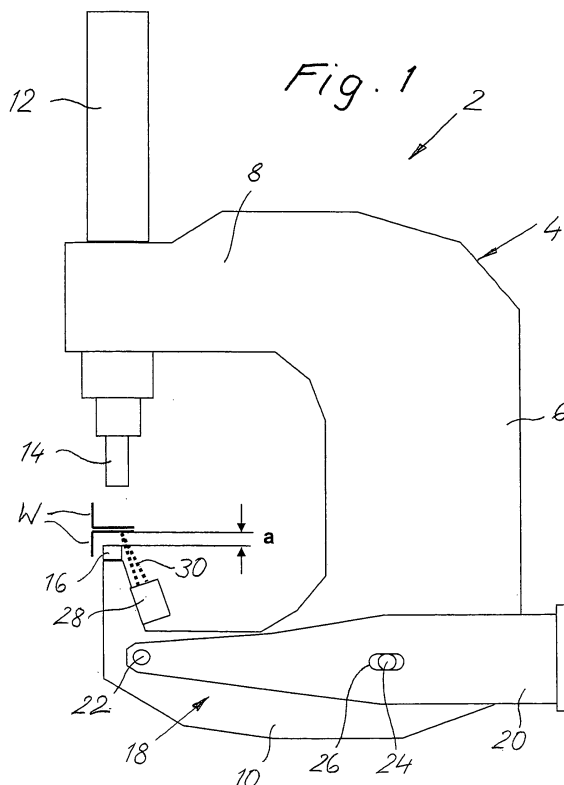
(74) Vertreter: **Wehnert, Werner et al**
Patentanwälte
Hauck, Graalfs, Wehnert,
Döring, Siemons, Schildberg
Schwanthalerstrasse 106
80339 München (DE)

(30) Priorität: **02.03.2005 DE 102005009526**

(71) Anmelder: **Böllhoff Verbindungstechnik GmbH**
33649 Bielefeld (DE)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Steuern/Regeln der Zustellbewegung eines Fügewerkzeuges**

(57) Bei dem Verfahren und der Vorrichtung zum Steuern/Regeln der Zustellbewegung eines Fügewerkzeuges wird das an einem Roboter befestigte Fügewerkzeug (2) aus einer Ausgangsposition in eine Vorposition bewegt, in der die Matrize (16) des Fügewerkzeugs (2) zu den zu fügenden Werkstücken (W) einen Abstand (a) hat. Der Abstand (a) wird dann mit Hilfe einer Abstandserfassungseinrichtung erfasst, um ein entsprechendes Abstandssignal zu erzeugen. Das Fügewerkzeug wird dann in Abhängigkeit von dem Abstandssignal durch die Positioniereinrichtung des Roboters präzise in die Arbeitsposition bewegt, in der die Matrize an dem Werkstück anliegt. Lagetoleranzen des stationär angeordneten Werkstückes können auf diese Weise ausgeglichen werden.



EP 1 698 411 A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Steuern/Regeln der Zustellbewegung eines an einem Roboter befestigten Fügwerkzeuges, insbesondere eines Stanznietwerkzeuges oder Durchsetzfügwerkzeuges (Clinch-Werkzeuges).

[0002] Derartige Fügwerkzeuge werden vielfach in der Kraftfahrzeugindustrie eingesetzt, um beispielsweise Karosserieteile miteinander zu verbinden. Hierbei ist es unvermeidlich, dass die zu fügenden Werkstücke (Karosserieteile) in der Fertigungsstraße gewissen Lagetoleranzen (beispielsweise in der Größenordnung von $\pm 2\text{mm}$) unterworfen sind. Es ist daher für die Positioniereinrichtung des Roboters nicht einfach, das Fügwerkzeug präzise in die Arbeitsposition zu bewegen, in der die Matrize des Fügwerkzeuges an den zu fügenden Werkstücken anliegt.

[0003] Um ein möglichst stoßfreies Anlegen der Matrize des Fügwerkzeuges an den zu fügenden Werkstücken zu erreichen, wird beispielsweise ein relativ komplizierter Ausgleichsschlitten zwischen Fügwerkzeug und Werkstück vorgesehen, der durch eine Ausgleichsbewegung in Achsrichtung des Fügwerkzeuges Lagetoleranzen der Werkstücke ausgleicht. Derartige Ausgleichsschlitten sind jedoch konstruktiv aufwendig, umständlich in der Handhabung und teuer in der Herstellung. Trotz allem führen sie nicht immer zu dem gewünschten Erfolg eines sanften und stoßfreien Anlegens der Matrize des Fügwerkzeuges an den zu fügenden Werkstücken.

[0004] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Steuern/Regeln der Zustellbewegung eines an einem Roboterarm befestigten Fügwerkzeuges aus einer Ausgangsposition in eine Arbeitsposition anzugeben, die in konstruktiv möglichst einfacher Weise ein weitgehend stoßfreies Anlegen der Matrize des Fügwerkzeuges an den zu fügenden Werkstücken ermöglichen.

[0005] Diese Aufgabe wird durch das in Anspruch 1 definierte Verfahren und die in Anspruch 5 definierte Vorrichtung gelöst.

[0006] Erfindungsgemäß wird das am Roboter befestigte Fügwerkzeug mit Hilfe der Positioniereinrichtung des Roboters aus einer Ausgangsposition in eine Vorposition bewegt, in der die Matrize des Fügwerkzeuges zu dem Werkstück einen Abstand hat, so dass es zu keiner Kollision zwischen dem Fügwerkzeug und den Werkstücken kommen kann. Der Abstand zwischen der Matrize und den zu fügenden Werkstücken wird dann mittels einer Abstandserfassungseinrichtung erfasst, um ein entsprechendes Abstandssignal zu erzeugen. Die Positioniereinrichtung des Roboters kann dann mit Hilfe des Abstandssignals das Fügwerkzeug sanft und stoßfrei in die Arbeitsposition, d.h. in Anlage mit den Werkstücken, bewegen.

[0007] Dies ermöglicht einen Ausgleich von Lagetoleranzen der zu fügenden Werkstücke, ohne dass aufwendige Ausgleichsvorrichtungen wie z.B. Ausgleichsschlitten erforderlich sind. Da relativ große Lagetoleranzen der Werkstücke ausgeglichen werden können, ist eine extrem genaue Positionierung der Werkstücke nicht erforderlich; die Spannvorrichtungen für die Werkstücke können daher wesentlich vereinfacht werden.

[0008] Die Abstandserfassungseinrichtung ist insbesondere eine Wegmesseinrichtung, die vorzugsweise mechanisch oder opto-elektronisch arbeitet, wenngleich auch resistiv, kapazitiv oder induktiv arbeitende Wegmesseinrichtungen verwendet werden können. Die Bewegung des Fügwerkzeuges aus der Vorposition in die Arbeitsposition kann gesteuert oder auch geregelt erfolgen.

[0009] An Robotern befestigte Fügwerkzeuge wie Stanzniet- und Durchsetzfügwerkzeuge haben üblicherweise einen C-Rahmen, dessen oberer Schenkel eine Betätigungseinrichtung mit einem Fügestempel und dessen unterer Schenkel eine Matrize trägt. In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass der untere Schenkel des C-Rahmens Befestigungsmittel zum Befestigen des Fügwerkzeuges am Roboter aufweist, die am unteren Schenkel so angeordnet sind, dass sie eine Anbindung am Roboter in größtmöglicher Nähe zu der Matrize ermöglichen. Hierdurch wird erreicht, dass sich die Lage der Matrize relativ zu den Werkstücken beim Fügen nicht oder nur unwesentlich verändert, wenn sich der C-Rahmen unter der Wirkung der Fügekräfte aufbiegt, so dass der untere und obere Schenkel des C-Rahmens auseinandergedrückt werden.

[0010] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen definiert.

[0011] Anhand der Zeichnungen wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Ansicht eines an einem Roboter befestigbaren Fügwerkzeuges in Form eines Stanznietwerkzeuges;

Fig. 2, 3 Detailansichten des Fügwerkzeuges in Fig. 1 in unterschiedlichen Betriebszuständen;

Fig. 4, 5 den Figuren 2, 3 entsprechende Ansichten eines abgewandelten Ausführungsbeispiels;

Fig. 6 eine der Fig. 1 entsprechende Ansicht des Fügwerkzeuges während eines Fügevorgangs.

[0012] Das in Fig. 1 schematisch dargestellte Stanznietwerkzeug 2 hat in üblicher Weise einen C-Rahmen 4 mit einem Zwischenabschnitt 6, einem oberen Arm 8 und einem unteren Arm 10. Am oberen Arm 8 ist eine Betätigungseinrichtung 12 mit einem linear verschiebbaren Fügestempel 14 vorgesehen. Der untere Arm 10 trägt eine Matrize 16, die auf derselben Achse wie der Fügestempel 14 liegt.

[0013] Da Aufbau und Funktionsweise derartiger Fügwerkzeuge grundsätzlich bekannt ist, wird hierauf nicht weiter eingegangen.

[0014] Das Fügwerkzeug 2 weist Befestigungsmittel 18 auf, durch die er an einem Roboter (nicht gezeigt) befestigbar ist. Die Ausgestaltung der Befestigungsmittel 18 wird weiter unten, insbesondere in Verbindung mit Fig. 6, genauer erläutert.

[0015] Das Fügwerkzeug 2 dient zum Fügen von mindestens einem Werkstück und insbesondere von zwei oder mehr Werkstücken W mittels Stanznieten (nicht gezeigt). Die Werkstücke W sind mittels einer Spannvorrichtung (nicht gezeigt) stationär festgelegt. Beispielsweise handelt es sich bei den Werkstücken W um Karosserieteile eines Fahrzeuges, die in einer Fertigungsstraße miteinander zu verbinden sind.

[0016] Beim Spannen und Festlegen der Werkstücke W variiert die Position der Werkstücke innerhalb gewisser Lagetoleranzen (beispielsweise $\pm 2\text{mm}$). Das Fügwerkzeug 2 ist daher mit einer Vorrichtung zum Steuern/Regeln der Zustellbewegung des am Roboter befestigten Fügwerkzeuges aus einer Ausgangsposition in eine Arbeitsposition versehen, in der das Fügwerkzeug 2 den Fügevorgang an den Werkstücken W ausführen kann, d.h. in der die Werkstücke W an der Matrize 16 anliegen. Diese Vorrichtung besteht im wesentlichen aus einer Abstandserfassungseinrichtung 28, die am C-Rahmen 4 so angebracht ist, dass sie einen Abstand a zwischen der Matrize 16 und den Werkstücken W erfassen kann, um in Abhängigkeit von diesem Abstand a ein Abstandssignal zu erzeugen. Dieses Abstandssignal kann dann von der Positioniereinrichtung des Roboters (nicht gezeigt) dazu verwendet werden, die Zustellbewegung des Fügwerkzeuges 2 zu steuern bzw. zu regeln, wie im folgenden genauer erläutert wird.

[0017] Bei dem Verfahren zum Steuern/Regeln der Zustellbewegung des Fügwerkzeuges wird zunächst das am Roboter befestigte Fügwerkzeug 2 mit Hilfe der Positioniereinrichtung (nicht gezeigt) des Roboters aus einer Ausgangsposition in eine Vorposition bewegt, in der das Fügwerkzeug 2 zu den Werkstücken W einen Abstand a hat, bei dem es trotz der Lagetoleranzen der Werkstücke W zu keiner Kollision zwischen dem Fügwerkzeug 4 und den Werkstücken W kommen kann (Fig. 1 und 2).

[0018] Wenn das Fügwerkzeug 2 die Vorposition erreicht hat, erfasst die Abstandserfassungseinrichtung 28 den Abstand a zwischen der Oberseite der Matrize 16 und der Unterseite der Werkstücke W, um ein entsprechendes (elektrisches bzw. elektronisches) Abstandssignal zu erzeugen. Dieses Abstandssignal wird der Positioniereinrichtung (nicht gezeigt) des Roboters zugeführt.

[0019] Bei dieser Positioniereinrichtung handelt es sich um eine übliche Mehrachsen-Lagesteuerung bzw. -regelung des Roboters, welche eine präzise Positionierung des Fügwerkzeuges 2 u.a. in Richtung der gemeinsamen Achse von Fügestempel 14 und Matrize 16 ermöglicht. Da derartige Roboter-Lagesteuerungen bzw. -regelungen bekannt sind, wird hierauf nicht weiter eingegangen.

[0020] Die Positioniereinrichtung des Roboters bewegt nun das Fügwerkzeug 2 in Abhängigkeit von dem Abstandssignal aus der (in Fig. 1 und 2 dargestellten) Vorposition in die Arbeitsposition, in der die Unterseite der Werkstücke W an der Oberseite der Matrize 16 anliegt (s. Fig. 3). Diese Bewegung des Fügwerkzeuges 2 kann gesteuert (Open Loop Control) oder auch geregelt (Closed Loop Control) erfolgen. In jedem Fall kommt es zu einem sanften und praktisch stoßfreien Anlegen der Matrize 16 an den Werkstücken W, so dass keine Gefahr einer Beschädigung oder Verformung der Werkstücke W besteht.

[0021] Das Fügwerkzeug 2 kann nun in üblicher Weise einen Fügevorgang ausführen, durch den die Werkstücke W miteinander verbunden werden.

[0022] Bei dem in den Figuren 1 bis 3 dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Abstandserfassungseinrichtung 28 als opto-elektronische Wegmesseinrichtung ausgebildet. Es handelt sich hierbei insbesondere um eine nach dem Triangulationsverfahren arbeitende Laser-Wegmesseinrichtung, die einen Laserstrahl 30 auf die Werkstücke W richtet, einen reflektierten Strahl empfängt, die Zeit zwischen Abschicken und Empfangen des Laserstrahls misst und hieraus ein Abstandssignal entsprechend dem Abstand a ableitet.

[0023] Bei dem in den Figuren 4 und 5 dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Abstandserfassungseinrichtung 28 als mechanische Messeinrichtung bzw. Abtasteinrichtung ausgebildet. Sie umfasst ein Tastelement 32 in Form eines Taststiftes, der von einer Feder 34 in eine Abtaststellung vorgespannt wird. Dem Abtastelement 32 ist ein Wegmesser 36 zugeordnet, der die Position des Abtastelementes 32 erfasst.

[0024] Wenn das Fügwerkzeug 2 seine Vorposition erreicht hat, liegt das Abtastelement 32 an den Werkstücken an (Fig. 4). Mit Hilfe des Wegmessers 36 kann ein Abstandssignal erzeugt werden, das der Positioniereinrichtung des Roboters zugeführt wird. Mit Hilfe des Abstandssignals bewegt dann die Positioniereinrichtung des Roboters das Fügwerkzeug in die Arbeitsposition, in der die Matrize 16 an den Werkstücken W anliegt (Fig. 5).

[0025] Es versteht sich, dass die Abstandserfassungseinrichtung auch anders ausgebildet sein kann, sofern sie eine ausreichend genaue Erfassung des Abstandes a erlaubt und in konstruktiv geeigneter Weise in das Fügwerkzeug 2 integriert werden kann.

[0026] Wie in Fig. 6 schematisch angedeutet ist, können die Fügekräfte, die während des Fügevorgangs vom Fügestempel 14 über die Werkstücke W auf die Matrize 16 ausgeübt werden, zu einem Aufbiegen des C-Rahmens führen, bei dem der obere Schenkel 8 und der untere Schenkel 10 des C-Rahmens 4 auseinandergedrückt und damit voneinander

entfernt werden. Hierdurch käme es zu einer Lageänderung der Matrize 16 und der strichpunktirt angedeuteten Matrizebene M, in der die Werkstücke W liegen, sofern nicht besondere Maßnahmen zum Verhindern einer Lageänderung der Matrize 16 und damit der Werkstücke W ergriffen würden.

[0027] Wie bereits eingangs erläutert, sind die Befestigungsmittel 18 am unteren Schenkel 10 des C-Rahmens 4 so angebracht, dass der C-Rahmen 4 am Roboter in größtmöglicher Nähe zur Matrize 16 festgelegt wird.

[0028] Die Befestigungsmittel 18 umfassen im dargestellten Ausführungsbeispiel der Fig. 6 einen Befestigungsarm 20, der an seinem (in Fig. 6) rechten Ende am Roboter (nicht gezeigt) befestigbar ist und dessen linkes Ende am unteren Schenkel 10 unterhalb der Matrize 16 festgelegt ist. Genauer gesagt, ist der Befestigungsarm 20 an seinem linken Ende durch einen Lagerbolzen 22 am unteren Schenkel 10 festgelegt, während der Befestigungsarm 20 in einem mittleren Bereich mittels eines Lagerbolzens 24 und eines Langlochs 26 des Befestigungsarmes 20 am unteren Schenkel 10 zum Ausgleich von Abstandstoleranzen zwischen den beiden Bolzen 22 und 24 gelagert ist.

[0029] Durch diese Art der Befestigung des Fügewerkzeugs 2 am Roboter in großer Nähe zur Matrize 16 wird erreicht, dass die Lage der Matrize 16 und damit die Lage der Matrizebene M und der Werkstücke W während des Fügevorgangs praktisch unverändert bleiben und durch das Aufbiegen des C-Rahmens 4 nicht oder nur unwesentlich beeinträchtigt werden.

[0030] Es versteht sich, dass die in Fig. 6 dargestellte Anbindung des Fügewerkzeugs 2 am Roboter nur beispielhaft ist und dass es zahlreiche andere Möglichkeiten gibt, um das Fügewerkzeug 2 möglichst matrizenah am Roboter festzulegen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern/Regeln der Zustellbewegung eines an einem Roboter befestigten Fügewerkzeuges aus einer Ausgangsposition in eine Arbeitsposition, in der das Fügewerkzeug einen Fügevorgang an mindestens einem stationär angeordneten Werkstück ausführt, wobei das Fügewerkzeug (2) einen Arbeitsstempel (14) und eine Matrize (16) aufweist und der Roboter mit einer Positioniereinrichtung versehen ist, bei welchem Verfahren

a) das am Roboter befestigte Fügewerkzeug (2) mit Hilfe der Positioniereinrichtung des Roboters aus der Ausgangsposition in eine Vorposition bewegt wird, in der die Matrize (16) des Fügewerkzeuges (2) zu dem Werkstück (W) einen Abstand (a) hat,

b) der Abstand (a) zwischen der Matrize und dem Werkstück mit Hilfe einer Abstandserfassungseinrichtung (28) erfasst wird, um ein entsprechendes Abstandssignal zu erzeugen, und

c) das Fügewerkzeug (2) in Abhängigkeit von dem Abstandssignal durch die Positioniereinrichtung des Roboters in die Arbeitsposition bewegt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erfassung des Abstandes (a) mechanisch oder opto-elektronisch erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bewegung des Fügewerkzeugs (2) aus der Vorposition in die Arbeitsposition gesteuert erfolgt (Open Loop Control).

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bewegung des Fügewerkzeuges (2) aus der Vorposition in die Arbeitsposition geregelt erfolgt (Closed Loop Control).

5. Vorrichtung zum Steuern/Regeln der Zustellbewegung eines an einem Roboter befestigten Fügewerkzeuges aus einer Ausgangsposition über eine Vorposition in eine Arbeitsposition, in der das Fügewerkzeug einen Fügevorgang an mindestens einem stationär angeordneten Werkstück ausführt,

welches Fügewerkzeug (2) einen C-Rahmen (4) mit einem Zwischenabschnitt (6), einem oberen Schenkel (8) und einem unteren Schenkel (10) aufweist, von denen der obere Schenkel (8) eine Betätigungseinrichtung (12) mit einem Fügestempel (14) und der untere Schenkel (10) eine Matrize (16) trägt,

wobei die Vorrichtung eine Abstandserfassungseinrichtung (28) aufweist, die am C-Rahmen (4) so angebracht ist, dass sie in der Vorposition in Abhängigkeit von dem Abstand (a) zwischen der Matrize (16) und dem Werkstück (W) ein Abstandssignal erzeugt, und die mit der Positioniereinrichtung des Roboters verbindbar ist, so dass die Positioniereinrichtung des Roboters das Fügewerkzeug (2) in die Arbeitsposition bewegen kann.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abstandserfassungseinrichtung (28) am unteren Schenkel (10) des C-Rahmens (4) in Nähe der Matrize (16) angeordnet ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abstandserfassungseinrichtung (28) eine opto-elektronische Wegmesseinrichtung ist.
- 5 8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die opto-elektronische Wegmesseinrichtung eine nach der Triangulationsmethode arbeitende Laser-Wegmesseinrichtung ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abstandserfassungseinrichtung (28) eine mechanische Tasteinrichtung ist.
- 10 10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mechanische Tasteinrichtung ein federbelastetes Tastelement (32) zum Abtasten des Werkstücks (W) und einen Wegmesser (36) zum Erfassen der Position des Tastelementes (32) aufweist.
- 15 11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der untere Schenkel (10) des C-Rahmens (4) Befestigungsmittel (18) zum Befestigen des Fügewerkzeuges (2) am Roboter aufweist, welche am unteren Schenkel (10) des C-Rahmens so angeordnet sind, dass sie eine Anbindung des Fügewerkzeuges (2) am Roboter in größtmöglicher Nähe zu der Matrize (16) ermöglichen.
- 20 12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Befestigungsmittel (18) einen Befestigungsarm (20) aufweisen, der in Längsrichtung des unteren Schenkels (10) des C-Rahmens (4) verläuft und mit seinem vom Roboter abgewandten Ende unterhalb der Matrize (16) am unteren Schenkel (10) des C-Rahmens festgelegt ist.

25

30

35

40

45

50

55

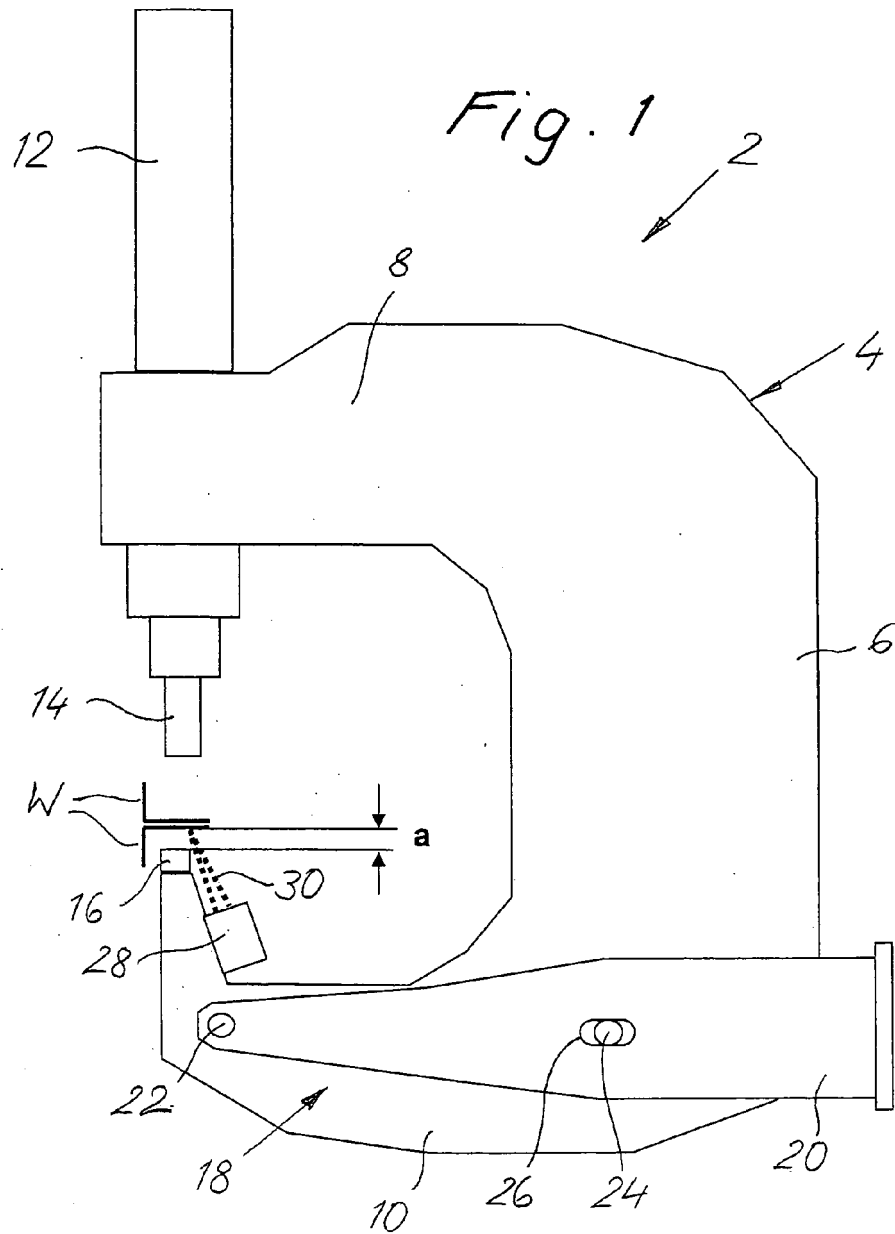


Fig. 2

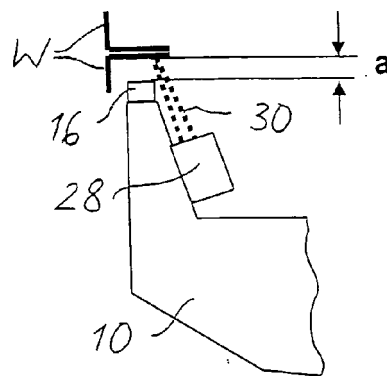


Fig. 3

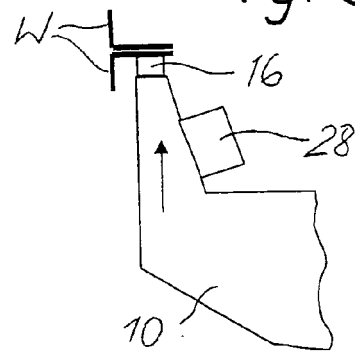


Fig. 4

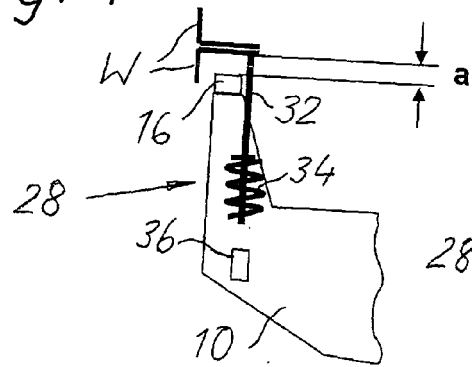


Fig. 5

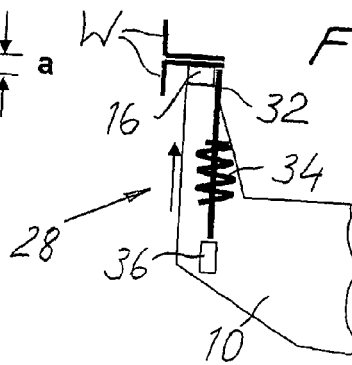


Fig. 6

