(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 782 897 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
09.05.2007 Patentblatt 2007/19

(51) Int Cl.:
B21D 28/20 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **06015118.0**

(22) Anmeldetag: **20.07.2006**

(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

(30) Priorität: **07.11.2005 DE 102005053350**

(71) Anmelder: **Schuler Pressen GmbH & Co. KG**
73033 Göppingen (DE)

(72) Erfinder: **Fahrenbach, Jürgen**
73101 Aichelberg (DE)

(74) Vertreter: **Rüger, Barthelt & Abel**
Patentanwälte
Postfach 10 04 61
73704 Esslingen a. N. (DE)

(54) **Presse mit Schnittschlagdämpfung**

(57) Zur Erhöhung der Schnittqualität und der Verbesserung der Arbeitsweise einer Presse (1), insbesondere beim Stanzen hochfester martensitischer Werkstoffe oder auch beim Stanzen dicker Bleche wird eine Blechhalteeinrichtung (21) vorgesehen, die das betreffende Werkstück (16) während des Stanzvorgangs fest einspannt. Die Spannkraft wird auf bis zu 40 % oder mehr Prozent der Stößelkraft erhöht. Insbesondere kann die von der Blechhalteeinrichtung ausgeübte Kraft während des Werkstückdurchbruchs nochmals erhöht werden. Die Erhöhung der Spannkraft erfolgt vorzugsweise gesteuert in Abhängigkeit vom Pressenwinkel (α).

EP 1 782 897 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Presse, die insbesondere zum Schneiden von dicken und/oder hochfesten Blechen eingerichtet ist, sowie ein Verfahren zum Betrieb einer solchen Presse.

[0002] Beim Stanzen oder Schneiden von hochfesten Blechen treten zwischen Stößel und Stanzwerkzeug zeitlich sehr stark schwankende Kräfte auf, die sich insbesondere sprunghaft ändern können. So lange das Material des Werkstücks dem Stempel widersteht, ist eine sehr hohe Kraft vorhanden, wodurch Teile der Presse elastisch verformt werden. Dies betrifft den Pressentisch, das Stanzwerkzeug, die Pressenständer, das Pressenkopfstück und in gewissem Maße auch den Stößel nebst Pleuel und Exzenterwelle. Wenn das Werkstück unter der Wirkung des Stempels nachgibt, wird die in den genannten Elementen elastisch gespeicherte Energie relativ unkontrolliert frei.

[0003] Um diesen Vorgang besser kontrollieren zu können, schlägt die DE 102 52 625 A1 ein System zur Schnittschlagreduzierung vor, bei dem in dem Werkzeug eine Anzahl von Hydraulikzylindern vorgesehen sind. Diese können unterhalb, oberhalb oder seitlich von dem Werkstück angeordnet sein. Sensoren, wie beispielsweise Ultraschallsensoren, oder auch Sensoren, die die Strömungsgeschwindigkeit der aus den Hydraulikzylindern ausströmenden Hydraulikflüssigkeit messen, schließen ein Ventil, durch das bislang Hydraulikflüssigkeit aus den Hydraulikzylindern ausströmen konnte. Die Hydraulikzylinder sind mit Druckspeichern verbunden, die unter relativ hohem Druck stehen. Sie erzeugen deshalb nunmehr eine hohe Gegenkraft. Die bislang von dem Stempel auf das Werkstück ausgeübte Kraft wird somit in dem Moment auf die Hydraulikzylinder übergeleitet, in dem die Stempel beginnen, durch das Werkstück durchzubrechen.

[0004] Dieser Weg zur Schnittschlagdämpfung hat sich grundsätzlich bewährt. Jedoch ist die Einstellung der Sensoren zur Erfassung des Werkstückdurchbruchs kritisch. Auch ist bei Anordnung der Hydraulikzylinder neben dem Werkzeug noch ein gewisser Schnittschlag vorhanden, der weiter reduziert werden soll.

[0005] Davon ausgehend ist es Aufgabe der Erfindung, den genannten Stand der Technik zu verbessern.

[0006] Diese Aufgabe wird mit der Presse nach Anspruch 1 sowie dem Verfahren nach Anspruch 13 gelöst:

> Die Presse weist nach Anspruch 1 eine Abstützeinrichtung auf, die zwischen Stößel und Pressentisch wirksam ist und eine zwischen diesen wirksame Kraft erzeugt. Z.B. ist die Abstützeinrichtung Teil der Blechhaltereinrichtung, die das Werkzeug während des Umformvorgangs gegen das Unterwerkzeug presst. Das Unterwerkzeug ist beispielsweise ein Stanzwerkzeug während das Oberwerkzeug beispielsweise ein Stempel ist. Die als Abstützeinrichtung ausgebildete Blechhalteeinrichtung ist in der Lage, unterschiedliche Kräfte auszuüben. Eine der Abstützeinrichtung zugeordnete Steuereinrichtung kann die von der Abstützeinrichtung ausgeübte Kraft beeinflussen.

[0007] Die Steuereinrichtung beeinflusst die von der Abstützeinrichtung ausgeübte Kraft erfindungsgemäß anhand einer Größe, die mit der Stößelposition in eindeutigem Zusammenhang steht. Diese Größe kann beispielsweise die Stößelposition selbst oder auch, wie es bevorzugt wird, der Pressenwinkel oder eine anderweitige gemessene Größe sein. Wenn der Pressenwinkel zugrunde gelegt wird, wird von einer Presse ausgegangen, die von einer drehenden Welle angetrieben wird, wie es beispielsweise bei Exzenterpressen, Kniehebelpressen oder dergleichen der Fall ist. Die Drehposition der Antriebswelle, insbesondere der Exzenterwelle wird dabei als "Pressenwinkel" bezeichnet. Der Pressenwinkel (oder die sonstige, die Stößelposition eindeutig kennzeichnende Größe), bei dem vorzugsweise eine sprungartige Erhöhung der von der Abstützeinrichtung aufgebrachten Gegenkraft erfolgen soll, wird beispielsweise vom Werkzeughersteller vorgegeben und voreingestellt. Es kann vorgesehen werden, diesen voreingestellten Wert des Pressenwinkels, bei dem die Kraftumschaltung erfolgt, beim Einarbeiten der Presse zu korrigieren, d.h. probeweise zu verändern, um eine möglichst ruhige Arbeitsweise der Presse im Sinne einer maximalen Schnittschlagdämpfung zu erreichen. Der so eingestellte Wert wird vorzugsweise abgespeichert und dann für den nachfolgenden Betrieb der Presse zugrunde gelegt.

[0008] Der eingestellte Wert für den Pressenwinkel kann werkstück- und werkzeugspezifisch festgelegt werden. Solche Werte können in einer Tabelle abrufbar gespeichert sein, um bei Umrüstung der Presse neue Einstellwerte für den Pressenwinkel, bei dem die Kraftumschaltung der Abstützeinrichtung erfolgt, zur Verfügung zu haben.

[0009] Durch die im einfachsten Falle ausschließlich anhand des Pressenwinkels vorgenommene Umschaltung der Abstützkraft kann die Presse auf einfache Weise an unterschiedliche Gegebenheiten, insbesondere hinsichtlich der Hubzahl oder auch der Schnittkraft eingestellt werden.

[0010] Zu der Blechhalteeinrichtung gehört in der Regel eine Niederhalterplatte, die sich unmittelbar an dem Werkstück abstützt. Die Niederhalterplatte erstreckt sich bis in unmittelbare Nachbarschaft zu den Stempeln (Stanzstempeln) und somit dicht bis an den zu erzeugenden Schnitt heran. Damit soll das Blech in unmittelbarer Schnittnähe fest zwischen der Niederhalterplatte und dem Unterwerkzeug (Stanzwerkzeug) eingeklemmt werden, um eine hohe Schnittqualität zu erreichen. Bei der erfindungsgemäßen Presse übernimmt bevorzugterweise die Blechhalteeinrichtung oder aber auch eine sonstige Abstützeinrichtung nach dem Durchbruch der Stempel durch das Werkstück die von dem Stößel aufgebrachte Kraft während dieser seinen unteren Totpunkt

durchläuft und speichert die von dem Stößel dadurch abgegebene Energie zwischen. Bei dem Rückhub des Stößels wird diese Energie an den Stößel und somit an den Pressenantrieb zurück gegeben. Durch die so erreichte Vermeidung der unkontrollierten Freisetzung der in der Presse elastisch gespeicherten Energie, wird der Pressenantrieb insgesamt entlastet, d.h. es wird Energie eingespart. Außerdem wird die mechanische Belastung der Presse durch Vermeidung zu großer plötzlicher Kraftänderungen vermindert. Des Weiteren gelingt durch die Überleitung der bis zum Werkstückdurchbruch auf die Stempel ausgeübten Kraft auf die Blechhalteeinrichtung eine besonders feste Klemmung des Werkstücks gerade während des Durchbruchs, so dass sich besonders hohe Schnittqualitäten ergeben. Außerdem kann die Kraft über die Blechhalteeinrichtung besonders großflächig und somit schonend in das Werkstück eingeleitet werden, so dass unerwünschte Deformationen desselben, wie beispielsweise Quetschungen und dergleichen, vermieden werden können.

[0011] Es ist auch möglich, den Verlauf der Stößelkraft über der Zeit oder dem Pressenwinkel zu erfassen und zu Überwachen. Verlässt dieser einen pressenwinkelabhängig vorgegebenen Toleranzbereich, kann der Umschaltzeitpunkt (Umschaltpressenwinkel) für die von der Abstützeinrichtung aufgebrachte Gegenkraft vor- oder zurückverlegt werden. Dies ermöglicht insbesondere die Erzielung hoher Hubzahlen.

[0012] Vorzugsweise weisen die Blechhalteeinrichtung bzw. die Abstützeinrichtung einen Hydraulikzylinder auf, der mit einem ersten und mit einem zweiten hydraulischen Druckspeicher verbunden ist. Beide Druckspeicher weisen z.B. einen verschiebbar gelagerten Kolben mit gedämpftem Endanschlag auf. Alternativ können Membranspeichereinrichtungen oder Speichereinrichtungen vorgesehen werden, bei denen ein Gasdruckpolster direkt mit dem Hydraulikfluid in Verbindung steht. Beide Druckspeicher weisen vorzugsweise unterschiedliche Ruhedrücke auf. Der von dem Hydraulikzylinder zu dem Druckspeicher mit niedrigerem Druck führende Weg ist vorzugsweise durch ein elektrisch gesteuertes Ventil reguliert, das von der Steuereinrichtung gesteuert ist.

[0013] Die Umschaltung der Abstützkraft, vorzugsweise von einem geringeren Wert auf einen größeren Wert, bei einem vorgegebenen Pressenwinkel ermöglicht es, den Umschaltvorgang des Hydraulikventils bereits kurz vor dem Pressenwinkel zu beginnen, bei dem die von dem Werkstück aufgebrachte Gegenkraft zusammenbricht, beispielsweise weil der Stanzstempel durch das Material des Werkstücks durchstößt. Die Pressenwinkeldifferenz, um die das Hydraulikventil voreilend geöffnet wird, kann als "Vorhaltewinkel" bezeichnet werden. Mit diesem lassen Zeitverzögerungen, die durch das Umschalten des Hydraulikventils sowie durch die Ansprechverzögerung sonstiger Komponenten entstehen, wirksam ausgleichen. Im Gegensatz dazu können Systeme, die zum Umschalten des Hydraulikventils Größen nutzen, die den Kraftzusammenbruch an dem Werkstück kennzeichnen, nur im Nachhinein, d.h. zeitverzögert reagieren. Der erfindungsgemäße Vorschlag ermöglicht somit insbesondere bei schneller Arbeitsgeschwindigkeit der Presse (großer Hubzahl) eine wirksame Kompensation des sonst auftretenden Schnittschlags.

[0014] Weitere Einzelheiten vorteilhafter Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand von Unteransprüchen, der Zeichnung oder der Figurenbeschreibung.

[0015] In der Figurenbeschreibung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung veranschaulicht. Es zeigen:

Figur 1 die erfindungsgemäße Presse in schematisierter Übersichtsdarstellung,

Figur 2 das Werkzeug der Presse nach Figur 1 in einer schematisierten Vertikalschnittdarstellung und

Figur 3 ein Diagramm zur Veranschaulichung der Abhängigkeit des Stößelhubs und der Stößelkraft vom Pressenwinkel.

[0016] In Figur 1 ist in aufs Äußerste schematisierter Darstellung eine Presse 1 veranschaulicht, die ein Pressengestell mit Pressenständern 2, 3, einem Pressentisch 4 und einem Kopfstück 5 aufweist. An dem Kopfstück 5 ist ein Antrieb 6, beispielsweise in Form eines Elektromotors gehalten, der über einen schematisch veranschaulichten und gestrichelt dargestellten Exzenter 7 und ein ebenfalls gestrichelt dargestelltes Pleuel 8 einen Stößel 9 hin und her gehend antreibt. Zwischen dem Stößel 9 und dem Pressentisch 4 ist ein Werkzeug 10 mit einem Oberwerkzeug 11 und einem Unterwerkzeug 12 vorgesehen. Das Unterwerkzeug 12 ist als Stanzwerkzeug ausgebildet. An dem Oberwerkzeug 11 sind Stempel 13, 14, 15 gehalten, die wie die übrigen Details des Werkzeugs 10 insbesondere aus Figur 2 ersichtlich sind. Das Werkzeug 10 dient zum Stanzen eines Werkstücks 16, das in Figur 2 als ebenes Werkstück veranschaulicht ist. Selbstverständlich können jedoch auch nicht ebene Werkstücke in entsprechender Weise einem Stanzvorgang unterzogen werden. In diesem Fall weist das Unterwerkzeug 12 dann eine dem nicht ebenen Werkstück entsprechende Kontur auf.

[0017] Zu dem Oberwerkzeug 11 gehört eine Blechhalterplatte 17, die über nicht weiter veranschaulichte Mittel an einem Grundkörper 18 des Oberwerkzeugs 11 gehalten ist. Der mit dem Stößel 9 verbundene Grundkörper 18 trägt die Stempel 13 bis 15, die dadurch starr mit dem Stößel 9 verbunden sind. Außerdem enthält der Grundkörper 18 einen oder mehrere Hydraulikzylinder 19, 20, die zusammen mit der Blechhalterplatte 17 eine Blechhalteeinrichtung 21 bilden. Zu der Blechhalteeinrichtung 21 gehören außerdem Druckstifte 22 bis 27, die ungefähr oder genau parallel zu den Stempeln 13 bis 15 angeordnet sind und sich mit ihrem unteren stirnseitigen Ende auf der Blechhalterplatte 17 abstützen. Die im Üb-

rigen im Wesentlichen zylindrischen Stifte stützen sich mit ihrem oberen stirnseitigen Ende an Schwebeplatten 28, 29 ab, die somit oben auf den Druckstiften 22 bis 27 liegen. Zu den Hydraulikzylindern 19, 20 gehören Kolben 30, 31, die in den Hydraulikzylindern 19, 20 entsprechende mit Hydraulikfluid gefüllte Arbeitsräume 32, 33 abgrenzen und abgedichtet sowie verschiebbar in diesen gelagert sind. Kolbenstangen 34, 35 der Kolben 30, 31 drücken von oben her auf die Schwebeplatten 28, 29 und somit die Blechhalterplatte 17 gegen das Werkstück 16.

[0018] Die Hydraulikzylinder 19, 20 sind über eine in Figur 2 nicht und in Figur 1 lediglich schematisch dargestellte Fluidleitung 36 an ein Hydrauliksystem 37 angeschlossen, das zur Erzeugung einer Blechhalterkraft und zugleich zur Übernahme der von dem Stößel 9 ausgeübten Kraft bei und nach Durchbruch des Werkstücks 16 dient. Dieser Kraftübergang soll möglichst stufenlos, d.h. ohne sprunghafte Kraftänderung erfolgen. Die Blechhalteeinrichtung bildet somit eine Abstützeinrichtung, die zwischen dem Stößel 9 und dem Pressentisch 4 eine kontrollierte Kraft erzeugt.

[0019] Zu dem Hydrauliksystem 37 gehören ein erster Druckspeicher 38 und ein zweiter Druckspeicher 39, die im Ausführungsbeispiel beide als Druckspeicherzylinder 40, 41 mit darin abgedichtet und verschiebbar gelagerten Kolben 42, 43 ausgebildet sind. Beide Kolben 42, 43 teilen in den Druckspeicherzylindern 40, 41 jeweils zwei Arbeitskammern ab, deren obere, jeweils mit einem Gaspolster gefüllt ist. Der Druckspeicher 38 steht beispielsweise unter einem Druck von ungefähr 200 bar während der Druckspeicher 39 z.B. unter einem Druck von z.B. 400 bar steht.

[0020] Die Kolben 42, 43 weisen an ihrer unteren, den jeweiligen Abschlussstücken 44, 45 zugewandten Seite vorzugsweise eine Profilierung auf, die komplementär zu einer Profilierung des jeweiligen Abschlussstücks 44, 45 ausgebildet ist. Die Profilierung wird durch gerade oder gebogene, z.B. ringförmig konzentrische Leisten oder Stege gebildet, wobei die Leisten oder Stege jedes Kolbens 42, 43 in entsprechend geformte Ausnehmungen jedes Abschlussstücks 44, 45 passen. Die Profilierungen dienen als Endlagendämpfung, so dass die Kolben 42, 43, wenn sie gegen die Anschlussstücke 44, 45 laufen, sanft abgebremst werden.

[0021] Beide Druckspeicher 38, 39 sind mit der Fluidleitung 36 verbunden. Vorzugsweise ist der Druckspeicher 39 über ein Rückschlagventil 46 und eine Drosseleinrichtung 47 an die Fluidleitung 36 angeschlossen. Das Rückschlagventil 46 ist dabei so orientiert, dass das Hydraulikfluid aus der Hydraulikleitung 36 ungehindert in den Druckspeicher 40 einströmen kann, während es auf seinem Rückweg durch die Drosseleinrichtung 47 gezwungen wird.

[0022] Der Druckspeicher 38 ist über eine Ventileinrichtung 48 mit der Fluidleitung 36 und somit den Hydraulikzylindern 19, 20 verbunden. Die Ventileinrichtung 48 enthält z.B. ein Wegeventil 49, das zwischen zwei Zuständen umschaltbar ist. In einem ersten Zustand gibt es den Fluidfluss in und aus dem Druckspeicher 38 unbeschränkt und ungedrosselt (oder bei einer alternativen Ausführungsform auch lediglich gedrosselt) frei, während es in seinem anderen Zustand diesen Fluidfluss sperrt. Es ist somit als Auf/Zu-Ventil ausgebildet. Die Ventileinrichtung 48 kann ist mit einer elektrischen Betätigungseinrichtung 50 verbunden sein, die mit einer Steuereinrichtung 53 verbunden ist. Vorzugsweise ist die Steuereinrichtung 53 als Mikroprozessorsteuerung oder auch als anderweitige geeignete elektronische Steuerung ausgebildet. Sie kann als eigenständige Steuerung für das Werkzeug 10 ausgebildet oder auch Teil der sonstigen Pressensteuerung sein. Vorzugsweise ist die Steuereinrichtung mit einem geeigneten Ein/Ausgabemittel 52, wie bspw. einem Bildschirm, einer Tastatur und dergleichen versehen oder verbunden. Über diese Ein/Ausgabemittel 52 können Betriebsparameter für die Steuerung des Hydrauliksystems 37 eingegeben werden. Ein solcher Betriebsparameter ist z.B. der Pressenwinkel α, bei dem die Ventileinrichtung 48 umschalten soll.

[0023] Neben anderen Eingangssignalen erhält die Steuereinrichtung 53 mindestens ein Positionssignal, das z.B. den Pressenwinkel kennzeichnet. Das Positionssignal kann beispielsweise von einem Geber 54 herrühren, der als Weggeber die Position des Stößels 9, insbesondere in der Nähe seines unteren Totpunkts erfasst. Zusätzlich oder alternativ kann ein Geber 55 vorgesehen sein, der die Winkelstellung der Exzenterwelle, d.h. den Pressenwinkel wenigstens in einem Drehwinkelbereich erfasst, bei dem der Stößel 9 in der Nähe seines unteren Totpunkts steht.

[0024] Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist außerdem ein Sensor 56 in Form eines Kraftsensors vorgesehen, der die auf das Werkstück ausgeübte Kraft erfasst. Dazu ist der Sensor 56 z.B. an dem Anlenkpunkt des Pleuels 8 an dem Stößel 9 vorgesehen. Sind mehrere Pleuel vorgesehen, können an jedem der Anlenkpunkte Sensoren vorgesehen sein, die wie der Sensor 56 dann jeweils mit der Steuereinrichtung 53 verbunden sind. Mit dem Sensor 56 wird die von dem Stößel 9 ausgeübte Kraft erfasst. Diese Kraft ist die Summe der Kraft, die auf das Werkstück ausgeübt wird und der Kraft, die von der Blechhalteeinrichtung 21 aufgenommen wird. Alternativ ist es möglich, entsprechende Kraftsensoren an anderen Stellen, beispielsweise als Verformungssensor im Pressentisch 4 oder auch als Kraftsensoren in dem Oberwerkzeug 11 und/oder dem Unterwerkzeug 12 unterzubringen.

[0025] Die Steuereinrichtung 53 ist darauf eingerichtet, das Wegeventil 49 bei einem bestimmten vorgegebenen Pressenwinkel so umzuschalten, dass es sperrt. Dieser Pressenwinkel liegt kurz vor dem unteren Totpunkt an derjenigen Stelle an der erwartet wird, dass ein an dem Werkstück durchzuführender Stanzvorgang zu einer Materialtrennung führt. Die Position des Exzenters, bei der dies auftritt, wird als Durchbruchwinkel bezeichnet. Der Durchbruchwinkel liegt kurz vor dem unteren

Totpunkt des Stößels 9. Nach Durchlaufen des unteren Totpunkts kann die Steuereinrichtung 53 die Ventileinrichtung 48 wieder öffnen.

[0026] Die insoweit beschriebene Presse 1 arbeitet in einer ersten Ausführungsform wie folgt:

> Zur Funktionsveranschaulichung wird ein einziger Stanzhub beschrieben. Zur Durchführung desselben wird zunächst das Werkstück 16 auf das Unterwerkzeug 12 gelegt, wonach sich der Stößel 9 senkt. Die Blechhalterplatte 17 ist dabei in ihrer untersten Position, in der sie mit ihrer Unterseite zumindest etwas unterhalb der Stirnflächen der Stempel 13, 14, 15 steht. Bevor die Blechhalterplatte 17 auf dem Werkstück 16 aufsetzt, sind die Kolben 30, 31 in den Hydraulikzylinder 19, 20 in Ruhe. Das Hydraulikfluid steht in dem Hydrauliksystem 37 unter einem Ruhedruck.

[0027] Sobald die Blechhalterplatte 17 auf dem Werkstück 16 aufsetzt, drückt sie das Werkstück 16 an das Unterwerkzeug 12 an. Die Blechhalterplatte 17 bleibt somit stehen während sich der Stößel 9 weiter in Richtung auf das Werkstück 16 zu bewegt. Ebenfalls stehen bleiben die Druckstifte 22 bis 27, die Schwebeplatten 28, 29 und die Kolben 30, 31. In Folge der weiteren Abwärtsbewegung des Stößels 9 wird somit das Volumen der Arbeitskammern 32, 33 vermindert und Hydraulikfluid über die Fluidleitung 36 und das offene Wegeventil 49 der Ventileinrichtung 48 in den Druckspeicher 38 getrieben, der einen niedrigeren Ruhedruck hat als der Druckspeicher 39. Somit wird der Kolben 43 in.Figur 1 gegen die Kraft des oberen Gaspolsters nach oben bewegt. Wegen das in dem Druckspeicher 39 herrschenden höheren Druck bleibt der Kolben 42 in unterster Position.

[0028] Sodann setzen die Stirnseiten der Stempel 13, 14, 15 auf dem Werkstück 16 auf. Das Werkstück 16 setzt dem Eindringen der Stempel 13, 14, 15 einen erheblichen Widerstand entgegen, so dass die Bewegung der Stempel 13, 14, 15 zunächst stoppt. Die Antriebsleistung der Antriebseinrichtung 6 wird nun kurzzeitig darauf verwendet, den Antriebsstrang und das Pressengestell einschließlich Pressentisch 4 und Unterwerkzeug 12 etwas elastisch zu deformieren, d.h. zu spannen. Damit wird zunehmend eine größer werdende Kraft aufgebaut, bis schließlich die Stempel 13, 14, 15 durch das Werkstück 16 stoßen. Der Pressenwinkel (Durchbruchwinkel), bei dem dies erfolgt, ist der Steuereinrichtung als Betriebsparameter bekannt. Sie überwacht deshalb ständig, oder tzumindest in der Nähe des unteren Totpunktes, den Pressenwinkel schaltet bei Erreichen des Durchbruchwinkels die Ventileinrichtung 48 um. Die zu dem Druckspeicher 38 führende Hydraulikleitung wird damit abgesperrt. Die Umschaltung der Ventileinrichtung 48 kann alternativ auch kurz vor Erreichen des Durchbruchwinkels, d.H. mit einer winkelmäßigen oder zeitlichen Voreilung erfolgen. Der dazu erforderliche Vorhaltewinkel ist z.B. über die Ein/Ausgabeeinrichtung 52 eingebbar.

[0029] Ist nun das Wegeventil 49 geschlossen, kann kein weiteres Hydraulikfluid in den Druckspeicher 38 fließen. Es muss deshalb in den Druckspeicher 39 ausweichen, der unter erheblich höherem Druck steht. Somit erzeugen die Hydraulikzylinder 19, 20 nunmehr einen erheblichen Gegendruck, der sich einerseits auf der Blechhalterplatte 17 abstützt und andererseits dem Stößel 9 entgegen wirkt. Somit kommutiert die bislang von den Stempeln 13, 14, 15 aufgenommene Kraft auf die Blechhaltereinrichtung 21, so dass sich die gespannte Presse nicht entspannen kann. Gegen die große Kraft der Blechhaltereinrichtung durchläuft der Stößel nun seinen unteren Totpunkt, wobei die Blechhaltereinrichtung dann auf dem ersten Abschnitt des Aufwärtshubs den Stößel 9 mit großer Kraft nach oben schiebt. In dieser Phase wird die in der Presse 1 gespeicherte elastische Energie an den Stößel 9 und somit an die Antriebseinrichtung 6 zurück gegeben.

[0030] Die Rückumschaltung der Ventileinrichtung 48 kann bei einem vorgegebenen, nach dem unteren Totpunkt liegenden Pressenwinkel erfolgen und von der Steuereinrichtung 53 anhand des überwachten Pressenwinkels erfolgen. Alternativ ist es auch möglich, den Druckspeicher 39 mit einer Sensoreinrichtung, beispielsweise einem Näherungsschalter zu versehen, der an Annähern des Kolbens 42 an das Abschlussstück 44 erkennt. Sobald der Kolben das Abschlussstück 44 erreicht oder zumindest fast erreicht kann das Ventil 48 wieder geöffnet werden, um den Druckspeicher 38 zu reaktivieren. Der entsprechende Sensor ist mit der Steuereinrichtung 53 verbunden.

[0031] Alternativ kann die Fluidleitung 36 mit einem Drucksensor verbunden sein, der mit der Steuereinrichtung 53 verbunden ist. Diese schaltet dann die Ventileinrichtung 48 wieder in Offen-Zustand, wenn der in der Fluidleitung 36 herrschende Fluiddruck unter einen gegebenen Grenzwert abfällt, der etwa in Größenordnung des Drucks des Druckspeichers 38 liegt.

[0032] Des Weiteren ist es bei einer verfeinerten Ausführungsform möglich, die von dem Stößel 9 ausgeübte Kraft mittels des Sensors 56 zu überwachen. Es entsteht der in Figur 3 als Beispiel veranschaulichte zeitliche Verlauf I der Kraft F, der, wie Figur 3 zeigt, in der Nähe des unteren Totpunkts des zeitlichen Verlaufs der Bewegung X des Stößels ein Maximum aufweist. Es ist möglich zu überwachen, ob dieser erwartete Verlauf I ein Toleranzband einhält oder verlässt. Das Toleranzband kann durch zwei weitere zeitliche Verläufe II und III vorgegeben sein, die durch entsprechenden X- und α-Versatz des erwarteten Kraftverlaufs I erhalten wird. Verlässt der Verlauf I der tatsächlich auftretenden Stößelkraft das Toleranzband schaltet die Steuereinrichtung 53 die Ventileinrichtung 48 um. Dies gilt insbesondere, wenn der Verlauf I den Verlauf II von oben nach unten schneidet. Die Umschaltung der Ventileinrichtung 48 von dem Offen-Zustand in den Schließ-Zustand bewirkt in diesem Moment eine Erhöhung der Gegenkraft auf den Stößel, so dass

ein schlagartiger, d.h. sprunghafter Kraftabfall vermieden wird.

[0033] Bei Durchbrechen des Verlaufs I durch die obere Grenze III kann umgekehrt reagiert werden. Es ist möglich, die Funktion der Überwachung des Verlaufs I auf Verlassen des Toleranzbands auf ein Winkelfenster $\alpha 1$, $\alpha 2$ zu beschränken, in dem der Durchbruchwinkel erwartet wird.

[0034] Alternativ kann der zeitliche Verlauf der von dem Sensor 56 gemessenen Kraft ermittelt werden. Ist der Abfall der Kraft, d.h. die negative Steigung des Verlaufs I zu steil, kann dies von der Steuereinrichtung 53 als Durchbruch des Werkstücks 16 erkannt werden. Ausgehend davon kann die Steuereinrichtung 53 die Ventileinrichtung 48 sofort schließen. Alternativ oder ergänzend kann der eingespeicherte Durchbruchwinkel auf den nunmehr erfassten Wert korrigiert werden. Auf diese Weise wird eine adaptive, d.h. selbstlernende Steuereinrichtung 53 geschaffen, die sich während des Betriebs hinsichtlich des Durchbruchwinkels selbst adaptiert. Das Optimierungsziel liegt dabei darin, den in dem Verlauf I gemäß Figur 3 zwischen den Winkeln $\alpha 1$ und $\alpha 2$ auftretenden Kraftabfall zu minimieren. Die Steuereinrichtung 53 kann so ausgelegt sein, indem sie dies durch Anpassen des Vorhaltewinkels automatisch tut. Es ist jedoch auch möglich, den Winkel, wie oben erwähnt, manuell vorzugeben.

[0035] Es ist auch möglich, den Durchbruchwinkel dynamisch anzupassen indem er zunächst grob eingestellt, der Kraftverlauf überwacht und somit der tatsächliche aktuelle Durchbruchwinkel bestimmt wird. Als Pressenwinkel des Stanzdurchbruchs wird dann jeweils der Pressenwinkel aus dem vorigen Stanzhub oder ein Durchschnittswert aus vorigen Stanzhüben herangezogen. Auch ist es möglich, in dem Pressengestell, dem Pressentisch oder anderen Teilen der Presse, Kraftsensoren unterzubringen, die auf eine Deformation des betreffenden Pressenelements oder direkt auf die in der Presse wirkende Kraft ansprechen. Solches können beispielsweise Kraftsensoren in dem Werkzeug 10 sein. Die von diesen Sensoren abgegebenen Signale können an die Steuereinrichtung 53 geführt werden und dazu dienen, den Durchbruchwinkel festzulegen.

[0036] Das erfindungsgemäße System gestattet eine wesentliche Erhöhung der Niederhalterkraft, insbesondere während der Durchführung des Stanzvorgangs, d.h. während die Stempel 13, 14, 15 durch das Material des Werkstücks dringen. Die eigentliche Schnittkraft kann dadurch auf bis ein Sechstel der theoretischen Schubkraft gesenkt werden. Die Blechhalteeinrichtung 21 bewirkt eine besonders feste Einspannung des Werkstücks 16 und bewirkt somit eine Verbesserung des Schnitts wie auch eine Schnittschlagdämpfung. Die Presse 1 wird so vorgespannt, das Spiele ausgeglichen oder kompensiert werden. Dies führt gegenüber klassischen Schnittschlagdämpfungssystemen zur Verminderung der Gesamtpresskraft des Systems. Dies bedeutet aber auch, dass ältere Pressen auch weiterhin sogar für schwierige Trennoperationen eingesetzt werden können. Die auf die Blechhalterplatte ausgeübte Kraft wird vorzugsweise etwa auf 40 % der Presskraft ausgelegt. Das Trennverfahren kann durch den Einsatz eines schnellen Auswerte- und Steuergeräts, wie beispielsweise der Steuereinrichtung 53, überwacht, ausgewertet und gesteuert werden. Das System kann weitgehend autark, d.h. von der Presse 1 unabhängig ausgebildet und eingesetzt werden. Beispielsweise kann es Teil des Werkzeugs sein, und somit prinzipiell bei verschiedenen Pressen eingesetzt werden. Bei Änderung der Pressendaten können pressenspezifische Parameter über Programm oder anlagenspezifische Flashkarten geändert werden.

[0037] Die Drücke in den Hydraulikzylindern 19, 20 können winkel- oder wegeabhängig permanent überwacht werden. Die sich ergebenden Hüllkurven gestatten eine permanente Prozessüberwachung. Die Ansteuerung des Bypassventils 52 erfolgt kurbelwinkel- oder wegeabhängig über das gleiche System. Die Prozessdaten und Störungen können über Datenspeichersysteme gespeichert und bei Schäden rückverfolgt werden. Außerdem können Systeme zur Erfassung von Überlastfällen vorgesehen werden.

[0038] Zur Erhöhung der Schnittqualität und der Verbesserung der Arbeitsweise einer Presse, insbesondere beim Stanzen hochfester martensitischer Werkstoffe oder auch beim Stanzen dicker Bleche wird eine Blechhalteeinrichtung vorgesehen, die das betreffende Werkstück während des Stanzvorgangs fest einspannt. Die Spannkraft wird auf bis zu 40 % oder mehr Prozent der Stößelkraft erhöht. Insbesondere kann die von der Blechhalteeinrichtung ausgeübte Kraft während des Werkstückdurchbruchs nochmals erhöht werden. Die Erhöhung der Spannkraft erfolgt vorzugsweise gesteuert in Abhängigkeit vom Pressenwinkel. Einerseits verbessert sich dadurch die Schnittqualität während sich andererseits eine effiziente Schnittschlagminderung oder -verhinderung an der Presse ergibt. Ein Schnittschlag ist wesentlich geschwächt oder tritt nicht auf.

Patentansprüche

1. Presse (1), insbesondere zum Stanzen von Blechen, mit einem Pressengestell, zu dem ein Pressentisch (4) zur Aufnahme eines Unterwerkzeuges (12) gehört und in dem ein Stößel (9) beweglich gelagert ist, der mit einer Antriebseinrichtung (6) in Verbindung steht und ein Oberwerkzeug (11) trägt,
   mit einer steuerbaren Abstützeinrichtung (21), die dazu eingerichtet ist, eine zwischen dem Stößel und dem Pressentisch wirksame veränderliche Kraft zu erzeugen,
   mit einer Steuereinrichtung (53), die der Abstützeinrichtung (21) zugeordnet ist und mittels einer Sensoreinrichtung (54, 55) eine Größe (α, x) erfasst, die mit der Stößelposition in einem eindeutigen Zusammenhang steht, und die die von der Abstützeinrich-

tung (21) ausgeübte, zwischen dem Stößel (9) und dem Werkstück (16) wirkende Kraft in Abhängigkeit von der Größe (α, x) beeinflusst.

2. Presse nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Größe der Pressenwinkel (α) und die Sensoreinrichtung ein Drehpositionsgeber (55) ist.

3. Presse nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drehpositionsgeber (55) dazu eingerichtet ist, den Pressenwinkel in Inkrementen zu erfassen.

4. Presse nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Größe die Stößelposition (x) und die Sensoreinrichtung eine Wegmesseinrichtung (54) ist.

5. Presse nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abstützeinrichtung (21) zu dem Werkzeug (10) gehört und das Werkstück (16) während des Umformvorganges gegen das Unterwerkzeug (12) presst und sich dazu mit einem Ende an dem Stößel (9) und mit ihrem anderen Ende auf dem Werkstück (16) abstützt.

6. Presse nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abstützeinrichtung (21) wenigstens einen Hydraulikzylinder (19) aufweist, der an ein Hydrauliksystem (37) angeschlossen ist, das den Hydraulikzylinder (19) mit einem unter Druck stehenden Hydraulikfluid beaufschlagt.

7. Presse nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Hydrauliksystem (37) wenigstens einen ersten hydraulischen Druckspeicher (38) und wenigstens einen zweiten hydraulischen Druckspeicher (39) aufweist.

8. Presse nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (53) ein elektrisch gesteuertes Umschaltventil (48) zur Steuerung des Hydraulikflusses aus dem Hydraulikzylinder (19, 20) aufweist.

9. Presse nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zu der Sensoreinrichtung wenigstens ein Kraftsensor (56) gehört, der zumindest einen Teil der auf das Werkstück ausgeübten Kraft erfasst.

10. Presse nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (53) dazu eingerichtet ist, den zeitlichen Verlauf (I) der erfassten Kraft zu überwachen und die von der Abstützeinrichtung (21) ausgeübte Kraft sprunghaft zu erhöhen, wenn der Verlauf der überwachten Kraft um mehr als ein vorbestimmtes Maß von einem zeitabhängig vorgegebenen Wert (II, III) abweicht.

11. Presse nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (53) die Änderungsgeschwindigkeit des zeitlichen Verlaufs (I) bestimmt und die von der Abstützeinrichtung (21) ausgeübte Kraft sprunghaft erhöht, wenn die Änderungsgeschwindigkeit ein Grenzmaß übersteigt.

12. Presse nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (53) die Änderungsgeschwindigkeit des zeitlichen Verlaufs (I) nur für einen abgegrenzten Abschnitt des Stößelweges bestimmt.

13. Verfahren zum Stanzen von Blechen mit einer Presse, die
ein Pressengestell, zu dem ein Pressentisch (4) zur Aufnahme eines Unterwerkzeuges (12) gehört und in dem ein Stößel (9) in Stößelbewegungsrichtung beweglich gelagert ist, der mit einer Antriebseinrichtung (6) in Verbindung steht und ein Oberwerkzeug (11) trägt,
eine steuerbaren Abstützeinrichtung (21), die wenigstens zeitweilig gegen die Stößelarbeitsrichtung gegen den Stößel (9) drückt, und
eine Steuereinrichtung (51, 53) aufweist, die der Abstützeinrichtung (21) zugeordnet ist, wobei bei dem Verfahren die von der Abstützeinrichtung (21) aufgebrachte Kraft in Abhängigkeit von einer Größe variiert wird, die mit der Stößelposition in einem eindeutigen Zusammenhang steht.

14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Abstützeinrichtung (21) eine Blechhalteeinrichtung (21) genutzt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abstützeinrichtung (21.) wenigstens einen Hydraulikzylinder (19, 20) aufweist, der an ein Hydrauliksystem (37) angeschlossen ist, durch das der Hydraulikzylinder (19, 20) mit einem unter Druck stehenden Hydraulikfluid beaufschlagt wird.

16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Hydrauliksystem (37) wenigstens einen ersten hydraulischen Druckspeicher (38) und wenigstens einen zweiten hydraulischen Druckspeicher (39) aufweist.

17. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (53) eine Ventileinrichtung (48) steuert, durch die in der Abstützeinrichtung (21) alternativ der Druck des ersten Druckspeichers (38) oder der Druck des zweiten Druckspeichers wirksam wird.

18. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (53) mittels

einer Gebereinrichtung (54) die aktuellen Stößelposition erfasst.

19. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (53) mittels einer Gebereinrichtung (55) den Pressenwinkels erfasst.

20. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (53) mittels einer Sensoreinrichtung (56) die Stößelkraft erfasst.

21. Verfahren nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (53) die Kraft der Abstützeinrichtung (21) verändert, wenn der Verlauf (I) der erfassten Kraft ein Toleranzband (II, III) verlässt.

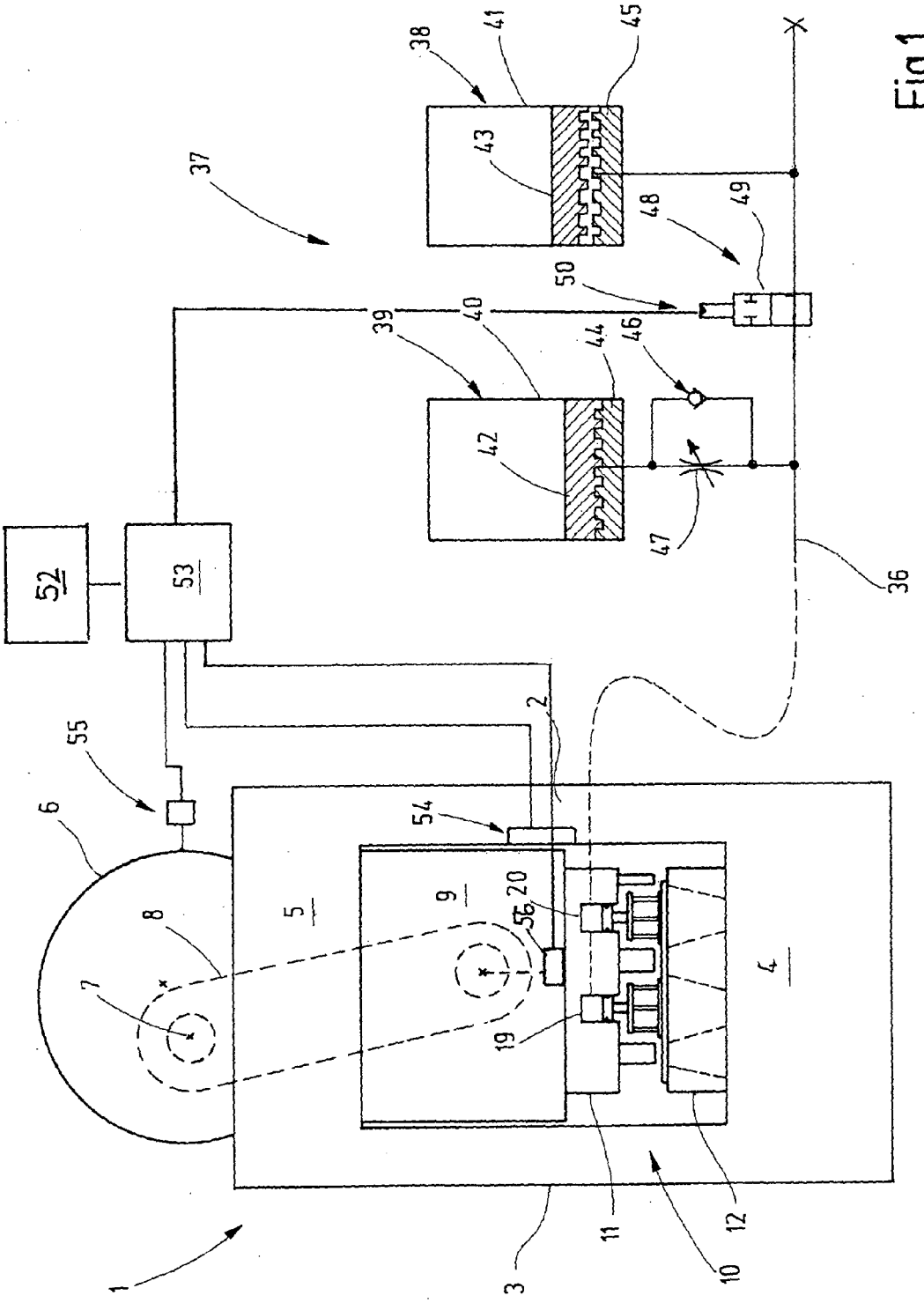
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
19
20
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
52
53
54
55
56

Fig.1

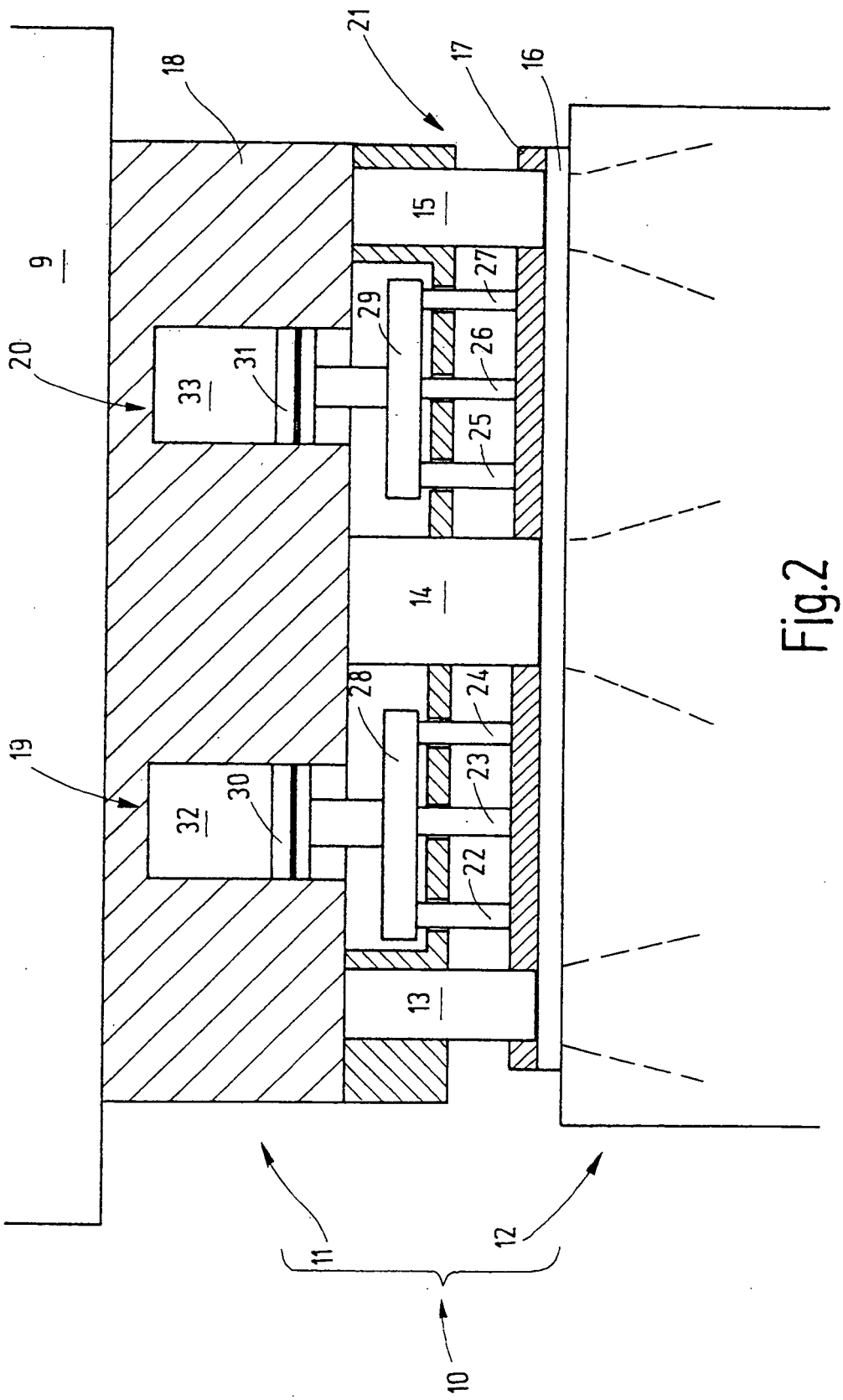

Fig.2

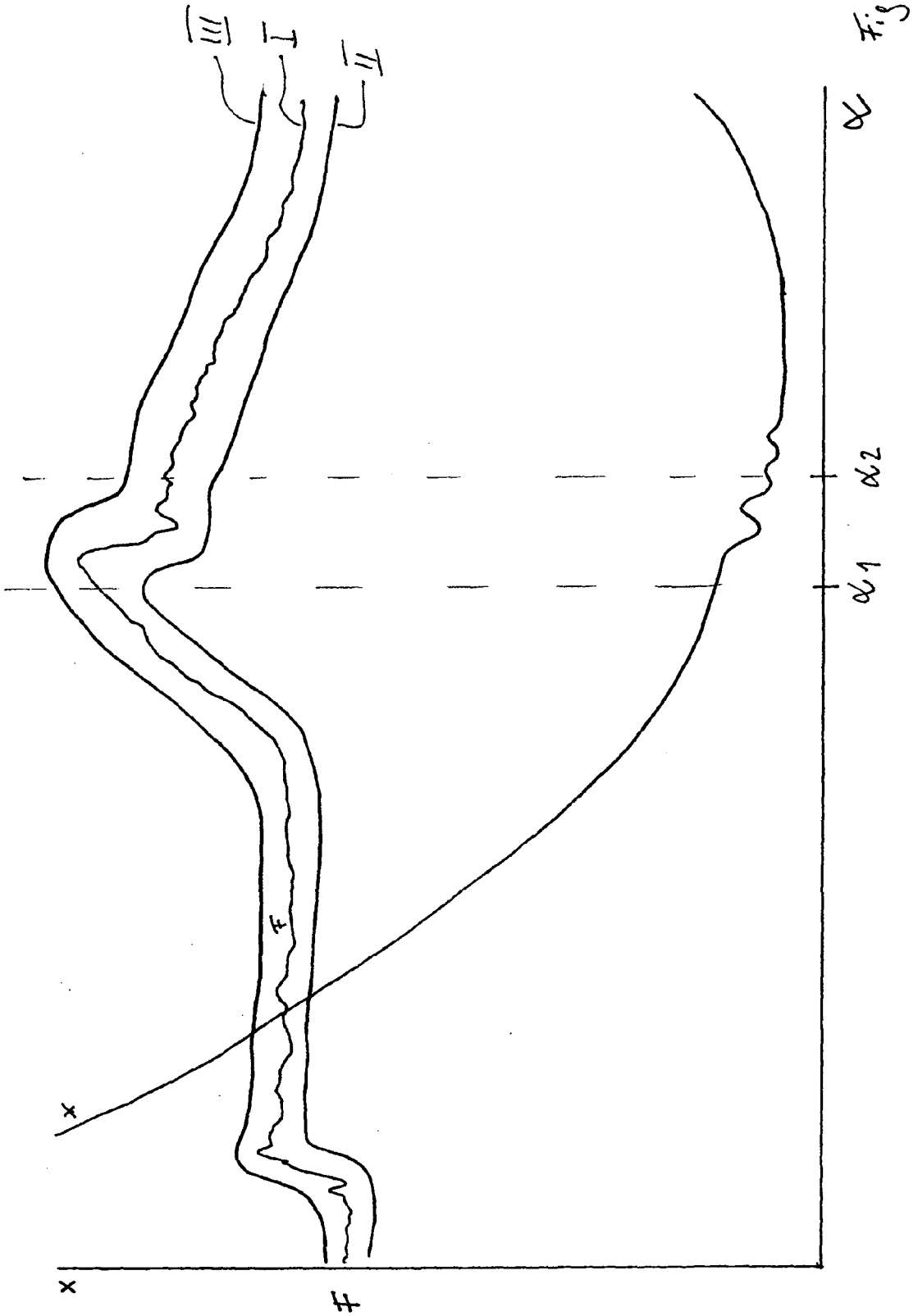

Fig.3

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10252625 A1 **[0003]**