

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
20. Februar 2003 (20.02.2003)

PCT

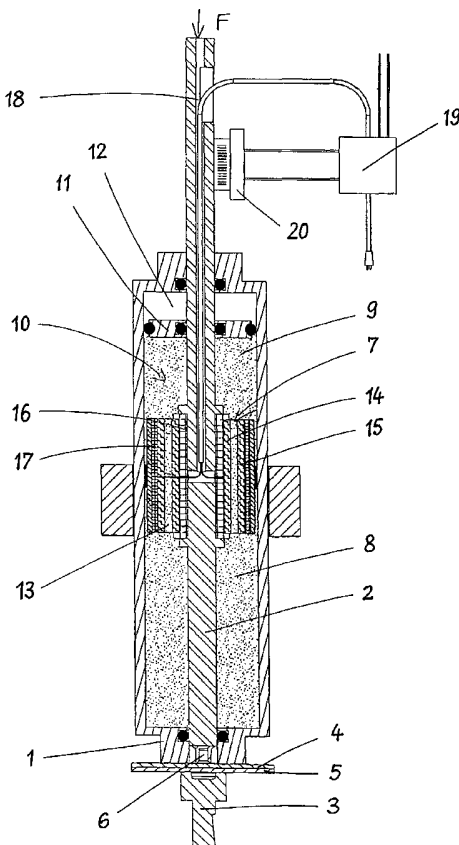
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/013759 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: B21J 15/20, (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von 15/02, F15B 21/06, B21D 39/03 US): NEWFREY LLC [US/US]; Drummond Plaza Office Park, 1423 Kirkwood Highway, Newark, DE 19711 (US).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/02668 (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MAUER, Dieter [DE/DE]; Ostendstrasse 10, 35457 Lollar (DE).
- (22) Internationales Anmeldedatum: 19. Juli 2002 (19.07.2002) (74) Anwälte: HAAR, Lucas, H. usw.; Pae Haar & Schwarz-Haar, Karlstrasse 23, 61231 Bad Nauheim (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).
- (30) Angaben zur Priorität: 101 35 488.6 20. Juli 2001 (20.07.2001) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR PRODUCING A FORM-FIT COLD JOINING CONNECTION

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG EINER FORMSCHLÜSSIGEN KALTFÜGE-VERBINDUNG



(57) Abstract: The invention relates to a device for producing a form-fit cold joining connection between layers (4, 5) on work pieces, comprising a matrix (3) and a holding down element (1), between which the layers are disposed, and a die (2) that is axially guided in said holding down element (1). In order to produce a clamping force, the holding down element (1) is actuated by a liquid (10). The invention further relates to a device and to a method by which the viscosity and thus the flowing properties of the liquid (10) can be actively influenced so that the clamping force exerted on the layers (4, 5) by the holding down element (1) can be specifically varied.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung hat eine Vorrichtung zur Herstellung einer formschlüssigen Kalbfügeverbindung zwischen Lagen (4, 5) an Werkstücken mit einer Matrize (3) und einen Niederhalter (1) zum Gegenstand, zwischen denen die Lagen (4, 5) angeordnet sind, und mit einem in dem Niederhalter (1) axial geführten Stempel (2), wobei zur Ausbildung einer Klemmkraft der Niederhalter (1) mittels einer Flüssigkeit (10) ansteuerbar ist. Die Erfindung schlägt eine Vorrichtung und ein Verfahren vor, bei dem die Viskosität und damit die Fließeigenschaften der Flüssigkeit (10) aktiv beeinflussbar ist, so dass die durch den Niederhalter (1) auf die Lagen (4, 5) ausgeübte Klemmkraft gezielt variiert werden kann.

WO 03/013759 A1



Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

**Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung einer
formschlüssigen Kaltfügeverbindung**

5 Die Erfindung hat ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Herstellung einer formschlüssigen Kaltfügeverbindung zum Gegenstand.

Gerade in der Automobilindustrie gewinnen durch Kaltfügen
10 hergestellte Verbindungen eine immer größere Bedeutung, da sie eine Alternative zu der herkömmlichen Schweißverbindung bilden können. Insbesondere bei materialbedingt schlecht schweißbaren Werkstoffpaarungen stellen Kaltfügeverbindungen eine mehr als geeignete Alternative dar. Bei-
15 spielsweise werden bei dem Kaltfügeprozeß des Stanznietens die zu verbindenden Teile, beispielsweise Bleche, ohne Vorlochen von zwei Seiten mit einem Stanzniet verbunden. Hierbei wird das bei einem konventionellen Nietverfahren erforderliche Vorlochen der Fügeteile durch einen entspre-
20 chenden durch den Stanzniet selbst hervorgerufenen Schneidvorgang ersetzt.

Beim Stanznieten, beispielsweise mit einem Halbhohl-niet, werden die zu verbindenden Blechbauteile auf eine Matrize
25 gelegt. Die Blechbauteile werden durch einen Niederhalter gegen die Matrize gedrückt und so fixiert. Sodann stantzt der Halbhohl-niet die diesem zugewandten Lagen durch und anschließend wird dieser in der unteren, matrizen-seitigen Lage unter Ausbildung eines Schließkopfes plastisch unter
30 radialer Erweiterung verformt, wobei sich zwangsläufig die Gestalt des Schließkopfes im wesentlichen durch die Form der Matrize bestimmt. Das dabei aus der oberen Lage ausgestanzte Material füllt den hohlen Nietschaft des Halbhohl-nietes aus und wird dabei unverlierbar eingeschlossen. Im
35 folgenden wird der Halbhohl-niet gestaucht, was dazu führt, daß der Schließkopf weiter ausgebildet wird und der Kopf

des Halbhohlrietes im wesentlichen mit der oberen Lage der Blechbauteile bündig abschließt.

Hierbei ist es für eine qualitativ hochwertige Stanzniet-
5 verbindung mit einem Halbhohlriet von entscheidender
Bedeutung, daß die positionierten Teile einwandfrei fest-
gehalten werden, so daß aufgrund einer bei dem Stanzprozeß
in Erscheinung tretenden Nachfließbewegung die Position
der Bauteile sich zueinander nicht verändern kann. Darüber
10 hinaus ist es wichtig, aufgrund der werkstoffspezifischen
Zusammensetzung der zu verbindenden Bauteile eine fügespe-
zifische Auswahl des Materials und der Geometrie des
Stanznietes zu treffen.

15 So ist beispielsweise aus der WO 94/14554 eine Vorrichtung
mit einem Niederhalter bekannt, der über eine Kolben-
Zylinder-Einheit in einer solchen Art und Weise bewegbar
ist, daß die Klemmkraft des Niederhalters, durch den die
Lagen auf der Matrize fixiert werden, gegen Ende des
20 Stanznietvorgangs erheblich ansteigt. Hierdurch wird
sichergestellt, daß eine Nachfließbewegung beim Stanzen
nicht eintritt. Darüber hinaus wird durch ein derartiges
Verfahren zur Herstellung einer Stanznietverbindung
erreicht, daß in dem Bereich des Kopfes des Stanznietes
25 keine ringförmigen Vertiefungen oder Verwerfungen entste-
hen.

Eine ähnliche Kolben-Zylinder-Einheit zur Erzeugung einer
notwendigen Klemmkraft des Niederhalters ist aus der WO
30 93/24258 bekannt. Bei dieser Vorrichtung wird über eine
entsprechende variierende Drucksteuerung die Erzeugung
unterschiedlicher Klemmkräfte während des Stanznietvor-
gangs bewerkstelligt.

35 Im allgemeinen sind die mechanischen Eigenschaften einer
Stanznietverbindung, insbesondere das Festigkeitsverhalten

der Stanznietverbindung abhängig von der Ausbildung des Schließkopfes. Das Festigkeitsverhalten wird hierbei im wesentlichen auch durch die Ausgestaltung des Bereichs der Bauteile zwischen dem Kopf und dem Schließkopf des Stanznietes beeinflusst.

Aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 197 52 367 A1 ist des weiteren ein Verfahren mittels einer Vorrichtung zur Herstellung einer Stanznietverbindung bekannt, bei dem die während des Stanznietvorgangs von dem Niederhalter ausgeübte Klemmkraft entsprechend einem vorgegebenen Verlauf in Abhängigkeit wenigstens von dem Stempelweg oder einer aus dem Stempelweg abgeleiteten Kenngröße variiert wird. Die Variation erfolgt dabei in einer solchen Art und Weise, daß die Klemmkraft wenigstens so weit verringert wird, daß eine zu dem Halbhohl-niet hin gerichtete Bewegung wenigstens einer Lage der Blechbauteile ermöglicht wird. Mittels einer hydraulischen Arbeitsflüssigkeit wird, von einer Steuereinrichtung entsprechend angesteuert, ein hydraulischer Druck auf den Niederhalter mit einem sich je nach den Gegebenheiten verändernden Druckverlauf ausgeübt.

In der Praxis hat sich jedoch gezeigt, daß eine derartige Vorrichtung mit dem Nachteil behaftet ist, daß sich der Dämpfungseffekt des hydraulischen Drucks, insbesondere über ein möglicherweise sehr störanfälliges Proportionalventil, nur äußerst kompliziert steuern läßt. Zudem ist mit dieser aus dem Stand der Technik bekannten Vorrichtung ein großer Geräteaufwand verbunden, der mit erhöhten Kosten einhergeht.

Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, das bekannte Verfahren zur Herstellung einer Kaltfügeverbindung so weiterzubilden, daß eine genaue und funktionssichere Steuerung der Klemmkraft bei gleichzeitiger materialschonender Herstellung einer sol-

chen Kaltfügeverbindung mit einer höheren Festigkeit gewährleistet ist. Ein weiteres Ziel der Erfindung ist es, eine Vorrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens bereitzustellen.

5

Gelöst werden diese Aufgaben durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 5. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der jeweiligen Unteransprüche.

10

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Herstellung einer Kaltfügeverbindung zeichnet sich dadurch aus, daß während des Fügevorgangs eine von einem Niederhalter auf mindestens zwei Lagen an Werkstücken ausgeübte Klemmkraft dadurch variiert wird, daß sich die Viskosität einer auf 15 den Niederhalter wirkenden Arbeitsflüssigkeit und dadurch deren Fließeigenschaften aktiv beeinflussen läßt.

In einer Ausführung der Vorrichtung kommt gemäß der Erfindung als Arbeitsflüssigkeit eine elektro-rheologische Flüssigkeit zur Anwendung. 20

Unter elektro-rheologischen Flüssigkeiten werden Dispersionen fein verteilter elektrisch polarisierbarer Teilchen 25 in hydrophoben, elektrisch hoch isolierenden Ölen verstanden, die unter Einfluß eines elektrischen Feldes mit hinreichend starker elektrischer Feldstärke schnell und reversibel ihre Fließgrenze bzw. ihren Schub- oder Schermodul unter Umständen über mehrere Größenordnungen ändern. 30 Die elektro-rheologische Flüssigkeit wechselt dabei gegebenenfalls von einem dünnflüssigen über den plastischen bis nahezu zu einem festen Aggregatzustand. Die Ansprechzeit liegt dabei in einem Bereich weniger Millisekunden. Dadurch wird es beispielsweise möglich, einen hervorragend 35 aktiv ansteuerbaren Mechanismus bereitzustellen, wenn eine solche elektro-rheologische Flüssigkeit innerhalb einer

Kolben-Zylinder-Einheit zur Anwendung kommt, wie dies beispielsweise aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 197 35 898 A1 bereits bekannt ist. Selbstredend ist mit einer Änderung der Viskosität auch eine entsprechende Änderung des Dämpfungsverhaltens einer solchen Vorrichtung verbunden.

In einer anderen Ausführungsform der Vorrichtung gemäß der Erfindung kommt als Arbeitsflüssigkeit ein sogenannte magneto-rheologische Flüssigkeit zum Einsatz.

Unter magneto-rheologischen Flüssigkeiten versteht man Suspensionen fein verteilter magnetischer Partikel mit einer Partikelgröße von einigen mm bis zu einigen μm in geeigneten Flüssigkeiten, wie Mineral- oder Silikonölen, wobei der Feststoffanteil der Suspension typischerweise etwa 20 bis 60 Vol.-% beträgt. Magneto-rheologische Flüssigkeiten verändern ihren Fließwiderstand unter Einfluß eines starken Magnetfeldes in Abhängigkeit von der Magnetfeldstärke. Sie erreichen je nach Typ Schubspannungswerte von bis zu 100 kPa.

Über ein elektrisches bzw. magnetisches Feld sind somit die rheologischen Eigenschaften der jeweiligen Flüssigkeiten stufenlos steuerbar.

Durch die erfindungsgemäße Verwendung einer elektro-rheologischen Flüssigkeit oder einer magneto-rheologischen Flüssigkeit anstatt eines hydraulischen Öls wird ein Proportionalitätsventil in Zusammenhang mit einem hydraulischen Öl nicht mehr benötigt, wodurch sich auch der pulsierende Stoßeffect des Öldrucks ausschließen läßt.

Weitere Vorteile, die mit der Verwendung derartiger Flüssigkeiten einhergehen, liegen in der Möglichkeit der unmittelbaren Aktivierung durch ein elektrisches bzw.

magnetisches Signal, die innerhalb eines Millisekundenbereichs anspricht. Darüber hinaus lassen sich unterschiedliche Eigenschaften während der Kompressionsphase der Flüssigkeit einerseits und der Expansionsphase der Flüssigkeit andererseits einstellen, so daß in beiden Phasen die Eigenschaften entsprechend variiert werden können. Beispielsweise läßt sich über eine so gezielte Variation ein radiales Nachfließen der tiefgezogenen, matrizenseitigen Lage in die Matrize hervorrufen, um einen gewünschten dickwandigen Gegenkopf auszubilden.

Bei Anlegung eines elektrischen bzw. magnetischen Feldes zeigen diese Flüssigkeiten des weiteren ein degressives Verhalten hinsichtlich der Dämpfungskraft gegenüber eines durch diese Flüssigkeiten angesteuerten Kolbens. Ein weiterer Vorteil, der mit dem Einsatz solcher Flüssigkeiten verbunden ist, liegt in der Tatsache, daß innerhalb einer diese Flüssigkeiten zunutze machenden Vorrichtung der Anteil der mechanisch zu bewegenden Bauteile, beispielsweise bei einer Kolben-Zylinder-Einheit, erheblich reduziert werden kann.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist einen um den Stempel, der die Kaltfügeverbindung zwischen den Bauteilen ausbildet, konzentrisch angeordneten, vorzugsweise zylindrischen Kolben auf. Dieser Kolben ist ebenso wie der Stempel in einem hohlzylindrischen Niederhalter geführt, in dem die elektro-rheologische oder magneto-rheologische Flüssigkeit aufgenommen ist.

Der Kolben trennt zwei Flüssigkeitskammern voneinander, die gemäß der Erfindung durch mindestens einen diesen, vorzugsweise ringförmig, durchquerenden Kanal zur Führung der jeweiligen Flüssigkeit während der axialen Bewegung des Kolbens innerhalb des Gehäuses des Niederhalters in Verbindung stehen.

In einer Ausgestaltung der Erfindung sind, für den Fall der Verwendung einer elektro-rheologischen Flüssigkeit in dem Bereich der Kanalwände voneinander isolierte Elektroden zur Anlegung einer gezielt zu variierenden elektrischen Hochspannung angeordnet.

In analoger Weise ist für den Fall des Einsatzes einer magneto-rheologischen Flüssigkeit in der Nähe des Kanals zumindest eine Magnetspule zur Erzeugung eines gezielt zu variierenden magnetischen Feldes vorgesehen.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung können derartige Magnetspulen auch außerhalb des Kolbens, vorzugsweise in der Gehäusewandung des Niederhalters angeordnet sein.

Gemäß der Erfindung wird über eine Steuereinrichtung in entsprechender Weise das elektrische Signal oder das magnetische Signal zur gezielten Beeinflussung der Fließeigenschaften der jeweiligen Flüssigkeiten erzeugt, wobei die Steuerung in Abhängigkeit von der Relativlage des Stempels und des Niederhalters erfolgt. Dabei wird in Abhängigkeit von der Höhe der Spannung an den Elektroden oder an der Magnetspule die Viskosität der jeweiligen Flüssigkeitsart und damit deren Strömung durch den Kanal bei einer Verschiebung des Kolbens gegenüber dem Niederhalter gezielt eingestellt. Mit anderen Worten wird durch das von der Hochspannung in dem Kanal erzeugte elektrische bzw. magnetische Feld die Viskosität der elektro- bzw. magneto-rheologischen Flüssigkeit innerhalb des Kanals so erhöht, daß gegen den dadurch hervorgerufenen Strömungswiderstand gegebenenfalls nur noch ein Bruchteil der bei der Abbewegung des Kolbens geförderten Flüssigkeitsmenge den Kanal passieren kann. Hierdurch steigt der Druck in der unteren Flüssigkeitskammer und damit der auf den Niederhalter von dem Kolben ausgeübte Druck, der sich als Klemm-

kraft auf die Lagen der zu verbindenden Bauteile überträgt.

Da die Viskosität beider Flüssigkeitsformen gezielt
5 stufenlos einstellbar ist, ist somit gemäß der Erfindung
auch die durch den Niederhalter ausgeübte Klemmkraft
gezielt stufenlos beeinflussbar.

Das durch die erfindungsgemäße Vorrichtung durchführbare
10 Verfahren zeichnet sich in einer Weiterbildung der Erfindung
dadurch aus, daß der Verlauf der Klemmkraft während
des Kaltfügeprozesses entsprechend einem vorgegebenen Verlauf
in Abhängigkeit von dem Stempelweg oder vorteilhaft-
erweise einer aus dem Stempelweg abgeleiteten Kenngröße
15 variiert wird. Als Kenngrößen lassen sich beispielsweise
hier insbesondere die Beschleunigung und/oder die
Geschwindigkeit des Stempels heranziehen. Bei Einsatz
eines Fügeelements, beispielsweise bei Verwendung der Vor-
richtung zum Stanznieten, korrespondiert der Stempelweg
20 wiederum absolut mit dem in den Lagen zurückgelegten Weg
bzw. der Eindringtiefe des Fügeelements.

Gemäß der Erfindung sind in der Steuereinrichtung mehrere
unterschiedliche Programmprofile zur Steuerung bzw. für
25 einen Abruf möglicher Variationsverläufe abgelegt. So
kann beispielsweise ein Abruf durch einen Vergleich, vor-
zugsweise in Echtzeit, des Stempelwegs und des in der
Flüssigkeit vorherrschenden Drucks mit vorgegebenen Größen
erfolgen.

30 Um den unerwünschten Nachfließeffekt auszuschließen, kann
der Verlauf der Variation gemäß der Erfindung steuerungs-
technisch auch in Abhängigkeit der Werkstückeigenschaften
der miteinander zu verbindenden Lagen an Bauteilen
35 und/oder der Werkstückeigenschaften und/oder der Formgestalt
des Fügeelements erfolgen.

Die Vorrichtung und das durch diese durchführbare Verfahren gemäß der Erfindung zur Herstellung einer Kaltfügeverbindung lassen sich nicht nur auf den Kaltfügeprozeß des Stanznietens beschränken, sondern erlauben auch einen Einsatz bei dem Verbindungsverfahren des sog. Durchsetzfügens durch mehrere Lagen an Werkstücken, das kein Fügeelement benötigt und bei dem die Lagen durchgestanzt und über das dabei auftretende Fließen der durchgestanzten Materialbereiche miteinander verklemmt werden.

Weitere Merkmale und Vorteile des Verfahrens sowie der Vorrichtung ergeben sich aus der Beschreibung von mehreren, in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch und im Schnitt eine erste Ausführung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Herstellung einer Stanznietverbindung;

20

Fig. 2 schematisch und im Schnitt eine zweite Ausführung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Herstellung einer Stanznietverbindung;

Fig. 3 schematisch und im Schnitt eine dritte Ausführung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Herstellung einer Stanznietverbindung; und

Fig. 4 schematisch und im Schnitt eine vierte Ausführung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Herstellung einer Durchsetzfügeverbindung.

30

In den Figuren sind identische Bauteile mit den gleichen Bezugszeichen wiedergegeben.

35

Figur 1 zeigt schematisch einen Schnitt durch eine Vorrichtung zur Herstellung einer Stanznietverbindung.

Die Vorrichtung weist einen Niederhalter 1, einen Stempel 2 und eine Matrize 3 auf. Der Niederhalter 1 ist zur Matrize 3 hin und von dieser weg bewegbar.

Zwischen der Matrize 3 und dem Niederhalter 1 sind zwei Lagen 4, 5 von Bauteilen angeordnet. Diese Lagen 4, 5 werden zwischen dem Niederhalter 1 und der Matrize 3 eingeklemmt. Der Stempel 2 wird durch eine nicht dargestellte Vorrichtung mit einer Kraft F nach unten betätigt und treibt so einen schematisch dargestellten Stanzniet 6 durch die Lagen 4, 5 der Werkstücke zu deren Verbindung.

Der Niederhalter 1 ist einstückig und zylindrisch ausgebildet und umgibt denn Stempel 2, so daß dieser axial geführt ist.

Ein Kolben 7, der den Stempel 2 konzentrisch umschließt, ist in dem zylindrischen Gehäuse des Niederhalters 1 ebenfalls axial geführt. Der Kolben 7 trennt dabei zwei Flüssigkeitskammern 8 und 9, in denen jeweils eine elektro-rheologische Flüssigkeit 10 aufgenommen ist.

Ein zweiter Kolben 11, der um den Stempel 2 in dessen Längsrichtung frei beweglich ist, begrenzt die obere Flüssigkeitskammer 9 und bildet so eine mit einem Gas gefüllte Ausgleichskammer 12 aus.

Der Kolben wird von einem ringförmigen Kanal 13 durchsetzt, der die beiden Flüssigkeitskammern 8 und 9 miteinander verbindet, so daß die elektro-rheologische Flüssigkeit 10 zwischen diesen Flüssigkeitskammern 8 und 9 fließen kann.

Die Kanalwände des Kanals 13 werden dabei von Hochspannungselektroden 14 und 15 gebildet, die durch nicht dargestellte, nicht leitende Stege voneinander beabstandet sind. Die Hochspannungselektroden 14 und 15 sind in dem
5 Kolben 7 jeweils in Isolatoren 16 und 17 eingebettet.

Die Hochspannungselektrode 14 wird über eine Stromleitung 18, die in dem Inneren des Stempels 2 verläuft, mit dem nötigen Strom versorgt.

10

Die Stromleitung 18 steht mit einer Steuereinrichtung 19 in Verbindung. Diese Steuereinrichtung 19 wird wiederum von einer Meßeinrichtung 20 über den Lagezustand des Stempels 2 informiert, so daß dessen lineare Bewegung hinsichtlich der vorherrschenden Klemmkraft und der Eindring-
15 bzw. Fortbewegungsgeschwindigkeit des Stanzniets 6 kontrolliert werden kann.

Im Betrieb der Vorrichtung gemäß der Erfindung bewegt der
20 Stempel 2 den Kolben innerhalb des Niederhalters 1 nach unten, so lange keine Hochspannung an den Hochspannungselektroden 14 und 15 angelegt ist, da zu diesem Zeitpunkt die Viskosität des elektro-rheologischen Flüssigkeit 10 ein ungehindertes Durchfließen durch den ringförmigen
25 Kanal 13 in dem Kolben 7 zuläßt.

Kommt die Vorrichtung nun mit der oberen Lage 4 der beiden Lagen 4, 5 in Kontakt, wird innerhalb eines Millisekunden-Bereichs eine hohe Spannung an den Hochspannungselektrode
30 14 und 15 angelegt. Dadurch ändert sich schlagartig die Viskosität der elektro-rheologischen Flüssigkeit 10, so daß diese nicht mehr ausreichend fließfähig ist und demzufolge durch den ringförmigen Kanal 13 in dem Kolben 7 nicht mehr verdrängt werden kann. Dadurch wird die Kom-
35 pression in der unteren Flüssigkeitskammer 8 erhöht, so daß sich eine Kraft auf den Niederhalter 1 überträgt und

dadurch die Klemmkraft auf die beiden Lagen 4, 5 in entsprechender Weise erhöht.

Fig. 2 zeigt eine weitere Ausführung der Vorrichtung gemäß der Erfindung, bei der anstatt einer elektro-rheologischen Flüssigkeit eine magneto-rheologische Flüssigkeit 21 zur Verwendung kommt.

Die magneto-rheologische Flüssigkeit 21 wird über ein Magnetfeld angesteuert, um deren Viskosität gezielt zu beeinflussen. Dementsprechend kommen statt Hochspannungselektroden Magnetspulen zum Einsatz.

Bei der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsform sind eine Magnetspule 22 als der eine Pol und eine Magnetspule 23 als der andere Pol in der Wandung des Niederhalters 1, diesen vollständig umlaufend, integriert. Die Magnetspule 22 und 23 befinden sich dabei im wesentlichen auf der Höhe des Kolbens 7. Eine Stromleitung 24 versorgt die Magnetspulen 22 und 23 mit einem von der Steuereinrichtung 19 entsprechend zu variierenden Strom, ausgehend von dem auch das generierte Magnetfeld variiert und so die Viskosität der magneto-rheologischen Flüssigkeit 21 aktiv beeinflusst.

25

In der in Fig. 3 gezeigten Ausführungsform befinden sich die Magnetspulen 22 und 23 innerhalb des Kolbens 7 angeordnet und bilden dort die Kanalwand aus, wobei dann die Stromleitung 24 wieder in dem Inneren des Stempels 2 geführt verlegt ist.

30

Die erfindungsgemäßen Vorrichtungen, wie sie in den Fig. 1 bis 3 gezeigt sind, lassen sich auch für das Verfahren des Durchsetzfügens zur Anwendung bringen, bei dem die Lagen 4 und 5 ohne Verwendung eines Fügeelementes von dem Stempel 2 unmittelbar miteinander „verstanzt“ werden. Fig. 4 zeigt

35

diese exemplarisch für die bereits in Zusammenhang mit Fig. 1 beschriebene Vorrichtung.

Gemäß der Erfindung läßt sich nun die Versorgung der Hochspannungselektroden 14 und 15 bzw. der Magnetspulen 22 und 23 mit Spannungen im Bereich weniger Millisekunden variieren, so daß sich auch zwangsläufig die durch den Niederhalter 1 ausgeübte Klemmkraft variieren läßt.

Bezugszeichenliste:

	1	Niederhalter
	2	Stempel
5	3	Matrize
	4, 5	Lagen an Bauteilen
	6	Stanzniet
	7	Kolben
	8	Untere Flüssigkeitskammer
10	9	Obere Flüssigkeitskammer
	10	Elektro-rheologische Flüssigkeit
	11	2. Kolben
	12	Ausgleichskammer
	13	Ringförmiger Kanal
15	14	Hochspannungselektrode
	15	Hochspannungselektrode
	16	Isolator
	17	Isolator
	18	Stromleitung
20	19	Steuereinrichtung
	20	Meßeinrichtung
	21	Magneto-rheologische Flüssigkeit
	22	Magnetspule
	23	Magnetspule
25	24	Stromleitung

Ansprüche

1. Vorrichtung zur Herstellung einer formschlüssigen Kaltfügeverbindung zwischen Lagen von Werkstücken mit einer Matrize und einem hohlzylindrischen Niederhalter, der die Lagen gegen die Matrize drückt, und mit einem in dem Niederhalter koaxial geführten und diesen durchsetzenden Stempel, der einen in dem Niederhalter axial geführten Kolben in fester Verbindung trägt, wobei der Kolben in dem Niederhalter zwei je mit einer Arbeitsflüssigkeit gefüllte, durch jeweils einen Boden begrenzte, in sich abgeschlossene Flüssigkeitskammern trennt, die durch einen in seiner Durchlässigkeit mittels einer Steuervorrichtung einstellbaren Kanal verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Arbeitsflüssigkeit eine elektro-rheologische Flüssigkeit (10) ist und daß der Kanal (13) zu deren Führung den Kolben (7) durchsetzt, wobei gegenüberliegende Kanalwände voneinander isolierte Hochspannungselektroden (14,15) bilden, die über eine in dem Stempel (2) axial geführte Zuleitung (18) von der Steuervorrichtung (19) mit einer elektrischen Spannung versorgt werden, die von der Steuervorrichtung (19) in Abhängigkeit von der Relativlage von Stempel (2) und Niederhalter (1) einstellbar ist und in Abhängigkeit von der Höhe der Spannung die Viskosität der elektro-rheologischen Flüssigkeit (10) und damit deren Strömung durch den Kanal (13) beim Verschieben des Kolbens (7) gegenüber dem Niederhalter (1) einstellt.
2. Vorrichtung zur Herstellung einer formschlüssigen Kaltfügeverbindung zwischen Lagen von Werkstücken mit einer Matrize und einem hohlzylindrischen Niederhalter, der die Lagen gegen die Matrize drückt, und mit einem in dem Niederhalter koaxial geführten und die-

sen durchsetzenden Stempel, der einen in dem Niederhalter axial geführten Kolben in fester Verbindung trägt, wobei der Kolben in dem Niederhalter zwei je mit einer Arbeitsflüssigkeit gefüllte, durch jeweils einen Boden begrenzte, in sich abgeschlossene Flüssigkeitskammern trennt, die durch einen in seiner Durchlässigkeit mittels einer Steuervorrichtung einstellbaren Kanal verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Arbeitsflüssigkeit eine magneto-rheologische Flüssigkeit (21) ist und daß der Kanal (13) zu deren Führung den Kolben (7) durchsetzt, wobei der Kanal (13) von einer Magnetspule (22,23) umschlossen ist, die über eine Zuleitung (24) von der Steuervorrichtung (19) mit einer elektrischen Spannung versorgt wird, die von der Steuervorrichtung (19) in Abhängigkeit von der Relativlage von Stempel (2) und Niederhalter (1) einstellbar ist und in Abhängigkeit von der Höhe der Spannung die Viskosität der magneto-rheologischen Flüssigkeit (21) und damit deren Strömung durch den Kanal (13) beim Verschieben des Kolbens (2) gegenüber dem Niederhalter (1) einstellt.

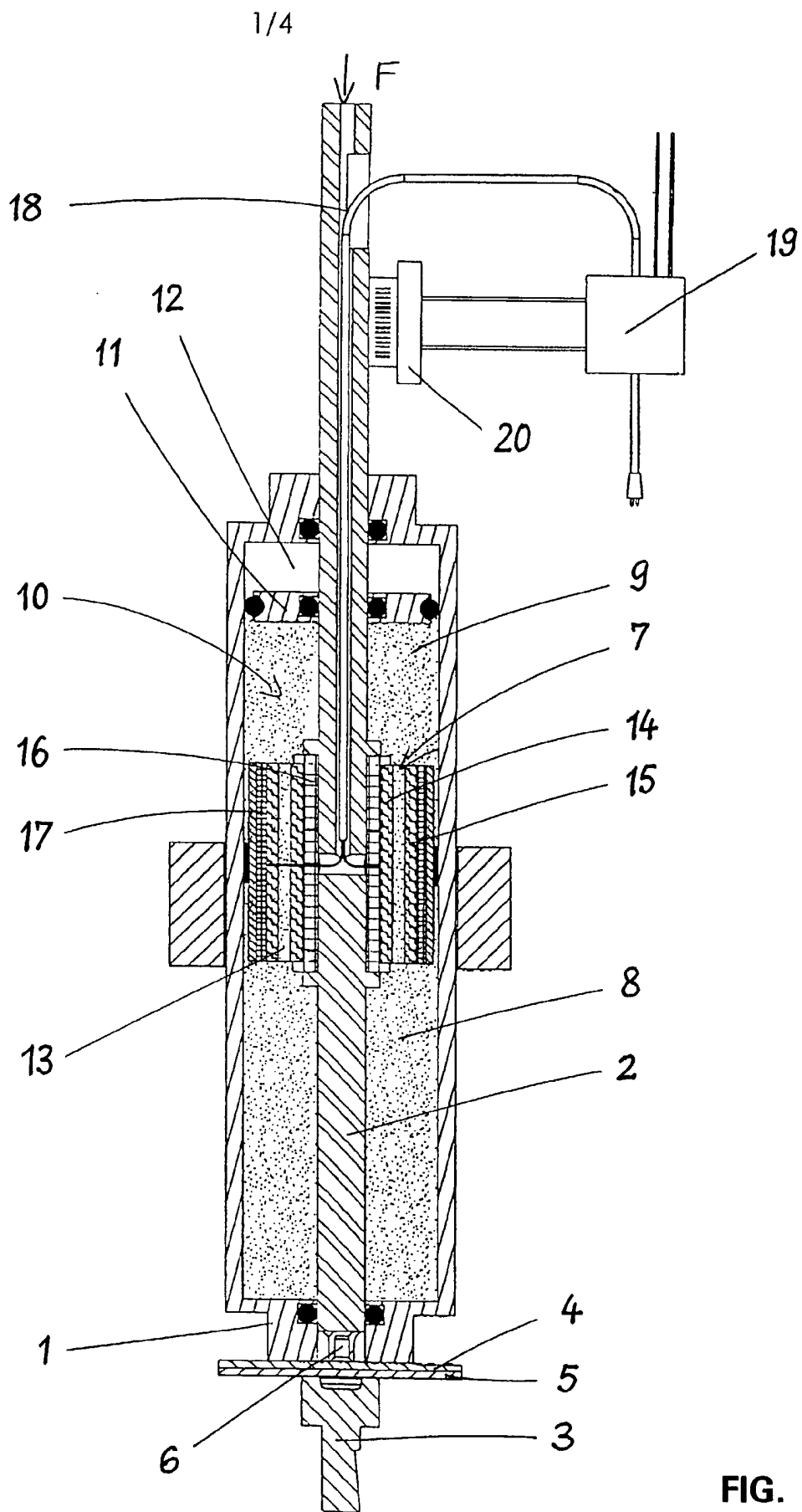
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Magnetspule (22,23) in dem zylindrischen Bereich des Niederhalters (1) angeordnet und die Zuleitung (24) von außen über die Wandung des Niederhalters (1) an die Magnetspule (22,23) geführt ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Magnetspule (22,23) in dem Kolben (7) angeordnet und die Zuleitung (24) in dem Stempel (2) axial geführt ist.

5. Verfahren zur Herstellung einer formschlüssigen Kaltfügeverbindung zwischen Lagen von Werkstücken,

- insbesondere mit einer Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, bei welchem mindestens zwei Lagen von Werkstücken von einem über eine Arbeitsflüssigkeit ansteuerbaren Niederhalter gegen die Matrize gedrückt werden und zwischen denen mittels eines in dem Niederhalter axial geführten Stempels eine formschlüssige Kaltfügeverbindung ausgebildet wird, wobei während des Kaltfügens eine von dem Niederhalter auf die zwei Lagen ausgeübte Klemmkraft variiert wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Variation über eine gezielte Einstellung der Viskosität der Arbeitsflüssigkeit (10,21) und damit von deren Strömungsverhalten erfolgt.
- 5
- 10
- 15 6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Variation entsprechend einem vorgegebenen Verlauf in Abhängigkeit von einem Stempelweg oder einer aus dem Stempelweg abgeleiteten Kenngröße, insbesondere wie der Beschleunigung und/oder der Geschwindigkeit des Stempels (2), erfolgt.
- 20
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Stempel (2) ein Fügeelement (6), insbesondere einen Stanzniet, in die Lagen (4,5) drückt.
- 25
8. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Stempel (2) mittels Durchsetzfügen die Lagen (4,5) miteinander verklemmt.
- 30
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Stempelweg und der in der Arbeitsflüssigkeit vorherrschende Druck gemessen, mit einem abgespeicherten Verlauf für die Variation verglichen und dieser in Echtzeit abgerufen wird.
- 35

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Verlauf in Abhängigkeit der Werkstückeigenschaften der Lagen (4,5) und/oder des Fügeelements (6) festgelegt wird.



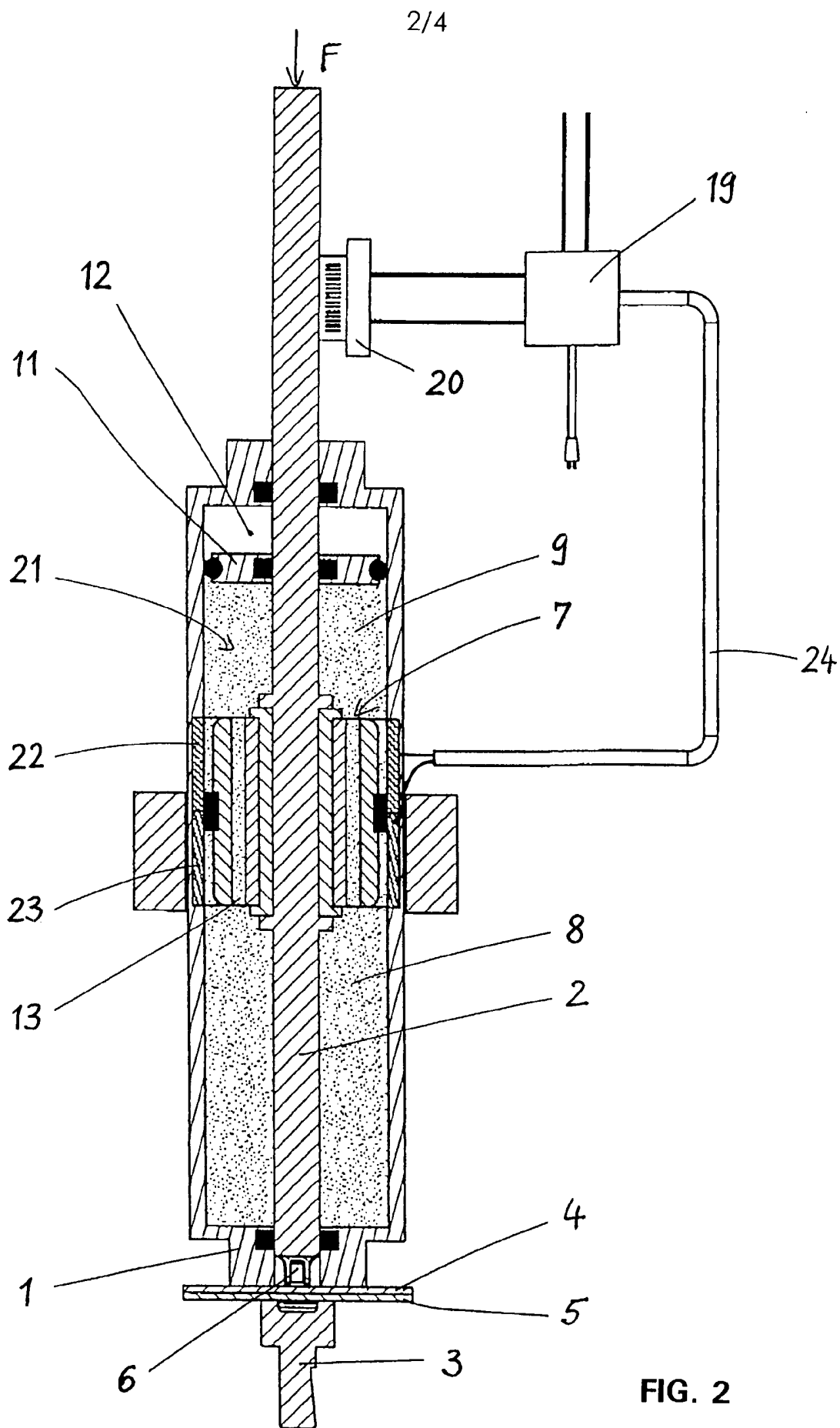


FIG. 2

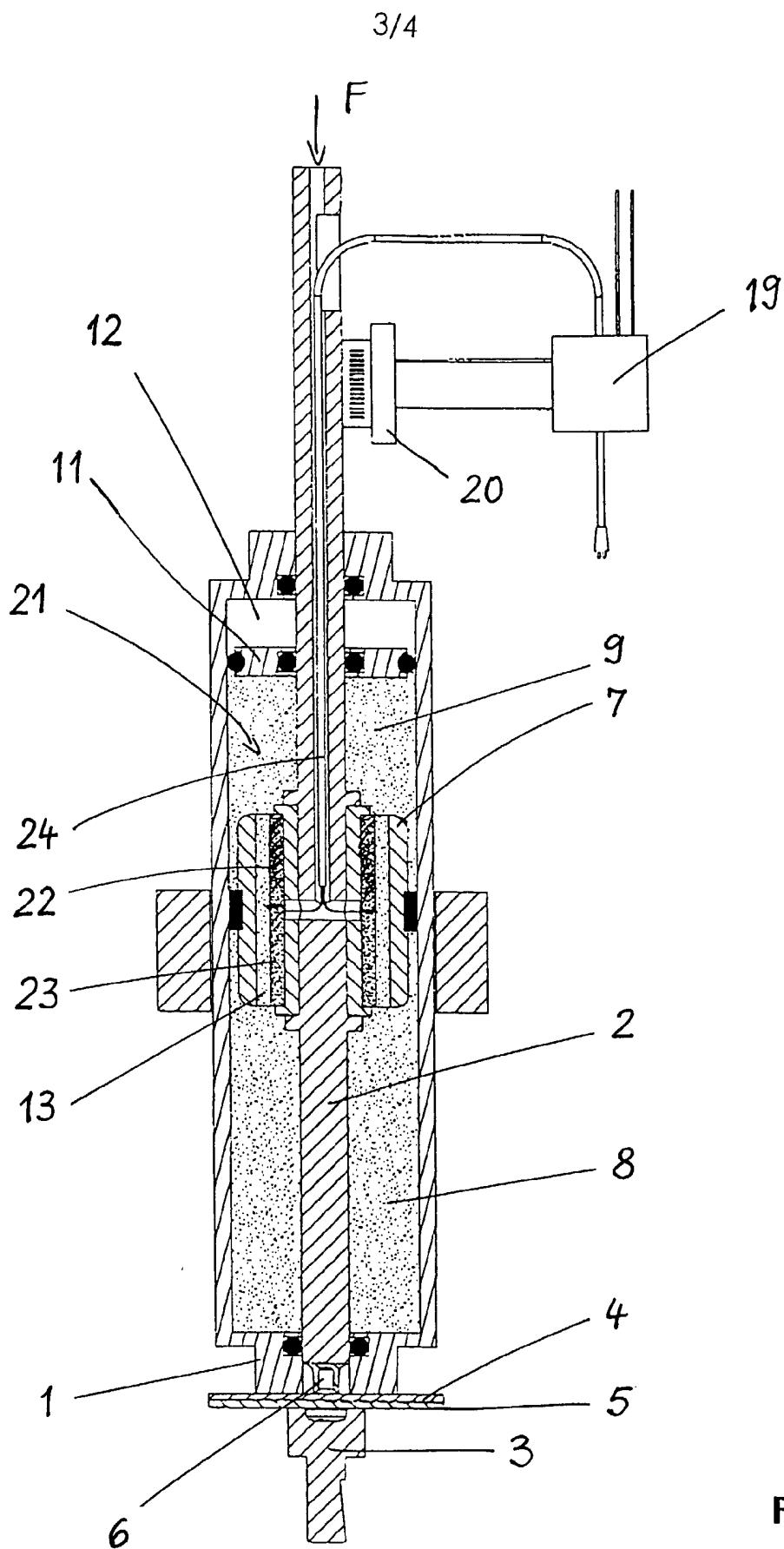


FIG. 3

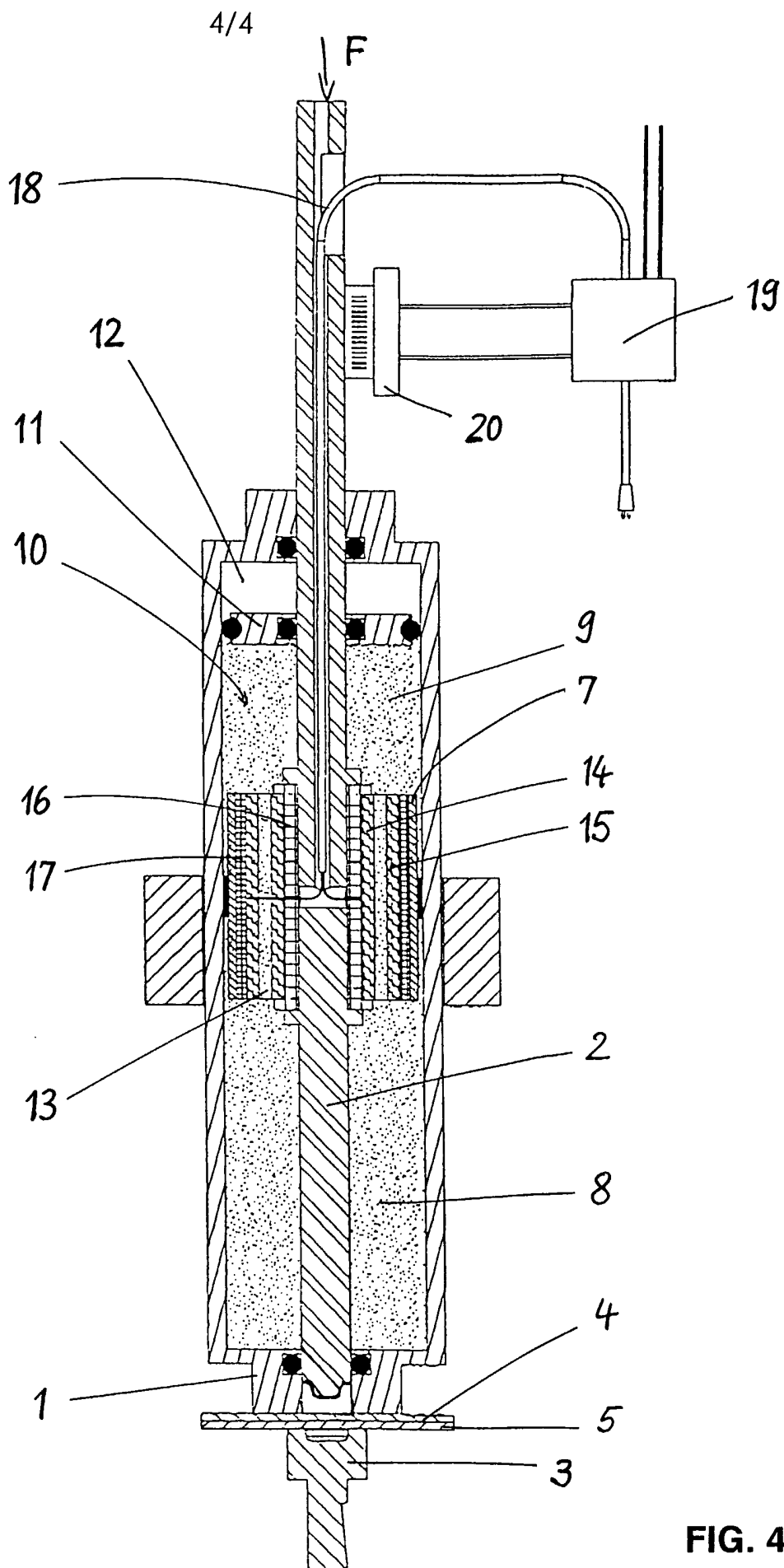


FIG. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 02/02668

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 B21J15/20 B21J15/02 F15B21/06 B21D39/03		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 B21J B21D F15B F16B F16F		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 197 52 367 A (EMHART INC) 27 May 1999 (1999-05-27) cited in the application column 8, line 16 -column 10, line 51; figures 1,2 ---	1,2,5
A	DE 197 35 898 A (BAYER AG ;SCHENCK AG CARL (DE)) 25 February 1999 (1999-02-25) cited in the application column 2, line 36-57; figure 1 ---	1,2,5
A	DE 198 05 519 C (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 29 July 1999 (1999-07-29) column 2, line 38-67 --- -/--	1,2
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
° Special categories of cited documents :		
A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed		*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *&* document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search 15 November 2002		Date of mailing of the international search report 29/11/2002
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Marc Augé

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 02/02668

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 93 24258 A (ARIEL INDUSTRIES PLC) 9 December 1993 (1993-12-09) cited in the application the whole document ---	1,2,5
A	WO 94 14554 A (BLACKET STUART EDMOND ;SINGH SUMANJIT (DE); COTTERILL ALF (GB); HE) 7 July 1994 (1994-07-07) cited in the application the whole document -----	1,2,5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 02/02668

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19752367	A	27-05-1999	DE 19752367 A1	27-05-1999
			AU 2267099 A	15-06-1999
			DE 29824739 U1	29-05-2002
			DE 59803377 D1	18-04-2002
			WO 9926743 A2	03-06-1999
			EP 1034055 A2	13-09-2000
			JP 2001523581 T	27-11-2001

DE 19735898	A	25-02-1999	DE 19735898 A1	25-02-1999
			EP 0898093 A1	24-02-1999
			JP 11125296 A	11-05-1999
			US 2001054529 A1	27-12-2001

DE 19805519	C	29-07-1999	DE 19805519 C1	29-07-1999

WO 9324258	A	09-12-1993	WO 9324258 A1	09-12-1993

WO 9414554	A	07-07-1994	AU 5708294 A	19-07-1994
			DE 69317303 D1	09-04-1998
			DE 69317303 T2	20-08-1998
			EP 0675774 A1	11-10-1995
			ES 2115921 T3	01-07-1998
			WO 9414554 A1	07-07-1994
			JP 8505087 T	04-06-1996
			US 5752305 A	19-05-1998

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 02/02668

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 B21J15/20 B21J15/02 F15B21/06 B21D39/03

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 IPK 7 B21J B21D F15B F16B F16F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
 EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 197 52 367 A (EMHART INC) 27. Mai 1999 (1999-05-27) in der Anmeldung erwähnt Spalte 8, Zeile 16 -Spalte 10, Zeile 51; Abbildungen 1,2 ---	1,2,5
A	DE 197 35 898 A (BAYER AG ;SCHENCK AG CARL (DE)) 25. Februar 1999 (1999-02-25) in der Anmeldung erwähnt Spalte 2, Zeile 36-57; Abbildung 1 ---	1,2,5
A	DE 198 05 519 C (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 29. Juli 1999 (1999-07-29) Spalte 2, Zeile 38-67 ---	1,2
	-/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- * & * Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des Internationalen Recherchenberichts
15. November 2002	29/11/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Marc Augé
---	--

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 93 24258 A (ARIEL INDUSTRIES PLC) 9. Dezember 1993 (1993-12-09) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument ---	1,2,5
A	WO 94 14554 A (BLACKET STUART EDMOND ;SINGH SUMANJIT (DE); COTTERILL ALF (GB); HE) 7. Juli 1994 (1994-07-07) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1,2,5

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 02/02668

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19752367	A	27-05-1999	DE 19752367 A1	27-05-1999
			AU 2267099 A	15-06-1999
			DE 29824739 U1	29-05-2002
			DE 59803377 D1	18-04-2002
			WO 9926743 A2	03-06-1999
			EP 1034055 A2	13-09-2000
			JP 2001523581 T	27-11-2001
DE 19735898	A	25-02-1999	DE 19735898 A1	25-02-1999
			EP 0898093 A1	24-02-1999
			JP 11125296 A	11-05-1999
			US 2001054529 A1	27-12-2001
DE 19805519	C	29-07-1999	DE 19805519 C1	29-07-1999
WO 9324258	A	09-12-1993	WO 9324258 A1	09-12-1993
WO 9414554	A	07-07-1994	AU 5708294 A	19-07-1994
			DE 69317303 D1	09-04-1998
			DE 69317303 T2	20-08-1998
			EP 0675774 A1	11-10-1995
			ES 2115921 T3	01-07-1998
			WO 9414554 A1	07-07-1994
			JP 8505087 T	04-06-1996
			US 5752305 A	19-05-1998