



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 034 055 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
13.03.2002 Patentblatt 2002/11

(21) Anmeldenummer: **98966245.7**

(22) Anmeldetag: **26.11.1998**

(51) Int Cl.7: **B21J 15/20**, B21J 15/02

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP98/07621

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 99/26743 (03.06.1999 Gazette 1999/22)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG EINER STANZNIEVERBINDUNG**
PROCESS AND DEVICE FOR JOINING BY PUNCHING AND RIVETING
PROCEDE ET DISPOSITIF POUR REALISER UN ASSEMBLAGE ESTAMPE RIVETE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **26.11.1997 DE 19752367**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.09.2000 Patentblatt 2000/37

(73) Patentinhaber: **EMHART INC.**
Newark, Delaware 19711 (US)

(72) Erfinder:
• **HERMANN, Dirk**
D-35690 Dillenburg (DE)
• **MAUER, Dieter**
D-35457 Lollar (DE)

• **OPPER, Reinhold**
D-35418 Alten-Buseck (DE)
• **MÖSER, Joachim**
D-35327 Ulrichstein-Bobenheim (DE)

(74) Vertreter: **Shaya, Darrin Maurice**
Black & Decker Europe,
European Group Headquarters,
210 Bath Road
Slough, Berkshire SL1 3YD (GB)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-93/24258 **WO-A-94/14554**
FR-A- 2 350 901 **US-A- 5 678 970**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 034 055 B1

Beschreibung

[0001] Der Gegenstand der Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren, sowie auf eine Vorrichtung zur Herstellung einer Stanznietverbindung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und 20 (siehe z. B. WO-A-94/14554).

[0002] Insbesondere in der Automobilindustrie gewinnen Nietverbindungen eine immer größere Bedeutung, da sie eine Alternative zur Schweißverbindung bilden können. Bei schlecht schweißbaren Werkstoffpaarungen stellen Nietverbindungen eine geeignete Alternative dar. Durch Stanznieten werden die zu verbindenden Teile ohne Vorlochen verbunden. Das beim konventionellen Nieten erforderliche Vorlochen der Fügeteile wird durch einen entsprechenden Schneidvorgang des Stanznietes ersetzt.

[0003] Beim Stanznieten mit einem Halbhohlmetall werden die zu verbindenden Bauteile auf eine Matrize gelegt. Diese werden durch einen Niederhalter auf der Matrize fixiert. Der Halbhohlmetall durchtrennt die dem Halbhohlmetall zugewandte Lage durch. Danach wird der Halbhohlmetall in der bzw. in den unteren Lagen unter Ausbildung eines Schließkopfes plastisch verformt. Die Gestalt des Schließkopfes wird im wesentlichen durch die Form einer Matrize bestimmt. Das aus der oberen Lage und unter Umständen aus weiteren Lagen ausgestanzte Material füllt den hohlen Hohlraum des Halbhohlmetalls aus und wird unverlierbar eingeschlossen. Danach wird das Halbhohlmetall gestaucht, so daß zum einen eine weitere Ausbildung des Schließkopfes erfolgt und zum anderen der Kopf des Halbhohlmetalls im wesentlichen mit der oberen Lage bündig abschließt.

[0004] Durch den Aufsatz von L. Budde und W. Lappe "Nieten ohne Vorlochen - Stanznieten ist zukunftsreich in der Blechverarbeitung", erschienen in der Zeitschrift Bänder Bleche Rohre 5-1991, Seiten 95 - 100, ist bekannt, daß von entscheidender Bedeutung für eine qualitativ hochwertige Stanznietverbindung mit einem Halbhohlmetall einerseits das einwandfreie Festhalten der positionierten Bauteile, so daß aufgrund einer Nachfließbewegung beim Stanzen die Position der Bauteile zueinander nicht verändert wird, und andererseits die fügespezifische Wahl eines geeigneten Stanznietes hinsichtlich werkstoffsspezifischer Zusammensetzung und seiner Nietgeometrie ist.

[0005] Um sicherzustellen, daß eine Nachfließbewegung beim Stanzen nicht eintritt, ist durch die WO 94/14554 bekannt, daß die Klemmkraft des Niederhalters, durch den die Bauteile auf der Matrize fixiert werden, gegen Ende des Stanznietvorgangs erheblich ansteigt. Durch diese Ausgestaltung des Verfahrens zur Herstellung einer Stanznietverbindung soll auch erreicht werden, daß im Bereich des Kopfes des Stanznietes keine ringförmige Vertiefungen oder Verwerfungen entstehen.

[0006] Zur Durchführung des Verfahrens schlägt die WO 94/14554 eine Vorrichtung vor, die eine Matrize, ei-

nen Niederhalter und einen Stempel aufweist. Zwischen dem Niederhalter und der Matrize sind wenigstens zwei Lagen von Bauteilen klemmbar. Der Niederhalter ist über eine erste Kolben-Zylinder-Einheit bewegbar. Eine zweite Kolben-Zylinder-Einheit ist als Antriebseinheit für den Stempel vorgesehen. Die erste und die zweite Kolben-Zylinder-Einheit sind unabhängig voneinander betätigbar.

[0007] Eine ähnliche Ausgestaltung einer Vorrichtung zur Herstellung einer Stanznietverbindung ist durch die WO 93/24258 bekannt. Auch diese Vorrichtung weist eine Kolben-Zylinder-Einheit, durch die die notwendige Klemmkraft des Niederhalters erzeugt werden kann, auf. Durch entsprechende Drucksteuerung können unterschiedliche Klemmkräfte erzeugt werden. Die Vorrichtung nach der WO 93/24258 weist eine zweite Kolben-Zylinder-Einheit als Antriebseinheit des Stempels auf.

[0008] Die mechanischen Eigenschaften einer Stanznietverbindung, insbesondere das Festigkeitsverhalten der Stanznietverbindung sind abhängig von der Ausbildung des Schließkopfes. Das Festigkeitsverhalten wird auch durch die Ausgestaltung des Bereichs der Bauteile zwischen dem Kopf und dem Schließkopf des Stanznietes beeinflusst.

[0009] Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, das bekannte Verfahren zur Herstellung einer Stanznietverbindung so weiterzubilden, daß einerseits eine materialschonende Herstellung einer Stanznietverbindung und andererseits eine Stanznietverbindung mit höherer Festigkeit erreicht wird. Ein weiteres Ziel der Erfindung ist, eine Vorrichtung zur Herstellung einer Stanznietverbindung anzugeben, die dazu geeignet ist materialschonend eine Stanznietverbindung herzustellen. Durch die Vorrichtung soll auch erreicht werden, daß die mittels der Vorrichtung hergestellte Stanznietverbindung hohe Festigkeitswerte erreicht.

[0010] Diese Zielsetzung wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 20 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der jeweiligen Unteransprüche.

[0011] Durch das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung einer Stanznietverbindung wird erreicht, daß während eines Stanznietvorgangs eine vom Niederhalter auf die mindestens zwei Lagen ausgeübte Klemmkraft entsprechend einem vorgegebenen Verlauf variiert wird. Eine Variation der vom Niederhalter auf die mindestens zwei Lagen ausgeübte Klemmkraft wird dadurch erreicht, daß der Niederhalter über eine Kopplungseinheit mit dem Stempel so verbindbar ist, daß während eines Stanznietvorganges eine Kopplung des Niederhalters mit dem Stempel zwischen einem im wesentlichen starren Kopplungszustand und einem entkoppelten Zustand verändert werden kann. Durch diese erfindungsgemäße Verfahrensführung wird erreicht, daß beim starren Kopplungszustand der Niederhalter

synchron mit dem Stempel, insbesondere in Richtung der Matrice verfahrbar ist. Im entkoppelten Zustand kann unter Beibehaltung oder Variation der vom Niederhalter auf die Bauteile einwirkenden Klemmkraft eine Bewegung des Stempels durchgeführt werden.

[0012] Dadurch, daß die vom Niederhalter auf die Bauteile einwirkende Klemmkraft veränderlich ist, da diese von der Bewegung des Stempels abhängig ist, wird auch erreicht, daß für einzelne Abschnitte des Stanznietvorgangs stets die hinreichend notwendige Klemmkraft aufgebracht wird. Das Maß, um welches die Klemmkraft verändert wird, ist abhängig vom Kopplungszustand. Insbesondere wird vorgeschlagen, daß der Kopplungszustand in Abhängigkeit vom Stempelweg oder einer aus dem Stempelweg abgeleiteten Kenngröße verändert wird.

[0013] In Abhängigkeit von Werkstoffpaarungen, sowie von mechanischen Eigenschaften der Werkstoffe der Lagen, kann es zweckmäßig sein, daß die Lagen zunächst mit einer verringerten Klemmkraft gegen die Matrice gedrückt werden. Danach können die Lagen mit einer gegenüber der verringerten Klemmkraft variierenden Klemmkraft gegen die Matrice gedrückt werden. Insbesondere sollte die Klemmkraft während des Stauchvorgangs erhöht werden. Dies hat den Vorzug, daß bei einer Ausbildung einer den Kopf des Hohlniets wenigstens teilweise umgebenden Wulst, diese durch den Niederhalter so gestaucht wird, daß der Kopf des Hohlniets bündig mit der Lage abschließt. Die Klemmkraft kann dabei auch wesentlich höher sein, als die übliche Klemmkraft.

[0014] Die Variation des Kopplungszustandes in Abhängigkeit vom Stempelweg kann kontinuierlich oder diskontinuierlich erfolgen. Eine kontinuierliche Änderung des Kopplungszustandes wird bevorzugt, da hierdurch keine schlagartige Änderung der Klemmkraft eintritt. Auch bei einer diskontinuierlichen Änderung des Kopplungszustandes können die Sprünge der Klemmkraft so gewählt werden, daß keine ausgeprägt schlagartige Änderung der Verfahrensparameter eintritt.

[0015] Durch eine starre Koppelung des Niederhalters mit dem Stempel, vollzieht der Niederhalter die gleiche Bewegung wie der Stempel. Der Niederhalter bringt im wesentlichen die gleiche Kraft auf, wie der Stempel. Entsprechend einem vorgegebenen Verlauf der Klemmkraft kann durch Steuerung der Kopplungseinheit der Niederhalter vom Stempel entkoppelt werden. Die weitere Klemmkrafteinwirkung des Niederhalters wird über die Kopplungseinheit gesteuert. Soll nach einem vorgegebenen Stempelweg der Niederhalter eine höhere Kraft auf die Lagen ausüben, so kann der Niederhalter über die Kopplungseinheit wieder mit dem Stempel gekoppelt werden.

[0016] Insbesondere wird vorgeschlagen, daß der Niederhalter mit dem Stempel zu den zu verbindenden Lagen so verfahren wird, daß der Niederhalter die Lagen mit einer vorgegebenen Klemmkraft gegen die Matrice drückt. Der Niederhalter wird von dem Stempel ent-

koppelt und der Stempel zur Durchtrennung wenigstens der dem Halbhohl-niet zugewandten Lage, einer Ausbildung eines Schließkopfes zur Stauchung des Halbhohl-niets weiter verfahren, wobei der Halter gegebenenfalls nach einem vorgegebenen Stempelweg an den Stempel gekoppelt wird.

[0017] Eine Variation der Klemmkraft in Abhängigkeit vom Stempelweg erfolgt vorzugsweise entsprechend einem vorgegebenen Verlauf der Klemmkraft in Abhängigkeit vom Stempelweg. Der vorgegebene Klemmkraft-Stempelweg-Verlauf ist dabei ein Soll-Verlauf, der vorzugsweise kontinuierlich mit dem Ist-Verlauf der Klemmkraft in Abhängigkeit vom Stempelweg verglichen wird. Hierzu wird vorgeschlagen, daß ein Stempelweg gemessen oder eine aus dem Stempelweg abgeleitete Kenngröße mit einer vorgegebenen Soll-Größe verglichen wird.

[0018] Vorzugsweise wird in Abhängigkeit vom Vergleichsergebnis der Niederhalter vom Stempel entkoppelt bzw. an den Stempel gekoppelt.

[0019] Durch die erfindungsgemäße Verfahrensführung wird auch eine schonende plastische Umformung des Stanznietes in wenigstens einer Lage gewährleistet, ohne das diese Lage bzw. diese Lagen übermäßig geschwächt wird bzw. werden. Eine übermäßige Schwächung der Lage bzw. der Lagen kann zu einer ungewollten Durchstanzung dieser Lage bzw. dieser Lagen führen. Eine Durchstanzung der Lage bzw. der Lagen würde in Abhängigkeit von den Werkstoffpaarungen zu einer Korrosion führen. Durch das erfindungsgemäße Verfahren tritt diese Problematik jedoch nicht auf.

[0020] Nach einer vorteilhaften Weiterbildung des Verfahrens wird vorgeschlagen, daß der Kopplungszustand in Abhängigkeit von den Werkstoffeigenschaften, insbesondere von der Festigkeit, wenigstens einer Lage verändert wird. Dieser vorteilhaften Weiterbildung liegt der Gedanke zugrunde, daß die Lagen ein unterschiedliches Fließverhalten, bzw. Deformationsverhalten aufweisen können. Insbesondere wird vorgeschlagen, daß ein Klemmkraft-Stempelweg-Verlauf in Abhängigkeit von den Eigenschaften der Paarung der Lagen aus unterschiedlichen Werkstoffen verändert wird. Soll beispielsweise eine Lage aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung mit einer zweiten Lage aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung mittels eines Stanznietes verbunden werden, so wird der Kopplungszustand anders verändert, als für eine Verbindung Aluminium/Stahl. Hierbei kann auch berücksichtigt werden, daß der Kopplungszustand auch davon abhängig sein kann, welche Werkstoffeigenschaften die durchzustanzende Lage bzw. die umzuformende Lage aufweist.

[0021] Zu einer weiteren Verbesserung der Ausbildung einer Stanznietverbindung wird vorgeschlagen, daß der Kopplungszustand in Abhängigkeit von einer Dicke wenigstens einer Lage, insbesondere dem Stanzniet zugewandten Lage verändert wird. Hierdurch soll dem Umstand Rechnung getragen werden, daß das Fließverhalten der Lage(n) auch von der Dicke der Lage

(n) abhängig ist. Bei einer relativ dünnen Lage besteht eher die Gefahr, daß die Lage im Bereich des Kopfes des Stanznietes überbeansprucht wird, wodurch Texturen oder Risse auftreten können. Dies kann vermieden werden, indem eine Fließbewegung dieser Lage zum Halbhohniet hin wenigstens während eines Teils des Stanznietvorgangs, wobei der Kopplungszustand von einer starren zu einer weniger starren Verbindung zwischen dem Niederhalter und dem Stempel verändert wird, zugelassen wird. Bei relativ dicken Lagen kann die Klemmkraft gegenüber Lagen mit relativ geringer Dicke, höher gewählt werden, da dicke Lagen ein andersartiges Beanspruchungsverhalten aufweisen. Eine Überbeanspruchung der dicken Lage tritt gegenüber einer dünnen Lage wesentlich später auf, da genügend Material für eine Fließbewegung in die Matrize und zum Halbhohniet hin vorhanden ist.

[0022] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens wird vorgeschlagen, daß der Kopplungszustand in Abhängigkeit von den Werkstoffeigenschaften des Stanznietes verändert wird. Insbesondere wird als Kriterium für die Veränderung des Kopplungszustandes die Härte des Stanznietes vorgeschlagen.

[0023] Auch die Geometrie des Stanznietes, insbesondere die Ausgestaltung der freien Stirnfläche des Stanznietes, sowie der Ausnehmung des Halbhohnietes spielt für die Ausgestaltung der Nietverbindung eine Rolle. Die Geometrie des Stanznietes beeinflusst den Stanz- und den Umformvorgang. Es wird daher vorgeschlagen, daß der Kopplungszustand in Abhängigkeit von einer Geometrie des Stanznietes verändert wird. Bei der Geometrie des Stanznietes können auch einzelne geometrische Größen des Stanznietes als ein Kriterium herangezogen werden. Hierbei kann beispielsweise der Querschnitt des Stanznietes, die Länge des Stanznietes als Faktoren herangezogen werden. Auch die weiteren geometrischen Größen eines Stanznietes können als Kriterien für die Wahl eines geeigneten Kopplungszustands-Verlaufes herangezogen werden.

[0024] Insbesondere kann der Kopplungszustand wenigstens während mindestens eines Teils eines Stauchvorgangs soweit verringert werden, daß eine im wesentlichen quer zum Halbhohniet verlaufende Bewegung wenigstens einer Lage ermöglicht wird. Hierdurch wird erreicht, daß ein Materialfluß während der Ausbildung des Schließkopfes eintritt, so daß die Lagen im Bereich der Stanznietverbindung einer geringeren mechanischen Beanspruchung, insbesondere einer Zugbeanspruchung, ausgesetzt werden

[0025] Als ein weiteres Kriterium für die Verfahrensführung kann eine Stempelkraft des Stempels bestimmt und mit einer vorgegebenen Soll-Größe verglichen werden, wobei der Niederhalter vorzugsweise in Abhängigkeit von der Stempelkraft und/oder dem Stempelweg von dem Stempel entkoppelt bzw. mit dem Stempel gekoppelt wird.

[0026] Zusätzlich oder alternativ kann die Klemmkraft des Niederhalters während des Stanznietvorgangs be-

stimmt und mit einer vorgegebenen Soll-Größe verglichen werden. Durch den Vergleich kann die Klemmkraft in Abhängigkeit vom Stempelweg variiert werden.

[0027] Eine Soll-Kennlinie eines Klemmkraft-Stempelweg-Verlaufes kann durch Versuche ermittelt werden. Hierbei ist zunächst davon auszugehen, daß eine solche Soll-Kennlinie für die bestimmte, während des Versuchs ausgebildete, Stanznietverbindung gültig ist. Für Stanznietverbindungen, die sich hinsichtlich der Werkstoffeigenschaften der Lagen, deren Geometrie usw. ändern, sind entsprechende weitere Soll-Kennlinien zu ermitteln. In einer ersten Näherung kann bei der Ermittlung einer Soll-Kennlinie für eine vorgegebene Stanznietaufgabe durch Extrapolation der bekannten Soll-Kennlinien eine angenommene Soll-Kennlinie ermittelt werden, die als Grundlage für den Vergleich mit dem Klemmkraft-Stempelweg-Verlauf dienen kann.

[0028] Im Hinblick darauf, daß die Lagen im Rahmen der fertigungstechnischen Toleranzen unterschiedlich dick sein können, wird vorgeschlagen, daß der Niederhalter an den Stempel in Abhängigkeit von einer Stempelkraft gekoppelt wird. Es kann auch eine Kopplung des Niederhalters an den Stempel erfolgen, wenn die Stempelkraft und der Verfahrensweg des Stempels innerhalb eines bestimmten Toleranzfeldes liegen.

[0029] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens wird vorgeschlagen, daß eine Klemmkraft des Niederhalters direkt oder indirekt gemessen wird. Der Niederhalter kann in Abhängigkeit von der Klemmkraft und/oder der Stempelkraft und/oder dem Verfahrensweg des Stempels von dem Stempel entkoppelt bzw. an den Stempel gekoppelt werden.

[0030] Besonders zweckmäßig ist es, wenn bei dem erfindungsgemäßen Verfahren der Niederhalter einen Kolben und der Stempel einen Druckkolben aufweisen, wobei der Kolben und der Druckkolben relativ zueinander innerhalb einer gemeinsamen Kammer bewegbar sind, wobei zwischen dem Kolben und dem Druckkolben ein Fluid, vorzugsweise ein im wesentlichen inkompressibles Fluid, vorgesehen ist, wobei der Abstand des Kolbens und des Druckkolbens relativ zueinander im wesentlichen durch das Fluid, insbesondere das Fluidvolumen, verändert wird. Die Kammer mit dem Fluid sowie dem Kolben und dem Druckkolben bilden die Kopplungseinheit. Durch Veränderung des Volumens oder des Drucks des Fluids zwischen dem Kolben und dem Druckkolben kann der Kopplungszustand zwischen Niederhalter und Stempel variiert werden. Ist das Fluidvolumen konstant, insbesondere bei einem im wesentlichen inkompressiblen Fluid, so besteht zwischen dem Stempel und dem Niederhalter eine starre Verbindung. Der Niederhalter vollzieht bei einer Bewegung des Stempels eine dem Stempelweg entsprechende Lageveränderung. Wird das Fluidvolumen während der Stempelbewegung verändert und zwar derart, daß dieses verringert wird, so vollzieht der Stempel eine größere Stempelbewegung als der Niederhalter. Der Niederhalter kann bei entsprechender Veränderung des

Fluidvolumens ortsfest sein, wobei die Kraft, mit der der Niederhalter auf die Bauteile einwirkt, veränderlich oder konstant in Abhängigkeit vom Fluidvolumen verändert werden kann. In entsprechender Weise kann durch den Fluiddruck der Kopplungszustand beeinflusst werden.

[0031] Vorzugsweise wird wenigstens ein Teil des Fluids aus der Kammer in eine Ausgleichskammer geleitet, wodurch die relative Lage des Kolbens und des Druckkolbens zueinander verändert wird. Die Geschwindigkeit, mit der eine Lageänderung des Kolbens und des Druckkolbens eintritt, kann durch die Strömungsgeschwindigkeit des Fluids aus der Kammer beeinflusst werden. Durch die Strömungsgeschwindigkeit wird somit auch die Änderungsgeschwindigkeit der Klemmkraft beeinflusst.

[0032] Das aus der Kammer in ein Reservoir ausgeströmte Fluid wird zur Ausbildung einer weiteren Stanznietverbindung aus der Ausgleichskammer in die Kammer zurückgeführt, wodurch eine geschlossene Fluidführung erreicht wird.

[0033] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens wird vorgeschlagen, daß der Niederhalter mit einem Kolben verbunden ist, der in einem doppelt wirkenden Zylinder angeordnet ist, durch den sich der Stempel hindurch erstreckt. Der Stempel weist einen Druckkolben auf, der in einer mit einem, vorzugsweise inkompressiblen, Fluid beaufschlagbaren Kammer geführt ist. Die Kammer ist mit einem volumetrisch veränderlichen Reservoir verbunden. Die Kammer ist mit dem Zylinder starr verbunden und verschieblich in einem Gehäuse geführt.

[0034] Die Änderung des Fluiddrucks erfolgt vorzugsweise in Abhängigkeit vom Stempelweg und/oder dem Verfahrensweg des Niederhalters und/oder der Klemmkraft und/oder der Stempelkraft. Vorzugsweise wird ein Fluidruck in Abhängigkeit vom Stempelweg bestimmt und der Fluiddruck-Stempelweg-Verlauf mit einem vorgegebenen Soll-Verlauf verglichen. In Abhängigkeit von dem Vergleich wird ein mit der Kammer fluidisch in Verbindung stehendes Druckregelventil angesteuert. Durch das Druckregelventil wird der Fluiddruck in der Kammer gesteuert.

[0035] Vorzugsweise wird die Fluidentnahme in Abhängigkeit von der Klemmkraft und/oder der Stempelkraft und/oder dem Verfahrensweg des Stempels und/oder dem Verfahrensweg des Niederhalters gesteuert.

[0036] Erfolgt aus der Kammer keine Fluidentnahme, so bewirkt der Druckkolben einen Druckaufbau des Fluids in der Kammer, wodurch das Fluid einen Druck auf den Kolben des Niederhalters ausübt und der Niederhalter in Richtung der Lagen bewegt wird. Hat der Niederhalter die zur Klemmung der Lagen zwischen dem Niederhalter und der Matrize notwendige Kraft erbracht, so kann beispielsweise durch geeignete Fluidentnahme aus der Kammer der Stempel weiter bewegt werden, wobei die Klemmkraft zwischen Niederhalter und Matrize erhalten bleibt. Erfolgt eine stärkere Volumenänderung durch Fluidentnahme aus der Kammer

als die bedingte Volumenänderung durch die Stempelwegänderung, so nimmt die Klemmkraft des Niederhalters ab, wobei der Stempel den eigentlichen Stanznietvorgang durchführt.

[0037] Sollen die Lagen zunächst mit einer verringerten Klemmkraft gegen die Matrize und danach mit einer gegenüber der verringerten Klemmkraft höheren Klemmkraft gegen die Matrize gedrückt werden, so kann dies durch keine oder nur eine geringere Fluidentnahme aus der Kammer erfolgen.

[0038] Nach einem weiteren erfinderischen Gedanken wird eine Vorrichtung zur Herstellung einer Stanznietverbindung mit einer Matrize, einem Niederhalter und einem Stempel vorgeschlagen. Der Stempel und der Niederhalter sind zur Matrize hin und von dieser weg bewegbar. Zwischen dem Niederhalter und einer Matrize sind mindestens zwei Lagen von Bauteilen klemmbar. Ein Stanzniet, bei dem es sich beispielsweise um einen Halbhohl-niet, einen Vollniet, handeln kann, wird mittels des Stempels zur Verbindung der Lagen mindestens durch die dem Niederhalter benachbarte Lage der Bauteile hindurchgetrieben. Die erfindungsgemäße Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, daß eine Kopplungseinheit vorgesehen ist, die den Niederhalter und den Stempel so verbindet, daß während eines Stanznietvorgangs eine Kopplung des Niederhalters mit dem Stempel zwischen einem im wesentlichen starren Kopplungszustand und einem entkoppelten Zustand verändert werden kann. Der Stempel wird über eine Antriebseinheit angetrieben.

[0039] Ein Vorteil dieser Ausgestaltung der Vorrichtung kann darin gesehen werden, daß der Niederhalter in Abhängigkeit vom Stempel bewegt wird. Dadurch, daß der Niederhalter mit dem Stempel im wesentlichen starr koppelbar ist, wird auch eine Klemmkraft relativ schnell erreicht.

[0040] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Vorrichtung wird vorgeschlagen, daß der Niederhalter einen Kolbenboden und der Stempel einen Druckkolben aufweisen. Der Kolben und der Druckkolben sind in einer mit einem, vorzugsweise inkompressiblen, Fluid gefüllten Kammer der Kopplungseinheit relativ zueinander bewegbar, wobei der Fluiddruck in der Kammer veränderbar ist.

[0041] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Vorrichtung wird vorgeschlagen, daß eine Steuereinrichtung vorgesehen ist, die zur Ansteuerung der Kopplungseinheit dient. Durch die Steuereinheit kann erreicht werden, daß über die Kopplungseinheit während eines Stanznietvorgangs eine vom Niederhalter auf die mindestens zwei Lagen ausgeübte Klemmkraft entsprechend einem vorgegebenen Verlauf in Abhängigkeit wenigstens vom Stempelweg oder einer aus dem Stempelweg abgeleiteten Kenngröße variiert wird.

[0042] Der Fluiddruck kann durch Fluidentnahme aus der Kammer gesteuert werden, so daß die relative Lage des Kolbens bezüglich des Druckkolbens von dem Volumen des entnommenen Fluids abhängig ist.

[0043] Wird kein Fluid entnommen, so besteht zwischen dem Kolben und dem Druckkolben eine im wesentlichen starre Verbindung, so daß der Niederhalter synchron mit dem Stempel bewegt wird. Durch geeignete Entnahme des Fluids kann die Klemmkraft aufrechterhalten oder verändert werden, obwohl der Stempel mit dem Druckkolben sich in Richtung der Lagen bewegt. Die Fluidentnahme kann auch derart gesteuert werden, daß geeignete Klemmkraftprofile des Niederhalters verwirklicht werden können.

[0044] Vorzugsweise weist die Vorrichtung eine Ausgleichskammer auf, in das über wenigstens eine Leitung wenigstens ein Teil des Fluids während eines Stanznietvorgangs aus der Kammer leitbar, und für einen erneuten Stanznietvorgang aus der Ausgleichskammer in die Kammer zurückleitbar ist.

[0045] Vorzugsweise ist wenigstens eine Leitung zwischen der Ausgleichskammer und der Kammer vorgesehen, in der ein Druckregelventil angeordnet ist. Durch das Druckregelventil kann der Fluiddruck in der Kammer gesteuert werden. Zur automatischen Steuerung der Vorrichtung wird vorgeschlagen, daß ein Drucksensor zur Messung des Fluiddrucks vorgesehen ist, der mit der Steuereinrichtung verbunden ist. Mit der Steuereinrichtung ist ebenfalls das Druckregelventil verbunden. Vorzugsweise wird ein Fluiddruck in Abhängigkeit vom Stempelweg bestimmt und ein Fluiddruck-Stempelweg-Verlauf oder ein Kenngrößen-Verlauf bestimmt, dieser mittels der Steuereinrichtung mit einem vorgegebenen Soll-Verlauf verglichen und das Druckventil in Abhängigkeit von dem Vergleich entsprechend angesteuert. Hierdurch wird erreicht, daß die Klemmkraft im wesentlichen über die Fluiddruckregelung gesteuert wird.

[0046] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Vorrichtung wird vorgeschlagen, daß der Niederhalter mit einem Kolben verbunden ist, der in einem doppelt wirkenden Zylinder angeordnet ist. Durch den Zylinder erstreckt sich der Stempel hindurch. Der Stempel weist einen Druckkolben auf, der in einer mit einem inkompressiblen Fluid beaufschlagbaren Kammer geführt ist. Die Kammer ist mit einem volumenveränderlichen Reservoir verbunden. Die Kammer ist mit dem Zylinder starr verbunden und verschieblich in einem Gehäuse geführt.

[0047] Um eine qualitativ hochwertige Stanznietverbindung zu erreichen, wird vorgeschlagen, daß die Vorrichtung eine Wegmeßeinrichtung aufweist, durch die wenigstens ein Verfahrensweg des Stempels gemessen wird, und der Niederhalter in Abhängigkeit von dem Verfahrensweg des Stempels entkoppelt bzw. mit dem Stempel gekoppelt wird. Der Verlauf der Wegänderung des Stempels kann zu einer Qualitätsaussage über die zu erzielende Stanznietverbindung herangezogen werden. Eine Qualitätsüberprüfung der Stanznietverbindung kann bereits während der Ausbildung der Stanznietverbindung vorgenommen werden. Die Wegmeßeinrichtung ist vorzugsweise am Stempel an-

geordnet.

[0048] Alternativ oder zusätzlich wird vorgeschlagen, daß die Vorrichtung eine Meßeinrichtung aufweist, durch die eine Stempelkraft des Stempels gemessen oder bestimmt wird, wobei der Niederhalter in Abhängigkeit von der Stempelkraft und/oder dem Stempelweg vom Stempel entkoppelt bzw. mit dem Stempel gekoppelt wird.

[0049] Auch die Messung der Klemmkraft des Niederhalters kann zur Qualitätssicherung herangezogen werden. Insbesondere kann durch eine Messung des Weges des Stempels, der Kraft des Stempels bzw. der Klemmkraft des Niederhalters der geeignete Zeitpunkt der Entkopplung bzw. Kopplung des Niederhalters mit dem Stempel bestimmt werden.

[0050] Es kann auch mit geeigneten Mitteln der Weg des Niederhalters abgemessen werden. Die Wegmessung des Niederhalters kann zu einer Aussage über die Dicke der zu verbindenden Lagen der Bauteile herangezogen werden, so daß der Weg des Stempels in Kenntnis der Dicke der Lagen bestimmt werden kann. Dies ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn die Dicke der Lagen aufgrund fertigungstechnischer Toleranzen innerhalb eines Toleranzfeldes liegt. Hierdurch wird auch vermieden, daß beispielsweise bei einer Stanznietverbindung mittels selbstlochenden Stanznietes nicht die unterste Lage durch das Stanzniet durchtrennt wird. Durch den Niederhalter können auch die Lagen so gegeneinander gedrückt werden, daß diese aneinander liegen, bevor der eigentliche Stanznietvorgang ausgelöst wird.

[0051] Der Antrieb des Stempels kann mittels einer hydraulischen Antriebseinheit erfolgen. Statt einer hydraulischen Antriebseinheit wird auch vorgeschlagen, daß der Stempel mittels einer motorischen, insbesondere einer elektromotorischen, Antriebseinheit angetrieben wird. Durch die Antriebseinheit vollzieht der Stempel eine im wesentlichen lineare Bewegung.

[0052] Weitere Einzelheiten und Vorteile des Verfahrens sowie der Vorrichtung werden anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 schematisch und im Schnitt ein erstes Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zur Herstellung einer Stanznietverbindung,
- Fig. 2 schematisch und im Schnitt ein zweites Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zur Herstellung einer Stanznietverbindung,
- Fig. 3 - 8 Momentaufnahmen während eines Stanznietvorgangs der Vorrichtung nach Figur 2 und
- Fig. 9 schematisch ein Diagramm einer Klemmkraft in Abhängigkeit vom Verfahrensweg des Stempels.

[0053] Figur 1 zeigt schematisch und im Schnitt 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. In der Darstellung nach Figur 1 sind zwischen der Matrize 3 und dem Niederhalter 1 zwei Lagen 4, 5 von Bauteilen dargestellt. Die Lagen 4, 5 werden zwischen den Niederhalter 1 und der Matrize 3 geklemmt. Schematisch ist ein Stanzniet 8 dargestellt, welcher auf der Lage 4 aufliegt.

[0054] Der Niederhalter 1 umgibt den Stempel 2. Auch der Stempel 2 ist zur Matrize 3 hin und von dieser weg bewegbar.

[0055] Die Vorrichtung weist eine Kopplungseinheit 6 auf, die den Niederhalter 1 und den Stempel 2 so verbindet, daß während eines Stanznietvorgangs eine Kopplung des Niederhalters 1 mit dem Stempel 2 zwischen einem im wesentlichen starren Kopplungszustand und einem entkoppelten Zustand verändert werden kann. Hierzu weist die Kopplungseinheit 6 einen mit dem Niederhalter 1 verbundenen Kolben 9 auf. Mit dem Stempel 2 ist ein Druckkolben 10 verbunden. Der Kolben 9 und der Druckkolben 10 sind innerhalb einer Kammer 11 relativ zueinander verschieblich. Die Kammer 11 ist durch ein Gehäuse 12 begrenzt. Die Kammer 11 ist mit einem, vorzugsweise im wesentlichen inkompressiblen, Fluid 7 gefüllt. Der Fluiddruck innerhalb der volumenveränderlichen Kammer 11, die durch das Gehäuse 12, den Kolben 9 und den Druckkolben 10 begrenzt wird, ist veränderbar.

[0056] Der Kolben 9 weist eine umlaufende Nut 13 auf, in der ein Dichtring 14 angeordnet ist. Hierdurch wird eine Abdichtung des Kolbens 9 gegenüber dem Innenmantel des Gehäuses 12 erreicht. Innerhalb des Kolbens 9 ist eine Durchgangsöffnung 15 ausgebildet, durch die sich der Stempel 2 hindurcherstreckt. Auch zwischen der Mantelfläche der Durchgangsöffnung 15 und dem Stempel 2 ist eine fluiddichte Verbindung vorgesehen, die durch einen Dichtring 16, der in einer Nut 17 des Kolbens 9 angeordnet ist, gebildet ist.

[0057] Am Außenmantel des Gehäuses 12 ist ein Gehäuseteil 18 vorgesehen, in dem eine Rückholfeder 19 angeordnet ist. Das Gehäuseteil 18 ist mit dem Gehäuse 12 verbunden. Vorzugsweise ist das Gehäuseteil 18 mit dem Gehäuse 12 verschraubt. Die Rückholfeder 19 ist mit ihrem einen Ende mit dem Niederhalter 1 und mit dem gegenüberliegenden Ende mit dem Gehäuse 12 verbunden. Bei einer Bewegung des Niederhalters in Richtung der Lagen 4, 5 wird die Rückholfeder 19 gespannt. Durch die Vorspannung der Rückholfeder 19 kann der Niederhalter 1 zurückgezogen werden.

[0058] Auf der Kammer 11 gegenüberliegenden Stirnfläche des Druckkolbens 10 ist eine Ausgleichskammer 20 ausgebildet. Die Ausgleichskammer 20 weist einen Anschluß 22 auf, durch den ein elastisches Ausgleichselement 21 mit Druck beaufschlagbar ist. Der Stempel 2 erstreckt sich durch eine Abschlußplatte 23 hindurch.

In der Abschlußplatte 23 ist ein Dichtungselement 24 angeordnet, welches dichtend an dem Außenmantel des Stempels 2 anliegt.

[0059] Das Gehäuse 12 ist mit einem Gestell 25 verbunden. Figur 1 zeigt eine Wegmeßeinrichtung 26, durch die der Stempelweg meßbar ist. Die Wegmeßeinrichtung 26 ist mit einer Steuereinrichtung 27 verbunden. Die Steuereinrichtung 27 ist über eine Sensorleitung 36 mit einem Drucksensor 28 verbunden. Der Drucksensor 28 ist in einer Leitung 29 angeordnet, die über einen Anschluß 30 mit der Kammer 11 verbunden ist. Eine Leitung 35 führt zu der Ausgleichskammer 20. In der Leitung 35 ist ein Druckregelventil 31, das über eine Steuerleitung 32 mit der Steuereinrichtung 27 verbunden ist.

[0060] Über eine nicht dargestellte Antriebseinheit ist der Stempel 2 und damit auch der Druckkolben 10 in Richtung der Matrize 3 und von dieser weg bewegbar. Ist das Druckregelventil 31 geschlossen und die Kammer 11 mit einem im wesentlichen inkompressiblen Fluid gefüllt, so besteht zwischen dem Stempel 2 und dem Niederhalter 1 eine im wesentlichen starre Kopplung.

[0061] Aufgrund der starren Kopplung und der Bewegung des Stempels 2 bewegt sich auch der Niederhalter 1 in Richtung der Matrize 3. Der Niederhalter 1 ist so lange mit dem Stempel 2 starr gekoppelt, bis der Niederhalter 1 eine vorgegebene Klemmkraft auf die Lagen 4, 5 aufbringt.

[0062] Die Klemmkraft wird in Abhängigkeit von dem Druck des Fluids in der Kammer 11 durch den Drucksensor 28 bestimmt.

[0063] Der Stempel 2 mit dem Niet 8 wird auf der Lage 4 positioniert. Diese Position bildet beispielsweise eine Referenzlage, von der aus eine Wegmessung des Stempels 2 erfolgt. Danach treibt der Stempel 2 das Stanzniet 8 in wenigstens die Lage 4 hinein. Hierbei wird der Verfahrensweg des Stempels 2 durch die Wegmeßeinrichtung 26 gemessen. Die Wegmeßeinrichtung 26 übermittelt ein Ausgangssignal an die Steuereinrichtung 27. Ist vorgegeben worden, daß der Niederhalter 1 nach einem Durchtrennen wenigstens der Lage 4 mit einer verringerten Klemmkraft auf die Lagen 4, 5 drückt, so wird in Abhängigkeit des Verfahrenswegs des Stempels 2 durch die Steuereinrichtung 27 das Druckregelventil 31 angesteuert. Durch das Druckregelventil 31 wird die Leitung 29 wenigstens teilweise freigegeben, so daß ein Fluid 7 aus der Kammer 11 über die Leitung 29 ausströmen kann. Gleichzeitig bewegt sich der Druckkolben 10 in Richtung der Matrize 3 ohne daß die Klemmkraft des Niederhalters 1 verändert wird.

[0064] Das aus der Kammer 11 ausströmende Fluids wird der Ausgleichskammer 20 zugeführt. Der Drucksensor 28 mißt während des gesamten Vorgangs den Druck innerhalb der Kammer 11 und übermittelt diesen der Steuereinrichtung 27. Soll der Niederhalter zunächst die Lagen mit einer verringerten Klemmkraft klemmen und danach mit einer gegenüber der momen-

tanen Klemmkraft höheren Klemmkraft gegen die Matrize drücken, so wird durch die Steuereinrichtung 27 das Druckregelventil 31 wenigstens teilweise geschlossen. Beim geschlossenen Druckregelventil 31 wird erneut eine quasi starre Verbindung zwischen dem Stempel 2 und dem Niederhalter 1 hergestellt.

[0065] Während eines Stanznietvorgangs strömt wenigstens ein Teil des Fluids aus der Kammer 11 in die Ausgleichskammer 20. Für einen erneuten Stanznietvorgang ist es notwendig, daß das Fluid aus der Ausgleichskammer 20 in die Kammer 11 zurückfließt. Dies kann über die Leitung 35 erfolgen. Um ein möglichst schnelles Rückfließen des Fluids aus der Ausgleichskammer 20 in die Kammer 11 zu erreichen, ist innerhalb des Kolbens 10 ein Kanal 33 vorgesehen, in dem ein Rückschlagventil 34 angeordnet ist. Das Rückschlagventil 34 ist so ausgebildet, daß dieses einen Rückfluß des Fluids aus der Ausgleichskammer 20 in die Kammer 11 ermöglicht. Hierdurch wird ein mögliches Aufschäumen, wenn es sich bei dem Fluid um ein Pneumatiköl handelt, verhindert.

[0066] Durch das Ausgleichselement 21 kann eine Volumenänderung des Fluids aufgrund eines Aufschäumens des Fluids im Reservoir kompensiert werden.

[0067] Die Antriebseinheit der Vorrichtung ist vorzugsweise elektromotorisch wirkend. Die elektromotorische Antriebseinheit ist über eine Übertragungseinheit mit dem Stempel verbunden. Hierdurch wird erreicht, daß eine Rotationsbewegung der elektromotorischen Antriebseinheit über die Übertragungseinheit in eine Translationsbewegung des Stempels erreicht wird. Hierdurch wird vermieden, daß eine stoßartige Beanspruchung der Vorrichtung eintritt, wie dies beispielsweise bei bekannten hydraulischen Vorrichtungen der Fall ist. Bei der Übertragungseinheit handelt es sich vorzugsweise wenigstens um ein Getriebe. Das Getriebe ist vorzugsweise ein Untersetzgetriebe. Dies hat den Vorteil, daß eine Antriebseinheit mit einem relativ geringen Drehmoment verwendet werden kann. Das relativ geringe Drehmoment der Antriebseinheit durch das Untersetzgetriebe in Abhängigkeit von Untersetzverhältnis in ein entsprechend höheres Drehmoment bzw. Kraft auf den Stempel übertragen.

[0068] Die elektromotorische Antriebseinheit ist vorzugsweise mit der Steuereinrichtung verbunden.

[0069] Der Verlauf der Klemmkraft des Niederhalters kann über die Steuereinrichtung 27 vorgegeben werden. Vorzugsweise umfaßt die Steuereinrichtung 27 wenigstens ein elektronisches Datenverarbeitungsgerät.

[0070] Figur 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zur Herstellung einer Stanznietverbindung.

[0071] Die Vorrichtung weist ein im wesentlichen zylinderförmiges Gehäuse 12 auf. In dem Gehäuse ist ein Stempel 2 angeordnet. Der Stempel 2 ist an seinem einem Ende mit einer Setzspindel 53 verbunden. Die Setzspindel 53 ist mit einem nicht dargestellten Antrieb verbunden. Durch eine Spindelmutter 38 erstreckt sich

die Setzspindel 53. Zwischen einer Stirnfläche des Gehäuses 12 und der Spindelmutter 38 ist ein Axiallager 37 angeordnet.

[0072] Innerhalb des Gehäuses 12 ist ein Zylinder 39 angeordnet. Vorzugsweise handelt es sich bei dem Zylinder 39 um einen hydraulischen Gleichgangzylinder. Der Zylinder 39 weist eine Kammer 40 und eine Kammer 11 auf. Die Kammern 11, 40 sind durch einen Druckkolben 10 voneinander getrennt. Dieser ist mit dem Stempel 2 verbunden.

[0073] In dem Gehäuse 12 ist ein weiterer Zylinder 41 angeordnet, der mit dem Zylinder 39 fest verbunden ist. Die Zylinder 39 und 40 sind innerhalb des Gehäuses 12 in axialer Richtung des Gehäuses verschieblich gelagert.

[0074] Der Zylinder 41 begrenzt eine Kammer 42, in der ein Kolben 9 angeordnet ist. Der Kolben 9 ist mit einem Niederhalter 1 verbunden. Der Stempel 2 erstreckt sich durch den Kolben 9 sowie durch den Niederhalter 1, der den Stempel 2 vorzugsweise rundherum umgibt. In dem Ausführungsbeispiel ist dargestellt, daß ein Stanzniet 8 innerhalb des Niederhalters 1 angeordnet ist.

[0075] Der Zylinder 39 weist zwei Anschlüsse 30, 43 auf. Der Anschluß 30 ist über eine Leitung 44 mit einer Ausgleichseinheit 45 verbunden. Die Ausgleichseinheit 45 weist ein Reservoir 46 auf, in die die Leitung 44 mündet. Innerhalb des Reservoirs 46 ist ein Kolben 47 angeordnet. Der Kolben 47 ist über eine Spindel 48 mit einem Antrieb 50 verbunden. Die Spindel 48 sowie der Kolben 47 sind so ausgebildet, daß der Kolben 47 wenigstens teilweise aus dem Reservoir 46 herausgefahren beziehungsweise in diese hineingefahren werden kann, so daß sich das Volumen der Kammer 46 in Abhängigkeit von der Stellung des Kolbens 47 ändert. Die Kammer 40 ist über den Anschluß 43 mit Luft beaufschlagbar.

[0076] Der Zylinder 41 weist zwei Anschlüsse 51, 52 auf, durch die vorzugsweise Luft in die Kammer 42 des Zylinders 41 einleitbar ist, so daß der Kolben 9 und somit auch der Niederhalter 1 zu den Lagen 4, 5 und von diesen weg bewegbar ist.

[0077] Die Arbeitsweise der Vorrichtung nach Figur 2 wird nachfolgend anhand der in den Figuren 3 bis 8 dargestellten Momentaufnahmen erläutert.

[0078] Figur 3 zeigt die Vorrichtung 2 in einer Anfangsstellung. Der Kolben 10 befindet sich in einer mittleren Lage innerhalb des Zylinders 39. Der Kolben 47 der Ausgleichseinheit 45 hat eine Endposition eingenommen, in der das Volumen der Kammer 46 am geringsten ist. Der Kolben 9 hat eine Endstellung eingenommen, in der der Niederhalter 1 mit einem Stanzniet 8 bestückbar ist. In den Niederhalter 1 ist ein Stanzniet 8 eingebracht.

[0079] Die Kammer 42 wird über den Anschluß 52 mit Druckluft beaufschlagt, so daß der Kolben 9 in seine zweite Endstellung verfahren wird. Hiermit bewegt sich auch der Niederhalter 1 von den Lagen 4, 5 weg. Der

Stempel 2 hat seine Lage nicht verändert, so daß der Stanzniet 8 in eine Fügeposition innerhalb des Niederhalters 1 gebracht wird. Die Figur 4 zeigt die vorstehend beschriebene Stellung des Stanzniet 8 innerhalb des Niederhalters 1.

[0080] Der Niederhalter 1 mit dem Stanzniet sind beabstandet zu den zu verbindenden Bauteilen, wie dies aus der Figur 4 ersichtlich ist. Durch Zusammenwirken der Setzspindel 53 mit der Spindelmutter 38 wird der Stempel 2 in Richtung der Bauteile verfahren. Das Volumen der Kammer 11 bleibt unverändert. Der Zylinder 39 und der Zylinder 41 werden mit dem Niederhalter 1 in Richtung der Lagen 4, 5 verfahren. Der Niederhalter 1 übt eine Klemmkraft auf die Lagen 4, 5 aus.

[0081] Bei einer weiteren Bewegung des Stempels 2 in Richtung der Lagen 4, 5 übt der Stempel 2 eine Kraft auf das Stanzniet 8 aus, wodurch eine Ausbildung einer Stanznietverbindung erfolgt. Während der Bewegung des Stempels zur Ausbildung der Stanznietverbindung wird über den Antrieb 50 der Kolben 47 der Ausgleichseinheit 45 so verfahren, daß das Volumen der Kammer 46 vergrößert wird, so daß das Fluid aus der Kammer 11 in die Kammer 46 strömen kann. (Fig. 6).

[0082] Nach der erfolgten Ausbildung einer Stanznietverbindung wird der Niederhalter 1 und der Stempel 8 von den Lagen 4, 5 abgehoben. Das Abheben erfolgt über die Setzspindel 53, wobei der Druck des Fluids in der Kammer 40 vorzugsweise konstant gehalten wird, so daß die Zylinder 39, 41 gleichzeitig mit der Bewegung des Stempels bewegt werden, wie in der Figur 7 dargestellt ist.

[0083] Zur erneuten Bestückung der Vorrichtung mit einem Stanzniet wird der Stempel in seine Endlage weiter verfahren. Das aus der Kammer 11 in die Kammer 46 geleitete Fluidvolumen während der Ausbildung der Stanznietverbindung wird aus der Kammer 46 in die Kammer 11 zurückgeführt. Dies erfolgt dadurch, daß über den Antrieb 50 der Kolben 47 in die Kammer 46 eingerührt wird. Die Kammer 42 wird mit einem Fluid beaufschlagt, so daß der Kolben 9 in seine untere Endstellung verfahren wird. Ein weiterer Stanzniet kann in den Niederhalter eingeführt werden. Die Stanzvorrichtung ist für einen erneuten Stanznietvorgang bereitgestellt. Es kann ein neuer Stanznietvorgang entsprechend durchgeführt werden.

[0084] In der Figur 9 ist schematisch ein Klemmkraft-Stempelweg-Diagramm dargestellt.

[0085] Die Herstellung einer Stanznietverbindung mit einem Hohniet kann in die Abschnitte Schneiden, Spreizen und Stauchen unterteilt werden. Die Ausprägung der einzelnen Abschnitte kann unterschiedlich stark sein.

[0086] Aus dem Verlauf der Klemmkraft über dem Stempelweg ist erkennbar, daß die Klemmkraft relativ schnell ansteigt und im wesentlichen während des gesamten Schneidvorgangs konstant gehalten wird. Der Verlauf zeigt, daß die Klemmkraft während des Spreizvorgangs und im wesentlichen während des Stauchvor-

gangs gegenüber der Klemmkraft während des Schneidvorgangs geringer ist. Durch die Verringerung der Klemmkraft wird erreicht, daß eine zum Halbhohniet hin gerichtete Bewegung wenigstens einer Lage ermöglicht wird.

[0087] Das Klemmkraft-Stempelweg-Diagramm stellt dar, daß kurz vor dem Ende des Stauchvorgangs die Klemmkraft des Niederhalters gegenüber der verringerten Klemmkraft ansteigt. Hierdurch sollen etwaige Ausbildungen von Wülsten oder Verwerfungen, die sich über den Kopf des Stanznietes erheben, in die obere Lage eingedrückt werden.

[0088] Der Verlauf der Klemmkraft in Abhängigkeit vom Stempelweg ist in der Figur 9 schematisch dargestellt. Er kann an unterschiedliche Stanznietaufgaben angepaßt werden. Insbesondere kann der Klemmkraftverlauf in Abhängigkeit von den zu verbindenden Bauteilen, sowie des Stanznietes gewählt werden.

[0089] Gestrichelt ist ein weiterer Verlauf einer Klemmkraft in Abhängigkeit vom Stempelweg dargestellt. Der Verlauf zeigt, daß die Klemmkraft zunächst bis zu einem vorgegebenen Wert steigt und auf diesen Wert gehalten wird. Insbesondere während eines Stauchvorgangs wird die Klemmkraft für einen vorgegebenen Stempelweg erhöht und danach wieder verringert.

[0090] Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist auch für andere Ausbildungen von Nietverbindungen geeignet, insbesondere mittels Hohnnieten, Vollnieten und dergleichen. Es ist nicht zwingend, daß eine Selbstlochung durch ein Niet erfolgt.

Bezugszeichenliste

[0091]

- | | |
|----|------------------|
| 1 | Niederhalter |
| 2 | Stempel |
| 3 | Matrize |
| 4 | Lage |
| 5 | Lage |
| 6 | Kopplungseinheit |
| 7 | Fluid |
| 8 | Stanzniet |
| 9 | Kolben |
| 10 | Druckkolben |
| 11 | Kammer |

12 Gehäuse
 13 Nut
 14 Dichtring
 15 Durchgangsöffnung
 16 Dichtring
 17 Nut
 18 Gehäuse
 19 Rückholfeder
 20 Ausgleichskammer
 21 Ausgleichselement
 22 Anschluß
 23 Abschlußplatte
 24 Dichtungselement
 25 Gestell
 26 Wegmeßeinrichtung
 27 Steuereinrichtung
 28 Drucksensor
 29 Leitung
 30 Anschluß
 31 Stellorgan
 32 Steuerleitung
 33 Kanal
 34 Rückschlagventil
 35 Leitung
 36 Sensorleitung
 37 Lager
 38 Spindelmutter
 39 Zylinder
 40 Kammer

41 Zylinder
 42 Kammer
 5 43 Anschluß
 44 Leitung
 45 Ausgleichseinheit
 10 46 Reservoir
 47 Kolben
 15 48 Spindel
 49 Lager
 50 Antrieb
 20 51 Anschluß
 52 Anschluß
 25 53 Setzspindel

Patentansprüche

- 30 1. Verfahren zur Herstellung einer Stanznietverbindung, bei dem mindestens zwei Lagen (4, 5) durch einen Niederhalter (1) gegen die Matrize (3) gedrückt werden und ein Niet, insbesondere ein Halbhohniet (8), zur Verbindung der Lagen (4, 5) mittels eines Stempels (2) wenigstens die dem Halbhohniet (8) zugewandte Lage (4) durchtrennt, in der bzw. den unteren Lagen (5) unter Ausbildung eines Schließkopfes verformt und danach gestaucht wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Niederhalter (1) über eine Kopplungseinheit (6) mit dem Stempel (2) verbunden ist, und daß während eines Stanznietvorgangs eine Kopplung des Niederhalters (1) mit dem Stempel (2) zwischen einem im wesentlichen starren Kopplungszustand und einem entkoppelten Zustand verändert wird.
- 35 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kopplungszustand in Abhängigkeit vom Stempelweg oder einer aus dem Stempelweg abgeleiteten Kenngröße verändert wird.
- 40 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kopplungszustand in Abhängigkeit von Werkstoffeigenschaften, insbesondere von einer Festigkeit, wenigstens einer Lage verändert wird.
- 45 4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch ge-**
- 50
- 55

kennzeichnet, daß der Kopplungszustand in Abhängigkeit von den Eigenschaften einer Paarung der Lagen (4, 5) aus unterschiedlichen Werkstoffen verändert wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kopplungszustand in Abhängigkeit von einer Anzahl der Lagen (4, 5) verändert wird. 5
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kopplungszustand in Abhängigkeit von einer Dicke wenigstens einer Lage (4, 5), insbesondere der dem Stanzniet (8) zugewandten Lage (4, 5), verändert wird. 10
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kopplungszustand in Abhängigkeit von den Werkstoffeigenschaften des Stanznietes (8) verändert wird. 15
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kopplungszustand in Abhängigkeit von der Härte des Stanznietes (8) verändert wird. 20
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kopplungszustand in Abhängigkeit von der Geometrie des Stanznietes (8) verändert wird. 25
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kopplungszustand wenigstens in einem Endabschnitt des Stauchvorgangs so verändert wird, daß die vom Niederhalter (1) ausgeübte Klemmkraft erhöht wird. 30
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kopplungszustand des Niederhalters (1) derart verändert wird, daß die Klemmkraft so erhöht wird, daß der Kopf mit der dem Stanzniet (8) zugewandten Lage (4) im wesentlichen bündig abschließt. 35
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Niederhalter (1) mit dem Stempel (2) zu den Lagen (4, 5) verfahren wird und der Niederhalter (1) die Lagen (4, 5) mit einer vorgegebenen Klemmkraft gegen eine Matrize (3) drückt, daß der Niederhalter (1) von dem Stempel (2) wenigstens teilweise entkoppelt und der Stempel (2) zur Durchtrennung wenigstens der dem Halbhohl-niet (8) zugewandten Lage (4) zur Ausbildung eines Schließkopfes und zur Stauchung des Halbhohl-nietes (8) weiter verfahren wird, wobei der Niederhalter (1) gegebenenfalls nach einem vorgegebenem Stempelweg oder einer aus dem Stempelweg abgeleiteten Kenngröße an den Stempel (2) gekoppelt wird. 40

pel (2) gekoppelt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein Stempelweg gemessen und der Stempelweg oder eine aus dem Stempelweg abgeleitete Kenngröße und mit einer vorgegebenen Sollgröße verglichen wird, wobei der Kopplungszustand in Abhängigkeit vom Vergleichsergebniss vom Stempel (2) verändert wird. 45
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, bei dem eine Stempelkraft des Stempels (2) bestimmt und mit einer vorgegebenen Sollgröße verglichen wird, wobei der Kopplungszustand in Abhängigkeit von der Stempelkraft und/oder dem Stempelweg (2) verändert wird. 50
15. Verfahren nach Anspruch 12, 13 oder 14, bei dem eine Klemmkraft des Niederhalters (1) bestimmt und mit einer vorgegebenen Sollgröße verglichen wird, wobei der Kopplungszustand in Abhängigkeit von der Klemmkraft und/oder der Stempelkraft und/oder dem Stempelweg (2) verändert wird. 55
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, bei dem der Niederhalter (1) einen Kolben (9) und der Stempel (2) einen Druckkolben (10) aufweisen, der Kolben (9) und der Druckkolben (10) sind in einer mit einem, vorzugsweise inkompressiblen, Fluid gefüllten Kammer (11) der Kopplungseinheit (6) relativ zueinander bewegbar, wobei der Fluidruck in der Kammer (11) verändert wird und der Stempel (2) durch eine Antriebseinheit angetrieben wird. 60
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, bei dem der Niederhalter (1) mit einem Kolben (9) verbunden ist, der in einem Zylinder (41) angeordnet ist, durch den sich der Stempel (2) hindurcherstreckt, der Stempel (2) weist einen einen Druckkolben (10) auf, der in einem mit einem inkompressiblen Fluid beaufschlagbaren Zylinder (39) geführt ist, der mit einer Ausgleichskammer (46) verbunden ist, wobei die Zylinder (39, 41) starr verbunden sind und verschieblich in einem Gehäuse (12) geführt werden. 65
18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, bei dem ein Fluidruck in Abhängigkeit von der Klemmkraft und/oder der Stempelkraft und/oder dem Stempelweg und/oder dem Verfahrensweg des Niederhalters (1) geregelt wird. 70
19. Verfahren nach Anspruch 17, bei dem in Abhängigkeit von der Klemmkraft und/oder der Stempelkraft und/oder dem Stempelweg und/oder dem Verfahrensweg des Niederhalters (1) oder in Abhängigkeit von einem Soll-Ist-Vergleich ein mit der Kammer (11) fluidisch in Verbindung stehendes Stellorgan (31) 75

angesteuert wird.

20. Vorrichtung zur Herstellung einer Stanznietverbindung mit einer Matrize (3), einem Niederhalter (1) und einem Stempel (2), wobei der Stempel (2) und der Niederhalter (1) zur Matrize (3) hin und von dieser weg bewegbar sind, wobei zwischen dem Niederhalter (1) und der Matrize (3) mindestens zwei Lagen (4, 5) von Bauteilen klemmbar sind, und ein Stanzniet (8) zur Verbindung der Lagen (4, 5) mittels des Stempels (2) wenigstens die dem Niederhalter (1) benachbarte Lage (4) eintreibbar ist, **gekennzeichnet durch** eine Kopplungseinheit (6), die den Niederhalter (1) und den Stempel (2) so verbindet, daß während eines Stanznietvorgangs eine Kopplung des Niederhalters (1) mit dem Stempel (2) zwischen einem im wesentlichen starren Kopplungszustand und einem entkoppelten Zustand verändert werden kann, und **durch** eine Antriebseinheit, die den Stempel (2) antreibt.
21. Vorrichtung nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Niederhalter (1) einen Kolben (9) und der Stempel (2) einen Druckkolben (10) aufweisen, daß der Kolben (9) und der Druckkolben (10) sind in einer mit einem, vorzugsweise inkompressiblen, Fluid gefüllten Kammer (11) der Kopplungseinheit (6) relativ zueinander bewegbar, wobei der Fluidruck in der Kammer (11) veränderbar ist.
22. Vorrichtung nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine Steuereinrichtung (27), zur Ansteuerung der Kopplungseinheit (6) vorgesehen ist, wobei während eines Stanznietvorgangs eine vom Niederhalter (1) auf die mindestens zwei Lagen (4, 5) ausgeübte Klemmkraft entsprechend einem vorgegebenem Verlauf in Abhängigkeit wenigstens vom Stempelweg oder einer aus dem Stempelweg abgeleiteten Kenngröße variiert wird.
23. Vorrichtung nach Anspruch 21 oder 22, **dadurch gekennzeichnet, daß** wenigstens eine Ausgleichskammer (20) vorgesehen ist, in das über wenigstens eine Leitung (29, 35) wenigstens ein Teil des Fluid aus der Kammer (11) leitbar und aus diesem zurückleitbar ist.
24. Vorrichtung nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, daß** in wenigstens einer Leitung (29) ein Druckregelventil (31) oder ein Proportionalregelventil vorgesehen ist.
25. Vorrichtung nach Anspruch 22, 23 oder 24, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein Drucksensor (28) zur Messung eines Fluiddrucks vorgesehen ist.
26. Vorrichtung nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Steuereinrichtung (27) mit dem

Drucksensor (28) und mit wenigstens einem Druckregelventil (31) verbunden ist.

27. Vorrichtung nach Anspruch 26, **dadurch gekennzeichnet, daß** Mittel vorhanden sind, durch die ein Fluidruck in Abhängigkeit vom Stempelweg bestimmt und ein Fluidruck-Stempelweg-Verlauf oder ein Kenngrößen-Verlauf abgeleitet wird, dieser mittels der Steuereinrichtung (27) mit einem vorgegebenen Sollverlauf verglichen und das Druckregelventil (31) in Abhängigkeit von dem Vergleich entsprechend angesteuert wird.
28. Vorrichtung nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Niederhalter (1) mit einem Kolben (9) verbunden ist, der in einem Zylinder (41) angeordnet ist, durch den sich der Stempel (2) hindurcherstreckt, daß der Stempel (2) einen Druckkolben (10) aufweist, der in einem mit einem inkompressiblen Fluid beaufschlagbaren Zylinder (39) geführt ist, und daß der Zylinder (39) mit einem Reservoir (46) verbunden ist, dessen Volumen veränderlich ist, wobei die Zylinder (39, 41) starr miteinander verbunden sind und in einem Gehäuse (12) verschieblich geführt sind.
29. Vorrichtung nach den Ansprüchen 20 bis 28, **gekennzeichnet durch** eine Wegmeßeinrichtung (26) zur Messung eines Stempelweges des Stempels (2), wobei der Kopplungszustand in Abhängigkeit vom Stempelweg verändert wird.
30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 29, **gekennzeichnet durch** eine Meßeinrichtung, **durch** die eine Stempelkraft des Stempels (2) gemessen oder bestimmt wird, wobei der Kopplungszustand in Abhängigkeit von der Stempelkraft und/oder dem Stempelweg verändert wird.
31. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 30, **gekennzeichnet durch** eine Meßeinrichtung, **durch** die eine Klemmkraft des Niederhalters (1) gemessen oder bestimmt wird, wobei der Kopplungszustand in Abhängigkeit von der Klemmkraft und/oder der Stempelkraft und/oder dem Stempelweg verändert wird.

Claims

1. Method for the production of a punch riveted joint, wherein at least two layers (4, 5) are pressed by means of a holding-down device (1) against the bottom die (3), and a rivet, especially a semi-hollow rivet (8), for the joining of the layers (4, 5) by means of a punch (2), cuts through at least the layer (4) facing the semi-hollow rivet (8), is deformed in the lower layer or layers (5) with formation of a closing

- head and is then upset, **characterised in that** the holding-down device (1) is connected by way of a coupling unit (6) to the punch (2), and that during a punch riveting operation a coupling of the holding-down device (1) to the punch (2) is varied between a substantially rigid coupling state and an uncoupled state.
2. Method according to claim 1, **characterised in that** the coupling state is varied in dependence on the punch travel or a characteristic magnitude derived from the punch travel.
 3. Method according to claim 1 or 2, **characterised in that** the coupling state is varied in dependence on material properties, especially on the stability, of at least one layer.
 4. Method according to claim 1, 2 or 3, **characterised in that** the coupling state is varied in dependence on the properties of a pairing of the layers (4, 5) of different materials.
 5. Method according to one of claims 1 to 4, **characterised in that** the coupling state is varied in dependence on the number of the layers (4, 5).
 6. Method according to one of claims 1 to 5, **characterised in that** the coupling state is varied in dependence on a thickness of at least one layer (4, 5), especially the layer (4, 5) facing the punch rivet (8).
 7. Method according to one of claims 1 to 6, **characterised in that** the coupling state is varied in dependence on the material properties of the punch rivet (8).
 8. Method according to one of claims 1 to 8, **characterised in that** the coupling state is varied in dependence on the hardness of the punch rivet (8).
 9. Method according to claim 7 or 8, **characterised in that** the coupling state is varied in dependence on the geometry of the punch rivet (8).
 10. Method according to one of claims 1 to 9, **characterised in that** the coupling state is varied at least in an end section of the upsetting operation in such a manner that the clamping force exerted by the holding-down device (1) is increased.
 11. Method according to claim 10, **characterised in that** the coupling state of the holding-down device (1) is varied in such a manner that the clamping force is increased such that the head finishes substantially flush with the layer (4) facing the punch rivet (8).
 12. Method according to one of claims 1 to 11, **characterised in that** the holding-down device (1) is moved with the punch (2) to the layers (4, 5) and the holding-down device (1) presses the layers (4, 5) with a predetermined clamping force against a bottom die (3), **in that** the holding-down device (1) is at least partially uncoupled from the punch (2), and the punch (2) for cutting through at least the layer (4) facing the semi-hollow rivet (8) for the formation of a closure head and for upsetting of the semi-hollow rivet (8) is moved further, the holding-down device (1) optionally being coupled to the punch (2) after a predetermined punch travel or a characteristic magnitude derived from the punch travel.
 13. Method according to claim 12, **characterised in that** a punch travel is measured and the punch travel or a characteristic magnitude derived from the punch travel is compared with a predetermined desired magnitude, the coupling state being varied in dependence on the comparison result of the punch (2).
 14. Method according to claim 12 or 13, wherein a punch force of the punch (2) is determined and compared with a predetermined desired magnitude, the coupling state being varied in dependence on the punch force and/or the punch travel (2).
 15. Method according to claim 12, 13 or 14, wherein a clamping force of the holding-down device (1) is determined and compared with a predetermined desired magnitude, the coupling state being varied in dependence on the clamping force and/or the punch force and/or the punch travel (2).
 16. Method according to one of claims 1 to 15, wherein the holding-down device (1) comprises a piston (9) and the punch (2) comprises a pressure piston (10), the piston (9) and the pressure piston (10) are movable relative to each other in a chamber (11), filled with a preferably incompressible fluid, of the coupling unit (6), the fluid pressure in the chamber (11) being varied and the punch (2) being driven by a drive unit.
 17. Method according to one of claims 1 to 15, wherein the holding-down device (1) is connected to a piston (9) which is arranged in a cylinder (41) through which the punch (2) extends, the punch (2) has a pressure piston (10) which is guided in a cylinder (39) to which an incompressible fluid can be applied and which is connected to an equalising chamber (46), the cylinders (39, 41) being rigidly connected and slidably guided in a housing (12).
 18. Method according to claim 16 or 17, wherein a fluid

pressure is controlled in dependence on the clamping force and/or the punch force and/or the punch travel and/or the travel of the holding-down device (1).

19. Method according to claim 17, wherein in dependence on the clamping force and/or the punch force and/or the punch travel and/or the travel of the holding-down device (1), or in dependence on a desired-versus-actual comparison, an adjusting member (31) fluidly connected to the chamber (11) is triggered.
20. Apparatus for the production of a punch riveted joint having a bottom die (3), a holding-down device (1) and a punch (2), the punch (2) and the holding-down device (1) being movable towards and away from the bottom die (3), at least two layers (4, 5) of components being able to be clamped between the holding-down device (1) and the bottom die (3), and a punch rivet (8), for joining the layers (4, 5) by means of the punch (2), being able to be driven into at least the layer (4) adjacent to the holding-down device (1), **characterised by** a coupling unit (6) which connects the holding-down device (1) and the punch (2) in such a manner that during a punch riveting operation a coupling of the holding-down device (1) to the punch (2) can be varied between a substantially rigid coupling state and an uncoupled state, and by a drive unit which drives the punch (2).
21. Apparatus according to claim 20, **characterised in that** the holding-down device (1) comprises a piston (9) and the punch (2) comprises a pressure piston (10), **in that** the piston (9) and the pressure piston (10) are movable relative to each other in a chamber (11), filled with a preferably incompressible fluid, of the coupling unit (6), the fluid pressure in the chamber (11) being variable.
22. Apparatus according to claim 21, **characterised in that** a control device (27) is provided for triggering the coupling unit (6), a clamping force exerted by the holding-down device (1) on the at least two layers (4, 5) being varied, during a punch riveting operation, according to a predetermined curve in dependence at least on the punch travel or a characteristic magnitude derived from the punch travel.
23. Apparatus according to claim 21 or 22, **characterised in that** at least one equalising chamber (20) is provided into which, by way of at least one line (29, 35), at least a part of the fluid can be led out of the chamber (11) and led back out of the latter.
24. Apparatus according to claim 23, **characterised in that** in at least one line (29) a pressure control valve (31) or a proportional control valve is provided.

25. Apparatus according to claim 22, 23 or 24, **characterised in that** a pressure sensor (28) for measuring a fluid pressure is provided.

- 5 26. Apparatus according to claim 25, **characterised in that** the control device (27) is connected to the pressure sensor (28) and to at least one pressure control valve (31).
- 10 27. Apparatus according to claim 26, **characterised in that** means are provided by which a fluid pressure is determined in dependence on the punch travel and a fluid pressure-versus-punch travel curve or a characteristic magnitude curve is derived, this is compared by means of the control device (27) with a predetermined desired curve, and the pressure control valve (31) is triggered accordingly in dependence on the comparison.
- 15 28. Apparatus according to claim 20, **characterised in that** the holding-down device (1) is connected to a piston (9), which is arranged in a cylinder (41) through which the punch (2) extends, **in that** the punch (2) comprises a pressure piston (10) which is guided in a cylinder (39) to which an incompressible fluid can be applied, and **in that** the cylinder (39) is connected to a reservoir (46) the volume of which is variable, the cylinders (39, 41) being rigidly connected to each other and being slidably guided in a housing (12).
- 20 29. Apparatus according to claims 20 to 28, **characterised by** a path-measuring device (26) for measuring a punch travel of the punch (2), the coupling state being varied in dependence on the punch travel.
- 25 30. Apparatus according to one of claims 20 to 29, **characterised by** a measuring device by means of which a punch force of the punch (2) is measured or determined, the coupling state being varied in dependence on the punch force and/or the punch travel.
- 30 31. Apparatus according to one of claims 20 to 30, **characterised by** a measuring device by means of which a clamping force of the holding-down device (1) is measured or determined, the coupling state being varied in dependence on the clamping force and/or the punch force and/or the punch travel.
- 35 40 45 50

Revendications

- 55 1. Procédé pour la réalisation d'un assemblage estampé riveté, dans lequel au moins deux couches (4, 5) sont pressées par un serre-flan (1) contre la matrice (3), et un rivet, en particulier un rivet semi-

- creux (8), traverse pour un assemblage des couches (4, 5) au moyen d'un poinçon (2) au moins la couche (4) associée au rivet semi-creux (8), est déformé dans cette couche ou dans la couche inférieure (5) pour la formation d'une tête fermante et est ensuite estampé, **caractérisé en ce que** le serre-flan (1) est relié au poinçon (2) par l'intermédiaire d'un dispositif (6) de couplage et que pendant un processus d'estampage-rivetage le couplage du serre-flan (1) au poinçon (2) est modifié entre un état de couplage essentiellement serré et un état découplé.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'état de couplage est modifié en fonction du déplacement du poinçon ou d'une grandeur caractéristique obtenue à partir du déplacement du poinçon.
 3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'état de couplage est modifié en fonction de propriétés de matériaux, en particulier d'une résistance, d'au moins une couche.
 4. Procédé selon la revendication 1, 2 ou 3, **caractérisé en ce que** l'état de couplage est modifié en fonction de propriétés d'un couple formé par des couches (4, 5) en divers matériaux.
 5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'état de couplage est modifié en fonction du nombre de couches (4, 5).
 6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** l'état de couplage est modifié en fonction de l'épaisseur d'au moins une couche (4, 5), en particulier la couche (4, 5) associée au rivet (8) à estamper.
 7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** l'état de couplage est modifié en fonction de propriétés de matériaux du rivet (8) à estamper.
 8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** l'état de couplage est modifié en fonction de la dureté du rivet (8) à estamper.
 9. Procédé selon la revendication 7 ou 8, **caractérisé en ce que** l'état de couplage est modifié en fonction de la géométrie du rivet (8) à estamper.
 10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** l'état de couplage est modifié au moins dans une portion finale du processus d'estampage afin que la force exercée par le serre-flan (1) soit augmentée.
 11. Procédé selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** l'état de couplage du serre-flan (1) est modifié pour que la force de serrage soit augmentée de sorte que la tête soit assemblée pratiquement de niveau avec la couche (4) associée au rivet (8) à estamper.
 12. Procédé selon l'une des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** le serre-flan (1) est déplacé avec le poinçon (2) en direction des couches (4, 5) et que le serre-flan (1) presse les couches (4, 5) contre une matrice (3) avec une force de serrage prédéterminée, que le serre-flan (1) est partiellement découplé du poinçon (2) et que le poinçon (2) est encore déplacé pour transpercer au moins la couche (4) associée au rivet (8) à estamper afin de former une tête fermante et pour estamper le rivet semi-creux (8), pendant que le serre-flan (1) est couplé au poinçon (2) après soit un déplacement prédéterminé du poinçon soit d'après une grandeur caractéristique obtenue à partir du déplacement du poinçon.
 13. Procédé selon la revendication 12, **caractérisé en ce qu'un** déplacement du poinçon est mesuré et que le déplacement du poinçon ou une grandeur caractéristique obtenue à partir du déplacement du poinçon sont comparés à une valeur prédéterminée de référence, au moyen de quoi l'état de couplage du poinçon (2) est modifié en fonction du résultat de la comparaison.
 14. Procédé selon la revendication 12 ou 13, dans lequel une force d'estampage du poinçon (2) est déterminée et comparée à une valeur prédéterminée de référence, afin que l'état de couplage soit modifié en fonction de la force d'estampage et/ou du déplacement du poinçon (2).
 15. Procédé selon la revendication 12, 13 ou 14, dans lequel une force de serrage du serre-flan est déterminée et comparée à une valeur prédéterminée de référence, afin que l'état de couplage soit modifié en fonction de la force de serrage et/ou de la force d'estampage et/ou du déplacement du poinçon (2).
 16. Procédé selon l'une des revendications 1 à 15, dans lequel le serre-flan (1) comporte un piston (9) et le poinçon (2) un piston plongeur (10), le piston (9) et le piston plongeur (10) peuvent se déplacer l'un par rapport à l'autre dans une chambre (11) du dispositif (6) de couplage remplie avec un fluide de préférence incompressible, afin que la pression de fluide dans la chambre (11) soit modifiée et que le poinçon (2) soit entraîné par un dispositif d'entraînement.
 17. Procédé selon l'une des revendications 1 à 15, dans lequel le serre-flan (1) est relié à un piston (9) qui

est disposé dans un cylindre (41) dans lequel pénètre le poinçon (2), le poinçon (2) comporte un piston plongeur (10) qui est guidé dans un cylindre (39) rempli d'un fluide incompressible, qui est relié à une chambre (46) d'équilibrage, dans lequel les cylindres (39, 41) sont étroitement liés et sont guidés à coulissement dans un boîtier (12).

18. Procédé selon la revendication 16 ou 17, dans lequel une pression de fluide est réglée en fonction de la force de serrage et/ou de la force d'estampage et/ou du déplacement du poinçon et/ou du déplacement du serre-flan (1).

19. Procédé selon la revendication 17, dans lequel, en fonction de la force de serrage et/ou de la force d'estampage et/ou du déplacement du poinçon et/ou d'une comparaison entre une valeur réelle et une valeur de référence, un organe (31) de positionnement placé en communication fluide avec la chambre (11) est commandé.

20. Appareil pour la réalisation d'un assemblage estampé riveté avec une matrice (3), un serre-flan (1) et un poinçon (2), dans lequel le poinçon (2) et le serre-flan (1) peuvent se déplacer dans les deux sens par rapport à la matrice (3), dans lequel entre le serre-flan (1) et la matrice (3) au moins deux couches (4, 5) de pièces peuvent être serrées, et un rivet (8) à estamper peut être enfoncé dans au moins la couche (4) voisine du serre-flan (1) pour l'assemblage des couches (4, 5) au moyen du poinçon (2), **caractérisé par** un dispositif (6) de couplage qui relie le serre-flan (1) et le poinçon (2) de sorte que pendant un processus d'estampage-rivitage un couplage du serre-flan (1) avec le poinçon (2) puisse être modifié entre un état de couplage essentiellement serré et un état découplé, et par un dispositif d'entraînement qui entraîne le poinçon (2).

21. Appareil selon la revendication 20, **caractérisé en ce que** le serre-flan (1) comporte un piston (9) et le poinçon (2) comporte un piston plongeur (10), que le piston (9) et le piston plongeur (10) peuvent se déplacer l'un par rapport à l'autre dans une chambre (11) du dispositif (6) de couplage remplie avec un fluide de préférence incompressible, dans lequel la pression de fluide dans la chambre (11) peut être modifiée.

22. Appareil selon la revendication 21, **caractérisé en ce qu'un** dispositif (27) de commande est prévu pour la commande du dispositif (6) de couplage, au moyen duquel pendant un processus d'estampage-rivitage une force exercée par le serre-flan (1) sur les au moins deux couches (4, 5) correspondant à une évolution prédéterminée varie en fonction au

moins du déplacement du poinçon ou d'une grandeur obtenue à partir du déplacement du poinçon.

23. Appareil selon la revendication 21 ou 22, **caractérisé en ce qu'au** moins une chambre (20) d'équilibrage est prévue, dans laquelle par l'intermédiaire d'au moins une conduite (29, 35), une partie du fluide peut être évacuée de la chambre (11) et lui être restituée.

24. Appareil selon la revendication 23, **caractérisé en ce que** dans au moins une conduite (29) une vanne (31) de réglage de pression ou une vanne de réglage proportionnel est prévue.

25. Appareil selon la revendication 22, 23 ou 24, **caractérisé en ce qu'un** capteur (28) de pression est prévu pour mesurer une pression de fluide.

26. Appareil selon la revendication 25, **caractérisé en ce que** le dispositif (27) de commande est relié au capteur (28) de pression et à ladite au moins une vanne (31) de réglage de pression.

27. Appareil selon la revendication 26, **caractérisé en ce que** des moyens sont prévus par lesquels une pression de fluide est déterminée en fonction du déplacement du poinçon et qu'une évolution pression de fluide-déplacement du poinçon ou une évolution de valeur caractéristique est extraite, cette pression est comparée au moyen du dispositif (27) de commande avec une valeur prédéterminée de référence et que la vanne (31) de réglage de pression est commandée en fonction de la comparaison.

28. Appareil selon la revendication 20, **caractérisé en ce que** le serre-flan (1) est relié à un piston (9) qui est disposé dans un cylindre (41) dans lequel s'étend le poinçon (2), que le poinçon (2) comporte un piston plongeur (10) qui est guidé dans un cylindre (39) pouvant être rempli avec un fluide incompressible, et que le cylindre (39) est relié à un réservoir dont le volume est variable, dans lequel les cylindres (39, 41) sont liés étroitement et sont guidés à coulissement dans un boîtier (12).

29. Appareil selon une des revendications 20 à 28, **caractérisé par** un dispositif de mesure pour mesurer un déplacement du poinçon (2), de sorte que l'état de couplage soit modifié en fonction du déplacement du poinçon.

30. Appareil selon une des revendications 20 à 29, **caractérisé par** un dispositif de mesure au moyen duquel une force du poinçon (2) est mesurée ou déterminée, de sorte que l'état de couplage soit modifié en fonction de la force du poinçon et/ou le déplacement du poinçon.

31. Appareil selon une des revendications 20 à 30, **caractérisé par** un dispositif de mesure au moyen duquel une force de serrage du serre-flan (1) est mesurée ou déterminée, afin que l'état de couplage soit modifié en fonction de la force de serrage et/ou de la force du poinçon et/ou du déplacement du poinçon.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG. 1

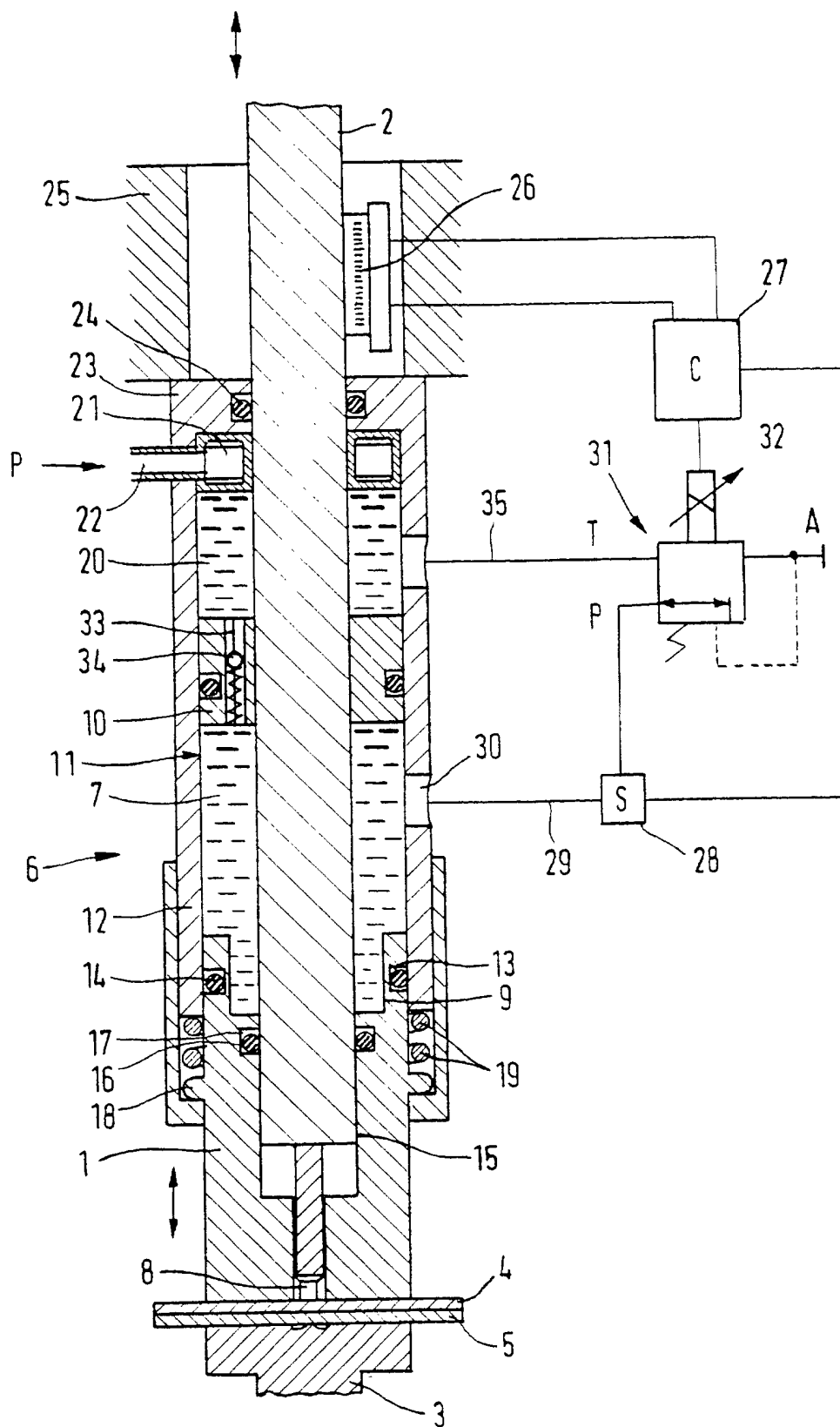
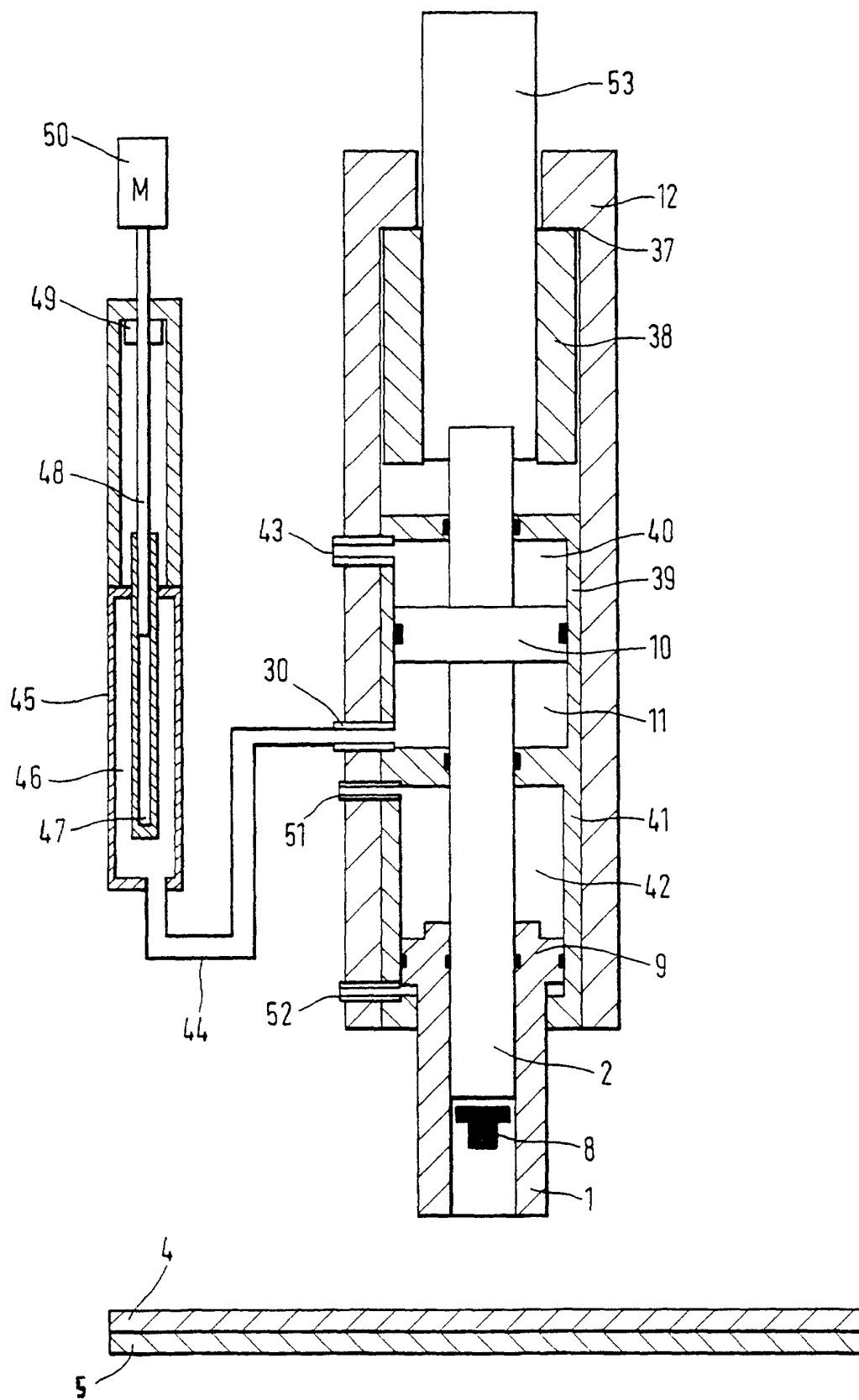


FIG. 2



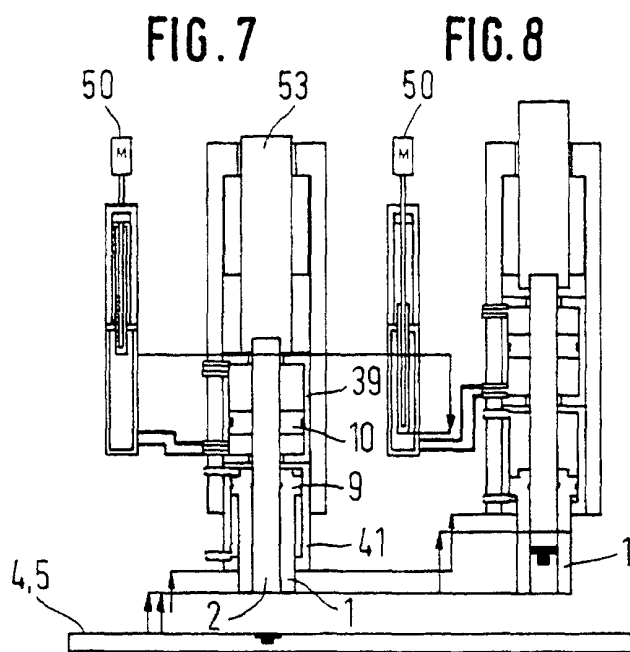
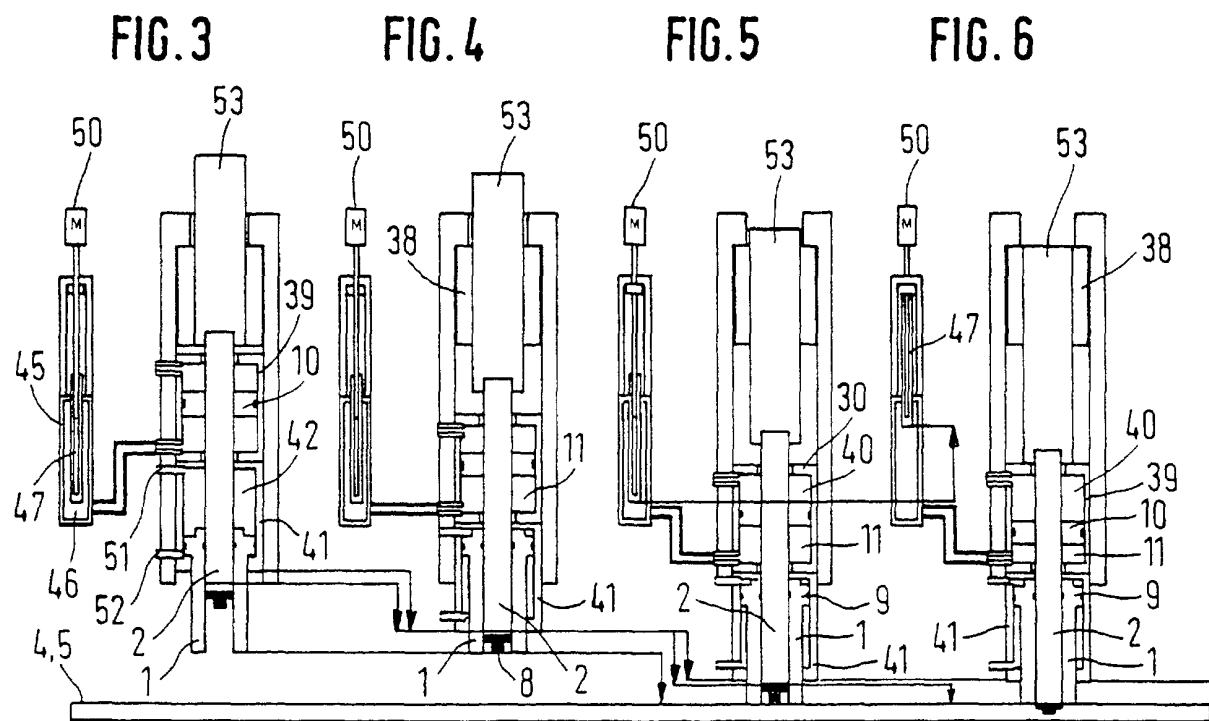


FIG. 9

