

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 640 081 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
18.10.2006 Patentblatt 2006/42

(51) Int Cl.:
B21D 39/03 ^(2006.01) **B21J 15/02** ^(2006.01)
B21J 15/20 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **05017030.7**

(22) Anmeldetag: **04.08.2005**

(54) Verfahren zum Fügen und Vorrichtung zum Betätigen eines Fügwerkzeuges

Joining method and device for driving a joining tool

Procédé d'assemblage et dispositif de commande d'un outil d'assemblage

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

(30) Priorität: **24.09.2004 DE 102004046407**
07.07.2005 DE 102005031917

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.03.2006 Patentblatt 2006/13

(73) Patentinhaber: **Böllhoff Verbindungstechnik
GmbH
33649 Bielefeld (DE)**

(72) Erfinder:
• **Lang, Hans Jörg**
83224 Staudach (DE)
• **Draht, Torsten, Dr.**
33708 Schloss Holte (DE)

(74) Vertreter: **Wehnert, Werner et al**
Schwanthalerstrasse 106
80339 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 055 466 EP-A- 1 247 599
EP-B- 0 675 774 EP-B- 1 034 055
WO-A-93/24258 US-A- 5 678 970

EP 1 640 081 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Fügen mindestens zweier plattenförmiger Werkstücke und eine Vorrichtung zum Betätigen eines Fügewerkzeuges zum Fügen mindestens zweier plattenförmiger Werkstücke aus artgleichen oder unterschiedlichen Materialien gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 18 bzw. 19, insbesondere zum Stanznieten oder Durchsetzfügen (Clinchen), sowie ein Verfahren zum Betreiben einer derartigen Vorrichtung.

[0002] Es sind zahlreiche Ausführungsformen von Antrieben für Fügewerkzeuge wie Stanzniet- und Durchsetzfügegeräte bekannt. Die üblichste Antriebsform besteht aus einem Hydraulikzylinder zum Betätigen eines Stempels für den Fügevorgang und einem weiteren Hydraulikzylinder zum Betätigen eines Niederhalters, der während des Fügevorganges eine Niederhalterkraft auf die Werkstücke um die Fügestelle herum ausübt, siehe beispielsweise WO 93/24258 und EP 0675774. Bei dem Verfahren und der Vorrichtung nach der EP 0675774 wird bereits vor und während des Fügevorganges eine "wesentliche" Niederhalterkraft ausgeübt, die nach den Angaben in dieser Druckschrift bis 1,5 Tonnen betragen kann. In der Praxis wird mit Niederhalterkräften in der Größenordnung von beispielsweise 8-10 kN gearbeitet. Wenngleich dieses Verfahren seine Vorteile hat, hat die Verwendung einer großen Niederhalterkraft vor und während des Fügevorganges auch seine Nachteile. Beispielsweise verhindert die große Niederhalterkraft während des Fügevorganges eine ungehinderte Verformung des Stanznietes. Die Verwendung einer großen Niederhalterkraft vor dem Fügevorgang bedingt gewisse Nachteile beim kombinierten Stanzniet-Klebe-Verfahren, da die große Niederhalterkraft ein Verpressen und Fließen des Klebstoffes aus der Fügezone behindert.

[0003] Durch eine offenkundige Vorbenutzung der Anmelderin ist es bereits bekannt geworden, während des Fügevorganges mittels einer Feder eine kleine Niederhalterkraft auszuüben und gegen Ende des Fügevorganges die Niederhalterkraft dadurch zu erhöhen, dass der Stempelkolben des Hydraulikzylinders einen Teil der Setzkraft über eine Anschlagverbindung auf den Niederhalter überträgt. Eine ähnliche Anordnung ist aus der bereits erwähnten EP 0675774 B1 bekannt, bei der bereits vor und während des Fügevorganges durch einen eigenen Hydraulikzylinder eine große Niederhalterkraft ausgeübt wird, die dann gegen Ende des Nietvorganges durch eine Anschlagverbindung zwischen dem Stempelkolben und dem Niederhalterkolben laut Angaben in dieser Druckschrift kurzfristig auf Werte bis ungefähr 5 Tonnen erhöht wird.

[0004] Aus der WO 00/29145 ist es bereits bekannt geworden, nach dem Fügevorgang den Stempel zurückziehen und, wenn der Stempel zurückgezogen ist, eine Niederhalterkraft auf die Werkstücke auszuüben, um Verformungen der plattenförmigen Werkstücke (Bleche) aus ihrer Ebene heraus zu verringern. Hierzu offenbart

dieses Dokument zwei grundsätzliche Möglichkeiten, um dies zu erreichen. Gemäß der einen Möglichkeit wird für den Niederhalter eine Rückhaltevorrichtung vorgesehen, die ein Nachgeben des Niederhalters nach dem Fügevorgang verhindert, wenn der untere Schenkel des bei Nietsetzgeräten üblichen C-Rahmens nach dem Zurückfahren des Stempels zurückfedert. Gemäß der anderen Möglichkeit werden der Stempel und der Niederhalter während des Fügevorganges über eine Anschlagverbindung gleichzeitig mit einem hohen Druck beaufschlagt, und nach dem Fügevorgang wird der Stempel etwas zurückgefahren, worauf dann der Niederhalter erneut mit Hydraulikdruck beaufschlagt, um eine relativ große Niederhalterkraft auszuüben. In diesem Dokument wird ferner erwähnt, dass während des Fügevorganges eine große oder kleine oder überhaupt keine Niederhalterkraft ausgeübt werden kann.

[0005] Ferner ist es im Stand der Technik bereits bekannt, vor dem Fügevorgang mindestens eine kleine Niederhalterkraft aufzubringen, um die Werkstücke vor dem Fügevorgang aneinander anzudrücken und unverschiebbar zu halten und um insbesondere eine Niet- und Werkstückkontrolle durchzuführen, siehe beispielsweise WO 93/24258.

[0006] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Fügen und eine Vorrichtung zum Betätigen eines Fügewerkzeuges zum Fügen mindestens zweier plattenförmiger Werkstücke aus artgleichen und unterschiedlichen Materialien zu schaffen, welche trotz großer Einfachheit und kompakter Bauweise die Möglichkeit bieten, eine Beeinträchtigung des Fügevorganges durch den Niederhalter zu vermeiden und dennoch eine qualitativ hochwertige Fügeverbindung bei minimaler Verformung der Werkstücke außerhalb der Fügestelle sicher zu stellen.

[0007] Das erfindungsgemäße Verfahren ist in Anspruch 1 definiert.

[0008] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden während des Fügevorganges eine hohe Stempelkraft für den Fügevorgang und im Wesentlichen keine Niederhalterkraft zum Ermöglichen einer ungehinderten Verformung des Fugebereichs ausgeübt und nach dem Fügevorgang gleichzeitig eine hohe Stempelkraft und eine hohe Niederhalterkraft zum Reduzieren von Materialverformungen der Werkstücke und zum Erzeugen einer Verdichtungswirkung im Fugebereich ausgeübt.

[0009] Unter Fügevorgang ist hierbei, wie üblich, der Vorgang zwischen Anfang und Ende der zum Herstellen der Fügeverbindung erforderlichen Verformungen zu verstehen. Im Falle des Stanznietens ist dies der Vorgang zwischen Beginn und Ende des Eindringens des Stanznietes in die zu fügenden Werkstücke. Im Falle des Durchsetzfügens (Clinchens) ist dies der Vorgang zwischen Anfang und Ende der Verformung der Werkstücke in die Fügezone.

[0010] Die nach dem Fügevorgang ausgeübte Niederhalterkraft ist so zu wählen, dass während des Fügevorganges erfolgte Aufwölbungen der Werkstücke um die

Fügestelle herum reduziert werden und ferner eine gewisse Verdichtungswirkung auf die Werkstücke ausgeübt wird, um die Verbindungsqualität zu erhöhen und um eine ausreichende Endfestigkeit der Verbindung zu erzielen. Wichtig in diesem Zusammenhang ist, dass gleichzeitig eine hohe Stempelkraft auf die Fügestelle ausgeübt wird, um zu verhindern, dass die hohe Niederhalterkraft die Fügestelle beeinträchtigt. Die gesamte Oberfläche der Fügestelle und des umgebenden Werkstückbereiches wird somit nach dem Fügevorgang mit hohen Kräften beaufschlagt, wodurch im übrigen auch ein Rückfedern des bei derartigen Werkzeugen üblicherweise vorgesehenen C-Rahmens verringert wird. Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass der C-Rahmen leichter als im Stand der Technik gebaut werden kann, da während des Fügevorgangs im Wesentlichen keine Niederhalterkraft ausgeübt wird und der C-Rahmen daher lediglich die Stempelkraft aufnehmen muss.

[0011] Eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung ist in Anspruch 18 definiert.

[0012] Erfindungsgemäß besitzt diese Vorrichtung nur einen einzigen hydraulischen Zylinder, der von dem Hauptkolben für den Stempel in eine kolbenstangenabgewandte Arbeitskammer und in eine kolbenstangenseitige Arbeitskammer unterteilt wird. Der zum Betätigen des Niederhalters dienende Niederhalterkolben ist in der kolbenstangenseitigen Arbeitskammer des Zylinders angeordnet, und die auf axial entgegengesetzten Seiten des Niederhalterkolbens liegenden Abschnitte der kolbenstangenseitigen Arbeitskammer sind durch eine Strömungsverbindung miteinander verbunden, so dass der Niederhalterkolben auf seinen axial entgegengesetzten Seiten mit dem in der kolbenstangenseitigen Arbeitskammer herrschenden Druck beaufschlagt werden kann.

[0013] Diese konstruktive Ausgestaltung der Vorrichtung erlaubt es, das oben erläuterte erfindungsgemäße Verfahren durchzuführen. Hierzu wird insbesondere vorgesehen, dass die Vorrichtung eine Fügestellung hat, in der die kolbenstangenabgewandte Arbeitskammer mit einem Druck zum Ausführen des Fügevorganges beaufschlagt ist und die kolbenstangenseitige Arbeitskammer drucklos ist, und dass sie eine Nachbearbeitungsstellung hat, in der beide Arbeitskammern mit einem hohen Druck beaufschlagt sind, so dass nach dem Fügevorgang eine hohe Niederhalterkraft und eine hohe Stempelkraft auf die Fügestelle und den umgebenden Werkstückbereich ausgeübt werden.

[0014] Da somit zum Betätigen des Stempels und des Niederhalters nur ein einziger hydraulischer Zylinder mit nur zwei Arbeitskammern benötigt werden, kommt die Vorrichtung mit nur zwei Anschlüssen und zwei Schläuchen aus, wodurch der konstruktive Aufwand entsprechend verringert und insbesondere die hydraulische Steuerung vereinfacht wird. Außerdem erlaubt die Erfindung eine kompakte Bauweise der Vorrichtung, da der Hauptkolben und der Niederhalterkolben gewissermaßen ineinander greifen. Eine Hubvergrößerung wirkt sich

daher bei der erfindungsgemäß ausgebildeten Vorrichtung nur einfach aus, wogegen bei einem Antrieb mit zwei getrennten Hydraulikzylindern eine Hubvergrößerung sich doppelt auswirkt.

5 **[0015]** Eine andere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung ist in Anspruch 19 definiert.

[0016] Bei dieser Ausführungsform sind zwar zwei hydraulische Zylinder vorgesehen. Da jedoch zwei Arbeitskammern der beiden Zylinder durch eine Strömungsverbindung ständig miteinander verbunden sind, ergeben sich zum Teil die gleichen Vorteile wie bei der vorstehend beschriebenen Ausführungsform. So sind nur zwei Druckmittelanschlüsse erforderlich, was wiederum den konstruktiven Aufwand verringert und die hydraulische Steuerung vereinfacht.

10 **[0017]** Ein wichtiger Vorteil der Erfindung besteht darin, dass der Fügevorgang selbst durch keine Niederhalterkraft beeinträchtigt wird. Beim Setzen von Stanznieten beispielsweise führt dies dazu, dass sich der Stanzniet in den Werkstücken ungehindert und ungezwungen verformen kann. Es ergibt sich somit ein definiertes Umformverhalten des Niet, das zu einem etwas größeren Grundboden des Nietes als beim Stanznieten mit hoher Niederhalterkraft führt. Rissbildungen im Niet lassen sich

15 dadurch vermeiden.

[0018] Das erfindungsgemäße Verfahren lässt sich mit besonderem Vorteil in Verbindung mit einem Klebverfahren verwenden. In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist daher vorgesehen, dass zwischen den Werkstücken zumindest im Fugebereich eine Klebstoffschicht vorgesehen wird, ehe der Niederhalter gegen die Werkstücke angedrückt wird. Da bei dem erfindungsgemäßen Verfahren vor dem Fügevorgang nur eine kleine Niederhalterkraft und während des Fügevorgangs im wesentlichen keine Niederhalterkraft ausgeübt werden, kann der Klebstoff während des Fügevorgangs ungehindert verpresst werden und aus der Fugezone abfließen. Auch führt der Verzicht auf eine Niederhalterkraft während des Fügevorgangs zu einer Verringerung von Luftblasenbildung zwischen den Werkstücken, wie noch genauer erläutert wird.

20 **[0019]** Eine weitere Verringerung der Gefahr von Luftblasenbildung lässt sich in weiterer Ausgestaltung der Erfindung dadurch erreichen, dass Stanzniete verwendet werden, bei denen die Umfangsfläche des Nietschaftes zumindest in einem vorgegebenen Bereich in Richtung auf den Nietkopf divergierend, vorzugsweise konusförmig, ausgebildet ist. Der auf diese Weise ausgebildete Nietschaft übt während des Fügevorgangs auf das stempelseitige Werkstück eine Kraft aus, die ein Rückfedern des stempelseitigen Werkstückes verhindert oder zumindest reduziert, so dass die Werkstücke in der Fugezone in Anlage bleiben. Auch dies verringert die Gefahr von Luftblasenbildung, wie ebenfalls noch genauer erläutert wird.

25 **[0020]** Wie bereits erwähnt, wird durch die Erfindung ferner ein Rückfedern des üblicherweise vorgesehenen C-Rahmens verringert, wodurch die Verbindungsqualität

und Endfestigkeit der Fügeverbindung entsprechend verbessert werden.

[0021] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

[0022] Anhand der Zeichnung wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch ein Fügewerkzeug in seiner Grundstellung;

Fig. 2 einen der Fig. 1 entsprechenden Längsschnitt durch das Fügewerkzeug in der Vorbearbeitungsstellung;

Fig. 3 einen der Fig. 1 entsprechenden Längsschnitt durch das Fügewerkzeug in der Fügestellung und Nach-Bearbeitungsstellung;

Fig. 4 einen Längsschnitt durch das Fügewerkzeug der Fig. 1 bis 3 mit einer Ventilanordnung für die hydraulische Steuerung des Fügewerkzeuges in seiner Grundstellung;

Fig. 5 bis 8 der Fig. 4 entsprechende Darstellungen abgewandelter Ausführungsformen des Fügewerkzeuges und der Ventilanordnung.

Fig. 9 einen in spezieller Weise ausgebildeten Stanzniet zur Verwendung mit dem Verfahren und der Vorrichtung gemäß der Erfindung.

[0023] Das in der Zeichnung nur schematisch dargestellte Fügewerkzeug 2 dient zum Herstellen einer Fügeverbindung zwischen zwei (oder mehr) plattenförmigen Werkstücken A und B (Blechen). Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Fügewerkzeug 2 ein Nietsetzgerät zum Setzen von Stanznieten N, wenngleich das Fügewerkzeug 2 auch ein anderes Werkzeug wie z. B. ein Gerät zum Durchsetzfügen (Clinchen) sein kann. Da Stanzniete und Stanznietverbindungen grundsätzlich bekannt sind, wird hierauf nicht näher eingegangen.

[0024] Das Fügewerkzeug 2 umfasst eine Betätigungsvorrichtung in Form eines hydraulischen Zylinders 4 sowie eine Matrice 6, an der die Werkstücke A, B abgestützt werden. Der Zylinder 4 ist an einem C-Rahmen (nicht gezeigt) abgestützt, wie dies bei derartigen Fügewerkzeugen üblich ist.

[0025] Der Zylinder 4 hat einen zylindrischen Innenraum 10, in dem ein Hauptkolben 12 mit einer Kolbenstange 14 verschiebbar angeordnet ist. Die Kolbenstange 14 des Hauptkolbens 12 ist mit einem Stempel 16 zum Setzen des Nietes N fest verbunden.

[0026] Wie aus den Fig. 1 bis 3 hervorgeht, unterteilt der Hauptkolben 4 den zylindrischen Innenraum 10 in eine kolbenstangenabgewandte obere Arbeitskammer 10a und in eine kolbenstangenseitige untere Arbeitskammer 10b. In der unteren Arbeitskammer 10b ist ein Niederhalterkolben 18 angeordnet, der über eine Kolbenstange 20 mit einem rohrförmigen Niederhalter 22 fest verbunden ist. Der Niederhalterkolben 18 und seine Kolbenstange 20 umgeben die Kolbenstange 14 des Hauptkolbens 12 koaxial und sind an der zylindrischen Innenwand des Zylinders 4 gleitend so geführt, dass sie relativ

zu dem Hauptkolben 12 axial verschiebbar sind.

[0027] Die obere Arbeitskammer 10a ist über einen Druckmittelanschluss 24 wahlweise mit einem gesteuerten Fluiddruck (Hydraulikdruck) beaufschlagbar oder druckentlastbar, während die untere Arbeitskammer 10b ebenfalls über einen eigenen Druckmittelanschluss 26 wahlweise mit einem gesteuerten Fluiddruck beaufschlagbar oder druckentlastbar ist. Wie in den Figuren schematisch angedeutet, sind die beidseitig zum Niederhalterkolben 18 liegenden Abschnitte der Arbeitskammer 10b durch eine Strömungsverbindung 28 miteinander verbunden, so dass die axial gegenüberliegenden Seiten des Niederhalterkolbens 18 immer mit dem gleichen Fluiddruck beaufschlagt werden. Die Strömungsverbindung 28 kann aus einer oder mehreren den Niederhalterkolben 18 durchdringenden Bohrungen oder auch in anderer Weise, z. B. durch eine oder mehrere Längsnuten am Außenumfang des Niederhalterkolbens 18, gebildet werden.

[0028] Ferner ist zwischen der Kolbenstange 14 des Hauptkolbens 12 und der hülsenförmigen Kolbenstange 20 des Niederhalterkolbens 18 eine Anschlagverbindung 30 vorgesehen, die nur in einer axialen Richtung wirksam ist, und zwar bei Bewegungen des Hauptkolbens 12 in Richtung weg von der unteren Arbeitskammer 10b (also nach oben in den Figuren).

[0029] Die Arbeitsweise der beschriebenen Vorrichtung ist wie folgt:

[0030] In Fig. 1 befindet sich die Vorrichtung in ihrer Grundstellung, in der die obere Arbeitskammer 10a über den Druckmittelanschluss 24 drucklos gehalten wird und die untere Arbeitskammer 10b über den Druckmittelanschluss 26 mit einem relativ kleinen Fluiddruck beaufschlagt wird. Durch den in der unteren Arbeitskammer 10b herrschenden Fluiddruck wird der Hauptkolben 12 in seine obere Endstellung gedrückt. Auf den Niederhalterkolben 18 wirkt an seinen axial entgegengesetzten Seiten der in der unteren Arbeitskammer 10b herrschende Fluiddruck. Da die Oberseite des Niederhalterkolbens 18 um die Querschnittsfläche der Kolbenstange 20 größer als seine Unterseite ist, wirkt auf den Niederhalterkolben 18 eine nach unten wirkende Druckdifferenz. Durch die zwischen den beiden Kolbenstangen 14 und 20 wirkende Anschlagverbindung 30 wird der Niederhalterkolben 18 jedoch in einer Grundstellung gehalten, in der er die in Fig. 1 gezeigte axial mittlere Lage einnimmt.

[0031] Der Bearbeitungsvorgang zum Setzen des Stanznietes N und somit zum Herstellen der Fügeverbindung erfolgt in drei Arbeitsschritten:

[0032] In einem ersten Arbeitsschritt, vor dem Fügevorgang, werden der Hauptkolben 12 und der Niederhalterkolben 18 in eine Vorbearbeitungsstellung bewegt, in der der Niederhalter 20 und der Niet N mit einer vergleichsweise niedrigen Kraft gegen die Werkstücke A und B angedrückt werden, s. Fig. 2. Zu diesem Zweck werden beide Arbeitskammern 10a, 10b jeweils über ihren Druckmittelanschluss 24 und 26 mit einem niedrigen Fluiddruck beaufschlagt. Da die Oberseite des Haupt-

kolbens 12 um die Querschnittsfläche der Kolbenstange 14 größer ist als seine Unterseite, übt der Stempel 8 eine entsprechende nach unten gerichtete Stempelkraft auf den Niet N aus. Auch der Niederhalterkolben 18 wird aufgrund der erwähnten Flächendifferenz durch den Fluidruck nach unten gedrückt, so dass der Niederhalter 20 eine entsprechende Niederhalterkraft auf die Werkstücke A, B ausübt. Die Stempelkraft und die Niederhalterkraft müssen lediglich so groß sein, dass die Werkstücke A, B miteinander und mit der Matrize 6 unverschiebbar in Anlage gehalten werden und eine Niet- und Werkzeugkontrolle durchgeführt werden kann. Die Niederhalterkraft ist vorzugsweise kleiner als 7,8 kN und kann beispielsweise in der Größenordnung von 3 bis 5 kN liegen. Im Allgemeinen genügt eine Niederhalterkraft von weniger als 3,9 kN. Die Stempelkraft ist vorzugsweise kleiner als 5 kN und kann in der Größenordnung 1 bis 3 kN liegen.

[0033] In dem zweiten Bearbeitungsschritt, dem Fügevorgang, nimmt die Vorrichtung die in Fig. 3 dargestellte Fügestellung ein, in der die obere Arbeitskammer 10a über den Druckmittelanschluss 24 mit dem für den Fügevorgang erforderlichen Fluidruck beaufschlagt wird, während die untere Arbeitskammer 10b über den Druckmittelanschluss 26 drucklos gemacht wird. Der Hauptkolben 12 übt dann über die Kolbenstange 14 und den Stempel 16 die zum Herstellen der Fügeverbindung erforderliche Stempelkraft auf die Fügestelle 8 bzw. den Niet N aus, siehe Fig. 3. Da ferner die untere Arbeitskammer 10b drucklos ist, hat der Niederhalter 20 während des Fügevorganges keine Funktion. Es versteht sich, dass in hydraulischen Systemen auf der Niederdruckseite immer ein Restdruck vorhanden ist, so dass die untere Arbeitskammer 10b nicht vollständig drucklos gemacht werden kann. Die sich hierdurch ergebende Niederhalterkraft, die beispielsweise in der Größenordnung von 0,3 bis 0,5 kN liegt, ist jedoch vernachlässigbar. Je nach dem Material der eingesetzten Werkstücke hat eine Niederhalterkraft von z.B. weniger als 4 kN keinen messbaren Einfluss auf die Werkstückeigenschaften. Dies gilt in jedem Fall für Niederhalterkräften von weniger als 1,5 kN.

[0034] Wie bereits eingangs erwähnt, hat der Verzicht auf eine nennenswerte Niederhalterkraft den Vorteil, dass sich der Stanzniet N während des Setzvorganges ungehindert verformen kann, so dass es zu einem definierten Umformverhalten des Stanzniet kommt. Im Vergleich zu einer Arbeitsweise mit hoher Niederhalterkraft kommt es dann zu einem etwas größeren Grundboden des Stanznietes, was die Gefahr von Rissbildungen verringert.

[0035] Die zum Setzen des Stanznietes N erforderliche Stempelkraft liegt in einer üblichen Größenordnung von z. B. 30 bis 80 kN.

[0036] In dem sich an den Fügevorgang anschließenden dritten Bearbeitungsschritt, bei dem sich die Vorrichtung in einer ebenfalls durch die Fig. 3 veranschaulichten Nachbearbeitungsstellung befindet, werden beide Ar-

beitskammern 10a und 10b jeweils über ihre Druckmittelanschlüsse 24 und 26 mit einem hohen Fluidruck beaufschlagt. Dies erfolgt zweckmäßigerweise so, dass der in der Arbeitskammer 10a herrschende hohe Fluidruck aufrechterhalten wird, während die Arbeitskammer 10b über den Druckmittelanschluss 26 mit demselben hohen Fluidruck oder einem ähnlich hohen Fluidruck beaufschlagt wird.

[0037] Um sicherzustellen, dass die Umformung des Stanznietes während des Setzvorganges ungehindert zu Ende gehen kann, erfolgt die Druckbeaufschlagung der Arbeitskammer 10b und damit der Aufbau der Niederhalterkraft vorzugsweise erst eine kurze Zeitdauer nach Beendigung des Setzvorganges. Diese Zeitdauer beträgt beispielsweise 0,2 bis 0,3 Sekunden und ist vorzugsweise größer als 0,1 Sekunden.

[0038] Durch die beschriebene Druckbeaufschlagung der Arbeitskammer 10a und 10b wird der Stempel 16 aufgrund der oben erwähnten Flächendifferenz des Hauptkolbens 12 mit einer hohen Stempelkraft gegen den Niet N angedrückt. Gleichzeitig wird der Niederhalter 20 aufgrund der Flächendifferenz des Niederhalterkolbens 18 mit einer großen Niederhalterkraft gegen die Werkstücke A, B angedrückt. Die hohe Niederhalterkraft hat den Zweck, etwaige Verformungen der Werkstücke A, B um die Nietstelle herum aus ihrer Plattenebene heraus zu verringern und außerdem in diesem Bereich eine gewisse Verdichtungswirkung auf die Werkstücke A, B auszuüben, um ihre Endfestigkeit zu erhöhen und dadurch die Verbindungsqualität zu verbessern. Da ferner nicht nur der Niederhalter 20, sondern auch der Stempel 16 eine hohe Kraft auf die Fügeverbindung ausübt, erfolgt eine gewisse Vergleichmäßigung der Krafteinwirkung. Ferner werden durch die Stempelkraft und die Niederhalterkraft ein Rückfedern des C-Rahmens (nicht gezeigt) verhindert oder zumindest verringert.

[0039] Die Stempelkraft und die Niederhalterkraft müssen je nach Anwendungsfall zum Erreichen dieser Funktionen gewählt werden. Vorzugsweise ist die Niederhalterkraft größer als 5 kN und insbesondere größer als 7,8 kN. Die Stempelkraft ist vorzugsweise größer als 5 kN und insbesondere größer als 6,5 kN.

[0040] Die Stempelkraft und die Niederhalterkraft werden während einer vorgegebenen Zeitspanne aufrechterhalten. Anschließend wird die Vorrichtung wieder in ihre in Fig. 1 gezeigte Grundstellung zurückgestellt, indem die obere Arbeitskammer 10a über den Druckmittelanschluss 24 drucklos gemacht wird und die untere Arbeitskammer 10b mit einem geringen Fluidruck beaufschlagt wird.

[0041] Fig. 4 zeigt in schematischer Weise ein Fügewerkzeug 2, wie es vorstehend anhand der Fign. 1 bis 3 beschrieben wurde, in Verbindung mit einer Ventilanordnung einer (im übrigen nicht dargestellten) hydraulischen Steuerung zum Betreiben des Fügewerkzeuges. Die Ventilanordnung besteht aus zwei getrennten Wegeventilen 32 und 34, von denen das Wegeventil 32 über den Druckmittelanschluss 24 der Arbeitskammer 10a und

das Wegeventil 34 über den Druckmittelanschluss 26 der Arbeitskammer 10b zugeordnet ist, um die Arbeitskammern 10a und 10b entweder mit Druckmittel zu beaufschlagen oder von Druck zu entlasten. Die Wegeventile 32 und 34 steuern somit die Verbindung der Arbeitskammern 10a und 10b jeweils mit einer (nicht dargestellten) Drucksteuereinrichtung (z.B. Proportionalventil) und einem Druckentlastungsbereich des hydraulischen Systems.

[0042] Hinsichtlich der Funktionsweise der hydraulischen Steuerung kann auf die vorstehend beschriebene Arbeitsweise anhand der Fig. 1 bis 3 Bezug genommen werden. Ergänzend ist zu beachten:

[0043] In der in Fig. 5 dargestellten Grundstellung nimmt das Wegeventil 32 seine Druckentlastungsstellung ein, und das Wegeventil 34 seine Druckbeaufschlagungsstellung. In der Vorbearbeitungsstellung des Fügewerkzeugs befinden sich beide Wegeventile 32, 34 in ihrer Druckbeaufschlagungsstellung, in der beide Arbeitskammern 10a, 10b mit einem niedrigen Druck beaufschlagt werden. In der Fügstellung befinden sich das Wegeventil 32 in seiner Druckbeaufschlagungsstellung und das Wegeventil 34 in seiner Druckentlastungsstellung, um eine hohe Stempelkraft und (im Wesentlichen) keine Niederhalterkraft auszuüben. In der Nachbearbeitungsstellung befinden sich beide Wegeventile 32, 34 in ihrer Druckbeaufschlagungsstellung, um sowohl eine hohe Stempelkraft wie auch eine hohe Niederhalterkraft auszuüben.

[0044] Die in Fig. 5 dargestellte Ausführungsform unterscheidet sich von derjenigen der Fig. 4 hinsichtlich der konstruktiven Ausbildung der Zylinderanordnung des Fügewerkzeugs, wobei der Fig. 4 entsprechende Bauteile der Fig. 5 mit denselben Bezugszeichen, ergänzt um den Buchstaben a, bezeichnet sind. Das Fügewerkzeug der Fig. 5 unterscheidet sich von demjenigen der Fig. 4 dadurch, dass statt eines gemeinsamen hydraulischen Zylinders 4 zwei Zylinder 4a und 5a vorgesehen sind, von denen der Zylinder 4a den Hauptkolben 12a für den Stempel 16a und der Zylinder 5a den Niederhalterkolben 18a für den Niederhalter 22a aufnimmt. Eine Querwand 29 zwischen den Zylindern 4a und 4b begrenzt zusammen mit dem Niederhalterkolben 18a eine Arbeitskammer 31, die im dargestellten Ausführungsbeispiel über einen eigenen Druckmittelanschluss verfügt.

[0045] Insoweit entspricht die Anordnung herkömmlichen Stanznietwerkzeugen mit getrennten Zylindern für den Stempel und Niederhalter. Im Gegensatz zu den vorbekannten Stanznietwerkzeugen sind jedoch bei der Ausführungsform der Fig. 5 die kolbenstangenseitige Arbeitskammer des Zylinders 4a und die Arbeitskammer 31 des Zylinders 5a durch eine Strömungsverbindung 33 ständig miteinander verbunden. Die Strömungsverbindung 33 kann, wie dargestellt, außerhalb der Zylinder oder auch durch die Querwand 29 hindurch verlaufen.

[0046] Aufgrund der ständigen Verbindung zwischen der kolbenstangenseitigen Arbeitskammer des Zylinders 4a und der Arbeitskammer 31 des Zylinders 5a ergibt

sich bei der Anordnung der Fig. 5 die gleiche Funktionsweise wie bei der Anordnung der Fig. 4. So genügen auch im Fall der Fig. 5 zwei einfache Wegeventile 32 und 34 zur Steuerung der Druckbeaufschlagung und -entlastung der einzelnen Arbeitskammern. Hinsichtlich des Betriebs der Anordnung der Fig. 5 kann daher auf die Beschreibung zu Fig. 4 verwiesen werden.

[0047] Hinsichtlich Fig. 6 ist die konstruktive Ausgestaltung des dort gezeigten Fügewerkzeuges mit den hydraulischen Zylindern 4a und 5a identisch zu derjenigen der Fig. 5. Unterschiedlich ist lediglich, dass statt der beiden (parallel geschalteten) Wegeventile 32 und 34 ein Bypassventil 36 und ein Wegeventil 38, die in Reihe geschaltet sind, vorgesehen sind.

[0048] Das Wegeventil 38 ist zwischen einer (in Fig. 6 dargestellten) Grundstellung und einer Arbeitsstellung verstellbar. In der Grundstellung sperrt das Wegeventil 38 zwei Druckmittelleitungen 37 und 39 gegenüber der Druckquelle und dem Druckentlastungsbereich des hydraulischen Systems. In der Arbeitsstellung verbindet das Wegeventil 38 die Druckmittelleitung 37 mit der Druckquelle und die Druckmittelleitung 39 mit dem Druckentlastungsbereich.

[0049] Das Bypassventil 36 ist zwischen einer (in Fig. 6 dargestellten) Grundstellung und einer Bypassstellung verstellbar. In der Grundstellung verbindet das Bypassventil 36 die Druckmittelleitung 37 mit dem Druckmittelanschluss 24a und die Druckmittelleitung 39 mit dem Druckmittelanschluss 26a. In der Bypassstellung verbindet das Bypassventil 36 beide Druckmittelanschlüsse 24a und 26a mit der Druckmittelleitung 37.

[0050] Die Funktionsweise ist wie folgt: In der Grundstellung nehmen das Bypassventil 36 und das Wegeventil 38 die in Fig. 6 gezeigten Stellungen ein. Für die Vorbearbeitungsstellung des Fügewerkzeugs wird das Wegeventil 38 in seine Arbeitsstellung bewegt, in der es auch für die Füge- und Nachbearbeitungsstellung bleibt.

[0051] In der Vorbearbeitungsstellung des Fügewerkzeugs nimmt das Bypassventil 36 seine Bypassstellung ein, in der es die kolbenstangenabgewandte und kolbenstangenseitige Arbeitskammer des Zylinders 4a und die Arbeitskammer 31 des Zylinders 5a über die Druckmittelleitung 37 und das Wegeventil 38 mit der (steuerbaren) Druckquelle des hydraulischen Systems verbindet. Für die Fügstellung wird das Bypassventil 36 in seine Grundstellung zurückbewegt, in der es nun die kolbenstangenabgewandte Arbeitskammer des Zylinders 4a mit der Druckquelle und die kolbenstangenseitige Arbeitskammer sowie die Arbeitskammer 31 mit dem Druckentlastungsbereich verbindet. In der Nachbearbeitungsstellung schließlich nimmt das Bypassventil 36 erneut die Bypassstellung ein, in der sämtliche Arbeitskammern mit der Druckquelle verbunden werden.

[0052] Es sei darauf hingewiesen, dass die Ventilanordnung der Fig. 6 auch bei einem Fügewerkzeug der Fig. 4 verwendet werden kann.

[0053] Das in Fig. 7 dargestellte Fügewerkzeug entspricht hinsichtlich seines konstruktiven Aufbaus weitge-

hend dem in Fig. 6 dargestellten, wobei sich entsprechende Bauteile mit entsprechenden Bezugszeichen, bei denen jedoch der Buchstabe a durch den Buchstaben b ersetzt ist, bezeichnet werden. Unterschiedlich gegenüber Fig. 6 ist jedoch, dass die Strömungsverbindung 33 fehlt. Vielmehr hat die Arbeitskammer 31b des Zylinders 5b einen von den Druckmittelanschlüssen 24b und 26b getrennten Druckmittelanschluss 27b, der über ein Drucksteuerventil 40 (z.B. Proportionalventil) druckbeaufschlagt oder druckentlastet werden kann. Das Fügewerkzeug mit den beiden Zylindern 4b und 5b zum Betätigen des Stempels und des Niederhalters entspricht daher einem herkömmlichen Fügewerkzeug.

[0054] Die Druckmittelanschlüsse 24b und 26b der Arbeitskammern des Zylinders 4b sind über ein Bypassventil 36 und ein Wegeventil 38 steuerbar, die mit den entsprechenden Ventilen der Fig. 6 identisch sind.

[0055] In der Grundstellung nehmen die Ventile die in Fig. 7 gezeigte Grundstellung ein. Zur Betätigung des Bypassventils 36 und des Wegeventils 38 vor, während und nach dem Fügevorgang kann auf die Beschreibung der Fig. 6 verwiesen werden. Das Drucksteuerventil 40 wird so betätigt, dass es die Arbeitskammer 31b in der Vorbearbeitungsstellung mit einem relativ niedrigen Druck, in der Fügestellung mit einem vernachlässigbaren Druck und in der Nachbearbeitungsstellung mit einem hohen Druck beaufschlagt.

[0056] Die Anordnung der Fig. 7 bietet die Möglichkeit, die kolbenstangenseitige Arbeitskammer des Zylinders 4b in der Nachbearbeitungsstellung über das Bypassventil 36 drucklos zu machen, so dass die vom Hauptkolben 12b ausgeübte Stempelkraft entsprechend erhöht werden kann.

[0057] Die in Fig. 8 gezeigte Anordnung unterscheidet sich von derjenigen der Fig. 7 lediglich dadurch, dass das Bypassventil 36 der Fig. 7 durch ein Bypassventil 36b ersetzt wurde, das in der Bypassstellung die kolbenstangenabgewandte und kolbenstangenseitige Arbeitskammern des Zylinders 4 miteinander verbindet, sie jedoch gegenüber der Druckquelle des hydraulischen Systems absperrt. In der Vorbearbeitungsstellung sind daher beide Arbeitskammern des Zylinders 4b drucklos, so dass keine Stempelkraft erzeugt wird. Bei dieser Ausführungsform ist daher in der Vorbearbeitungsstellung keine Nieterkennung möglich, wohingegen bei allen anderen Ausführungsformen der Stempel in der Vorbearbeitungsstellung eine Stempelkraft ausübt, die zur Nieterkennung genutzt werden kann. Im übrigen entspricht die Funktionsweise der Anordnung der Fig. 8 der bezüglich Fig. 7 beschriebenen Funktionsweise.

[0058] Bei den Ausführungsformen der Fign. 1 bis 7 kann übrigens der erste Arbeitsschritt vor dem Fügevorgang zweistufig in der Weise ausgeführt werden, dass zuerst der Niederhalter mit der erforderlichen vergleichsweise niedrigen Niederhalterkraft beaufschlagt wird und erst danach der Niet über den Stempel mit einer relativ niedrigen Stempelkraft an den Werkstücken angesetzt wird. Dies bietet dann die Möglichkeit, den Niederhalter

bereits eine kurze Zeitdauer vor dem Setzen des Nietes drucklos zu machen, da die Werkstücke durch den angesetzten Niet aneinandergespresst bleiben.

[0059] Wie bereits eingangs erwähnt, lässt sich das erfindungsgemäße Nietverfahren besonders vorteilhaft mit dem Kleben zu der Hybridfügetechnik "Stanznieten-Kleben" kombinieren. Bei dieser Hybridfügetechnik wird zwischen den Werkstücken A und B eine Klebstoffschicht K vorgesehen, siehe Fign. 1-3:

[0060] Bei dem eingangs geschilderten Nietverfahren nach EP 0675774, bei dem bereits vor und während des Fügevorgangs eine große Niederhalterkraft ausgeübt wird, wird der Klebstoff von dem Niederhalterdruck vor dem Fügevorgang innerhalb der inneren Fügezone eingeschlossen. Während des Fügevorgangs ist daher ein ungehindertes Verpressen und Fließen des Klebstoffes aus der Fügezone radial nach außen nicht möglich. Andererseits begünstigt die große Niederhalterkraft ein Rückfedern des stempelseitigen Werkstückes, nachdem es vom Stanzniet durchstanzst wurde. Dies wiederum kann zur Bildung von Lufteinschlüssen und -kanälen in der Klebstoffschicht führen.

[0061] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren dagegen, bei welchem vor dem Fügevorgang nur eine relativ kleine Niederhalterkraft und während des Fügevorgangs im wesentlichen keine Niederhalterkraft ausgeübt wird, ist ein ungehindertes Verpressen und Fließen des Klebstoffes aus der Fügezone radial nach außen während des Fügevorgangs im wesentlichen möglich. Darüber hinaus führt der Verzicht auf eine Niederhalterkraft während des Fügevorgangs zu einem verringerten Rückfedern des stempelseitigen Werkstückes A, was ebenfalls die Gefahr von Lufteinschlüssen und -kanälen in der Klebstoffschicht K verringert.

[0062] Um diese Gefahr weiter zu verringern, werden bei dem kombinierten Stanznieten-Kleben Stanzniete N' wie in Fig. 9 dargestellt verwendet. Der Stanzniet N' hat in üblicher Weise einen Nietkopf N1 und einen Nietschaft N2. Im Gegensatz zu herkömmlichen Stanznieten ist jedoch die Umfangsfläche N3 des Nietschaftes N2 nicht zylindrisch, sondern in Richtung auf den Nietkopf N1 leicht divergierend ausgebildet. Genauer gesagt, hat die Umfangsfläche N3 die Form eines Konus mit dem Konuswinkel α . Wird daher der Stanzniet N' mit seiner konusförmigen Umfangsfläche N3 in die Fügebauteile A, B eingetrieben (Fig. 3), so übt der Nietschaft N2 aufgrund seiner Konizität auf das stempelseitige Werkstück A eine nach unten gerichtete Kraft aus, die ein Rückfedern des stempelseitigen Werkstückes A unterbindet. Die Werkstücke A, B bleiben daher in der Fügezone in Anlage, so dass eine Spaltbildung zwischen den Werkstücken A, B und damit das Entstehen von Lufteinschlüssen und -kanälen in der Klebstoffschicht K verhindert werden.

[0063] Der Konuswinkel α muss in jedem Fall größer als 0 sein und liegt vorzugsweise im Bereich von 0,5 bis 10°, besonders bevorzugt im Bereich von 1 bis 5°. Wie dargestellt, kann die gesamte Umfangsfläche des Nietschaftes N2 divergierend ausgebildet sein. Es ist jedoch

auch möglich, die Umfangsfläche N3 in einem Fußbereich zylindrisch und nur in dem Bereich zwischen dem Fußbereich und dem Kopf N1 divergierend auszubilden. Die axiale Länge dieses Fußbereiches wird zweckmäßigerweise so gewählt, dass sie der Dicke des stempelseitigen Werkstücks A entspricht.

[0064] Die Verwendung eines derart ausgebildeten Stanznietes N' in Verbindung mit dem erfindungsgemäß ausgebildeten Stanzniet-Klebe-Verfahren erlaubt eine besonders effektive Unterdrückung einer Spaltbildung zwischen den Werkstücken A,B im Fügebereich und somit der Bildung von Luftblasen und -kanälen in der Klebstoffschicht K.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Fügen mindestens zweier plattenförmiger Werkstücke (A, B) aus artgleichen oder unterschiedlichen Materialien mittels eines Fügungswerkzeuges, das einen Stempel (16) zum Ausführen des Fügevorganges an einer Fügestelle (8) und einen Niederhalter (22) zum Ausüben einer Niederhalterkraft auf die an einer Matrize (6) abgestützten Werkstücke (A, B) aufweist, bei welchem Verfahren:

während des Fügevorgangs eine für den Fügevorgang erforderliche hohe Stempelkraft und im Wesentlichen keine Niederhalterkraft zum Ermöglichen einer ungehinderten Verformung des Fügebereichs ausgeübt werden und nach dem Fügevorgang gleichzeitig eine hohe Stempelkraft und eine hohe Niederhalterkraft zum Reduzieren von Materialverformungen der Werkstücke und zum Erzeugen einer Verdichtungswirkung im Fügebereich ausgeübt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die nach dem Fügevorgang ausgeübte hohe Stempelkraft und die nach dem Setzvorgang ausgeübte hohe Niederhalterkraft während einer vorgegebenen Zeitspanne aufrechterhalten werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die hohe Niederhalterkraft erst eine kurze Zeitdauer nach Beendigung des Fügevorgangs ausgeübt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die nach dem Fügevorgang ausgeübte Niederhalterkraft größer als 5 kN, vorzugsweise größer als 7,8 kN ist.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die nach dem Fügevorgang ausgeübte Stempelkraft größer als

5kN, vorzugsweise größer als 6,5 kN ist.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor dem Fügevorgang der Niederhalter (22) mit einer kleinen Kraft gegen die Werkstücke (A, B) angedrückt wird, um die Werkstücke (A, B) unverschiebbar in Anlage zu halten.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vor dem Fügevorgang aufgebraachte Niederhalterkraft kleiner als 7,8 kN, vorzugsweise kleiner als 3,9 kN ist.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor dem Fügevorgang eine kleine Stempelkraft zum Durchführen einer Kontrolle der Fügestelle ausgeübt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vor dem Fügevorgang ausgeübte Stempelkraft kleiner als 5,0 kN, vorzugsweise kleiner als 2,5 kN ist.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor dem Fügevorgang keine Stempelkraft ausgeübt wird.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen den Werkstücken (A, B) zumindest im Fügebereich eine Klebstoffschicht (K) vorgesehen wird, ehe der Niederhalter (22) gegen die Werkstücke (A, B) angedrückt wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Fügewerkzeug ein Setzwerkzeug zum Setzen von Stanznieten (N) ist.
13. Verfahren nach den Ansprüchen 11 und 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** Stanzniete (N) verwendet werden, bei denen die Umfangsfläche (N3) des Nietschaftes (N2) zumindest in einem vorgegebenen Bereich in Richtung auf den Nietkopf (N1) divergierend ausgebildet ist.
14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umfangsfläche des Nietschaftes (N2) der verwendeten Stanzniete (N3) in dem vorgegebenen Bereich konusförmig ausgebildet ist.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Fügewerkzeug ein Durchsetzfügewerkzeug (Clinch-Werkzeug) ist.
16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stempel

(16) und der Niederhalter (22) durch einen gemeinsamen hydraulischen Zylinder (4) betätigt werden.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stempel (16) und der Niederhalter (22) jeweils durch einen eigenen Zylinder (4; 5) betätigt werden.

18. Vorrichtung zum Betätigen eines Fügwerkzeuges zum Fügen mindestens zweier plattenförmiger Werkstücke (A, B) aus artgleichen oder unterschiedlichen Materialien, mit:

einem hydraulischen Zylinder (4) mit einem zylindrischen Innenraum (10),
einem Hauptkolben (12) mit einer Kolbenstange (14), die mit einem Stempel (16) für den Fügevorgang fest verbunden ist,
wobei der Hauptkolben (12) den Innenraum (10) des Zylinders (4) in eine kolbenstangenabgewandte Arbeitskammer (10a) und eine kolbenstangenseitige Arbeitskammer (10b) unterteilt, so dass der Hauptkolben (12) auf einer Seite mit dem in der kolbenstangenabgewandten Arbeitskammer (10a) herrschenden Druck und auf der axial entgegengesetzten Seite mit dem in der kolbenstangenseitigen Arbeitskammer (10b) herrschenden Druck beaufschlagbar ist, einem Niederhalterkolben (18) mit einer Kolbenstange (20), die mit einem Niederhalter (22) zum Ausüben einer Niederhalterkraft auf die Werkstücke (A, B) verbunden ist, wobei der Niederhalterkolben (18) mit seiner Kolbenstange (20) die Kolbenstange (14) des Hauptkolbens (12) coaxial umgibt und relativ zu diesem verschiebbar ist, und wobei jede der beiden Arbeitskammern (10a, b) über je einen Druckmittelanschluss (24, 26) wahlweise mit Druckmittel beaufschlagt oder druckentlastet werden kann,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Niederhalterkolben (18) in der kolbenstangenseitigen Arbeitskammer (10b) des Zylinders (4) angeordnet ist und die auf axial entgegengesetzten Seiten des Niederhalterkolbens (18) liegenden Abschnitte der kolbenstangenseitigen Arbeitskammer (10b) durch eine Strömungsverbindung (28) ständig miteinander verbunden sind, so dass der Niederhalterkolben (18) auf seinen axial entgegengesetzten Seiten mit dem in der kolbenstangenseitigen Arbeitskammer (10b) herrschenden Druck beaufschlagt wird.

19. Vorrichtung zum Betätigen eines Fügwerkzeuges zum Fügen mindestens zweier plattenförmiger Werkstücke (A, B) aus artgleichen oder unterschiedlichen Materialien, mit:

einem ersten hydraulischen Zylinder (4a) mit einem Hauptkolben (12a), der über eine Kolbenstange (14a) mit einem Stempel (16a) für den Fügevorgang fest verbunden ist und der den Innenraum des Zylinders (4a) in eine kolbenstangenseitige Arbeitskammer und eine kolbenstangenabgewandte Arbeitskammer unterteilt, von denen jede über je einen Druckmittelanschluss (24a, 26a) mit Druckmittel beaufschlagt oder druckentlastet werden kann, einem zweiten hydraulischen Zylinder (5a) mit einem Niederhalterkolben (18a), der über eine Kolbenstange (20a) mit einem Niederhalter (22a) zum Ausüben einer Niederhalterkraft verbunden ist und der eine Arbeitskammer (31) begrenzt, die wahlweise mit Druckmittel beaufschlagt oder druckentlastet werden kann,

dadurch gekennzeichnet, dass die Arbeitskammer (31) des zweiten Zylinders (5a) und die kolbenstangenseitige Arbeitskammer des ersten Zylinders (4a) durch eine Strömungsverbindung (33) ständig miteinander verbunden sind.

20. Vorrichtung nach Anspruch 18 oder 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die kolbenstangenabgewandte und kolbenstangenseitige Arbeitskammer jeweils über ein eigenes Wegeventil (32, 34) wahlweise mit Druckmittel beaufschlagbar oder druckentlastbar sind.

21. Vorrichtung nach Anspruch 18 oder 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die kolbenstangenseitige und die kolbenstangenabgewandte Arbeitskammer über ein gemeinsames Bypassventil (36) und ein gemeinsames Wegeventil (38), die in Reihe geschaltet sind, wahlweise mit Druckmittel beaufschlagbar oder druckentlastbar sind.

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hauptkolben (12) und der Niederhalterkolben (18) durch eine nur in eine axiale Richtung wirkende Anschlagverbindung (30) miteinander verbindbar sind, so dass der Hauptkolben (12) bei einer Bewegung aus einer Arbeitsstellung in eine Grundstellung den Niederhalterkolben (18) in eine entsprechende Grundstellung mitschleppt.

23. Verfahren zum Betreiben einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einer Fügestellung während des Fügevorgangs die kolbenstangenabgewandte Arbeitskammer (10a) mit einem Druck zum Ausführen des Fügevorgangs beaufschlagt wird und die kolbenstangenseitige Arbeitskammer (10b) im Wesentlichen drucklos gemacht wird, so dass der Niederhalter (22) im Wesentlichen keine Niederhalterkraft

ausübt.

24. Verfahren nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einer Nachbearbeitungsstellung nach dem Fügevorgang die kolbenstangenabgewandte und die kolbenstangenseitige Arbeitskammer (10a, 10b) jeweils mit einem hohen Druck beaufschlagt werden, so dass der Stempel (16) und der Niederhalter (22) nach dem Fügevorgang eine hohe Kraft auf die Fügestelle (8) und die Werkstücke (A, B) ausüben.
25. Verfahren nach Anspruch 23 oder 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einer Vorbearbeitungsstellung vor dem Fügevorgang die kolbenstangenabgewandte und kolbenstangenseitige Arbeitskammer (10a, 10b) mit einem niedrigen Druck beaufschlagt werden, so dass der Stempel (16) und der Niederhalter (22) jeweils eine kleine Kraft auf die Fügestelle (8) und die Werkstücke (A, B) ausüben.
26. Verfahren nach einem der Ansprüche 23 bis 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einer Grundstellung die kolbenstangenseitige Arbeitskammer (10b) mit einem niedrigen Druck beaufschlagt wird und die kolbenstangenabgewandte Arbeitskammer (10a) im Wesentlichen drucklos gemacht wird, so dass der Hauptkolben (12) in eine als Grundstellung dienende Endstellung gedrückt wird.

Claims

1. A method for joining at least two plate-shaped workpieces of similar or different materials by means of a fastening tool which comprises a punch (16) for performing a joining operation at a joining area (18) and a clamp (22) for exerting a clamping force upon said workpieces (A, B) supported against a die, in which method:
 - during the joining operation a high punch force required for the joining operation is exerted and substantially no clamping force is exerted to enable free material deformation at the joining area, and
 - after the joining operation a high punch force and a high clamping force are exerted at the same time for reducing deformations of the workpieces and to provide for compression of the workpieces at the joining area.
2. The method of claim 1, **characterized in that** said high punch force exerted after the joining operation and said high clamping force exerted after the joining operation are maintained during a predetermined duration.
3. The method of claim 1 or 2, **characterized in that** said high clamping force is exerted only a short time after termination of the joining operation.
4. The method of any of the preceding claims, **characterized in that** said high clamping force exerted after the joining operation exceeds 5 kN, preferably 7,8 kN.
5. The method of claim 1, wherein said high punch force exerted after the joining operation exceeds 5 kN, preferably 6,5 kN.
6. The method of any of the preceding claims, **characterized in that** prior to the joining operation the clamp (22) is urged against the workpieces (A, B) by a small clamping force to prevent relative displacement of the workpieces (A, B) with respect to each other.
7. The method of claim 6, **characterized in that** said small clamping force is less than 7.8 kN, preferably less than 3.9 kN.
8. The method of any of claims 1 to 7, **characterized in that** prior to the joining operation a small punch force is exerted to perform a checking operation at the joining area.
9. The method of claim 8, **characterized in that** said small punch force exerted prior to the joining operation is less than 5.0 kN, preferably less than 2.5 kN.
10. The method of any of claims 1 to 7, **characterized in that** prior to the joining operation no punch force is exerted.
11. The method of any of the preceding claims, **characterized in that** an adhesive layer is provided between the workpieces (A, B) at least in the joining area before the clamp (22) is urged against the workpieces (A, B).
12. The method of any of claims 1 to 11, **characterized in that** said joining tool is a riveting tool for setting self-piercing rivets (N).
13. The method of claims 11 and 12, **characterized in that** self-piercing rivets (N) are used where there peripheral surface (N3) of the rivet shaft (N2) is divergent towards the rivet head (N 1) at least in a predetermined area.
14. The method of claim 13, **characterized in that** the peripheral surface of the rivet stem (N2) of the used rivets (N3) is of conical shape in the predetermined area.

15. The method of any of claims 1 to 11, **characterized in that** the joining tool is a clinching tool.

16. The method of any of the preceding claims, **characterized in that** the punch (16) and the clamp (22) are actuated by a common hydraulic piston-cylinder-assembly (4). 5

17. The method of any of claims 1 to 15, **characterized in that** the punch (16) and the clamp (22) each are actuated by its own piston-cylinder-assembly (4; 5). 10

18. A device for operating a fastening tool for joining at least two plate-shaped workpieces (A, B) of similar or different materials, comprising: 15

a hydraulic cylinder (4) having a cylindrical cavity (10),
a main piston (12) having a piston rod (14) integrally connected to a punch (16) for performing the joining operation, 20
the main piston (12) dividing the cavity (10) of said cylinder (4) into a piston rod remote work chamber (10a) and a piston rod adjacent work chamber (10b) such that the main piston (12) has one side pressurized by pressure prevailing in said piston rod remote work chamber (10a) and has an axially opposite side pressurized by pressure prevailing in said piston rod adjacent work chamber (10b), 25
a clamp piston (18) having a piston rod (20) integrally connected to a clamp (22) for exerting a clamping force upon the workpieces (A, B), said clamp piston (18) along with its piston rod (20) coaxially extending about the piston rod (14) of said main piston (12) and being displaceable with respect thereto, and 30
each of said work chambers (10a, b) having a fluid pressure port (24; 26) selectively to be pressurized or depressurized, 35
40

characterized by:

the clamp piston (18) being disposed in said piston rod adjacent work chamber (10b) of said hydraulic cylinder (4) and said piston rod adjacent work chamber (10b) has sections disposed on axially opposite sides of said clamp piston (18) and communicating with each other permanently by fluid flow passage means (28) such that the axially opposite sides of said clamp piston (18) both are pressurized by pressure prevailing in said piston rod adjacent work chamber (10b). 45
50

19. A device for operating a joining tool for joining at least two plate-shaped workpieces of similar or different materials, comprising: 55

a first hydraulic cylinder (4a) with a main piston (12a) having a piston rod (14a) integrally connected to a punch (16a) for performing a joining operation, and dividing the cylindrical cavity of said cylinder (4a) into a piston rod remote work chamber and a piston rod adjacent work chamber each of which has a fluid pressure port (24a, 24b) selectively to be pressurized or depressurized,

a second hydraulic cylinder (5a) including a clamp piston (18a) connected via a piston rod (20a) to a clamp (22a) for exerting a clamping force, and confining a work chamber (31) selectively to be pressurized by pressure fluid or depressurized,

characterized in that:

said work chamber (31) of said second hydraulic cylinder (5a) and said piston rod adjacent work chamber of said first cylinder (4a) are permanently connected to each other by fluid communication means (33).

20. The device of claim 18 or 19, **characterized in that** said piston rod remote work chamber and said piston rod adjacent work chamber are adapted selectively to be pressurized or depressurized each via a separate directional valve (32, 34).

21. The device of claim 18 or 19, **characterized in that** said piston rod adjacent work chamber and said piston rod remote work chamber are adapted to selectively to be pressurized or depressurized via a common bypass valve (36) and a common directional valve (38) which are connected in series.

22. The device of any of claims 18 to 21, **characterized in that** said main piston (12) and said clamp piston (18) are connectable to each other by one-way abutment means (30) acting only in one axial direction such that movement of said main piston (12) from a work position to an end position drives said clamp piston (18) to a corresponding basic position.

23. A method for operating a device of any of claims 18 to 22, **characterized in that**, in a joining position during the joining operation, the piston rod remote work chamber (10a) is pressurized by a pressure for performing the joining operation, and the piston rod adjacent work chamber (10b) is made substantially pressureless such that the clamp (22) exerts substantially no clamping force.

24. The method of claim 23, **characterized in that**, in a post-operating position after the joining operation, the piston rod remote and the piston rod adjacent work chambers (10a, 10b) each are pressurized by

a high pressure such that the punch (16) and the clamp (22) exert a high force upon the joining area (8) and the workpieces (A, B) after the joining operation.

25. The method of claim 23 or 24, **characterized in that**, in a pre-operating position prior to the joining operation, the piston rod remote and the piston rod adjacent work chambers (10a, 10b) are pressurized by a low pressure such that the punch (16) and the clamp (22) each exert a small force upon the joining area (8) and the workpieces (A, B).

26. The method of any of claims 23 to 25, **characterized in that**, in a basic position, the piston rod adjacent work chamber (10b) is pressurized by a low pressure and the piston rod remote work chamber (10a) is made substantially pressureless such that the main piston (12) is urged into an end position serving as basic position.

Revendications

1. Procédé d'assemblage d'au moins deux pièces en forme de plaque (A, B) en matériaux de type identique ou différents au moyen d'un outil d'assemblage qui présente un poinçon (16) pour l'exécution du processus d'assemblage sur un emplacement d'assemblage (8) et un serre-flan (22) pour l'exercice d'une force de serre-flan sur les pièces (A, B) appuyées sur une matrice (6), procédé dans lequel :

pendant le processus d'assemblage, une force de poinçonnage élevée nécessaire pour le processus d'assemblage et essentiellement aucune force de serre-flan sont exercées pour permettre une déformation libre de la zone d'assemblage et, après le processus d'assemblage, une force de poinçonnage élevée et une force de serre-flan élevée sont exercées simultanément pour réduire les déformations de matériau des pièces et pour produire une action de compression dans la zone d'assemblage.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la force de poinçonnage élevée exercée après le processus d'assemblage, et la force de serre-flan élevée exercée après le processus de montage sont maintenues pendant une période de temps prédéfinie.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la force de serre-flan élevée n'est exercée que pendant une courte durée après la fin du processus d'assemblage.

4. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la force de serre-flan exercée après le processus d'assemblage est supérieure à 5 kN, de préférence supérieure à 7,8 kN.

5. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la force de poinçonnage exercée après le processus d'assemblage est supérieure à 5kN, de préférence supérieure à 6,5 kN.

6. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, avant le processus d'assemblage, le serre-flan (22) est pressée avec une faible force contre les pièces (A, B) afin de maintenir les pièces (A, B) en butée de façon non déplaçable.

7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** la force de serre-flan appliquée avant le processus d'assemblage est inférieure à 7,8 kN, de préférence inférieure à 3,9 kN.

8. Procédé selon une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que**, avant le processus d'assemblage, une faible force de poinçonnage est exercée pour effectuer un contrôle de l'emplacement d'assemblage.

9. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** la force de poinçonnage exercée avant le processus d'assemblage est inférieure à 5,0 kN, de préférence inférieure à 2,5 kN.

10. Procédé selon une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce qu'**aucune force de poinçonnage n'est exercée avant le processus d'assemblage.

11. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, entre les pièces (A, B), au moins dans la zone d'assemblage, une couche d'adhésif (K) est prévue, avant que le serre-flan (22) soit pressé contre les pièces (A, B).

12. Procédé selon une des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** l'outil d'assemblage est un outil de montage pour le montage de rivets auto-poinçonneurs (N).

13. Procédé selon les revendications 11 et 12, **caractérisé en ce que** des rivets auto-poinçonneurs (N) sont utilisés, avec lesquels la surface circonferentielle (N3) de la tige de rivet (N2) est constituée de façon divergente au moins dans une zone prédéfinie en direction de la tête de rivet (N1).

14. Procédé selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** la surface circonferentielle de la tige de rivet (N2) des rivets auto-poinçonneurs (N3) est constituée en forme de cône dans la zone prédéfinie.

15. Procédé selon une des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** l'outil d'assemblage est un outil d'assemblage par rivure (outil clinch).

16. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le poinçon (16) et le serre-flan (22) sont actionnés par un cylindre hydraulique (4) commun.

17. Procédé selon une des revendications 1 à 15, **caractérisé en ce que** le poinçon (16) et le serre-flan (22) sont actionnés respectivement par un cylindre hydraulique (4 ; 5) propre.

18. Dispositif d'actionnement d'un outil d'assemblage pour l'assemblage d'autres moins deux pièces en forme de plaque (A, B) en matériaux de type identique ou différents, avec :

un cylindre hydraulique (4) avec un espace intérieur cylindrique (10),
un piston principal (12) avec une tige de piston (14) qui est raccordée de façon fixe à un poinçon (16) pour le processus d'assemblage,
le piston principal (12) divisant l'espace intérieur (10) du cylindre (4) en une chambre de travail (10a) éloignée de la tige de piston et une chambre de travail (10b) côté tige de piston, de sorte que le piston principal (12) peut être alimenté sur un côté avec la pression régnant dans la chambre de travail (10a) éloignée de la tige de piston et, sur le côté opposé dans le sens axial, à la pression régnant dans la chambre de travail (10b) côté tige de piston,
un piston de serre-flan (18) avec une tige de piston (20) qui est raccordée à un serre-flan (22) pour exercer une force de serre-flan sur les pièces (A, B),
le piston de serre-flan entourant de façon coaxiale avec sa tige de piston (20) la tige de piston (14) du piston principal (12) et étant déplaçable par rapport à celui-ci, et
chacune des deux chambres de travail (10a, b) pouvant être au choix alimentée avec un moyen de pression ou déchargée en pression via respectivement un raccord de moyen de pression (24, 26),

caractérisé en ce que

le piston de serre-flan (18) est disposé dans la chambre de travail (10b), côté tige de piston, du cylindre (4), et **en ce que** les tronçons de la chambre de travail (10a) côté tige de piston qui sont situés sur les côtés, opposés dans le sens axial, du piston de serre-flan (18) sont raccordés entre eux en permanence par un raccord d'écoulement (28), de sorte que le piston de serre-flan (18) est, sur ses côtés opposés dans le sens axial, alimenté avec la pres-

sion régnant dans la chambre de travail (10b) côté tige de piston.

19. Dispositif d'actionnement d'un outil d'assemblage pour l'assemblage d'autres moins deux pièces en forme de plaque (A, B) en matériaux de type identique ou différents, avec :

un premier cylindre hydraulique (4a) avec un piston principal (12a) qui est raccordé de façon fixe, via une tige de piston (14a), à un poinçon (16a) pour le processus d'assemblage et qui divise l'espace intérieur du cylindre (4a) en une chambre de travail côté tige de piston et une chambre de travail éloignée de la tige de piston, dont chacune, via un raccord de moyen de pression (24a, 26a), est alimentée en moyen de pression ou peut être déchargée en pression, un deuxième cylindre hydraulique (5a) avec un piston de serre-flan (18a) qui est raccordé, via une tige de piston (20a), à un serre-flan (22a) pour exercer une force de serre-flan et qui limite une chambre de travail (31) qui peut au choix être alimentée en moyen de pression ou déchargée en pression,

caractérisé en ce que la chambre de travail (31) du deuxième cylindre (5a) et la chambre de travail, côté tige de piston, du premier cylindre (4a) sont raccordées entre elles en permanence par un raccord d'écoulement (33).

20. Dispositif selon la revendication 18 ou 19, **caractérisé en ce que** la chambre de travail éloignée de la tige de piston et la chambre de travail côté tige de piston peuvent au choix être alimentées, respectivement, via un distributeur (32, 34) propre, en moyen de pression ou peuvent être déchargées en pression.

21. Dispositif selon la revendication 18 ou 19, **caractérisé en ce que** la chambre de travail côté tige de piston et la chambre de travail éloignée de la tige de piston peuvent, via une vanne de dérivation (36) commune et un distributeur commun (38) qui sont montés en série, être au choix alimentées en moyen de pression ou être déchargées en pression.

22. Procédé selon une des revendications 18 à 21, **caractérisé en ce que** le piston principal (12) et le piston de serre-flan (18) peuvent être raccordés l'un à l'autre par un raccord de butée (30) agissant uniquement dans une direction axiale, de sorte que le piston principal (12), lors d'un mouvement depuis une position de travail vers une position de base, entraîne le piston de serre-flan (18) dans une position de base correspondante.

23. Procédé d'actionnement d'un dispositif selon une des revendications 18 à 22, **caractérisé en ce que**, dans une position d'assemblage, pendant le processus d'assemblage, la chambre de travail (10a) éloignée de la tige de piston est alimentée avec une pression pour l'exécution du processus d'assemblage et la chambre de travail (10b) côté tige de piston est essentiellement rendue dépourvue de pression, de sorte que le serre-flan (22) n'exerce essentiellement aucune force de serre-flan.
24. Dispositif selon la revendication 23, **caractérisé en ce que**, dans une position de retouche après le processus d'assemblage, la chambre de travail éloignée de la tige de piston et la chambre de travail côté tige de piston (10a, 10b) sont respectivement alimentées avec une pression élevée, de sorte que le poinçon (16) et le serre-flan (22) exercent, après le processus d'assemblage, une force élevée sur l'emplacement d'assemblage (8) et les pièces (A, B).
25. Dispositif selon la revendication 23 ou 24, **caractérisé en ce que**, dans une position de préusinage avant le processus d'assemblage, la chambre de travail éloignée de la tige de piston et la chambre de travail côté tige de piston (10a, 10b) sont alimentées avec une pression faible, de sorte que le poinçon (16) et le serre-flan (22) exercent respectivement une force faible sur l'emplacement d'assemblage (8) et les pièces (A, B).
26. Procédé selon une des revendications 23 à 25, **caractérisé en ce que**, dans une position de base, la chambre de travail (10b) côté tige de piston est alimentée avec une faible pression et la chambre de travail (10a) éloignée de la tige de piston est essentiellement rendue dépourvue de pression de sorte que le piston principal (12) est pressé dans une position extrême servant de position de base.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

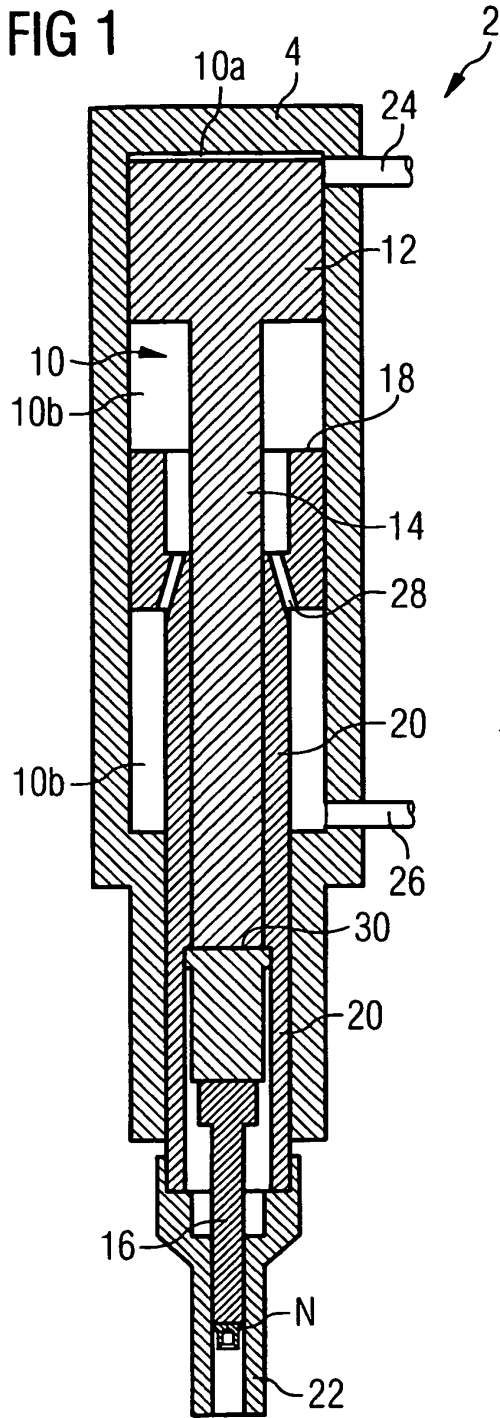


FIG 2

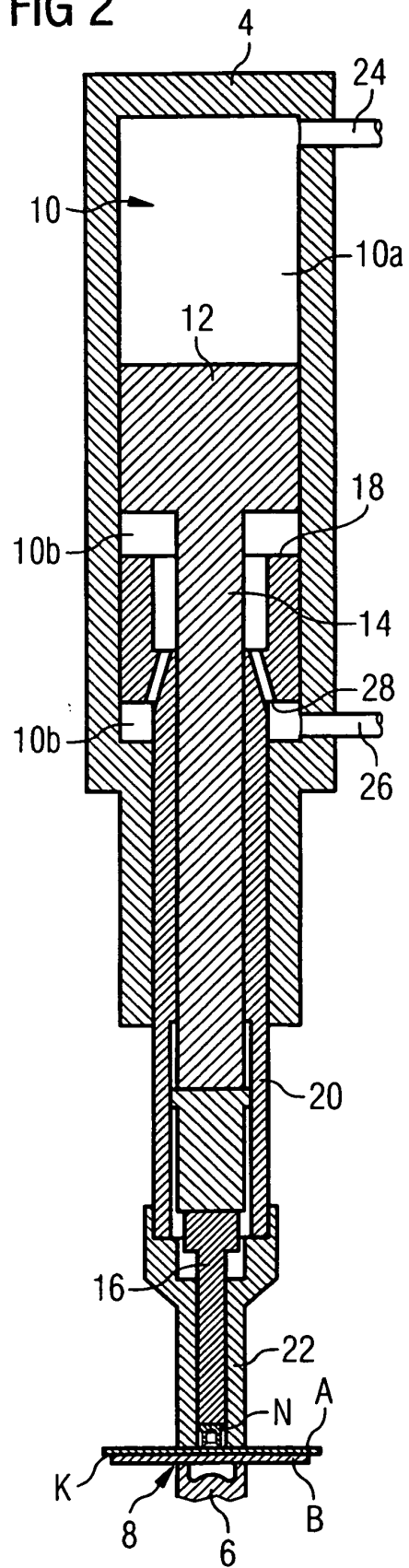


FIG 3

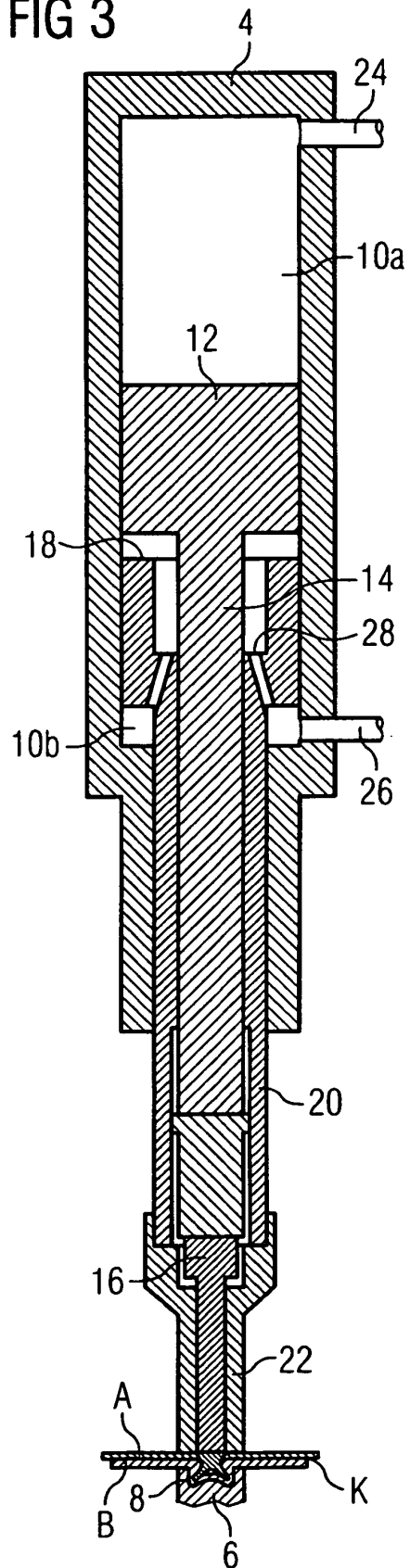


FIG 9

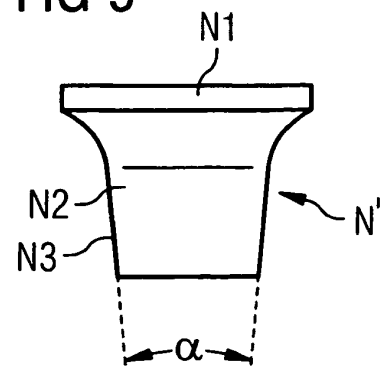


FIG 4

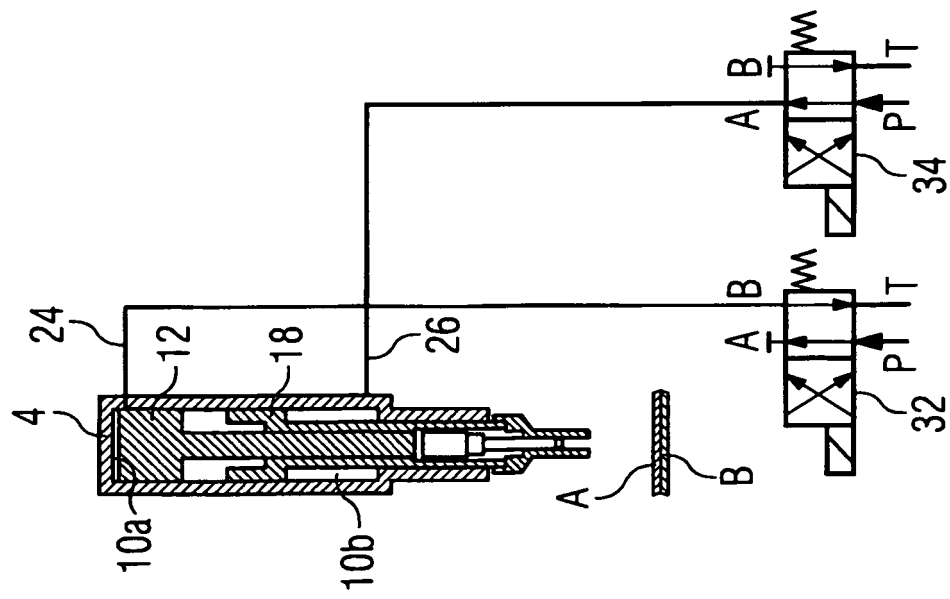


FIG 5

