

(19)



(11)

EP 3 670 022 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

30.08.2023 Patentblatt 2023/35

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

B21J 15/22^(2006.01) B21J 15/28^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19210991.6**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

B21J 15/22; B21J 15/285; F15B 20/007; F15B 2211/55; F15B 2211/6306; F15B 2211/6653; F15B 2211/857

(22) Anmeldetag: **22.11.2019**

(54) HYDRAULIKNIETWERKZEUG SOWIE VERFAHREN ZUR AUTOMATISCHEN STEUERUNG VON PNEUMATISCH ANGETRIEBENEN HYDRAULIKNIETWERKZEUGEN

HYDRAULIC RIVETING TOOL AND METHOD FOR AUTOMATICALLY CONTROLLING PNEUMATICALLY DRIVEN HYDRAULIC RIVETING TOOLS

OUTIL HYDRAULIQUE DE RIVETAGE AINSI QUE PROCÉDÉ DE COMMANDE AUTOMATIQUE DES OUTILS HYDRAULIQUES DE RIVETAGE À ENTRAÎNEMENT PNEUMATIQUE

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(72) Erfinder:

- **Enriquez, Heinz**
58455 Witten (DE)
- **Zurmühlen, Martin**
44795 Bochum (DE)

(30) Priorität: **19.12.2018 DE 102018132914**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

24.06.2020 Patentblatt 2020/26

(74) Vertreter: **Kalkoff & Partner Patentanwälte mbB**

Martin-Schmeisser-Weg 3a-3b
44227 Dortmund (DE)

(73) Patentinhaber: **TKR Spezialwerkzeuge GmbH**

58285 Gevelsberg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A1- 3 293 400 EP-A2- 0 062 206
EP-A2- 1 738 845 CN-B- 104 550 618
GB-A- 1 157 231

EP 3 670 022 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur automatischen Steuerung von pneumatisch angetriebenen Hydrauliknietwerkzeugen mit einer durch einen Pneumatiktrieb angetriebenen Hydraulikpumpe zur Verstellung eines mit einem Werkzeug verbindbaren Arbeitskolben. Ferner betrifft die Erfindung ein Hydrauliknietwerkzeug mit einer durch einen Pneumatiktrieb angetriebenen Hydraulikpumpe zur Verstellung eines mit einem Werkzeug verbindbaren Arbeitskolben.

[0002] Bei der Verwendung von pneumatisch angetriebenen, hydraulisch wirkenden Hydrauliknietwerkzeugen der eingangs genannten Art erfolgt zur Erzeugung der zum Setzen von Nieten erforderlichen Drücke eine Umsetzung eines geringen Pneumatikdrucks in einen hydraulischen Arbeitsdruck. Dieser ist ausreichend, um den mit einem Nieteinsatz verbundenen Arbeitskolben mit der zum Durchführen des Setzens von Nieten erforderlichen Kraft zu verstellen.

[0003] Die die Hydraulikpumpe antreibende Pneumatikeinheit weist dabei üblicherweise einen durch Druckluft angetriebenen Antriebskolben auf, welcher in einem Arbeitsraum zwischen einer Ausgangsstellung und einer Endstellung verstellbar ist, wobei der Arbeitskolben bei jedem als Druckstoß bezeichneten Arbeitshub Hydraulikflüssigkeit unter Druck in einen Arbeitsraum befördert, wobei durch den Hydraulikdruck der Arbeitskolben des Hydraulikwerkzeugs verstellt wird. Über die unterschiedlichen Querschnitte der Kolbenflächen wird dabei der an dem Pneumatiktrieb zur Verfügung stehende Druck in einen hohen hydraulischen Arbeitsdruck umgesetzt. Die Hydrauliknietwerkzeuge werden, bspw. im Werkstattbetrieb zur Fahrzeugreparatur, zum Setzen von Nieten verwendet.

[0004] Die zu verbindenden Bauteile weisen dabei unterschiedliche Eigenschaften, wie Materialeigenschaften, Dicken, Festigkeiten oder dgl. auf.

[0005] Auch übereinstimmende Bauteile weisen häufig Toleranzen auf, die bei identisch ausgeführten Arbeitsvorgängen zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. In jedem Fall ist jedoch bei einem Nietvorgang zu gewährleisten, dass der bspw. zwei Bleche verbindende Niet in seiner bestimmungsgemäßen Weise gesetzt wird, um so eine stabile Verbindung der zu verbindenden Bauteile zu gewährleisten.

[0006] Derzeit ist es bekannt, zur Erzeugung einer korrekten Nietverbindung empirische Daten zur Einstellung des Hydraulikwerkzeugs zu verwenden, wobei hierzu in Abhängigkeit von dem jeweiligen Arbeitsvorgang von dem Benutzer eine entsprechende Bedienung des Hydraulikwerkzeugs erfolgen, bzw. dieses entsprechend eingestellt werden muss. Das Vorliegen korrekter Vorgaben für die jeweiligen Arbeitsvorgänge ist Grundvoraussetzung für eine ordnungsgemäße Durchführung des Nietvorgangs. Darüber hinaus ist von den Bedienern eine korrekte Umsetzung der Vorgaben erforderlich, um ein ordnungsgemäßes Arbeitsergebnis zu erreichen. Unzu-

reichende Daten zur Durchführung der Arbeitsvorgänge sowie Fehler bei der Bedienung des Hydraulikwerkzeugs führen jedoch häufig dazu, dass bspw. Nietverbindungen nicht ordnungsgemäß ausgeführt werden, d. h., dass der Niet nicht vollständig gesetzt oder es aufgrund einer zu hohen Druckeinwirkung zu einer Beschädigung der zu verbindenden Bauteile kommt.

[0007] Aus der EP 1 738 845 A2 ist ein Nietsetzgerät bekannt, das zumindest einen Sensor zur Messung der ausgeübten Kraft- oder des zurückgelegten Wegs der Zugvorrichtung aufweist.

[0008] Hiervon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren zur automatischen Steuerung von pneumatisch angetriebenen Hydrauliknietwerkzeugen sowie ein pneumatisch angetriebenes Hydrauliknietwerkzeug bereit zu stellen, welches eine zuverlässige Ausführung der ausgeführten Nietvorgänge, gewährleistet.

[0009] Die Erfindung löst die Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch ein Hydrauliknietwerkzeug mit den Merkmalen des Anspruchs 8. Vorteilhafte Weiterbildung des Verfahrens sind in den Unteransprüchen 2 - 7, vorteilhafte Weiterbildung des Hydrauliknietwerkzeugs in den Unteransprüchen 9 - 11 dargestellt.

[0010] Dabei erfasst eine Steuerungseinheit den Druckverlauf des durch die Hydraulikpumpe erzeugten hydraulischen Drucks während des Arbeitsvorgangs durch eine Steuerungseinheit sensorisch. Erfindungsgemäß wird bei Übereinstimmung des Druckverlaufs mit einem gespeicherten, die erfolgreiche Beendigung eines Arbeitsvorgangs anzeigenden Druckverlaufsabschnitt ein weiterer Anstieg des hydraulischen Drucks blockiert.

[0011] Das erfindungsgemäße Verfahren macht sich den Umstand zu Nutze, dass der hydraulische Druck ausgehend vom Beginn des Arbeitsvorgangs bis zu der Beendigung des Arbeitsvorgangs, d.h. einem abgeschlossenen Setzvorgang eines Nietes, ansteigt. Der als Druckkurve erfassbare Druckverlauf steigt dabei nicht kontinuierlich, sondern in Wellenbewegungen an, welche aus den einzelnen Druckstößen resultieren, die durch den intermittierend arbeitenden Antriebskolben des Pneumatiktriebs hervorgerufen werden. So resultiert aus jedem Druckstoß ein zugeordneter Druckverlauf des Hydraulikdrucks, bei dem dieser von einem lokalen Minimum bis zu einem lokalen Maximum ansteigt und anschließend wieder bis zu einem lokalen Minimum abfällt, um mit erneutem Druckstoß zu einem weiteren lokalen Maximum anzusteigen.

[0012] Durch die Steuerungseinheit wird der Druckverlauf bzw. die Druckkurve während des gesamten Arbeitsvorgangs, d. h. von der Ausgangsstellung des Arbeitskolbens bis zu dessen Endstellung überwacht und dahingehend überprüft, ob der Druckverlauf mit einem zuvor hinterlegten und gespeicherten Druckverlaufsabschnitt übereinstimmt. Der gespeicherte Druckverlaufsabschnitt entspricht dabei dem Zeitpunkt des Arbeitsvorgangs, an dem dieser vollständig abgeschlossen

ist, d.h. ein Niet optimal gesetzt ist, d. h. zuverlässig an den Oberflächen bspw. zu verbindender Bleche anliegt, gleichzeitig aber nicht zu deren Verformungen führt. Der gespeicherte Druckverlaufsabschnitt - ein Abschnitt der Druckkurve - wurde dabei zuvor ermittelt und kann nachfolgend für sämtliche Nietvorgänge verwendet werden, nachdem dieser Druckverlaufsabschnitt unabhängig von bspw. Dickentoleranzen zu verbindender Bleche ist und daher durchgängig die erfolgreiche Beendigung eines Arbeitsvorgangs anzeigt.

[0013] Durch die Steuerungseinheit wird bei einer vorbestimmten Übereinstimmung des während des Arbeitsvorgangs ermittelten Druckverlaufs mit dem gespeicherten Druckverlaufsabschnitt ein weiterer Anstieg des hydraulischen Drucks blockiert, wozu bspw. nach einer Weiterbildung der Erfindung eine den Pneumatikantrieb antreibende Druckluftzufuhr unterbrochen oder über ein geeignetes, ansteuerbares Ventil ein Bypass für die Hydraulikflüssigkeit geöffnet wird. Der Grad der Übereinstimmung ist dabei in der Steuerungseinheit festlegbar, um so zu gewährleisten, dass bereits bei hinreichender Übereinstimmung des ermittelten Druckverlaufs mit dem gespeicherten Druckverlaufsabschnitt der Arbeitsvorgang unterbrochen wird.

[0014] Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht somit unabhängig von dem Bediener oder empirisch ermittelten spezifischen Daten für einzelne Verbindungsarten einen Arbeitsvorgang zuverlässig durchzuführen, d.h. Nieten in optimaler Weise zu setzen, wobei hierzu der Druckverlauf während des Arbeitsvorgangs dahingehend überwacht wird, dass bei einem bestimmten Verlauf der Druckverlaufskurve der Arbeitsvorgang unterbrochen wird.

[0015] Das erfindungsgemäße Verfahren gewährleistet in besonders zuverlässiger und einfacher Weise, dass die mit dem Hydrauliknietwerkzeug durchzuführenden Nietvorgänge, mit hoher Qualität unabhängig von bspw. unterschiedlichen Materialdicken oder auch Abweichungen in der Materialdicke der zu verbindenden Bleche ausgeführt werden.

[0016] Eine Blockierung eines weiteren Anstiegs des hydraulischen Drucks bei Vorliegen einer Übereinstimmung des erfassten Druckverlaufs mit dem gespeicherten Druckverlauf kann grundsätzlich in beliebiger Weise realisiert werden. Nach einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist jedoch vorgesehen, dass die Steuerungseinheit bei Übereinstimmung von erfasstem Druckverlauf mit dem gespeicherten Druckverlauf den Pneumatikantrieb unterbricht. Diese Ausgestaltung stellt eine besonders einfache Möglichkeit dar, einen weiteren Druckanstieg zu verhindern.

[0017] Der Abgleich des gespeicherten Druckverlaufsabschnitts mit dem überwachten Druckverlauf durch die Steuerungseinheit kann unter Berücksichtigung beliebiger Parameter der Druckkurve erfolgen. Im Rahmen einer kontinuierlichen Überwachung des Druckverlaufs durch die Steuerungseinheit kann dieser, bzw. die Druckkurve, bspw. dahingehend überprüft werden, ob deren

Verlauf mit dem hinterlegten Druckverlaufsabschnitt übereinstimmt.

[0018] Nach einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist jedoch vorgesehen, dass die Steuerungseinheit den gespeicherten Druckverlaufsabschnitt mit dem ermittelten Druckverlauf in folgender Weise abgleicht: Durch Vergleich

- des maximalen hydraulischen Drucks eines Druckstoßes,
- des minimalen hydraulischen Drucks eines Druckstoßes,
- der Differenz und/oder der Steigung des Druckverlaufs zwischen den maximalen hydraulischen Drücken benachbarter Druckstöße,
- der Differenz und/oder der Steigung des Druckverlaufs zwischen den minimalen hydraulischen Drücken benachbarter Druckstöße,
- der Differenz zwischen dem maximalen und dem minimalen hydraulischen Druck eines Druckstoßes,
- des Umkehrpunkts des Druckverlaufs eines Druckstoßes und/oder der Zeitdifferenz zwischen den maximalen hydraulischen Drücken, minimalen hydraulischen Drücken und/oder Umkehrpunkten des Druckverlaufs eines Druckstoßes.

[0019] Gemäß dieser Weiterbildung der Erfindung stehen unterschiedliche Parameter der Druckkurve zur Verfügung, um anhand dieser den Druckverlauf während des Arbeitsvorgangs zu identifizieren, welcher dem gespeicherten Druckverlaufsabschnitt entspricht. Insbesondere die Identifikation des gespeicherten Druckverlaufsabschnitts durch Abgleich der sich für jeden Druckstoß ergebenden Steigung, stellt eine besonders zuverlässige Möglichkeit dar, während des Arbeitsvorgangs den Zeitpunkt des Druckverlaufs zu ermitteln, an dem dieser mit dem gespeicherten Druckverlaufsabschnitt übereinstimmt. Die Steigung lässt sich dabei durch die Steuerungseinheit in einfacher Weise auswerten und ermöglicht eine einfache und zuverlässige Identifizierung einer Übereinstimmung mit dem gespeicherten Druckverlaufsabschnitt.

[0020] Darüber hinaus bieten auch die weiteren vorstehend beschriebenen Möglichkeiten, wobei jeweils zu dem gespeicherten Druckverlaufsabschnitt entsprechende Werte hinterlegt sind, zuverlässige Möglichkeiten zur Identifizierung des erfolgreich beendeten Arbeitsvorgangs.

[0021] Grundsätzlich erlaubt bereits die alleinige Erfassung des Druckverlaufs über die Steuerungseinheit eine zuverlässige Identifizierung des gespeicherten Druckverlaufsabschnitts an der ermittelten Druckverlaufskurve. Nach einer besonders vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist jedoch vorgesehen, dass die Steuerungseinheit die Anzahl der den Arbeitskolben antreibenden Druckstöße während eines Arbeitsvorgangs und/oder den Verstellweg des Arbeitskolbens während des Arbeitsvorgangs erkennt und erfasst.

[0022] Gemäß dieser Weiterbildung der Erfindung wird neben dem Druckverlauf des durch die Hydraulikpumpe erzeugten hydraulischen Drucks zudem durch geeignete Sensoren der Verstellweg und/oder die Anzahl der Druckstöße seit Beginn des Arbeitsvorgangs ermittelt und im Rahmen der Steuerungseinheit erfasst. Die Möglichkeit zur Erfassung der Anzahl der Druckstöße und/oder des Verstellwegs erlaubt es, Fehlerkennungen, bspw. auf Grund eines mit dem gespeicherten Druckverlaufsabschnitt ähnlichen Druckverlauf zu Beginn des Arbeitsvorgangs auszuschließen. So ermöglichen die zusätzlich erfassten Werte den Erkennungsbereich einzugrenzen, sodass ein Abgleich des erfassten Druckvorgangs mit dem gespeicherten Druckverlaufsabschnitt erst nach Verstreichen eines vorbestimmten Verstellweges des Arbeitskolbens und/oder einer vorgegebenen Anzahl von Druckstößen erfolgt. Dabei wird zu Grunde gelegt, dass ein vordefinierter Verstellweg bzw. eine Anzahl von Druckstößen zwingend vor Beendigung des Arbeitsvorgangs erforderlich ist, sodass zuvor möglicherweise vorliegende Übereinstimmungen des Druckverlaufs mit dem Druckverlaufsabschnitt unberücksichtigt bleiben können. Diese Weiterbildung der Erfindung verbessert somit die Erkennungsgenauigkeit der Beendigung des Arbeitsvorgangs in ergänzender Weise.

[0023] Die Erfassung des Druckverlaufs des hydraulischen Drucks der Hydraulikpumpe durch die Steuerungseinheit kann grundsätzlich in beliebiger Weise erfolgen, wobei auch eine kontinuierliche Überwachung des Druckverlaufs erfolgen kann. Nach einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist jedoch vorgesehen, dass die Steuerungseinheit den Druckverlauf durch taktweise Ermittlungen des hydraulischen Drucks während des Arbeitsvorgangs ermittelt. Die Abtastfrequenz ist dabei derart gewählt, dass die Maximalwerte, die Minimalwerte und die Umkehrpunkte des Druckverlaufs während eines Druckstoßes zuverlässig ermittelt werden. Eine taktweise Abtastung des Druckverlaufs mit einer festgelegten Abtastfrequenz, die hoch genug ist, um alle wichtigen Abschnitte sowie charakteristischen Werte der Druckkurve zu ermitteln, erlaubt eine besonders präzise sowie in Echtzeit erfolgende Überwachung des Druckverlaufs durch die Steuerungseinheit und Abgleich mit dem gespeicherten Druckverlaufsabschnitt. Diese Weiterbildung der Erfindung steigert somit die Erkennungsgenauigkeit sowie die sofortige Beendigung des Arbeitsvorgangs bei Erreichen des gespeicherten Druckverlaufsabschnitts. In besonders vorteilhafter Weise ist dabei ferner vorgesehen, dass die Steuerungseinheit zur Glättung des erfassten Druckverlaufs ausgebildet ist, um die Erkennungsgenauigkeit in ergänzender Weise zu verbessern.

[0024] Eine Unterbrechung des Pneumatikantriebs, bspw. eine Abschaltung der den Pneumatikantrieb antreibenden Druckluft kann grundsätzlich in beliebiger Weise erfolgen. Nach einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist jedoch vorgesehen, dass die Steuerungseinheit bei Übereinstimmung des erfassten

Druckverlaufs mit dem gespeicherten Druckverlaufsabschnitt über ein durch die Steuerungseinheit schaltbares Sperrventil den Pneumatikantrieb unterbricht. Die Verwendung eines über die Steuerungseinheit ansteuerbaren Sperrventils, welches bevorzugt dazu verwendet wird, die die Pneumatikeinheit antreibende Druckluft abzusperren, ermöglicht eine sofortige Beendigung des Arbeitsvorgangs für den Fall, dass die Steuerungseinheit aufgrund einer Übereinstimmung des gespeicherten Druckverlaufsabschnitts mit dem erfassten Druckverlauf eine Beendigung des Arbeitsvorgangs erkennt.

[0025] Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist die Steuerungseinheit ferner dazu ausgebildet, anhand des aufgenommenen Druckverlaufs und dessen charakteristischen Punkte auf der entsprechenden Kurve, bspw. Maxima, Minima sowie deren Differenzen bei einzelnen Druckstößen den gesamten Druckverlauf des Arbeitskolbens bis zur Beendigung des Arbeitsvorgangs zu ermitteln, wobei über die Steuereinheit dann bspw. die Materialdicke der zu verbindenden Bauteile berechnet oder bestimmte Längenparameter eingehalten werden können.

[0026] Das Hydrauliknietwerkzeug ist gekennzeichnet durch eine mit einer Steuerungseinheit verbundene Druckerfassungseinheit zur Ermittlung eines Druckverlaufs des durch die Hydraulikpumpe erzeugten hydraulischen Drucks während eines Arbeitsvorgangs. Erfindungsgemäß ist dabei die Steuerungseinheit zum Abgleich des Druckverlaufs mit einem gespeichertem Druckverlaufsabschnitt ausgebildet und derart mit einer Unterbrechungseinheit gekoppelt ist, dass der Antrieb durch die Pneumatikeinheit oder die Hydraulikpumpe bei Übereinstimmung des Druckverlaufs mit dem im gespeicherten, die erfolgreiche Beendigung eines Arbeitsvorgangs anzeigenden Druckverlaufsabschnitt unterbrochen wird.

[0027] Das Hydrauliknietwerkzeug weist in bekannter Weise einen Pneumatikantrieb sowie eine durch die Pneumatikeinheit angetriebene Hydraulikpumpe auf, wobei über die Verhältnisse der Flächen eines Antriebskolbens, die durch die Druckluft beaufschlagt bzw. das Hydraulikmedium mit Druck beaufschlagen, eine Druckübersetzung erfolgt, bei der ein niedriger pneumatischer Druck in einen hohen hydraulischen Druck umgewandelt wird.

[0028] Das Hydrauliknietwerkzeug weist eine Steuerungseinheit auf, die in Verbindung mit einer Druckerfassungseinheit steht, mittels der der während eines Arbeitsvorgangs erzeugte und dabei kontinuierlich ansteigende hydraulische Druck erfasst wird. Erfindungsgemäß erfasst und gleicht die Steuerungseinheit darüber hinaus den erfassten Druckverlauf mit einem bspw. in einem mit der Steuerungseinheit verbundenen Speichereinheit hinterlegten Druckverlaufsabschnitt ab. Ermittelt die Steuerungseinheit, dass der Druckverlauf bzw. die Druckkurve in ihrem Verlauf einem gespeicherten Druckverlaufsabschnitt entspricht, dann steuert die Steuerungseinheit eine Unterbrechungseinheit an, mit der die Hydraulikpumpe bspw. durch Öffnen einer Bypasslei-

tung für die Hydraulikflüssigkeit oder der Antrieb durch die Pneumatikeinheit, bspw. durch Unterbrechung der Druckluftzufuhr, unterbrochen wird.

[0029] Das erfindungsgemäße Hydrauliknietwerkzeug macht sich dabei den Umstand zu Nutze, dass die Druckverlaufskurve während eines Arbeitsvorgangs, d. h. ausgehend von der Ausgangsstellung des hydraulisch verstellbaren Arbeitskolbens bis in dessen Endlage ansteigt und dabei zeitlich betrachtet unterschiedliche Charakteristika, bspw. Steigungen besitzt. Stimmt der durch die Steuerungseinheit ermittelte Druckverlauf mit dem hinterlegten Druckverlauf überein, dann folgt hieraus, dass der Arbeitsvorgang, d.h. das Setzen einer Niete, beendet ist. Der hinterlegte Druckverlaufsabschnitt entspricht dabei einem zuvor ermittelten Druckverlauf, bei dem eine Niete in vorgeschriebener Weise gesetzt ist, wobei durch die Niete eine ausreichend stabile Verbindung hergestellt wurde, ohne dass die zu verbindenden Bauteile durch das Werkzeug oder die Niete verformt werden.

[0030] Das erfindungsgemäße Hydrauliknietwerkzeug erlaubt es somit aufgrund der alleinigen Betrachtung des Druckverlaufs festzustellen, wann der Arbeitsvorgang, d.h. Setzen eines Niets, abgeschlossen ist. Dickentoleranzen, bspw. zu verbindender Bauteile, werden dabei dadurch ausgeglichen, dass der Druckverlauf, anders als dies bspw. bei einer vorgegebenen Verstelllänge der Fall ist, eine Beendigung des Arbeitsvorgangs anzeigt.

[0031] Das erfindungsgemäße Hydrauliknietwerkzeug erlaubt somit eine besonders zuverlässige Herstellung von Nietverbindungen mit gleichbleibender Qualität unabhängig von Toleranzen der zu verbindenden Bauteile.

[0032] Nach einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Steuerungseinheit einen programmierbaren Mikroprozessor und eine beschreibbare Speichereinheit aufweist. Die Verwendung eines Mikroprozessors sowie einer beschreibbaren Speichereinheit ermöglicht es, Anpassungen des Nietwerkzeugs in besonders einfacher und kostengünstiger Weise durchzuführen. Der Einsatzbereich des Nietwerkzeugs gemäß dieser Weiterbildung der Erfindung wird somit in ergänzender Weise gesteigert.

[0033] Die Ausgestaltung der Unterbrechungseinheit zur Abschaltung der Pneumatikeinheit kann grundsätzlich in beliebiger Weise erfolgen. Nach einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist jedoch vorgesehen, dass die Unterbrechungseinheit ein schaltbares Pneumatikventil aufweist. Die Verwendung eines Pneumatikventils, welches über die Steuerungseinheit geregelt werden kann, erlaubt es bei Feststellung der Beendigung des Arbeitsvorgangs unmittelbar die Pneumatikeinheit abzuschalten und damit den Arbeitsvorgang zu beenden. Das Pneumatikventil kann bspw. derart ausgestaltet sein, dass durch dieses die die Pneumatikeinheit antreibende Druckluft unterbrochen wird.

[0034] Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfin-

dung ist ferner vorgesehen, dass das Hydrauliknietwerkzeug einen mit der Steuerungseinheit verbundenen Wegsensor zur Ermittlung des Verstellweges des Arbeitskolbens und/oder einen Druckstoßsensor zur Ermittlung der Anzahl der während des Arbeitsvorgangs vorgenommenen Druckstöße aufweist. Die Verwendung eines Wegsensors und/oder eines die Druckstöße des Antriebskolbens zählenden Druckstoßsensoren erlaubt es, Bereiche des Druckverlaufs auszuschließen, bspw. zu Beginn des Arbeitsvorgangs, in denen nachgewiesenermaßen der Arbeitsvorgang noch nicht beendet sein kann. Fehlerkennungen können durch diese Ausgestaltung der Erfindung besonders zuverlässig ausgeschlossen werden. Bei einem Druckstoßsensor handelt es sich bspw. um einen herkömmlichen Drucksensor, der zur Erfassung der einzelnen Druckstöße geeignet ist.

[0035] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachstehend mit Bezug auf die Zeichnungen dargestellt. In den Zeichnungen zeigen:

Figur 1 den Verlauf des hydraulischen Drucks eines Hydrauliknietwerkzeugs beim Setzen eines Niets;

Figur 2 ein Ausschnitt aus dem Verlauf des hydraulischen Drucks aus Figur 1;

Figur 3 eine aus den Maximalwerten des hydraulischen Drucks einzelner Druckstöße gebildete Kurve des Verlaufs des hydraulischen Drucks beim Setzen eines Niets.

[0036] In Figur 1 ist der durch ein Hydraulikwerkzeug während eines Arbeitsvorgangs, d. h. bei der Verstellung eines hydraulisch angetriebenen Arbeitskolbens von einer Ausgangsstellung in eine Endstellung erzeugte, die Verstellung des Arbeitskolbens bewirkende hydraulische Druck als geglättete Kurve 11 des Druckverlaufs dargestellt.

[0037] Der hydraulische Druck wird dabei über einen intermittierend durch Druckluft angetriebenen Arbeitskolben einer Pneumatikeinheit erzeugt, wobei jeder Arbeitshub des Arbeitskolbens einen Druckstoß im Druckverlauf des hydraulischen Drucks bewirkt, aus der sich die Wellenform des Verlaufs des hydraulischen Drucks ergibt.

[0038] In dem in Figur 1 als Kurve 11 dargestellten, den Verlauf des hydraulischen Drucks beim Setzen eines Niets darstellenden Ausführungsbeispiel beginnt der Arbeitsvorgang mit der Verstellung des Antriebskolbens aus seiner Ausgangsstellung zu Beginn 1 des Druckverlaufs. Nach der Verstellung des Arbeitskolbens über einen widerstandslosen Leerweg ohne Druckanstieg gelangt die durch den Arbeitskolben zu setzende Niete nach Beendigung des Leerwegs im Verlaufspunkt 2 in Kontakt mit den zu nietenden Bauteilen. Ausgehend von dem Verlaufspunkt 2 steigt dann der hydraulische Druck während der Eindringphase 3 des Niets in die Bauteile an. An die Eindringphase 3 schließt sich mit weiterem Anstieg des hydraulischen Drucks die Verformungspha-

se 4 des Niets an, die am Setzpunkt 6 abgeschlossen ist.

[0039] Eine über den Setzpunkt hinausgehende Verstellung 5 stellt den Druckverlauf des hydraulischen Drucks beim "auf Block fahren" des Arbeitskolbens dar, im Rahmen derer es zu einer Zerstörung der Nietverbindung und Beschädigung der zu verbindenden Bauteile kommen würde.

[0040] Die Steuereinheit des Hydraulikwerkzeugs erfasst die Kurve 11 des Druckverlaufs und überwacht diese kontinuierlich auf das Vorliegen des Kurvenabschnitts im Setzpunkt 6. Erkennt die Steuerungseinheit, dass die Kurve 11 des Druckverlaufs mit dem für den Setzpunkt 6 hinterlegten Kurvenabschnitt übereinstimmt, dann wird der Setzprozess, bspw. durch Unterbrechung des Antriebs der Pneumatikeinheit, beendet.

[0041] Die zum Abgleich von erfasstem Druckverlauf mit dem gespeicherten Druckverlauf verwendeten Parameter der Druckkurve sind frei wählbar. So können diese bspw. anhand eines Abgleichs der Maxima 7, der Minima 8 und/oder der Umkehrpunkte 9 eines Druckstoßes folgen (vgl. Figur 2). Dabei kann sowohl die Zeitdifferenz zwischen den Kurvencharakteristika benachbarter Druckstöße als auch die Druckdifferenz benachbarter Druckstöße zur Beurteilung verwendet werden. So erfolgt nach einer Ausführungsform der Erfindung eine Erfassung der sich aus der Maxima der Druckstöße resultierenden Steigung 10a, 10b, die mit einer Steigung des hinterlegten Druckverlaufs abgeglichen wird (vgl. Figur 3).

Bezugszeichenliste

[0042]

1	Beginn Arbeitsvorgang
2	Verlaufspunkt
3	Eindringphase
4	Verformungsphase
5	Verstellung "auf Block"
6	Setzpunkt
7	Maxima Druckstoß
8	Minima Druckstoß
9	Umkehrpunkt Druckstoß
10a, 10b	Steigung
11	Druckverlaufskurve

Patentansprüche

1. Verfahren zur automatischen Steuerung von pneumatisch angetriebenen Hydrauliknietwerkzeugen mit

- einer durch einen Pneumatikantrieb angetriebenen Hydraulikpumpe zur Verstellung eines mit einem Werkzeug verbindbaren Arbeitskolbens,
- einer Steuerungseinheit zur sensorischen Dr-

ckerfassung des Druckverlaufs des durch die Hydraulikpumpe erzeugten hydraulischen Drucks während des Arbeitsvorgangs

5 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungseinheit den Druckverlauf während des gesamten Arbeitsvorgangs überwacht und dahingehend überprüft, ob der Druckverlauf mit einem gespeicherten, die erfolgreiche Beendigung eines Arbeitsvorgangs anzeigenden Druckverlaufsabschnitt übereinstimmt und bei Übereinstimmung einen weiteren Anstieg des hydraulischen Drucks blockiert.

10 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungseinheit bei Übereinstimmung des erfassten Druckverlaufs mit dem gespeicherten Druckverlauf den Peumatikantrieb unterbricht.

20 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungseinheit die Anzahl der den Arbeitskolben antreibenden Druckstöße während eines Arbeitsvorgangs und/oder den Verstellweg des Arbeitskolbens während des Arbeitsvorgangs erkennt und erfasst.

25 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungseinheit den Druckverlauf durch taktweise Ermittlung des hydraulischen Drucks während des Arbeitsvorgangs ermittelt, wobei die Abtastrate derart gewählt ist, dass die Maximalwerte, die Minimalwerte und die Umkehrpunkte des Druckverlaufs während eines Druckstoßes ermittelt werden.

30 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungseinheit zur Glättung des erfassten Druckverlaufs vor der Überprüfung auf Übereinstimmung mit dem gespeicherten Druckverlaufsabschnitt glättet.

35 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungseinheit den gespeicherten Druckverlaufsabschnitt durch Vergleich

- des maximalen hydraulischen Drucks eines Druckstoßes,
- des minimalen hydraulischen Drucks eines Druckstoßes,
- der Differenz und/oder der Steigung des Druckverlaufs zwischen den maximalen hydraulischen Drücken benachbarter Druckstöße,
- der Differenz und/oder der Steigerung des Druckverlaufs zwischen den minimalen hydraulischen Drücken benachbarter Druckstöße,
- der Differenz zwischen dem maximalen und

- dem minimalen hydraulischen Druck eines Druckstoßes,
 - des Umkehrpunkts des Druckverlaufs eines Druckstoßes und/oder
 - der Zeitdifferenz zwischen dem maximalen hydraulischen Druck, dem minimalen hydraulischen Druck und/oder der Umkehrpunkte des Druckverlaufs eines Druckstoßes
 auf Übereinstimmung mit dem erfassten Druckverlauf prüft.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungseinheit bei Übereinstimmung des erfassten Druckverlaufs mit dem gespeicherten Druckverlaufsabschnitt über ein durch die Steuerungseinheit schaltbares Sperrventil den Pneumatiktrieb unterbricht.
8. Hydrauliknietwerkzeug mit einer durch einen Pneumatiktrieb angetriebenen Hydraulikpumpe zur Verstellung eines mit einem Werkzeug verbindbaren Arbeitskolbens und einer mit einer Steuerungseinheit verbundenen Druckerfassungseinheit zur Ermittlung eines Druckverlaufs des durch die Hydraulikpumpe erzeugten hydraulischen Drucks während eines Arbeitsvorgangs, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungseinheit zum Abgleich des über den gesamten Arbeitsvorgang erfassten Druckverlaufs mit einem gespeicherten, die erfolgreiche Beendigung eines Arbeitsvorgangs anzeigenden Druckverlaufsabschnitt ausgebildet und derart mit einer Unterbrechungseinheit gekoppelt ist, dass der Antrieb durch die Pneumatikeinheit oder die Hydraulikpumpe bei Übereinstimmung des Druckverlaufs mit dem gespeicherten Druckverlaufsabschnitt unterbrochen wird.
9. Hydrauliknietwerkzeug nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungseinheit einen programmierbaren Mikroprozessor und eine beschreibbare Speichereinheit aufweist.
10. Hydrauliknietwerkzeug nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Unterbrechungseinheit ein mit der Steuerungseinheit verbundenes, schaltbares Pneumatikventil aufweist.
11. Hydrauliknietwerkzeug nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **gekennzeichnet durch** einen mit der Steuerungseinheit verbundenen Wegsensor zur Ermittlung des Verstellweges des Arbeitskolbens und/oder Druckstoßsensors zur Ermittlung der Anzahl der während des Arbeitsvorgangs vorgenommenen pneumatischen Druckstöße.

Claims

1. Method for the automatic control of pneumatically driven hydraulic riveting tools with
- a hydraulic pump driven by a pneumatic drive for adjusting a working piston connectable to a tool,
 - a control unit for sensory pressure detection of the pressure course of the hydraulic pressure generated by the hydraulic pump during the working process
- characterized in that** the control unit monitors the pressure course during the entire working process and checks whether the pressure course matches a stored pressure course section indicating the successful completion of a working process and, if it matches, blocks a further increase in hydraulic pressure.
2. Method according to claim 1, **characterized in that** the control unit interrupts the pneumatic drive when the captured pressure course matches the stored pressure course.
3. Method according to claim 1 or 2, **characterized in that** the control unit detects and captures the number of pressure pulses driving the working piston during a working process and/or the adjustment path of the working piston during the working process.
4. Method according to any of the preceding claims, **characterized in that** the control unit determines the pressure course by clocked determination of the hydraulic pressure during the working process, the sampling rate being selected such that the maximum values, the minimum values and the reversal points of the pressure course are determined during a pressure pulse.
5. Method according to any of the preceding claims, **characterized in that** the control unit for smoothing the captured pressure course smoothes prior to checking for match with the stored pressure course section.
6. Method according to any of the preceding claims, **characterized in that** the control unit checks the stored pressure course section for matching the captured pressure course by comparing
- of the maximum hydraulic pressure of a pressure pulse,
 - of the minimum hydraulic pressure of a pressure pulse,
 - the difference and/or the slope of the pressure course between the maximum hydraulic pres-

- sures of adjacent pressure pulses,
 - the difference and/or the increase of the pressure course between the minimum hydraulic pressures of adjacent pressure pulses,
 - the difference between the maximum and minimum hydraulic pressure of a pressure pulse,
 - of the reversal point of the pressure course of a pressure pulse and/or
 - the time difference between the maximum hydraulic pressure, the minimum hydraulic pressure and/or the reversal points of the pressure course of a pressure pulse.
7. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that**, when the captured pressure course matches the stored pressure course section, the control unit interrupts the pneumatic drive via a shut-off valve that can be switched by the control unit.
8. Hydraulic riveting tool with a hydraulic pump driven by a pneumatic drive for adjusting a working piston connectable to a tool and a pressure detection unit connected to a control unit for determining a pressure course of the hydraulic pressure generated by the hydraulic pump during a working process, **characterized in that in that** the control unit is designed for matching the pressure course captured over the entire working process with a stored pressure course section indicating the successful completion of a working process and is coupled to an interruption unit in such a way that the drive by the pneumatic unit or the hydraulic pump is interrupted when the pressure course matches the stored pressure course section.
9. Hydraulic riveting tool according to claim 8, **characterized in that** the control unit comprises a programmable microprocessor and a writable memory unit.
10. Hydraulic riveting tool according to claim 8 or 9, **characterized in that** the interrupting unit comprises a switchable pneumatic valve connected to the control unit.
11. Hydraulic riveting tool according to any of claims 8 to 10, **characterized by** a path sensor connected to the control unit for determining the adjustment path of the working piston and/or pressure pulse sensor for determining the number of pneumatic pressure pulses made during the working process.

Revendications

1. Procédé de commande automatique d'outils de rivetage hydrauliques à entraînement pneumatique avec

- une pompe hydraulique entraînée par une commande pneumatique pour régler un piston de travail connectable à un outil,
- une unité de contrôle pour la détection de la pression sensorielle de la courbe de pression de la pression hydraulique générée par la pompe hydraulique pendant le processus de travail

caractérisé par le fait que

l'unité de contrôle surveille la courbe de pression pendant toute la durée du processus de travail et vérifie si la courbe de pression correspond à une section de courbe de pression enregistrée indiquant l'achèvement réussi d'un processus de travail et, si c'est le cas, bloque une nouvelle augmentation de la pression hydraulique.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisée par le fait que** l'unité de commande interrompt l'entraînement pneumatique lorsque la courbe de pression capturée correspond à la courbe de pression stockée.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé par le fait que** l'unité de commande détecte et enregistre le nombre d'impulsions de pression entraînant le piston de travail pendant un processus de travail et/ou la trajectoire de réglage du piston de travail pendant le processus de travail.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'unité de commande détermine la courbe de pression par détermination cadencée de la pression hydraulique pendant le processus de travail, le taux d'échantillonnage étant sélectionné de telle sorte que les valeurs maximales, les valeurs minimales et les points d'inversion de la courbe de pression soient déterminés pendant une impulsion de pression.
5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé par le fait que** l'unité de commande pour le lissage de la courbe de pression capturée lisse avant de vérifier la correspondance avec la section de courbe de pression stockée.
6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé par le fait que** l'unité de contrôle vérifie la correspondance entre la section de la courbe de pression stockée et la courbe de pression capturée en comparant les éléments suivants

- de la pression hydraulique maximale d'une impulsion de pression,
- de la pression hydraulique minimale d'une impulsion de pression,
- la différence et/ou la pente de la courbe de pression entre les pressions hydrauliques maxi-

- males des impulsions de pression adjacentes,
 - la différence et/ou l'augmentation de la courbe de pression entre les pressions hydrauliques minimales des impulsions de pression adjacentes,
 - la différence entre la pression hydraulique maximale et minimale d'une impulsion de pression, 5
 - du point d'inversion de la courbe de pression d'une impulsion de pression et/ou
 - la différence de temps entre la pression hydraulique maximale, la pression hydraulique minimale et/ou les points d'inversion de la courbe de pression d'une impulsion de pression. 10
7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé par le fait que**, lorsque la courbe de pression capturée correspond à la section de courbe de pression stockée, l'unité de commande interrompt l'entraînement pneumatique par l'intermédiaire d'une vanne d'arrêt qui peut être commutée par l'unité de commande. 15 20
8. Outil de rivetage hydraulique doté d'une pompe hydraulique entraînée par une commande pneumatique pour régler un piston de travail connectable à un outil et d'une unité de détection de pression reliée à une unité de commande pour déterminer une courbe de pression de la pression hydraulique générée par la pompe hydraulique au cours d'un processus de travail, **caractérisé en ce que** l'unité de commande est conçue pour faire correspondre la courbe de pression capturée sur l'ensemble du processus de travail avec une section de courbe de pression mémorisée indiquant l'achèvement réussi d'un processus de travail et est couplée à une unité d'interruption de telle sorte que l'entraînement par l'unité pneumatique ou la pompe hydraulique est interrompu lorsque la courbe de pression correspond à la section de courbe de pression mémorisée. 25 30 35 40
9. Outil de rivetage hydraulique selon la revendication 8, **caractérisé par le fait que** l'unité de commande comprend un microprocesseur programmable et une unité de mémoire inscriptible. 45
10. Outil de rivetage hydraulique selon la revendication 8 ou 9, **caractérisé par le fait que** l'unité d'interruption comprend une valve pneumatique commutable connectée à l'unité de commande. 50
11. Outil de rivetage hydraulique selon l'une des revendications 8 à 10, **caractérisé par** un capteur de trajectoire connecté à l'unité de commande pour déterminer la trajectoire de réglage du piston de travail et/ou un capteur d'impulsion de pression pour déterminer le nombre d'impulsions de pression pneumatique effectuées pendant le processus de travail. 55

FIG. 1

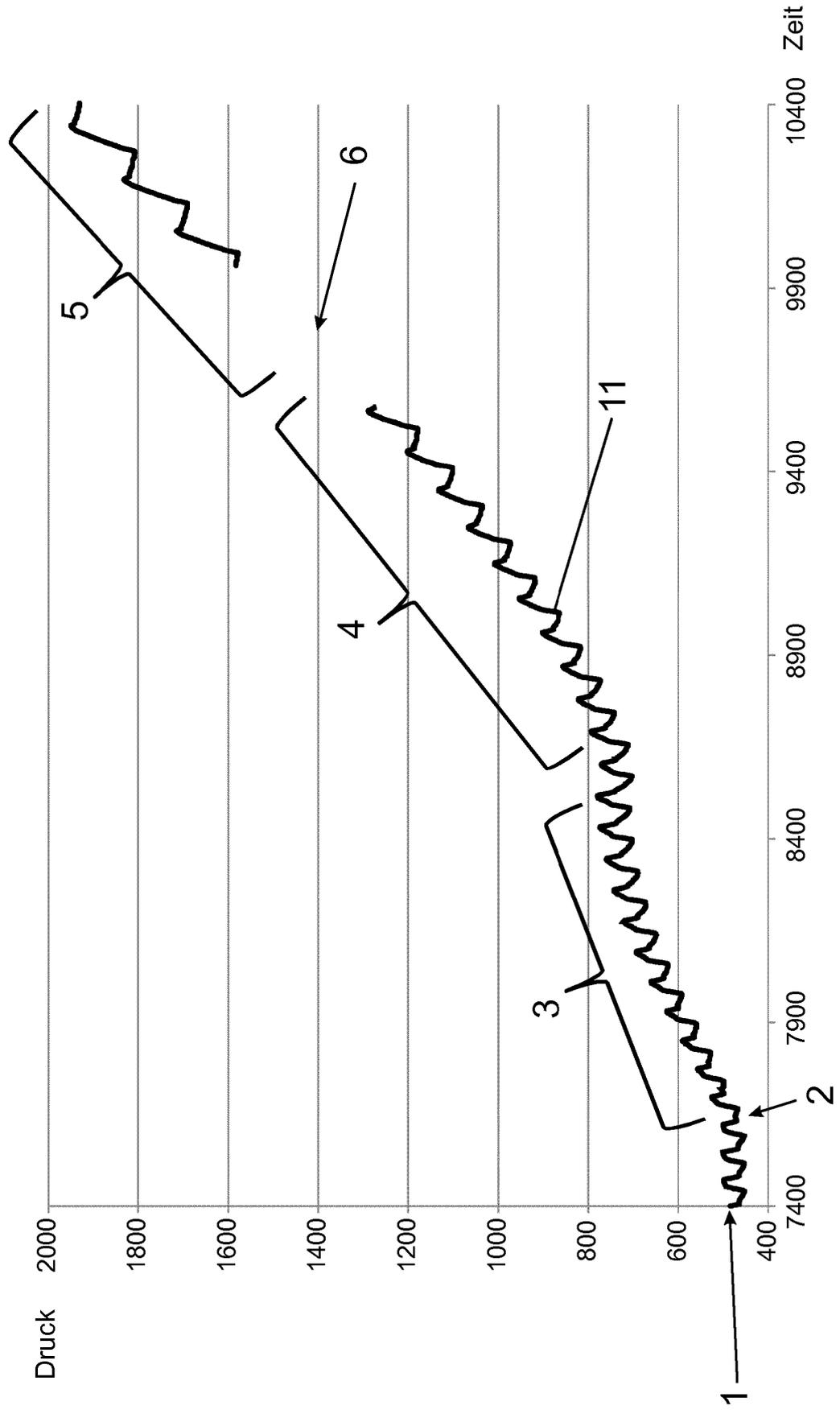


FIG. 2

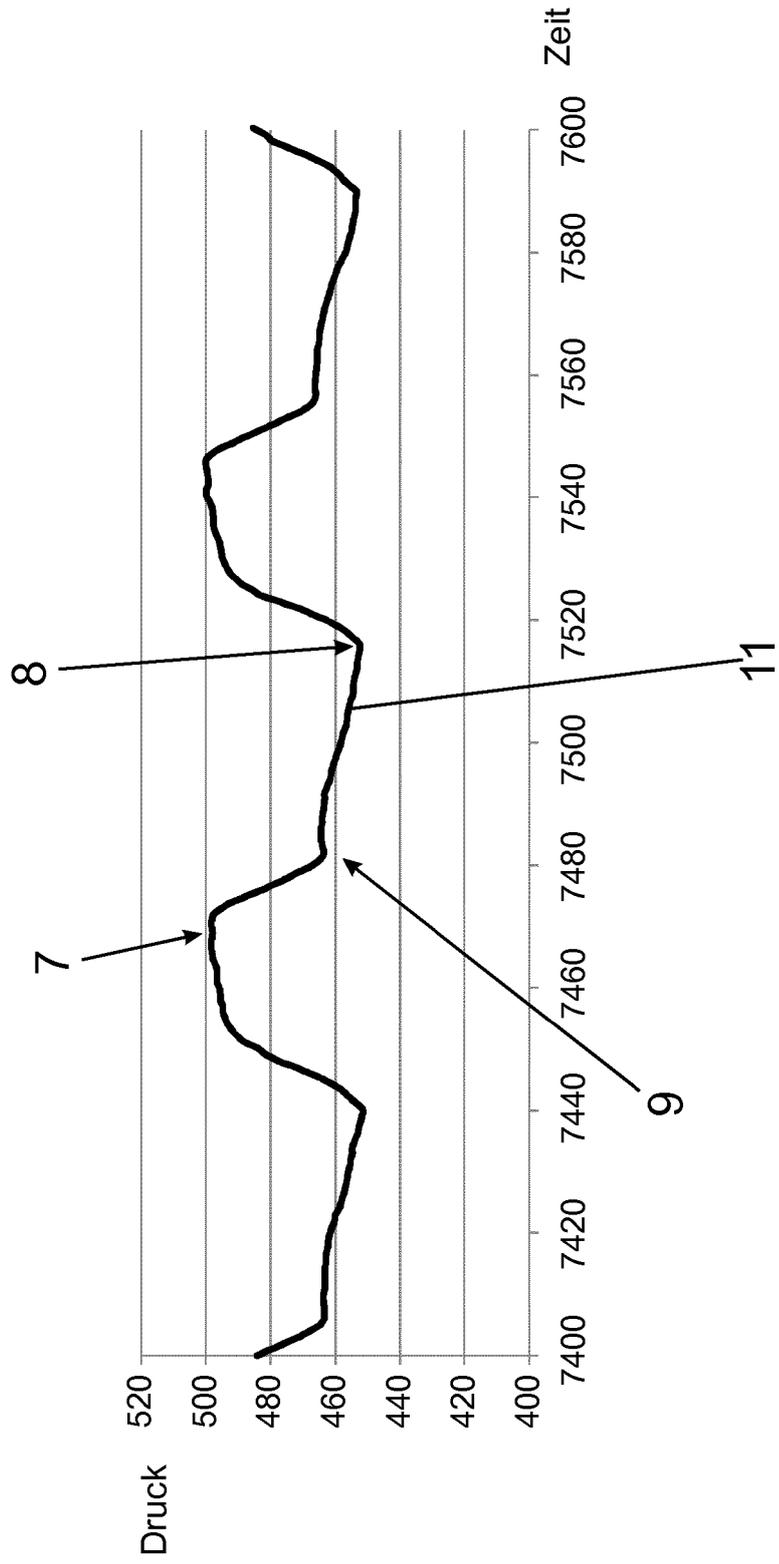
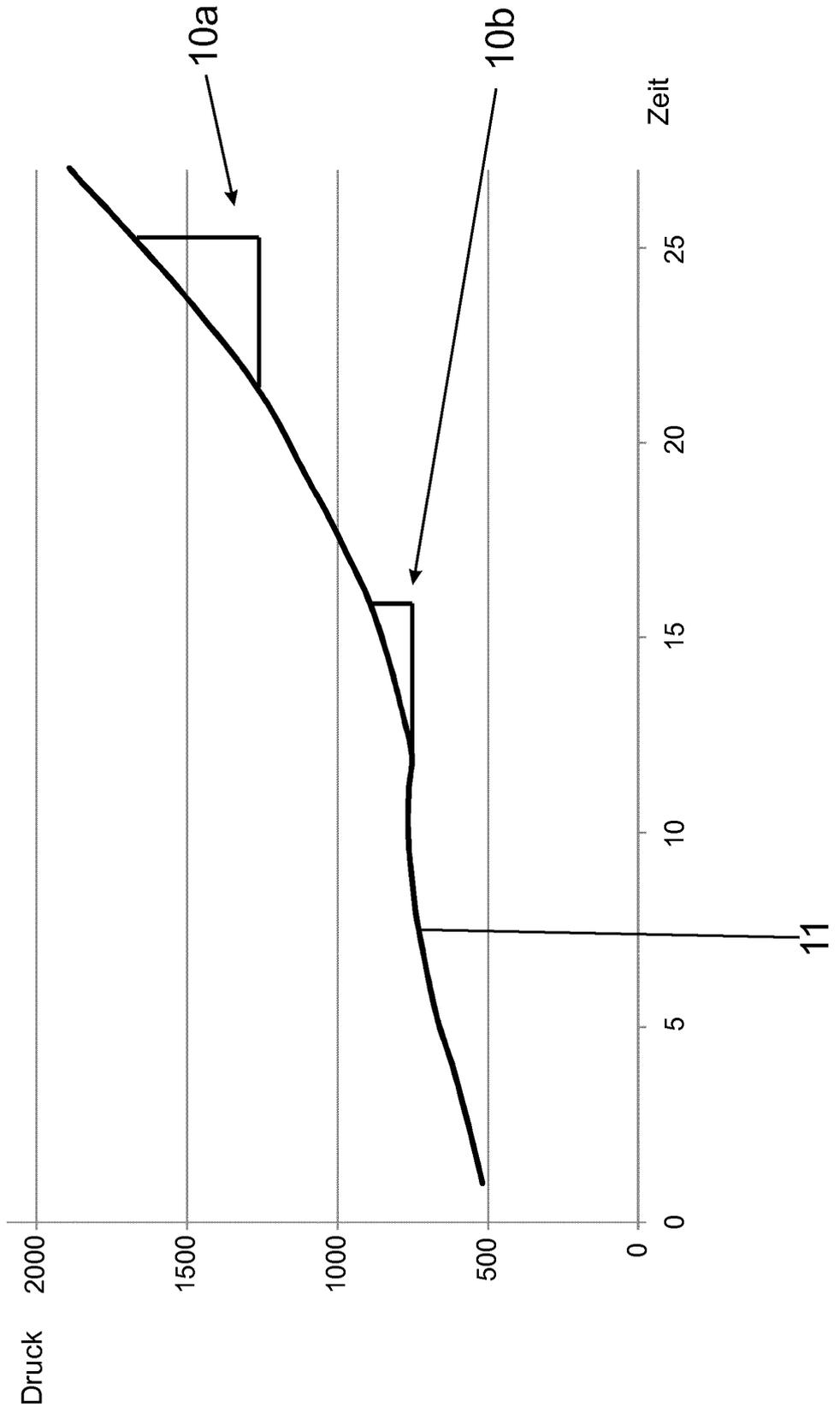


FIG. 3



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1738845 A2 [0007]