

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

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
6. November 2014 (06.11.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/177124 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B25D 9/02 (2006.01) **C21D 7/04** (2006.01)
B23P 9/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2014/000175

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. April 2014 (05.04.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2013 207 860.9
30. April 2013 (30.04.2013) DE

(71) Anmelder: **MTU AERO ENGINES AG** [DE/DE];
Dachauer Straße 665, 80995 München (DE).

(72) Erfinder: **EHRL, Janne**; Schraudolphstraße 36, 80799
München (DE). **POLANETZKI, Holger**; Münchner
Straße 38, 85221 Dachau (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM,

DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

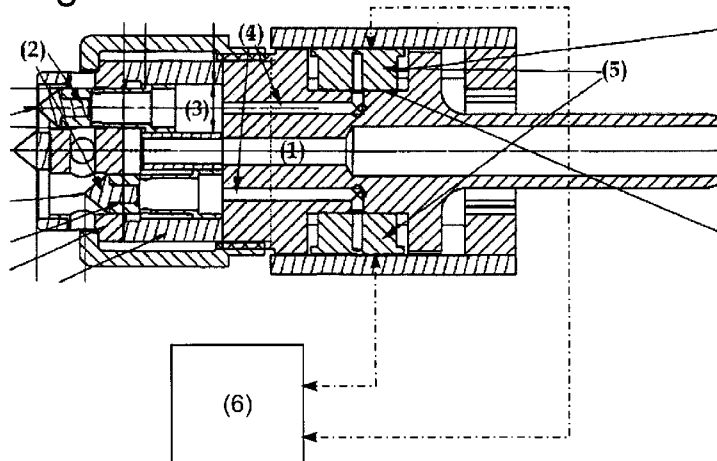
Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(54) Title: PNEUMATIC NEEDLING DEVICE

(54) Bezeichnung : PNEUMATISCHER NADLER

Fig. 1



(57) **Abstract:** The invention relates to a pneumatic needling device for the local surface treatment, more particularly fastening, of components, comprising a first and a second needle (2) that can move in a needle direction; a first and a second piston chamber (3) for applying pneumatic pressure to the first and second needles in the needle direction; a pressure supply (1) that can be connected to and disconnected from the piston chambers, more particularly as a result of a movement of the needles in the needling device; a pressure recording means (5) for measuring pressure fluctuations in the piston chambers; and a control means (6) designed to carry out a reaction on the basis of the measured pressure fluctuations.

(57) **Zusammenfassung:**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Die vorliegende Erfindung betrifft einen pneumatischen Nadler zur lokalen Oberflächenbehandlung, insbesondere Verfestigung, von Bauteilen, mit einer ersten und einer zweiten Nadel (2), die in einer Nadelrichtung beweglich sind, einem ersten und einem zweiten Kolbenraum (3) zum pneumatischen Beaufschlagen der ersten bzw. zweiten Nadel in ihrer Nadelrichtung, einer Druckversorgung (1), welche mit den Kolbenräumen, insbesondere durch eine Bewegung der Nadeln in ihrer Nadelrichtung, verbind- und von diesem trennbar ist, einem Druckerfassungsmittel (5) zum Ermitteln von Druckschwankungen in den Kolbenräumen und einem Steuermittel (6), welches zum Ausführen einer Reaktion auf Basis der ermittelten Druckschwankungen eingerichtet ist.

Pneumatischer Nadler

Die vorliegende Erfindung betrifft einen pneumatischen Nadler zur lokalen Oberflächenbehandlung, insbesondere Verfestigung, von Bauteilen, sowie ein Verfahren zum Betreiben eines solchen Nadlers.

Aus der WO 2012016754 A1 ist ein pneumatischer Nadler zur lokalen Oberflächenbehandlung, insbesondere Verfestigung, von Bauteilen bekannt.

Bei solchen Nadlern werden mehrere Nadeln durch wechselnde pneumatische Druckbeaufschlagung ausgetrieben, um auf eine Bauteiloberfläche aufzutreffen und diese, ähnlich einem Kugelstrahlen, zu behandeln. Vorteilhafterweise können gattungsgemäße Nadler zur Oberflächenbehandlung von Bauteilen von Turbomaschinen, insbesondere Schaufeln von Gasturbinen, verwendet werden.

Bei einer solchen Bearbeitung können verschiedene Störungen auftreten: so können einzelne Nadeln verklemmen oder, etwa infolge einer falschen Positionierung, nicht bis zu der Bauteiloberfläche ausfahren.

Aus der AT 58 082 E ist ein Verfahren zum Einstellen der Schlagparameter einer von einem inkompressiblen Fluid angetriebenen Schlagvorrichtung, in dem sich ein Kolben verschiebt, bekannt, wobei ein Druck in einer Kammer gemessen und mit einem Referenzdruck verglichen und dann in Abhängigkeit dieses Vergleichs die Fluidströmung in einem Kanal eingestellt wird.

Eine Aufgabe einer Ausführung der vorliegenden Erfindung ist es, eine Oberflächenbehandlung von Bauteilen, insbesondere von Turbomaschinen, zu verbessern.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. einen Nadler mit den Merkmalen des Anspruchs 6 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Nach einem Aspekt der vorliegenden Erfindung weist ein pneumatischer Nadler zur lokalen Oberflächenbehandlung, insbesondere Verfestigung, von Bauteilen eine erste Nadel auf, die in einer Nadelrichtung beweglich gelagert und durch einen ersten Kolbenraum pneumatisch beaufschlagbar ist, um sie in ihrer Nadelrichtung auszutreiben, insbesondere auf eine Bauteiloberfläche hin zu beschleunigen. Hierzu ist der erste Kolbenraum mit einer (Über)Druckversorgung abwechselnd verbindbar und von dieser trennbar. In einer Ausführung wird der erste Kolbenraum durch eine Bewegung der ersten Nadel in ihrer Nadelrichtung mit der Druckversorgung verbunden und von dieser getrennt. Insbesondere kann der erste Kolbenraum von der Druckversorgung getrennt sein bzw. werden, wenn die erste Nadel in ihrer Nadelrichtung einen vorgegebenen Nadelhub erreicht oder überschreitet, und mit der Druckversorgung verbunden sein bzw. werden, wenn bzw. solange die erste Nadel den vorgegebenen Nadelhub nicht erreicht oder unterschreitet. Somit wird in einer Ausführung die eingefahrene Nadel durch den mit der (Über)Druckversorgung kommunizierenden ersten Kolbenraum ausgetrieben und kann nach Auftreffen auf die Bauteiloberfläche, wenigstens im Wesentlichen, frei gegen den ersten Kolbenraum einfahren. In einer Ausführung bildet die erste Nadel einen Steuerschieber eines ersten Schiebeventils zum Verbinden und Trennen der Druckversorgung und des ersten Kolbenraums.

Der Nadler weist eine zweite Nadel auf, die in einer Nadelrichtung beweglich gelagert und durch einen zweiten Kolbenraum pneumatisch beaufschlagbar ist, um sie in ihrer Nadelrichtung auszutreiben, insbesondere auf eine Bauteiloberfläche hin zu beschleunigen. Die Nadelrichtungen der ersten und zweiten Nadel können, wenigstens im Wesentlichen, parallel sein. In einer Ausführung sind die erste und zweite Nadel mechanisch unabhängig voneinander beweglich gelagert.

Der zweite Kolbenraum ist mit einer (Über)Druckversorgung abwechselnd verbindbar und von dieser trennbar. In einer Ausführung wird der zweite Kolbenraum durch eine Bewegung der zweiten Nadel in ihrer Nadelrichtung mit der Druckversorgung verbunden und von dieser getrennt. Insbesondere kann der zweite Kolbenraum von der Druckversorgung getrennt sein bzw. werden, wenn die zweite Nadel in ihrer Nadelrichtung einen vorgegebenen Nadelhub erreicht oder überschreitet, und mit der Druckversorgung verbunden sein bzw. werden, wenn bzw. solange die zweite Nadel den vorgegebenen Nadelhub nicht erreicht oder unterschreitet. In einer Ausführung bildet die zweite Nadel einen Steuerschieber eines zweiten Schiebeventils zum Verbinden und Trennen der Druckversorgung und des zweiten Kolbenraums. Die Druckversorgung des ersten und zweiten Kolbenraums kann eine gemeinsame Druckversorgung sein. Gleichmaßen

können die Druckversorgung des ersten Kolbenraums und die Druckversorgung des zweiten Kolbenraums getrennt sein.

Zusätzlich kann der Nadler weitere Nadeln und Kolbenräume aufweisen, die wie die vorstehend erläuterten aufgebaut sind.

Nach einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird, insbesondere kontinuierlich oder periodisch, eine erste Druckschwankung in dem ersten Kolbenraum und eine zweite Druckschwankung in dem zweiten Kolbenraum ermittelt. Entsprechend weist der Nadler nach einer Ausführung ein Druckerfassungsmittel zum Ermitteln einer ersten Druckschwankung in dem ersten Kolbenraum und ein Druckerfassungsmittel zum Ermitteln einer zweiten Druckschwankung in dem zweiten Kolbenraum auf. In einer Ausführung weist der Nadler ein gemeinsames Druckerfassungsmittel zum Ermitteln der ersten und der zweiten Druckschwankung auf. In einer anderen Ausführung weist der Nadler ein erstes Druckerfassungsmittel zum Ermitteln der ersten Druckschwankung und ein zweites Druckerfassungsmittel zum Ermitteln der zweiten Druckschwankung auf. Zusätzlich kann der Nadler weitere Druckerfassungsmittel zum Ermitteln weiterer Druckschwankungen in weiteren Kolbenräumen aufweisen.

Ein Druckerfassungsmittel kann in einer Ausführung einen Drucksensor aufweisen, insbesondere sein. In einer Ausführung kommuniziert das Druckerfassungsmittel mit dem Kolbenraum über eine Bohrung. In einer Weiterbildung ist ein Druckerfassungsmittel außen an dem Nadler angeordnet, insbesondere, um einen Zugang zu erleichtern. Zusätzlich oder alternativ kann das Druckerfassungsmittel mit dem Kolbenraum über eine Bohrung kommunizieren, die wenigstens die maximale Länge des Kolbenraums, insbesondere wenigstens die doppelte Länge des Kolbenraums, aufweist, insbesondere, um Druckschwankungen zu filtern bzw. zu glätten.

Das bzw. die Druckerfassungsmittel sind in einer Ausführung mit einem Steuermittel signalverbunden, welches, insbesondere programmtechnisch, zum Ausführen eines Verfahrens nach der vorliegenden Erfindung bzw. zum Ausführen einer Reaktion auf Basis der ermittelten ersten und/oder zweiten und/oder weiterer Druckschwankungen eingerichtet ist. Entsprechend wird nach einem Aspekt der vorliegenden Erfindung auf Basis der ermittelten ersten und/oder zweiten und/oder weiterer Druckschwankungen eine Reaktion ausgeführt.

Ein pneumatischer Druck in einem Kolbenraum schwankt in Abhängigkeit von einer Bewegung bzw. Stellung der durch diesen beaufschlagten Nadel: beispielsweise liegt, wenigstens im Wesentlichen, der (Über)Druck der (Über)Druckversorgung in dem Kolbenraum an, solange bzw. wenn dieser mit der Druckversorgung verbunden ist. Führt die Nadel in Nadelrichtung aus, sinkt der Druck im Kolbenraum, insbesondere, wenn bzw. sobald der Kolbenraum von der Druckversorgung getrennt ist bzw. wird. Durch ein Einfahren der Nadel nach Auftreffen auf eine Bauteiloberfläche oder auch einen Ausfahranschlagnadelrichtung kann der Druck im Kolbenraum wieder ansteigen, insbesondere, wenn bzw. sobald der Kolbenraum wieder mit der Druckversorgung verbunden ist bzw. wird.

Dementsprechend kann auf Basis einer Druckschwankung im Kolbenraum eine Bewegung der durch diesen beaufschlagten Nadel ermittelt, insbesondere überprüft und/oder bewertet werden: verklemmt beispielsweise die Nadel, wird eine Druckschwankung in dem diese beaufschlagenden Kolbenraum gering(er) ausfallen.

Üblicherweise fahren die Nadeln periodisch ein und aus: nach dem Aufprallen auf die Bauteiloberfläche fahren sie ein und werden durch die Druckversorgung erneut ausgetrieben. Dabei hängt die Frequenz, mit der eine Nadel ein- und ausfährt, von ihrer freien Weglänge ab: je kürzer der freie Weg der Nadel bis zur Bauteiloberfläche ist, desto rascher wird sie wieder zurückgetrieben. Entsprechend korreliert eine kürzere Weglänge einer Nadel mit einer höherfrequenten Druckschwankung in dem diese beaufschlagenden Kolbenraum. So kann insbesondere an einer maximalen Druckschwankungsfrequenz erkannt werden, dass eine Nadel maximal bzw. bis zu ihrem Ausfahranschlagnadelrichtung ausfährt, ohne die Bauteiloberfläche zu treffen.

Daher wird nach einem Aspekt der vorliegenden Erfindung auf Basis einer ermittelten Druckschwankung eine Reaktion ausgeführt. So kann in einer Ausführung die Reaktion ein Ausgeben einer, insbesondere optischen, akustischen und/oder haptischen, Meldung umfassen, insbesondere sein. Insbesondere kann eine Meldung ausgegeben werden, wenn auf Basis einer ermittelten Druckschwankung erfasst wird, dass eine oder wenigstens eine vorgegebene Anzahl von Nadeln keinen bzw. nur einen geringfügigen Hub ausführen, insbesondere möglicherweise klemmen. Zusätzlich oder alternativ kann eine Meldung ausgegeben werden, wenn auf Basis einer ermittelten Druckschwankung erfasst wird, dass eine oder wenigstens eine vorgegebene Anzahl von Na-

deln einen maximalen Hub ausführen, insbesondere möglicherweise die Bauteiloberfläche nicht treffen.

Zusätzlich oder alternativ zu einer Meldung kann auf Basis einer ermittelten Druckschwankung eine Information abgespeichert werden, insbesondere nach einer Verarbeitung, vorzugsweise Filterung und/oder Integration. So kann in einer Ausführung ein Protokoll über die Bewegung der Nadel(n) erstellt werden, dass Aufschluss über die erzielte Oberflächenbehandlung geben kann.

Zusätzlich oder alternativ kann ein Versorgungsdruck auf Basis einer ermittelten Druckschwankung verändert werden. Klemmen beispielsweise eine oder mehrere Nadeln, kann die Druckversorgung der restlichen Nadeln entsprechend nachgeregelt, insbesondere reduziert werden.

Zusätzlich oder alternativ kann eine Position des Nadlers auf Basis einer ermittelten Druckschwankung verändert werden. Fahren beispielsweise eine oder mehrere Nadeln maximal aus, ohne die Bauteiloberfläche zu treffen, kann der Nadler umpositioniert, insbesondere umorientiert und/oder näher zur Bauteiloberfläche angeordnet werden, insbesondere durch automatische Verstellung eines Stativs, in dem die Nadeln gelagert sind.

Somit kann in einer Ausführung der vorliegenden Erfindung in einfacher und/oder zuverlässiger Weise eine erforderliche Reaktion auf Basis von ermittelten Druckschwankungen ausgeführt werden. Entsprechend kann insbesondere eine Bewegung der Nadel(n) überwacht und/oder protokolliert werden, gegebenenfalls kann auch eine ermittelte Bewegung reagiert werden, insbesondere durch Melden und/oder Nachjustieren von Versorgungsdruck und/oder Nadlerposition.

Wie sich insbesondere aus der vorstehenden Erläuterung ergibt, können in einer Ausführung in Abhängigkeit von einer ermittelten Druckschwankung unterschiedliche Reaktionen ausgeführt werden, beispielsweise ein Verklemmen oder ein Maximalhub angezeigt werden, wenn eine Druckschwankungsfrequenz einen vorgegebenen Maximalwert überschreitet oder einen vorgegebenen Minimalwert unterschreitet.

In einer Ausführung kann eine ermittelte Druckschwankung eine Schwingungsgröße, insbesondere eine Frequenz oder Periode, umfassen, insbesondere sein, mit der ein relativer oder absoluter Druck bzw. Druckwert in dem Kolbenraum sich ändert, insbesondere einen vorgegebenen

Mindestwert unterschreitet, einen vorgegebenen Maximalwert überschreitet und/oder eine vorgegebene Druckdifferenz über- oder unterschreitet. Auf Frequenzebene kann vorteilhaft einfach und/oder zuverlässig operiert werden. In einer Ausführung werden die Druckschwankungen, insbesondere Schwingungsgrößen, insbesondere Frequenzen oder Perioden, vorab verarbeitet, insbesondere gefiltert und/oder integriert, insbesondere, um Störfrequenzen auszufiltern. Beispielsweise kann ein Auftreffen einer Nadel auf eine Bauteiloberfläche eine hochfrequente Druckwelle aufprägen, die in einer Ausführung ausgefiltert wird, bevor auf Basis der so ermittelten, verarbeiteten Druckschwankung eine Reaktion ausgeführt wird.

Weitere vorteilhafte Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungen. Hierzu zeigt, teilweise schematisiert:

Fig. 1 einen pneumatischen Nadler nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 Druckschwankungen in Kolbenräumen des Nadlers der Fig. 1; und

Fig. 3 ein Verfahren nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung zum Betreiben des Nadlers der Fig. 1.

Fig. 1 zeigt einen pneumatischen Nadler nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung.

Dieser weist eine erste (oben in Fig. 1) und zweite (unten in Fig. 1) Nadel 2 auf, die jeweils mit einem ersten (oben in Fig. 1) bzw. zweiten (unten in Fig. 1) Kolbenraum 3 kommunizieren. Der Nadler kann analog aufgebaute weitere Nadeln und Kolbenräume aufweisen (nicht dargestellt).

Bei in Nadelrichtung (horizontal in Fig. 1) eingefahrener Nadel (unten in Fig. 1) kommuniziert der diese beaufschlagende Kolbenraum, mit einer gemeinsamen Druckversorgung 1. Fährt die Nadel hingegen aus, schließt sie als Steuerschieber ein Schiebeventil und trennt so den Kolbenraum von der Druckversorgung (oben in Fig. 1).

Mit jedem Kolbenraum kommuniziert ein eigener, an der Außenseite des Nadlers angeordneter Drucksensor 5 über Bohrungen 4, um eine erste bzw. zweite Druckschwankung in dem jeweili-

gen Kolbenraum zu ermitteln. Die Drucksensoren 5 sind, beispielsweise über Leitungen, drahtlos oder einen Datenbus, mit einem Steuermittel in Form einer CPU 6 signalverbunden, die ein nachfolgend anhand der Fig. 3 erläutertes Verfahren ausführt.

Fig. 2 zeigt vereinfacht Druckschwankungen in den Kolbenräumen 3 des Nadlers der Fig. 1. Durchgezogen ist ein Druckverlauf p über der Zeit t in einem Kolbenraum eingezeichnet, dessen durch ihn beaufschlagte Nadel keine Bauteiloberfläche trifft, sondern bis zu einem Ausfahransschlag (links in Fig. 1) ausfährt: in einem ersten Abschnitt a vergrößert die ausfahrende Nadel den Kolbenraum und trennt ihn von der gemeinsamen Druckversorgung, so dass der Druck p sinkt. In einem darauffolgenden Abschnitt b trifft die Nadel den Ausfahransschlag, der Druck bleibt, wenigstens im Wesentlichen, konstant. Anschließend verkleinert die einfahrende Nadel in einem Abschnitt c den Kolbenraum, so dass der Druck p steigt. Im Abschnitt d verbindet die weiter einfahrende Nadel den Kolbenraum mit der gemeinsamen Druckversorgung, so dass der Druck p auf deren Druckniveau steigt. Dieser treibt die Nadel dann erneut aus, so dass sich die Druckschwankung zyklisch wiederholt.

In Fig. 2 ist strichliert ein weiterer Druckverlauf p über der Zeit t in einem Kolbenraum eingezeichnet, dessen durch ihn beaufschlagte Nadel die Bauteiloberfläche trifft. Man erkennt, dass das Absenken des Druckes infolge der kürzeren Ausfahrbewegung bis zum Auftreffen auf die Bauteiloberfläche geringer ausfällt. Gleiches gilt für den Druckanstieg infolge der kürzeren Einfahrbewegung. Entsprechend ist eine Periode T zwischen minimalen Druckwerten (leere Kreise in Fig. 2) bei einer Nadel, die die Bauteiloberfläche trifft, kürzer als eine Periode $T_{\max}$ zwischen Minimalwerten (ausgefüllte Kreise in Fig. 2) bei einer Nadel, die keine Bauteiloberfläche trifft, sondern bis zum Ausfahransschlag ausfährt.

Entsprechend kann die CPU anhand der Periodendauer (oder gleichermaßen deren Kehrwert bzw. Frequenz $f = 1/T$) ermitteln, ob eine Nadel auf die Bauteiloberfläche trifft oder maximal ausfährt. In gleicher Weise kann auch eine klemmende Nadel erkannt werden, beispielsweise, wenn der Druck in dem diese beaufschlagenden Kolbenraum, wenigstens im Wesentlichen, konstant ist, oder entsprechend eine Periode einen Grenzwert übersteigt, insbesondere (bei konstantem Druck) gegen Unendlich geht.

Fig. 3 zeigt hierzu ein Verfahren nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung zum Betreiben des Nadlers der Fig. 1, wie es von der CPU 6 ausgeführt wird.

In einem Schritt S10 ermittelt die CPU für jeden Kolbenraum 3 eine Periode T einer Druckschwankung. Hierzu ermittelt sie beispielsweise, wie in Fig. 2 angedeutet, die Zeitdauer zwischen zwei aufeinanderfolgenden minimalen Drücken in dem jeweiligen Kolbenraum. Gleichermäßen kann sie beispielsweise eine Periode auch zwischen einem Überschreiten einer vorgegebenen Druckdifferenz, insbesondere eines aktuellen Kolbenraumdruckes zu einem Druckniveau der Druckversorgung 1, und einem erneuten Überschreiten dieser Druckdifferenz ermitteln.

Dann prüft die CPU in Schritt S10 für jeden Kolbenraum, ob die ermittelte Periode größer ist als ein vorgegebener Wert αT_{Max} , wobei α beispielsweise 2 sein kann. Somit erkennt die CPU, ob eine Nadel zum Ein- und Ausfahren wenigstens doppelt so lange braucht wie bei einem freien Ausfahren bis zum Ausfahransschlag. Hieraus kann die CPU schließen, dass die Nadel wahrscheinlich klemmt. Bewegt sich die Nadel gar nicht, geht die Periodendauer T sogar gegen unendlich ($T \gg \alpha T_{\text{Max}}$). In diesem Fall (S10: „Y“) führt die CPU in Schritt S20 eine erste Reaktion R1 aus. Beispielsweise kann die CPU eine Warnmeldung ausgeben und/oder die gemeinsame Druckversorgung entsprechend regeln, um den geringeren Pneumatikverbrauch zu kompensieren und die restlichen Nadeln gleichbleibend zu beaufschlagen.

Überschreitet die ermittelte Periodendauer T den vorstehend erläuterten Wert αT_{Max} nicht, der ein Klemmen der Nadel signalisiert (S10: „N“), fährt sie mit Schritt S30 fort, in dem sie für jeden Kolbenraum prüft, ob die ermittelte Periode einen weiteren vorgegebenen Wert βT_{Max} überschreitet, wobei β beispielsweise 0,95 sein kann. Somit erkennt die CPU, ob eine Nadel wenigstens 95% der maximalen Periodendauer aufweist, die sich bei vollständigem Ausfahren ergibt, und kann hieraus unter Berücksichtigung einer Toleranz schließen, dass die Nadel wahrscheinlich die Bauteiloberfläche nicht getroffen hat (S30: „Y“). In diesem Fall führt die CPU in Schritt S40 eine zweite Reaktion R2 aus. Beispielsweise kann die CPU den Nadler motorisch in einem Stativ (nicht dargestellt) in Nadelrichtung (nach links in Fig. 1) zustellen, um den Weg zur Bauteiloberfläche zu verkürzen. Andernfalls (S30: „N“) erfolgt keine Reaktion durch die CPU.

Durch die Bohrungen 4 werden von den Drucksensoren 5 erfasste Druckschwankungen in den Kolbenräumen 3 bereits strömungstechnisch etwas gefiltert bzw. geglättet. Zusätzlich oder alter-

nativ kann die CPU die erfassten Druckschwankungen verarbeiten, bevor sie in Abhängigkeit von den verarbeiteten Druckschwankungen eine Reaktion auslöst. Beispielsweise kann sie die erfassten Druckschwankungen filtern, eine Fourier-Transformation durchführen oder dergleichen. Auf diese Weise können vorteilhaft höhere Frequenzen, die beispielsweise infolge eines Auftreffens auf eine Bauteiloberfläche aufgeprägt werden, ausgefiltert werden.

Obwohl in der vorhergehenden Beschreibung exemplarische Ausführungen erläutert wurden, sei darauf hingewiesen, dass eine Vielzahl von Abwandlungen möglich ist. Außerdem sei darauf hingewiesen, dass es sich bei den exemplarischen Ausführungen lediglich um Beispiele handelt, die den Schutzbereich, die Anwendungen und den Aufbau in keiner Weise einschränken sollen. Vielmehr wird dem Fachmann durch die vorausgehende Beschreibung ein Leitfaden für die Umsetzung von mindestens einer exemplarischen Ausführung gegeben, wobei diverse Änderungen, insbesondere in Hinblick auf die Funktion und Anordnung der beschriebenen Bestandteile, vorgenommen werden können, ohne den Schutzbereich zu verlassen, wie er sich aus den Ansprüchen und diesen äquivalenten Merkmalskombinationen ergibt.

Bezugszeichenliste

1	Druckversorgung
2	Nadel
3	Kolbenraum
4	Bohrung
5	Drucksensor
6	CPU (Steuermittel)
T	Periode
P	Druck/-verlauf
t	Zeit
a - e	Abschnitt
R1, R2	Reaktion

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines pneumatischen Nadlers zur lokalen Oberflächenbehandlung, insbesondere Verfestigung, von Bauteilen, mit einer ersten Nadel (2), die in einer Nadelrichtung beweglich ist; einem ersten Kolbenraum (3) zum pneumatischen Beaufschlagen der ersten Nadel in ihrer Nadelrichtung; einer Druckversorgung (1), welche mit dem ersten Kolbenraum, insbesondere durch eine Bewegung der ersten Nadel in ihrer Nadelrichtung, verbind- und von diesem trennbar ist; einem Druckerfassungsmittel (5) zum Ermitteln einer ersten Druckschwankung in dem ersten Kolbenraum; einer zweiten Nadel (2), die in einer Nadelrichtung beweglich ist; einem zweiten Kolbenraum (3) zum pneumatischen Beaufschlagen der zweiten Nadel in ihrer Nadelrichtung; einem Druckerfassungsmittel (5) zum Ermitteln einer zweiten Druckschwankung in dem zweiten Kolbenraum; einer Druckversorgung (1), welche mit dem zweiten Kolbenraum, insbesondere durch eine Bewegung der zweiten Nadel in ihrer Nadelrichtung, verbind- und von diesem trennbar ist; und einem Steuermittel (6), wobei das Verfahren die Schritte umfasst:
Ermitteln (S10) der ersten Druckschwankung in dem ersten Kolbenraum (3);
Ermitteln (S10) einer zweiten Druckschwankung in dem zweiten Kolbenraum (3); und
Ausführen (S20, S40) einer Reaktion (R1, R2) auf Basis der ermittelten ersten und/oder zweiten Druckschwankung.
2. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reaktion ein Ausgeben einer Meldung (S20), ein Abspeichern einer Information und/oder eine Veränderung eines Versorgungsdruckes (S20) und/oder einer Position des Nadlers (S40) umfasst.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in Abhängigkeit von der ermittelten ersten und/oder zweiten Druckschwankung unterschiedliche Reaktionen (R1, R2) ausgeführt werden.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die ermittelte erste und/oder zweite Druckschwankung eine Schwingungsgröße, insbesondere eine Frequenz ($1/T$) oder Periode (T), umfasst.
5. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Reaktion (R1, R2) ausgeführt wird (S20, S40), wenn die ermittelte erste und/oder zweite Druckschwankung einen vorgegebenen Wert ($\alpha T_{\max}$, $\beta T_{\max}$) über- oder unterschreitet.
6. Pneumatischer Nadler zur lokalen Oberflächenbehandlung, insbesondere Verfestigung, von Bauteilen, mit
einer ersten Nadel (2), die in einer Nadelrichtung beweglich ist;
einem ersten Kolbenraum (3) zum pneumatischen Beaufschlagen der ersten Nadel in ihrer Nadelrichtung;
einer Druckversorgung (1), welche mit dem ersten Kolbenraum, insbesondere durch eine Bewegung der ersten Nadel in ihrer Nadelrichtung, verbind- und von diesem trennbar ist;
einem Druckerfassungsmittel (5) zum Ermitteln einer ersten Druckschwankung in dem ersten Kolbenraum;
einer zweiten Nadel (2), die in einer Nadelrichtung beweglich ist;
einem zweiten Kolbenraum (3) zum pneumatischen Beaufschlagen der zweiten Nadel in ihrer Nadelrichtung;
einem Druckerfassungsmittel (5) zum Ermitteln einer zweiten Druckschwankung in dem zweiten Kolbenraum;
einer Druckversorgung (1), welche mit dem zweiten Kolbenraum, insbesondere durch eine Bewegung der zweiten Nadel in ihrer Nadelrichtung, verbind- und von diesem trennbar ist;
und
einem Steuermittel (6), welches dazu eingerichtet ist, eine Reaktion (R1, R2) auf Basis der ermittelten ersten und/oder zweiten Druckschwankung auszuführen (S20, S40).

7. Pneumatischer Nadler nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reaktion ein Ausgeben einer Meldung (S20), ein Abspeichern einer Information und/oder eine Veränderung eines Versorgungsdruckes (S20) und/oder einer Position des Nadlers (S40) umfasst.
8. Pneumatischer Nadler nach einem der vorhergehenden Ansprüche 6 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Steuermittel dazu eingerichtet ist, in Abhängigkeit von der ermittelten ersten und/oder zweiten Druckschwankung unterschiedliche Reaktionen (R1, R2) auszuführen.
9. Pneumatischer Nadler nach einem der vorhergehenden Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die ermittelte erste und/oder zweite Druckschwankung eine Schwingungsgröße, insbesondere eine Frequenz ($1/T$) oder Periode (T), umfasst.
10. Pneumatischer Nadler nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Steuermittel dazu eingerichtet ist, eine Reaktion (R1, R2) auszuführen (S20, S40), wenn die ermittelte erste und/oder zweite Druckschwankung einen vorgegebenen Wert ($\alpha T_{\max}$, $\beta T_{\max}$) über- oder unterschreitet.

Fig. 1

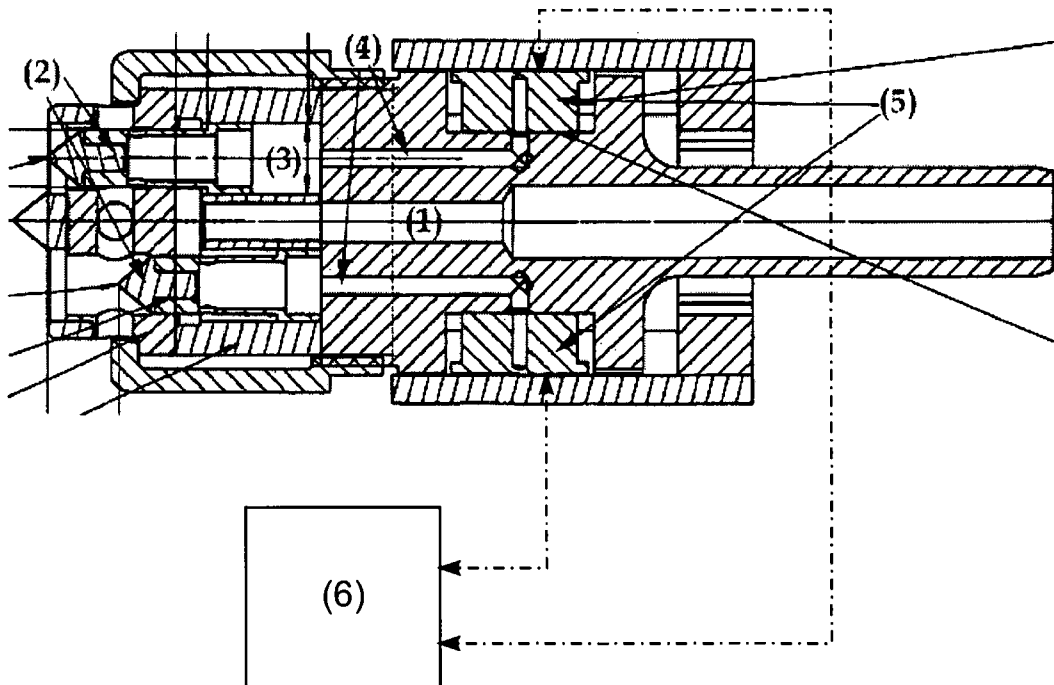


Fig. 2

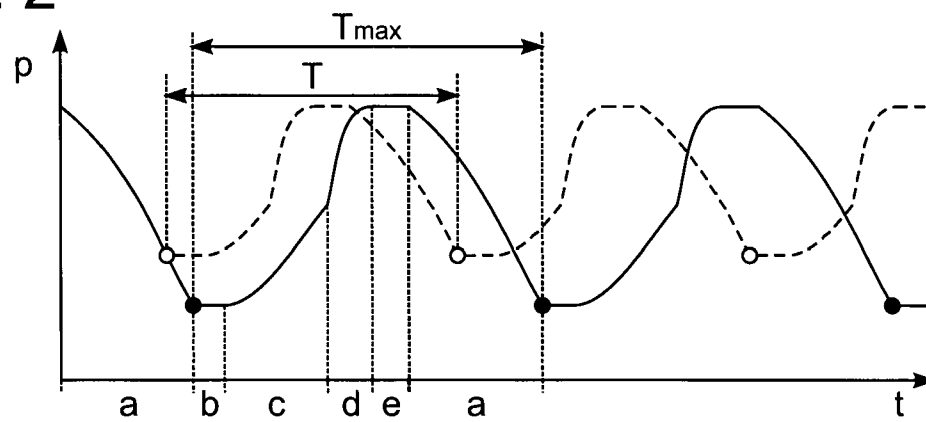
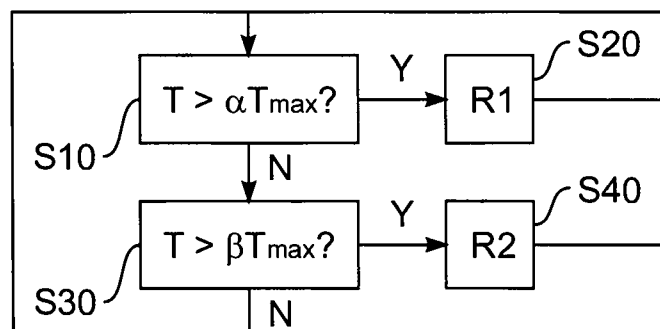


Fig. 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2014/000175

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. B25D9/02 B23P9/04 C21D7/04 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B25D B23P C21D B08B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2010 024892 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 29 December 2011 (2011-12-29) paragraphs [0023] - [0034]; claims 1-4; figures 1,2 -----	1,6
A	DE 11 32 510 B (EDOUARD BARTHOD) 28 June 1962 (1962-06-28) the whole document -----	1,6
A	US 4 641 510 A (MITSCHING RAINER [DE] ET AL) 10 February 1987 (1987-02-10) the whole document -----	1,6
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 3 September 2014	Date of mailing of the international search report 12/09/2014	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Lorence, Xavier	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2014/000175

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102010024892 A1	29-12-2011	NONE	
DE 1132510	B	28-06-1962	NONE
US 4641510	A	10-02-1987	DE 3442089 C1 14-11-1985
		US 4641510 A	10-02-1987

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2014/000175

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B25D9/02 B23P9/04 C21D7/04
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B25D B23P C21D B08B

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

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2010 024892 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 29. Dezember 2011 (2011-12-29) Absätze [0023] - [0034]; Ansprüche 1-4; Abbildungen 1,2	1,6
A	DE 11 32 510 B (EDOUARD BARTHOD) 28. Juni 1962 (1962-06-28) das ganze Dokument	1,6
A	US 4 641 510 A (MITSCHING RAINER [DE] ET AL) 10. Februar 1987 (1987-02-10) das ganze Dokument	1,6



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

3. September 2014

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

12/09/2014

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Lorence, Xavier

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2014/000175

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102010024892 A1	29-12-2011	KEINE	
DE 1132510 B	28-06-1962	KEINE	
US 4641510 A	10-02-1987	DE 3442089 C1	14-11-1985
		US 4641510 A	10-02-1987