



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
24.10.2012 Patentblatt 2012/43

(51) Int Cl.:
B24B 31/06 (2006.01) B24B 39/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12164035.3**

(22) Anmeldetag: **13.04.2012**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG**
15827 Blankenfelde-Mahlow (DE)

(72) Erfinder:
• **Feldmann, Goetz G.**
61440 Oberursel (DE)
• **Kyrylov, Oleksandr**
60433 Frankfurt (DE)

(30) Priorität: **19.04.2011 DE 102011007705**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Oberflächenverfestigen und/oder -glätten eines integralbeschaukelten Rotorbereiches eines Strahltriebwerkes**

(57) Es werden ein Verfahren und eine Vorrichtung (12) zum O-berflächenverfestigen und/oder -glätten eines integral beschaukelten Rotorbereiches (9) eines Strahltriebwerkes beschrieben. Der Rotorbereich (9) ist mit einer Einrichtung (13) verbindbar und von dieser in einem Behältnis (14) in einer zu einer wenigstens annähernd horizontalen Ausrichtung einer Rotationsachse (15) des Rotorbereiches (9) äquivalenten Position im Behältnis (14) haltbar. Ein vom Behältnis (14) und dem Rotorbereich (9) begrenzter Zwischenraum zwischen einer

Oberfläche (17) des Rotorbereiches (9) und der dem Rotorbereich (9) zugeordneten Oberfläche (18) des Behältnisses (14) wird wenigstens teilweise mit Verfestigungs- und/oder Glättelementen (19) befüllt. Es wird eine Relativbewegung zwischen der Oberfläche (17) des Rotorbereiches (9) und den Verfestigungs- und/oder Glättelementen (19) erzeugt. Der zu verfestigende und/oder zu glättende Oberflächenbereich (17) des Rotorbereiches (9) ist zu der dem Rotorbereich (9) zugewandten Oberfläche (18) des Behältnisses (14) beabstandet.

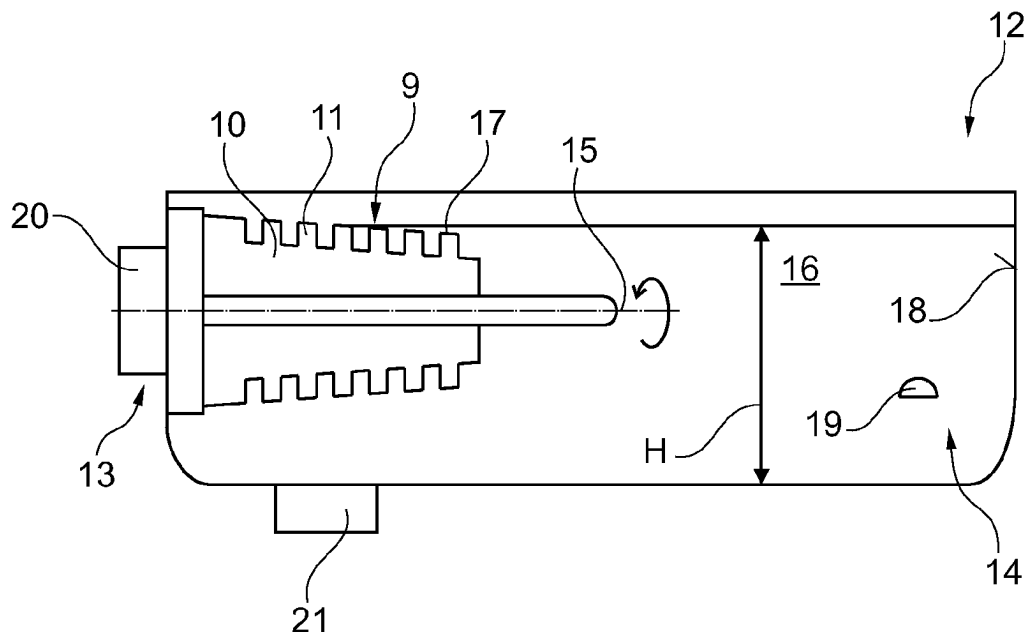


Fig. 3

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Oberflächenverfestigen und/oder -glätten eines integral beschauften Rotorbereiches eines Strahltriebwerkes gemäß der im Oberbegriff des Patentanspruches 1 bzw. 7 näher definierten Art.

[0002] Aus der DE 10 2009 021 582 A1 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Oberflächenverfestigung und -glättung von metallischen Bauteilen, insbesondere von Rotoren oder Rotortrommeln mit integraler Beschauflung für Flugzeugtriebwerke bekannt. Die metallischen Bauteile werden jeweils in einem mit Verfestigungskörpern und/oder Schleifkörpern gefüllten und eine Rüttelbewegung ausführenden Aufnahmebehälter durch eine Relativbewegung zwischen der Bauteiloberfläche und den Verfestigungskörpern in einem Arbeitsschritt verfestigt und geglättet oder ausschließlich geglättet.

[0003] Hierfür wird ein zu bearbeitendes Werkstück im Inneren des Aufnahmebehälters bzw. des Behältnisses durch eine Vorrichtung befestigt und das Behältnis bzw. der Schleiftrog anschließend mit einem Medium bzw. mit Verfestigungskörpern zum Schleifen und/oder Polieren und/oder Verfestigen befüllt. Wiederum anschließend an den Befüllprozessschritt des Behältnisses werden das zu bearbeitende Werkstück und das Behältnis gemeinsam über einen exzentrisch gelagerten Antrieb in Schwingung versetzt, wodurch das in einem vom Behältnis und dem zu bearbeitenden Bauteil begrenzten Zwischenraum angeordnete Schleifmedium bzw. die darin angeordneten Verfestigungs- und/oder Glättelemente bewegt werden. Dabei wird eine Relativbewegung zwischen der Oberfläche des Rotorbereiches und den Verfestigungs- und/oder Glättelementen erzeugt. Das Medium wirkt kontinuierlich auf die Oberfläche des zu bearbeitenden Bauteiles ein, wobei eine Glättung und/oder eine Verfestigung und/oder ein Entgraten durch Materialabtrag und/oder Materialumformung im Bereich der Oberfläche eines zu bearbeitenden Bauteiles erfolgt.

[0004] Aktuelle Strahltriebwerke von Flugzeugen werden zunehmend mit größeren bzw. längeren Baugruppen bzw. Rotorbereichen ausgeführt, die aus mehreren durch Elektronenstrahlschweißen oder Reibschweißen miteinander verbundenen einzelnen Bereichen hergestellt sind. Die in axialer Richtung große Bauteilabmessungen aufweisenden Rotorbereiche werden mittels bekannten Anlagen zum Oberflächenverfestigen und -glätten jeweils im Behältnis einer Anlage aufrechtstehend angeordnet und anschließend gemeinsam mit dem Behältnis in Schwingung versetzt, womit das zwischen dem Behältnis und dem zu bearbeitenden Rotorbereich vorgesehene Schleifmedium relativ zur Oberfläche des Rotorbereiches und der Oberfläche der damit verbundenen Schaufelelemente bewegt wird. Die vertikale Anordnung der Rotorbereiche bedingt eine große Schütthöhe des Schleifmediums, um die gesamte Oberfläche eines Rotorbereiches gleichzeitig bearbeiten zu können.

[0005] Nachteilhafterweise variiert das Bearbeitungsergebnis über der Schütthöhe der Verfestigungs- und Glättelemente, da die über der Schütthöhe zunehmend insbesondere im Bereich der unteren Schleif- und Glättelementen angreifende Gewichtskraft die Relativbewegung zwischen der Oberfläche des Rotorbereiches und den Verfestigungs- und Glättelementen bzw. dem Schleifmedium verändert. Diese Tatsache führt dazu, dass ein Rotorbereich über seine axiale Länge nicht in gleichem Umfang bearbeitbar ist und beispielsweise ein Materialabtrag und/oder eine Verringerung der Oberflächenrauheit und/oder ein Einbringen von Druckeigenspannungen in oberflächennahen Bereichen des Rotorbereiches über der axialen Länge eines Rotorbereiches in unerwünschtem Umfang variiert. Zusätzlich besteht insbesondere in Bezug auf die Schütthöhe in unteren Bereichen eines Rotorbereiches die Möglichkeit, dass die vom Schleifmedium am Rotorbereich anliegende Gewichtskraft unerwünschte Deformationen im Bereich eines Rotorbereiches, vorzugsweise eine Verbiegung von Schaufelelementen, verursacht, die nur durch aufwändige Nachbehandlungen von Rotorbereichen wieder behebbar sind.

[0006] Um den Einfluss der Schütthöhe auf das Bearbeitungsergebnis zu verringern, wird bei bekannten Anlagen ein zu bearbeitendes Bauteil bzw. ein Rotorbereich, der während der Bearbeitung aufrecht im Behälter angeordnet ist, nach einer definierten Bearbeitungsdauer umgedreht und der Bearbeitungsprozess anschließend weiter durchgeführt.

[0007] Dieses Umdrehen des zu bearbeitenden Werkstückes im Behältnis stellt jedoch einen zusätzlichen Fertigungsschritt dar, der eine Bearbeitungszeit des Werkstückes in unerwünschtem Umfang verlängert und eine gleichmäßige Bearbeitungsgüte des Rotorbereiches nur in begrenztem Umfang gewährleistet.

[0008] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Oberflächenverfestigen und/oder -glätten eines integral beschauften Rotorbereiches eines Strahltriebwerkes zur Verfügung zu stellen, mittels welchen eine Oberfläche eines Rotorbereiches in gewünschtem Umfang innerhalb kurzer Prozesszeiten mit wiederholbarer Bearbeitungsgüte bearbeitbar ist.

[0009] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit einem Verfahren und einer Vorrichtung gemäß den Merkmalen des Patentanspruches 1 bzw. 7 gelöst.

[0010] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Oberflächenverfestigen und/oder -glätten eines integral beschauften Rotorbereiches eines Strahltriebwerkes wird der Rotorbereich in einem Behältnis angeordnet und ein vom Behältnis und dem Rotorbereich begrenzter Zwischenraum zwischen der Oberfläche des Rotorbereiches und der dem Rotorbereich zugewandten Oberfläche des Behältnisses wenigstens teilweise mit Verfestigungs- und/oder Glättelementen befüllt und eine Relativbewegung zwischen der Oberfläche des Rotorbereiches und den Verfestigungs- und/oder Glättelementen

erzeugt.

[0011] Erfindungsgemäß wird eine Rotationsachse des Rotorbereiches während der Oberflächenverfestigung und/oder -glättung des Rotorbereiches wenigstens annähernd horizontal im Behältnis angeordnet und ein zu verfestigender und/oder zu glättender Oberflächenbereich des Rotorbereiches ist zu einer dem Rotorbereich zugewandten Oberfläche des Behältnisses beabstandet.

[0012] Aufgrund der wenigstens annähernd horizontalen bzw. liegenden Anordnung des Rotorbereiches im Behältnis bzw. im konventionell arbeitenden Gleitschliff-trog wird ein Rotorbereich über seine gesamte Oberfläche gleichmäßig bearbeitet. Dies resultiert aus der Tatsache, dass der das Verfestigungs- und/oder Glättergebnis beeinflussende Faktor der Schütthöhe des Schleifmediums bzw. der Verfestigungs- und/oder Glättelemente und daraus resultierende partielle Strömungsunterschiede zwischen der Oberfläche des Rotorbereiches und den Verfestigungs- und/oder Glättelementen aufgrund der horizontalen Anordnung des Rotorbereiches im Behältnis und der daraus resultierenden geringen Schütthöhe der Verfestigungs- und/oder Glättelemente s eliminiert sind.

[0013] Zusätzlich besteht mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens in Abhängigkeit der Größe des Behältnisses und einer Tragkraft einer Lagerung des Rotorbereiches im Behältnis die Möglichkeit, große und/oder mit in axialer Richtung großer Länge ausgeführte Baugruppen oder auch mehrere Baugruppen gleichzeitig zu bearbeiten.

[0014] Bei einer vorteilhaften Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Relativbewegung zwischen der Oberfläche des Rotorbereiches und den Verfestigungs- und/oder Glättelementen durch eine erzwungene Rotation des Rotorbereiches gegenüber dem Behältnis erzeugt. Dadurch wird erreicht, dass der Rotorbereich im Behältnis nicht vollständig mit Verfestigungs- und/oder Glättelementen zu bedecken ist und weniger Verfestigungs- und/oder Glättelemente zur Befüllung der Anlage benötigt werden.

[0015] Wird die Relativbewegung zwischen der Oberfläche des Rotorbereiches und den Verfestigungs- und Glättelementen alternativ hierzu durch eine erzwungene Schwingung des Rotorbereiches und vorzugsweise des Behältnisses erzeugt, sind Verformungen von insbesondere Schaufelelementen eines Rotorbereiches aufgrund einer während einer Rotation des Rotorbereiches durch die Verfestigungs- und/oder Glättelemente auf einfache Art und Weise vermeidbar.

[0016] Wird die Relativbewegung zwischen der Oberfläche des Rotorbereiches und den Verfestigungs- und/oder Glättelementen zusätzlich zur Rotation des Rotorbereiches gegenüber dem Behältnis durch eine erzwungene Schwingung des Rotorbereiches und vorzugsweise des Behältnisses erzeugt, sind Bearbeitungszeiten eines Rotorbereiches aufgrund aus der Rotation des Rotorbereiches gegenüber dem Behältnis und aus der

Schwingung des Rotorbereiches und vorzugsweise des Behältnisses resultierenden überlagerten Relativbewegung zwischen der Oberfläche des Rotorbereiches und den Verfestigungs- und/oder Glättelementen reduzierbar.

[0017] Bei einer einfachen Handhabung des Rotorbereiches gewährleistenden weiteren Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Rotorbereich in einer wesentlichen vertikalen Ausrichtung der Rotorachse des Rotorbereichs mit einer den Rotorbereich in der waagrechten Position im Behältnis haltenden Einrichtung verbunden und anschließend in die wenigstens annähernd waagrechte Position im Behältnis verbracht.

[0018] Wird die Oberflächenverfestigung und/oder -glättung des Rotorbereiches ohne Materialabtrag im Bereich der Oberfläche des Rotorbereiches durchgeführt, sind Rotorbereiche, welche aus unterschiedlichen Materialien hergestellt sind, gleichzeitig bearbeitbar.

[0019] Findet während der Oberflächenverfestigung und/oder -glättung des Rotorbereiches ein Materialabtrag im Bereich der Oberfläche des Rotorbereiches statt, ist der Rotorbereich nach der Bearbeitung im Vergleich zu einer Oberflächenverfestigung und/oder -glättung des Rotorbereiches ohne Materialabtrag mit einer noch besseren Oberflächengüte ausgeführt, wodurch eine Beständigkeit gegenüber wechselnden Belastungen, Fremdkörperschäden, Rissbildung und Rissfortschritt sowie auch die aerodynamischen Eigenschaften wiederum weiter verbessert sind.

[0020] Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Oberflächenverfestigen und/oder -glätten eines integral beschauelten Rotorbereiches eines Strahltriebwerkes mit einer Einrichtung zum Halten des Rotorbereiches in einem Behältnis, mit der der Rotorbereich verbindbar ist, ist der Rotorbereich von der Einrichtung in einer zu einer wenigstens annähernd horizontalen Ausrichtung der Rotationsachse des Rotorbereiches äquivalenten Position im Behältnis haltbar.

[0021] Damit ist ein Rotorbereich mit einer im Vergleich zu aus dem Stand der Technik bekannten Vorrichtung mit einer wesentlich geringeren Schütthöhe der Verfestigungs- und/oder Glättelemente über seine gesamte Oberfläche wenigstens annähernd gleichmäßig innerhalb kurzer Prozesszeiten behandelbar, da die aus einer großen Schütthöhe resultierenden Nachteile aufgrund geringerer an den Verfestigungs- und/oder Glättelementen angreifenden Gewichtskräften und Prozesszeiten in unerwünschtem Umfang verlängernde zusätzliche Prozessschritte auf einfache Art und Weise vermieden sind.

[0022] Bei einer vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist eine Antriebseinrichtung vorgesehen, mittels der der Rotorbereich in seiner wenigstens annähernd zur horizontalen Ausrichtung der Rotationsachse äquivalenten Position im Behältnis in Rotation versetzbar ist, um zwischen der Oberfläche des Rotorbereiches und zur Bearbeitung im Behältnis vorgesehenen Verfestigungs- und/oder Glättelementen auf einfache Art und Weise eine Relativbewegung zu erzeugen.

gen und gleichzeitig den Rotorbereich mit einer geringen Schütthöhe der Verfestigungs- und/oder Glättelemente bearbeiten zu können, da der Rotorbereich aufgrund der Rotation nicht zwingend vollständig mit Verfestigungs- und/oder Glättelementen zu bedecken ist.

[0023] Ist eine Antriebseinrichtung vorgesehen, mittels der dem Rotorbereich in seiner wenigstens annähernd zur horizontalen Ausrichtung der Rotationsachse äquivalenten Position im Behältnis und vorzugsweise dem Behältnis eine Schwingung aufzutreten ist, ist eine Relativbewegung zwischen der Oberfläche des Rotorbereiches und der im Behältnis angeordneten Verfestigungs- und/oder Glättelementen erzeugbar.

[0024] Bei einer weiteren vereinfachten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist der Rotorbereich in einer zu einer wenigstens annähernd vertikalen Ausrichtung der Rotationsachse des Rotorbereiches äquivalenten Position mit der Einrichtung verbindbar und über die Einrichtung in seine zur wenigstens annähernd horizontalen Ausrichtung der Rotationsachse des Rotorbereiches äquivalente Position im Behältnis verbringbar.

[0025] Sowohl die in den Patentansprüchen angegebenen Merkmale als auch die im nachfolgenden Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Gegenstandes angegebenen Merkmale sind jeweils für sich alleine oder in beliebiger Kombination miteinander geeignet, den erfindungsgemäßen Gegenstand weiterzubilden. Die jeweiligen Merkmalskombinationen stellen hinsichtlich der Weiterbildung des Gegenstandes nach der Erfindung keine Einschränkung dar, sondern weisen im Wesentlichen lediglich beispielhaften Charakter auf.

[0026] Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Gegenstandes ergeben sich aus den Patentansprüchen und dem nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnung prinzipiell beschriebenen Ausführungsbeispiel.

[0027] Es zeigt:

Fig. 1 eine stark schematisierte Längsschnittansicht eines Strahltriebwerkes, das mit einem integral beschauften Rotorbereich ausgeführt ist;

Fig. 2 eine vereinfachte Darstellung einer Vorrichtung zum Oberflächenverfestigen und/oder -glätten des Rotorbereiches des Strahltriebwerkes gemäß Fig. 1 während einer ersten Prozessphase; und

Fig. 3 eine Fig.2 entsprechende Darstellung der Vorrichtung während einer zweiten Prozessphase.

[0028] Fig. 1 zeigt eine Längsschnittansicht eines Strahltriebwerkes 1, das mit einem Nebenstromkanal 2 ausgeführt ist. Des Weiteren ist das Strahltriebwerk 1 mit einem Einlaufbereich 3 ausgebildet, an dem sich stromab ein Bläser 4 in an sich bekannter Art und Weise anschließt. Wiederum stromab des Bläfers 4 teilt sich der

Fluidstrom im Strahltriebwerk 1 in einen Nebenstrom und einen Kernstrom auf, wobei der Nebenstrom durch den Nebenstromkanal 2 und der Kernstrom in einen Triebwerkskern 5 strömt, der wiederum in an sich bekannter Art und Weise mit einer Verdichtereinrichtung 6, einem Brenner 7 und einer Turbineneinrichtung 8 ausgeführt ist.

[0029] Der einstückige Rotorbereich 9 umfasst mehrere mittels Elektronenstrahlschweißen oder Reibschweißen oder Verschraubung miteinander verbundene und in axialer Richtung nebeneinander angeordnete Blisk-Bereiche auf, die jeweils eine integral beschauelte Rotor-Konstruktion darstellen. Der Begriff Blisk setzt sich aus den englischen Worten "Blade" für Schaufel und "Disk" für Scheibe zusammen. Miteinander verbundene Scheiben bzw. miteinander fest verbundene ringförmige Grundkörper 10 des Rotorbereiches 9 sowie mehrere über den Umfängen der Grundkörper 10 verteilt angeordnete Schaufelelemente 11 sind jeweils aus einem Stück gefertigt, womit bei mehrstückig ausgeführten Rotorbereichen vorgesehene Schaufelfüße und Scheibenenden entfallen. Der einstückige Rotorbereich 9 ist gegenüber konventionell beschauelten Verdichterroten durch eine erheblich geringere Teilezahl gekennzeichnet und die Scheibenform der ringförmigen Grundkörper 10 ist für eine geringere Randlast ausgelegt. Dies führt dazu, dass das Gewicht des einstückigen Rotorbereiches 9 in Verbindung mit dem Einsatz leichterer Werkstoffe um bis zu 50 Prozent gegenüber herkömmlichen Rotorbereichen reduziert ist. Die Höhe der Gewichtsreduzierung ist dabei jeweils abhängig von der Geometrie der Verdichtereinrichtung 6.

[0030] Ein weiterer positiver Effekt ist, dass die Schaufelelemente 11 des integral beschauelten Rotorbereiches 9 mit geringerem Abstand zueinander anordenbar sind, wodurch eine maximal mögliche Verdichtung und der Wirkungsgrad verbesserbar ist.

[0031] Um die Verdichtereinrichtung 6 bzw. den einstückigen Rotorbereich 9 gegenüber Fremdkörperschäden und auch Schwingungsbelastungen mit hoher Beständigkeit bei gleichzeitig geringem Eigengewicht auszuführen sowie die Oberfläche des Rotorbereiches 9 mit minimaler Rauheit zur Erzielung guter aerodynamischer Eigenschaften und eines möglichst hohen Wirkungsgrades des Strahltriebwerkes 1 zur Verfügung stellen zu können, wird der Rotorbereich 9 mittels einer in Fig. 2 näher dargestellten Vorrichtung 12 bearbeitet, wobei während der Bearbeitung des Rotorbereiches 9 neben einer Oberflächenverfestigung oder einer Oberflächen-glättung auch eine simultane Oberflächenverfestigung und -glättung in der nachfolgend näher beschriebenen Art und Weise durchführbar ist.

[0032] Die Vorrichtung 12 zum Oberflächenverfestigen und/oder -glätten des integral beschauelten Rotorbereiches 9 umfasst eine Einrichtung 13 zum Halten des Rotorbereiches 9 in einem Behältnis 14. Hierfür ist der Rotorbereich 9 in der in Fig. 2 näher dargestellten Art und Weise in einer zu einer wenigstens annähernd vertikalen Ausrichtung einer Rotationsachse 15 des Rotor-

bereiches 9 mit der Einrichtung 13 verbindbar und in der in Fig. 3 gezeigten Art und Weise von der Einrichtung 13 in einer zu einer wenigstens annähernd horizontalen Ausrichtung der Rotationsachse 15 des Rotorbereiches 9 äquivalenten Position im Behältnis 14 haltbar.

[0033] Das bedeutet, dass der Rotorbereich 9 zunächst außerhalb des Behältnisses 14 in einer zu einer wenigstens annähernd vertikalen Ausrichtung der Rotationsachse 15 des Rotorbereiches 9 äquivalenten Position bzw. in einer in Fig. 2 näher gezeigten Position mit der Einrichtung 13 verbunden und anschließend über die Einrichtung 13 in seine zur wenigstens annähernd horizontalen Ausrichtung der Rotationsachse 15 des Rotorbereiches 9 äquivalente Position in einen Innenraum 16 des Behältnisses 14 verschwenkt wird, wobei ein zu verfestigender und/oder zu glättender Oberflächenbereich 17 des Rotorbereiches 9 zu einer dem Rotorbereich 9 zugewandten und den Innenraum 16 begrenzenden Oberfläche 18 des Behältnisses 14 in der horizontalen Position des Rotorbereiches 9 beabstandet ist.

[0034] Anschließend wird der Innenraum 16 des Behältnisses 14 in Abhängigkeit des jeweils vorliegenden Anwendungsfalles bis zu einer definierten Schütthöhe H mit Verfestigungs- und/oder Glättelementen 19 befüllt, die dann in einem vom Behältnis 14 und dem Rotorbereich 9 begrenzten Zwischenraum zwischen der Oberfläche 17 und des Rotorbereiches 9 und der dem Rotorbereich 9 zugewandten Oberfläche 18 des Behältnisses 14 angeordnet sind.

[0035] Der Einrichtung 13 ist eine Antriebseinrichtung 20 zugeordnet, mittels der der Rotorbereich 9 in seiner wenigstens annähernd zur horizontalen Ausrichtung der Rotationsachse 15 äquivalenten Position im Behältnis 14 in Rotation versetzbar ist, um zwischen der Oberfläche des Rotorbereiches 9 und den Verfestigungs- und/oder Glättelementen 19 eine Relativbewegung zu erzeugen und die Oberfläche 17 des Rotorbereiches 9 zu verfestigen und/oder zu glätten.

[0036] Weisen die Verfestigungs- und/oder Glättelemente 19 zumindest bereichsweise eine Kugelform auf, ist die Oberfläche 17 des Rotorbereiches 9 über einen sogenannten Kugeldruckpolierprozess bearbeitbar. Während des Kugeldruckpolierprozesses treten zwei grundsätzliche Haupteffekte auf. Der eine Effekt ist die Verbesserung der Oberflächengüte bzw. der Rauheit der Oberfläche 17 des Rotorbereiches 9, welche nicht abrasiv erfolgt. Einen zweiten Haupteffekt stellt das Einbringen von Druckeigenspannungen in einen oberflächennahen Randbereich des Rotorbereiches 9 bzw. ein Verfestigen einer oberflächennahen Randschicht des Rotorbereiches 9 dar, um die Wechselfestigkeit des Rotorbereiches 9 zu verbessern. Dabei ist der Rotorbereich 9 in der Vorrichtung 12 im Bereich seiner kompletten Oberfläche 17 simultan bearbeitbar.

[0037] Zusätzlich besteht die Möglichkeit, dem Rotorbereich 9 in seiner wenigstens annähernd zur horizontalen Ausrichtung der Rotationsachse 15 äquivalenten Position im Behältnis 14 und auch dem Behältnis 14 über

eine weitere Antriebseinrichtung 21 eine Schwingung aufzuprägen, um die Relativbewegung zwischen der Oberfläche 17 des Rotorbereiches 9 und dem Verfestigungs- und/oder Glättelementen 19 durch eine erzwungene Schwingung des Rotorbereiches 9 und des Behältnisses 14 zu erzeugen und eine Verfestigung der Oberfläche und/oder eine Glättung der Oberfläche des Rotorbereiches 9 zu erzielen.

10 Bezugszeichenliste

[0038]

- | | |
|----|---------------------------------------|
| 1 | Strahltriebwerk |
| 2 | Nebenstromkanal |
| 3 | Einlaufbereich |
| 4 | Bläser |
| 5 | Triebwerkskern |
| 6 | Verdichtereinrichtung |
| 7 | Brenner |
| 8 | Turbineneinrichtung |
| 9 | einstückiger Rotorbereich |
| 10 | Grundkörper |
| 11 | Schaufelelemente |
| 12 | Vorrichtung |
| 13 | Einrichtung |
| 14 | Behältnis |
| 15 | Rotationsachse des Rotorbereiches |
| 16 | Innenraum des Behältnisses |
| 17 | Oberflächenbereich des Rotorbereiches |
| 18 | Oberfläche des Behältnisses |
| 19 | Verfestigungs- und Glättelemente |
| 20 | Antriebseinrichtung |
| 21 | weitere Antriebseinrichtung |

Patentansprüche

1. Verfahren zum Oberflächenverfestigen und/oder -glätten eines integral beschaukelten Rotorbereiches (9) eines Strahltriebwerkes (1), wobei der Rotorbereich (9) in einem Behältnis (14) angeordnet wird und ein vom Behältnis (14) und dem Rotorbereich (9) begrenzter Zwischenraum zwischen einer Oberfläche (17) des Rotorbereiches (9) und der dem Rotorbereich (9) zugewandten Oberfläche (18) des Behältnisses (14) wenigstens teilweise mit Verfestigungs- und/oder Glättelementen (19) befüllt und eine Relativbewegung zwischen der Oberfläche (17) des Rotorbereiches (9) und den Verfestigungs- und/oder Glättelementen (19) erzeugt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Rotationsachse (15) des Rotorbereiches (9) während der Oberflächenverfestigung und/oder -glättung des Rotorbereiches (9) wenigstens annähernd horizontal im Behältnis (14) angeordnet ist und der zu verfestigende und/oder zu glättende Oberflächenbereich (17) des Rotorbereiches (9) ist zu der dem Rotorbereich (9) zugewandten Oberfläche (18) des Behältnisses (14) beabstandet.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Relativbewegung zwischen der Oberfläche (17) des Rotorbereiches (9) und den Verfestigungs- und/oder Glättelementen (19) durch eine erzwungene Rotation des Rotorbereiches gegenüber dem Behältnis (14) erzeugt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Relativbewegung zwischen der Oberfläche (17) des Rotorbereiches (9) und den Verfestigungs- und/oder Glättelementen (19) durch eine erzwungene Schwingung der Verfestigungs- und/oder Glättelementen (19) und vorzugsweise des Behältnisses (14) erzeugt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotorbereich (9) in einer im Wesentlichen vertikalen Ausrichtung der Rotationsachse (15) des Rotorbereiches (9) mit einer den Rotorbereich (9) in der waagrechten Position im Behältnis (14) haltenden Einrichtung (13) verbunden wird und anschließend in die wenigstens annähernd waagrechte Position im Behältnis (14) verbracht wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberflächenverfestigung und/oder -glättung des Rotorbereiches (9) ohne Materialabtrag im Bereich der Oberfläche (17) des Rotorbereiches (9) durchgeführt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberflächenverfestigung und/oder -glättung des Rotorbereiches (9) mit Materialabtrag im Bereich der Oberfläche (17) des Rotorbereiches (9) durchgeführt wird.
7. Vorrichtung zum Oberflächenverfestigen und/oder -glätten eines integral beschaukelten Rotorbereiches (9) eines Strahltriebwerkes (1) mit einer Einrichtung (13) zum Halten des Rotorbereiches (9) in einem Behältnis (14), mit der der Rotorbereich (9) verbindbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotorbereich (9) von der Einrichtung (13) in einer zu einer wenigstens annähernd horizontalen Ausrichtung einer Rotationsachse (15) des Rotorbereiches (9) äquivalenten Position im Behältnis (14) haltbar ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Antriebseinrichtung (20) vorgesehen ist, mittels der der Rotorbereich (9) in seiner wenigstens annähernd zur horizontalen Ausrichtung der Rotationsachse (15) äquivalenten Position im Behältnis (14) in Rotation versetzbar ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Antriebseinrichtung (21) vorgesehen ist, mittels der den Verfestigungs- und/oder Glättelementen (19) um den Rotorbereich (9) in seiner wenigstens annähernd zur horizontalen Ausrichtung der Rotationsachse (15) äquivalenten Position im Behältnis (14) und vorzugsweise dem Behältnis (14) eine Schwingung aufprägbare ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotorbereich (9) in einer zu einer wenigstens annähernd vertikalen Ausrichtung der Rotationsachse (15) des Rotorbereiches (9) äquivalenten Position mit der Einrichtung (13) verbindbar und über die Einrichtung (13) in seiner zu einer wenigstens annähernd horizontalen Ausrichtung der Rotationsachse (15) des Rotorbereiches (9) äquivalenten Position im Behältnis (14) verbringbar ist.

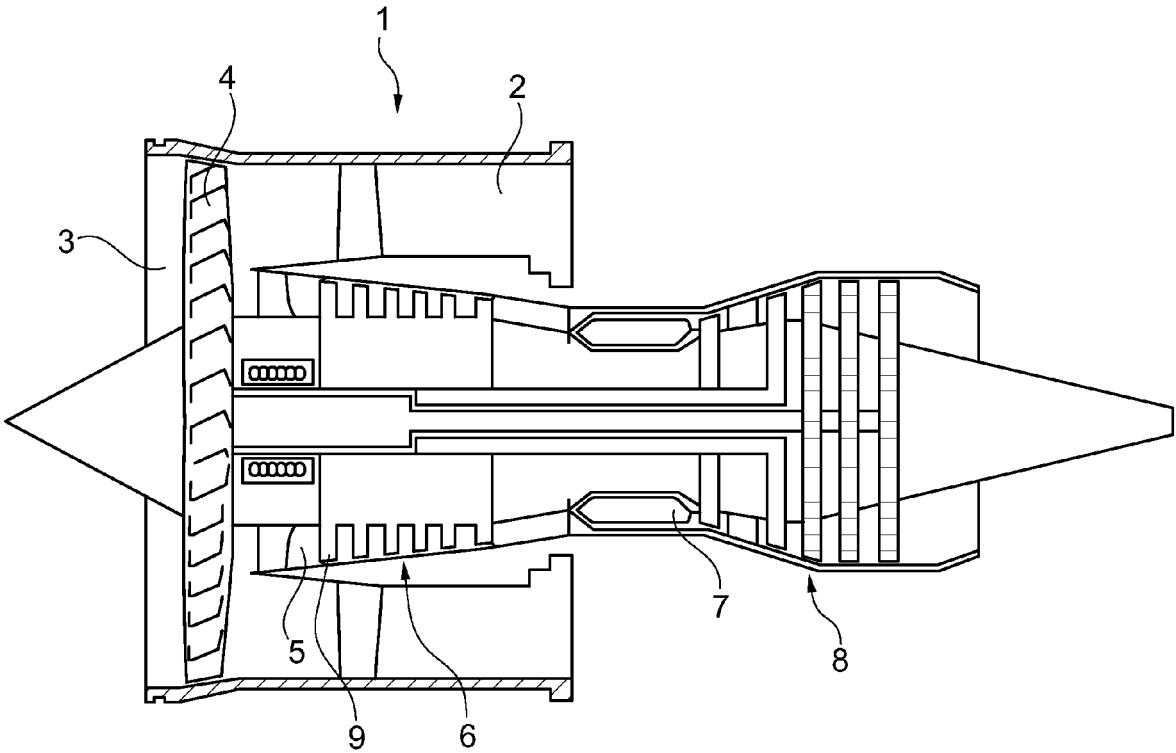


Fig. 1

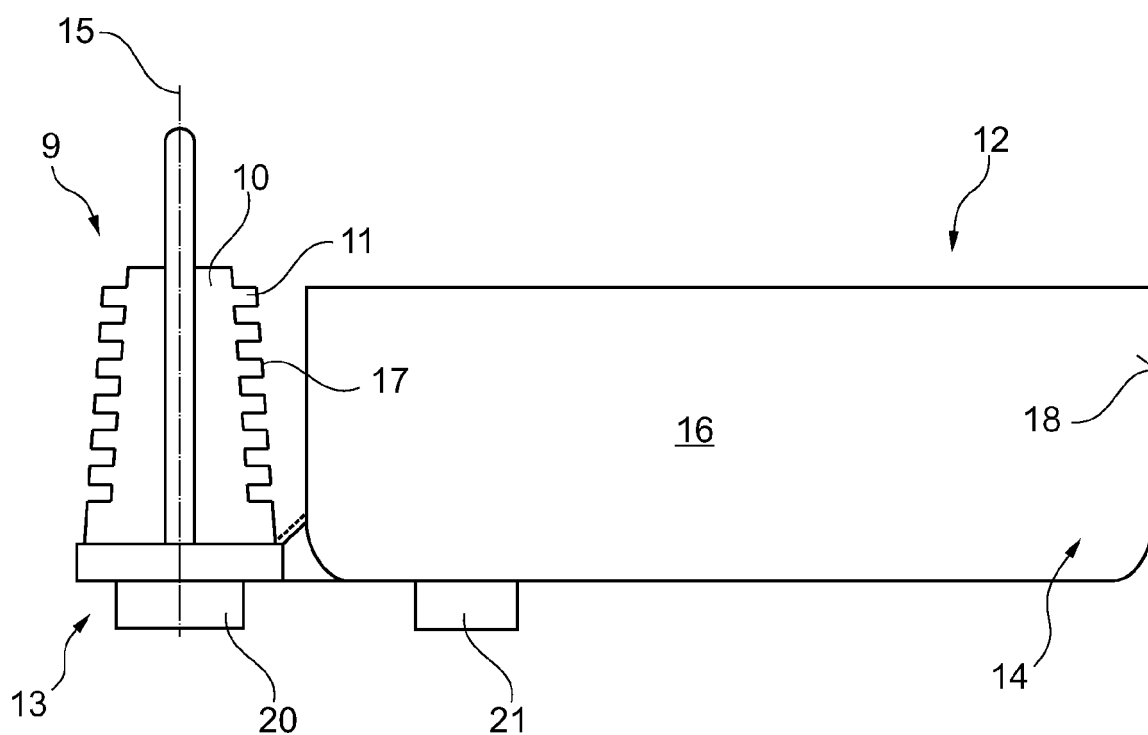


Fig. 2

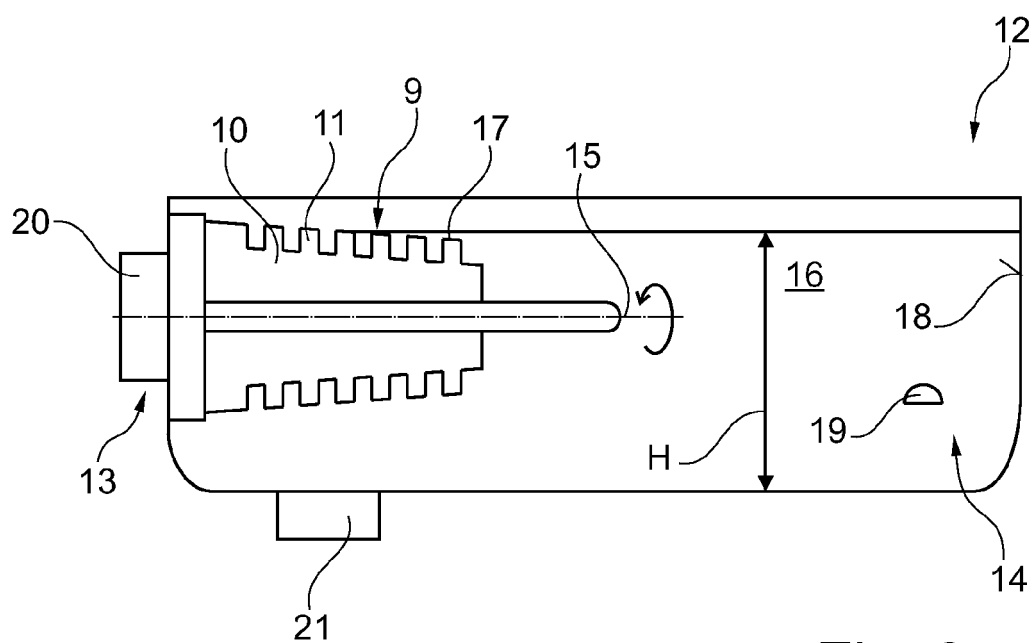


Fig. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 12 16 4035

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A,D	EP 2 251 140 A1 (ROLLS ROYCE DEUTSCHLAND [DE]) 17. November 2010 (2010-11-17) * Abbildung 1 *	1-10	INV. B24B31/06 B24B39/00
A	EP 1 731 262 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 13. Dezember 2006 (2006-12-13) * Abbildung 1 *	1-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B24B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 3. Juli 2012	Prüfer Müller, Andreas
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

 1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 12 16 4035

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

03-07-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2251140 A1	17-11-2010	DE 102009021582 A1	02-12-2010
		EP 2251140 A1	17-11-2010
		US 2010287772 A1	18-11-2010

EP 1731262 A1	13-12-2006	DE 102005024733 A1	07-12-2006
		EP 1731262 A1	13-12-2006
		US 2007107217 A1	17-05-2007

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- DE 102009021582 A1 [0002]