

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2004-507366

(P2004-507366A)

(43) 公表日 平成16年3月11日(2004.3.11)

(51) Int.Cl.⁷

B 2 1 D 26/02

B 2 1 D 53/84

F 0 2 B 39/00

F 0 4 D 29/22

F I

B 2 1 D 26/02

B 2 1 D 53/84

F 0 2 B 39/00

F 0 4 D 29/22

F 0 4 D 29/22

テーマコード (参考)

3 G 0 0 5

3 H 0 3 3

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2002-523050 (P2002-523050)
 (86) (22) 出願日 平成13年8月30日 (2001.8.30)
 (85) 翻訳文提出日 平成15年1月16日 (2003.1.16)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2001/009987
 (87) 国際公開番号 W02002/018092
 (87) 国際公開日 平成14年3月7日 (2002.3.7)
 (31) 優先権主張番号 100 42 700.6
 (32) 優先日 平成12年8月31日 (2000.8.31)
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)
 (81) 指定国 EP (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), JP, US

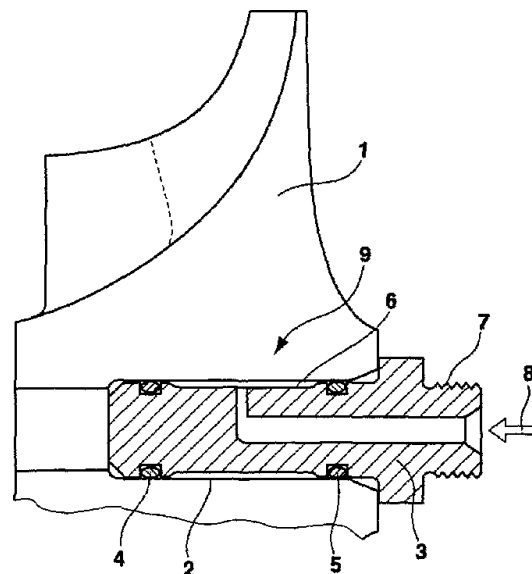
(71) 出願人 503025605
 エム・テー・ウー・フリードリッヒスハー
 フェン・ゲゼルシャフト・ミト・ベシュレ
 ンクテル・ハフツング
 ドイツ連邦共和国、88045 フリード
 リッヒスハーフェン、マイバッハプラッツ
 、1
 (74) 代理人 100069556
 弁理士 江崎 光史
 (74) 代理人 100092244
 弁理士 三原 恒男
 (74) 代理人 100093919
 弁理士 奥村 義道
 (74) 代理人 100111486
 弁理士 鍛冶澤 實

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高速で回転するターボ機械部分のハブ孔を塑性変形させるための方法

(57) 【要約】

高速で回転するターボ機械部分のハブ孔を塑性変形させるための方法が記載されている。本発明によれば、ハブ孔(2)の塑性変形は、高い圧力の下でターボ機械部分(1)のハブ孔(2)内へと装入される作動液(8)を手段とした液圧による拡開によって行なわれるようにする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

高速で回転するターボ機械部分のハブ孔を塑性変形させるための方法において、ハブ孔（２）の塑性変形が、高い圧力の下でターボ機械部分（１）のハブ孔（２）内へと装入される作動液（８）を手段とした液圧による拡開によって行なわれるようにすることを特徴とする方法。

【請求項 2】

液圧によるハブ孔（２）の拡開が、このハブ孔内へと組み込まれた液圧装置（３）によって行なわれ、この液圧装置が、シール手段（４；４a，５；５a）によって外に向かってシールされたハブ孔（２）と液圧装置（３）との間に設けられた切欠き部（６）を、作動液（８）によって加圧作用可能になるようにすることを特徴とする請求項 1 に記載の方法 10

【請求項 3】

シール手段（４，５）が、半径方向で、液圧装置（３）とハブ孔（２）との間に作用するようにすることを特徴とする請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

シール手段（４a，５a）が、軸方向で、液圧装置（３）とハブ孔（２）との間に作用するようにすることを特徴とする請求項 2 に記載の方法。

【請求項 5】

液圧によるハブ孔（２）の拡開が、ターボ機械部分（１）を製造する際のバランス取り段階の間に行なわれ、またこのバランス取り段階の間に、ターボ機械部分（１）が、液圧装置（３）として形成されたバランスピン上に取り付けられているようにすることを特徴とする請求項 1～4 のいずれか 1 つに記載の方法。 20

【請求項 6】

ターボ機械部分（１）が、ターボ機械のインペラであるようにすることを特徴とする請求項 1～5 のいずれか 1 つに記載の方法。

【請求項 7】

液圧によるハブ孔（２）の拡開が、鋳造又は鍛造されたターボ機械部分（１）については、羽根通路を製造した後に行なわれるようにすることを特徴とする請求項 1～6 のいずれか 1 つに記載の方法。 30

【請求項 8】

液圧によるハブ孔（２）の拡開が、ハブ孔（２）を備えている固体材料から製造すべきターボ機械部分（１）の場合は、羽根通路のフライス加工の前に行なわれるようにすることを特徴とする請求項 1～6 のいずれか 1 つに記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

本発明は、高速で回転するターボ機械部分のハブ孔を塑性変形させるための方法に関する。

【0002】

欧州特許出願公開第 0 0 8 6 5 0 5 号明細書からは、ハブ孔が回転試験の前に塑性変形されることによって、ターボ機械部分の回転試験の際にハブの領域内にあるターボ機械部分の材料の塑性流れに基づいて引き起こされるこの部分のハブ孔の拡開を回避するために使用される方法が公知である。この場合、この塑性変形は、引きマンドレル、押しマンドレル、又は圧延ローラを手段とした機械的な方法で行なわれ、ハブ孔を拡開させ、この拡開から、回転試験の際の負荷をいわば先取りしたハブ孔の領域内での材料の応力状態が結果として生じる。 40

【0003】

独国特許出願公開第 4 3 3 7 5 1 7 号明細書からは、冷間変形可能な材料から成る段差を付けられた中空シャフトを内部高圧変形させるための方法が公知であり、この方法においては、チューブ状の 1 次材料が、シャフトの最終的な所望の外形に相当する内部輪郭 50

を有する工具内で、ガス又は液体とすることができ流体によって拡開され、拡開された材料は、次に、工具の内部輪郭へと更に高いサイジング圧力を加えることによってサイジングされ、最後に、サイジング圧力を維持して長手方向にその最終的な形状へと据え込まれる。従って、この公知の方法の場合は、中間のチューブ領域内では薄い肉厚の大きい外径を備え、かつ両側に形成された端部領域では小さい外径と厚い肉厚とを備える例えば自動車の駆動シャフトを製造するために、チューブ状の１次材料の元の輪郭とは本質的に異なっている最終的な外部輪郭への比較的薄肉の材料の塑性変形が行なわれる。特に、このようなシャフトにおける肉厚の相違は、このような内部高压変形において公知の以前の方法における限界をはるかに超えるということをもたらしことになる。

【０００４】

10

更に、欧州特許出願公開第０５０９２３８号明細書からは、液圧による拡開によって複数の部分が固定されている中空シャフトが公知である。これらの部分は中心孔を有し、この孔の直径は、１次状態で中空シャフトの外径よりもほんの少し大きく、従って、これらの部分は、液圧による拡開工程が行なわれる前に、中空シャフト上での所望の位置にもたらしすることができる。液圧による中空シャフトの拡開によって歪力が発生させられ、この歪力は、力一体的な結合を、取り付けられた部分と中空シャフトとの間に生じさせる。

【０００５】

最後に、独国特許第２１３４２１号明細書からは、軸又はシャフト上にある機械部分を取り外すための、即ち、ベルト又はケーブルプーリ、フライホイール、タービンホイール等をこれらの軸からほぼ引き抜くための方法が公知であり、この方法においては、軸上にあるハブの内面に、適当な液体が非常に高い圧力の下に圧入される。ハブ内に設けられた孔を介して供給されるプレス液体は、ハブを、拡大させようと、またシャフトから押し出そうとし、その際、同時に高い圧力の下にある液体は、ハブとシャフトとの間のパス面内へと侵入し、これにより、解放すべき機械部分の取外しを容易にすることになる。

20

【０００６】

本発明の課題は、高速で回転するターボ機械部分の限界回転数を増大させることである。

【０００７】

この課題は、請求項１に記載された方法によって解決される。

【０００８】

本発明の有利な発展構成は、従属請求項に特徴付けられている。

30

【０００９】

本発明によって、高速で回転するターボ機械部分の限界回転数を増大させるための方法が提供され、この方法においては、ターボ機械部分のハブ孔が塑性変形を受けさせられる。本発明によれば、ハブ孔の塑性変形が、高い圧力の下でターボ機械部分のハブ孔内へと装入される作動液を手段とした液圧による拡開によって行なわれるようにする。

【００１０】

好ましくは、液圧によるハブ孔の拡開が、このハブ孔内へと組み込まれた液圧装置によって行なわれ、この液圧装置が、シール手段によって外に向かってシールされたハブ孔と液圧装置との間に設けられた切欠き部を、作動液によって加圧作用可能になるようにする。

【００１１】

40

実施形の１つによれば、シール手段が、半径方向で、液圧装置とハブ孔との間に作用するようにすることができる。

【００１２】

他の実施形によれば、シール手段が、軸方向で、液圧装置とハブ孔との間に作用するようにすることができる。

【００１３】

液圧によるハブ孔の拡開が、ターボ機械部分を製造する際のバランス取り段階の間に行なわれ、またこのバランス取り段階の間に、ターボ機械部分が、液圧装置として形成されたバランスピン上に取り付けられているようにする本発明による方法の形態は、特に有利である。

50

【0014】

本発明による方法は、ターボ機械部分が、ターボ機械のインペラである場合が、特に適する。

【0015】

液圧によるハブ孔の拡開が、鍛造された素材部分から製造されたターボ機械部分の場合には、羽根通路のフライス加工の前又は後に行なうことができる。

【0016】

以下に、本発明の実施例を、図面を基にして説明する。

【0017】

図1は、若干概略的な側面図に、本発明による方法が本発明の実施例に従って適用されている、そのハブの領域内にあるターボ機械部分を経る断面図を示す。 10

【0018】

図2は、若干概略的な側面図に、本発明による方法が本発明の第2の実施例に従って適用されている、そのハブの領域内にあるターボ機械部分を経る断面図を示す。

【0019】

図1及び2には、符号1が、ターボ機械部分、例えばタービンのインペラを表し、このインペラのハブ孔2は、ターボ機械部分の限界回転数を増大させるべきであるハブに初期応力を発生させるために、塑性変形を受けさせられるべきである。一般に、このハブ孔2の塑性変形は、高い圧力の下でターボ機械部分のハブ孔2内へと装入される作動液8を手段とした液圧によるハブ孔の拡開によって行なわれる。このため、ハブ孔2内へと、ピンの形をした液圧装置3が組み込まれ、このピンは、ハブ孔2と液圧装置3との間に存在する切欠き部6を構成し、この切欠き部は、シールによって前記の切欠き部6の両側でシールされている。 20

【0020】

図1に示された実施例においては、液圧装置3にシール4及び5が設けられており、これらのシールは、半径方向に内側からハブ孔2を押圧する。これにより、本質的にいかなる力もハブ孔2の軸方向に生じない。

【0021】

図2に示された実施例においては、液圧装置3にシール4a及び5aが設けられており、これらのシールは、軸方向のシールを、即ち、シール4aが軸方向にハブ孔2の末端部における肩部4bに対するシールを、またシール5aがターボ機械部分1の本体の外面对するシールを行なう。これによって生じるハブ孔2の軸方向の力は、液圧装置3の末端部に設けられている支持部10によって吸収される。これにより、確実なシールをするために必要な軸方向の力が、シール5aにおいて発生させられる。 30

【0022】

図1の場合も、図2の場合も、作動液8が液圧装置3の中心に形成された供給通路7を介して切欠き部6内へと装入され、非常に高い圧力の下に置かれ、従って、ハブ孔2は、先ず伸ばされ、次に塑性変形を受けさせられる。これにより、図1に概略的に図示されているように、圧縮応力場9が発生させられる。この圧縮応力場は、ターボ機械部分1の回転数が高い場合に生じる応力をいわば先取りし、従って、ターボ機械部分の限界回転数が増大させられる。 40

【0023】

本発明の見地によれば、液圧によるハブ孔2の拡開は、ターボ機械部分1を製造する際のバランス取り段階の間に行なわれ、またこのバランス取り段階の間に、ターボ機械部分1は、バランスピン上に取り付けられており、このバランスピンは、同時に液圧装置3を構成する。

【0024】

ターボ機械部分1は、特にターボ機械のインペラとすることができる。前段で述べた実施例の場合では、ハブ孔の拡開が、完成した、即ち、羽根通路でもって構成されたターボ機械部分において行なわれる。その際、ターボ機械部分は、鋳物部分であってもよく、又は 50

鍛造されていてもよい。

【0025】

鍛造された素材部分から製造されるターボ機械部分の場合は、羽根通路がフライス加工される。液圧によるハブ孔の拡開は、この場合、羽根通路のフライス加工の前に行なうことができるか、又はしかしながらフライス加工の後に行なうこともできる。各図に図示されているように、液圧による拡開がフライス加工の後に行なわれる場合は、いかなる仕上がり部分のゆがみも期待できず、従って、僅かな追加工しかハブ領域内には必要でないという利点を有する。しかしながら、羽根通路のフライス加工の前の自緊におけるよりも僅かな圧縮固有応力が達成可能である。これは、鍛造されたハブ孔を有する円形材料から成る素材部分の場合に、高い自緊圧力が可能であり、これにより高い圧縮固有応力も可能であることにとって重要である。むろん、固有応力の転位に基づいて、しかしながら狭い限界内で保たれるゆがみが可能である。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】

概略的な側面図に、本発明による方法が本発明の実施例に従って適用されている、そのハブの領域内にあるターボ機械部分を経る断面図を示す。

【図2】

概略的な側面図に、本発明による方法が本発明の第2の実施例に従って適用されている、そのハブの領域内にあるターボ機械部分を経る断面図を示す。

【符号の説明】

20

- | | |
|---------|---------|
| 1 | ターボ機械部分 |
| 2 | ハブ孔 |
| 3 | 液圧ピン |
| 4 ; 4 a | シール |
| 4 b | 肩部 |
| 5 ; 5 a | シール |
| 6 | 切欠き部 |
| 7 | 供給通路 |
| 8 | 作動液 |
| 9 | 圧縮応力場 |
| 10 | 支持部 |

30

【国際公開パンフレット】

(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
7. März 2002 (07.03.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/18092 A1

(51) Internationale Patentklassifikation: B23P 9/00,
F16C 15/00

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): MTU FRIEDRICHSLAFEN GMBH [DE/DE];
88040 Friedrichshafen (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/02987

(22) Internationales Anmeldedatum:
30. August 2001 (30.08.2001)

(72) Erfinder; und
(73) Erfinder/Applicant nur für US: RULTZ, Georg
[AT/DE]; Widdem 2, 88090 Immenstaad (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(74) Anwalt: WINTER, Josef, MTU Friedrichshafen GmbH,
Patentabteilung ZUKT, 88040 Friedrichshafen (DE).

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
100 42 700.6 31. August 2000 (31.08.2000) DE

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

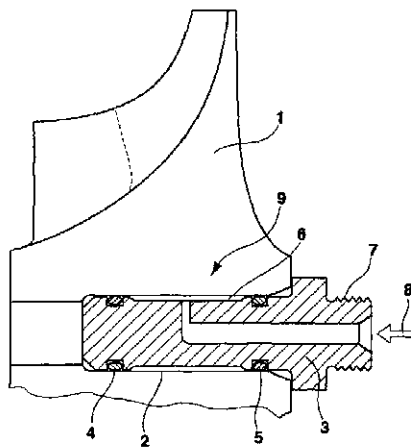
[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR THE PLASTIC MOULDING OF THE HUB RECESS FOR A FAST RUNNING TURBINE COMPONENT

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR PLASTISCHEN VERFORMUNG EINER NABENBOHRUNG EINES SCHNELL LAUFENDEN TURBOMASCHINENTEILS



WO 02/18092 A1



(57) Abstract: A method for the plastic moulding of the hub recess for a fast running turbine component is disclosed. According to the invention, the plastic moulding of the hub recess (2) occurs by hydraulic expansion, by means of a hydraulic fluid (8) introduced into the hub recess (2) of the turbine component (1) under high pressure.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zur plastischen Verformung der Nabensbohrung eines schnelllaufenden Turbomaschinenteils beschrieben. Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, dass die plastische Verformung der Nabensbohrung (2) durch hydraulische Aufweitung mittels eines unter hohem Druck in die Nabensbohrung (2) des Turbomaschinenteils (1) eingebrachten Hydraulikfluids (8) erfolgt.

WO 02/18092 A1



(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchebericht

WO 02/18092

PCT/EP01/09987

1

Verfahren zur plastischen Verformung einer Nabenbohrung eines schnellaufenden Turbomaschinenteils

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur plastischen Verformung einer Nabenbohrung eines
5 schnellaufenden Turbomaschinenteils.

Aus der EP 0 086 505 A1 ist ein Verfahren bekannt, welches dazu dient, eine bei einer
Schleuderprüfung von Turbomaschinenteilen verursachte Aufweitung der Nabenbohrung
des Teils aufgrund eines plastischen Fließens des Materials des Turbomaschinenteils im
10 Bereich der Nabe zu verhindern, indem die Nabenbohrung vor der Schleuderprüfung
plastisch verformt wird. Diese plastische Verformung erfolgt hierbei auf mechanischem
Wege mittels eines Ziehorns, eines Druckorns oder einer Walzrolle und führt zu einer
Aufweitung der Nabenbohrung, aus der ein Spannungszustand des Materials im Bereich
der Nabenbohrung resultiert, welcher die Belastung beim Schleuderversuch quasi
15 vorwegnimmt.

Aus der DE 43 37 517 A1 ist ein Verfahren zum Innenhochdruck-Umformen von hohlen
abgesetzten Wellen aus kaltumformbarem Material bekannt, bei welchem ein rohrförmiges
Ausgangsmaterial in einem Werkzeug mit einer der gewünschten endgültigen äußeren
20 Gestalt der Welle entsprechenden Innenkontur mittels eines Fluids, das ein Gas oder eine
Flüssigkeit sein kann, aufgeweitet, das aufgeweitete Werkstück sodann durch Aufbringen
eines noch höheren Kalibrierdrucks auf die Innankontur des Werkzeugs kalibriert und
schließlich unter Aufrechterhaltung des Kalibrierdrucks in Längsrichtung auf seine
endgültige Form angestaut wird. Bei diesem bekannten Verfahren erfolgt somit eine
25 plastische Verformung eines relativ dünnwandigen Materials auf eine endgültige
Außenkontur, welche von der Ursprungscontur des rohrförmigen Ausgangsmaterials
wesentlich verschieden ist, um beispielsweise Antriebswellen eines Kraftfahrzeugs
herzustellen, welche in einem mittleren Rohrbereich einen größeren Außendurchmesser
mit dünner Wandstärke und an beidseitig ausgebildeten Endbereichen einen geringeren
30 Außendurchmesser und eine dickere Wandstärke aufweisen. Insbesondere sollen
Wanddickenunterschiede bei derartigen Wellen herbeigeführt werden, die frühere bei
einem solchen Innenhochdruckumformen bekannte Verfahrensgrenzen um ein Vielfaches
übersteigen.

WO 02/18092

PCT/EP01/07987

2

Weiterhin ist aus der EP 0 509 238 A1 eine Hohlwelle bekannt, auf welcher durch hydraulisches Aufweiten Teile befestigt sind. Diese Teile haben eine zentrale Bohrung, deren Durchmesser im Ausgangszustand geringfügig größer als der Außendurchmesser der Hohlwelle ist, so dass die Teile in die gewünschte Position auf der Hohlwelle gebracht werden können, bevor der hydraulische Aufweitvorgang stattfindet. Durch das hydraulische Aufweiten der Hohlwelle werden Rückformkräfte erzeugt, die eine kraftschlüssige Verbindung zwischen den aufgesetzten Teilen und der Hohlwelle ergeben.

Schließlich ist aus der DE 213 421 ein Verfahren zum Abbringen von auf Achsen oder Wellen sitzenden Maschinenteilen, etwa zum Abziehen von Riemen- oder Seilscheiben, Schwungrädern, Turbinenrädern oder dergleichen von ihren Achsen, bekannt, bei dem in eine an der Innenfläche der auf der Welle sitzenden Nabe eine geeignete Flüssigkeit unter sehr hohem Druck eingepresst wird. Die über eine in der Nabe vorgesehene Bohrung zugeführte Pressflüssigkeit sucht die Nabe auszudehnen und von der Welle abzudrücken, wobei gleichzeitig die unter hohem Druck stehende Flüssigkeit in die Passflächen zwischen Nabe und Welle eindringt und dadurch das Abbringen des zu lösenden Maschinenteils erleichtern soll.

Die Aufgabe der Erfindung ist es die Grenzdrehzahl eines schnelllaufenden Turbomaschinenteils zu erhöhen.

Diese Aufgabe wird durch das im Anspruch 1 angegebene Verfahren gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Durch die Erfindung wird ein Verfahren zur Erhöhung der Grenzdrehzahl eines schnelllaufenden Turbomaschinenteils geschaffen, bei dem die Nabenbohrung des Turbomaschinenteils einer plastischen Verformung unterzogen wird. Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, dass die plastische Verformung der Nabenbohrung durch hydraulische Aufweitung mittels eines unter hohem Druck in die Nabenbohrung des Turbomaschinenteils eingebrachten Hydraulikfluids erfolgt.

WO 02/18092

PCT/EP01/07987

3

Vorzugsweise ist es vorgesehen, dass die hydraulische Aufweitung der Nabenbohrung mittels einer in diese eingesetzten Hydraulikvorrichtung erfolgt, welche eine durch Dichtungsmittel nach außen abgedichtete, zwischen der Nabenbohrung und der Hydraulikvorrichtung vorgesehene Aussparung durch das Hydraulikfluid
5 druckbeaufschlagbar macht.

Gemäß einer Ausführungsform kann es vorgesehen sein, dass die Dichtungsmittel in Radialrichtung zwischen der Hydraulikvorrichtung und der Nabenbohrung wirksam sind.

10 Gemäß einer anderen Ausführungsform kann es vorgesehen sein, dass die Dichtungsmittel in Axialrichtung zwischen der Hydraulikvorrichtung und der Nabenbohrung wirksam sind.

Von besonderem Vorteil ist eine Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens dahingehend, dass die hydraulische Aufweitung der Nabenbohrung während eines Auswuchtschrittes bei der Herstellung des Turbomaschinenteils erfolgt, während dessen
15 das Turbomaschinenteil auf einem als Hydraulikvorrichtung ausgebildeten Wuchtdorn montiert ist.

Besonders geeignet ist das erfindungsgemäße Verfahren, wenn das Turbomaschinenteil ein Verdichterrad einer Turbomaschine ist.
20

Die hydraulische Aufweitung der Nabenbohrung kann im Falle eines aus einem geschmiedeten Rohteil hergestellten Turbomaschinenteils vor oder nach dem Fräsen der Schaufelkanäle erfolgen.
25

Im folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung erläutert.

Figur 1 zeigt in einer etwas schematisierten Seitenansicht den Schnitt durch ein Turbomaschinenteil im Bereich von dessen Nabe, bei dem das erfindungsgemäße
30 Verfahren gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung zur Anwendung gebracht wird;

Figur 2 zeigt in einer etwas schematisierten Seitenansicht den Schnitt durch ein Turbomaschinenteil im Bereich von dessen Nabe, bei dem das erfindungsgemäße

WO 02/18092

4

PCT/EP01/07987

Verfahren gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung zur Anwendung gebracht wird.

- In den Figuren 1 und 2 bedeutet das Bezugszeichen 1 ein Turbomaschinenteil,
- 5 beispielsweise ein Verdichterrad einer Turbine, dessen Nabenbohrung 2 einer plastischen Verformung unterzogen werden soll, um an der Nabe Vorspannungen zu erzeugen, welche die Grenzdrehzahl des Turbomaschinenteils erhöhen sollen. Allgemein erfolgt diese plastische Verformung der Nabenbohrung 2 durch eine hydraulische Aufweitung derselben mittels eines Hydraulikfluids 8, das unter hohem Druck in die Nabenbohrung 2 des
- 10 Turbomaschinenteils eingebracht wird. Hierzu wird in die Nabenbohrung 2 eine Hydraulikvorrichtung 3 in Form eines Doms eingesetzt, welcher eine zwischen der Nabenbohrung 2 und der Hydraulikvorrichtung 3 befindliche Aussparung 6 bildet, die durch Dichtungen beiderseits der genannten Aussparung 6 abgedichtet sind.
- 15 Bei dem in Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiel sind an der Hydraulikvorrichtung 3 Dichtungen 4 und 5 vorgesehen, welche radial von innen gegen die Nabenbohrung 2 drücken. Dadurch treten im wesentlichen keine Kräfte in Axialrichtung der Nabenbohrung 2 auf.
- 20 Bei dem in Figur 2 gezeigten Ausführungsbeispiel sind an der Hydraulikvorrichtung 3 Dichtungen 4a und 5a vorgesehen, welche eine Abdichtung in axialer Richtung bewirken, nämlich die Dichtung 4a in axialer Richtung gegen eine Schulter 4b am distalen Ende der Nabenbohrung 2, die Dichtung 5a an der Außenfläche des Körpers des Turbomaschinenteils 1. Die dadurch auftretenden Kräfte in Axialrichtung der
- 25 Nabenbohrung 2 werden von einem Widerlager 10 aufgenommen, welches am distalen Ende der Hydraulikvorrichtung 3 vorgesehen ist. Dadurch werden die zu einer sicheren Abdichtung erforderlichen Kräfte in Axialrichtung an der Dichtung 5a erzeugt.
- Sowohl bei Figur 1 als auch bei Figur 2 wird das Hydraulikfluid 8 über einen zentral in der
- 30 Hydraulikvorrichtung 3 ausgebildeten Zuführungskanal 7 in die Aussparung 6 eingebracht und unter sehr hohem Druck gesetzt, so dass die Nabenbohrung 2 zunächst gedehnt und dann einer plastischen Verformung unterzogen wird. Hierdurch wird ein Druckspannungsfeld 9 erzeugt, wie es in der Figur 1 schematisch angedeutet ist. Diese

WO 02/18092

5

PCT/EP01/07987

Druckspannungsfeld nimmt die bei hohen Drehzahlen des Turbomaschinenteils 1 auftretenden Spannungen quasi vorweg, so dass die Grenzdrehzahl des Turbomaschinenteils erhöht wird.

- 5 Gemäß einem Aspekt der Erfindung erfolgt die hydraulische Aufweitung der Nabenbohrung 2 während eines Auswuchtschrittes bei der Herstellung des Turbomaschinenteils 1, während dessen das Turbomaschinenteil 1 auf einem Wuchtdorn montiert ist, der zugleich die Hydraulikvorrichtung 3 bildet.
- 10 Das Turbomaschinenteil 1 kann insbesondere ein Verdichterrad einer Turbomaschine sein. Im Falle der vorstehend dargestellten Ausführungsbeispiele erfolgt die Aufweitung der Nabenbohrung an einem fertigen, das heißt, mit Schaufelkanälen ausgeführten Turbomaschinenteil. Das Turbomaschinenteil kann dabei ein Gussteil oder geschmiedet sein.
- 15 Bei einem aus einem geschmiedeten Rohteil hergestellten Turbomaschinenteil werden die Schaufelkanäle gefräst. Die hydraulische Aufweitung der Nabenbohrung kann in diesem Fall vor dem Fräsen der Schaufelkanäle erfolgen oder aber auch danach. Erfolgt die hydraulische Aufweitung nach dem Fräsen, wie in den Figuren dargestellt, so hat das den
- 20 Vorteil, dass keine Verzüge des Fertigteils zu erwarten sind und somit lediglich eine geringe Nachbearbeitung im Nabenbereich notwendig ist. Es sind jedoch geringere Druckeigenspannungen erreichbar als bei der Autofrettage vor dem Fräsen der Schaufelkanäle. Das liegt einfach daran, dass beim Rohteil, das aus einem geschmiedeten Rundmaterial mit Nabenbohrung besteht, höhere Autofrettage-Drücke möglich sind und
- 25 damit auch höhere Druckeigenspannungen. Allerdings sind aufgrund von Eigenspannungsumlagerungen Verzüge möglich, die sich jedoch in engen Grenzen halten.

30

WO 02/18092

6

PCT/EP01/09987

Bezugszeichenliste

- | | | |
|----|------|--------------------|
| | 1 | Turbomaschinenteil |
| 5 | 2 | Nabenbohrung |
| | 3 | Hydraulikdom |
| | 4;4a | Dichtung |
| | 4b | Schulter |
| | 5;5a | Dichtung |
| 10 | 6 | Aussparung |
| | 7 | Zuführungskanal |
| | 8 | Hydraulikfluid |
| | 9 | Druckspannungsfeld |
| | 10 | Widerlager |

15

20

25

30

WO 02/18092

PCT/EP01/07987

7

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur plastischen Verformung einer Nabenbohrung eines schnelllaufenden Turbomaschinenteils, dadurch gekennzeichnet, dass die plastische Verformung der
- 5 Nabenbohrung (2) durch hydraulische Aufweitung mittels eines unter hohem Druck in die Nabenbohrung (2) des Turbomaschinenteils (1) eingebrachten Hydraulikfluids (8) erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die hydraulische Aufweitung der Nabenbohrung (2) mittels einer in diese eingesetzten
- 10 Hydraulikvorrichtung (3) erfolgt, welche eine durch Dichtungsmittel (4; 4a, 5; 5a) nach außen abgedichtete, zwischen der Nabenbohrung (2) und der Hydraulikvorrichtung (3) vorgesehene Aussparung (6) durch das Hydraulikfluid (8) druckbeaufschlagbar macht.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtungsmittel (4,
- 15 5) in Radialrichtung zwischen der Hydraulikvorrichtung (3) und der Nabenbohrung (2) wirksam sind.
4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtungsmittel (4a,
- 20 5a) in Axialrichtung zwischen der Hydraulikvorrichtung (3) und der Nabenbohrung (2) wirksam sind.
5. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die hydraulische Aufweitung der Nabenbohrung (2) während eines Auswuchtschrittes bei der Herstellung des Turbomaschinenteils (1) erfolgt, während dessen das Turbomaschinenteils
- 25 (1) auf einem als Hydraulikvorrichtung (3) ausgebildeten Wuchtdorn montiert ist.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Turbomaschinenteil (1) ein Verdichterrad einer Turbomaschine ist.
- 30 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die hydraulische Aufweitung der Nabenbohrung (2) am gegossenen oder geschmiedeten Turbomaschinenteil (1) nach Herstellung der Schaufelkanäle erfolgt.

WO 02/18092

PCT/EP01/09987

8

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die hydraulische Aufweitung der Nabenbohrung (2) im Falle von einem aus einem mit einer Nabenbohrung (2) versehenen Vollmaterial herzustellenden Turbomaschinenteil (1) vor dem Fräsen der Schaufelkanäle erfolgt.

5

10

15

20

25

30

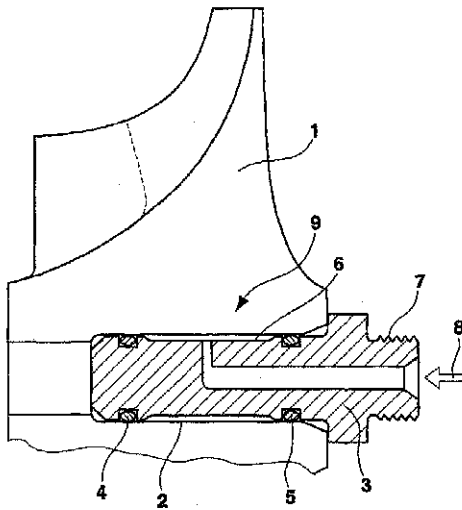
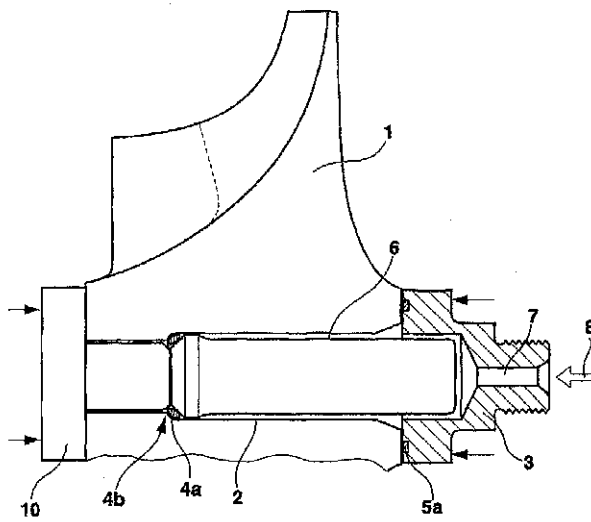
Fig. 1

Fig. 2

【手続補正書】

【提出日】平成14年3月1日(2002.3.1)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

高速で回転するターボ機械部分のハブ孔を塑性変形させるための方法であって、その際、ハブ孔(2)の塑性変形が、高い圧力の下でターボ機械部分(1)のハブ孔(2)内へと装入される作動液(8)を手段とした液圧による拡開によって行なわれるようにする方法において、

液圧によるハブ孔(2)の拡開が、ハブ孔(2)を備えている固体材料から製造すべきターボ機械部分(1)の場合は、羽根通路のフライス加工の前に行なわれるようにすることを特徴とする方法。

【請求項2】

液圧によるハブ孔(2)の拡開が、このハブ孔内へと組み込まれた液圧装置(3)によって行なわれ、この液圧装置が、シール手段(4; 4a, 5; 5a)によって外に向かってシールされたハブ孔(2)と液圧装置(3)との間に設けられた切欠き部(6)を、作動液(8)によって加圧作用可能になるようにすることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項3】

シール手段(4, 5)が、半径方向で、液圧装置(3)とハブ孔(2)との間に作用するようにすることを特徴とする請求項2に記載の方法。

【請求項4】

シール手段(4a, 5a)が、軸方向で、液圧装置(3)とハブ孔(2)との間に作用するようにすることを特徴とする請求項2に記載の方法。

【請求項5】

ターボ機械部分(1)が、ターボ機械のインペラであるようにすることを特徴とする請求項1～4いずれか1つに記載の方法。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No. JP 01/09987
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 B23P9/00 F16C15/00		
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) IPC 7 B23P F16C G01N C21D F01D		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are indicated in the fields searched		
Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used) PAJ, 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.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 159 (M-1389), 29 March 1993 (1993-03-29) - & JP 04 325701 A (TOSHIBA CORP), 16 November 1992 (1992-11-16) abstract; figures	1-8
A	EP 0 086 505 A (BBC BROWN BOVERI & CIE) 24 August 1983 (1983-08-24) cited in the application the whole document	1-8
☐ Further documents are listed in the continuation of box C. ☒ Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents: *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *T* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claiming 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 defined *Y* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but disclosing or describing the principle or theory underlying the invention *C* 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 *N* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is considered with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art *A* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
20 November 2001		03/12/2001
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.O. Box 5616 Palenstein 2 NL - 5200 PH Rijswijk Tel. (+31-73) 910-2040, Te. (+31-65) epo nl, Fax: (+31-73) 910-2040		Authorized officer Plastiras, D

Form PCT/ISA/210 (second sheet) 5-1997

INTERNATIONAL SEARCH REPORT				International Application No. JP 01/09987	
Patent document cited in search report		Publication date	Patent family members	Publication date	
JP 04325701	A	16-11-1992	NONE		
EP 0086505	A	24-08-1983	DE 3360681 D1	10-10-1985	
			EP 0086505 A1	24-08-1983	
			JP 58150098 A	06-09-1983	
			KR 8900266 B1	13-03-1989	

Form P-31 (5A/210) (Indust. Property) (July 1999)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT		In in: 01/09987
A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 B23P9/00 F16C15/00		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der asiatischen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierte Mindestprüf- (Klassifikations-) und Klassifikationsnummern: IPK 7 B23P F16C G01N C21D F01D		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüf- (Klassifikations-) und Klassifikationsnummern gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) PAJ, EPO-internal, WPI Data		
C. ALS WESSENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie	Bedeutung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Fußnote 1 angegebenen Teile	Ref. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 159 (M-1389), 29. März 1993 (1993-03-29) - & JP 04 325701 A (TOSHIBA CORP), 16. November 1992 (1992-11-16) Zusammenfassung; Abbildungen	1-8
A	EP 0 086 505 A (BBC BROWN BOVERI & CIE) 24. August 1983 (1983-08-24) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-8
☐ Welche Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu wählfähig? ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen: *1* Veröffentlichung, die den eigentlichen Stand der Technik definiert, aber nicht als Prioritätsdokument auszuweisen ist *2* Dokument (Druck), das jedoch nicht von oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *3* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelsfrei zu beweisen zu können, oder durch die das Veröffentlichungsdatum oder andere in Recherchebericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (siehe Beispiel 1) *4* Veröffentlichung, die auch auf eine mündliche Offenbarung, also Versammlung und Ausstellung von und durch Maschinen beruht *5* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *6* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern ein zugehöriges oder eine Erfindung zugrundeliegendes Prinzip oder der ihr zugrundeliegender Theorie angibt *7* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf offenkundiger Grundlage bestehend betrachtet werden *8* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf offenkundiger Grundlage bestehend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *9* Veröffentlichung, die (möglich) derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschusses der internationalen Recherche 20. November 2001		Abschlußdatum des internationalen Rechercheberichts 03/12/2001
Name und Postanschrift der internationalen Rechercheeinrichtung European Patent Office, P.O. Box 5081, München 2 M - 2280 München Tel. (+49-89) 294-2000, Fax (+49-89) 294-2010 Fax (+49-89) 294-2010		Betroffener Bediensteter Plastiras, D

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT				Inventor's Address	
				JP 01/09987	
Inventor's Name	Country	Date of Publication	Member of the Patent Office	Date of Publication	
JP 04325701	A	16-11-1992	KEINE		
EP 0086505	A	24-08-1983	DE 3360681 D1	10-10-1985	
			EP 0086505 A1	24-08-1983	
			JP 58150098 A	06-09-1983	
			KR 8900266 B1	13-03-1989	

Formblatt PCT/IB-APP.2 (April 1983) (Revised 1988)

フロントページの続き

(72)発明者 リュッツ・ゲオルク

ドイツ連邦共和国、インメンシュタート、ヴィドゥム、2

Fターム(参考) 3G005 EA16 FA13 GB78 JA40

3H033 AA01 BB01 BB06 CC01 DD12 DD25 EE11