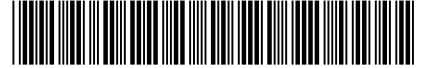


(19)



(11)

EP 3 347 573 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
11.12.2019 Patentblatt 2019/50

(51) Int Cl.:
F01D 25/28 ^(2006.01) **F01D 5/32** ^(2006.01)
F01D 5/30 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16774930.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2016/073181

(22) Anmeldetag: **29.09.2016**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2017/071905 (04.05.2017 Gazette 2017/18)

(54) **DUMMY-RADSCHIEBE UND VERFAHREN ZUM BEARBEITEN VON SCHAUFELN**

DUMMY WHEEL DISK, AND METHOD FOR MACHINING BLADES

FAUX DISQUE DE ROUE ET PROCÉDÉ D'USINAGE D'AUBES

(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

(30) Priorität: **26.10.2015 DE 102015220883**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.07.2018 Patentblatt 2018/29

(73) Patentinhaber: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(72) Erfinder:
• **FÖHRIGEN, Andreas**
14052 Berlin (DE)
• **JUNG, Enno**
46147 Oberhausen (DE)
• **KOCH, Christian Albrecht**
45479 Mülheim (DE)
• **WEBER, Udo**
47661 Issum (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
US-A- 3 572 970 US-A- 4 512 115
US-A- 5 191 711

EP 3 347 573 B1

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

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Dummy-Radscheibe zur Aufnahme von Schaufeln einer Strömungsmaschine während der spanenden Bearbeitung in einer Bearbeitungsmaschine, mit einem scheiben- oder ringförmigen Grundkörper, entlang dessen Umfangsfläche sich im Wesentlichen axial erstreckende Aufnahmenuten ausgebildet sind, deren Querschnittsform jeweils an die Querschnittsform von Schaufelfüßen der zu bearbeitenden Schaufeln angepasst ist. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung einen Dummy-Radscheibensatz mit einer Mehrzahl von Dummy-Radscheiben der zuvor genannten Art sowie ein Verfahren zum mechanischen Bearbeiten von Schaufeln, die bereits in einer Strömungsmaschine eingesetzte Schaufeln ersetzen sollen, unter Verwendung einer Dummy-Radscheibe eines solchen Dummy-Radscheibensatzes.

[0002] Strömungsmaschinen, wie beispielsweise Turbinen, umfassen normalerweise ein Gehäuse, einen in dem Gehäuse drehbar aufgenommenen Läufer, der eine Vielzahl von Radscheiben mit darin angeordneten Laufschaufeln aufweist, sowie an dem Gehäuse befestigte Leitschaufeln, die unter Bildung mehrerer Stufen in Strömungsrichtung jeweils vor den Laufschaufeln positioniert sind. Die Leitschaufeln lenken während des Betriebs der Turbine das Strömungsmedium auf die Laufschaufeln, die den Läufer in Drehung versetzen, wodurch kinetische Energie des Strömungsmediums in Rotationsenergie umgewandelt wird.

[0003] Die Schaufeln von Strömungsmaschinen sind während des Betriebs häufig erheblichen mechanischen Belastungen ausgesetzt und verschleißten entsprechend. Insbesondere die Laufschaufeln müssen daher meist im Rahmen einer Revision der Strömungsmaschine ausgetauscht werden. Zu diesem Zweck müssen die neuen Schaufeln auf ein Soll-Maß gekürzt werden. Als Soll-Maß kann allerdings nicht das ursprüngliche Neuzustand-Soll-Maß der verschlissenen Schaufeln verwendet werden, da die Abmessungen der Radscheiben, der darin gehaltenen Schaufeln ebenso wie die Spaltmaße zwischen den Schaufeln und dem Gehäuse während des Betriebs der Strömungsmaschine mechanisch sowie thermisch bedingten Änderungen unterworfen sind. Vor diesem Hintergrund ist es erforderlich, eine spezifische Kürzung der Schaufelspitzen in Abhängigkeit von dem tatsächlichen Zustand der entsprechenden Strömungsmaschine vorzunehmen.

[0004] Zum Kürzen von Schaufelspitzen ist es bekannt, die verschlissenen Schaufeln in einem ersten Schritt durch neue Schaufeln zu ersetzen und die in die Strömungsmaschine eingebauten neuen Schaufeln in situ mittels einer mechanischen Bearbeitung zu kürzen. Diese Variante hat allerdings den entscheidenden Nachteil, dass der Innenraum der Strömungsmaschine während der mechanischen Bearbeitung verschmutzt werden kann, wodurch ein ordnungsgemäßer Betrieb der Strömungsmaschine gefährdet ist. Ein weiteres Problem besteht darin, dass die Schaufeln in den Aufnahmenuten der entsprechenden Radscheiben nur verhältnismäßig schlecht fixiert sind, was unerwünschte Fertigungsungenauigkeiten zur Folge hat.

[0005] Um ein Verschmutzen der Strömungsmaschine zu verhindern, kann der Läufer alternativ auch aus der Strömungsmaschine entnommen und entstapelt werden, so dass die an einer Radscheibe gehaltenen Schaufeln dann an einem Ort entfernt von der Strömungsmaschine mechanisch bearbeitet werden können. Das Problem der Fertigungsungenauigkeiten aufgrund der schlechten Fixierung der Schaufeln an den Radscheiben besteht allerdings weiterhin. Zudem sind der Ausbau und die Entstapelung des Läufers mit einem hohen Aufwand verbunden.

[0006] Gemäß einer weiteren Variante ist es bekannt, die neuen mechanisch zu bearbeitenden Schaufeln an einer sog. Dummy-Radscheibe zu fixieren, deren Aufbau grundsätzlich dem Aufbau einer Radscheibe gleicht. Die Verwendung einer solchen Dummy-Radscheibe ist dahingehend von Vorteil, dass auf einen Ausbau und eine Entstapelung des Rotors verzichtet werden kann. Das Problem der zuvor beschriebenen Fertigungsungenauigkeiten bleibt allerdings weiterhin ungelöst.

[0007] US 4, 512,115 offenbart ein Verfahren zum Rundschleifen einer Turbinentriebwerkrotoranordnung, die aus einer Rotorscheibe mit einem Schlitz besteht, in dem eine Vielzahl von Schaufeln an ihren Schaufelwurzeln montiert sind, wobei die Rotoranordnung mit einer relativ hohen Drehzahl gedreht wird.

[0008] US 5, 191, 711 offenbart ein Turbinen- oder Verdichterrad mit einem zentralen Rotor mit einer zentralen Durchgangsbohrung, einem Außenumfang und einer Vielzahl von Nuten, die sich axial durch den Rotor erstrecken und nahe dem Außenumfang angeordnet sind. Zugehörige Verdichter- oder Turbinenschaufeln umfassen jeweils ein Strömungsprofil mit einer Außenspitze, eine Plattform und einen Schaufelfußabschnitt, der komplementär konturiert ist, um in einer der Nuten aufgenommen zu werden. Die Schaufeln sind während einer Bearbeitung ihrer Schaufelspitzen lose in den Nuten des Rotors montiert. Dann werden erste und zweite Ringbefestigungen unter Bildung von Hohlräumen zwischen den Schaufeln und den Ringbefestigungen auf gegenüberliegenden Seiten des Rotors montiert und durch Anziehen von Schrauben axial miteinander verbunden. In den Hohlräumen werden ein elastisches elastomeres Element und elastische Vorspannelemente in Form von O-Ringen angeordnet, die sich jeweils über alle Schaufeln erstrecken. Das Anziehen der Schrauben bewirkt ein Zusammendrücken der elastischen Vorspannelemente und damit ein radial Nachaußendrücken der Schaufeln. Darüber hinaus wird das elastische elastomere Element veranlasst, auf die Plattformen der Schaufeln einzuwirken, um die Schaufeln axial gegen die erste Ringbefestigung zu drücken.

[0009] US 3,572,970 bezieht sich auf eine Turbomaschine, die eine ringförmige Scheibe umfasst, die an ihrem Umfang

mit einer Vielzahl von axial verlaufenden Schlitzten ausgebildet ist, von denen jeder zur Aufnahme des Schaufel fußabschnitts einer Schaufel angepasst ist, so dass die Scheibe an ihrem Umfang eine Vielzahl von radial verlaufenden Schaufeln tragen kann. Die Schlitzte sind radial überdimensioniert ausgebildet, so dass, wenn sich die Schaufel in einer radialen Verriegelungsanlage mit ihrem entsprechenden Schlitz befindet, ein Durchgang zwischen einer Basisfläche des Schaufelfußes und einer Basisfläche des Schlitzes gebildet wird, in den ein Schaufelabstandhalter eingesetzt wird. Der Schaufelabstandhalter wird zwischen Schaufel- und Scheibenflächen radial zusammengedrückt, so dass die Schaufel nachgiebig radial nach außen in Anlage mit ihrem Schlitz gedrückt wird. Darüber hinaus werden die Schaufeln durch geeignete Nabenelemente, die an der Scheibe befestigt sind, axial gegen eine Vor- und Rückwärtsbewegung gesichert.

[0010] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die zuvor genannten Probleme zu beseitigen.

[0011] Zur Lösung dieser Aufgabe schafft die vorliegende Erfindung eine Dummy-Radscheibe gemäß Anspruch 1. Dank der Anschlagmittel, der ersten Druckmittel und der zweiten Druckmittel können die in den Aufnahmenuten aufgenommenen Schaufelfüße axial und radial in definierten Positionen angeordnet werden, wodurch Fertigungsungenauigkeiten minimiert werden. Darüber hinaus bringt der Einsatz einer Dummy-Radscheibe den eingangs bereits beschriebenen Vorteil mit sich, dass eine Bearbeitung der Schaufeln möglich ist, ohne den Läufer einer Strömungsmaschine ausbauen und entstapeln zu müssen.

[0012] Die Anschlagmittel weisen zumindest eine Anschlagplatte auf, die an der ersten Stirnseite des Grundkörpers befestigt ist und wenigstens einige der Aufnahmenuten zumindest teilweise verschließt, wobei die zumindest eine Anschlagplatte mit dem Grundkörper, insbesondere unter Verwendung von Befestigungsschrauben, verbunden ist. Auf diese Weise wird ein sehr einfacher Aufbau der Anschlagmittel erzielt.

[0013] Es ist eine einzelne ringförmig ausgebildete Anschlagplatte oder sind mehrere ringsegmentförmig ausgebildete Anschlagplatten vorgesehen, wodurch eine Anpassung an die Form des scheibenförmigen Grundkörpers der Dummy-Radscheibe erfolgt.

[0014] Die ersten Druckmittel weisen mehrere Plattenelemente auf, die an der zweiten Stirnseite des Grundkörpers lösbar befestigt sind, insbesondere unter Verwendung von Befestigungsschrauben, wobei an den Plattenelementen eine zumindest der Anzahl der Aufnahmenuten entsprechende Anzahl von ersten Druckelementen vorgesehen ist, die jeweils in eine der Aufnahmenuten axial vorstehen. Damit ist jedem an der Dummy-Radscheibe gehaltenen Schaufelfuß zumindest ein Druckelement zugeordnet.

[0015] Bevorzugt handelt es sich bei den ersten Druckelementen um sich insbesondere axial durch die Plattenelemente erstreckende Stellschrauben, die von außen betätigbar sind, oder um Druckfedern aufweisende Druckelemente, was zu einem sehr einfachen und preiswerten Aufbau führt.

[0016] Vorteilhaft weisen die zweiten Druckmittel eine zumindest der Anzahl von Aufnahmenuten entsprechende Anzahl von zweiten Druckelementen auf, die jeweils radial in eine der Aufnahmenuten vorstehen. Auf diese Weise ist jedem an der Dummy-Radscheibe gehaltenen Schaufelfuß zumindest ein zweites Druckelement zur radialen Positionierung bzw. Ausrichtung zugeordnet.

[0017] Bei den zweiten Druckmitteln handelt es sich bevorzugt um Stellschrauben, die von außen betätigbar sind, was mit einem einfachen und preiswerten Aufbau einhergeht.

[0018] Vorteilhaft erstrecken sich die zweiten Druckmittel durch einen umlaufend ausgebildeten und axial vorstehenden Absatz des Grundkörpers, was die Betätigung der zweiten Druckmittel vereinfacht, da diese gut zugänglich sind.

[0019] Gemäß einer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung sind zwischen den ersten Druckmitteln und den Schaufelfüßen und/oder zwischen den zweiten Druckmitteln und den Schaufelfüßen innerhalb der Aufnahmenuten Druckverteilungsplatten angeordnet, die insbesondere aus Kunststoff hergestellt sind. Derartige Druckverteilungsplatten verhindern, dass die ersten Druckmittel und/oder die zweiten Druckmittel direkt auf die Schaufelfüße wirken, wodurch Beschädigungen an den Schaufelfüßen und/oder an den entsprechenden Druckmitteln deutlich reduziert werden.

[0020] Zur Lösung der eingangs genannten Aufgabe schafft die vorliegende Erfindung ferner einen Dummy-Radscheibensatz umfassend eine Mehrzahl von erfindungsgemäßen Dummy-Radscheiben, die sich hinsichtlich ihres Außendurchmessers und/oder hinsichtlich der Länge der Aufnahmenuten voneinander unterscheiden. Unter Einsatz eines solchen Dummy-Radscheibensatzes ist die spanende Bearbeitung einer Vielzahl von Schaufeln möglich, die an Radscheiben mit verschiedenen Durchmessern angeordnet werden sollen oder verschieden lange Schaufelfüße aufweisen.

[0021] Bevorzugt sind die Dummy-Radscheiben mit Informationen über ihren Außendurchmesser und/oder mit Informationen über die Länge ihrer Aufnahmenuten versehen, um die einzelnen Dummy-Radscheiben des Dummy-Radscheibensatzes mit bloßem Auge unterscheiden problemlos voneinander zu können.

[0022] Zur Lösung der eingangs genannte Aufgabe schafft die vorliegende Erfindung darüber hinaus ein Verfahren zum mechanischen Bearbeiten von Schaufeln, die bereits in einer Strömungsmaschine eingesetzte Schaufeln ersetzen sollen, unter Verwendung einer Dummy-Radscheibe eines erfindungsgemäßen Dummy-Radscheibensatzes, wobei das Verfahren zum Kürzen der Schaufelspitzen auf ein Soll-Maß die folgenden Schritte aufweist:

- a) Auswahl einer geeigneten Dummy-Radscheibe;

- b) Befestigen und Ausrichten der zu bearbeitenden Schaufeln an der ausgewählten Dummy-Radscheibe;
- c) Anordnen der Dummy-Radscheibe mit den an dieser gehaltenen Schaufeln in einer Bearbeitungsmaschine;
- d) Berechnen eines Soll-Schleifdurchmessers für die an der Dummy-Radscheibe gehaltenen Schaufeln unter Verwendung eines zeitlich diskreten Modells mit mehreren Modellgrößen und
- e) Fertigen des Soll-Schleifdurchmessers, wobei als mechanisches Bearbeitungsverfahren insbesondere das Schleifen zum Einsatz kommt.

[0023] Das erfindungsgemäße Verfahren hat den Vorteil, dass beim Kürzen der Schaufelspitzen dank des zeitlich diskreten Modells Maßabweichungen von Radscheiben, Schaufeln und Spaltmaßen, die sich während des Betriebs einer Strömungsmaschine gegenüber dem Neuzustand einstellen, ebenso wie die Abmessungen der Dummy-Radscheibe Berücksichtigung finden können.

[0024] Bevorzugt verwendet das in Schritt d) eingesetzte diskrete Modell als Modellgrößen den Neuzustand-Soll-Schleifdurchmesser einer bereits in der Strömungsmaschine eingesetzten Radscheibe einschließlich der an dieser gehaltenen zu ersetzenden Schaufeln im Neuzustand, den Durchmesser der Radscheibe, den Durchmesser der in Schritt a) ausgewählten Dummy-Radscheibe, ein Neuzustand-Spaltmaß zwischen den zu ersetzenden Schaufeln und einem Gehäuse der Strömungsmaschine im Neuzustand, ein Differenzspaltmaß zwischen dem Neuzustand-Spaltmaß und dem Spaltmaß zum Zeitpunkt der Revision und ein Soll-Spaltmaß.

[0025] Gemäß einer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung werden in Schritt d) folgende Zwischenschritte durchgeführt:

- Addieren des Neuzustand-Soll-Schleifdurchmessers und eines Versatzes zwischen dem Durchmesser der bereits in der Strömungsmaschine eingesetzten Radscheibe und dem Durchmesser der ausgewählten Dummy-Radscheibe, wodurch sich ein theoretischer Neuzustand-Soll-Schleifdurchmesser auf der Dummy-Radscheibe einschließlich der an dieser gehaltenen Schaufeln ergibt;
- Subtrahieren des Differenzspaltmaßes von dem Neuzustand-Spaltmaß, wodurch sich ein zu erwartendes Spaltmaß ergibt;
- Subtrahieren des zu erwartenden Spaltmaßes vom Soll-Spaltmaß, wodurch sich ein Spaltmaßversatz ergibt; und
- Subtrahieren des zweifachen Spaltmaßversatzes von dem theoretischen Neuzustand-Soll-Schleifdurchmesser, wodurch sich der Soll-Schleifdurchmesser ergibt.

[0026] Weitere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung werden anhand der nachfolgenden Beschreibung einer Dummy-Radscheibe gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sowie eines Verfahrens zum mechanischen Bearbeiten von Schaufeln gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung deutlich. Darin ist

- Figur 1 eine perspektivische Rückansicht einer Dummy-Radscheibe gemäß einer Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung;
- Figur 2 eine Vorderansicht der in Figur 1 dargestellten Dummy-Radscheibe, an der eine Vielzahl von Schaufeln gehalten ist;
- Figur 3 eine perspektivische Vorderansicht der in Figur 1 dargestellten Dummy-Radscheibe in einem Zustand, in dem die Schaufeln an der Dummy-Radscheiben angeordnet werden; und
- Figur 4 eine perspektivische Vorderansicht der in Figur 2 dargestellten Dummy-Radscheibe, die zur Darstellung der Positionierung einer Schaufel innerhalb einer Aufnahmenut der Dummy-Radscheibe teilweise geschnitten dargestellt ist.

[0027] Die in den Figuren dargestellte Dummy-Radscheibe 1 dient zur Aufnahme von Schaufeln 2 während der spannenden Bearbeitung in einer vorliegend nicht näher dargestellten Bearbeitungsmaschine. Die Dummy-Radscheibe 1 umfasst einen ringförmigen Grundkörper 3, der über Speichen 4 mit einer Nabe 5 verbunden ist, über welche die Dummy-Radscheibe 1 an besagter Bearbeitungsmaschine aufgenommen werden kann. Entlang der Umfangsfläche des Grundkörpers 3 sind Aufnahmenuten 6 ausgebildet, die jeweils zur Aufnahme eines Schaufelfußes 7 einer Schaufel 2 dienen. Die Aufnahmenuten 6 erstrecken sich vorliegend in axialer Richtung, wobei die Querschnittsform der Aufnahmenuten 6 jeweils an die Querschnittsform der aufzunehmenden Schaufelfüße 7 angepasst ist. Es sollte klar sein, dass sich die Aufnahmenuten 6 grundsätzlich auch quer zur axialen Richtung erstrecken können, wenn die Schaufelfüße entsprechend ausgebildet sind. An einer ersten Stirnseite 8 des Grundkörpers 3 sind Anschlagmittel vorgesehen, welche die Aufnahmenuten 6 an der ersten Stirnseite 8 zumindest überwiegend verschließen. Die Anschlagmittel weisen vorliegend meh-

rere ringsegmentförmig ausgebildete Anschlagplatten 9 auf, die unter Verwendung von nicht näher dargestellten Befestigungsschrauben mit dem Grundkörper 3 verschraubt sind. Alternativ können die Anschlagmittel anstelle der ringsegmentförmigen Anschlagplatten 9 eine einzelne ringförmige Anschlagplatte aufweisen. Auch ist es möglich, die Befestigungsschrauben durch andere Befestigungsmittel zu ersetzen. So können die Anschlagplatten 9 beispielsweise auch mittels Schweißen oder Löten fest mit dem Grundkörper 3 verbunden sein. An der der ersten Stirnseite 8 gegenüberliegenden zweiten Stirnseite 10 des Grundkörpers 3 sind erste Druckmittel angeordnet, die derart ausgebildet sind, dass sie in den Aufnahmenuten 6 aufgenommene Schauffel­füße 7 gegen die entsprechenden Anschlagplatten 9 der Anschlagmittel drücken. Die ersten Druckmittel weisen vorliegend mehrere ringsegmentförmige Plattenelemente 11 auf, die an der zweiten Stirnseite 10 des Grundkörpers 3 unter Verwendung von Befestigungsschrauben 12 und zugeordneten Unterlegscheiben 13 lösbar befestigt sind. Ferner umfassen die ersten Druckmittel eine der Anzahl der Aufnahmenuten 6 entsprechende Anzahl von ersten Druckelementen, bei denen es sich vorliegend um jeweils in eine der Aufnahmenuten 6 axial vorstehende Stellschrauben 14 handelt. Anstelle der Stellschraube 14 können als erste Druckelemente alternativ auch Druckfedern aufweisende Druckelemente verwendet werden, um nur ein Beispiel zu nennen. Neben den ersten Druckmitteln sind ferner zweite Druckmittel vorgesehen, die derart ausgebildet sind, dass sie in den Aufnahmenuten 6 aufgenommene Schauffel­füße 7 in eine radial äußere Position drücken. Die zweiten Druckmittel weisen vorliegend eine der Anzahl von Aufnahmenute 6 entsprechende Anzahl von zweiten Druckelementen auf, bei denen es sich vorliegend um Stellschrauben 15 handelt, die in sich radial durch den Grundkörper 3 erstreckenden Gewindedurchgangsbohrungen 16 aufgenommen sind und radial in die jeweiligen Aufnahmenuten 6 vorstehen.

[0028] Zur Aufnahme von Schauffeln 2 an der Dummy-Radscheibe 1 werden die Schauffel­füße 7 der Schauffeln 2 in einem ersten Schritt in die jeweiligen Aufnahmenuten 6 eingeschoben, bis diese mit den Anschlagplatten 9 in Kontakt kommen. Zwischen dem Nutgrund der jeweiligen Aufnahmenuten 6 und den entsprechenden Schauffel­füßen 7 wird dabei jeweils eine Druckverteilungsplatte 17 angeordnet, bei der es sich vorliegend um eine längliche Kunststoffplatte handelt, deren Länge etwas kürzer als die Länge der Aufnahmenuten 6 ausgebildet ist, so dass die Druckverteilungsplatten 17 nicht axial über die Aufnahmenuten 6 vorstehen. In einem weiteren Schritt werden die Plattenelemente 11 der ersten Druckmittel unter Verwendung der Befestigungsschrauben 12 und der Unterlegscheiben 13 mit dem Grundkörper 3 verschraubt. Anschließend werden die Befestigungsschrauben 12 angezogen, so dass diese gegen die vorderen Stirnseiten der Schauffel­füße und entsprechend die hintere Stirnseite der Schauffel­füße 7 gegen die zugeordnete Anschlagplatte 9 drücken. Auf diese Weise werden die Schauffel­füße 7 axial in einer definierten Position fixiert und gleichzeitig ausgerichtet. In einem weiteren Schritt werden die Stellschrauben 15 der zweiten Druckmittel angezogen, so dass diese über die Druckverteilungsplatten 17 gegen die Unterseiten der entsprechenden Schauffel­füße 7 drücken, wodurch die Schauffel­füße 7 innerhalb der Aufnahmenuten 6 in einer radial äußersten Position positioniert und ausgerichtet werden. Die Druckverteilungsplatten 17 verhindern, dass die Schauffel­füße 7 beim Anziehen der Stellschrauben 13 beschädigt werden.

[0029] Nachdem die Schauffeln 2 in der zuvor beschriebenen Weise an der Dummy-Radscheibe 1 aufgenommen und an dieser ausgerichtet wurden, wird die Dummy-Radscheibe 1 an der zuvor genannten Bearbeitungsmaschine, bei der es sich vorliegend um eine Schleifmaschine zum Kürzen der Schauffelspitzen handelt, angeordnet, woraufhin die Schauffeln 2 spanend bearbeitet werden können.

[0030] Ein wesentlicher Vorteil der in den Figuren dargestellten Dummy-Radscheibe 1 besteht darin, dass sie während der spanenden Bearbeitung eine Radscheibe der Strömungsmaschine, an der die Schauffeln 2 nach der spanenden Bearbeitung angeordnet werden sollen, ersetzt. Entsprechend können die Schauffeln 2 entfernt von der Strömungsmaschine bearbeitet werden, ohne dass hierfür ein Ausbau und eine Entstapelung des Läufers der Strömungsmaschine erforderlich ist. Ein weiterer wesentlicher Vorteil besteht darin, dass die Schauffeln 2 dank der erfindungsgemäßen Ausbildung der Dummy-Radscheibe während der spanenden Bearbeitung axial sowie radial in definierten Positionen angeordnet bzw. ausgerichtet werden können, wodurch Fertigungsungenauigkeiten reduziert werden. Dies ist unter Verwendung einer herkömmlichen Radscheibe nicht möglich.

[0031] Es sei darauf hingewiesen, dass die Dummy-Radscheibe 1 anstelle eines ringförmigen Grundkörpers 3 auch einen im Wesentlichen scheibenförmig ausgebildeten aufweisen kann, der insbesondere mit einem Nabenbereich versehen ist. Bei einer solchen Ausgestaltung fallen die Speichen 4 weg. Vorteilhaft erstrecken sich die zweiten Druckmittel dann durch einen umlaufend ausgebildeten und axial vorstehenden Absatz des Grundkörpers 3, so dass die zweiten Druckmittel gut zugänglich und problemlos betätigbar sind.

[0032] Die Dummy-Radscheibe 1 bildet bevorzugt eine Dummy-Radscheibe eines Dummy-Radscheibensatzes, der eine Vielzahl von erfindungsgemäß ausgebildeter Dummy-Radscheiben 1 aufweist, die sich hinsichtlich ihres Außendurchmessers und/oder hinsichtlich der Länge der Aufnahmenuten 6 voneinander unterscheiden. Unter Einsatz eines solchen Dummy-Radscheibensatzes ist es möglich, die Schauffeln 2 unterschiedlicher Stufen einer Strömungsmaschine mechanisch zu bearbeiten. Die einzelnen Dummy-Radscheiben 1 sind dann bevorzugt mit Informationen über ihren Außendurchmesser und/oder mit Informationen über die Länge ihrer Aufnahmenuten 6 versehen, um die einzelnen Dummy-Radscheiben 1 voneinander unterscheiden zu können. So können beispielsweise der Außendurchmesser und die Länge der Aufnahmenuten 6 gut sichtbar auf eine der Stirnseiten 8, 10 der Dummy-Radscheiben 1 aufgedruckt sein,

um nur ein Beispiel zu nennen.

[0033] Zum Kürzen der Schaufelspitzen der Schaufeln 2, die im Rahmen einer Revision bereits in einer Strömungsmaschine an einer Radscheibe gehaltene verschlissene Schaufeln 2 ersetzen sollen, wird gemäß einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens in einem ersten Schritt eine geeignete Dummy-Radscheibe 1 des Dummy-Radscheibensatzes ausgewählt, bei welcher der Außendurchmesser und die Länge der Aufnahmenuten 6 am ehesten den entsprechenden Maßen derjenigen Radscheibe entsprechen, an der die zu ersetzenden verschlissenen Schaufeln 2 in der Strömungsmaschine gehalten sind. In einem weiteren Schritt werden die zu bearbeitenden Schaufeln 2 in der zuvor beschriebenen Weise an der ausgewählten Dummy-Radscheibe 1 befestigt. Anschließend wird die Dummy-Radscheibe 1 mit den an dieser gehaltenen Schaufeln 2 in einer geeigneten Bearbeitungsmaschine angeordnet, vorliegend in einer Schleifmaschine. In einem weiteren Schritt wird ein Soll-Schleifdurchmesser $D_{\text{Schleif,Dummy,soll}}$ für die an der Dummy-Radscheibe 1 gehaltenen Schaufeln 2 unter Verwendung eines zeitlich diskreten Modells mit mehreren Modellgrößen berechnet, woraufhin der Soll-Schleifdurchmesser $D_{\text{Schleif,Dummy,soll}}$ auf der Bearbeitungsmaschine gefertigt wird.

[0034] Die Berechnung des Soll-Schleifdurchmessers $D_{\text{Schleif,Dummy,soll}}$ empfiehlt sich, weil sich Maße der Radscheiben, Schaufeln 2 und weiterer Konstruktionsmerkmale, wie beispielsweise das Spaltmaß zwischen den Schaufeln 2 und einem Gehäuse der Strömungsmaschine, während des Betriebs einer Strömungsmaschine ändern können. Somit entsprechen die tatsächlichen Soll-Maße nicht immer den Soll-Maßen im Neuzustand einer Strömungsmaschine.

[0035] Nachfolgend wird eine Möglichkeit beschrieben, wie der Soll-Schleifdurchmesser $D_{\text{Schleif,Dummy,soll}}$ unter Verwendung des diskreten Modells berechnet werden kann.

[0036] Das diskrete Modell verwendet als bekannte Modellgrößen den Neuzustand-Soll-Schleifdurchmesser $D_{\text{Schleif,Rad,neu}}$ für an einer Radscheibe der Strömungsmaschine gehaltenen Schaufeln 2 im Neuzustand, den Durchmesser D_{Rad} der Radscheibe, den Durchmesser D_{Dummy} der in Schritt a) ausgewählten Dummy-Radscheibe 1, ein Neuzustand-Spaltmaß $a_{\text{Spalt,neu}}$ zwischen den Schaufeln 2 und einem Gehäuse der Strömungsmaschine im Neuzustand, ein Differenzspaltmaß $a_{\text{Spalt,diff}}$ zwischen dem Neuzustand-Spaltmaß $a_{\text{Spalt,neu}}$ und einem Spaltmaß $a_{\text{Spalt,ist}}$ zum Zeitpunkt der Revision und ein Soll-Spaltmaß $a_{\text{Spalt,soll}}$.

[0037] In einem ersten Schritt werden der Neuzustand-Soll-Schleifdurchmesser $D_{\text{Schleif,Rad,neu}}$ und ein Versatz zwischen dem Durchmesser D_{Rad} der bereits in der Strömungsmaschine eingesetzten Radscheibe und dem Durchmesser D_{Dummy} der ausgewählten Dummy-Radscheibe 1 addiert, wodurch sich ein theoretischer Neuzustand-Soll-Schleifdurchmesser $D_{\text{Schleif,Dummy,theo}}$ für die an der Dummy-Radscheibe 1 gehaltenen Schaufeln 2 ergibt. In einem weiteren Schritt wird das Differenzspaltmaß $a_{\text{Spalt,diff}}$ von dem Neuzustand-Spaltmaß $a_{\text{Spalt,neu}}$ subtrahiert, wodurch sich ein zu erwartendes Spaltmaß $a_{\text{Spalt,erw}}$ ergibt. Ferner wird das zu erwartende Spaltmaß $a_{\text{Spalt,erw}}$ von dem Soll-Spaltmaß $a_{\text{Spalt,soll}}$ subtrahiert, wodurch sich ein Spaltmaßversatz $a_{\text{Spalt,vers}}$ ergibt. Nunmehr wird der zweifache Spaltmaßversatz $a_{\text{Spalt,vers}}$ von dem theoretischen Soll-Schleifdurchmesser $D_{\text{Schleif,Dummy,theo}}$ abgezogen, wodurch sich der Soll-Schleifdurchmesser $D_{\text{Schleif,Dummy,soll}}$ für die an der Dummy-Radscheibe 1 gehaltenen Schaufeln 2 ergibt.

[0038] Damit ergeben sich zusammenfassend folgende Gleichungen für die Berechnung des Soll-Schleifdurchmessers $D_{\text{Schleif,Dummy,soll}}$:

(1)

$$D_{\text{Schleif,Dummy,theo}} = D_{\text{Schleif,Rad,neu}} + (D_{\text{Rad}} - D_{\text{Dummy}})$$

(2)

$$a_{\text{Spalt,erw}} = a_{\text{Spalt,neu}} - a_{\text{Spalt,diff}}$$

(3)

$$a_{\text{Spalt,vers}} = a_{\text{Spalt,soll}} - a_{\text{Spalt,erw}}$$

(4)

$$D_{\text{Schleif,Dummy,soll}} = D_{\text{Schleif,Dummy,theo}} - (2 \times a_{\text{Spalt,vers}})$$

[0039] Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben

wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

5 **Patentansprüche**

1. Dummy-Radscheibe (1) zur Aufnahme von Schaufeln (2) einer Strömungsmaschine während der spanenden Bearbeitung in einer Bearbeitungsmaschine, mit einem scheiben- oder ringförmigen Grundkörper (3), entlang dessen Umfangsfläche sich im Wesentlichen axial erstreckende Aufnahmenuten (6) ausgebildet sind, deren Querschnittsform jeweils an die Querschnittsform von Schaufelfüßen (7) der zu bearbeitenden Schaufeln (2) angepasst ist, wobei an einer ersten Stirnseite (8) des Grundkörpers (3) Anschlagmittel vorgesehen sind, welche eine einzelne ringförmig ausgebildete Anschlagplatte (9) oder mehrere ringsegmentförmig ausgebildete Anschlagplatten (9) aufweisen, die an der ersten Stirnseite (8) des Grundkörpers (3) befestigt ist/sind und wenigstens einige der Aufnahmenuten (6) an der ersten Stirnseite (8) zumindest teilweise verschließt/verschließen,
 10 an der zweiten Stirnseite (10) des Grundkörpers (3) erste Druckmittel angeordnet sind, die derart ausgebildet sind, dass sie in den Aufnahmenuten (6) aufgenommene Schaufelfüße (7) gegen die Anschlagmittel drücken, und zweite Druckmittel vorgesehen sind, die derart ausgebildet sind, dass sie in den Aufnahmenuten (6) aufgenommene Schaufelfüße (7) in eine radial äußere Position drücken, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 15 die ersten Druckmittel mehrere Plattenelemente (11) aufweisen, die an der zweiten Stirnseite (10) des Grundkörpers (3) lösbar befestigt sind, insbesondere unter Verwendung von Befestigungsschrauben (12), wobei an den Plattenelementen (11) eine zumindest der Anzahl der Aufnahmenuten (6) entsprechende Anzahl von ersten Druckelementen vorgesehen ist, die jeweils in eine der Aufnahmenuten (6) axial vorstehen.
2. Dummy-Radscheibe (1) nach Anspruch 1,
 25 **dadurch gekennzeichnet, dass**
 es sich bei den ersten Druckelementen um sich durch die Plattenelemente (11) erstreckende Stellschrauben (14) handelt, die von außen betätigbar sind, oder um Druckfedern aufweisende Druckelemente.
3. Dummy-Radscheibe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 30 **dadurch gekennzeichnet, dass**
 die zweiten Druckmittel eine zumindest der Anzahl von Aufnahmenuten (6) entsprechende Anzahl von zweiten Druckelementen aufweist, die jeweils in eine der Aufnahmenuten (6) radial vorstehen.
4. Dummy-Radscheibe (1) nach Anspruch 3,
 35 **dadurch gekennzeichnet, dass**
 es sich bei den zweiten Druckelementen um Stellschrauben (15) handelt, die von außen betätigbar sind.
5. Dummy-Radscheibe (1) nach Anspruch 3 oder 4,
 40 **dadurch gekennzeichnet, dass**
 sich die zweiten Druckmittel durch einen umlaufend ausgebildeten und axial vorstehenden Absatz des Grundkörpers (3) erstrecken.
6. Dummy-Radscheibe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 45 **dadurch gekennzeichnet, dass**
 zwischen den ersten Druckmitteln und den Schaufelfüßen (7) und/oder zwischen den zweiten Druckmitteln und den Schaufelfüßen (7) innerhalb der Aufnahmenuten (6) Druckverteilungsplatten (17) angeordnet sind, die insbesondere aus Kunststoff hergestellt sind.
7. Dummy-Radscheibensatz umfassend eine Mehrzahl von Dummy-Radscheiben (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 50 die sich hinsichtlich ihres Außendurchmessers und/oder hinsichtlich der Länge der Aufnahmenuten (6) voneinander unterscheiden.
8. Dummy-Radscheibensatz nach Anspruch 7,
 55 **dadurch gekennzeichnet, dass**
 die Dummy-Radscheiben (1) mit Informationen über ihren Außendurchmesser und/oder mit Informationen über die Länge ihrer Aufnahmenuten (6) versehen sind.

9. Verfahren zum mechanischen Bearbeiten von Schaufeln (2), die bereits in einer Strömungsmaschine eingesetzte Schaufeln (2) ersetzen sollen, unter Verwendung einer Dummy-Radscheibe (1) eines Dummy-Radscheibensatzes nach Anspruch 7 oder 8, wobei das Verfahren zum Kürzen der Schaufelspitzen auf ein Soll-Maß die folgenden Schritte aufweist:

- a) Auswahl einer geeigneten Dummy-Radscheibe (1);
- b) Befestigen und Ausrichten der zu bearbeitenden Schaufeln (2) an der ausgewählten Dummy-Radscheibe (1);
- c) Anordnen der Dummy-Radscheibe (1) mit den an dieser gehaltenen Schaufeln (2) in einer Bearbeitungsmaschine;
- d) Berechnen eines Soll-Schleifdurchmessers ($D_{\text{Schleif,soll}}$) der Dummy-Radscheibe (1) einschließlich der an dieser gehaltenen Schaufeln (2) unter Verwendung eines zeitlich diskreten Modells mit mehreren Modellgrößen und
- e) Fertigen des Soll-Schleifdurchmessers ($D_{\text{Schleif,soll}}$).

10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem das in Schritt d) verwendete diskrete Modell als Modellgrößen den Neuzustand-Soll-Schleifdurchmesser ($D_{\text{Schleif,Rad,neu}}$) für an einer Radscheibe gehaltene Schaufeln (2) im Neuzustand, den Durchmesser der Radscheibe (D_{Rad}), den Durchmesser (D_{Dummy}) der in Schritt a) ausgewählten Dummy-Radscheibe (1), ein Neuzustand-Spaltmaß ($a_{\text{Spalt,neu}}$) zwischen den zu ersetzenden Schaufeln (2) und einem Gehäuse der Strömungsmaschine, ein Differenzspaltmaß ($a_{\text{Spalt,diff}}$) zwischen dem Neuzustand-Spaltmaß ($a_{\text{Spalt,neu}}$) und dem Spaltmaß ($a_{\text{Spalt,ist}}$) zum Zeitpunkt der Revision und ein Soll-Spaltmaß ($a_{\text{Spalt,soll}}$) verwendet.

11. Verfahren nach Anspruch 10, bei dem in Schritt d) folgende Zwischenberechnungen durchgeführt werden:

- Addieren des Neuzustand-Soll-Schleifdurchmessers ($D_{\text{Schleif,Rad,neu}}$) und eines Versatzes zwischen dem Durchmesser (D_{Rad}) der bereits in der Strömungsmaschine eingesetzten Radscheibe und dem Durchmesser (D_{Dummy}) der ausgewählten Dummy-Radscheibe (1), wodurch sich ein theoretischer Neuzustand-Soll-Schleifdurchmesser ($D_{\text{Schleif,Dummy,theo}}$) für die an der Dummy-Radscheibe (1) gehaltenen Schaufeln (2) ergibt;
- Subtrahieren des Differenzspaltmaßes ($a_{\text{Spalt,diff}}$) von dem Neuzustand-Spaltmaß ($a_{\text{Spalt,neu}}$), wodurch sich ein zu erwartendes Spaltmaß ($a_{\text{Spalt,erw}}$) ergibt;
- Subtrahieren des zu erwartenden Spaltmaßes ($a_{\text{Spalt,erw}}$) vom Soll-Spaltmaß ($a_{\text{Spalt,soll}}$), wodurch sich ein Spaltmaßversatz ($a_{\text{Spalt,vers}}$) ergibt; und
- Subtrahieren des zweifachen Spaltmaßversatzes ($a_{\text{Spalt,vers}}$) von dem theoretischen Neuzustand-Soll-Schleifdurchmesser ($D_{\text{Schleif,soll,theo}}$), wodurch sich der Soll-Schleifdurchmesser ($D_{\text{Schleif,soll}}$) ergibt.

Claims

1. Dummy wheel disc (1) for holding blades (2) of a turbo machine during machining in a machining machine, having a disc-shaped or annular main body (3), along the circumferential surface of which there are formed holding grooves (6) extending substantially axially, the cross-sectional shape of which is respectively adapted to the cross-sectional shape of blade roots (7) of the blades (2) to be machined, wherein stop means are provided on a first end face (8) of the main body (3), which stop means have an individual annular stop plate (9) or multiple stop plates (9) in the form of annular segments, which is/are fixed to the first end face (8) of the main body (3) and at least partly close/s at least some of the holding grooves (6) on the first end face (8), first pressure means are arranged on the second end face (10) of the main body (3), which are formed in such a way that they press the blade roots (7) held in the holding grooves (6) against the stop means, and second pressure means are provided, which are formed in such a way that they press blade roots (7) held in the holding grooves (6) into a radially outer position,

characterized in that

the first pressure means have multiple plate elements (11), which are detachably fixed to the second end face (10) of the main body (3), in particular by using fixing screws (12), wherein a number of first pressure elements corresponding at least to the number of holding grooves (6) is provided on the plate elements (11), each projecting axially into one of the holding grooves (6).

2. Dummy wheel disc (1) according to Claim 1, characterized in that

EP 3 347 573 B1

the first pressure elements are adjusting screws (14) which extend through the plate elements (11) and which can be actuated from outside, or are pressure elements having compression springs.

- 5
3. Dummy wheel disc (1) according to one of the preceding claims,
characterized in that
the second pressure means have a number of second pressure elements corresponding at least to the number of holding grooves (6), each projecting radially into one of the holding grooves (6).
- 10
4. Dummy wheel disc (1) according to Claim 3,
characterized in that
the second pressure elements are adjusting screws (15) which can be actuated from outside.
- 15
5. Dummy wheel disc (1) according to Claim 3 or 4,
characterized in that
the second pressure means extend through a circumferentially formed and axially projecting shoulder of the main body (3).
- 20
6. Dummy wheel disc (1) according to one of the preceding claims,
characterized in that
between the first pressure means and the blade roots (7) and/or between the second pressure means and the blade roots (7), pressure distribution plates (17), which are in particular made of plastic, are arranged within the holding grooves (6).
- 25
7. Dummy wheel disc set comprising a multiplicity of dummy wheel discs (1) according to one of the preceding claims, which differ from one another with regard to their external diameter and/or with regard to the length of the holding grooves (6).
- 30
8. Dummy wheel disc set according to Claim 7,
characterized in that
the dummy wheel discs (1) are provided with information about their external diameter and/or with information about the length of their holding grooves (6).
- 35
9. Method for mechanically machining blades (2) which are intended to replace blades (2) already used in a turbo machine, by using a dummy wheel disc (1) of a dummy wheel disc set according to Claim 7 or 8, wherein the method for shortening the blade tips to a target dimension has the following steps:
- 40
- a) selecting a suitable dummy wheel disc (1);
 - b) fixing and aligning the blades (2) to be machined on the selected dummy wheel disc (1);
 - c) arranging the dummy wheel disc (1) with the blades (2) held on the latter in a machining machine;
 - d) calculating a target grinding diameter ($D_{\text{Schleif,soll}}$) of the dummy wheel disc (1), including the blades (2) held on the latter, by using a time-discrete model having multiple model variables, and
 - e) producing the target grinding diameter ($D_{\text{Schleif,soll}}$).
- 45
10. Method according to Claim 9,
in which the discrete model in step d) uses as model variables the new-state target grinding diameter ($D_{\text{Schleif,Rad,neu}}$) for blades (2) held on a wheel disc in the new state, the diameter of the wheel disc (D_{Rad}), the diameter (D_{Dummy}) of the dummy wheel disc (1) selected in step a), a new-state gap dimension ($a_{\text{Spalt,neu}}$) between the blades (2) to be replaced and a housing of the turbo machine, a differential gap dimension ($a_{\text{Spalt,diff}}$) between the new-state gap dimension ($a_{\text{Spalt,neu}}$) and the gap dimension ($a_{\text{Spalt,ist}}$) at the time of the revision, and a target gap dimension ($a_{\text{Spalt,soll}}$).
- 50
11. Method according to Claim 10,
in which the following intermediate calculations are carried out in step d):
- 55
- adding the new-state target grinding diameter ($D_{\text{Schleif,Rad,neu}}$) and an offset between the diameter (D_{Rad}) of the wheel disc already used in the turbo machine and the diameter (D_{Dummy}) of the selected dummy wheel disc (1), which results in a theoretical new-state target grinding diameter ($D_{\text{Schleif,Dummy,theo}}$) for the blades (2) held on the dummy wheel disc (1),

- subtracting the differential gap dimension ($a_{\text{Spalt,diff}}$) from the new-state gap dimension ($a_{\text{Spalt,diff}}$), which results in a gap dimension ($a_{\text{Spalt,erw}}$) to be expected,
- subtracting the gap dimension ($a_{\text{Spalt,erw}}$) to be expected from the target gap dimension ($D_{\text{Spalt,soll}}$), which results in a gap dimension offset ($a_{\text{Spalt,vers}}$), and
- subtracting twice the gap dimension offset ($a_{\text{Spalt,vers}}$) from the theoretical new-state target grinding diameter ($D_{\text{Schleif,soll,theo}}$), which results in the target grinding diameter ($D_{\text{Schleif,soll}}$).

Revendications

1. Faux disque de roue (1) pour recevoir des aubes (2) d'une turbomachine pendant l'usinage avec enlèvement de copeaux dans une machine d'usinage, comprenant un corps (3) de base en forme de disque ou d'anneau le long de la surface périphérique duquel sont constituées des rainures (6) de réception, qui s'étendent sensiblement axialement et dont la forme de la section transversale est adaptée, respectivement, à la forme de la section transversale des emplantures (7) des aubes (2) à usiner, dans lequel
 - sur un premier côté (8) frontal du corps (3) de base sont prévus des moyens de butée, qui ont une plaque (9) de butée individuelle de constitution annulaire ou plusieurs plaques (9) de butée constituées en forme de segment d'anneau, qui est/sont fixées au premier côté (8) frontal du corps (3) de base et qui ferme/ferment, au moins en partie, au moins certaines des rainures (6) de réception sur le premier côté (8) frontal,
 - sur le deuxième côté (10) frontal du corps (3) de base sont disposés des moyens d'application d'une pression constitués de manière à pousser sur les moyens de butée des emplantures (7) d'aube reçues dans les rainures (6) de réception, et
 - il est prévu des deuxièmes moyens d'application d'une pression constitués de manière à pousser, dans une position extérieure radialement, des emplantures (7) d'aube reçues dans les rainures (6) de réception,

caractérisé en ce que

les premiers moyens d'application d'une pression ont plusieurs éléments (11) de plaque, qui sont fixés de manière amovible au deuxième côté (10) frontal du corps (3) de base, dans laquelle il est prévu, sur les éléments (11) de plaque, un nombre, correspondant au moins au nombre des rainures (6) de réception, de premiers éléments d'application d'une pression, qui font saillie axialement chacun dans l'une des rainures (6) de réception.
2. Faux disque de roue (1) suivant la revendication 1,

caractérisé en ce que

les premiers éléments d'application d'une pression sont des vis (14) de réglage, qui s'étendent à travers les éléments (11) de plaque et qui peuvent être actionnées de l'extérieur, ou des éléments d'application d'une pression ayant des ressorts de compression.
3. Faux disque de roue (1) suivant l'une des revendications précédentes,

caractérisé en ce que

les deuxièmes moyens d'application d'une pression ont un nombre, correspondant au moins au nombre des rainures (6) de réception, de deuxièmes éléments d'application d'une pression, qui font saillie radialement chacun dans l'une des rainures (6) de réception.
4. Faux disque de roue (1) suivant la revendication 3,

caractérisé en ce que

les deuxièmes éléments d'application d'une pression sont des vis (15) de réglage, qui peuvent être actionnées de l'extérieur.
5. Faux disque de roue (1) suivant la revendication 3 ou 4,

caractérisé en ce que

les deuxièmes moyens d'application d'une pression s'étendent dans un ressaut constitué tout autour et en saillie axialement du corps (3) de base.
6. Faux disque de roue (1) suivant l'une des revendications précédentes,

caractérisé en ce qu'

entre les premiers moyens d'application d'une pression et les emplantures (7) d'aube et/ou entre les deuxièmes moyens d'application d'une pression et les emplantures (7) d'aube, sont disposées, à l'intérieur des rainures (6) de réception, des plaques (17) de répartition de la pression, notamment en matière plastique.

EP 3 347 573 B1

7. Jeu de faux disques de roue, comprenant une pluralité de faux disque de roue (1) suivant l'une des revendications précédentes, qui, en ce qui concerne leur diamètre extérieur et/ou en ce qui concerne la longueur des rainures (6) de réception, sont différents les uns des autres.

5 8. Jeu de faux disques de roue (1) suivant la revendication 7, **caractérisé en ce que** les faux disques de roue (1) sont pourvus d'informations sur leur diamètre extérieur et/ou d'information sur la longueur de leurs rainures (6) de réception.

10 9. Procédé d'usinage mécanique d'aubes (2), qui doivent remplacer des aubes utilisées déjà dans une turbomachine, en utilisant un faux disque de roue (1) d'un jeu de faux disques de roue suivant la revendication 7 ou 8, dans lequel le procédé a, pour raccourcir les pointes d'aube à une valeur de consigne, les stades suivants :

- 15 a) sélection d'un faux disque de roue (1) ;
b) fixation et orientation des aubes (2) à usiner sur le faux disque de roue (1) sélectionné ;
c) mise du faux disque de roue (1), avec les aubes (2) qui y sont retenues, dans une machine d'usinage ;
d) calcul d'un diamètre ($D_{\text{Schleif,soll}}$) de meulage de consigne du faux disque de roue (1), y compris les aubes (2) qui y sont retenues, en utilisant un modèle discret dans le temps ayant plusieurs grandeurs de modèle et
e) obtention du diamètre ($D_{\text{Schleif,soll}}$) de meulage de consigne.

20 10. Procédé suivant la revendication 9, dans lequel le modèle discret utilisé au stade d) utilise, comme grandeur de modèle, le diamètre ($D_{\text{Schleif,Rad, neu}}$) de meulage de consigne à l'état neuf pour des aubes (2) retenues sur un disque de roue à l'état neuf, le diamètre du disque de roue (D_{Rad}), le diamètre (D_{Dummy}) du faux disque de roue (1) sélectionné au stade a), une dimension d'interstice à l'état neuf ($a_{\text{Spalt, neu}}$) entre des aubes (2) à remplacer et une enveloppe de la turbomachine, une dimension de l'interstice de différence ($a_{\text{Spalt, diff}}$) entre la dimension de l'interstice à l'état neuf ($a_{\text{Spalt, neu}}$) et la dimension de l'interstice ($a_{\text{Spalt, ist}}$) à l'instant de la révision et une dimension de l'interstice de consigne ($a_{\text{Spalt, soll}}$).

25 11. Procédé suivant la revendication 10, dans lequel on effectue, au stade d), les calculs intermédiaires suivants :

- 30 - addition du diamètre ($D_{\text{Schleif,Rad, neu}}$) de meulage de consigne à l'état neuf et d'un décalage entre le diamètre (D_{Rad}) du disque de roue utilisé déjà dans la turbomachine et le diamètre (D_{Dummy}) du faux disque de roue (1) sélectionné, grâce à quoi on obtient un diamètre ($D_{\text{Schleif,Dummy, theo}}$) d'usure de consigne à l'état neuf pour les aubes (2) retenues au faux disque de roue (1) ;
35 - soustraction de la dimension de l'interstice de différence ($a_{\text{Spalt, diff}}$) de la dimension de l'interstice à l'état neuf ($a_{\text{Spalt, neu}}$), grâce à quoi on obtient une valeur de l'interstice escomptée ($a_{\text{Spalt, erw}}$) ;
- soustraction de la dimension de l'interstice escomptée ($a_{\text{Spalt, erw}}$), de la dimension de l'interstice de consigne ($a_{\text{Spalt, soll}}$), grâce à quoi on obtient un décalage de la dimension de l'interstice ($a_{\text{Spalt, vers}}$) ; et
40 - soustraction de deux fois le décalage de la dimension de l'interstice ($a_{\text{Spalt, vers}}$) du diamètre d'usure de consigne à l'état neuf théorique ($D_{\text{Schleif,soll, theo}}$), grâce à quoi on obtient le diamètre de meulage de consigne ($D_{\text{Schleif,soll}}$).

45

50

55

FIG 1

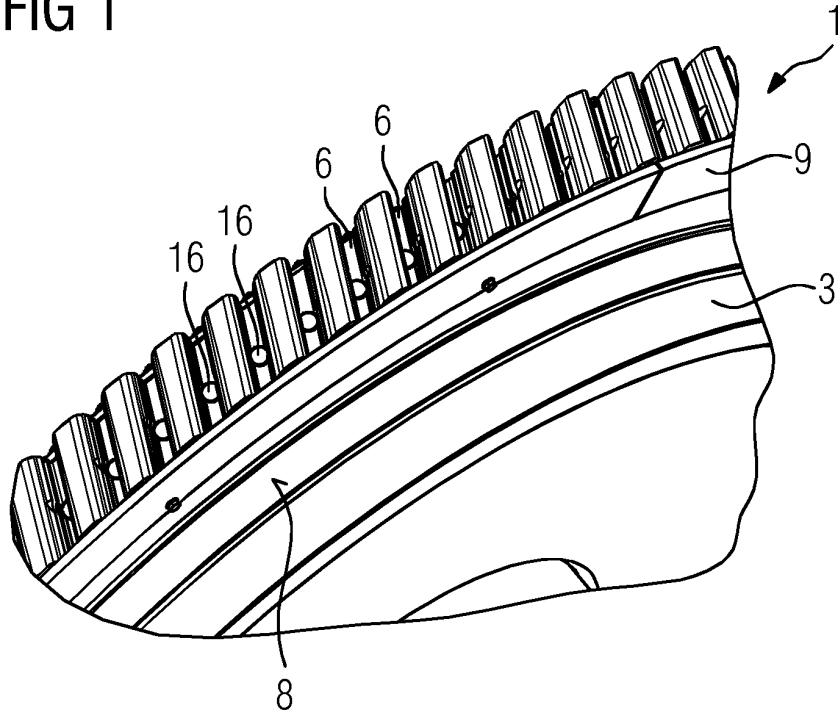


FIG 2

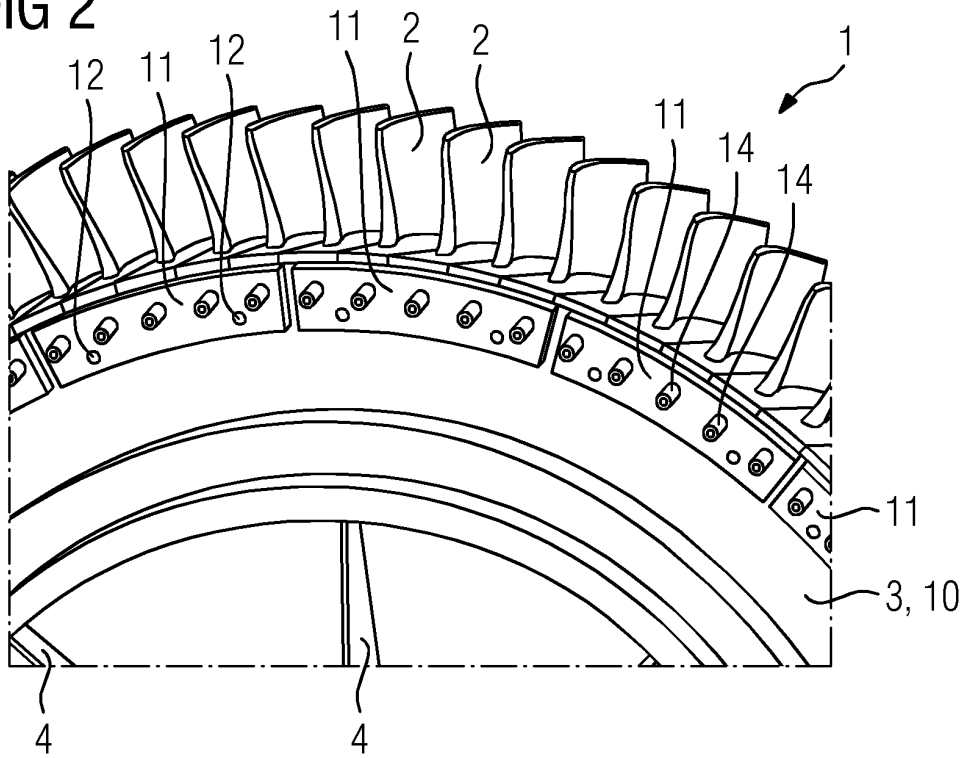


FIG 3

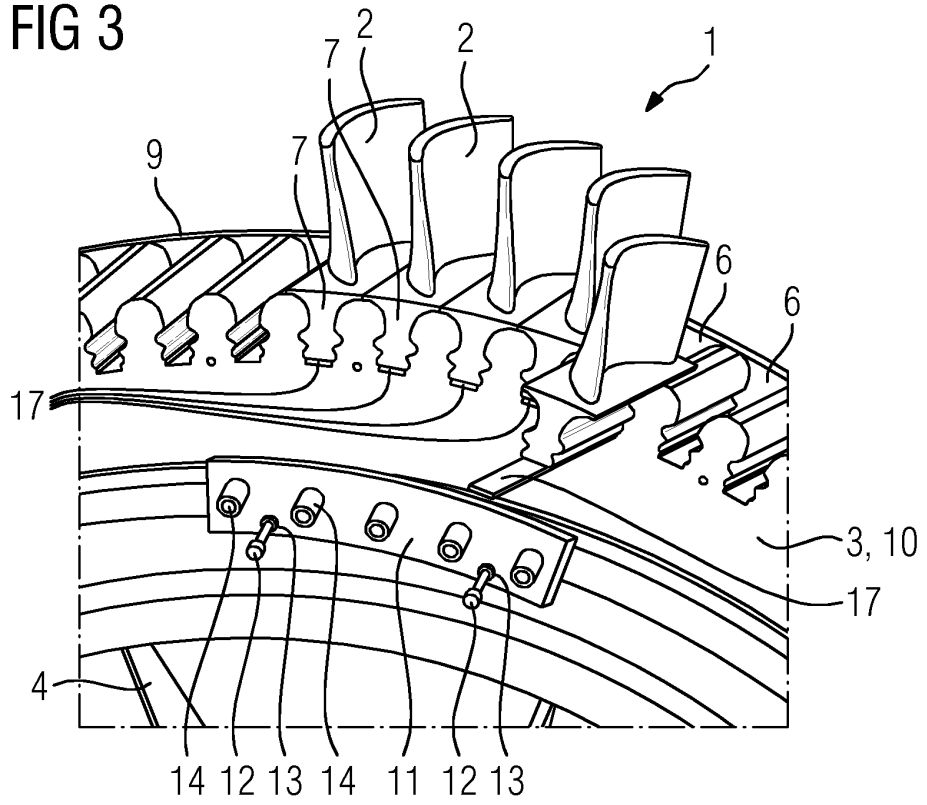
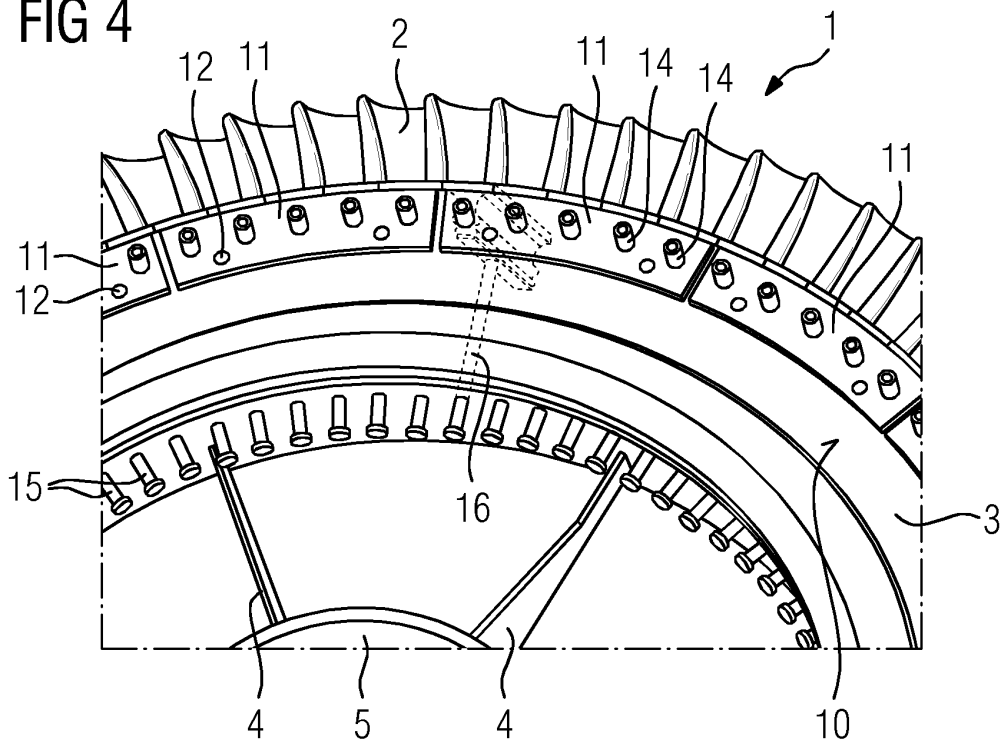


FIG 4



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

- US 4512115 A [0007]
- US 5191711 A [0008]
- US 3572970 A [0009]