

(19)



(11)

EP 2 638 250 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
15.10.2014 Patentblatt 2014/42

(51) Int Cl.:
F01D 17/14^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11790745.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2011/070667

(22) Anmeldetag: **22.11.2011**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2012/092996 (12.07.2012 Gazette 2012/28)

(54) **Leitschaufelkranz für eine Dampfturbine mit einer Feinjustage der Schluckfähigkeit und zugehöriges Verfahren**

Bladed guiding ring for a steam turbine with fine adjusting device for flow capacity and corresponding method

Anneau statorique aubagé pour une turbine à vapeur doté d'un dispositif d'ajustement précis de la capacité de débit et procédé associé

(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: **05.01.2011 EP 11150206**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.09.2013 Patentblatt 2013/38

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

(72) Erfinder:
• **AUF DEM KAMPE, Tilman 47269 Duisburg (DE)**
• **BEUL, Ulrich 45219 Essen (DE)**
• **DOBRZYNSKI, Boris 40476 Düsseldorf (DE)**

- **HOFFACKER, Ralf 47800 Krefeld (DE)**
- **KOEBE, Mario 45478 Mülheim an der Ruhr (DE)**
- **MINNINGER, Dieter 46535 Dinslaken (DE)**
- **SIEBER, Uwe 45476 Mülheim an der Ruhr (DE)**
- **STIEHM, Andreas 53424 Remagen-Kripp (DE)**
- **VÖLKER, Stefan 47447 Moers (DE)**
- **ZIMMERMANN, Adam 45478 Mülheim a.d. Ruhr (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 571 298 EP-A1- 1 703 084
WO-A1-2008/065447 DE-A1- 1 811 584
US-A- 4 664 594

EP 2 638 250 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] Um einen wirtschaftlichen Betrieb einer Dampfturbine zu erzielen, ist es von Bedeutung, dass ein maximal möglicher Prozessdampfmassenstrom eines Dampferzeugers, beispielsweise eines Kernkraftwerks, die Dampfturbine passieren kann. Der durch die Dampfturbine geförderte Prozessdampfmassenstrom, der als maßgebliche Größe bei der Dimensionierung der Dampfturbine herangezogen und als die Schluckfähigkeit der Dampfturbine bezeichnet wird, wird mittels einer Turbinenbeschaukelung möglichst verlustarm in Leit- und Laufschaukelgittern umgelenkt. Von besonderer Bedeutung ist die Schluckfähigkeit in Kernkraftwerken, da hier der Frischdampfdruck direkt die Leistung des Dampferzeugers beeinflusst. Die Leitschaukelgitter weisen eine Vielzahl an Leitschaukeln auf, die gleichmäßig über den Umfang verteilt angeordnet sind, wobei zwischen den Leitschaukeln Schaukelkanäle ausgebildet sind. Radial sind die Schaukelkanäle nebenseitig begrenzt von einem Nabenkonturring und gehäuseseitig von einem Gehäusekonturring. Die Schluckfähigkeit der Dampfturbine wird maßgeblich durch die Schluckfähigkeit des ersten Leitschaukelkranzes vorgegeben, so dass bei der Auslegung der Dampfturbine dieser Leitschaukelkranz von besonderer Bedeutung ist. Die Schluckfähigkeit des Leitschaukelkranzes wird im Wesentlichen durch dessen Strömungsquerschnitt bestimmt, der die Gesamtheit aller effektiven Querschnitte der Schaukelkanäle umfasst.

[0002] Der Leitschaukelkranz unterliegt bei seiner Herstellung einer Bautoleranz, herkömmlich bei etwa 2%. In der Folge weichen auch der Strömungsquerschnitt und somit die real vorliegende Schluckfähigkeit von der ursprünglich bei der Auslegung der Dampfturbine zugrunde gelegten Größe ab. Fällt die Schluckfähigkeit der Dampfturbine aus reaktortechnischer Sicht zu groß aus, beispielsweise um 2%, muss bei konstanter Turbinendrehzahl das Frischdampfventil der Dampfturbine entsprechend angedrosselt werden, um den Frischdampfdruck vor der Dampfturbine zu halten. Das Androsseln führt dann zu einem zusätzlichen Dampfdruckabfall an dem Frischdampfventil. Ist die Dampfturbine beispielsweise in einem Kernkraftwerk als eine herkömmliche Kraftwerksdampfturbine eingesetzt, so kann es zu einem Abfall der Generatorleistung von bis zu 5 Megawatt kommen. Fällt hingegen die Schluckfähigkeit der Dampfturbine zu klein aus, beispielsweise um 2%, muss der Prozessdampfmassenstrom entsprechend verringert werden, wodurch sich die Generatorleistung sich mehr absenkt. Um dieses ungünstige Szenario zu vermeiden, sind die Leitschaukeln der Dampfturbine in der Regel um ca. 2% zu groß ausgelegt. Während es aber bei einem Leitschaukelkranz mit zu kleinen Strömungsquerschnitten in gewissen Grenzen die Möglichkeit gibt die Schluckfähigkeit durch eine Nachbearbeitung zu erhöhen, insbesondere durch Abschleifen der Leitschaukelhinterkanten, ist eine solche Nachbearbeitung bei einem Leitschaukelkranz mit zu kleinen Leitschaukeln und damit zu

großen Strömungsquerschnitten nicht gegeben.

[0003] US 4 664 594 offenbart den nächstliegenden Stand der Technik gemäß dem Oberbegriff der Ansprüche 1 und 6.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Leitschaukelkranz für eine Dampfturbine und ein Verfahren zur Feinjustage der Schluckfähigkeit des Leitschaukelkranzes zu schaffen, wobei die oben genannten Probleme überwunden sind und insbesondere die Schluckfähigkeit der Dampfturbine auf korrigierende Weise veränderbar ist.

[0005] Die Aufgabe ist erfindungsgemäß mit einem Leitschaukelkranz für eine Dampfturbine gemäß Anspruch 1 gelöst. Ferner ist die Aufgabe mit einem Verfahren zur Feinjustage der Schluckfähigkeit eines Leitschaukelkranzes gemäß Anspruch 6 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

[0006] Erfindungsgemäß ist ein Leitschaukelkranz für eine Dampfturbine geschaffen, mit Gehäusekonturringabschnitten, Nabenkonturringabschnitten und Axialleitschaukeln, zwischen denen Schaukelkanäle ausgebildet sind, die radial von den Gehäusekonturringabschnitten sowie den Nabenkonturringabschnitten begrenzt sind, wobei die Gehäusekonturringabschnitte und/oder die Nabenkonturringabschnitte an ihren den Schaukelkanälen zugewandten Seiten mit einem Zusatzmaterial versehen sind, dessen radiale Erstreckung in die Schaukelkanäle hinein derart dimensioniert ist, dass der Leitschaukelkranz eine vorherbestimmte Schluckfähigkeit hat. Zur Feinjustage der Schluckfähigkeit des Leitschaukelkranzes werden erfindungsgemäß die den Schaukelkanälen zugewandten Seiten der Gehäusekonturringabschnitte und/oder der Nabenkonturringabschnitte mit dem Zusatzmaterial versehen. Dadurch sind die Schaukelkanäle mittels des Zusatzmaterials verengt und ein Prozessdampfmassenstrom durch die Schaukelkanäle des Leitschaukelkranzes ist verringert. Somit ist eine zu große Schluckfähigkeit der Dampfturbine korrigierbar, ohne etwa einen Austausch des Leitschaukelkranzes oder ein Androsseln vom Dampfturbinenfrischdampfventil zur Korrektur des Prozessdampfmassenstroms vornehmen zu müssen.

[0007] Als Zusatzmaterial sind auf den Gehäusekonturringabschnitten und/oder den Nabenkonturringabschnitten Membranen angeordnet, die von außerhalb des Leitschaukelkranzes betätigt radial derart verschiebbar sind, dass mit den Membranen die jeweiligen Schaukelkanäle unter Vorgabe der vorherbestimmten Schluckfähigkeit radial verengt sind. Dazu ist jede Membran bevorzugt mit einem Aktuator betätigbar von außerhalb des Leitschaukelkranzes. Bevorzugt ist der Aktuator ein hydraulisch, pneumatisch, insbesondere mit Dampf, elektrisch oder mechanisch angetriebener Stempel. Zwischen jeder Membran und dem zugeordneten Gehäusekonturringabschnitt bzw. dem zugeordneten Nabenkonturringabschnitt ist bevorzugt ein piezoelektrischer Aktuator angeordnet, mit dem am Gehäusekonturringab-

schnitt bzw. am Nabenkonturringabschnitt abgestützt die Membran elektrisch von außerhalb des Leitschaufelkranzes radial verschiebbar ist. Mittels der durch die Aktuatoren bewegbaren Membranen ist die Schluckfähigkeit der Dampfturbine von außerhalb des Leitschaufelkranzes dynamisch einstellbar, wodurch die Schaufelkanäle im Betrieb der Dampfturbine in ihrer radialen Erstreckung veränderbar sind. Folglich ist die Schluckfähigkeit während des Betriebs der Dampfturbine auch an unterschiedliche Betriebszustände anpassbar. Dies ist besonders vorteilhaft für einen Teillastbetrieb der Dampfturbine.

[0008] Jede Membran ist bevorzugt an den Oberflächen ihrer unmittelbar benachbarten Axialleitschaufeln und/oder an dem zugeordneten Gehäusekonturringabschnitt bzw. dem zugeordneten Nabenkonturringabschnitt mit ihrem Rand festgelegt. Ein mittlerer Bereich der Membran ist elastisch verformbar ausgebildet, so dass die Membran mittels des Aktuators konvex nach innerhalb des Schaufelkanals verschiebbar ist, wodurch der Schaufelkanal radial verengbar ist. Aufgrund der elastischen Verformbarkeit folgt die Membran mit ihrem mittleren Bereich dem Aktuator in eine vorbestimmbare Lage, wodurch die Schluckfähigkeit der Dampfturbine präzise und dynamisch von außerhalb des Leitschaufelkranzes einstellbar ist. Bevorzugt umfassen die Gehäusekonturringanschnitte und/oder die Nabenkonturringabschnitte, die das Zusatzmaterial aufweisen, ein Segment des Leitschaufelkranzes.

[0009] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Feinjustage der Schluckfähigkeit eines Leitschaufelkranzes weist die Schritte auf: Bereitstellen eines Leitschaufelkranzes mit Gehäusekonturringabschnitten, Nabenkonturringabschnitten und Axialleitschaufeln, zwischen denen Schaufelkanäle ausgebildet sind, die radial von den Gehäusekonturringabschnitten sowie den Nabenkonturringabschnitten begrenzt sind; Ermitteln des Ist-Werts der Schluckfähigkeit des Leitschaufelkranzes; Vorherbestimmen eines Soll-Werts der Schluckfähigkeit des Leitschaufelkranzes; Vergleichen des Soll-Werts der Schluckfähigkeit mit dem Ist-Wert der Schluckfähigkeit; Versehen der Gehäusekonturringabschnitte und/oder der Nabenkonturringabschnitte an ihren den Schaufelkanälen zugewandten Seiten mit einem Zusatzmaterial, das derart radial dimensioniert wird, dass die Schluckfähigkeit des Leitschaufelkranzes gleich dem Soll-Wert der Schluckfähigkeit wird.

[0010] Ferner weist das Verfahren den Schritt auf: Vorsehen einer Membran als Zusatzmaterial, die von außerhalb des Leitschaufelkranzes betätigt radial verschoben wird, wodurch die jeweiligen Schaufelkanäle derart verengt werden, dass der Leitschaufelkranz die vorherbestimmte Schluckfähigkeit hat.

[0011] Ferner wird bevorzugtermaßen das radiale Verschieben der Membran mit einem Aktuator, insbesondere einem hydraulischen Stempel, von außerhalb des Leitschaufelkranzes bewerkstelligt. Alternativ wird bevorzugt die Membran mit einem zwischen der Membran und

dem zugeordneten Gehäusekonturringabschnitt bzw. dem zugeordneten Nabenkonturringabschnitt abgestützten piezoelektrischen Aktuator radial verschoben.

[0012] Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsformen eines erfindungsgemäßen Leitschaufelkranzes anhand der beigelegten schematischen Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Querschnittsdetail eines nicht zur Erfindung gehörenden Leitschaufelkranzes mit in Schaufelkanälen angefügten Platten, und

Fig. 2 ein Querschnittsdetail eines erfindungsgemäßen Leitschaufelkranzes mit Membranen, die mit ihren Rändern an Schaufelkanälen festgelegt sind.

[0013] In den Fig. 1 und 2 ist ein Leitschaufelkranz 1 für eine Dampfturbine gezeigt. Der Leitschaufelkranz 1 weist einen Nabenkonturring 2 und einen den Nabenkonturring 2 konzentrisch umgebenden Gehäusekonturring 3 auf. Zwischen dem Nabenkonturring 2 und dem Gehäusekonturring 3 erstreckt sich radial eine Mehrzahl an Axialleitschaufeln 4, die einen im Betrieb der Dampfturbine strömenden Prozessdampf umlenken. Der Prozessdampf strömt dabei durch zwischen den Axialleitschaufeln 4 ausgebildete Schaufelkanäle 5, die radial von Nabenkonturringabschnitten 9 des Nabenkonturrings 2 und Gehäusekonturringabschnitten 10 des Gehäusekonturrings 3 begrenzt sind.

[0014] Bei der Auslegung der Dampfturbine ist es wesentlich, dass ein vorherbestimmter maximaler Prozessdampfmassenstrom den Leitschaufelkranz 1 passieren kann, ohne dass in den Schaufelkanälen 5 kritische Zustände auftreten. Dieser maximale Prozessdampfmassenstrom, die sogenannte Schluckfähigkeit der Dampfturbine, stellt folglich die maßgebliche Größe bei der Dimensionierung der effektiven Querschnitte der Schaufelkanäle 5 dar, da mit der Schluckfähigkeit der Massenstrom der Dampfturbine festgelegt ist. Fallen die effektiven Querschnitte von Schaufelkanälen eines herkömmlichen Leitschaufelkranzes aufgrund von herstellungsbedingten Abweichungen, die dennoch innerhalb einer vorgegebenen Bautoleranz liegen können, zu klein aus, so weicht die real vorliegende Schluckfähigkeit des herkömmlichen Leitschaufelkranzes von der Auslegungsschluckfähigkeit ab. Da ein Nachbearbeiten, insbesondere durch Abschleifen der Axialleitschaufelhinterkanten, dieses zu klein gebauten Leitschaufelkranzes zeit- sowie kostenintensiv und ferner nicht immer möglich ist, werden herkömmliche Leitschaufelkränze gezielt zu groß ausgelegt. Damit der vorherbestimmte maximale Prozessdampfmassenstrom sich dennoch beim Betrieb der herkömmlichen Dampfturbine einstellt, ist das Frischdampfventil der herkömmlichen Dampfturbine entsprechend anzudrosseln, wodurch allerdings Einbußen der Dampfturbinenleistung hinzunehmen sind. Abhilfe schafft eine erfindungsgemäße Feinjustage der Schluck-

fähigkeit der Dampfturbine, wobei die Feinjustage auch nach Fertigstellung des Leitschaufelkranzes erfolgen kann, wodurch die Ausschussrate bei der Herstellung des Leitschaufelkranzes reduziert ist.

[0015] Zur Feinjustage der Schluckfähigkeit der Dampfturbine ist an allen Nabenkoturringabschnitten 9 und an allen Gehäusekoturringabschnitten 10 jeweils ein Zusatzmaterial vorgesehen.

[0016] Das Zusatzmaterial ist als Schichten aufgetragen und wie in Fig. 1 dargestellt, als Platten 6 ausgebildet, die als aufgeschweißte Bleche ausgeführt sind. Durch das Aufschweißen der Platten 6 kann der Strömungsquerschnitt des zu groß gebildeten Leitschaufelkranzes 1 nachträglich radial verengt werden, so dass die vorgegebene Schluckfähigkeit der Dampfturbine erreicht ist. Das sonst gemäß dem Stand der Technik notwendige Androsseln vom Frischdampfventil der Dampfturbine kann somit vermieden werden. Die Platten 6 können im Rahmen eines Nachbearbeitungsschritts angebracht werden, wodurch die Schluckfähigkeit eines etwa zu groß ausgefallenen Leitschaufelkranzes nachträglich fein justiert werden kann. Dadurch braucht der zu groß ausgefallene Leitschaufelkranz nicht verworfen zu werden, woraus sich ein Einsparungspotential bei der Herstellung der Dampfturbine ergibt.

[0017] In Fig. 2 ist als das Zusatzmaterial für jeden Schaufelkanal 5 eine Membran 7 am Nabenkoturringabschnitt 9 und eine Membran 7 am Gehäusekoturringabschnitt 10 angebracht. Die Membranen 7 sind jeweils mit ihren Rändern an den Oberflächen der unmittelbar benachbarten Axialleitschaufeln 4 festgelegt und weisen zudem je einen elastisch verformbaren mittleren Bereich auf.

[0018] An den Nabenkoturringabschnitten 9 ist je ein Aktuator 8 vorgesehen mit dem die zugeordneten Membranen 7 elastisch verformbar sind, wobei sich die Membranen 7 konvex, in radialer Richtung in die Schaufelkanäle 5 hinein erstrecken, wodurch die Schaufelkanäle 5 verengt sind und somit die Schluckfähigkeit der Dampfturbine verändert ist. Der Aktuator 8 ist vorliegend als ein Stempel ausgebildet und überträgt eine Schubkraft auf den elastischen Bereich der von dem Aktuator 8 angetriebenen Membran 7. Das Betätigen der Aktuatoren 8 erfolgt von außerhalb des Leitschaufelkranzes 1 und kann dynamisch während des Betriebs der Dampfturbine erfolgen. Wird beispielsweise die Dampfturbine im Teillastbetrieb gefahren, so ist von außen und während des laufenden Betriebs die Schluckfähigkeit der Dampfturbine fein justierbar.

Patentansprüche

1. Leitschaufelkranz (1) für eine Dampfturbine, mit Gehäusekoturringabschnitten (10), Nabenkoturringabschnitten (9) und Axialleitschaufeln (4), zwischen denen Schaufelkanäle (5) ausgebildet sind, die radial von den Gehäusekoturringabschnitten

(10) sowie den Nabenkoturringabschnitten (9) begrenzt sind,

wobei die Gehäusekoturringabschnitte (10) und/oder die Nabenkoturringabschnitte (9) an ihren den Schaufelkanälen (5) zugewandten Seiten mit einem Zusatzmaterial versehen sind, dessen radiale Erstreckung in die Schaufelkanäle (5) hinein derart dimensioniert ist, dass der Leitschaufelkranz (1) eine vorherbestimmte Schluckfähigkeit hat,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Zusatzmaterial auf den Gehäusekoturringabschnitten (10) und/oder den Nabenkoturringabschnitten (9) angeordnete Membranen (7) sind, die von außerhalb des Leitschaufelkranzes (1) betätigt radial derart verschiebbar sind, dass mit den Membranen (7) die jeweiligen Schaufelkanäle (5) unter Vorgabe der vorherbestimmten Schluckfähigkeit radial verengt sind.

2. Leitschaufelkranz gemäß Anspruch 1, wobei jede Membran (7) mit einem Aktuator (8), insbesondere einem hydraulischen Stempel, von außerhalb des Leitschaufelkranzes (1) betätigbar ist.

3. Leitschaufelkranz gemäß Anspruch 1, wobei zwischen jeder Membran (7) und dem zugeordneten Gehäusekoturringabschnitt (10) bzw. dem zugeordneten Nabenkoturringabschnitt (9) ein piezoelektrischer Aktuator angeordnet ist, mit dem am Gehäusekoturringabschnitt (10) bzw. am Nabenkoturringabschnitt (9) abgestützt die Membran (7) elektrisch von außerhalb des Leitschaufelkranzes radial verschiebbar ist.

4. Leitschaufelkranz gemäß Anspruch 2 oder 3, wobei jede Membran (7) an den Oberflächen der unmittelbar benachbarten Axialleitschaufeln (4) und/oder an dem zugeordneten Gehäusekoturringabschnitt (10) bzw. dem zugeordneten Nabenkoturringabschnitt (9) mit ihrem Rand festgelegt ist.

5. Leitschaufelkranz gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Gehäusekoturringabschnitte (10) und/oder die Nabenkoturringabschnitte (9), die das Zusatzmaterial aufweisen, ein Segment des Leitschaufelkranzes (1) umfassen.

6. Verfahren zur Feinjustage der Schluckfähigkeit eines Leitschaufelkranzes gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, mit den Schritten:

- Bereitstellen eines Leitschaufelkranzes (1) mit Gehäusekoturringabschnitten (10), Nabenkoturringabschnitten (9) und Axialleitschaufeln (4), zwischen denen Schaufelkanäle (5) ausgebildet sind, die radial von den Gehäusekoturringabschnitten (10) sowie den Nabenkoturringabschnitten (9) begrenzt sind;

- Ermitteln des Ist-Werts der Schluckfähigkeit des Leitschaufelkranzes (1);
- Vorherbestimmen eines Soll-Werts der Schluckfähigkeit des Leitschaufelkranzes (1);
- Vergleichen des Soll-Werts der Schluckfähigkeit mit dem Ist-Wert der Schluckfähigkeit;
- Vorsehen der Gehäusekonturringabschnitte (10) und/oder der Nabenkonturringabschnitte (9) an ihren den Schaufelkanälen (5) zugewandten Seiten mit einem Zusatzmaterial, das derart radial dimensioniert wird, dass die Schluckfähigkeit des Leitschaufelkranzes (1) gleich dem Soll-Wert der Schluckfähigkeit wird,

gekennzeichnet durch den Schritt:

- Vorsehen einer Membran (7) als das Zusatzmaterial, die von außerhalb des Leitschaufelkranzes (1) betätigt radial verschoben wird, wodurch die jeweiligen Schaufelkanäle (5) derart verengt werden, dass der Leitschaufelkranz (1) die vorherbestimmte Schluckfähigkeit hat.

7. Verfahren gemäß Anspruch 6, mit dem Schritt:

- Nachbearbeiten des Leitschaufelkranzes (1) mittels Auftragen einer Schicht (6, 7) als das Zusatzmaterial auf die Gehäusekonturringabschnitte (10) und/oder die Nabenkonturringabschnitte (9), wodurch die jeweiligen Schaufelkanäle (5) derart verengt werden, dass der Leitschaufelkranz (1) die vorherbestimmte Schluckfähigkeit hat.

8. Verfahren gemäß Anspruch 6, wobei das radiale Verschieben der Membran (7) mit einem Aktuator (8), insbesondere einem hydraulischen Stempel, von außerhalb des Leitschaufelkranzes (1) bewerkstelligt wird.

9. Verfahren gemäß Anspruch 6, wobei das radiale Verschieben der Membran (7) mit einem zwischen der Membran (7) und dem zugeordneten Gehäusekonturringabschnitt (10) bzw. dem zugeordneten Nabenkonturringabschnitte (9) abgestützten piezoelektrischen Aktuator bewerkstelligt wird.

Claims

1. Guide vane ring (1) for a steam turbine, having housing contour annular sections (10), hub contour annular sections (9) and axial guide vanes (4), between which are formed vane passages (5) that are delimited radially by the housing contour annular sections (10) and hub contour annular sections (9),

wherein the housing contour annular sections (10) and/or the hub contour annular sections (9) have, on that side which faces the vane passages (5), an additional material whose radial extent into the vane passages (5) is dimensioned such that the guide vane ring (1) has a predefined maximum flow rate, **characterized in that**

the additional material is in the form of membranes (7) arranged on the housing contour annular sections (10) and/or the hub contour annular sections (9), which membranes may be moved radially, being actuated from outside the guide vane ring (1), such that by means of the membranes (7) the respective vane passages (5) are narrowed in the radial direction so as to conform to the predefined maximum flow rate.

2. Guide vane ring according to Claim 1, wherein each membrane (7) may be actuated from outside the guide vane ring (1) by means of an actuator (8), in particular a hydraulic ram.

3. Guide vane ring according to Claim 1, wherein between each membrane (7) and the associated housing contour annular section (10) or the associated hub contour annular section (9) there is arranged a piezoelectric actuator by means of which, supported on the housing contour annular section (10) or the hub contour annular section (9), the membrane (7) may be moved radially by electrical means from outside the guide vane ring.

4. Guide vane ring according to Claim 2 or 3, wherein each membrane (7) is attached by means of its rim to the surfaces of the immediately adjacent axial guide vanes (4) and/or to the associated housing contour annular section (10) or the associated hub contour annular section (9).

5. Guide vane ring according to one of Claims 1 to 4, wherein the housing contour annular sections (10) and/or the hub contour annular sections (9), which have the additional material, comprise a segment of the guide vane ring (1).

6. Method for the fine adjustment of the maximum flow rate of a guide vane ring according to one of Claims 1 to 5, having the steps of:

- preparing a guide vane ring (1) having housing contour annular sections (10), hub contour annular sections (9) and axial guide vanes (4), between which are formed vane passages (5) that are delimited radially by the housing contour annular sections (10) and hub contour annular sections (9);
- determining the actual value of the maximum flow rate of the guide vane ring (1);

- predefining a setpoint value for the maximum flow rate of the guide vane ring (1);
- comparing the setpoint value for the maximum flow rate with the actual value of the maximum flow rate;
- providing the housing contour annular sections (10) and/or the hub contour annular sections (9), on that side which faces the vane passages (5), with an additional material which is radially dimensioned such that the maximum flow rate of the guide vane ring (1) is the same as the setpoint value for the maximum flow rate,

characterized by the step of:

- providing a membrane (7) as the additional material, which is moved radially, actuated from outside the guide vane ring (1), whereby the respective vane passages (5) are narrowed such that the guide vane ring (1) has the predefined maximum flow rate.

7. Method according to Claim 6, having the step of:

- finishing the guide vane ring (1) by applying a layer (6, 7) as the additional material to the housing contour annular sections (10) and/or the hub contour annular sections (9), whereby the respective vane passages (5) are narrowed such that the guide vane ring (1) has the predefined maximum flow rate.

8. Method according to Claim 6, wherein moving the membrane (7) radially is effected by means of an actuator (8), in particular a hydraulic ram, from outside the guide vane ring (1).

9. Method according to Claim 6, wherein moving the membrane (7) radially is effected by means of a piezoelectric actuator supported between the membrane (7) and the associated housing contour annular section (10) or the associated hub contour annular section (9).

Revendications

1. Couronne (1) d'aube directrice pour une turbine à vapeur, comprenant des parties (10) annulaires de contour de carcasse, des parties (9) annulaires de contour de moyeu et des aubes (4) directrices axiales, entre lesquelles sont formés des canaux (5) d'aube, qui sont délimités radialement par les parties (10) annulaires de contour de carcasse ainsi que par les parties (9) annulaires de contour de moyeu, dans laquelle les parties (10) annulaires de contour de carcasse et/ou les parties (9) annulaires de contour de moyeu sont pourvues, sur leurs côtés tournés

vers les canaux (5) d'aube, d'un matériau supplémentaire, dont l'étendue radiale allant dans les canaux (5) d'aube est dimensionnée de manière à ce que la couronne (1) d'aube directrice ait un débit défini à l'avance,

caractérisée en ce que

le matériau supplémentaire est des membranes (7), qui sont disposées sur les parties (10) annulaires de contour de carcasse et/ou sur les parties (9) annulaires de contour de moyeu et qui, en étant actionnées de l'extérieur de la couronne (1) d'aube directrice, peuvent être déplacées radialement, de manière à rétrécir radialement, par les membranes (7), les canaux (5) d'aube respectifs, en respectant le débit défini à l'avance.

2. Couronne d'aube directrice suivant la revendication 1, dans laquelle chaque membrane (7) peut être actionnée par un actionneur (8), notamment par un vérin hydraulique, de l'extérieur de la couronne (1) d'aube directrice.

3. Couronne d'aube directrice suivant la revendication 1, dans laquelle il est monté, entre chaque membrane (7) et la partie (10) annulaire de contour de carcasse associée ou la partie (9) annulaire de contour de moyeu associée, un actionneur piézoélectrique par lequel, appuyée sur la partie (10) annulaire de contour de carcasse ou sur la partie (9) annulaire de contour de moyeu, la membrane (7) peut être déplacée radialement, électriquement, de l'extérieur de la couronne d'aube directrice.

4. Couronne d'aube directrice suivant la revendication 2 ou 3, dans laquelle chaque membrane (7) est fixée par son bord aux surfaces des aubes (4) directrices axiales immédiatement voisines et/ou à la partie (10) annulaire de contour de carcasse associée ou à la partie (9) annulaire de contour de moyeu associée.

5. Couronne d'aube directrice suivant l'une des revendications 1 à 4, dans laquelle les parties (10) annulaires de contour de carcasse et/ou les parties (9) annulaires de contour de moyeu, qui ont le matériau supplémentaire, comprennent un segment de la couronne (1) d'aube directrice.

6. Procédé d'ajustage fin du débit d'une couronne d'aube directrice suivant l'une des revendications 1 à 5, comprenant les stades :

- on se procure une couronne (1) d'aube directrice, ayant des parties (10) annulaires de con-

- tour de carcasse, des parties (9) annulaires de contour de moyeu et des aubes (4) directrices axiales, entre lesquelles sont formés des canaux (5) d'aube, qui sont délimités radialement par les parties (10) annulaires de contour de carcasse ainsi que par les parties (9) annulaires de contour de moyeu, 5
- on détermine la valeur réelle du débit de la couronne (1) d'aube directrice,
 - on définit à l'avance une valeur de consigne du débit de la couronne (1) d'aube directrice, 10
 - on compare la valeur de consigne du débit à la valeur réelle du débit,
 - on munit les parties (10) annulaires du contour de carcasse et/ou les parties (9) annulaires du contour du moyeu, sur leurs côtés tournés vers les canaux (5) d'aube, d'un matériau supplémentaire, dimensionné radialement de manière à ce que le débit de la couronne (1) d'aube directrice soit égal à la valeur de consigne du débit, **caractérisé par** le stade : 20
 - on prévoit une membrane (7) comme matériau supplémentaire, qui, actionnée de l'extérieur de la couronne (1) d'aube directrice, est déplacée radialement, de sorte que les canaux (5) d'aube respectifs sont rétrécis, de manière à ce que la couronne (1) d'aube directrice ait le débit défini à l'avance. 25
7. Procédé suivant la revendication 6, comprenant le stade : 30
- on retraite la couronne (1) d'aube directrice au moyen d'un dépôt d'une couche (6, 7) comme matériau supplémentaire sur les parties (10) annulaires du contour de la carcasse et/ou sur les parties (9) annulaires du contour du moyeu, de sorte que les canaux (5) d'aube respectifs sont rétrécis, de manière à ce que la couronne (1) d'aube directrice ait le débit défini à l'avance. 40
8. Procédé suivant la revendication 6, dans lequel on réalise le déplacement radial de la membrane (7) par un actionneur (8), notamment par un vérin hydraulique, de l'extérieur de la couronne (1) d'aube directrice. 45
9. Procédé suivant la revendication 6, dans lequel on réalise le déplacement radial de la membrane (7) par un actionneur piézoélectrique, appuyé entre la membrane (7) et la partie (10) annulaire de contour de la carcasse associée ou les parties (9) annulaires du contour du moyeu associées. 50

55

FIG 1

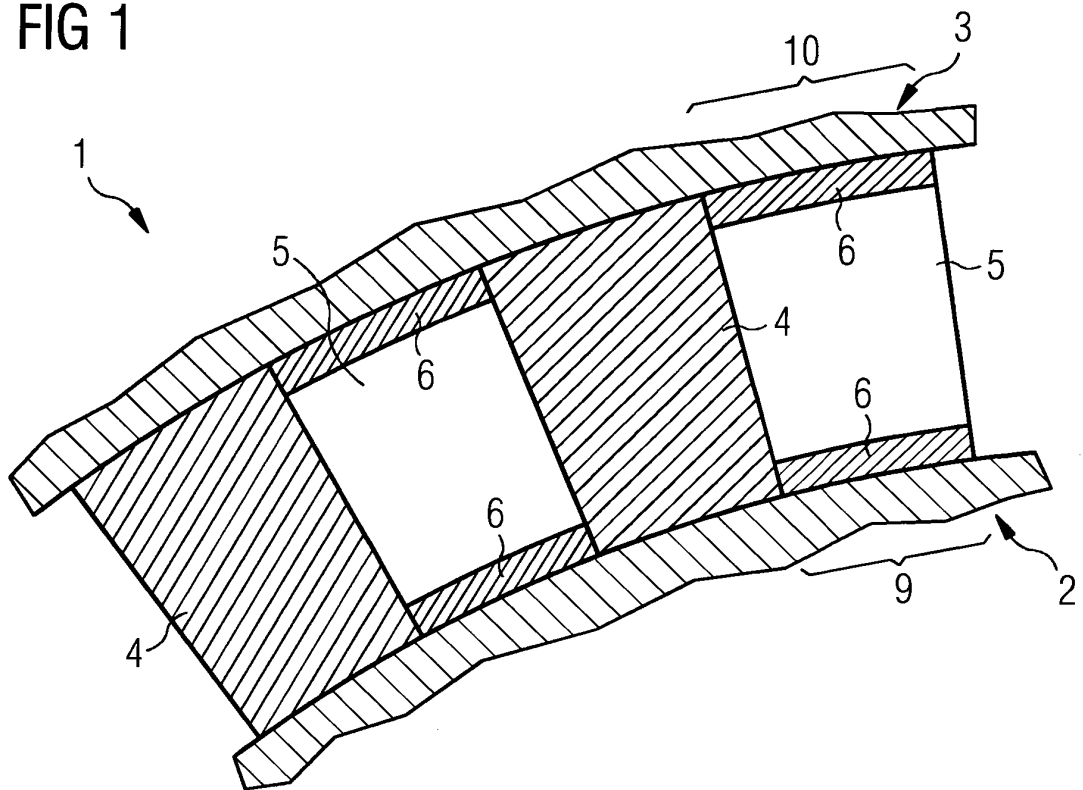
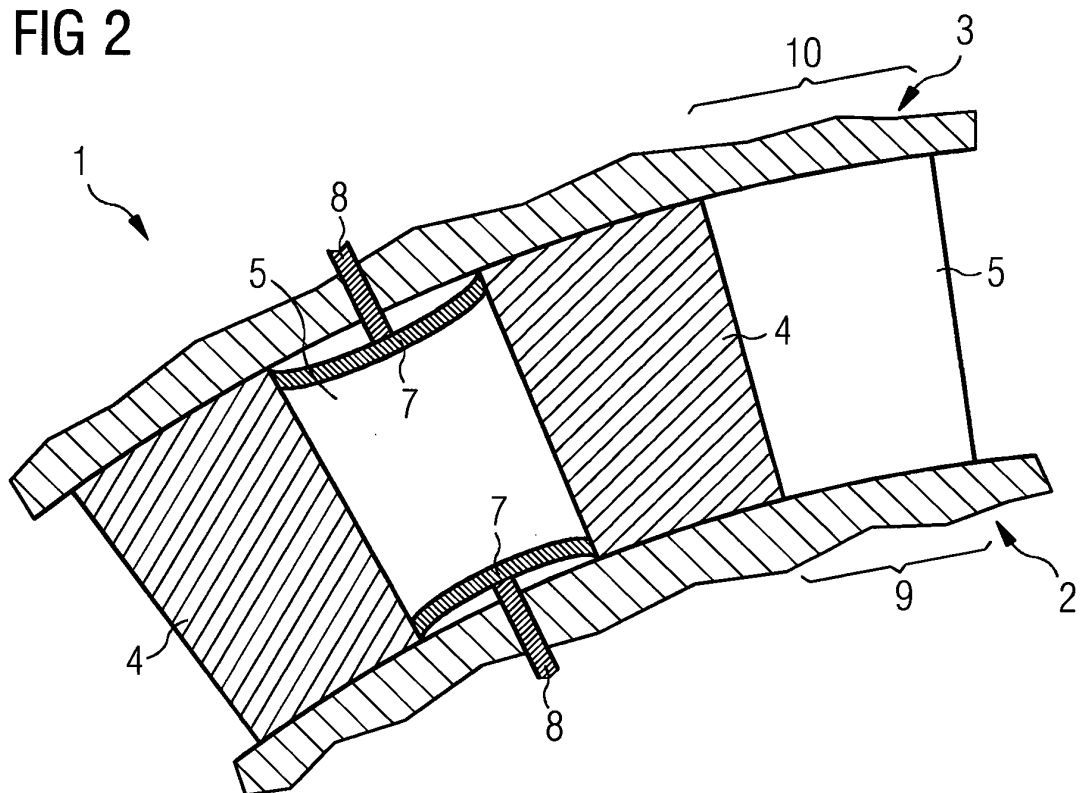


FIG 2



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 4664594 A [0003]