



(11) **EP 3 640 433 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**22.04.2020 Patentblatt 2020/17**

(51) Int Cl.:  
**F01D 5/22<sup>(2006.01)</sup> F01D 5/34<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **19200724.3**

(22) Anmeldetag: **01.10.2019**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**KH MA MD TN**

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**  
**80333 München (DE)**

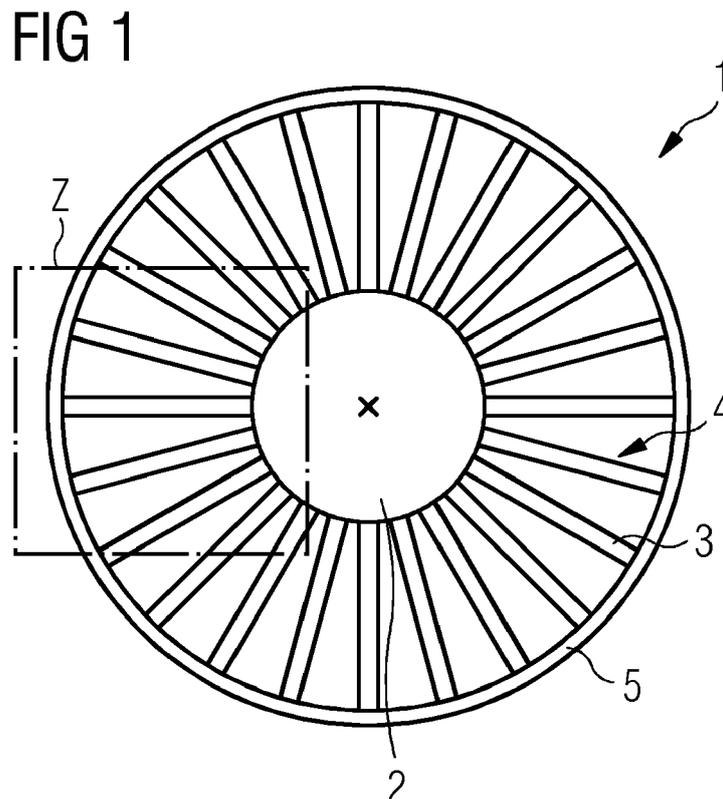
(72) Erfinder:  
• **Preibisch, Stefan**  
**02828 Görlitz (DE)**  
• **Schöneich, Matthias**  
**02827 Görlitz (DE)**

(30) Priorität: **15.10.2018 DE 102018217597**

(54) **REGELRADANORDNUNG FÜR EINE DAMPTURBINE SOWIE VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINER REGELRADANORDNUNG**

(57) Die Erfindung betrifft eine Regelradanordnung (1) für eine Dampfturbine umfassend eine Turbinenwelle (2) sowie ein mit der Turbinenwelle (2) drehfest verbundenes und eine Vielzahl von Laufschaufeln (3) umfas-

sendes Regelrad (4). Das Regelrad (4) ist dabei einstückig mit der Turbinenwelle (2) ausgebildet. Ferner umfasst die Erfindung Verfahren zum Herstellen einer solchen Regelradanordnung (1).



**EP 3 640 433 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Regelradanordnung für eine Dampfturbine nach dem Oberbegriff des unabhängigen Patentanspruchs 1. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Herstellen einer Regelradanordnung nach den unabhängigen Patentansprüchen 5 und 6.

**[0002]** Eine Dampfturbine besteht in der Regel aus mehreren Turbinenstufen, die sich jeweils aus einem Kranz von Leit- und Laufschaufeln zusammensetzen. Die Laufschaufeln sind am Rotor befestigt. Die Leit-schaufeln sind an der Innenseite des Gehäuses oder an einem speziellen Leitschaufelträger angeordnet. Die Regelung der Turbinenleistung erfolgt durch eine Regelung der zugeführten Dampfmenge mittels Stellventilen. Bei Turbinen mit einem großen Regelbereich, wird der ersten Turbinenstufe eine Regelradanordnung vorgeschaltet. Bei der Regelradanordnung handelt es sich um eine spezielle Gleichdruckstufe. Das Regelrad bzw. die Laufbeschaukelung der Regelradanordnung wird auch als Aktionsrad oder als A-Rad bezeichnet, wenn das Laufrad einkränzig ausgebildet ist und als Curtisrad, wenn das Laufrad zweikränzig ausgebildet ist. Es ist bekannt, dass die Laufschaufeln des Laufrades, insbesondere die des Regelrades, der Regelstufe einer Dampfturbine zusammen mit dem Deckband aus dem Vollen gefräst sind und ggf. zusätzlich im Deckbandbereich mit seitlich eingestemten Dämpfungsdrähten für optimale Schwingungsdämpfung versehen sind. Die Deckbänder der Laufschaufeln vermeiden Spaltverluste an der Laufschaufelspitze und erhöhen dadurch den Wirkungsgrad der Dampfturbine. Der radiale Spalt zwischen dem Deckband und dem Dampfturbinengehäuse bzw. dem Leitschaufelträger ist mit einem Labyrinth abgedichtet, um die Spaltverluste zu minimieren.

**[0003]** Die Befestigung der Laufschaufeln des Regelrades an der Turbinenwelle erfolgt vorzugsweise durch eine Fuß/Nut-Verbindung. Je nach mechanischer Beanspruchung stehen für die Befestigung der Laufschaufeln des Regelrades an der Turbinenwelle verschiedene Fuß/Nut-Verbindungen wie beispielsweise Hammerkopf-, Doppelhammerkopf-, Schwalbenschwanz-, Tannenbaum- oder Steckfüße bzw. T-Fuß/Nut-Verbindungen zur Verfügung. Die Turbinenwelle ist dabei mit Nuten mit entsprechenden Hinterschneidungen versehen, in die daran angepasste Füße an den Laufschaufeln eingeführt werden.

**[0004]** Die Laufschaufeln des Regelrades sind funktionsbedingt hohen Fliehkraftbeanspruchungen ausgesetzt. Zur Erzielung eines hohen Wirkungsgrades der Dampfturbine weisen diese eine möglichst hohe Abströmfläche auf. Das bedeutet, dass die Laufschaufeln des Regelrades vorzugsweise große Schauffellängen haben. Gleichzeitig sind die Laufschaufeln jedoch größeren Druckdifferenzen unterlegen, die die maximale Laufschauffellänge wiederum begrenzen. Für übliche Anwendungen kommen daher hochfeste Stähle zur Anwen-

5 dung. Wo diese aus Gründen der Fliehkraftbeanspruchung nicht mehr einsetzbar sind, werden Titanschaufeln verwendet, die aufgrund der geringeren Dichte auch geringere Fliehkraftbeanspruchungen erfahren. Allerdings sind diese Schaufeln wesentlich teuer als Stahlschaufeln und auch hinsichtlich ihrer maximalen Einsatztemperaturen begrenzt.

**[0005]** Da die Dampfeinsatzparameter vor der Regelradanordnung einer Dampfturbine stets größer werden und die Rotationsgeschwindigkeit des Regelrades der Regelradanordnung ebenfalls stetig zunimmt, sind die derzeit verwendeten Fuß/Nut-Verbindungen der Regelradanordnung zum Teil überbeansprucht. Aufgrund der höheren Zentrifugalkräfte und den erhöhten Dampfkräften können die Spannungen in den Fuß/Nut-Verbindungen des Regelrades häufig größer als akzeptabel sein. Die derzeit bekannten Ausführungsformen des Regelrades basieren auf einer einstückigen Ausführung der Laufschaufeln und des Deckbandes, wobei die Laufschaufeln über konventionelle Fuß/Nut-Verbindungen wie beispielsweise Tannenbaumfußverbindungen, mit der Turbinenwelle verbunden sind.

**[0006]** Im Falle eines hochbeanspruchten Regelrades können zwei oder drei Laufschaufeln ein Laufradsegment bilden. Hierdurch kann die Anzahl der Füße für die Fuß/Nut-Verbindung optimiert werden, um eine höhere Beanspruchung zu ermöglichen. Um eine höhere Rotationsgeschwindigkeit zu ermöglichen, kann der Mittendurchmesser des Regelrades verringert werden, um eine reduzierte Spannungsbeanspruchung zu erzielen. Dies führt aber zu höheren axialen Kräften, welche größere Axiallager erfordert. Gleichzeitig wird das Leistungsvermögen der Dampfturbine reduziert.

**[0007]** Um eine höhere Beanspruchbarkeit des Regelrads zu ermöglichen, schlägt die DE 10 2010 007 335 A1 vor, die Laufschaufeln, das Deckband und die Füße des Regelrades monolithisch mittels Funkenerodieren und/oder spanend aus einem einzigen Werkstück herzustellen, wobei die Füße des Laufrades einen T-förmigen Querschnitt aufweisen. Das Regelrad bildet dabei einen geschlossenen Ring und ermöglicht hierdurch dass das Regelrad höheren Beanspruchungen standhält. Eine derartige Ausbildung des Regelrades erfordert jedoch eine sehr genaue Fertigung, damit sämtliche Nut- und Fußverbindungen sauber ineinandergreifen. Außerdem ist weiterhin die Ausbildung der T-förmigen Nuten notwendig, welche aufwändig einzeln auszubilden sind und eine Schwächung der Welle darstellen.

**[0008]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Regelradanordnung für eine Dampfturbine bereitzustellen, die einfach, sicher und günstig herzustellen ist, und die hohen Dampfeinlassparametern sowie hohen Rotationsgeschwindigkeiten standhält. Des Weiteren ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Herstellen einer solchen Regelradanordnung bereitzustellen.

**[0009]** Die Aufgabe wird hinsichtlich der Regelradanordnung durch die Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs 1 gelöst. Hinsichtlich des Verfahrens wird die

Erfindung durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche 5 und 6 gelöst.

**[0010]** Weitere Vorteile der Erfindung, die einzeln oder in Kombination miteinander einsetzbar sind, sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0011]** Die erfindungsgemäße Regelradanordnung für eine Dampfturbine, umfassend eine Turbinenwelle sowie ein mit der Turbinenwelle drehfest verbundenes und eine Vielzahl von Laufschaufeln umfassendes Regelrad zeichnet sich dadurch aus, dass das Regelrad einstückig mit der Turbinenwelle ausgebildet ist.

**[0012]** Durch die einstückige Ausbildung von Regelrad und Turbinenwelle entfällt die sonst übliche Fuß/Nut-Verbindung. Durch die einstückige Ausbildung ist die Wellen/Schaufel-Verbindung nicht mehr begrenzend für die Belastbarkeit des Regelrades. Somit kann die Drehzahl deutlich gesteigert werden, wodurch die Leistung der durch die Turbine angetriebenen Maschine ebenfalls gesteigert werden kann. Die Maschinen eines Stanges (z. B. Dampfturbine und Verdichter) sind hierdurch besser aufeinander abgestimmt und laufen in ihrem optimalen Betriebspunkt.

**[0013]** Durch die einstückige Ausbildung des Regelrads mit der Turbinenwelle ist eine axiale Sicherung des Regelrads auf der Turbinenwelle nicht mehr notwendig. Ein derartiges Regelrad ermöglicht auch, dass ein größerer Ausgleichskolben an der Turbinenwelle eingesetzt werden kann, da ein aufwändiges und platzbenötigendes Verbohren entfällt. Dementsprechend können vorteilhafterweise die Axiallager an der Turbinenwelle, aufgrund der geringeren Axialkräfte, kleiner ausgebildet werden. Die erfindungsgemäße Regelradanordnung besitzt gegenüber den bisherigen Regelradanordnungen deutliche Kostenvorteile, da die einzelnen Schaufeln nicht mehr einzeln gefertigt und manuell in die Welle eingebracht werden müssen.

**[0014]** Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Laufschaufeln des Regelrades mittels eines spanenden Fertigungsverfahrens, insbesondere Fräsen ausgebildet sind. Das spanende Verfahren ermöglicht eine besonders einfache und preiswerte Möglichkeit der Ausbildung der einzelnen Schaufel im Regelrad. Zur Verbesserung der Oberflächenqualität kann eine Nachbearbeitung beispielsweise mittels Schleifen, Polieren oder Rolieren erfolgen.

**[0015]** Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass das Regelrad mit einem Deckband versehen ist, welches einstückig mit dem Regelrad ausgebildet ist. Durch die einstückige Ausbildung von Regelrad und Deckband entfällt eine nachträgliche Montage des Deckbands an den einzelnen Laufschaufeln des Regelrads. Die einstückige Ausbildung sorgt für eine besonders steife Ausführung des Regelrads. Das Deckband verbindet die freien Enden der Laufschaufel miteinander, wodurch diese gegen Schwingungen stabilisiert und axial abgedichtet werden.

**[0016]** Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass das Regelrad mit einem Deckband versehen

ist, welches stoff- und/oder formschlüssig mit dem Regelrad verbunden ist. Das separate ausbilden von Regelrad und Deckband kann u. U. fertigungstechnisch einfacher erfolgen. Durch das fehlende Deckband können insbesondere die Laufschaufeln einfacher mittels eines spanenden Fertigungsverfahrens aus dem Turbinenwellenrohling ausgebildet werden. Das Befestigen des Deckbands mittels einer stoff- und/oder formschlüssigen Verbindung an den Enden der Laufschaufel des Regelrads kann danach auf einfache Weise erfolgen.

**[0017]** Ein erstes erfindungsgemäßes Verfahren zum Herstellen einer Regelradanordnung zeichnet sich durch die folgenden Verfahrensschritte aus:

- Herstellen eines Turbinenwellenrohlings mittels Gießen oder Schmieden;
- Ausbilden des Regelrads aus dem Turbinenwellenrohling durch spanende Bearbeitung, insbesondere Fräsen.

**[0018]** Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird bereits beim Herstellen des Turbinenwellenrohlings berücksichtigt, dass das Regelrad einstückig mit der Turbinenwelle ausgebildet ist. Der Turbinenwellenrohling weist hierzu an der entsprechenden Stelle eine Materialzugabe beispielsweise in Form eines entsprechenden Absatzes auf. Hieraus werden anschließend durch spanende Bearbeitung des Turbinenwellenrohlings die einzelnen Laufschaufeln herausgearbeitet. Dabei erfolgt die spanende Bearbeitung derart, dass die Laufschaufelenden mit dem Deckband einstückig ausgebildet werden. Somit ist das Regelrad samt Deckband integraler Bestandteil der Turbinenwelle. Hierdurch kann das Regelrad deutlich stärker beansprucht werden, da die limitierende Wellen-/Nutverbindung vollständig entfällt. Die Regelradanordnung ist somit für deutlich höhere Drehzahlen, als auch für deutlich höhere Dampfparameter geeignet, wodurch sich der Gesamtwirkungsgrad der Turbomaschine steigern lässt. Durch die einstückige Ausbildung des Regelrads mit der Turbinenwelle ergeben sich deutliche Kostenvorteile. Des Weiteren vereinfacht sich die Montage, da die Turbinenwelle nicht einzeln mit den Laufschaufeln bestückt werden muss.

**[0019]** Ein zweites erfindungsgemäßes Verfahren zum Herstellen einer Regelradanordnung umfasst die folgenden Verfahrensschritte:

- Herstellen eines Turbinenrotorrohlings mittels Gießen oder Schmieden;
- Ausbilden des Regelrads aus dem Turbinenwellenrohling durch spanende Verarbeitung insbesondere Fräsen;
- Montage des Deckbandes auf dem Regelrad durch eine stoff- und/oder formschlüssige Verbindung.

**[0020]** Auch bei dem zweiten erfindungsgemäßen Verfahren ist das Regelrad wieder einstückig mit der Turbinenwelle ausgebildet. Hierdurch ergeben sich wiederum

die bereits beschriebenen Vorteile, insbesondere der Wegfall der begrenzenden Wellen/Nutverbindung, wodurch deutliche höhere Belastungen ertragbar sind. Das Deckband wird bei diesem Verfahren nachträglich durch eine stoff- und/oder formschlüssige Verbindung, beispielsweise durch Schweißen oder Nieten oder durch additive Fertigungsverfahren aufgedruckt, aufgebracht und verbindet die freien Enden der Laufschaufel miteinander, wodurch diese gegen Schwingungen stabilisiert und axial abgedichtet werden.

**[0021]** Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass durch die erfindungsgemäße Regelradanordnung sowie durch die erfindungsgemäßen Verfahren zum Herstellen einer solchen Regelradanordnung eine Regelradanordnung geschaffen wird, die im Vergleich zu den bekannten Ausführungsformen deutlich höhere Kräfte bzw. Belastungen stand hält. Durch die einstückige Ausbildung des Regelrads mit der Turbinenwelle entfällt die bislang begrenzende Wellenschaufelverbindung. Gleichzeitig ergeben sich durch die einstückige Ausbildung Kostenvorteile sowie Vorteile hinsichtlich der Montage.

**[0022]** Nachfolgend werden weitere Vorteile der Erfindung anhand der Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

- FIG 1 eine Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Regelradanordnung;
- FIG 2 eine Detailansicht Z der erfindungsgemäßen Regelradanordnung aus FIG 1;
- FIG 3 einen Axialschnitt durch eine Laufschaufel einer erfindungsgemäßen Regelradanordnung nach einem zweiten Ausführungsbeispiel.

**[0023]** Die Zeichnungen stellen jeweils nur schematische Darstellungen der Erfindung dar, die nicht zwangsläufig maßstabgerecht sein müssen. Dabei werden nur die für die Erfindung wesentlichen Bauteile gezeigt. Gleiche bzw. funktionsreiche Bauteile sind figurübergreifend mit denselben Bezugszeichen versehen.

**[0024]** FIG 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel einer Regelradanordnung 1 für eine Dampfturbine in einer Seitenansicht. Die Regelradanordnung 1 umfasst eine Turbinenwelle 2 sowie ein mit der Turbinenwelle 2 drehfest verbundenes und eine Vielzahl von Laufschaufeln 3 umfassendes Regelrad 4. Das Regelrad 4 ist dabei einstückig mit der Turbinenwelle 2 ausgebildet. Dabei sind die einzelnen Laufschaufeln 3 des Regelrads 4 mittels eines spanenden Fertigungsverfahrens, beispielsweise Fräsen, aus einem Turbinenwellenrohling hergestellt. Durch die einstückige Ausbildung des Regelrads 4 entfällt die sonst notwendige Fuß/Nut-Verbindung, die üblicherweise für die Begrenzung der Belastbarkeit des Regelrads 4 verantwortlich ist. Durch die einstückige Ausbildung von Regelrad 4 und der Turbinenwelle 2 entfallen das aufwändige Herstellen der Nuten in der Turbinenwelle und das ebenfalls sehr aufwändige Herstellen der Schaufelfußprofile an den einzelnen Laufschaufeln 3.

Zudem ist keine manuelle Montage der einzelnen Laufschaufeln 3 in der jeweils zugehörigen Nut in der Turbinenwelle 2 notwendig, wodurch sich die Fertigungs- und Montagezeiten deutlich verringern. Das Regelrad 4 der Regelradanordnung 1 umfasst weiterhin ein Deckband 5. Das Deckband 5 verbindet die freien Enden der Laufschaufeln 3 miteinander, wodurch diese gegen Schwingungen stabilisiert werden. Des Weiteren dichtet das Deckband den Spalt zwischend dem Regelrad 4 und dem Turbinegehäuse ab. Hierzu sind im Deckband üblicherweise Dichtspitzen angebracht. Das Deckband 5 ist in einem ersten Ausführungsbeispiel einstückig mit dem Regelrad 4 ausgebildet. Hierdurch ergibt sich eine besonders steife Verbindung der Laufschaufelenden mit dem Deckband 5. Ein nachträgliches zeitaufwändiges Aufbringen des Deckbandes 5 entfällt.

**[0025]** FIG 2 zeigt das Detail Z aus FIG 1. Aus der Detailansicht wird noch einmal die einstückige Ausbildung der Regelradanordnung 1, umfassend das Regelrad 4, die Turbinenwelle 2 sowie das Deckband 5 deutlich. Die einstückige Ausbildung der Regelradanordnung wird erreicht, indem zunächst ein Turbinenwellenrohling mittels Gießen oder Schmieden hergestellt wird, wobei bei der Herstellung direkt eine entsprechende Materialzugabe beispielsweise in Form eines Absatzes vorgesehen ist. Anschließend wird das Regelrad 4 mit den einzelnen Laufschaufeln 3 und ggf. dem Deckband 5 durch spanende Bearbeitung, beispielsweise Fräsen, ausgebildet. Um eine höhere Oberflächenqualität zu erzielen kann nach dem Fräsen eine weitere Bearbeitung der Oberflächen beispielsweise ein Schleifen, Polieren oder Rolieren durchgeführt werden. Das Ausbilden der einzelnen Laufschaufeln 3 aus dem Turbinenwellenrohling kann auf sehr einfache Weise erfolgen. Da das aufwändige Ausbilden der Nuten in der Turbinenwelle 2 und das Ausbilden der Schaufelfüße an den einzelnen Laufschaufeln 3 entfällt, vereinfacht sich die Herstellung erheblich, dies geht mit deutlichen Kosteneinsparungen und einer deutlich verringerten Montagezeit einher. Dadurch dass keine Nut/Fuß-Verbindung erforderlich ist, ist das Regelrad 4 bzw. die Regelradanordnung 1 für wesentliche höhere Drehzahlen und Dampfeingangsparameter geeignet. Hierdurch kann der Wirkungsgrad der Dampfturbine deutlich gesteigert werden.

**[0026]** FIG 3 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel einer Regelradanordnung 1. Die Abbildung zeigt dabei einen radialen Schnitt durch eine Laufschaufel 3. Das Deckband 5 ist hierbei nicht einstückig mit dem Regelrad 4 bzw. den Laufschaufeln 3 ausgebildet, sondern nachträglich mittels einer stoff- und/oder formschlüssigen Verbindung mit dem Regelrad 4 verbunden. Durch die zweiteilige Ausbildung wird der Fräsvorgang für die Laufschaufeln 3 vereinfacht. Das Aufbringen des Deckbandes 5 kann anschließend auf einfache Weise erfolgen. Als stoffschlüssige Verbindung ist beispielsweise ein Hartlöten oder Schweißen geeignet. Im Ausführungsbeispiel nach FIG 3 erfolgt die Befestigung mittels eines formschlüssigen Übergangs an den Laufschaufelenden.

Hierzu ist das Deckband 5 gestuft ausgebildet und auf die freien Enden der Laufschaufeln 3 aufgeschraubt.

**[0027]** Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die erfindungsgemäße Regelradanordnung 1 für eine Dampfturbine mit der einstückigen Ausbildung von Regelrad 4 und Turbinenwelle 2 deutliche Vorteile gegenüber der aus dem Stand der Technik bekannten Regelradanordnungen aufweist. Neben der deutlich höheren Belastbarkeit der Regelradanordnung 1 ergeben sich zusätzlich deutliche Vereinfachungen bei der Herstellung und der Montage. Hierdurch ergeben sich zusätzlich zu der höheren Belastbarkeit deutliche Kostenvorteile.

gießen oder schmieden;

- Ausbilden des Regelrades (4) aus dem Turbinenrotorrohlings durch spanende Bearbeitung, insbesondere Fräsen;

- Montage des Deckbandes (5) auf dem Regelrad (4) durch eine stoff- und/oder formschlüssig Verbindung.

## Patentansprüche

1. Regelradanordnung (1) für eine Dampfturbine, umfassend einen Turbinenrotor (2) sowie ein mit dem Turbinenrotor (2) drehfest verbundenes und eine Vielzahl von Turbinenschaufeln (3) umfassendes Regelrad (4),  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das Regelrad (4) einstückig mit dem Turbinenrotor (2) ausgebildet ist. 20
2. Regelradanordnung (1) nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Turbinenschaufeln (3) des Regelrades (4) mittels eines spanenden Fertigungsverfahrens, insbesondere Fräsen, ausgebildet sind. 25 30
3. Regelradanordnung (1) nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das Regelrad (4) mit einem Deckband (5) versehen ist, welches einstückig mit dem Regelrad (4) ausgebildet ist. 35
4. Regelradanordnung (1) nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das Regelrad (4) mit einem Deckband (5) versehen ist, welches stoff- und/oder formschlüssig mit dem Regelrad (4) verbunden ist. 40
5. Verfahren zum Herstellen einer Regelradanordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, umfassend die folgenden Verfahrensschritte: 45
  - Herstellen eines Turbinenrotorrohlings mittels gießen oder schmieden;
  - Ausbilden des Regelrades (4) aus dem Turbinenrotorrohlings durch spanende Bearbeitung, insbesondere Fräsen. 50
6. Verfahren zum Herstellen einer Regelradanordnung (1) nach Anspruch 4, umfassend die folgenden Verfahrensschritte: 55
  - Herstellen eines Turbinenrotorrohlings mittels

FIG 1

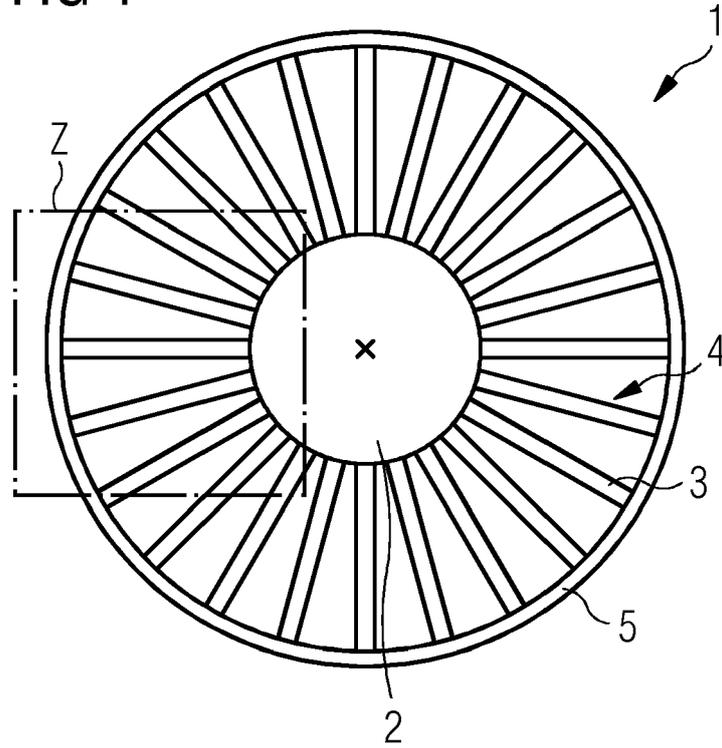


FIG 2

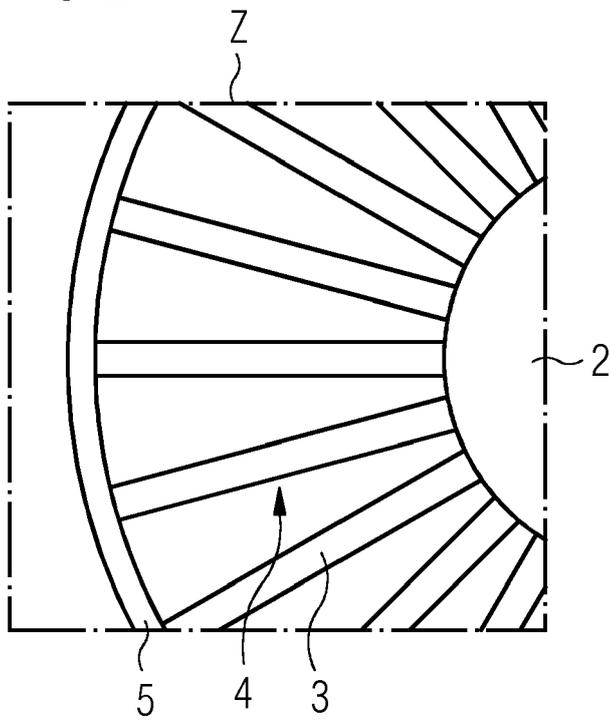
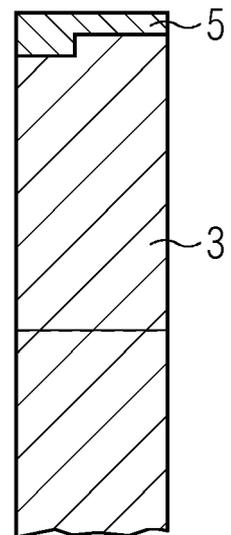


FIG 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 19 20 0724

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE				
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)	
X	US 2015/354374 A1 (HOFER DOUGLAS CARL [US] ET AL) 10. Dezember 2015 (2015-12-10)	1-3,5	INV. F01D5/22 F01D5/34	
Y	* Absätze [0020], [0021]; Abbildungen 1,2 *	4,6		
-----				
X	US 2015/098802 A1 (FARINEAU THOMAS JOSEPH [US] ET AL) 9. April 2015 (2015-04-09)	1-3,5		
Y	* Absätze [0007], [0008], [0021]; Abbildung 2 *	4,6		
-----				
Y	DE 198 58 702 A1 (MTU MUENCHEN GMBH [DE]) 29. Juni 2000 (2000-06-29)	4,6		
-----				
A	DE 10 2009 052305 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 12. Mai 2011 (2011-05-12)	1,5		
-----				
A	DE 10 2016 119681 A1 (ABB TURBO SYSTEMS AG [CH]) 19. April 2018 (2018-04-19)	1,5		
-----				
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)	
			F01D	
-----				
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt				
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>6. Februar 2020</b>	Prüfer <b>Pileri, Pierluigi</b>	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze		
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist		
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument		
A : technologischer Hintergrund		L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument		
O : nichtschriftliche Offenbarung		.....		
P : Zwischenliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 19 20 0724

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

06-02-2020

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2015354374 A1	10-12-2015	BR 112016028799 A2	22-08-2017
		CN 107075957 A	18-08-2017
		EP 3152403 A1	12-04-2017
		JP 2017526846 A	14-09-2017
		US 2015354374 A1	10-12-2015
		US 2019128126 A1	02-05-2019
		WO 2015191330 A1	17-12-2015
US 2015098802 A1	09-04-2015	CH 708704 A2	15-04-2015
		DE 102014114245 A1	09-04-2015
		JP 2015075108 A	20-04-2015
		US 2015098802 A1	09-04-2015
DE 19858702 A1	29-06-2000	AT 239575 T	15-05-2003
		DE 19858702 A1	29-06-2000
		EP 1140417 A1	10-10-2001
		ES 2197705 T3	01-01-2004
		JP 4834222 B2	14-12-2011
		JP 2002532262 A	02-10-2002
		US 6616408 B1	09-09-2003
		WO 0037210 A1	29-06-2000
DE 102009052305 A1	12-05-2011	DE 102009052305 A1	12-05-2011
		WO 2011054342 A1	12-05-2011
DE 102016119681 A1	19-04-2018	DE 102016119681 A1	19-04-2018
		WO 2018069552 A1	19-04-2018

EPO FORM P0461

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

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 102010007335 A1 [0007]