



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
25.03.2015 Patentblatt 2015/13

(51) Int Cl.:
F01D 5/16 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13185760.9**

(22) Anmeldetag: **24.09.2013**

(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

(72) Erfinder:
 • **Deister, Frank, Dr.**
47877 Willich (DE)
 • **Förster, Ingo**
45468 Mülheim/Ruhr (DE)
 • **Hecker, Simon, Dr.**
45657 Recklinghausen (DE)
 • **Musch, Christian, Dr.**
45259 Essen (DE)

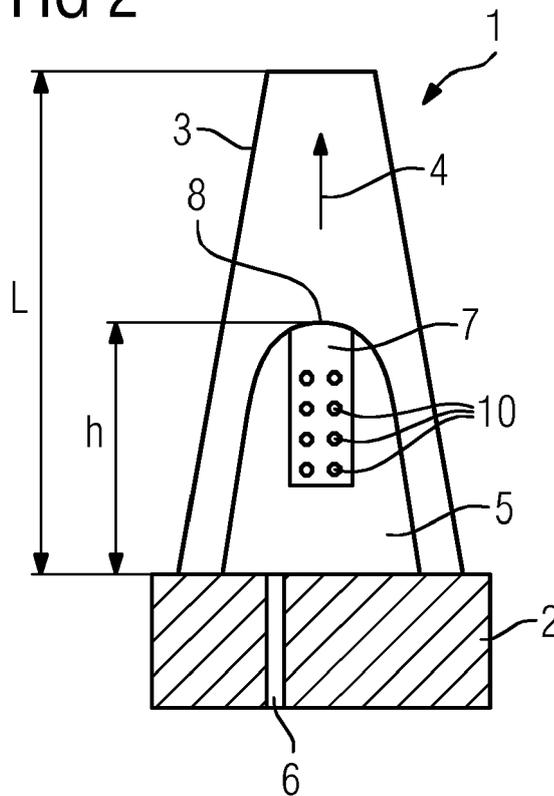
(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(54) **Schaufel für eine Strömungsmaschine**

(57) Die Erfindung betrifft eine Schaufel (1) für eine Strömungsmaschine, wobei die Schaufel (1) ein Schaufelblatt (3) und ein Schaufelfuß (2) umfasst und im Schau-

felblatt (3) ein Hohlraum (5) mit einer viskosen Flüssigkeit angeordnet ist, um Schwingungen der Schaufel (1) während des Betriebes zu dämpfen.

FIG 2



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schaufel für eine Strömungsmaschine umfassend einen Schaufelfuß und ein in einer Längsrichtung ausgebildetes Schaufelblatt.

[0002] Unter einer Strömungsmaschine wird beispielsweise eine Dampfturbine verstanden, die sich durch einen drehbar gelagerten Rotor und ein um den drehbar gelagerten Rotor angeordnetes Gehäuse auszeichnet. Ein weiteres Beispiel für eine Strömungsmaschine ist ein Verdichter oder eine Gasturbine.

[0003] Eine Dampfturbine als Ausführungsform einer Strömungsmaschine ist zum Umwandeln von thermischer Energie eines Dampfes in Rotationsenergie eines Rotors ausgebildet. Dazu strömt Dampf über Einströmstutzen durch einen durch Leit- und Laufschaufeln ausgebildeten Strömungskanal. Die Laufschaufeln sind hierbei auf der Rotoroberfläche fest angeordnet. Die Leit-
 schaufeln sind am Innengehäuse angeordnet. Im Betrieb müssen die Schaufeln hohen thermischen Beanspruchungen standhalten. Des Weiteren tauchen während des Betriebs störende Schwingungen auf, die zu Schädigungen an den Schaufeln führen können.

[0004] Es sind Maßnahmen bekannt, störende Schwingungen der Schaufeln zu vermeiden. So ist es beispielsweise bekannt, die Schaufeln mechanisch über Deckbänder oder über sogenannte Snubber mechanisch miteinander zu koppeln, um somit Schwingungen wirksam zu vermeiden.

[0005] Die Erfindung hat es sich zur Aufgabe gemacht, eine Schaufel anzugeben, die im Betrieb zu weniger Schwingungen neigt.

[0006] Gelöst wird diese Aufgabe durch eine Schaufel für eine Strömungsmaschine, umfassend einen Schaufelfuß und einem in einer Längsrichtung ausgebildeten Schaufelblatt, gekennzeichnet durch einen im Schaufelblatt angeordneten Hohlraum, gefüllt mit einem Medium.

[0007] Merkmal der Erfindung ist, dass die Schaufel in ihrer Längsrichtung im Schaufelblatt ein Hohlraum aufweist, der mit einem Medium gefüllt ist. Das Medium weist eine vergleichsweise hohe Viskosität auf. Dadurch entsteht im Hohlraum eine Gegenbewegung des viskosen Mediums zur Bewegung des Schaufelblattes, was zu einer Gegenkraft führt und somit Schwingungen wirksam reduziert. Insbesondere bei freistehenden Schaufeln, d. h. bei Schaufeln, die ohne mechanische Kopplung zueinander ausgebildet sind, findet die Erfindung vorteilhafterweise Anwendung.

[0008] Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0009] So ist in einer ersten vorteilhaften Weiterbildung eine Flüssigkeit vorgesehen, die im Hohlraum angeordnet ist.

[0010] Vorteilhafterweise ist der Schaufelfuß integral mit dem Schaufelblatt ausgebildet, wobei das Schaufelblatt am Schaufelfuß anliegt und der Hohlraum bis zum Schaufelfuß angeordnet ist. Die Herstellung der Schaufel könnte beispielsweise durch das Lasersintern erfolgen.

Eine andere Bezeichnung für das Lasersintern ist Laser-melting oder selektives Laserschmelzverfahren. Bei diesem Verfahren wird eine Komponente schichtweise hergestellt durch Aufsprühen von schmelzbaren Werkstoffen, die durch eine Laserwärmebehandlung geschmolzen werden und schichtweise ausgebildet wird.

[0011] Der Hohlraum ist im Schaufelblatt angeordnet, wobei die Anordnung des Hohlraums in Richtung Schaufelfuß zeigt. Durch eine gezielte Anordnung des Hohlraums können je nach Betriebsweise störende Schwingungen gedämpft werden. In Vergleichsrechnungen können Voraussagen erstellt werden, welche Frequenzen die Schwingungen aufweisen können. Der dann zu fertigende Hohlraum kann zielgerichtet die störenden Schwingungen dämpfen.

[0012] In einer besonders vorteilhaften Weiterbildung ist eine Platte im Hohlraum angeordnet, wobei die Platte Löcher aufweist und die Platte derart ausgebildet ist, dass sie Schwingungen durchführen kann, wobei die Platte im Hohlraum auf der dem Schaufelfuß abgewandten Seite angeordnet ist.

[0013] Die Platte ist hierbei derart ausgebildet, dass die viskose Flüssigkeit bei einer Schwingung des Schaufelblatts getrieben durch ihre eigene Trägheit durch die Löcher gepresst wird. Die Relativbewegung zwischen der Platte und der viskosen Flüssigkeit führt dann zu einer weiteren Dämpfung der Schaufel. Erfindungsgemäß wird hierbei die Platte mit exakt bemessenen Lochdurchmessern ausgebildet, um somit die Möglichkeit zu eröffnen, zielgenaue Frequenzen zu dämpfen. Die Platte könnte hierbei rechteckförmig ausgebildet sein.

[0014] In einer vorteilhaften Weiterbildung ist die Platte integral mit dem Schaufelblatt ausgebildet. Dies kann wiederum durch das vorgenannte Lasermeltingverfahren erfolgen.

[0015] Vorteilhafterweise ist der Hohlraum derart ausgebildet, dass dieser sich zur Schaufelspitze hin verengt. Durch diese geometrische Gestaltung des Hohlraumes können wiederum zielgenau bestimmte Frequenzen gedämpft werden.

[0016] Über eine Bohrung im Schaufelfuß wird erfindungsgemäß das Befüllen des Hohlraumes mit der Flüssigkeit ermöglicht. Nach dem Befüllen des Hohlraums muss dafür Sorge getragen werden, dass die Bohrung wieder dicht verschlossen wird, damit im Betrieb die Flüssigkeit nicht aus dem Hohlraum austreten kann.

[0017] Die Schaufel wird vorteilhafterweise als Turbinenlaufschaufel oder Turbinenleitschaufel für eine Dampfturbine ausgebildet. Die Erfindung wird anhand eines Ausführungsbeispiels nun näher erläutert. Die folgenden Figuren zeigen ein Ausführungsbeispiel der Erfindung in schematischer Weise.

[0018] Es zeigen:

55 Figur 1 eine Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Schaufel,

Figur 2 eine zweite Seitenansicht einer Weiterbildung

der erfindungsgemäßen Schaufel,

Figur 3 eine weitere Seitenansicht der erfindungsgemäßen Schaufel gemäß Figur 2.

[0019] Die Figur 1 zeigt eine Schaufel 1. Die Schaufel 1 ist als Turbinenlaufschaufel oder Turbinenleitschaufel für eine Dampfturbine ausgebildet. Dazu weist die Schaufel 1 einen Schaufelfuß 2 und ein Schaufelblatt 3 auf. Die Schaufel 1 ist entlang einer Längsrichtung 4 ausgebildet.

[0020] Der Schaufelfuß 2 ist in der Figur 1, in der Figur 2 und in der Figur 3 lediglich schematisch dargestellt. Der Schaufelfuß 2 kann beispielsweise als Tannenbaumfuß oder Doppelhammerfuß ausgebildet sein.

[0021] Der Schaufelfuß 2 und das Schaufelblatt 3 sind integral miteinander ausgebildet, was durch ein Lasersinter- bzw. Lasermeltingverfahren ausgeführt sein kann. Im Schaufelblatt 3 ist ein Hohlraum 5 angeordnet, der in etwa unterhalb der halben Höhe des Schaufelblattes 3 bis zum Schaufelfuß 2 ragt. In dem Hohlraum 5 ist ein Medium angeordnet, das eine Flüssigkeit ist. Diese Flüssigkeit weist eine entsprechende Viskosität auf, um eine Schwingung der Schaufel 1 während eines Betriebes zu dämpfen. Der Hohlraum 5 erstreckt sich vom Schaufelfuß 2 bis zu einer Höhe h , wobei die Höhe h Werte annimmt zwischen $0,1L$ und $0,9L$. L ist hierbei die Länge des Schaufelblattes 3. Weitere Werte, die die Höhe h annehmen kann sind: $0,1L < h < 0,8L$, $0,1L < h < 0,7L$, $0,6L$, $0,5L$ oder $0,4L$.

[0022] Im Schaufelfuß 2 ist eine Bohrung 6 angeordnet, die dazu ausgebildet ist, den Hohlraum 5 mit einer Flüssigkeit zu befüllen.

[0023] Die Figur 2 zeigt eine Weiterbildung der Schaufel 1 gemäß Figur 1. Der Unterschied der Schaufel 1 gemäß Figur 2 zur Schaufel 1 gemäß Figur 1 liegt darin, dass im Hohlraum 5 eine Platte 7 angeordnet ist, die derart ausgebildet ist, dass sie Löcher aufweist, durch die das Fluid während einer Schwingung strömen kann. Die Platte 7 ist hierbei auf der dem Schaufelfuß 2 abgewandten Seite 8 angeordnet.

[0024] Die Platte 7 ist hierbei integral mit dem Schaufelblatt 3 ausgebildet, was wiederum durch das Lasermeltingverfahren erfolgen kann.

[0025] Die Figur 3 zeigt eine Seitenansicht der Schaufel 1 gemäß Figur 2. Die Doppelpfeile 9 symbolisieren die Strömung des Fluids während einer Schwingung durch die Bohrungen 10 der Platte 7. Die Platte 7 weist Bohrungen 10 auf, durch die die viskose Flüssigkeit strömen kann. Dadurch wird eine weitere Schwingung gedämpft.

[0026] Der Hohlraum 5 ist derart ausgebildet, dass in Längsrichtung 4 sich dieser verengt. Durch die geometrische Gestaltung des Hohlraums 5 können zielgenau Schwingungen, die durch Vergleichsrechnungen berechnet werden können, gedämpft werden.

[0027] Erfindungsgemäß wird die Schaufel als Turbinenlaufschaufel oder Turbinenleitschaufel für eine

Dampfturbine ausgebildet.

Patentansprüche

5

1. Schaufel (1) für eine Strömungsmaschine, umfassend einen Schaufelfuß (2) und ein in einer Längsrichtung (4) ausgebildetes Schaufelblatt (3), **gekennzeichnet durch** einen im Schaufelblatt (3) angeordneten Hohlraum (5) mit einem Medium.

10

2. Schaufel (1) nach Anspruch 1, wobei das Medium eine Flüssigkeit ist.

15

3. Schaufel (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Schaufelfuß (2) integral mit dem Schaufelblatt (3) ausgebildet ist, wobei das Schaufelblatt (3) am Schaufelfuß (2) anliegt, wobei der Hohlraum (5) bis zum Schaufelfuß (2) angeordnet ist.

20

4. Schaufel (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Hohlraum vom Schaufelfuß (2) bis zu einer Höhe (h) ausgebildet ist, wobei das Schaufelblatt (3) die Länge (L) aufweist und es gilt: $0,1L < h < 0,9L$.

25

5. Schaufel (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Platte (7) im Hohlraum (5) angeordnet ist, wobei die Platte (7) Löcher umfasst, wobei die Platte (7) derart ausgebildet ist, dass sie Schwingungen durchführen kann, wobei die Platte (7) im Hohlraum (5) auf der dem Schaufelfuß (2) abgewandten Seite angeordnet ist.

30

6. Schaufel (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Platte (7) integral mit dem Schaufelblatt (3) ausgebildet ist.

35

7. Schaufel (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Hohlraum (5) sich zur Schaufelspitze hin verengt.

40

8. Schaufel (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Bohrung (6) im Schaufelfuß (2) zum Befüllen des Hohlraums (5) mit der Flüssigkeit angeordnet ist.

45

9. Schaufel (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Schaufel (1) als Turbinenlaufschaufel oder Turbinenleitschaufel einer Dampfturbine ausgebildet ist.

50

55

FIG 1

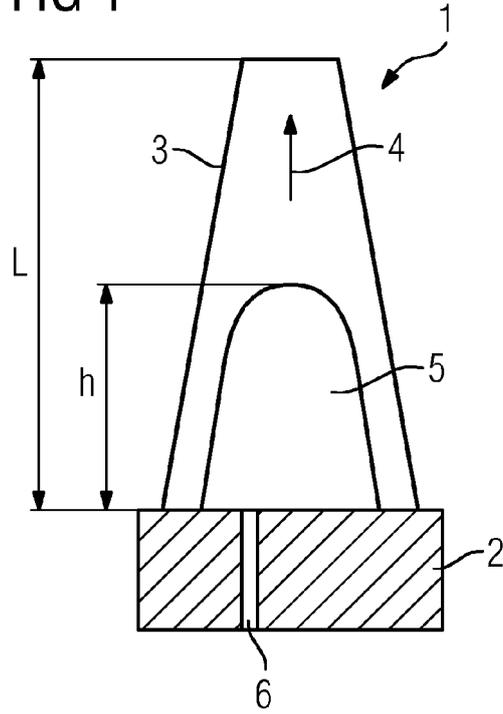


FIG 2

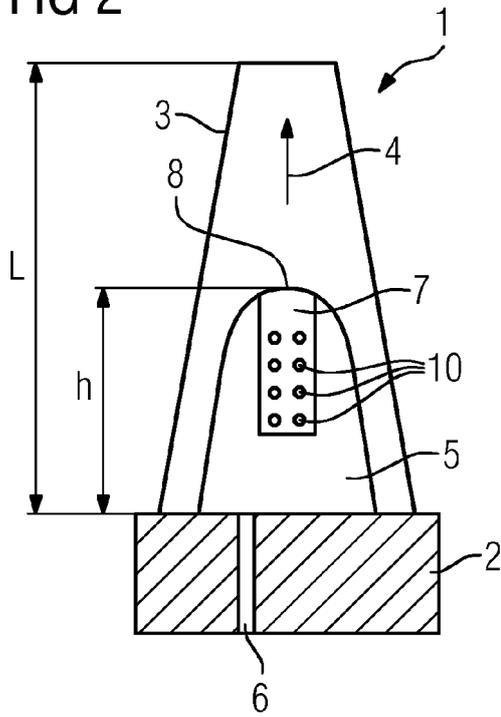
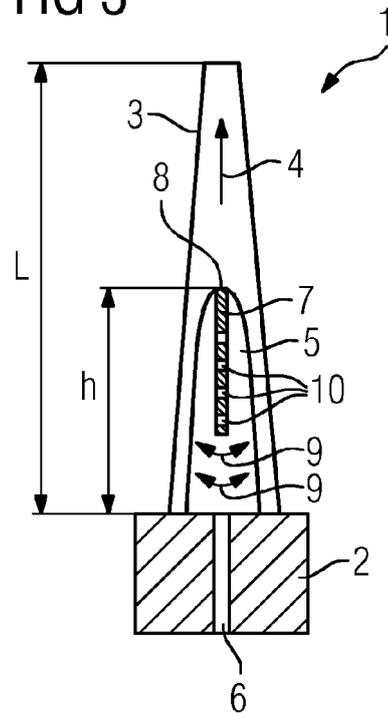


FIG 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 13 18 5760

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	EP 1 566 519 A1 (SIEMENS AG [DE]) 24. August 2005 (2005-08-24) * Absatz [0031]; Abbildung 3 * -----	1-4,7-9	INV. F01D5/16
X	US 2 984 453 A (HEYMANN FRANK J) 16. Mai 1961 (1961-05-16) * Abbildungen 3,5 * -----	1-4,7-9	
X	GB 2 090 339 A (ROLLS ROYCE) 7. Juli 1982 (1982-07-07) * Abbildungen 1-2 * -----	1,2,7,9	
X	EP 2 568 117 A1 (ALSTOM TECHNOLOGY LTD [CH]) 13. März 2013 (2013-03-13) * Abbildungen *	1,2,7,9	
X	GB 1 271 363 A (ROLLS ROYCE) 19. April 1972 (1972-04-19) * Abbildungen *	1,2,9	
A	US 2 828 941 A (FOLEY JOHN R) 1. April 1958 (1958-04-01) * Abbildungen 4-6 *	1-9	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	US 5 820 343 A (KRAFT ROBERT J [US] ET AL) 13. Oktober 1998 (1998-10-13) * Abbildungen 3c, 5 * -----	1-9	F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 4. November 2013	Prüfer Raspo, Fabrice
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.02 (P04C03)

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

EP 13 18 5760

5

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

04-11-2013

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1566519 A1	24-08-2005	EP 1566519 A1	24-08-2005
		US 2005186082 A1	25-08-2005
US 2984453 A	16-05-1961	KEINE	
GB 2090339 A	07-07-1982	KEINE	
EP 2568117 A1	13-03-2013	DE 102012016978 A1	21-03-2013
		EP 2568117 A1	13-03-2013
		US 2013058785 A1	07-03-2013
GB 1271363 A	19-04-1972	KEINE	
US 2828941 A	01-04-1958	KEINE	
US 5820343 A	13-10-1998	AU 698776 B2	05-11-1998
		AU 6067496 A	06-02-1997
		DE 69624420 D1	28-11-2002
		DE 69624420 T2	14-08-2003
		EP 0757160 A2	05-02-1997
		JP 3884508 B2	21-02-2007
		JP H09105307 A	22-04-1997
		US 5820343 A	13-10-1998

EPO FORM P0461

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