



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
17.01.2018 Patentblatt 2018/03

(51) Int Cl.:
F01D 5/22 (2006.01) F01D 5/26 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16179447.4**

(22) Anmeldetag: **14.07.2016**

(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:
MA MD

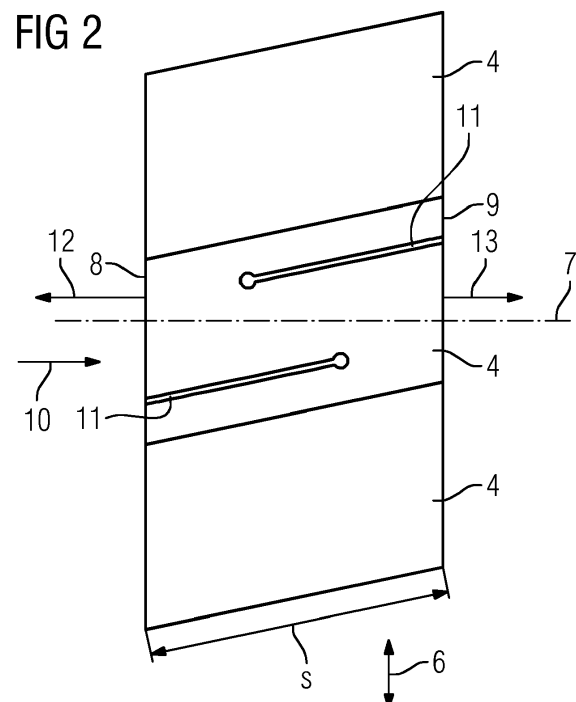
(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Beul, Ulrich**
45219 Essen (DE)
• **Brußk, Stefan**
45479 Mülheim an der Ruhr (DE)
• **Chlebowski, Matthias**
45473 Mülheim a. d. Ruhr (DE)

- **Drees, Sven**
41466 Neuss (DE)
- **Görtz, Michael**
45131 Essen (DE)
- **Heue, Matthias**
44879 Bochum (DE)
- **Kocdemir, Bora**
45357 Essen (DE)
- **Pfaller, Dirk**
45149 Essen (DE)
- **Stiehm, Andreas**
53424 Remagen-Kripp (DE)
- **Strobel, Tilo**
42855 Remscheid (DE)
- **Temiz, Fatih**
47799 Krefeld (DE)
- **Timmermann, Julian**
45130 Essen (DE)
- **Winkel, Michael**
46284 Dorsten (DE)

(54) **SCHAUFELVERBAND FÜR EINE STRÖMUNGSMASCHINE**

(57) Die Erfindung betrifft einen Schaufelverband für eine Dampfturbine, wobei jede Turbinenschaufel (1) eine Deckplatte (4) aufweist, die derart ausgebildet sind, dass die Deckplatten (4) berührend nebeneinander angeordnet sind, wobei die Deckplatten (4) jeweils zwei Schlitz (11) aufweisen, die derart ausgebildet sind, dass eine Stauchung in einer Umfangsrichtung (6) wirksam vermieden ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Schaufelverband umfassend mehrerer um eine Rotationsachse angeordneter Turbinenschaufeln, wobei die Turbinenschaufeln einen Schaufelfuß, ein Schaufelblatt und eine Deckplatte ausweisen, wobei die Deckplatten an der Turbinenschaufelspitze angeordnet sind, wobei die Deckplatten in einer Umfangsrichtung nebeneinander angeordnet sind, wobei die Umfangsrichtung um die Rotationsachse gerichtet ist.

[0002] In modernen Kraftwerken werden Dampfturbinen eingesetzt, die mit einem heißen Wasserdampf beströmt werden, wobei die thermische Energie des heißen Dampfes in Rotationsenergie eines Rotors umgewandelt wird. Die Rotation des Rotors treibt einen Rotor eines elektrischen Generators an, wodurch elektrische Energie erzeugt wird.

[0003] Durch die Berücksichtigung des Einsatzes der erneuerbaren Energien ändert sich die Betriebsweise von Dampfturbinen in Dampf- bzw. GuD-Kraftwerken.

[0004] Desweiteren werden Strömungsmaschinen, wie zum Beispiel Dampfturbinen zu Revisionszwecken abgekühlt. Die Aufwärmung dieser Dampfturbinen sollte möglichst schnell erfolgen. Es ist daher erstrebenswert die Anfahrzeit einer Dampfturbine zu verkürzen. Die Massenverteilung in einer Dampfturbine ist unterschiedlich. Daher erwärmen sich die unterschiedlichen Bauteile auch unterschiedlich schnell. Heutzutage werden bestimmte Grenzwerte für die Wellentemperatur als auch für die Dampftemperatur berücksichtigt, damit eine Dampfturbine möglichst schnell erwärmt wird. Die Grenztemperaturen sind dabei derart gewählt, dass keine plastischen Verformungen entstehen. Durch den heißen Dampf erhitzen sich die Turbinenschaufeln, während die Turbinenwelle eine andere geringere Temperatur aufweist und gegenüber der Temperatur der Turbinenschaufeln vergleichsweise kalt ist. Dies könnte zu unzulässigen plastischen Verformungen führen, die allerdings dadurch vermieden werden können, indem die Temperaturen unter den Grenztemperaturen liegen. Dennoch sind die zulässigen Temperaturdifferenzen zwischen den Turbinenschaufeln und der Turbinenwelle derart, dass es zu Restriktionen beim Anfahren der Dampfturbine führt.

[0005] Um die Anfahrzeit zu verkürzen, werden derzeit geschweißte Schaufelpakete mit Dehnspalten zwischen den einzelnen Schaufelpaketen eingesetzt. Desweiteren wird mit einer externen Wassereinspritzung die Dampftemperatur abgesenkt und somit die Möglichkeit geschaffen, die Grenztemperatur zu unterschreiten.

[0006] Eine weitere Möglichkeit die Anfahrzeit zu verkürzen kann durch eine Absenkung der Gasturbinenleistung erfolgen, die zu einer Abnahme der Abgastemperatur und schließlich zu einer Minderung der Dampftemperaturen führt. Dies ist bei GuD-Kraftwerken einsetzbar.

[0007] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Möglichkeit zu schaffen, die Anfahrzeit einer Dampfturbine

zu verkürzen.

[0008] Gelöst wird diese Aufgabe durch einen Schaufelverband umfassend mehrerer um eine Rotationsachse angeordneter Turbinenschaufeln, wobei die Turbinenschaufeln einen Schaufelfuß, ein Schaufelblatt und eine Deckplatte aufweisen, wobei die Deckplatten an der Turbinenschaufelspitze angeordnet sind, wobei die Deckplatten in einer Umfangsrichtung nebeneinander angeordnet sind, wobei die Umfangsrichtung um die Rotationsachse gerichtet ist, wobei in den Deckplatten Schlitze derart angeordnet sind, dass eine Stauchung der Deckplatten in der Umfangsrichtung möglich ist.

[0009] Die vorgeschlagene Lösung geht somit den Weg, das Design der Deckplatten zu ändern. Beim Anfahren werden die Deckplatten durch thermische Dehnung im Verbund gestaucht. Dies ist besonders dann ausgeprägt, wenn hohe Temperaturunterschiede zwischen der Turbinenschaufel und der Welle auftreten, was bei einem Kaltstart oder bei einem Eintritt von Ventilation der Fall ist.

[0010] Erfindungsgemäß wird nun vorgeschlagen, nicht die Dehnung zu verhindern, sondern auf den einzelnen Deckplatten erfindungsgemäße Bereiche zu schaffen, die die Dehnung des gesamten Verbundes aufnehmen können, ohne sich plastisch zu verformen.

[0011] Daher ist ein wesentliches Merkmal der Erfindung, Schlitze in die Deckbänder einzuarbeiten, die idealerweise meanderförmig ausgeprägt sein sollten, um keinen Strömungskanal zwischen der Druck- und der Saugseite zu öffnen. Dies bietet unter anderem den Vorteil, dass es nicht zu zusätzlichen Spaltverlusten kommt und ein Verschweißen der Schaufeln zu Paketen entfallen kann.

[0012] Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben. Die Merkmale der Unteransprüche können in beliebiger Weise miteinander kombiniert werden.

[0013] So wird in einer ersten vorteilhaften Weiterbildung das Schaufelband derart geändert, dass die Deckbänder jeweils eine Vorder- und eine Rückseite aufweisen, wobei die Flächennormale der Vorder- und Rückseite im Wesentlichen parallel zur Rotationsachse ausgebildet ist, wobei ein Schlitz in der Vorderseite und ein Schlitz in der Rückseite angeordnet ist.

[0014] Durch diese Maßnahme wird der Spaltverlust weiter verringert.

[0015] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung ragt das Deckband an der Schaufelspitze in Umfangsrichtung über das Schaufelblatt, wobei jeweils vor und nach dem Schaufelblatt in Umfangsrichtung gesehen die Schlitze angeordnet sind.

[0016] In einer vorteilhaften Weiterbildung ist der Schlitz gradlinig ausgeführt.

[0017] In einer alternativen vorteilhaften Weiterbildung ist der Schlitz von der Vorder- bzw. Rückseite beginnend gradlinig ausgeführt und anschließend bogenförmig zum Schaufelblatt ausgebildet.

[0018] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung ist

der Schlitz derart ausgebildet, dass dieser von der Vorder- bzw. Rückseite beginnend zunächst gradlinig ausgeführt ist und anschließend spiralförmig ausgebildet ist.

[0019] In einer vorteilhaften Weiterbildung beträgt die Strecke zwischen Vorder- und Rückseite s und der Schlitz erstreckt sich von der Vorder- bzw. Rückseite um 0,5s bis 0,8s bis zur Rück- bzw. Vorderseite.

[0020] Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele, die im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert werden.

[0021] Gleiche Bauteile oder Bauteile mit gleicher Funktion sind dabei mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

[0022] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnungen beschrieben. Diese soll die Ausführungsbeispiele nicht maßgeblich darstellen, vielmehr ist die Zeichnung, wo zur Erläuterungen dienlich, in schematisierter und/oder leicht verzerrter Form ausgeführt.

[0023] Im Hinblick auf Ergänzungen der in der Zeichnung unmittelbar erkennbaren Lehren, wird auf den einschlägigen Stand der Technik verwiesen.

Figur 1 zeigt eine Seitenansicht einer Turbinenschaufel,

Figur 2 zeigt eine Draufsicht auf eine erfindungsgemäße Ausführungsform einer Deckplatte,

Figur 3 zeigt eine erfindungsgemäße Deckplatte in einer alternativen Ausführungsform,

Figur 4 zeigt eine erfindungsgemäße Deckplatte in einer alternativen Ausführungsform,

Figur 5 eine erfindungsgemäße Deckplatte in alternativer Ausführungsform.

[0024] Die Figur 1 zeigt eine Turbinenschaufel 1. Diese Turbinenschaufel 1 ist als Turbinenlaufschaufel ausgebildet und weist einen Turbinenschaufelfuß 2, der in diesem Fall hammerförmig ausgebildet ist, auf. Desweiteren weist die Turbinenschaufel 1 eine Turbinenschaufelspitze 3 auf. An dieser Turbinenschaufelspitze 3 ist eine Deckplatte 4 angeordnet. Zwischen dem Schaufelfuß 2 und der Schaufelspitze 3 ist ein profiliertes Schaufelblatt 5 angeordnet. Die Turbinenschaufel 1 ist in einem nicht näher dargestellten Rotor angeordnet. Im Betrieb rotiert der Rotor um eine nicht näher dargestellte Rotationsachse in einer Umfangsrichtung 6. In dieser Umfangsrichtung 6 sind mehrere Turbinenschaufeln 1 angeordnet, was dazu führt, dass mehrere Deckplatten 4 in Umfangsrichtung 6 nebeneinander angeordnet sind. Die nebeneinander angeordneten Turbinenschaufeln 1 bilden dadurch einen Schaufelverband.

[0025] Die Figur 2 zeigt eine Draufsicht auf eine erfindungsgemäße Deckplatte 4 einer Turbinenschaufel 1 des Schaufelverbandes.

[0026] Die Figur 2 zeigt eine Draufsicht auf die Rotationsachse 7. Die Deckplatte 4 weist eine Vorderseite 8 und eine Rückseite 9 auf. Im Betrieb strömt Dampf aus einer Strömungsrichtung 10 in Richtung des Schaufelblatts 5. In der Deckplatte 4 ist ein Schlitz 11 derart angeordnet, dass eine Stauchung der Deckplatte 4 in der Umfangsrichtung 6 möglich ist. In einem transienten Betrieb, das bedeutet bei einem Betrieb, bei dem die Temperatur der Deckplatte 4 gegenüber der Temperatur der Welle stärker beeinflussbar ist, entwickeln sich Kräfte in Umfangsrichtung 6, die dadurch verursacht werden, dass die Deckplatten 4 sich thermisch ausdehnen und gegenseitig zu einer Stauchkraft in Umfangsrichtung 6 führen. Durch die Schlitz 11 wird eine plastische Verformung vermieden.

[0027] Die Vorderseite 8 weist eine Flächennormale 12 auf. Die Rückseite 9 weist ebenso eine Flächennormale 12 auf, wobei die Flächennormale 12 der Vorderseite 8 und die Flächennormale der Rückseite 9 im Wesentlichen parallel zur Rotationsachse 7 ausgebildet sind. Die Deckplatten 4 sind dabei derart ausgebildet, dass ein Schlitz 11 von der Rückseite 9 und ein Schlitz 11 in der Vorderseite 8 angeordnet ist.

[0028] Der Schlitz 11 ragt hierbei über das Schaufelblatt 5 hervor. Der Schlitz 11 ist zunächst gradlinig ausgeführt, was in der Figur 2 dargestellt ist. Die Strecke zwischen der Vorder- 8 und Rückseite 9 beträgt s . Der Schlitz 11 ist in einer ersten Ausführungsform derart ausgebildet, dass dieser sich von der Vorder- 8 bzw. Rückseite 9 um 0,5s bis 0,8s bis zur Rück- 9 bzw. Vorderseite 8 erstreckt.

[0029] In den Figuren 3, 4 und 5 sind alternative Ausführungsformen des Schlitzes 11 dargestellt.

[0030] Die Figur 3 zeigt einen trapezförmigen Schlitz 11. Dieser trapezförmige Schlitz 11 ist jeweils in der Vorderseite 8 als auch in der Rückseite 9 angeordnet.

[0031] Die Figur 4 zeigt einen Schlitz, der zunächst gradlinig von der Vorderseite 8 bzw. Rückseite 9 beginnend ausgebildet ist und dann spiralförmig endet.

[0032] Die in Figur 5 dargestellte Ausführungsform ist der Ausführungsform gemäß Figur 4 dahingehend ähnlich, dass der Schlitz 11 ebenfalls spiralförmig endet, wobei der Beginn des Schlitzes 11 von der Vorderseite 8 bzw. Rückseite 9 nicht gradlinig sondern bogenförmig ausgebildet ist.

[0033] 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.

Patentansprüche

1. Schaufelverband umfassend
mehrerer um eine Rotationsachse (7) angeordneter
Turbinenschaufeln (1), 5
wobei die Turbinenschaufeln (1) einen Schaufelfuß
(2), ein Schaufelblatt (5) und eine Deckplatte (4) aus-
weisen, wobei die Deckplatten (4) an der Turbinen-
schaufelspitze (3) angeordnet sind,
wobei die Deckplatten (4) in einer Umfangsrichtung 10
(6) nebeneinander angeordnet sind, wobei die Um-
fangsrichtung (6) um die Rotationsachse (7) ange-
ordnet ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
in den Deckplatten (4) Schlitze (11) derart angeord- 15
net sind, dass eine Stauchung der Deckplatten (4)
in der Umfangsrichtung (6) möglich ist.

2. Schaufelverband nach Anspruch 1,
wobei die Deckplatten (4) jeweils eine Vorder- (8) 20
und eine Rückseite (9) aufweisen, wobei die Flä-
chennormale (12) der Vorder- (8) und Rückseite (9)
im Wesentlichen parallel zur Rotationsachse (7)
ausgebildet ist, wobei ein Schlitz (11) in der Vorder-
seite (8) und ein Schlitz (11) in der Rückseite (9) 25
angeordnet ist.

3. Schaufelverband nach Anspruch 1 oder 2,
wobei die Deckplatte (4) an der Schaufelspitze (3)
in Umfangsrichtung (6) über das Schaufelblatt (5) 30
ragt, wobei jeweils vor und neben dem Schaufelblatt
(5) in Umfangsrichtung (6) gesehen ein Schlitz (11)
angeordnet ist.

4. Schaufelverband nach einem der vorhergehenden 35
Ansprüche,
wobei der Schlitz (11) geradlinig ausgebildet ist.

5. Schaufelverband nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
wobei der Schlitz (11) von der Vorder- (8) bzw. Rück- 40
seite (9) beginnend geradlinig ausgeführt ist und an-
schließend bogenförmig zum Schaufelblatt (5) aus-
gebildet ist.

6. Schaufelverband nach einem der Ansprüche 1 bis 3, 45
wobei der Schlitz (11) von der Vorder- (8) bzw. Rück-
seite (9) beginnend zunächst geradlinig ausgeführt
ist und anschließend spiralförmig ausgeführt ist.

7. Schaufelverband nach einem der Ansprüche 1 bis 3, 50
wobei die Strecke zwischen Vorder- (8) und Rück-
seite (9) s beträgt und der Schlitz (11) sich von der
Vorder- (8) bzw. Rückseite (9) um $0,5s$ bis $0,8s$ bis
zur Rück- (9) bzw. Vorderseite (8) erstreckt. 55

8. Schaufelverband nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
wobei der Schlitz (11) als eine trapezförmige Aus-
nehmung ausgebildet ist.

FIG 1

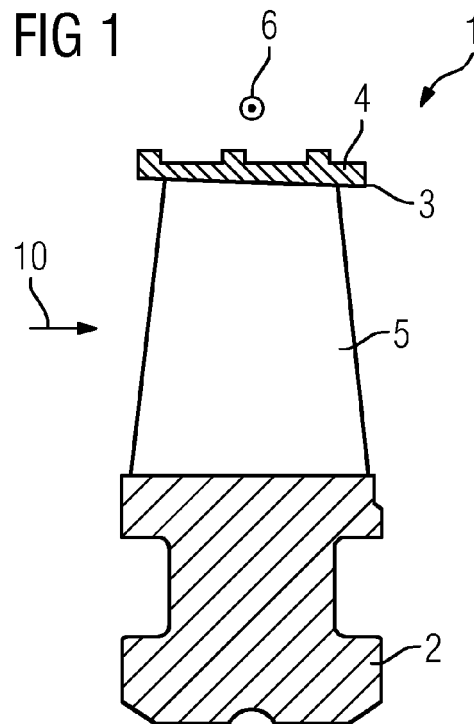


FIG 2

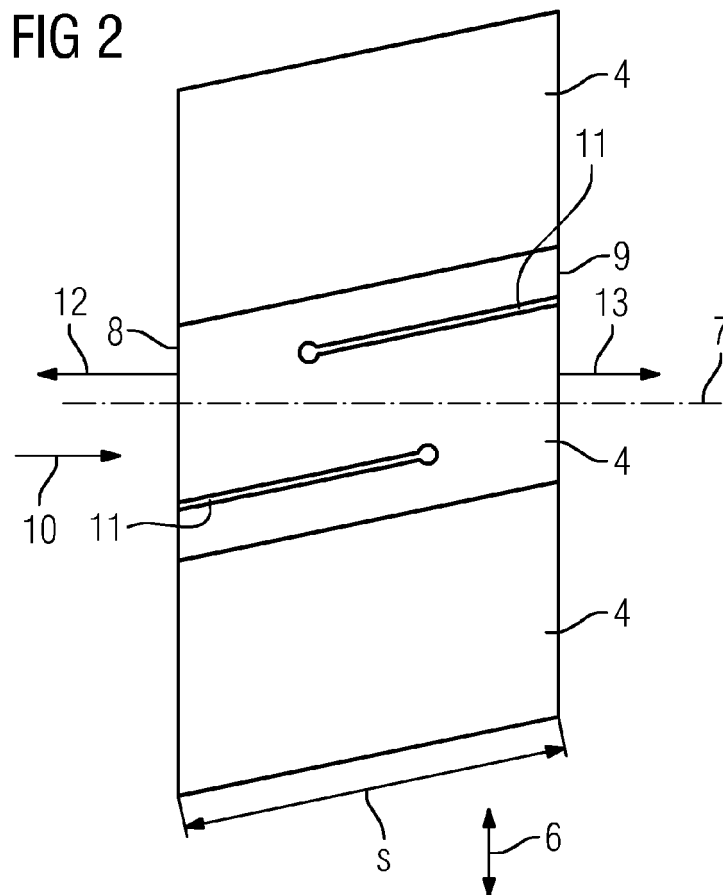


FIG 3

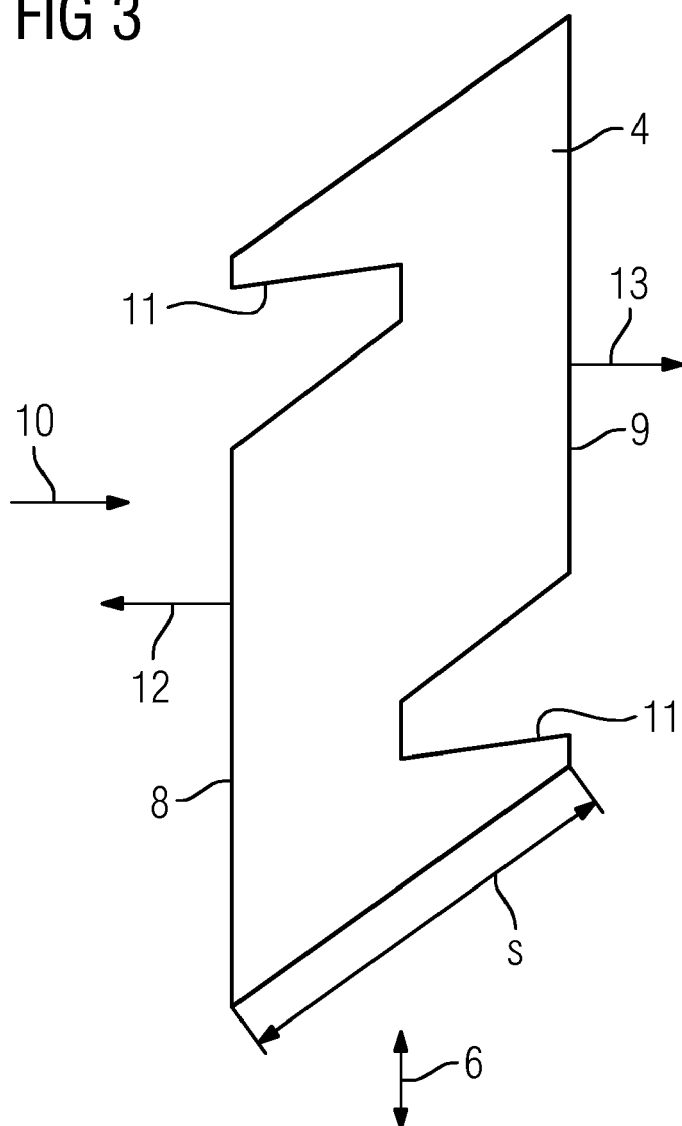


FIG 4

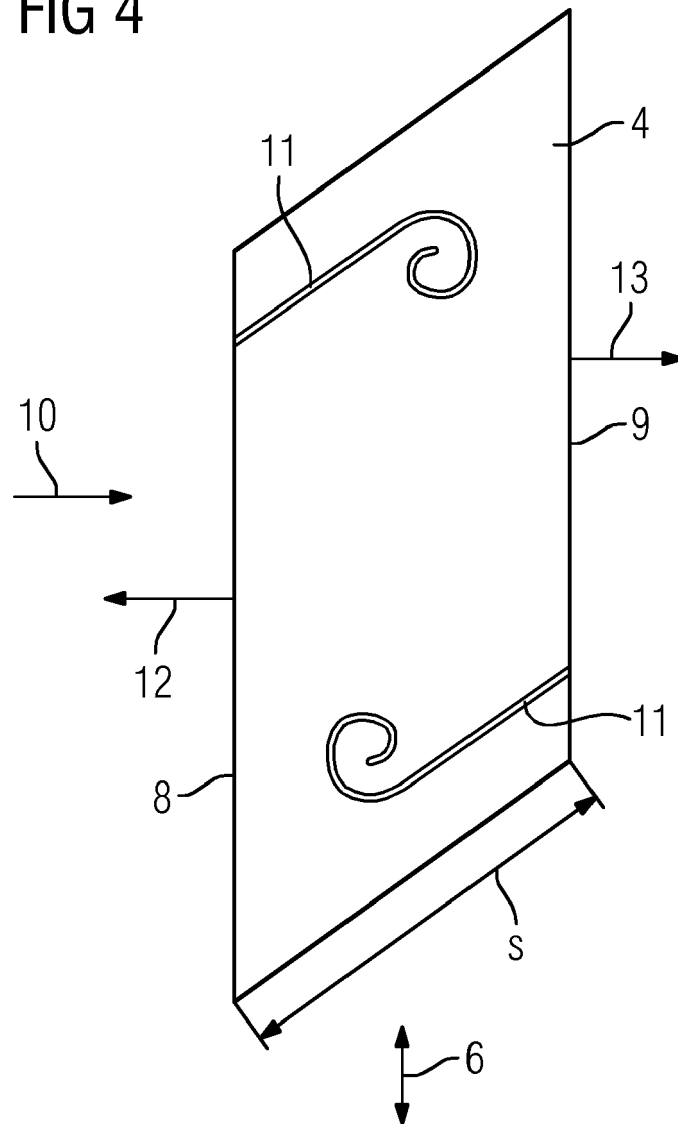
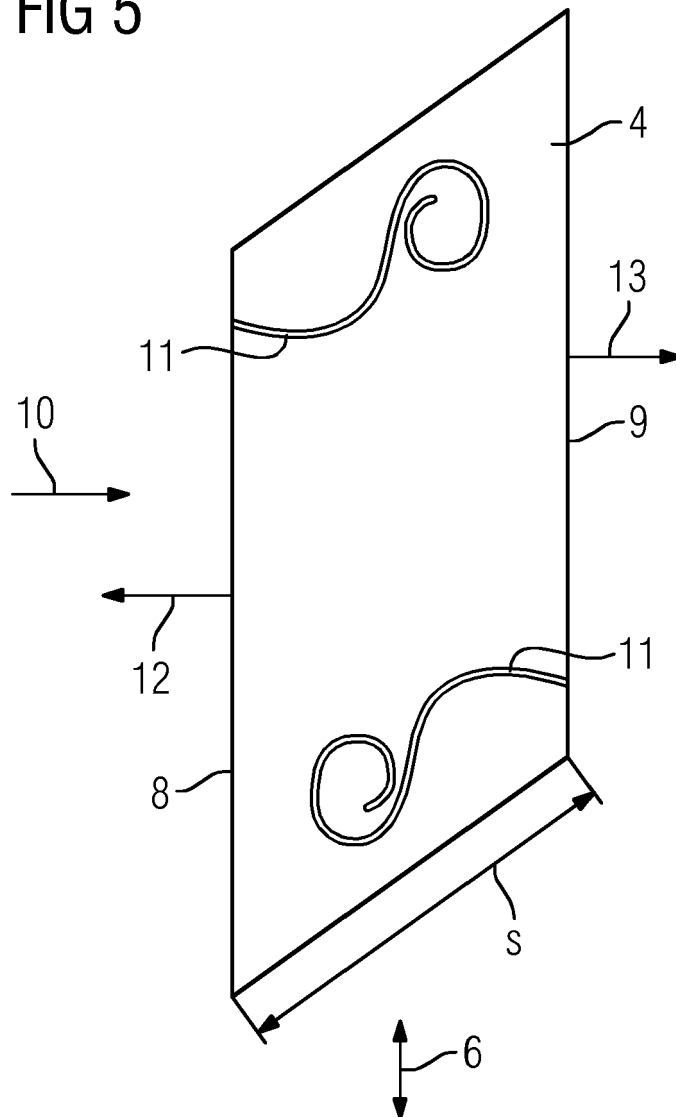


FIG 5





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 16 17 9447

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	DE 10 2010 038277 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 5. Mai 2011 (2011-05-05)	1-4,7	INV. F01D5/22 F01D5/26
A	* Absätze [0016], [0017], [0025], [0027]; Abbildungen 1,9 *	5,6,8	

X	EP 1 452 697 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 1. September 2004 (2004-09-01)	1-4,7	
* Absätze [0008], [0009], [0012], [0013]; Abbildung 1 *			

X	US 5 785 496 A (TOMITA YASUOKI [JP]) 28. Juli 1998 (1998-07-28)	1-4,7	
* Spalte 3, Zeilen 10-46; Abbildung 1A *			

X	US 2009/097980 A1 (HAYASAKA YASUSHI [JP] ET AL) 16. April 2009 (2009-04-16)	1-4,7	
* Absätze [0052] - [0056]; Abbildungen 2-5 *			

			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 21. Dezember 2016	Prüfer Chatziapostolou, A
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 03.92 (P04C03)

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

EP 16 17 9447

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.

21-12-2016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102010038277 A1	05-05-2011	CH 702158 A2	13-05-2011
		CN 102052100 A	11-05-2011
		DE 102010038277 A1	05-05-2011
		JP 5634826 B2	03-12-2014
		JP 2011094621 A	12-05-2011
		US 2011103966 A1	05-05-2011

EP 1452697 A2	01-09-2004	EP 1452697 A2	01-09-2004
		US 2004170500 A1	02-09-2004

US 5785496 A	28-07-1998	KEINE	

US 2009097980 A1	16-04-2009	JP 4991663 B2	01-08-2012
		JP 5272094 B2	28-08-2013
		JP 2009085214 A	23-04-2009
		JP 2012140971 A	26-07-2012
		KR 20090027165 A	16-03-2009
		KR 20120005420 A	16-01-2012
		US 2009097980 A1	16-04-2009
		US 2012301311 A1	29-11-2012

EPO FORM P0461

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