



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**23.03.2011 Patentblatt 2011/12**

(51) Int Cl.:  
**F01D 5/30 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **09011885.2**

(22) Anmeldetag: **17.09.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**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 SE SI SK SM TR**  
 Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA RS**

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT 80333 München (DE)**

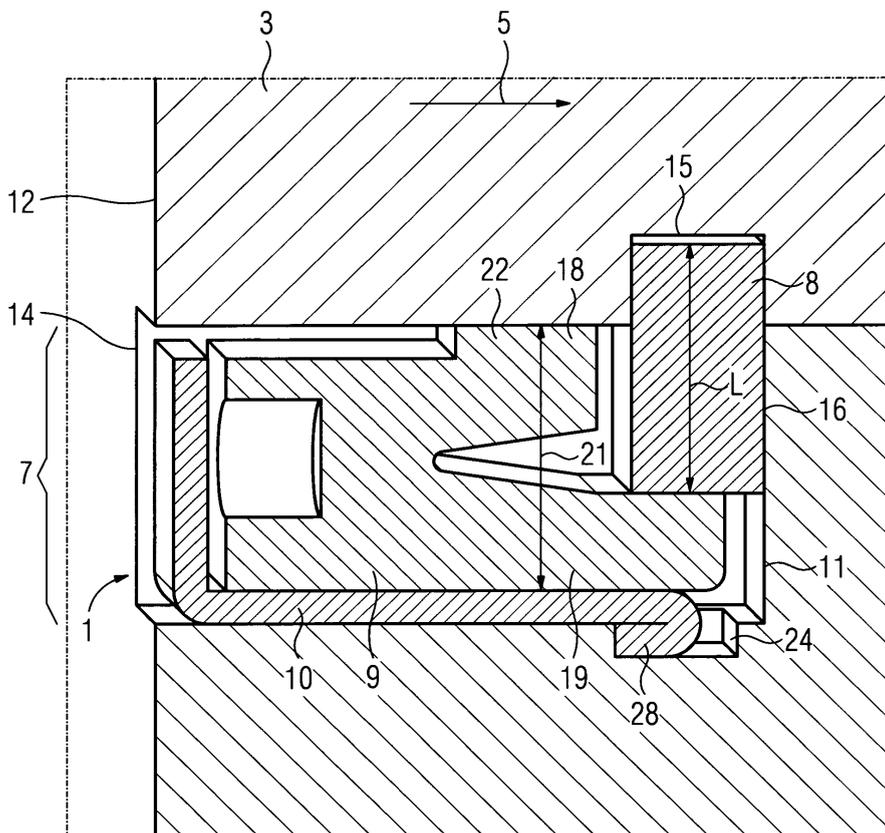
(72) Erfinder:  
 • **Helmis, Thomas 45468 Mülheim an der Ruhr (DE)**  
 • **Stür, Heinrich, Dr. 45721 Haltern (DE)**

(54) **Schaufelbefestigung mit Sicherheitseinrichtung für Turbinenschaufeln**

(57) Die Erfindung betrifft eine Sicherungseinrichtung (7) für eine Turbinenschaufel (2), wobei die Sicherungseinrichtung (7) einen Scherstift (8), ein Klemmstück (9) sowie ein Sicherungselement (10) umfasst, wobei der Scherstift (8) in eine entsprechende Bohrung (15) im Tur-

binenschaufelfuß (3) angeordnet wird sowie das Klemmstück (9) mit einem oberen Schenkel (18) und einem unteren Schenkel (19) ausgeführt wird, wobei das Klemmstück (9) eine radiale Kraft auf den Turbinenschaufelfuß (3) zur radialen Sicherung ausübt.

**FIG 3**



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Rotor, umfassend zumindest eine Turbinenschaufel und eine Sicherungseinrichtung zur axialen und radialen Sicherung der Turbinenschaufel, wobei der Rotor eine Schaufelnut und die Turbinenschaufel einen Turbinenschaufelfuß umfasst, wobei die Schaufelnut und der Turbinenschaufelfuß derart ausgebildet sind, dass der Turbinenschaufelfuß in der Schaufelnut angepasst ist.

**[0002]** Schaufelbefestigungen werden in der Regel zum Befestigen von Laufschaufeln an einem Rotor einer Strömungsmaschine, insbesondere Dampfturbine verwendet. Durch die vergleichsweise schnelle Rotation des Rotors werden die auf dem Rotor angeordneten Laufschaufeln hohen Fliehkräften ausgesetzt. Der Turbinenschaufelfuß der Turbinenschaufeln muss daher hohen Kräften standhalten und wird in der Schaufelnut radial nach außen gedrängt. Neben den Fliehkräften stellen starke Schwingungsbelastungen ein weiteres Problem dar, die mechanische Beschädigungen, Materialermüdungen, Korrosion und eine Wanderbewegung des Schaufelfußes innerhalb der Schaufelnut zur Folge haben können. Zum Festlegen des Turbinenschaufelfußes innerhalb der Schaufelnut sind verschiedenen Lösungen wie beispielsweise Metallkeile, Federringe oder Abdichtungsstücke bekannt. Metallkeile stellen zwar axial als auch radial eine Arretierung des zugehörigen Schaufelfußes innerhalb einer Schaufelnut her, aber bei großen Laufschaufeln ist es mit solchen Metallkeilen schwierig, ausreichende Haltekräfte während der Rotation in radialer Richtung zu erzeugen. Tellerfedern erzeugen lediglich radiale Haltekräfte und erfordern zusätzlichen Aufwand für eine Arretierung in axialer Richtung der zugehörigen Schaufelnut. Ferner sind für Tellerfedern während der Montage aufwändige Messungen erforderlich. Als Abdichtungsstücke müssen immer zwei Teile vorgesehen sein, deren Montage darüber hinaus teilweise die Bearbeitung der Teile von Hand bedarf.

**[0003]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Schaufelbefestigung einer Strömungsmaschine bereitzustellen, bei der über einen langen Betriebszeitraum hinweg eine präzise und feste Halterung von Schaufeln, in zugehörigen Schaufelhaltern, sichergestellt ist.

**[0004]** Diese Aufgabe wird gelöst durch einen Rotor, umfassend zumindest eine Turbinenschaufel, wobei der Rotor eine Schaufelnut und die Turbinenschaufel einen Turbinenschaufelfuß umfasst, wobei die Schaufelnut und der Turbinenschaufelfuß derart ausgebildet sind, dass der Turbinenschaufelfuß in der Schaufelnut angepasst ist, wobei die Sicherungseinrichtung einen Scherstift aufweist, der in eine Bohrung im Turbinenschaufelfuß ragt.

**[0005]** Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

**[0006]** Die Erfindung geht von dem Gedanken aus, dass in einer Schaufelnut sowohl eine radiale als auch eine axiale Sicherung angeordnet werden kann. Der

Scherstift wird in eine entsprechende Bohrung im Turbinenschaufelfuß angeordnet und liegt vorteilhafterweise an einer Kante am Rotor an. Dadurch ist eine axiale Bewegung des Turbinenschaufelfußes nicht möglich. Werden sowohl an der Vorderkante als auch an der Hinterkante des Turbinenschaufelfußes jeweils ein Scherstift angeordnet, so ist eine axiale Verschiebung des Turbinenschaufelfußes sowohl in die eine Richtung als auch in die andere Richtung wirksam verhindert.

**[0007]** Der Scherstift wird hierbei in eine im Rotor angeordnete Nut eingebaut. Der Einbau des Scherstiftes erfolgt, nachdem die Turbinenschaufel in den Rotor in die entsprechende Schaufelnut eingebaut wurde.

**[0008]** In einer vorteilhaften Weiterbildung weist die Sicherungseinrichtung ein Klemmstück auf, das eine radiale Kraft vom Rotor auf den Turbinenschaufelfuß ausübt. Das Klemmstück wird hierbei in einer im Rotor befindlichen Nut angeordnet, wobei die Nut dieselbe sein kann, wie die Nut, in der der Scherstift angeordnet ist. Die Größe des Klemmstücks ist derart gewählt, dass eine Kraft entsteht, die in radialer Richtung wirkt. Das bedeutet, dass die Turbinenschaufel gegen die Tragflanken der Schaufelnut gedrückt wird. Bis zu einer gewissen Rotationsfrequenz wird somit eine Bewegung der Schaufeln in der Nut wirksam verhindert. Ab einer gewissen Rotationsfrequenz sind die Fliehkräfte derart groß, dass eine Bewegung durch das Anliegen an den Tragflanken verhindert ist. Allerdings ist es nahezu unvermeidbar, dass die Turbinenschaufel trotz Fußbefestigung schwingt. Die erfindungsgemäße Befestigung verhindert zudem eine Relativbewegung zwischen dem Turbinenschaufelfuß und der Schaufelnut, wodurch Oberflächenschädigungen vermindert werden.

**[0009]** Bis zu dieser Rotationsfrequenz ist ein axiales Verschieben der Turbinenschaufel möglich. Oberhalb der gewissen Rotationsfrequenz sind die Fliehkräfte derart hoch, dass ein axiales Verschieben vermieden ist, da die Reibkräfte, die in Folge der Fliehkraft wirken, ein Verschieben der Turbinenschaufel in der Schaufelnut wirksam verhindern.

**[0010]** In einer vorteilhaften Weiterbildung weist das Klemmstück einen oberen Schenkel und einen unteren Schenkel auf, wobei der obere Schenkel am Turbinenschaufelfuß anliegt und gegen den Turbinenschaufelfuß eine Kraft in radialer Richtung ausübt. Der untere Schenkel liegt am Rotor an.

**[0011]** Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass der obere Schenkel und der untere Schenkel im Wesentlichen eine V-Form bilden und durch geschickte Materialauswahl eine Federkraft ausgeübt wird, die vom Rotor auf den Turbinenschaufelfuß in radialer Richtung wirkt.

**[0012]** In einer vorteilhaften Weiterbildung liegt der Scherstift auf dem unteren Schenkel auf.

**[0013]** Um ein ungewolltes Lösen des Klemmstückes zu vermeiden, wird ein Sicherungselement verwendet, das zum Sichern des Klemmstückes ausgebildet ist. Dazu wird das Klemmstück als Sicherungsblech ausgebildet und zwischen dem Klemmstück und dem Rotor an-

geordnet. Durch Umbiegen des Sicherungsbleches an der Kante des Klemmstückes wird ein Verschieben des Klemmstückes vermieden, wobei gleichzeitig das Sicherungsblech in eine entsprechende Nut im Rotor angeordnet werden muss.

**[0014]** Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Lösung anhand der beigefügten schematischen Zeichnungen näher erläutert.

**[0015]** Es zeigen:

Figur 1 eine Seitenansicht eines Rotors mit einer Turbinenschaufel im eingebauten Zustand;

Figur 2 eine Querschnittsansicht eines Teils eines Rotors mit eingebauter Turbinenschaufel;

Figur 3 eine vergrößerte Darstellung eines Ausschnitts aus Figur 2;

Figur 4 eine vergrößerte Darstellung eines Klemmstückes;

Figur 5 eine perspektivische Darstellung des Klemmstückes;

Figur 6 eine perspektivische Darstellung eines Scherstiftes;

Figur 7 eine perspektivische Darstellung eines Sicherungselementes.

**[0016]** Die Figur 1 zeigt eine Seitenansicht eines Teils eines Rotors 1 mit einer eingebauten Turbinenschaufel 2. Die Turbinenschaufel 2 weist einen Turbinenschaufelfuß 3 auf, der in eine entsprechende Schaufelnut 4 angepasst ist. Die Turbinenschaufel 2 wird in axialer Richtung 5 in die Schaufelnut 4 eingeschoben. Die Schaufelnut 4 ist als Tannenbaumschaufelnut ausgebildet und umfasst mehrere Tragflanken 6.

**[0017]** Die Turbinenschaufel 2 wird in der Schaufelnut 4 sowohl in axialer Richtung 5 als auch in radialer Richtung 29 gesichert. Die radiale Richtung 29 entspricht im Wesentlichen der Längsausrichtung der Turbinenschaufel 2 und die axiale Richtung 5 entspricht im Wesentlichen der Rotationsachse, die in der Figur 1 nicht näher dargestellt ist.

**[0018]** Zur Sicherung der Turbinenschaufel 2 wird eine Sicherungseinrichtung 7, die unterhalb des Turbinenschaufelfußes 3 angeordnet ist, realisiert. Der Turbinenschaufelfuß 3 ist hierbei derart ausgebildet, dass dieser in die Schaufelnut 4 angepasst ist, d. h. in axialer Richtung 5 sich im Wesentlichen verschieben lässt.

**[0019]** In der Figur 2 ist eine Schnittdarstellung durch einen Teil des Rotors 1 dargestellt. Die Sicherungseinrichtung 7 umfasst im Wesentlichen drei Bauteile. Dies wären zum einen ein Scherstift 8, ein Klemmstück 9 und ein Sicherungselement 10. Die Sicherungseinrichtung 7 ist in eine entsprechende Nut 11 im Rotor 1 angeordnet.

Diese Nut 11 ist sowohl an der Dampfeintrittsseite 12 als auch an der Dampfaustrittsseite 13 ausgebildet. Der Einbau von zumindest zwei Sicherungseinrichtungen 7, d. h. sowohl an der Dampfeintrittsseite 12 als auch an der Dampfaustrittsseite 13, bietet den Vorteil, dass die Turbinenschaufel 2 sich in axialer Richtung 5 nicht mehr verschieben lässt. Die Funktionsweise sowie der Einbau der Sicherungseinrichtung 7 werden anhand der Figur 3 näher erläutert.

**[0020]** Der Scherstift 8 ist zylindrisch ausgebildet und weist eine Länge L auf, die geringer ist als die Nuthöhe 14 der Nut 11. Dadurch ist ein problemloses Einschieben des Scherstiftes 8 in die Nut 11 möglich. Der Scherstift 8 wird in eine Bohrung 15, die sich im Schaufelfuß 3 befindet, eingebracht. Die Bohrung 15 und die Nut 11 werden dabei derart ausgebildet, dass im eingebauten Zustand der Scherstift 8 an einer Kante 16 im Rotor 1 anliegt. Ein Verschieben des Turbinenschaufelfußes 3 in axialer Richtung 5 ist somit nicht mehr möglich.

**[0021]** Ein weiteres Element der Sicherungseinrichtung 7 bildet das Klemmstück 9. In den Figuren 4 und 5 ist eine perspektivische und vergrößerte Darstellung des Klemmstückes 9 zu sehen. Im Wesentlichen ist das Klemmstück 9 mit einem Grundkörper 17, der quaderförmig ausgebildet ist und einem oberen Schenkel 18 und einem unteren Schenkel 19 ausgeführt. Zwischen dem oberen Schenkel 18 und dem unteren Schenkel 19 ist ein Spalt 20 gebildet. Die Abmessungen des Klemmstückes 9 sind derart gewählt, dass die Höhe 21 des Klemmstückes 9 geringer ist als die Nuthöhe 14. Ein Einschieben des Klemmstückes 9 in die Schaufelnut 4 ist daher problemlos möglich. Die Abmessungen sind weiterhin derart gewählt, dass im eingebauten Zustand der obere Schenkel 18 eine Kraft, die einer Federkraft ähnelt, gegen den Turbinenschaufelfuß 3 drückt. Der obere Schenkel 18 weist hierfür einen Vorsprung 22 auf, der ca. ein Drittel der Länge des Klemmstückes 9 beträgt. Sowohl der obere Schenkel 18 als auch der untere Schenkel 19 sind keilförmig ausgeführt, d. h. vom Grundkörper 17 in Richtung Schenkel 18, 19 verjüngen sich der obere Schenkel 18 und der untere Schenkel 19.

**[0022]** Die Figur 6 zeigt eine perspektivische Darstellung des Scherstiftes 8. Ein drittes Element der Sicherungseinrichtung 7 ist das Sicherungselement 10, das als Sicherungsblech ausgeführt wird. Das Sicherungselement 10 wird anhand der Figur 7 näher erläutert. Im Wesentlichen ist das Sicherungselement 10 als länglich ausgebildetes Blechstück ausgebildet, das an seiner Spitze 23 einmal vollständig gefaltet ist, wodurch ein Vorsprung 28 entsteht. Im eingebauten Zustand liegt dieser Vorsprung 28 in einer entsprechenden Sicherungsnut 24 an. Wie in Figur 3 dargestellt, wird dadurch ein axiales Verschieben 5 des Sicherungselementes 10 wirksam vermieden. Des Weiteren weist das Sicherungselement 10 ein Endstück 26 auf, das gegenüber einem Hauptstück 25 senkrecht an der Biegungsstelle 27 gebogen ist.

**[0023]** Die Sicherungseinrichtung 7 wird nun folgendermaßen eingebaut: zunächst wird die Turbinenschaufel

fel 2 in die entsprechende Schaufelnut 4 eingebracht. Anschließend wird der Scherstift 8 in die entsprechende Bohrung 15 angepasst. Das Sicherungselement 10 wird im ungebogenen Zustand eingeschoben und weist an der Spitze 23 einen Vorsprung 28 auf, der in eine entsprechende Sicherungsnut 24 angeordnet ist. Das Klemmstück 9 wird auf das Sicherungselement 10 derart in die Nut 11 geschoben, dass der Scherstift 8 auf dem unteren Schenkel 19 anliegt. Ein Herausfallen des Scherstiftes 8 aus der Bohrung 15 wird dadurch vermieden. Das Sicherungselement 10 wird im ungebogenen Zustand eingeschoben und weist an der Spitze 23 einen Vorsprung 28 auf, der in eine entsprechende Sicherungsnut 24 angeordnet ist. Das Sicherungselement 10 wird schließlich an der Biegestelle 27 gebogen, wodurch ein Herausfallen des Klemmstückes 9 aus der Nut 11 wirksam vermieden ist.

### Patentansprüche

1. Rotor (1),  
umfassend zumindest eine Turbinenschaufel (2) und eine Sicherungseinrichtung (7) zur axialen und radialen Sicherung der Turbinenschaufel (2),  
wobei der Rotor (1) eine Schaufelnut (4) und die Turbinenschaufel (2) einen Turbinenschaufelfuß (3) umfasst,  
wobei die Schaufelnut (4) und der Turbinenschaufelfuß (3) derart ausgebildet sind, dass der Turbinenschaufelfuß (3) in der Schaufelnut (4) angepasst ist, wobei die Sicherungseinrichtung (7) einen Scherstift (8) aufweist, der in eine Bohrung (15) im Turbinenschaufelfuß (3) ragt.
2. Rotor (1) nach Anspruch 1,  
wobei der Rotor (1) eine Kante (16) aufweist, an der der Scherstift (8) anliegt.
3. Rotor (1) nach Anspruch 1 oder 2,  
wobei die Sicherungseinrichtung (7) ein Klemmstück (9) aufweist, das eine radiale Kraft vom Rotor (1) auf den Turbinenschaufelfuß (3) ausübt.
4. Rotor (1) nach Anspruch 3,  
wobei das Klemmstück (9) in einer im Rotor (1) befindlichen Nut (11) angeordnet ist.
5. Rotor (1) nach Anspruch 3 oder 4,  
wobei das Klemmstück (9) einen oberen Schenkel (18) und einen unteren Schenkel (19) aufweist, wobei der obere Schenkel (18) am Turbinenschaufelfuß (3) anliegt und gegen den Turbinenschaufelfuß (3) eine Kraft in radialer Richtung (29) ausübt, wobei der untere Schenkel (19) am Rotor (1) anliegt und gegen den Rotor (1) eine Kraft in radialer (6) Richtung ausübt.
6. Rotor (1) nach Anspruch 3, 4 oder 5,  
wobei der obere (18) und der untere (19) Schenkel V-förmig ausgebildet sind.
7. Rotor (1) nach einem der Ansprüche 3 bis 6,  
wobei der Scherstift (8) auf dem unteren Schenkel (19) anliegt.
8. Rotor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 3 bis 6,  
wobei die Sicherungseinrichtung (7) ein Sicherungselement (10) zum Sichern des Klemmstückes (9) aufweist.
9. Rotor (1) nach Anspruch 8,  
wobei das Sicherungselement (10) als zwischen dem Klemmstück (9) und dem Rotor (1) angeordnetes Sicherungsblech ausgebildet ist.
10. Rotor (1) nach Anspruch 8 oder 9,  
wobei das Sicherungselement (10) einen Vorsprung (28) aufweist, der in einer im Rotor (1) angeordneten Sicherungsnut (24) angeordnet ist.

FIG 1

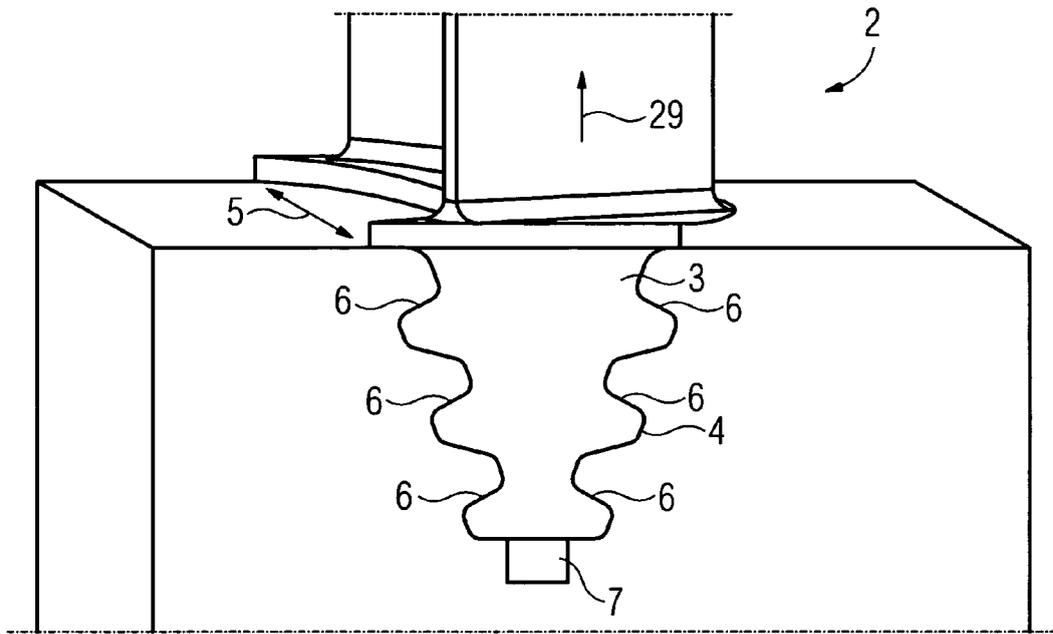


FIG 2

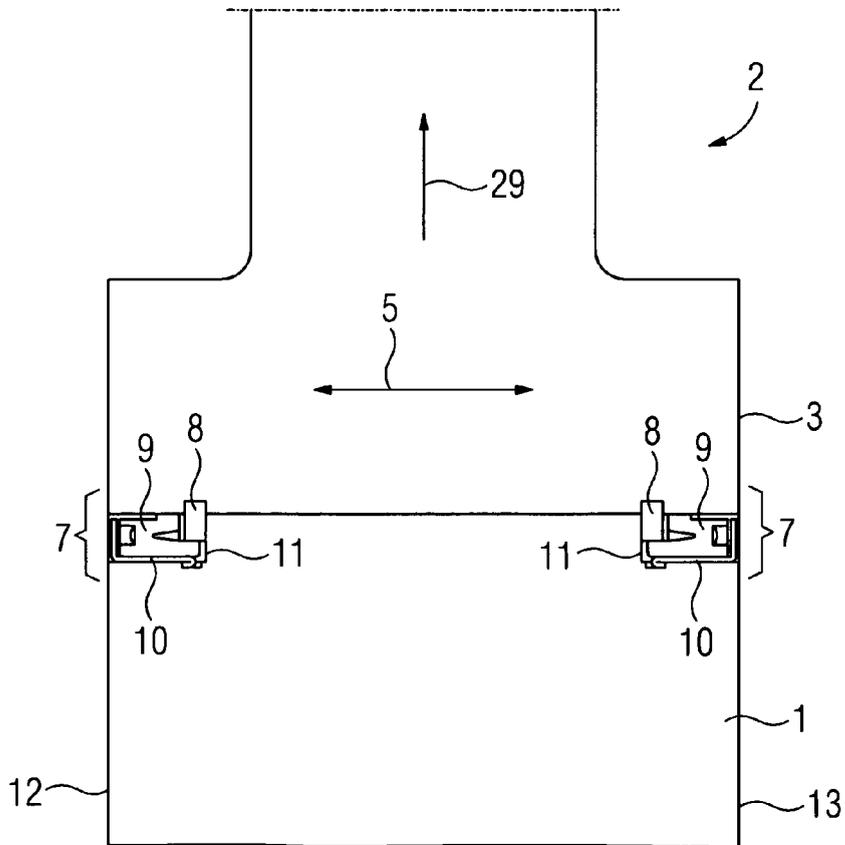


FIG 3

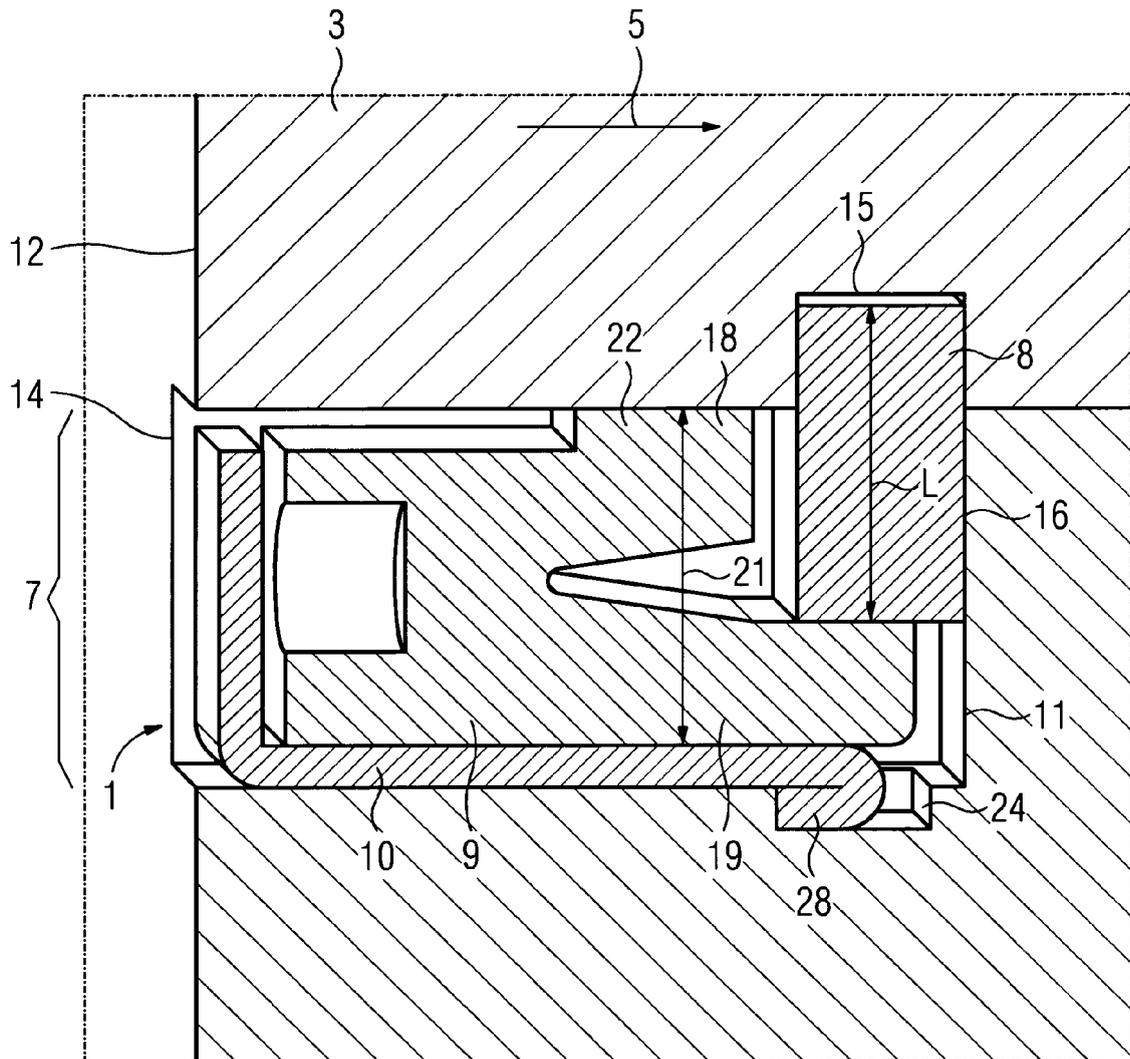


FIG 4

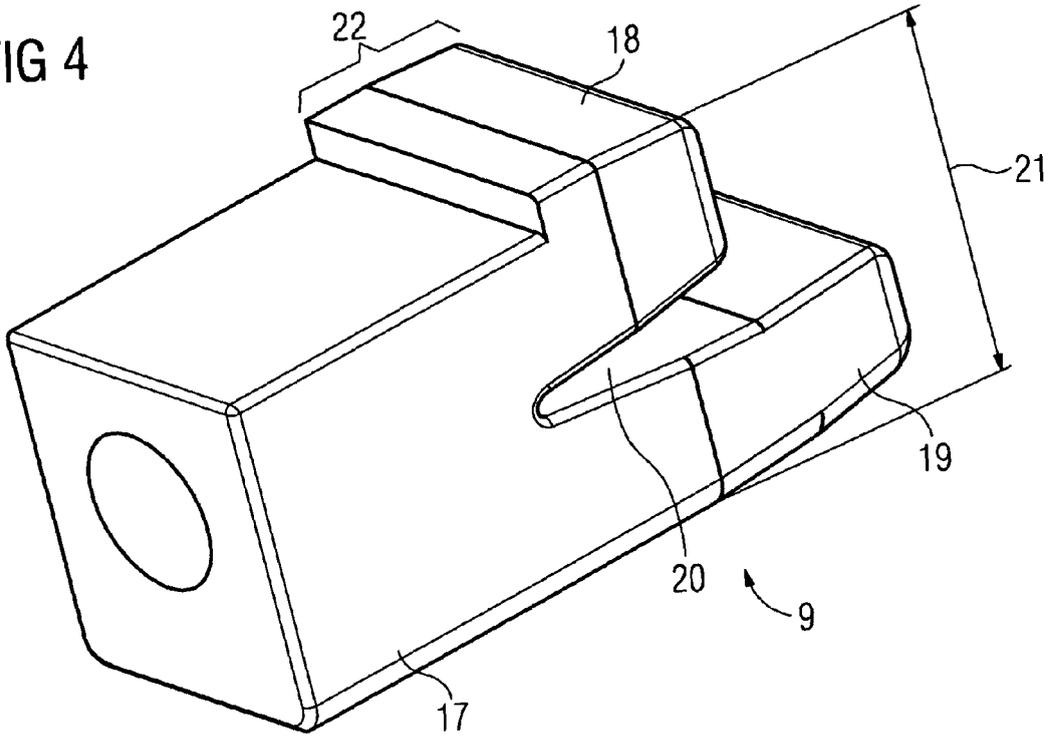


FIG 5

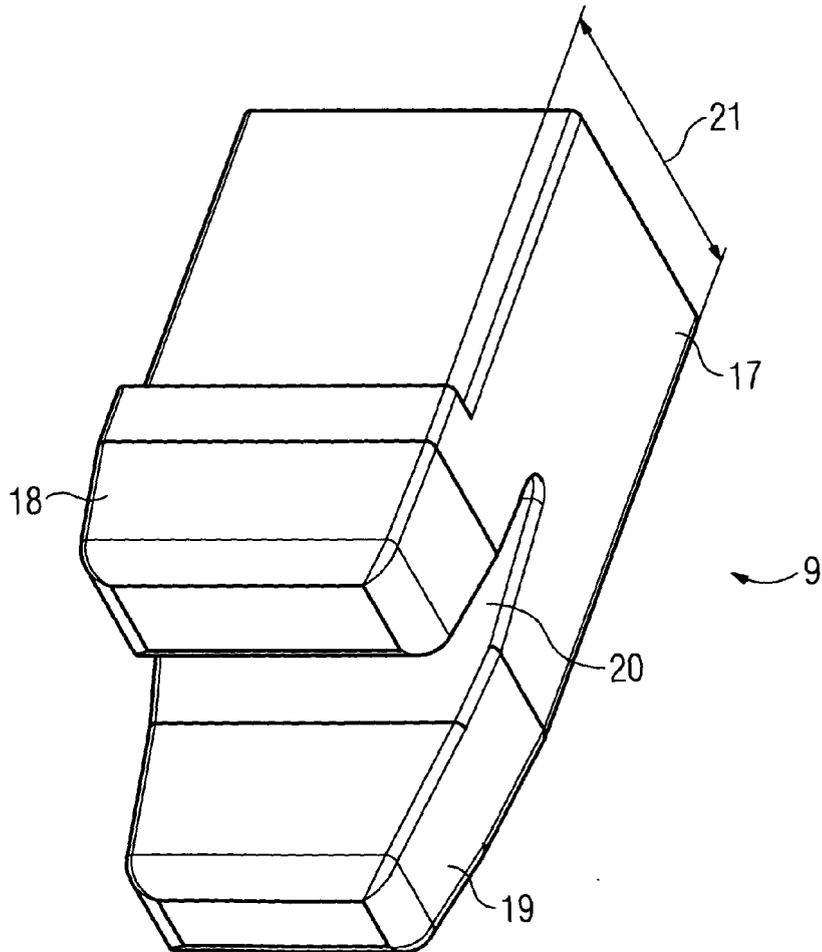


FIG 6

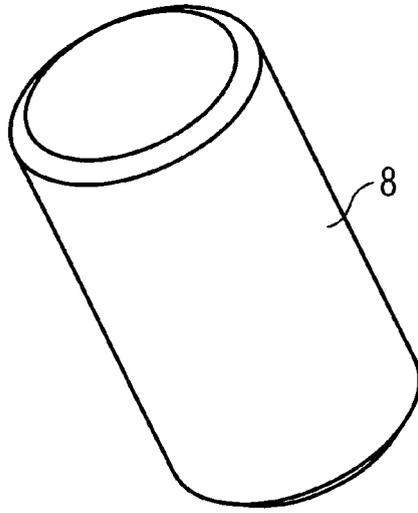
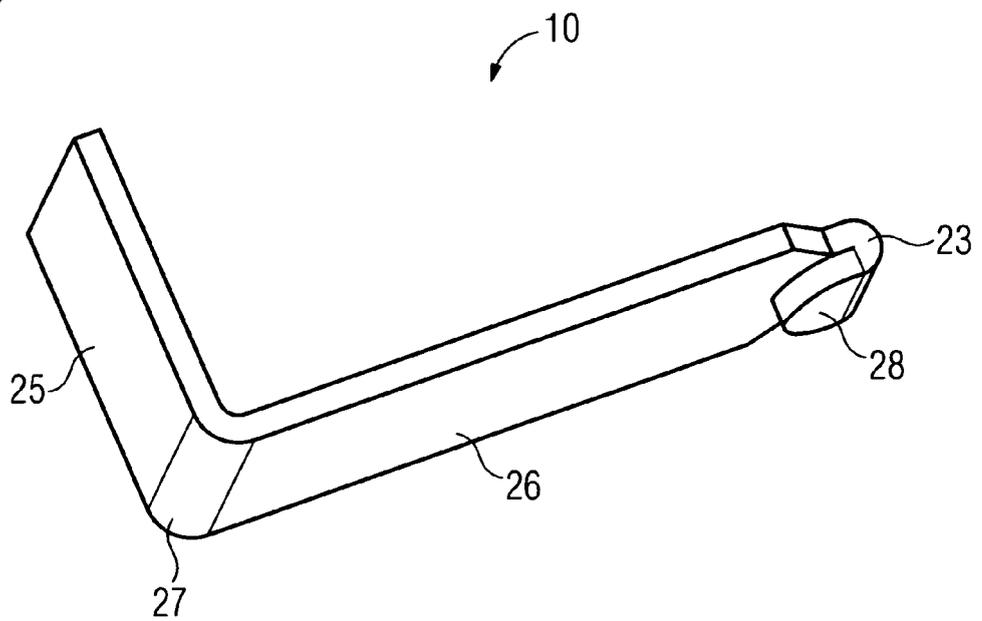


FIG 7





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
 EP 09 01 1885

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE				
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)	
X	GB 2 410 531 A (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 3. August 2005 (2005-08-03)	1-5,7,8	INV. F01D5/30	
Y	* Seiten 3-4; Abbildung 2 *	6,9,10		
X	EP 2 090 750 A (SIEMENS AG [DE]) 19. August 2009 (2009-08-19)	1,3-5,8		
X	* Absätze [0008], [0021], [0058]; Abbildungen 1-4 *			
X	US 2 963 271 A (MCCORMICK HAMILTON L) 6. Dezember 1960 (1960-12-06)	1,2		
A	* Abbildungen 1-5 *	4,8,9		
X	EP 0 712 995 A (ABB MANAGEMENT AG [CH]) 22. Mai 1996 (1996-05-22)	1,2		
X	* Abbildungen 1,2 *			
X	EP 1 619 354 A (SIEMENS AG [DE]) 25. Januar 2006 (2006-01-25)	1,2		
X	* Abbildungen 1-7 *			
Y	EP 0 597 586 A (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 18. Mai 1994 (1994-05-18)	9	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01D	
A	* Abbildungen 1-6 *	1,3-5,7, 8		
Y	EP 1 892 380 A (SIEMENS AG [DE]) 27. Februar 2008 (2008-02-27)	10		
A	* Abbildungen 1-8 *	3,4,8,9		
Y	US 2009/010762 A1 (CAUCHETEUX MATHIEU [FR] ET AL) 8. Januar 2009 (2009-01-08)	6		
A	* Abbildungen 1-11 *	3-5		
A	FR 2 323 908 A (ALSTHOM CGEE [FR] ALSTHOM ATLANTIQUE [FR]) 8. April 1977 (1977-04-08)	1-4,8,10		
A	* Abbildungen 1,2 *			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt				
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche		Prüfer
München		29. Januar 2010	Koch, Rafael	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE				
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze		
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder		
anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist		
A : technologischer Hintergrund		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument		
O : mündliche Offenbarung		L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument		
P : Zwischenliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes		
		Dokument		

 1  
 EPO FORM 1503 03.02 (P04C03)

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

EP 09 01 1885

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.

29-01-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 2410531	A	03-08-2005	US 2005271510 A1	08-12-2005
EP 2090750	A	19-08-2009	WO 2009100975 A1	20-08-2009
US 2963271	A	06-12-1960	GB 807186 A	07-01-1959
EP 0712995	A	22-05-1996	CN 1130713 A	11-09-1996
			DE 4441233 A1	23-05-1996
			JP 8210103 A	20-08-1996
EP 1619354	A	25-01-2006	AT 391835 T	15-04-2008
			CN 1724850 A	25-01-2006
			JP 4181567 B2	19-11-2008
			JP 2006037954 A	09-02-2006
			US 2006018756 A1	26-01-2006
EP 0597586	A	18-05-1994	DE 69310317 D1	05-06-1997
			DE 69310317 T2	14-08-1997
			JP 6207557 A	26-07-1994
			US 5443366 A	22-08-1995
EP 1892380	A	27-02-2008	CN 101506475 A	12-08-2009
			EP 2076656 A1	08-07-2009
			WO 2008022890 A1	28-02-2008
			US 2009324414 A1	31-12-2009
US 2009010762	A1	08-01-2009	CA 2629803 A1	27-10-2008
			CN 101294501 A	29-10-2008
			EP 1985810 A1	29-10-2008
			FR 2915510 A1	31-10-2008
			JP 2008274945 A	13-11-2008
FR 2323908	A	08-04-1977	KEINE	

EPO FORM P0461

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