

(19)



(11)

EP 1 892 383 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
27.02.2008 Patentblatt 2008/09

(51) Int Cl.:
F01D 25/12^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06017639.3**

(22) Anmeldetag: **24.08.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
 HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
 SK TR**
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

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

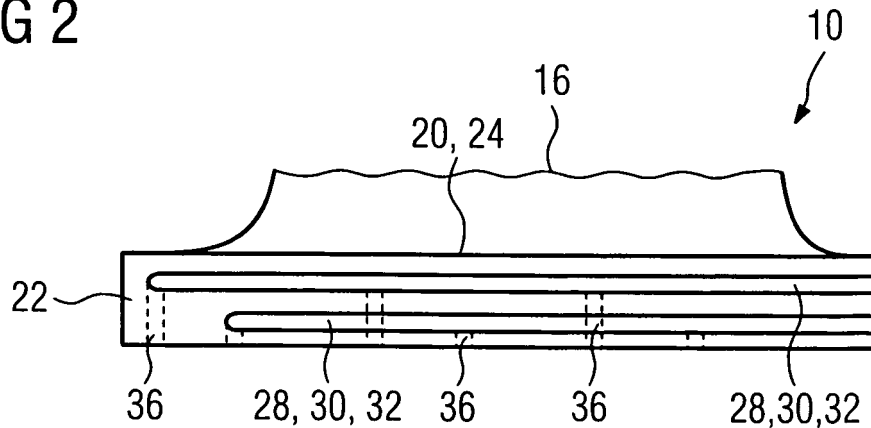
(72) Erfinder:
 • **Ahmad, Fathi
 41564 Kaarst (DE)**
 • **Dankert, Michael, Dr.
 63069 Offenbach (DE)**

(54) **Gasturbinenschaufel mit gekühlter Plattform**

(57) Eine Turbinenschaufel (10), deren Lebensdauer durch eine Vergleichmäßigung der Temperaturen in der Plattform (14) in Richtung vom Tragflügelprofil (16) hin zum Plattformrand (20) aufgrund einer Anhebung der Kühllufttemperatur beim Austritt am Plattformrand verlängert ist. Die Anhebung der Kühllufttemperatur erfolgt, indem diese zur flächigen Plattformkühlung eingesetzt

wird und währenddessen den vom Plattformrand (20) entfernten Bereich der Plattform (14) kühlt. Dementsprechend ist mindestens ein im Plattformrand (20) angeordneter Schlitz (28) vorgesehen, welcher sich vergleichsweise tief - vom Plattformrand (20) aus gesehen - in die Plattform (14) hinein erstreckt. Eine unzulässige starke Kühlung des Plattformrandes (20) kann so vermieden werden.

FIG 2



EP 1 892 383 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Turbinenschaufel für eine insbesondere stationäre Gasturbine, mit einem Befestigungsbereich, an dem sich eine Plattform und daran ein Tragflügelprofil anschließt, mit einer an der Plattform angeordneten von einem Heißgas beaufschlagbaren Oberfläche, die von einem umlaufenden Plattformrand mit einer stirnseitigen Randoberfläche begrenzt ist, wobei in der Randoberfläche mindestens eine sich in Richtung des Plattformrands erstreckende Ausnehmung vorgesehen ist.

[0002] Derartige Turbinenschaufeln werden in stationären Gasturbinen eingesetzt. Damit diese den heißen Temperaturen des Arbeitsmediums der Gasturbine standhalten, sind die Turbinenschaufeln gekühlt. Zudem wird ein Eindringen von heißem Arbeitsmedium in den von zwei Plattformen benachbarter Turbinenlaufschaufeln gebildeten Spalt vermieden, indem aus diesem Kühlluft ausgeblasen wird. Hierzu ist jeweils eine in der Randoberfläche der Plattform angeordnete Nut vorgesehen, der Kühlluft zuführbar ist. Aufgrund der in der Turbine herrschenden Druckverhältnisse tritt aus dieser Nut die Kühlluft aus und verhindert so das schädliche Eindringen von Heißgas in den Spalt.

[0003] Es hat sich jedoch als nachteilig herausgestellt, dass die aus der Nut ausströmende Kühlluft den Plattformrand über den erforderlichen Bedarf hinaus kühlt. Die Materialtemperatur nahe dem Plattformrand ist somit wesentlich geringer als in den Bereichen der Oberfläche der Plattform, welche vom Plattformrand entfernt liegen. Die dabei auftretenden Temperaturgradienten und auch die temperaturabhängigen Materialdehnungen können an dieser Stelle möglicherweise zu Verschleiß führen, welcher in Form von Rissentstehung und Risswachstum auftritt. Des Weiteren kann es der Fall sein, sofern die Oberfläche der Plattform eine Beschichtung zum Schutz vor Korrosion und Wärmeeintrag aufweist, dass diese Beschichtung aufgrund der zu großen Materialdehnungen der Plattform lokal abplatzt, wodurch die Schutzwirkung an den betroffenen Stellen verloren geht.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist daher die Bereitstellung einer gattungsgemäßen Turbinenschaufel für eine insbesondere stationäre Gasturbine, die eine besonders lange Lebensdauer aufweist.

[0005] Die Aufgabe wird durch die Bereitstellung einer gattungsgemäßen Turbinenschaufel gelöst, welche die Merkmale des Anspruchs 1 aufweist. Es wird vorgeschlagen, dass zumindest eine der Ausnehmung als Schlitz ausgebildet ist, welcher sich in die Plattform hinein erstreckt und dass der oder jeder Schlitz zur Kühlung der Oberfläche der Plattform von einem Kühlmittel in Richtung zum Plattformrand hin durchströmbar ist.

[0006] Mit der Erfindung wird erreicht, dass die Materialtemperatur der Plattform im vom Plattformrand entfernten Bereich aufgrund der dort vorgesehenen Kühlung abgesenkt wird, verglichen mit einer aus dem Stand der Technik bekannten Turbinenschaufel. Dabei nimmt

die Kühlluft so viel Wärmeenergie auf, dass ihre Kühlwirkung am Plattformrand, an der die Kühlluft die Turbinenschaufel verlässt, verglichen mit der aus dem Stand der Technik bekannten Turbinenschaufel, weniger intensiv ist. Dementsprechend wird der Plattformrand nicht mehr über Bedarf, sondern bedarfsgerecht kühlt. Die Materialtemperatur der Plattform, nahe dem Plattformrand wird nicht mehr unzulässig stark abgesenkt. Somit wird die Temperaturdifferenz im Plattformmaterial zwischen dem Plattformrand und dem vom Plattformrand entfernten Bereich angeglichen, so dass geringere Materialspannungen und temperaturbehaftete Dehnungen auftreten. Verschleiß in Form von Rissen tritt somit auch seltener auf, bzw. sofern Risse bereits vorhanden sind, wird deren Wachstum langsamer stattfinden als bei einer bekannten Turbinenschaufel.

[0007] Folglich weist die erfindungsgemäße Turbinenschaufel eine verlängerte Lebensdauer gegenüber der bekannten Turbinenschaufel auf.

[0008] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0009] Eine ausreichende Menge an Kühlluft kann für die Sperrung des Spaltes ohne Druckverlust bereitgestellt werden, wenn in der Turbinenschaufel mehrere, innerhalb der Plattform übereinander gestapelte Schlitz vorgesehen sind, deren Schlitzöffnungen in der Randoberfläche des Plattformrandes münden. Zweckmäßigerweise weisen die Schlitz unterschiedliche Schlitztiefen, von der Randoberfläche aus gesehen, auf.

[0010] Um eine ausreichende Erwärmung der Kühlluft und gleichzeitig eine ausreichende Kühlung der von dem Plattformrand entfernten Oberfläche der Plattform zu erzielen, weist der oder jeder Schlitz jeweils einen der Schlitzöffnung gegenüberliegenden Schlitzgrund auf, wobei die Zuführung von Kühlmittel im Bereich des Schlitzgrundes erfolgt. Die flächige Plattformkühlung kann in konvektiver Art und Weise vergleichsweise einfach erfolgen. Zudem werden dadurch die Temperaturen im vom Plattformrand entfernten Bereich gesenkt, was zu einer weiteren Vergleichsmäßigung der Plattformtemperaturen führt.

[0011] Insbesondere, wenn die Turbinenschaufel als Laufschaufel für eine Turbine ausgebildet ist, kann eine besonders langlebige Turbinenschaufel angegeben werden, da üblicherweise im Bereich des Plattformrands angeordnete Dämpferdrähte eine weitere mechanische Belastung darstellen, die sich aufgrund der erfindungsgemäßen Ausgestaltung der Turbinenschaufel jedoch nicht lebensdauerverringern auswirkt.

[0012] Die Erfindung wird anhand einer Zeichnung erläutert.

Es zeigen:

FIG 1 eine Turbinenlaufschaufel in einer perspektivischen Darstellung,

FIG 2 die Seitenansicht der in FIG 1 dargestellten Turbinenlaufschaufel,

FIG 3 den Längsschnitt durch eine Turbinenlaufschaufelplattform gemäß FIG 1 und

FIG 4 den Längsschnitt durch eine alternative ausgestaltete Turbinenlaufschaufelplattform.

[0013] In FIG 1 ist eine Turbinenlaufschaufel 10 in perspektivischer Darstellung gezeigt. Die gegossene Laufschaufel weist einen als Laufschaufelfuß bezeichneten Befestigungsbereich 12 auf, an dem sich eine Plattform 14 sowie daran ein Tragflügelprofil 16 anschließt. Während des Betriebes der Gasturbine umströmt ein heißes Arbeitsmedium das Tragflügelprofil 16 und wird dabei auch von der Oberfläche 18 der Plattform 14 innerhalb eines ringförmigen, nicht dargestellten Strömungskanals geführt. Die Oberfläche 18 der Plattform 14 ist von einem umlaufenden Plattformrand 20 begrenzt. Am Plattformrand 20 grenzt eine ebenfalls umlaufende stirnseitige Randoberfläche 22 an. Der umlaufende Plattformrand 20 ist in zwei zueinander parallel verlaufende Längskanten 24 und zwei dazu quer verlaufende Querkanten 26 unterteilbar.

[0014] In der zur Längskante 24 angrenzenden Randoberfläche 22 sind jeweils als Schlitze 28 ausgebildete Ausnehmungen 30 vorgesehen, deren Schlitztiefe derart gewählt ist, dass sie vergleichsweise tief in die Plattform 14, bis weit vom Plattformrand 20 weg, hineinragen. Jeder Schlitz 28 weist eine in der Randoberfläche 22 befindliche Schlitzöffnung 32 auf, wobei der der Schlitzöffnung 32 gegenüberliegende Schlitzgrund 34 derart tief innerhalb der Plattform 14 liegt, dass dieser nahe dem Tragflügelprofil 16 oder sogar teilweise darunter endet, radial gesehen. Des Weiteren sind, in der Betriebslage der Turbinenlaufschaufel 10 gesehen, in Radialrichtung verlaufende Kanäle in Form von Bohrungen 36 vorgesehen (vgl. FIG 2), durch die ein auf der Plattformunterseite 38 strömendes Kühlmittel dem Schlitz 28 zugeführt werden kann. Dabei wird die dem Heißgas ausgesetzte Oberfläche 18 der Plattform 14 stellenweise prallgekühlt. Nach erfolgter Prallkühlung strömt das Kühlmittel aufgrund des herrschenden Druckgefälles zur Schlitzöffnung 28 hin und kühlt dabei die Plattform 14 konvektiv. Das sich währenddessen erwärmende Kühlmittel sperrt nach dem Ausströmen aus den Schlitzöffnungen 28 den von zwei Randoberflächen 22 benachbarter Turbinenlaufschaufeln 10 eingeschlossenen Spalt gegen Heißgaseinzug. Da das Kühlmittel aufgrund der Prallkühlung und der anschließenden konvektiven flächigen Kühlung der Plattform 14 zum Weg zur Schlitzöffnung 32 hin bereits Wärmeenergie aufgenommen hat, wird der Plattformrand 20 der Plattformlängskante 24 im Vergleich zu einer aus dem Stand der Technik bekannten Turbinenlaufschaufel weniger, aber noch ausreichend gekühlt. Die Temperaturen, welche sich von der Schaufelmitte in Richtung Plattformrand 20 gesehen einstellen, werden somit besonders effizient angeglichen. Dadurch entstehen weniger temperaturbedingte Spannungen in der Plattform 14, so dass Rissentstehung verzögert und

Risswachstum verlangsamt abläuft, verglichen mit einer aus dem Stand der Technik bekannten Turbinenlaufschaufel.

[0015] Des Weiteren zeigt FIG 3 den Ausschnitt durch den Längsschnitt der erfindungsgemäßen Turbinenlaufschaufel gemäß FIG 1, wobei identische Merkmale mit gleichen Bezugszeichen versehen sind.

[0016] Daneben zeigt FIG 4 eine alternative Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Turbinenlaufschaufelplattform 14, in der ein mäanderförmiger Schlitz 28 eingegossen ist. Auch hier erfolgt die Zuführung von Kühlmittel von der Plattformunterseite 38, wobei der Schlitz 28 im dargestellten Beispiel teilweise unterhalb des Tragflügelprofils 16 verläuft.

[0017] Insgesamt wird mit der Erfindung eine Turbinenlaufschaufel 10 angegeben, deren Lebensdauer durch eine gleichmäßigung der Temperaturen in der Plattform 14 in Richtung vom Tragflügelprofil 16 hin zum Plattformrand 20 aufgrund einer Anhebung der Kühllufttemperatur an der Schlitzöffnung 28, bezogen auf eine bekannte Turbinenlaufschaufel, erfasst wird, verlängert ist. Eine unzulässig starke Kühlung des Plattformrands 20 wird so vermieden. Mit der vorgeschlagenen Maßnahme kann die Lebensdauer, insbesondere auch LCF-Lebensdauer (Low Cycle Fatigue-Lebensdauer) der erfindungsgemäßen Turbinenlaufschaufel 10 weiter erhöht werden.

Patentansprüche

1. Turbinenlaufschaufel (10) für eine insbesondere stationäre Gasturbine, mit einem Befestigungsbereich (12), an dem sich eine Plattform (14) und daran ein Tragflügelprofil (16) anschließt, mit einer an der Plattform (14) angeordneten, von einem Heißgas beaufschlagbaren Oberfläche (18), die von einem umlaufenden Plattformrand (20) mit einer stirnseitigen Randoberfläche (22) begrenzt ist, wobei in der Randoberfläche (22) mindestens eine sich in Richtung des Plattformrands (20) erstreckende Ausnehmung (30) vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine der Ausnehmungen (30) als Schlitz (28) ausgebildet ist, welcher sich in die Plattform (14) hinein erstreckt und dass der oder jeder Schlitz (28) zur Kühlung der Oberfläche (18) der Plattform (14) von einem Kühlmittel in Richtung zum Plattformrand (20) hin durchströmbar ist.
2. Turbinenlaufschaufel (10) nach Anspruch 1, bei der mehrere innerhalb der Plattform (14) übereinander gestapelte Schlitze (28) vorgesehen sind.
3. Turbinenlaufschaufel (10) nach Anspruch 2, bei der die Schlitze (28) unterschiedliche Schlitztiefen, von der Randoberfläche (22) aus gesehen, auf-

weisen.

4. Turbinenschaufel (10) nach Anspruch 1, 2 oder 3,
bei der der oder jeder Schlitz (28) jeweils einen einer
in der Randoberfläche (22) liegenden Schlitzöffnung (32) gegenüberliegenden Schlitzgrund (24) auf-
weist, 5
wobei die Zuführung von Kühlmittel im Bereich des
Schlitzgrundes (34) erfolgt. 10
5. Turbinenschaufel (10) nach Anspruch 1, 2, 3 oder
4, die als Laufschaufel ausgebildet ist.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

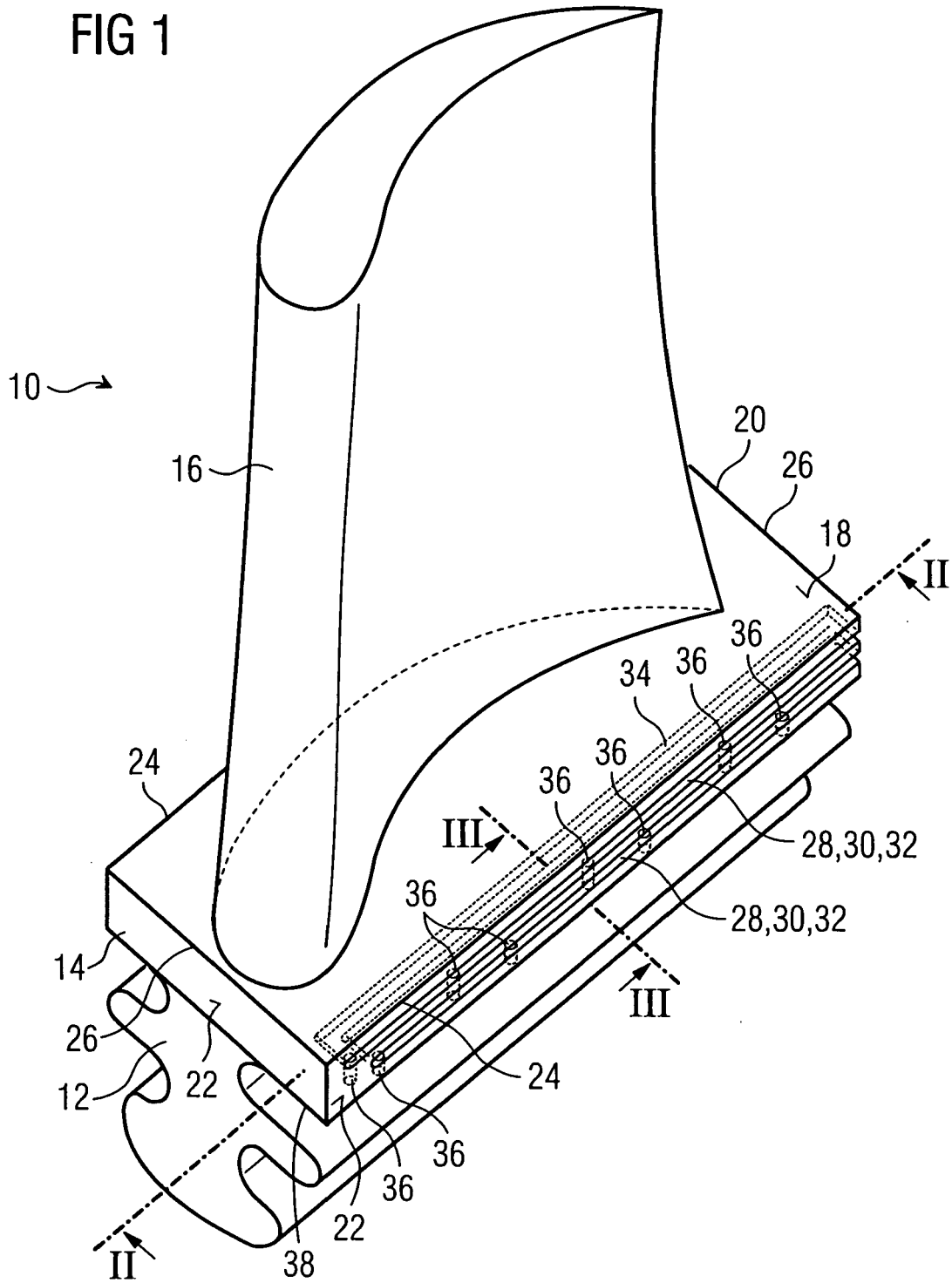


FIG 2

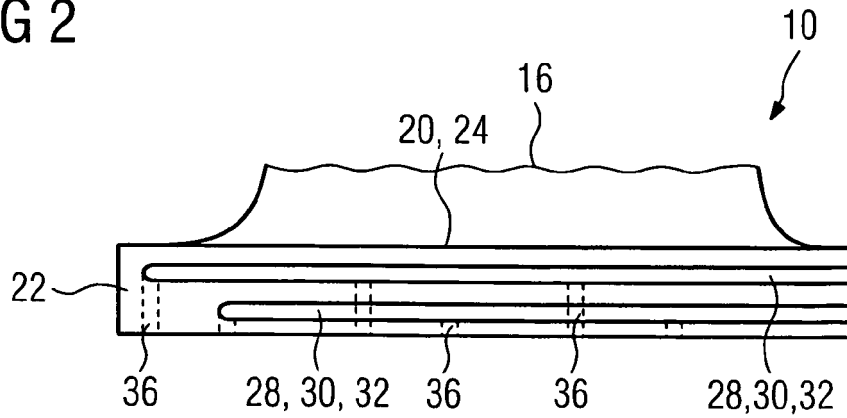


FIG 3

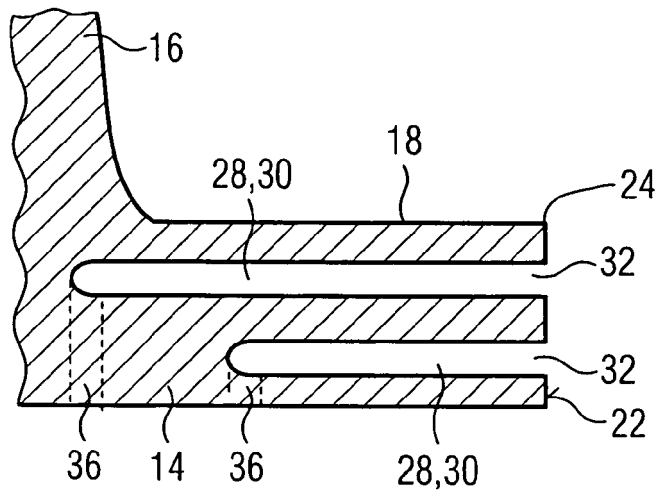
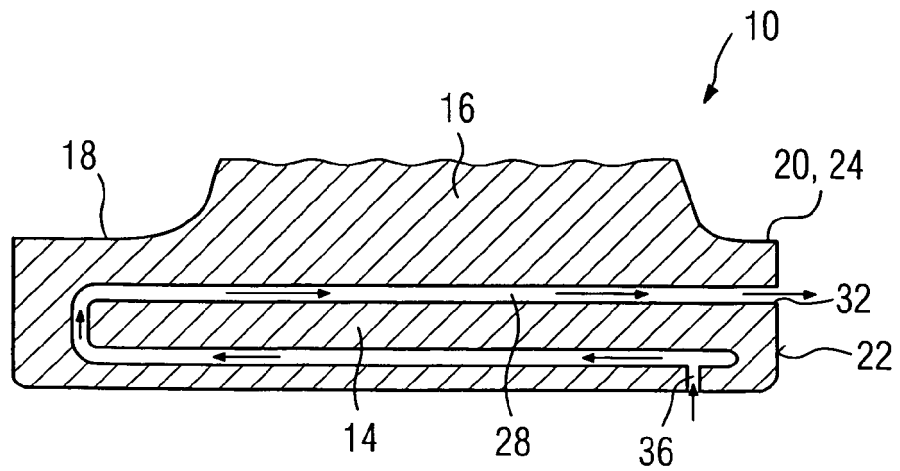


FIG 4





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	GB 2 169 356 A (UNITED TECHNOLOGIES CORP) 9. Juli 1986 (1986-07-09) * Zusammenfassung * * Seite 1, Zeilen 9-12 * * Seite 4, Zeilen 54,95-99,110-129 * * Seite 5, Zeilen 3-13,79-86 * * Abbildungen *	1-4	INV. F01D25/12
X	US 3 182 955 A (HYDE JOHN A C) 11. Mai 1965 (1965-05-11) * Zusammenfassung * * Spalte 1, Zeilen 55-61 * * Spalte 2, Zeilen 9-21,40-44 * * Abbildungen *	1,4	
X	US 2 915 279 A (DOUGLAS CHAMBERLIN REGINALD HE) 1. Dezember 1959 (1959-12-01) * Zusammenfassung * * Spalte 3, Zeilen 35-70 * * Spalte 4, Zeilen 56-72 * * Abbildungen 1,2 *	1,2,4,5	
X	EP 1 008 723 A1 (ABB ALSTOM POWER CH AG [CH] ALSTOM SWITZERLAND LTD [CH]) 14. Juni 2000 (2000-06-14) * Zusammenfassung * * Spalte 7, Zeilen 11-57 * * Abbildungen *	1,4,5	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01D
X	EP 0 357 984 A1 (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP [US]) 14. März 1990 (1990-03-14) * Zusammenfassung * * Spalte 4, Zeilen 40-58 * * Spalte 5, Zeilen 1-40 * * Abbildungen 2-5 *	1,4	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
6	Recherchenort Den Haag	Abschlußdatum der Recherche 6. Februar 2007	Prüfer Rini, Pietro
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 Patentedokument, 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 82 (P04C03)



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	US 5 639 216 A (MCLAURIN LEROY D [US] ET AL) 17. Juni 1997 (1997-06-17) * Zusammenfassung * * Spalte 3, Zeilen 45-68 * * Spalte 4, Zeilen 1-18 * * Abbildung 3 * -----	1,4,5	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 6. Februar 2007	
		Prüfer Rini, Pietro	
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	

6
EPO FORM 1503 03.02 (P04C03)

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

EP 06 01 7639

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.

06-02-2007

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 2169356	A	09-07-1986	DE 3544117 A1	26-06-1986
			FR 2574857 A1	20-06-1986
			JP 1961988 C	25-08-1995
			JP 6089652 B	09-11-1994
			JP 61145303 A	03-07-1986
			US 4688988 A	25-08-1987

US 3182955	A	11-05-1965	GB 938189 A	02-10-1963

US 2915279	A	01-12-1959	BE 530135 A	
			BE 530136 A	
			CH 328211 A	28-02-1958
			CH 330985 A	30-06-1958
			DE 956822 C	24-01-1957
			DE 962027 C	18-04-1957
			DE 1016982 B	
			FR 1108159 A	10-01-1956
			FR 1108160 A	10-01-1956
			GB 751010 A	27-06-1956
			GB 751011 A	27-06-1956
			NL 89082 C	
			NL 92044 C	

EP 1008723	A1	14-06-2000	DE 59810806 D1	25-03-2004
			US 6309175 B1	30-10-2001

EP 0357984	A1	14-03-1990	AR 240712 A1	28-09-1990
			CA 1309597 C	03-11-1992
			DE 68906334 D1	09-06-1993
			DE 68906334 T2	26-08-1993
			JP 2104902 A	17-04-1990
			JP 2835382 B2	14-12-1998
			MX 164477 B	19-08-1992
			US 4902198 A	20-02-1990

US 5639216	A	17-06-1997	CA 2198225 A1	29-02-1996
			DE 69505407 D1	19-11-1998
			DE 69505407 T2	27-05-1999
			EP 0777818 A1	11-06-1997
			JP 3811502 B2	23-08-2006
			JP 10507239 T	14-07-1998
			WO 9606266 A1	29-02-1996

EPO FORM P0461

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