



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
16.07.2014 Patentblatt 2014/29

(51) Int Cl.:
C23C 28/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13151157.8**

(22) Anmeldetag: **14.01.2013**

(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

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

(72) Erfinder:
• **Annen, Michael
47259 Duisburg (DE)**

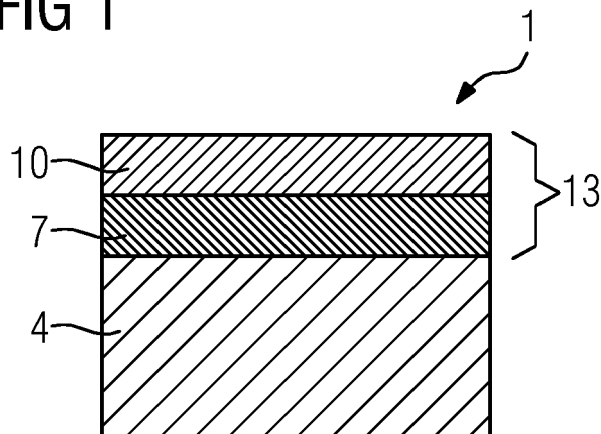
- **Barnikel, Jochen
45470 Mülheim an der Ruhr (DE)**
- **Flores Renteria, Arturo
10715 Berlin (DE)**
- **Ghiov, Andrei
45478 Mülheim an der Ruhr (DE)**
- **Neddemeyer, Torsten
14532 Kleinmachnow (DE)**
- **Schmitz, Friedhelm
46537 Dinslaken (DE)**
- **Wistuba, Dirk
45475 Mülheim an der Ruhr (DE)**
- **van den Toorn, Bernd
45478 Mülheim an der Ruhr (DE)**

(54) **Schutzschicht gegen Korrosion und Erosion**

(57) Durch die Verwendung einer weichen Korrosionsschutzschicht in einer äußeren harten Erosions-

schutzschicht wird eine verbesserte Korrosion und Erosionsbeständigkeit erreicht.

FIG 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schutzschicht gegen Korrosion und Erosion von Bauteilen, die von einem Fluid umströmt werden.

[0002] Als ein Anwendungsbeispiel von Schutzschichten gegen Korrosion und Erosion sind Verdichterschaukeln von Gasturbinen bekannt, die gegen Erosionen und Korrosion geschützt werden sollen.

[0003] Bekannt sind Systeme, bei denen Lacke mit aluminiumhaltigen Partikeln aufgetragen werden, wobei der Lack zum Erosionsschutz beiträgt und die Aluminiumpartikel im Lack zum Korrosionsschutz beitragen, indem sie als Opferanode wirken.

[0004] Es ist Aufgabe der Erfindung ein Schutzschichtsystem vorzuschlagen, das verbesserte Eigenschaften gegenüber Korrosion und Erosion aufweist.

[0005] Die Aufgabe wird gelöst durch eine Schutzschicht gemäß Anspruch 1.

[0006] In den Unteransprüchen sind weitere vorteilhafte Maßnahmen aufgelistet, die beliebig miteinander kombiniert werden können, um weitere Vorteile zu erzielen.

[0007] Es zeigen:

Figur 1 ein erfindungsgemäßes Schichtsystem,
Figur 2 eine Gasturbine.

[0008] Die Beschreibung und die Figuren stellen nur Ausführungsbeispiele der Erfindung dar. In Figur 1 ist ein erfindungsgemäßes Schichtsystem 1 schematisch dargestellt.

[0009] Das Schichtsystem 1, insbesondere für eine Verdichterschaukel, insbesondere für eine Gasturbine 100 (Fig. 2), weist ein Substrat 4 auf.

[0010] Auf dem Substrat 4 ist eine zumindest zweilagige Schicht 13 vorhanden, die insbesondere nur zweilagig ist.

[0011] Das Substrat 4 weist vorzugsweise einen 6% bis 18% chromhaltigen Stahl, insbesondere 12% bis 16% Chromstahl auf.

[0012] Die unterliegende Schicht 7, vorzugsweise direkt auf dem Substrat 4, dient zum Korrosionsschutz, wobei die äußerste Schicht 10, vorzugsweise direkt auf der unterliegenden Schicht 7, zum Erosionsschutz dient.

[0013] Der kathodische Korrosionsschutz erfolgt durch elementares Aluminium (Al), Zink (Zn), Magnesium (Mg) und/oder Legierungen (Al-Zn, Al-Mg, Zn-Mg, Al-Zn-Mg) daraus.

[0014] Die äußerste Schicht 10 ist eine Hartschicht, insbesondere eine Metallnitridschicht, ganz insbesondere CrN, CrAlN (Chromnitrid- oder Chromaluminiumnitridschicht), TiN und/oder TiAlN.

[0015] Vorteilhafterweise werden sowohl die untere Schicht 7 als auch die äußere Erosionsschicht 13 in einem Beschichtungsprozess aufgebracht, vorzugsweise durch PVD oder Sputtering, ganz insbesondere durch PVD.

[0016] Einen weiteren Vorteil stellt die PVD-Beschich-

tung dadurch dar, dass die Rauheit dieser Schichten bekannterweise sehr gut ist, was aus aerodynamischer Sicht weitere Vorteile erbringt.

[0017] Die Schicht 13 weist eine Schichtdicke von 10 µm bis 50 µm auf. Die unterliegende Schicht 7 weist vorzugsweise eine Dicke von 1 µm - 25 µm auf, die äußere Schicht 10 eine Dicke von 1 µm - 25 µm.

[0018] Bei einer Gasturbinenverdichterschaukel erfolgt keine Wärmebehandlung der Schicht 13 und sie ist direkt nach dem Aufbringen einsetzbar.

[0019] Die weiche untere Schicht 7 absorbiert die Aufprallenergie der Partikel, wodurch die Erosionsbeständigkeit der Deckschicht noch höher wird und die harte Deckschicht 10 besitzt eine erhöhte Erosionsbeständigkeit.

[0020] Die Figur 2 zeigt beispielhaft eine Gasturbine 100 in einem Längsteilschnitt.

[0021] Die Gasturbine 100 weist im Inneren einen um eine Rotationsachse 102 drehgelagerten Rotor 103 mit einer Welle 101 auf, der auch als Turbinenläufer bezeichnet wird.

[0022] Entlang des Rotors 103 folgen aufeinander ein Ansauggehäuse 104, ein Verdichter 105, eine beispielsweise torusartige Brennkammer 110, insbesondere Ringbrennkammer, mit mehreren koaxial angeordneten Brennern 107, eine Turbine 108 und das Abgasgehäuse 109.

[0023] Die Ringbrennkammer 110 kommuniziert mit einem beispielsweise ringförmigen Heißgaskanal 111. Dort bilden beispielsweise vier hintereinander geschaltete Turbinenstufen 112 die Turbine 108.

[0024] Jede Turbinenstufe 112 ist beispielsweise aus zwei Schaufelringen gebildet. In Strömungsrichtung eines Arbeitsmediums 113 gesehen folgt im Heißgaskanal 111 einer Leitschaufelreihe 115 eine aus Laufschaufeln 120 gebildete Reihe 125.

[0025] Die Leitschaufeln 130 sind dabei an einem Innengehäuse 138 eines Stators 143 befestigt, wohingegen die Laufschaufeln 120 einer Reihe 125 beispielsweise mittels einer Turbinenscheibe 133 am Rotor 103 angebracht sind.

[0026] An dem Rotor 103 angekoppelt ist ein Generator oder eine Arbeitsmaschine (nicht dargestellt).

[0027] Während des Betriebes der Gasturbine 100 wird vom Verdichter 105 durch das Ansauggehäuse 104 Luft 135 angesaugt und verdichtet. Die am turbinenseitigen Ende des Verdichters 105 bereitgestellte verdichtete Luft wird zu den Brennern 107 geführt und dort mit einem Brennmittel vermischt. Das Gemisch wird dann unter Bildung des Arbeitsmediums 113 in der Brennkammer 110 verbrannt. Von dort aus strömt das Arbeitsmedium 113 entlang des Heißgaskanals 111 vorbei an den Leitschaufeln 130 und den Laufschaufeln 120. An den Laufschaufeln 120 entspannt sich das Arbeitsmedium 113 impulsübertragend, so dass die Laufschaufeln 120 den Rotor 103 antreiben und dieser die an ihn angekoppelte Arbeitsmaschine.

[0028] Die dem heißen Arbeitsmedium 113 ausgesetz-

ten Bauteile unterliegen während des Betriebes der Gasturbine 100 thermischen Belastungen. Die Leitschaufeln 130 und Laufschaufeln 120 der in Strömungsrichtung des Arbeitsmediums 113 gesehen ersten Turbinenstufe 112 werden neben den die Ringbrennkammer 110 auskleidenden Hitzeschildelementen am meisten thermisch belastet.

[0029] Um den dort herrschenden Temperaturen standzuhalten, können diese mittels eines Kühlmittels gekühlt werden.

[0030] Ebenso können Substrate der Bauteile eine gerichtete Struktur aufweisen, d.h. sie sind einkristallin (SX-Struktur) oder weisen nur längsgerichtete Körner auf (DS-Struktur).

[0031] Als Material für die Bauteile, insbesondere für die Turbinenschaufel 120, 130 und Bauteile der Brennkammer 110 werden beispielsweise eisen-, nickel- oder kobaltbasierte Superlegierungen verwendet.

[0032] Solche Superlegierungen sind beispielsweise aus der EP 1 204 776 B1, EP 1 306 454, EP 1 319 729 A1, WO 99/67435 oder WO 00/44949 bekannt.

[0033] Ebenso können die Schaufeln 120, 130 Beschichtungen gegen Korrosion (MCrAlX; M ist zumindest ein Element der Gruppe Eisen (Fe), Kobalt (Co), Nickel (Ni), X ist ein Aktivelement und steht für Yttrium (Y) und/oder Silizium, Scandium (Sc) und/oder zumindest ein Element der Seltenen Erden bzw. Hafnium). Solche Legierungen sind bekannt aus der EP 0 486 489 B1, EP 0 786 017 B1, EP 0 412 397 B1 oder EP 1 306 454 A1.

[0034] Auf der MCrAlX kann noch eine Wärmedämmschicht vorhanden sein, und besteht beispielsweise aus ZrO_2 , $Y_2O_3-ZrO_2$, d.h. sie ist nicht, teilweise oder vollständig stabilisiert durch Yttriumoxid und/oder Kalziumoxid und/oder Magnesiumoxid.

[0035] Durch geeignete Beschichtungsverfahren wie z.B. Elektronenstrahlverdampfen (EB-PVD) werden stängelförmige Körner in der Wärmedämmschicht erzeugt.

[0036] Die Leitschaufel 130 weist einen dem Innengehäuse 138 der Turbine 108 zugewandten Leitschaufelfuß (hier nicht dargestellt) und einen dem Leitschaufelfuß gegenüberliegenden Leitschaufelkopf auf. Der Leitschaufelkopf ist dem Rotor 103 zugewandt und an einem Befestigungsring 140 des Stators 143 festgelegt.

eine äußere,
insbesondere äußerste,
harte Erosionsschutzschicht (10).

- 5 2. Schutzschicht nach Anspruch 1,
bei dem die kathodisch-wirksame Korrosionsschutzschicht (7) ein elementares Metall oder
eine Legierung aus
10 Aluminium (Al) und/oder Zink (Zn) und/oder Magnesium (Mg) aufweist,
insbesondere daraus besteht.
3. Schutzschicht nach einem oder beiden der Ansprüche 1 oder 2,
15 bei dem die Erosionsschutzschicht (10) eine Hartstoffschicht,
insbesondere eine Metallnitridverbindung,
ganz insbesondere Chromnitrid (CrN), Chromaluminiumnitrid (CrAlN), Titanitrid (TiN) und/oder Titanaluminiumnitrid (TiAlN) aufweist,
20 insbesondere daraus besteht.
4. Schutzschicht nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche 1 bis 3,
25 bei dem die untere Schicht (7) und die äußere Schicht (10) durch dieselben Beschichtungsverfahren,
insbesondere PVD oder Sputtering,
aufgebracht wurden.
- 30 5. Schutzschicht nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche,
die mehrlagig (7, 10) ausgebildet ist,
insbesondere zur zweilagig.
- 35 6. Schutzschicht nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche,
wobei die untenliegende Schicht (7) eine Dicke von $1\mu m - 25\mu m$ und
40 die äußere Schicht (10) vorzugsweise eine Dicke von $1\mu m - 25\mu m$ aufweist.

45

Patentansprüche

1. Schichtsystem,
zumindest aufweisend:
 - ein Substrat (4),
insbesondere aus einem chromhaltigen Stahl,
ganz insbesondere aus einem 6% bis 18%
chromhaltigen Stahl,
55 eine kathodisch-wirksame Schutzschicht (7)
aus einer Metalllegierung auf dem Substrat (4),
insbesondere direkt auf dem Substrat (4) und

FIG 1

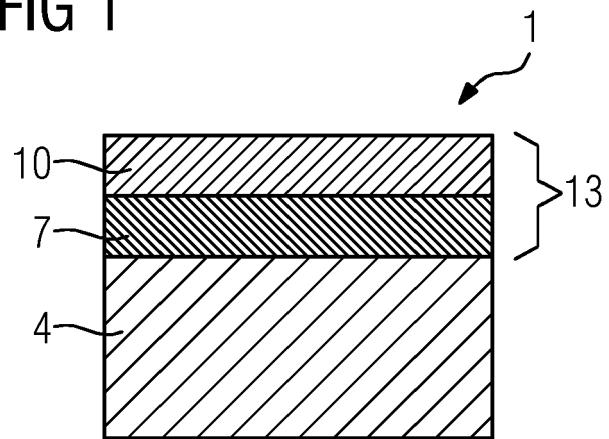
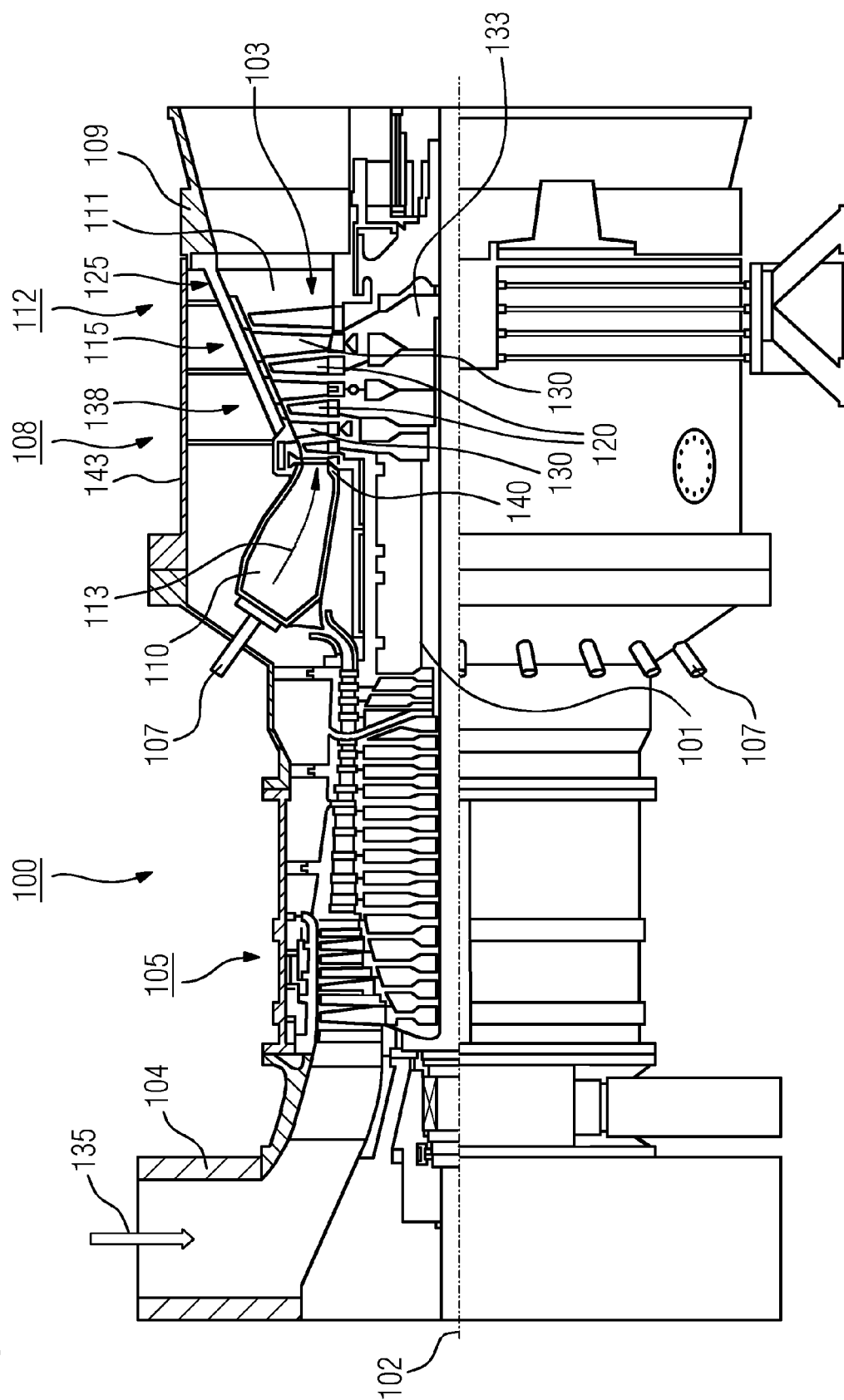


FIG 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 13 15 1157

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 2 226 409 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 8. September 2010 (2010-09-08) * Absätze [0022], [0027], [0028]; Ansprüche 1-9 *	1-6	INV. C23C28/00
X	EP 0 366 289 A1 (MIDWEST RESEARCH TECHNOLOGIES [US]) 2. Mai 1990 (1990-05-02) * Spalte 3, Zeilen 29-38; Ansprüche 1-3,6,8 *	1-6	
X	US 2012/171511 A1 (CHANG HSIN-PEI [TW] ET AL) 5. Juli 2012 (2012-07-05) * Ansprüche 1,6,9 *	1-5	
X	US 2010/247321 A1 (KULKARNI AMBARISH JAYANT [US] ET AL) 30. September 2010 (2010-09-30) * Absätze [0028], [0037]; Ansprüche 13-22 *	1-5	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			C23C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 7. Februar 2013	Prüfer Chalaftris, Georgios
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	

 1
 EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 13 15 1157

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.

07-02-2013

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 2226409	A2	08-09-2010	CN	101876327 A	03-11-2010
			EP	2226409 A2	08-09-2010
			JP	2010209913 A	24-09-2010
			US	2010226783 A1	09-09-2010

EP 0366289	A1	02-05-1990	EP	0366289 A1	02-05-1990
			JP	2175859 A	09-07-1990
			US	4904542 A	27-02-1990

US 2012171511	A1	05-07-2012	CN	102560483 A	11-07-2012
			US	2012171511 A1	05-07-2012

US 2010247321	A1	30-09-2010	KEINE		

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

- EP 1204776 B1 **[0032]**
- EP 1306454 A **[0032]**
- EP 1319729 A1 **[0032]**
- WO 9967435 A **[0032]**
- WO 0044949 A **[0032]**
- EP 0486489 B1 **[0033]**
- EP 0786017 B1 **[0033]**
- EP 0412397 B1 **[0033]**
- EP 1306454 A1 **[0033]**