

(19)



(11)

EP 2 551 369 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

30.01.2013 Patentblatt 2013/05(21) Anmeldenummer: **12005135.4**(22) Anmeldetag: **12.07.2012**

(51) Int Cl.:

C23C 10/04 (2006.01)	C23C 10/32 (2006.01)
C23C 10/38 (2006.01)	C23C 10/40 (2006.01)
C23C 10/44 (2006.01)	C23C 10/46 (2006.01)
C23C 10/48 (2006.01)	C23C 10/50 (2006.01)

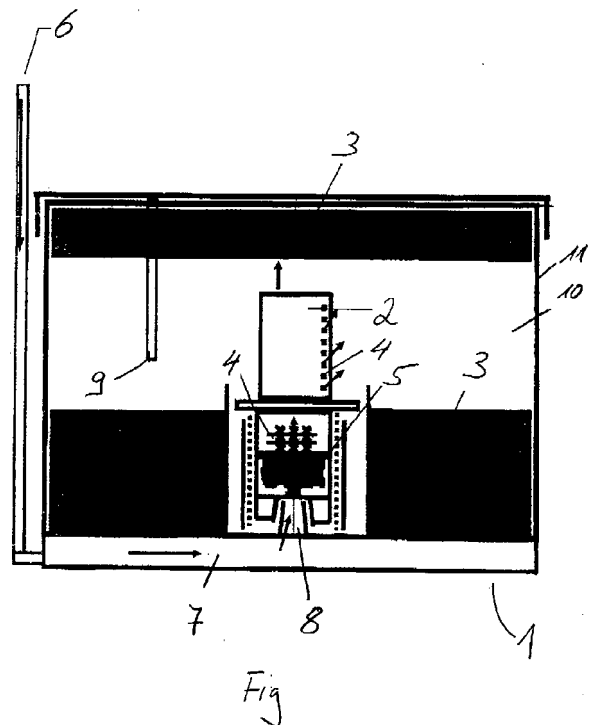
(84) Benannte Vertragsstaaten:

**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: **MTU Aero Engines GmbH**
80995 München (DE)(72) Erfinder: **Walter, Heinrich**
86316 Friedberg (DE)(30) Priorität: **28.07.2011 DE 102011108771**(54) **Verfahren zur Herstellung einer lokal begrenzten Diffusionsschicht und Reaktor hierfür**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer lokal begrenzten Diffusionsschicht auf einem metallischen Bauteil mit folgenden Schritten:

Anordnung des Bauteils und mindestens einer Spenderpackung, welche das einzudiffundierende Material umfasst, Bereitstellung mindestens eines Schutzgasstrahls, welcher den mindestens einen nicht mit einer Diffusionsschicht zu versehenen Bereich des Bauteils umströmt, und Erhitzen des Bauteils und der Spenderpackung auf eine Temperatur zur Durchführung der Diffusion und Halten der Temperatur für eine bestimmte Zeit. Außerdem betrifft die Erfindung einen Reaktor zur Herstellung einer lokal begrenzten Diffusionsschicht auf einem metallischen Bauteil (2), insbesondere nach einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einem Reaktorraum (10) zur Aufnahme des zu bearbeitenden Bauteils (2) und mindestens einer Spenderpackung (3), welche das einzudiffundierende Material umfasst, und mindestens einer Zuleitung (6,7) für Schutzgas, wobei eine Düsenvorrichtung zur Ausbildung eines gerichteten Schutzgasstrahls und/oder ein Adapter (5) zum Anschluss der Schutzgaszuleitung an Hohlräume und/oder Kanäle (4) des Bauteils (2) und/oder einer am Bauteil angeordneten Abdeckung vorgesehen sind, mit welchen mindestens ein Schutzgasstrahl zu dem mindestens einen nicht mit einer Diffusionsschicht zu versehenen Bereich des Bauteils eingestellt werden kann.



Fig

Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer lokal begrenzten Diffusionsschicht auf einem metallischen Bauteil sowie einen entsprechenden Reaktor hierzu.

STAND DER TECHNIK

[0002] Diffusionsschichten, bei denen Metalle, wie Aluminium, Silizium oder Chrom in den Oberflächenbereich eines metallischen Bauteils, wie beispielsweise einer Turbinenschaufel, eindiffundiert werden, sind zur Ausbildung von Schutzschichten bekannt. Außerdem ist es bekannt, dass beim Aluminieren bzw. Alitieren, Silizieren und Chromieren eine Problematik darin besteht, dass Bauteilabschnitte, die nicht mit einer entsprechenden Diffusionsschicht versehen werden sollen, nur schwer vor ungewollter Ausbildung einer Diffusionsschicht schützbar sind. Vorschläge für Maßnahmen zum Schutz der Bauteiloberfläche gegen das Ausbilden von Diffusionsschichten sind beispielsweise in der DE 43 44 061 C1 und der DE 103 47 363 A1 beschrieben.

[0003] Die DE 43 44 061 C1 schlägt vor, das Bauteil in den Bereichen, in denen keine Alitierung oder Chromierung stattfinden soll, mit zwei Schichten zu versehen und zwar einer ersten Schicht, die als Trennschicht ausgebildet ist und einer zweiten Schicht, die als Getterschicht für Reaktionsgase ausgebildet ist. Die erste Schicht kann eine Schlickergussschicht aus oxidkeramischen Partikeln mit einem kohlenstoffarmen und holgenidfreien Binder gebildet sein und die zweite Schicht kann eine Metallschicht oder eine metallische Schlickergussschicht sein.

[0004] Bei der DE 103 47 363 A1 wird vorgesehen eine diffusionssperrende Pulverpackung an nicht zu beschichtenden Bereichen des Bauteils vorzusehen.

[0005] Obwohl beide Verfahren erfolgreich zum Schutz von Bauteilen gegen unerwünschte Diffusionsschichten eingesetzt werden können, ergeben sich Beschränkungen dahingehend, dass nicht alle Bauteile oder Bauteilbereiche gleichermaßen gut geschützt werden können. Insbesondere bei Turbinenschaufeln, bei denen innen liegende Kühlkanäle oder Hohlräume nicht mit einer Diffusionsschicht versehen werden sollen, ergibt sich das Problem, dass die Schutzanordnungen, beispielsweise in Form einer Pulverpackung, nicht in geeigneter Weise angeordnet werden können und/oder nachfolgend nur mit erheblichem Aufwand oder gar nicht entfernt werden können.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

AUFGABE DER ERFINDUNG

[0006] Es ist deshalb Aufgabe der vorliegenden Erfindung

ein Verfahren zur Herstellung einer lokal begrenzten Diffusionsschicht auf einem metallischen Bauteil sowie einen entsprechenden Reaktor bereitzustellen, mittels denen zuverlässig verhindert werden kann, dass sich an nicht mit einer Diffusionsschicht zu versehenen Bereichen eines Bauteils eine Diffusionsseicht bildet, und wobei dieses Verfahren einfach durchführbar sein soll bzw. ein entsprechender Reaktor einfach betreibbar sein soll. Insbesondere soll gewährleistet sein, dass der Aufwand zur Entfernung von Schutzanordnungen niedrig gehalten wird.

TECHNISCHE LÖSUNG

[0007] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und einem Reaktor mit den Merkmalen des Anspruchs 8. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0008] Die Erfindung geht aus von Erkenntnis, dass Bauteilbereiche, die nicht mit einer Diffusionsschicht versehen werden sollen, mittels eines Schutzgasstrahls geschützt werden können, sofern eine ausreichende Menge an Schutzgas bzw. ein ausreichender Fluss an Schutzgas mit einem geeigneten Schutzgasstrahldruck bereitgestellt werden. Dies ist beispielsweise durch Verwendung einer Düsenvorrichtung zur Ausbildung eines gerichteten Schutzgasstrahls möglich, der gezielt auf die nicht mit der Diffusionsschicht zu versehenen Bereiche des Bauteils gerichtet werden kann, sodass dort die für die Ausbildung der Diffusionsschicht erforderlichen Transportvorgänge über Halogenverbindungen unterbrochen werden können. Alternative kann an dem Bauteil auch eine Abdeckung vorgesehen werden, die zwischen der Bauteiloberfläche und der Abdeckung einen Hohlraum oder Kanal ausbildet, sodass durch diesen Hohlraum oder den Kanal der entsprechende Schutzgasstrahl geführt werden kann, um eine bessere Konzentration des Schutzgasstrahls mit hohem Schutzgasdruck oder starkem Schutzgasfluss an der zu schützenden Bauteiloberfläche zu erreichen.

[0009] Darüber hinaus kann man sich auch die Geometrie des Bauteils zu Nutze machen und Hohlräume oder Kanäle, die nicht mit einer Diffusionsschicht versehen werden sollen, verwenden, um den Schutzgasstrahl bzw. das Schutzgas zu konzentrieren.

[0010] Zur definierten Einleitung des Schutzgases in den Hohlraum des Bauteils oder einen Kanal des Bauteils kann dann ein entsprechender Adapter bei dem Reaktor vorgesehen sein, der sowohl eine Verbindung zu den Hohlräumen oder Kanälen des Bauteils als auch zu einer Schutzgaszuleitung des Reaktor aufweist.

[0011] Die vorliegende Erfindung kann im Zusammenhang mit verschiedensten Diffusionsschichten eingesetzt werden, beispielsweise zur Ausbildung von Aluminium reichen Schichten bzw. Aliterschichten, PtAl-, CrAl-, MCrAlY-Schichten oder Kombinationen davon. Auch Silizier und/oder Chromierschichten sind denkbar.

[0012] Darüber hinaus kann die vorliegende Erfindung sowohl bei der Herstellung von Diffusionsschichten eingesetzt werden, bei denen als Spenderpackung zur Bereitstellung des einzudiffundierenden Materials eine Pulverpackung verwendet wird, als auch bei entsprechenden Verfahren, bei denen das Beschichtungsmaterial beispielsweise in Form einer Paste durch Spritzen, Streichen, Tauchen und dergleichen direkt auf die Substratoberfläche aufgetragen wird.

[0013] Das Schutzgas zum Schutz nicht mit einer Diffusionsschicht zu versehender Bereiche kann dasselbe Schutzgas sein, welches in einem entsprechenden Reaktor zur Ausbildung einer inerten oder reduzierenden Atmosphäre eingesetzt wird. Insbesondere kommen hier Inertgase, wie Edelgase, z. B. Argon, oder Wasserstoff sowie Kombinationen daraus in Betracht, wobei Wasserstoff aufgrund seiner reduzierenden Wirkung zur Vermeidung von Oxiden vorteilhaft ist.

[0014] Insbesondere kann die vorliegende Erfindung bei der Alitierung von Turbinenschaufeln mit innen liegenden Kühlkanälen eingesetzt werden, bei denen eine Alitierung der Kühlkanäle vermieden werden soll. In diesem Fall wird das Schutzgas während des Herstellungsprozesses der Diffusionsschicht mittels eines Adapters in die Kühlkanäle eingeleitet, um so die Kühlkanäle vor dem Alitieren zu schützen.

KURZBESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0015] Die beigefügte Figur zeigt in einer rein schematischen Darstellung eine Schnittansicht durch einen erfindungsgemäßen Reaktor mit dem zu bearbeitenden Bauteil, den Spenderpackungen und der Schutzgaszuführung.

AUSFÜHRUNGSBEISPIEL

[0016] Weitere Vorteile, Kennzeichen und Merkmale der vorliegenden Erfindung werden bei der nachfolgenden detaillierten Beschreibung eines Ausführungsbeispiels deutlich. Allerdings ist die Erfindung nicht auf dieses Ausführungsbeispiel beschränkt.

[0017] Die Figur zeigt ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Reaktors 1, der zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet ist. Der Reaktor 1 weist einen Reaktorinnenraum 10 auf, der durch einen Reaktorbehälter 11 begrenzt ist. Im Reaktorinnenraum 10 ist das mit der Diffusionsschicht zu versehende Bauteil 2, im vorliegenden Fall eine Turbinenschaufel 2, angeordnet. Um die Turbinenschaufel 2 herum sind mehrere Spenderpackungen 3 in Form von Pulverpackungen angeordnet, welche ein Metallpulver oder ein Pulver einer metallreichen Verbindung zur Bereitstellung des einzudiffundierenden Metalls umfassen. Die Pulverpackungen 3 weisen weiterhin ein neutrales Füllmaterial, z. B. ein Oxid wie Aluminiumoxid auf, das eine Agglomeration des feinen Metallpulvers verhindert. Außerdem ist in der Pulverpackung 3 ein sogenannter Ak-

tivator, beispielsweise eine Halogenverbindung wie $AlCl_3$ oder AlF_3 , enthalten, welcher als chemisches Transportmittel für das einzudiffundierende Metall dient. Zusätzlich weist der Reaktor eine nicht näher gezeigte Heizeinrichtung auf, mit der es ermöglicht wird den Reaktorinnenraum 10 und somit die Turbinenschaufel 2 und die Pulverpackungen 3 auf eine Temperatur aufzuheizen, bei welcher die Diffusionsvorgänge zur Ausbildung einer Diffusionsschicht stattfinden können.

[0018] Der Reaktorbehälter 11 weist einen doppelten Boden 7 auf, welcher an eine Gaszuführleitung 6 angeschlossen ist, sodass Schutzgas, z. B. Edelgase, wie Argon, und/oder andere Schutzgase, wie Wasserstoff, über den doppelten Boden 7 in den Reaktorbehälter 11 eingeführt werden können. Im doppelten Reaktorboden 7 ist ein Auslass 8 angeordnet, an den ein Adapter 5 angeschlossen ist, welcher wiederum mit Kühlkanälen und Hohlräumen 4 der Turbinenschaufel 2 verbunden ist, sodass Schutzgas, welches über die Schutzgaszuführung 6 und den doppelten Boden 7 eingeleitet wird, über den Adapter 5 in die Kühlkanäle und sonstigen Hohlräume 4 der Turbinenschaufel 2, die nicht mit der Diffusionsschicht versehen werden sollen, eingeleitet werden kann. Das überschüssige Schutzgas, das die Kühlkanäle und Hohlräume 4 der Turbinenschaufel 2 durchlaufen hat, wird über die Kühlkanalöffnungen, die an dem Ende der Kühlkanäle 4 angeordnet sind, das dem Ende mit dem Adapter 5 gegenüberliegt, in den Reaktorinnenraum 10 ausgegeben. Der Fluss des Schutzgases ist über die Pfeile in der Figur dargestellt.

[0019] Durch eine ausreichende Menge an Schutzgas, die durch die Kühlkanäle und Hohlräume 4 der Turbinenschaufel fließt, wird die Ausbildung einer Diffusionsschicht zuverlässig vermieden.

[0020] Nach der Fertigstellung der Diffusionsschicht wird die Heizung abgestellt, sodass die Turbinenschaufel 2 abkühlt und der Zufluss an Schutzgas wird abgestellt. Die mit einer teilweisen Diffusionsschicht versehene Turbinenschaufel 2 kann ohne weitere Reinigungsmaßnahmen, wie beispielsweise Entfernen von Abdeckpulver oder dergleichen, entnommen werden. Damit kann auf aufwändige Prozesse zur Entfernung von Abdeckmitteln verzichtet werden, was die Effizienz des Verfahrens erheblich steigert.

[0021] Obwohl die vorliegende Erfindung anhand des Ausführungsbeispiels detailliert beschrieben worden ist, ist für den Fachmann selbstverständlich, dass die Erfindung nicht auf dieses Ausführungsbeispiel beschränkt ist, sondern dass vielmehr Abwandlungen in der Weise möglich sind, dass andersartige Kombinationen der vorgestellten Merkmale vorgenommen werden können oder dass einzelne Merkmale weggelassen werden können, ohne dass der Schutzbereich der beigefügten Ansprüche verlassen wird. Die vorliegende Erfindung umfasst insbesondere die Kombination sämtlicher, vorgestellter Einzelmerkmale.

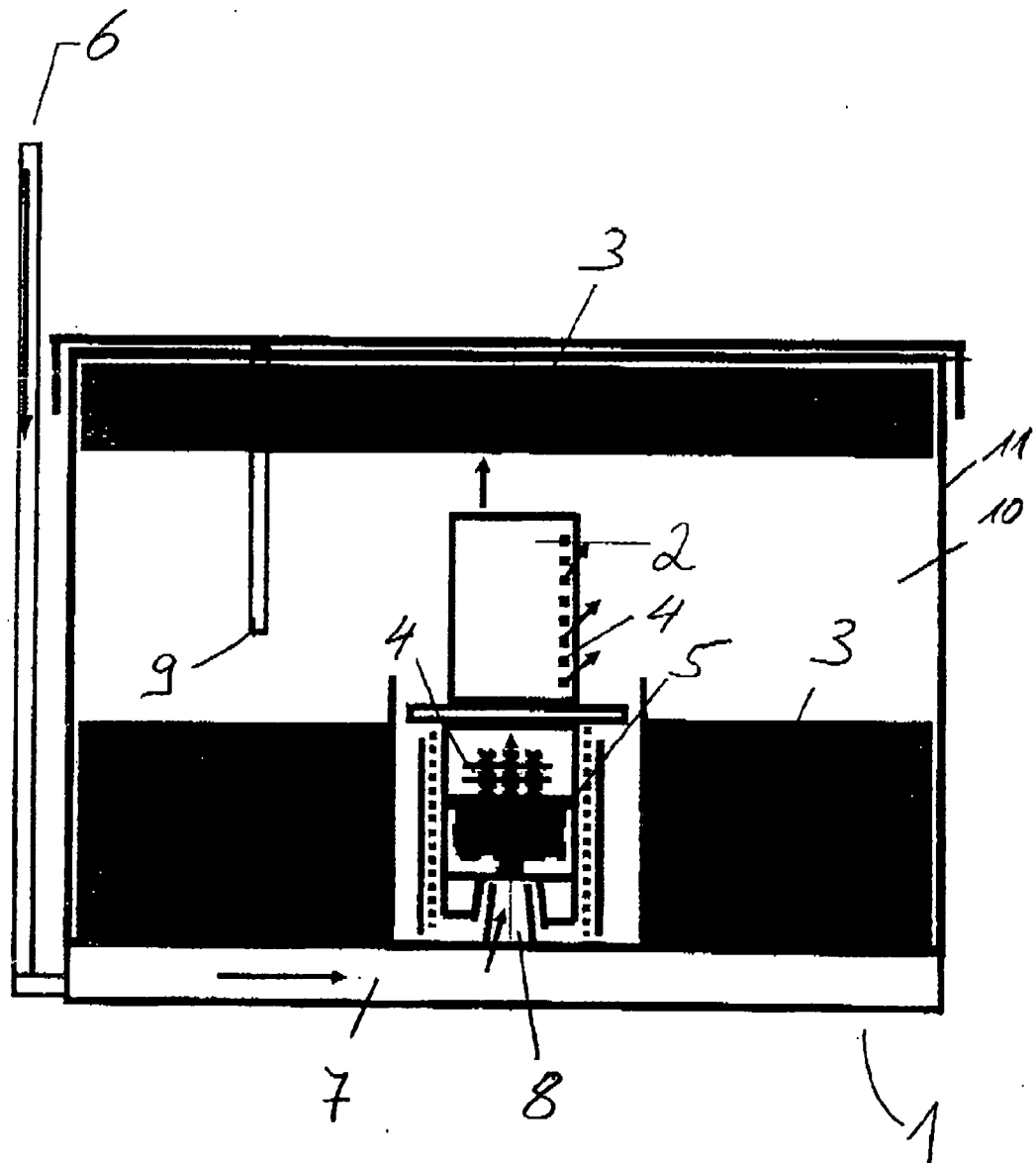
Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer lokal begrenzten Diffusionsschicht auf einem metallischen Bauteil mit folgenden Schritten:

Anordnung des Bauteils und mindestens einer Spenderpackung, welche das einzudiffundierende Material umfasst,

Bereitstellung mindestens eines Schutzgasstrahls, welcher den mindestens einen nicht mit einer Diffusionsschicht zu versehenden Bereich des Bauteils umströmt, und

Erhitzen des Bauteils und der Spenderpackung auf eine Temperatur zur Durchführung der Diffusion und Halten der Temperatur für eine bestimmte Zeit.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Herstellung der Diffusionsschicht ein Alitier-, Silizier- und/oder Chromierprozess unter Verwendung einer Al-, Si- und/oder Cr-haltigen Spenderpackung ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spenderpackung als Pulverpackung oder als auf dem Bauteil aufgebrachte Paste bereit gestellt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil und die Spenderpackung in einem Reaktor unter Schutzgas angeordnet werden.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil an dem nicht mit einer Diffusionsschicht zu versehenden Bereich des Bauteils mit mindestens einer Abdeckung abgedeckt wird, wobei zwischen Abdeckung und Bauteil mindestens ein Kanal gebildet wird, durch den der Schutzgasstrahl hindurch geleitet wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schutzgasstrahl in nicht mit einer Diffusionsschicht zu versehende Hohlräume und/oder Kanäle des Bauteils geleitet wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil eine Turbinenschaufel ist.
8. Reaktor zur Herstellung einer lokal begrenzten Diffusionsschicht auf einem metallischen Bauteil (2), insbesondere nach einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einem Reaktorraum (10) zur Aufnahme des zu bearbeitenden Bauteils (2) und mindestens einer Spenderpackung (3), welche das einzudiffundierende Material umfasst, und mindestens einer Zuleitung (6,7) für Schutzgas, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Düsenvorrichtung zur Ausbildung eines gerichteten Schutzgasstrahls und/oder ein Adapter (5) zum Anschluss der Schutzgaszuleitung an Hohlräume und/oder Kanäle (4) des Bauteils (2) und/oder einer am Bauteil angeordneten Abdeckung vorgesehen sind, mit welchen mindestens ein Schutzgasstrahl zu dem mindestens einen nicht mit einer Diffusionsschicht zu versehenden Bereich des Bauteils eingestellt werden kann.



Fig



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 12 00 5135

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y,D	DE 103 47 363 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 12. Mai 2005 (2005-05-12)	1-7	INV.
A	* Absätze [0028], [0029], [0032], [0033], [0036], [0040], [0041]; Ansprüche 1,8 *	8	C23C10/04 C23C10/32 C23C10/38 C23C10/40 C23C10/44 C23C10/46 C23C10/48 C23C10/50
Y	EP 1 010 772 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 21. Juni 2000 (2000-06-21) * Absätze [0003], [0005]; Ansprüche 1,2,6,8,9 *	1-7	
A	US 4 402 992 A (LIEBERT CURT H [US]) 6. September 1983 (1983-09-06) * Ansprüche 1,3 *	1,5-7	
A	WO 99/23273 A1 (SIEMENS AG [DE]; BEELE WOLFRAM [DE]) 14. Mai 1999 (1999-05-14) * Ansprüche 1,4,8,9,11,12 *	1,5-7	
A	EP 1 275 747 A1 (ALSTOM SWITZERLAND LTD [CH] ALSTOM TECHNOLOGY LTD [CH]) 15. Januar 2003 (2003-01-15) * Ansprüche 1,5-7,9,11 *	1,5-7	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			C23C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 16. August 2012	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 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	

 1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 12 00 5135

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

16-08-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10347363 A1	12-05-2005	DE 10347363 A1	12-05-2005
		EP 1670965 A1	21-06-2006
		JP 2007508449 A	05-04-2007
		US 2007272331 A1	29-11-2007
		WO 2005035819 A1	21-04-2005
EP 1010772 A1	21-06-2000	BR 9905850 A	16-01-2001
		EP 1010772 A1	21-06-2000
		JP 2000199401 A	18-07-2000
		SG 82042 A1	24-07-2001
		US 6183811 B1	06-02-2001
US 4402992 A	06-09-1983	KEINE	
WO 9923273 A1	14-05-1999	EP 1029103 A1	23-08-2000
		JP 2001521989 A	13-11-2001
		US 6365013 B1	02-04-2002
		WO 9923273 A1	14-05-1999
EP 1275747 A1	15-01-2003	EP 1275747 A1	15-01-2003
		US 2003026952 A1	06-02-2003

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

- DE 4344061 C1 [0002]
- DE 10347363 A1 [0002] [0004]
- DE 4344061 [0003]