



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11) EP 1 862 640 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
05.12.2007 Patentblatt 2007/49

(51) Int Cl.:
F01D 5/14 (2006.01) **F01D 5/20 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: 06011253.9

(22) Anmeldetag: 31.05.2006

(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:

- Bergander, Katharina
13503 Berlin (DE)
- Bostanjoglo, Georg, Dr.
12161 Berlin (DE)
- Buchal, Tobias, Dr.
40489 Düsseldorf (DE)
- Esser, Winfried, Dr.
44805 Bochum (DE)

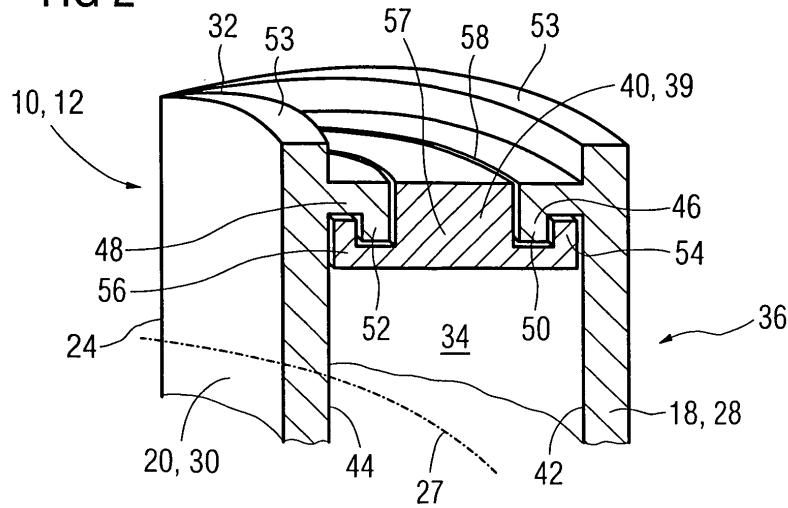
- Goldschmidt, Dirk Dr.
47445 Moers (DE)
- Koch, Thorsten
46145 Oberhausen (DE)
- Küperkoch, Rudolf
45219 Essen (DE)
- Mattheis, Thorsten
45473 Mülheim (DE)
- Münzer, Jan
10439 Berlin (DE)
- Müsgen, Ralf
45147 Essen (DE)
- Oechsner, Matthias Dr.
45481 Mülheim (DE)
- Pickert, Ursula
45470 Mülheim (DE)
- Vosberg, Volker Dr.
45476 Mülheim (DE)

(54) Turbinenschaufel

(57) Die Erfindung betrifft eine Turbinenschaufel (10) mit einem aerodynamisch profilierten Schaufelblatt (16), welches aus zwei zusammengefügten Schalenelementen (28, 30) hergestellt ist. Die die saugseitige und die druckseitige Schaufelblattwand (18, 20) bildenden Schalenelemente (28, 30) sind mittels eines Hochtemperatur-

Hochdruck-Bonding-Prozesses zusammengefügt worden, die unter Umständen an der Schaufelspitze (36) auseinander klaffen können. Um dies zu verhindern, ist im Bereich der Schaufelblattspitze (36) eine Klammer (40) vorgesehen, welche die beiden Schaufelwände (18, 20) formschlüssig miteinander verhakt.

FIG 2



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Turbinenschaufel für eine Gasturbine, mit einem Befestigungs- und Plattformbereich, an dem sich ein mindestens zwei gegenüberliegende Schalenelemente umfassendes Schaufelblatt mit einer Schaufelblattspitze anschließt, welche Schalenelemente als eine saugseitige Schaufelblattwand und als eine druckseitige Schaufelblattwand miteinander verbunden sind.

[0002] Aus der EP 1 283 325 A1 ist eine Gasturbinenschaufel mit einem aerodynamisch profilierten Schaufelblatt bekannt, welches aus zwei Schalenelementen zusammengefügt ist. Die beiden Schalenelemente sind ihrer Längserstreckung nach durch einen Hochdruck- und Hochtemperatur-Bonding-Prozess sowohl anströmkantereitig als auch abströmkantereitig miteinander fest verbunden.

[0003] Nachteilig bei dem bekannten Stand der Technik ist, dass sich die Bonding-Verbindung des längs geschlitzten Schaufelblattes im Bereich der Blattspitze ggf. lösen kann und so die beiden Einzelschalen im Betrieb auseinanderklaffen können. Dies führt während des Betriebes zu Strömungsverlusten. Außerdem besteht in Einzelfällen die Gefahr, dass die beiden Schalenelemente sich vollständig voneinander lösen und schwerwiegende Sekundärschäden in der Turbine hervorrufen können.

[0004] Ferner ist aus der US 3,899,267 ein Verschlusseinsatz für eine Schaufelblattspitze einer Laufschaufel bekannt, welche zwischen den beiden das Schaufelblatt bildenden Seitenwänden im Bereich der Schaufelspitze eingesetzt ist. Dabei sitzt der im Querschnitt C-förmige Verschlusseinsatz in zwei sich einander gegenüberliegenden Taschen, welche jeweils an der Innenseite der jeweiligen Schaufelblattwand vorgesehen sind. Um den Verschlusseinsatz gegen Verlust zu sichern, sind Vorsprünge an den Innenseiten vorgesehen, welche die auf den Verschlusseinsatz wirkenden Fliehkräfte auffangen.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist die Bereitstellung einer Turbinenschaufel der eingangs genannten Art, bei der die beiden Schalenelemente sicher miteinander verbunden sind.

[0006] Die zugrunde liegende Aufgabe wird durch die Angabe einer gattungsgemäßen Turbinenschaufel gelöst, bei der die beiden Schalenelemente im Bereich der Schaufelblattspitze durch Formschluss gegen Auseinanderklaffen gesichert sind.

[0007] Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, dass die beispielsweise mittels des Bonding-Prozesses hergestellte Verbindung in Einzelfällen nicht ausreichend sein kann, die beiden Schalenelemente gegen Auseinanderklaffen zu sichern. Daher wird mit der Erfindung vorgeschlagen, dass die beiden Schalenelemente im Bereich der Blattspitze einen Formschluss aufweisen, der das Auseinanderklaffen, d.h. das voneinander Wegbewegen der beiden Schalenelemente im Bereich der Schaufelblattspitze bei sich lösender Verbindung verhindert. Dementsprechend kann mit der angegebenen Tur-

binenschaufel ein besonders sicherer Betrieb einer Gasturbine angegeben werden, sofern diese mit der erfindungsgemäßen Turbinenschaufel ausgestattet ist. Darüber hinaus werden die Strömungsverluste, die beim 5 Auseinanderklaffen zweier Schalenelemente auftreten, wirksam verhindert. Eine Verschlechterung des Wirkungsgrades der Gasturbine wird daher aus diesen Gründen nicht eintreten.

[0008] Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unter 10 ansprüchen angegeben.

[0009] Nach einer ersten Ausgestaltung der Erfindung ist der Formschluss durch ein Verhakungsmittel gebildet, welches zwischen den beiden Schalenelementen angeordnet mit jedem der Schalenelemente verhakt ist. Dabei 15 ist die Verhakungsrichtung so gewählt, dass ein Auseinanderklaffen der beiden Schalenelemente im Bereich der Schaufelblattspitze nach Herstellung des Formschlusses sicher vermieden ist. Folglich weisen beide Schalenelemente jeweils an ihrer Innenseite, welche ihrer 20 heißen Beaufschlagten Außenseite jeweils gegenüberliegt, einen Haken auf, der jeweils einen zur Schaufelblattwand annähernd parallelen Vorsprung umfasst. Zu diesem Vorsprung weist das Verhakungsmittel, was vorzugsweise als im Querschnitt E-förmige Klammer ausgebildet ist, zwei gegenüberliegende Klammerenden 25 auf, welche zu den an den Schalenelementen vorgesehenen Haken komplementär ausgebildet sind. Jedes Klammerende kann den an dem Haken vorgesehenen Vorsprung hintergreifen, so dass eine Bewegung der 30 Schalenelemente voneinander weg bei sich lösender Verbindung sicher vermieden ist.

[0010] Zusätzlich kann das Verhakungsmittel mit mindestens einem der Schalenelemente kraftschlüssig, d.h. verlötet oder verschweißt, verbunden sein. Hierdurch 35 wird eine besonders sichere und auch definierte Lage des Verhakungsmittels in Bezug auf die Schalenelemente erreicht. Es kann sich somit nicht aus seiner Betriebslage lösen und unkontrolliert in einen von den Schalenelementen umgebenen Innenraum gelangen.

[0011] Um ein besonders einfache einbaubares Verhakungsmittel vorzuschlagen, kann dies auch mehrteilig 40 ausgebildet sein. Dadurch wird erreicht, dass es zwischen den einander gegenüberliegenden Schalenelementen durch die von diesen gebildete Öffnung vergleichsweise problemlos eingebracht und anschließend positioniert werden kann.

[0012] Vorzugsweise ist das Verhakungsmittel zwischen den beiden Schalenelementen vorgesehen, so dass, wenn die Turbinenschaufel als Laufschaufel ausgebildet ist, durch die an den Innenseiten der Schaufelblattwände angeordneten Haken gegen ein Herauslösen unter Fliehkräfteinwirkung gesichert ist. Um Strömungsverluste beim Betrieb der Gasturbine weiter zu reduzieren, kann das Verhakungsmittel auch als Krone an der 50 Schaufelblattspitze befestigt sein, an welcher darüber hinaus Anstreifkanten vorgesehen sein können. Mittels der Anstreifkanten kann ein besonders kleiner Radialspalt zwischen der Schaufelblattspitze und der dieser ge-

genüberliegenden Begrenzungswand des Gaskanals erreicht werden.

[0013] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung umfasst jedes Schalenelement einen Haken, welche als Verhakungsmittel komplementär zueinander ausgebildet ineinander greifen. Ein separates Bauteil zum Verhaken ist in diesem Fall nicht erforderlich. Einer der beiden Haken ragt zur Schaufel spitze hin, der andere der beiden Haken zum Schaufelfuß hin. Zur Herstellung der Verhakung gegen schaufel spitzeiges Auseinanderklaffen werden die beiden noch nicht verbundenen, radial versetzt aneinander liegenden Schalenelemente in Radialrichtung verschoben, bis Schaufelfuß und Schaufel spitze beider Schalenelemente jeweils bündig einander gegenüberliegen und die beiden Haken formschlüssig ineinander greifen. Anschließend werden die beiden Schalenelemente dauerhaft und fest miteinander verbunden. Sofern die Turbinenschaufel als Laufschaufel mit einem im Querschnitt hammer- oder tannenbaumförmigen Fuß ausgestattet ist, welcher in eine korrespondierende Nut zur Befestigung am Rotor der Turbine eingeschoben wird, sichert auch der in der Nut eingeschobene Schaufelfuß die Verhakung gegen ungewolltes Lösen, da bei montierter Turbinenschaufel eine radiale Verschiebung der beiden Schalenelemente nicht möglich ist.

[0014] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen teilweise schematisch und nicht maßstäblich:

FIG 1 eine Gasturbinenlaufschaufel in einer Seitenansicht und

FIG 2 die Schaufelblattspitze der Gasturbinenlaufschaufel gemäß FIG 1 im Querschnitt.

[0015] Eine modulare Turbinenschaufel 10 für eine vorzugsweise stationäre Gasturbine ist in FIG 1 abgebildet. Die Turbinenschaufel 10 ist in Form einer Laufschaufel 12 dargestellt, welche zur Befestigung in einer nicht dargestellten Nut einer Rotorscheibe einen Befestigungs- und Plattformbereich 14 aufweist. Der Befestigungsbereich ist als im Querschnitt tannenbaum- oder hammerförmiger Laufschaufelfuß ausgebildet. An den Befestigungs- und Plattformbereich 14 schließt sich ein aerodynamisch profiliertes Schaufelblatt 16 an, welches eine im wesentlichen konvex gebogene saugseitige Schaufelblattwand 18 und eine dieser gegenüberliegenden im wesentlichen konkav gebogenen druckseitigen Schaufelblattwand 20 aufweist. Die beiden Schaufelblattwände 18, 20 erstrecken sich entlang einer Sehne 27 von einer anströmseitigen Vorderkante 22 zu einer abströmseitigen Hinterkante 24, bezogen auf das Schaufelblatt 16 beim Betrieb der Gasturbine umströmende heißgasförmige Arbeitsmedium 26.

[0016] Die saugseitige Schaufelblattwand 18 wird von einem ersten Schalenelement 28 gebildet und die druckseitige Schaufelblattwand 20 von einem zweiten Schalenelement 30. Die beiden Schalenelemente 28, 30 sind

in einem schraffiert dargestellten Verbindungsreich 32 vorderkantenseitig und hinterkantenseitig durch einen Hochdruck- und Hochtemperatur- Bonding-Prozess dauerhaft und fest miteinander verbunden. Zwischen den beiden Verbindungsreichern 32 liegt ein von den Schalenelementen 28, 30 umgebener Innenraum 34, der sich im Innern des Schaufelblattes 16 vom befestigungsseitigen Ende zu einer Schaufelblattspitze 36 erstreckt.

[0017] Um das Auseinanderklaffen der beiden Schalenelemente 28, 30 im Bereich der Schaufelblattspitze 36 wirksam zu verhindern, ist in diesem Bereich als Verhakungsmittel 39 eine Klammer 40 vorgesehen. Hierzu zeigt FIG 2 den Querschnitt gemäß der Schnittlinie II-II aus FIG 1. An einer Innenseite 42, 44 der Schaufelblattwand 18, 20, welche jeweils der heißgasbeaufschlagten Außenseite der Schaufelblattwand 18, 20 gegenüberliegt, ist jeweils ein sich entlang der Sehne 27 erstreckender Haken 46, 48 vorgesehen, der jeweils einen sich im wesentlichen parallel zu den Schaufelblattwänden 18, 20 erstreckenden Vorsprung 50, 52 umfasst. Als im Querschnitt E-förmige Klammer 40 weist diese zwei gegenüberliegende Klammerenden 54, 56 auf, welche jeweils komplementär zu den an den Schalenelementen 28, 30 angeordneten Haken 46, 48 ausgebildet sind und deren Vorsprünge 50, 52 formschlüssig hintergreifen. Bezogen auf die Einbaulage in einer Gasturbine erstrecken sich die Vorsprünge 50, 52 in Radialrichtung, vorzugsweise nach innen. Hierdurch ergibt sich eine Verhakung, bei der die Klammer 40 in Fliehkräfterichtung gegen Herauslösung von den Haken 46, 48 gesichert ist.

[0018] Der mittlere Bereich 57 der E-förmigen Klammer 40 füllt den Bereich zwischen den beiden Vorsprüngen 50, 52 aus, so dass an der Schaufelblattspitze 36 zwei überstehende Dichtlippen 53 ausgebildet sind. Gleichzeitig verschließt die Klammer 40 den Innenraum 34 an der Schaufelblattspitze 36, wodurch ein möglicherweise schadhaftes Eindringen von heißem Arbeitsmedium 26 vermieden wird.

[0019] Da die Vorsprünge 50, 52 mit den aneinander gegenüberliegenden Klammerenden 54, 56 in einer Richtung senkrecht zur Radialrichtung miteinander verhakt sind, können die beiden Schalenelemente 28, 30 aufgrund der formschlüssigen Verbindung nicht auseinanderklaffen. Auch das unmittelbare Aneinanderliegen der Schalenelemente 28, 30 zwischen Vorderkante 22 und Hinterkante 24 im Bereich der Blattspitze 36 wird durch die dann als Abstandshalter wirkende Klammer 40 vermieden.

[0020] Um ein besonders gesichertes Verhakungsmittel 39 bereitzustellen, kann dieses mit mindestens einem der Schalenelemente 28, 30 punktweise oder entlang der Stoßnaht 58 verlötet oder verschweißt sein. Auch kann das Verhakungsmittel 39 und/oder die Haken 46, 48 jeweils entlang der Sehne 27 in mehrere Segmente unterteilt sein. Das mehrteilige Verhakungsmittel 39 kann dann besonders einfach montiert werden bzw. die einstückige Klammer 40 kann dann besonders einfach in den Innenraum 34 eingebracht werden. Optional kann

im mittleren Bereich 57 des Verhakungsmittels 39 bzw. der Klammer 40 eine radial nach außen gerichtete Anstreifkante vorgesehen sein, welche die Dichtwirkung zwischen der Schaufelblattspitze 36 und einer beim Betrieb gegenüberliegenden Begrenzungswand weiter verbessert ist.

[0021] Anstelle der gezeigten Verhakung 39 können auch die Schalenelemente 28, 30 unmittelbar miteinander verhakt sein. Die in FIG 2 gezeigte Lösung ist derart abzuändern, dass zum einen die beiden Haken 46, 48 zum gegenüberliegenden Schalenelement 30, 28 hin verlängert werden und zum anderen einer der Haken 46, 48 anstelle nach radial innen, d.h. zum Schaufelfuß hin, nach radial außen, d.h. zur Schaufelblattspitze 36 hin, ragen, so dass diese dann formschlüssig ineinander greifen können. Für diesen Fall ist dann kein separates Bau teil als Verhakungsmittel 39 erforderlich.

Patentansprüche

1. Turbinenschaufel (10) für eine Gasturbine, mit einem Befestigungs- und Plattformbereich (14), an dem sich ein zwei gegenüberliegende Schalenelemente (28, 30) umfassendes Schaufelblatt (16) mit einer Schaufelblattspitze (36) anschließt, welche Schalenelemente (28, 30) als eine saugseitige Schaufelblattwand (18) und als eine druckseitige Schaufelblattwand (20) miteinander verbunden sind,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die beiden Schalenelemente (28, 30) im Bereich der Schaufelblattspitze (36) durch Formschluss gegen Auseinanderklaffen gesichert sind.

2. Turbinenschaufel (10) nach Anspruch 1, bei der der Formschluss durch ein Verhakungsmittel (39) gebildet ist, welches zwischen den beiden Schalenelementen (28, 30) angeordnet mit diesem verhakt ist.

3. Turbinenschaufel (10) nach Anspruch 2, bei der das Verhakungsmittel (39) eine separate, insbesondere im Querschnitt E-förmige Klammer (40) mit zwei gegenüberliegenden Klammerenden (54, 56) umfasst, welche jeweils in einen dazu komplementär ausgebildeten, an einem der Schalenelemente (28, 30) angeordneten Haken (46, 48) eingreifen.

4. Turbinenschaufel nach Anspruch 2 oder 3, bei der das Verhakungsmittel (39) mit mindestens einem der Schalenelemente (28, 30) verlötet oder verschweißt ist.

5. Turbinenschaufel (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 5, bei der das Verhakungsmittel (39) mehrteilig ausgebildet ist.

6. Turbinenschaufel (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 5, bei der das Verhakungsmittel (39) eine Anstreifkante aufweist.

5 7. Turbinenschaufel (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 6, bei der das Verhakungsmittel (39) einen von den Schalenelementen (28, 30) teilweise umgeben den Innenraum (34) zur Schaufelblattspitze (36) hin begrenzt.

10 8. Turbinenschaufel (10) nach Anspruch 2, bei der jedes Schalenelement (28, 30) einen Haken umfasst, welche als Verhakungsmittel (39) komplementär zueinander ausgebildet ineinander greifen.

15 9. Gasturbine mit einer Turbinenschaufel (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 8.

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

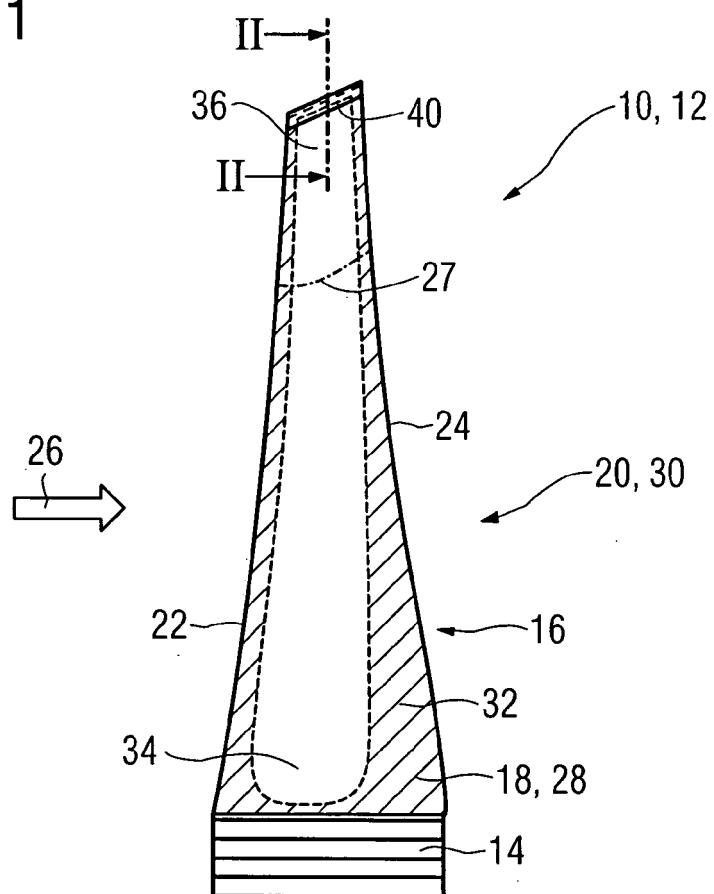
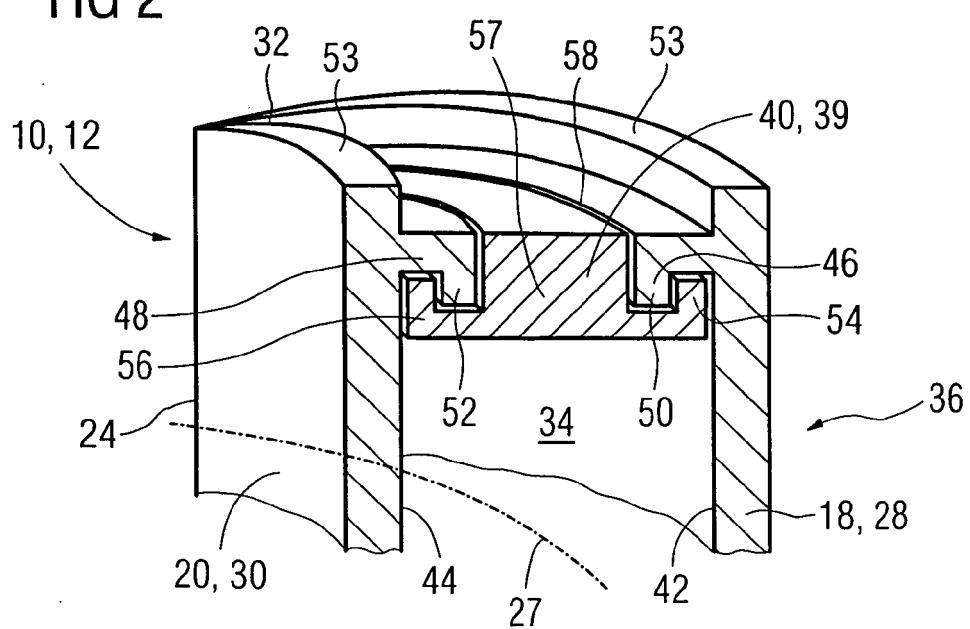


FIG 2





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreift Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	EP 0 990 771 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 5. April 2000 (2000-04-05) * Absatz [0047]; Abbildungen 4,6 *	1,9	INV. F01D5/14 F01D5/20
Y	US 4 411 597 A (KOFFEL ET AL) 25. Oktober 1983 (1983-10-25) * Abbildung 6 *	1,9	
D, Y	EP 1 283 325 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 12. Februar 2003 (2003-02-12) * Abbildungen *	1,9	
Y	GB 2 106 997 A (ROLLS-ROYCE LIMITED) 20. April 1983 (1983-04-20) * Abbildung 2 *	1,9	
A	DE 10 87 745 B (BENNO SCHILDE MASCHINENBAU-AKTIENGESELLSCHAFT) 25. August 1960 (1960-08-25) * Abbildung 6 *	1-9	
A	US 3 899 267 A (DENNIS ET AL) 12. August 1975 (1975-08-12) * Abbildungen *	1-9	F01D
A	US 6 056 507 A (WHEAT ET AL) 2. Mai 2000 (2000-05-02) * Abbildung 1 *	1-9	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
1	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 31. Juli 2006	Prüfer Raspo, F
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		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 03.82 (P04C03)			

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

EP 06 01 1253

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.

31-07-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0990771	A	05-04-2000	JP US	2000104503 A 6193465 B1		11-04-2000 27-02-2001
US 4411597	A	25-10-1983	DE FR GB IL IT JP JP	3209824 A1 2502242 A1 2115882 A 65240 A 1150701 B 3066481 B 57173506 A		30-09-1982 24-09-1982 14-09-1983 31-10-1984 17-12-1986 17-10-1991 25-10-1982
EP 1283325	A	12-02-2003	CN DE WO ES JP US	1535350 A 50203425 D1 03014528 A1 2243745 T3 2004538415 T 2005076503 A1		06-10-2004 21-07-2005 20-02-2003 01-12-2005 24-12-2004 14-04-2005
GB 2106997	A	20-04-1983		KEINE		
DE 1087745	B	25-08-1960		KEINE		
US 3899267	A	12-08-1975	AU AU BE CA DE ES ES FR GB IT JP NL SE SE	471766 B2 6750174 A 814272 A1 996864 A1 2418888 A1 425740 A1 446914 A1 2227428 A1 1458734 A 1007996 B 50031402 A 7405529 A 390434 B 7607258 A		29-04-1976 09-10-1975 28-10-1974 14-09-1976 07-11-1974 16-12-1976 16-05-1977 22-11-1974 15-12-1976 30-10-1976 27-03-1975 29-10-1974 20-12-1976 23-06-1976
US 6056507	A	02-05-2000	US	5672261 A		30-09-1997

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 1283325 A1 **[0002]**
- US 3899267 A **[0004]**