



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 700 000 A1

(51) Int. Cl.: B22C 9/10 (2006.01)
F01D 5/18 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 01837/08

(71) Anmelder:
ALSTOM Technology Ltd, Brown Boveri Strasse 7
5400 Baden (CH)

(22) Anmeldedatum: 25.11.2008

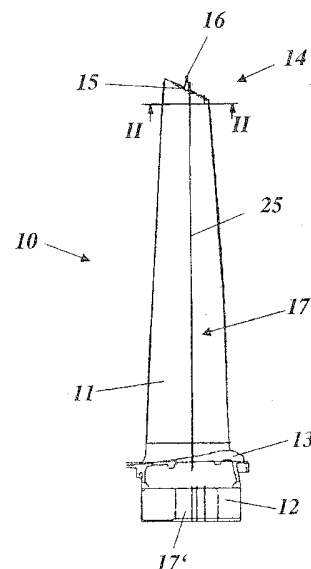
(43) Anmeldung veröffentlicht: 31.05.2010

(72) Erfinder:
Brian Kenneth Wardle, 5200 Brugg-Lauffohr (CH)
Beat Von Arx, 4632 Trimbach (CH)

(54) **Verfahren zum giesstechnischen Herstellen einer Schaufel sowie Schaufel für eine Gasturbine.**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum giesstechnischen Herstellen einer Schaufel (10) für eine Gasturbine, welche Schaufel (10) ein sich in einer Schaufellängsrichtung (25) erstreckendes, längliches Schaufelblatt (11) umfasst, welches am unteren Ende in einen Schaufelfuss (12) übergeht und an der Schaufelspitze (14) ein Deckbandsegment (15) aufweist, und im Inneren von einem in Schaufellängsrichtung vom Schaufelfuss (12) zur Schaufelspitze (14) verlaufenden einzigen Kühlluftkanal (17) durchzogen ist.

Bei dem Verfahren wird auf einfache Weise eine verbesserte Qualität der Schaufelspitze mit dem Deckbandsegment dadurch erreicht, dass beim Giessen der Schaufel (10) das Schaufelmaterial ausschliesslich vom Schaufelfuss (12) her in die dafür vorgesehene Giessform eingeführt wird, und dass zur Ausbildung des Kühlluftkanals (17) beim Giessen der Schaufel (10) ein einziger Kernkörper verwendet wird, welcher zur Schaufelspitze (14) hin Mittel zur Erhöhung des dortigen Giessquerschnitts aufweist.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Gasturbinentechnik. Sie betrifft ein Verfahren zum giesstechnischen Herstellen einer Schaufel für eine Gasturbine gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Sie betrifft des Weiteren eine Schaufel für eine Gasturbine.

Stand der Technik

[0002] Schaufeln von Gasturbinen, die üblicherweise sehr hohen Heissgastemperaturen ausgesetzt sind, werden meist aus hochfesten Legierungen (z.B. Nickelbasislegierungen) giesstechnisch hergestellt. Bei der Herstellung werden Giessformen benutzt, in die vom unteren Ende der Schaufel, vom Schaufelfuss, her die giessfähige Legierung in die Giessform eingeführt wird. Durch einen im Inneren der Giessform angeordneten Kern wird in dem gegossenen Schaufelkörper ein Kühlluftkanal erzeugt, der in Schaufellängsrichtung durch den Schaufelkörper verläuft und zu Kühlungszwecken Kühlluft vom Schaufelfuss her an verschiedene Stellen der Schaufel führen kann.

[0003] Eine solche Schaufel ist in Fig. 1 wiedergegeben: Die Schaufel 10 der Fig. 1 umfasst ein sich in Schaufellängsrichtung 25 erstreckendes Schaufelblatt 11, das am unteren Ende in einen Schaufelfuss 12 übergeht, oberhalb dessen eine Plattform 13 angeordnet ist, die den Heissgaskanal der Gasturbine nach innen begrenzt. Am oberen Ende endet die Schaufel 10 in einer Schaufelspitze 14, an der ein Deckbandsegment 15 angeordnet ist, welches den Heissgaskanal nach aussen begrenzt. Auf der Oberseite des Deckbandsegments 15 kann eine nach oben abstehende, in Umfangsrichtung der Maschine verlaufende Rippe 16 vorgesehen sein. Im Inneren der Schaufel 10 ist ein sich in Schaufellängsrichtung 25 erstreckender einziger Kühlluftkanal 17 durch strichpunktierte Linien angedeutet, der von unten her über einen Kühllufteinlass 17' mit Kühlluft versorgt werden kann.

[0004] Wenn eine solche Gasturbinenschaufel - wie in Fig. 1 dargestellt - langgestreckt ausgebildet ist und dünne Schaufelwände aufweist, ist es schwierig, bei der giesstechnischen Herstellung durch die geringen Querschnitte zwischen dem (einzigen) Kern und der Giessform ausreichend viel Material vom Schaufelfuss her in die Giessform und bis oben in die Spitze einzubringen, damit das vergleichsweise massive Deckbandsegment fehlerfrei und ohne Hohlräume oder Porositäten erzeugt wird.

[0005] In der Vergangenheit wurde dieses Problem dadurch gelöst, dass entweder von der Schaufelspitze her zusätzlich Material in die Giessform eingeführt wurde, oder eine zweite Zuführung auf der Oberfläche des Schaufelblattes vorgesehen wurde. Derartige Mehrfachzuführungen sind jedoch eher unerwünscht, weil sie zu unterschiedlich erstarrenden Bereichen führen können, die der mechanischen Stabilität und Gleichmässigkeit der mechanischen Eigenschaften Abbruch tun.

Darstellung der Erfindung

[0006] Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum giesstechnischen Herstellen einer langgestreckten, dünnwandigen Gasturbinenschaufel anzugeben, welches die Nachteile bekannter Verfahren vermeidet und sich insbesondere durch eine fehlerfreie Ausbildung des Deckbandsegments bei gleichzeitig gleichmässigen Eigenschaften der Schaufel insgesamt auszeichnet.

[0007] Die Aufgabe wird durch die Gesamtheit der Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Wesentlich für das erfindungsgemässe Verfahren ist, dass beim Giessen der Schaufel das Schaufelmaterial ausschliesslich vom Schaufelfuss her in die dafür vorgesehene Giessform eingeführt wird, und dass zur Ausbildung des Kühlluftkanals beim Giessen der Schaufel ein Kernkörper verwendet wird, welcher zur Schaufelspitze hin Mittel zur Erhöhung des dortigen Giessquerschnitts aufweist.

[0008] Durch die (lokale) Erhöhung des Giessquerschnitts zur Schaufelspitze hin kann beim Giessen innerhalb eines bestimmten Zeitintervalls mehr Material in die Schaufelspitze und damit in das Deckbandsegment und allfällige Rippen gelangen. Dies führt dazu, dass hierdurch Abhilfe gegen eine mögliche Porosität im Deckbandsegment und gegen die Gefahr einer zu schnellen Erstarrung des Giessmaterials am heiklen Übergang zum Deckbandsegment geschaffen wird, gleichzeitig können die geometrischen Abmessungen der Schaufel genauer eingehalten werden.

[0009] Gemäss einer Ausgestaltung der Erfindung umfassen die Mittel zur Erhöhung des zur Verfügung stehenden Giessquerschnitts wenigstens eine in Schaufellängsrichtung des Kernkörpers verlaufende Rinne. Vorzugsweise umfassen die Mittel zur Erhöhung des Giessquerschnitts zwei in Schaufellängsrichtung des Kernkörpers verlaufende Rinnen, von denen die eine auf der der Saugseite der Schaufel zugewandten Seite des Kernkörpers und die andere auf der der Druckseite der Schaufel zugewandten Seite des Kernkörpers angeordnet ist.

[0010] Besonders günstig gestaltet sich der Giessvorgang, wenn die Rinnen jeweils ein Tiefenprofil aufweisen, das dem Verlauf einer Skisprungschanze ähnelt. Damit wird erreicht, dass das Giessmaterial im Bereich der heiklen Zone erfolgreicher fließen kann. Vorzugsweise sind die beiden Rinnen an dem Kernkörper in Querrichtung gegeneinander versetzt angeordnet.

[0011] Eine andere Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass die Rinnen ein gerundetes, vorzugsweise kreisbogenförmiges Querschnittsprofil aufweisen.

[0012] Die erfindungsgemässe Schaufel für eine Gasturbine umfasst ein sich in einer Schaufellängsrichtung erstreckendes, längliches Schaufelblatt, welches am unteren Ende in einen Schaufelfuss übergeht und an der Schaufelspitze ein Deckbandsegment aufweist, und im Inneren von einem in Schaufellängsrichtung vom Schaufelfuss zur Schaufelspitze verlaufenden einzigen Kühlluftkanal durchzogen ist, wobei die Schaufel nach dem erfindungsgemässen Verfahren hergestellt ist.

[0013] Eine Ausgestaltung der Schaufel ist dadurch gekennzeichnet, dass die Schaufel auf den Innenseiten der druckseitigen und der saugseitigen Schaufelwand zur Schaufelspitze hin jeweils eine in Schaufellängsrichtung verlaufende Rippe aufweist, wobei die beiden Rippen in Querrichtung gegeneinander versetzt angeordnet sind und jeweils ein gerundetes, vorzugsweise kreisbogenförmiges Querschnittsprofil aufweisen.

Kurze Erläuterung der Figuren

[0014] Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert werden. Alle für das unmittelbare Verständnis der Erfindung nicht erforderlichen Elemente sind weggelassen worden. Gleiche Elemente sind in den verschiedenen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Es zeigen

- Fig. 1 in einer Seitenansicht eine Gasturbinschaufel, wie sie zur Anwendung der Erfindung besonders geeignet ist;
 Fig. 2 den Querschnitt durch eine Schaufel der in Fig. 1 gezeigten Art entlang der dortigen Ebene II-II gemäss einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung und
 Fig. 3 einen Kernkörper für das Verfahren nach der Erfindung.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0015] Um bei dem Verfahren nach der Erfindung trotz dünner Schaufelwände (28 in Fig. 2) mehr Material vom Schaufelfuss 12 her in die Schaufelspitze 14 mit dem dort auszubildenden, vergleichsweise massiven Deckbandsegment 15 zu bringen, wird zur Erzeugung des Kühlluftkanals 17 in der Giessform ein einziger Kernkörper 22 gemäss Fig. 3 eingesetzt, der zu seinem oberen Ende 23 hin, welches der Schaufelspitze 14 entspricht, auf den gegenüberliegenden breiten Seiten, die der Druckseite (26 in Fig. 2) und der Saugseite (27 in Fig. 2) des Schaufelblattes 11 zugewandt sind, in Schaufellängsrichtung 25 verlaufende Rinnen 24 aufweist. Die Rinnen 24, von denen in Fig. 3 nur die eine zu sehen und durch gestrichelte Linien angedeutet ist, haben in Schaufellängsrichtung 25 ein Tiefenprofil, das dem Höhenprofil einer «Ski-sprungsschanze» entspricht, d.h. einen langen geraden Abschnitt mit einem nachfolgenden kurz gekrümmten Abschnitt («Schanzentisch») aufweist.

[0016] Die beiden Rinnen 24 sind an dem Kernkörper 22 in Querrichtung gegeneinander versetzt angeordnet. Dadurch entstehen beim Giessen die in Fig. 2 im Querschnitt erkennbaren Rippen 20, 21 an den Innenseiten der Schaufelwände 28, die in der Querrichtung zwischen der Vorderkante 18 und der Hinterkante 19 versetzt sind. Die Rinnen 24 wie auch die dadurch entstehenden Rippen 20, 21 weisen ein gerundetes, vorzugsweise kreisbogenförmiges Querschnittsprofil auf. Durch diese Ausgestaltung der Profile wird eine optimierte Zufuhr von Material in den Bereich der Schaufelspitze 14 sichergestellt, ohne dass die Strömungseigenschaften im Kühlluftkanal 17 wesentlich beeinträchtigt werden. Durch die Rippen 20, 21 wird die Wärmeübergangsfläche zwischen Kühlluft und Schaufelwand 28 zusätzlich vergrössert und verbessert damit die Kühlung der Schaufelwände 28.

[0017] Weist die Schaufel mehrere in Längsrichtung verlaufende individuelle oder miteinander kommunizierende Kühlkanäle auf, so weisen die dadurch bedingten Verästelungen des Kernkörpers in Längsrichtung zur Schaufelspitze hin jeweils entsprechende Rinnen auf, welche den oben beschriebenen finalen Zweck erfüllen.

[0018] Insgesamt ergeben sich mit der Erfindung die folgenden Vorteile:

- Die dimensionale Stabilität der Giessform wird gestützt.
- Die Genauigkeit in den Dimensionen der Schaufel wird verbessert.
- Die metallurgische und dimensionale Qualität von Schaufelblatt, Deckbandssegment und Deckbandrippe werden verbessert.

Bezugszeichenliste

[0019]

- | | |
|----|-----------------------|
| 10 | Schaufel (Gasturbine) |
| 11 | Schaufelblatt |
| 12 | Schauelfuss |
| 13 | Plattform |

14	Schaufelspitze
15	Deckbandsegment
16	Rippe
17	Kühlluftkanal
17'	Kühlufteinlass
18	Vorderkante
19	Hinterkante
20, 21	Rippe
22	Kernkörper
23	oberes Ende
24	Rinne
25	Schaufellängsrichtung
26	Druckseite
27	Saugseite
28	Schaufelwand

Patentansprüche

1. Verfahren zum giesstechnischen Herstellen einer Schaufel (10) für eine Gasturbine, welche Schaufel (10) ein sich in einer Schaufellängsrichtung (25) erstreckendes, längliches Schaufelblatt (11) umfasst, welches am unteren Ende in einen Schaufelfuss (12) übergeht und an der Schaufelspitze (14) ein Deckbandsegment (15) aufweist, und im Inneren mindestens von einem in Schaufellängsrichtung vom Schaufelfuss (12) zur Schaufelspitze (14) hin verlaufenden Kühlluftkanal (17) durchzogen ist, dadurch gekennzeichnet, dass beim Giessen der Schaufel (10) das Schaufelmaterial ausschliesslich vom Schaufelfuss (12) her in die dafür vorgesehene Giessform eingeführt wird, und dass zur Ausbildung des Kühlluftkanals (17) beim Giessen der Schaufel (10) mindestens ein Kernkörper (22) verwendet wird, welcher zur Schaufelspitze hin (14) Mittel (24) zur Erhöhung des dortigen Giessquerschnitts aufweist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zur Erhöhung des Giessquerschnitts mindestens eine in Schaufellängsrichtung (25) des Kernkörpers (22) verlaufende Rinne (24) umfassen.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zur Erhöhung des Giessquerschnitts zwei in Schaufellängsrichtung (25) des Kernkörpers (22) verlaufende Rinnen (24) umfassen, von denen die eine auf der der Saugseite (27) der Schaufel (10) zugewandten Seite des Kernkörpers (22) und die andere auf der der Druckseite (26) der Schaufel (10) zugewandten Seite des Kernkörpers (22) angeordnet ist.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Rinnen (24) jeweils ein Tiefenprofil aufweisen, das dem Verlauf einer Skisprungschanze ähnelt.
5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Rinnen (24) an dem Kernkörper (22) in Querrichtung gegeneinander versetzt angeordnet sind, von denen die eine auf der der Saugseite der Schaufel zugewandten Seite des Kernkörpers (22) und die andere auf der der Druckseite der Schaufel zugewandten Seite des Kernkörpers angeordnet ist.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Rinnen (24) ein gerundetes, vorzugsweise kreisbogenförmiges Querschnittsprofil aufweisen.
7. Schaufel (10) für eine Gasturbine, welche Schaufel (10) ein sich in einer Schaufellängsrichtung (25) erstreckendes, längliches Schaufelblatt (11) umfasst, welches am unteren Ende in einen Schaufelfuss (12) übergeht und an der Schaufelspitze (14) ein Deckbandsegment (15) aufweist, und im Inneren von mindestens einem in Längsrichtung der Schaufel vom Schaufelfuss (12) zur Schaufelspitze hin (14) verlaufenden Kühlluftkanal (17) durchzogen ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaufel nach einem Verfahren gemäss einem der Ansprüche 1 bis 6 hergestellt ist.
8. Schaufel nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaufel (10) auf den Innenseiten der druckseitigen und der saugseitigen Schaufelwand (28) zur Schaufelspitze (14) hin jeweils mindestens eine in Schaufellängsrichtung (25) verlaufende Rippe (20, 21) aufweist.

CH 700 000 A1

9. Schaufel nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Rippen (20, 21) in Querrichtung gegeneinander versetzt angeordnet sind.
10. Schaufel nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Rippen (20, 21) jeweils ein gerundetes, vorzugsweise kreisbogenförmiges Querschnittsprofil aufweisen.

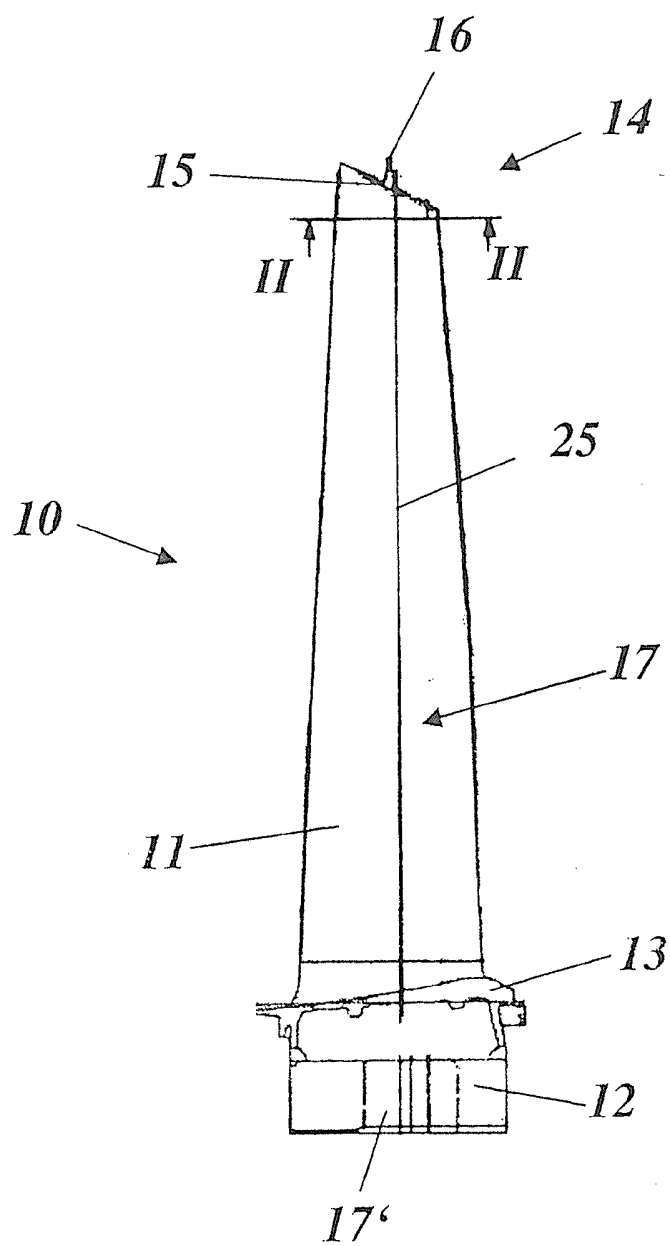


Fig.1

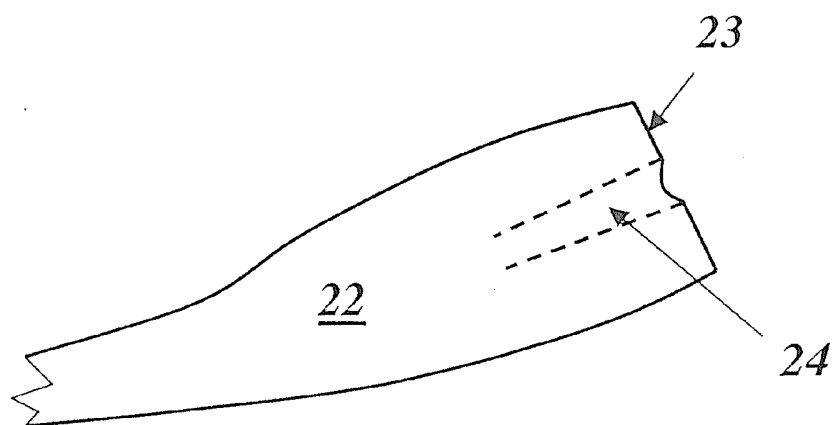
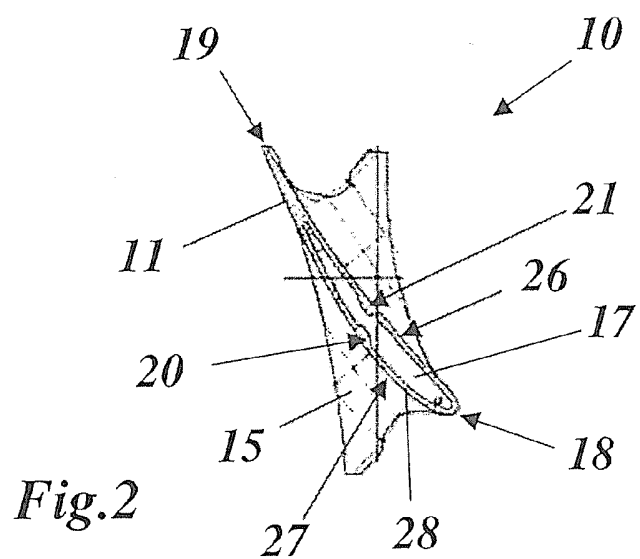


Fig.3

**VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS**

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

KENNZEICHNUNG DER NATIONALEN ANMELDUNG		AKTENZEICHEN DES ANMELDERS ODER ANWALTS	
Nationales Aktenzeichen 1837/2008		Anmeldedatum 25-11-2008	
Anmeldeland CH		Beanspruchtes Prioritätsdatum	
Anmelder (Name) Alstom Technology Ltd.			
Datum des Antrags auf eine Recherche internationaler Art 10-03-2009		Nummer, die die internationale Recherchenbehörde dem Antrag auf eine Recherche internationaler Art zugeteilt hat SN 51842	
I. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (treffen mehrere Klassifikationssymbole zu, so sind alle anzugeben)			
Nach der Internationalen Patenklassifikation (IPC) oder sowohl nach der nationalen Klassifikation als auch nach der IPC			
B22C9/04	B22C9/10	B22D21/02	F01D5/18
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE			
Recherchierter Mindestprüfstoff			
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole		
IPC. 8	B22C	B22D	F01D
Recherchierte, nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen			
III. ☐ EINIGE ANSPRÜCHE HABEN SICH ALS NICHT RECHERCHIERBAR ERWIESEN (Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)			
IV. ☐ MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG (Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)			

Formblatt PCT/ISA 201 a (11/2000)

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Nr. des Antrags auf Recherche

CH 18372008

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV. B22C9/04	B22C9/10	B22D21/02 F01D5/18
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		
Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
B22C B22D F01D		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE VERÖFFENTLICHUNGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beiz. Anspruch Nr.
X	EP 1 944 468 A (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 16. Juli 2008 (2008-07-16) Absatz [0006] - Absatz [0029] Abbildungen 2-6	1-3,5-10
A	US 2005/126736 A1 (BHANGU JAGNANDAN K [GB] ET AL) 16. Juni 2005 (2005-06-16) Abbildungen 1A-1H	1-6
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen: *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelsfrei erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll, oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern zur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der für zugrundeliegenden Thematik beigegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung neu als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *Z* Veröffentlichung, die höchst derselben Patentfamilie ist		
Datum des tatsächlichen Abschlusses der Recherche internationaler Art		Abgeschlossenheit des Berichts über die Recherche internationaler Art
25. März 2009		16. 03. 2009
Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde		Bevollmächtigter Sachverständiger
Europäisches Patentamt, P.B. 5618 Palantien 2 NL - 2250 HV Maastricht Tel. (+31-70) 340-2640; Fax (+31-70) 340-3050		Zimmermann, Frank

Formblatt PCT/ISA/206 (Blatt 2) (Januar 2004)

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Nr. der Anfrage auf Recherche

CH 18372008

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
EP 1944468	A	16-07-2008	US 2008170945 A1	17-07-2008
US 2005126736	A1	16-06-2005	KEINE	

Formblatt PCT/ISA/201 (Anhang Patentfamilie) (Juni 2006)