



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
20.10.2010 Patentblatt 2010/42

(51) Int Cl.:
F01D 11/12 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10002769.7**

(22) Anmeldetag: **16.03.2010**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
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 SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA ME RS

(72) Erfinder: **Schreiber, Karl**
15838 Am Mellensee (DE)

(74) Vertreter: **Weber, Joachim**
Hoefer & Partner
Patentanwälte
Pilgersheimer Strasse 20
81543 München (DE)

(30) Priorität: **09.04.2009 DE 102009016803**

(71) Anmelder: **Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG**
15827 Blankenfelde-Mahlow (DE)

(54) **Labyrinth-Anstreifdichtung für eine Strömungsmaschine**

(57) Bei einer Labyrinth-Anstreifdichtung für eine Strömungsmaschine zur Abdichtung eines Dichtspaltes, der zwischen einem mit einer Anstreifschicht (10) aus durch Hohlkörper (11) gebildetem porösem Material versehenen stationären Träger (9) und einem auf die Anstreifschicht gerichtete Dichtstege (8) aufweisenden rotierenden Bauteil (4) gebildet ist, sind in Form und Größe

übereinstimmende, vorzugsweise langgestreckte Hohlkörper (11) als geordnete Zellstruktur in X-, Y- und Z-Richtung linear neben- und übereinander angeordnet und mit oder ohne offene Poren (12) flächig oder vollflächig miteinander verbunden, wobei die Hohlkörper (11) so angeordnet sind, dass die Spitzen der Dichtstege (8) etwa mittig zu den Hohlkörpern (11) orientiert sind.

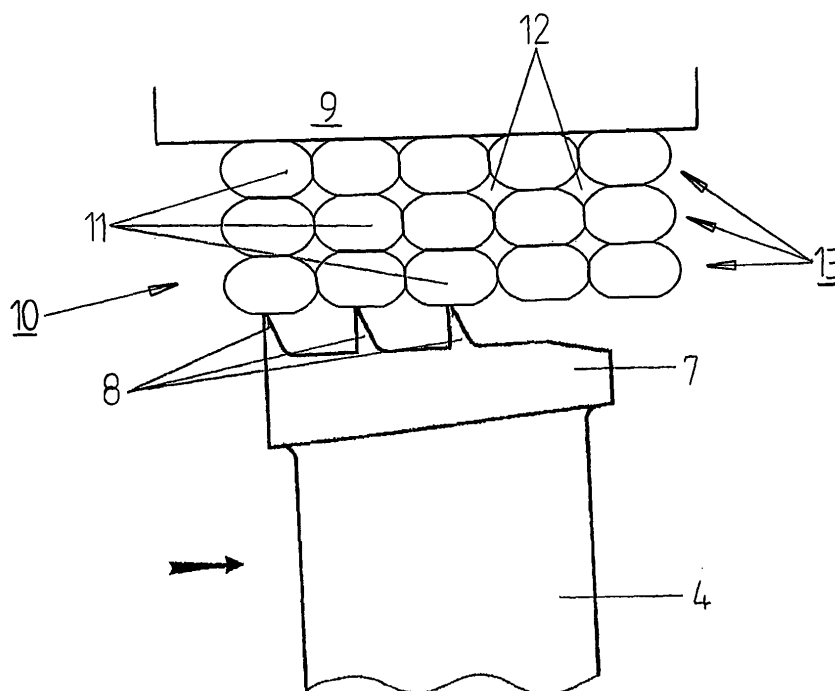


FIG. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Labyrinth-Anstreifdichtung für eine Strömungsmaschine zur Abdichtung eines Dichtspaltes, der zwischen einem mit einer Anstreifschicht aus durch Hohlkörper gebildetem porösem Material versehenen stationären Träger und einem auf die Anstreifschicht gerichtete Dichtstege aufweisenden rotierenden Bauteil gebildet ist, insbesondere zur Heißgasabdichtung im Bereich der Turbine eines Gasturbinentriebwerks.

[0002] In Maschinen mit strömenden Medien sind häufig zwischen beweglichen und ruhenden Bauteilen bestehende Spalte gegen das strömende Medium abzdichten. Die Qualität der hierzu eingesetzten Dichtungen hat erheblichen Einfluss auf den Wirkungsgrad dieser Maschinen. Bekanntermaßen werden zur Abdichtung des Spaltes Labyrinthdichtungen eingesetzt, die mehrere umlaufende, quer zur Strömungsrichtung und im Abstand angeordnete Dichtbänder oder Dichtstege umfassen. Um zur Verbesserung des Wirkungsgrades und des Betriebsverhaltens von Strömungsmaschinen den Radialspalt zwischen dem rotierenden und dem stationären Bauteil möglichst klein zu halten, ist es möglich, die Spitzen der Dichtbänder an einem abtragbaren Einlaufbelag anstreifen zu lassen. Die Anstreifdichtungen sollen jedoch nicht nur ein Umströmen der betreffenden Stufe der Strömungsmaschine verhindern, sondern auch die Gehäusestruktur, zum Beispiel die das Heißgas in einer Turbinenstufe führenden Wandabschnitte, thermisch isolieren bzw. den in die Wandabschnitte übertretenden Wärmestrom so steuern, dass die thermische Dehnung der stationären Bauteile bzw. die Gehäusedehnung entsprechend der thermischen Dehnung der rotierenden Bauteile, das heißt, der Rotorscheiben und Schaufeln, erfolgt und so in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen bzw. Heißgastemperaturen ein möglichst geringes Spaltmaß gewährleistet ist.

[0003] Als Einlauf- bzw. Anstreifschicht werden bekanntermaßen mit einem thermischen Isoliermaterial befüllte Wabenstrukturen eingesetzt, die zwar ein gutes Anstreif- bzw. Abriebverhalten aufweisen, jedoch den Anforderungen an die zur Erzielung einer gleichbleibend geringen Spaltweite jeweils erforderliche thermische Isolierung des stationären Bauteils nicht genügen. Zudem kann es im Anstreifbereich der Dichtstege an der Wabenstruktur zu Verschmierungen und infolge dessen zu einer Überhitzung der Dichtstege und letztlich zur Rissbildung in den Dichtstegen kommen.

[0004] Die EP 1013890 B1 beschreibt eine Labyrinth-Anstreifdichtung, deren Anstreifschicht vollständig aus einer aufgeschäumten, metallischen, korrosionsbeständigen Hochtemperaturlegierung, das heißt einem Metallschaum mit geschlossenporiger Struktur, besteht, bei dem dünne Wände eine Vielzahl von Hohlräumen zwischen sich einschließen. Alternativ wurde auch die Herstellung einer derartigen Struktur aus vorgefertigten metallischen Hohlkugeln vorgeschlagen. Die als Einlauf-

schicht eingesetzte Schaumstruktur hat eine hohe wärmeisolierende Wirkung. Aufgrund der unregelmäßigen Schaumstruktur kann es jedoch auch hier zu Materialanhäufungen und einer dadurch bedingten starken Erwärmung sowie zu Ausbrechungen aus der spröden Metallschaumstruktur kommen. Zudem besteht auch bei dieser Anstreifstruktur keine ausreichend gute Möglichkeit der Einflussnahme auf die Wärmeisolierung entsprechend den unterschiedlichen Temperaturverhältnissen in der Strömungsmaschine, beispielsweise den unterschiedlichen Heißgastemperaturen im Bereich der Hochdruckturbine und der Niederdruckturbine eines Gasturbinentriebwerks.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Labyrinth-Anstreifdichtung mit an den jeweiligen Einsatzfall angepasster Wärmeisolierung und zuverlässiger Dichtwirkung sowie langer Lebensdauer anzugeben.

[0006] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mit einer gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 1 ausgebildeten Labyrinth-Anstreifdichtung gelöst. Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0007] Ausgehend von einer Labyrinth-Anstreifdichtung für eine Strömungsmaschine zur Abdichtung eines Dichtspaltes, der zwischen einem mit einer Anstreifschicht aus durch Hohlkörper gebildetem porösem Material versehenen stationären Träger und einem auf die Anstreifschicht gerichtete Dichtstege aufweisenden rotierenden Bauteil gebildet ist, besteht das Wesen der Erfindung darin, dass in Form und Größe übereinstimmende Hohlkörper in X-, Y- und Z-Richtung exakt linear neben- und übereinander angeordnet und flächig miteinander verbunden sind und eine geordnete offen- bis geschlossenporige Zellstruktur bilden, wobei die Hohlkörper so angeordnet und ausgerichtet sind, dass die Spitzen der Dichtstege etwa mittig auf die Hohlkörper treffen. Da die Hohlkörper so angeordnet sind, dass die Spitzen der Dichtstege die Hohlkörper im Wesentlichen mittig anstreifen, kommt es dabei nicht zu Materialanhäufungen und somit auch nicht zu einer übermäßig starken, zu einer Rissbildung an den Dichtstegen führenden Erwärmung. Dadurch ist eine zuverlässige Dichtwirkung, ein sicherer Betrieb und eine längere Lebensdauer der Strömungsmaschine gewährleistet. Entsprechend der erforderlichen Wärmeisolierung gegenüber dem Trägerbauteil kann der Grad der Offenporigkeit variieren und bei maximal erforderlicher Wärmeisolierung auch Null sein.

[0008] Die Herstellung der Anstreifschicht erfolgt durch Sintern von Grünkugeln, die ein mit sinterfähigen Metallpulver beschichteten Kern umfassen, unter Temperatur und Druckeinwirkung, wobei das Kernmaterial ausgasen und die verbleibenden Hohlkugeln flächig miteinander verbunden und zur Erzielung einer Längserstreckung in Strömungsrichtung verformt werden. Dadurch ist es leichter möglich, dass die Dichtstreifen im Wesentlichen mittig auf die Hohlkörper und nicht auf die Materialansammlungen der Hohlkörperstruktur treffen. Die Hohlkörper können aber auch in radialer oder in tan-

gentialer Richtung langgestreckt ausgebildet sein.

[0009] Durch die Größe und Art der Druckeinwirkung auf das linear zueinander ausgerichtete Grünkugel-Sintermaterial wird die Form der Hohlkörper und die Größe der Flächenberührung zwischen diesen sowie die Größe und der Anteil an offenen Poren bestimmt.

[0010] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung können zwischen den einzelnen Hohlkörperlagen Lagen aus kleineren Hohlkörpern, die in den vorhandenen Zwischenräumen liegen, angeordnet sein, um so die Verringerung der Offenporigkeit oder die Ausbildung einer geschlossenporigen Anstreifschicht zu erleichtern.

[0011] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand der Zeichnung, in der

Fig. 1 einen Teil der mit Labyrinth-Anstreifdichtungen gedichteten Niederdruckturbine eines Gasturbinenriebwerks; und

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer von einer offenporigen Anstreifschicht und Dichtstegen gebildeten Labyrinth-Anstreifdichtung.

[0012] In der in Fig. 1 teilweise wiedergegebenen Niederdruckturbine eines Gasturbinenriebwerks sind drei mit der Niederdruckturbinenwelle über einen Rotorarm 1 sowie untereinander über Verbindungsstege 2 verbundene Rotorscheiben 3 mit an diesen befestigten Turbinenschaufeln 4 (rotierendes Bauteil) dargestellt. Zwischen den Turbinenschaufeln 4 sind am Turbinengehäuse 5 befestigte Leitschaufeln 6 (stationäres Bauteil) angeordnet. An den Spitzen der Turbinenschaufeln 4 angebrachte Deckbänder 7 bilden jeweils drei in Umfangsrichtung und quer zur Strömungsrichtung verlaufende Dichtstege 8. Derartige Dichtstege 8 sind auch an den Verbindungsstegen 2 zwischen den Rotorscheiben 3 angebracht. An einem an der Innenseite des Turbinengehäuses 5 gegenüber den Dichtstegen 8 der Deckbänder 7 angebrachten Träger 9 ist - beispielsweise durch Löten - eine Anstreifschicht 10 befestigt. Ein derart mit einer Anstreifschicht 10 ausgebildeter Träger 9 ist auch an mit den Spitzen der Leitschaufeln 6 verbundenen Deckbändern 7 vorgesehen. Die Anstreifschicht 10 ist so ausgebildet, dass bei einem Kontakt mit den Dichtstegen 8 das Material der Anstreifschicht 10 abgetragen wird, das heißt, die Spitzen der Dichtstege 8 in die Anstreifschicht eindringen können, und somit ein sehr enger Dichtspalt und eine hohe Dichtwirkung und ein entsprechend hoher Wirkungsgrad der Strömungsmaschine erreicht werden kann.

[0013] Die Anstreifschicht 10 besteht aus einer definierten, geordneten zellularen Struktur aus durch Sintern und unter Druckeinwirkung miteinander verbundenen, hochtemperaturbeständigen, aus einem gesinterten Material bestehenden, in Form und Größe im Wesentlichen identischen Hohlkörpern 11, die in X-, Y- und Z-Richtung linear exakt zueinander ausgerichtet sind und hier drei genau übereinander liegende Hohlkörperlagen 13 bil-

den. Ein wesentliches Merkmal der Labyrinth-Anstreifdichtung besteht dabei darin, dass die Hohlkörper 11 der Anstreifschicht 10 in Bezug auf die Dichtstege 8 so positioniert sind, dass deren Spitzen im Wesentlichen mittig auf die Hohlkörper 11 der Anstreifschicht 10 gerichtet sind. Dadurch wird die Ausbildung von Materialanhäufungen beim Anstreifen der Anstreifschicht 10 und eine dadurch bedingte hohe Erwärmung oder gar Rissbildung an den Dichtstegen 8 vermieden.

[0014] Die Herstellung der geordneten Zellstruktur für die Anstreifschicht 10 erfolgt durch Sintern von mit einem sinterbaren Metallpulver beschichteten Styroporkügelchen. In einem bevorzugten Verfahren werden die mit dem Sintermaterial entsprechend der gewünschten Wandstärke beschichteten und noch nicht gesinterten Grünkugeln zur Herstellung der Hohlkörperstruktur (Anstreifschicht 10) in eine Form eingebracht und in dieser Form unter Druck- und Temperatureinwirkung gesintert und gleichzeitig durch Sintern miteinander verbunden. Entsprechend der aufgetragenen Druckkraft und Druckrichtung werden die beim Sintern entstehenden Hohlkugeln an den Berührungsflächen mit der Formwand bzw. den benachbarten Hohlkugeln abgeflacht und - wie Fig. 2 zeigt - zu in der vorliegenden Ausführungsform an der Ober- und Unterseite stärker als an den Seiten abgeflachten (langgestreckten) Hohlkörpern 11 mit gegenseitiger flächiger Berührung verformt. Die langgestreckte Form ermöglicht auch bei kleineren Hohlkörpern 11 eine bevorzugte mittige Positionierung zu den Spitzen der Dichtstege 8, so dass beim Anstreifen keine Materialanhäufungen und damit verbundene hohe Temperaturen erzeugt werden. In Abhängigkeit von der Größe und Richtung der beim Sintern aufgetragenen Druckkräfte kann die geordnete Zellstruktur der Anstreifschicht 10 - wie in Fig. 2 dargestellt - offenporig, das heißt mit nach außen offenen Poren 12, oder auch geschlossenporig ausgebildet sein. Auch die Größe des offenporigen Bereichs und die dadurch mögliche Heißgasdurchströmung bzw. der Grad der Wärmeisolierung gegenüber dem stationären Bauteil (Turbinengehäuse) kann während der Erzeugung der Hohlkörperstruktur variiert werden. Eine geschlossenporige oder weitgehend geschlossenporige Ausbildung bewirkt eine insbesondere im Bereich der Hochdruckturbine erforderliche hohe Wärmeisolierung und somit ein geringes Spaltmaß zwischen den Turbinenschaufeln und dem Turbinengehäuse und letztlich geringe Leistungsverluste. Im Bereich der Niederdruckturbine kann, wie Fig. 2 zeigt, aufgrund der niedrigeren Temperaturen eine bestimmte Offenporigkeit der Anstreifschicht vorgesehen sein, um so die Spaltweite beeinflussen zu können. Gegebenenfalls kann aber auch durch eine offenporige Struktur zur Reduzierung des Heißgaseinflusses gezielt Kühlluft geleitet werden.

55 Bezugszeichenliste

[0015]

- 1 Rotorarm
- 2 Verbindungssteg
- 3 Rotorscheibe (rotierendes Bauteil)
- 4 Turbinenschaufel (rotierendes Bauteil)
- 5 Turbinengehäuse
- 6 Leitschaufel (stationäres Bauteil)
- 7 Deckband
- 8 Dichtsteg
- 9 Träger (stationäres Bauteil)
- 10 Anstreifschicht (Hohlkörperstruktur)
- 11 Hohlkörper
- 12 offenen Poren
- 13 Hohlkörperlage

Patentansprüche

1. Labyrinth-Anstreifdichtung für eine Strömungsmaschine zur Abdichtung eines Dichtspaltes, der zwischen einem mit einer Anstreifschicht (10) aus durch Hohlkörper gebildetem porösem Material versehenen stationären Träger (9) und einem auf die Anstreifschicht gerichtete Dichtstege (8) aufweisenden rotierenden Bauteil (3, 4) gebildet ist, insbesondere zur Heißgasabdichtung im Bereich der Turbine eines Gasturbinentriebwerks, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Form und Größe übereinstimmende Hohlkörper (11) als geordnete Zellstruktur in X-, Y- und Z-Richtung linear neben- und übereinander angeordnet sind und mit oder ohne offene Poren (12) flächig miteinander verbunden sind und die Hohlkörper (11) so angeordnet sind, dass die Spitzen der Dichtstege etwa mittig zu den Hohlkörpern (11) orientiert sind.
2. Labyrinth-Anstreifdichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anstreifschicht (10) aus mit einem sinterfähigen Metallpulver beschichteten, zueinander geordnet ausgerichteten Grünkugeln in einem Sinterprozess gefertigt ist.
3. Labyrinth-Anstreifdichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Form der Hohlkörper (11) und die Größe der Flächenberührung zwischen diesen sowie die Größe und der Anteil an offenen Poren (12) durch eine beim Sintern aufbrachte Druckeinwirkung auf die Grünkugelanordnung variabel ist.
4. Labyrinth-Anstreifdichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hohlkörper (11) in axialer Richtung der Strömungsmaschine langgestreckt ausgebildet sind.
5. Labyrinth-Anstreifdichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hohlkörper (11) radial langgestreckt ausgebildet sind.

6. Labyrinth-Anstreifdichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hohlkörper (11) in Umfangsrichtung der Strömungsmaschine langgestreckt ausgebildet sind.
7. Labyrinth-Anstreifdichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anteil an offenen Poren (12) in der Anstreifschicht (10) in Abhängigkeit von der erforderlichen Wärmeisolierung gegenüber dem Träger (9) eingestellt ist.
8. Labyrinth-Anstreifdichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Erzielung einer geschlossenporigen Ausbildung in den zwischen den einzelnen Hohlkörperlagen (13) vorhandenen Zwischenräumen kleinere gesinterte Hohlkörper angeordnet sind.

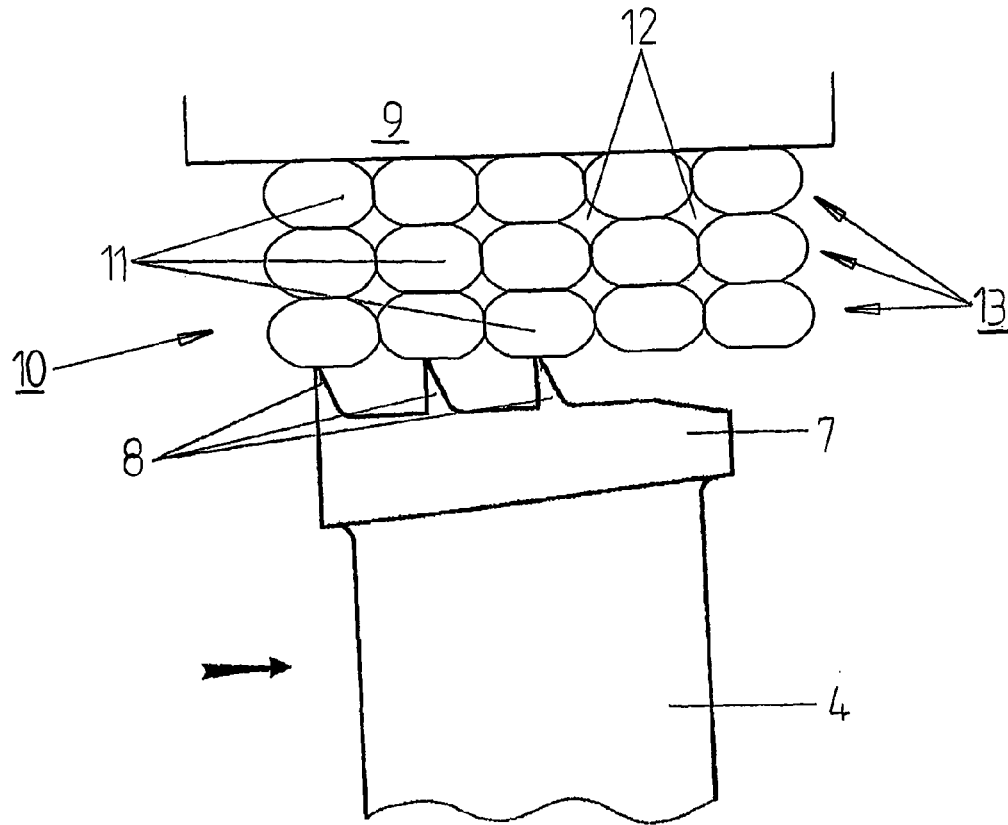


FIG. 2

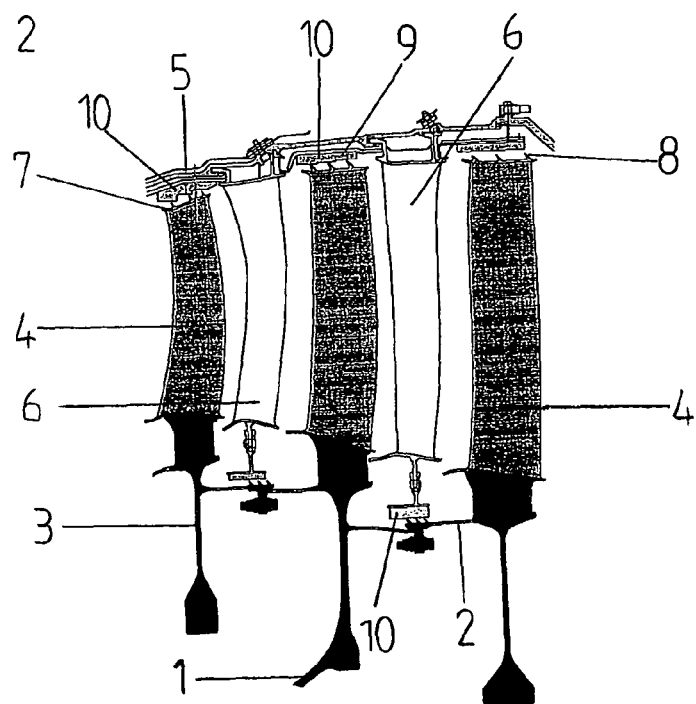


FIG. 1

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 1013890 B1 [0004]