

(19)



(11)

EP 2 385 304 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
09.11.2011 Patentblatt 2011/45

(51) Int Cl.:
F23R 3/14 (2006.01) F23R 3/28 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11003576.3**

(22) Anmeldetag: **02.05.2011**

(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

(72) Erfinder:
• **Bagchi, Imon-Kalyan**
10963 Berlin (DE)
• **Lazik, Waldemar**
14513 Teltow (DE)

(30) Priorität: **07.05.2010 DE 102010019772**

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

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

(54) **Magervormischbrenner eines Gasturbinentriebwerks mit einem konzentrischen, ringförmigen Zentralkörper**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf einen Magervormischbrenner eines Gasturbinentriebwerks, mit einem im Wesentlichen zu einer Brennermittelachse 1 konzentrischen ringförmigen Zentralkörper 1, welcher einen mit einer Versorgungsleitung 3 verbundenen Ringkanal 4 aufweist und mit einem an einer Brennaustrittsseite sich konisch erweiternden Filmleger 5, in dessen radial nach

innen weisenden Bereich zumindest eine mit dem Ringkanal verbundene Brennstoffaustrittsöffnung 6 mündet, dadurch gekennzeichnet, dass der Filmleger 5 angrenzend stromab an die Brennstoffaustrittsöffnungen 6 mit dem der Brennstoffaustrittsseite 8 zugewandten Bereich mit einem stufenartigen, ringförmigen, radial zur Brennermittelachse weisenden Vorsprungsbereich 7 versehen ist.

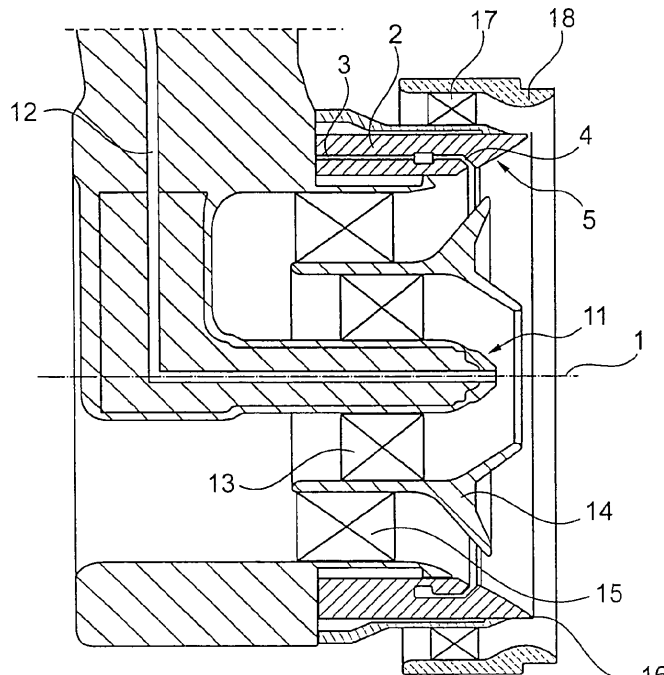


Fig. 1

EP 2 385 304 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Magervormischbrenner eines Gasturbintriebwerks gemäß den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

[0002] Im Einzelnen bezieht sich die Erfindung auf einen Magervormischbrenner eines Gasturbintriebwerks mit einem im Wesentlichen zu einer Brennermittelachse konzentrischen, ringförmigen Zentralkörper, welcher einen mit einer Versorgungsleitung verbundenen Ringkanal aufweist und mit einem an einer Brennstoffaustrittsseite sich konisch erweiternden Filmleger, in dessen radial nach innen weisendem Bereich zumindest eine mit dem Ringkanal verbundene Brennstoffaustrittsöffnung mündet.

[0003] Brennkammern von Gasturbintriebwerken können mit Magervormischbrennern ausgerüstet werden, um in der Brennkammer ein Brennstoff-Luft-Gemisch mit hohem Luftanteil und niedriger Verbrennungstemperatur sowie entsprechend reduzierter Stickoxidbildung verbrennen zu können. Um die Zündung des mageren Luft-Brennstoffgemisches jederzeit, zum Beispiel auch bei niedrigen Außentemperaturen und entsprechend ungünstigem Verdampfungsverhalten, zu gewährleisten, ist es bekannt, den Magerbrenner (Hauptbrenner) mit einem zentrisch in diesen integrierten Stützbrenner zu kombinieren.

[0004] Darüber hinaus sind - beispielsweise aus der US 6 560 964 B2 - Brenner mit einer - auch als Filmleger bezeichneten - Zerstäuberlippe bekannt. Die ringförmige Zerstäuberlippe, auf der ein stetiger, mit einem konzentrischen Luftstrom beaufschlagter Brennstofffilm erzeugt wird, bewirkt eine deutliche Verbesserung der Zerstäubungswirkung und der Vermischung von Brennstoff und Luft.

[0005] Derartige Brenner können, wie beispielsweise in der EP 1 801 504 beschrieben, mit einer ringförmigen Zerstäuberlippe, die eine umlaufende Brennstofffilmfläche aufweist, versehen sein. Auf die Filmfläche wird - über an dieser mündende Zuführungskanäle gleichmäßig verteilt - ein stetiger Brennstofffilm aufgebracht, der mit einem konzentrischen, über Drallelemente verwirbelten Luftstrom beaufschlagt wird. Auf diese Weise kann eine hohe Zerstäubungswirkung und eine intensive Vermischung von Luft und Brennstoff erzielt werden.

[0006] An der üblicherweise glatten Filmfläche ist jedoch ein gutes Anlegen des Brennstofffilms besonders bei niedrigen Kraftstoffmassenströmen nicht mit Sicherheit gewährleistet, das heißt, der Luftstrom und damit der Brennstofffilm kann sich von der Filmfläche ablösen, und zwar insbesondere dann, wenn die Strömung an der Zerstäuberlippe verzögert ist, also konkave Stromlinien aufweist. Infolgedessen kommt es zu einer ungleichförmigen, am Umfang strahlenhaften oder punktförmigen Brennstoffverteilung. Darüber hinaus führt das Ablösen der Strömung und des Brennstofffilms von der Filmfläche der Zerstäuberlippe zu turbulenten Instabilitäten,

aus denen sich Druckschwingungen mit hoher Amplitude entwickeln können.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Magervormischbrenner der eingangs erwähnten Art so auszubilden, dass an der Filmfläche ein stabiler, gleichmäßig verteilter Brennstofffilm erzeugt wird, der an der Abrisskante gleichmäßig abreißt und einen feinen Tröpfchennebel bildet, um eine ruhige und gleichmäßige Verbrennung bei niedriger Temperatur, geringer Stickoxidbildung und gutem Ausbrand zu gewährleisten.

[0008] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die Merkmalskombination des Anspruchs 1 gelöst, die Unteransprüche zeigen weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

[0009] Erfindungsgemäß ist somit vorgesehen, dass der Filmleger, angrenzend an die Brennstoffaustrittsöffnungen, an dem der Brennstoffaustrittsseite zugewandten Bereich einen stufenartigen, ringförmigen, radial zur Brennermittelachse weisenden Vorsprungsbereich umfasst. Dieser Vorsprungsbereich kann kreisringförmig ausgebildet sein, so dass sich bei der Strömung, welche entlang des Filmlegers an seiner Brennstoffaustrittsseite strömt, dort eine Stufe ergibt, wo der Brennstoffaustritt erfolgt. Hierdurch wird die Strömung entlang der Oberfläche so beeinflusst, dass sich an dieser positiven Stufe oder diesem positiven Vorsprung eine Beschleunigung der Luftströmung ergibt, so dass der Brennstoff mit Luftströmungsbereichen mit erhöhter Geschwindigkeit in Kontakt kommt. Hierdurch ergeben sich günstigere Grenzschieffeffekte, die zu einer gleichmäßigeren und stabileren Brennstoffverteilung führen. Hieraus resultiert eine bessere Zerstäubung, welche wiederum zu einer besseren Verbrennung führt. Es ergibt sich erfindungsgemäß somit eine homogenere Brennstoffeinbringung und eine verbesserte Vormischung. Diese beiden Effekte resultieren in einer optimierten Verbrennung mit verbesserten NO_x -, CO- und UHC-Werten.

[0010] Die Erfindung ermöglicht es, bei größer werdenden Durchmessern von Filmlegern und geringen Kraftstoffmassenströmen einen kontinuierlichen Brennstofffilm auf der Filmlegeroberfläche aufzubringen. Die sich hierdurch ergebende bessere Verbrennung durch den Brenner ergibt insbesondere bei mittleren Schubeinstellungen des Gasturbintriebwerks erhebliche Vorteile.

[0011] In besonders günstiger Weise ist vorgesehen, dass der Vorsprungsbereich ebenfalls konisch ausgebildet ist und somit bevorzugt einen gleichen Konuswinkel wie der restliche konische Bereich des Filmlegers stromauf des Vorsprungsbereichs aufweist.

[0012] In besonders günstiger Weiterbildung der Erfindung ist weiterhin vorgesehen, dass der stufenartige Vorsprungsbereich abgerundet ausgebildet ist. Der aus der Brennstoffaustrittsöffnung austretende Brennstoff wird somit glatt um die abgerundete Kante des Vorsprungsbereichs geführt. Dies wiederum begünstigt die Filmbildung sowie die nachgeschaltete Zerstäubung.

[0013] Weiterhin ist es günstig, wenn die stromab der

Brenneraustrittsöffnung angeordnete Oberfläche des Filmlegers mit einer aufgerauten Oberfläche versehen ist. Diese aufgeraute Oberfläche kann durch sandgestrahlte Bereiche, durch eingebrachte Ausnehmungen, durch Nuten oder durch Rillen gebildet sein. Durch die aufgeraute Oberfläche ergibt sich ein verbesserter Kontaktwinkel für auf die Oberfläche aufgebrachte Flüssigkeitstropfen. Die Benetzbarkeit der Oberfläche wird somit verbessert, da sich günstigere Oberflächenspannungen ergeben, die über die Youngsche-Gleichung mit dem Kontaktwinkel in Beziehung stehen und diesen somit zum Maß für die Benetzbarkeit machen. Je kleiner dabei der Kontaktwinkel ist, desto größer ist die Benetzbarkeit der Oberfläche des Filmlegers durch den Brennstoff. Dank dieser Maßnahmen wird eine Gerinnenbildung entgegengewirkt und ein kontinuierlicher Kraftstofffilm ermöglicht.

[0014] Weiterhin kann es erfindungsgemäß besonders günstig sein, wenn in Ebenen senkrecht zur Brennermittellachse stromab der Brennstoffverteilung entlang des Filmlegers. Nuten und/oder Rillen ausgearbeitet sind. Auch diese führen zu einem verbesserten Grenzschichtverhalten der Strömung und zu einer besseren Brennstoffausbringung.

[0015] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit der Zeichnung beschrieben. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine schematische Schnittdarstellung eines Magervormischbrenners mit erfindungsgemäßen Ausgestaltung des Filmlegers,

Fig. 2 eine vergrößerte Detailansicht des in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiels,

Fig. 3 eine Detailvergrößerung gemäß Fig. 2,

Fig. 4 zwei Detailansichten zur Darstellung des Kontaktwinkels der Oberfläche,

Fig. 5 eine weitere Ausgestaltungsvariante, analog Fig. 2, und

Fig. 6 eine vergrößerte Detaildarstellung gemäß Fig. 5.

[0016] Der in Fig. 1 dargestellte Magervormischbrenner weist eine Brennermittellachse 1 auf, zu welcher die Bauelemente im Wesentlichen konzentrisch angeordnet sind. Der Magervormischbrenner weist einen Stützbrenner 11 auf, welcher gemäß dem Stand der Technik ausgebildet ist und welchem durch eine Brennstoffleitung 12 Brennstoff zugeführt wird. Der Stützbrenner 11 ist von Drallelementen 13 umgeben, so wie dies aus dem Stand der Technik bekannt ist. Zentrisch zu dem Stützbrenner 11 ist ein Flammenstabilisator 14 vorgesehen, welcher ebenfalls gemäß dem Stand der Technik ausgebildet ist, so dass auf eine detaillierte Beschreibung an dieser Stel-

le verzichtet werden kann. Radial außerhalb des Flammenstabilisators 14 ist ebenfalls zumindest ein Drallelement 15 angeordnet. Radial außerhalb des Drallelements 15 und konzentrisch zur Brennermittellachse 1 weist der erfindungsgemäße Magervormischbrenner einen ringförmigen Zentralkörper 2 auf, in welchem eine Versorgungsleitung 3 für Brennstoff ausgebildet ist. Die Versorgungsleitung 3 mündet in einen Ringkanal 4, durch den Brennstoff durch zumindest eine Brennstoffaustrittsöffnung 6 austreten kann (siehe auch Fig. 3).

[0017] Der ringförmige Zentralkörper 2 bildet einen Filmleger 5, der konisch ausgebildet ist und sich radial in Strömungsrichtung nach außen erweitert. Radial nach innen weisend ist an dem Filmleger 5 eine Filmlegerfläche ausgebildet, welche in Axialrichtung an einer Zerstäuberlippe 16 endet.

[0018] Radial außerhalb des Filmlegers 5 bzw. des ringförmigen Zentralkörpers 2 ist zumindest ein Drallelement 17 angeordnet, welches radial außerhalb von einem Außenring 18 begrenzt wird.

[0019] Erfindungsgemäß ist angrenzend an die Brennstoffaustrittsöffnung 6 an dem Filmleger 5 ein Vorsprungsbereich 7 ausgebildet (siehe Fig. 2 und 3). Dieser Vorsprungsbereich 7 bildet somit eine an seinem Anströmbereich, benachbart zu der Brennstoffaustrittsöffnung 6, abgerundete Stufe, durch welche eine Beschleunigung der Strömung erfolgt, so wie dies durch die Strömungspfeile in Fig. 2 dargestellt ist. Der Vorsprungsbereich 7 bildet somit einen Teil einer Brennstoffaustrittsseite 8 des Filmlegers 5. Der Vorsprungsbereich 7 ist ebenfalls konisch ausgebildet, so wie sich dies insbesondere aus den Fig. 2 und 3 ergibt. Die Konizität ist mit dem gleichen Konuswinkel ausgebildet, wie die Konizität der Brennstoffaustrittsseite 8 des Filmlegers 5. Es bildet sich somit ein Versatz 19, der zu einem verringerten Durchmesser führt.

[0020] Wie die Fig. 3 zeigt, ist der Anströmbereich 20 der durch den Vorsprungsbereich 7 gebildeten Kante oder Stufe abgerundet, so dass sich eine optimierte Strömung ergibt.

[0021] Die Fig. 3 zeigt weiterhin einen Konuswinkel 21 des Vorsprungsbereichs 7, der gleich ist zu dem Konuswinkel stromauf der Brennstoffaustrittsöffnungen.

[0022] Die Fig. 5 zeigt ein abgewandeltes Ausführungsbeispiel, bei welchem stromab der Brennstoffaustrittsöffnungen eine zusätzliche Nut 10 oder Rille ausgebildet ist, welche in einer senkrecht zur Brennermittellachse 1 angeordneten Ebene angeordnet ist und zu einer weiteren Kraftstofffilm Stabilisierung führt.

[0023] Die Fig. 6 zeigt ein vergrößertes Detail der Darstellung der Fig. 5. Dabei zeigt das Bezugszeichen 22 die Nuttiefe, senkrecht zur Oberfläche gemessen. Das Bezugszeichen 23 bezeichnet den Flankenwinkel der Nut 10.

[0024] Die Fig. 4 zeigt in der rechten Seite eine erfindungsgemäß ausgebildete Oberfläche 9 des Filmlegers 5, während in der linken Bildhälfte der Fig. 4 eine glatte, dem Stand der Technik entsprechende Oberfläche dar-

gestellt ist.

[0025] Die Fig. 5 zeigt, dass durch eine Aufrauung der Oberfläche 9 ein optimierter Kontaktwinkel 24 erreicht werden kann, welcher zu einer besseren Benetzung der Oberfläche des Filmlegers 5 mit Brennstoff führt. Dies ist eine Maßnahme, welche die Wirkung des Vorsprungsbereichs 7 erheblich steigert, da der aus der Brenneraustrittsöffnung austretende und über die abgerundete Kante des Anströmbereichs 20 des Vorsprungsbereichs 7 geführte Brennstoff in einer gleichmäßigeren, dünnen Schicht entlang der Oberfläche 9 des Filmlegers 5 geführt werden kann ohne dass es zu Gerinnströmungen kommt.

Bezugszeichenliste

[0026]

- | | |
|----|----------------------------|
| 1 | Brennermittelachse |
| 2 | ringförmiger Zentralkörper |
| 3 | Versorgungsleitung |
| 4 | Ringkanal |
| 5 | Filmleger |
| 6 | Brennstoffaustrittsöffnung |
| 7 | Vorsprungsbereich |
| 8 | Brennstoffaustrittsseite |
| 9 | Oberfläche |
| 10 | Nut/Rille |
| 11 | Stützbrenner |
| 12 | Brennstoffleitung |
| 13 | Drallelement |
| 14 | Flammenstabilisator |
| 15 | Drallelement |
| 16 | Zerstäuberlippe |
| 17 | Drallelement |
| 18 | Außenring |
| 19 | Versatz |
| 20 | Anströmbereich |

- | | |
|----|---------------|
| 21 | Konuswinkel |
| 22 | Nuttiefe |
| 23 | Nutwinkel |
| 24 | Kontaktwinkel |

10 Patentansprüche

- | | |
|----|---|
| 15 | 1. Magervormischbrenner eines Gasturbinentriebwerks, mit einem im Wesentlichen zu einer Brennermittelachse (1) konzentrischen ringförmigen Zentralkörper (2), welcher einen mit einer Versorgungsleitung (3) verbundenen Ringkanal (4) aufweist und mit einem an einer Brennaustrittsseite sich konisch erweiternden Filmleger (5), in dessen radial nach innen weisenden Bereich zumindest eine mit dem Ringkanal verbundene Brennstoffaustrittsöffnung (6) mündet, dadurch gekennzeichnet, dass der Filmleger (5) angrenzend stromab an die Brennstoffaustrittsöffnungen (6) mit dem der Brennstoffaustrittsseite (8) zugewandten Bereich mit einem stufenartigen, ringförmigen, radial zur Brennermittelachse weisenden Vorsprungsbereich (7) versehen ist. |
| 20 | 2. Magervormischbrenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Vorsprungsbereich (7) konisch ausgebildet ist. |
| 25 | 3. Magervormischbrenner nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Vorsprungsbereich (7) mit einem gleichen Konuswinkel (21) wie der konische Bereich des Filmlegers (5) ausgebildet ist. |
| 30 | 4. Magervormischbrenner nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein Anströmbereich (20) des stufenartigen Vorsprungsbereichs (7) abgerundet ausgebildet ist. |
| 35 | 5. Magervormischbrenner nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest die stromab der Brenneraustrittsöffnung (6) angeordnete Oberfläche (9) des Filmlegers (5) mit einer aufgerauten Oberfläche versehen ist. |
| 40 | 6. Magervormischbrenner nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest an der stromab der Brenneraustrittsöffnung (6) angeordneten Oberfläche (9) des Filmlegers (5) Nuten und/oder Rillen (10) und/oder sandgestrahlte Bereiche und/oder Ausnehmungen ausgebildet sind. |
| 45 | 7. Magervormischbrenner nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Nuten und/oder Rillen (10) in Ebenen senkrecht zur Brennermittelachse (1) |
| 50 | |
| 55 | |

angeordnet sind.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

5

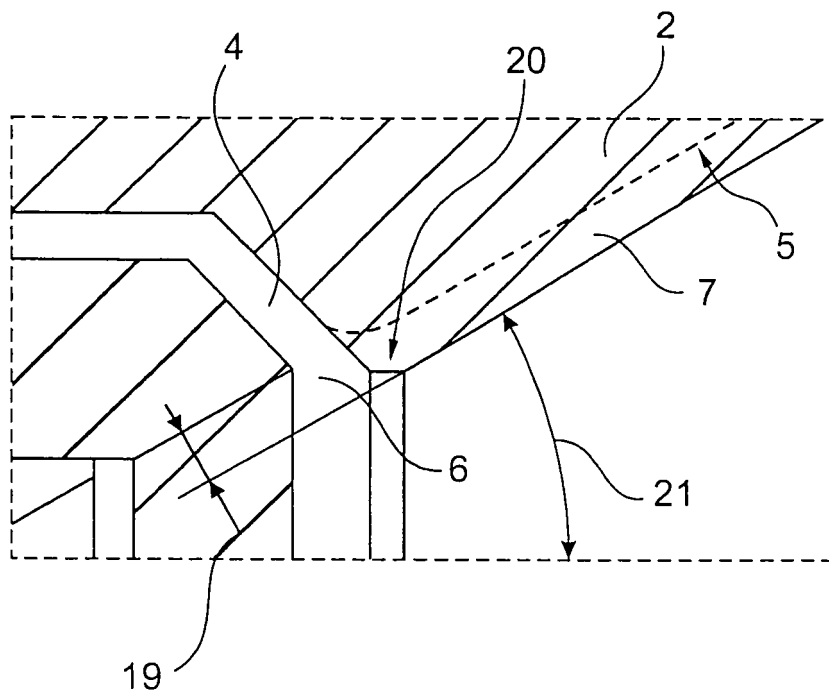


Fig. 3

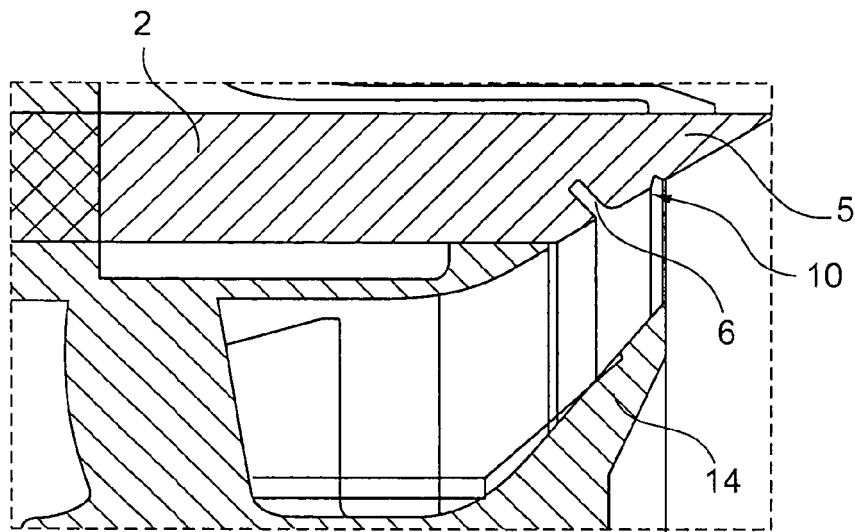
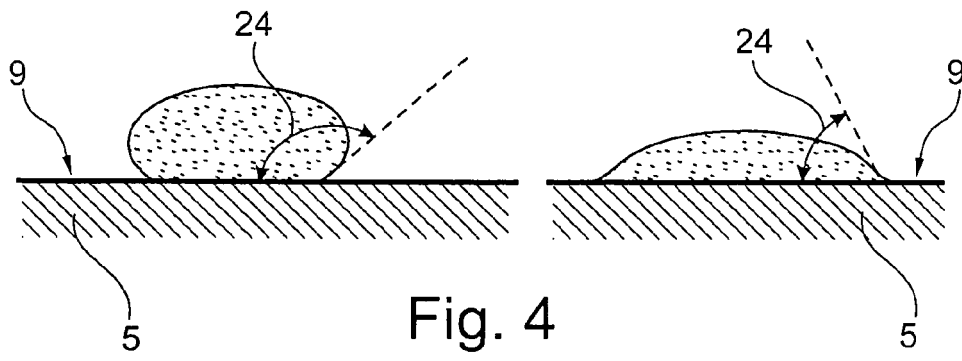


Fig. 5

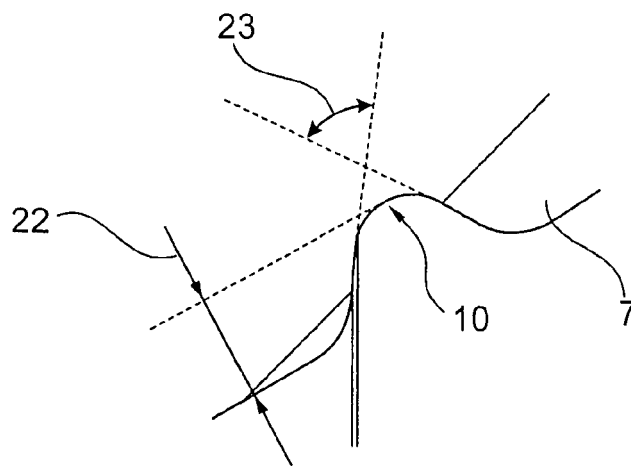


Fig. 6

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

- US 6560964 B2 [0004]
- EP 1801504 A [0005]