

(19)



(11)

EP 1 983 265 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
22.10.2008 Patentblatt 2008/43

(51) Int Cl.:
F23R 3/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08007322.4**

(22) Anmeldetag: **14.04.2008**

(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 MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA MK RS

(72) Erfinder: **Gerendás, Miklós, Dr.-Ing.**
15838 Am Mellensee (DE)

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

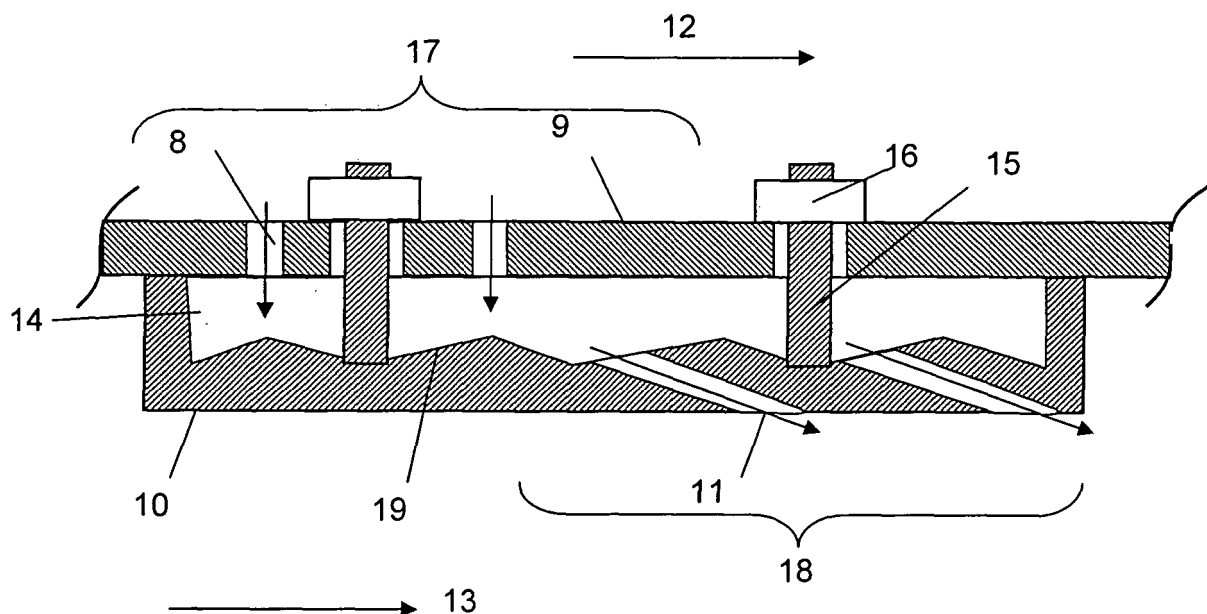
(30) Priorität: **17.04.2007 DE 102007018061**

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

(54) Gasturbinenbrennkammerwand

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine Gasturbinenbrennkammerwand für eine Gasturbine mit einer Brennkammerwand 9, an deren Innenseite mehrere Schindeln 10 angeordnet sind, wobei die Schindeln 10 zur Brennkammerwand 9 einen Zwischenraum 14 bilden, in welchen Kühlluft durch in der Brennkammerwand 9 ausgebildete Prallkühlöcher 8 eingeleitet wird und aus

welchem die Kühlluft durch in der Schindel 10 ausgebildete Effusionskühlungslöcher 11, 23 in die Brennkammer ausströmt, dadurch gekennzeichnet, dass die Schindel 10 an ihrer der Brennkammerwand 9 zugewandten Seite mit einer Oberflächenstruktur 19, 22 versehen ist und der Bereich der Prallkühlöcher 8 nicht deckungsgleich mit dem Bereich der Effusionslöcher 11 ist.

**Fig. 3**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Gasturbinenbrennkammerwand gemäß den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

[0002] Die GB 9 106 085 A und die WO 92/16798 A beschreiben den Aufbau einer Gasturbinenbrennkammer durch mit Stehbolzen befestigten, metallischen Schindeln, welche durch die Kombination von Prall- und Effusionskühlung zu einer recht effektiven Kühlwirkung führt und somit die Reduktion des Kühlluftverbrauchs erlaubt. Allerdings wird der Druckverlust, welcher über die Wand hinweg existiert, auf zwei Drosselstellen verteilt, den Schindelträger und die Schindel selbst. Zur Vermeidung von Randleckagen wird meist der größere Anteil des Druckverlustes über den Schindelträger erzeugt, so dass die Kühlluft weniger Veranlassung hat, an der Effusionsschindel vorbeizufließen.

[0003] Die GB 2 087 065 A beschreibt eine Prallkühlkonfiguration mit einer bestifteten bzw. berippten Schindel, wobei jeder einzelne Prallkühlstrahl von einem stromauf liegenden Stift bzw. einer Rippe auf der Schindel vor der Querströmung geschützt wird. Desweiteren erhöhen die Stifte bzw. Rippen die zur Wärmeübertragung zur Verfügung stehende Fläche.

[0004] Die GB 2 360 086 A beschreibt eine Prallkühlkonfiguration mit hexagonalen Rippen und zum Teil zusätzlichen zentral innerhalb der hexagonalen Rippen angelegten Prismen zur Erhöhung des Wärmeübergangs.

[0005] Die GB 9 106 085 A nutzt nur eine ebene Fläche als Ziel der Prallkühlung. Eine Anbringung von Rippen würde außer der einfachen Erhöhung der Fläche wenig bringen, da die Rippen, wie sie z.B. in der GB 2 360 086 A gezeigt sind, eine Überströmung benötigen, um wirksam zu werden. Durch die Deckungsgleichheit von Prallkühlluftzuführung und Abführung der Luft durch die Effusionsbohrungen ergibt sich allerdings keine nennenswerte Geschwindigkeit bei der Überströmung der Rippen. Zum Teil wird die Druckdifferenz über die Schindel durch den Brennerdrall so vermindert, dass keine effektive Durchströmung der Effusionslöcher mehr stattfindet oder sogar Heißgaseinbruch in die Prallkühlkammer der Schindel droht.

[0006] Die Filmkühlung ist die effektivste Möglichkeit, die Wandtemperatur zu senken, da das Bauteil durch den isolierenden Kühlfilm vor der Übertragung von Wärme aus dem Heißgas geschützt wird, statt bereits eingekoppelte Wärme durch andere Methoden im Nachhinein wieder zu entfernen. Die GB 2 087 065 A und die GB 2 360 086 A enthalten keine technische Lehre zur Erneuerung des Kühlfilms auf der Heißgasseite innerhalb der Erstreckung der Schindel. Die Schindel muss jeweils in Strömungsrichtung so kurz ausgeführt werden, dass der von der stromauf liegenden Schindel erzeugte Kühlfilm über die gesamte Länge der Schindel trägt. Dies erzwingt eine Vielzahl von Schindeln entlang der Brennkammerwand und erlaubt nicht, diese Strecke mit einer einzigen Schindel abzudecken.

[0007] Bei der GB 2 087 065 A strömt die Luft als geschichtete Strömung entlang eines durchgehenden geraden Kanals, was die Grenzschicht schnell wachsen lässt und somit den Wärmeübergang trotz des Aufwandes schnell vermindert.

[0008] Eine technische Lehre zur Abführung der verbrauchten Luft wird in der GB 2 360 086 A nicht gegeben. Somit ist auch diese Anordnung nur für kleine Schindeln geeignet. Bei größeren Schindeln würde die Querströmung zu stark und die Wirkung der Prallkühlung würde durch die Ablenkung des Prallkühlstrahls vermindert.

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Gasturbinenbrennkammerwand der eingangs genannten Art zu schaffen, welche bei einfachem Aufbau und einfacher, kostengünstiger Herstellbarkeit die eine hohe Kühleffizienz und eine gute Dämpfung aufweist.

[0010] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die Merkmalskombination des Anspruchs 1 gelöst, die Unteransprüche zeigen weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

[0011] Erfindungsgemäß werden prall-effusionsgekühlte Schindeln mit einer Oberflächenstruktur, z.B. durch hexagonale Rippen oder andere mehreckige Formen, ausgestattet, wobei die verbrauchte Luft durch Effusionsbohrungen aus dem Prallkühlspalt so abgeführt wird, dass die Erstreckung von Prallkühlhöchern zur Luftzufuhr, und das Effusionslochfeld zur Luftabfuhr nicht deckungsgleich sind. Der Bereich, der mit einer Oberflächenstruktur ausgestattet ist, kann die gesamte Schindel abdecken, oder nur einen optimierten Bereich, in welchem eine nennenswerte Überströmung der Oberflächenstruktur stattfindet und somit den merklichen Wärmeübergang erhöht. Die Verschiebung kann in Umfangsrichtung oder in axialer Richtung oder einer beliebigen Kombination dieser vorgesehen werden.

[0012] Die hexagonalen Rippen können mit einem Prisma gefüllt sein, so dass die Spitze des Prismas auf dem Niveau der Rippen oder darüber bzw. darunter liegt. Die Oberflächenstruktur kann aus drei-, vier- oder anderen mehreckigen Zellen gebildet werden. Die Oberflächenstruktur kann auch aus kreis- bzw. tropfenförmige Vertiefungen bestehen, wobei auch hier eine Verschiebung zwischen Pralllochfeld, Oberflächenstrukturbereich und Effusionslochfeld in Axial- oder/und Umfangsrichtung entscheidend ist. Sofern Prallkühlbohrungen im Bereich der Oberflächenstruktur vorhanden sind, so treffen die Prallkühlstrahlen im Wesentlichen in der Mitte der mehreckigen Zelle bzw. am tiefsten Punkt der kreis- oder tropfenförmigen Vertiefung auf die Schindel.

[0013] Auf der heißgaszugewandten Seite kann die Schindel eine Wärmedämmschicht aus keramischem Material erhalten.

[0014] Die Prallkühlhöcher können in Axial- und/oder Umfangsrichtung im Durchmesser variieren, ebenso wie die Effusionslöcher und die Dimensionen der Oberflächenstruktur.

[0015] Die Prallkühlhöcher sind im Wesentlichen senkrecht zur Prallkühlfläche ausgerichtet, die Effusionslö-

cher hingegen in einem flachen Winkel zur heißgasseitigen Oberfläche im Bereich von 10-45 Grad, vorteilhafterweise im Bereich von 15-30 Grad. Die Effusionslöcher können rein axial ausgerichtet sein, oder einen Umfangswinkel bilden. Das Effusionslochmuster kann sich an der Oberflächenstruktur orientieren.

[0016] Erfindungsgemäß entsteht eine definierte Überströmung der Rippen bzw. Vertiefungen zur Maximierung der Rippenwirkung bei gleichzeitiger Minimierung der Beeinträchtigung der Prallkühlung durch die Querströmung. Durch eine stromab Verschiebung der Durchtritte der Effusionslöcher auf der Heißgasseite wird ein druckgradientbedingter Heißgaseinbruch in der unmittelbaren Nähe zum Brenner sicher verhindert. Durch die optimierte Überströmung der Rippen/Vertiefungen und eventuell Prismen wird genügend Kühlwirkung in diesem Bereich erzeugt.

[0017] Durch die Verhinderung des Heißgaseinbruchs und die gute Kühlwirkung der Schindel mit verbesserter Prallkühlung wird die Schindeltemperatur gesenkt und somit die Lebensdauer des Bauteils verlängert.

[0018] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit der Zeichnung beschrieben. Dabei zeigt:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Gasturbine mit einer Gasturbinenbrennkammer,
- Fig. 2 eine Axialschnitt-Teilansicht einer Ausgestaltungsform nach dem Stand der Technik,
- Fig. 3 eine Schnittansicht, analog Fig. 3, eines Ausführungsbeispiels der Erfindung,
- Fig. 4 eine schematische Draufsicht der Anordnung einer erfindungsgemäßen Ausgestaltung,
- Fig. 5 eine Ansicht, analog Fig. 4, eines weiteren Ausführungsbeispiels der Erfindung,
- Fig. 6 eine vereinfachte Schnittansicht einer Ausgestaltungsform der Oberflächenstruktur, und
- Fig. 7 eine vereinfachte Draufsicht auf ein weiteres Ausführungsbeispiel der Oberflächenstruktur, analog Fig. 6.

[0019] Bei den Ausführungsbeispielen werden gleiche Teile mit gleichen Bezugsziffern bezeichnet.

[0020] Die Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung einen Querschnitt einer Gasturbinenbrennkammer gemäß dem Stand der Technik. Dabei sind schematisch Kompressorauflassungsschaufeln 1 sowie ein Brennkammeraußengehäuse 2 und ein Brennkammerinnengehäuse 3 dargestellt. Das Bezugszeichen 4 bezeichnet einen Brenner mit Arm und Kopf, das Bezugszeichen 5 bezeichnet einen Brennkammerkopf, an welchem sich eine mehrschichtige Brennkammerwand 6 anschließt, aus

welcher die Strömung zu Turbineneinlassschaufeln 7 geleitet wird.

[0021] Die Fig. 2 zeigt eine Ausgestaltungsform gemäß dem Stand der Technik, so wie dies beispielsweise aus der WO 92/16798 A vorbekannt ist. Dabei ist eine Brennkammerwand 9 (Schindelträger) dargestellt, in welcher mehrere Zuströmbohrungen 8 (Prallkühlhöcher) ausgebildet sind, durch welche Kühlluft aus der Kompressoraustrittsluft 12 in einen Zwischenraum 14 zwischen einer Schindel 10 und der Brennkammerwand 9 eingeleitet wird. Die Schindel 10 ist mittels Stehbolzen 15 und Befestigungsmuttern 16 gesichert. Weiterhin umfasst die Schindel mehrere Effusionskühlungslöcher 11.

[0022] Die Fig. 3 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Brennkammerwand. Diese umfasst an der radial nach außen gerichteten, der Brennkammerwand 9 zugewandten Seite der Schindel 10 eine Oberflächenstruktur 19, welche somit auf der Prallfläche der Schindel 10 vorgesehen ist. Die Fig. 3 zeigt mit dem Bezugszeichen 17 einen Bereich der Prallkühlhöcher 8, während das Bezugszeichen 18 einen Bereich der Effusionskühlungslöcher 11 darstellt. Es ergibt sich aus der Darstellung der Fig. 3, dass die Bereiche 17 und 18 in Axialrichtung (bezogen auf die Strömungsrichtung der Kompressoraustrittsluft 12 und der Flamme bzw. dem Rauchgas 13) versetzt sind.

[0023] Die Fig. 4 zeigt in schematischer Draufsicht die Versetzung des Bereichs 17 der Prallkühlhöcher 8 und des Bereichs 18 der Effusionskühlungslöcher 11 bzw. 23. Dabei ist ersichtlich, dass zwischen den Bereichen 17 und 18 mit einer teilweisen Überlappung der Bereich der Oberflächenstruktur 20 angeordnet ist, wobei die Einzellelemente der Oberflächenstruktur schematisch mit dem Bezugszeichen 22 angedeutet sind.

[0024] Die Fig. 5 zeigt eine weitere Modifikation in analoger Ansicht zu Fig. 4 mit nur teilweise überlappenden Bereichen (Bereich 17 für die Prallkühlhöcher 8, Bereich 18 für die Effusionskühlungslöcher 11 und Bereich 20 für die Oberflächenstruktur 22). Mit dem Bezugszeichen 21 ist in schematischer Weise die Projektion eines Prallkühllochs 8 in der Brennkammerwand 9 (Schindelträger) auf die Schindel 10 dargestellt.

[0025] Die Fig. 6 zeigt in schematischer Seitenansicht (Querschnitt) unterschiedliche Ausgestaltungsformen der Oberflächenstruktur 19, 22. Dabei ist beispielsweise eine Rippe 24 mit einem rechteckigen Querschnitt sowie eine Rippe 25 mit einem trapezförmigen Querschnitt vorgesehen. Weiterhin kann die Oberflächenstruktur 19 kreisförmige Vertiefungen 26 sowie tropfenförmige Vertiefungen 27 umfassen (siehe auch Fig. 7). Mit dem Bezugszeichen 30 ist schematisch eine prismatische Erhöhung (Prisma) dargestellt. Das Prisma kann niedriger als die Rippen 24, 25, höher als die Rippen 24, 25 oder gleich hoch wie die Rippen 24, 25 ausgebildet sein.

[0026] Die Fig. 7 zeigt eine schematische Draufsicht, analog Fig. 6, einer weiteren Ausgestaltungsvariante, aus welcher sich viereckige Zellen 28 und sechseckige Zellen 29 ergeben, die ebenfalls mit einem Prisma 30

versehen sein können.

Bezugszeichenliste

[0027]

1	Kompressorauslassschaufeln.	5
2	Brennkammeraußengehäuse	
3	Brennkammerinnengehäuse	
4	Brenner mit Arm und Kopf	10
5	Brennkammerkopf	
6	Mehrschichtige Brennkammerwand	
7	Turbineneinlassschaufeln	
8	Zuströmbohrung/Prallkühlloch	
9	Brennkammerwand/Schindelträger	15
10	Schindel	
11	Effusionskühlungslöcher	
12	Kompressoraustrittsluft	
13	Flamme und Rauchgas	
14	Zwischenraum zwischen Schindel 10 und Brennkammerwand 9	20
15	Stehbolzen	
16	Befestigungsmutter	
17	Bereich der Prallkühlöcher 8	
18	Bereich der Effusionskühlungslöcher 11	25
19	Oberflächenstruktur auf Prallfläche der Schindel 10	
20	Bereich der Oberflächenstruktur 19	
21	Projektion des Prallkühllochs im Schindelträger auf die Schindel	30
22	Einzelelement der Oberflächenstruktur (Rippe Fig. 4 oder Vertiefung Fig. 5)	
23	Effusionskühlungsloch	
24	Rippe mit rechteckigem Querschnitt	
25	Rippe mit trapezförmigem Querschnitt	35
26	Kreisförmige Vertiefung	
27	Tropfenförmige Vertiefung (Überströmung im Wesentlichen von links nach rechts)	
28	Viereckige Zellen	
29	Sechseckige Zellen	40
30	Prisma (niedriger, höher als Rippe oder gleich hoch)	

Patentansprüche

1. Gasturbinenbrennkammerwand für eine Gasturbine mit einer Brennkammerwand (9), an deren Innenseite mehrere Schindeln (10) angeordnet sind, wobei die Schindeln (10) zur Brennkammerwand (9) einen Zwischenraum (14) bilden, in welchen Kühlluft durch in der Brennkammerwand (9) ausgebildete Prallkühlöcher (8) eingeleitet wird und aus welchem die Kühlluft durch in der Schindel (10) ausgebildete Effusionskühlungslöcher (11, 23) in die Brennkammer ausströmt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schindel (10) an ihrer der Brennkammerwand (9) zugewandten Seite mit einer Oberflächenstruktur

(19, 22) versehen ist.

2. Gasturbinenbrennkammerwand nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein mit den Prallkühlöchern (8) versehener Bereich (17), ein mit der Oberflächenstruktur (19, 22) versehener Bereich (20) und ein mit den Effusionskühlungslöchern (11, 23) versehener Bereich (18) zueinander versetzt angeordnet sind.

3. Gasturbinenbrennkammerwand nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Versetzung in Umfangsrichtung ausgebildet ist.

4. Gasturbinenbrennkammerwand nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Versetzung in Axialrichtung ausgebildet ist.

5. Gasturbinenbrennkammerwand nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Versetzung in Umfangsrichtung und in Axialrichtung ausgebildet ist.

6. Gasturbinenbrennkammerwand nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberflächenstruktur (19, 22) mindestens eine Rippe (24, 25) umfasst.

6. Gasturbinenbrennkammerwand nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberflächenstruktur (19, 22) mindestens eine Rippe (24, 25) umfasst.

7. Gasturbinenbrennkammerwand nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberflächenstruktur (19, 22) mindestens eine Vertiefung (26, 27) umfasst.

8. Gasturbinenbrennkammerwand nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberflächenstruktur (19, 22) zumindest eine Zelle (28, 29) umfasst.

9. Gasturbinenbrennkammerwand nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberflächenstruktur (19, 22) mindestens eine prismatische Erhebung (30) umfasst.

10. Gasturbinenbrennkammerwand nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schindel (10) mit einer Wärmedämmschicht aus einem keramischen Material versehen ist.

11. Gasturbinenbrennkammerwand nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Prallkühlöcher (8) in axialer Richtung und/oder in Umfangsrichtung im Durchmesser variierend ausgebildet sind.

12. Gasturbinenbrennkammerwand nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Effusionskühlungslöcher (11, 23) in axialer Richtung und/oder in Umfangsrichtung im Durchmesser variierend ausgebildet sind. 5

13. Gasturbinenbrennkammerwand nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dimensionen der Oberflächenstruktur (19, 22) in axialer Richtung und/oder in Umfangsrichtung im Durchmesser variierend ausgebildet sind. 10

14. Gasturbinenbrennkammerwand nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Prallkühlöcher (8) im Wesentlichen senkrecht zur Brennkammerwand (9) ausgebildet sind. 15

15. Gasturbinenbrennkammerwand nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Effusionskühlungslöcher (11, 23) in einem flachen Winkel im Bereich von 10-45 Grad ausgebildet sind. 20

16. Gasturbinenbrennkammerwand nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Effusionskühlungslöcher (11, 23) in einem Winkel im Bereich von 15-30 Grad ausgebildet sind. 25

17. Gasturbinenbrennkammerwand nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Effusionskühlungslöcher (11, 23) hinsichtlich ihrer Mittelachse axial zur Brennkammer ausgerichtet sind. 30

18. Gasturbinenbrennkammerwand nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Effusionskühlungslöcher (11, 23) hinsichtlich ihrer Mittelachse in einem Winkel zur Axialachse der Brennkammer ausgebildet sind. 35

40

45

50

55

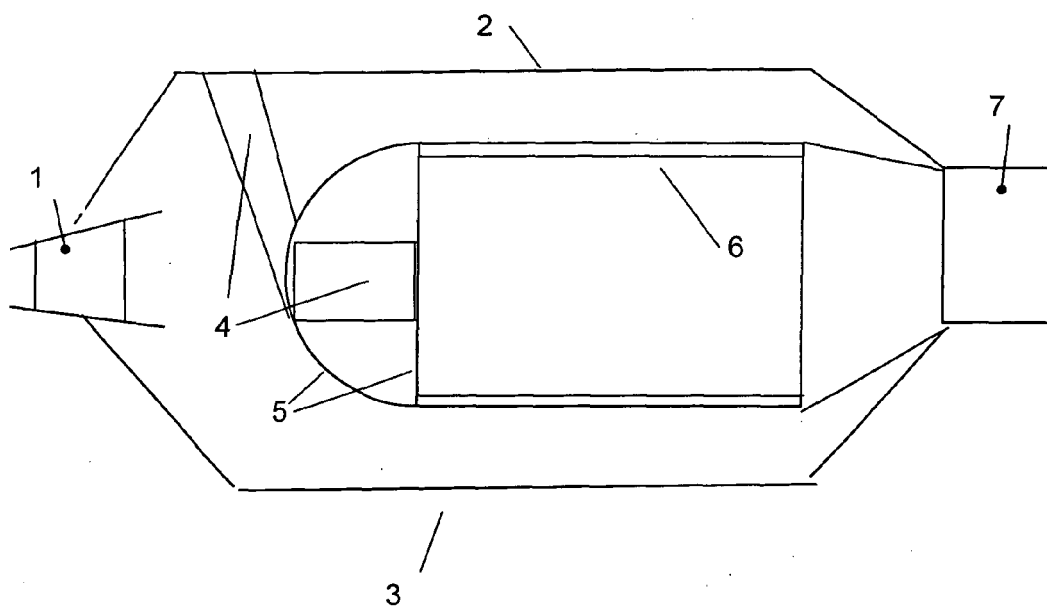
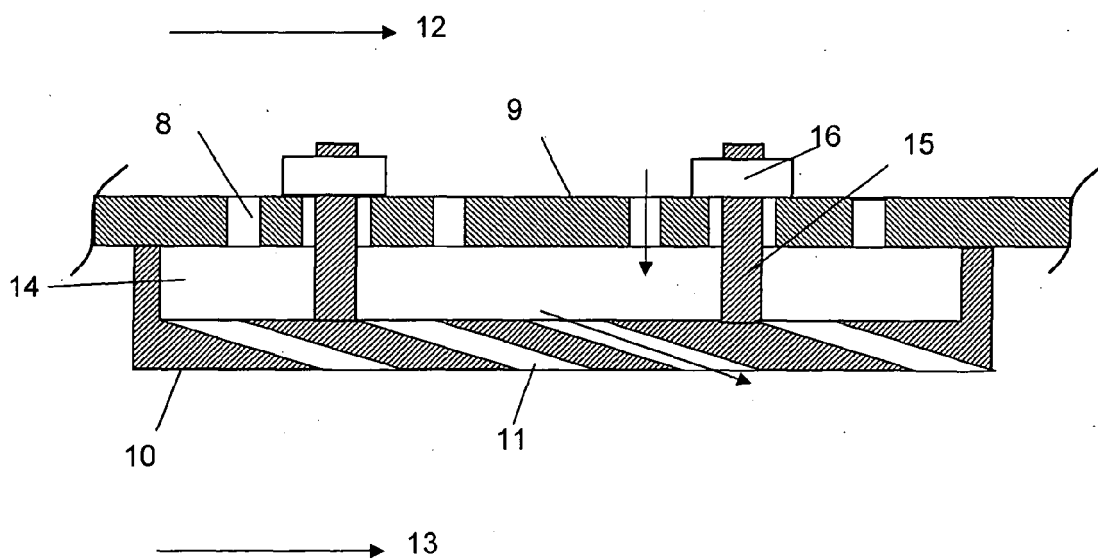


Fig. 1



Stand der Technik

Fig. 2

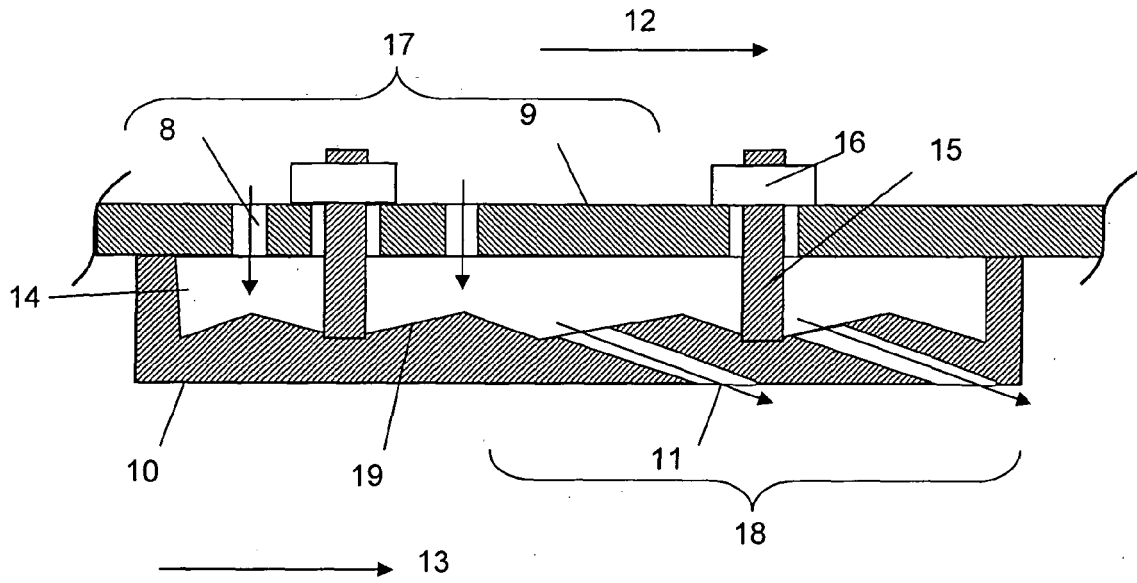


Fig. 3

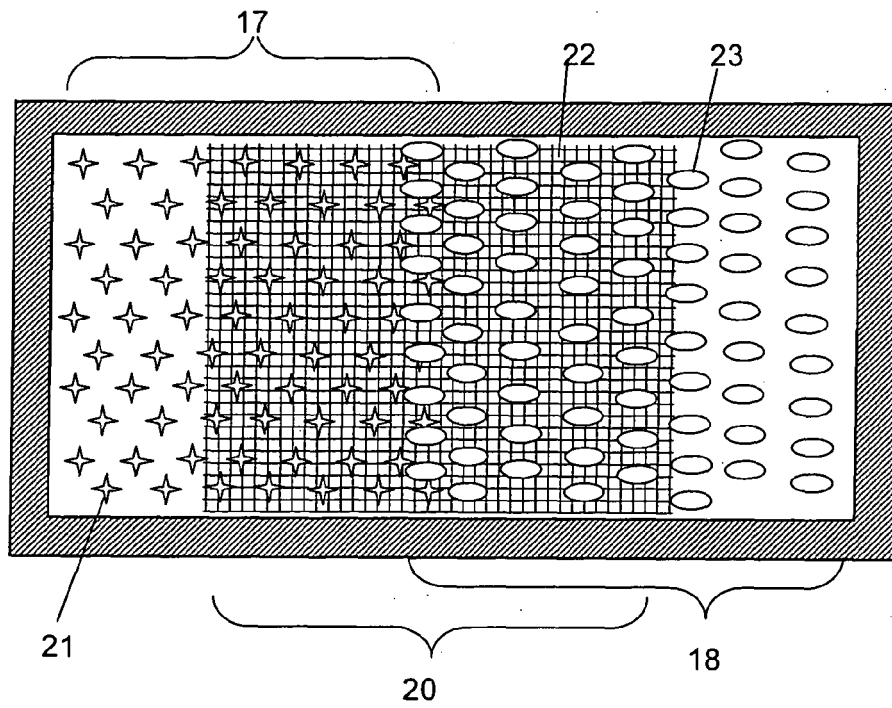


Fig. 4

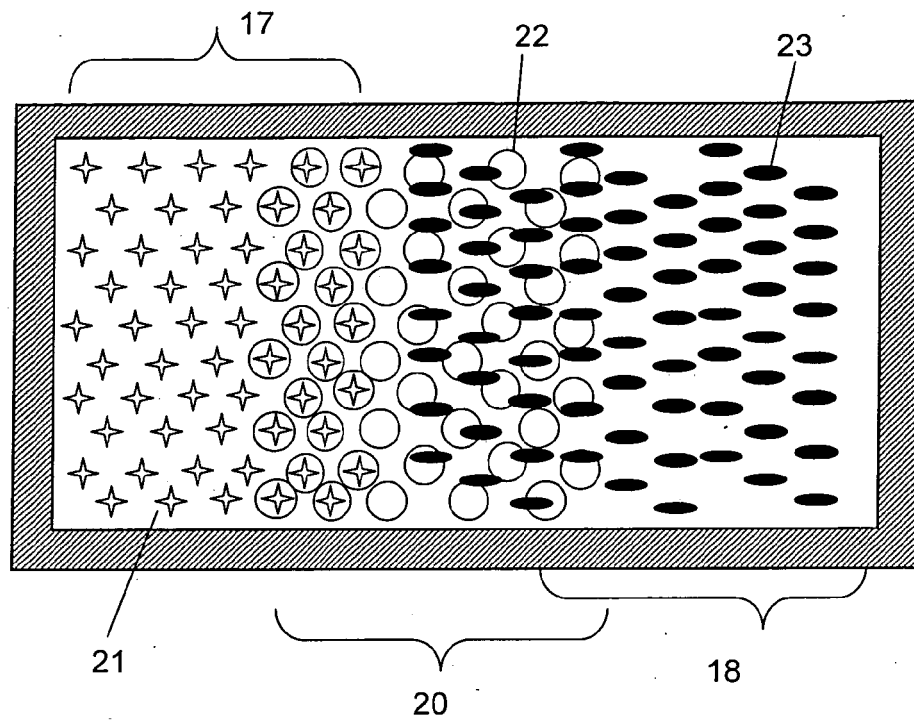


Fig. 5

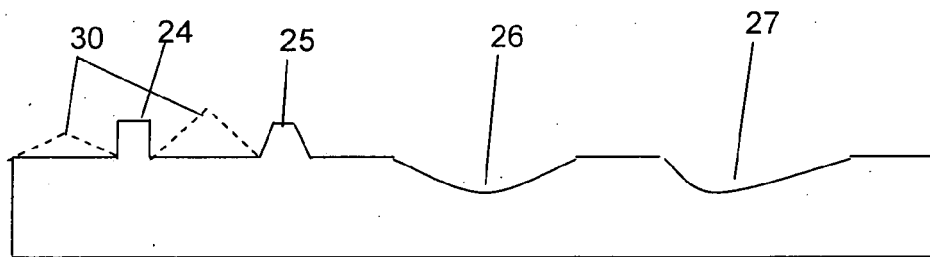


Fig. 6

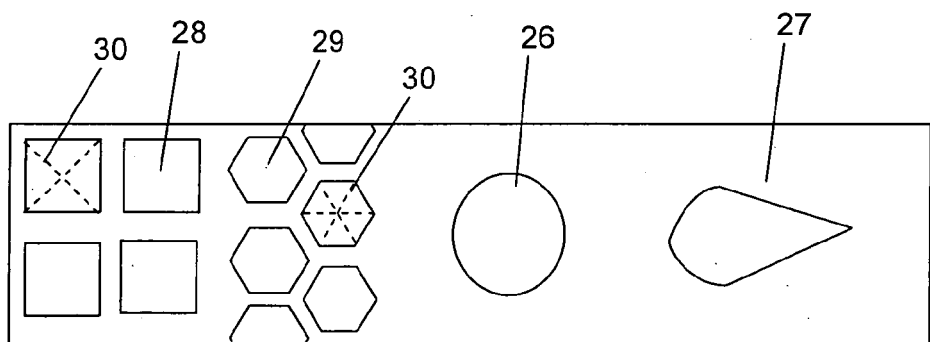


Fig. 7

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

- GB 9106085 A [0002] [0005]
- WO 9216798 A [0002] [0021]
- GB 2087065 A [0003] [0006] [0007]
- GB 2360086 A [0004] [0005] [0006] [0008]