

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 805 938 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:

21.10.1998 Patentblatt 1998/43

(51) Int Cl.⁶: **F23R 3/10**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP96/00300

(21) Anmeldenummer: **96902920.6**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

(22) Anmeldetag: **25.01.1996**

WO 96/23175 (01.08.1996 Gazette 1996/35)

(54) **HITZESCHILD FÜR EINE GASTURBINEN-BRENNKAMMER**

HEAT SHIELD FOR A GAS TURBINE COMBUSTION CHAMBER

BOUCLIER THERMIQUE POUR CHAMBRE DE COMBUSTION DE TURBINES A GAZ

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB SE

(72) Erfinder: **KWAN, William**
D-12307 Berlin (DE)

(30) Priorität: **26.01.1995 DE 19502328**

(74) Vertreter: **Bücken, Helmut et al**
Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft
Patentabteilung AJ-30
80788 München (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.11.1997 Patentblatt 1997/46

(73) Patentinhaber: **BMW ROLLS-ROYCE GmbH**
61402 Oberursel (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

FR-A- 2 312 654

GB-A- 1 572 336

US-A- 5 129 231

US-A- 5 307 637

US-A- 5 323 602

EP 0 805 938 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Hitzeschild für eine Brennkammer, insbesondere für eine Ring-Brennkammer einer Gasturbine, mit einer Durchtrittsöffnung für einen Brenner, über den Brennstoff sowie Verbrennungsluft unter Ausbildung eines Wirbels in die Brennkammer gelangt, sowie mit einer Vielzahl von Effusionslöchern, deren Mittelachsen zur Hitzeschild-Oberfläche geneigt sind und über die Kühlluft von der Rückseite her durchtreten kann, um einen Kühlluftfilm auf die heiße Oberfläche zu legen. Zum bekannten Stand der Technik wird auf die DE 28 51 666 C2 oder auf die US 5,129,231 verwiesen.

Das im Kopf einer Brennkammer vorgesehene Hitzeschild dient wie bekannt dazu, den domartig ausgebildeten Brennkammer-Kopfbereich bzw. die darin vorgesehene Frontplatte sowie den Brenner selbst vor der Einwirkung des in der Brennkammer befindlichen Heißgases sowie vor übermäßiger Hitzestrahlung zu schützen. Um diese Funktion wahrnehmen zu können, muß das Hitzeschild seinerseits gekühlt werden. Hierzu weisen die üblichen Hitzeschilder sog. Effusionslöcher auf, über die Kühlluft von der Rückseite her durchtreten kann, um einen Kühlluftfilm auf die heiße Oberfläche des Hitzeschildes zu legen.

Da es jedoch nicht immer möglich ist, sämtliche gefährdeten Zonen des Hitzeschildes nach dem bekannten Stand der Technik ausreichend zu kühlen, hat sich die Erfindung zur Aufgabe gestellt, Maßnahmen aufzuzeigen, mit Hilfe derer eine verbesserte Hitzeschildkühlung erzielt werden kann.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist vorgesehen, daß jedem Eckbereich des Hitzeschildes ein sich bis in diesen Eckbereich erstreckender Oberflächen-Sektor zugeordnet ist, wobei die Mittelachsen der Effusionslöcher in diesen Oberflächen-Sektoren zueinander parallel und im wesentlichen zum zugeordneten Eckbereich hin ausgerichtet sowie dem Brennstoff-Verbrennungsluft-Wirbel in diesem Sektor abschnittsweise annähernd gleichgerichtet sind, und daß die Oberflächen-Sektoren durch jeweils eine Übergangszone mit Effusionslöchern, deren Mittelachsen im wesentlichen zueinander parallel verlaufen, voneinander getrennt sind, wobei die Oberflächen-Sektoren zusammen mit den Übergangszonen die Gesamtoberfläche des Hitzeschildes bilden. Vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen sind Inhalt der Unteransprüche.

Näher erläutert wird die Erfindung anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels. Dabei zeigt Fig. 1 die Aufsicht auf die heiße Oberfläche eines erfindungsgemäßen Hitzeschildes, während anhand Fig. 2 in einer gleichartigen Darstellung die Ausrichtung der Effusionslöcher-Mittelachsen näher erläutert wird.

In den beiden Figuren dargestellt ist die Aufsicht auf die heiße Oberfläche 1a eines wie üblich im Kopf einer Gasturbinen-Ringbrennkammer angeordneten Hitzeschildes 1. Dieses Hitzeschild besitzt wie üblich eine

zentrale Durchtrittsöffnung 2 für einen Brenner, die von einem umlaufenden Kragen 3 begrenzt wird. Nicht dargestellt ist der Brenner 3, gezeigt ist jedoch der vom Brenner erzeugte Wirbel 4, unter dem Brennstoff sowie Verbrennungsluft vom Brenner in die Brennkammer eingeleitet wird.

Weiterhin weist das Hitzeschild 1 eine Vielzahl von Effusionslöchern 5 auf, über die Kühlluft von der kalten, hier nicht sichtbaren Rückseite des Hitzeschildes durch das Hitzeschild hindurch in die auf der Seite des Betrachters der Figuren 1, 2 liegende Gasturbinen-Brennkammer gelangen kann. Diese Effusionslöcher 5 sind schräg gebohrt, d. h. die Mittelachsen 6 der Effusionslöcher 5 stehen nicht senkrecht auf der Oberfläche 1a des Hitzeschildes 1, sondern sind gegenüber der Oberfläche 1a geneigt. Diese an sich bekannte Maßnahme bewirkt, daß sich zumindest ein Teil des über die Effusionslöcher 5 des Hitzeschild 1 durchdringenden Kühlluftstromes als Kühlluftfilm auf die heiße Oberfläche 1a des Hitzeschildes 1 legt, was eine intensive Kühlung zur Folge hat. Dabei sind die Mittelachsen 6 der einzelnen Effusionslöcher 5 verschiedenartig geneigt, wie aus den in den Fig. 1, 2 dargestellten senkrechten Projektionen der Mittelachsen 6 auf die Oberfläche 1a ersichtlich wird, was sich insbesondere jedoch auch aus der Ellipsenform der an sich kreisförmigen Effusionslöcher 5 ergibt. Die größere Hauptachse jeder Ellipse fällt dabei mit der Projektion der Mittelachse 6 zusammen. Wie ersichtlich sind in verschiedenen Bereichen der Oberfläche 1a die Ellipsen der Effusionslöcher unterschiedlich ausgerichtet.

Im einzelnen ist die Oberfläche 1a des Hitzeschildes 1 in vier Oberflächen-Sektoren 7 unterteilt, die jeweils einem Eckbereich 8 des Hitzeschildes 1 nächstliegend sind und in denen die Mittelachsen 6 der Effusionslöcher 5 im wesentlichen zum Eck bzw. Eckbereich 8 hin ausgerichtet sind. Der besseren Erläuterung wegen sind dabei die einzelnen Eckbereiche 8 sowie die jeweils zugeordneten Sektoren 7 mit gleichen in Klammern gesetzten Buchstaben A, B, C, D gekennzeichnet.

In jedem Sektor 7 sind somit die Effusionslöcher-Mittelachsen 6 im wesentlichen parallel zueinander ausgerichtet und zum jeweiligen Eckbereich 8 hin orientiert. Hierdurch werden die thermisch hochbelasteten und beim bekannten Stand der Technik - insbesondere bei der US 5,129,231 - nicht ausreichend gekühlten Eckbereiche äußerst wirkungsvoll gekühlt. Da sich in jedem Sektor 7 aufgrund der im wesentlichen parallelen Ausrichtung der Mittelachsen 6 aller Effusionslöcher 5 ein intensives sog. Strömungsmuster - dargestellt durch die Pfeile 9A, 9B, 9C, 9D - im Kühlluftfilm ausbildet, gelangt ein ausreichend intensiver Kühlluftstrom in die jeweiligen Eckbereiche 8 (A - D).

Um die Ausbildung der jeweiligen Strömungsmuster 9A, 9B, 9C, 9D nicht durch den vom Brenner in der Durchtrittsöffnung 2 hervorgerufenen Wirbel 4 zu behindern, ist weiterhin bezüglich der Ausbildung der Effusionslöcher 5 bzw. der Lage der Mittelachsen 6 darauf zu ach-

ten, daß die Mittelachsen 6 in jedem Sektor dem Brennstoff-Verbrennungsluft-Wirbel 4 in diesem jeweiligen Sektor 7 abschnittsweise annähernd gleichgerichtet sind. Insbesondere sind die Mittelachsen 6 in demjenigen Abschnitt eines Sektors 7 dem Wirbel in diesem Sektor 7 gleichgerichtet, in dem die Effusionslöcher-Mittelachsen 6 im wesentlichen tangential zur Brenner-Durchtrittsöffnung 2 ausgerichtet sind. Wie ersichtlich handelt es sich dabei um einen Sektoren-Randbereich 7', der dem zugeordneten Eckbereich 8 abgewandt ist.

Die vier Sektoren 7 bedecken jedoch nicht die gesamte Oberfläche 1a des Hitzeschildes 1. Vielmehr befindet sich jeweils zwischen zwei Sektoren 7 eine Übergangszone 10, in der ebenfalls Effusionslöcher 5 mit gegenüber der Oberfläche 1a geneigten sowie im wesentlichen parallel zueinander ausgerichteten Mittelachsen 6 vorgesehen sind. In jeder der Übergangszonen 10 bildet sich somit aufgrund der parallelen Ausrichtung der Effusionslöcher-Mittelachsen 6 wieder ein eigenes Strömungsmuster im Kühlluftfilm aus, das durch Pfeile 11 dargestellt ist. Wie ersichtlich werden durch diese Kühlluftfilm-Strömungsmuster 11 insbesondere die zwischen den Eckbereichen 8 des Hitzeschildes 1 liegenden, nicht näher bezeichneten Hitzeschild-Ränder intensivst gekühlt.

Die Ausrichtung der Strömungsmuster 11 bzw. der Effusionslöcher-Mittelachsen 6 in den Übergangszonen 10 geht insbesondere aus Fig. 2 hervor. Wie ersichtlich besitzt das Hitzeschild 1 vier Ecken bzw. Eckbereiche 8 (A - D). Folglich befinden sich auf der Oberfläche 1a auch vier Sektoren 7, wobei die Effusionslöcher-Mittelachsen 6 in den einander benachbarten Eckbereichen 8 zugeordneten Sektoren 7 miteinander einen rechten Winkel einschließen. Dargestellt ist dies in Fig. 2 durch die Strömungsmuster 9A bis 9D. So schließt das Strömungsmuster 9A mit dem Strömungsmuster 9B einen rechten Winkel α ein, in gleicher Weise findet sich ein rechter Winkel zwischen den Strömungsmustern 9B und 9C, sowie 9C und 9D sowie zwischen 9D und 9A. Auch die einzelnen Sektoren-Randbereiche 7' wiederholen sich - wie durch den Winkel γ dargestellt - in Schritten von 90° .

Was nun die Ausrichtung der Strömungsmuster 11 betrifft, so sind die Effusionslöcher-Mittelachsen 6 in den Übergangszonen 10 in Richtung der Winkelhalbierenden des von den Effusionslöcher-Mittelachsen 6 der beiden benachbarten Sektoren 7 gebildeten Winkels α ausgerichtet. Das Strömungsmuster 11 für die in Fig. 2 obenliegende Übergangszone 10 bildet somit die Winkelhalbierende des 90° -Winkels α zwischen den Strömungsmustern 9A und 9B. Analoges gilt selbstverständlich für die Strömungsmuster 11 in den weiteren Übergangszonen 10.

Ein Teil der Strömungsmuster 9A bis 9D dient wie ersichtlich ebenfalls zur Kühlung der zwischen den Hitzeschild-Eckbereichen 8 liegenden, nicht näher bezeichneten Hitzeschild-Randbereiche. Auch aus diesem Grunde ist es möglich, wie gezeigt in den Sektoren

7 eine größere Anzahl von Effusionslöchern 5 vorzusehen, als in den Übergangszonen 10. Dabei kann selbstverständlich die Zahl der jeweiligen Effusionslöcher 5 in den jeweiligen Sektoren 7 bzw. Übergangszonen 10 den jeweils vorliegenden geometrischen Verhältnissen entsprechend angepaßt werden. Stets läßt sich mit der gezeigten Ausbildung bzw. Anordnung der Effusionslöcher 5 eine optimale Kühlung durch einen Kühlluftfilm auf der Hitzeschild-Oberfläche 1a erzielen. Dabei wird die Ausbildung des Kühlluftfilmes nicht durch den Brenner-Wirbel 4 behindert, wenngleich sich - abweichend vom bekannten Stand der Technik nach der US 5,129-231 - kein Kühlluftfilm-Wirbel auf der Hitzeschild-Oberfläche 1a einstellt. Diese Tatsache wird besonders offensichtlich, wenn man die Strömungsverhältnisse in den Grenzbereichen zwischen den einzelnen Sektoren 7 sowie den benachbarten Übergangszonen 10 analysiert. Dort nämlich heben sich die einander entgegengerichteten Geschwindigkeitskomponenten auf, so daß sich letztlich eine im wesentlichen radial von der Durchtrittsöffnung 2 nach außen, d. h. zum Hitzeschild-Randbereich hin orientierte Kühlluftfilm-Strömung einstellt. Besonders vorteilhaft ist ein erfindungsgemäßes Hitzeschild auch insofern, als daß besonders nahe des umlaufenden Kragens 3 der Durchtrittsöffnung 2 die Effusionslöcher 5 einfach maschinell in das Hitzeschild 1 eingebracht werden können, da diese Effusionslöcher 5 in diesem Bereich im wesentlichen tangential zum Kragen 3 ausgerichtet sind. Dabei wird trotz dieser tangentialen Ausrichtung kein - im übrigen unerwünschter - Kühlluftfilm-Wirbel erzeugt, da sich gemäß den obigen Erläuterungen eine radial von der Durchtrittsöffnung 2 nach außen orientierte Kühlluftfilm-Strömung einstellt, hervorgerufen durch die im wesentlichen parallele Ausrichtung der Effusionslöcher-Mittelachsen 6 in den jeweiligen Sektoren 7 sowie den Übergangszonen 10.

Patentansprüche

1. Hitzeschild für eine Brennkammer, insbesondere für eine Ring-Brennkammer einer Gasturbine, mit einer Durchtrittsöffnung (2) für einen Brenner, über den Brennstoff sowie Verbrennungsluft unter Ausbildung eines Wirbels (4) in die Brennkammer gelangt, sowie mit einer Vielzahl von Effusionslöchern (5), deren Mittelachsen (6) zur Hitzeschild-Oberfläche (1a) geneigt sind und über die Kühlluft von der Rückseite her durchtreten kann, um einen Kühlluftfilm auf die heiße Oberfläche (1a) zu legen, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Eckbereich (8) des Hitzeschildes (1) ein sich bis in diesen Eckbereich (8) erstreckender Oberflächen-Sektor (7) zugeordnet ist, wobei die Mittelachsen (6) der Effusionslöcher (5) in diesen Oberflächen-Sektoren (7) zueinander parallel und im wesentlichen zum zugeordneten Eckbereich (8) hin ausgerichtet sowie dem Brennstoff-Verbrennungsluft-Wirbel (4) in die-

sem Sektor (7) abschnittsweise annähernd gleichgerichtet sind,
und daß die Oberflächen-Sektoren (7) durch jeweils eine Übergangszone (10) mit Effusionslöchern (5), deren Mittelachsen (6) im wesentlichen zueinander parallel verlaufen, voneinander getrennt sind, wobei die Oberflächen-Sektoren (7) zusammen mit den Übergangszonen (10) die Gesamtoberfläche des Hitzeschildes bilden.

2. Hitzeschild nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im dem Eckbereich (8) abgewandten Sektoren-Randbereich (7') die Effusionslöcher-Mittelachsen (6) im wesentlichen tangential zur Brenner-Durchtrittsöffnung (2) ausgerichtet sind.
3. Hitzeschild nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß in den Übergangszonen (10) die geneigten Mittelachsen (6) der Effusionslöcher (5) im wesentlichen in Richtung der Winkelhalbierenden des von den Effusionslöcher-Mittelachsen (6) der beiden benachbarten Sektoren (7) gebildeten Winkels (α) ausgerichtet sind.
4. Hitzeschild nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl der Effusionslöcher (5) in den Sektoren (7) größer ist als die Anzahl der Effusionslöcher (5) in den Übergangszonen (10).
5. Hitzeschild mit vier Ecken nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Effusionslöcher-Mittelachsen (6) von einander benachbarten Eckbereichen (8) zugeordneten Sektoren (7) miteinander einen rechten Winkel einschließen.

Claims

1. A heat shield for a combustion chamber, especially for an annular combustion chamber of a gas turbine, with a through opening (2) for a burner, via which fuel as well as combustion air reaches the combustion chamber, forming a swirl (4) in the combustion chamber, and with a multiplicity of effusion holes (5), whose central axes (6) are inclined to the surface of the heat shield (1a) and through which the cooling air from the rear side can penetrate, so as to lay a cooling air film onto the hot surface (1a), characterised in that each corner area (8) of the heat shield (1) is allocated a surface sector (7) extending into this corner area (8), whereby the central axes (6) of the effusion holes (5) in these surface sectors (7) are aligned parallel to each other and essentially towards the associated corner area (8)

as well as approximately in the same direction as the fuel-combustion air swirl (4) in each sector (7), and that the surface sectors (7) are separated in each case from each other by a transition zone (10) with effusion holes (5) whose central axes (6) run essentially parallel to each other, whereby the surface sectors (7) together with the transition zones (10) form the entire surface of the heat shield.

2. A heat shield according to Claim 1, characterised in that, in the border area (7') away from the corner area (8), the central axes (6) of the effusion holes are aligned essentially tangential to the burner through opening (2).
3. A heat shield according to Claim 1 or Claim 2, characterised in that in the transition zones (10) the inclined central axes (6) of the effusion holes (5) are aligned essentially in the direction of the angle bisecting the angle (α) formed by the central axes (6) of the effusion holes in the two adjacent sectors (7).
4. A heat shield according to one of the foregoing Claims, characterised in that the number of effusion holes (5) in the sectors (7) is larger than the number of effusion holes (8) in the transition zones (10).
5. A heat shield with four corners in accordance with one of the foregoing Claims, characterised in that the central axes (6) of the effusion holes (5) in the sectors (7) allocated to adjacent corner areas (8) include a right angle between each other.

Revendications

1. Bouclier thermique pour un moteur à combustion interne notamment une chambre de combustion annulaire d'une turbine à gaz comprenant :
 - un orifice de passage (2) pour un brûleur par lequel le carburant et l'air comburant arrivent dans la chambre de combustion en passant par un tourbillon (4), ainsi qu'un grand nombre d'orifices d'effusion 5 dont les axes (6) sont inclinés par rapport à la surface (1a) du bouclier thermique et peuvent appliquer par l'air de refroidissement, en arrivant du côté arrière, pour former un film d'air de refroidissement à la surface superficielle chaude (1a),
 caractérisé en ce qu'
 - à chaque zone de coin (8) du bouclier thermique (1) est associé un secteur de surface (7) s'étendant jusque dans cette zone de coin (8),

- les axes (6) des orifices d'effusion (5) de ces secteurs de surface (7) étant parallèles et alignés essentiellement vers la zone de coin (8), et ces axes sont alignés sensiblement, par segment sur le tourbillon d'air comburant/carburant (4) dans ce secteur (7), et 5
 - les secteurs de surface (7) sont essentiellement parallèles par une zone transitoire (10) avec des orifices d'effusion (5) pour les axes centraux (6), et de manière séparée, les secteurs de surface (7) avec les zones transitoires (10) forment l'ensemble de la surface du bouclier thermique. 10
2. Bouclier thermique selon la revendication 1, 15
caractérisé en ce que
dans la zone de bord (7') des secteurs opposés à la zone de coin (8), l'axe (6) des orifices d'effusion est aligné essentiellement dans la direction tangentielle par rapport à l'orifice de passage (2) du brûleur. 20
3. Bouclier thermique selon l'une des revendications 1 et 2, 25
caractérisé en ce que
dans les zones transitoires (10), les axes (6) inclinés des orifices d'effusion (5) sont alignés essentiellement en direction des bissectrices de l'angle (α) formé par l'axe (6) des orifices d'effusion des deux secteurs voisins (7). 30
4. Bouclier thermique selon l'une des revendications précédentes, 35
caractérisé en ce que
le nombre des orifices d'effusion (5) dans les secteurs (7) est supérieur au nombre des orifices d'effusion (5) dans les zones transitoires (10).
5. Bouclier thermique à quatre coins selon l'une quelconque des revendications précédentes, 40
caractérisé en ce que
les axes (6) des orifices d'effusion de zones de coins (8) adjacents associés aux secteurs (7) font entre eux un angle droit. 45

50

55

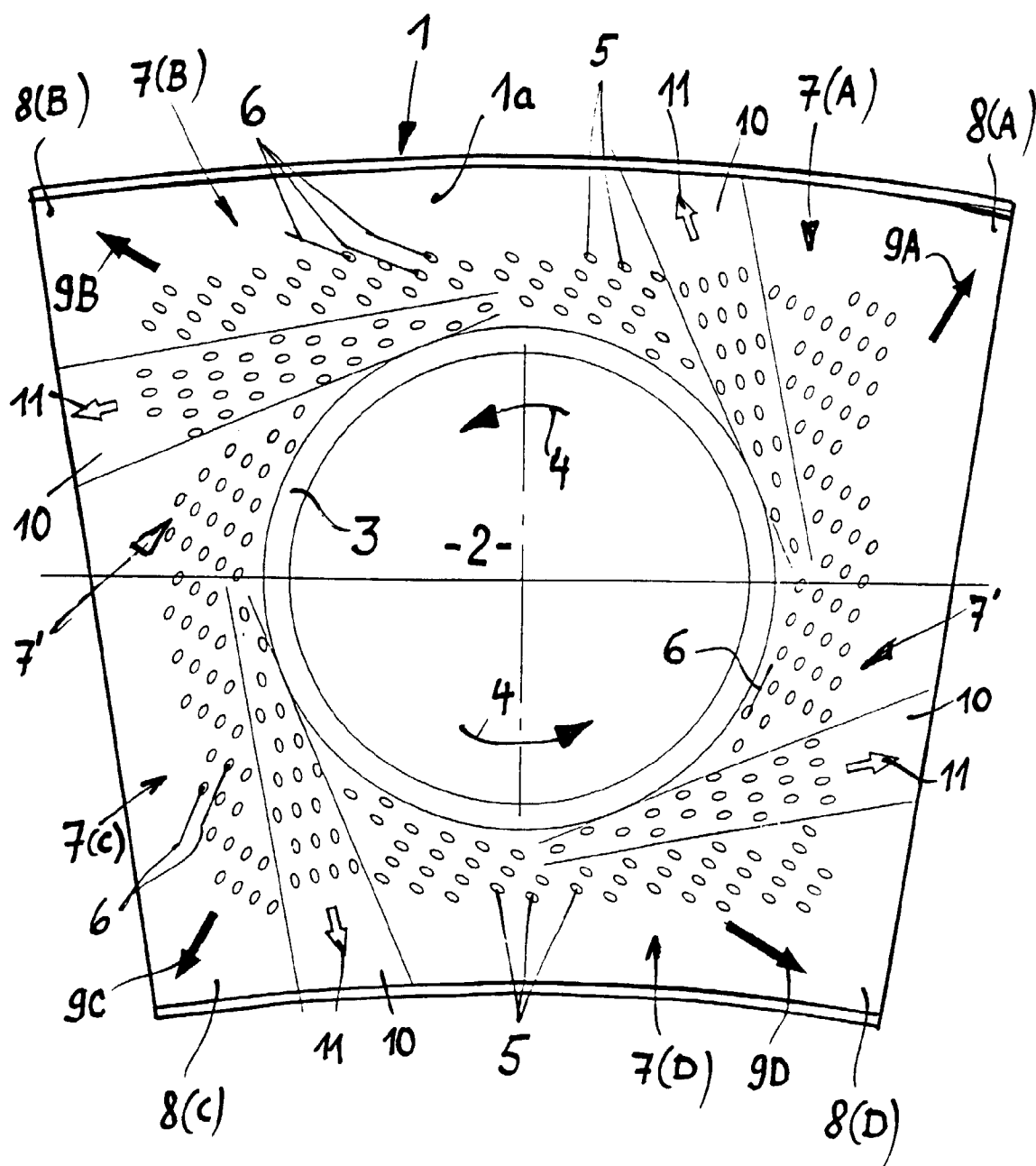


Fig. 1

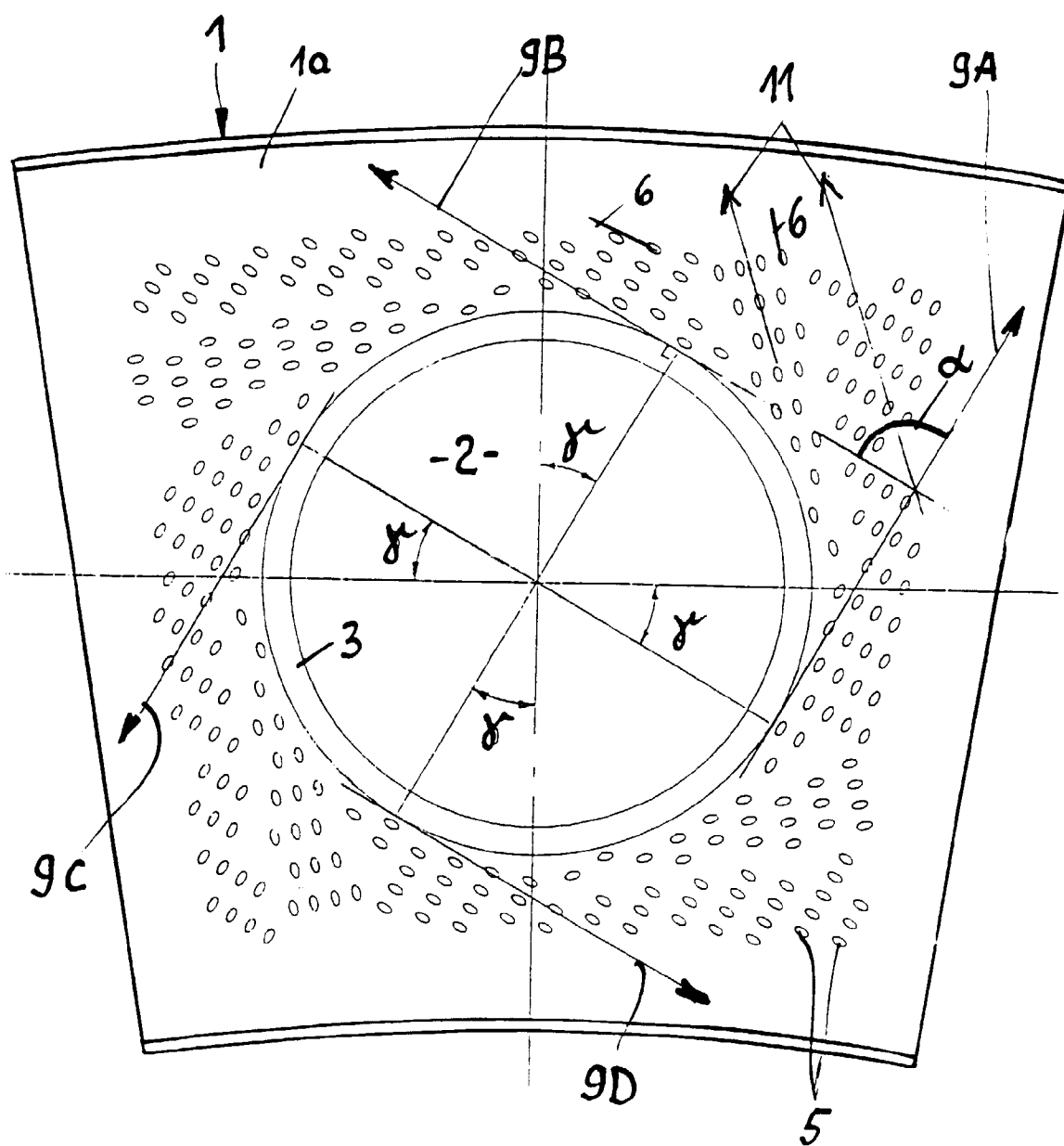


Fig. 2