(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 692 684 A1

(12) DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
17.01.1996 Bulletin 1996/03

(51) Int Cl.[6]: **F24H 3/06**

(21) Numéro de dépôt: **95401480.9**

(22) Date de dépôt: **22.06.1995**

(84) Etats contractants désignés:
BE DE ES GB IT NL SE

(30) Priorité: **12.07.1994 FR 9408618**

(71) Demandeur:
AEROSPATIALE Société Nationale Industrielle
F-75781 Paris Cédex 16 (FR)

(72) Inventeurs:
- **Chevalier, Alain**
  F-18000 Asnieres/Bourges (FR)
- **Bouchez, Marc**
  F-18230 Saint-Doulchard (FR)

(74) Mandataire: **Bonnetat, Christian**
F-75008 Paris (FR)

(54) Dispositif de génération d'un courant d'air chaud

(57) -La présente invention concerne un dispositif de génération d'un courant d'air chaud, comportant une source d'air engendrant un courant d'air à sa sortie (17), un système de chauffage (13) engendrant de l'énergie thermique et des éléments caloporteurs (27) susceptibles d'emmagasiner de l'énergie thermique engendrée par ledit système de chauffage (13) et de restituer cette énergie audit courant d'air.

- Selon l'invention, ledit système de chauffage (13) et ladite source d'air sont montés à poste fixe, et lesdits éléments caloporteurs (27) sont agencés sur un support mobile (3) susceptible de renouveler de façon continue les éléments caloporteurs (27) disposés dans ledit courant d'air et préalablement chauffés par ledit système de chauffage (13).

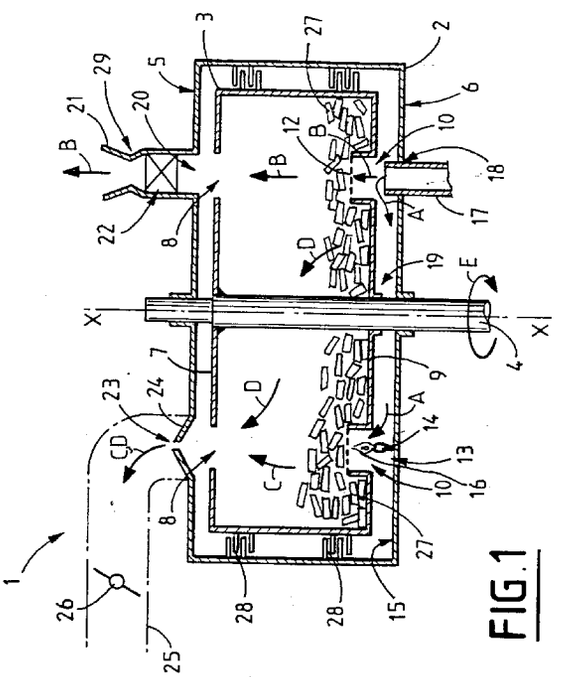

FIG.1

EP 0 692 684 A1

Description

La présente invention concerne un dispositif de génération d'un courant d'air chaud.

Bien que la présente invention puisse être utilisée dans de nombreuses installations nécessitant un courant d'air chaud, comme par exemple des installations pour le contrôle de la tenue de matériaux ou pour des essais d'aérodynamique ou de validation de systèmes de refroidissement de parois, elle sera décrite plus particulièrement ci-après dans le cadre d'un banc d'essai pour la mise au point de statoréacteurs.

On sait que, pour une telle mise au point, en particulier de statoréacteurs destinés à fonctionner à des vitesses hypersoniques, il est nécessaire d'alimenter les statoréacteurs montés sur le banc d'essai, en air à la fois à haute température et le plus pur possible. De plus, une telle alimentation en air doit être effectuée en continu pendant une durée généralement très longue, de manière à simuler une trajectoire ou à vérifier la tenue thermique du statoréacteur en régime thermique permanent.

Pour la génération d'air chaud, on connaît des réchauffeurs statiques comportant un dispositif de chauffage, par exemple un brûleur à gaz ou un dispositif électrique, et destinés à chauffer un matériau présentant une forte capacité thermique, comme par exemple des billes d'alumine ou des tubes métalliques. Lorsque ledit matériau est chauffé, on fait passer de l'air pur dans le réchauffeur, ce qui permet d'obtenir de l'air à température élevée et de plus pur, puisque le passage à travers ledit réchauffeur ne modifie pas la composition de l'air utilisé.

Toutefois, comme la capacité calorifique du matériau utilisé est évidemment limitée, il est impossible d'engendrer de cette manière de l'air chaud pendant une durée très longue, et donc l'une des caractéristiques essentielles pour le fonctionnement de bancs d'essai du type décrit précédemment, à savoir une alimentation de façon continue en air, n'est pas satisfaite.

Par ailleurs, on connaît des réchauffeurs actifs qui permettent de chauffer l'air de façon continue par une combustion utilisant par exemple de l'hydrogène ou du kérosène, ainsi que l'oxygène de l'air à chauffer, l'oxygène consommé étant recomplété après le chauffage. L'air chaud ainsi obtenu est composé d'air et de produits engendrés lors de cette combustion. Cet air n'est donc pas pur, ce qui présente des inconvénients pour les études de combustion, en particulier dans les cas où la cinétique joue un rôle important, puisqu'il est alors très difficile de reproduire au sol des conditions de fonctionnement semblables à celles existant en vol.

La présente invention a pour objet de remédier à ces inconvénients. Elle concerne un dispositif de génération d'air chaud susceptible de fournir de l'air non vicié à haute température, et ceci sans limitation de durée.

A cette fin, selon l'invention, le dispositif de génération d'un courant d'air chaud, comportant une source d'air engendrant un courant d'air à sa sortie, un système de chauffage engendrant de l'énergie thermique à sa sortie et des éléments caloporteurs susceptibles d'emmagasiner de l'énergie thermique engendrée par ledit système de chauffage et de restituer cette énergie thermique audit courant d'air, est remarquable en ce que ledit système de chauffage et ladite source d'air sont respectivement montés à poste fixe de manière que ledit courant d'air engendré par ladite source d'air ne puisse subir l'action dudit système de chauffage, et en ce que lesdits éléments caloporteurs sont agencés sur un support mobile susceptible de faire passer lesdits éléments caloporteurs d'une première position pour laquelle ils se trouvent en regard de la sortie dudit système de chauffage à une seconde position pour laquelle ils se trouvent en regard de la sortie de ladite source d'air de manière à renouveler de façon continue les éléments caloporteurs disposés dans ledit courant d'air et préalablement chauffés par ledit système de chauffage.

Ainsi, comme les éléments caloporteurs transportant la chaleur emmagasinée dans le système de chauffage et utilisés pour chauffer ledit courant d'air sont renouvelés de façon continue, la génération du courant d'air chaud est effectuée sans interruption et sans limitation de durée, c'est-à-dire aussi longtemps que souhaité.

De plus, comme le courant d'air ne subit pas l'action du système de chauffage, le courant d'air chaud engendré n'est pas vicié par ledit système de chauffage, ce qui permet d'obtenir de l'air chaud présentant la même pureté que l'air engendré à la sortie de la source d'air.

De façon avantageuse, ledit système de chauffage comporte au moins un brûleur alimenté par un fluide combustible, ledit brûleur étant monté de manière que les gaz engendrés par la combustion dudit fluide combustible ne se mélangent pas audit courant d'air chauffé.

Par ailleurs, ledit brûleur utilise avantageusement, pour la combustion dudit fluide combustible, de l'air provenant de ladite source d'air et non utilisé pour la génération de courant d'air chaud.

Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, ledit support mobile est rotatif, ce qui permet de simplifier le dispositif conforme à l'invention.

De plus, de préférence, ledit support mobile présente la forme d'un récipient cylindrique, au moins partiellement rempli desdits éléments caloporteurs.

De façon avantageuse, ledit récipient cylindrique est muni dans la paroi supérieure d'une première ouverture annulaire concentrique à l'axe du récipient cylindrique et dans la paroi inférieure d'une seconde ouverture annulaire également concentrique à l'axe du récipient cylindrique, ladite seconde ouverture étant pourvue d'un treillis métallique, et la sortie du système de chauffage et la sortie de la source d'air étant agencées au-dessous de ladite seconde ouverture de façon diamétralement opposée relativement à l'axe du récipient cylindrique.

Par ailleurs, le dispositif conforme à l'invention comporte avantageusement une enceinte montée à poste fixe, ledit récipient étant mobile dans ladite enceinte et les sorties de ladite source d'air et dudit système de

chauffage étant agencées dans ladite enceinte.

De plus, de façon avantageuse, ledit dispositif comporte des moyens d'isolation agencés entre le récipient et l'enceinte et destinés à empêcher une circulation d'air entre ledit récipient et ladite enceinte, ce qui permet d'éviter que de l'air non chauffé provenant directement de la source d'air, ou de l'air éventuellement vicié provenant du système de chauffage, se mélange au courant d'air chaud engendré.

En outre, de manière à permettre une bonne évacuation des différents courants d'air, ladite enceinte peut être munie dans sa paroi supérieure :

- d'une première ouverture en regard de ladite sortie de la source d'air, à laquelle première ouverture peut être raccordée une tuyère ; et

- d'une seconde ouverture en regard de ladite sortie du système de chauffage, à laquelle seconde ouverture peut être raccordée une conduite d'échappement.

Ainsi, le courant d'air chaud engendré peut être évacué par la tuyère pour être transmis à un dispositif utilisateur, comme par exemple à une chambre de combustion d'un statoréacteur montée sur un banc d'essai, et le courant d'air provenant du système de chauffage, éventuellement vicié, peut être évacué par la conduite d'échappement, les deux courants d'air ne pouvant pas se mélanger ainsi l'un à l'autre.

Afin de pouvoir régler la répartition de l'écoulement d'air à travers ladite tuyère et ladite conduite d'échappement, de façon avantageuse, ladite conduite d'échappement est munie d'une vanne interne commandable susceptible de modifier l'ouverture destinée à l'échappement.

En outre, avantageusement, un passage est ménagé entre ledit récipient et ladite enceinte pour permettre une circulation d'air de la sortie de la source d'air vers le système de chauffage.

Les figures du dessin annexé feront bien comprendre comment l'invention peut être réalisée. Sur ces figures, des références identiques désignent des éléments semblables.

La figure 1 est une vue schématique en coupe d'un dispositif conforme à l'invention.

La figure 2 est une vue de dessous du dispositif de la figure 1 montré de façon partiellement arrachée.

La figure 3 est une vue de dessus du dispositif de la figure 1.

Le dispositif 1 conforme à l'invention et représenté sur les figures 1 à 3 est destiné à engendrer un courant d'air chaud.

Ledit dispositif 1 comporte une enceinte externe 2 montée à poste fixe et un système mobile réalisé sous forme d'un récipient cylindrique 3 monté de façon mobile à l'intérieur de ladite enceinte 2.

A cet effet, ledit récipient cylindrique 3 est solidaire d'un arbre 4 d'axe X-X, monté de façon rotative dans la paroi supérieure 5 et la paroi inférieure 6 de l'enceinte 2 et susceptible d'être entraîné en rotation, comme indiqué par une flèche E, par un dispositif d'entraînement du type connu et non représenté. Ledit récipient 3 présente une symétrie de révolution autour dudit axe X-X et est muni dans sa paroi supérieure 7 d'une ouverture annulaire 8 concentrique à l'axe X-X et dans sa paroi inférieure 9 d'une ouverture annulaire 10 en regard de l'ouverture 8. Ladite ouverture annulaire 10 est recouverte d'un treillis métallique 12.

On notera que, dans le cadre de la présente invention, il est possible de réaliser toute la paroi inférieure 9 sous forme d'un treillis métallique.

Sous ladite ouverture annulaire 10, sont agencés :

- d'une part, un système de chauffage 13 engendrant à sa sortie 16 de l'énergie thermique, ledit système de chauffage 13 comportant des brûleurs 14 alimentés de façon non représentée par un fluide combustible, par exemple du propane, fixés sur la face interne 15 de la paroi inférieure 6 de l'enceinte 2 et répartis en arc de cercle au centre de l'ouverture annulaire 10, tel que représenté sur la figure 2, les brûleurs 14 étant indiqués schématiquement par des points sur cette figure 2 ; et

- d'autre part, de façon opposée audit système de chauffage 13 par rapport à l'axe X-X, la sortie 17 d'une source d'air non représentée et susceptible d'engendrer deux courants d'air A et B, ladite sortie 17 traversant une ouverture 18 pratiquée dans la paroi inférieure 6 de l'enceinte 2 et étant solidaire de ladite enceinte 2.

L'un desdits courants d'air A engendré par la source d'air est susceptible de s'écouler à travers un passage 19 formé entre les parois inférieures 6 et 9 de ladite enceinte 2 et dudit récipient 3, pour alimenter en air lesdits brûleurs 14 lors de la combustion du fluide combustible, tandis que l'autre courant d'air B est susceptible de s'écouler à travers ledit récipient 3, dans lequel il peut être chauffé comme on le verra ci-après, en direction de l'ouverture annulaire 8 pratiquée dans la paroi supérieure 7 dudit récipient 3.

La paroi supérieure 5 de l'enceinte 2 est munie quant à elle :

- d'une part, d'une ouverture circulaire 20 pratiquée en regard de la sortie 17 de la source d'air, à laquelle ouverture 20 est raccordée une tuyère 21 qui est munie d'un système mélangeur 22 susceptible de mélanger de l'air et agencé près de ladite ouverture 20 à l'intérieur de ladite tuyère 21 ; et

- d'autre part, d'une ouverture 23 de forme oblongue, pratiquée en regard de la sortie 16 du système de chauffage 13 et formée en arc de cercle de façon

correspondante à la disposition des brûleurs 14, tel que représenté sur la figure 3. A ladite ouverture 23 est raccordée, par l'intermédiaire d'un élément de tuyère 24, une conduite d'échappement 25 représentée en traits mixtes sur la figure 1 et munie d'une vanne interne commandable 26 susceptible de modifier la section libre de ladite conduite d'échappement 25.

Par ailleurs, ledit récipient 3 est rempli d'éléments caloporteurs 27, par exemple des billes ou des tubes, uniquement représentés dans le fond du récipient 3 sur la figure 1. De plus, pour des raisons de clarté du dessin, lesdits éléments caloporteurs 27 sont représentés de façon peu compacte sur cette figure 1. Bien entendu, ledit récipient 3 peut être entièrement rempli de tels éléments caloporteurs 27, et ceci de façon très compacte, le remplissage étant défini en fonction des résultats à obtenir, comme on le verra ci-après. Lesdits éléments caloporteurs 27 présentent de préférence un rapport élevé entre leur surface externe et leur volume et sont réalisés de préférence en un matériau présentant une chaleur massique élevée, comme par exemple du dioxyde de zirconium.

Pour engendrer un courant d'air chaud, le dispositif 1 conforme à l'invention fonctionne comme suit.

On effectue à cet effet tout d'abord les opérations suivantes :

- on entraîne en rotation, à vitesse faible et constante, l'arbre 4 qui fait ainsi tourner ledit récipient 3 autour de l'axe X-X ;

- on déclenche la source d'air 17 qui engendre les deux courants d'air A et B précités ; et

- on déclenche les brûleurs 14 du système de chauffage 13, qui sont alimentés en fluide combustible, de façon non représentée, ainsi qu'en air par l'intermédiaire du courant d'air A.

Lesdits brûleurs 14 chauffent les éléments caloporteurs 27 situés au-dessus d'eux. Les gaz de combustion provenant desdits brûleurs 14 s'écoulent hors du récipient 3 et de l'enceinte 2 par les ouvertures 8 et 23, comme indiqué par des flèches C, et sont évacués par la conduite d'échappement 25.

Les éléments caloporteurs 27 emmagasinent ainsi de l'énergie au-dessus de la sortie 16 du système de chauffage 13. Ils restituent cette énergie emmagasinée, après la rotation d'un demi-tour du récipient 3 amenant lesdits éléments caloporteurs 27 dans ledit courant d'air B, audit courant d'air B. Ainsi, ledit courant d'air B est chauffé. En outre, la répartition de la chaleur dans ce courant d'air chauffé B est rendue homogène par le passage dudit courant d'air B dans ledit système mélangeur 22 de sorte que l'on obtient, à la sortie de ladite tuyère 21, un courant d'air chauffé de façon homogène.

Ainsi, grâce à l'invention, ledit courant d'air chaud B présente les caractéristiques suivantes :

- sa chaleur peut être déterminée de façon précise en fonction en particulier de l'intensité du chauffage, ainsi que des caractéristiques et de la quantité des éléments caloporteurs utilisés 27 ;

- il est non vicié, les produits engendrés par la combustion des brûleurs 14 et susceptibles de vicier ledit courant d'air B étant évacués par la conduite d'échappement 25 ; et

- l'air chaud est fourni de façon continue et homogène en raison de la rotation à vitesse constante du récipient 3, qui permet de renouveler de façon continue les éléments caloporteurs 27 disposés dans le courant d'air B et destinés à chauffer ledit courant d'air B.

On notera que l'air engendré par la source d'air peut de plus s'écouler directement par l'ouverture 23, comme indiqué par des flèches D, l'importance de cet écoulement dépendant en particulier de la résistance aérodynamique des éléments caloporteurs 27 placés dans le récipient 3. La répartition de l'écoulement hors du récipient 3, respectivement à travers la conduite d'échappement 25 et la tuyère 21, dépend en particulier de l'importance de leurs sections respectives. Cette répartition peut de ce fait être réglée en modifiant la section de la conduite d'échappement 25 par l'intermédiaire de la vanne commandable 26.

Par ailleurs, une isolation est établie entre le récipient 3 et l'enceinte 2, par exemple à l'aide de joints labyrinthes 28 agencés entre leurs parois verticales et d'une paroi mobile non représentée agencée entre leurs parois supérieures, ce qui permet d'empêcher une circulation d'air entre l'enceinte 2 et le récipient 3 de manière à éviter de mélanger audit courant d'air chaud, d'une part de l'air non chauffé provenant directement de la source d'air, et d'autre part de l'air éventuellement vicié provenant du système de chauffage 13.

On remarquera, par ailleurs, que la tuyère 21 présente dans sa partie médiane 29 une diminution du diamètre de manière à permettre une évacuation de l'air en veine forcée.

Ledit courant d'air chaud B disponible à la sortie de ladite tuyère 21 peut être utilisé, par exemple, pour le contrôle de la tenue de matériaux ou pour des essais d'aérodynamique ou de validation de systèmes de refroidissement de parois. Toutefois, de préférence, ledit courant d'air chaud est utilisé pour la mise au point de statoréacteurs, pour laquelle il présente les caractéristiques appropriées comme rappelé précédemment, le dispositif 1 conforme à l'invention étant associé à cet effet au banc d'essai utilisé pour cette mise au point.

Revendications

1. Dispositif de génération d'un courant d'air chaud, notamment pour la mise au point de statoréacteurs, comportant une source d'air engendrant un courant d'air à sa sortie (17), un système de chauffage (13) à au moins un brûleur (14) alimenté en fluide combustible et des éléments caloporteurs (27) susceptibles d'emmagasiner de l'énergie thermique engendrée par ledit système de chauffage (13) et de restituer cette énergie thermique audit courant d'air, caractérisé en ce que ledit système de chauffage (13) et ladite source d'air sont respectivement montés à poste fixe de manière que les gaz engendrés par la combustion dudit fluide combustible ne puissent se mélanger au courant d'air engendré par ladite source d'air, et en ce que lesdits éléments caloporteurs (27) sont agencés sur un support mobile (3) susceptible de faire passer lesdits éléments caloporteurs (27) d'une première position pour laquelle ils se trouvent en regard dudit système de chauffage (13) à une seconde position pour laquelle ils se trouvent en regard de la sortie (17) de ladite source d'air de manière à renouveler de façon continue les éléments caloporteurs (27) disposés dans ledit courant d'air et préalablement chauffés par ledit système de chauffage (13).

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit brûleur (14) utilise, pour la combustion du fluide combustible, de l'air provenant de ladite source d'air et non utilisé pour la génération de courant d'air chaud.

3. Dispositif selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que ledit support mobile (3) est rotatif.

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que ledit support mobile présente la forme d'un récipient cylindrique (3), au moins partiellement rempli desdits éléments caloporteurs (27).

5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que ledit récipient cylindrique (3) est muni dans la paroi supérieure (7) d'une première ouverture annulaire (8) concentrique à l'axe (X-X) du récipient cylindrique (3) et dans la paroi inférieure (9) d'une seconde ouverture annulaire (10) également concentrique à l'axe (X-X) du récipient cylindrique (3), ladite seconde ouverture (10) étant pourvue d'un treillis métallique (12), et la sortie (16) du système de chauffage (13) et la sortie (17) de la source d'air étant agencées au-dessous de ladite seconde ouverture (10) de façon diamétralement opposée relativement à l'axe (X-X) du récipient cylindrique (3).

6. Dispositif selon l'une des revendications 4 ou 5, caractérisé en ce qu'il comporte une enceinte (2) à l'intérieur de laquelle ledit récipient (3) est monté mobile, les sorties (16, 17) de ladite source d'air et dudit système de chauffage (13) étant agencées dans ladite enceinte (2).

7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens d'isolation (28) agencés entre le récipient (3) et l'enceinte (2) et destinés à empêcher une circulation d'air entre ledit récipient (3) et ladite enceinte (2).

8. Dispositif selon l'une des revendications 6 ou 7, caractérisé en ce que ladite enceinte (2) est munie dans sa paroi supérieure (5) :

   - d'une première ouverture (20) disposée en regard de ladite sortie (17) de la source d'air et à laquelle est raccordée une tuyère (21) ; et

   - d'une seconde ouverture (23) disposée en regard de ladite sortie (16) du système de chauffage (13) et à laquelle est raccordée une conduite d'échappement (25).

9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que ladite conduite d'échappement (25) est munie d'une vanne interne commandable (26) susceptible de modifier la section de ladite conduite d'échappement.

10. Dispositif selon l'une des revendications 6 à 9, caractérisé en ce qu'un passage (19) est ménagé entre ledit récipient (3) et ladite enceinte (2) pour permettre une circulation d'air de la sortie (17) de la source d'air vers le système de chauffage (13).

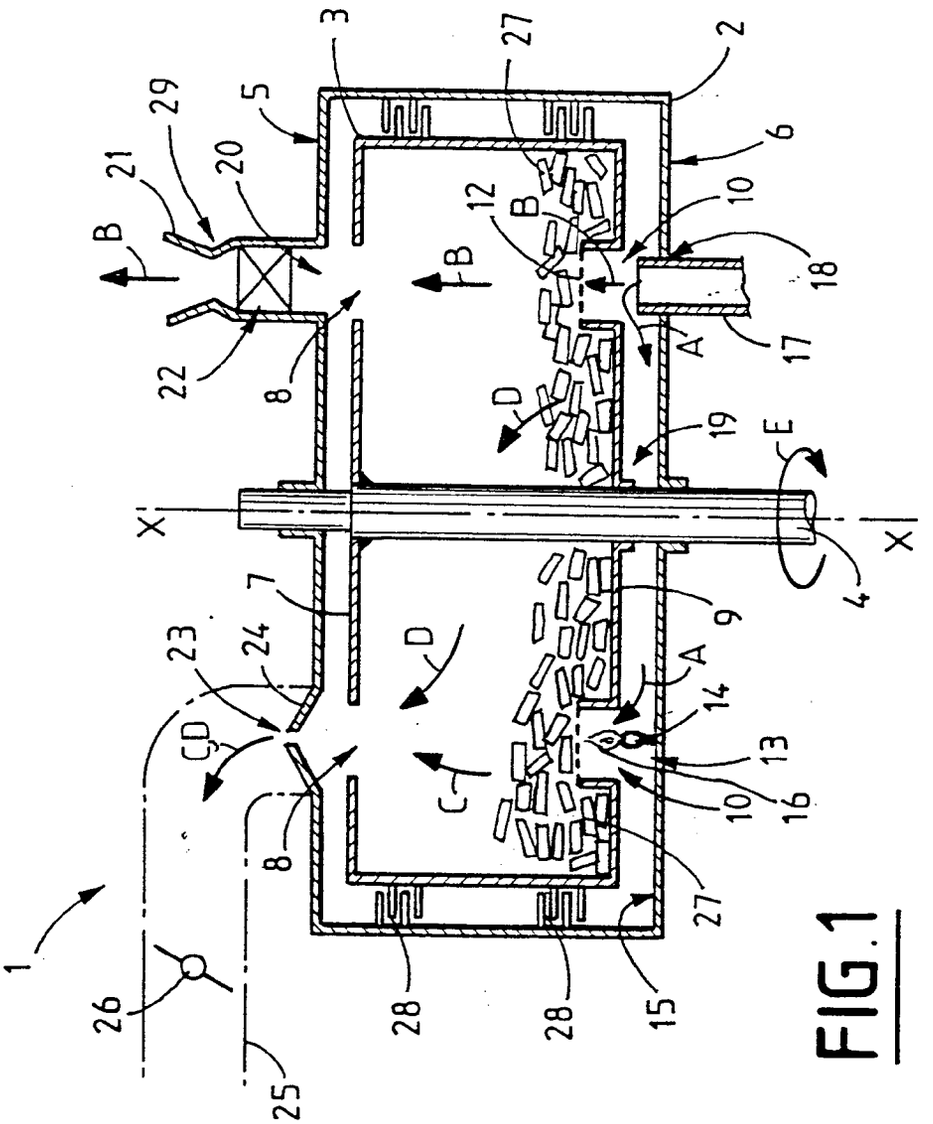
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
A
B
C
D
E
X
X'

FIG.1

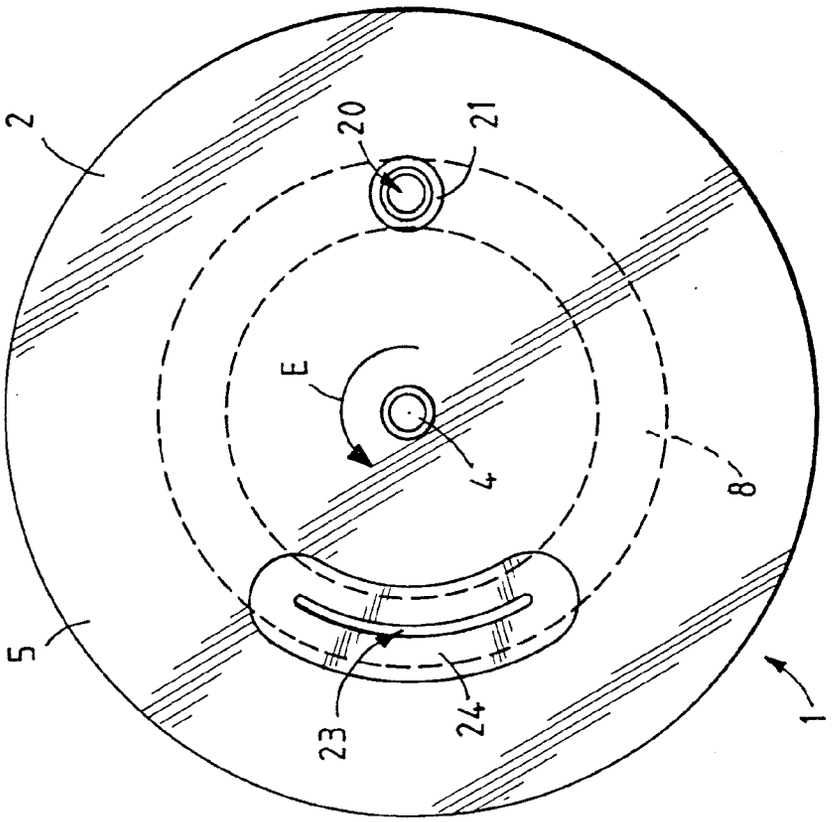

FIG.3

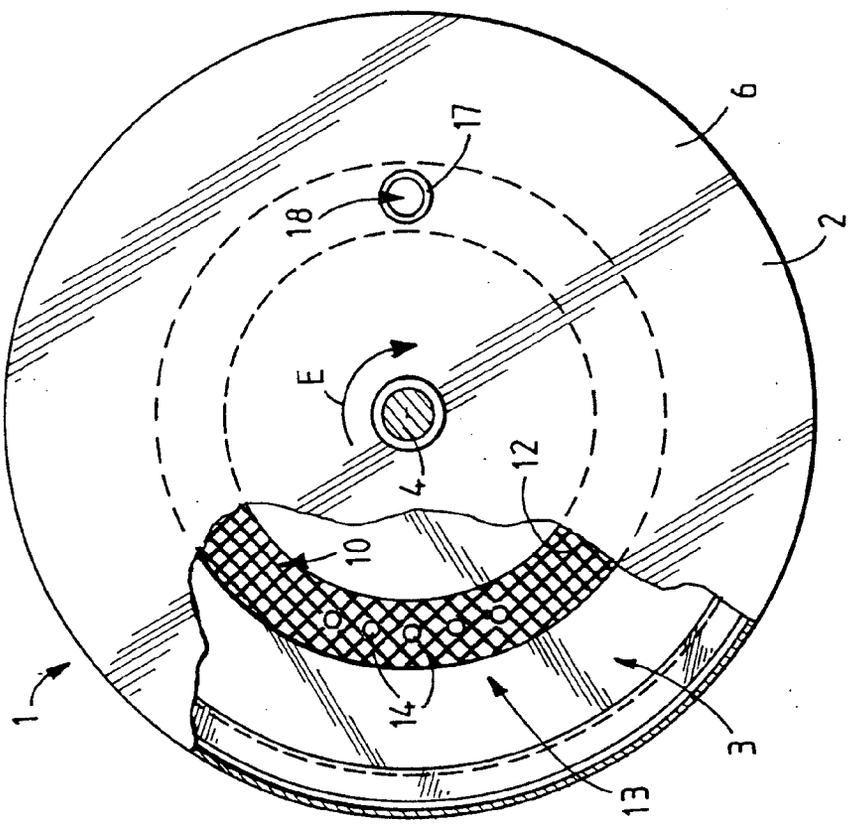

FIG.2

Office européen des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 95 40 1480

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
X	GB-A-1 293 146 (GAS DEVELOPMENTS CORPORATION) 18 Octobre 1972 * le document en entier *	1-4	F24H3/06
X	EP-A-0 343 938 (STELRAD GROUP LTD) 29 Novembre 1989 * abrégé *	1,3	
A	US-A-4 909 307 (BESIK FERDINAND K) 20 Mars 1990 * revendication 21; figure 2 *	4	

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)

F24H

Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications

Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
LA HAYE	12 Octobre 1995	Van Gestel, H

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)