



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**22.09.1999 Bulletin 1999/38**

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **F24F 1/00, F04D 17/04,  
F04D 29/28**

(21) Numéro de dépôt: **99400642.7**

(22) Date de dépôt: **16.03.1999**

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE**  
Etats d'extension désignés:  
**AL LT LV MK RO SI**

(72) Inventeurs:  
• **Gautier, Daniel-Marcel  
95450 Sagy (FR)**  
• **Gadeau, Anne-Laure  
75006 Paris (FR)**  
• **Ricol, Laurent  
75006 Paris (FR)**

(30) Priorité: **19.03.1998 FR 9803369**

(71) Demandeur: **ELECTRICITE DE FRANCE  
Service National  
75008 Paris (FR)**

(74) Mandataire: **Ilgart, Jean-Christophe et al  
c/o Société Brevatome,  
25, rue de Ponthieu  
F-75008 Paris (FR)**

(54) **Emetteur de chaud ou de froid ou pompe a chaleur a ventilateur tangentiel**

(57) L'appareil de chauffage ou de refroidissement d'air comprend un ventilateur tangentiel (12) conçu pour

ne pas être trop bruyant: son bec de crosse (19) est poreux; il est dépourvu de bec de volute (21) et l'angle de calage ( $\gamma$ ) des pales (23) est supérieur à 50°.

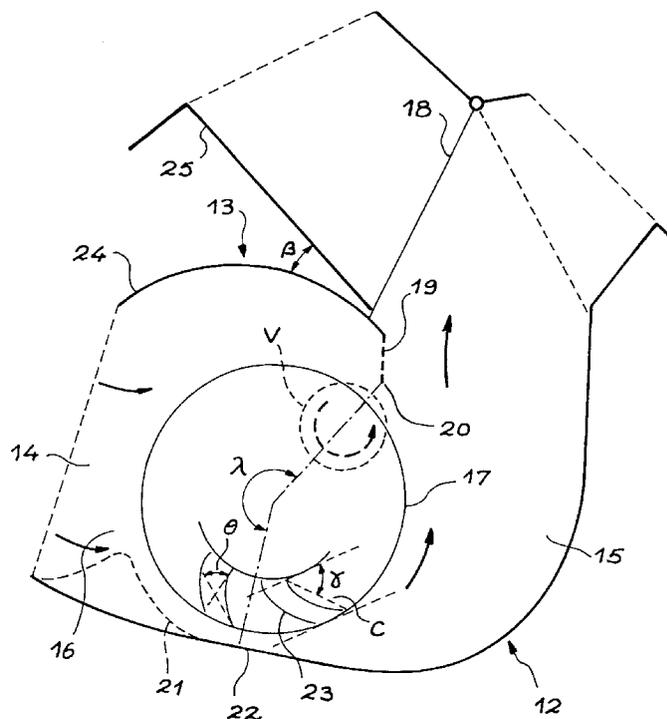


FIG. 3

## Description

**[0001]** Cette invention concerne une machine de chauffage ou de refroidissement de l'atmosphère, telle qu'un émetteur de chaud ou de froid ou une pompe à chaleur comprenant un ventilateur tangentiel.

**[0002]** Les ventilateurs tangentiels comprennent une roue aubagée qui aspire le gaz ambiant dans une direction perpendiculaire à son axe de rotation et le renvoie dans une autre direction perpendiculaire à cet axe. Ils présentent l'avantage d'offrir un gros débit d'écoulement pour un encombrement réduit, mais leur emploi dans des applications domestiques est problématique à cause de leur bruit, normalement trop élevé pour satisfaire aux normes actuelles sur les appareils dont il est question ici. C'est pourquoi les climatiseurs usuels comprennent des ventilateurs hélicoïdaux (à écoulement dans l'axe de rotation de la roue) ou centrifuges (à écoulement d'éjection plan et rayonnant sur un cercle complet). Ces deux genres de ventilateurs exigent toutefois des surfaces importantes d'écoulement d'air, et donc une grande surface d'appareil. L'objet de l'invention a été de réhabiliter les ventilateurs tangentiels pour les usages domestiques grâce à une construction particulière qui les rend plus silencieux. Un groupe de mesures est proposé en combinaison pour atteindre ce résultat. L'une d'elles consiste à rendre poreuse une pièce en saillie, appelée bec de crosse, qui forme partiellement une chambre dans laquelle la roue tourne et qui pointe vers une génératrice de la roue. Un bec de crosse poreux a déjà été proposé dans le brevet US-3 695 775 A, mais on estime que cela est insuffisant pour l'application envisagée ici, où les exigences sont strictes.

**[0003]** C'est pourquoi il est encore conforme à l'invention que le ventilateur soit dépourvu de bec de volute à l'entrée, et que la roue du ventilateur soit munie de pales à angle de calage supérieur à 50°. D'autres dispositions, particulièrement favorables pour améliorer l'écoulement, ont été adoptées dans l'émetteur comme la pompe à chaleur et sont proposées à titre accessoire.

**[0004]** Les caractéristiques, avantages et buts de l'invention seront mieux compris au commentaire des figures suivantes, annexées à titre illustratif et non limitatif :

- la figure 1 est une coupe de côté d'un émetteur de chaud et de froid conforme à l'invention,
- la figure 2 est une vue de face de ce même émetteur,
- la figure 3 illustre plus précisément son ventilateur,
- et la figure 4 est une vue d'une pompe à chaleur conforme à l'invention.

**[0005]** La description porte d'abord sur la figure 1. Un émetteur conforme à l'invention est accroché à un mur et son enveloppe a une section en forme de triangle irrégulier dont le côté arrière, le plus long, est du côté du mur, le côté supérieur, légèrement incliné vers le bas à partir du mur, est le plus court et le côté inférieur, obli-

que, se raccorde au précédent par une pointe 1. Le côté inférieur est percé d'une ouverture d'entrée d'air 2 voilée par une grille 3 de filtrage et, au-dessus de cette entrée 2 mais juste au-dessous de la pointe 1, d'une première sortie d'air 4 ; une seconde sortie d'air 5 est disposée à travers le côté supérieur de l'enveloppe, un peu au-dessus de la pointe 1. Ces sorties d'air 4 et 5 sont garnies d'ailettes 6 et 7, dirigées vers le bas et vers l'extérieur pour la première sortie 4 et vers le haut et vers l'extérieur pour la seconde sortie 5. Un échangeur de chaleur 8 est disposé dans l'enveloppe, derrière la grille 3 ; il consiste en un réseau de tubes 9 de section circulaire qui aboutissent à deux conduits 10 affectés à la fourniture et à la reprise d'un liquide, frigorigène ou calorigène selon le cas. Les conduits 10 s'étendent d'un côté latéral de l'enveloppe et en sortent avant de rejoindre une installation appropriée qui fait partie du bâtiment dans lequel l'émetteur est installé. Un bac à condensats 11 est situé sous les tubes 9 pour recueillir le cas échéant l'humidité de l'air qui s'est condensée sur eux. Un conduit de purge, pouvant être ouvert à volonté et non représenté, permet de le vider.

**[0006]** La pièce maîtresse de l'appareil est un ventilateur 12 tangentiel disposé dans une enveloppe 13 interne à l'enveloppe extérieure à section triangulaire. Cette enveloppe 13 interne comprend un pavillon d'entrée 14 finissant devant l'échangeur de chaleur 8, une volute de sortie 15 finissant devant les sorties d'air 4 et 5 (qui confluent) et une chambre 16 intermédiaire aux précédentes et qui abrite la roue 17 du ventilateur 12. Avant d'en venir aux caractéristiques essentielles de l'invention, relevons qu'un volet 18 est articulé à l'enveloppe externe de l'émetteur et oscille entre deux positions extrêmes où il ferme l'une ou l'autre des sorties d'air 4 et 5 tout en dirigeant l'air sortant de la volute 15, jusqu'à laquelle il s'étend, vers l'autre des sorties d'air 4 et 5. Cette disposition permet d'optimiser la diffusion de l'air dans l'atmosphère ambiante selon sa température : l'air chaud ayant tendance à s'élever, c'est la première sortie d'air 4 qui sera ouverte pour chauffer le bâtiment afin que l'air soit d'abord soufflé vers le bas avant de s'élever ; la seconde sortie d'air 5 sera ouverte en utilisation de l'appareil en climatiseur pour souffler de l'air froid vers le haut avant qu'il ne retombe. Une autre vue de l'émetteur est constituée par la figure 2, où on distingue encore le moteur 26 du ventilateur 12. La roue 17 est éventuellement assez longue, selon le débit d'air et la puissance de chauffage ou de réfrigération demandée.

**[0007]** La figure 3 montre plus en détail le ventilateur 12. Les études aérodynamiques montrent que le soufflage de l'air s'écoule en prenant localement un aspect tourbillonnaire dans l'étendue d'un vortex V. Ce vortex V serait situé au centre de la roue 17 si celle-ci était au centre d'une chambre circulaire, mais l'écoulement résultant serait alors nul. Pour que le ventilateur 12 fonctionne, la chambre 16 est donc dissymétrique, et l'enveloppe interne 13 présente en particulier une saillie

vers l'intérieur, qu'on appelle traditionnellement un bec de crosse 19 et qui s'étend presque jusqu'à la roue 17 à un endroit où elle défile vers le pavillon d'entrée 14 : l'air qui accompagne la roue 17 autour d'elle est arrêté et se disperse soit vers la sortie 15, soit vers le centre de la roue 17, et il forme le vortex V, qui est comme accroché à la pointe 20 du bec de crosse 19 car il est à peu de distance. Cet agencement donne pleine satisfaction pour le rendement du ventilateur 12, mais la proximité de la roue 17 et du bec de crosse 19 produit un sifflement qui est une cause essentielle du bruit excessif des ventilateurs tangentiels.

**[0008]** Ce sifflement peut être réduit si le bec de crosse 19 est poreux. Une telle disposition est donc adoptée ici : dans une réalisation concrète, le bec de crosse 19 est un morceau de tôle perforée dont les pores occupent 32% de la surface. Un courant de retour vers le pavillon d'entrée 14 est donc toléré à travers les pores, mais le débit d'air fourni par le ventilateur 12 reste bien suffisant, et il est d'ailleurs possible d'allonger le bec de crosse 19 par rapport aux solutions antérieures pour qu'il vienne plus près de la roue 17 (à dix millimètres par exemple) ; on le dispose aussi plus vers l'aval qu'il n'est habituel, afin d'augmenter le débit. L'effet de réduction de niveau sonore est renforcé par une forme judicieuse de l'enveloppe interne 13 du côté opposé au bec de crosse 19 : sa face d'extrados 22 est à peu près plane en amont de l'écoulement jusqu'au-delà de la roue 17, ce qui est obtenu par la suppression d'un bec de volute 21 (en pointillés) traditionnel qui resserre le pavillon d'entrée 14 devant la roue 17 et incite donc l'air à y entrer pour être mieux entraîné, mais s'accompagne lui aussi d'une augmentation du bruit. Il résulte de cette suppression et de la position du bec de crosse 19 que l'angle  $\lambda$  tourné vers l'amont, tracé entre le point de la face d'extrados 22 le plus proche de la roue 17 et la pointe 20 du bec de crosse 19, et dont le sommet est le centre de la roue 17, est plus important, nettement supérieur à  $180^\circ$ , alors qu'un angle bien inférieur à cette valeur est usuel.

**[0009]** D'autres dispositions peuvent concerner les pales 23 de la roue 17. Une bonne conception, celle d'un prototype construit, prévoit qu'elles sont au nombre de trente et s'étendent entre des diamètres de 60 mm et 49,44 mm de la roue 17 ; leur corde C (distance prise sur une droite entre leurs extrémités) est de 6,3 mm, leur angle de cambrure  $\theta$  de  $72,55^\circ$  et leur angle de calage  $\gamma$  (entre la corde C et la tangente à la roue 17 prise au diamètre intérieur) est de  $53,18^\circ$ . Cette dernière valeur, supérieure à  $50^\circ$ , est importante, car les inventeurs ont constaté qu'un angle de calage important contribuait à rendre le ventilateur 12 plus efficace et encore moins bruyant, bien que l'entraînement de l'air atteignant la roue 17 après avoir traversé le pavillon d'entrée 14 fût moins facile, car l'écoulement était au contraire amélioré à la partie qui s'étend devant la volute 15 et près du bec de crosse 19 et fonctionne d'ailleurs en turbine, la traînée de l'air y étant diminuée. L'écoulement est encore facilité si la volute 15 se replie vers le pavillon d'en-

trée 14, et plus précisément si l'intrados 24 et 25 de l'enveloppe interne 13 forme un angle  $\beta$  aigu de part et d'autre du bec de crosse 19 : cet angle est obtus dans les ventilateurs existants. Cette particularité n'est ici exploitée que quand le volet 18 dirige l'écoulement vers la première sortie d'air 4, dont l'intrados 25 aval délimite le conduit.

**[0010]** Des essais en acoustique ont finalement montré qu'un bruit diffus, produit par l'écoulement de l'air à travers le ventilateur 12 et qui s'ajoute au sifflement produit au bec de crosse 19, devenait prépondérant aux débits élevés. On conseille donc de faire tourner le ventilateur 12 à petit débit et petite vitesse, c'est-à-dire au-dessous des performances possibles et habituellement choisies : le bruit de l'écoulement devient alors faible, et le sifflement prépondérant, si bien que la porosité du bec de crosse 19 fait beaucoup mieux sentir son avantage. Une vitesse de rotation inférieure à 1000 tr/mn environ est préconisée.

**[0011]** Une disposition auxiliaire consiste à disposer les pales 23 en vrille le long de la roue 12, afin d'éviter qu'elles ne passent périodiquement devant le bec de crosse 19, ce qui produirait des battements et des pics sonores à ces fréquences. Une telle pale 23 vrillée est illustrée à la figure 2. On remarque enfin qu'une caractéristique des ventilateurs tangentiels 12 est d'élever plus fortement la pression de l'air que d'autres genres de ventilateurs, de sorte que des échangeurs de chaleur 8 plus épais ou aux tubes plus serrés, et donc des variations de température plus grandes pour l'air qui passe par l'appareil, sont possibles.

**[0012]** Ces considérations, exposées jusqu'ici pour un émetteur d'air, s'appliquent encore à une pompe à chaleur. Un tel appareil extrait de la chaleur d'une source froide et l'apporte à une source chaude par un fluide parcourant un circuit fermé qui le fait passer tour à tour par deux échangeurs de chaleur situés aux sources thermiques, et dans lesquels, en général, il se vaporise et se condense respectivement ; un compresseur et un détendeur sont placés respectivement sur les deux branches du circuit qui relient les échangeurs. Un autre aspect de l'invention ne porte cependant pas sur l'organisation d'une pompe à chaleur mais sur la disposition des moyens de ventilation qui facilitent la circulation de l'air de la pièce à chauffer ou refroidir à travers l'échangeur de chaleur correspondant : ces moyens peuvent être placés de la façon indiquée à la figure 4, dans un bloc ventilateur 30 vu de dessus et comprenant une paroi 31 à section rectangulaire enclosant deux compartiments 32 abritant chacun un échangeur de chaleur 33, en diagonale dans le compartiment, et un ventilateur 34 dans un coin du compartiment ; les échangeurs 33 forment un vé ouvert vers une face d'aspiration 35, grillagée, du bloc ventilateur 30 et les ventilateurs 34 sont encore disposés à deux coins du bloc ventilateur 30 : l'écoulement d'air entre dans le bloc 30 par la face d'aspiration 35 en un écoulement uniforme avant de bifurquer vers les ventilateurs 34 en traversant les échan-

geurs 33 par leur plus petite dimension ; il quitte le bloc ventilateur 30 par des ouvertures grillagées 36 qui occupent une partie de ses faces latérales ; une cloison 37 séparant les compartiments 32 assure la symétrie de l'écoulement.

**[0013]** Les ventilateurs 34 sont analogues aux ventilateurs 12 de la réalisation précédente et comprennent en particulier un bec de crosse 38 poreux, analogue au bec de crosse 19 déjà rencontré. Tous les autres perfectionnements concernant la roue, sa disposition dans l'enveloppe du ventilateur et la forme de cette enveloppe peuvent être adoptés ou non. Cependant, les exigences de discrétion acoustique peuvent être moins grandes pour des pompes à chaleur, qui ont toujours été bruyantes.

**[0014]** Il serait possible de ne pas dédoubler les ventilateurs 34 et les échangeurs 33, mais la disposition proposée ici a les avantages d'autoriser une dispersion d'air plus large, une réduction de la hauteur du bloc ventilateur 30 et une moindre puissance des ventilateurs 34.

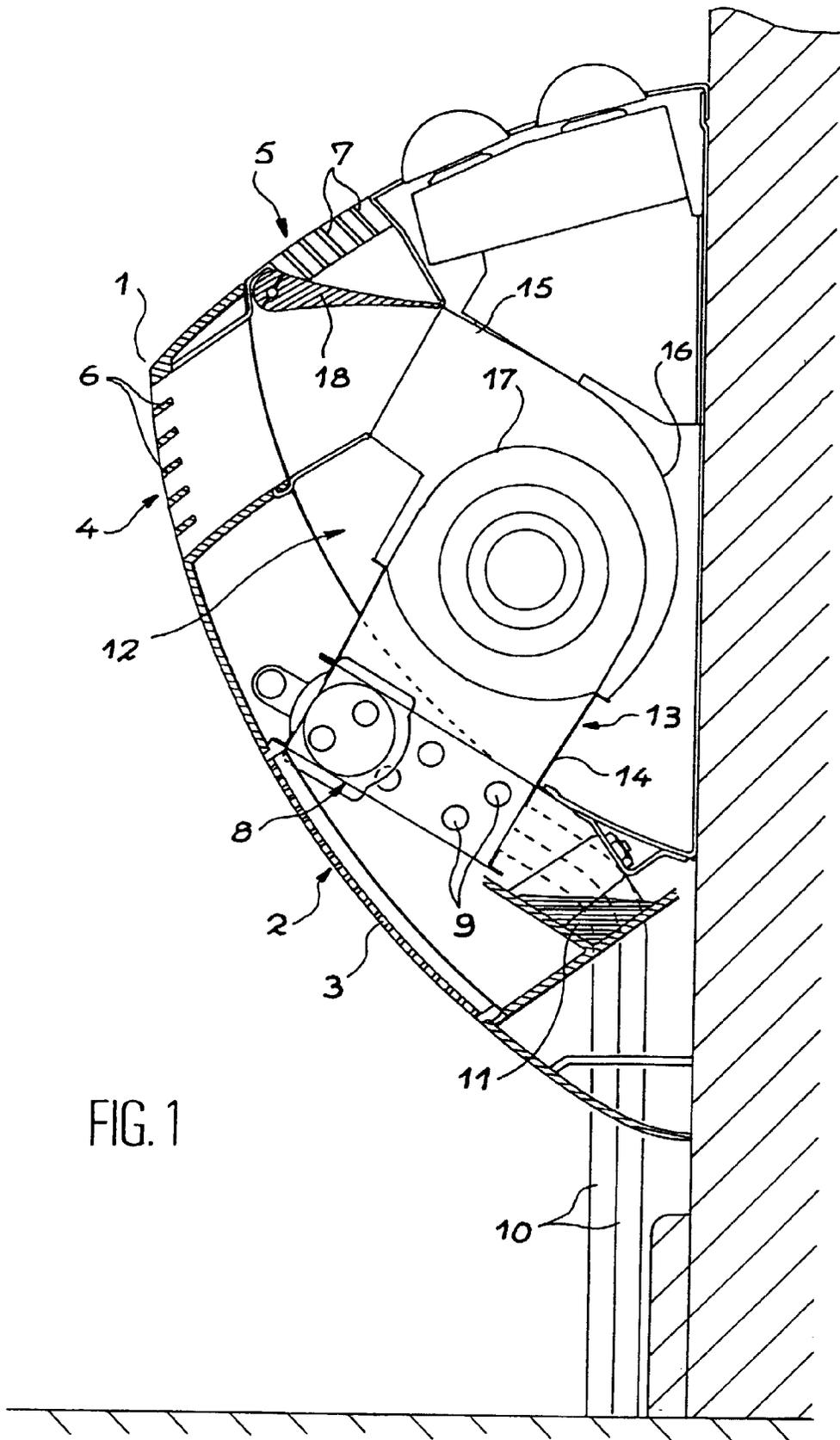
**[0015]** Le bloc ventilateur 30 est isolé du reste de la pompe, qui appartient à un bloc compresseur 41 placé dans une autre pièce, pas consacrée à l'habitation, afin qu'on n'ait pas à entendre son bruit, qui provient essentiellement d'un compresseur 42 joint à un moteur non représenté ; le bloc compresseur 41 comprend encore un échangeur de chaleur 43 communiquant à la source froide (si la pièce dans laquelle se trouve le bloc ventilateur 30 doit être chauffée) et un détendeur 44. Tous ces éléments sont reliés entre eux par un circuit de conduits 45 qui passe aussi par les échangeurs 33, où il bifurque.

## Revendications

1. Emetteur d'air ou pompe à chaleur, comprenant un échangeur de chaleur (8, 33), un ventilateur tangentiel (12, 34) logé dans une chambre (16) précédant une volute (15) de sortie d'air, la chambre étant formée en partie par un bec de crosse poreux (19, 38) pointant vers une génératrice de roue du ventilateur, caractérisé en ce que le ventilateur est dépourvu de bec de volute (21) et en ce que la roue du ventilateur est munie de pales (23) à angle de calage ( $\gamma$ ) supérieur à  $50^\circ$ . 40
2. Emetteur d'air ou pompe à chaleur selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'un angle ( $\lambda$ ) dirigé vers l'amont, passant par le bout (20) du bec de crosse et le point d'enveloppe (13) du ventilateur le plus proche de la roue (17) de ventilateur d'un côté d'intrados, et ayant le centre de la roue pour sommet, est supérieur à  $180^\circ$ . 50
3. Emetteur d'air ou pompe à chaleur selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en

ce que le bec de crosse (19) est une tôle perforée.

4. Emetteur d'air ou pompe à chaleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le ventilateur est logé dans une enveloppe (13) à intrados (24, 25) formant un angle aigu ( $\beta$ ) de part et d'autre du bec de crosse (19). 5
5. Emetteur d'air ou pompe à chaleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la roue du ventilateur est munie de pales (23) vrillées. 10
6. Emetteur d'air selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la roue (17) a un axe de rotation horizontal, la volute (15) finit en deux conduits bifurquant et superposés, un volet (18) permet de fermer à volonté sélectivement les conduits, l'un des conduits étant ascendant et l'autre des conduits étant descendant. 15
7. Pompe à chaleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que le ventilateur (34) est logé dans un coin d'un bloc (30) de ventilateur rectangulaire, l'échangeur de chaleur (33) s'étend sur une diagonale du bloc, l'air entre dans le bloc par une face (35) de grand côté du rectangle donnant sur l'échangeur et sort du bloc par une face (36) de petit côté du rectangle donnant sur la volute. 20
8. Pompe à chaleur, caractérisée en ce qu'elle comprend deux blocs de ventilateur selon la revendication 7, les échangeurs de chaleur forment un vé, les faces d'entrée d'air sont jointives et les faces de sortie d'air sont opposées. 25



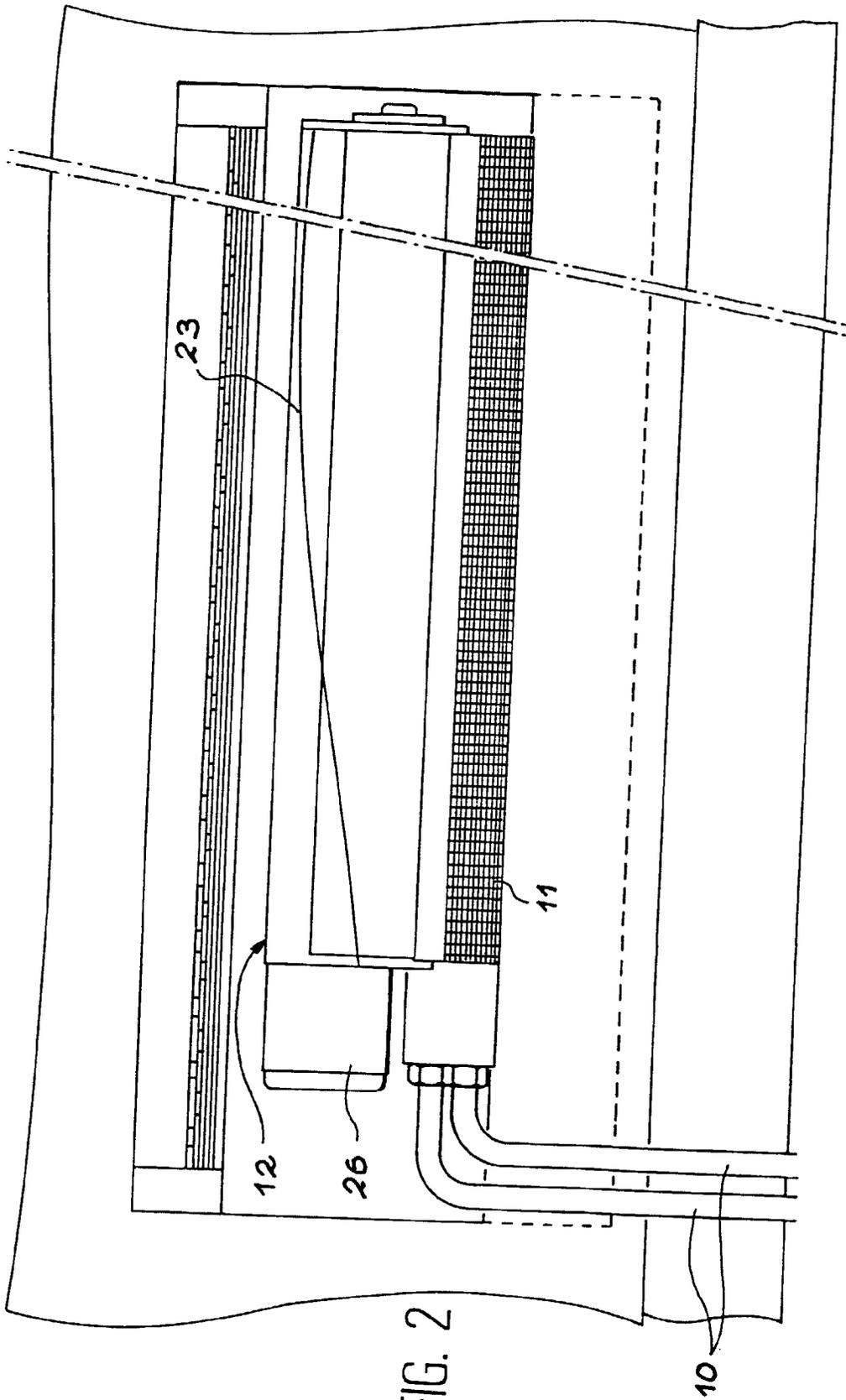


FIG. 2

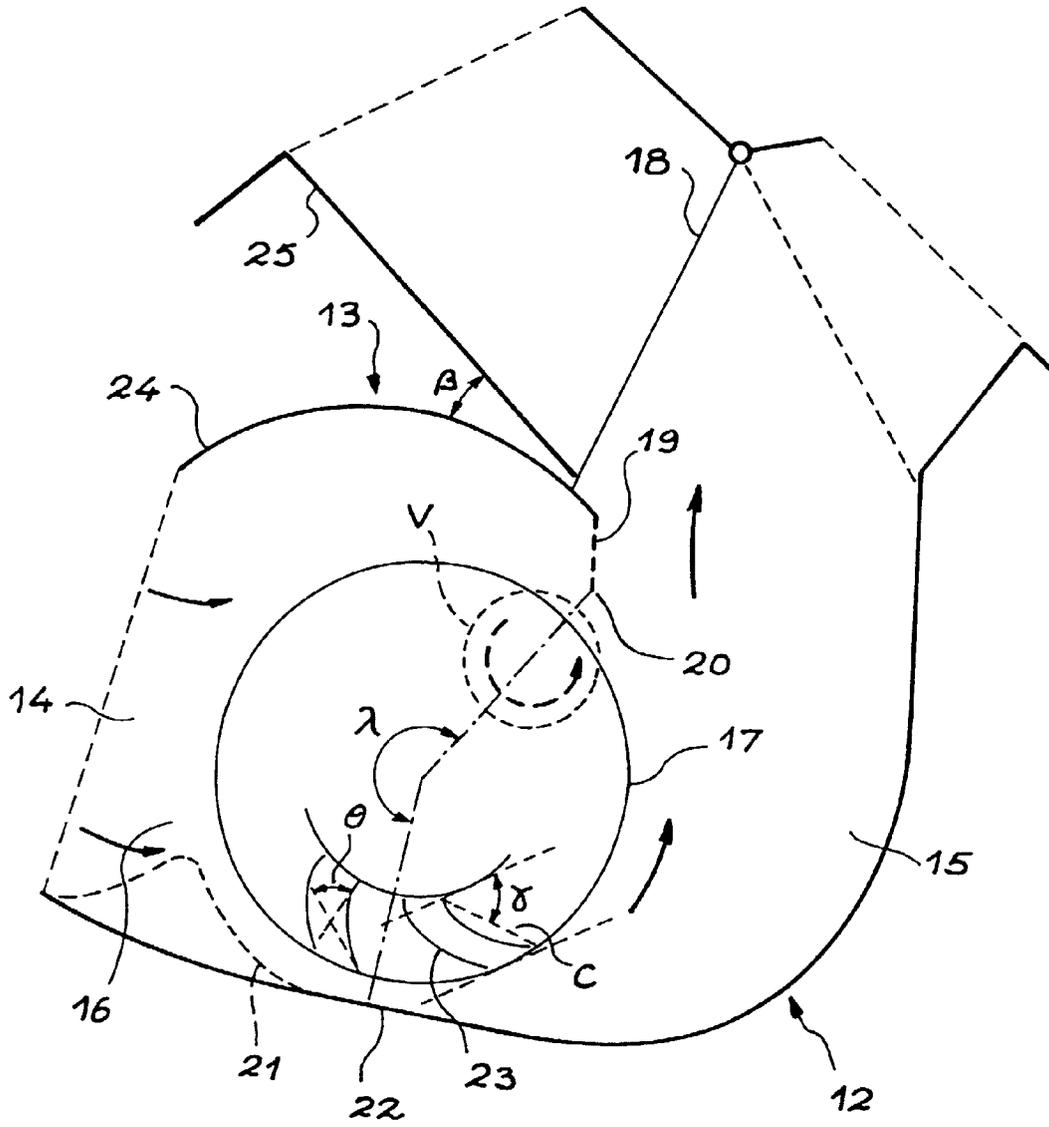


FIG. 3

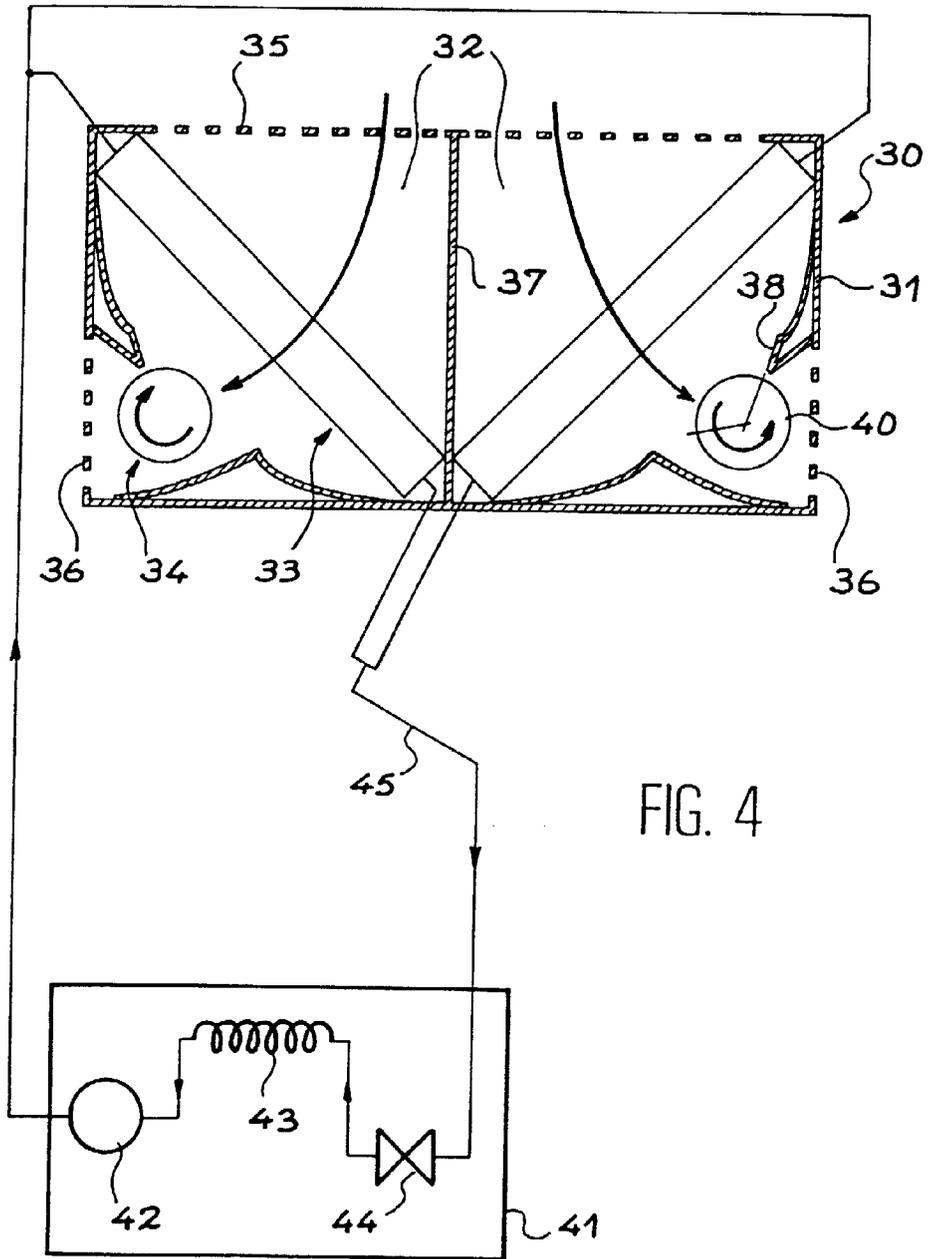


FIG. 4



Office européen  
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 99 40 0642

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)
A	US 3 646 875 A (ZENKNER KURT) 7 mars 1972 * abrégé; figures 1-19 * * colonne 2, ligne 56 - colonne 8, ligne 17 * ---	1-7	F24F1/00 F04D17/04 F04D29/28
A	US 3 695 775 A (ZENKNER KURT DR ING) 3 octobre 1972 * abrégé; figures 1-4 * * colonne 2, ligne 30 - ligne 46 * * colonne 2, ligne 65 - colonne 5, ligne 35 * ---	1-4	
A	GB 1 102 092 A (FIRTH CLEVELAND LIMITED) 7 février 1968 * figures 1-3 * * page 1, colonne 2, ligne 65 - page 4, colonne 1, ligne 3 * ---	1	
A	EP 0 816 687 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 7 janvier 1998 * abrégé; figures 1-34 * * colonne 12, ligne 5 - colonne 23, ligne 5 * ---	5	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
A	US 4 733 542 A (BLAIR ROBERT R) 29 mars 1988 * abrégé; figure 4 * * colonne 2, ligne 56 - colonne 6, ligne 20 * -----	7	F04D F24F F28D B60H
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>LA HAYE</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>18 juin 1999</b>	Examineur <b>Nuytens, S</b>
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			

EPO FORM 1503 03 82 (F04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 99 40 0642

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

18-06-1999

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 3646875 A	07-03-1972	DE 1941356 A	25-02-1971
		BE 744060 A	15-06-1970
		FR 2027655 A	02-10-1970
		GB 1298359 A	29-11-1972
		SE 395858 B	29-08-1977
		SE 7704656 A	22-04-1977
US 3695775 A	03-10-1972	CH 529925 A	31-10-1972
		DE 1951115 A	22-04-1971
		FR 2065979 A	06-08-1971
		GB 1318986 A	31-05-1973
GB 1102092 A		AUCUN	
EP 0816687 A	07-01-1998	JP 10018990 A	20-01-1998
		CN 1173590 A	18-02-1998
US 4733542 A	29-03-1988	AUCUN	

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82