

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2011 年 10 月 6 日(06.10.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/121943 A1

- (51) 国際特許分類:
F04D 29/30 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/001718
- (22) 国際出願日: 2011 年 3 月 24 日(24.03.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-074052 2010 年 3 月 29 日(29.03.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (Mitsubishi Electric Corporation) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 池田 尚史 (IKEDA, Takashi) [—/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 田所 敬英 (TADOKORO, Takahide) [—/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 高木 昌彦 (TAKAGI, Masahiko) [—/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号三菱電機株

式会社内 Tokyo (JP). 栗原 誠 (KURIHARA, Makoto) [—/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 小林 久夫, 外 (KOBAYASHI, Hisao et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目 1 9 番 1 0 号第 6 セントラルビルきさ特許商標事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

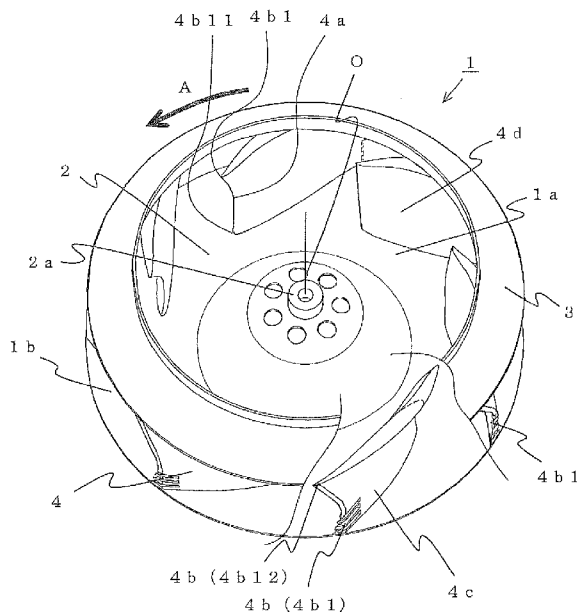
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,

[続葉有]

(54) Title: TURBOFAN AND INDOOR AIR CONDITIONER EQUIPPED WITH SAME

(54) 発明の名称: ターボファン及びこれを装備した空気調和機の室内機

[図3]



(57) Abstract: Disclosed is an indoor air conditioner (100) equipped with a turbofan (1). The turbofan is made up of blades (4), which have formed, near a blade following edge (4b) on a blade perimeter surface (4c) of the blades (4), a plurality of following edge horizontal grooves (5) of a prescribed length (L2) that reach the blade following edge (4b) in a horizontal direction (within a plane perpendicular to the center of rotation (O)). The following edge horizontal grooves (5) incorporate groove recesses (5a) of a prescribed depth in the blade perimeter surface (4c), and groove communicating parts (5b), which are formed on the terminus of the blade following edge (4b), and which connect to the groove recesses (5a). The following edge horizontal grooves (5) are formed so as to be within the range of a distance (H1) upward from a main shroud (2) and within the range of a distance (H2) downward from a shroud (3).

(57) 要約: 室内機 100 が搭載するターボファン 1 を形成する羽根 4 は、羽根 4 の羽根外周面 4 c で羽根後縁部 4 b の近くに、水平方向 (回転中心 O に垂直な面内) で羽根後縁部 4 b に到達する所定長さ L2 の後縁水平溝 5 が複数形成されている。後縁水平溝 5 は羽根外周面 4 c における所定深さの溝凹部 5 a と、溝凹部 5 a に連続して羽根後縁部 4 b の終端に形成された溝連通部 5 b とが合体したものである。後縁水平溝 5 は主板 2 から上方に距離 H1 の範囲と、

シュラウド 3 から下方に距離 H2 の範囲とに形成されている。



GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,
NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR,
NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

ターボファン及びこれを装備した空気調和機の室内機

技術分野

- [0001] 本発明はターボファン及びこれを装備した空気調和機の室内機、特に、除加湿ないし冷暖房された空気を送り出すターボファンと、該ターボファンを装備した空気調和機の室内機に関する。

背景技術

- [0002] 従来、天井埋込型の空気調和機の室内機に搭載される送風ファンは、ファンの羽根が3次元形状に形成されたターボファンが広く採用されている。すなわち、ターボファンは内周部において吸引した空気を、外周に向かって吹き出すものであって、円盤状の主板と、該主板に対向して配置された円環状のシュラウドと、主板とシュラウドとに両端が接続された複数枚の羽根（翼）とから、形成されている。そして、静音化（低騒音化）の要請に応える幾つかの発明が開示されている。

- [0003] 例えば、羽根の羽根後縁部が羽根長方向に交互に折曲しながら羽根幅方向に延びる「ノコ歯形状」としたものが開示されている（例えば、特許文献1参照）。

また、羽根後縁部の回転方向面（正圧面）に、回転軸に垂直な向きで平行に所定間隔を空けて配列された複数の「リブ」が設けられたものが開示されている（例えば、特許文献2参照）。

さらに、羽根の加圧面側の全面または一部に羽根車回転軸に配列した「リブレット」を設けたものが開示されている（例えば、特許文献3参照）。

先行技術文献

特許文献

- [0004] 特許文献1：特許第3092554号公報（第4—5頁、第1図）
特許文献2：特開平9—126190号公報（第3頁、第1図）

特許文献3：特許第2669448号公報（第3—4頁、第1図）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献1に開示されたターボファンは、羽根後縁部が「ノコ歯形状」に切り欠かれているため、羽根の弦長が長い部分と短い部分とが交互に存在し、ノコ歯部の弦長が短い部分に流れが集中する。このため、実質的にノコ歯形状の切欠き部が無い羽根に比べて、羽根面積が縮小し、送風効率が悪化する。その結果、必要風量を送風するためにファン回転数を増加する必要性が生じ、空気流れと羽根の壁面との摩擦が増加するため、空気流れの乱れによって、騒音が発生する（悪化する）という問題があった。

[0006] また、特許文献2に開示されたターボファンは、羽根後縁部の回転方向側の面（正圧面）に回転軸に垂直な向きで平行に所定間隔を空けて配列された複数の「リブ」が設けられている。このため、羽根正圧面の流れが、リブに衝突したり、リブを乗り越えたりして、大きく剥離し、放出渦が大きくなり、騒音が発生する（悪化する）という問題があった。

[0007] さらに、特許文献3に開示されたターボファンは、羽根の回転方向側の面（正圧面）の全体または一部に回転軸に直交する細かい溝状の「リブレット」が形成されている。このため、羽根正圧面の表面ではリブレットに沿い空気は流れるが、羽根の外周側の先端である羽根後縁部の位置では、羽根正圧面と羽根負圧面とが一致しているため（それぞれが羽根の後縁を形成しているため）、羽根正圧面からの流れと羽根負圧面からの流れとの速度差によってせん断乱れが発生する。このため、大きな放出渦が発生し、騒音が発生する（悪化する）という問題があった。

一方、羽根正圧面の全面にリブレットを設けた場合、羽根の前縁部でシュラウドに近い範囲では、吸い込まれた空気がリブレットに沿って流れないため、当該部において剥離を生じ、騒音が発生する（悪化する）という問題があった。

[0008] この発明は、上記のような問題を解決するためになされたものであって、

羽根の面積を確保すると共に、騒音の発生を抑えることができるターボファン、及び該ターボファンを搭載した空気調和機の室内機を得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] この発明に係るターボファンは、回転中心を含む所定範囲に形成された突出するボスを具備する円盤状の主板と、該主板に対向して配置された円環状のシュラウドと、両端がそれぞれ前記主板と前記シュラウドとに接合された複数枚の羽根と、を有するものであって、

前記羽根の羽根後縁は、前記円盤の外周と前記シュラウドの外周とによって形成される仮想円筒上に位置し、前記羽根の羽根前縁は、前記羽根後縁よりも前記回転中心に近い位置にあり、且つ、前記羽根後縁と前記羽根前縁とを結ぶ仮想線は、前記回転中心からの放射線に対して傾斜し、

前記回転中心から遠い方の面である羽根外周面には、前記羽根後縁に到達する所定長さの後縁水平溝が複数形成され、

該後縁水平溝は、前記回転中心に垂直であって、前記回転中心に近い方の面である羽根内周面に前記羽根後縁の端において連通することを特徴とする。

発明の効果

[0010] 本発明に係るターボファンは、羽根正圧面である羽根外周面の羽根後縁部において、回転中心直交する所定長さの後縁水平溝が複数形成され、該後縁水平溝が羽根負圧面である羽根内周面に連通しているため、以下の効果が得られる。

(あ) 羽根正圧面の羽根後縁部から羽根後縁端へ至る空気流れは、一部が前記複数の後縁水平溝に流入し、残りは羽根後縁部表面（後縁水平溝同士の間）を流れて羽根後縁の端に至る。そのため、後縁水平溝を形成しても、羽根面積の縮小は僅かであって、送風効率を悪化するような影響は抑制される。

(い) また、後縁水平溝に空気流れが流入することによって、羽根正圧面

における境界層の発達が抑制される。

(う) さらに、羽根車の内周側から外周側へ向け(風上から風下に向かって)徐々に境界層が発達している羽根負圧面側に、羽根正圧面側の空気流れの一部が、溝連通部を経由して供給されるため、羽根負圧面における空気流れの剥離が防止されると共に、羽根負圧面と羽根正圧面との風速差によるせん断乱れが抑制される。

(え) したがって、放出渦が縮小され、縮小された放出渦が拡散することによって、ターボファンの低騒音化を図ることができる。

(お) 一方、ターボファンの吹出下流側に熱交換器が配設される場合には、熱交換器に、放出渦が抑制された状態で空気流れが流入することによって、熱交換器の低騒音化を図ることができる。

(か) さらに、ターボファンの周囲に矩形状の熱交換器が配設される場合には、羽根後縁端が熱交換器の隅部に近い位置(羽根後縁端が熱交換器から比較的遠い位置)においては、通風抵抗が比較的小さく、羽根後縁端が熱交換器の辺中央部に近い位置(羽根後縁端が熱交換器に比較的近い位置)においては、通風抵抗が比較的大きくなるため、通風抵抗の脈動現象が発生する。

しかしながら、通風抵抗が徐々に増加する(羽根後端縁が辺中央部に近づく)際、後縁水平溝に空気流れの一部が流入して、空気流れは整流されるから、空気流れの剥離が生じ難くなる。一方、通風抵抗が徐々に減少する(羽根後端縁が隅部に近づく)際、羽根表面に沿って空気流れが形成され、空気流れの剥離が生じ難くなる。したがって、通風抵抗の増減に対して、空気流れの剥離が生じ難くなるから、低騒音化を図ることができる。

(き) さらに、複数の後縁水平溝を形成することによって羽根の重量(羽根を形成する材料)を減らすことができ、軽量化を図ることができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の実施の形態1に係る空気調和機の室内機を示す縦断面図。

[図2]本発明の実施の形態1に係る空気調和機の室内機を示す水平断面図。

- [図3] 本発明の実施の形態 2 に係るターボファンを示す斜視図。
- [図4] 図 3 に示すターボファンを模式的に示す縦断面図および側面図。
- [図5] 図 3 に示すターボファンの羽根前縁部を拡大して示す側面図。
- [図6] 図 3 に示すターボファンの羽根を拡大して示す水平断面図。
- [図7] 図 3 に示すターボファンの羽根後縁部を拡大して示す側面図。
- [図8] 図 6 に示す後縁水平溝の形状と騒音効果との関係を示す特性図。
- [図9] 図 6 に示す後縁水平溝の形状と騒音効果との関係を示す特性図。
- [図10] 図 6 に示す後縁水平溝の変形例を模式的に示す側面図。
- [図11] 図 6 に示す後縁水平溝の変形例を模式的に示す縦断面図。

発明を実施するための形態

[0012] [実施の形態 1 : 空気調和機の室内機]

図 1 及び図 2 は本発明の実施の形態 1 に係る空気調和機の室内機を説明するものであって、図 1 は模式的に示す縦断面図、図 2 は模式的に示す水平断面図である。

なお、本実施の形態では天井埋込形の空気調和機を例に説明するが、本発明はこれに限定されるものではなく、ファン吸込側および吹出側にフィルタや熱交換器等の通風可能な圧損体を有するターボファンを搭載した空気調和機の室内機に広く適用できるものである。

- [0013] 図 1 において、空気調和機の室内機（以下、単に「室内機」と称す場合がある）100 は、部屋 17 の天井 18 に形成された凹部に収納されている。本体 10 は矩形状の天板 10a と天板 10a の周囲に立設された側板 10b とによって形成された筐体であって、天板 10a に対向する面が開口し、かかる開口した面に化粧パネル 11 が設置されている。

すなわち、室内機 100 は、天板 10a が上方で、化粧パネル 11 が下方になる姿勢で天井 18 に設置されている。このとき、化粧パネル 11 の下面は天井 18 の下面（部屋 17 側の面）から僅かに突出した状態で、部屋 17 に面している（露出している）。

- [0014] 化粧パネル 11 の中央付近には本体 10 への空気の吸込口である吸込グリ

ル 1 1 a と、吸込グリル 1 1 a を通過した後の空気に含まれた塵埃を除くフィルタ 1 2 と、化粧パネル 1 1 の各辺に沿って形成されたパネルファン吹出口 1 1 b を有している。また、各パネルファン吹出口 1 1 b には、それぞれ吹き出される空気の方向を変更するための風向ベーン 1 3 が設置されている。

[0015] 天板 1 0 a にはファンモータ 1 5 が設置され、ファンモータ 1 5 の回転軸にはターボファン 1 が固定されている。そして、吸込グリル 1 1 a からターボファン 1 に至る吸込風路を形成するベルマウス 1 4 が、フィルタ 1 2 とターボファン 1 とに挟まれるように設置されている。

さらに、ターボファン 1 の外周を取り囲んで、平面視で略四角形状に形成された熱交換器 1 6 が設置され、熱交換器 1 6 は、図示しない接続配管により室外機に接続されている。

[0016] このように構成された室内機 1 0 0 は、ターボファン 1 が回転すると、部屋 1 7 の空気が化粧パネル 1 1 の吸込グリル 1 1 a を通過して吸い込まれ、フィルタ 1 2 を通過する際に除塵されて本体吸込風路 1 0 c に設置されたベルマウス 1 4 に流入する。そして、ベルマウス 1 4 を通過した後、ターボファン 1 に略上方（ファンモータ 1 5 の回転軸に略平行）に吸込まれる。

その後、ターボファン 1 から熱交換器 1 6 へ向けて、略水平方向（ファンモータ 1 5 の回転軸に略垂直な方向）に空気が吹き出される。そして、熱交換器 1 6 において暖房または冷房の熱交換や除湿がされた空気（調和空気と同じ）は、本体吹出風路 1 0 d およびパネルファン吹出口 1 1 b を通過して、風向ベーン 1 3 により風向制御されながら部屋 1 7 に吹き出される。

なお、ターボファン 1 については実施の形態 2 において詳細に説明する。

[0017] [実施の形態 2：ターボファン]

図 3～図 11 は本発明の実施の形態 2 に係るターボファンを説明するものであって、図 3 は模式的に示す斜視図、図 4 は模式的に示す縦断面図および側面図、図 5 は一部（羽根前縁部）を拡大して示す側面図、図 6 は一部（羽根）を拡大して示す水平断面図、図 7 は一部（羽根後縁部）を拡大して示す

側面図、図 8 および図 9 は一部（後縁水平溝）の形状と騒音効果との関係を示す特性図、図 10 は一部（後縁水平溝）の変形例を模式的に示す側面図、図 11 は一部（後縁水平溝）の変形例を模式的に示す縦断面図である。

なお、各図において、同じ部分または相当する部分には同じ符号を付し、一部の説明を省略する。

また、図 3～図 7 および図 10 は、説明の便宜上、ターボファンは紙面の上方から下方に向かって空気を吸い込んで、紙面の略水平方向に吹き出す姿勢にしているから、図 1（実施の形態 1）に描かれた室内機 100 におけるターボファン 1 の姿勢とは上下が反転している。

[0018] 図 3 および図 4 において、ターボファン 1 は、中央が山状に突出した略円盤状の主板 2 と、主板 2 に対向して配置された略円環状のシュラウド 3 と、主板 2 とシュラウド 3 とに接合された複数枚の羽根 4 と、を有している。

このとき、シュラウド 3 は略朝顔状（断面略円弧状の円環）であって、中央開口部がファン吸込口 1a を形成し、吸込導風壁を形成している。

また、主板 2 中央の突出部の頂上には、ファンモータ 15 の回転軸が固定される固定部であるボス 2a が、一体的に形成されている。以下、当該回転軸の中心を「回転中心 O（オー）」と称す。

[0019] また、羽根 4 は、その肉厚 T（回転軸と直交する水平断面における、羽根外周面（羽根正圧面）と羽根内周面（羽根負圧面）との距離）が、高さ方向において主板 2 から離れてシュラウド 3 に近づく程、薄くなる先細りであり、内部に空洞を有する中空構造である。かかる空洞は、主板 2 に形成された開口部に連通し、主板 2 の下面（羽根車の外方）に開口している。

そして、近接した一对の羽根 4 とシュラウド 3 と主板 2 とによって囲まれた範囲が、空気流れの流路となり、その外周側の端が吹出口 1b になっている。

[0020] （羽根前縁部）

図 5～図 7 において、羽根 4 の羽根前縁部 4a は、羽根外周面（羽根正圧面に同じ）4c の主板 2 に近い範囲が主板 2 に略直立し、羽根外周面 4c の

シュラウド3に近い範囲が、シュラウド3に近づく程、回転中心Oから徐々に離れ（上になる程、径方向の外方へ近づくように反って）、羽根内周面（羽根負圧面に同じ）4 dが、主板2からシュラウド3に至る高さ方向の全範囲において、全体径方向外方へ羽根外周面4 cよりも大きく反っている（湾曲している）。

[0021] ここで、羽根前縁部4 aの羽根内周面（羽根負圧面に同じ）4 d側を「羽根前縁端4 a 1」として、羽根前縁端4 a 1の高さ方向における肉厚中心を結ぶ線を「垂直そり線Q 1」とする。

そして、垂直そり線Q 1を含む平面において、垂直そり線Q 1と回転中心O（当該平面に仮定した回転中心Oと平行な平行線O'に同じ）とがなす角度を「羽根前縁端4 a 1での湾曲角度 α 1」とする。

[0022] また、羽根4とシュラウド3の内周側の接合部（羽根4がシュラウド3から離れる点）を「羽根シュラウド側結合部4 g」とし、羽根シュラウド側結合部4 gを通過する断面について高さ方向における肉厚中心を結ぶ線を「垂直そり線Q 2（図示しない）」とする。

そして、垂直そり線Q 2を含む平面において、垂直そり線Q 2と回転中心O（当該平面に仮定した回転中心Oと平行な平行線O'に同じ）とがなす角度を「羽根シュラウド側結合部4 gでの湾曲角度 α 2」とする。

そうすると、「羽根シュラウド側結合部4 gにおける湾曲角度 α 2」は「羽根前縁端4 a 1における湾曲角度 α 1」よりも小さくなり、湾曲角度 α は、羽根車の中心（回転中心O）に近づく程、徐々に大きくなり、中心に近づく程、羽根シュラウド側前縁部4 a 2がターボファン1の外方（回転中心Oから遠ざかる方向）へ湾曲するように形成されている。

[0023] このように形成されたターボファン1において、羽根前縁端4 a 1（羽根外周面（羽根正圧面）4 cと羽根内周面（羽根負圧面）4 dとが繋がる端）は主板2から離れてシュラウド3に近づくにつれて羽根車の外方（回転中心Oから遠ざかる方向）へ湾曲する形状になっている。このため、吸込流れの誘引を促進し、入口衝突剥離が抑制される。すなわち、本体吸込風路10 c

における鉛直方向（回転中心Oに略平行）の空気流れをファン吹出口1bへ向けて滑らかに、しかも剥離せずに略水平方向（回転中心Oに略垂直）で径方向に変更することができる。その結果、低騒音なターボファン1が得られるから、ターボファン1を搭載した室内機100は静音であって快適性が向上している。

[0024] （羽根の断面形状）

次に、羽根4の断面形状について、以下を定義する。後縁部羽根4の主板2との接合部に近い水平断面（図4に示す切断位置Y-Yにおける断面に相当する）において、肉厚中心を結ぶ線を「水平そり線P1」とする。さらに、水平そり線P1と羽根前縁端4a1との交点を「羽根内周側前縁部の主板側端点4a11」とし、水平そり線P1と羽根後縁部4bとの交点を「羽根後縁部の主板側端点4b11」とする。そして、羽根内周側前縁部の主板側端点4a11と羽根後縁部の主板側端点4b11とを結ぶ直線を「主板側羽根弦線4e1」とする（図6参照）。

[0025] （羽根後縁部）

羽根4の羽根外周面4cには水平方向（回転中心Oに垂直な面内）で、羽根後縁部4bに到達する所定長さL2の後縁水平溝5が複数形成されている。後縁水平溝5は羽根後縁部4bの終端に溝連通部5bが形成され、羽根内周面4dに連通している。

したがって、後縁水平溝5は羽根外周面4cにおける所定深さの溝部（凹み部、以下、「溝凹部」と称す）5aと溝連通部5bとが合体したものである。そうすると、溝凹部5aの底は羽根内周面4dに近づくから、溝凹部5aにおいて羽根4の肉厚は薄い状態になっている（図6参照）。

[0026] ここで、以下の説明の便宜上、主板側羽根弦線4e1の長さを主板側羽根弦線Lとし、後縁水平溝5の長さをL2とし、羽根外周面4cにおける羽根内周側前縁部の主板側端点4a11から後縁水平溝5が始まるまでの距離（正確には、主板側羽根弦線4e1に平行な直線距離）をL1とすると、「 $L = L1 + L2$ 」の関係がある。また、溝連通部5bの長さをL3とする。

なお、図6は高さ方向で主板2に最も近い後縁水平溝5を示しているが、主板2から高さ方向で離れた位置にも同様に、後縁水平溝5は互いに平行に複数形成されている（図4、7参照）。

[0027] すなわち、羽根後縁部4bにおける主板2とシュラウド3との距離を羽根後縁高さ（以下、「ファン吹出高さ」と称す）Hとすると、羽根後縁部4bの主板2から上方に距離H1の範囲と、羽根後縁部4bのシュラウド3から下方に距離H2の範囲とに後縁水平溝5が形成されている。

なお、シュラウド3側の後縁水平溝5の設置範囲である距離H2は、ファン吹出高さHの半分以下（0～50%）とすることで、下記効果が得られる。

そして、そうすると、

このとき、以下の説明の便宜上、後縁水平溝5の高さ（溝凹部5aの高さ方向の幅に同じ）を溝幅D1とし、溝凹部5aと溝凹部5aとの間である溝間表面部6の高さ方向の幅を溝間隔D2とする。

そして、それぞれの高さ方向の位置における水平面について、羽根外周面4cと羽根内周面4dとが繋がる回転中心Oに近い方の縁を「羽根前縁端4a1」として、回転中心Oから遠い方の縁「羽根後縁端4b1」として、これを結ぶ直線を「羽根弦線4e」とする。そして、高さ方向の位置に形成された後縁水平溝5についても、「羽根弦線4eの長さを「L」と読み替える（実際は、高さ方向の位置に応じて、羽根弦線4eの長さは必ずしも一定でない）。

[0028] 以上のように、ターボファン1の羽根後縁部4bに形成された複数の後縁水平溝5は、羽根外周面（羽根正圧面）4cに形成された水平方向に伸びる溝凹部5aと、羽根後縁部4bの端点において、羽根外周面（羽根正圧面）4cと羽根内周面（羽根負圧面）4dとを連通する溝連通部5bと、を有している。

したがって、従来のノコ歯形状（特許文献1参照）のように羽根面積が減少せず、溝凹部5aに空気流れが流入することによって増速し整流される。

また、溝連通部 5 b において羽根正圧側と羽根負圧側とが連通しているため、通風抵抗の増減に対し流れが拡散するから、空気流れの剥離が発生し難くなり、低騒音化が可能になっている。

[0029] すなわち、羽根外周面 4 c において羽根表面の流れは羽根外周面 4 c の羽根後縁部 4 b 側に形成された溝凹部 5 a に誘引され、空気流れの剥離が抑制される。このとき、溝凹部 5 a を通過した空気流れの速さと、溝凹部 5 a と溝凹部 5 a との間である溝間表面部 6（羽根外周面 4 c）に沿った空気流れの速さとの間に速度差があるため、溝凹部 5 a の後縁端部から外方に放出される空気流れ（後縁放出渦）と、羽根外周面 4 c の後縁端部から外方に放出される空気流れ（後縁放出渦）とが干渉して、互いに分解される。このため、強い乱れの渦が放出されないから、低騒音となる。

特に、ターボファン 1 のファン吸込口 1 a からシュラウド 3 の曲面を通過しファン吹出口 1 b へ向かう際、空気流れは曲りきれずにファン吹出口 1 b のシュラウド 3 側で剥離気味となった場合でも、後縁水平溝 5 によって整流されるから、剥離せず低騒音化を図ることができる。

[0030] さらに、図 7 に示すように羽根後縁部 4 b の主板 2 との接合位置である「羽根後縁部の主板側端点 4 b 1 1」が、羽根後縁部 4 b のシュラウド 3 との接合位置である「羽根後縁部のシュラウド側端点 4 b 1 2」よりの回転方向 A の進み側に位置している。

このため、空気流れはシュラウド 3 側へ一部誘引されファン吹出口 1 b の高さ方向で風速分布が均一傾向となるが、後縁水平溝 5 があることによって、径方向へも流れ易くなり、シュラウド 3 側への流れの偏流が抑制される。したがって、空気流れをさらに均一にすることが可能になり、通風抵抗の変化に影響され難くなり、さらに低騒音化を図ることができる。

その結果、さらに低騒音で外乱に対する騒音変化が小さいターボファン 1 及び室内機 100 が得られる。

[0031] （性能特性）

図 8 において、横軸は主板側羽根弦線 L に対する後縁水平溝 5 の長さ L 2

の割合 (L_2/L) であり、縦軸は後縁水平溝 5 が形成されないターボファンが発生する騒音に対する後縁水平溝 5 が形成されているターボファン 1 が発生する騒音の割合（以下、「騒音効果」と称す）である。

後縁水平溝 5 の長さ L_2 が長いと ($L_2 \geq 0.5 \times L$)、羽根外周面 4 c における静圧上昇が小さく送風効率が悪化し、必要風量を送風するためにファン回転数の上昇が必要となる。その結果、羽根壁面摩擦の増加から空気流れに乱れが生じ、騒音が発生する（悪化する）。

一方、後縁水平溝 5 の長さ L_2 が短いと ($L_2 \leq 0.1$)、溝凹部 5 a が短いため、前記効果（空気流れの整流や剥離防止）が小さい。

よって、後縁水平溝 5 の長さ L_2 は、羽根弦長 L の 10%～50% ($0.1 \times L \leq L_2 \leq 0.5 \times L$) となるように形成するのが好ましい。そうすれば、送風効率を悪化させずに、さらに低騒音なターボファン 1 及び室内機 100 が得られる。

[0032] 図 9 の (a) において、横軸は後縁水平溝 5 の溝間隔 D_2 に対する溝幅 D_1 の割合 (D_1/D_2) であり、縦軸は騒音効果である。

後縁水平溝 5 の溝幅 D_1 が溝間隔 D_2 より大きい場合 ($D_1/D_2 \geq 1.0$)、多量の空気流れが溝凹部 5 a に流れ込み、溝間表面部 6 の表面に沿った空気流れが減少する。このため、羽根外周面 4 c の表面の他の領域で不安定域ができてしまう。

一方、溝幅 D_1 が溝間隔 D_2 より小さい場合 ($D_1/D_2 \leq 0.2$)、後縁水平溝 5 に流れ込む空気流れが少な過ぎ、羽根後縁部 4 b における空気流れの拡散が不十分となり、後縁放出渦が大きくなって騒音が悪化してしまう。

そのため、溝幅 D_1 は、溝間隔 D_2 に対しては少なくとも「 $0.5 \times D_2 \leq D_1 \leq 1.0 \times D_2$ 」の関係であることが好ましい。そうすれば、低騒音なターボファン 1 及び室内機 100 が得られる。

[0033] 図 9 の (b) において、横軸はファン高さ H に対する溝幅 D_1 の割合 (D_1/H) であり、縦軸は騒音効果である。すなわち、割合 (D_1/H) が小

さ過ぎると後縁水平溝 5 に空気流れが入り込まないため、騒音効果は悪化する（プラスの高い値になっている）。反対に、割合（ $D1/H$ ）が大き過ぎると空気流れが過剰に流入するため、整流効果が無くなり騒音が発生する。そこで、溝幅 $D1$ とファン吹出高さ H との関係に最適範囲が存在する。したがって、図 9 の（b）に示すように、割合（ $D1/H$ ）を「2～5%」にすることが好ましい。

[0034] （後縁水平溝の変形例）

図 10 において、溝間表面部 6 が、羽根外周面 4 c に連続した面である溝間連続面 6 a と、羽根後縁部 4 b の端に近い所定範囲において外周側に突出した溝間凸部 6 b とを有している。そして、所定高さの位置に形成された溝間表面部 6 の溝間凸部 6 b の長さ $L4$ は、上下方向で隣接する溝間表面部 6 の溝間凸部 6 b の長さ $L4$ と相違している。すなわち、溝間凸部 6 b の始まる位置が側面視において、出入りしている。

このため、羽根後縁部 4 b において、後縁水平溝 5 と溝間凸部 6 b との間の速度差によって空気流れが拡散されると共に、隣合う溝間凸部 6 b においても空気流れに速度差が生じるから、空気流れが拡散され、後縁放出渦同士の相互作用によって後縁放出渦が解消される。よって、さらに低騒音化を図ることができる。

[0035] 図 11 の（a）において、後縁水平溝 5 の溝凹部 5 a の肉厚が、羽根 4 の中央部（空洞を有している）の肉厚と略同じになっている。このため、溝凹部 5 a の深さ（凹み量）が羽根後縁部 4 b に近づく程、浅く（少なく）なっている。

図 11 の（b）において、後縁水平溝 5 の溝凹部 5 a の深さ（凹み量）が略一定になっている。このため、溝凹部 5 a の肉厚が羽根後縁部 4 b に近づく程、薄く（少なく）なっている。

図 11 の（c）において、溝連通部 5 b に到達する溝状の凹部（以下、「負圧側溝凹部」と称す）5 c が、羽根内周面 4 d に形成されている。したがって、羽根内周面 4 d に形成された溝凹部 5 a と協働して、前記作用効果が

助長される。

産業上の利用可能性

[0036] 本発明によれば、送風効率が確保され、しかも騒音の発生を抑えることができるから、各種形態のターボファン、及び該ターボファンを搭載した、各種形態（天井埋込型に限定されない）の空気調和機の室内機として広く利用することができる。

符号の説明

[0037] 1：ターボファン、1 a：ファン吸込口、1 b：ファン吹出口、2：主板、2 a：ボス、3：シュラウド、4：羽根、4 a：羽根前縁部、4 a 1：羽根前縁端、4 a 1 1：主板側端点、4 a 2：羽根シュラウド側前縁部、4 b：羽根後縁部、4 b 1：羽根後縁端、4 b 1 1：主板側端点、4 b 1 2：シュラウド側端点、4 c：羽根外周面、4 d：羽根内周面、4 e：羽根弦線、4 e 1：主板側羽根弦線、4 g：羽根シュラウド側結合部、5：後縁水平溝、5 a：溝凹部、5 b：溝連通部、5 c：負圧側溝凹部、6：溝間表面部、6 a：溝間連続面、6 b：溝間凸部、1 0：本体、1 0 a：天板、1 0 b：側板、1 0 c：本体吸込風路、1 0 d：本体吹出風路、1 1：化粧パネル、1 1 a：吸込グリル、1 1 b：パネルファン吹出口、1 2：フィルタ、1 3：風向ベーン、1 4：ベルマウス、1 5：ファンモータ、1 6：熱交換器、1 7：部屋、1 8：天井、1 0 0：室内機、 α 1：羽根前縁端での湾曲角度、 α 2：羽根シュラウド側結合部での湾曲角度、A：回転方向、D 1：溝幅、D 2：溝間隔、H：羽根後縁高さ、H 1：距離（後縁水平溝が形成される主板寄りの範囲）、H 2：距離（後縁水平溝が形成されるシュラウド寄りの範囲）、L：主板側羽根弦線（羽根弦長）、L 1：羽根弦長から後縁水平溝の長さを除いた長さ、L 2：後縁水平溝の長さ、L 3：溝連通部の長さ、L 4：溝間凸部の長さ、O：回転中心、P 1：水平そり線、Q 1：垂直そり線、T：肉厚、Y-Y：切断位置。

請求の範囲

- [請求項1] 回転中心を含む所定範囲に形成された突出するボスを具備する円盤状の主板と、該主板に対向して配置された円環状のシュラウドと、両端がそれぞれ前記主板と前記シュラウドとに接合された複数枚の羽根と、を有するターボファンであって、
- 前記羽根の羽根後縁は、前記円盤の外周と前記シュラウドの外周とによって形成される仮想円筒上に位置し、前記羽根の羽根前縁は、前記羽根後縁よりも前記回転中心に近い位置にあり、且つ、前記羽根後縁と前記羽根前縁とを結ぶ仮想線は、前記回転中心からの放射線に対して傾斜し、
- 前記回転中心から遠い方の面である羽根外周面には、前記羽根後縁に到達する所定長さの後縁水平溝が複数形成され、
- 該後縁水平溝は、前記回転中心に垂直であって、前記回転中心に近い方の面である羽根内周面に前記羽根後縁の端において連通することを特徴とするターボファン。
- [請求項2] 前記羽根の羽根前縁の端と羽根後縁の端との直線距離（ L ）に対し、前記後縁水平溝の長さ（ L_2 ）が、 $10 \sim 50\%$ （ $0.1 \times L \leq L_2 \leq 0.5 \times L$ ）であることを特徴とする請求項1記載のターボファン。
- [請求項3] 前記後縁水平溝の前記回転軸に平行な幅である溝幅（ D_1 ）は、前記後縁水平溝同士の前記回転軸に平行な間隔である溝間隔（ D_2 ）に対して $50 \sim 100\%$ （ $0.5 \times D_2 \leq D_1 \leq 1.0 \times D_2$ ）であることを特徴とする請求項1又は2記載のターボファン。
- [請求項4] 前記溝幅（ D_1 ）は、前記羽根後縁部における前記主板と前記シュラウドとの前記回転軸に平行な距離であるファン吹出高さ（ H ）に対し、 $2 \sim 5\%$ （ $0.02 \times H \leq D_1 \leq 0.05 \times H$ ）であることを特徴とする請求項1乃至3の何れかに記載のターボファン。
- [請求項5] 前記後縁水平溝は、前記主板と前記シュラウドとの中央よりも前記

シュラウド寄りの範囲に、形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れかに記載のターボファン。

[請求項6] 前記後縁水平溝に挟まれた前記羽根外周面である溝間表面部が、前記羽根外周面に連続した面である溝間連続面と、前記羽根後縁部に近い所定範囲において外周側に突出した溝間凸部とを有し、

前記溝間表面部に形成された溝間凸部の長さと、これに隣接する前記溝間表面部に形成された溝間凸部の長さが、相違することを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れかに記載のターボファン。

[請求項7] 一方の面に開口部を具備する筐体と、

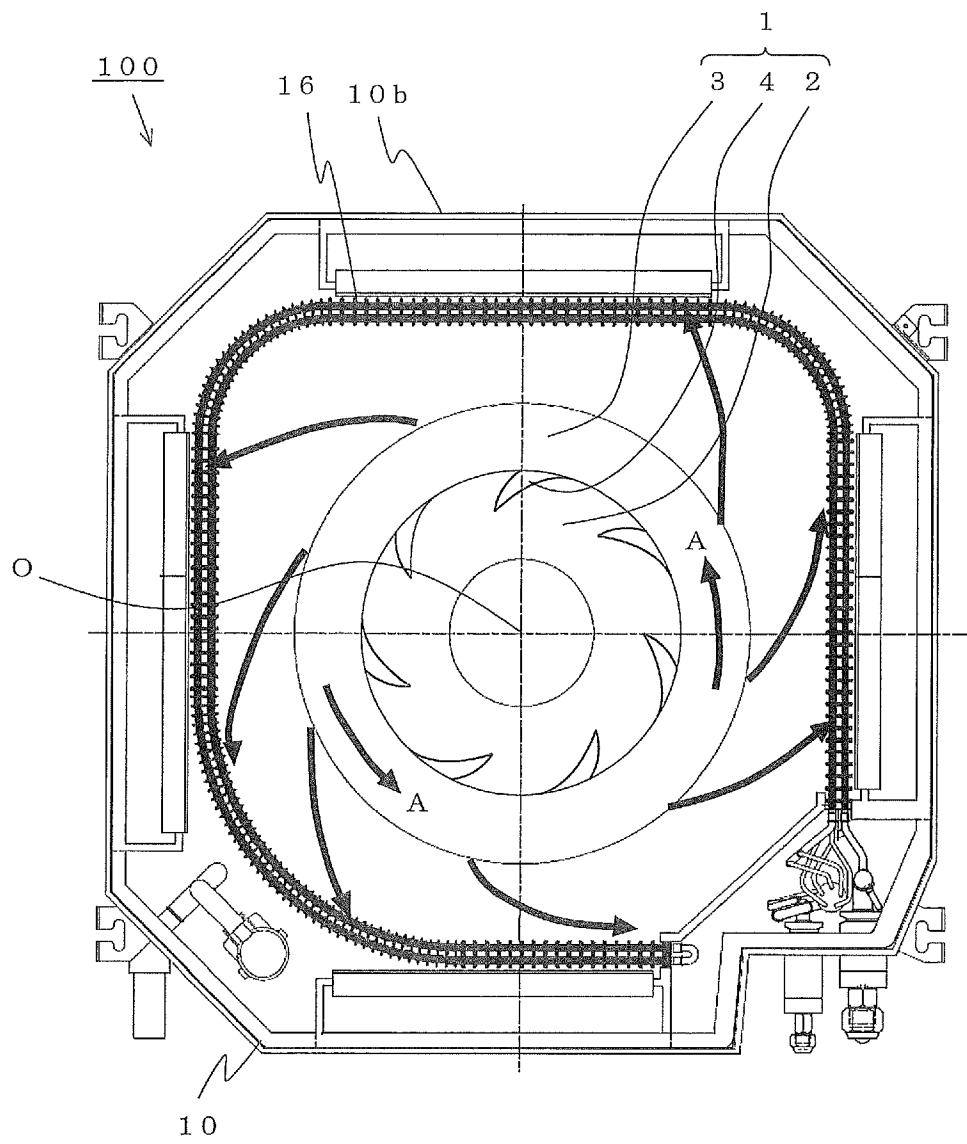
該筐体の内部に設置された請求項 1 乃至 6 の何れかに記載のターボファンと、

該ターボファンを包囲する熱交換器と、を有し、

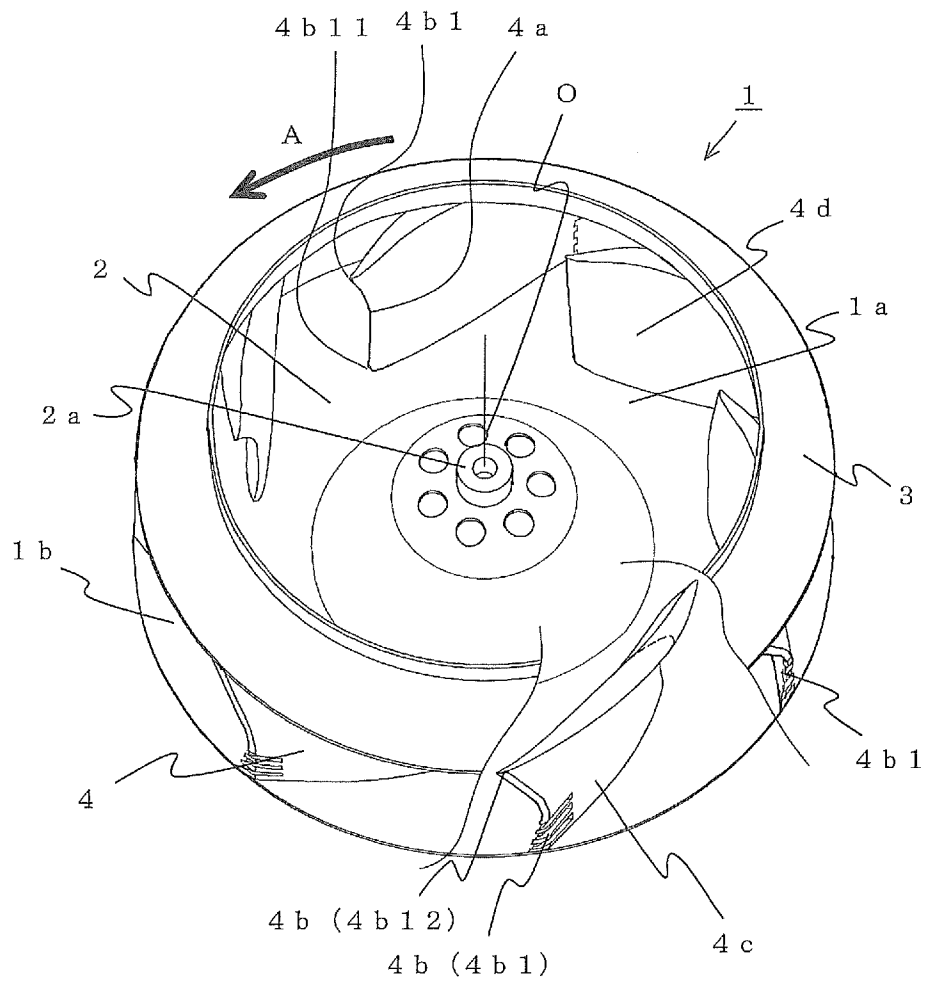
前記開口部の略中央部から前記ターボファンに至る吸込風路と、

前記ターボファンから前記熱交換器を通過して前記開口部の周辺部に至る吹出風路とが形成されることを特徴とする空気調和機の室内機。

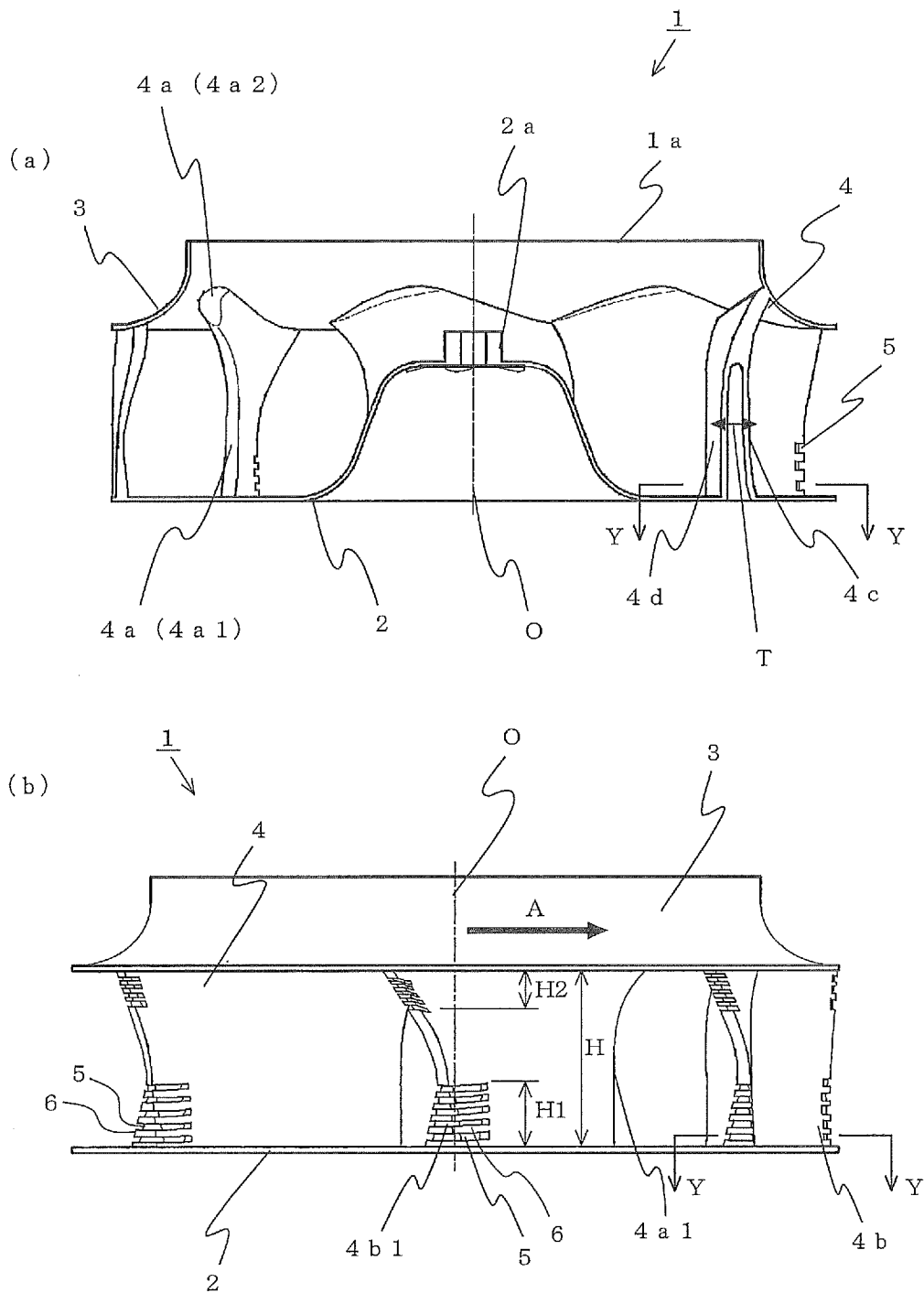
[図2]



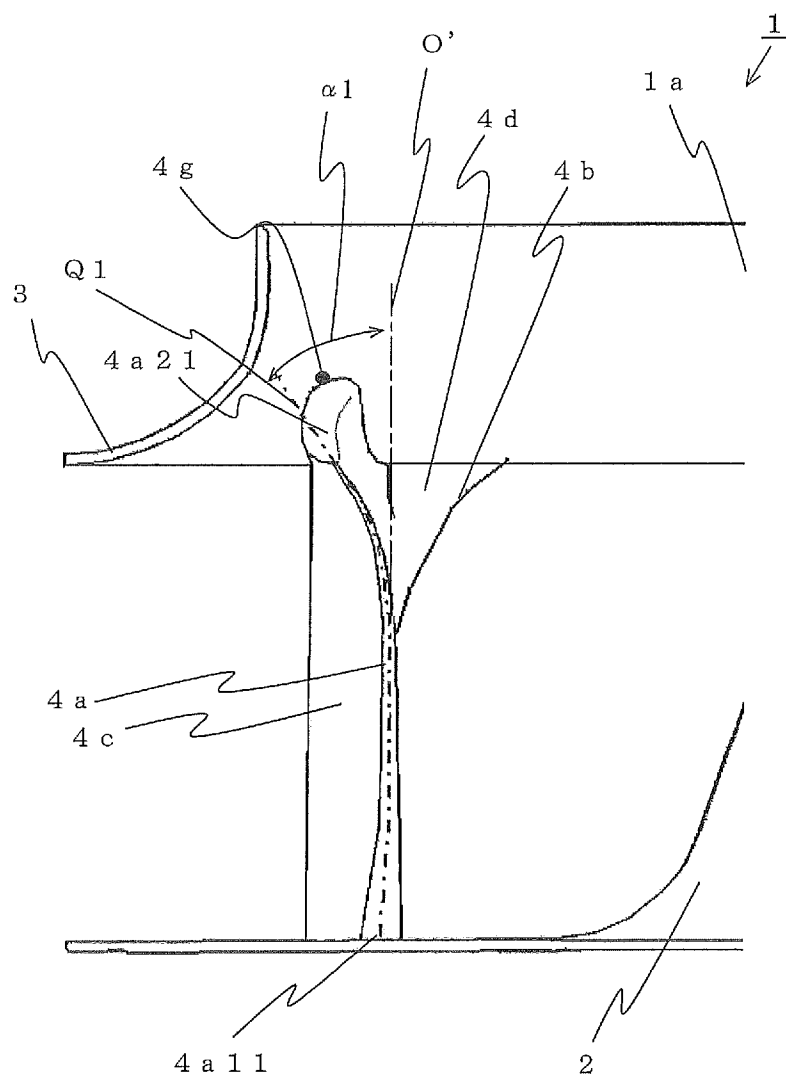
[図3]



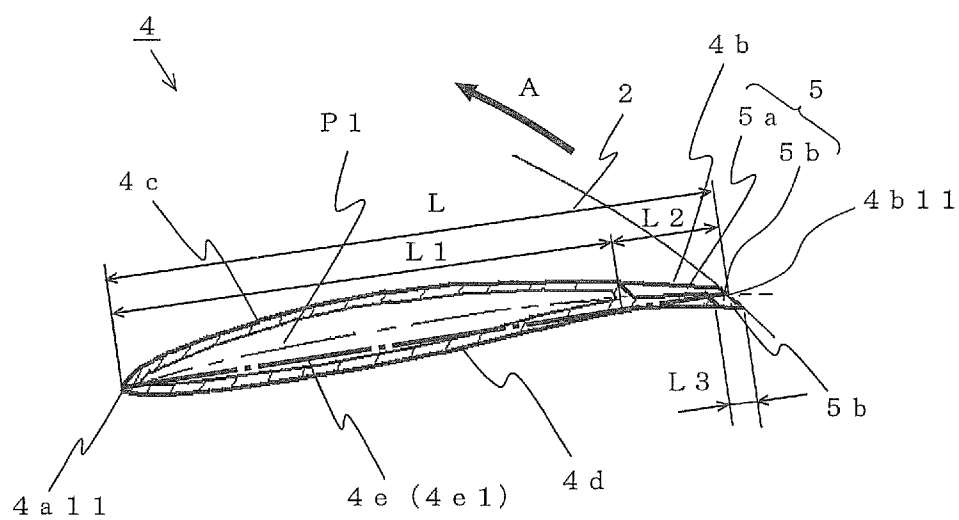
[図4]



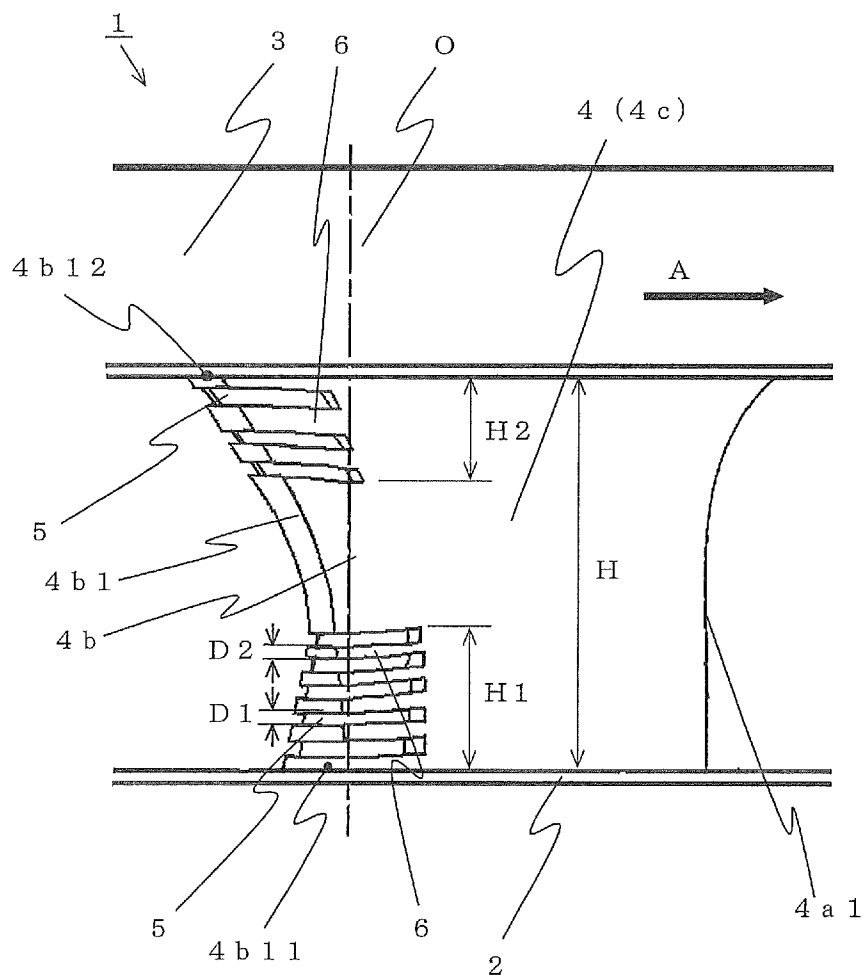
[図5]



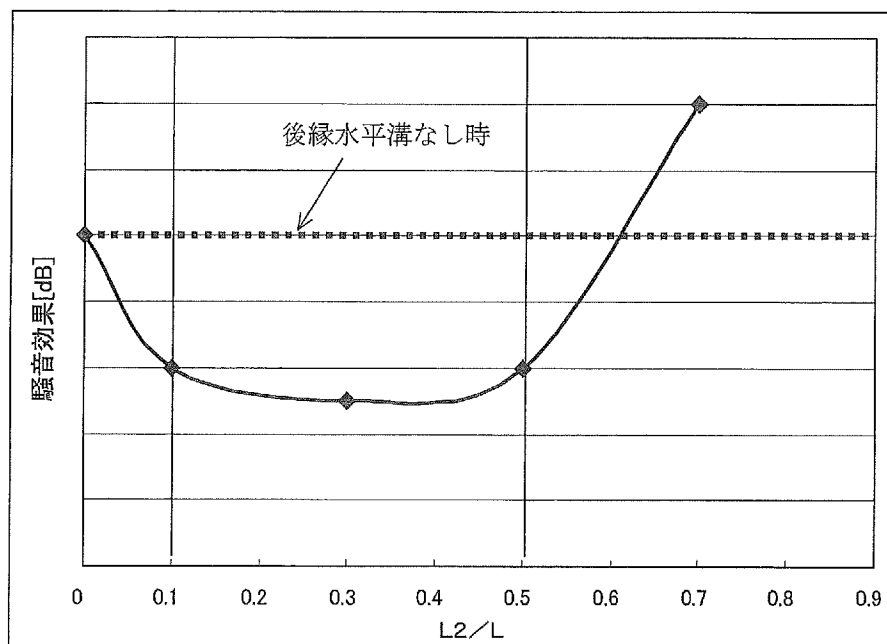
[図6]



[図7]

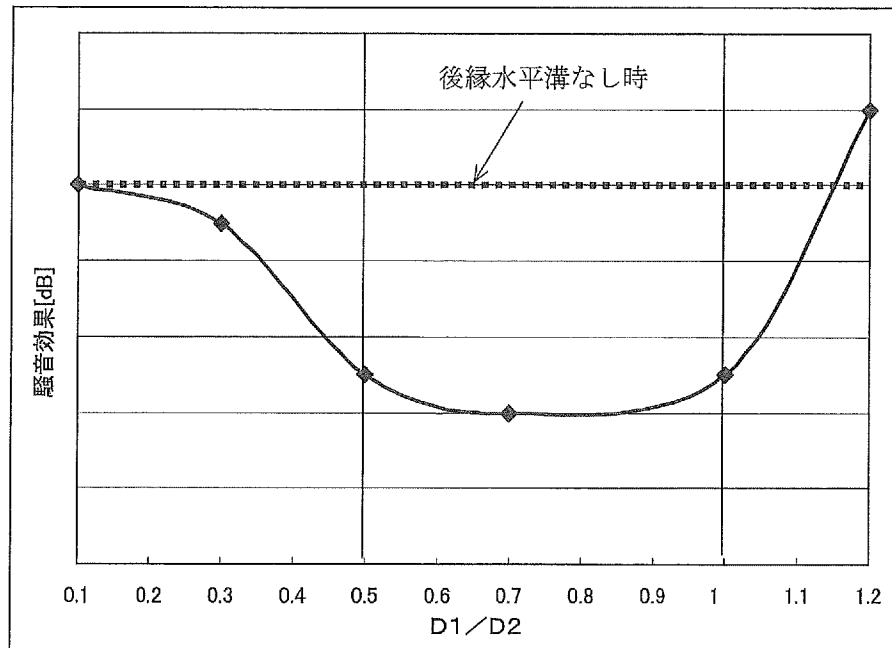


[図8]

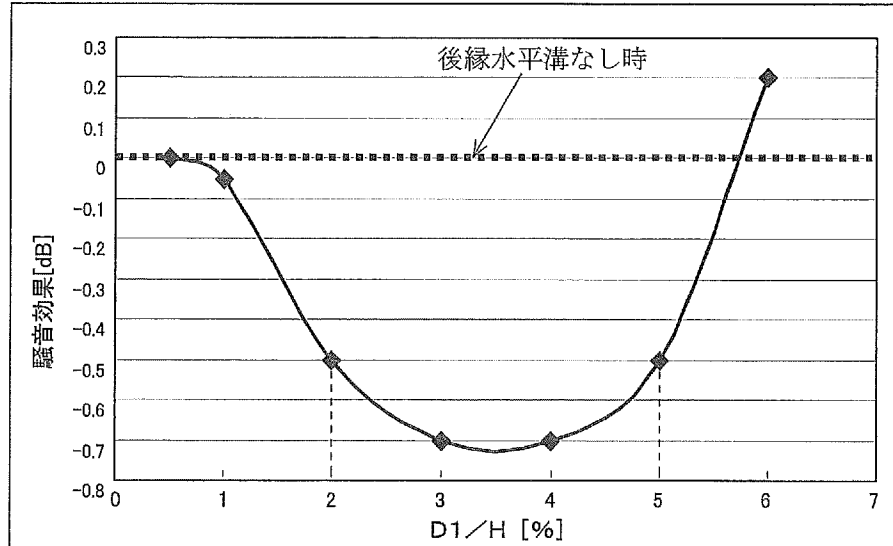


[図9]

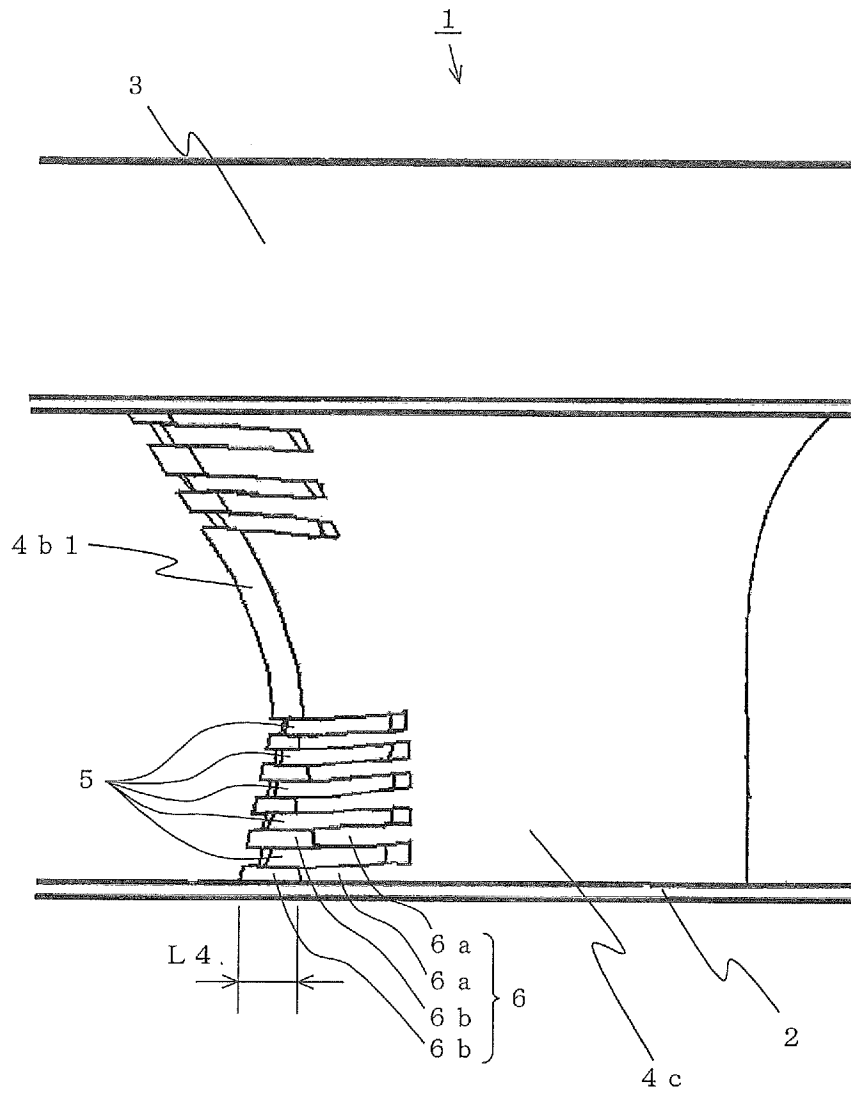
(a)



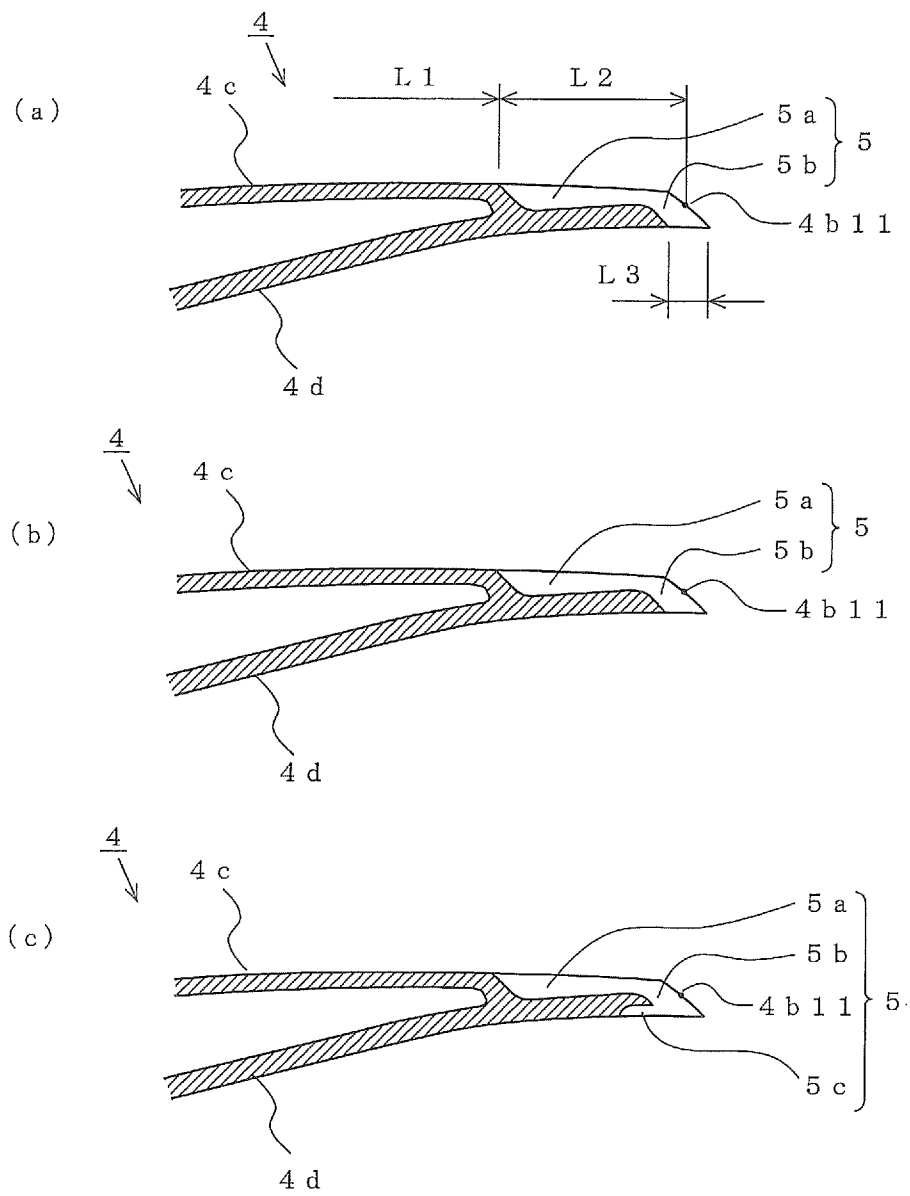
(b)



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/001718

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F04D29/30 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F04D29/30

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-292053 A (Daikin Industries, Ltd.), 08 November 2007 (08.11.2007), paragraphs [0002], [0086] to [0088]; fig. 13 to 15 & US 2009/0028719 A1 & EP 2003340 A2 & WO 2007/114090 A1 & KR 10-2008-0104169 A & CN 101405506 A & AU 2007233449 B	1-7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
07 June, 2011 (07.06.11)

Date of mailing of the international search report
21 June, 2011 (21.06.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. F04D29/30(2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. F04D29/30			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1 - 2 0 1 1 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 1 1 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 1 1 年			
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示		関連する 請求項の番号
A	JP 2007-292053 A（ダイキン工業株式会社） 2007.11.08, 【0002】 , 【0086】 - 【0088】 , 図 13-15 & US 2009/0028719 A1 & EP 2003340 A2 & WO 2007/114090 A1 & KR 10-2008-0104169 A & CN 101405506 A & AU 2007233449 B		1-7
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 0 7 . 0 6 . 2 0 1 1		国際調査報告の発送日 2 1 . 0 6 . 2 0 1 1	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官（権限のある職員） 笹木 俊男 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 8	3 0 3 7 5 0