

(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  
2018年7月5日(05.07.2018)



(10) 国際公開番号

**WO 2018/124257 A1**

(51) 国際特許分類:  
**F04D 29/38** (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/047151

(22) 国際出願日: 2017年12月28日(28.12.2017)

(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 2016-256218 2016年12月28日(28.12.2016) JP

(71) 出願人: ダイキン工業株式会社 (DAIKIN INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5308323 大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号 梅田センタービル Osaka (JP).

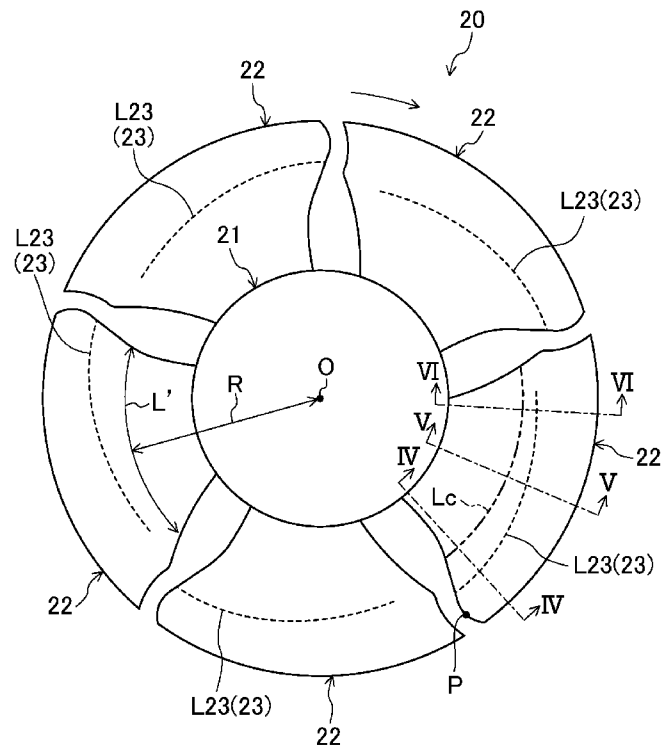
(72) 発明者: 岩田 透 (IWATA Tooru); 〒5308323 大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号 梅田センタービル ダイキン工業株式会社内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人前田特許事務所 (MAEDA & PARTNERS); 〒5300004 大阪府大阪市北区堂島浜1丁目2番1号 新ダイビル23階 Osaka (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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,

(54) Title: AXIAL FLOW FAN AND BLOWER UNIT

(54) 発明の名称: 軸流ファンおよび送風ユニット



(57) **Abstract:** Rotor blades (22) are each provided with a bulging section (23) bulging from a pressure surface side to a negative pressure surface side of the rotor blade (22). In a radial direction cross-section of a rotor blade (22), the bulging section (23) bulges more to the negative pressure surface side of the rotor blade (22) than a virtual line (Li) connecting the inner peripheral edge and the outer peripheral edge of the rotor blade (22), and extends from the front edge to the back edge of the rotor blade (22) such that a ridge line (L23) thereof is positioned further outward in the radial direction



KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,  
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,  
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,  
QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

than a virtual arc (Lc) passing through the center between the inner peripheral edge and the outer peripheral edge of the rotor blade (22) in a plan view.

(57) 要約：動翼（22）には、動翼（22）の圧力面側から負圧面側へ膨出する膨出部（23）が設けられている。膨出部（23）は、動翼（22）の径方向断面において動翼（22）の内周縁と外周縁とを結ぶ仮想線（Li）よりも動翼（22）の負圧面側に膨出し、その稜線（L23）が平面視において動翼（22）の内周縁と外周縁との中央を通過する仮想円弧（Lc）よりも径方向外方に位置するように動翼（22）の前縁から後縁へ向けて延びている。

## 明 細 書

発明の名称：軸流ファンおよび送風ユニット

### 技術分野

[0001] この開示は、軸流ファンおよび送風ユニットに関する。

### 背景技術

[0002] 従来、種々の技術分野において、軸方向に送風する軸流ファンが利用されている。例えば、特許文献1には、円筒状のハブ（動翼ハブ）に複数枚の薄翼の翼（動翼）を設けてなるプロペラファンが開示されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開2006-291735号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、特許文献1のプロペラファン（軸流ファン）では、翼端渦の生成を促進させることで騒音の低減を図っている。しかしながら、軸流ファンにおいて翼端渦の生成が促進されると、翼端渦により消費されるエネルギーが増加してしまう。そのため、軸流ファンの送風効率を向上させることが困難である。

[0005] そこで、この開示は、軸流ファンにおいて翼端渦の生成を阻害することで軸流ファンの送風効率を向上させることを可能とすることを目的とする。

#### 課題を解決するための手段

[0006] この開示の第1の態様は、回転軸線（0）の軸方向に送風する軸流ファンであって、上記回転軸線（0）を中心として回転駆動される動翼ハブ（21）と、上記動翼ハブ（21）の外周に設けられる動翼（22）とを備え、上記動翼（22）には、該動翼（22）の圧力面側から負圧面側へ膨出する膨出部（23）が設けられ、上記膨出部（23）は、上記動翼（22）の径方向断面において該動翼（22）の内周縁と外周縁とを結ぶ仮想線（Li）よりも該動翼（22）の負圧面

側に膨出し、その稜線（L23）が平面視において該動翼（22）の内周縁と外周縁との中央を通過する仮想円弧（Lc）よりも径方向外方に位置するように該動翼（22）の前縁から後縁へ向けて延びていることを特徴とする軸流ファンである。

[0007] 上記第1の態様では、動翼（22）の外周側（仮想円弧（Lc）よりも径方向外方に位置する部分）に膨出部（23）が設けられている。なお、膨出部（23）では、膨出部（23）の負圧面側における圧力が上昇する一方で膨出部（23）の圧力面側における圧力が低下する傾向にある。したがって、動翼（22）の外周側に膨出部（23）を設けることにより、動翼（22）の外周側における軸流ファンの仕事量を減少させることができる。これにより、動翼（22）の外周縁の近傍における圧力面側と負圧面側との圧力差を低減することができるので、動翼（22）の外周縁の近傍における翼端渦の生成を阻害することができる。

[0008] この開示の第2の態様は、上記第1の態様において、前記膨出部（23）は、その膨出高さ（H）が上記動翼（22）の前縁から後縁へ向かうに連れて次第に低くなるように形成されていることを特徴とする軸流ファンである。

[0009] 上記第2の態様では、動翼（22）の前縁から後縁へ向かうに連れて、動翼（22）の圧力面側と負圧面側との圧力差が次第に小さくなる傾向にある。また、膨出部（23）の膨出高さ（H）が低くなるに連れて、膨出部（23）の負圧面側における圧力の上昇量および膨出部（23）の圧力面側における圧力の低下量が少なくなる（すなわち軸流ファンの仕事量の減少量が少なくなる）傾向にある。したがって、動翼（22）の前縁から後縁へ向かうに連れて膨出高さ（H）が次第に低くなるように膨出部（23）を形成することにより、動翼（22）の外周側における軸流ファンの仕事量を効果的に減少させることができる。これにより、動翼（22）の外周縁の近傍における翼端渦の生成を効果的に阻害することができる。

[0010] この開示の第3の態様は、上記第1または第2の態様において、上記動翼（22）は、その前縁が平面視において回転方向前方に凸となるように湾曲し

、該前縁の平面視における頂点（P）が該動翼（22）の外周縁よりも径方向内方に位置し且つ上記膨出部（23）の稜線（L23）よりも径方向外方に位置するように形成されていることを特徴とする軸流ファンである。

[0011] 上記第3の態様では、動翼（22）の前縁の平面視における頂点（P）が動翼（22）の外周縁に位置するように動翼（22）が形成されている場合よりも、動翼（22）の外周縁部における軸流ファンの仕事量を減少させることができる。これにより、動翼（22）の外周縁の近傍における翼端渦の生成を阻害することができるので、翼端渦の生成により消費されるエネルギーを低減することができる。

[0012] この開示の第4の態様は、上記第1～第3の態様のいずれか1つである軸流ファンと、上記軸流ファンを回転可能に収容するファンハウジング（30）とを備え、上記ファンハウジング（30）は、上記軸流ファンの外周を囲うように設けられたハウジング本体（31）と、上記ハウジング本体（31）の内周に設けられ、上記軸流ファンの風下側に配置されて該軸流ファンから吹き出される空気を整流する静翼（32）とを有していることを特徴とする送風ユニットである。

[0013] 上記第4の態様では、軸流ファンの送風効率を向上させることができる。

### 発明の効果

[0014] この開示の第1の態様によれば、動翼（22）の外周縁の近傍における翼端渦の生成を阻害することができるので、翼端渦の生成により消費されるエネルギーを低減することができる。これにより、軸流ファンの送風効率を向上させることができる。

[0015] この開示の第2の態様によれば、動翼（22）の外周縁の近傍における翼端渦の生成を効果的に阻害することができるので、翼端渦の生成により消費されるエネルギーを効果的に低減することができる。これにより、軸流ファンの送風効率を効果的に向上させることができる。

[0016] この開示の第3の態様によれば、動翼（22）の前縁の平面視における頂点（P）が動翼（22）の外周縁に位置するように動翼（22）が形成されている場

合よりも、動翼（22）の外周縁の近傍における翼端渦の生成を阻害することができるので、翼端渦の生成により消費されるエネルギーを低減することができる。これにより、軸流ファンの送風効率を向上させることができる。

[0017] この開示の第4の態様によれば、軸流ファンの送風効率を向上させることができるので、送風ユニットの送風効率を向上させることができる。

### 図面の簡単な説明

[0018] [図1]図1は、実施形態による送風ユニットの構成を例示する分解斜視図である。

[図2]図2は、図1に示した送風ユニットの構成を例示する縦断面図である。

[図3]図3は、図1に示した軸流ファンの構成を例示する平面図である。

[図4]図4は、図3のIV-IV線における軸流ファンの断面を例示する部分断面図である。

[図5]図5は、図3のV-V線における軸流ファンの断面を例示する部分断面図である。

[図6]図6は、図3のVI-VI線における軸流ファンの断面を例示する部分断面図である。

[図7]図7は、軸流ファンの比較例における動翼周りの圧力分布を例示する図である。

[図8]図8は、実施形態の軸流ファンにおける動翼周りの圧力分布を例示する図である。

[図9]図9は、半径の位置の変化に応じた投影弦節比の変化を例示するグラフである。

[図10]図10は、軸流ファンの風量静圧特性を例示するグラフである。

### 発明を実施するための形態

[0019] 以下、実施の形態を図面を参照して詳しく説明する。なお、図中同一または相当部分には同一の符号を付しその説明は繰り返さない。

[0020] （送風ユニット）

図1、図2は、実施形態による送風ユニット（10）の構成を例示している

。送風ユニット（10）は、軸流ファン（20）と、ファンハウジング（30）と、モータ（40）とを備えている。軸流ファン（20）は、回転軸線（0）を中心として回転可能に構成され、回転軸線（0）の軸方向に空気を送風するように構成されている。ファンハウジング（30）は、軸流ファン（20）を回転可能に収容するように構成されている。モータ（40）は、軸流ファン（20）に連結される駆動軸（41）を有し、回転軸線（0）を中心として軸流ファン（20）を回転駆動させるように構成されている。この例では、モータ（40）は、その外形が円柱状に形成されている。

[0021] なお、送風ユニット（10）は、例えば、海上輸送などに用いられるコンテナ（図示を省略）の庫内空気を冷却するコンテナ用冷凍装置（図示を省略）に設けられる。コンテナ用冷凍装置は、圧縮機と凝縮器と蒸発器とを有する冷媒回路（図示を省略）を備え、コンテナの庫内空気を蒸発器において冷却するように構成されている。そして、コンテナ用冷凍装置に設けられた送風ユニット（10）は、コンテナの庫内からコンテナ用冷凍装置内に吸い込まれた空気が蒸発器を通過して庫内に吹き出されるように空気を搬送する。

[0022] 以下の説明において、「軸方向」とは、回転軸線（0）の方向のことであり、「径方向」とは、回転軸線（0）の軸方向と直交する方向のことであり、「周方向」とは、回転軸線（0）周りの方向のことである。「外周側」とは、回転軸線（0）からより遠い側のことであり、「内周側」とは、回転軸線（0）により近い側のことである。「前縁側」とは、翼における風上側のことであり、「後縁側」とは、翼における風下側のことである。「圧力面」とは、翼における空気流れにより正圧側となる翼面のことであり、「負圧面」とは、翼における空気流れにより負圧側となる翼面のことである。

[0023] <軸流ファン>

次に、図1～図6を参照して、軸流ファン（20）について説明する。なお、図3は、風上側（空気の吸込側）から見た軸流ファン（20）を示した平面図である。図4、図5、図6は、図3のIV-IV線、V-V線、VI-VI線における軸流ファン（20）の断面をそれぞれ示した部分断面図である。また、図4、図

5, 図6では、軸流ファン(20)の断面のハッチングを省略している。

[0024] 軸流ファン(20)は、動翼ハブ(21)と、複数(この例では5枚)の動翼(22)とを備えている。例えば、軸流ファン(20)は、動翼ハブ(21)と複数の動翼(22)とが樹脂成形により一体に形成されて構成されている。

[0025] 《動翼ハブ》

動翼ハブ(21)は、モータ(40)の駆動軸(41)に連結され、回転軸線(0)を中心として回転駆動される。この例では、動翼ハブ(21)は、底壁を有する円筒状に形成され、その底壁が風上側(図2における上側)となるように配置されている。また、動翼ハブ(21)の底壁の中央部には、モータ(40)の駆動軸(41)が挿入されて固定されるボス部(21a)が設けられている。

[0026] 《動翼》

複数の動翼(22)は、動翼ハブ(21)の外周に設けられ、所定の間隔をおいて周方向に配列されている。具体的には、動翼(22)は、板状に形成され、動翼ハブ(21)の外周面から径方向外方へ向けて突出している。すなわち、複数の動翼(22)は、動翼ハブ(21)から径方向外方へ向けて放射状に延びている。また、動翼(22)は、その外周面が回転軸線(0)を包囲する円筒面状(具体的には回転軸線(0)を中心として軸方向に延びる円筒面状)に形成されている。なお、動翼(22)の形状については、後で詳しく説明する。

[0027] また、動翼(22)は、回転軸線(0)の軸方向に空気が搬送されるように、その翼弦線が回転軸線(0)の周方向(軸流ファン(20)の回転方向)に対して傾斜した状態で、その内周縁部が動翼ハブ(21)の外周面に接続されている。例えば、動翼(22)は、上下に延びる軸方向において前縁が上側となり後縁が下側となるように、径方向外方から視て回転軸線(0)の周方向に対して時計回りに傾斜している。そして、軸流ファン(20)が駆動すると、軸流ファン(20)の上側から下側へ向けて空気が搬送される。

[0028] 《軸流ファンにおける空気流れ》

軸流ファン(20)に吸い込まれた空気は、軸流ファン(20)の動翼(22)の圧力面に沿って前縁側から後縁側へ向けて流れながら、軸流ファン(20)

の回転に伴う遠心力によって内周側から外周側へ向けて流れていく。そして、軸流ファン（20）から吹き出された空気は、軸流ファン（20）の回転力によって内周側から外周側へ向けて広がりながら周方向に旋回しつつ、風上側から風下側へ向けて軸方向に進行していく。

[0029]           〈ファンハウジング〉

次に、図1、図2を参照して、ファンハウジング（30）について説明する。ファンハウジング（30）は、ハウジング本体（31）と、複数（この例では16枚）の静翼（32）と、静翼ハブ（33）とを備えている。例えば、ファンハウジング（30）は、ハウジング本体（31）と複数の静翼（32）と静翼ハブ（33）とが金属鑄造により一体に形成されて構成されている。

[0030]           《ハウジング本体》

ハウジング本体（31）は、軸流ファン（20）の外周を囲うように設けられ、その内部空間に軸流ファン（20）により搬送される空気が流通するように構成されている。具体的には、ハウジング本体（31）は、回転軸線（0）を包囲する円筒面状（具体的には軸流ファン（20）の外径よりも大きい径を有する円筒面状）に形成された内周面を有し、その内周面によって空気通路（すなわち軸流ファン（20）により搬送される空気が流通する通路）が構成されている。この例では、ハウジング本体（31）は、その内部空間における風上側に軸流ファン（20）が回転可能に収容され、その内部空間における風上側に複数の静翼（32）が固定されている。また、ハウジング本体（31）は、軸流ファン（20）の外周を囲う部分と複数の静翼（32）の外周を囲う部分とが一体に形成されている。具体的には、ハウジング本体（31）は、円筒部（31a）とフランジ部（31b）とを有している。

[0031]           －円筒部－

円筒部（31a）は、その内周面が回転軸線（0）を包囲する円筒面状に形成されている。そして、円筒部（31a）は、その風上側の端部を除いた部分における内径が一定となるように形成され、その風上側の端部における内径が風下側から風上側へ向けて次第に広くなるように形成されている。すなわち、

円筒部（31a）のうち軸流ファン（20）の外周を囲う部分は、軸流ファン（20）に空気を案内するためのベルマウスを構成し、円筒部（31a）のうち複数の静翼（32）の外周を囲う部分は、複数の静翼（32）を支持するためのシュラウドを構成している。

[0032]            フランジ部

フランジ部（31b）は、円筒部（31a）の風上側の端部（開口端）から径方向外方に突出している。フランジ部（31b）は、平面視において矩形状や円形状（この例では円形状）に形成され、その中央部に円筒部（31a）の風上側の開口端と連通する円形の開口が形成されている。

[0033]            《静翼》

複数の静翼（32）は、ハウジング本体（31）の内周に設けられ、所定の間隔をおいて周方向に配列されている。具体的には、静翼（32）は、板状に形成され、ハウジング本体（31）の内周面から径方向内方へ向けて突出している。そして、複数の静翼（32）は、軸流ファン（20）の風下側（空気の吹出側）に配置されている。

[0034]    また、静翼（32）は、軸流ファン（20）から吹き出された空気の流れを整流するように構成されている。すなわち、静翼（32）は、軸流ファン（20）から吹き出された空気の動圧（運動エネルギー）を静圧（圧力エネルギー）に変換するように構成されている。具体的には、静翼（32）は、軸流ファン（20）から吹き出された空気が圧力面に沿って流れて後縁から軸方向に沿って風下側へ流れ出すように、その翼弦線が回転軸線（0）の周方向（軸流ファン（20）の回転方向）に対して傾斜した状態で、その外周縁部がハウジング本体（31）の内周面に接続されている。例えば、静翼（32）は、上下に延びる軸方向において前縁部が上側（すなわち軸流ファン（20）に近い側）となり後縁部が下側（すなわち軸流ファン（20）から遠い側）となるように、径方向外方から視て回転軸線（0）の周方向に対して反時計回りに傾斜している。また、回転軸線（0）の周方向に対する静翼（32）の傾斜角度は、回転軸線（0）の周方向に対する動翼（22）の傾斜角度よりも急峻となっている。そして

、軸流ファン（20）から吹き出された空気は、静翼（32）の圧力面に沿って上側から下側へ向けて流れ、静翼（32）の後縁から軸方向に沿って下側へ流れ出す。

[0035] 《静翼ハブ》

静翼ハブ（33）は、軸流ファン（20）の動翼ハブ（21）と同軸状となるように、複数の静翼（32）の内周に設けられる。そして、静翼ハブ（33）の外周面には、複数の静翼（32）の内周縁部が接続される。すなわち、複数の静翼（32）は、静翼ハブ（33）の外周面からハウジング本体（31）の内周面へ向けて放射状に延びている。

[0036] この例では、静翼ハブ（33）は、その外周面が回転軸線（0）を包囲する円筒面状（具体的にはハウジング本体（31）の内周面よりも小さい径を有する円筒面状）に形成され、その外周面が複数の静翼（32）を挟んでハウジング本体（31）の内周面と対向している。

[0037] また、静翼ハブ（33）は、モータ（40）を取り付けることができるように構成されている。具体的には、静翼ハブ（33）は、底壁を有する円筒状に形成され、その閉塞端（すなわち底壁）が軸流ファン（20）に近い側（例えば上側）となり開放端が軸流ファン（20）から遠い側となるように設けられている。また、静翼ハブ（33）は、その内周面がモータ（40）の外周面に対応した円筒面状（具体的にはモータ（40）の外周面よりも僅かに大きい径を有する円筒面状）に形成されている。そして、静翼ハブ（33）の底壁の中央部には、モータ（40）の一端部が挿通される挿通孔（33a）が形成されている。

[0038] 図1に示すように、この例では、モータ（40）は、その一端部が静翼ハブ（33）の挿通孔（33a）に挿入された状態で静翼ハブ（33）の内周に嵌め込まれて静翼ハブ（33）に固定（例えばボルト止め）されている。軸流ファン（20）は、そのボス部（21a）にモータ（静翼ハブ（33）に固定されたモータ（40））の駆動軸（41）の一端部が挿入されて固定されている。

[0039] [動翼形状の詳細：膨出部]

次に、図3、図4、図5、図6を参照して動翼（22）の形状について詳し

く説明する。この例では、動翼（22）には、動翼（22）の圧力面側から負圧面側へ膨出する膨出部（23）が設けられている。膨出部（23）は、動翼（22）の径方向断面において動翼（22）の内周縁と外周縁とを結ぶ仮想線（Li）よりも動翼（22）の負圧面側に膨出している。そして、膨出部（23）は、その稜線（L23）が平面視において該動翼（22）の内周縁と外周縁との中央を通過する仮想円弧（Lc）よりも径方向外方に位置するように動翼（22）の前縁から後縁へ向けて延びている。

[0040] また、この例では、膨出部（23）は、その膨出高さ（H）が動翼（22）の前縁から後縁へ向かうに連れて次第に低くなるように形成されている。

[0041] なお、この例では、仮想線（Li）は、動翼（22）の径方向断面において動翼（22）の負圧面における内周縁と動翼（22）の負圧面における外周縁とを結んでいる。また、仮想円弧（Lc）の半径（Rc）は、動翼（22）の内周縁の半径（Ri）と動翼（22）の外周縁の半径（Ro）とを加算して2で除算して得られる半径に相当する。稜線（L23）は、全長に亘って動翼（22）の径方向断面における動翼（22）の負圧面の頂点（仮想線（Li）から最も離れた位置にある点）を通過している。膨出高さ（H）は、稜線（L23）から仮想線（Li）までの垂線の長さに相当する。

[0042] また、図3に示すように、この例では、動翼（22）は、平面視において内周縁が上底となり外周縁が下底となるように略台形状に形成されている。具体的には、動翼（22）は、その前縁が平面視において回転方向前方に凸となるように湾曲し、前縁の平面視における頂点（P）が動翼（22）の外周縁よりも径方向内方に位置し且つ膨出部（23）の稜線（L23）よりも径方向外方に位置するように形成されている。

[0043] [動翼周りの圧力分布]

次に、図7、図8を参照して、軸流ファン（20）の動翼（22）周りの圧力分布について説明する。ここでは、膨出部（23）が設けられていない動翼（92）を備えた軸流ファン（90）を比較例として挙げて説明する。なお、軸流ファン（90）の構成は、膨出部（23）を除いた軸流ファン（20）の構成と同様

となっている。また、図7は、比較例である軸流ファン(90)の動翼(92)周りの圧力分布を例示し、図8は、この実施形態による軸流ファン(20)の動翼(22)周りの圧力分布を例示している。また、図7, 図8では、圧力が低くなるに連れてハッチングが細くなるように7種類の圧力領域にハッチングが付されている。

[0044] 図7に示すように、膨出部(23)が設けられていない動翼(92)を備えた軸流ファン(90)では、動翼(92)の外周側における軸流ファン(90)の仕事量が大きくなりやすいので、動翼(92)の外周縁の近傍における圧力面側と負圧面側との圧力差が大きくなりやすい。そのため、動翼(92)の外周縁の近傍における圧力面側と負圧面側との圧力差によって動翼(92)の圧力面側から動翼(92)の外周縁を越えて動翼(92)の負圧面側に空気が漏れ出しやすく、その空気の流れによって動翼(92)の外周縁の近傍に翼端渦が生成されやすくなっている。

[0045] 一方、図8に示すように、この実施形態による軸流ファン(20)では、動翼(22)の外周側(仮想円弧(Lc)よりも径方向外方に位置する部分)に膨出部(23)が設けられている。なお、膨出部(23)では、膨出部(23)の負圧面側における圧力が上昇する一方で膨出部(23)の圧力面側における圧力が低下する傾向にある。そのため、この実施形態による軸流ファン(20)では、動翼(22)の外周側における軸流ファン(20)の仕事量は、図7に示された動翼(92)の外周側における軸流ファン(90)の仕事量よりも少なくなっている。これにより、図8に示すように、動翼(22)の外周縁の近傍における圧力面側と負圧面側との圧力差は、図7に示した動翼(92)の外周縁の近傍における圧力面側と負圧面側との圧力差よりも小さくなっているので、動翼(22)の外周縁の近傍において翼端渦が生成されにくくなっている。

[0046] [動翼形状の詳細：投影弦節比( $\sigma'$ )]

次に、図3, 図9, 図10を参照して動翼(22)の形状について詳しく説明する。以下の説明では、回転軸線(0)を中心として任意の半径(R)を有する仮想円弧であり平面視において動翼(22)の前縁から後縁に至る仮想円

弧の弧長を投影翼弦長 ( $L'$ ) とし、回転軸線 (0) を中心として任意の半径 ( $R$ ) を有する仮想円の円周長を軸流ファン (20) に設けられた動翼 (22) の枚数で除算して得られる値をピッチ ( $T$ ) とし、任意の半径 ( $R$ ) の位置におけるピッチ ( $T$ ) に対する投影翼弦長 ( $L'$ ) の割合を投影弦節比 ( $\sigma'$ ) とする。

[0047] 図9に示すように、この例では、複数の動翼 (22) の各々は、動翼 (22) の内周縁から外周縁へ向かうに連れて投影弦節比 ( $\sigma'$ ) が1未満の範囲内で漸増し、且つ、動翼 (22) の内周縁から外周縁へ向かう途中で投影弦節比 ( $\sigma'$ ) の増加率 (すなわち半径 ( $R$ ) の増加量に対する投影弦節比 ( $\sigma'$ ) の増加量の割合) が低下するように形成されている。この例では、動翼 (22) の内周縁から外周縁へ向かうに連れて投影弦節比 ( $\sigma'$ ) が0.7よりも大きく1よりも小さい範囲内で漸増している。

[0048] また、この例では、動翼 (22) の内周縁から外周縁までの半径 ( $R$ ) の変化に応じた投影弦節比 ( $\sigma'$ ) の変化を示す曲線 (投影弦節比 ( $\sigma'$ ) の曲線) は、投影弦節比 ( $\sigma'$ ) の増加率が小さくなる変曲点を有している。そして、投影弦節比 ( $\sigma'$ ) の曲線の変曲点に対応する半径 ( $R$ ) の位置から動翼 (22) の外周縁までの範囲における投影弦節比 ( $\sigma'$ ) の増加率は、動翼 (22) の内周縁から投影弦節比 ( $\sigma'$ ) の曲線に対応する半径 ( $R$ ) の位置までの範囲における投影弦節比 ( $\sigma'$ ) の増加率よりも小さくなっている。

[0049] また、この例では、投影弦節比 ( $\sigma'$ ) の曲線の変曲点に対応する半径 ( $R$ ) の位置から動翼 (22) の外周縁へ向かう途中で投影弦節比 ( $\sigma'$ ) の増加率がさらに低下している。具体的には、投影弦節比 ( $\sigma'$ ) の曲線の変曲点に対応する半径 ( $R$ ) の位置から動翼 (22) の外周縁へ向かう途中で投影弦節比 ( $\sigma'$ ) の増加率が正の増加率から負の増加率に変化している。すなわち、投影弦節比 ( $\sigma'$ ) の曲線は、投影弦節比 ( $\sigma'$ ) の曲線の変曲点 (第1変曲点) に対応する半径 ( $R$ ) の位置から動翼 (22) の外周縁までの範囲内に、投影弦節比 ( $\sigma'$ ) の増加率がさらに小さくなる別の変曲点 (第2変曲点) を有している。

[0050] また、図3に示すように、この例では、動翼(22)は、平面視において内周縁が上底となり外周縁が下底となるように略台形状に形成されている。具体的には、複数の動翼(22)の各々は、その前縁の外周側が平面視において回転方向前方へ向けて凸となり、その後縁の外周側が平面視においてその動翼(22)の回転方向後方に位置する動翼(22)の前縁の外周側と重ならないように回転方向前方へ向けて凹となるように形成されている。

[0051] 図10は、軸流ファン(20)の風量静圧特性を例示している。図10において、第1曲線(L1)は、動翼(22)の枚数が比較的多い軸流ファン(20)の風量静圧特性を示し、第2曲線(L2)は、動翼(22)の枚数が比較的少ない軸流ファン(20)の風量静圧特性を示している。すなわち、第1曲線(L1)に対応する軸流ファン(20)に設けられた動翼(22)の枚数は、第2曲線(L2)に対応する軸流ファン(20)に設けられた動翼(22)の枚数よりも多くなっている。図10に示すように、軸流ファン(20)では、動翼(22)の枚数が多くなるに連れて小風量領域における静圧が高くなる傾向にある。すなわち、軸流ファン(20)の動翼(22)の枚数を増加させることによって、軸流ファン(20)の小風量高静圧領域における効率を向上させることが可能である。

[0052] [実施形態による効果]

以上のように、この実施形態による軸流ファン(20)では、動翼(22)の外周側(仮想円弧(Lc)よりも径方向外方に位置する部分)に膨出部(23)が設けられている。なお、膨出部(23)では、膨出部(23)の負圧面側における圧力が上昇する一方で膨出部(23)の圧力面側における圧力が低下する傾向にある。したがって、動翼(22)の外周側に膨出部(23)を設けることにより、動翼(22)の外周側における軸流ファン(20)の仕事量を減少させることができる。これにより、動翼(22)の外周縁の近傍における圧力面側と負圧面側との圧力差を低減することができるので、動翼(22)の外周縁の近傍における翼端渦の生成を阻害することができる。その結果、翼端渦の生成により消費されるエネルギーを低減することができるので、軸流ファン(20)

）の送風効率を向上させることができ、送風ユニット（10）の送風効率を向上させることができる。

[0053] また、この実施形態による軸流ファン（20）では、動翼（22）の前縁から後縁へ向かうに連れて膨出高さ（H）が次第に低くなるように膨出部（23）が形成されている。なお、軸流ファン（20）では、動翼（22）の前縁から後縁へ向かうに連れて、動翼（22）の圧力面側と負圧面側との圧力差が次第に小さくなる傾向にある。また、膨出部（23）の膨出高さ（H）が低くなるに連れて、膨出部（23）の負圧面側における圧力の上昇量および膨出部（23）の圧力面側における圧力の低下量が少なくなる（すなわち軸流ファン（20）の仕事量の減少量が少なくなる）傾向にある。したがって、動翼（22）の前縁から後縁へ向かうに連れて膨出高さ（H）が次第に低くなるように膨出部（23）を形成することにより、動翼（22）の外周側における軸流ファン（20）の仕事量を効果的に減少させることができる。これにより、動翼（22）の外周縁の近傍における翼端渦の生成を効果的に阻害することができるので、翼端渦の生成により消費されるエネルギーを効果的に低減することができる。その結果、軸流ファン（20）の送風効率を効果的に向上させることができる。

[0054] また、前縁の平面視における頂点（P）が動翼（22）の外周縁よりも径方向内方に位置し且つ膨出部（23）の稜線（L23）よりも径方向外方に位置するように動翼（22）を形成することにより、動翼（22）の前縁の平面視における頂点（P）が動翼（22）の外周縁に位置するように動翼（22）が形成されている場合よりも、動翼（22）の外周縁部における軸流ファン（20）の仕事量を減少させることができる。これにより、動翼（22）の外周縁の近傍における翼端渦の生成を阻害することができるので、翼端渦の生成により消費されるエネルギーを低減することができる。その結果、軸流ファン（20）の送風効率を向上させることができる。

[0055] また、この実施形態による軸流ファン（20）では、動翼（22）の内周縁から外周縁へ向かうに連れて投影弦節比（ $\sigma'$ ）が1未満の範囲内で漸増し、且つ、動翼（22）の内周縁から外周縁へ向かう途中で投影弦節比（ $\sigma'$ ）の増加

率が低下するように複数の動翼（22）が形成されている。このような構成により、動翼（22）の前縁部（特に前縁部の外周側）とその動翼（22）の回転方向前方に位置する動翼（22）の後縁部（特に後縁部の外周側）とが平面視において互いに重ならないように複数の動翼（22）を回転方向に密に配置することができる。そのため、回転方向において隣接する2つの動翼（22）が平面視において重ならないように動翼（22）の枚数を増加させることができる。これにより、軸流ファン（20）の製造の容易性を確保しつつ軸流ファン（20）の小風量高静圧領域における効率を向上させることができ、送風ユニット（10）の小風量高静圧領域における運転効率を向上させることができる。

[0056] また、動翼（22）の前縁の外周側が平面視において回転方向前方へ向けて凸となり、動翼（22）の後縁の外周側が平面視においてその動翼（22）の回転方向後方に位置する動翼（22）の前縁の外周側と重ならないように回転方向前方へ向けて凹となるように動翼（22）を形成することにより、動翼（22）の後縁部の外周側の形状を、その動翼（22）の回転方向前方に位置する動翼（22）の前縁部の外周側の形状（凸形状）に対応した形状（凹形状）にすることができる。これにより、動翼（22）の前縁部（特に前縁部の外周側）とその動翼（22）の回転方向前方に位置する動翼（22）の後縁部（特に後縁部の外周側）とが平面視において互いに重ならないように複数の動翼（22）を回転方向に密に配置して動翼（22）の枚数を増加させることができる。これにより、軸流ファン（20）の製造の容易性を確保しつつ軸流ファン（20）の小風量高静圧領域における効率を向上させることができる。

[0057] また、この実施形態による軸流ファン（20）では、回転方向において隣接する2つの動翼（22）が平面視において重ならないように複数の動翼（22）が設けられているので、動翼ハブ（21）と複数の動翼（22）とが一体に形成された軸流ファン（20）を樹脂を用いて容易に製造することができる。例えば、上下二分割の金型を用いて軸流ファン（20）を製造することができる。このように、軸流ファン（20）を樹脂を用いて容易に製造することができる。

ので、軸流ファン（20）の製造コストを低減することができる。

[0058] また、軸流ファン（20）の風下側に静翼（32）を配置することにより、静翼（32）において軸流ファン（20）から吹き出された空気の動圧（運動エネルギー）を静圧（圧力エネルギー）に変換することができるので、送風ユニット（10）の風下側における静圧を上昇させることができる。

[0059] （その他の実施形態）

また、以上の実施形態を適宜組み合わせ実施してもよい。以上の実施形態は、本質的に好ましい例示であって、この発明、その適用物、あるいはその用途の範囲を制限することを意図するものではない。

### 産業上の利用可能性

[0060] 以上説明したように、上述の軸流ファンは、送風ユニットなどに有用である。

### 符号の説明

|        |     |          |
|--------|-----|----------|
| [0061] | 1 0 | 送風ユニット   |
|        | 2 0 | 軸流ファン    |
|        | 2 1 | 動翼ハブ     |
|        | 2 2 | 動翼       |
|        | 2 3 | 膨出部      |
|        | 3 0 | ファンハウジング |
|        | 3 1 | ハウジング本体  |
|        | 3 2 | 静翼       |
|        | 3 3 | 静翼ハブ     |
|        | 4 0 | モータ      |
|        | 4 1 | 駆動軸      |

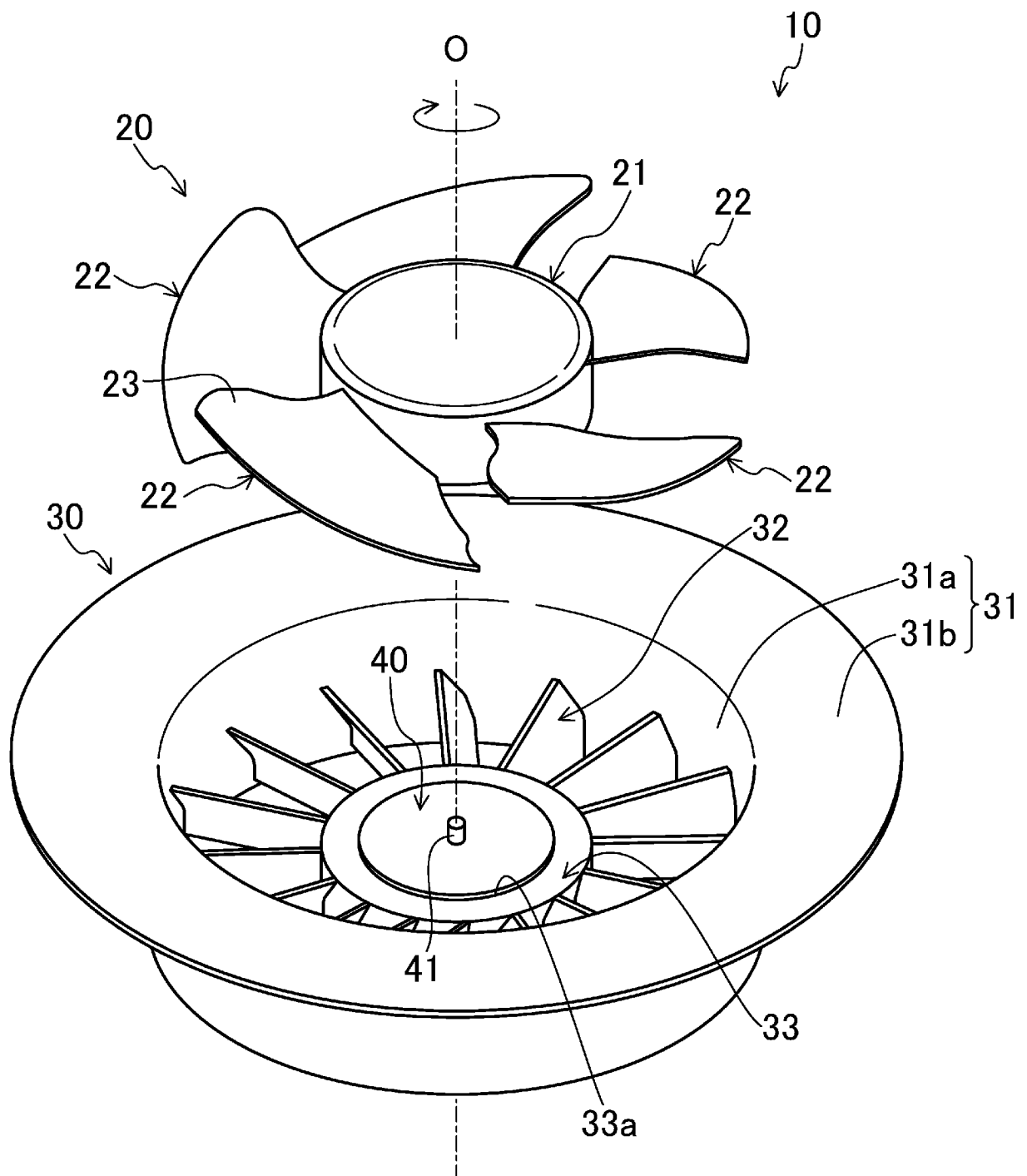
## 請求の範囲

- [請求項1] 回転軸線 (0) の軸方向に送風する軸流ファンであって、  
上記回転軸線 (0) を中心として回転駆動される動翼ハブ (21) と、  
、  
上記動翼ハブ (21) の外周に設けられる動翼 (22) とを備え、  
上記動翼 (22) には、該動翼 (22) の圧力面側から負圧面側へ膨出する膨出部 (23) が設けられ、  
上記膨出部 (23) は、上記動翼 (22) の径方向断面において該動翼 (22) の内周縁と外周縁とを結ぶ仮想線 (Li) よりも該動翼 (22) の負圧面側に膨出し、その稜線 (L23) が平面視において該動翼 (22) の内周縁と外周縁との中央を通過する仮想円弧 (Lc) よりも径方向外方に位置するように該動翼 (22) の前縁から後縁へ向けて延びていることを特徴とする軸流ファン。
- [請求項2] 請求項 1 において、  
前記膨出部 (23) は、その膨出高さ (H) が上記動翼 (22) の前縁から後縁へ向かうに連れて次第に低くなるように形成されていることを特徴とする軸流ファン。
- [請求項3] 請求項 1 または 2 において、  
上記動翼 (22) は、その前縁が平面視において回転方向前方に凸となるように湾曲し、該前縁の平面視における頂点 (P) が該動翼 (22) の外周縁よりも径方向内方に位置し且つ上記膨出部 (23) の稜線 (L23) よりも径方向外方に位置するように形成されていることを特徴とする軸流ファン。
- [請求項4] 請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の軸流ファンと、  
上記軸流ファンを回転可能に収容するファンハウジング (30) とを備え、  
上記ファンハウジング (30) は、  
上記軸流ファンの外周を囲うように設けられたハウジング本体 (

31) と、

上記ハウジング本体 (31) の内周に設けられて上記軸流ファンの風下側に配置され、該軸流ファンから吹き出される空気を整流する静翼 (32) とを有していることを特徴とする送風ユニット。

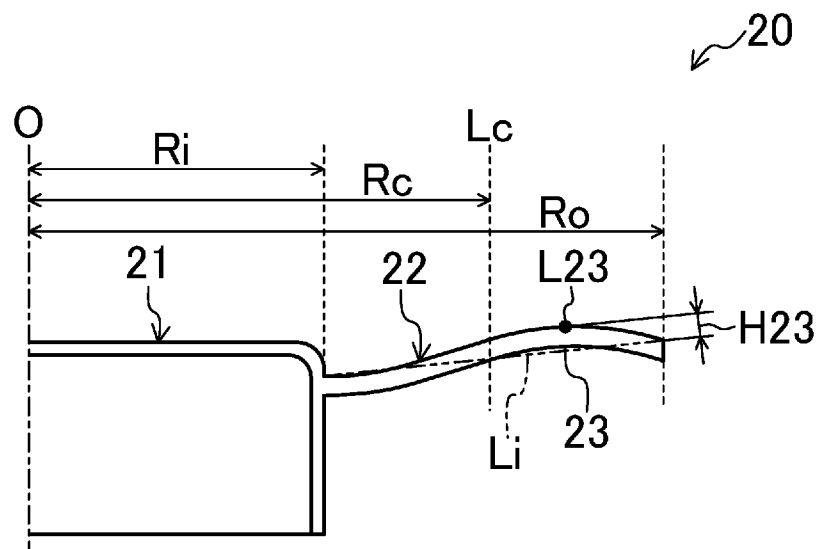
[図1]



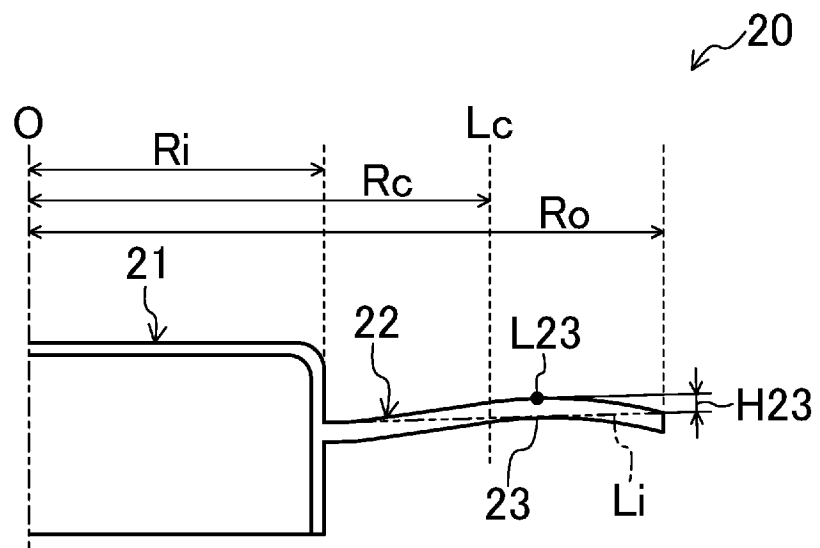




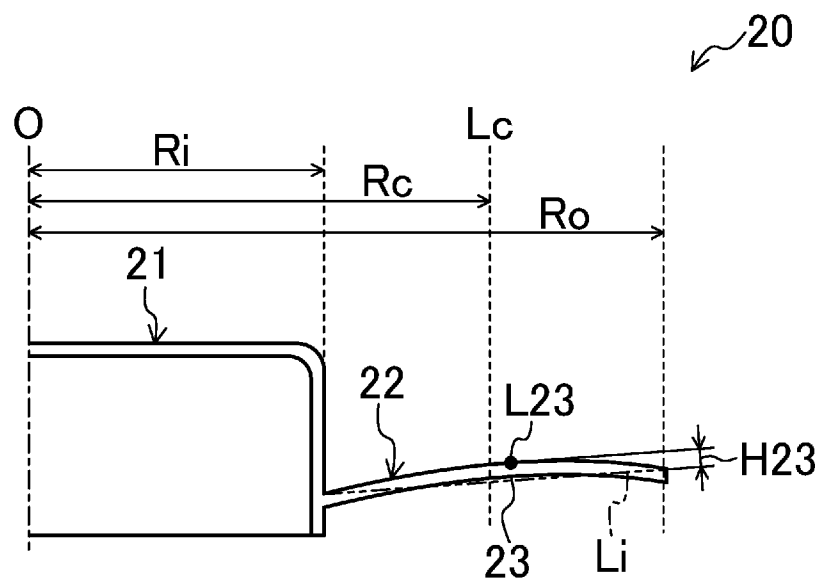
[図4]



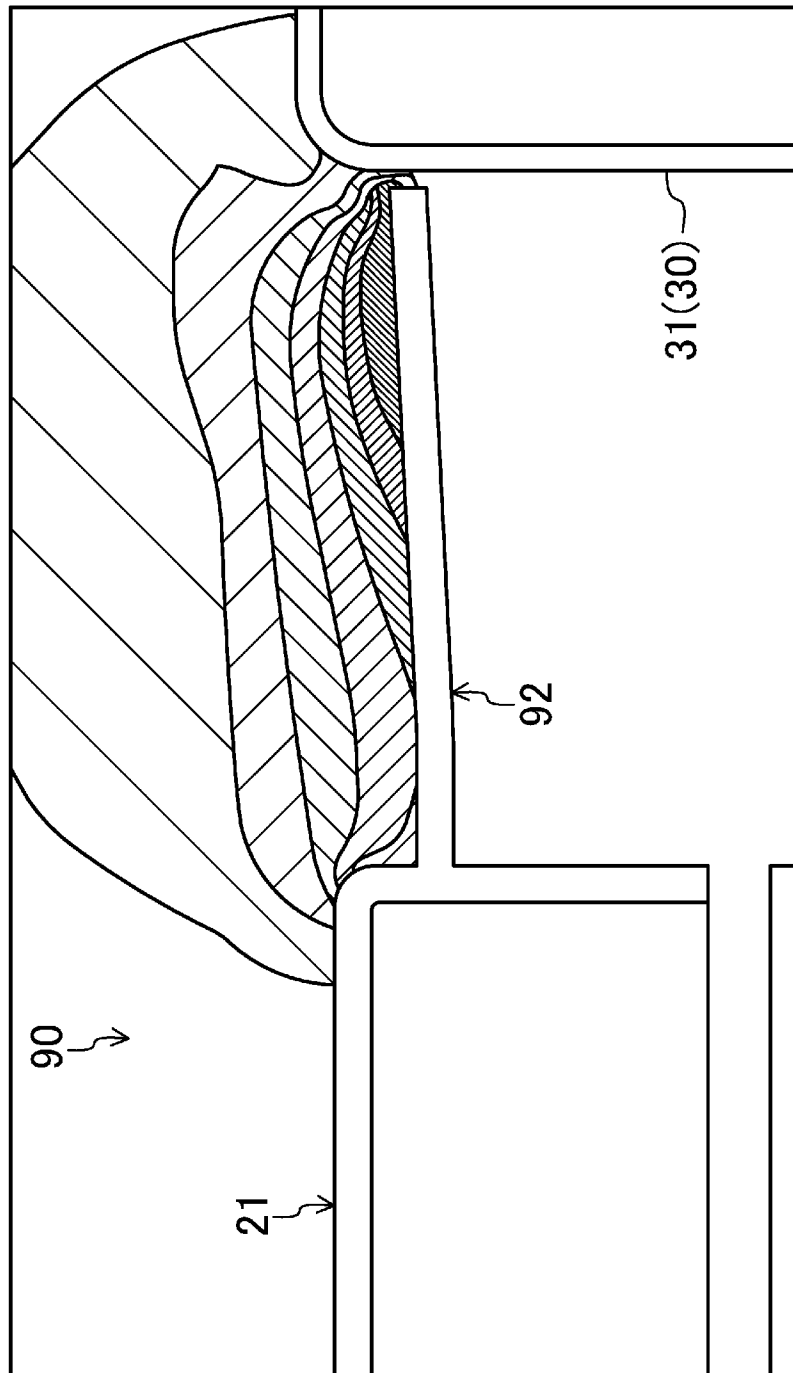
[図5]



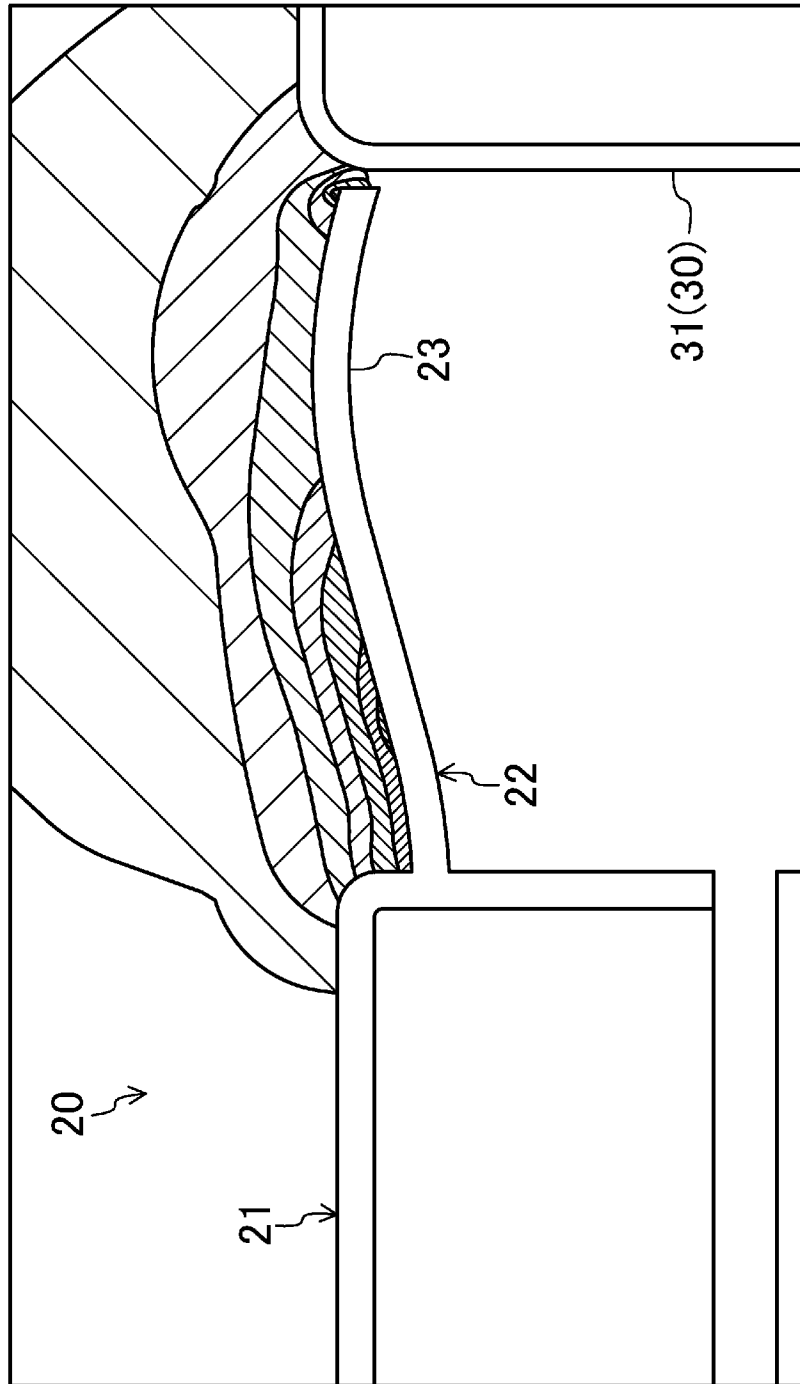
[図6]



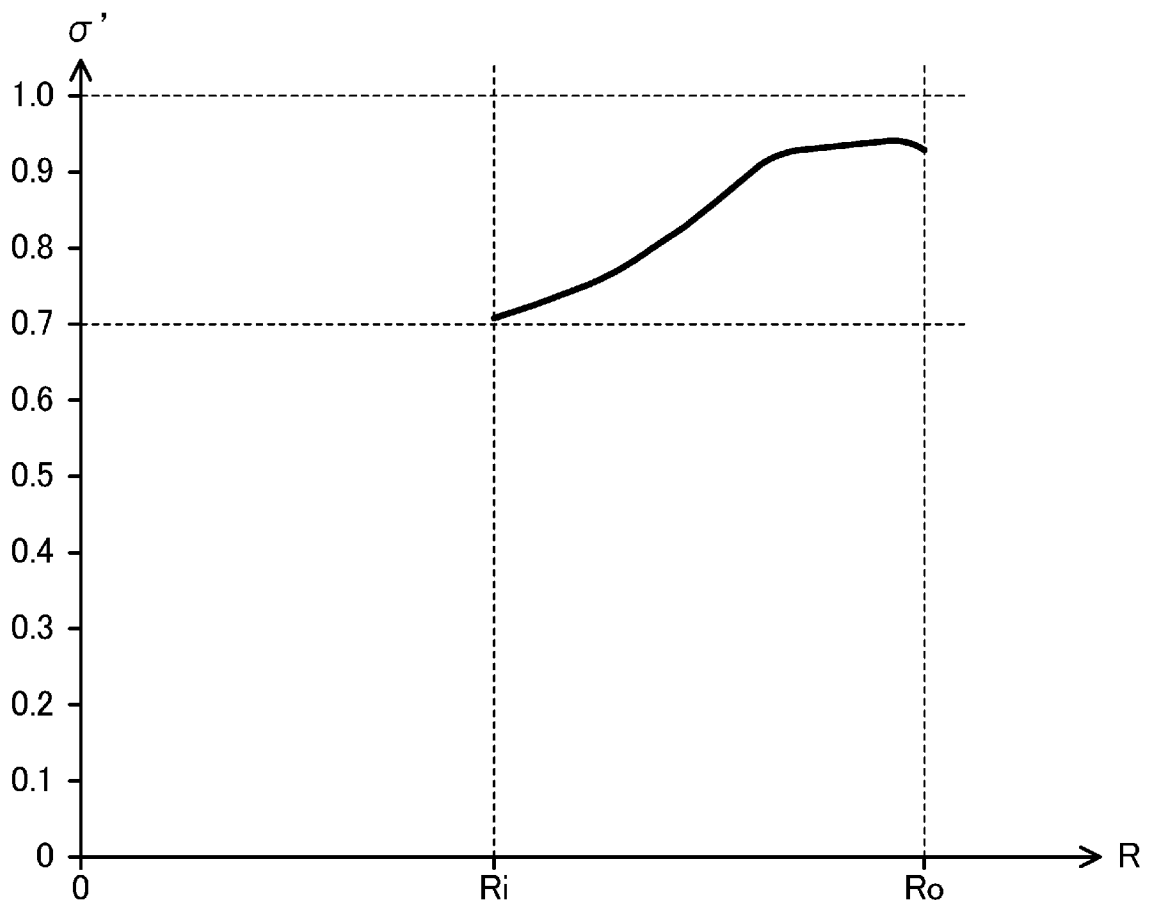
[図7]



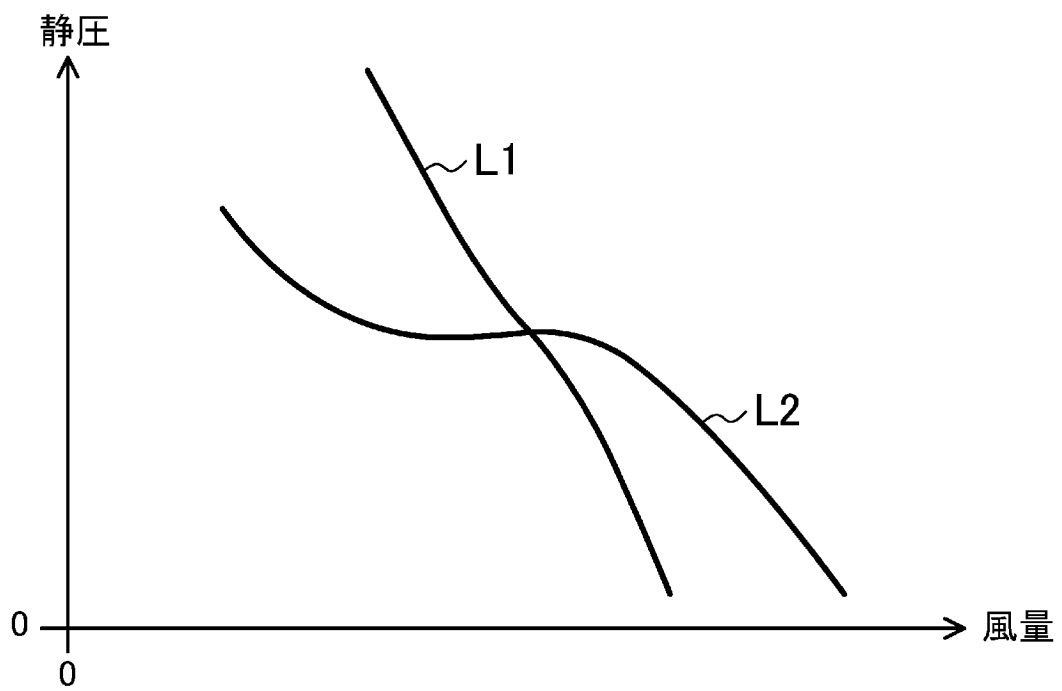
[図8]



[図9]



[図10]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/047151

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. F04D29/38 (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)

Int. Cl. F04D29/38

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | JP 2002-257381 A (DAIKIN INDUSTRIES, LTD.) 11 September                                                                                                                                           | 1                     |
| Y         | 2002, paragraphs [0029]-[0038], fig. 10-13 (Family:                                                                                                                                               | 4                     |
| A         | none)                                                                                                                                                                                             | 2-3                   |
| Y         | JP 5430763 B2 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 05 March 2014,<br>paragraphs [0116]-[0118], fig. 18-20<br>& EP 2602566 A1, paragraphs [0116]-[0118], fig. 18-20<br>& WO 2012/017575 A1 & CN 103052851 A | 4                     |



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

Date of mailing of the international search report

Name and mailing address of the ISA/  
Japan Patent Office  
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,  
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2017/047151

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                 | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 7-77198 A (TOSHIBA AVE KK) 20 March 1995, entire text, all drawings (Family: none)                                                                                                              | 1-4                   |
| A         | JP 2006-37800 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 09 February 2006, entire text, all drawings<br>& US 2008/0019826 A1, entire text, all drawings<br>& WO 2006/011333 A1 & EP 1783376 A1 & CN 101023271 A | 1-4                   |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F04D29/38(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（IPC））

Int.Cl. F04D29/38

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   | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2018年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2018年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2018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<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| X<br>Y<br>A     | JP 2002-257381 A（ダイキン工業株式会社）2002.09.11,<br>段落[0029]-[0038], 図 10-13<br>(ファミリーなし)                                                                    | 1<br>4<br>2-3  |
| Y               | JP 5430763 B2（三菱電機株式会社）2014.03.05,<br>段落[0116]-[0118], 図 18-20<br>& EP 2602566 A1, 段落[0116]-[0118], 図 18-20<br>& WO 2012/017575 A1 & CN 103052851 A | 4              |

☒ 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

の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

14.03.2018

国際調査報告の発送日

27.03.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

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）

所村 陽一

30

8370

電話番号 03-3581-1101 内線 3358

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                                                            |                |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| A                     | JP 7-77198 A (東芝エー・ブイ・イー株式会社) 1995. 03. 20,<br>全文, 全図<br>(ファミリーなし)                                                                         | 1-4            |
| A                     | JP 2006-37800 A (三菱電機株式会社) 2006. 02. 09,<br>全文, 全図<br>& US 2008/0019826 A1, 全文, 全図<br>& WO 2006/011333 A1 & EP 1783376 A1 & CN 101023271 A | 1-4            |