

(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
2020年6月18日(18.06.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/122056 A1

(51) 国際特許分類:

B64C 27/16 (2006.01) *H02K 9/22* (2006.01)
B64C 29/00 (2006.01) *H02N 11/00* (2006.01)
B64D 27/24 (2006.01) *F04D 29/32* (2006.01)
H02K 7/14 (2006.01) *F04D 29/58* (2006.01)
H02K 9/06 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/048227

(22) 国際出願日: 2019年12月10日(10.12.2019)

(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 2018-233717 2018年12月13日(13.12.2018) JP

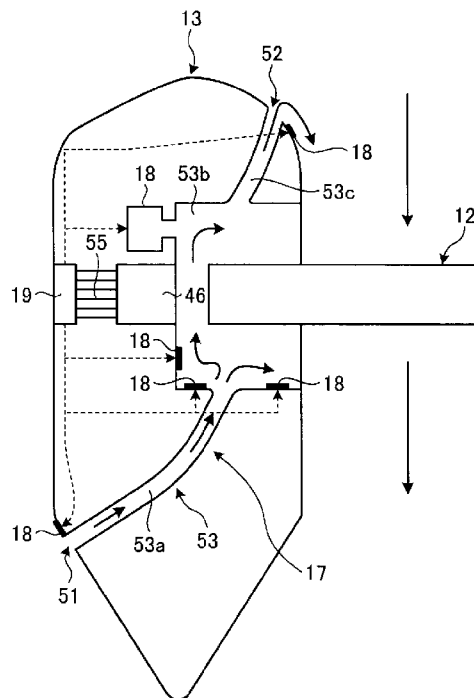
(71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.)
[JP/JP]; 〒1008332 東京都千代田区丸の内
三丁目2番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 矢島 俊秀 (YAJIMA, Toshihide);
〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号
三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 漆間 統
(URUMA, Osamu); 〒1008332 東京都千代田区
丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内
Tokyo (JP). 高垣 昭宏 (TAKAGAKI, Akihiro);
〒1100005 東京都台東区上野1丁目1-10
株式会社メイテック内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人 酒井国際特許
事務所 (SAKAI INTERNATIONAL PATENT

(54) Title: MOTOR-INTEGRATED FAN, AND VERTICAL TAKEOFF AND LANDING CRAFT

(54) 発明の名称: モーター一体型ファン及び垂直離着陸機



(57) Abstract: The present invention provides a motor-integrated fan that suctions air through a suction port and blows out the suctioned air through a blow-out port, wherein: the motor-integrated fan comprises a shaft part provided in the center of a rotation shaft, a rotation part 12 that rotates about the shaft part, a duct 13 provided to the outer circumference of the shaft part, a motor 14 that causes the rotation part 12 to rotate, a coil 46 that emits heat due to the operation of the motor 14, and a cooling unit 17 that cools the coil 46 using cooling air; the cooling unit 17 includes an air intake port 51

OFFICE); 〒1000013 東京都千代田区霞が
関 3 丁目 8 番 1 号 虎の門三井ビル
ディング 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, 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, 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))

that takes in the cooling air, an air discharge port 52 that discharges the cooling air, and a cooling flow path 53 extending from the air intake port 51 via the coil 46 to the air discharge port 52; and the air discharge port 52 is provided at a position at which the pressure is more negative than at the air intake port 51.

(57) 要約: 吸込口から空気を吸い込み、吸い込んだ空気を吹出口から吹き出すモーター一体型ファンにおいて、回転軸の中心に設けられる軸部と、軸部を中心に回転する回転部 12 と、軸部の外周に設けられるダクト 13 と、回転部 12 を回転させるモータ 14 と、モータ 14 の作動により発熱するコイル 46 と、コイル 46 を冷却空気により冷却する冷却部 17 と、を備え、冷却部 17 は、冷却空気を取り込む空気取込口 51 と、冷却空気を排出する空気排出口 52 と、空気取込口 51 からコイル 46 を経て空気排出口 52 までに至る冷却流路 53 と、を含み、空気排出口 52 は、空気取込口 51 に比して圧力が負圧となる位置に設けられる。

明 細 書

発明の名称： モーター一体型ファン及び垂直離着陸機

技術分野

[0001] 本発明は、冷却流路を備えたモーター一体型ファン及び垂直離着陸機に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、UAV（無人航空機）に設けられるファンにより発生する空気流を用いて、ファンに配置される機器を冷却するUAVの冷却システムが知られている（例えば、特許文献1参照）。ファンは、ダクトッドファンであり、ファン軸、ファンブレード及びファンモータを有している。この冷却システムでは、ファンブレードにより発生する空気流を利用して、機器を除熱している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2010-23825号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、特許文献1の冷却システムでは、機器の冷却に際し、ファンにより発生する空気流を利用することから、空気流が利用された分、ファンから得られる推力が低減してしまう。なお、機器を空気冷却するために、ファンの外部に送風機を設けることも考えられるが、送風機を設けることで、送風機を作動させるための外部電源も設ける必要があるため、ファン周りの構成が大型化してしまう。

[0005] そこで、本発明は、ファン性能の低減を抑制しつつ、発熱部の除熱を好適に行うことができる冷却流路を備えたモーター一体型ファン及び垂直離着陸機を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明のモーター一体型ファンは、吸込口から空気を吸い込み、吸い込んだ空気を吹出口から吹き出すモーター一体型ファンにおいて、回転軸の中心に設けられる軸部と、前記軸部を中心に回転する回転部と、前記軸部の外周に設けられる外周部と、前記回転部を回転させるモータと、前記モータの作動により発熱する発熱部と、前記発熱部を冷却空気により冷却する冷却部と、を備え、前記冷却部は、前記冷却空気を取り込む空気取込口と、前記冷却空気を排出する空気排出口と、前記空気取込口から前記発熱部を経て前記空気排出口までに至る冷却流路と、を含み、前記空気排出口は、前記空気取込口に比して圧力が負圧となる位置に設けられる。

[0007] この構成によれば、空気取込口に対する空気排出口の負圧を利用して、空気取込口から冷却空気を取り込み、発熱部を通過した後の冷却空気を、空気排出口から排出することができる。このため、冷却空気により発熱部の除熱を好適に行うことができる。また、空気取込口に対する空気排出口の負圧を利用することから、ファン性能の低減を抑制することができる。なお、発熱部は、モータであってもよいし、モータ以外のものであってもよく、特に限定されない。

[0008] また、前記発熱部及び前記冷却部は、前記外周部に設けられ、前記空気取込口は、前記外周部の外周面に設けられ、前記空気排出口は、前記外周部の内周面に設けられると共に、前記吸込口から前記吹出口へ向かって流れる空気の流れ方向において、前記回転部の上流側に設けられることが、好ましい。

[0009] この構成によれば、発熱部が外周部に設けられる場合、冷却部は、大気圧となる外周部の外周面から空気を取り込み、圧力が低くなる回転部の上流側における外周部の内周面から空気を排出することができる。このため、空気取込口と空気排出口との圧力差が大きくなる位置に、空気取込口及び空気排出口を設けることができることから、冷却流路において冷却空気を好適に流通させることができる。

[0010] また、前記発熱部及び前記冷却部は、前記外周部に設けられ、前記空気取

込口は、前記外周部の内周面に設けられると共に、前記吸込口から前記吹出口へ向かって流れる空気の流れ方向において、前記回転部の下流側に設けられ、前記空気排出口は、前記外周部の内周面に設けられると共に、前記流れ方向において、前記回転部の上流側に設けられることが、好ましい。

[0011] この構成によれば、発熱部が外周部に設けられる場合、冷却部は、外周部の内周面から空気を取り込み、外周部の内周面から空気を排出することができる。このため、外周部の外周面に、空気取込口及び空気排出口を設けることが困難である場合であっても、空気取込口と空気排出口との間に圧力差を生じさせることができるため、冷却流路において冷却空気を好適に流通させることができる。

[0012] また、前記発熱部及び前記冷却部は、前記外周部に設けられ、前記空気取込口は、前記外周部の外周面に設けられ、前記空気排出口は、前記外周部の外周面に設けられると共に、前記空気取込口に比して前記吸込口側に設けられることが、好ましい。

[0013] この構成によれば、発熱部が外周部に設けられる場合、冷却部は、外周部の外周面から空気を取り込み、外周部の外周面から空気を排出することができる。このため、外周部の内周面に、空気取込口及び空気排出口を設けることが困難である場合であっても、空気取込口と空気排出口との間に圧力差を生じさせることができるため、冷却流路において冷却空気を好適に流通させることができる。

[0014] また、前記発熱部及び前記冷却部は、前記軸部に設けられ、前記空気取込口は、前記軸部の外周面に設けられると共に、前記吸込口から前記吹出口へ向かって流れる空気の流れ方向において、前記回転部の下流側に設けられ、前記空気排出口は、前記軸部の外周面に設けられると共に、前記流れ方向において、前記回転部の上流側に設けられることが、好ましい。

[0015] この構成によれば、発熱部が軸部に設けられる場合、冷却部は、軸部の外周面から空気を取り込み、軸部の外周面から空気を排出することができる。このため、軸部に発熱部がある場合であっても、空気取込口と空気排出口と

の間に圧力差を生じさせることができるため、冷却流路において冷却空気を好適に流通させることができる。

[0016] また、前記冷却流路は、前記空気取入口から前記空気排出口まで直線状となる流路であることが、好ましい。

[0017] この構成によれば、冷却流路を直線状とすることで、冷却流路における圧力損失を抑制することができるため、冷却流路において冷却空気をより好適に流通させることができる。

[0018] また、前記空気取入口は、前記空気排出口に比して開口面積が大きいことが、好ましい。

[0019] この構成によれば、空気取入口から空気を多く取り込むことができ、また、空気排出口における冷却空気の流速を速くすることができる。

[0020] また、前記空気取入口は、複数の孔を含むことが、好ましい。

[0021] この構成によれば、複数の孔を形成することで、空気取入口を設けることができる。

[0022] また、前記空気取入口は、長手方向に延在するスリットを含むことが、好ましい。

[0023] この構成によれば、スリットを形成することで、空気取入口を設けることができる。

[0024] また、前記空気排出口は、前記空気排出口が形成される部位の表面から突き出して設けられることが、好ましい。

[0025] この構成によれば、空気排出口における空気の流速を速くすることができるため、空気排出口の負圧を大きくすることができる。

[0026] また、滞留する前記冷却空気に流れを付与する空力デバイスを、さらに備え、前記空力デバイスは、前記空気取入口、前記空気排出口及び前記冷却流路の少なくともいずれかに設けられることが、好ましい。

[0027] この構成によれば、空力デバイスにより、冷却空気を好適に流動させることができるため、冷却空気による冷却効率を高めることができる。

[0028] また、前記発熱部からの熱エネルギーを電気エネルギーに変換して、前記

空力デバイスに電力を供給する熱電変換素子を、さらに備え、前記熱電変換素子は、前記発熱部側に設けられる高温部と、前記高温部に比して低温となる部位に設けられる低温部と、を有することが、好ましい。

[0029] この構成によれば、発熱部の熱を利用して、熱電変換素子により電力を発生させて、空力デバイスに供給することができる。このため、外部電源を設ける必要がなく、モーター一体型ファンの構成を簡素化することができる。

[0030] 本発明の垂直離着陸機は、上記のモーター一体型ファンと、前記モーター一体型ファンから発生する推力によって移動する機体と、を備える。

[0031] この構成によれば、発熱部が除熱され、ファン性能の低減が抑制されたモーター一体型ファンを用いることができるため、モーター一体型ファンによる推力を適切に得ることができる。

図面の簡単な説明

[0032] [図1]図1は、実施形態1に係るモーター一体型ファンに関する断面図である。

[図2]図2は、実施形態1に係るモーター一体型ファンの変形例に関する部分断面図である。

[図3]図3は、実施形態1に係るモーター一体型ファンのダクトに関する一例の説明図である。

[図4]図4は、実施形態1に係るモーター一体型ファンの冷却部に関する一例の説明図である。

[図5]図5は、実施形態1に係るモーター一体型ファンの冷却部に関する一例の説明図である。

[図6]図6は、実施形態1に係るモーター一体型ファンの冷却部に関する一例の説明図である。

[図7]図7は、実施形態1に係るモーター一体型ファンの空気取入口に関する一例の説明図である。

[図8]図8は、実施形態1に係るモーター一体型ファンの空気取入口に関する一例の説明図である。

[図9]図9は、実施形態1に係るモーター一体型ファンの空気排出口に関する一

例の説明図である。

[図10]図10は、実施形態1に係るモーター一体型ファンの空気取入口と空気排出口に関する一例の説明図である。

[図11]図11は、実施形態2に係るモーター一体型ファンに関する断面図である。

[図12]図12は、実施形態2に係るモーター一体型ファンの変形例に関する部分断面図である。

[図13]図13は、実施形態2に係るモーター一体型ファンの軸部に関する一例の説明図である。

[図14]図14は、実施形態2に係るモーター一体型ファンの冷却部に関する一例の説明図である。

[図15]図15は、実施形態2に係るモーター一体型ファンの空気取入口と空気排出口に関する一例の説明図である。

発明を実施するための形態

[0033] 以下に、本発明に係る実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施形態によりこの発明が限定されるものではない。また、下記実施形態における構成要素には、当業者が置換可能かつ容易なもの、あるいは実質的に同一のものが含まれる。さらに、以下に記載した構成要素は適宜組み合わせることが可能であり、また、実施形態が複数ある場合には、各実施形態を組み合わせることも可能である。

[0034] [実施形態1]

実施形態1に係るモーター一体型ファン1は、軸流ファンとなっている。モーター一体型ファン1は、吸入口から空気を取り込み、吹出口から空気を吹き出すことで、推進力を発生させる。

[0035] モーター一体型ファン1は、例えば、ヘリコプタまたはドローン等の垂直離着陸機に設けられている。垂直離着陸機に設けられるモーター一体型ファン1は、機体を浮上させるための推進力を発生させたり、機体の姿勢を制御するための推進力を発生させたりする。なお、モーター一体型ファン1は、例えば

、ホバークラフト等の空気クッション車両に適用してもよい。

[0036] 図1及び図2を参照して、モーター一体型ファン1について説明する。図1は、実施形態1に係るモーター一体型ファンに関する断面図である。図2は、実施形態1に係るモーター一体型ファンのダクトに関する説明図である。モーター一体型ファン1は、ダクト型プロペラ、または、ダクテッドファンと呼ばれるものである。このモーター一体型ファン1は、例えば、軸方向を鉛直方向とする水平状態で使用され、鉛直方向の上方側から空気を取り込み、鉛直方向の下方側へ空気を吹き出している。なお、モーター一体型ファン1は、軸方向を水平方向とする鉛直状態で使用されてもよい。

[0037] モーター一体型ファン1は、1つのモータが一体に設けられたファンであり、軸部11と、回転部12と、外周部13と、モータ14と、転がり軸受15と、整流板16と、冷却部17と、空力デバイス18と、熱電変換素子19と、制御部20とを備えている。

[0038] 軸部11は、回転軸1の中心に設けられ、支持系（固定側）となっている。回転軸1は、軸方向が図1の上下方向となっているため、空気の流れ方向は、回転軸1の軸方向に沿った方向となっている。軸部11は、回転軸1の軸方向において、その上流側に設けられる部位となる軸側嵌合部25と、軸側嵌合部25の下流側に設けられる部位となる軸本体26とを有している。

[0039] 軸側嵌合部25は、後述する回転部12のハブ31が嵌め合わされる。軸側嵌合部25は、円筒形状となっており、軸本体26の上流側の端面から軸方向に突出して設けられている。軸側嵌合部25は、回転軸1の中心側に円柱形状の空間が形成されている。この空間には、回転部12のハブ31の一部が挿入される。また、軸側嵌合部25の外周側は、回転部12のハブ31の一部によって取り囲まれている。

[0040] 軸本体26は、軸方向の上流側から下流側に向かって先細りとなる略円錐形状となっている。このため、軸本体26は、その外周面が、軸方向の上流側から下流側に向かうにつれて、径方向の外側から内側に向かう面となっている。軸本体26の内部には、機器を設置可能な内部空間が形成されている。

。機器としては、例えば、制御装置、カメラ等である。また、軸本体 2 6 の外周面には、後述する整流板 1 6 の径方向内側の端部が接続されている。

[0041] 回転部 1 2 は、軸部 1 1 を中心に回転する回転系（回転側）となっている。回転部 1 2 は、回転軸 1 の軸方向において、軸部 1 1 に対して、空気が流入する流入側に設けられている。回転部 1 2 は、ハブ 3 1 と、複数のブレード 3 2 と、回転支持リング 3 3 と、を有している。

[0042] ハブ 3 1 は、軸部 1 1 の軸方向の上流側に設けられ、軸側嵌合部 2 5 に回転自在に嵌め合わされる。ハブ 3 1 は、軸部 1 1 の一部を構成している。ハブ 3 1 は、軸方向の上流側に設けられる部位となるハブ本体 3 5 と、ハブ本体 3 5 の下流側に設けられる部位となるハブ側嵌合部 3 6 とを有している。ハブ本体 3 5 は、上流側の端面が所定の曲率半径となる半球面に形成されている。ハブ側嵌合部 3 6 は、軸側嵌合部 2 5 と相補的な形状となっている。ハブ側嵌合部 3 6 は、回転軸の中心に設けられる中心軸 3 6 a と、中心軸 3 6 a の外周側に設けられる円筒形状の円筒部 3 6 b とを含んでいる。中心軸 3 6 a は、軸側嵌合部 2 5 の回転軸の中心の空間に挿入される。円筒部 3 6 b は、ハブ本体 3 5 の下流側の端面から軸方向に突出して設けられている。円筒部 3 6 b は、軸側嵌合部 2 5 の外周を取り囲むように配置される。このとき、軸側嵌合部 2 5 の内周面とハブ 3 1 の中心軸 3 6 a の外周面との間には、転がり軸受 1 5 が設けられる。

[0043] そして、ハブ本体 3 5 の端面から、円筒部 3 6 b の外周面を経て、軸本体 2 6 の外周面に至る面は、段差のない滑らかな面となっている。

[0044] 複数のブレード 3 2 は、ハブ 3 1 から径方向の外側へ向かって延在して設けられると共に、周方向に所定の間隔を空けて並べて設けられる。各ブレード 3 2 は、翼形状となっている。複数のブレード 3 2 は、回転軸 1 の軸方向に直交する流入側の端部によって、回転することにより形成される面が回転面 P となっている。

[0045] 回転支持リング 3 3 は、回転軸 1 を中心とする円環形状に形成されている。回転支持リング 3 3 は、回転軸 1 の径方向において、複数のブレード 3 2

の外周側に接続される。回転支持リング 33 は、後述する外周部 13 の内周面の一部を構成する部位である内環部 33a と、内環部 33a の径方向外側に突出して設けられる部位であるフランジ部 33b とを含んでいる。内環部 33a は、径方向内側の内周面が、外周部 13 の内周面の一部となっている。また、内環部 33a の内周面には、各ブレード 32 の径方向外側の端部が溶接等によって接合されている。フランジ部 33b は、内環部 33a の軸方向の上流側に設けられている。フランジ部 33b は、後述するモータ 14 の永久磁石 45 を保持している。フランジ部 33b は、永久磁石 45 が軸方向の下流側を向くように、永久磁石 45 を保持している。

[0046] 上記の回転部 12 は、ハブ 31 と、複数のブレード 32 と、回転支持リング 33 とが一体に接合されており、ハブ 31 を中心に回転する。

[0047] 外周部 13 は、軸部 11 の径方向外側に設けられ、支持系（固定側）となっている。外周部 13 は、円環形状に形成され、回転部 12 の回転によって推力を生じさせるダクトとなっている。外周部 13（以下、ダクト 13 という）は、回転軸 1 の軸方向において、上流側の開口が吸込口 38 となっており、下流側の開口が吹出口 39 となっている。

[0048] ダクト 13 は、その内部に、回転部 12 の回転支持リング 33 のフランジ部 33b と、後述するモータ 14 のコイル 46 とを収容する環状の内部空間が形成されている。ダクト 13 は、その内部において、回転部 12 に保持される永久磁石 45 と対向する位置に設けられるコイル 46 を保持している。ダクト 13 は、回転部 12 が回転することによって、吸込口 38 から空気を吸い込み、吸い込んだ空気を吹出口 39 から吹き出すことで、推力を発生させる。

[0049] モータ 14 は、ダクト 13 側から回転部 12 へ向けて動力を与えることにより、回転部 12 を回転させる外周駆動のモータとなっている。モータ 14 は、回転部 12 側に設けられる回転子側磁石と、ダクト 13 側に設けられる固定子側磁石とを有している。実施形態 1 において、回転子側磁石は、永久磁石 45 となっており、固定子側磁石は、コイル（電磁石）46 となってい

る。なお、実施形態１では、支持系にコイル４６を設けることで、コイル４６周りの配線等の取り回しに係る構成を簡易な構成としたが、この構成に特に限定されない。回転子側磁石をコイルとしてもよいし、固定子側磁石を永久磁石４５としてもよい。

[0050] 永久磁石４５は、回転支持リング３３のフランジ部３３ｂに保持されて設けられ、周方向に円環状に配置されている。また、永久磁石４５は、周方向において所定の間隔ごとに正極及び負極が交互となるように構成されている。永久磁石４５は、回転軸１の軸方向においてコイル４６と対向する位置に設けられる。

[0051] コイル４６は、ダクト１３の内部に保持されて設けられ、永久磁石４５の各極に対向して複数設けられると共に、周方向に並べて設けられる。コイル４６は、回転軸１の軸方向において回転部１２に保持される永久磁石４５と対向する位置に設けられる。つまり、永久磁石４５及びコイル４６は、回転軸１の軸方向に対向させて配置したアキシャル配置となっている。

[0052] なお、永久磁石４５及びコイル４６を、回転軸１の軸方向に対向させて配置したアキシャル配置としているが、図２に示す変形例としてもよい。図２は、実施形態１に係るモーター体型ファンの変形例に関する部分断面図である。図２に示す変形例では、永久磁石４５及びコイル４６を、回転軸１の径方向に対向させて配置させたラジアル配置となっている。

[0053] 永久磁石４５を保持する回転支持リング３３は、フランジ部３３ｂを省いた構成となっており、内環部３３ａの外周側において、永久磁石４５を保持している。

[0054] 永久磁石４５は、回転支持リング３３の内環部３３ａの外周側に保持されて設けられ、周方向に円環状に配置されている。永久磁石４５は、回転軸１の径方向においてコイル４６と対向する位置に設けられる。

[0055] コイル４６は、ダクト１３の内部に保持されて設けられ、永久磁石４５の各極に対向して複数設けられると共に、周方向に並べて設けられる。コイル４６は、回転軸１の径方向において回転部１２に保持される永久磁石４５と

対向する位置に設けられる。このように、永久磁石４５及びコイル４６は、回転軸Ⅰの径方向に対向させて配置したラジアル配置としてもよい。

[0056] 転がり軸受１５は、軸部１１の軸側嵌合部２５の内周面と、回転部１２のハブ３１における中心軸３６ａの外周面との間に設けられている。転がり軸受１５は、軸部１１に対する回転部１２の回転を許容しつつ、軸部１１と回転部１２とを連結している。転がり軸受１５は、例えば、ボールベアリング等である。

[0057] 整流板１６は、軸部１１とダクト１３とを連結して設けられている。整流板１６は、回転軸Ⅰの軸方向において、回転部１２の下流側に設けられている。つまり、整流板１６は、軸方向において、ダクト１３の下流側部位４３の位置に設けられている。整流板１６は、回転軸Ⅰの周方向に複数並べて設けられている。また、整流板１６は、翼形状等の流線形状となっており、回転部１２から流れ込む空気を整流している。なお、整流板１６の形状は、翼形状に限定されず、平板形状であってもよい。

[0058] 次に、図３を参照して、冷却部１７について説明する。なお、図３から図９では、モータ１４の永久磁石４５及びコイル４６がラジアル配置である場合に適用して説明する。冷却部１７は、モータ１４の作動により発熱する発熱部を冷却空気により冷却するものである。発熱部は、例えば、モータ１４のコイル４６である。なお、図２では、コイル４６を簡略化して図示しているため、実際の位置とは異なっている。コイル４６は、ダクト１３の内部に設けられていることから、冷却部１７は、コイル４６を冷却すべく、ダクト１３に設けられている。

[0059] 冷却部１７は、冷却空気を取り込む空気取入口５１と、冷却空気を排出する空気排出口５２と、空気取入口５１から空気排出口５２までに至る冷却流路５３と、を含む。

[0060] 空気取入口５１は、ダクト１３の外周面に形成されている。空気取入口５１は、回転軸Ⅰの軸方向において、回転部１２よりも下流側（吹出口３９側）に設けられている。空気取入口５１が形成される部位周りの圧力は、大気

圧となっている。

[0061] 空気排出口 5 2 は、ダクトの内周面に形成されている。空気排出口 5 2 は、吸込口 3 8 から吹出口 3 9 へ向かって流れる空気の流れ方向において、回転部 1 2 の上流側に設けられる。空気排出口 5 2 が形成される部位周りの圧力は、空気取込口 5 1 周りの圧力よりも負圧となっている。つまり、空気排出口 5 2 が形成される部位周りの圧力は、大気圧よりも小さい圧力となっている。

[0062] また、空気取込口 5 1 は、空気排出口 5 2 に比して開口面積が大きくなるように形成されている。言い換えれば、空気排出口 5 2 は、空気取込口 5 1 に比して開口面積が小さくなるように形成されている。

[0063] 冷却流路 5 3 は、空気取込口 5 1 からコイル 4 6 に至る流路 5 3 a と、コイル 4 6 が配置されるダクト 1 3 の内部空間 5 3 b と、コイル 4 6 から空気排出口 5 2 に至る流路 5 3 c と、を含む。冷却流路 5 3 は、空気取込口 5 1 から取り込まれた空気を、冷却空気として内部空間 5 3 b へ案内し、内部空間 5 3 b へ冷却空気を導入すると共に、内部空間 5 3 b の冷却空気を、空気排出口 5 2 へ向けて案内する。

[0064] このような、冷却部 1 7 は、空気取込口 5 1 から空気を取り込み、内部空間 5 3 b において冷却空気をコイル 4 6 に吹き当て、コイル 4 6 に吹き当てた冷却空気を空気排出口 5 2 から排出することで、コイル 4 6 の除熱を行う。

[0065] 空力デバイス 1 8 は、滞留する冷却空気に流れを付与するものである。例えば、空力デバイス 1 8 は、プラズマアクチュエータ、シンセティックジェット、ボルテックスジェネレータ等がある。空力デバイス 1 8 は、空気取込口 5 1、空気排出口 5 2 及び冷却流路 5 3 に設けられる。なお、実施形態 1 では、空力デバイス 1 8 は、空気取込口 5 1、空気排出口 5 2 及び冷却流路 5 3 に設けたが、空気取込口 5 1、空気排出口 5 2 及び冷却流路 5 3 の少なくともいずれかに設ければよく、特に限定されない。

[0066] 空気取込口 5 1 に設けられる空力デバイス 1 8 は、例えば、プラズマアク

チュエータが適用され、空気取入口 5 1 に向かって空気が流れ込むように設けられる。具体的に、空力デバイス 1 8 は、空気取入口 5 1 近傍のダクト 1 3 の外周面に設けられる。なお、空気取入口 5 1 に設けられる空力デバイス 1 8 は、空気取入口 5 1 近傍の冷却流路 5 3 の流路 5 3 a に設けてもよい。

[0067] 空気排出口 5 2 に設けられる空力デバイス 1 8 は、例えば、プラズマアクチュエータが適用され、空気排出口 5 2 から空気が排出されるように設けられる。具体的に、空力デバイス 1 8 は、空気排出口 5 2 近傍のダクト 1 3 の内周面に設けられる。なお、空気排出口 5 2 に設けられる空力デバイス 1 8 は、空気排出口 5 2 近傍の冷却流路 5 3 の流路 5 3 c に設けてもよい。

[0068] 内部空間 5 3 b に設けられる空力デバイス 1 8 は、例えば、プラズマアクチュエータ及びシンセティックジェットが適用され、流路 5 3 a から流路 5 3 c に冷却空気が流れるように設けられる。具体的に、空力デバイス 1 8 は、内部空間の内面に設けられると共に、内部空間に滞留する冷却空気の澱み点に設けられる。

[0069] 熱電変換素子 1 9 は、ダクト 1 3 に設けられ、コイル 4 6 から発生する熱を利用して、電力を発生している。熱電変換素子 1 9 は、コイル 4 6 からの熱エネルギーを電気エネルギーに変換して、空力デバイス 1 8 に電力を供給している。熱電変換素子 1 9 は、コイル 4 6 側に設けられる高温部と、高温部に比して低温となる部位に設けられる低温部と、を有する。具体的に、熱電変換素子 1 9 は、低温部がダクト 1 3 の外周面に位置して設けられ、高温部がコイル 4 6 に対向して設けられている。そして、高温部とコイル 4 6 との間には、伝熱部材 5 5 が設けられ、熱電変換素子 1 9 の高温部には、伝熱部材 5 5 を介してコイル 4 6 の熱が入熱される。なお、熱電変換素子 1 9 は、生成した電力を制御部 2 0 に出力する構成としてもよく、この場合、制御部 2 0 から空力デバイス 1 8 に電力を供給してもよい。

[0070] 制御部 2 0 は、モーター一体型ファン 1 の各部に接続され、各部を制御することで、モーター一体型ファン 1 を制御している。制御部 2 0 は、コイル 4 6 に接続されている。制御部 2 0 は、コイル 4 6 の磁界を制御することで、回

転部 12 の回転を制御している。また、制御部 20 は、空力デバイス 18 に接続されている。制御部 20 は、空力デバイス 18 の作動を制御している。

[0071] このようなモーター一体型ファン 1 は、モータ 14 により、ダクト 13 側から回転部 12 に磁界による動力を与えることで、回転部 12 が回転する。モーター一体型ファン 1 は、回転部 12 が回転すると、吸込口 38 から空気を吸い込むと共に、吹出口 39 へ向けて空気を吹き出す。回転部 12 から吹き出された空気は、ダクト 13 の内周面に沿って流れることで、推力を発生させる。

[0072] また、回転部 12 が回転すると、空気排出口 52 を沿って流れる空気の流速が速くなることで、空気排出口 52 周りの圧力が大気圧よりも小さくなる。すると、空気取込口 51 に比して空気排出口 52 が負圧となることから、冷却部 17 は、空気取込口 51 から空気を取り込むと共に、取り込んだ空気を冷却空気として、冷却流路 53 を流通させる。冷却流路 53 を流れる冷却空気は、内部空間 53b においてコイル 46 に吹き当たる。コイル 46 に吹き当てられた冷却空気は、空気排出口 52 から排出される。これにより、冷却部 17 は、コイル 46 を冷却空気により除熱する。

[0073] 次に、図 4 から図 6 を参照して、冷却部 17 の他の一例について説明する。図 4 から図 6 は、実施形態 1 に係るモーター一体型ファンの冷却部に関する一例の説明図である。図 4 に示す冷却部 17 は、冷却流路 53 が、空気取込口 51 から空気排出口 52 へ向かって直線状に形成されている。また、直線状となる冷却流路 53 は、内部空間 53b においてコイル 46 と交差するように形成される。

[0074] このため、図 4 に示す冷却部 17 では、冷却流路 53 が直線状となることから、冷却空気が円滑に流通するため、冷却流路 53 における圧力損失を低減することができる。

[0075] 図 5 に示す冷却部 17 は、図 3 に示す空気取込口 51 が、ダクト 13 の内周面に形成されている。空気取込口 51 は、吸込口 38 から吹出口 39 へ向かって流れる空気の流れ方向において、回転部 12 の下流側に設けられる。

空気取込口 5 1 が形成される部位周りの圧力は、空気排出口 5 2 周りの圧力よりも正圧となっている。つまり、空気取込口 5 1 が形成される部位周りの圧力は、空気排出口 5 2 周りの圧力よりも大きい圧力となっている。

[0076] このため、図 5 に示す冷却部 1 7 では、空気取込口 5 1 に比して空気排出口 5 2 が負圧となる。このため、冷却部 1 7 は、空気取込口 5 1 から空気を取り込むと共に、取り込んだ空気を冷却空気として、冷却流路 5 3 を流通させる。

[0077] 図 6 に示す冷却部 1 7 は、図 3 に示す空気排出口 5 2 が、ダクト 1 3 の外周面に形成されている。空気排出口 5 2 は、空気取込口 5 1 に比して吸込口 3 8 側に設けられる。空気排出口 5 2 が形成される部位周りの圧力は、空気取込口 5 1 周りの圧力よりも負圧となっている。つまり、空気排出口 5 2 が形成される部位周りの圧力は、空気取込口 5 1 周りの圧力よりも小さい圧力となっている。

[0078] このため、図 6 に示す冷却部 1 7 では、空気取込口 5 1 に比して空気排出口 5 2 が負圧となる。このため、冷却部 1 7 は、空気取込口 5 1 から空気を取り込むと共に、取り込んだ空気を冷却空気として、冷却流路 5 3 を流通させる。

[0079] 次に、図 7 及び図 8 を参照して、冷却部 1 7 の空気取込口 5 1 の他の一例について説明する。図 7 及び図 8 は、実施形態 1 に係るモーター一体型ファンの空気取込口に関する一例の説明図である。

[0080] 図 7 に示す空気取込口 5 1 は、複数の孔 5 1 a を含む構成となっている。孔 5 1 a は、ダクト 1 3 の外周面に形成されると共に、周方向に亘って並んで形成されている。孔 5 1 a は、周方向に一行、または、複数列形成されている。孔 5 1 a が周方向に複数列形成される場合、複数の孔 5 1 a は、周方向に沿って千鳥状に配置される。

[0081] 図 8 に示す空気取込口 5 1 は、長手方向に延在するスリット 5 1 b を含む構成となっている。スリット 5 1 b は、ダクト 1 3 の外周面に形成されると共に、周方向が長手方向となるように形成されている。スリット 5 1 b は、

周方向に並んで形成されている。スリット 5 1 b は、周方向に一行、または、複数行形成されている。スリット 5 1 b が周方向に複数行形成される場合、複数のスリット 5 1 b は、周方向に沿って千鳥状に配置される。

[0082] 次に、図 9 を参照して、冷却部 1 7 の空気排出口 5 2 の他の一例について説明する。図 9 は、実施形態 1 に係るモーター一体型ファンの空気排出口に関する一例の説明図である。図 9 に示す空気排出口 5 2 は、空気排出口 5 2 が形成される部位の表面から突き出して設けられる。つまり、空気排出口 5 2 がダクト 1 3 の内周面に形成される場合、空気排出口 5 2 は、ダクト 1 3 の内周面から突き出して形成される。また、空気排出口 5 2 がダクト 1 3 の外周面に形成される場合、空気排出口 5 2 は、ダクト 1 3 の外周面から突き出して形成される。このとき、空気排出口 5 2 は、例えば、ノズル型であってもよいし、ライン型であってもよいし、アネモ型であってもよく、形状は、特に限定されない。

[0083] 次に、図 1 0 を参照して、冷却部 1 7 の他の一例について説明する。図 1 0 に示す冷却部 1 7 は、図 1 0 に示すように、冷却流路 5 3 を直線状としない場合の構成である。図 1 0 に示す冷却部 1 7 は、冷却流路 5 3 が、空気取入口 5 1 から空気排出口 5 2 へ向かって湾曲するように形成されている。湾曲する冷却流路 5 3 には、空気取入口 5 1 から取り込んだ冷却空気を案内する通気ガイド 5 8 が設けられている。通気ガイド 5 8 は、空気取入口 5 1 からコイル 4 6 へ向かって冷却空気を案内すると共に、コイル 4 6 から空気排出口 5 2 へ向かって冷却空気を案内している。

[0084] 以上のように、実施形態 1 によれば、空気取入口 5 1 に対する空気排出口 5 2 の負圧を利用して、空気取入口 5 1 から冷却空気を取り込み、発熱部であるコイル 4 6 を通過した後の冷却空気を、空気排出口 5 2 から排出することができる。このため、冷却空気によりコイル 4 6 の除熱を好適に行うことができる。また、空気取入口 5 1 に対する空気排出口 5 2 の負圧を利用することから、モーター一体型ファン 1 のファン性能の低減を抑制することができる。

- [0085] また、実施形態１によれば、コイル４６がダクト１３に設けられる場合、図２に示す冷却部１７は、大気圧となるダクト１３の外周面から空気を取り込み、圧力が低くなる回転部１２の上流側におけるダクト１３の内周面から空気を排出することができる。このため、空気取入口５１と空気排出口５２との圧力差が大きくなる位置に、空気取入口５１及び空気排出口５２を設けることができることから、冷却流路５３において冷却空気を好適に流通させることができる。
- [0086] また、実施形態１によれば、コイル４６がダクト１３に設けられる場合、図４に示す冷却部１７は、ダクト１３の内周面から空気を取り込み、ダクト１３の内周面から空気を排出することができる。このため、ダクト１３の外周面に、空気取入口５１及び空気排出口５２を設けることが困難である場合であっても、空気取入口５１と空気排出口５２との間に圧力差を生じさせることができるため、冷却流路５３において冷却空気を好適に流通させることができる。
- [0087] また、実施形態１によれば、コイル４６がダクト１３に設けられる場合、図５に示す冷却部１７は、ダクト１３の外周面から空気を取り込み、ダクト１３の外周面から空気を排出することができる。このため、ダクト１３の内周面に、空気取入口５１及び空気排出口５２を設けることが困難である場合であっても、空気取入口５１と空気排出口５２との間に圧力差を生じさせることができるため、冷却流路５３において冷却空気を好適に流通させることができる。
- [0088] また、実施形態１によれば、図３に示すように、冷却流路５３を直線状とすることで、冷却流路５３における圧力損失を抑制することができるため、冷却流路５３において冷却空気をより好適に流通させることができる。
- [0089] また、実施形態１によれば、空気取入口５１を空気排出口５２に比して開口面積を大きくすることで、空気取入口５１から空気を多く取り込むことができ、また、空気排出口５２における冷却空気の流速を速くすることができる。

- [0090] また、実施形態１によれば、複数の孔５１ａを形成して、空気取込口５１を設けたり、スリット５１ｂを形成して、空気取込口５１を設けたりすることができる。
- [0091] また、実施形態１によれば、図８に示すように、空気排出口５２を、ダクト１３の内周面または外周面から突き出して設けることで、空気排出口５２における空気の流速を速くすることができるため、空気排出口５２の負圧を大きくすることができる。
- [0092] また、実施形態１によれば、図１０に示すように、冷却流路５３内に通気ガイド５８を設けることで、冷却空気を、空気取込口５１からコイル４６へ向けて、また、コイル４６から空気排出口５２へ向けて、適切に案内することができる。このため、冷却流路５３において冷却空気をより好適に流通させることができる。
- [0093] また、実施形態１によれば、空力デバイス１８を設けることにより、冷却空気を好適に流動させることができるため、冷却空気による冷却効率を高めることができる。
- [0094] また、実施形態１によれば、コイル４６の熱を利用して、熱電変換素子１９により電力を発生させて、空力デバイス１８に供給することができる。このため、外部電源を設ける必要がなく、モーター一体型ファン１の構成を簡素化することができる。
- [0095] また、実施形態１によれば、上記のモーター一体型ファン１を機体に搭載した垂直離着陸機は、コイル４６が除熱され、ファン性能の低減が抑制されたモーター一体型ファン１を用いることができるため、モーター一体型ファン１による推力を適切に得ることができる。
- [0096] なお、実施形態１では、発熱部としてモータ１４のコイル４６を適用したが、コイル４６以外のものであってもよく、モータ１４を作動させることにより発生する発熱部であれば、特に限定されない。
- [0097] [実施形態２]

次に、図１１から図１５を参照して、実施形態２に係るモーター一体型ファ

ン 60 について説明する。なお、実施形態 2 では、重複した記載を避けるべく、実施形態 1 と異なる部分について説明し、実施形態 1 と同様の構成である部分については、同じ符号を付して説明する。図 11 は、実施形態 2 に係るモーター一体型ファンの軸部に関する一例の説明図である。図 12 は、実施形態 2 に係るモーター一体型ファンの変形例に関する部分断面図である。図 13 は、実施形態 2 に係るモーター一体型ファンの軸部に関する一例の説明図である。図 14 は、実施形態 2 に係るモーター一体型ファンの冷却部に関する一例の説明図である。図 15 は、実施形態 2 に係るモーター一体型ファンの空気取入口と空気排出口に関する一例の説明図である。

[0098] 実施形態 1 のモーター一体型ファン 1 は、モータ 14 が外周駆動となるモータであったが、実施形態 2 のモーター一体型ファン 60 は、モータ 64 が内周駆動となるモータとなっている。このため、実施形態 2 のモーター一体型ファン 60 は、内周駆動となるモータ 64 のコイル 46 を、冷却部 67 によって冷却している。

[0099] 実施形態 2 のモーター一体型ファン 60 は、軸部 61 と、回転部 62 と、ダクト 63 と、モータ 64 と、転がり軸受 65 と、整流板 66 と、冷却部 67 と、空力デバイス 68 と、熱電変換素子 69 と、制御部 70 とを備えている。なお、転がり軸受 65、整流板 66、空力デバイス 68、熱電変換素子 69 及び制御部 70 は、実施形態 1 とほぼ同様であるため、説明を省略する。

[0100] 軸部 61 は、回転軸 1 の中心に設けられ、支持系（固定側）となっている。軸部 61 は、回転軸 1 の軸方向において、その上流側に設けられる部位となる軸側嵌合部 75 と、軸側嵌合部 75 の下流側に設けられる部位となる軸本体 76 とを有している。

[0101] 軸側嵌合部 75 は、後述する回転部 62 の回転支持リング 83 が嵌め合わされる。軸側嵌合部 75 は、円柱形状となっており、軸本体 76 の上流側の端面において、回転軸 1 の中心から軸方向の上流側に突出して設けられている。軸側嵌合部 75 の外周側は、回転部 62 の回転支持リング 83 によって取り囲まれている。

- [0102] 軸本体 7 6 は、軸方向の上流側から下流側に向かって凸となる半球形状となっている。このため、軸本体 7 6 は、その外周面が、軸方向の上流側から下流側に向かうにつれて、径方向の外側から内側に向かう面となっている。また、軸本体 7 6 は、軸方向の上流側の端面において、軸側嵌合部 7 5 の外周側の位置に、コイル 4 6 を保持している。なお、軸本体 7 6 の内部には、実施形態 1 と同様に、機器を設置可能な内部空間を形成してもよい。
- [0103] 回転部 6 2 は、軸部 6 1 を中心に回転する回転系（回転側）となっている。回転部 6 2 は、回転軸 1 の軸方向において、軸部 6 1 に対して、空気が流入する流入側に設けられている。回転部 6 2 は、ハブ 8 1 と、複数のブレード 8 2 と、回転支持リング 8 3 と、を有している。
- [0104] ハブ 8 1 は、軸部 6 1 の軸方向の上流側に設けられており、軸部 6 1 の一部を構成している。ハブ 8 1 は、上流側の端面が所定の曲率半径となる球面に形成されている。
- [0105] 回転支持リング 8 3 は、ハブ 8 1 の軸方向の下流側に設けられ、ハブ 8 1 と一体となっている。回転支持リング 8 3 は、軸側嵌合部 7 5 に回転自在に嵌め合わされる。回転支持リング 8 3 は、回転軸 1 を中心とする円環形状に形成されている。回転支持リング 8 3 は、径方向外側に設けられる外環部 8 3 a と、外環部 8 3 a の径方向内側に突出して設けられる部位であるフランジ部 8 3 b と、フランジ部 8 3 b の径方向内側に設けられる部位である内環部 8 3 c とを含んでいる。外環部 8 3 a は、円筒形状となっており、軸部 6 1 の外周面に対して段差のない滑らかな外周面を有している。外環部 8 3 a の外周面には、各ブレード 8 2 の径方向内側の端部が溶接等によって接合されている。フランジ部 8 3 b は、外環部 8 3 a の軸方向の上流側に設けられている。フランジ部 8 3 b は、後述するモータ 6 4 の永久磁石 4 5 を保持している。フランジ部 8 3 b は、永久磁石 4 5 が軸方向の下流側を向くように、永久磁石 4 5 を保持している。内環部 8 3 c は、円筒形状となっており、軸側嵌合部 7 5 を取り囲むように設けられている。内環部 8 3 c は、その内周面が軸側嵌合部 7 5 の外周面と対向する。このとき、軸部 6 1 の軸側嵌合

部 7 5 の外周面と、回転支持リング 8 3 の内環部 8 3 c の内周面との間には、転がり軸受 6 5 が設けられる。

[0106] 複数のブレード 8 2 は、回転支持リング 8 3 の外周面に接続される。複数のブレード 8 2 は、回転支持リング 8 3 から径方向の外側へ向かって延在して設けられると共に、周方向に所定の間隔を空けて並べて設けられる。各ブレード 8 2 は、翼形状となっている。また、各ブレード 8 2 は、径方向内側の端部が回転支持リング 8 3 の外周面に接続される一方で、径方向外側の端部が自由端となっている。

[0107] ダクト 6 3 は、軸部 1 1 の径方向外側に設けられ、支持系（固定側）となっている。ダクト 6 3 は、円環形状に形成され、回転部 6 2 の回転によって推力を生じさせるダクトとなっている。ダクト 6 3 は、回転軸 1 の軸方向において、上流側の開口が吸込口 3 8 となっており、下流側の開口が吹出口 3 9 となっている。

[0108] モータ 6 4 は、軸部 6 1 側から回転部 6 2 へ向けて動力を与えることにより、回転部 6 2 を回転させる内周駆動のモータとなっている。モータ 6 4 は、回転部 6 2 側に設けられる回転子側磁石と、軸部 6 1 側に設けられる固定子側磁石とを有している。実施形態 2 において、回転子側磁石は、永久磁石 4 5 となっており、固定子側磁石は、コイル（電磁石）4 6 となっている。なお、実施形態 2 では、支持系にコイル 4 6 を設けることで、コイル 4 6 周りの配線等の取り回しに係る構成を簡易な構成としたが、この構成に特に限定されない。回転子側磁石をコイルとしてもよいし、固定子側磁石を永久磁石 4 5 としてもよい。

[0109] 永久磁石 4 5 は、回転支持リング 8 3 のフランジ部 8 3 b に保持されて設けられ、周方向に円環状に配置されている。なお、永久磁石 4 5 のその他の構成については、実施形態 1 と同様であるため、説明を省略する。

[0110] コイル 4 6 は、軸部 6 1 の軸本体 7 6 における上流側の端面に保持されて設けられ、永久磁石 4 5 の各極に対向して複数設けられると共に、周方向に並べて設けられる。なお、コイル 4 6 のその他の構成についても、実施形態

1と同様であるため、説明を省略する。

[0111] なお、実施形態2では、永久磁石45及びコイル46を、回転軸1の軸方向に対向させて配置したアキシャル配置としているが、図12に示す変形例としてもよい。図12に示す変形例では、永久磁石45及びコイル46を、回転軸1の径方向に対向させて配置させたラジアル配置となっている。

[0112] 永久磁石45は、回転支持リング83の内環部83cの外周側に保持されて設けられ、周方向に円環状に配置されている。永久磁石45は、回転軸1の径方向においてコイル46と対向する位置に設けられる。

[0113] コイル46は、軸部61の内部に保持されて設けられ、永久磁石45の各極に対向して複数設けられると共に、周方向に並べて設けられる。コイル46は、回転軸1の径方向において回転部62に保持される永久磁石45と対向する位置に設けられる。このように、永久磁石45及びコイル46は、回転軸1の径方向に対向させて配置したラジアル配置としてもよい。

[0114] 次に、図13を参照して、冷却部67について説明する。なお、図13から図15では、モータ14の永久磁石45及びコイル46がラジアル配置である場合に適用して説明する。冷却部67は、モータ64の作動により発熱する発熱部を冷却空気により冷却するものである。発熱部は、例えば、モータ64のコイル46である。なお、図13では、コイル46を簡略化して図示しているため、実際の位置とは異なっている。コイル46は、軸部61の軸本体76における上流側の端面に設けられていることから、冷却部67は、コイル46を冷却すべく、軸部61から回転部62のハブ81に至る部位に設けられている。

[0115] 冷却部67は、冷却空気を取り込む空気取入口91と、冷却空気を排出する空気排出口92と、空気取入口91から空気排出口92までに至る冷却流路93と、を含む。

[0116] 空気取入口91は、軸部61の外周面に形成されている。空気取入口91は、回転軸1の軸方向において、回転部62よりも下流側（吹出口39側）に設けられている。

- [0117] 空気排出口 9 2 は、軸部 6 1 の一部を構成するハブ 8 1 の外周面に形成されている。空気排出口 9 2 は、吸込口 3 8 から吹出口 3 9 へ向かって流れる空気の流れ方向において、回転部 6 2 の上流側に設けられる。空気排出口 9 2 が形成される部位周りの圧力は、空気取込口 9 1 周りの圧力よりも負圧となっている。
- [0118] 冷却流路 9 3 は、空気取込口 9 1 からコイル 4 6 に至る流路 9 3 a と、コイル 4 6 が配置される軸部 6 1 の内部空間 9 3 b と、コイル 4 6 から空気排出口 9 2 に至る流路 9 3 c と、を含む。冷却流路 9 3 は、空気取込口 9 1 から取り込まれた空気を、冷却空気として内部空間 9 3 b へ案内し、内部空間 9 3 b へ冷却空気を導入すると共に、内部空間 9 3 b の冷却空気を、空気排出口 9 2 へ向けて案内する。
- [0119] このような、冷却部 6 7 は、空気取込口 9 1 から空気を取り込み、内部空間 9 3 b において冷却空気をコイル 4 6 に吹き当て、コイル 4 6 に吹き当てた冷却空気を空気排出口 9 2 から排出することで、コイル 4 6 の除熱を行う。
- [0120] モーター一体型ファン 6 0 は、モータ 6 4 により、軸部 6 1 側から回転部 6 2 へ磁界による動力を与えることで、回転部 6 2 が回転する。モーター一体型ファン 6 0 は、回転部 6 2 が回転すると、吸込口 3 8 から空気を吸い込むと共に、吹出口 3 9 へ向けて空気を吹き出す。回転部 6 2 から吹き出された空気は、ダクト 6 3 の内周面に沿って流れることで、推力を発生させる。
- [0121] また、回転部 6 2 が回転すると、空気排出口 9 2 を沿って流れる空気の流速が速くなることで、空気排出口 9 2 周りの圧力が、空気取込口 9 1 に比して負圧となる。このため、冷却部 6 7 は、空気取込口 9 1 から空気を取り込むと共に、取り込んだ空気を冷却空気として、冷却流路 9 3 を流通させる。冷却流路 9 3 を流れる冷却空気は、内部空間 9 3 b においてコイル 4 6 に吹き当たる。コイル 4 6 に吹き当てられた冷却空気は、空気排出口 9 2 から排出される。これにより、冷却部 6 7 は、コイル 4 6 を冷却空気により除熱する。

[0122] 次に、図 1 4 及び図 1 5 を参照して、冷却部 6 7 の他の一例について説明する。図 1 4 に示す冷却部 6 7 は、冷却流路 9 3 が、空気取入口 9 1 から空気排出口 9 2 へ向かって直線状に形成されている。また、直線状となる冷却流路 9 3 は、内部空間 9 3 b においてコイル 4 6 と交差するように形成される。また、冷却流路 9 3 は、軸部 6 1 に複数形成され、複数の冷却流路 9 3 は、流路 9 3 a において交差して形成される。このとき、複数の冷却流路 9 3 は、交差する流路 9 3 a において、連通する構成であってもよいし、非連通となる構成（連通しない構成）であってもよく、特に限定されない。

[0123] このため、図 1 4 に示す冷却部 6 7 では、冷却流路 9 3 が直線状となっていることから、冷却空気が円滑に流通するため、冷却流路 9 3 における圧力損失を低減することができる。

[0124] 図 1 5 に示す冷却部 6 7 は、図 1 5 に示すように、冷却流路 9 3 を直線状としない場合の構成である。図 1 5 に示す冷却部 6 7 は、冷却流路 9 3 が、空気取入口 9 1 から空気排出口 9 2 へ向かって湾曲するように形成されている。湾曲する冷却流路 9 3 には、空気取入口 9 1 から取り込んだ冷却空気を案内する通気ガイド 9 5 が設けられている。通気ガイド 9 5 は、空気取入口 9 1 からコイル 4 6 へ向かって冷却空気を案内すると共に、コイル 4 6 から空気排出口 9 2 へ向かって冷却空気を案内している。

[0125] 以上のように、実施形態 2 によれば、コイル 4 6 が軸部 6 1 に設けられる場合、空気取入口 9 1 に対する空気排出口 9 2 の負圧を利用して、空気取入口 9 1 から冷却空気を取り込み、発熱部であるコイル 4 6 を通過した後の冷却空気を、空気排出口 9 2 から排出することができる。このため、冷却空気によりコイル 4 6 の除熱を好適に行うことができる。また、空気取入口 9 1 に対する空気排出口 9 2 の負圧を利用することから、モーター一体型ファン 6 0 のファン性能の低減を抑制することができる。

[0126] また、実施形態 2 によれば、図 1 4 に示すように、冷却流路 9 3 を直線状とすることで、冷却流路 9 3 における圧力損失を抑制することができるため、冷却流路 9 3 において冷却空気をより好適に流通させることができる。

[0127] また、実施形態２によれば、図１５に示すように、冷却流路９３内に通気ガイド９５を設けることで、冷却空気を、空気取入口９１からコイル４６へ向けて、また、コイル４６から空気排出口９２へ向けて、適切に案内することができる。このため、冷却流路９３において冷却空気をより好適に流通させることができる。

符号の説明

[0128] １ モーター体型ファン（実施形態１）

１１ 軸部

１２ 回転部

１３ ダクト

１４ モータ

１５ 転がり軸受

１６ 整流板

１７ 冷却部

１８ 空力デバイス

１９ 熱電変換素子

２０ 制御部

３１ ハブ

３２ ブレード

３３ 回転支持リング

３８ 吸込口

３９ 吹出口

４５ 永久磁石

４６ コイル

５１ 空気取入口

５２ 空気排出口

５３ 冷却流路

５５ 伝熱部材

6 0 モーター一体型ファン（実施形態 2）

6 1 軸部

6 2 回転部

6 3 ダクト

6 4 モータ

6 5 転がり軸受

6 6 整流板

6 7 冷却部

6 8 空力デバイス

6 9 熱電変換素子

7 0 制御部

8 1 ハブ

8 2 ブレード

8 3 回転支持リング

9 1 空気取込口

9 2 空気排出口

9 3 冷却流路

9 5 通気ガイド

請求の範囲

- [請求項1] 吸込口から空気を吸い込み、吸い込んだ空気を吹出口から吹き出すモーター一体型ファンにおいて、
- 回転軸の中心に設けられる軸部と、
- 前記軸部を中心に回転する回転部と、
- 前記軸部の外周に設けられる外周部と、
- 前記回転部を回転させるモータと、
- 前記モータの作動により発熱する発熱部と、
- 前記発熱部を冷却空気により冷却する冷却部と、を備え、
- 前記冷却部は、
- 前記冷却空気を取り込む空気取込口と、
- 前記冷却空気を排出する空気排出口と、
- 前記空気取込口から前記発熱部を経て前記空気排出口までに至る冷却流路と、を含み、
- 前記空気排出口は、前記空気取込口に比して圧力が負圧となる位置に設けられるモーター一体型ファン。
- [請求項2] 前記発熱部及び前記冷却部は、前記外周部に設けられ、
- 前記空気取込口は、前記外周部の外周面に設けられ、
- 前記空気排出口は、前記外周部の内周面に設けられると共に、前記吸込口から前記吹出口へ向かって流れる空気の流れ方向において、前記回転部の上流側に設けられる請求項1に記載のモーター一体型ファン。
- [請求項3] 前記発熱部及び前記冷却部は、前記外周部に設けられ、
- 前記空気取込口は、前記外周部の内周面に設けられると共に、前記吸込口から前記吹出口へ向かって流れる空気の流れ方向において、前記回転部の下流側に設けられ、
- 前記空気排出口は、前記外周部の内周面に設けられると共に、前記流れ方向において、前記回転部の上流側に設けられる請求項1に記載

のモーター一体型ファン。

- [請求項4] 前記発熱部及び前記冷却部は、前記外周部に設けられ、
前記空気取入口は、前記外周部の外周面に設けられ、
前記空気排出口は、前記外周部の外周面に設けられると共に、前記空気取入口に比して前記吸込口側に設けられる請求項1に記載のモーター一体型ファン。
- [請求項5] 前記発熱部及び前記冷却部は、前記軸部に設けられ、
前記空気取入口は、前記軸部の外周面に設けられると共に、前記吸込口から前記吹出口へ向かって流れる空気の流れ方向において、前記回転部の下流側に設けられ、
前記空気排出口は、前記軸部の外周面に設けられると共に、前記流れ方向において、前記回転部の上流側に設けられる請求項1に記載のモーター一体型ファン。
- [請求項6] 前記冷却流路は、前記空気取入口から前記空気排出口まで直線状となる流路である請求項1から5のいずれか1項に記載のモーター一体型ファン。
- [請求項7] 前記空気取入口は、前記空気排出口に比して開口面積が大きい請求項1から6のいずれか1項に記載のモーター一体型ファン。
- [請求項8] 前記空気取入口は、複数の孔を含む請求項1から7のいずれか1項に記載のモーター一体型ファン。
- [請求項9] 前記空気取入口は、長手方向に延在するスリットを含む請求項1から7のいずれか1項に記載のモーター一体型ファン。
- [請求項10] 前記空気排出口は、前記空気排出口が形成される部位の表面から突き出して設けられる請求項1から9のいずれか1項に記載のモーター一体型ファン。
- [請求項11] 滞留する前記冷却空気に流れを付与する空力デバイスを、さらに備え、
前記空力デバイスは、前記空気取入口、前記空気排出口及び前記冷

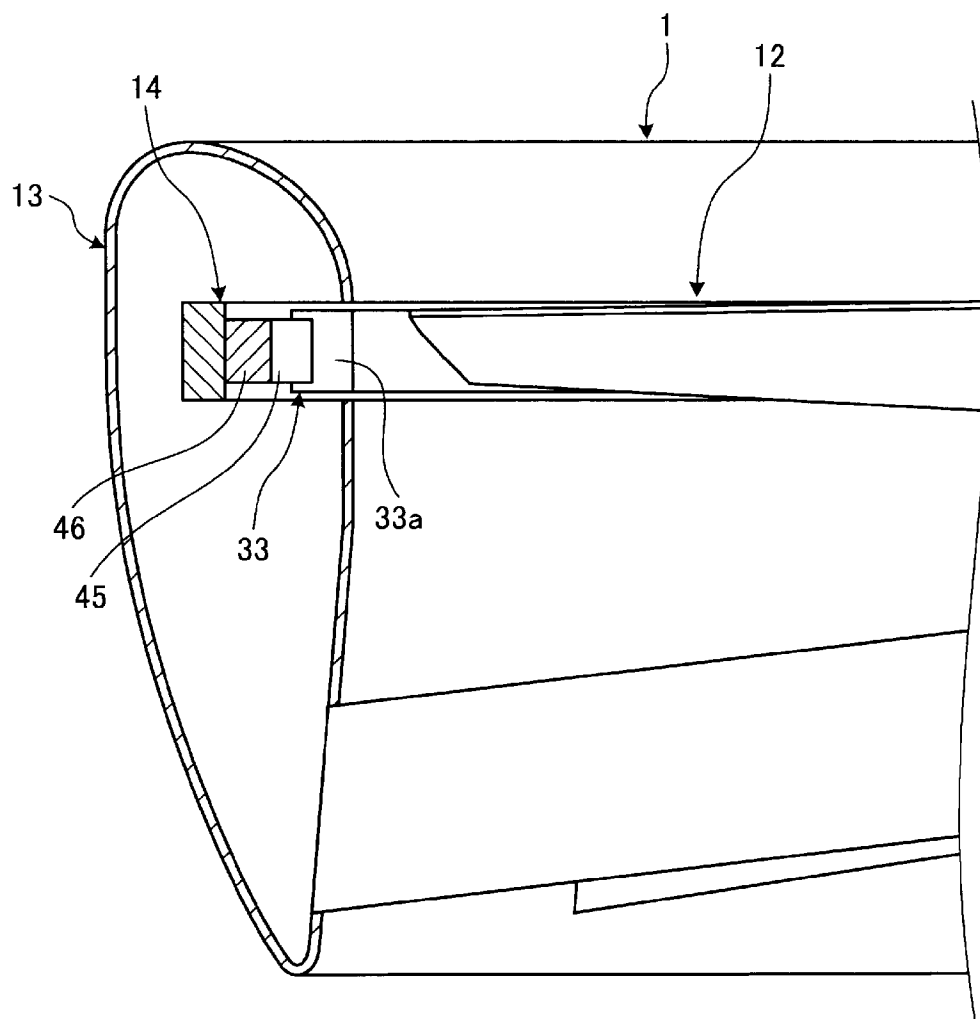
却流路の少なくともいずれかに設けられる請求項 1 から 10 のいずれか 1 項に記載のモーター一体型ファン。

[請求項12] 前記発熱部からの熱エネルギーを電気エネルギーに変換して、前記空力デバイスに電力を供給する熱電変換素子を、さらに備え、

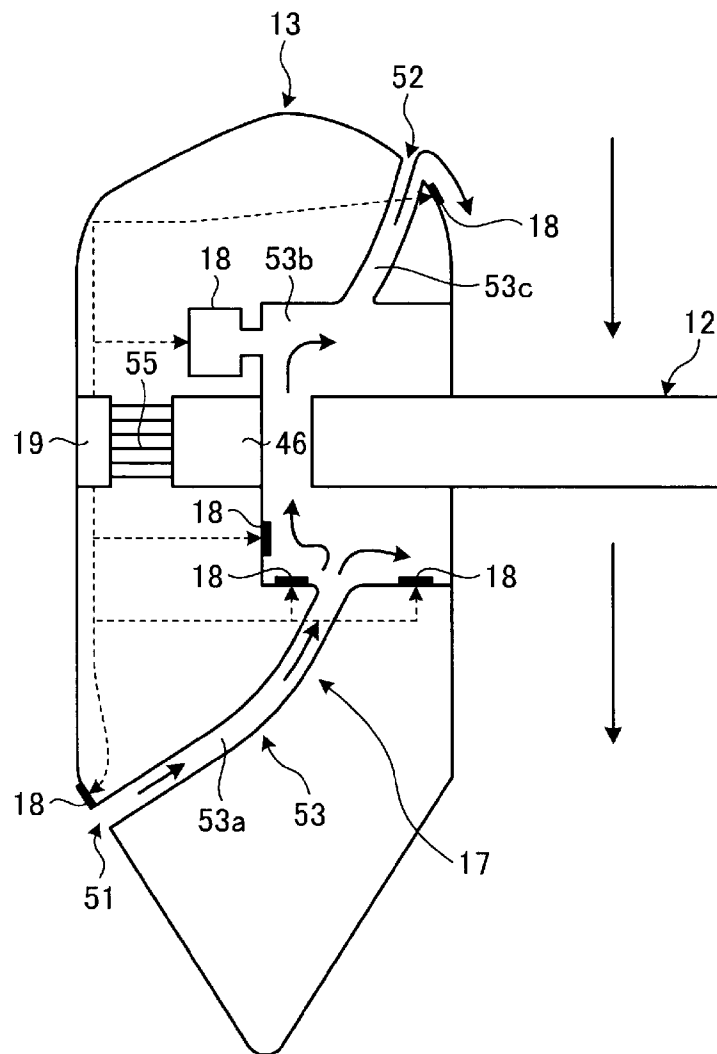
前記熱電変換素子は、前記発熱部側に設けられる高温部と、前記高温部に比して低温となる部位に設けられる低温部と、を有する請求項 11 に記載のモーター一体型ファン。

[請求項13] 請求項 1 から 12 のいずれか 1 項に記載のモーター一体型ファンと、前記モーター一体型ファンから発生する推力によって移動する機体と、を備える垂直離着陸機。

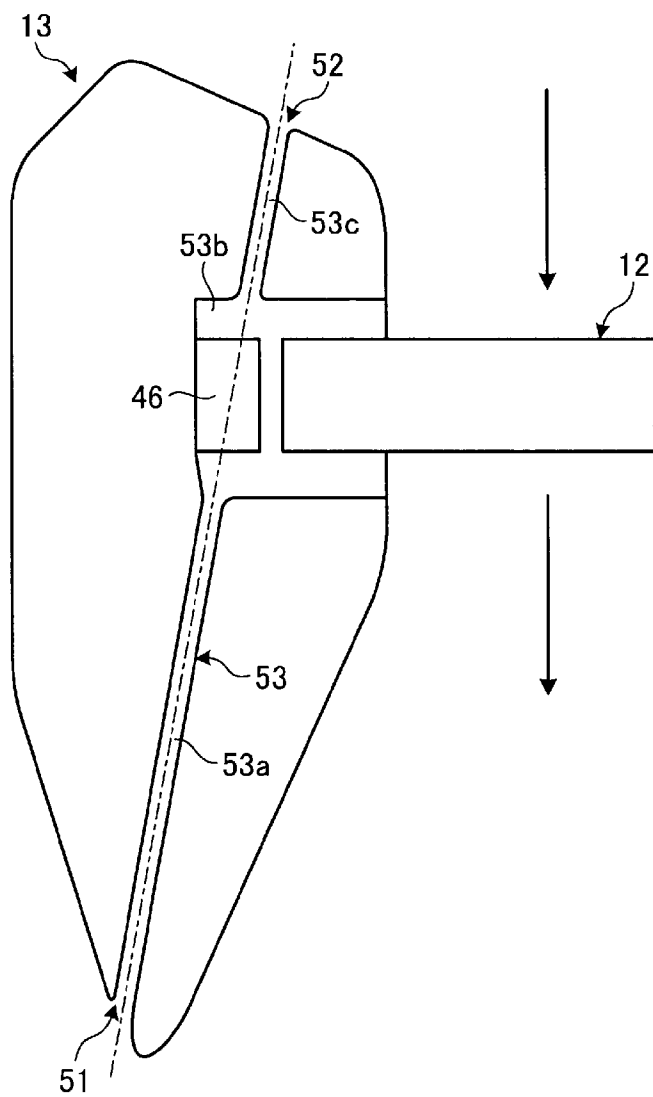
[図2]



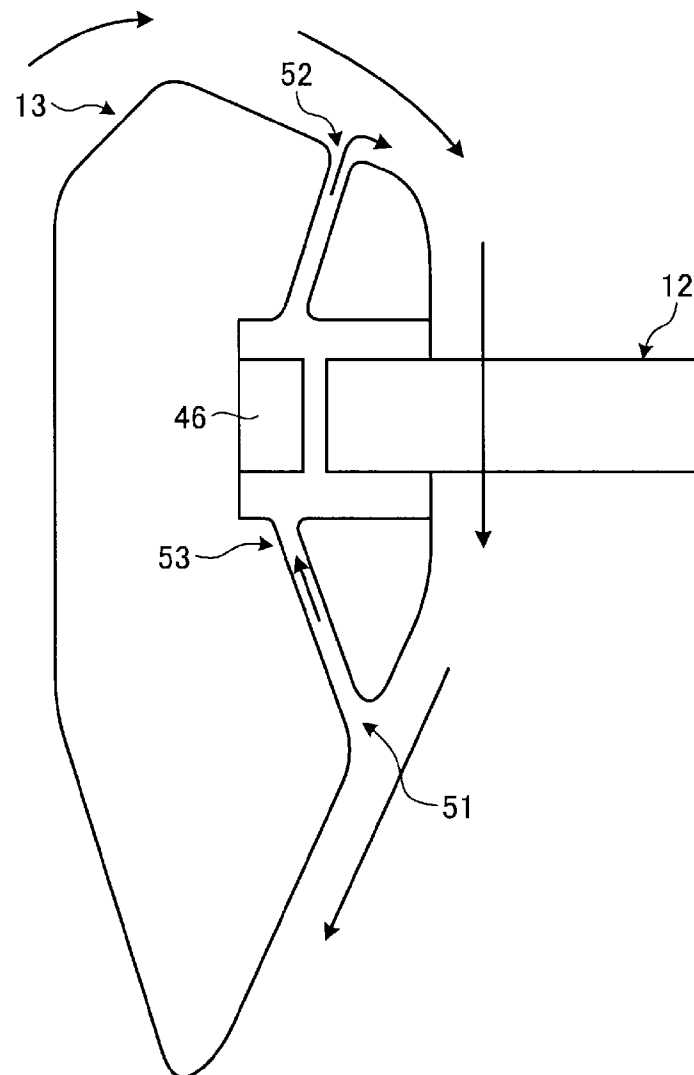
[図3]



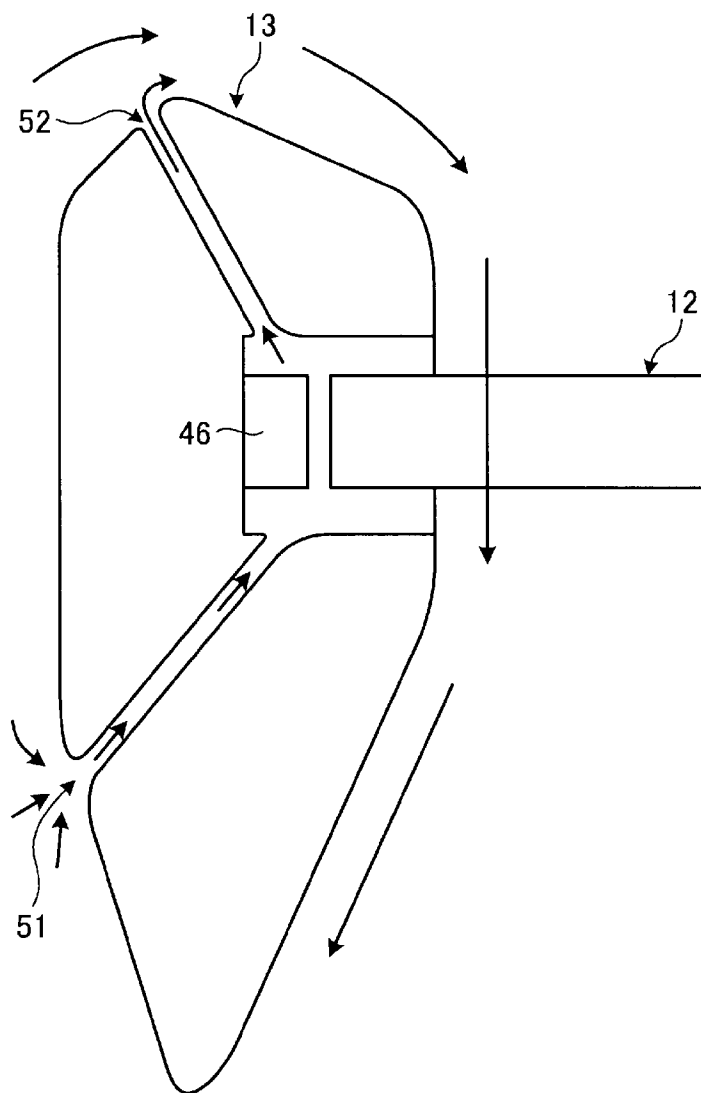
[図4]



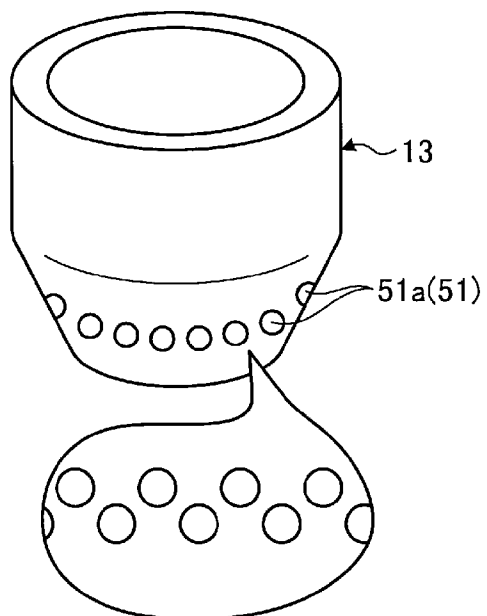
[図5]



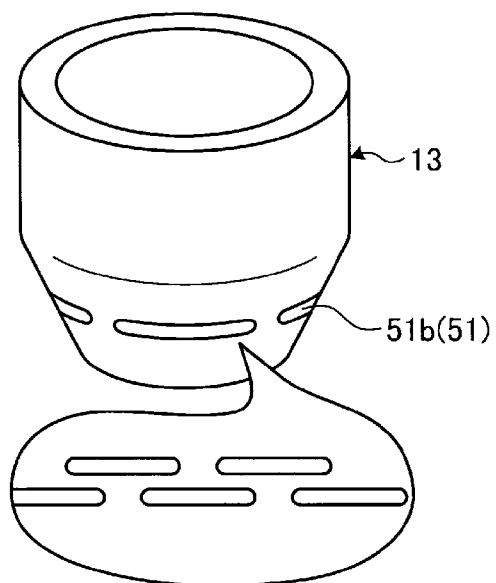
[図6]



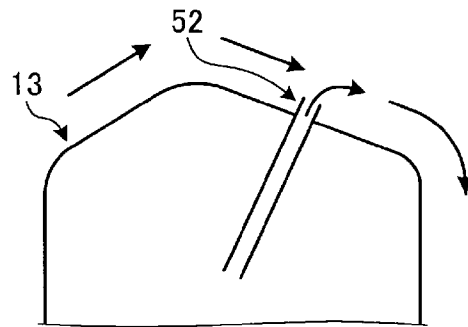
[図7]



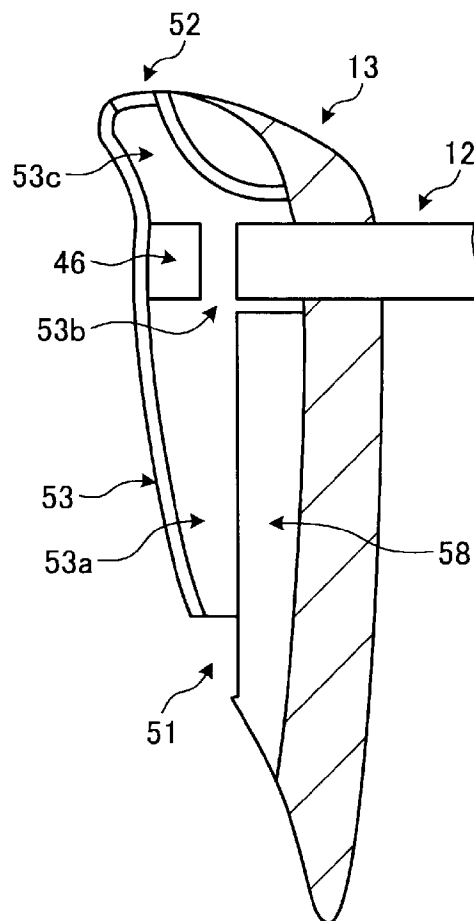
[図8]



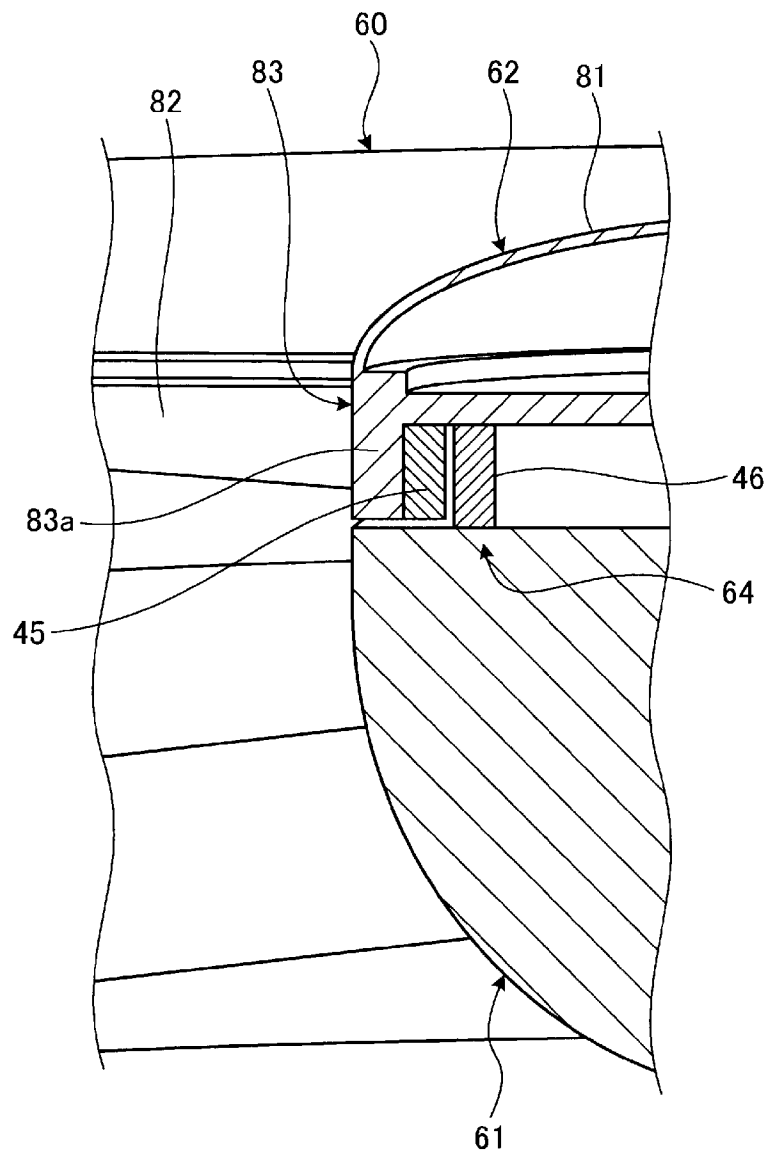
[図9]



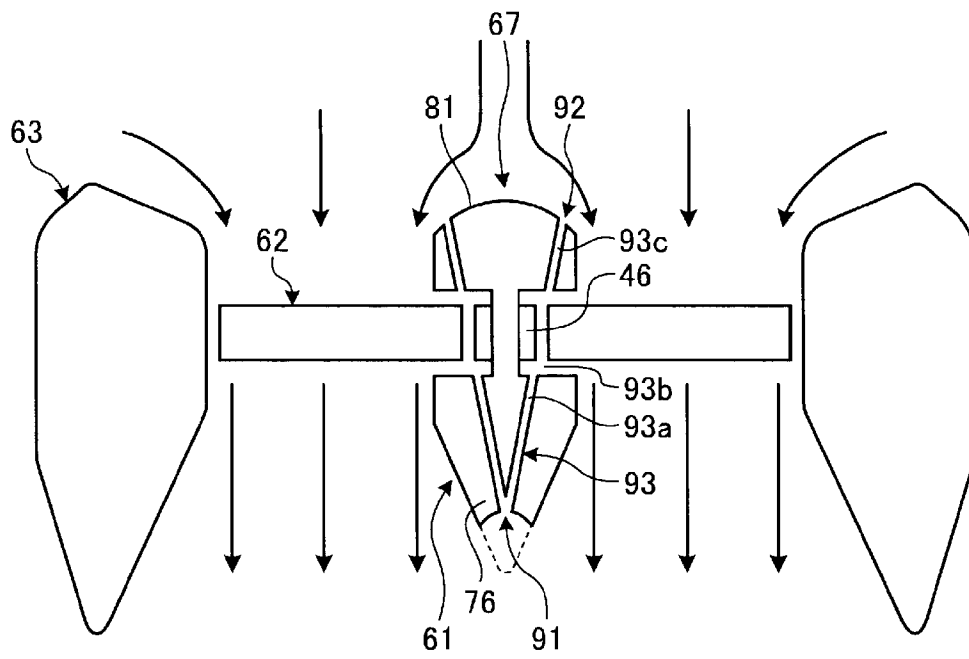
[図10]



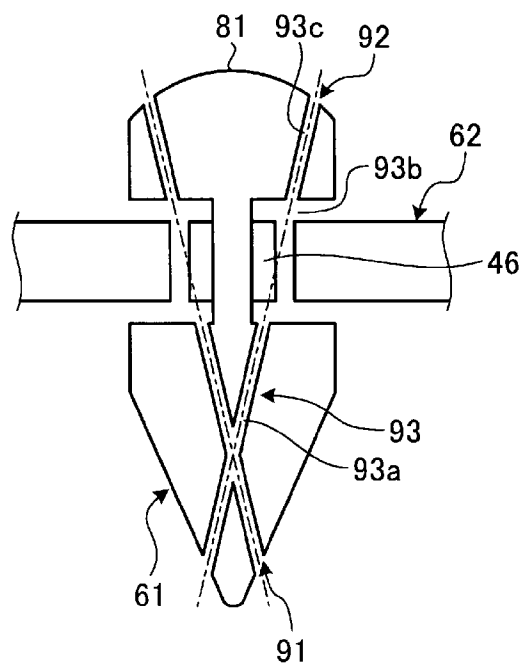
[図12]



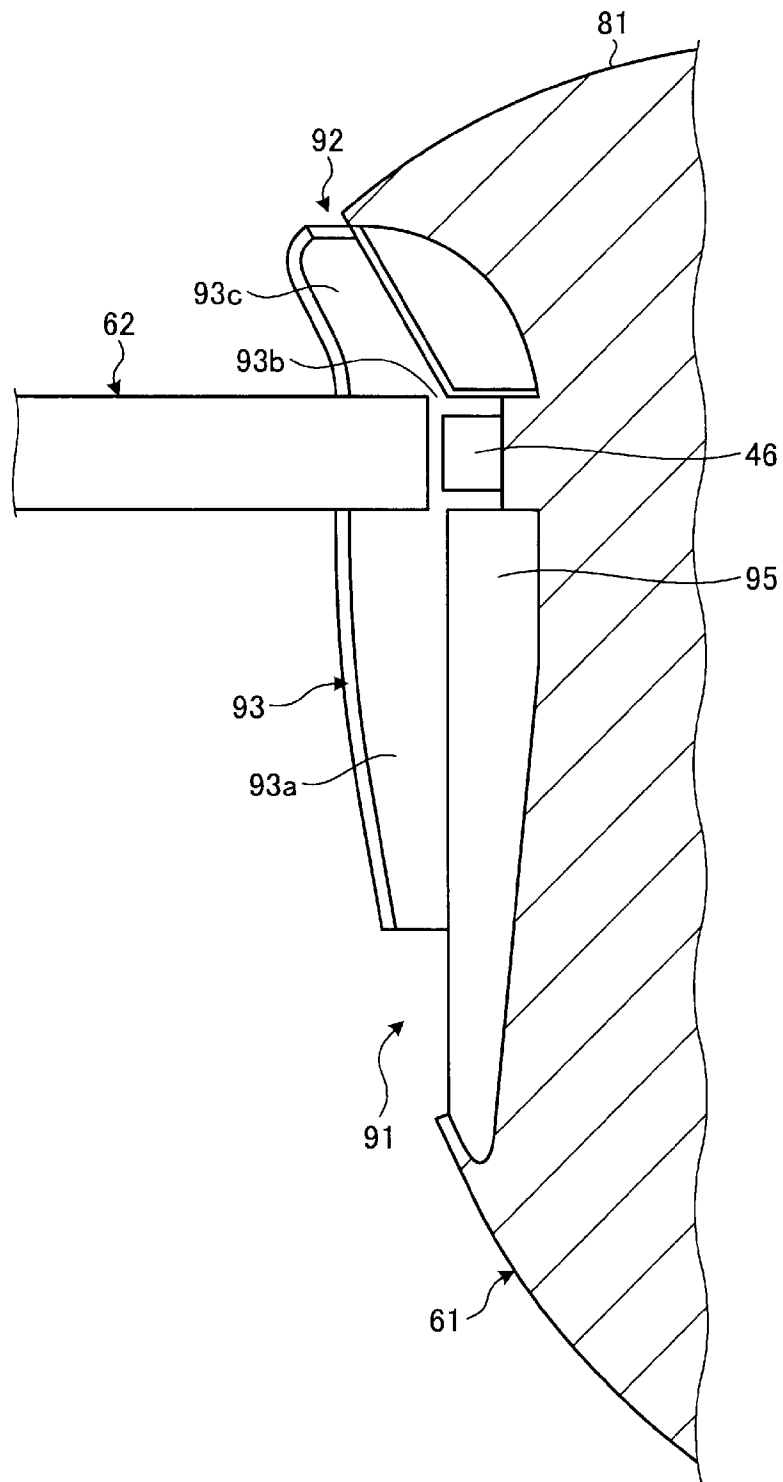
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/048227

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. B64C27/16(2006.01)i, B64C29/00(2006.01)i, B64D27/24(2006.01)i, H02K7/14(2006.01)i, H02K9/06(2006.01)i, H02K9/22(2006.01)i, H02N11/00(2006.01)i, F04D29/32(2006.01)i, F04D29/58(2006.01)i
FI: F04D29/58P, B64C29/00A, B64C27/16, H02K7/14A, H02K9/06F, H02K9/22Z, H02N11/00A, F04D29/32B, B64D27/24

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. B64C27/16, B64C29/00, B64D27/24, H02K7/14, H02K9/06, H02K9/22, H02N11/00, F04D29/32, F04D29/58

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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 Y A	WO 2015/005776 A1 (ECO-LOGICAL ENTERPRISES B.V.) 15.01.2015 (2015-01-15), specification, page 13, line 8 to page 15, line 16, fig. 1-5	1, 3, 8-9, 13 2, 10-12 4-7
X Y A	US 2008/0219844 A1 (DECKER, J. J.) 11.09.2008 (2008-09-11), paragraphs [0018]-[0029], [0032], [0039]-[0043], fig. 1, 2, 4, 6	1, 5-8 10-12 2-4, 9, 13
Y	JP 14-4950 Y1 (SAWAI, Sadaharu) 08.04.1939 (1939-04-08), procedure of properties, actions and effects of utility model, fig. 1	2, 10-12
Y	JP 2013-79606 A (EBARA CORPORATION) 02.05.2013 (2013-05-02), paragraphs [0044], [0045], fig. 5	10-12



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

"I" 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
12.02.2020

Date of mailing of the international search report
25.02.2020

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/JP2019/048227

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2017/122406 A1 (DENSO CORPORATION) 20.07.2017 (2017-07-20), paragraph [0073]	11-12
Y	JP 2015-165127 A (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 17.09.2015 (2015-09-17), paragraphs [0022], [0023]	12
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 013789/1979 (Laid-open No. 114399/1980) (HITACHI, LTD.) 12.08.1980 (1980-08-12), fig. 1	4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2019/048227

WO 2015/005776 A1 15.01.2015 US 2016/0152327 A1

US 2008/0219844 A1 11.09.2008 WO 2008/109038 A2

JP 14-4950 Y1 08.04.1939 (Family: none)

JP 2013-79606 A 02.05.2013 (Family: none)

WO 2017/122406 A1 20.07.2017 JP 2017-125405 A

JP 2015-165127 A 17.09.2015 (Family: none)

JP 55-114399 U1 12.08.1980 (Family: none)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B64C 27/16(2006.01)i; B64C 29/00(2006.01)i; B64D 27/24(2006.01)i; H02K 7/14(2006.01)i; H02K 9/06(2006.01)i; H02K 9/22(2006.01)i; H02N 11/00(2006.01)i; F04D 29/32(2006.01)i; F04D 29/58(2006.01)i FI: F04D29/58 P; B64C29/00 A; B64C27/16; H02K7/14 A; H02K9/06 F; H02K9/22 Z; H02N11/00 A; F04D29/32 B; B64D27/24																													
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）） B64C27/16; B64C29/00; B64D27/24; H02K7/14; H02K9/06; H02K9/22; H02N11/00; F04D29/32; F04D29/58 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2020年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2020年	日本国実用新案登録公報	1996-2020年	日本国登録実用新案公報	1994-2020年																			
日本国実用新案公報	1922-1996年																												
日本国公開実用新案公報	1971-2020年																												
日本国実用新案登録公報	1996-2020年																												
日本国登録実用新案公報	1994-2020年																												
C. 関連すると認められる文献 <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>WO 2015/005776 A1 (ECO-LOGICAL ENTERPRISES B.V.) 15.01.2015 (2015 - 01 - 15) 明細書第13ページ第8行-第15ページ第16行, 図1-5</td> <td>1,3,8-9,13</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td></td> <td>2,10-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td></td> <td>4-7</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>US 2008/0219844 A1 (DECKER, John J.) 11.09.2008 (2008 - 09 - 11) 段落0018-0029, 0032, 0039-0043, 図1-2, 4, 6</td> <td>1,5-8</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td></td> <td>10-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td></td> <td>2-4,9,13</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 14-4950 Y1 (澤井 貞治) 08.04.1939 (1939 - 04 - 08) 実用新案の性質、作用及効果の要領欄、第一図</td> <td>2,10-12</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2013-79606 A (株式会社荏原製作所) 02.05.2013 (2013 - 05 - 02) 段落0044-0045, 図5</td> <td>10-12</td> </tr> </tbody> </table>			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	X	WO 2015/005776 A1 (ECO-LOGICAL ENTERPRISES B.V.) 15.01.2015 (2015 - 01 - 15) 明細書第13ページ第8行-第15ページ第16行, 図1-5	1,3,8-9,13	Y		2,10-12	A		4-7	X	US 2008/0219844 A1 (DECKER, John J.) 11.09.2008 (2008 - 09 - 11) 段落0018-0029, 0032, 0039-0043, 図1-2, 4, 6	1,5-8	Y		10-12	A		2-4,9,13	Y	JP 14-4950 Y1 (澤井 貞治) 08.04.1939 (1939 - 04 - 08) 実用新案の性質、作用及効果の要領欄、第一図	2,10-12	Y	JP 2013-79606 A (株式会社荏原製作所) 02.05.2013 (2013 - 05 - 02) 段落0044-0045, 図5	10-12
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																											
X	WO 2015/005776 A1 (ECO-LOGICAL ENTERPRISES B.V.) 15.01.2015 (2015 - 01 - 15) 明細書第13ページ第8行-第15ページ第16行, 図1-5	1,3,8-9,13																											
Y		2,10-12																											
A		4-7																											
X	US 2008/0219844 A1 (DECKER, John J.) 11.09.2008 (2008 - 09 - 11) 段落0018-0029, 0032, 0039-0043, 図1-2, 4, 6	1,5-8																											
Y		10-12																											
A		2-4,9,13																											
Y	JP 14-4950 Y1 (澤井 貞治) 08.04.1939 (1939 - 04 - 08) 実用新案の性質、作用及効果の要領欄、第一図	2,10-12																											
Y	JP 2013-79606 A (株式会社荏原製作所) 02.05.2013 (2013 - 05 - 02) 段落0044-0045, 図5	10-12																											
☒ 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、一般的な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抵触するものではなく、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 12.02.2020		国際調査報告の発送日 25.02.2020																											
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 大瀬 円 30 4487 電話番号 03-3581-1101 内線 3358																											

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
Y	WO 2017/122406 A1 (株式会社デンソー) 20.07.2017 (2017 - 07 - 20) 段落0073	11-12
Y	JP 2015-165127 A (パナソニック I P マネジメント株式会社) 17.09.2015 (2015 - 09 - 17) 段落0022-0023	12
A	日本国実用新案登録出願54-013789号(日本国実用新案登録出願公開55-114399号)の願 書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (株式会社日立製作 所) 12.08.1980 (1980-08-12) 第1図	4

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2019/048227

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2015/005776	A1	15.01.2015	US	2016/0152327	A1	
US	2008/0219844	A1	11.09.2008	WO	2008/109038	A2	
JP	14-4950	Y1	08.04.1939	(ファミリーなし)			
JP	2013-79606	A	02.05.2013	(ファミリーなし)			
WO	2017/122406	A1	20.07.2017	JP	2017-125405	A	
JP	2015-165127	A	17.09.2015	(ファミリーなし)			
JP	55-114399	U1	12.08.1980	(ファミリーなし)			