

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7358280号
(P7358280)

(45)発行日 令和5年10月10日(2023.10.10)

(24)登録日 令和5年9月29日(2023.9.29)

(51)国際特許分類

F I

B 6 4 C 27/24 (2006.01)

B 6 4 C 27/24

B 6 4 C 29/00 (2006.01)

B 6 4 C 29/00

A

請求項の数 10 (全16頁)

(21)出願番号	特願2020-51196(P2020-51196)	(73)特許権者	000006208
(22)出願日	令和2年3月23日(2020.3.23)		三菱重工業株式会社
(65)公開番号	特開2021-146981(P2021-146981 A)		東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号
(43)公開日	令和3年9月27日(2021.9.27)	(74)代理人	100112737
審査請求日	令和4年12月16日(2022.12.16)		弁理士 藤田 考晴
		(74)代理人	100140914
			弁理士 三苫 貴織
		(74)代理人	100136168
			弁理士 川上 美紀
		(74)代理人	100172524
			弁理士 長田 大輔
		(72)発明者	森崎 雄貴
			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
		(72)発明者	今井 和宏

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ダクテッドファン及び航空機

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

軸線周りに回転して空気の流れを発生させるファンと、
該ファンを前記軸線周りに包囲するとともに前記軸線方向に延び、一端が導入口とされ他端が排出口とされている円筒形状のカウルと、
を備え、
前記カウルは、前記ファンの回転によって前記導入口から前記排出口まで空気が流れる流路を半径方向内側に形成して、
前記ファンは、外周側に設けられたコンプレッサ翼と、該コンプレッサ翼よりも内周側に設けられた推進翼と、を有し、
前記カウルは、前記コンプレッサ翼を内部に収容する収容部と、前記コンプレッサ翼によって前記収容部を流れる空気が吹き出す吹出し口と、該吹出し口から吹き出された空気を吸い込む吸込み口と、を有し、
前記吹出し口は、前記カウルの半径方向内側、かつ、前記カウルの前記導入口近傍に設けられ、
前記吸込み口は、前記カウルの半径方向内側、かつ、前記軸線方向において前記吹出し口と前記コンプレッサ翼との間に設けられているダクテッドファン。

【請求項 2】

前記コンプレッサ翼と前記推進翼とは、前記軸線周りに環状とされ前記ファンと共に回転するリムによって接続され、

前記リムは、前記カウルの半径方向内側の面の一部を形成している請求項 1 に記載のダクトファン。

【請求項 3】

前記カウルは、前記コンプレッサ翼によって前記収容部を流れる空気が吹き出す第 2 吹出し口を有し、

前記第 2 吹出し口は、前記カウルの半径方向外側、かつ、前記カウルの前記導入口近傍において、前記カウルの他端側に向かって空気を吹き出すように設けられている請求項 1 又は 2 に記載のダクトファン。

【請求項 4】

前記吹出し口及び前記吸込み口は、前記カウルの全周に亘って形成されている請求項 1 から 3 のいずれかに記載のダクトファン。

【請求項 5】

前記吹出し口及び前記吸込み口は、前記カウルの周方向において部分的に形成されている請求項 1 から 3 のいずれかに記載のダクトファン。

【請求項 6】

前記吹出し口及び前記吸込み口は、前記軸線が傾斜したときに風上側に位置する部分にのみ設けられている請求項 5 に記載のダクトファン。

【請求項 7】

前記ファンは、前記コンプレッサ翼の外周側に磁石が設けられたロータコアを有し、前記カウルは、前記収容部にコイルが設けられたステータコアを有した、リムドライブ型とされている請求項 1 から 6 のいずれかに記載のダクトファン。

【請求項 8】

前記コンプレッサ翼の形状と前記推進翼の形状とが異なる請求項 1 から 7 のいずれかに記載のダクトファン。

【請求項 9】

前記コンプレッサ翼の枚数と前記推進翼の枚数とが異なる請求項 1 から 8 のいずれかに記載のダクトファン。

【請求項 10】

請求項 1 から 9 のいずれかに記載のダクトファンを備えている航空機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、ダクトファン及び航空機に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、パワーエレクトロニクス性能の向上に伴って、航空機を電動化する開発が盛んに行われており、その開発のひとつに VTOL (Vertical Take Off & Landing: 垂直離着陸) 型の航空機がある。

【0003】

電動の VTOL 機は、巡航速度、巡航距離、ペイロード等の要求によって機体の形式が異なる。例えば、早い巡航速度や長い巡航距離が要求される場合、主翼を有したチルトウィング機やチルトロータ機が採用されることが多い。

一方で、主翼やロータをチルト (傾斜) させると飛行の安定した制御が難しくなるので、巡航速度が遅く巡航距離が短い場合、固定ロータ機が採用されることが多い。

【0004】

近年、長距離輸送のニーズが高まっており、今後は電動化のメリットを活かして分散ファンによるチルトウィング機やチルトロータ機のニーズが高まると考えられる。この場合、騒音やホバリング時の推力等を考慮すると、ダクトファン (カウルを有したファン) を採用することが望ましい。

【0005】

10

20

30

40

50

ダクトファンにおいては、空気が導入されるカウルの開口近傍（特にリップ部）での空気の剥離が推力の性能に大きく影響する。特に、離着陸から巡行飛行への遷移モード時や横風がある場合等、ファンの回転軸線に対して空気が斜めに流れ込む場合にリップ部で剥離が生じやすい。このため、リップ部での剥離をいかに抑制するかが重要な課題となる。

【 0 0 0 6 】

特許文献 1 には、リップ部から自然流を分離させるためにジェットを吹き出す構成が開示されており、ジェットの吹き出しを制御することで剥離をコントロールするとされている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 7 】

【文献】米国特許出願公開第 2 0 1 0 / 0 1 4 0 4 1 6 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 8 】

しかしながら、特許文献 1 の構成では、リップ部での剥離を促すことができても、剥離を積極的に抑制することができない。

【 0 0 0 9 】

本開示は、このような事情に鑑みてなされてものであって、剥離しかけている空気をリップ部に引き寄せてリップ部での空気の剥離を抑制できるダクトファン及び航空機を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

上記課題を解決するために、本開示のダクトファン及び航空機は以下の手段を採用する。

すなわち、本開示の一態様に係るダクトファンは、軸線周りに回転して空気の流れを発生させるファンと、該ファンを前記軸線周りに包囲するとともに前記軸線方向に延び、一端が導入口とされ他端が排出口とされている円筒形状のカウルと、を備え、前記カウルは、前記ファンの回転によって前記導入口から前記排出口まで空気が流れる流路を半径方向内側に形成して、前記ファンは、外周側に設けられたコンプレッサ翼と、該コンプレッサ翼よりも内周側に設けられた推進翼と、を有し、前記カウルは、前記コンプレッサ翼を内部に収容する収容部と、前記コンプレッサ翼によって前記収容部を流れる空気が吹き出す吹き出し口と、該吹き出し口から吹き出された空気を吸い込む吸込み口と、を有し、前記吹き出し口は、前記カウルの半径方向内側、かつ、前記カウルの前記導入口近傍に設けられ、前記吸込み口は、前記カウルの半径方向内側、かつ、前記軸線方向において前記吹き出し口と前記コンプレッサ翼との間に設けられている。

【 0 0 1 1 】

また、本開示の一態様に係る航空機は、上記のダクトファンを有している。

【発明の効果】

【 0 0 1 2 】

本開示に係るダクトファン及び航空機によれば、剥離しかけている空気をリップ部に引き寄せてリップ部での空気の剥離を抑制できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 3 】

【図 1】本開示の第 1 及び第 2 実施形態に係るダクトファンの平面図である。

【図 2】本開示の第 1 及び第 2 実施形態に係るダクトファンの側面図である。

【図 3】ファンの平面図である。

【図 4】ファン及びステータコアの平面図である。

【図 5】図 2 に示す F 5 部の部分拡大図（縦断面図）である（第 1 実施形態）。

10

20

30

40

50

【図 6】図 5 に示す F 6 部の部分拡大図である。

【図 7】図 5 に示すリップ部近傍の空気の流れを示した図である。

【図 8】第 1 実施形態に係るカウルを導入口側から斜視した図である。

【図 9】コンプレッサ翼と推進翼の枚数とが異なるファンの平面図である。

【図 10】第 1 実施形態の変形例に係るカウルを導入口側から斜視した図である。

【図 11】傾斜したダクテッドファンの側面図である。

【図 12】図 2 に示す F 5 部の部分拡大図（縦断面図）である（第 2 実施形態）。

【図 13】第 2 実施形態に係るカウルを導入口側から斜視した図である。

【図 14】ダクテッドファンを備えている航空機の平面図である。

【発明を実施するための形態】

10

【0014】

[第 1 実施形態]

以下、本開示の第 1 実施形態に係るダクテッドファン及び航空機について図面を参照して説明する。

【0015】

[ダクテッドファンの構成の概略について]

図 1 は、ダクテッドファン 1 A の平面図である。図 2 は、ダクテッドファン 1 A の側面図である。

図 1 及び図 2 に示すように、ダクテッドファン 1 A は、ファン 10 と、ファン 10 を包囲する円筒形状のカウル 20 A とを備えている。

20

ダクテッドファン 1 A は、図 14 に示すように、例えば、チルトロータ機やチルトウィング機等の航空機 100 に取り付けられ、航空機 100 の飛行に必要な推力（浮上及び推進のための推力）を発生させる装置となる。

なお、図 14 のダクテッドファン 1 A は、理解の容易のために主翼や胴体等から離間して示されているが、実際には主翼や胴体等の航空機 100 の本体に対して固定されている。

【0016】

ファン 10 は、軸線 X を回転軸線とするハブ 11 と、ハブ 11 に取り付けられた複数枚の翼 12 とを有している。

【0017】

カウル 20 A は、軸線 X 方向に延びる円筒形状の部材とされ、ファン 10 の全周方向を包囲するようにしてファン 10 を内側に收容している。以下、単に「内側」や「外側」と記載した場合、軸線 X を中心とした「半径方向の内側」や「半径方向の外側」を意味するものとする。

30

【0018】

図 2 に示すように、カウル 20 A の内周面（内側の周面）には支持部材 40 が接続されており、支持部材 40 はハブ 11 を軸線 X 周りに回転自在に支持している。支持部材 40 によって支持されたファン 10 は、後述する駆動装置によって軸線 X 周りに回転される。

【0019】

ファン 10（厳密には翼 12）が回転することによって、カウル 20 A の一端側にある導入口 21 から周囲の空気が導入されてカウル 20 A の内側を介して他端側にある排出口 22 から排出される。すなわち、導入口 21 から排出口 22 に向かう空気の流れが発生する。

40

【0020】

[ファンの詳細な構成について]

図 3 は、ファン 10 のみを平面視した図である。図 4 は、ファン 10 及びステータコア 30 を平面視した図である。

図 3 に示すように、翼 12 は、推進翼 12 a とその外周側にあるコンプレッサ翼 12 b との 2 種類の翼から構成されている。

【0021】

推進翼 12 a の半径方向長さを L_a として、コンプレッサ翼 12 b の半径方向長さを L

50

bとしたとき、 $L_a > L_b$ とされることが好ましい。

【0022】

推進翼12aは、主としてカウル20Aの内側に気流を発生させるための翼であって、平面視した場合（図1参照）、その翼面がカウル20Aの内側に晒されている。

【0023】

一方、コンプレッサ翼12bは、主としてカウル20Aの内部に形成された収容部23（図2参照）に気流を発生させるための翼であって収容部23に収容されている。このため、平面視した場合（図1参照）にはその翼面が視認できない。

なお、図2の収容部23はコンプレッサ翼12b等の部材を収容する空間であるが、同図では簡単のために収容部23の内部に収容された部材の記載を省略している。

10

【0024】

推進翼12aとコンプレッサ翼12bとは、軸線X周りに環状とされた接続リム（リム）16によって接続されている。これによって、推進翼12aとコンプレッサ翼12bとが翼12として一体に回転するようになっている。

【0025】

コンプレッサ翼12bの外周側の翼端には、軸線X周りに環状とされたロータコア14が取り付けられている。また、ロータコア14の外周面には、磁石15が取り付けられている。

【0026】

図4に示すように、磁石15の外周側には、磁石15の外周面に対して所定の隙間を空けて配置された円環状のステータコア30が設けられている。ステータコア30は、カウル20Aの収容部23に収容されて固定されている。

20

【0027】

ステータコア30には巻回された複数のコイル（図示せず）が取り付けられており、図示しない給電装置によって磁極が変化するように構成されている。すなわち、コンプレッサ翼12bに取り付けられた磁石15との間で電動モータ（駆動装置）を構成する。さらに言い換えると、ファン10は、外周側から駆動力を得るリムドライブ型となっている。

【0028】

[カウルの詳細な構成について]

図5は、図2に示すF5部の部分拡大図（縦断面図）である。図6は、図5に示すF6部の部分拡大図である。図7は、図5に示すリップ部24近傍の空気の流れを示した図である。図8は、カウル20Aを導入口21側から斜視した図である。

30

【0029】

図5に示すように、コンプレッサ翼12bと推進翼12aとを接続する接続リム16は、収容部23とカウル20Aの内側の空間（推進翼12aがある空間）とを隔てる壁部を構成している。このとき、カウル20Aの内周面と接続リム16の内周面とは滑らかな一面となるように接続されている。すなわち、接続リム16の内周面は、カウル20Aの内周面の一部として機能することになる。これによって、カウル20Aの内側を流れる空気（特に、カウル20Aの内周面に沿って流れる空気）に対する抵抗を低減できる。

【0030】

40

なお、接続リム16は推進翼12a及びコンプレッサ翼12bと共に軸線X周りに回転するので、軸線X方向において接続リム16とカウル20Aとの間に僅かな隙間を設けてもよい。これによって、接続リム16をカウル20Aに対して円滑に回転させることができる。

また、図6に示すように、その隙間を屈曲させてラビリンスシールとして作用させてもよい。これによって、接続リム16とカウル20Aとの間の隙間を介して収容部23から空気が漏出することを抑制できる。

【0031】

図5に示すように、収容部23は、カウル20Aの導入口21近傍の内周面（いわゆるリップ部）から排出口22側（同図において下側）に向かって形成された有底の空間とさ

50

れている。

【 0 0 3 2 】

収容部 2 3 には、ファン 1 0 のコンプレッサ翼 1 2 b と、内部構造物 2 5 と、内部構造物 2 5 に取り付けられたステータコア 3 0 が収容されている。

【 0 0 3 3 】

内部構造物 2 5 は、支柱 2 6 を介して収容部 2 3 の内壁に対して接続されている。支柱 2 6 は、軸線 X の円周方向に複数設けられている。ただし、支柱 2 6 同士は、内部流路 2 7 を流れる空気を阻害しないように円周方向において互いに離間して設けられている。

【 0 0 3 4 】

収容部 2 3 の上部にてカウル 2 0 A から晒されている内部構造物 2 5 の上部側面は、本来のリップ部と略平行に沿う流線形状をなしている。

10

ここで言う「本来のリップ部」とは、収容部 2 3 が形成されていない場合のカウル 2 0 A のリップ部を意味している。

本実施形態では、流線形状をなす内部構造物 2 5 の上部側面及びその近傍にあるカウル 2 0 A の内周面の一部をカウル 2 0 A のリップ部 2 4 としている。

【 0 0 3 5 】

内部構造物 2 5 の下部の内周側には、コンプレッサ翼 1 2 b、ロータコア 1 4、磁石 1 5 を受け入れるための凹所 2 7 a が形成されている。また、コンプレッサ翼 1 2 b の翼端に対向する内部構造物 2 5 には、ステータコア 3 0 が組み込まれて固定されている。

なお、同図では簡単のためにロータコア 1 4 及び磁石 1 5 の記載を省略している。

20

【 0 0 3 6 】

内部構造物 2 5 は、収容部 2 3 の内壁と共に略 U 状の内部流路 2 7 を画定している。凹所 2 7 a は、内部流路 2 7 の一部とされている。その凹所 2 7 a にてコンプレッサ翼 1 2 b が回転することで翼下面側の空気が圧縮されるとともに翼上面側の空気が翼下面側に吸い込まれて内部流路 2 7 に空気の流れが発生する。

【 0 0 3 7 】

内部流路 2 7 は、導入口 2 1 側のリップ部 2 4 近傍に開口（吹出し口 2 8 a）を有している。また、内部流路 2 7 は、リップ部 2 4 の下部近傍であって、軸線 X 方向において吹出し口 2 8 a とコンプレッサ翼 1 2 b との間に開口（吸込み口 2 8 b）を有している。これらの吹出し口 2 8 a 及び吸込み口 2 8 b は、内部構造物 2 5 の上部側面（リップ部 2 4 に対応する部分）とカウル 2 0 A とによって形成されている。

30

【 0 0 3 8 】

カウル 2 0 A はリップ部 2 4 に対応する部分が収容部 2 3 によって開放されているので、内部流路 2 7 はリップ部 2 4 に対応する一部の区間（コンプレッサ翼 1 2 b を介さない吹出し口 2 8 a から吸込み口 2 8 b までの区間）が構造的には画定されていないことになる。しかしながら、コンプレッサ翼 1 2 b によって、圧縮された空気を吹出し口 2 8 a から高速で吹き出すとともにその空気を吸込み口 2 8 b から吸い込むことで、内部構造物 2 5 の流線形状の上部側面（リップ部 2 4 を含む面）に沿った空気の速い流れ（以下、「ジェット流れ」と言う。）が発生して、仮想的な流路とされた内側ジェット流路 2 8 が形成される。

40

【 0 0 3 9 】

図 7 に示すように、内側ジェット流路 2 8 におけるジェット流れはコアンダ効果で周囲の空気を引き寄せるので、例えばカウル 2 0 A の側面から流れ込んでリップ部 2 4 で剥離しかけている空気をリップ部 2 4 に引き寄せることができる。

【 0 0 4 0 】

以上のように構成された吹出し口 2 8 a 及び吸込み口 2 8 b は、図 1 及び図 8 に示すように、軸線 X を中心としたカウル 2 0 A の全周（360°）に亘って形成される。これによって、あらゆる方向から流れ込む空気に対応したダクトファン 1 A を提供できる。

【 0 0 4 1 】

なお、ジェット流れが高速であるほどコアンダ効果が得られやすいので、コンプレッサ

50

翼 1 2 b は、推進翼 1 2 a と異なる翼形状、例えば空気の圧縮に特化した翼形状とされることが好ましい。

【 0 0 4 2 】

また、図 9 に示すように、コンプレッサ翼 1 2 b の枚数を推進翼 1 2 a の枚数と異ならせることでより空気の圧縮に特化させてもよい。

【 0 0 4 3 】

本実施形態によれば、以下の効果を奏する。

ダクトッドファン 1 A は、コンプレッサ翼 1 2 b によって収容部 2 3 を流れる空気が吹き出す吹き出し口 2 8 a と、吹き出し口 2 8 a から吹き出された空気を吸い込む吸込み口 2 8 b とをカウル 2 0 A のリップ部 2 4 に有しているため、コンプレッサ翼 1 2 b によってリップ部 2 4 に沿ったジェット流れを発生させることができる。このジェット流れはコアンダ効果で周囲の空気を引き寄せるので、リップ部 2 4 で剥離しかけている空気をリップ部 2 4 に引き寄せることができる。これにより、リップ部 2 4 での空気の剥離を抑制できる。これは、ダクトッドファン 1 A が傾斜している場合や横風が吹いている場合等、軸線 X に対して空気が斜めに流れ込む場合に有用である。また、ダクトッドファン 1 A が空気の流れに対して傾斜しない離陸時や巡航飛行時等、軸線 X に沿って空気が流れる場合であっても、ジェット流れによってリップ部 2 4 に沿った空気の流れを増速させられるので、抵抗成分となる圧力を下げることができる。

【 0 0 4 4 】

また、接続リム 1 6 は、カウル 2 0 A の内周面の一部を形成しているため、接続リム 1 6 によってコンプレッサ翼 1 2 b が存在するカウル 2 0 A の収容部 2 3 と推進翼 1 2 a が存在するカウル 2 0 A の内側の空間とを隔てることができる。これによって、コンプレッサ翼 1 2 b が発生させる空気の流れと推進翼 1 2 a が発生させる空気の流れとを分離することができる。

【 0 0 4 5 】

また、吹き出し口 2 8 a 及び吸込み口 2 8 b は、カウル 2 0 A の全周に亘って形成されているため、例えば、どの方向からの横風にも対応したダクトッドファン 1 A を提供できる。

【 0 0 4 6 】

また、ダクトッドファン 1 A は、コンプレッサ翼 1 2 b の外周側に磁石 1 5 が設けられたロータコア 1 4 を有し、収容部 2 3 にコイルが設けられたステータコア 3 0 を有するリムドライブ型とされているため、発熱部品であるステータコア 3 0 をコンプレッサ翼 1 2 b が発生させる空気の流れで冷却することができる。

【 0 0 4 7 】

[変形例]

第 1 実施形態では、吹き出し口 2 8 a 及び吸込み口 2 8 b が、軸線 X を中心としたカウル 2 0 A の全周に亘って形成されていたが、図 1 0 に示すように、カウル 2 0 A の周方向の一部にのみ形成されてもよい。これによって、カウル 2 0 A の全周に亘って吹き出し口 2 8 a 及び吸込み口 2 8 b を形成する場合と比べて、製作コストを削減できる。

【 0 0 4 8 】

周方向の一部とは、例えば図 1 1 に示すように、ダクトッドファン 1 A が傾斜したときに風上側に位置する部分（同図において P 1 で示した部分）である。

【 0 0 4 9 】

ダクトッドファン 1 A が設けられるチルトロータ機やチルトウィング機等の航空機は、離着陸から巡航飛行への遷移モード時にダクトッドファン 1 A を傾斜（チルト）させる。このとき、同図において P 1 で示した部分に流れ込む風（航空機の飛行に伴う空気の流れ）は、P 1 で示した部分から離間する方向（同図で右側）に流れる。このため、カウル 2 0 A の風上側のリップ部 2 4 では剥離が発生しやすい。一方、カウル 2 0 A の風下側に位置する部分（同図において P 2 で示した部分）は風を受け入れる向きに傾斜しているため、風上側の P 1 で示した部分と比べると剥離が発生しにくい。

以上の理由により、ダクトッドファン 1 A が傾斜したときに風上側に位置するカウル 2

10

20

30

40

50

0 Aの一部にのみ吹出し口 2 8 a 及び吸込み口 2 8 b を設けてもよい。

【 0 0 5 0 】

[第 2 実施形態]

以下、本開示の第 2 実施形態に係るダクトファンについて図面を参照して説明する。

本実施形態のダクトファン 1 B は、第 1 実施形態のダクトファン 1 A に対して第 2 吹出し口 2 9 a が設けられている点で相違している。このため、同一の構成については同一の符号を付してその説明を省略する。

【 0 0 5 1 】

図 1 2 は、図 2 に示す F 5 部の部分拡大図（縦断面図）である。図 1 3 は、カウル 2 0 B を導入口 2 1 側から斜視した図である。

図 1 2 に示すように、内部流路 2 7 は、カウル 2 0 B の導入口 2 1 側においてカウル 2 0 B の外周面（外側の周面）に向かって分岐している。分岐した内部流路 2 7 は、カウル 2 0 B の外周面に連通した開口（第 2 吹出し口 2 9 a ）を有している。第 2 吹出し口 2 9 a は、排出口 2 2 側に向かって開口している。

【 0 0 5 2 】

第 2 吹出し口 2 9 a からは、コンプレッサ翼 1 2 b によって圧縮された空気が高速で吹き出される（図 1 3 参照）。その空気は、カウル 2 0 B の導入口 2 1 側から排出口 2 2 側に向かい方向でカウル 2 0 B の外周面に沿った空気の速い流れ（以下、「第 2 ジェット流れ」と言う。）を形成する。

【 0 0 5 3 】

本実施形態によれば、以下の効果を奏する。

第 2 吹出し口 2 9 a によって第 2 ジェット流れをコンプレッサ翼 1 2 b によって発生させることができる。第 2 ジェット流れはコアンダ効果で周囲の空気を引き寄せるので、カウル 2 0 B の外周面での空気の剥離を抑制できる。また、第 2 ジェット流れによってカウル 2 0 B の外周面に沿った空気の流れを増速させられるので、抵抗成分となる圧力を下げることができる。

【 0 0 5 4 】

なお、第 1 実施形態及び第 2 実施形態では、リムドライブ型のダクトファン 1 A , 1 B を採用していたが、例えば図 2 に示された支持部材 4 0 に電動モータを組み込んでハブ 1 1 を軸線 X 周りに回転させてもよい。

【 0 0 5 5 】

以上の通り説明した本開示の第 1 実施形態及び第 2 実施形態は、例えば以下の通り把握される。

すなわち、本開示の一態様に係るダクトファン（ 1 A , 1 B ）は、軸線（ X ）周りに回転して空気の流れを発生させるファン（ 1 0 ）と、該ファン（ 1 0 ）を前記軸線（ X ）周りに包囲するとともに前記軸線（ X ）方向に延び、前記ファン（ 1 0 ）の回転によって一端側から空気が導入される導入口（ 2 1 ）を有する円筒形状のカウル（ 2 0 A , 2 0 B ）と、を備え、前記ファン（ 1 0 ）は、外周側に設けられたコンプレッサ翼（ 1 2 b ）と、該コンプレッサ翼（ 1 2 b ）よりも内周側に設けられた推進翼（ 1 2 a ）と、を有し、前記カウル（ 2 0 A , 2 0 B ）は、前記コンプレッサ翼（ 1 2 b ）を内部に収容する収容部（ 2 3 ）と、前記コンプレッサ翼（ 1 2 b ）によって前記収容部（ 2 3 ）を流れる空気が吹き出す吹出し口（ 2 8 a ）と、該吹出し口（ 2 8 a ）から吹き出された空気を吸い込む吸込み口（ 2 8 b ）と、を有し、前記吹出し口（ 2 8 a ）は、前記カウル（ 2 0 A , 2 0 B ）の半径方向内側、かつ、前記カウル（ 2 0 A , 2 0 B ）の前記導入口（ 2 1 ）近傍に設けられ、前記吸込み口（ 2 8 b ）は、前記カウル（ 2 0 A , 2 0 B ）の半径方向内側、かつ、前記軸線（ X ）方向において前記吹出し口（ 2 8 a ）と前記コンプレッサ翼（ 1 2 b ）との間に設けられている。

【 0 0 5 6 】

本態様に係るダクトファン（ 1 A , 1 B ）は、軸線（ X ）周りに回転して空気の流れを発生させるファン（ 1 0 ）と、ファン（ 1 0 ）を軸線（ X ）周りに包囲するとともに

10

20

30

40

50

軸線（X）方向に延び、ファン（10）の回転によって一端側から空気が導入される導入口（21）を有する円筒形状のカウル（20A，20B）と、を備え、ファン（10）は、外周側に設けられたコンプレッサ翼（12b）と、コンプレッサ翼（12b）よりも内周側に設けられた推進翼（12a）と、を有し、カウル（20A，20B）は、コンプレッサ翼（12b）を内部に收容する收容部（23）と、コンプレッサ翼（12b）によって收容部（23）を流れる空気が吹き出す吹出し口（28a）と、吹出し口（28a）から吹き出された空気を吸い込む吸込み口（28b）と、を有し、吹出し口（28a）は、カウル（20A，20B）の半径方向内側、かつ、カウル（20A，20B）の導入口（21）近傍に設けられ、吸込み口（28b）は、カウル（20A，20B）の半径方向内側、かつ、軸線（X）方向において吹出し口（28a）とコンプレッサ翼（12b）との間に設けられているので、カウル（20A，20B）の導入口（21）近傍の内周面（いわゆる「リップ部」を含む面）に沿った空気の流れ（以下、「ジェット流れ」と言う。）を推進翼（12a）と一体化しているコンプレッサ翼（12b）によって発生させることができる。このジェット流れはコアンダ効果で周囲の空気を引き寄せるので、リップ部で剥離しかけている空気をリップ部に引き寄せることができる。これにより、リップ部での空気の剥離を抑制できる。これは、ダクテッドファン（1A，1B）が傾斜している場合や横風が吹いている場合等、軸線（X）に対して空気が斜めに流れ込む場合に有用である。

【0057】

また、ダクテッドファン（1A，1B）が空気の流れに対して傾斜しない離陸時や巡航飛行時等、軸線（X）に沿って空気が流れる場合であっても、ジェット流れによってリップ部に沿った空気の流れを増速させられるので、抵抗成分となる圧力を下げることができる。

【0058】

なお、ファン（10）の駆動としては電動モータが好適に用いられる。

【0059】

また、本開示の一態様に係るダクテッドファン（1A，1B）において、前記コンプレッサ翼（12b）と前記推進翼（12a）とは、前記軸線（X）周りに環状とされ前記ファン（10）と共に回転するリム（16）によって接続され、前記リム（16）は、前記カウル（20A，20B）の半径方向内側の面の一部を形成している。

【0060】

本態様に係るダクテッドファン（1A，1B）において、コンプレッサ翼（12b）と推進翼（12a）とは、軸線（X）周りに環状とされファン（10）と共に回転するリム（16）によって接続され、リム（16）は、カウル（20A，20B）の半径方向内側の面の一部を形成しているので、リム（16）によってコンプレッサ翼（12b）が存在するカウル（20A，20B）の收容部（23）と推進翼（12a）が存在するカウル（20A，20B）の内側の空間とを隔てることができる。これによって、コンプレッサ翼（12b）が発生させる空気の流れと推進翼（12a）が発生させる空気の流れとを分離することができる。

【0061】

また、本開示の一態様に係るダクテッドファン（1B）において、前記カウル（20B）は、前記コンプレッサ翼（12b）によって前記收容部（23）を流れる空気が吹き出す第2吹出し口（29a）を有し、前記第2吹出し口（29a）は、前記カウル（20B）の半径方向外側、かつ、前記カウル（20B）の前記導入口（21）近傍において、前記カウル（20B）の他端側に向かって空気を吹き出すように設けられている。

【0062】

本態様に係るダクテッドファン（1B）において、カウル（20B）は、コンプレッサ翼（12b）によって收容部（23）を流れる空気が吹き出す第2吹出し口（29a）を有し、第2吹出し口（29a）は、カウル（20A，20B）の半径方向外側、かつ、カウル（20B）の導入口（21）近傍において、カウル（20B）の他端側に向かって空気を吹き出すように設けられているので、カウル（20B）の導入口（21）近傍から外

10

20

30

40

50

周面に沿った空気の流れ（以下、「第2ジェット流れ」という。）をコンプレッサ翼（12b）によって発生させることができる。第2ジェット流れはコアンダ効果で周囲の空気を引き寄せるので、カウル（20B）の外周面での空気の剥離を抑制できる。

また、第2ジェット流れによってカウル（20B）の外周面に沿った空気の流れを増速させられるので、抵抗成分となる圧力を下げることができる。

【0063】

また、本開示の一態様に係るダクトッドファン（1A，1B）において、前記吹出し口（28a）及び前記吸込み口（28b）は、前記カウル（20A，20B）の全周に亘って形成されている。

【0064】

本態様に係るダクトッドファン（1A，1B）において、吹出し口（28a）及び吸込み口（28b）は、カウル（20A，20B）の全周に亘って形成されているので、例えば、どの方向からの横風にも対応したダクトッドファン（1A，1B）を提供できる。

【0065】

また、本開示の一態様に係るダクトッドファン（1A，1B）において、前記吹出し口（28a）及び前記吸込み口（28b）は、前記カウル（20A，20B）の周方向において部分的に形成されている。

【0066】

本態様に係るダクトッドファン（1A，1B）において、吹出し口（28a）及び吸込み口（28b）は、カウル（20A，20B）の周方向において部分的に形成されているので、カウル（20A，20B）の全周に亘って形成する場合と比べて、製作コストを削減できる。

【0067】

また、本開示の一態様に係るダクトッドファン（1A，1B）において、前記吹出し口（28a）及び前記吸込み口（28b）は、前記軸線（X）が傾斜したときに風上側に位置する部分にのみ設けられている。

【0068】

本態様に係るダクトッドファン（1A，1B）において、吹出し口（28a）及び吸込み口（28b）は、軸線（X）が傾斜したときに風上側に位置する部分にのみ設けられているので、空気の剥離が生じやすい部分にのみ吹出し口（28a）及び吸込み口（28b）を設けることができる。

【0069】

また、本開示の一態様に係るダクトッドファン（1A，1B）において、前記ファン（10）は、前記コンプレッサ翼（12b）の外周側に磁石が設けられたロータコアを有し、前記カウル（20A，20B）は、前記収容部（23）にコイルが設けられたステータコアを有した、リム（16）ドライブ型とされている。

【0070】

本態様に係るダクトッドファン（1A，1B）において、ファン（10）は、コンプレッサ翼（12b）の外周側に磁石が設けられたロータコアを有し、カウル（20A，20B）は、収容部（23）にコイルが設けられたステータコアを有した、リム（16）ドライブ型とされているので、発熱部品であるステータコアをコンプレッサ翼（12b）が発生させる空気の流れで冷却することができる。

【0071】

また、本開示の一態様に係るダクトッドファン（1A，1B）は、前記コンプレッサ翼（12b）の形状と前記推進翼（12a）の形状とが異なる。

【0072】

本態様に係るダクトッドファン（1A，1B）において、コンプレッサ翼（12b）の形状と推進翼（12a）の形状とが異なるので、用途に応じた翼の形状を選択できる。例えば、コンプレッサ翼（12b）のみを空気圧縮に特化した形状とすることができる。

【0073】

10

20

30

40

50

また、本開示の一態様に係るダクテッドファン（１Ａ，１Ｂ）は、前記コンプレッサ翼（１２ｂ）の枚数と前記推進翼（１２ａ）の枚数とが異なる。

【００７４】

本態様に係るダクテッドファン（１Ａ，１Ｂ）において、コンプレッサ翼（１２ｂ）の枚数と推進翼（１２ａ）の枚数とが異なるので、用途に応じた翼の枚数を選択できる。

【００７５】

また、本開示の一態様に係る航空機は、上記のダクテッドファン（１Ａ，１Ｂ）を備えている。

【符号の説明】

【００７６】

１Ａ，１Ｂ ダクテッドファン

１０ ファン

１１ ハブ

１２ 翼

１２ａ 推進翼

１２ｂ コンプレッサ翼

１４ ロータコア

１５ 磁石

１６ 接続リム（リム）

２０Ａ，２０Ｂ カウル

２１ 導入口

２２ 排出口

２３ 収容部

２４ リップ部

２５ 内部構造物

２６ 支柱

２７ 内部流路

２７ａ 凹所

２８ 内側ジェット流路

２８ａ 吹出し口

２８ｂ 吸込み口

２９ａ 第２吹出し口

３０ ステータコア

４０ 支持部材

１００ 航空機

10

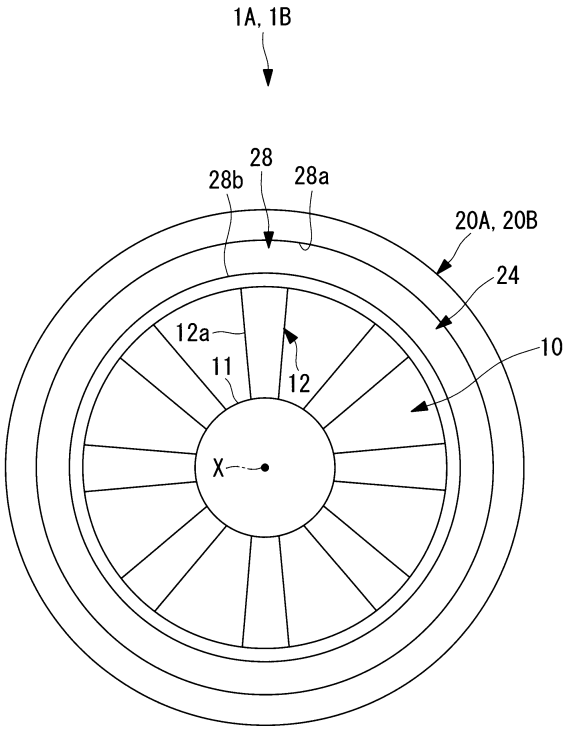
20

30

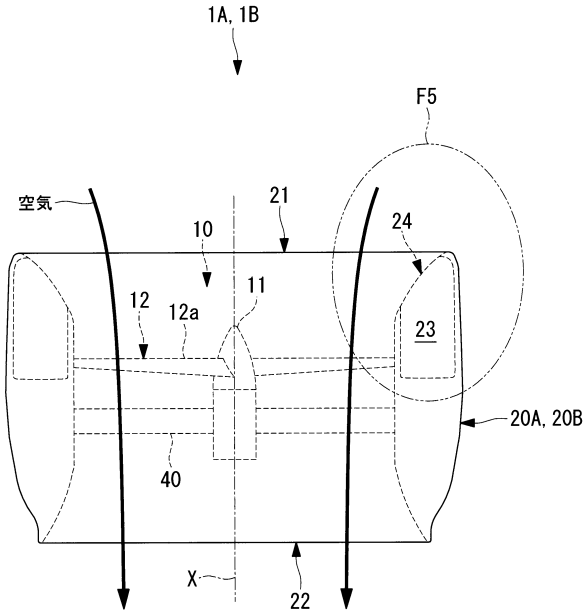
40

50

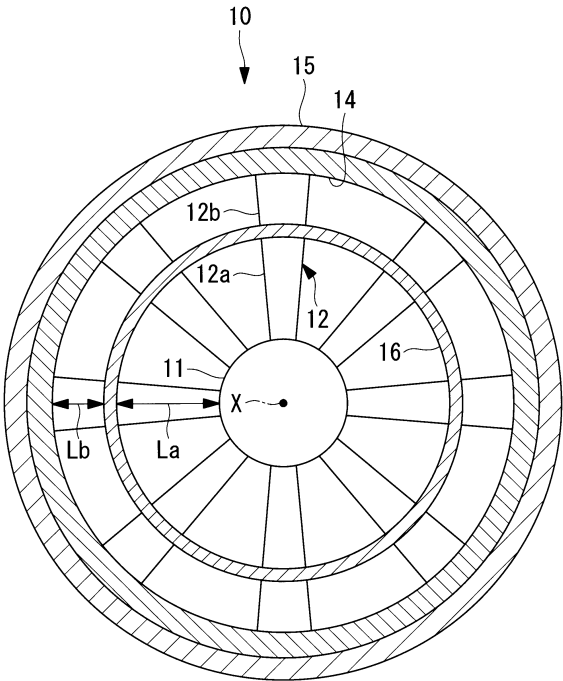
【図面】
【図 1】



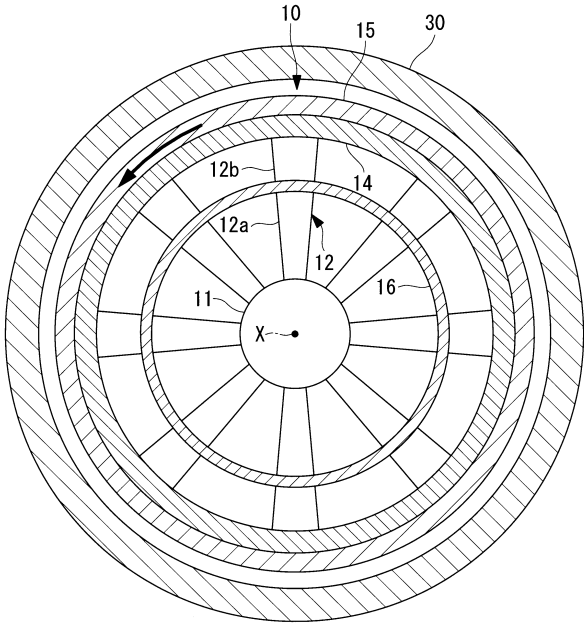
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

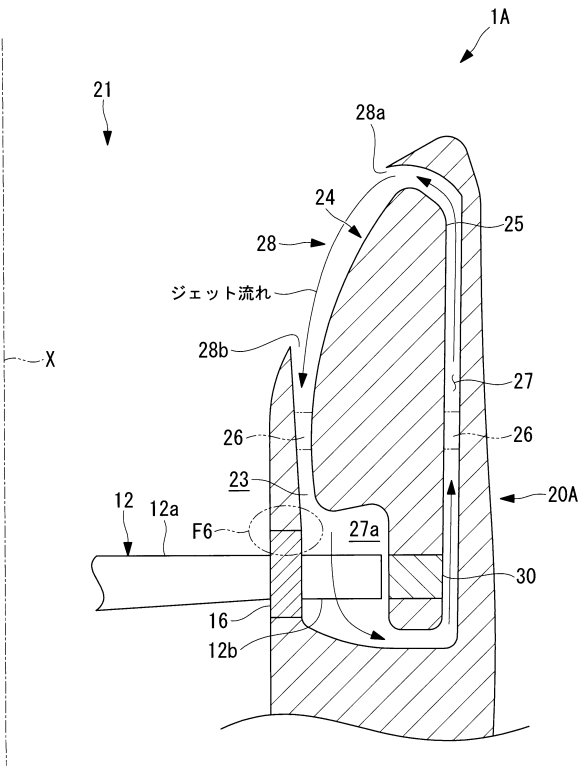
20

30

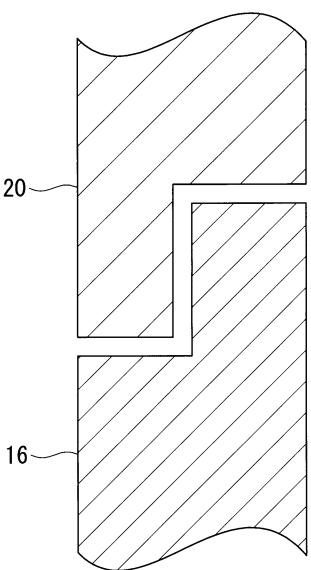
40

50

【図 5】



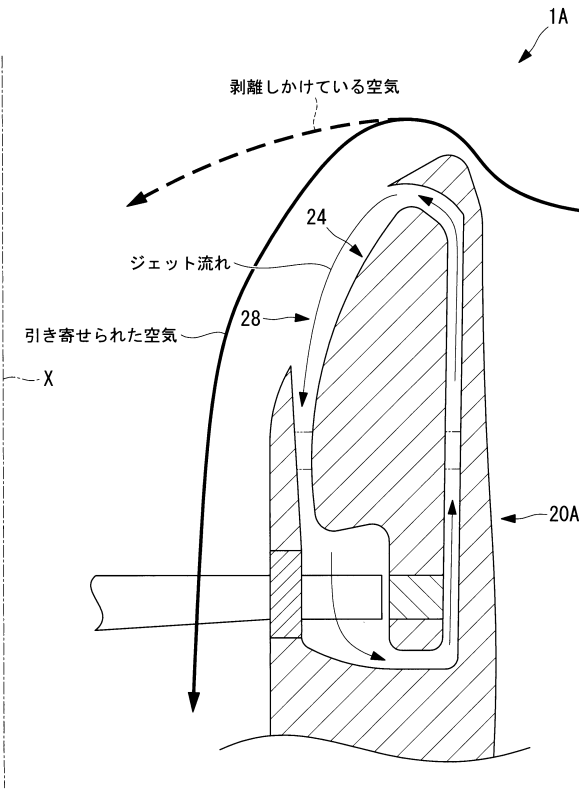
【図 6】



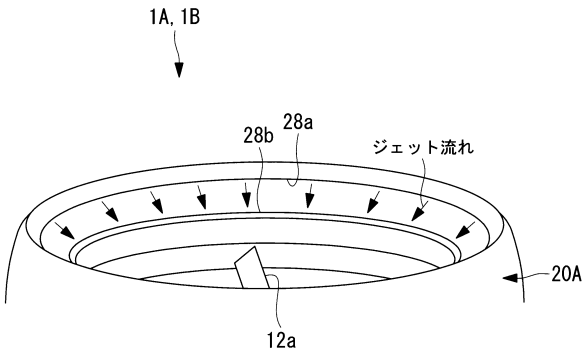
10

20

【図 7】



【図 8】

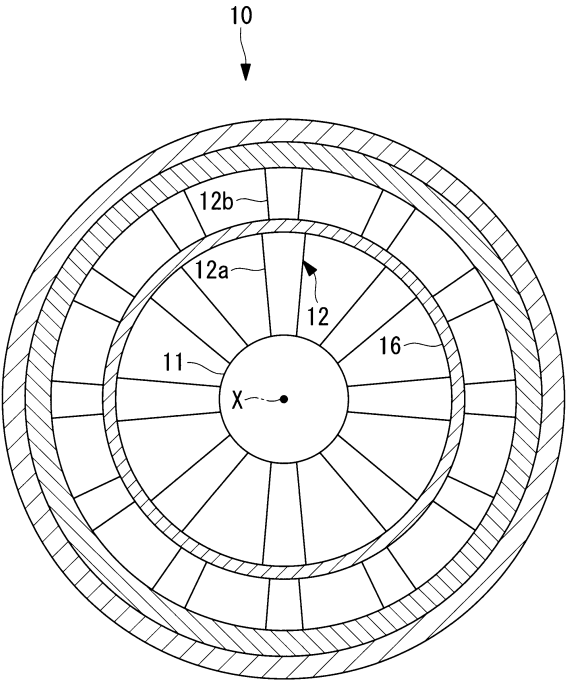


30

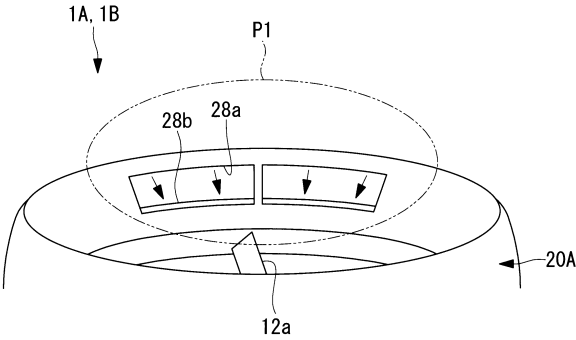
40

50

【図 9】



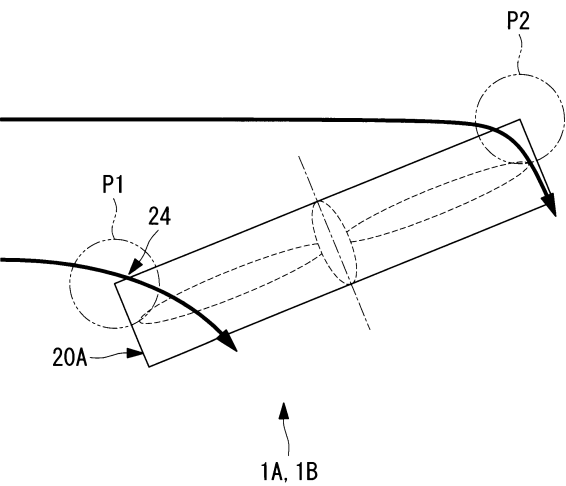
【図 10】



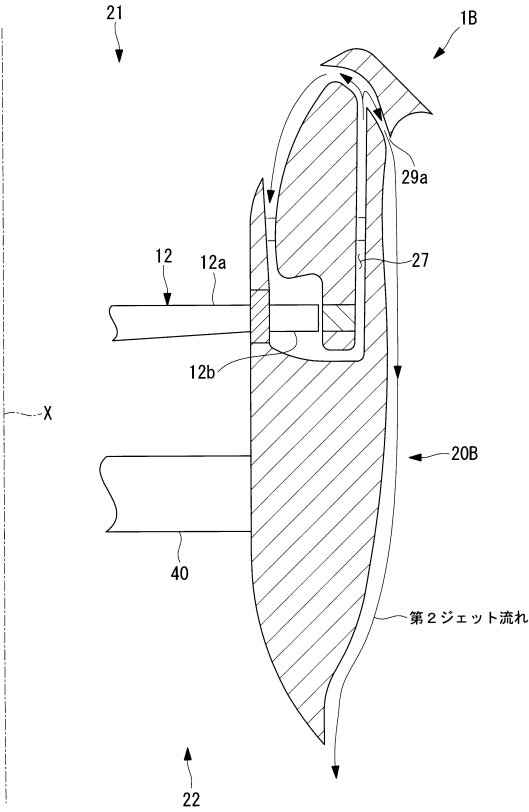
10

20

【図 11】



【図 12】

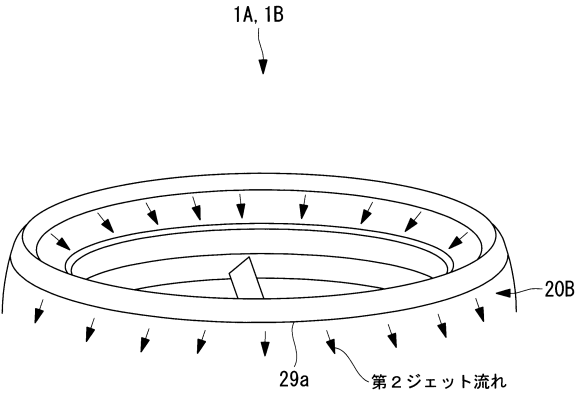


30

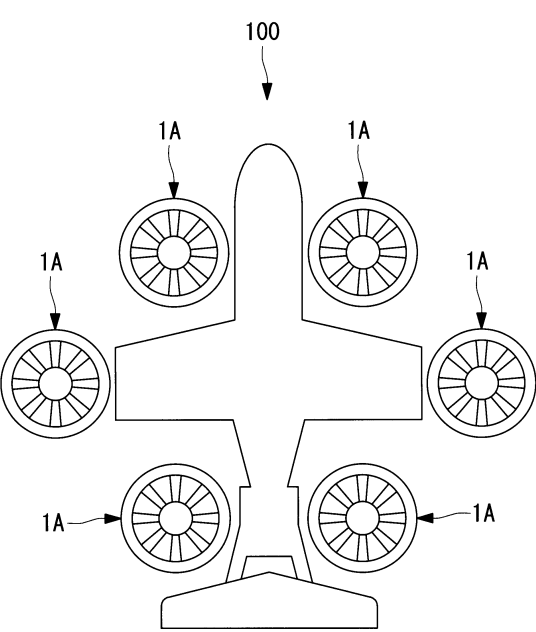
40

50

【図 1 3】



【図 1 4】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 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
(72)発明者 刈込 界
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
(72)発明者 齋木 康寛
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
審査官 諸星 圭祐
(56)参考文献 国際公開第 2 0 1 5 / 0 0 5 7 7 6 (W O , A 1)
特開 2 0 0 8 - 1 9 0 4 6 0 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 8 / 0 3 4 6 1 0 8 (U S , A 1)
特開 2 0 1 7 - 1 0 9 7 2 6 (J P , A)
特表 2 0 1 9 - 5 0 1 8 3 0 (J P , A)
(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
B 6 4 C 2 7 / 2 4
B 6 4 C 2 9 / 0 0