

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6630985号
(P6630985)

(45) 発行日 令和2年1月15日 (2020.1.15)

(24) 登録日 令和1年12月20日 (2019.12.20)

(51) Int.Cl.

F I

F O 1 D 25/00 (2006.01)

F O 1 D 25/00 H

F O 1 D 25/04 (2006.01)

F O 1 D 25/04

F O 2 C 7/04 (2006.01)

F O 2 C 7/04

F 1 6 F 15/02 (2006.01)

F 1 6 F 15/02 C

F 1 5 D 1/02 (2006.01)

F 1 5 D 1/02 A

請求項の数 8 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2016-54554 (P2016-54554)
 (22) 出願日 平成28年3月17日 (2016.3.17)
 (65) 公開番号 特開2017-166450 (P2017-166450A)
 (43) 公開日 平成29年9月21日 (2017.9.21)
 審査請求日 平成30年12月18日 (2018.12.18)

(73) 特許権者 514030104
 三菱日立パワーシステムズ株式会社
 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3
 番1号
 (74) 代理人 100149548
 弁理士 松沼 泰史
 (74) 代理人 100162868
 弁理士 伊藤 英輔
 (74) 代理人 100161702
 弁理士 橋本 宏之
 (74) 代理人 100189348
 弁理士 古部 智
 (74) 代理人 100196689
 弁理士 鎌田 康一郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ダクト、ガスタービン

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内部を流体が流通するダクト本体と、
 該ダクト本体に固定されて、前記流体の流通方向に交差する方向に延びるフレームと、
 該フレームにおける前記流通方向の下流側に固定された網部と、を備え、
 前記フレームにおける前記流通方向の上流側を向く面が、前記フレームの延びる方向で
 突出寸法の異なる凹凸形状に形成されていることを特徴とするダクト。

【請求項 2】

前記フレームの延びる方向において、前記凹凸形状の突出寸法が、渦励振による応答を
 抑制するように分布していることを特徴とする請求項 1 に記載のダクト。

【請求項 3】

前記凹凸形状が、円形または楕円形の断面形状を有することを特徴とする請求項 1 又は
 2 に記載のダクト。

【請求項 4】

前記凹凸形状が、前記フレームの延びる方向において、互いに離間して前記流通方向上
 流側に突出するように設けられることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載のダ
 クト。

【請求項 5】

前記フレームの前記流通方向下流側には、渦励振による応答を抑制する動吸振器または
 振動吸収手段が設けられることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載のダクト。

10

20

【請求項 6】

内部を流体が流通するダクト本体と、
該ダクト本体に固定されて、前記流体の流通方向に交差する方向に延びる断面矩形のフレームと、
該フレームにおける前記流通方向の下流側に固定された網部と、を備え、
前記フレームにおける前記流通方向の上流側を向く面には、前記フレームで発生した剥離渦が下流側の構造物と干渉しない形状とされたカバーが設けられることを特徴とするダクト。

【請求項 7】

前記カバーが、前記フレームの延びる方向で突出寸法の異なる凹凸形状に形成されていることを特徴とする請求項 6 に記載のダクト。

10

【請求項 8】

請求項 1 から 7 のいずれかに記載のダクトを有するガスタービン。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明はダクト、ガスタービンに関する。

【背景技術】**【0002】**

ガスタービンの吸気ダクトには、外部からの異物がガスタービン内に入り込まないように、ラストチャンスフィルタが設置される。ラストチャンスフィルタは金網を流路に交差するように延在する角柱等からなるフレームで固定した構造であり、組立を容易とするために金網を複数の小さなブロックに分けている。それぞれの金網はL字アングルの枠に固定し、それらをラストチャンスフィルタのフレームに取り付けて組み立てる。（例えば、特許文献 1，2 参照）。

20

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献 1】特許第 4 5 4 4 7 2 3 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 1 2 - 1 4 5 0 4 7 号公報

30

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

しかし、このように所定の断面形状を有するフレームがダクト内に置かれ、流れの中に曝されるような場合、渦励振による応答の増加が問題となる。

また、フレームから剥離した流れが後流の構造物と干渉するような場合には、流力不安定振動の発生が懸念される。

【0005】

本発明は、上記の事情に鑑みてなされたもので、ダクト内のラストチャンスフィルタにおいて、流力振動の発生を防止可能なダクトおよびこのダクトを備えたガスタービンを提供するという目的を達成しようとするものである。

40

【課題を解決するための手段】**【0006】**

上記課題を解決するために、本発明は以下の手段を採用している。
すなわち、本発明の一態様に係るダクトは、内部を流体が流通するダクト本体と、
該ダクト本体に固定されて、前記流体の流通方向に交差する方向に延びるフレームと、
該フレームにおける前記流通方向の下流側に固定された網部と、を備え、
前記フレームにおける前記流通方向の上流側を向く面が、前記フレームの延びる方向で突出寸法の異なる凹凸形状に形成されている。

【0007】

50

ラストチャンスフィルタ等、ダクト内のフレームは、その延在する方向に対して、ダクト内における流れの方向が交差しているため、流れがフレームから剥離することによって、周期的な剥離渦がフレームの下流側に発生する場合があります、これにより、剥離渦の発生周波数に概ね一致する周波数を有する変動揚力がフレームに加わる。変動揚力の周波数とフレームの固有振動数とが一致すると、共振により、フレームに渦励振が発生することになる。

本発明の一態様に係る構成によれば、前記フレームにおける前記流通方向の上流側を向く面が、前記フレームの延びる方向で突出寸法の異なる凹凸形状に形成されていることにより、前記フレームの延びる方向におけるフレームの渦発生周波数を、凹凸形状の突出寸法により異なる分布とすることができる。これにより、個々の凹凸形状を形成した部分ごとに、発生した渦振動が拡大することを抑制して、フレーム全体に流力振動の発生することを防止可能とできる。

10

【0008】

また、上記のダクトは、前記フレームの延びる方向において、前記凹凸形状の突出寸法が、渦励振による応答を抑制するように分布していることができる。

【0009】

この構成によれば、凹凸形状の突出寸法を、フレームの延びる方向において、該当箇所における凹凸形状を設けない場合の渦発生周波数と異なる渦発生周波数を有するように積極的に設定することで、フレーム全体における流力振動の発生を抑制することが可能となる。

20

【0010】

また、上記のダクトは、前記凹凸形状が、円形または楕円形の断面形状を有することができる。

【0011】

この構成によれば、ラストチャンスフィルタにおいて、フレームの上流側となる凹凸形状が円形または楕円形の断面形状を有することで流体に対する抵抗を低減するとともに、剥離渦の発生を低減して、フレームにおける流力振動の発生を抑制することが可能となる。

【0012】

また、上記のダクトは、前記凹凸形状が、前記フレームの延びる方向において、互いに離間して前記流通方向上流側に突出するように設けられることができる。

30

【0013】

この構成によれば、凹凸形状を設けないフレームに対して、それぞれ、フレームの延びる方向に離間するように凹凸形状を上流側に形成するだけで、該当箇所における凹凸形状を設けない場合の渦発生周波数と異なる渦発生周波数を有するように積極的に設定することができる。これにより、フレーム全体における流力振動の発生を抑制することが可能となる。

【0014】

また、上記のダクトは、前記フレームの前記流通方向下流側には、渦励振による応答を抑制する動吸振器または振動吸収手段が設けられることができる。

40

【0015】

この構成によれば、凹凸形状を設けることで、フレーム全体における流力振動の発生を抑制するとともに、さらに、動吸振器または振動吸収手段によって、流力振動の発生を抑制することが可能となる。

【0016】

また、本発明の一態様に係るダクトは、内部を流体が流通するダクト本体と、該ダクト本体に固定されて、前記流体の流通方向に交差する方向に延びる断面矩形のフレームと、

該フレームにおける前記流通方向の下流側に固定された網部と、を備え、

前記フレームにおける前記流通方向の上流側を向く面には、前記フレームで発生した剥

50

離渦が下流側の構造物と干渉しない形状とされたカバーが設けられる。

【 0 0 1 7 】

この構成によれば、カバーを設けることにより、フレーム下流側に位置する網部の固定手段等に対して、フレームで発生した剥離渦が干渉しないようにできるため、フレーム全体における流力振動の発生を抑制することが可能となる。

【 0 0 1 8 】

また、上記のダクトは、前記カバーが、前記フレームの延びる方向で突出寸法の異なる凹凸形状に形成されていることができる。

【 0 0 1 9 】

この構成によれば、凹凸形状に形成されたカバーを設けることで、前記フレームの延びる方向におけるフレームの固有振動数を、カバーの凹凸形状の突出寸法により異なる分布とすることができる。これにより、個々の凹凸形状を形成した部分ごとに、発生した渦振動が拡大することを抑制して、フレーム全体における流力振動の発生を抑制することが可能となる。

10

【 0 0 2 0 】

また、上記のガスタービン、上記のいずれか記載のダクトを有することができる。

【 0 0 2 1 】

この構成によれば、流力振動の発生を抑制することが可能となる。

【発明の効果】

【 0 0 2 2 】

20

本発明によれば、流力振動の発生を抑制することが可能となるという効果を奏することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 3 】

【図 1】本発明に係るダクトを有するガスタービンの第 1 実施形態を示す模式図である。

【図 2】本発明に係るダクトの第 1 実施形態における流れ方向視したラストチャンスフィルタを示す正面図である。

【図 3】本発明に係るダクトの第 1 実施形態における流れ方向視したフレームを示す拡大正面図である。

【図 4】本発明に係るダクトの第 1 実施形態における流れと直交する方向視したフレームを示す拡大側断面図である。

30

【図 5】本発明に係るダクトの第 1 実施形態におけるフレームの凹凸形状を示す上面図 (a)、凸部と流速分布との関係を説明する図 (b) である。

【図 6】本発明に係るダクトの第 2 実施形態における流れと直交する方向視したフレームを示す拡大側断面図である。

【図 7】本発明に係るダクトの第 3 実施形態における流れと直交する方向視したフレームを示す拡大側断面図である。

【図 8】本発明に係るダクトの第 4 実施形態における流れと直交する方向視したフレームを示す拡大側断面図である。

【図 9】本発明に係るダクトの第 4 実施形態における流れと直交する方向視したフレームの他の例を示す拡大側断面図である。

40

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 4 】

以下、本発明に係るダクトを有するガスタービンの第 1 実施形態を、図面に基づいて説明する。

図 1 は、本実施形態におけるダクトを有するガスタービンを示す模式図であり、図において、符号 G は、ガスタービンである。

【 0 0 2 5 】

本実施形態に係るガスタービン G は、図 1 に示すように、圧縮機 C P と、同圧縮機 C P からの高圧空気が供給される燃焼器 C B と、同燃焼器 C B から供給された高温高圧燃焼ガ

50

スによって動力を発生するガスタービンGTと、圧縮機CPに空気を供給する側の吸気ダクト(ダクト)Dと、を主要な構成として備え、圧縮機CPの上流側に吸気を脱塵する前段のエアフィルタFと、および、騒音の発生を抑制するサイレンサSと、が付設されている。

【0026】

吸気ダクト(ダクト)Dには、図1に示すように、内部を流体が流通する流路となる筒状のダクト本体D1と、該ダクト本体D1内で圧縮機CPの上流側にラストチャンスフィルタ(フィルタ)10と、が設けられている。

【0027】

図2は、本実施形態における流れ方向視したラストチャンスフィルタを示す正面図である。

10

ラストチャンスフィルタ(フィルタ)10は、図1に示すように、ダクトDの流路を横切るようにその全面を覆うように設けられている。フィルタ10は、図2に示すように、ダクト本体D1に固定されて、流体の流通方向に交差する方向に延びるフレーム11と、フレーム11における流通方向の下流側に固定された網部12と、を備えている。

【0028】

フレーム11は、図2に示すように、流体の流通方向に交差する方向に延びるようにその両端がダクト本体D1の内壁に固定されている。フレーム11は、矩形の断面を有するダクト本体D1の縦横の辺となる内壁面と並行状態に複数設けられることができる。図示例では、縦方向に延在するフレーム11が2本、横方向に延在するフレームが1本設けられている。

20

【0029】

図3は、本実施形態における流れ方向視したフレームを示す拡大正面図であり、図4は、本実施形態における流れと直交する方向視したフレームを示す拡大側断面図であり、図5は、図2におけるフレーム付近を示す矢視断面図であり、本実施形態におけるフレームの凹凸形状を示す上面図(a)、凸部と流速分布との関係を説明する図(b)である。

フレーム11は、図3～図5に示すように、渦が剥離しにくい断面略半円または半楕円の棒状体とされ、これらの凸側が、前記流通方向の上流側となるように配置されている。フレーム11の流通方向の上流側を向く上流面(面)11aには、フレーム11の延びる方向で突出寸法の異なる凹凸形状を有するように、複数の凸部13, 13が形成されている。

30

【0030】

上流面(面)11aは、フレーム11の延在する軸方向に対してほぼ同一形状となるように設定され、この上流面(面)11aに、フレーム11の延在する軸方向に離間して複数の凸部13, 13が取り付けられている。

本実施形態において、凸部13, 13は、ダクト本体D1の内壁に沿って配置されてフィルタ10をダクト本体D1に取り付ける部分には設けていないが、この部分にも、凸部13, 13を設けることも可能である。

【0031】

凸部13, 13は、図3, 図4, 図5(a)に示すように、フレーム11と同様、渦が剥離しにくい略半円または半楕円の外側断面輪郭を有するものとされ、かつ、フレーム11の上流面(面)11aに被せるように部分的に取り付けられており、フレーム11の軸方向に所定の寸法を有する複数の凸部13, 13が、フレーム11の延在する軸方向に離間するように設けられている。これら複数の凸部13, 13は、図5(a)に示すように、フレーム11の上流面(面)11aからそれぞれが上流側に突出する寸法が、いずれも異なるように設定されている。なお、凸部13は、フレーム11と一体として形成されることもできる。

40

【0032】

凸部13, 13の上流側に突出する寸法は、図5(a), (b)に示すように、凸部13が取り付けられるフレーム11の各部分における渦発生周波数に対応して設定され、渦

50

励振を効果的に抑えるように設定される。言い換えると、フレーム 11 における上流側に設けられた凹凸形状の突出寸法は、凹凸形状を設けない場合の渦発生周波数と異なる渦発生周波数を有するように設定されて、渦励振による応答を抑制するように分布するように設定されている。

【0033】

具体的には、あらかじめ、凸部 13 を取り付けない状態において、ダクト D の形状を加味して、図 5 (b) に示すように、フレーム 11 の軸方向 (分布方向) における流速分布を予測する。この予想された流速分布に基づいて、流速が大きい箇所に凸部 13 を取り付けけるものである。このとき、あらかじめ予測した流速分布に対応して、図 5 (a) に示すように、それぞれの凸部 13 における流れ方向寸法の大きさを変更して設定する。

10

【0034】

特に、図 5 (a) , (b) に示すように、予想される流速が大きい場合には、凸部 13 の流れ方向寸法の大きさを小さくするとともに、流速が小さい場合には、凸部 13 の流れ方向寸法の大きさを大きくする。

凸部 13 , 13 の上流側に突出する寸法は、図 4 , 図 5 (a) に示すように、単一の凸部 13 においては、フレーム 11 の軸方向に略同一となるように設定されている。このとき、上記の流速分布に対応した凸部 13 , 13 の上流側に突出する寸法は、フレーム 11 の軸方向における凸部 13 の中央付近における流速の値に対応して設定することができる。なお、凸部 13 , 13 の上流側に突出する寸法は、個々の凸部 13 においてフレーム 11 の軸方向に変化させることもできる。

20

これにより、凸部 13 の取り付けられる各部分における渦発生周波数の差を大きくすることが可能となる。

【0035】

凸部 13 は、図示しないボルト等の取り付け手段によって取り外し可能としてフレーム 11 の上流面 (面) 11 a に取り付けられている。

これにより、ダクト D において、流路中の構造物の構成が変更された場合などにおいては、これにともなって変化した流速分布に対応して、上流側に突出する寸法が異なる凸部 13 に変更して取り付けるか、または、凸部 13 を取り外すことなどが可能である。

【0036】

凸部 13 におけるフレーム 11 の幅方向における寸法は、図 2 , 図 3 に示すように、フレーム 11 自体の幅方向寸法と同一となるように設定されている。また、それぞれの凸部 13 におけるフレーム 11 の軸方向における寸法は、取り付け時の利便性、および、製造コストなどから、適宜設定されることができる。

30

【0037】

各凸部 13 におけるフレーム 11 の軸方向端部は、図 3 , 図 5 (a) に示すように、フレーム 11 の径方向と平行な平面序になるよう設定されている。

【0038】

フレーム 11 には、図 2 , 図 3 に示すように、下流側となる下流面 11 b に、幅方向にはみ出すように L 字アングル (固定手段) 14 が設けられ、この L 字アングル (固定手段) 14 の上流側に網部 12 が取り付けられている。網部 12 の下流側の面は、フレーム 11 の下流面 11 b と面一となるように設定されている。

40

なお、L 字アングル (固定手段) 14 は、説明のため、図示を省略することもある。

【0039】

網部 12 は、図 2 , 図 4 に示すように、平面視矩形状の輪郭形状を有する金網とされている。網部 12 の網目のサイズ等は、ガスタービン G に必要な所定の値に設定されることができ、特に限定されるものではない。

網部 12 の縁部には、フレーム 11 の L 字アングル (固定手段) 14 側端部 11 c が接触するように配置されていることができる。

【0040】

本実施形態におけるラストチャンスフィルタ 10 が設けられたダクト D を有するガスタ

50

ービンGにおいては、上記の構成とされているために、フレーム11および凸部13において、剥離流が発生することを低減できる。また、複数の凸部13を設けてフレーム11の延在する軸方向における固有周波数の分歩を変化させることにより、剥離渦の発生周波数に概ね一致する周波数でフレーム11に発生する渦励振を抑制してギャロッピングを防止することが可能となる。

また、軸方向に同一半円断面形状とされるフレーム11に、異なる突出寸法となる複数の凸部13を取り付けるだけで、簡単な構造で低コストに渦励振を抑制することが可能となる。また、フレーム11以外の構造を変更することなく、渦励振の発生を抑制することが可能となる。同時に、ボルト等で取り付け取り外し可能となっているため凸部13の大きさを適宜可変とすることができる。

10

【0041】

ここで、軸方向に均一な断面のフレーム11では発生する振動する周波数がある特定の値に固定されているのに対し、本実施形態の凸部13が取り付けられたフレーム11においては、発生する振動周波数が軸方向に異なる値が分布するように設定されていることにより、フレーム11全体が単一の振動数で振動することが抑制できる。これにより、渦励振や流力不安定振動が発生した場合に、その振動を抑制することができる。

【0042】

なお、本実施形態においては、フレーム11がラストチャンスフィルタ10の構成要素であるとして説明したが、この構成に限られることはなく、ダクトD内部で、流路を横切るような構成には、好適に用いることができる。

20

【0043】

以下、本発明に係るダクトを有するガスタービンの第2実施形態を、図面に基づいて説明する。

図6は、本実施形態におけるダクトにおける流れと直交する方向視したフレームを示す拡大側断面図である。

本実施形態において上述した第1実施形態と異なるのは動吸振器に関する点であり、これ以外の対応する構成要素に関しては、同一の符号を付してその説明を省略する。

【0044】

本実施形態においては、図6に示すように、フレーム11の下流面11bに、渦励振による応答を抑制する動吸振器15が設けられている。

30

動吸振器15は、図6に示すように、フレーム11に渦励振や流力不安定振動が発生した場合に、その振動を抑制するものとされる。具体的には、フレーム11の下流側に、板バネなどの弾性体15aを介して重りとなる質量15bを接続した構成とされる。この動吸振器15においては、フレーム11の固有振動数(不安定振動の主要応答モード)を有するように調整されることができる。

【0045】

動吸振器15において、質量15bおよび弾性体15aは、図6に示すように、上流側から見て、フレーム11およびL字アングル(固定手段)14で隠れるように、これらの幅寸法よりも小さい幅寸法を有するものとされる。また、弾性体15aは、例えばダクトDにおける流れ方向や、フレーム11における幅方向や軸方向あるいはこれらを組み合わせた方向に振動(弾性変形)可能として設定されることができる。弾性体15aは、設定された方向のフレーム11の振動モードに対してチューニングが可能とされている。

40

【0046】

動吸振器15は、それぞれのフレーム11の軸方向における流速の値に対応して設定することができる。

また、動吸振器15は、図において1つのみが示されているが、これに限らず、フレーム11の軸方向に複数離間して設けることや、図2に示したラストチャンスフィルタ10の各フレーム11にそれぞれ設けることもできる。この場合、フレーム11全体のモード形状における固有振動数に対応して、フレーム11の応答を抑制するように、質量15bおよび弾性体15aの特性を変化させることもできる。

50

【 0 0 4 7 】

本実施形態によれば、複数の凸部 1 3 , 1 3 が取り付けられたフレーム 1 1 は、その延在する方向に対して、ダクト D 内における流れの方向が交差しているため、流れがフレーム 1 1 から剥離することによって、周期的な剥離渦がフレーム 1 1 の下流側に発生する場合がある。これにより、剥離渦の発生周波数に概ね一致する周波数を有する変動揚力がフレーム 1 1 に加わる。変動揚力の周波数とフレーム 1 1 の固有振動数とが一致すると、共振により、フレームに渦励振が発生することになる。

凸部 1 3 が取り付けられることによって、フレーム 1 1 の固有振動数は、フレーム 1 1 の延在する方向に分散されているが、この凸部 1 3 によって振動が抑制仕切れなかった場合に、動吸振器 1 5 の質量 1 5 b が弾性体 1 5 a によって振動することで、フレーム 1 1 の振動を吸収する。

10

【 0 0 4 8 】

これにより、上記の第 1 実施形態と同様の効果を奏することができるとともに、さらに、凸部 1 3 のみでは抑制できないフレーム 1 1 に発生する渦励振が発生した場合でも、これを抑制してギャロッピングを防止することが可能となる。

【 0 0 4 9 】

本実施形態においては、動吸振器 1 5 の質量 1 5 b および弾性体 1 5 a の形状および特性は上記の構成に限定されるものではなく、フレーム 1 1 の振動を吸収可能でダクト D 内の流体の流れを阻害しないものであれば、その構造は限定されない。

【 0 0 5 0 】

20

以下、本発明に係るダクトを有するガスタービンの第 3 実施形態を、図面に基づいて説明する。

図 7 は、本実施形態におけるダクトにおける流れと直交する方向視したフレームを示す拡大側断面図である。

本実施形態において上述した第 2 実施形態と異なるのは振動吸収手段に関する点であり、これ以外の対応する構成要素に関しては、同一の符号を付してその説明を省略する。

【 0 0 5 1 】

本実施形態においては、図 7 に示すように、フレーム 1 1 に、渦励振による応答を抑制する振動吸収手段 1 6 が設けられている。

振動吸収手段 1 6 は、図 7 に示すように、フレーム 1 1 を筒状としてその内部に空洞 1 6 a を形成し、空洞 1 6 a 内部に渦励振や流力不安定振動が発生した場合に、その振動エネルギーを摩擦エネルギーや塑性変形のエネルギーに変換して抑制可能にする振動吸収材（変形摩擦材）1 6 b が充填された構成とされている。具体的には、フレーム 1 1 の空洞 1 6 a 内部に、ワイヤ、金属球、砂などが振動吸収材 1 6 b として挿入される。空洞 1 6 a は、フレーム 1 1 外側のダクト D の流路に対して、密閉されることが好ましい。空洞 1 6 a の断面寸法は、振動吸収に必要な振動吸収材 1 6 b を充填できる大きさであればその大きさは限定されない。

30

【 0 0 5 2 】

振動吸収手段 1 6 においては、フレーム 1 1 断面に対して、小さな振動吸収材 1 6 b が、フレーム 1 1 断面とほぼ等しく、一回り小さいだけの空洞 1 6 a に充填されており、この微細な振動吸収材 1 6 b が移動変形することでフレーム 1 1 の振動を吸収ため、ダクト D における流れ方向、および、フレーム 1 1 における幅方向や軸方向などすべての方向における振動を同時に抑制することが可能となる。これにより、フレーム 1 1 の複雑な変形（振動）に対応することができ、このフレーム 1 1 の変形（振動）を吸収可能とされている。

40

【 0 0 5 3 】

振動吸収手段 1 6 は、それぞれのフレーム 1 1 の軸方向における流速の値に対応して設定することができる。

また、振動吸収手段 1 6 は、フレーム 1 1 の軸方向全長にわたって設けることや、図 2 に示したラストチャンスフィルタ 1 0 の各フレーム 1 1 にそれぞれ設けることもできる。

50

また、振動吸収手段 16 を、フレーム 11 軸方向における部分的に 1 箇所または複数箇所離間して設けることもできる。

【0054】

振動吸収材 16 b は、 $\phi 3\text{ mm}$ 程度長さ 20 mm のワイヤ、 $\phi 3\text{ mm}$ 程度の金属球、#2 程度の砂などから選択されることが可能であるが、フレーム 11 の軸方向位置によって、空洞 16 a に充填する振動吸収材 16 b を変化させることもできる。これにより、上述した複数の凸部 13 における配置状態に対応するように、振動吸収手段 16 の設置される軸方向位置において、それぞれ振動吸収特性を変化させることもできる。

【0055】

本実施形態によれば、複数の凸部 13，13 が取り付けられたフレーム 11 は、その延在する方向に対して、ダクト D 内における流れの方向が交差しているため、流れがフレーム 11 から剥離することによって、周期的な剥離渦がフレーム 11 の下流側に発生する場合がある。これにより、剥離渦の発生周波数に概ね一致する周波数を有する変動揚力がフレーム 11 に加わる。変動揚力の周波数とフレーム 11 の固有振動数とが一致すると、共振により、フレームに渦励振が発生することになる。

【0056】

凸部 13 が取り付けられることによって、フレーム 11 の固有振動数は、フレーム 11 の延在する方向に分散されているが、この凸部 13 によって振動が抑制仕切れなかった場合に、振動吸収手段 16 の振動吸収材 16 b が空洞 16 a 内で変形・変位することで、フレーム 11 の振動発生時にその運動エネルギーを摩擦エネルギーとして消散させ、フレーム 11 の振動を吸収する。

【0057】

これにより、上記の第 1 および第 2 実施形態と同様の効果を奏することができるとともに、さらに、凸部 13 のみでは抑制できないフレーム 11 に発生する渦励振が発生した場合でも、簡単な構造で低コストに、これを抑制してギャロッピングを防止することが可能となる。同時に、振動吸収手段 16 は、フレーム 11 内部に設けられるため、ダクト D の流路内における空力特性に影響を与えない。

【0058】

本実施形態においては、振動吸収手段 16 の振動吸収材 16 b および空洞 16 a の形状および特性は上記の構成に限定されるものではなく、フレーム 11 の振動を吸収可能でダクト D 内の流体の流れを阻害しないものであれば、その構造は限定されない。

【0059】

以下、本発明に係るダクトを有するガスタービンの第 4 実施形態を、図面に基づいて説明する。

図 8 は、本実施形態におけるダクトにおける流れと直交する方向視したフレームを示す拡大側断面図であり、図 9 は、本実施形態におけるダクトにおける流れと直交する方向視したフレームの他の例を示す拡大側断面図である。

本実施形態において上述した第 1 ～ 第 3 実施形態と異なるのはカバーに関する点であり、これ以外の対応する構成要素に関しては、同一の符号を付してその説明を省略する。

【0060】

本実施形態においては、図 8，図 9 に示すように、矩形断面を有するフレーム 11 A に、渦励振による応答を抑制するカバー 18 が設けられている。

フレーム 11 A は、フレーム 11 に対応し、矩形断面を有すること以外は、前述したフレーム 11 と同様の構成とされている。

【0061】

カバー 18 は、図 8，図 9 に示すように、矩形断面とされるフレーム 11 A の両側部にそれぞれ設けられ、フレーム 11 A の外側断面形状を渦が剥離しにくい半円形に近づける構成とされている。具体的には、矩形断面のフレーム 11 の角部分から L 字アングル（固定手段）14 の幅方向外側位置にむけて、ダクト D 内での下流方向にむかってフレーム 11 A を拡張するように取り付けられる。

【 0 0 6 2 】

カバー 1 8 の L 字アングル（固定手段）1 4 側端部は、両側面 1 1 d よりも拡径する状態となっている。このため、フレーム 1 1 A の両側面 1 1 d と接触するように配置されて L 字アングル（固定手段）1 4 に固定された網部 1 2 の端部よりも、カバー 1 8 の L 字アングル（固定手段）1 4 側端部が、網部 1 2 の中央側に位置することになる。また、カバー 1 8 の L 字アングル（固定手段）1 4 側端部には、網部 1 2 の表面が接触するように配置されていることもできる。

【 0 0 6 3 】

カバー 1 8 は、ボルト等で適宜取り付け・取り外し可能なように取り付けられる。カバー 1 8 は、フレーム 1 1 A の軸方向全長に設けられることが好ましく、また、図 1 に示すダクト本体 D 1 に取り付ける枠部分となっているフレーム 1 1 A にも流路側に設けることが好ましい。

10

なお、カバー 1 8 とフレーム 1 1 A の両側面 1 1 d との間が離間しているように図示しているが、カバー 1 8 の厚さは任意に設定でき、この隙間をもうけないようにすることもできる。

【 0 0 6 4 】

フレーム 1 1 A の上流面 1 1 a には、図 8 に示すように、凸部 1 3 に対応した凸部 1 3 A が設けられる。凸部 1 3 A は、上述した凸部 1 3 に対応した構成とされている。凸部 1 3 A は、カバー 1 8 と一体として構成することもできるが、カバー 1 8 と別体としてフレーム 1 1 A に取り付けることもできる。

20

凸部 1 3 A の設けられていない部分では、図 9 に示すように、フレーム 1 1 A の上流面 1 1 a が平面となっていることができる。

【 0 0 6 5 】

さらに、図示していないが、フレーム 1 1 A の上流面 1 1 a まで、カバー 1 8 を延在させて、フレーム 1 1 と類似して上流側に突出した略円形の外側輪郭とすることもできる。この場合、カバー 1 8 は、フレーム 1 1 A の軸方向全長に設けられることが好ましく、凸部 1 3 A と一体として構成することもできる。

なお、凸部 1 3 A とフレーム 1 1 A の上流面 1 1 a との間が離間しているように図示しているが、凸部 1 3 A の厚さは任意に設定でき、この隙間をもうけないようにすることもできる。

30

【 0 0 6 6 】

本実施形態によれば、複数の凸部 1 3 A , 1 3 A が取り付けられたフレーム 1 1 A は、その延在する方向に対して、ダクト D 内における流れの方向が交差しているため、流れがフレーム 1 1 A から剥離することによって、周期的な剥離渦がフレーム 1 1 A の下流側に発生する場合があるが、カバー 1 8 により、フレーム 1 1 A の上流面 1 1 a と L 字アングル（固定手段）1 4 とを滑らかに結合して、剥離渦の発生を低減することができる。さらに、凸部 1 3 A が取り付けられることによって、フレーム 1 1 A の固有振動数は、フレーム 1 1 の延在する方向に不均一になるよう分散されており、フレーム 1 1 A における渦励振を低減することができる。また、容易な構造変更で、流体による不安定力を低減することが可能となる。

40

【符号の説明】

【 0 0 6 7 】

G ... ガスタービン

D ... ダクト

D 1 ... ダクト本体

1 0 ... ラストチャンスフィルタ（フィルタ）

1 1 , 1 1 A ... フレーム

1 1 a ... 上流面（面）

1 2 ... 網部

1 3 , 1 3 A ... 凸部

50

- 1 4 ... L 字アンクル（固定手段）
- 1 5 ... 動吸振器
- 1 5 a ... 弾性体
- 1 5 b ... 質量
- 1 6 ... 振動吸収手段
- 1 6 a ... 空洞
- 1 6 b ... 振動吸収材
- 1 8 ... カバー

【図 1】

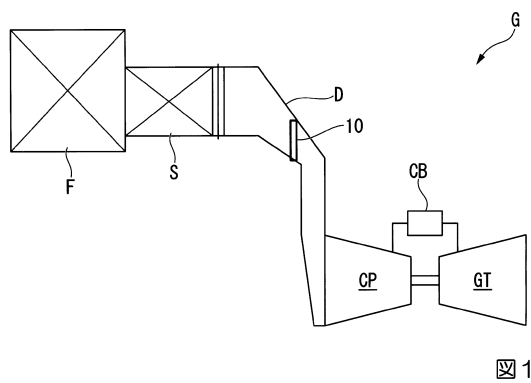


図 1

【図 3】

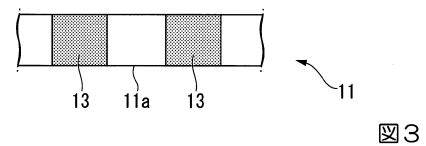


図 3

【図 4】

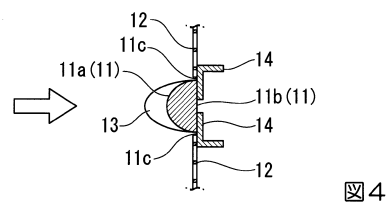


図 4

【図 2】

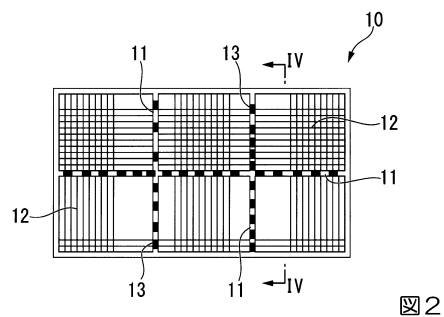


図 2

【図 5】

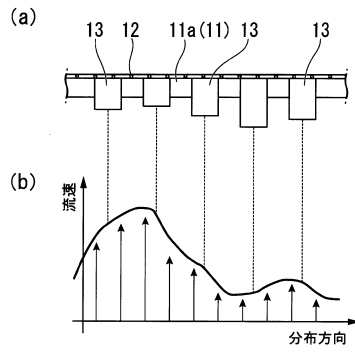


図 5

【図 6】

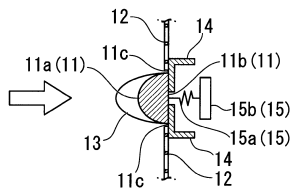


図 6

【図 7】

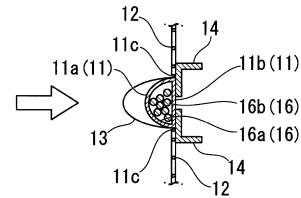


図 7

【図 8】

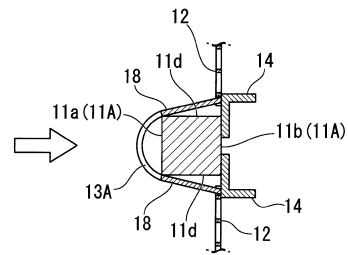


図 8

【図 9】

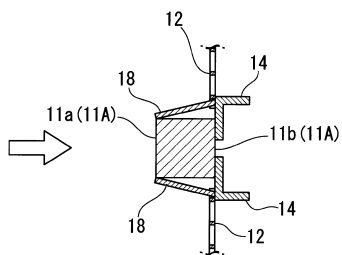


図 9

フロントページの続き

- (74)代理人 100210572
弁理士 長谷川 太一
- (74)代理人 100134544
弁理士 森 隆一郎
- (74)代理人 100064908
弁理士 志賀 正武
- (74)代理人 100108578
弁理士 高橋 詔男
- (74)代理人 100126893
弁理士 山崎 哲男
- (72)発明者 岩▲崎▼ 真人
東京都港区港南二丁目１６番５号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 森田 英之
東京都港区港南二丁目１６番５号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 甲田 貴也
東京都港区港南二丁目１６番５号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 松山 敬介
東京都港区港南二丁目１６番５号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 後藤 智浩
神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目３番１号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内

審査官 中村 大輔

- (56)参考文献 特開２００６－０９０２８０（ＪＰ，Ａ）
特開２０１２－１１７５２１（ＪＰ，Ａ）
特開昭４９－１２０１３２（ＪＰ，Ａ）
特開２０１６－０００９６２（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－２２４６８５（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－２３４９７２（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－３１４４４１（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)

F 0 1 D 2 5 / 0 0
F 0 1 D 2 5 / 0 4
F 0 2 C 7 / 0 4
F 1 6 F 1 5 / 0 2
F 1 5 D 1 / 0 2