

(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
2017年1月12日(12.01.2017)



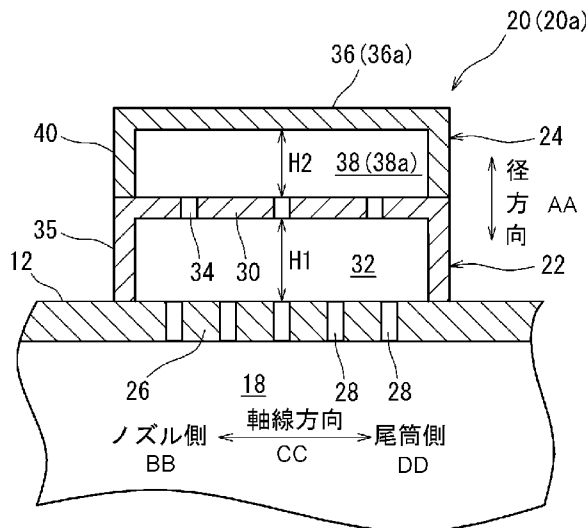
(10) 国際公開番号
WO 2017/006971 A1

- (51) 国際特許分類:
F23R 3/42 (2006.01) F23R 3/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/070051
- (22) 国際出願日: 2016年7月6日(06.07.2016)
- (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 2015-137077 2015年7月8日(08.07.2015) JP
- (71) 出願人: 三菱日立パワーシステムズ株式会社
(MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD.)
[JP/JP]; 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 釘宮 航(KUGIMIYA, Wataru); 〒1088215 東京都港区港南二丁目1番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 木下 泰希(KINOSHITA, Taiki); 〒2208401 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 Kanagawa (JP). 小山 敦史(KOYAMA, Atsushi); 〒2208401 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 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 誠真 I P 特許業務法人(SEISHIN IP PATENT FIRM, P.C.); 〒1080073 東京都港区三田三丁目1番16号 三田43MTビル13階 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, 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).

[続葉有]

(54) Title: COMBUSTOR AND GAS TURBINE

(54) 発明の名称: 燃焼器及びガスタービン



AA Radial direction
BB Nozzle side
CC Axial direction
DD Tail pipe side

(57) Abstract: A combustor is provided with a combustion cylinder having a first region in which at least one first opening is formed, a nozzle configured so that fuel is jetted into the combustion cylinder, and a first acoustic device attached to the combustion cylinder. The first acoustic device includes: a first casing, which has at least one first wall formed with at least one second opening and disposed on the outside of the combustion cylinder to oppose the first region and which is segmented into at least one first space that communicates with an inner section of the combustion cylinder between the first region and the first wall via the first opening; and a second casing, which has at least one second wall disposed on the outside of the first casing to oppose the first wall and which is segmented into at least one second space that communicates with the first space between the first wall and the second wall via the second opening.

(57) 要約: 燃焼器は、少なくとも1つの第1開口が形成された第1領域を有する燃焼筒と、燃焼筒内に燃料を噴射するように構成されたノズルと、燃焼筒に取り付けられる第1音響装置とを備える。第1音響装置は、燃焼筒の外側に第1領域と対向して配置されたとともに少なくとも1つの第2開口が形成された少なくとも1つの第1壁を有し、第1領域と第1壁との間に第1開口を通じて燃焼筒の内部と連通する少なくとも1つの第1空間を区画する第1ケーシング部と、第1ケーシング部の外側に第1壁と対向して配置される少なくとも1つの第2壁を有し、

第1壁と第2壁との間に第2開口を通じて第1空間と連通する少なくとも1つの第2空間を区画する第2ケーシング部と、を含む。

WO 2017/006971 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 燃焼器及びガスタービン

技術分野

[0001] 本開示は燃焼器及びガスタービンに関する。

背景技術

[0002] ガスタービンは燃焼器及びタービンを有し、タービンは、燃焼器が燃料を燃焼させることにより発生させた燃焼ガスを利用して、回転力を発生させる。燃焼器には、音響ライナと称される音響装置（燃焼振動低減装置）が取り付けられ、音響ライナは、音響モードと燃焼系との結合により生じる所定周波数の燃焼振動を減衰させることができる。

例えば特許文献1が開示する音響ライナは、燃焼器の尾筒の内部と通気孔を介して連通するガス空間を規定しており、所定周波数の燃焼振動を減衰可能である。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2009-97841号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 従来、音響ライナは1つのチューニング周波数を有するように設計され、チューニング周波数及びその近傍の周波数の燃焼振動を減衰させることができる。

しかしながら、燃焼振動においては、燃焼状態等の様々な要因により、周波数が大きく異なる複数のモード（燃焼振動モード）が生じる可能性がある。ガスタービンの運転にあたっては、より多くの燃焼振動モードを減衰可能であることが好ましいが、チューニング周波数と周波数が大きく異なる燃焼振動モードの場合、1つの音響ライナでは減衰させることができない。

[0005] このため、周波数が大きく異なる複数の燃焼振動モードを減衰させるため

には、複数の音響ライナの設置が必要になるが、設置スペースやコストの制約から、設置可能な音響ライナの数には制限が有る。つまり、より多くの燃焼振動モードを減衰させることが好ましいが、現実には、減衰可能な燃焼振動モードの数は、設置可能な音響ライナの数に応じて制限されてしまうという問題があった。

上記事情に鑑みて、本発明の少なくとも一実施形態の目的は、複数の燃焼振動モードを減衰可能な音響装置を備える燃焼器及びガスタービンを提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0006] (1) 本発明の少なくとも一実施形態に係る燃焼器は、
- 少なくとも1つの第1開口が形成された第1領域を有する燃焼筒と、
 - 前記燃焼筒内に燃料を噴射するように構成されたノズルと、
 - 前記燃焼筒に取り付けられる第1音響装置と、
- を備え、
- 前記第1音響装置は、
 - 前記燃焼筒の外側に前記第1領域と対向して配置されるとともに少なくとも1つの第2開口が形成された少なくとも1つの第1壁を有し、前記第1領域と前記少なくとも1つの第1壁との間に前記少なくとも1つの第1開口を通じて前記燃焼筒の内部と連通する少なくとも1つの第1空間を区画する第1ケーシング部と、
 - 前記第1ケーシング部の外側に前記少なくとも1つの第1壁と対向して配置される少なくとも1つの第2壁を有し、前記少なくとも1つの第1壁と前記少なくとも1つの第2壁との間に前記少なくとも1つの第2開口を通じて前記少なくとも1つの第1空間と連通する少なくとも1つの第2空間を区画する第2ケーシング部と、
- を含む。
- [0007] 上記構成(1)の燃焼器では、第1音響装置が、第1空間の外側に、第1開口を通じて第1空間と連通する第2空間が存在することにより、複数のチ

ューニング周波数を有する。このため、第1音響装置によって、周波数の異なる複数の燃焼振動モードを減衰させることができる。

[0008] (2) 幾つかの実施形態では、上記構成(1)において、前記少なくとも1つの第1開口と前記少なくとも1つの第2開口は、前記燃焼筒の軸線方向で同一又は相違している位置にある。

[0009] (3) 幾つかの実施形態では、上記構成(1)又は(2)において、前記少なくとも1つの第2空間は、隔壁によって相互に分離され且つ前記燃焼筒の径方向での高さが相違する複数の第2空間を含む。

上記構成(3)の燃焼器では、隔壁によって分離された複数の第2空間が異なる高さを有することで、第1音響装置が、より多くのチューニング周波数を有することができる。このため、第1音響装置によって、より多くの燃焼振動モードを減衰させることができる。

[0010] (4) 幾つかの実施形態では、上記構成(3)において、前記複数の第2空間は、前記燃焼筒の周方向に沿って配列されている。上記構成(4)の燃焼器では、複数の第2空間が燃焼筒の周方向に沿って配列されているので、簡単な構成にて、高さの異なる複数の第2空間を設けることができる。

[0011] (5) 幾つかの実施形態では、上記構成(3)又は(4)において、前記複数の第2空間は、前記燃焼筒の軸線方向に沿って配列されている。上記構成(5)の燃焼器では、複数の第2空間が燃焼筒の軸線方向に沿って配列されているので、簡単な構成にて、高さの異なる複数の第2空間を設けることができる。

[0012] (6) 幾つかの実施形態では、上記構成(5)において、前記複数の第2空間の高さは、前記燃焼筒の軸線方向にて前記ノズルに近づくに従って段階的に低くなっている。

火炎近傍すなわちノズル近傍では、火炎から遠い領域に比べ、周波数の高い燃焼振動モードが発生する傾向がある。この傾向に対応して、上記構成(6)の燃焼器では、第2空間の高さが、燃焼筒の軸線方向にてノズルに近づく

くに従って段階的に低くなっており、火炎近傍の高周波数の燃焼振動モードを減衰させることができる。

[0013] (7) 幾つかの実施形態では、上記構成(1)乃至(6)の何れか1つにおいて、

前記第1音響装置は、前記燃焼筒の軸線方向にて、前記ノズルの先端から前記燃焼筒の内径相当分の範囲内に配置されている。

ノズル先端から燃焼筒の内径相当分の範囲内では、範囲外に比べ、多数の燃焼振動モードが発生する傾向がある。この傾向に対応して、上記構成(7)の燃焼器では、燃焼筒の軸線方向において、第1音響装置を燃焼筒の内径相当分の範囲内に設置することで、多数の燃焼振動モードを効果的に減衰させることができる。

[0014] (8) 幾つかの実施形態では、上記構成(1)乃至(7)の何れか1つにおいて、

前記燃焼器に取り付けられる第2音響装置を更に備え、

前記燃焼筒は、少なくとも1つの第3開口が形成された第2領域を更に含み、

前記第2音響装置は、前記燃焼筒の外側に前記第2領域と対向して配置される第3壁を有し、前記第2領域と前記第3壁との間に前記少なくとも1つの第3開口を通じて前記燃焼筒の内部と連通する少なくとも1つの第3空間を区画している。

上記構成(8)の燃焼器では、第1音響装置に加えて第2音響装置を設けることによって、更に多くの燃焼振動モードを減衰させることができる。

[0015] (9) 幾つかの実施形態では、上記構成(8)において、

前記燃焼筒の径方向での前記第1空間の高さと前記第2空間の高さの合計は、前記第3空間の高さよりも高く、前記第1空間の高さは前記第3空間の高さよりも低い。

上記構成(9)の燃焼器では、第1音響装置が、第1空間の高さに対応したチューニング周波数と、第1空間の高さと第2空間の高さの合計に対応し

たチューニング周波数とを有する。そして、第2音響装置が、第3空間の高さに対応したチューニング周波数を有し、第2音響装置のチューニング周波数は、第1音響装置の2つの周波数の間に位置する。このため、広い周波数範囲に渡って連続的に燃焼振動モードを減衰させることができる。

[0016] (10) 幾つかの実施形態では、上記構成(8)又は(9)において、

前記燃焼筒の軸線方向にて、前記第1音響装置は、前記第2音響装置よりも前記ノズルの近くに配置されている。

ノズルに近いほど、多数の燃焼振動モードが発生する傾向がある。この傾向に対応して、上記構成(10)の燃焼器では、燃焼筒の軸線方向において、第1音響装置を第2音響装置よりもノズルの近くに配置に設置することで、多数の燃焼振動モードを効果的に減衰させることができる。

(11) 本発明の少なくとも一実施形態に係るガスタービンは、

上記構成(1)乃至(10)の何れか1つに記載の燃焼器と、

前記燃焼器が前記燃料を燃焼させて発生させた燃焼ガスから回転力を発生させるように構成されたタービンと、

を備える。

上記構成(11)のガスタービンでは、第1音響装置が、第1空間の外側に、第1開口を通じて第1空間と連通する第2空間が存在することにより、複数のチューニング周波数を有する。このため、第1音響装置によって、周波数の異なる複数の燃焼振動モードを減衰させることができる。

発明の効果

[0017] 本発明の少なくとも一実施形態によれば、複数の燃焼振動モードを減衰可能な音響装置を備える燃焼器及びガスタービンが提供される。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]本発明の一実施形態に係るガスタービンの構成を概略的に示す図である。

[図2]ガスタービンの燃焼器周辺の構成を説明するための図である。

[図3]本発明の一実施形態に係る第1音響装置を、燃焼器の燃焼筒周辺とともに

に概略的に示す縦断面図である。

[図4]図3中の領域ⅠⅤを拡大して示す部分断面図である。

[図5]図3中のⅤ－Ⅴ線に沿う概略的な横断面図である。

[図6]図3～図5に示した第1音響装置の吸音特性を示す概略的なグラフである。

[図7]本発明の他の実施形態に係る第1音響装置を概略的に示す、図5に相当する横断面図である。

[図8]本発明の他の実施形態に係る第1音響装置を概略的に示す、図4に相当する縦断面図である。

[図9]本発明の他の実施形態に係る第1音響装置を概略的に示す、図4に相当する縦断面図である。

[図10]図7～図9に示した第1音響装置の吸音特性を示す概略的なグラフである。

[図11]本発明の他の実施形態に係る第2音響装置を第1音響装置とともに概略的に示す、図4に相当する縦断面図である。

[図12]図11に示した第1音響装置及び第2音響装置の吸音特性を示す概略的なグラフである。

[図13]本発明の他の実施形態に係る第1音響装置を概略的に示す、図5に相当する横断面図である。

[図14]本発明の他の実施形態に係る第1音響装置を概略的に示す、図5に相当する横断面図である。

[図15]第1音響装置に適用可能な第2開口の形状及び配列の例を説明するための図である。

[図16]第1音響装置に適用可能な第2開口の形状及び配列の例を説明するための図である。

[図17]第1音響装置に適用可能な第2開口の形状及び配列の例を説明するための図である。

[図18]第1音響装置に適用可能な第2開口の形状及び配列の例を説明するた

めの図である。

[図19]第1音響装置に適用可能な第2開口の形状及び配列の例を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、添付図面を参照して本発明の幾つかの実施形態について説明する。ただし、実施形態として記載されている又は図面に示されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は、本発明の範囲をこれに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。

例えば、「ある方向に」、「ある方向に沿って」、「平行」、「直交」、「中心」、「同心」或いは「同軸」等の相対的或いは絶対的な配置を表す表現は、厳密にそのような配置を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の角度や距離をもって相対的に変位している状態も表すものとする。

例えば、「同一」、「等しい」及び「均質」等の物事が等しい状態であることを表す表現は、厳密に等しい状態を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の差が存在している状態も表すものとする。

例えば、四角形状や円筒形状等の形状を表す表現は、幾何学的に厳密な意味での四角形状や円筒形状等の形状を表すのみならず、同じ効果が得られる範囲で、凹凸部や面取り部等を含む形状も表すものとする。

一方、一の構成要素を「備える」、「具える」、「具備する」、「含む」、又は、「有する」という表現は、他の構成要素の存在を除外する排他的な表現ではない。

[0020] 図1は、本発明の一実施形態に係るガスタービン1の構成を概略的に示す図である。図1に示すように、本実施形態に係るガスタービン1は、圧縮機（圧縮部）2、燃焼器（燃焼部）3、及び、タービン（タービン部）4を備えており、例えば発電機6等の外部機器を駆動するものである。

圧縮機2は、外部の空気である大気を吸入して圧縮し、圧縮された空気を1つ以上の燃焼器3に供給するものである。

[0021] 燃焼器 3 は、圧縮機 2 により圧縮された空気を用いて、外部から供給された燃料を燃焼させることにより、高温ガス（燃焼ガス）を生成するものである。

タービン 4 は、燃焼器 3 により生成された高温ガスの供給を受けて回転駆動力を発生させ、発生した回転駆動力を圧縮機 2 及び外部機器に出力するものである。

[0022] 図 2 は、ガスタービン 1 の燃焼器 3 周辺の構成を説明するための図である。図 2 に示したように、ガスタービン 1 のハウジング 7 内には、燃焼器設置スペース 8 が設けられ、燃焼器設置スペース 8 は、圧縮機 2 の出口とタービン 4 の入口との間に位置している。燃焼器 3 は、燃焼器設置スペース 8 に配置され、圧縮空気が燃焼器 3 の一端側から燃焼器 3 内に流入する。一方、燃焼器 3 には、外部から燃料が供給される。

[0023] より詳しくは、燃焼器 3 は、ノズル部 10、燃焼筒 12、及び、尾筒 14 を有している。ノズル部 10 は、外部から供給された燃料を燃焼筒 12 内に向けて噴射する 1 つ以上のノズル 16 を有する。ノズル 16 は、例えば、1 つのパイロットノズル 16a と、パイロットノズル 16a の周りに同心上に配置された複数のメインノズル 16b とを含む。

[0024] 燃焼筒 12 は筒形状を有し、例えば円筒形状を有する。燃焼筒 12 の一端側（上流端側）にノズル部 10 が結合され、燃焼筒 12 の内部には、ノズル 16 から噴射された燃料が燃焼する内部空間（燃焼空間）18 が規定されている。なお、内部空間 18 には、ノズル 16 間の隙間を通じて圧縮空気が供給され、燃料が圧縮空気と反応して燃焼し、燃焼ガスが発生する。

[0025] 尾筒 14 は、筒形状を有し、燃焼筒 12 の他端側（下流端側）に結合されている。尾筒 14 の断面形状は、燃焼器 3 の軸線方向、換言すれば、燃焼ガスの流動方向にて徐々に変化し、尾筒 14 は、燃焼筒 12 とタービン 4 の入口とを繋いでいる。例えば、燃焼筒 12 及び尾筒 14 は、内部に複数の冷却流路を有するプレートによってそれぞれ構成されている。

そして、ガスタービン 1 は、燃焼器 3 に取り付けられた第 1 音響装置（第

1 音響ライナ) 20 を有する。

[0026] 図3は、本発明の一実施形態に係る第1音響装置20aを、燃焼器3の燃焼筒12周辺とともに概略的に示す縦断面図である。図4は、図3中の領域I-Vを拡大して示す部分断面図である。図5は、図3中のV-V線に沿う概略的な横断面図である。図6は、第1音響装置20aの吸音特性を示す概略的なグラフである。

図7は、本発明の他の実施形態に係る第1音響装置20bを概略的に示す、図5に相当する横断面図である。図8及び図9は、本発明の他の実施形態に係る第1音響装置20c, 20dを概略的に示す、図4に相当する縦断面図である。図10は、第1音響装置20b, 20c, 20dの吸音特性を示す概略的なグラフである。

[0027] 図11は、本発明の他の実施形態に係る第2音響装置50を第1音響装置20aとともに概略的に示す、図4に相当する縦断面図である。図12は、第1音響装置20a及び第2音響装置50の吸音特性を示す概略的なグラフである。

図13及び図14は、本発明の他の実施形態に係る第1音響装置20e, 20fを概略的に示す、図5に相当する横断面図である。

[0028] 図3～図5、図7～9、図11、図13及び図14に示したように、第1音響装置20(20a～20f)は、第1ケーシング部22及び第2ケーシング部24を有する。燃焼筒12は、第1ケーシング部22によって覆われる第1領域26を有し、第1領域26には、少なくとも1つの第1開口28が形成されている。例えば、第1領域26には、複数の第1開口28が形成され、各第1開口28は円形の断面形状を有する。例えば、第1開口28の開口面積は、第1領域26の面積の5%以下である。

[0029] 第1ケーシング部22は、燃焼筒12の外側に第1領域26と対向して配置される少なくとも1つの第1壁30を有する。燃焼筒12の径方向に離間して相互に対向する第1領域26と第1壁30との間には、少なくとも1つの第1空間32が区画され、第1空間32は、第1開口28を通じて内部空

間 18 と連通している。第 1 壁 30 には、少なくとも 1 つの第 2 開口 34 が形成されている。例えば、第 1 ケーシング部 22 は、燃焼筒 12 の周方向と直交する断面にて、U 字形の断面形状を有しており、燃焼筒 12 の軸線方向にて第 1 壁 30 の両側に連なる 2 つの第 1 側壁 35 を有する。第 1 ケーシング部 22 は、例えば溶接によって燃焼筒 12 に固定される。

[0030] 第 2 ケーシング部 24 は、第 1 ケーシング部 22 の外側に第 1 壁 30 と対向して配置される少なくとも 1 つの第 2 壁 36 (36 a, 36 b, 36 c) を有する。燃焼筒 12 の径方向に離間して相互に対向する第 1 壁 30 と第 2 壁 36 (36 a, 36 b, 36 c) との間には、少なくとも 1 つの第 2 空間 38 (38 a, 38 b, 38 c) が区画され、第 2 空間 38 (38 a, 38 b, 38 c) は、第 2 開口 34 を通じて第 1 空間 32 と連通している。

[0031] 上記構成のガスタービン 1 では、第 1 空間 32 の外側に、第 1 開口 28 を通じて第 1 空間 32 と連通する少なくとも 1 つの第 2 空間 38 (38 a, 38 b, 38 c) が存在することにより、図 6、図 10 及び図 12 に示したように、第 1 音響装置 20 (20 a ~ 20 f) が、複数のチューニング周波数 $\nu 1$, $\nu 2$ ($\nu 2 a$, $\nu 2 b$, $\nu 2 c$) を有する。このため、第 1 音響装置 20 によって、周波数の異なる複数の燃焼振動モードを減衰させることができる。

[0032] 幾つかの実施形態では、図 4、図 5、図 11、図 13 及び図 14 に示したように、第 1 音響装置 20 a, 20 e, 20 f は、1 つの第 2 空間 38 a を有する。例えば、第 2 ケーシング部 24 は、燃焼筒 12 の周方向と直交する断面にて、U 字形の断面形状を有し、燃焼筒 12 の軸線方向にて第 2 壁 36 の両側に連なる 2 つの第 2 側壁 40 を有する。例えば、第 2 ケーシング部 24 は、第 1 ケーシング部 22 に溶接によって固定される。

[0033] 第 1 音響装置 20 a は、図 6 に示したような吸音特性を有し、第 1 音響装置 20 a は、吸音率がそれぞれ大きくなる 2 つのチューニング周波数 $\nu 1$, $\nu 2$ を有する。このため、第 1 音響装置 20 によって、周波数の異なる複数の燃焼振動モードを減衰させることができる。

なお、第1音響装置20aにおいては、図6の2つのチューニング周波数 ν_1 、 ν_2 のうち、低周波数のチューニング周波数 ν_2 は、第1空間32の高さ H_1 と第2空間38の高さ H_2 の合計($H_1 + H_2$)によって決定され、高周波数のチューニング周波数 ν_1 は、第1空間32の高さ H_1 によって決定される。

[0034] 幾つかの実施形態では、第1空間32の高さ H_1 と第2空間38の高さ H_2 は相互に等しい($H_1 = H_2$)。

幾つかの実施形態では、第1空間32高さ H_1 は第2空間38の高さ H_2 よりも大きい($H_1 > H_2$)。

幾つかの実施形態では、第1空間32の高さ H_1 は第2空間38の高さ H_2 よりも小さい($H_1 < H_2$)。

[0035] 幾つかの実施形態では、図7～図9に示したように、少なくとも1つの第2空間38は、複数の第2空間38(38a, 38b, 38c)を含む。複数の第2空間38(38a, 38b, 38c)は、隔壁42によって相互に分離され且つ燃焼筒12の径方向での高さ H_{2a} 、 H_{2b} 、 H_{2c} が相違する。

上記構成のガスタービン1では、隔壁42によって分離された複数の第2空間38(38a, 38b, 38c)が異なる高さ H_{2a} 、 H_{2b} 、 H_{2c} を有することで、第1音響装置20b、20c、20dが、より多くのチューニング周波数 ν_1 、 ν_2 (ν_{2a} 、 ν_{2b} 、 ν_{2c})を有することができる。このため、第1音響装置20b、20c、20dによって、より多くの燃焼振動モードを減衰させることができる。

[0036] なお、図7～図9では、第2空間38は、3つの高さ $H_{2a} \sim H_{2c}$ を有しているが、高さ H_2 の設定値は2つであってもよく、又は、4つ以上であってもよい。

また、隔壁42は、第2壁36(36a, 36b, 36c)と一体に成形されたものであってもよいし、第2壁36(36a, 36b, 36c)に溶接等により結合されたものであってもよい。換言すれば、第2ケーシング部

24は、一体に成形されたものであってもよいし、複数の部材からなるものであってもよい。

更に、図3～5、図13及び図14に示したように第2空間38が一定の高さH2を有している場合でも、第2ケーシング部24の内部に隔壁42を設けて複数の第2空間38を区画してもよい。

[0037] 幾つかの実施形態では、図7に示したように、複数の第2空間38（38a, 38b, 38c）は、燃焼筒12の周方向に沿って配列されている。この場合、隔壁42は、燃焼筒12の軸線方向に沿って延在している。

上記構成のガスタービン1では、複数の第2空間38（38a, 38b, 38c）が燃焼筒12の周方向に沿って配列されているので、簡単な構成にて、高さH2（H2a, H2b, H2c）の異なる複数の第2空間38（38a, 38b, 38c）を設けることができる。

[0038] 幾つかの実施形態では、図8及び図9に示したように、複数の第2空間38（38a, 38b, 38c）は、燃焼筒12の軸線方向に沿って配列されている。この場合、隔壁42は、燃焼筒12の周方向に沿って延在している。

上記構成のガスタービン1では、複数の第2空間38（38a, 38b, 38c）が燃焼筒12の軸線方向に沿って配列されているので、簡単な構成にて、高さH2（H2a, H2b, H2c）の異なる複数の第2空間38（38a, 38b, 38c）を設けることができる。

[0039] 幾つかの実施形態では、図9に示したように、複数の第2空間38（38a, 38b, 38c）の高さH2（H2a, H2b, H2c）は、燃焼筒12の軸線方向にてノズル16に近づくに従って段階的に低くなっている。

火炎近傍すなわちノズル16近傍では、火炎から遠い領域に比べ、周波数の高い燃焼振動モードが発生する傾向がある。この傾向に対応して、上記構成のガスタービン1では、第2空間38の高さH2（H2a, H2b, H2c）が、燃焼筒12の軸線方向にてノズル16に近づくに従って段階的に低くなっており、火炎近傍の高周波数の燃焼振動モードを減衰させることがで

きる。

[0040] 幾つかの実施形態では、図3に示したように、第1音響装置20(20a~20f)は、燃焼筒12の軸線方向にて、ノズル16の先端から燃焼筒12の内径相当分の範囲内に配置されている。

ノズル16先端から燃焼筒12の内径相当分の範囲内では、範囲外に比べ、多数の燃焼振動モードが発生する傾向がある。この傾向に対応して、上記構成のガスタービン1では、燃焼筒12の軸線方向において、第1音響装置20(20a~20f)を燃焼筒12の内径相当分の範囲内に設置することで、多数の燃焼振動モードを効果的に減衰させることができる。

[0041] 幾つかの実施形態では、ガスタービン1は、図11に示したように、第1音響装置20(20a~20f)に加え、燃焼器3に取り付けられる第2音響装置50を更に備える。

この場合、燃焼筒12は、少なくとも1つの第3開口52が形成された第2領域54を更に含む。第2音響装置50は、燃焼筒12の外側に第2領域54と対向して配置される第3壁56を有し、第2領域54と第3壁56との間に少なくとも1つの第3開口52を通じて燃焼筒12の内部と連通する少なくとも1つの第3空間58を区画する。

第2音響装置50は、図12に示したように、第3空間58の高さH3に応じたチューニング周波数 ν_3 を有する。このため、上記構成のガスタービン1では、第1音響装置20(20a~20f)に加えて第2音響装置50を設けることによって、更に多くの燃焼振動モードを減衰させることができる。

[0042] 幾つかの実施形態では、図11に示したように、燃焼筒12の径方向での第1空間32の高さH1と第2空間38の高さH2の合計(H1+H2)は、第3空間58の高さH3よりも高く、第1空間32の高さH1は第3空間の高さH3よりも低い。

上記構成のガスタービン1では、第2音響装置50のチューニング周波数 ν_3 は、第1音響装置20aの2つの周波数 ν_1 、 ν_2 の間に位置する。こ

のため、広い周波数範囲に渡って連続的に燃焼振動モードを減衰させることができる。

[0043] 幾つかの実施形態では、燃焼筒 12 の径方向での第 1 音響装置 20 の第 1 空間 32 の高さ H_1 と第 2 空間 38 の高さ H_2 の合計 ($H_1 + H_2$) は、第 2 音響装置 50 の第 3 空間 58 の高さ H_3 と等しい。この構成では、チューニング周波数 ν_2 と ν_3 が等しくなり、チューニング周波数 ν_2 , ν_3 近傍での吸音率を高くすることができる。

[0044] 幾つかの実施形態では、燃焼筒 12 の径方向での第 1 音響装置 20 の第 1 空間 32 の高さ H_1 と第 2 空間 38 の高さ H_2 の合計 ($H_1 + H_2$) は、第 2 音響装置 50 の第 3 空間 58 の高さ H_3 よりも低い。この構成では、チューニング周波数 ν_3 がチューニング周波数 ν_2 よりも低くなり、第 2 音響装置 50 によって、相対的に低周波数の燃焼振動モードを抑制しながら、第 1 音響装置 20 によって、相対的に高周波数の燃焼振動モードを抑制することができる。

[0045] 幾つかの実施形態では、図 11 に示したように、燃焼筒 12 の軸線方向にて、第 1 音響装置 20 (20a ~ 20f) は、第 2 音響装置 50 よりもノズル 16 の近くに配置されている。

ノズル 16 に近いほど、多数の燃焼振動モードが発生する傾向がある。この傾向に対応して、上記構成のガスタービン 1 では、燃焼筒 12 の軸線方向において、第 1 音響装置 20 を第 2 音響装置 50 よりもノズル 16 の近くに配置に設置することで、多数の燃焼振動モードを効果的に減衰させることができる。

[0046] 幾つかの実施形態では、図 13 に示したように、第 1 壁 30 及び第 2 壁 36 は、燃焼筒 12 の周方向にて全周に渡って延びておらず、燃焼筒 12 を部分的に覆っている。

幾つかの実施形態では、図 14 に示したように、第 1 壁 30 は燃焼筒 12 の周方向にて全周に渡って延び、第 2 壁は第 1 壁 30 を部分的に覆っている。

幾つかの実施形態では、図 5、図 7 及び図 13 に示したように、燃焼筒 12 の軸線周りで第 1 壁 30 の存在範囲を表す中心角 $\theta 1$ は、第 2 壁 36 の存在範囲を表す中心角 $\theta 2$ と一致している ($\theta 1 = \theta 2$)。

幾つかの実施形態では、図 14 に示したように、燃焼筒 12 の軸線周りで第 1 壁 30 の存在範囲を表す中心角 $\theta 1$ は、第 2 壁 36 の存在範囲を表す中心角 $\theta 2$ よりも大きい ($\theta 1 > \theta 2$)。

[0047] 幾つかの実施形態では、第 1 壁 30 に形成された第 2 開口 34 は、図 15 及び図 16 に示したように円形状を有し、あるいは、図 17～図 19 に示したように、スリット形状又は長孔形状を有する。第 1 壁 30 に形成される第 2 開口 34 の形状はこれらに限定されることはなく、楕円形状等であってもよく、複数の形状を組み合わせてもよい。

[0048] 幾つかの実施形態では第 1 壁 30 の面積に対する第 2 開口 34 の合計面積の比（開口率）は、5%以下に設定される。

幾つかの実施形態では、第 2 開口 34 の直径又は幅は、第 2 空間 38 の高さ $H 2$ よりも小さく設定される。

[0049] 図 15～図 19 は、第 1 音響装置 20 (20a～20f) に適用可能な第 2 開口 34 の形状及び配列の例を説明するための図である。図 15～図 19 は、第 1 壁 30 の一部を平面に展開して概略的に示している。

幾つかの実施形態では、図 15 に示したように、第 2 開口 34 は、千鳥状（ジグザグ）に配列され、あるいは、図 16 に示したようにグリッド状（格子状）に配列される。

幾つかの実施形態では、図 17 に示したように、第 2 開口 34 は、燃焼筒 12 の周方向に延び、図 18 に示したように、燃焼筒 12 の周方向に延び、或いは、図 19 に示したように、燃焼筒 12 の周方向及び軸線方向に対し斜めに延びている。

なお、第 1 壁 30 に形成される第 2 開口 34 の配置は、図 15～図 19 に示した例に限定されることはない。

[0050] 幾つかの実施形態では、第 1 ケーシング部 22 又は第 2 ケーシング部 24

には、第1空間32又は第2空間38を冷却するために、第1音響装置20の外面に開口するパージ孔が形成されていてもよい。この場合、パージ孔によって、第1空間32又は第2空間38と第1音響装置20の外部とが連通し、ガスタービン1の運転中、第1音響装置20の周囲を流れる圧縮空気が第1空間32又は第2空間38に流入する。なお、ガスタービン1の運転中、第1音響装置20の周囲の圧力は、燃焼筒12内の圧力よりも高いので、燃焼ガスが内部空間18から第1開口28を通じて流出することはない。

[0051] 幾つかの実施形態では、第1空間32の高さH1が燃焼筒12の軸線方向及び周方向にて一定になり、各第2空間38の高さH2（H2a，H2b，H2c）が燃焼筒12の軸線方向及び周方向にて一定になるように、第1壁30及び第2壁36は、燃焼筒12の軸線方向及び円周方向に沿って延在している。

幾つかの実施形態では、第2空間38は、燃焼筒12の周方向と直交する断面にて四角形状を有し、燃焼筒12の軸線方向と直交する断面にて環形状又はセクタ形状を有する。

幾つかの実施形態では、第1開口28と第2開口34は、燃焼筒12の軸線方向で同一又は相違している位置にある。

[0052] 本発明は上述した実施形態に限定されることはなく、上述した実施形態に変更を加えた形態や、これらの形態を組み合わせた形態も含む。

符号の説明

- [0053]
- | | |
|----|-----------|
| 1 | ガスタービン |
| 2 | 圧縮機 |
| 3 | 燃焼器 |
| 4 | タービン |
| 6 | 発電機（外部機器） |
| 7 | ハウジング |
| 8 | 燃焼器設置スペース |
| 10 | ノズル部 |

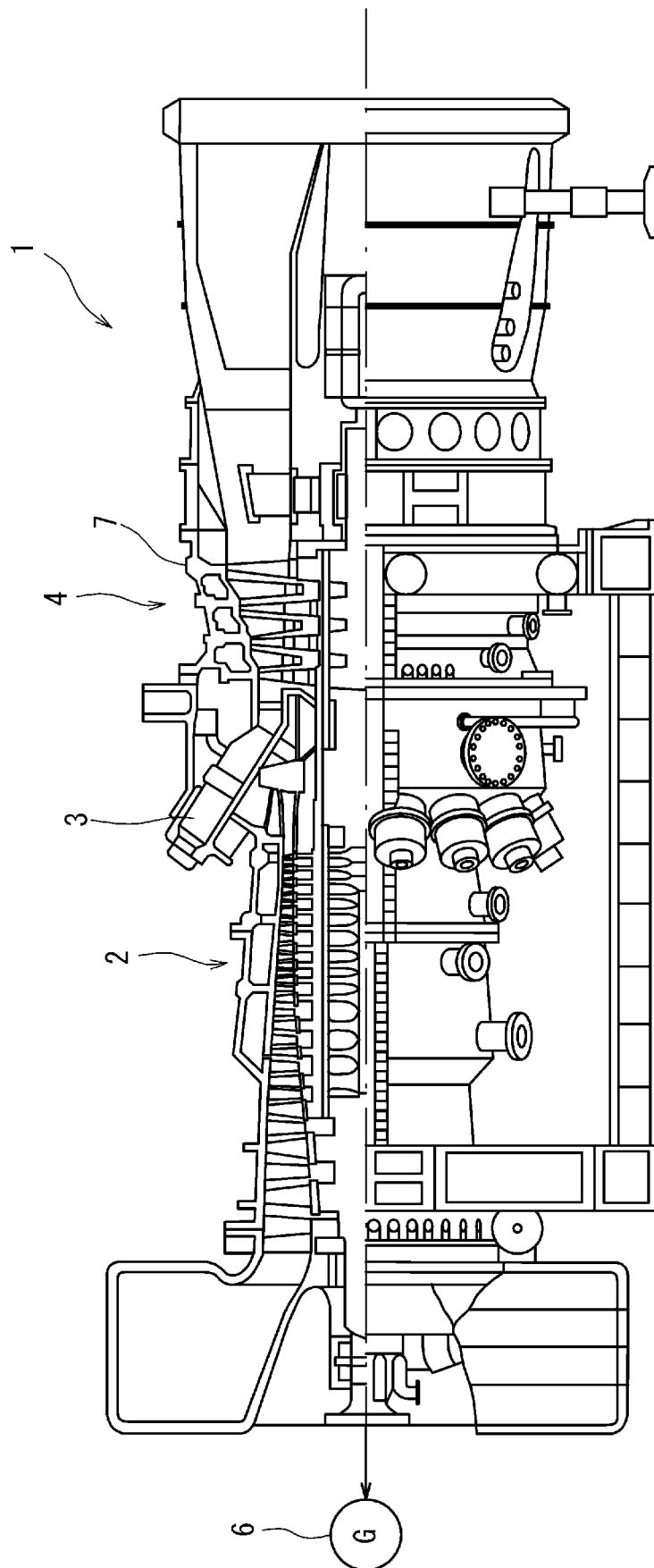
- 1 2 燃焼筒
- 1 4 尾筒
- 1 6 ノズル
- 1 6 a パイロットノズル
- 1 6 b メインノズル
- 1 8 内部空間
- 2 0 (2 0 a ~ 2 0 f) 第 1 音響装置
- 2 2 第 1 ケーシング部
- 2 4 第 2 ケーシング部
- 2 6 第 1 領域
- 2 8 第 1 開口
- 3 0 第 1 壁
- 3 2 第 1 空間
- 3 4 第 2 開口
- 3 5 第 1 側壁
- 3 6 (3 8 a ~ 3 8 c) 第 2 壁
- 3 8 (3 8 a ~ 3 8 c) 第 2 空間
- 4 0 第 2 側壁
- 4 2 隔壁
- 5 0 第 2 音響装置
- 5 2 第 3 開口
- 5 4 第 2 領域
- 5 6 第 3 壁
- 5 8 第 3 空間

請求の範囲

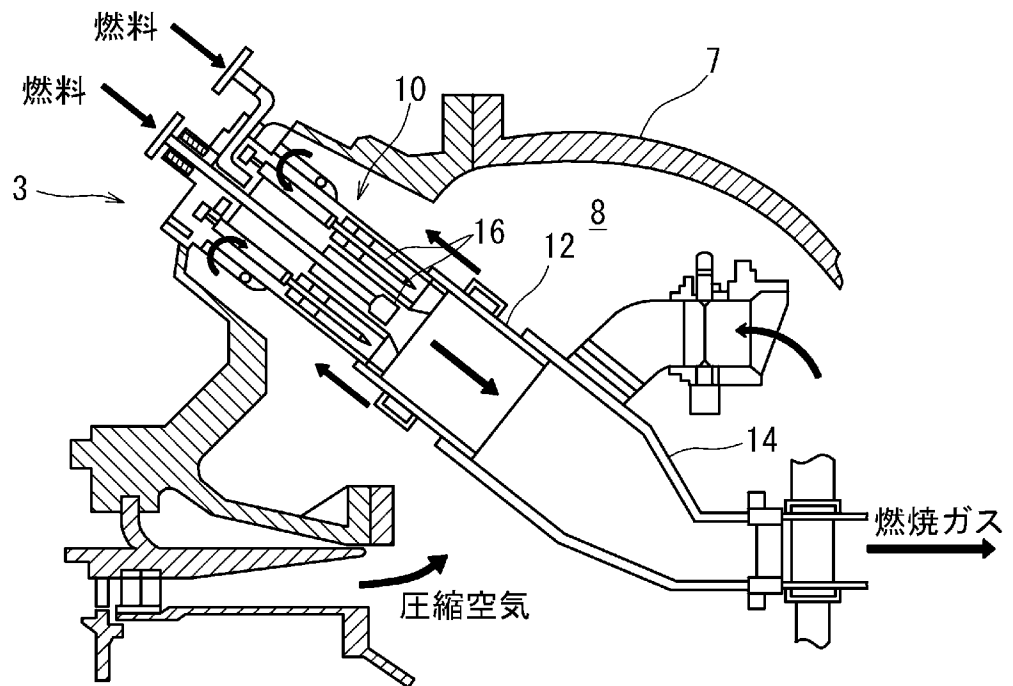
- [請求項1] 少なくとも1つの第1開口が形成された第1領域を有する燃焼筒と、
、
前記燃焼筒内に燃料を噴射するように構成されたノズルと、
前記燃焼筒に取り付けられる第1音響装置と、
を備え、
第1音響装置は、
前記燃焼筒の外側に前記第1領域と対向して配置されるとともに少なくとも1つの第2開口が形成された少なくとも1つの第1壁を有し、
前記第1領域と前記少なくとも1つの第1壁との間に前記少なくとも1つの第1開口を通じて前記燃焼筒の内部と連通する少なくとも1つの第1空間を区画する第1ケーシング部と、
前記第1ケーシング部の外側に前記少なくとも1つの第1壁と対向して配置される少なくとも1つの第2壁を有し、前記少なくとも1つの第1壁と前記少なくとも1つの第2壁との間に前記少なくとも1つの第2開口を通じて前記少なくとも1つの第1空間と連通する少なくとも1つの第2空間を区画する第2ケーシング部と、
を含む、
ことを特徴とする燃焼器。
- [請求項2] 前記少なくとも1つの第1開口と前記少なくとも1つの第2開口は、
前記燃焼筒の軸線方向で同一又は相違している位置にあることを特徴とする請求項1に記載の燃焼器。
- [請求項3] 前記少なくとも1つの第2空間は、隔壁によって相互に分離され且つ前記燃焼筒の径方向での高さが相違する複数の第2空間を含む
ことを特徴とする請求項1又は2に記載の燃焼器。
- [請求項4] 前記複数の第2空間は、前記燃焼筒の周方向に沿って配列されている
ことを特徴とする請求項3に記載の燃焼器。

- [請求項5] 前記複数の第2空間は、前記燃焼筒の軸線方向に沿って配列されている
ことを特徴とする請求項3又は4に記載の燃焼器。
- [請求項6] 前記複数の第2空間の高さは、前記燃焼筒の軸線方向にて前記ノズルに近づくに従って段階的に低くなっている
ことを特徴とする請求項5に記載の燃焼器。
- [請求項7] 前記第1音響装置は、前記燃焼筒の軸線方向にて、前記ノズルの先端から前記燃焼筒の内径相当分の範囲内に配置されている
ことを特徴とする請求項1乃至6の何れか1項に記載の燃焼器。
- [請求項8] 前記燃焼器に取り付けられる第2音響装置を更に備え、
前記燃焼筒は、少なくとも1つの第3開口が形成された第2領域を更に含み、
前記第2音響装置は、前記燃焼筒の外側に前記第2領域と対向して配置される第3壁を有し、前記第2領域と前記第3壁との間に前記少なくとも1つの第3開口を通じて前記燃焼筒の内部と連通する少なくとも1つの第3空間を区画している
ことを特徴とする請求項1乃至7の何れか1項に記載の燃焼器。
- [請求項9] 前記燃焼筒の径方向での前記第1空間の高さと前記第2空間の高さの合計は、前記第3空間の高さよりも高く、前記第1空間の高さは前記第3空間の高さよりも低い
ことを特徴とする請求項8に記載の燃焼器。
- [請求項10] 前記燃焼筒の軸線方向にて、前記第1音響装置は、前記第2音響装置よりも前記ノズルの近くに配置されている
ことを特徴とする請求項8又は9に記載の燃焼器。
- [請求項11] 請求項1乃至請求項10の何れか1項に記載の燃焼器と、
前記燃焼器が前記燃料を燃焼させて発生させた燃焼ガスから回転力を発生させるように構成されたタービンと、
を備えることを特徴とするガスタービン。

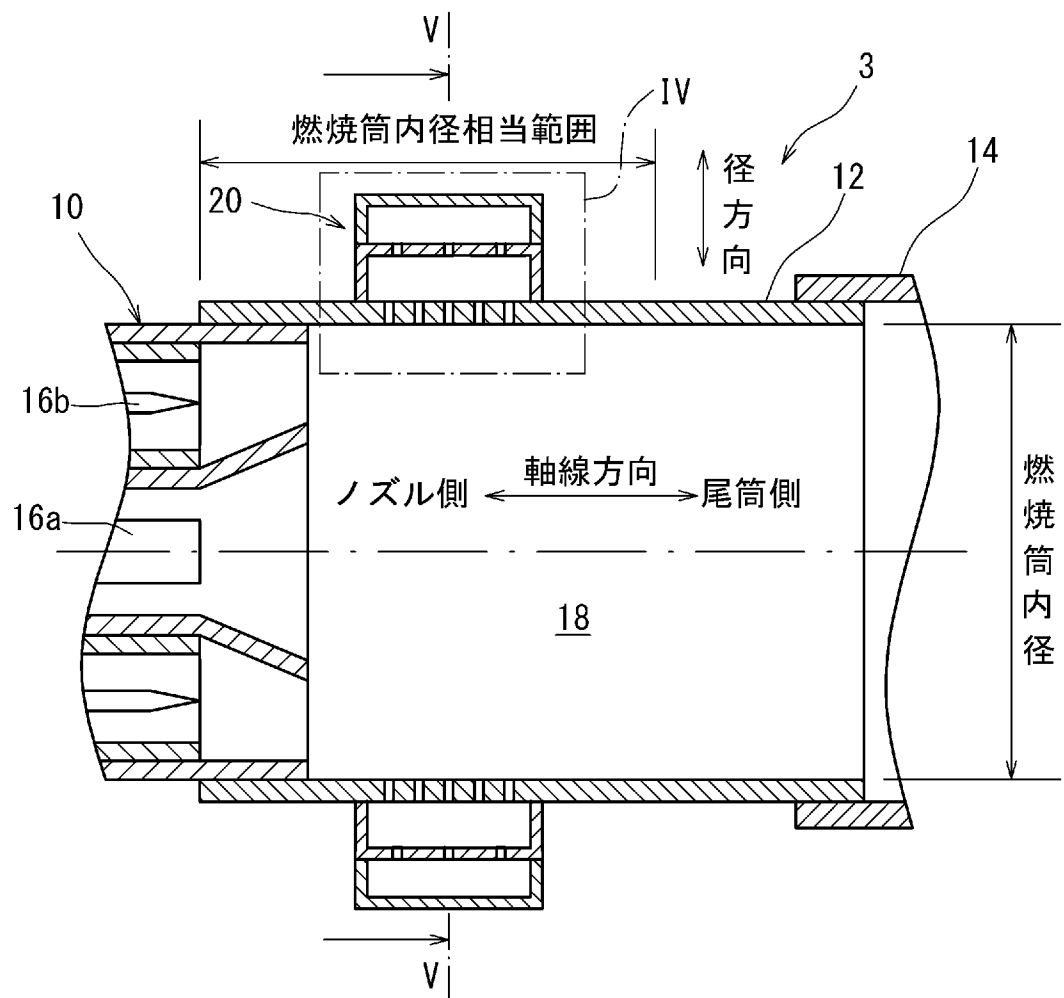
[図1]

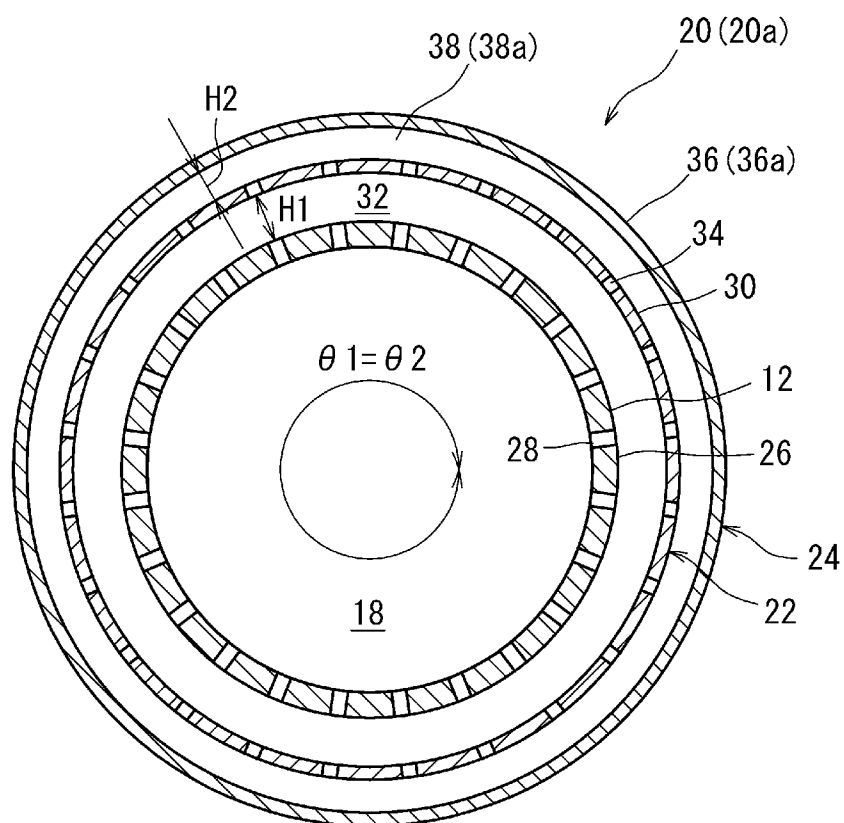


[図2]

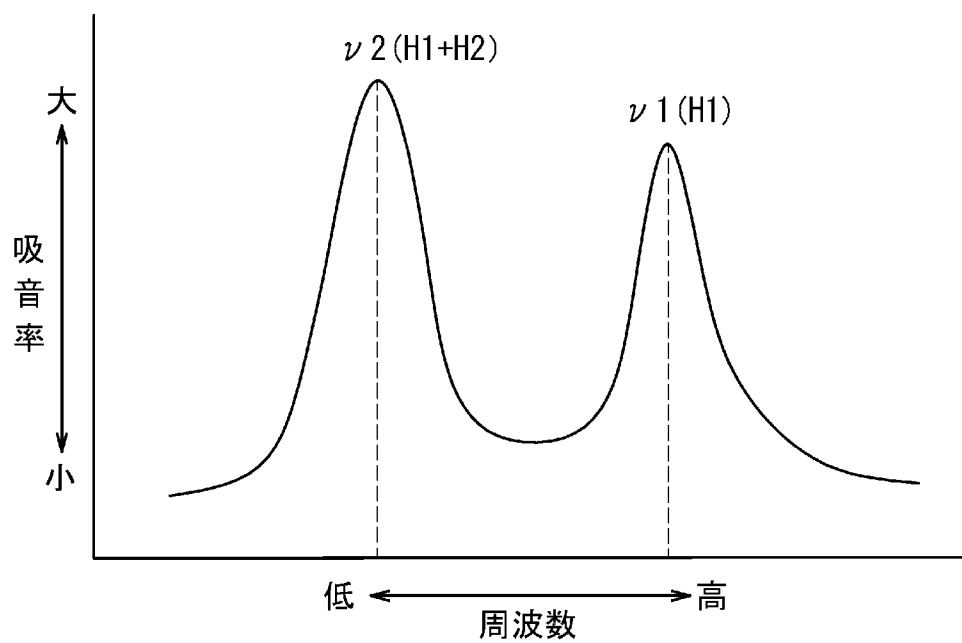


[図3]

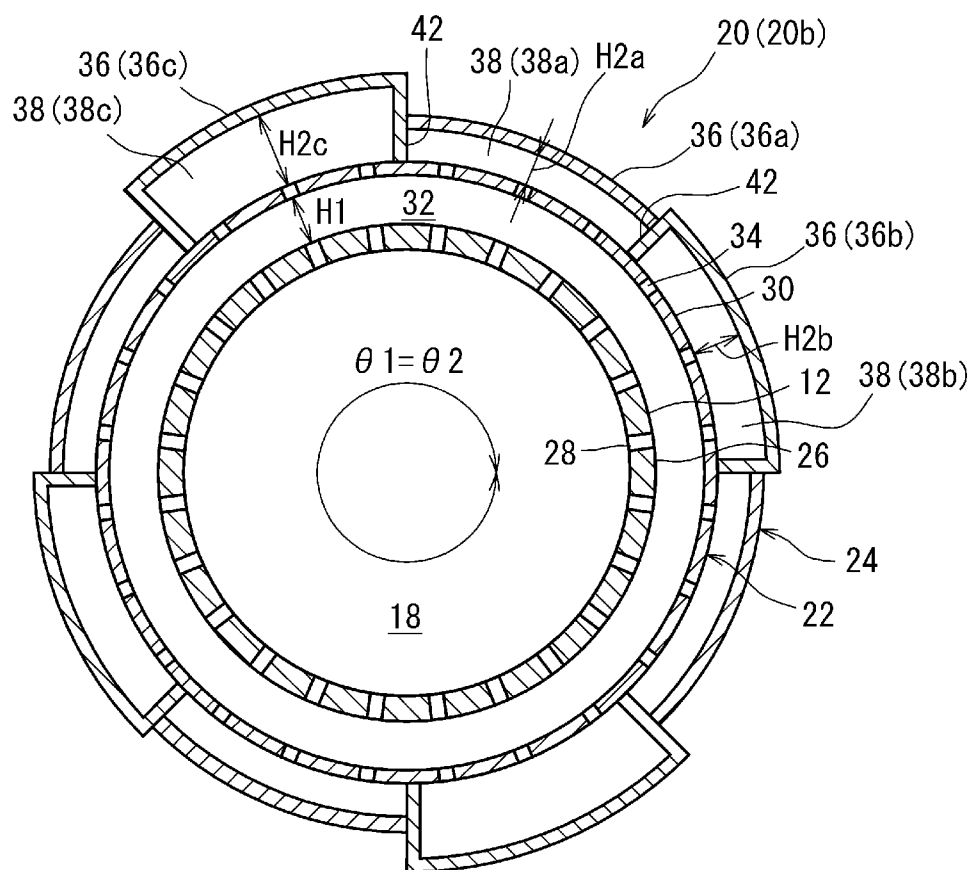




[図6]

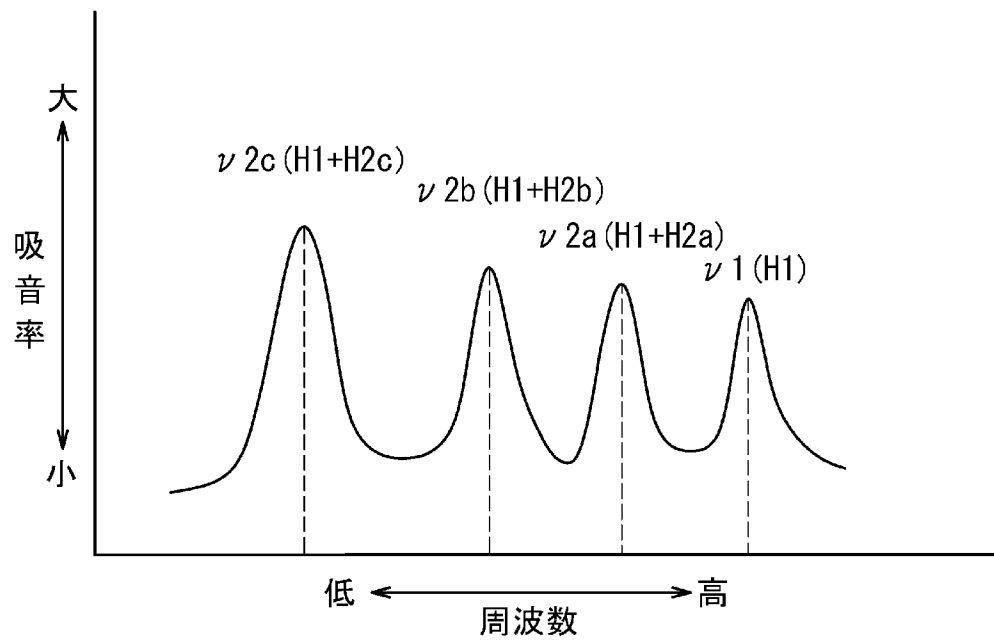


[図7]



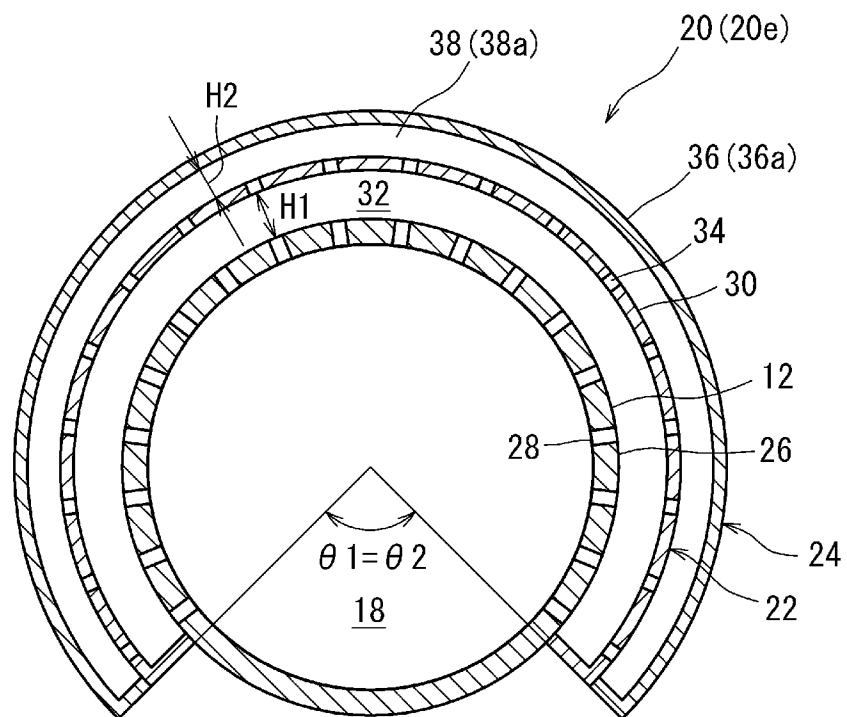
[illegible]

[図10]

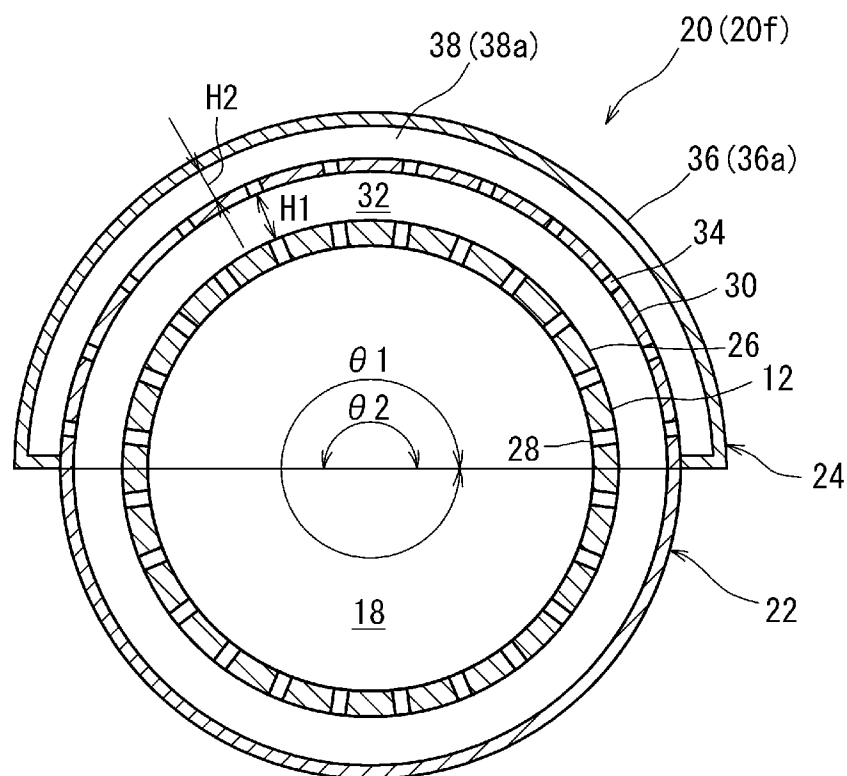


[illegible]

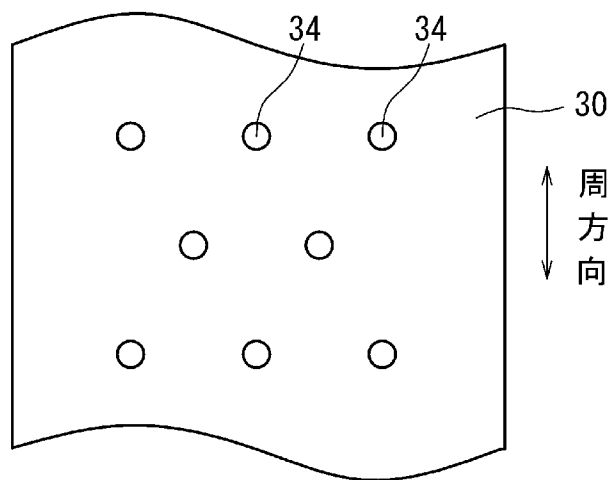
[図13]



[図14]

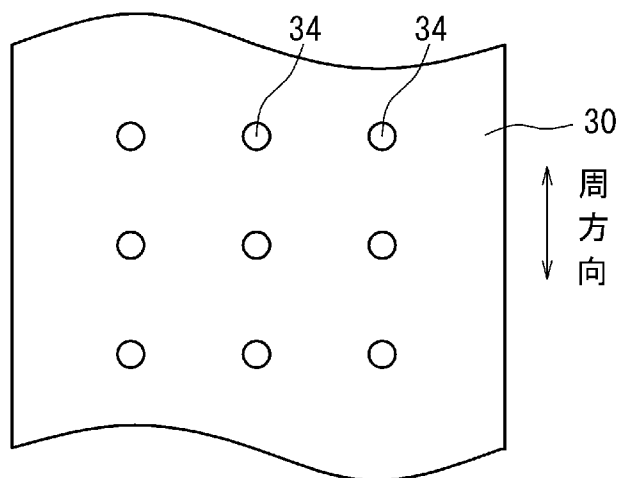


[図15]



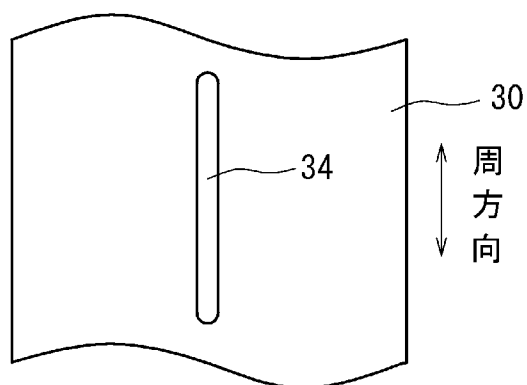
ノズル側 ← 軸線方向 → 尾筒側

[図16]



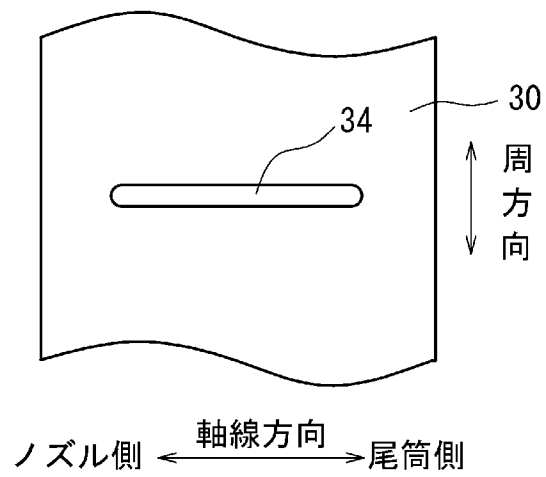
ノズル側 ← 軸線方向 → 尾筒側

[図17]

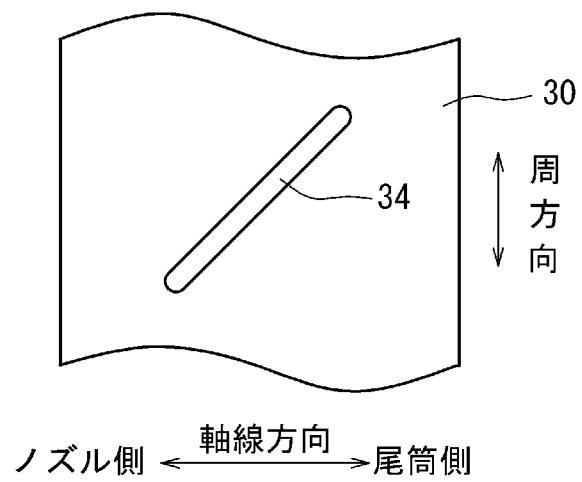


ノズル側 ← 軸線方向 → 尾筒側

[図18]



[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/070051

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F23R3/42(2006.01)i, F23R3/18(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)

F23R3/42, F23R3/18

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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	US 2015/0020498 A1 (SCHILP, Reinhard), 22 January 2015 (22.01.2015), fig. 1, 9 & JP 2016-525207 A & WO 2015/009396 A1 & EP 3022490 A & CN 105431684 A	1-2, 8, 10-11 7 3-6, 9
X Y A	JP 2015-518534 A (Alstom Technology Ltd.), 02 July 2015 (02.07.2015), paragraph [0007]; fig. 11c & US 2015/0059345 A1 paragraph [0008]; fig. 11c & WO 2013/139868 A2 & EP 2642204 A1 & CN 104204676 A	1-2, 7, 11 7 3-6, 8-10

☒ 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
20 September 2016 (20.09.16)

Date of mailing of the international search report
04 October 2016 (04.10.16)

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/JP2016/070051

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2013-117231 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 13 June 2013 (13.06.2013), fig. 5, 9, 10 & US 2011/0220433 A1 fig. 5, 9, 10 & WO 2010/097982 A1 & EP 2402658 A1	1-2, 11 7 3-6, 8-10
X Y A	US 2005/0034918 A1 (SIEMENS WESTINGHOUSE POWER CORP.), 17 February 2005 (17.02.2005), fig. 6A, 8A (Family: none)	1-2, 11 7 3-6, 8-10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F23R3/42(2006.01)i, F23R3/18(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. F23R3/42, F23R3/18

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	US 2015/0020498 A1 (SCHILP, Reinhard) 2015.01.22, 図1, 9 & JP2016-525207 A & WO 2015/009396 A1 & EP 3022490 A & CN 105431684 A	1-2, 8, 10-11 7 3-6, 9
X Y A	JP 2015-518534 A (アルストム テクノロジー リミテッド) 2015.07.02, 段落 [0007], 図11c & US 2015/0059345 A1, 段落 [0008], 図11c & WO 2013/139868 A2 & EP 2642204 A1 & CN 104204676 A	1-2, 7, 11 7 3-6, 8-10

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

20.09.2016

国際調査報告の発送日

04.10.2016

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）

橋本 敏行

3 S

3927

電話番号 03-3581-1101 内線 3391

C (続き) . 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
X Y A	JP 2013-117231 A (三菱重工業株式会社) 2013.06.13, 図5, 9, 10 & US 2011/0220433 A1, 図5, 9, 10 & WO 2010/097982 A1 & EP 2402658 A1	1-2, 11 7 3-6, 8-10
X Y A	US 2005/0034918 A1 (SIEMENS WESTINGHOUSE POWER CORPORATION) 2005.02.17, 図6A, 8A (ファミリーなし)	1-2, 11 7 3-6, 8-10