

(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  
2012年10月4日(04.10.2012)



(10) 国際公開番号  
WO 2012/133630 A1

- (51) 国際特許分類:  
F23R 3/06 (2006.01) F02C 7/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/058330
- (22) 国際出願日: 2012年3月29日(29.03.2012)
- (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 2011-078486 2011年3月31日(31.03.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社 I H I (IHI Corporation) [JP/JP]; 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 仲俣 千由紀(NAKAMATA, Chiyuki) [JP/JP]; 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社 I H I 内 Tokyo (JP). 大北 洋治(OOKITA, Youji) [JP/JP]; 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社 I H I 内 Tokyo (JP). 細井 潤(HOSOI, Jun) [JP/JP]; 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社 I H I 内 Tokyo (JP). 廣光 永兆(HIROMITSU, Nagayoshi) [JP/JP]; 〒1358710 東京都

江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社 I H I 内 Tokyo (JP). 平田 淳(HIRATA, Atsushi) [JP/JP]; 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社 I H I 内 Tokyo (JP). 出田 武臣(IDETA, Takeomi) [JP/JP]; 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社 I H I 内 Tokyo (JP).

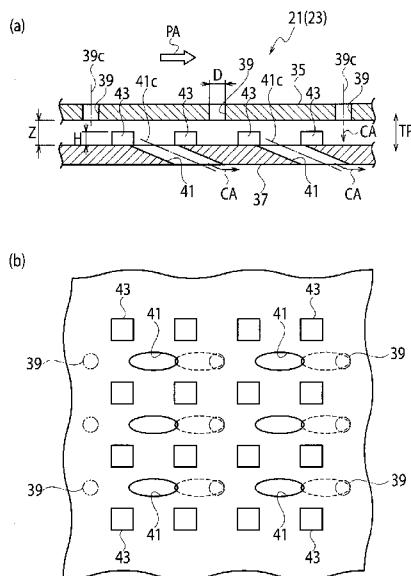
- (74) 代理人: 三好 秀和, 外(MIYOSHI, Hidekazu et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目2番8号 虎ノ門琴平タワー Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨー

[続葉有]

(54) Title: COMBUSTOR FOR GAS TURBINE ENGINE AND GAS TURBINE

(54) 発明の名称: ガスタービンエンジン用燃焼器及びガスタービン

[図4]



(57) Abstract: A combustor for gas turbine engine, wherein: a plurality of impingement-cooling holes (39) is formed passing through an external wall (35) of a liner for cooling air (CA) to blow out towards the outer surface of an interior wall (37) of the liner; a plurality of heat transfer pins (43) is formed passing through the outer surface of the interior wall (37) of the liner; a plurality of effusion cooling holes (41) is formed passing through the interior wall (37) of the liner for cooling air (CA) to blow out along the inner surface of the interior wall (37) of the liner. The apical surface of each heat transfer pin (43) is not in contact with the inner surface of the external wall (35) of the liner and the ratio (H/D) of the height (H) of the heat transfer pin (43) to the equivalent diameter (D) of the impingement-cooling hole (39) is set to be 1.0 - 3.0.

(57) 要約: ガスタービンエンジン用燃焼器において、ライナ外壁(35)に冷却空気(CA)をライナ内壁(37)の外表面に向かって噴き出すための複数のインピンジ冷却孔(39)が貫通して形成され、ライナ内壁(37)の外表面に複数の伝熱ピン(43)が形成され、ライナ内壁(37)に冷却空気(CA)をライナ内壁(37)の内表面に沿って噴き出すための複数のエフュージョン冷却孔(41)が貫通して形成され、各伝熱ピン(43)の先端面がライナ外壁(35)の内表面に対して非接触であって、伝熱ピン(43)の高さ寸法(H)のインピンジ冷却孔(39)の等価直径(D)に対する比(H/D)が1.0~3.0に設定されている。

WO 2012/133630 A1

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, ML, MR, NE, SN, TD, TG). 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：ガスタービンエンジン用燃焼器及びガスタービン 技術分野

[0001] 本発明は、航空機用ガスタービンエンジン又は発電用ガスタービンエンジン等のガスタービンエンジンに用いられ、かつ圧縮空気中で燃料を燃焼させることにより燃焼ガスを生成するガスタービンエンジン用燃焼器及びガスタービンに関する。

### 背景技術

[0002] 一般的なアニュラ型のガスタービンエンジン用燃焼器は、環状の燃焼器ケースを具備しており、この燃焼器ケースの内側には、環状の燃焼器ライナが同心上に設けられており、燃焼器ライナの内側には、燃料を燃焼させるための環状の燃焼室が形成されている。また、燃焼器ライナの前部には、燃料を燃焼室内に噴射する複数の燃料ノズルが周方向に間隔を置いて設けられており、燃焼器ライナの前部における各燃料ノズルの周縁には、圧縮空気を燃焼室内に導入する導入部材が設けられている。

[0003] 一方、燃焼器ライナの冷却性能を向上させるため、燃焼器ライナに対してエフュージョン冷却及びインピンジ冷却の併用を可能にしたガスタービンエンジン用燃焼器が開発されている（特許文献1参照）。具体的には、先行技術に係るガスタービンエンジン用燃焼器における燃焼器ライナは、ライナ外壁とライナ内壁を有した二重壁構造に構成されており、ライナ外壁には、圧縮空気の一部を冷却空気としてライナ内壁の外表面（外側壁面）に向かって噴き出すための複数のインピンジ冷却孔が貫通して形成されている。また、ライナ内壁には、冷却空気をライナ内壁の内表面（内側壁面）に沿って冷却空気を噴き出すための複数のエフュージョン冷却孔が貫通して形成されている。

### 先行技術文献

### 特許文献

[0004] 特許文献1：特開2010-43643号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、近年、ガスタービンエンジンの高出力化の要請が強まっており、それに伴い、タービンの入口側の温度、換言すれば、燃焼室内の温度が非常に高くなる傾向にある。そのため、燃焼ガスに曝される燃焼器ライナの冷却性能をより高いレベルまでを向上させることが急務になってきている。

[0006] そこで、本発明は、燃焼器ライナの冷却性能をより高いレベルまで向上させることができる、新規な構成のガスタービンエンジン用燃焼器及びガスタービン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

[0007] 本願の発明者は、前述の課題を解決するために、ライナ外壁に複数のインピンジ冷却孔が貫通して形成されかつライナ内壁に複数のエフュージョン冷却孔が貫通して形成されかつライナ内壁の外表面に伝熱ピン（放熱ピン）が形成された二重壁構造の燃焼器ライナを模擬した試験品を、伝熱ピンの高さを変更しながら多数製作し、試験品の一方側（ライナ内壁側）及び他方側（ライナ外壁側）に高温ガス及び冷却空気をそれぞれ流して、多数の試験品について冷却性能試験を行った結果（後述の実施例参照）、各伝熱ピンの先端面をライナ外壁の内表面に対して非接触にした状態で、伝熱ピンの高さ寸法とインピンジ冷却孔の等価直径との比を適正な割合に設定することにより、燃焼器ライナの重量増大を抑えつつ、燃焼器ライナの冷却効率を十分に高めることができるという、新規な知見を得ることができ、本発明を完成するに至った。ここで、適正な比とは、1.0～3.0である。また、前述の新規な知見は、伝熱ピンの放熱作用が十分に発揮されたことによるものと考えられる。

[0008] 本発明の第1の態様は、ガスタービンエンジンに用いられ、圧縮空気中で燃料を燃焼させて、燃焼ガスを生成するガスタービンエンジン用燃焼器において、燃焼器ケースと、前記燃焼器ケースの内側に設けられ、内側に前記燃

料を燃焼させるための燃焼室が形成された燃焼器ライナと、を具備し、前記燃焼器ライナは、ライナ外壁とライナ内壁を有した二重壁構造に構成され、前記ライナ外壁に圧縮空気の一部を冷却空気として前記ライナ内壁の外表面（外側壁面）に向かって噴き出すための複数のインピンジ冷却孔が貫通して形成され、前記ライナ内壁に冷却空気を前記ライナ内壁の内表面（内側壁面）に沿って噴き出すための複数のエフュージョン冷却孔が貫通して形成され、前記ライナ内壁の外表面に複数の伝熱ピン（放熱ピン）が形成され、各伝熱ピンの先端面が前記ライナ外壁の内表面に対して非接触であって、前記伝熱ピンの高さ寸法と前記インピンジ冷却孔の等価直径との比が1.0～3.0に設定されていることを要旨とする。

[0009] 本発明の第2の態様は、第1の態様のガスタービンエンジン用燃焼器を具備したガスタービンである。

### 発明の効果

[0010] 本発明によれば、前記燃焼器ライナの重量増大を抑えつつ、前記燃焼器ライナの冷却効率を十分に高めることができるため、前記ガスタービンエンジン用燃焼器の軽量化を促進しつつ、前記燃焼器ライナの冷却性能をより高いレベルまで向上させることができる。

### 図面の簡単な説明

[0011] [図1]図1は、本発明の実施形態に係る航空機用ガスタービンエンジンの概念図である。

[図2]図2は、本発明の実施形態に係るガスタービンエンジン用燃焼器の正断面図である。

[図3]図3は、図2におけるIII-III線に沿った拡大断面図である。

[図4]図4（a）は、ライナ外壁又はライナ内壁の要部を示す断面図、図4（b）は、燃焼器ライナを平面に展開した状態の一部を示す図である。

[図5]図5（a）は、伝熱ピンの高さ寸法とインピンジ冷却孔の等価直径との比（ $H/D$ ）と有効伝熱面積拡大率との関係を示す図、図5（b）は、冷却性能試験を説明する図である。

## 発明を実施するための形態

- [0012] 本発明の一実施形態について図1から図4を参照して説明する。なお、図面中、「FF」は、前方向（主流の流れからみて上流方向）、「FR」は、後方向（主流の流れからみて下流方向）を指してある。
- [0013] 本実施形態に係るガスタービンエンジン（ガスタービン）は、例えば航空機や発電機に用いられる。図1に示すように、本実施形態に係るガスタービンエンジン（ガスタービン）1は、圧縮機3を具備する。圧縮機3は、ガスタービンエンジン1内に取り入れた空気Aを圧縮して圧縮空気PAを生成する。また、圧縮機3には、タービン5がタービン軸（回転軸）7を介して連結されている。タービン5は、膨張する燃焼ガスGによって駆動され、且つ、この駆動と同時にタービン軸7を介して圧縮機3を駆動する。更に、圧縮機3とタービン5との間には、燃焼器9が設けられている。燃焼器9は、圧縮機3から送られた圧縮空気PA中で燃料Fを燃焼させて、燃焼ガスGを生成してタービン5側へ排出するものである。
- [0014] 燃焼器9の全体的な構成について説明すると、次のようになる。
- [0015] 図2及び図3に示すように、燃焼器9は、例えばアニュラ型の燃焼器である。この場合、燃焼器9は、環状（中空環状）の燃焼器ケース11を具備する。また、燃焼器ケース11は、環状の OUTER ケース 13 と、この OUTER ケース 13 の内側に設けられた環状の INNER ケース 15 とを備えている。更に、燃焼器ケース11の前部には、圧縮機3からの圧縮空気PAを燃焼器ケース11内に導入する環状の導入口17が形成されている。
- [0016] 燃焼器ケース11内には、環状（中空環状）の燃焼器ライナ19が設けられている。燃焼器ライナ19は、環状の OUTER ライナ 21 と、この OUTER ライナ 21 の内側に設けられた環状の INNER ライナ 23 とを備えている。また、燃焼器ライナ19内には、燃料Fを燃焼させるための環状の燃焼室25が形成されている。換言すれば、OUTER ライナ 21 と INNER ライナ 23 との間には、環状の燃焼室25が形成されている。なお、OUTER ケース 13、INNER ケース 15、OUTER ライナ 21、INNER ライナ 23 は

何れも同心上に設けられている。

[0017] 燃焼器ライナ 19 の前部には、燃料 F を燃焼室 25 内に噴射する複数の燃料ノズル 27 が周方向に間隔を置いて設けられている。各燃料ノズル 27 には、燃料 F を供給するための燃料配管 29 が接続されている。各燃料配管 29 は、燃焼器ケース 11 から外側へ突出している。また、燃焼器ライナ 19 の前部における各燃料ノズル 27 の周縁にはスワラ 31 が設けられている。スワラ 31 は、圧縮空気 PA を旋回流として燃焼室 25 内に導入する導入部材として機能する。更に、燃焼器ケース 11 には、燃料 F に着火（点火）する複数の点火栓 33 が設けられている。各点火栓 33 の先端部は、燃焼器ケース 11 の内側（燃焼室 25 内）に突出している。

[0018] 燃焼器 9 の特徴部分の構成について説明すると、次のようになる。

[0019] 図 3 及び図 4 (a) に示すように、アウターライナ 21 及びインナーライナ 23 は、それぞれライナ外壁 35 とライナ内壁 37 からなる二重壁構造を有する。ライナ外壁 35 には、圧縮空気 PA の一部を冷却空気 CA としてライナ内壁 37 の外表面（外側壁面）に向かって噴き出すための複数のインピンジ冷却孔 39 が貫通して形成されており、各インピンジ冷却孔 39 の中心線 39c は、ライナ外壁 35 の厚み方向 TP に平行である。

[0020] ライナ内壁 37 には、冷却空気 CA をライナ内壁 37 の内表面（内側壁面）に沿って噴き出すための複数のエフュージョン冷却孔 41 が貫通して形成されており、各エフュージョン冷却孔 41 の中心線（中心軸）41c は、エフュージョン冷却孔 41 の出口部が入口部よりも下流側に位置するようにライナ内壁 37 の厚み方向 TP に対して傾斜してある。ここで、エフュージョン冷却孔 41 の中心線 41c に垂直な断面の直径（又はエフュージョン冷却孔 41 の等価直径）及びインピンジ冷却孔 39 の中心線（中心軸）39c に垂直な断面の直径（又はインピンジ冷却孔 39 の等価直径）は、設計に応じてそれぞれ任意に設定される。なお、孔の等価直径とは、当該孔の中心線に垂直な断面が円形の場合にはその断面の直径のことをいい、当該断面が円形でない場合には水力直径（ $4 \times \text{断面積} / \text{周長}$ ）のことをいう。

- [0021] ライナ外壁35の内表面とライナ内壁37の外表面の間隔寸法Zと、インピンジ冷却孔39の等価直径Dとの比( $Z/D$ )は、インピンジ冷却性能が十分に発揮されるように1.0~5.0に設定されている。
- [0022] ライナ内壁37の外表面には、複数の伝熱ピン(放熱ピン)43が形成されている。各伝熱ピン43の先端面は、ライナ外壁35の内表面に対して非接触である。そして、伝熱ピン43の高さ寸法Hとインピンジ冷却孔の等価直径Dとの比( $H/D$ )は、1.0~3.0に設定される。比( $H/D$ )を1.0以上に設定するのは、比( $H/D$ )が1.0未満に設定すると、伝熱ピン43による放熱作用が十分に発揮されないからである。比( $H/D$ )を3.0以下に設定するのは、比( $H/D$ )を3.0を越える値に設定しても、伝熱ピン43による放熱作用の向上が見られず、燃焼器ライナ19の重量増大を招くからである。なお、伝熱ピン43の断面形状は図4に示す四角形に限られず、任意の形状に設定可能である。
- [0023] 図4(b)に示すように、燃焼器ライナ19を平面に展開した状態において、各インピンジ冷却孔39の出口部(出口側の開口部)、各エフュージョン冷却孔41の入口部(入口側の開口部)、各伝熱ピン43がそれぞれ異なる位置に配置されるようになっている。
- [0024] 前述の構成に基づいて、本発明の実施形態の作用及び効果について説明する。
- [0025] 圧縮機3から送られた圧縮空気PAが導入口17から燃焼器ケース11内に導入され、続いて、スワラ31から燃焼室25内に旋回流として導入される。一方、複数の燃料ノズル27から燃焼室25内に燃料Fが噴射され、燃料Fは点火栓33によって着火する。これにより、燃焼室25内の圧縮空気PA中で燃料Fが燃焼し、燃焼ガスGが発生する。燃焼ガスGはタービン5側に排出され、ガスタービンエンジン1の稼働が継続される。
- [0026] ガスタービンエンジン1の稼働中に、圧縮空気PAが燃焼器ケース11の内表面と燃焼器ライナ19の外表面との間に流入する。この圧縮空気PAは、複数のインピンジ冷却孔39からライナ内壁37の外表面に向かって噴き

出される。噴き出された冷却空気CAはライナ内壁37の外表面に衝突し、ライナ内壁37に対してインピンジ冷却を行う。また、インピンジ冷却に寄与した冷却空気CAが複数のエフュージョン冷却孔41からライナ内壁37の内表面に沿って噴き出される。従って、冷却空気CAはライナ内壁37の内表面に沿うように流れ、ライナ内壁37に対してエフュージョン冷却を行う。そして、各伝熱ピン43の先端面がライナ外壁35の内表面に対して非接触であって、伝熱ピン43の高さ寸法Hとインピンジ冷却孔39の等価直径Dとの比(H/D)が1.0~3.0に設定されているため、前述の新規な知見を適用すると、燃焼器ライナ19の重量増大を抑えつつ、燃焼器ライナ19の高温化(特に、ライナ内壁37の高温化)を抑えて、燃焼器ライナ19の冷却効率を十分に高めることができる。

[0027] 従って、本実施形態によれば、ガスタービンエンジン用燃焼器9の重量と冷却性能に対して最適な構造を設定することが可能となる。

[0028] なお、本発明は、前述の実施形態の説明に限られるものではなく、例えば、ガスタービンエンジン1に適用した技術的思想を発電用ガスタービンエンジン(図示省略)に適用する等、その他、種々の態様で実施可能である。また、本発明に包含される権利範囲は、これらの実施形態に限定されないものである。

## 実施例

[0029] 本発明の実施例について図5(a)及び図5(b)を参照して説明する。

[0030] 燃焼器ライナの冷却性能は、有効伝熱面積拡大率から評価することができる。有効伝熱面積拡大率とは、伝熱ピンが無いときの冷却側伝熱面積と平均熱伝達率との積に対する、伝熱ピンが有るときの冷却側伝熱面積と平均熱伝達率との積の割合のことである。有効伝熱面積拡大率が高いと冷却効率も高くなる。

[0031] 有効伝熱面積拡大率に対する比(H/D)の関係を図5(a)に示す。なお、Hは前述した伝熱ピンの高さ寸法であり、Dは前述したインピンジ冷却孔の等価直径である。図5(a)の関係は、CFD(Computational Fluid Dy

namics)解析によって得られた解析結果を、冷却性能試験の結果で補正することによって得られた。この冷却性能試験では燃焼器ライナ19を模擬した試験品59(図5(b)参照)を使用し、ライナ内壁77側に高温ガスHGが流れ、且つ、試験品59のライナ外壁75側に冷却空気CAが流れているときの、試験品19のライナ内壁77側の表面温度を検出した。なお、ライナ外壁75には、複数のインピンジ冷却孔79が形成され、ライナ内壁77には複数のエフュージョン冷却孔81が形成されている。さらに、ライナ内壁77の外表面には、複数の伝熱ピン83が形成されている。各伝熱ピン83の先端面は、ライナ外壁75の内表面に対して非接触である。つまり、図5(b)のインピンジ冷却孔79、エフュージョン冷却孔81、伝熱ピン83は、それぞれ図4(a)のインピンジ冷却孔39、エフュージョン冷却孔41、伝熱ピン43に相当する。

[0032] 前述のCFD解析結果等から、伝熱ピンの高さ寸法Hとインピンジ冷却孔の等価直径Dとの比(H/D)が1.0~3.0の場合に有効伝熱面積拡大率が高くなることが分かった。

[0033] つまり、伝熱ピンの先端面をライナ外壁の内表面に対して非接触にした状態で、伝熱ピンの高さ寸法Hとインピンジ冷却孔の等価直径Dとの比(H/D)を1.0以上に設定することにより、燃焼器ライナの冷却性能が十分に高まることが分かった。また、伝熱ピンの高さ寸法Hとインピンジ冷却孔の等価直径Dとの比(H/D)が3.0を越えても、燃焼器ライナの冷却性能の向上が見られないことが分かった。

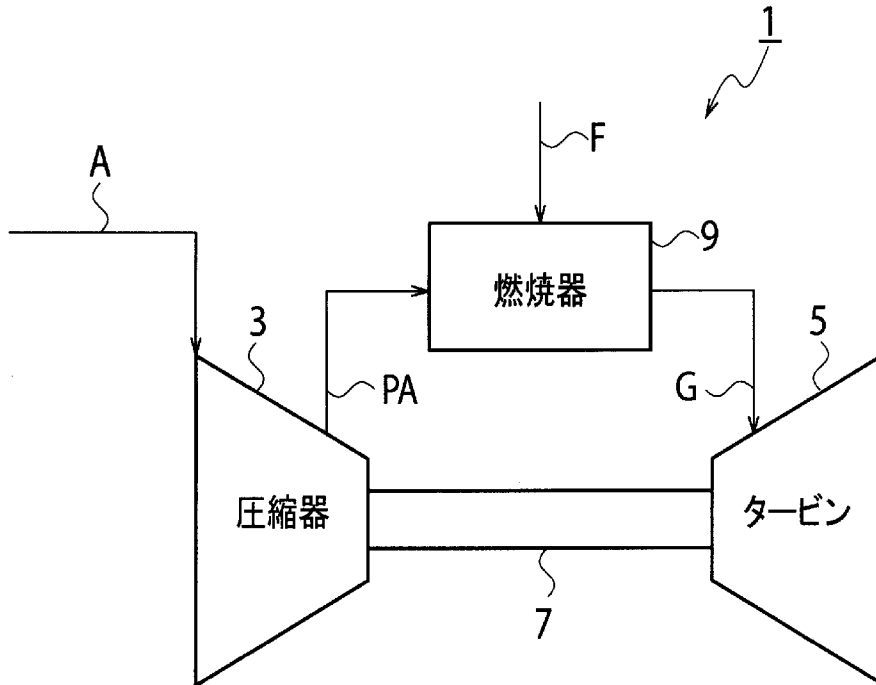
### 産業上の利用可能性

[0034] ガスタービンエンジン用燃焼器9の重量と冷却性能に対して最適な構造を設定することが可能となる。

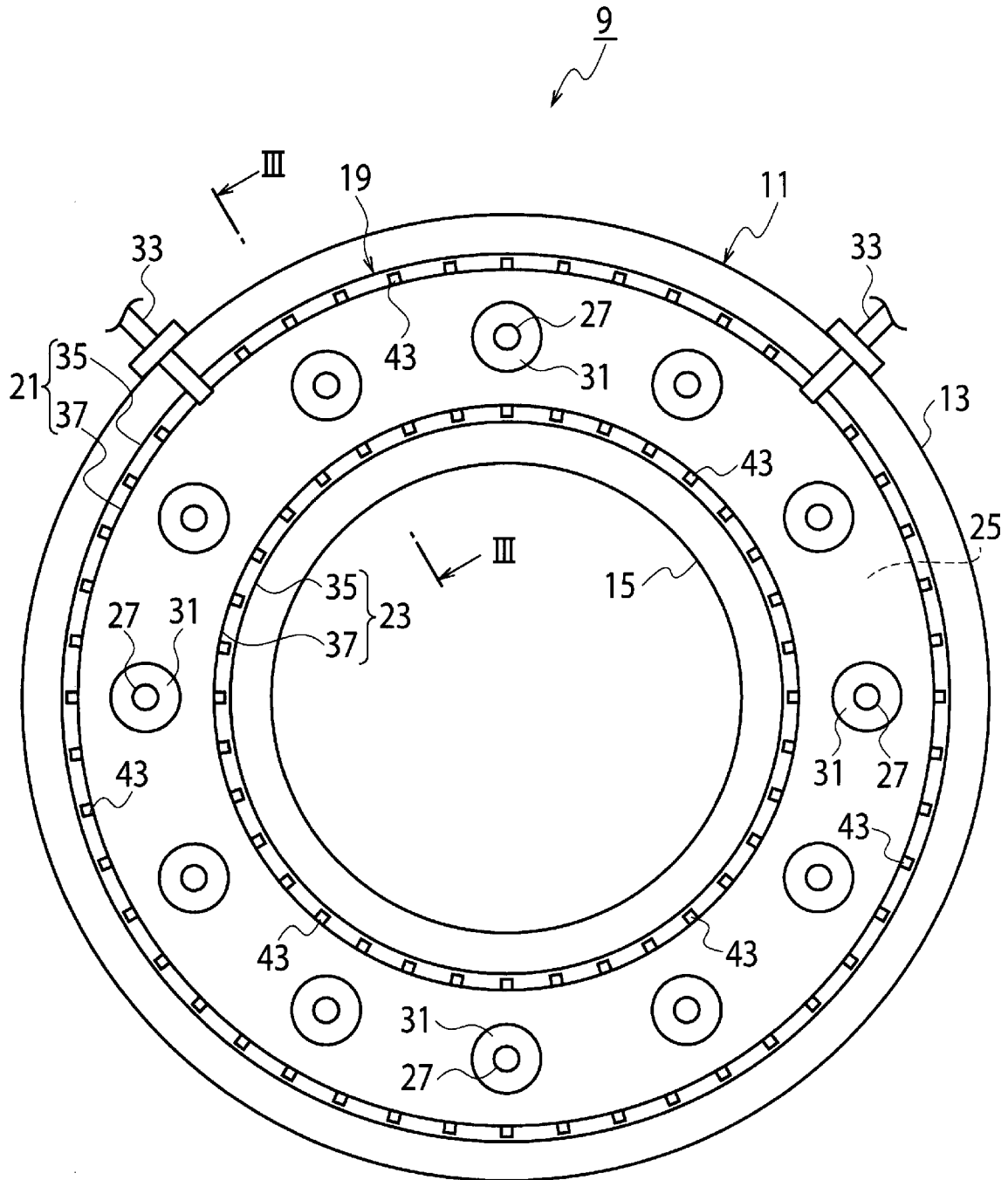
## 請求の範囲

- [請求項1]           ガスタービンエンジンに用いられ、圧縮空気中で燃料を燃焼させて、燃焼ガスを生成するガスタービンエンジン用燃焼器において、燃焼器ケースと、
- 前記燃焼器ケースの内側に設けられ、内側に前記燃料を燃焼させるための燃焼室が形成された燃焼器ライナと、を具備し、
- 前記燃焼器ライナは、ライナ外壁とライナ内壁を有した二重壁構造に構成され、前記ライナ外壁に圧縮空気の一部を冷却空気として前記ライナ内壁の外表面に向かって噴き出すための複数のインピンジ冷却孔が貫通して形成され、前記ライナ内壁に冷却空気を前記ライナ内壁の内表面に沿って噴き出すための複数のエフュージョン冷却孔が貫通して形成され、前記ライナ内壁の外表面に複数の伝熱ピンが形成され、各伝熱ピンの先端面が前記ライナ外壁の内表面に対して非接触であって、前記伝熱ピンの高さ寸法と前記インピンジ冷却孔の等価直径との比が1.0～3.0に設定されていることを特徴とするガスタービンエンジン用燃焼器。
- [請求項2]           前記ライナ外壁の内表面と前記ライナ内壁の外表面の間隔寸法と前記インピンジ冷却孔の等価直径との比が1.0～5.0に設定されていることを特徴とする請求項1に記載のガスタービンエンジン用燃焼器。
- [請求項3]           前記燃焼器ライナを平面に展開した状態において、各インピンジ冷却孔の出口部、各エフュージョン冷却孔の入口部、各伝熱ピンがそれぞれ異なる位置に配置されていることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載のガスタービンエンジン用燃焼器。
- [請求項4]           請求項1から請求項3のうちのいずれかの請求項に記載のガスタービンエンジン用燃焼器を具備したことを特徴とするガスタービン。

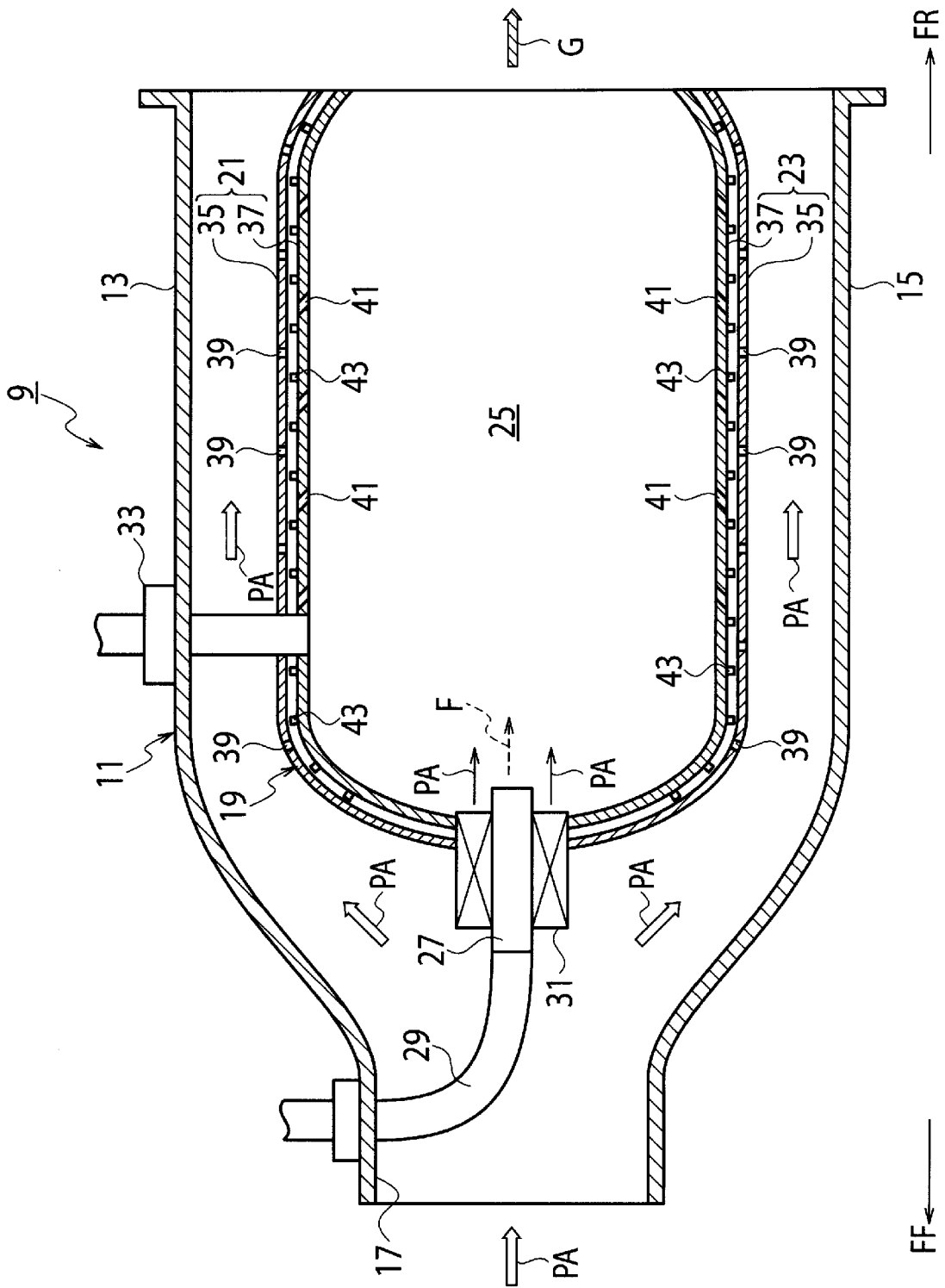
[図1]



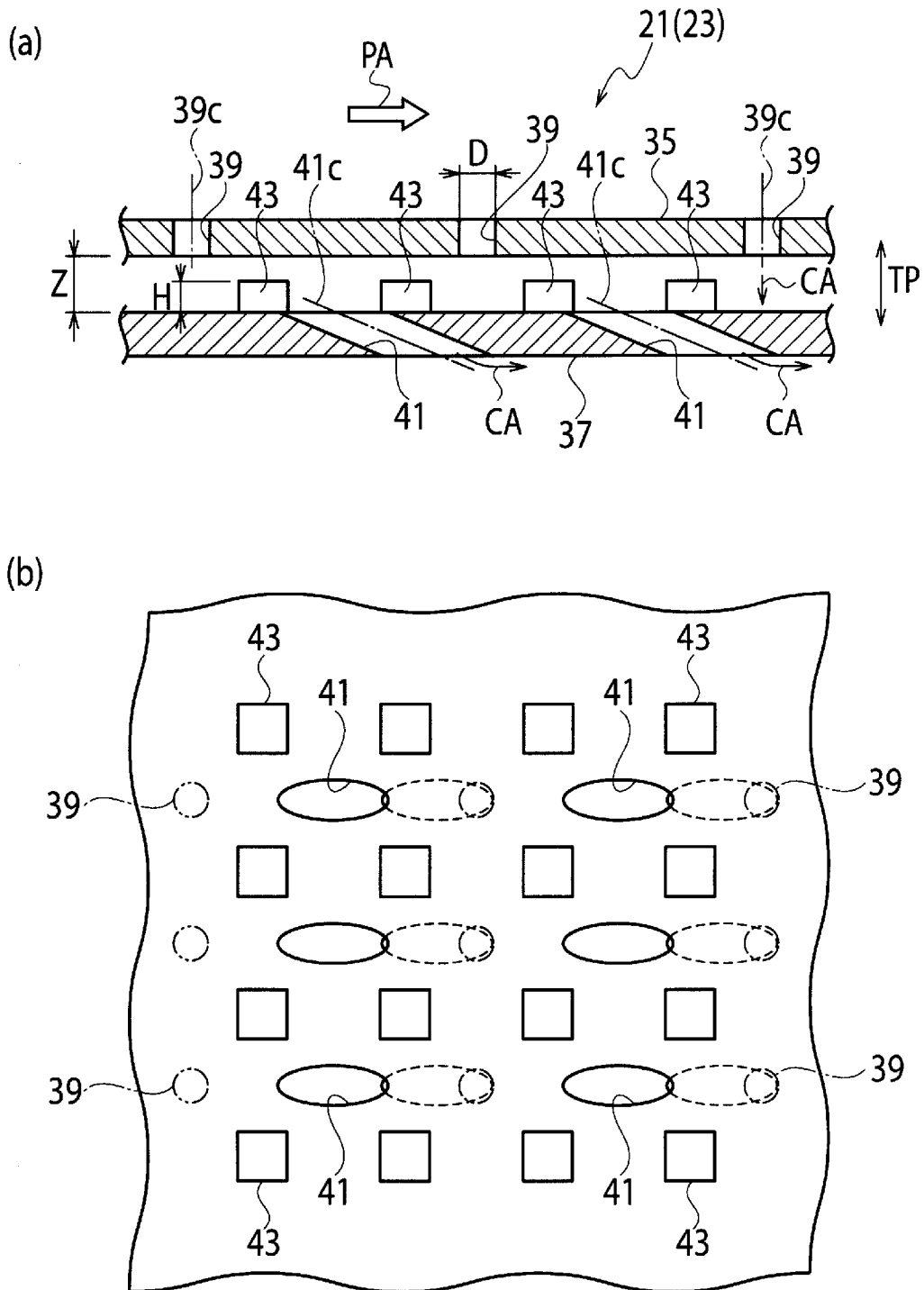
[図2]



[図3]

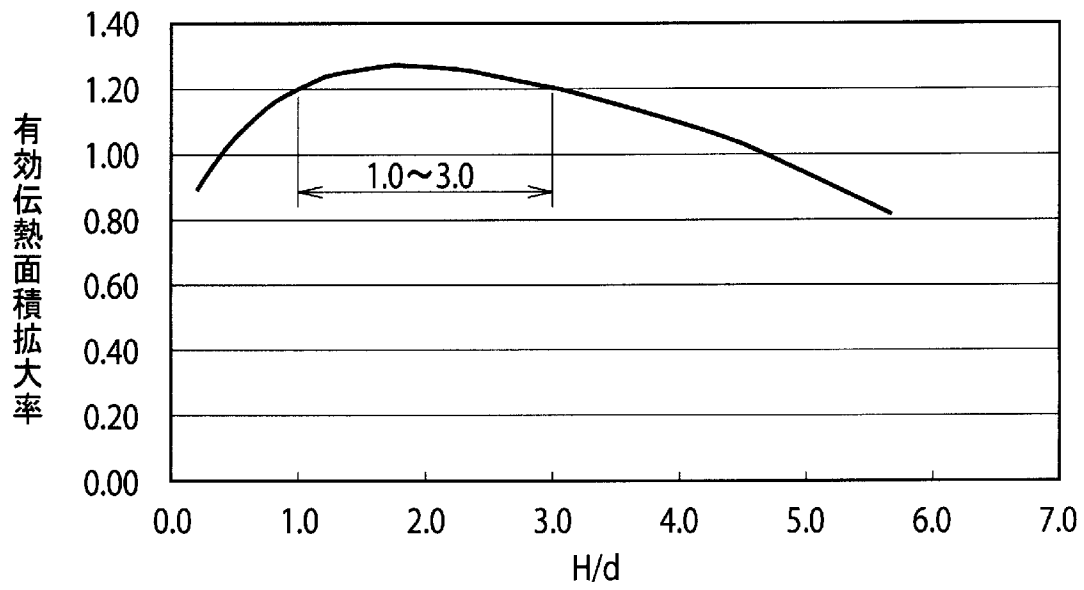


[図4]

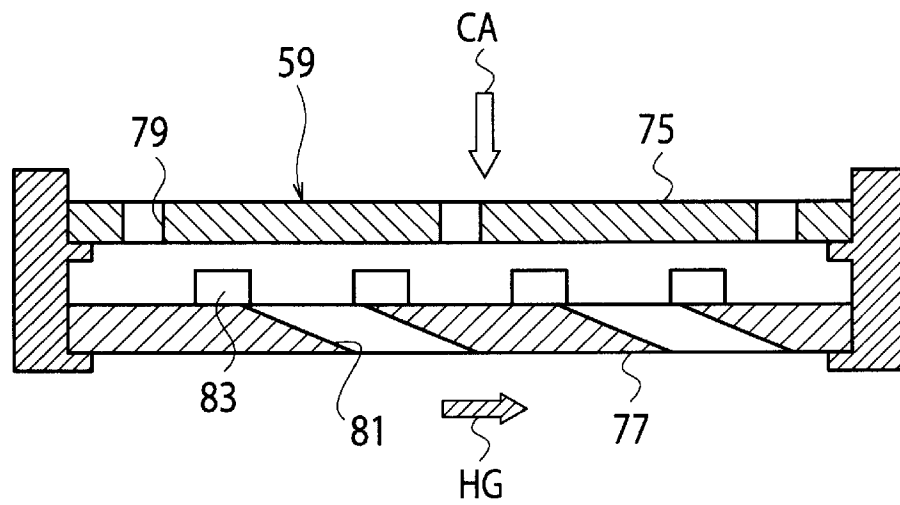


[図5]

(a)



(b)



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2012/058330

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

*F23R3/06(2006.01) i, F02C7/18(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)

*F23R3/06, F02C7/18*

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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.
A	JP 61-231330 A (Director General, Agency of Industrial Science and Technology), 15 October 1986 (15.10.1986), page 2, upper right column, line 18 to page 3, upper right column, line 12; fig. 1 to 3 & US 4695247 A & GB 2173891 A	1-4
A	JP 3-1015 A (Toshiba Corp.), 07 January 1991 (07.01.1991), page 2, lower right column, line 18 to page 3, lower left column, line 3; page 3, lower right column, line 15 to page 4, upper right column, line 6; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-4

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
07 June, 2012 (07.06.12)

Date of mailing of the international search report  
19 June, 2012 (19.06.12)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/058330

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-43643 A (General Electric Co.), 25 February 2010 (25.02.2010), paragraphs [0013] to [0014]; fig. 2 to 3 & US 2010/0037620 A1 & DE 102009026379 A1 & CN 101650033 A	1-4
A	JP 2009-162119 A (IHI Corp., Japan Aerospace Exploration Agency), 23 July 2009 (23.07.2009), paragraphs [0018] to [0025]; fig. 1 to 3 & US 2011/0027102 A1 & EP 2233693 A1 & WO 2009/088031 A1 & CN 101910564 A	1-4
A	JP 11-62504 A (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 05 March 1999 (05.03.1999), paragraph [0011]; fig. 1 (Family: none)	1-4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F23R3/06(2006.01)i, F02C7/18(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. F23R3/06, F02C7/18

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	1971-2012年
日本国実用新案登録公報	1996-2012年
日本国登録実用新案公報	1994-2012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
A	JP 61-231330 A (工業技術院長) 1986.10.15, 第2頁右上欄第18行-第3頁右上欄第12行, 第1-3図 & US 4695247 A & GB 2173891 A	1-4
A	JP 3-1015 A (株式会社東芝) 1991.01.07, 第2頁右下欄第18行-第3頁左下欄第3行, 第3頁右下欄第15行-第4頁右上欄第6行, 第1-2図 (ファミリーなし)	1-4

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

07.06.2012

国際調査報告の発送日

19.06.2012

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)

寺町 健司

3T

3727

電話番号 03-3581-1101 内線 3395

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
A	JP 2010-43643 A (ゼネラル・エレクトリック・カンパニー) 2010.02.25, 段落【0013】 - 【0014】, 図 2-3 & US 2010/0037620 A1 & DE 102009026379 A1 & CN 101650033 A	1 - 4
A	JP 2009-162119 A (株式会社 I H I, 独立行政法人 宇宙航空研究開発機構) 2009.07.23, 段落【0018】 - 【0025】, 図 1-3 & US 2011/0027102 A1 & EP 2233693 A1 & WO 2009/088031 A1 & CN 101910564 A	1 - 4
A	JP 11-62504 A (石川島播磨重工業株式会社) 1999.03.05, 段落【0011】, 図 1 (ファミリーなし)	1 - 4