

(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
2016 年 10 月 6 日(06.10.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/158765 A1

- (51) 国際特許分類:
F04D 29/32 (2006.01) F04D 29/70 (2006.01)
F04D 29/54 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/059656
- (22) 国際出願日: 2016 年 3 月 25 日(25.03.2016)
- (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 2015-075763 2015 年 4 月 2 日(02.04.2015) JP
- (71) 出願人: 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). 日立金属株式会社 (HITACHI METALS, LTD.) [JP/JP]; 〒1088224 東京都港区港南一丁目 2 番 7 0 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 荒木 隆人 (ARAKI, Takahito); 〒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). 田中 勇太 (TANAKA, Yuta); 〒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). 柿沼 和彦 (KAKINUMA, Kazuhiko); 〒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). 馬

場 正信 (BABA, Masanobu); 〒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). 大寺 一生 (OTERA, Issei); 〒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). 森下 佳奈 (MORISHITA, Kana); 〒6928601 島根県安来市安来町 2 1 0 7 番地 2 日立金属株式会社 安来工場内 Shimane (JP). 小関 秀峰 (KOSEKI, Shuho); 〒6928601 島根県安来市安来町 2 1 0 7 番地 2 日立金属株式会社 安来工場内 Shimane (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).

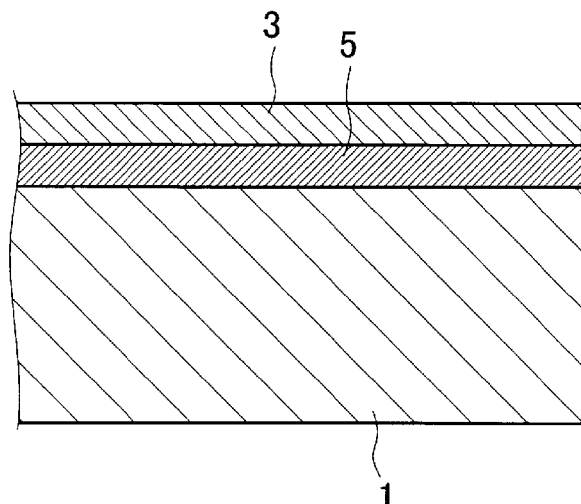
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, 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.

[続葉有]

(54) Title: COMPRESSOR BLADE FOR ENGINE

(54) 発明の名称: エンジン用圧縮機翼

【図1】



(57) Abstract: When a compressor blade for an engine is used in an environment that includes abundant foreign substances, sediments derived from the foreign substances readily accumulate on the blade surface. The compressor blade for an engine according to the present invention is provided with a base of a compressor blade, and a coating that covers the base, the coating comprising one or more sulfides selected from the group consisting of molybdenum disulfide and tungsten disulfide.

(57) 要約: エンジン用圧縮機翼は、豊富な外来物質を含む環境において使用されると、外来物質に由来する堆積物が翼面上に堆積し易い。本開示に係るエンジン用圧縮機翼は、圧縮機翼の基体と、基体を被覆する被膜であって、二硫化モリブデンおよび二硫化タングステンよりなる群より選択された一以上の硫化物よりなる被膜と、を備える。



WO 2016/158765 A1



(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:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： エンジン用圧縮機翼

技術分野

[0001] 本開示は、航空機用ジェットエンジンないしガスタービンエンジンのための圧縮機の翼に関し、特に翼の面上の堆積物が自然に剥離して良好な空力特性を維持しうる圧縮機翼に関する。

背景技術

[0002] 航空機用ジェットエンジンないしガスタービンエンジンにおいては、燃焼器が高速の高温ガスを生み出し、かかる高温ガスからタービンがエネルギーを取り出し、そのエネルギーの一部をもって圧縮機が駆動される。圧縮機は外気を吸引し、圧縮して燃焼器に供給する。圧縮機において空気が断熱的に圧縮されることにより、例えば400～700℃程度の高温が生じる。

[0003] 外気には種々の塵埃や砂、また場合により火山灰が含まれており、これらが圧縮機に流入することは避けられない。これらの一部は圧縮気とともに燃焼器を通過して排出されるが、また一部は圧縮機の翼に付着する。外気には、また、気体ないし微細な液滴の態様で、水分、硫酸塩、亜硫酸塩、塩化物、炭酸塩等が含まれており、これらも圧縮機の翼に付着しうる。これらの外来の物質は高温に曝されることにより物理的・化学的に変化し、翼の面に固着する堆積物を生ずる。

[0004] 固着した堆積物が多くなれば圧縮機翼の空力特性を損なうので、これを除去し、必要ならば翼面を研磨する等をして、原状回復せねばならない。しかしかかる作業には、エンジンを分解し、圧縮機翼を一枚一枚取り出し、個々に原状回復し、再びエンジンを組み上げる諸工程が必要である。これはエンジンのオーバーホールに関するコストを著しく押し上げる要因である。

[0005] 堆積物の問題に対処するべく、幾つかのコーティングの技術が提案されている。特許文献1、2は、関連する技術を開示する。これらのコーティング技術は、外来の物質が付着することを妨げようとするものである。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：米国特許公開US 2010/0247321号公報

特許文献2：米国特許公開US 2010/0086397号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 上述の関連技術によれば、外来の物質が翼面に付着しようとする初期の段階において、これを妨げることができるようである。しかしながら、一旦付着して固着性の堆積物の生成が始まってしまえば、被膜面は堆積物に覆われてしまい、後続の外来物質は堆積物上に堆積していく。かかる段階においては最早コーティングの効果を期待することはできず、従来技術におけるのと同様に堆積物が成長するはずである。すなわち、従来技術によれば、堆積の初期段階を遅らせることができるに過ぎず、堆積物の問題を本質的に解決することはできない。以下の開示に係るエンジン用圧縮機翼は、豊富な外来物質を含む環境において生じるかかる問題を解決することに鑑みて想到された。

課題を解決するための手段

[0008] 一局面によれば、豊富な外来物質を含む環境において利用されるエンジン用圧縮機翼は、前記圧縮機翼の基体と、前記基体を被覆する被膜であって、二硫化モリブデンおよび二硫化タングステンよりなる群より選択された一以上の硫化物よりなる被膜と、を備える。

[0009] 好ましくは、前記被膜は翼面およびプラットフォーム部またはインナバンド部およびアウトバンド部に限定され且つこれらを全面的に覆う。また好ましくは、前記圧縮機翼は、前記被膜と前記基体との間に介在した中間被膜をさらに備える。さらに好ましくは、前記被膜と前記中間被膜とは交互に積層された3組以上の多層膜を成す。より好ましくは、前記中間被膜は、チタニウム-アルミニウム窒化物、クロミウム-アルミニウム窒化物よりなる群よ

り選択された一以上よりなる。

発明の効果

[0010] 硫化物における層間すべりが堆積物の剥離を促し、以って長期にわたって堆積物の堆積を妨げる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]図1は、一実施形態による基体および被膜の模式的な断面図である。

[図2]図2は、他の実施形態による基体および被膜の模式的な断面図である。

[図3]図3は、被膜が層間すべりを起こして堆積物と共に剥離する様子を表す、模式的な断面図である。

[図4]図4は、バーナーリグ試験機の模式図である。

発明を実施するための形態

[0012] 幾つかの実施形態を添付の図面を参照して以下に説明する。

[0013] 既に述べた通り、エンジンに吸入される外来物質は硫酸塩も含んでいる。

硫酸塩は酸素以上に強力な酸化力を有し、さらに高温環境が組み合わせられれば、CrAlNのごとき高耐食性の物質すら徐々に腐食していく。腐食の結果、金属酸化物が生ずるが、かかる環境で生ずる多くの金属酸化物は緻密な組織を有して強固であり、また場合により堆積物に対してアンカーとして作用しうる。それゆえ堆積物がその上に固着することが妨げられず、むしろこれを促進してしまうこともある。

[0014] 本発明者らが検討して明らかにしたところによれば、特定の金属の硫化物は層状結晶構造を有し、層間を連結する硫黄同士の結合が弱いために層間は容易にすべることができ、付着した堆積物は、硫化物との界面から、あるいはその直下における層間から硫化物とともに、剥離しうる。そのような硫化物としては、例えば二硫化モリブデン (MoS_2) や二硫化タングステン (WS_2) を挙げることができる。またこれらの硫化物は酸化環境においても安定であり、あるいは酸化したとしても、生じた三酸化モリブデン (MoO_3) や三酸化タングステン (WO_3) も剥離性を有する。それゆえ高温環境において、堆積物の堆積を長期にわたり抑止する。

[0015] 本開示に係るエンジン用圧縮機翼は、これらの発見に基づいて想到された。注意すべきは、これらの硫化物は固体潤滑物質として既に知られているが、本実施形態においては潤滑の用途に利用されているわけではなく、堆積物の堆積を防止する用途に利用されることである。従って硫化物よりなる被膜は摺動面ではなく露出した面を覆い、また詳しくは後述するが、被膜は露出した面に限定することができる。

[0016] 図1を参照するに、一実施形態によるエンジン用圧縮機翼は、圧縮機翼の基体1と、基体1を被覆する被膜3と、を備える。基体1は、航空機用ジェットエンジンないしガスタービンエンジンのための圧縮機の翼であり、動翼と静翼の何れでもよい。被膜3は、例えば二硫化モリブデンまたは二硫化タングステンのごとき硫化物よりなる。

[0017] 被膜3に含まれる硫化物は、既に述べた通り堆積物を被膜3から剥離することを促す作用を有するので、堆積物の堆積を長期にわたり抑止する。かかる属性を有する被膜を、本明細書および添付の請求の範囲において、剥離性被膜と称する。

[0018] 被膜3の表面は、より滑らかであるほうが堆積物の付着を妨げる点で有利である。そこで被膜3の表面粗さは、好ましくは0.1Ra以下である（Raは、日本工業規格JIS-B-0601-2001に基づく算術平均粗さである）。

[0019] 上述のごとき被膜3は、表面に露出していればその作用を果たすに十分であり、従って被膜3の下に、これと区別しうる中間被膜5が介在していてもよい。中間被膜5は、被膜3とは異なる成分よりなり、あるいは異なる成分を含む。中間被膜5は、また、互いに区別しうる2層以上を含んでもよい。

[0020] 中間被膜5の成分は、種々の特性に鑑みて選択することができる。例えば耐食性や耐エロージョン性を向上する観点から、チタニウム-アルミニウム窒化物($Ti_yAl_{1-y}N$)あるいはクロミウム-アルミニウム窒化物($Cr_zAl_{1-z}N$)を中間被膜5に適用することができる。あるいは被膜3と基体1との密着性の向上や、その界面に生ずる応力を緩和するに有利な物質を選択

し、中間被膜 5 に適用してもよい。

[0021] あるいはまた、被膜 3 と他の被膜 7 とを交互に、3 組以上積層し、図 2 に示すごとく多層膜としてもよい。多層膜とすることは、残留応力の緩和等に有利である。

[0022] 多層膜において、例えば、硫化物よりなる被膜と、チタニウム－アルミニウム窒化物あるいはクロミウム－アルミニウム窒化物よりなる被膜とが交互に積層していてもよい。あるいは他の被膜 7 は、それ自体が互いに区別する 2 層以上を含んでもよい。またかかる多層膜において、好ましくは最表層は被膜 3 である。多層膜において各層は 10 ないし 20 nm 程度の厚さとすることができる。

[0023] 被膜 3 は、エンジン用圧縮機翼の少なくとも翼面を全面的に覆うが、さらにそのプラットフォーム部（動翼の場合）、またはインナバンド部およびアウトバンド部（静翼の場合）を全面的に覆う。また被膜 3 による被覆を、これらの部分に限定することができる。

[0024] 被膜 3 が堆積物の堆積を妨げる機構を、図 3 を参照して以下に説明する。

[0025] 堆積物 9 は、塵埃、砂、火山灰、水分、硫酸塩、亜硫酸塩、塩化物、炭酸塩等を含み、図 3（a）に示すごとく被膜 3 上に付着しうる。被膜 3 と堆積物 9 との界面、あるいは被膜 3 内であって界面の近傍において、図 3（b）に示すごとくすべり面 3 S が生じ、堆積物 9 はかかるすべり面 3 S から剥離する。

[0026] 剥離した後には図 3（c）に示すごとく被膜 3 の新鮮な面 3 F が露出し、かかる面は次に付着しようとする堆積物に対して再び剥離を促す作用を奏しうる。すべり面 3 S は、堆積物 9 が及ぼす剪断力により生ずるのであるから、界面からごく近接しており、従って剥離のたびに損耗する被膜 3 の厚さはごく薄く、おそらくは数百 nm の程度である。従って被膜 3 は長期にわたり効果を奏することができる。

[0027] 基体 1 上の被膜 3 は（あるいは被膜 5，7 も）、例えば公知のスputタ法を利用して形成することができる。あるいはアークイオンプレーティング法

やその他のコーティング法を利用することができる。スパッタ法によれば、その製造方法は以下のようなものである。

[0028] まずスパッタ装置に基体 1 とターゲット材とを導入する。ターゲット材は、原則的に被膜 3 と同一の物質よりなる。以下では二硫化モリブデンをターゲット材とした例を説明する。

[0029] 基体 1 が動翼である場合には、そのダブテール部をホルダに嵌入することにより、基体 1 をホルダに結合せしめる。これは電氣的結合のためのみならず、ダブテール部をホルダにより放電から遮蔽し、以って被膜が形成する部位を限定するのにも役立つ。すなわち被膜の形成は動翼の翼面およびプラットフォーム部の面に限定するに役立つ。静翼である場合には、アウトバンド部より外側またはインナバンド部より内側の構造を利用する。被膜の形成は静翼の翼面、アウトバンド部およびインナバンド部に限定するに役立つ。

[0030] チャンバを気密に閉塞し、真空ポンプを稼働して適宜の真空にする。これは不純物の排除に役立ち、例えば 0.01 Pa 程度の真空度を目安として排気を継続する。

[0031] 排気を継続しながら、ガス供給装置のバルブを開いて作動ガスを導入し、チャンバ内の圧力を調整する。作動ガスは、例えばアルゴンであり、圧力は、例えば $2 \sim 10 \text{ Pa}$ である。

[0032] 放電用電源によりターゲット材とチャンバとの間に電圧を印加して放電を開始する。ターゲット材に衝突するイオンにより硫化モリブデンが叩き出され、一部がイオン化してバイアス電圧により基体 1 に向けて加速され、被膜 3 を生ずる。

[0033] 言うまでもなく、中間被膜 5 の形成には同じスパッタ法を利用することができ、あるいは被膜 3 の形成とは異なる方法、たとえばイオンプレーティング法を利用することができる。

[0034] 既に述べた通り、ホルダにより遮蔽された部位には被膜は生じないが、気相粒子はバイアス電場により誘引されるために、基体 1 において露出した表面の全体に回り込み、被膜 3 は遮蔽されなかった全ての面を全面的に覆う。

[0035] 効果を検証する目的で、バーナーリグ試験により堆積物の付着量を比較する試験を行った。

[0036] 図4を参照するに、バーナーリグ試験機は概して、高温ガスを発生する燃焼器13と、試験片を支持するホルダ15と、よりなる。燃焼器13には、例えば灯油を供給する供給系を備えた燃料ノズル17と、塩水供給系を備えた塩水ノズル19とが連結されている。これらから吐出されたガス流がプラグ21により点火されることにより、高温ガス流Fが発生する。ホルダ15は複数の丸棒状試験片Pを支持するように構成されている。またモータ23によりガス流Fと直交する軸の周りにホルダ15が回転することにより、複数の試験片Pは均一に高温ガス流Fに曝される。

[0037] インコネル718（インコネルは当業者に慣用された合金群の名称）よりなる丸棒状試験片に、クロミウム－アルミニウム窒化物被膜（中間被膜）を形成し、その上に二硫化モリブデン被膜を形成したものと、被膜のないものと、をそれぞれ作製した。

[0038] 上述の試験片をそれぞれバーナーリグ試験に供した。塩水として硫酸カルシウム溶液を燃焼器に供給した。各試験片をホルダに取り付け、ホルダを回転させながら各試験片を高温ガス流に2時間曝露し、取り外して外観観察および重量変化を測定した。その後、各試験片を再びホルダに取り付け、ホルダを回転させながら各試験片を高温ガス流に40時間曝露し、取り外して外観観察および重量変化を測定した。表1は重量変化の測定結果である。

[0039] [表1]

表1 バーナーリグ試験による重量変化

被膜	1回目曝露(2時間)	2回目曝露(40時間)
MoS ₂	0.19	0.17
被膜なし	0.38	0.31

[0040] 被膜のない試験片については、高温ガス流に曝露された部位の全体にわたり、灰白色の堆積物が付着していた。被膜を形成したものについても灰白色の堆積物の付着が認められるが、堆積物は部分的に剥離しており、剥離した部分においては金属光沢が認められた。重量変化の測定結果によれば、被膜

のない試験片では明らかな重量増大が認められ、これは堆積物の重量に相当するものと考えられるが、被膜を有する試験片ではいずれも重量増大は僅かである。かかる試験結果より明らかな通り、被膜のない試験片に比べ、被膜を有する試験片では堆積物の剥離を促す効果が顕著である。

[0041] 幾つかの実施形態を説明したが、上記開示内容に基づき、当該技術分野の通常の技術を有する者が、実施形態を修正ないし変形することが可能である。

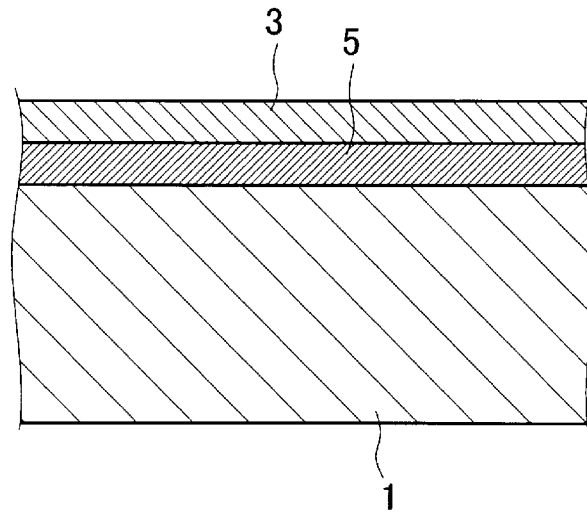
産業上の利用可能性

[0042] 豊富な外来物質を含む環境においても堆積物が堆積しにくいエンジン用圧縮機翼が提供される。

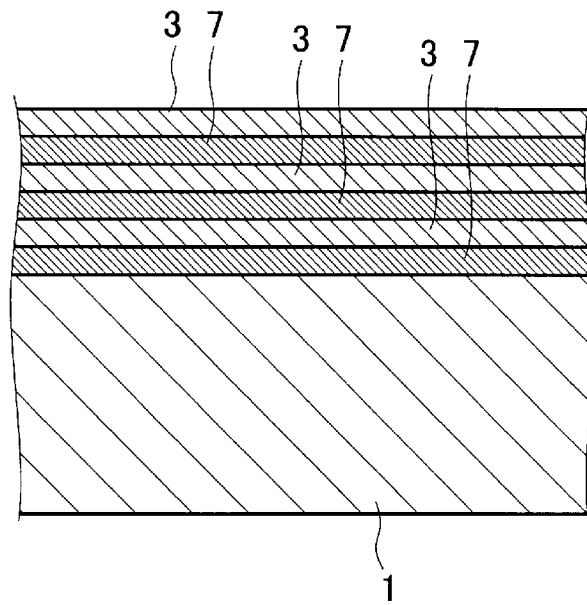
請求の範囲

- [請求項1] 豊富な外来物質を含む環境において利用されるエンジン用圧縮機翼であって、
- 前記圧縮機翼の基体と、
- 前記基体を被覆する被膜であって、二硫化モリブデンおよび二硫化タングステンよりなる群より選択された一以上の硫化物よりなる被膜と、
- を備えたエンジン用圧縮機翼。
- [請求項2] 請求項1のエンジン用圧縮機翼において、
- 前記被膜は翼面およびプラットフォーム部またはインナバンド部およびアウトバンド部に限定され且つこれらを全面的に覆うことを特徴とするエンジン用圧縮機翼。
- [請求項3] 請求項1または2のエンジン用圧縮機翼であって、
- 前記被膜と前記基体との間に介在した中間被膜をさらに備えることを特徴とするエンジン用圧縮機翼。
- [請求項4] 請求項3のエンジン用圧縮機翼において、前記被膜と前記中間被膜とは交互に積層された3組以上の多層膜を成すことを特徴とするエンジン用圧縮機翼。
- [請求項5] 請求項3のエンジン用圧縮機翼において、前記中間被膜は、チタニウム-アルミニウム窒化物、クロミウム-アルミニウム窒化物よりなる群より選択された一以上よりなることを特徴とするエンジン用圧縮機翼。

[図1]

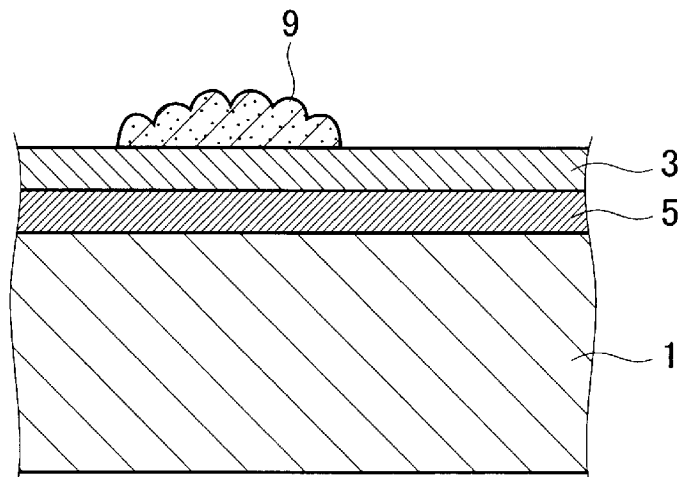


[図2]

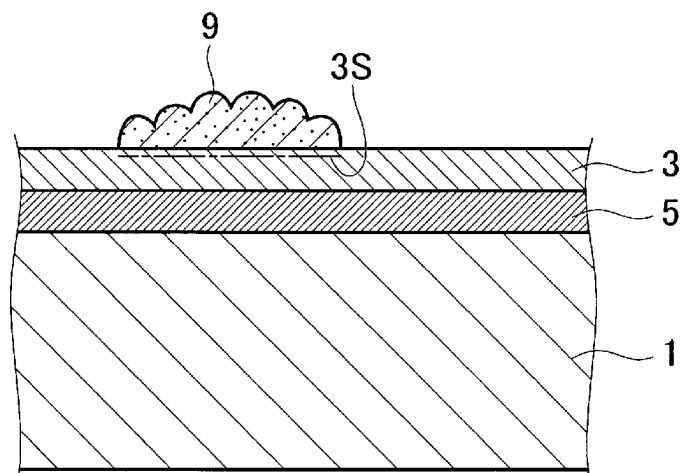


[図3]

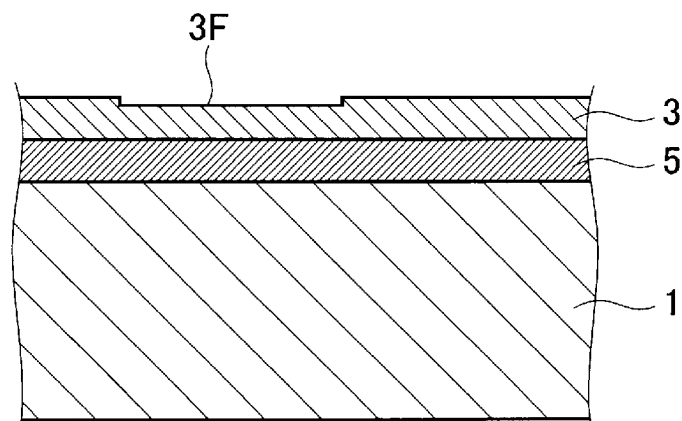
(a)



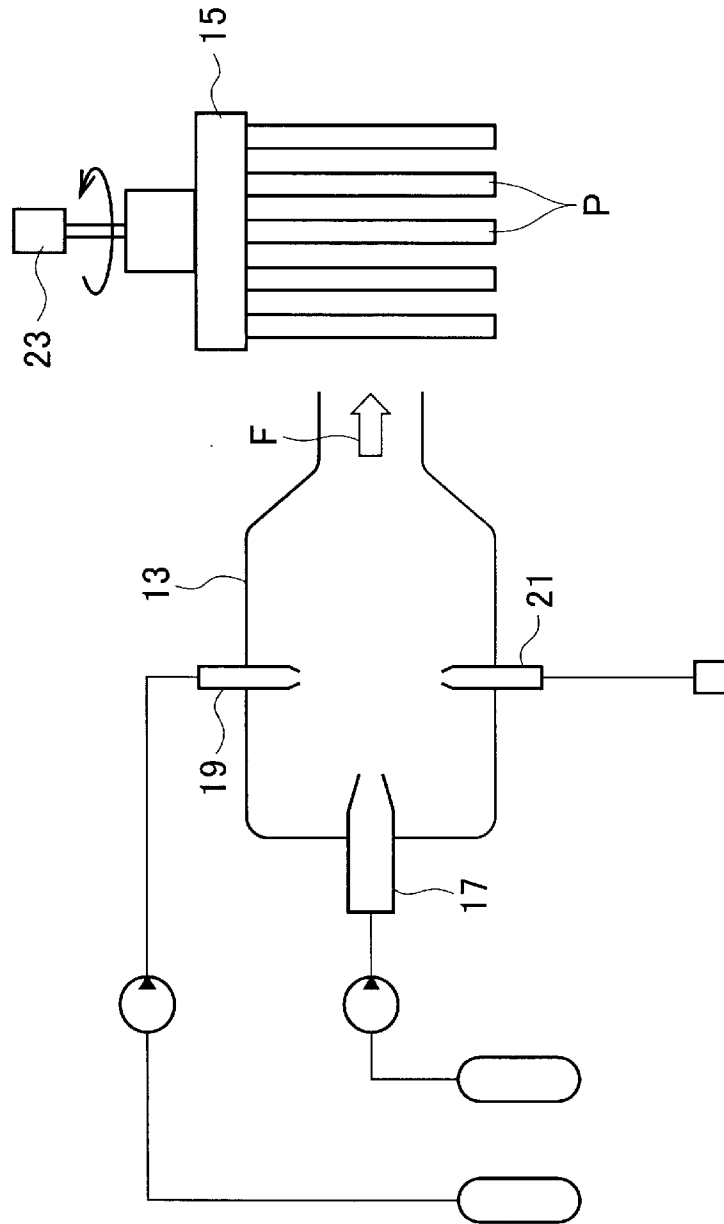
(b)



(c)



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/059656

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F04D29/32(2006.01)i, F04D29/54(2006.01)i, F04D29/70(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)

F04D29/32, F04D29/54, F04D29/70

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.
Y	JP 2015-10229 A (General Electric Co.), 19 January 2015 (19.01.2015), paragraphs [0002] to [0004], [0023]; fig. 2 to 3 & US 2015/0003996 A1 paragraphs [0002] to [0004], [0025] & EP 2821449 A1	1-5
Y	WO 2002/008623 A1 (NSK Ltd.), 31 January 2002 (31.01.2002), description, page 30, line 25 to page 31, line 5 & JP 3724480 B2 & US 2002/0191878 A1 paragraph [0124] & EP 1225353 A1	1-5

☒ 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
16 June 2016 (16.06.16)

Date of mailing of the international search report
28 June 2016 (28.06.16)

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/JP2016/059656

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2014-185636 A (Alstom Technology Ltd.), 02 October 2014 (02.10.2014), paragraph [0019] & US 2014/0234096 A1 paragraph [0019] & EP 2767616 A1	2-5
Y	JP 2010-209913 A (General Electric Co.), 24 September 2010 (24.09.2010), fig. 4 & US 2010/0226783 A1 & CN 101876327 A	4
A	JP 58-128402 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 01 August 1983 (01.08.1983), page 2, upper right column, lines 5 to 8 (Family: none)	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F04D29/32(2006.01)i, F04D29/54(2006.01)i, F04D29/70(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. F04D29/32, F04D29/54, F04D29/70

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
Y	JP 2015-10229 A（ゼネラル・エレクトリック・カンパニー） 2015.01.19, 段落 [0002] - [0004] [0023], 図 2-3 & US 2015/0003996 A1, 段落 [0002] - [0004] [0025] & EP 2821449 A1	1 - 5
Y	WO 2002/008623 A1（日本精工株式会社）2002.01.31, 明細書 30 ペ ージ 25 行-31 ページ 5 行 & JP 3724480 B2 & US 2002/0191878 A1, 段落 [0124] & EP 1225353 A1	1 - 5

☒ 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

16.06.2016

国際調査報告の発送日

28.06.2016

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）

田谷 宗隆

30

3518

電話番号 03-3581-1101 内線 3358

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
Y	JP 2014-185636 A (アルストム テクノロジー リミテッド) 2014.10.02, 段落 [0019] & US 2014/0234096 A1, 段落 [0019] & EP 2767616 A1	2 - 5
Y	JP 2010-209913 A (ゼネラル・エレクトリック・カンパニー) 2010.09.24, 図 4 & US 2010/0226783 A1 & CN 101876327 A	4
A	JP 58-128402 A (三菱重工業株式会社) 1983.08.01, 公報 2 ページ 右上欄 5-8 行 (ファミリーなし)	1 - 5