

(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
2019年6月27日(27.06.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/123737 A1

- (51) 国際特許分類:
F04C 18/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/033841
- (22) 国際出願日: 2018年9月12日(12.09.2018)
- (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 2017-242598 2017年12月19日(19.12.2017) JP
- (71) 出願人:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 正木 元基 (MASAKI, Motoki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 諸江 将吾 (MOROE, Shogo); 〒1008310 東京都千代田

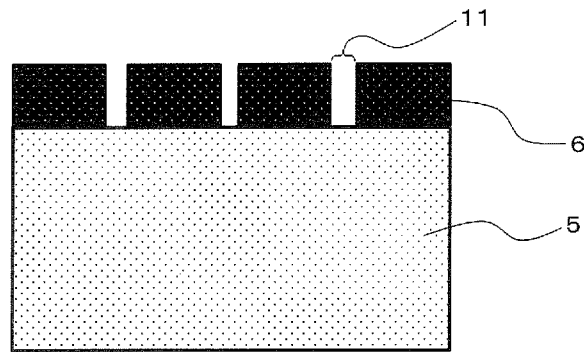
区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 鮫島 壮平(SAMEJIMA, Sohei); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人:曾我 道治, 外(SOGA, Michiharu et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内三丁目1番1号 国際ビルディング 8階 曾我特許事務所 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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,

(54) Title: SCROLL COMPONENT AND SCROLL COMPRESSOR

(54) 発明の名称: スクロール部品及びスクロール圧縮機



(57) Abstract: This scroll component is provided with a fixed scroll made of an aluminum alloy and an oscillating scroll made of an aluminum alloy, wherein the fixed scroll and/or the oscillating scroll is provided with: an iron-based plating layer formed at a sliding surface thereof; and a diffusion layer which is formed at an interface between the iron-based plating layer and the aluminum alloy, and which contains Al and Fe as main ingredients, and at least one selected from the group consisting of Co, Ni, Cu, and Zn.

(57) 要約: アルミニウム合金からなる固定スクロールとアルミニウム合金からなる揺動スクロールとを備えるスクロール部品であって、固定スクロール及び揺動スクロールの少なくとも一方は、その摺動面に形成された鉄系めっき層と、鉄系めっき層とアルミニウム合金との界面に形成され、Al及びFeを主成分とし且つCo、Ni、Cu及びZnからなる群から選択される少なくとも一種を含有する拡散層と、を備える。



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).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：スクロール部品及びスクロール圧縮機

技術分野

[0001] 本発明は、空調機等のスクロール圧縮機に使用されるスクロール部品及びスクロール圧縮機に関する。

背景技術

[0002] スクロール流体機械の1つであるスクロール圧縮機は、他の形態の圧縮機に比べて、高効率、高信頼性、静音等の優位性を備えており、冷凍機器、空調機器等の様々な分野で広く利用されている。このようなスクロール圧縮機は、フレームに固定された固定スクロールと、この固定スクロールに対向配置された揺動スクロールとを備えている。スクロール圧縮機は、スクロールの回転運動で冷媒ガスを圧縮する方式であり、スクロールの回転数を上げることで高出力化が可能となる。しかしながら、回転数を上げることで、スクロールに印加される遠心力が増大し、機械的な変形が生じる等の問題が発生する。そのため、スクロールの軽量化策として、材質を鋳鉄から比重の軽いアルミニウム合金に変更する検討が盛んに行われているが、アルミニウム合金は、融点が低く且つ表面硬度も低いことから、運転動作時に摺動面の焼付きが発生してしまう。そのため、アルミニウム合金製のスクロールにおいては、摺動性の向上（焼き付き防止）が課題となっている。

[0003] そこで、特許文献1では、アルミニウム合金からなるスクロールの摺動面に鉄系材料からなるめっき層を形成することで、摺動性を向上させたスクロール型流体機械が開示されている。また、特許文献2では、アルミニウム合金からなる摺動部品の表面に鉄系皮膜を形成し、アンモニアガス雰囲気中で500℃の熱処理を施すことで、鉄系皮膜の表面を窒化し、窒化鉄の皮膜を形成した摺動部品が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2005-146874号公報

特許文献2：特開平5-71489号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献1で開示されている方法では、アルミニウム合金からなるスクロールの表面に形成された鉄系材料からなるめっき層の密着力が弱く、圧縮機運転時の摩擦により、めっき層が剥がれるという課題があった。また、特許文献2で開示されている方法では、熱処理温度（500℃）が高いため、スクロール部品に熱変形が生じたり、熱処理後のアルミニウム合金の強度低下により、圧縮機運転時に印加される応力で、スクロール部品に歪みが生じ、冷媒ガスのシール性が悪化するという課題があった。

[0006] 本発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、アルミニウム合金からなるスクロールの摺動面に摺動性及び密着性に優れる層が形成されると共に、圧縮機運転時の冷媒ガスのシール性の悪化を抑制することのできるスクロール部品を提供することを目的とする。また、本発明は、圧縮機運転時の冷媒ガスのシール性の悪化を抑制することのできるスクロール圧縮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

[0007] アルミニウム合金は、一般的な摺動部品に使用される鉄系金属と比較して、融点が低く且つ硬度が低いという傾向がある。そのため、アルミニウム合金の摺動性を向上させるためには、アルミニウム合金の表面に、硬度の高い材料を用いて層を形成することが必要である。また、アルミニウム合金の表面に形成される層には、部材同士の摺動時に多大な応力が印加される。したがって、硬度の高い材料を用いて形成した層とアルミニウム合金との界面は、摺動時に剥がれが生じない程度に強固な密着性を有することが求められる。

そこで、本発明者らは、上記の課題を解決すべく鋭意研究した結果、アルミニウム合金の表面に、アルミニウム合金と比較して硬度の高い鉄系めっき

層を形成することで、アルミニウム合金の摺動性が向上することを見出した。更に、鉄系めっき層とアルミニウム合金との界面に、熱拡散が生じ易い特定の金属元素を含有する拡散層を形成することで、鉄系めっき層とアルミニウム合金との密着性が向上することを見出した。また、この拡散層は低温で形成することができるため、アルミニウム合金の熱変形及び強度低下を抑制することができ、圧縮機運転時の冷媒ガスのシール性の悪化を抑制できることを見出し、本発明に至った。

[0008] すなわち、本発明は、アルミニウム合金からなる固定スクロールとアルミニウム合金からなる揺動スクロールとを備えるスクロール部品において、前記固定スクロール及び前記揺動スクロールの少なくとも一方は、その摺動面に形成された鉄系めっき層と、前記鉄系めっき層と前記アルミニウム合金との界面に形成され、Al及びFeを主成分とし且つCo、Ni、Cu及びZnからなる群から選択される少なくとも一種を含有する拡散層と、を備えることを特徴とするスクロール部品である。

さらに、本発明は、密閉容器と、前記密閉容器に収容され、前記密閉容器内に流入する流体を圧縮する圧縮機構部と、回転力を発生する電動機と、前記電動機により発生する回転力を前記圧縮機構部に伝える駆動軸と、を備えたスクロール圧縮機において、前記圧縮機構部が、前記スクロール部品を含むことを特徴とするスクロール圧縮機である。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、アルミニウム合金からなるスクロールの摺動面に摺動性及び密着性に優れる層が形成されると共に、圧縮機運転時の冷媒ガスのシール性の悪化を抑制することのできるスクロール部品を提供することができる。

また、本発明によれば、圧縮機運転時の冷媒ガスのシール性の悪化を抑制することのできるスクロール圧縮機を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]実施の形態1に係るスクロール部品を構成する固定スクロール及び揺動

スクロールの断面模式図である。

[図2]実施の形態1に係るスクロール部品の摺動面の断面模式図である。

[図3]実施の形態1に係るスクロール部品の摺動面の断面模式図である。

[図4]実施の形態1に係るスクロール部品の摺動面に形成された鉄系めっき層とアルミニウム合金との界面近傍の断面模式図である。

[図5]実施の形態1に係るスクロール部品の摺動面のエッジ部に曲面加工が施されている状態を説明するための断面模式図である。

[図6]実施の形態1に係るスクロール部品の摺動面のエッジ部にテーパ加工が施されている状態を説明するための断面模式図である。

[図7]実施の形態1に係るスクロール部品を構成する固定スクロール及び揺動スクロールの両方の摺動面に鉄系めっき層及びセラミック層が形成されている状態を説明するための断面模式図である。

[図8]実施の形態1に係るスクロール部品を構成する一方のスクロールの摺動面に鉄系めっき層及びセラミック層が形成されている状態を説明するための断面模式図である。

発明を実施するための形態

[0011] 実施の形態1.

図1は、実施の形態1に係るスクロール部品を構成する固定スクロール及び揺動スクロールの断面模式図である。図1において、スクロール部品1は、揺動スクロール2と固定スクロール3とを備え、これらのスクロールが互いに擦れ合う摺動面1aを有している。図2及び3は、実施の形態1に係るスクロール部品の摺動面1aの断面模式図である。図4は、実施の形態1に係るスクロール部品の摺動面1aに形成された鉄系めっき層とアルミニウム合金との界面近傍の断面模式図である。図2に示されるスクロール部品では、スクロールを構成するアルミニウム合金5の表面に鉄系めっき層6が形成されており、鉄系めっき層6の表面には、複数のクラック部11が存在している。図3に示されるスクロール部品では、スクロールを構成するアルミニウム合金5の表面に鉄系めっき層6が形成されており、鉄系めっき層6の表

面及びクラック部 11 に窒化物及び硫化物を主成分とするセラミック層 7 が形成されている。すなわち、図 3 に示されるスクロール部品は、セラミック層 7 を備える点で、図 2 に示されるスクロール部品と異なっている。また、図 4 に示されるように、鉄系めっき層 6 とアルミニウム合金 5 との界面に Al 及び Fe を主成分とする拡散層 10 が形成されている。摺動面 1 a となるアルミニウム合金 5 の表面に、図 2 に示されるようにアルミニウム合金 5 よりも硬度の高い鉄系めっき層 6 を形成することで、アルミニウム合金 5 の表面の摺動性を向上させることができる。摺動面 1 a となるアルミニウム合金 5 の表面に、図 3 に示されるようにアルミニウム合金 5 よりも硬度の高い鉄系めっき層 6 及びセラミック層 7（以下、鉄系めっき層 6 及びセラミック層 7 を併せて複合層と略記することがある）を形成することで、アルミニウム合金 5 の表面の摺動性をより向上させることができる。また、鉄系めっき層 6 とアルミニウム合金 5 との界面に拡散層 10 を形成することで、鉄系めっき層 6 とアルミニウム合金 5 とが化学的に結合され、アルミニウム合金 5 に対する鉄系めっき層 6 及びセラミック層 7 の密着性を向上させることができる。さらに、拡散層 10 に熱拡散が生じ易い特定の金属元素を含有させることで、低温で拡散層 10 を形成することができるため、アルミニウム合金 5 の熱変形及び強度低下を抑制することができ、結果として、圧縮機運転時の冷媒ガスのシール性の悪化を防止することができる。

[0012] 本実施の形態に係るスクロール部品における鉄系めっき層 6 は、クラック部 11 を有していることで、セラミック層 7 との密着性が向上する。基材であるアルミニウム合金 5 と鉄系めっき層 6 とは熱膨張差を有する。そのため、拡散層 10 を形成するための熱処理又はセラミック層 7 を形成するための熱処理を施した際に、熱膨張差に起因した熱応力により、アルミニウム合金 5 と比較して熱膨張率の小さい鉄系めっき層 6 にクラックが生じる。このクラックは、鉄系めっき層 6 の表面及びクラック部 11 に形成されたセラミック層 7 との密着性を向上させることにも寄与している。つまり、セラミック層 7 が、鉄系めっき層 6 の表面だけでなく、クラック部 11 にも形成されて

いることにより、アンカー効果が働き、セラミック層7と鉄系めっき層6との密着性が向上する。また、鉄系めっき層6の組成は、鉄のみでもよいが、鉄系めっき層6の硬度を高くする観点から、クロム(Cr)を含有していることが好ましい。鉄系めっき層6におけるクロムの含有量は、特に限定されないが、好ましくは3質量%以上15質量%以下であり、より好ましくは5質量%以上10質量%以下である。クロムの含有量を3質量%以上15質量%以下とすることで、鉄系めっき層6の硬度がより高まるため、アルミニウム合金5の表面の摺動性向上に有利になる。

鉄系めっき層6の厚みは、特に限定されないが、好ましくは2 μ m以上20 μ m以下であり、より好ましくは5 μ m以上15 μ m以下である。鉄系めっき層6の厚みを2 μ m以上20 μ m以下とすることで、鉄系めっき層6の硬度を高めつつ、アルミニウム合金5の露出を防止することができる。

[0013] 本実施の形態に係るスクロール部品におけるセラミック層7は、窒化物及び硫化物を主成分としている。窒化物は、硬度が非常に高いセラミックであることから、セラミック層7に窒化物が含まれることで耐摩耗性が向上する。また、硫化物は、硬度が比較的低いものの、潤滑性が非常に優れていることから、セラミック層7に硫化物が含まれることで摺動時の摩擦抵抗が抑制される。このように、セラミック層7に窒化物及び硫化物が含まれることで、表面の摺動性が向上する。セラミック層7の主成分の一つである窒化物としては、窒化ケイ素、窒化アルミニウム、窒化鉄、窒化クロム、窒化チタン、窒化ガリウム等が挙げられる。これらの窒化物は、単独で用いてもよいし、又は2種以上を用いてもよい。これらの窒化物の中でも、摺動性向上の観点から窒化鉄が好ましい。さらに、窒化鉄を用いることで、下地である鉄系めっき層6との馴染みが良くなるため、鉄系めっき層6とセラミック層7との密着性が向上する。また、セラミック層7のもう一つの主成分である硫化物としては、硫化モリブデン、硫化スズ、硫化鉄、硫化クロム、硫化バナジウム、硫化タングステン等が挙げられる。これらの硫化物は、単独で用いてもよいし、又は2種以上を用いてもよい。これらの硫化物の中でも、摺動性

向上の観点から硫化鉄が好ましい。さらに、硫化鉄を用いることで、下地である鉄系めっき層6との馴染みが良くなるため、鉄系めっき層6とセラミック層7との密着性が向上する。なお、本明細書において、窒化物及び硫化物を主成分とするとは、窒化物及び硫化物の合計量が、セラミック層7に対して、70質量%以上100質量%以下であることを意味する。

本実施の形態に係るスクロール部品におけるセラミック層7の厚みは、特に限定されないが、好ましくは1 μ m以上10 μ m以下であり、より好ましくは2 μ m以上5 μ m以下である。セラミック層7の厚みを1 μ m以上10 μ m以下とすることで、摺動性を高めつつ、鉄系めっき層6とセラミック層7との密着性が向上し、セラミック層7の剥がれを防止することができる。

[0014] 本実施の形態に係るスクロール部品の摺動面に形成された複合層の厚みは、冷媒ガスのシール性を向上させる観点から、摺動面全体にわたって均一であることが好ましい。スクロール部品の摺動面の凸部及び凹部において複合層の厚みが不均一であると、揺動スクロール2と固定スクロール3とを摺動させた場合に、摺動面に隙間が生じ、冷媒ガスのシール性が悪化する。そのため、スクロール部品の摺動面の凸部における複合層の厚みと凹部における複合層の厚みとの差は、好ましくは5 μ m以下であり、より好ましくは3 μ m以下である。複合層の厚み差が5 μ m以下であれば、摺動面に隙間が生じても、潤滑油の油膜がパッキンの代わりになり、シール性の悪化を抑制することができる。

[0015] 本実施の形態に係るスクロール部品における拡散層10は、鉄系めっき層6とアルミニウム合金5との密着性向上に寄与している。拡散層10が存在しない場合には、鉄系めっき層6はアルミニウム合金5の表面に物理的に接触している状態になる。そのため、界面の密着性は非常に弱いものとなり、摺動時の機械的な応力により、鉄系めっき層6又は複合層が剥がれる場合がある。また、鉄系めっき層6とアルミニウム合金5とは、上述したように熱膨張差を有するため、拡散層10が存在しない場合には、摺動時の摩擦熱による熱応力によって、鉄系めっき層6又は複合層が剥がれる場合もある。本

実施の形態に係るスクロール部品では、鉄系めっき層6とアルミニウム合金5とが拡散層10を介して化学結合（拡散接合）されていることにより、アルミニウム合金5に対する鉄系めっき層6及びセラミック層7の密着性が優れたものとなる。

[0016] 本実施の形態に係るスクロール部品における拡散層10は、アルミニウム合金5と鉄系めっき層6との界面に形成されていることから、その組成はAl及びFeを主成分としている。さらに、拡散層10の形成を促進させると共に、アルミニウム合金5と鉄系めっき層6との密着性をより高める観点から、拡散層10は、Al及びFeよりも拡散係数の大きい金属を含有している。Al及びFeよりも拡散係数の大きい金属としては、Co、Ni、Cu及びZnが挙げられる。これらの金属は、単独で用いてもよいし、又は2種以上を用いてもよい。これらの金属の含有量は、特に限定されないが、拡散層10に対して、好ましくは2質量%以上40質量%以下であり、より好ましくは4質量%以上30質量%以下である。なお、本明細書において、Al及びFeを主成分とするとは、Al及びFeの合計量が、拡散層10に対して、60質量%以上98質量%以下であることを意味する。また、本明細書において、拡散層10中に含まれる金属の含有量は、アルミニウム合金5と鉄系めっき層6との界面近傍の断面において、界面から上下垂直方向に5 μ mの領域を電子線マイクロアナライザ（EPMA）によって定量分析した値を言う。

[0017] 本実施の形態に係るスクロール部品における拡散層10は、熱処理による元素の熱拡散を利用しており、拡散層10を形成するための熱処理工程を必要とする。しかしながら、アルミニウム合金5は、高温で熱処理すると、歪みが発生する場合がある。さらに、アルミニウム合金5は、高温での熱処理によって結晶組織の変質（再結晶化）が起こり、機械強度が急激に低下する場合がある。Al及びFeよりも拡散係数の大きい金属が拡散層に含まれない場合、拡散層を形成するために500 $^{\circ}$ C以上の高温の熱処理が必要となり、アルミニウム合金5の熱歪みが生じたり、結晶組織の変質による機械強度

の低下が生じる。本実施の形態に係るスクロール部品では、Al及びFeよりも拡散係数の大きい金属を含有する拡散層10とすることにより、拡散層10を形成するための熱処理温度が400℃以下となるため、アルミニウム合金5の熱歪み及び結晶組織の変質による機械強度の低下を抑制することができる。結果として、スクロール部品の熱歪み及び変形による冷媒ガスのシール性の悪化を防止することができる。

[0018] 上述した鉄系めっき層6及び拡散層10を備えるスクロール並びに鉄系めっき層6、セラミック層7及び拡散層10を備えるスクロールには、摺動により、強い機械的応力が印加される。そのため、印加される機械的応力で歪みが発生しない程度の機械強度を有することが求められる。そのため、スクロールの引張試験における0.2%耐力が150MPa以上であることが好ましく、200MPa以上であることがより好ましく、300MPa以上であることが最も好ましい。スクロールの引張試験における0.2%耐力が150MPa以上であれば、摺動時に歪みが発生せず、摺動部材として信頼性の高いものとなる。

ここで、本明細書において、引張試験における0.2%耐力は、JIS Z2411に記載の方法で評価した値を用いる。

[0019] 本実施の形態に係るスクロール部品は、摺動面のエッジ部に加工を施していなくても、摺動性及び密着性に悪影響はないが、鉄系めっき層6及びセラミック層7の平滑性の観点から、摺動面のエッジ部に曲面(R)加工又はテーパ加工が施されていることが好ましい。摺動面のエッジ部に曲面加工又はテーパ加工を施すことで、鉄系めっき層6及びセラミック層7の平滑性が向上し、スクロール部品における冷媒ガスのシール性が向上する。アルミニウム合金5の表面に鉄系めっき層6を電解めっきにより形成する場合、電解めっきの特性上、エッジ部に電解が集中し、エッジ部における鉄系めっき層6の厚みが厚くなる場合がある。図5は、スクロール部品の摺動面のエッジ部に曲面加工が施されている状態を説明するための断面模式図であり、図6は、スクロール部品の摺動面のエッジ部にテーパ加工が施されている状

態を説明するための断面模式図である。図5及び図6に示すように、アルミニウム合金5のエッジ部に曲面加工又はテーパ加工を施すことで、エッジ部に電解が集中するのを抑制することができ、アルミニウム合金5の表面に形成される鉄系めっき層6及びセラミック層7を平滑にすることができる。このとき、曲面(R)加工は、 $R 0.5\text{ mm}$ 以上 $R 3\text{ mm}$ 以下であることが好ましい。また、テーパ加工は、 $C 0.5\text{ mm}$ 以上 $C 3\text{ mm}$ 以下であることが好ましい。なお、本明細書において、Rは曲面の半径を意味し、Cはエッジ部からの距離を意味する。R及びCが 0.5 mm 未満であると、電解集中の抑制効果が十分に発揮されず、鉄系めっき層6及びセラミック層7の平滑性が向上しない。一方、R及びCが 3 mm を超えると、スクロール部品等の摺動部品に適用した際に、摺動面の面積が小さくなり、摺動時に印加される圧力が増大してしまう。

[0020] 本実施の形態の圧縮機用スクロール部品1の摺動部1aの拡大図を図7及び図8に示す。図7では、固定スクロール及び揺動スクロールの各々の摺動面1aに、鉄系めっき層6、セラミック層7及び拡散層を形成している。図8では、固定スクロール及び揺動スクロールの一方の摺動面1aのみに、鉄系めっき層6、セラミック層7及び拡散層を形成している。スクロール部品1を構成する両方のスクロールの摺動面1aに、鉄系めっき層6、セラミック層7及び拡散層を形成するか、又はスクロール部品1を構成する一方のスクロールの摺動面1aに、鉄系めっき層6、セラミック層7及び拡散層を形成するかは、スクロール部品1に要求される摺動性に依じて適宜選択すればよい。例えば、圧縮機のスクロールの回転数を高速化する必要がある場合には、高い摺動性が要求されるため、両方のスクロールの摺動面1aに、鉄系めっき層6、セラミック層7及び拡散層を形成することが好ましい。また、それほど高い摺動性が要求されない場合には、セラミック層7の形成を省略してもよい。

[0021] 本実施の形態に係るスクロール部品におけるアルミニウム合金5は、摺動時に印加される機械的応力による変形を抑制する観点から、ヤング率が70

GPa以上であることが好ましい。アルミニウム合金5の材質は、特に限定されず、当該技術分野で公知の鋳造用、鍛造用、ダイカスト用のアルミニウム合金を用いることができる。アルミニウム合金の例としては、Al-Cu-Mg系合金、Al-Cu-Si系合金、Al-Si系合金、Al-Si-Mg系合金、Al-Si-Cu系合金、Al-Si-Mg系合金、Al-Si-Cu-Mg系合金、Al-Cu-Ni-Mg系合金、Al-Mg系合金、Al-Si-Cu-Ni-Mg系合金、Al-Si-Fe-Cu系合金等が挙げられる。

[0022] 本実施の形態に係るスクロール部品は、次のように製造することができる。

まず、アルミニウム合金をスクロール形状に加工する。ここで、アルミニウム合金で固定スクロール及び揺動スクロールを形成する方法は、特に限定されず、鋳造法、鍛造法、ダイカスト法等を用いることが可能である。また、後工程として、表面研削処理を施すことも可能である。表面研削処理を施すことで、表面の平滑性及び寸法精度を向上させることができる。次に、スクロール形状に加工したアルミニウム合金5の表面に、上述したAl及びFeよりも拡散係数の大きい金属の層を形成する。Al及びFeよりも拡散係数の大きい金属の層を形成する方法は、特に限定されないが、電解めっき、無電解めっき、蒸着、スパッタ、溶射等が挙げられる。

次に、アルミニウム合金5の表面に形成した、Al及びFeよりも拡散係数の大きい金属の層の表面に、鉄系めっき層6を形成する。鉄系めっき層6を形成する方法は、特に限定されず、電解めっき、無電解めっき等が挙げられる。スクロール形状のアルミニウム合金5に、電解めっきによって、鉄系めっき層6を形成する場合、形状が複雑であることから、めっき通電時の電流密度が不均一になり、鉄系めっき層6の厚みが不均一になる場合がある。その場合には、補助電極などの治具を使用することで、電流密度を均一化し、鉄系めっき層6の厚みを均一化することができる。補助電極の形状は、電流密度を均一化できるものであれば特に限定されないが、スクロールの渦巻

き形状に類似した形状とすることが好ましい。

次に、鉄系めっき層6を形成したアルミニウム合金5を、真空中で熱処理するか、又は窒素ガス及び硫化水素ガスを含む混合ガス雰囲気下で熱処理する。この熱処理によって、鉄系めっき層6の表面に、熱膨張差によるクラックが生じると同時に、鉄系めっき層6とアルミニウム合金5との界面に拡散層10が形成される。窒素ガス及び硫化水素ガスを含む混合ガス雰囲気下で熱処理する場合には、鉄系めっき層6の表面及びクラック部11に、混合ガスとの反応により、窒化物及び硫化物を主成分とするセラミック層7が形成される。熱処理温度は、特に限定されないが、アルミニウム合金5の熱歪み及び結晶組織の変質を抑制する観点から、200℃以上400℃以下とすることが好ましく、250℃以上350℃以上とすることがより好ましい。熱処理温度が200℃未満であると、拡散層10が形成されにくく、密着性の向上が不十分となる可能性がある。さらに、鉄系めっき層6と混合ガスとの反応が進みにくくなることから、鉄系めっき層6の表面及びクラック部11へのセラミック層7の形成が不十分となる。一方、熱処理温度が400℃を超えると、アルミニウム合金5の結晶組織の変質（結晶粒子の粗大化など）が発生し、スクロール部品の歪み及び機械強度の低下による、冷媒ガスのシール性の悪化が発生する。

[0023] 実施の形態1によれば、アルミニウム合金からなるスクロールの摺動面に摺動性及び密着性に優れる層が形成されると共に、圧縮機運転時の冷媒ガスのシール性の悪化を抑制することができるスクロール部品とすることができる。

なお、本実施の形態では、圧縮機用スクロール部品を例に挙げたが、その他のアルミニウム合金製の摺動部品にも、本発明を適用することができる。

[0024] 実施の形態2.

実施の形態2のスクロール圧縮機は、いわゆる縦型のスクロール圧縮機であって、例えば冷媒等の作動ガスを圧縮し吐出するものである。スクロール圧縮機は、密閉容器と、圧縮機構部と、回転力を発生する電動機と、電動機

により発生する回転力を圧縮機構部に伝える駆動軸とを備える。密閉容器は、例えば円筒形状に形成されており、耐圧性を有している。密閉容器の一方の側面には作動ガスを密閉容器内に取り込むための吸入配管が接続されており、密閉容器の他方の側面には圧縮した作動ガスを密閉容器から外へと放出する吐出配管が接続されている。

本実施の形態のスクロール圧縮機において、圧縮機構部は、実施の形態1に係るスクロール部品を組み込んだものとなる。実施の形態1に係るスクロール部品を組み込むことで、圧縮機運転時に発生するスクロール部品の遠心力が軽減される。また、アルミニウム合金の表面に形成した鉄系めっき層、セラミック層及び拡散層により、摺動性が向上する。そのため、スクロール部品の回転数を高速化することで、冷媒ガスの圧縮効率が向上し、スクロール圧縮機の高出力化が可能となる。スクロール圧縮機に、スクロール部品を組み込む方法としては、特に限定されることはなく、公知の方法に従って行うことができる。

[0025] 実施の形態2によれば、冷媒ガスのシール性の悪化が無く、高速運転による高出力化が可能なスクロール圧縮機とすることができる。

実施例

[0026] 以下、実施例及び比較例により本発明のスクロール部品の摺動性及び密着性向上の効果を検証するための模擬試験について説明するが、これらによって本発明が限定されるものではない。なお、本模擬試験では、本発明のスクロール部品の摺動面に形成した鉄系めっき層、セラミック層及び拡散層と同様の層を形成した試験片を作製し、評価を実施した。

[0027] [実施例1]

Al-Si-Cu-Mg系アルミニウム合金(ADC14、ヤング率:80GPa)の表面に、電解めっきにより、Zn皮膜を約0.5 μ mの厚みになるように形成した。次に、Zn皮膜の表面に、電解めっきにより、92質量%Fe-8質量%Cr組成のFe-Crめっき層を約10 μ mの厚みになるように形成した。次に、窒素及び硫化水素を含む混合ガス中で、350℃

で5時間熱処理して、Al及びFeを主成分としZnを含有する拡散層（Zn含有量：5質量%）を形成すると共に、Fe-Crめっき層の表面に、窒化鉄及び硫化鉄を主成分とするセラミック層を形成して、実施例1の試験片を得た。得られた試験片において、Fe-Crめっき層（鉄系めっき層）の厚みは10 μ mであり、セラミック層の厚みは5 μ mであった。

[0028] [実施例2]

Zn皮膜の代わりにNi皮膜を形成し、Al及びFeを主成分としNiを含有する拡散層（Ni含有量：6質量%）を形成したこと以外は実施例1と同様にして、実施例2の試験片を得た。得られた試験片において、Fe-Crめっき層（鉄系めっき層）の厚みは10 μ mであり、セラミック層の厚みは5 μ mであった。

[0029] [実施例3]

Zn皮膜の代わりにCu皮膜を形成し、Al及びFeを主成分としCuを含有する拡散層（Cu含有量：5質量%）を形成したこと以外は実施例1と同様にして、実施例3の試験片を得た。得られた試験片において、Fe-Crめっき層（鉄系めっき層）の厚みは10 μ mであり、セラミック層の厚みは5 μ mであった。

[0030] [実施例4]

Zn皮膜の代わりにZn及びNiの皮膜を形成し、Al及びFeを主成分としZn及びNiを含有する拡散層（Zn含有量：3質量%、Ni含有量：4質量%）を形成したこと以外は実施例1と同様にして、実施例4の試験片を得た。得られた試験片において、Fe-Crめっき層（鉄系めっき層）の厚みは10 μ mであり、セラミック層の厚みは5 μ mであった。

[0031] [実施例5]

Fe-Crめっき層の代わりにFeめっき層を形成したこと以外は実施例1と同様にして、実施例5の試験片を得た。得られた試験片において、Fe-Crめっき層（鉄系めっき層）の厚みは10 μ mであり、セラミック層の厚みは5 μ mであった。

[0032] [実施例6]

92質量%Fe-8質量%Cr組成のFe-Crめっき層の代わりに97質量%Fe-3質量%Cr組成のFe-Crめっき層を形成したこと以外は実施例1と同様にして、実施例6の試験片を得た。得られた試験片において、Fe-Crめっき層（鉄系めっき層）の厚みは10 μ mであり、セラミック層の厚みは5 μ mであった。

[0033] [実施例7]

92質量%Fe-8質量%Cr組成のFe-Crめっき層の代わりに85質量%Fe-15質量%Cr組成のFe-Crめっき層を形成したこと以外は実施例1と同様にして、実施例7の試験片を得た。得られた試験片において、Fe-Crめっき層（鉄系めっき層）の厚みは10 μ mであり、セラミック層の厚みは5 μ mであった。

[0034] [実施例8]

92質量%Fe-8質量%Cr組成のFe-Crめっき層の代わりに81質量%Fe-19質量%Cr組成のFe-Crめっき層を形成したこと以外は実施例1と同様にして、実施例8の試験片を得た。得られた試験片において、Fe-Crめっき層（鉄系めっき層）の厚みは10 μ mであり、セラミック層の厚みは5 μ mであった。

[0035] [実施例9]

窒素及び硫化水素を含む混合ガス中での熱処理を真空中での熱処理に変え、セラミック層を形成しなかったこと以外は実施例1と同様にして、実施例9の試験片を得た。得られた試験片において、Fe-Crめっき層（鉄系めっき層）の厚みは10 μ mであった。

[0036] [比較例1]

Al-Si-Cu-Mg系アルミニウム合金（ADC14）そのものを試験片とした。

[0037] [比較例2]

Zn皮膜を形成せず、Al及びFeからなる拡散層を形成したこと以外は

実施例 1 と同様にして、比較例 2 の試験片を得た。

[0038] [比較例 3]

Zn 皮膜を形成せず、熱処理条件を 500℃で5時間に変え、Al 及び Fe からなる拡散層を形成したこと以外は実施例 1 と同様にして、比較例 3 の試験片を得た。

[0039] 上記の実施例及び比較例で得た試験片について、摺動性の評価を実施した。摺動性は、ピンオンディスク法による焼付き耐力を測定した。この焼付き耐力の測定結果は、実施例 1 の試験片で得られた焼付き耐力を基準とし、各実施例又は各比較例の試験片で得られた焼付き耐力の相対値（[各実施例又は各比較例の試験片で得られた焼付き耐力] / [実施例 1 の試験片で得られた焼付き耐力] の値）として表 1 及び 2 に示す。本明細書において、ピンオンディスク法による焼付き耐力は、次の方法で実施した。まず、直径 44 mm のディスク表面に 0.2 ml のオイルを塗布した。次に ϕ 4 mm のピン 3 本をディスク中心から 36 mm の円周上に 120° 間隔で配置し、回転数 1000 rpm でディスクを回転させながら焼き付き耐力を測定した。

[0040] また、上記の実施例及び比較例で得た試験片について、アルミニウム合金の表面に形成された層の密着性の評価を実施した。密着性は、サイカス法による層の剥離強度を測定した。この剥離強度の測定結果は、実施例 1 の試験片で得られた層の剥離強度を基準とし、各実施例又は各比較例の試験片で得られた層の剥離強度の相対値（[各実施例又は各比較例の試験片で得られた層の剥離強度] / [実施例 1 の試験片で得られた層の剥離強度] の値）として表 1 及び 2 に示す。

[0041] さらに、上記の実施例及び比較例で得た試験片について、熱処理による試験片の歪みの有無を評価した。歪みの有無は、熱処理前後の試験片の形状を三次元形状測定機を用いて測定し、形状変化を比較することで実施した。形状変化がある場合には、歪み「あり」とし、形状変化が無い場合には、歪み「なし」とした。

[0042]

[表1]

表1

		実施例								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
層構成	鉄系めっき層の組成	Fe:92wt% Cr:8wt%	Fe:92wt% Cr:8wt%	Fe:92wt% Cr:8wt%	Fe:92wt% Cr:8wt%	Fe:100wt%	Fe:97wt% Cr:3wt%	Fe:85wt% Cr:15wt%	Fe:81wt% Cr:19wt%	Fe:92wt% Cr:8wt%
	セラミック層の主成分	窒化鉄 硫化鉄	窒化鉄 硫化鉄	窒化鉄 硫化鉄	窒化鉄 硫化鉄	窒化鉄 硫化鉄	窒化鉄 硫化鉄	窒化鉄 硫化鉄	窒化鉄 硫化鉄	なし
	拡散層の成分	Al, Fe, Zn	Al, Fe, Ni	Al, Fe, Cu	Al, Fe, Zn, Ni	Al, Fe, Zn	Al, Fe, Zn	Al, Fe, Zn	Al, Fe, Zn	Al, Fe, Zn
摺動性	焼付き耐力の相対値	1	1.05	0.99	1.08	0.9	0.98	0.96	0.88	0.53
密着性	剥離強度の相対値	1	1.02	0.97	1.07	1.02	1.03	0.98	1.01	0.98
熱処理後の歪み		なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし

[0043] [表2]

表2

		比較例		
		1	2	3
層構成	鉄系めっき層の組成	なし	Fe:92wt% Cr:8wt%	Fe:92wt% Cr:3wt%
	セラミック層の主成分	なし	窒化鉄 硫化鉄	窒化鉄 硫化鉄
	拡散層の成分	なし	Al, Fe	Al, Fe
摺動性	焼付き耐力の相対値	0.18	0.98	0.98
密着性	剥離強度の相対値	-	0.63	0.81
熱処理後の歪み		なし	なし	あり

[0044] 表1及び2に示されているように、アルミニウム合金の表面に、Al及びFeを主成分としZn、Ni及びCuの一種又は二種を含有する拡散層と、鉄系めっき層と、窒化鉄及び硫化鉄を主成分とするセラミック層とが形成された実施例1～8の試験片は、未処理のAl-Si-Cu-Mg系アルミニウム合金である比較例1の試験片と比べて、焼付き耐力が非常に高いことから、摺動性が極めて優れることが分かる。アルミニウム合金の表面に、Al及びFeを主成分としZn、Ni及びCuの一種又は二種を含有する拡散層と、鉄系めっき層とが形成された実施例9の試験片は、未処理のAl-Si-Cu-Mg系アルミニウム合金である比較例1の試験片と比べて、焼付き耐力が高いことから、摺動性が優れることが分かる。実施例1～9の試験片は、Al及びFeからなる拡散層を形成した比較例2の試験片と比べて、剥

離強度が高いことから、アルミニウム合金の表面に形成された層の密着性が優れることが分かる。熱処理条件を500℃で5時間に変え、Al及びFeからなる拡散層を形成した比較例3の試験片は、比較例2の試験片よりも層の密着性が改善される傾向が見られるものの、熱処理温度が高いことから試験片に歪みが生じている。

[0045] 以上の結果からわかるように、本発明によれば、アルミニウム合金からなるスクロールの摺動面に摺動性及び密着性に優れる層が形成されると共に、圧縮機運転時の冷媒ガスのシール性の悪化を抑制することができるスクロール部品を提供することができる。

[0046] なお、本国際出願は、2017年12月19日に出願した日本国特許出願第2017-242598号に基づく優先権を主張するものであり、この日本国特許出願の全内容を本国際出願に援用する。

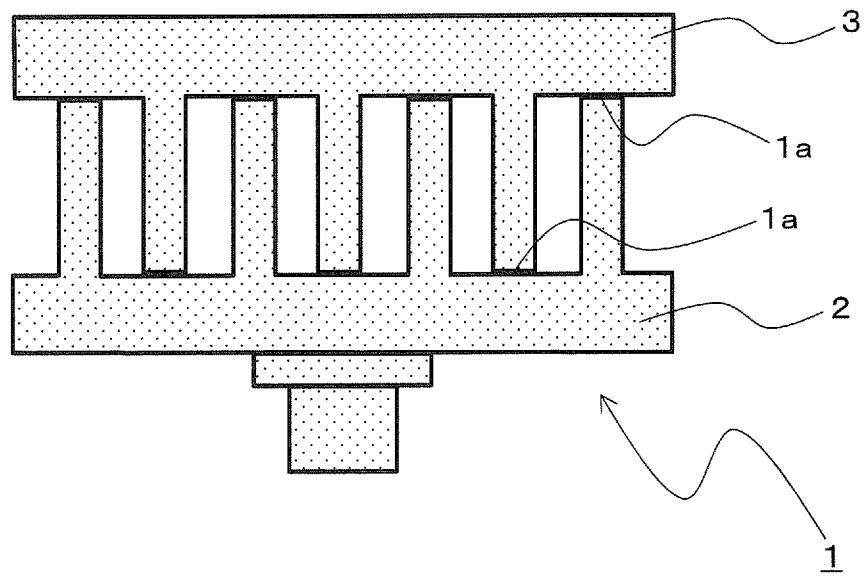
符号の説明

[0047] 1 スクロール部品、1a 摺動面、2 揺動スクロール、3 固定スクロール、5 アルミニウム合金、6 鉄系めっき層、7 セラミック層、10 拡散層、11 クラック部。

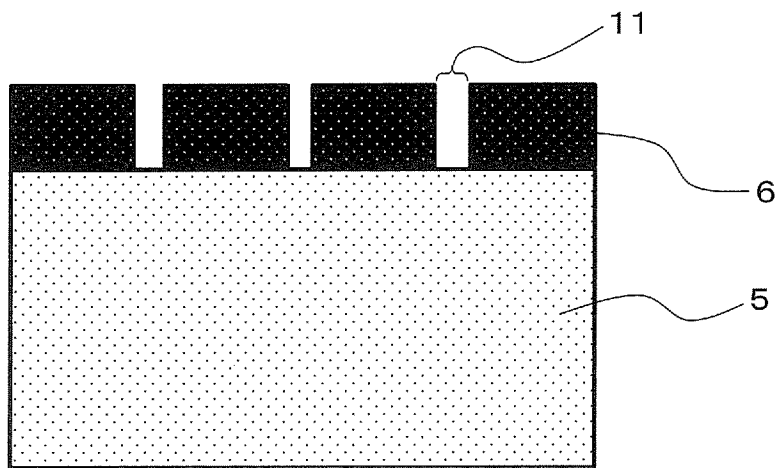
請求の範囲

- [請求項1] アルミニウム合金からなる固定スクロールとアルミニウム合金からなる揺動スクロールとを備えるスクロール部品において、
前記固定スクロール及び前記揺動スクロールの少なくとも一方は、その摺動面に形成された鉄系めっき層と、前記鉄系めっき層と前記アルミニウム合金との界面に形成され、Al及びFeを主成分とし且つCo、Ni、Cu及びZnからなる群から選択される少なくとも一種を含有する拡散層と、を備えることを特徴とするスクロール部品。
- [請求項2] 前記鉄系めっき層の表面及びクラック部に形成され且つ窒化物及び硫化物を主成分とするセラミック層を備えることを特徴とする請求項1に記載のスクロール部品。
- [請求項3] 前記セラミック層の主成分が、窒化鉄及び硫化鉄であることを特徴とする請求項2に記載のスクロール部品。
- [請求項4] 前記鉄系めっき層が3質量%以上15質量%以下のCrを含有することを特徴とする請求項1～3のいずれか一項に記載のスクロール部品。
- [請求項5] 前記摺動面のエッジ部に曲面加工又はテーパ加工が施されていることを特徴とする請求項1～4のいずれか一項に記載のスクロール部品。
- [請求項6] 前記アルミニウム合金のヤング率が70GPa以上であることを特徴とする請求項1～5のいずれか一項に記載のスクロール部品。
- [請求項7] 密閉容器と、前記密閉容器に収容され、前記密閉容器内に流入する流体を圧縮する圧縮機構部と、回転力を発生する電動機と、前記電動機により発生する回転力を前記圧縮機構部に伝える駆動軸と、を備えたスクロール圧縮機において、
前記圧縮機構部が、請求項1～6のいずれか一項に記載のスクロール部品を含むことを特徴とするスクロール圧縮機。

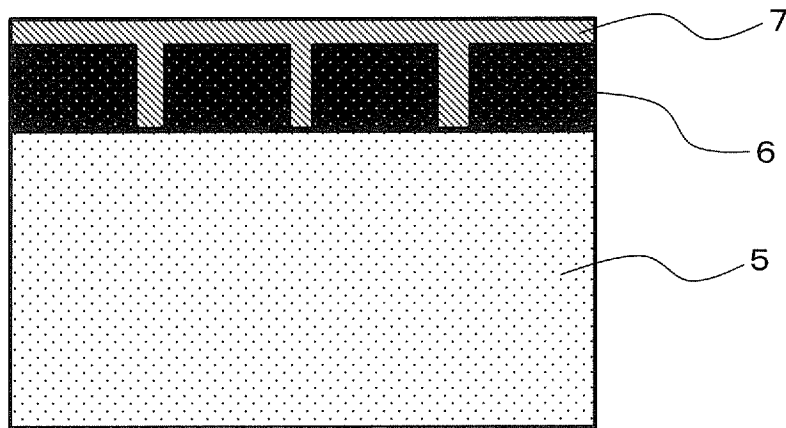
[図1]



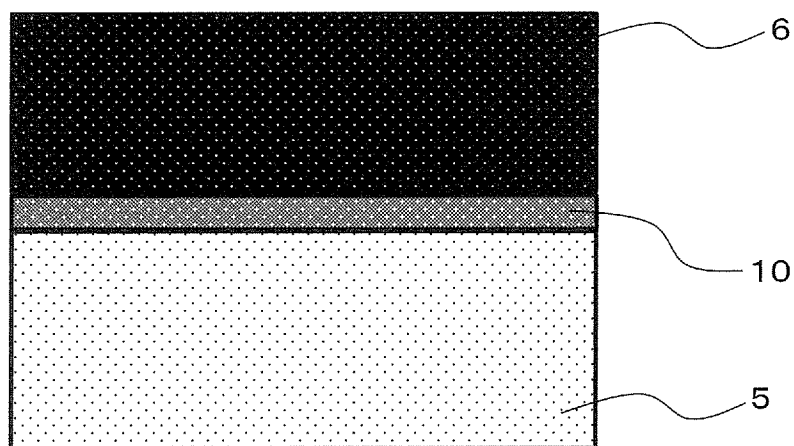
[図2]



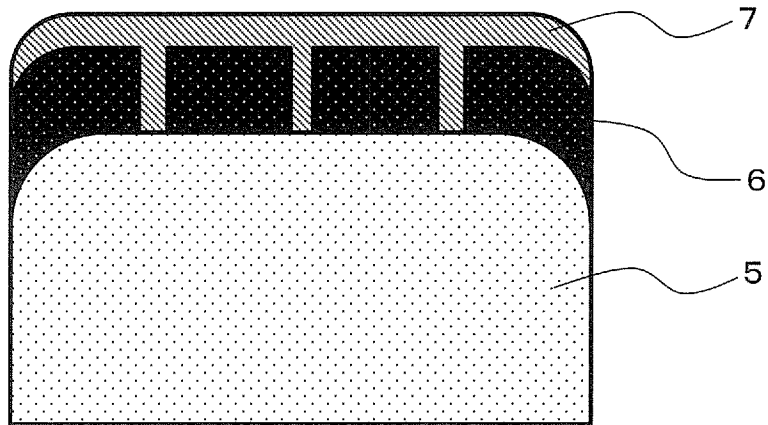
[図3]



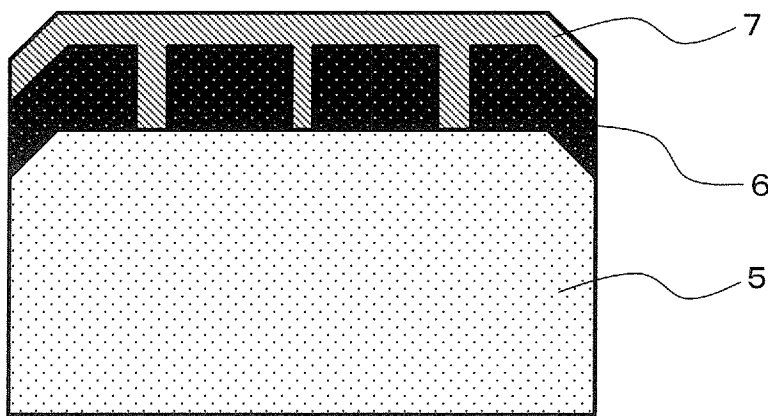
[図4]



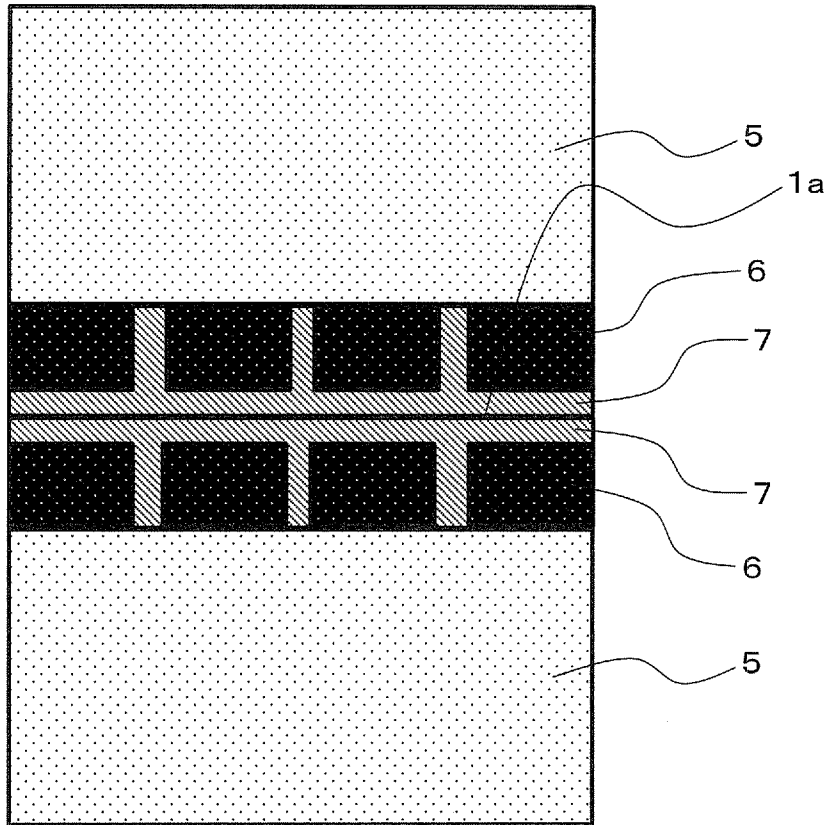
[図5]



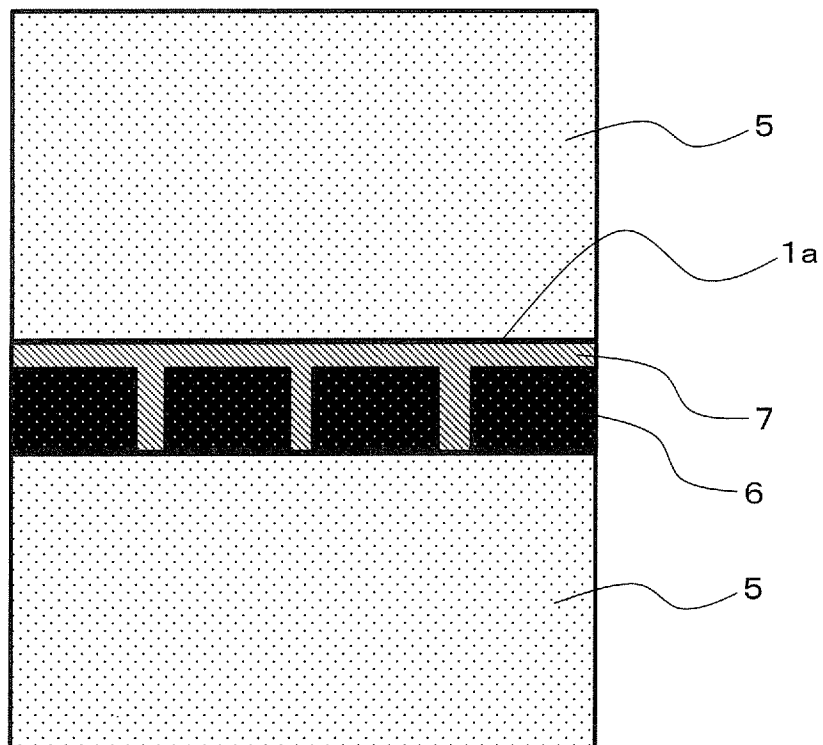
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/033841

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. F04C18/02 (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)

Int.Cl. F04C18/02

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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	JP 2000-226688 A (YAMAHA MOTOR CO., LTD.) 15 August 2000, paragraphs [0001]-[0005], [0078]-[0085], fig. 8, 9 & EP 1006218 A2, paragraphs [0001]-[0006], [0097]-[0106], fig. 8, 9 & US 2002/0153210 A1	1, 5-6 7 2-4

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 29.10.2018	Date of mailing of the international search report 06.11.2018
---	--

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/JP2018/033841

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 63-45485 A (MATSUSHITA REFRIG CO., LTD.) 26 February 1988, page 2, upper left column, line 7 to upper right column, line 14, page 3, lower right column, line 4 to page 4, lower left column, line 11, 1, 2, 9 (Family: none)	7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F04C18/02(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. F04C18/02

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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	JP 2000-226688 A (ヤマハ発動機株式会社) 2000.08.15, 段落[0001]-[0005],[0078]-[0085], 図8-9 & EP 1006218 A2, 段落[0001]-[0006],[0097]-[0106], 図8-9 & US 2002/0153210 A1	1, 5-6 7 2-4

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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 29.10.2018	国際調査報告の発送日 06.11.2018
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) 井古田 裕昭 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 63-45485 A (松下冷機株式会社) 1988.02.26, 第2ページ左上欄第7行-右上欄第14行, 第3ページ右下欄第4行-第4ページ左下欄第11行, 第1-2, 9 (ファミリーなし)	7