

(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
2020年7月16日(16.07.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/145277 A1

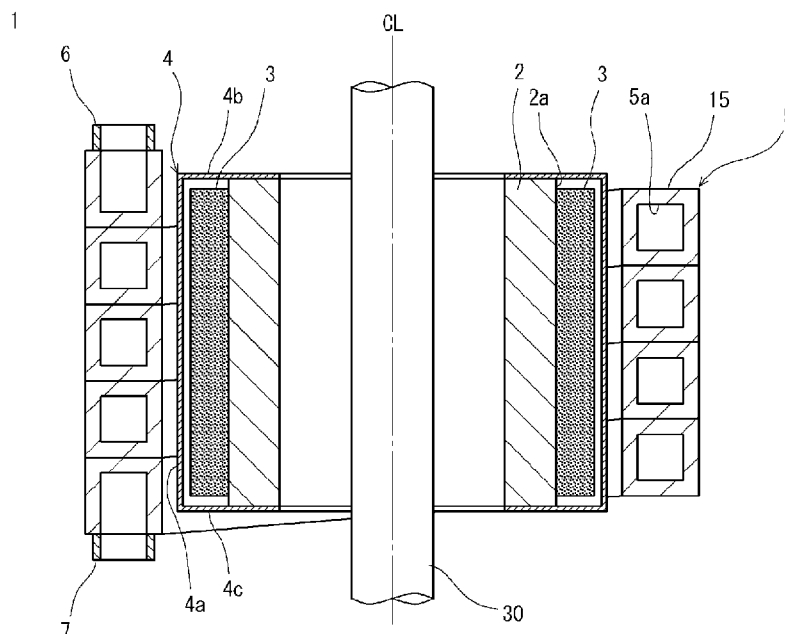
(51) 国際特許分類:
H02K 49/10 (2006.01) *H05B 6/02* (2006.01)
(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/000204
(22) 国際出願日: 2020年1月7日(07.01.2020)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願 2019-002624 2019年1月10日(10.01.2019) JP
(71) 出願人: 日本製鉄株式会社 (NIPPON STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 野上 裕 (NOGAMI, Hiroshi); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内 Tokyo (JP). 今西 憲治 (IMANISHI, Kenji); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内 Tokyo (JP). 野口 泰隆 (NOGUCHI, Yasutaka); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内 Tokyo (JP). 梶川 祥太郎 (KADOKAWA, Shotaro); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内 Tokyo (JP). 藤田 卓也 (FUJITA, Takuya); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内 Tokyo (JP). 佐野 薫平 (SANO, Kumpei); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内 Tokyo (JP).

(54) Title: EDDY-CURRENT-TYPE HEAT GENERATION APPARATUS

(54) 発明の名称: 渦電流式発熱装置

FIG.3



(57) Abstract: A heat generation apparatus (1) according to the present invention comprises a cylindrical member (2), a permanent magnet (3), a cover (4), and a heat transfer tube (5). The magnet (3) is held on an outer circumferential surface (2a) of the cylindrical member (2). The cover (4) is attached to the cylindrical member (2) so as to surround the magnet (3) held on the cylindrical member (2). The heat transfer tube (5) is disposed facing the outer circumferential surface (2a) of the cylindrical member (2). The heat transfer tube (5) comprises an electrically-conductive and thermally-conductive

(74) 代理人: アセンド特許業務法人(ASCEND IP LAW FIRM); 〒5300003 大阪府大阪市北区堂島一丁目5番17号 Osaka (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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

material. The heat transfer tube (5) forms a flow channel (5a), for a heating medium, in a spiral around a central axis (CL) of the cylindrical member (2). The cylindrical member (2) is anchored to a rotating shaft (30), and rotates with respect to the heat transfer tube (5).

(57) 要約: 発熱装置(1)は、円筒部材(2)と、永久磁石(3)と、カバー(4)と、伝熱管(5)と、を備える。磁石(3)は、円筒部材(2)の外周面(2a)に保持される。カバー(4)は、円筒部材(2)に保持された磁石(3)を包囲するように円筒部材(2)に取り付けられる。伝熱管(5)は、円筒部材(2)の外周面(2a)と対向するように配置される。伝熱管(5)は、導電性且つ熱伝導性を有する材料からなる。伝熱管(5)は、円筒部材(2)の中心軸(CL)回りにらせん状に熱媒体の流路(5a)を形成する。円筒部材(2)が回転軸(30)に固定されて、伝熱管(5)に対して回転する。

明 細 書

発明の名称： 渦電流式発熱装置

技術分野

[0001] 本発明は、回転する回転軸の運動エネルギーを熱エネルギーに変換して回収するための発熱装置に関する。特に、本発明は、永久磁石（以下、単に「磁石」ともいう）を用い、磁石からの磁界の作用によって生じる渦電流を利用した渦電流式発熱装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、地球温暖化が大きくクローズアップされており、化石燃料の燃焼に伴う二酸化炭素の発生が問題視されている。このため、太陽熱エネルギー、風力エネルギー、水力エネルギー等のような自然エネルギーの活用が推進されている。自然エネルギーの中でも、風力エネルギー及び水力エネルギーは流体の運動エネルギーである。

[0003] 流体の運動エネルギーによって回転軸を回転させ、その運動エネルギーを熱エネルギーに変換する発熱装置が従来から知られている。例えば特開2017-005932号公報（特許文献1）は、渦電流式発熱装置を開示する。特許文献1の発熱装置は、回転軸に固定された発熱部材と、発熱部材に隙間を空けて対向する永久磁石と、永久磁石を保持する磁石保持部材と、発熱部材を包囲する密閉容器と、密閉容器の入口及び出口にそれぞれ接続された入側配管及び出側配管と、を備える。入側配管を通じて密閉容器の内部に熱媒体が流入し、出側配管を通じて密閉容器の内部から熱媒体が流出する。

[0004] このような特許文献1の発熱装置の場合、回転軸の回転によって、発熱部材が永久磁石に対して回転する。このとき、永久磁石からの磁界の作用によって、発熱部材に渦電流が発生する。これにより、密閉容器内で発熱部材が発熱する。発熱部材で生じた熱は、密閉容器内の熱媒体に移動して回収される。

[0005] 特許文献1の発熱装置では、発熱部材が回転軸に固定される代わりに、磁

石保持部材が回転軸に固定される場合もある。この場合、回転軸の回転によって、永久磁石が発熱部材に対して回転する。このときも、永久磁石からの磁界の作用によって、発熱部材に渦電流が発生することから、密閉容器内で発熱部材が発熱する。発熱部材で生じた熱は、密閉容器内の熱媒体に移動して回収される。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2017-005932号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 特許文献1の発熱装置によれば、回転軸の回転によって発熱部材が発熱し、密閉容器の内部において、発熱部材で生じた熱が大量の熱媒体に移動して回収される。この発熱装置の場合、熱媒体の熱容量が大きい。そのため、回転軸の回転数が低いとき、熱媒体の十分な昇温が困難である。そうすると、熱媒体を保温するための予熱が必要となる。したがって、熱回収率が低下する可能性がある。

[0008] また、回転軸が安定して高速で回転しているとき、発熱部材、又は熱媒体からの輻射熱により、永久磁石は高温環境下に長時間さらされる。そのため、永久磁石の熱減磁が生じないように工夫する必要がある。

[0009] 本発明は上記の実情に鑑みてなされたものである。本発明の1つの目的は、永久磁石の熱減磁を抑制しつつ、回転軸の運動エネルギーを熱エネルギーに有効に変換して回収することができる渦電流式発熱装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明の実施形態による渦電流式発熱装置は、回転する回転軸の運動エネルギーを熱エネルギーに変換する渦電流式発熱装置である。この発熱装置は、円筒部材と、永久磁石と、カバーと、伝熱管と、を備える。永久磁石は、円筒

部材の外周面及び内周面のいずれか一方の周面に保持されている。カバーは、円筒部材に保持された永久磁石を包囲するように円筒部材に取り付けられている。伝熱管は、円筒部材の外周面及び内周面のうちの上記一方の周面と対向するように配置されている。この伝熱管は、導電性且つ熱伝導性を有する材料からなる。この伝熱管は、円筒部材の中心軸回りにらせん状に熱媒体の流路を形成する。そして、円筒部材及び伝熱管のいずれか一方が回転軸に固定されて、円筒部材及び伝熱管のいずれか他方に対して円筒部材の中心軸回りに回転する。

発明の効果

[0011] 本発明の実施形態による渦電流式発熱装置において、回転軸が回転すれば、永久磁石からの磁界の作用によって、伝熱管に渦電流が発生し、伝熱管が発熱する。伝熱管で生じた熱は、伝熱管内のらせん状の流路を流れる熱媒体に移動して回収される。らせん状の流路を流れる熱媒体の熱容量は小さい。そのため、回転軸の運動エネルギーを熱エネルギーに有効に変換して回収することができる。さらに、伝熱管からの輻射熱に対して、永久磁石はカバーによって隔離されている。そのため、永久磁石の昇温が抑えられ、永久磁石の熱減磁を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]図1は、第1実施形態の発熱装置の要部を模式的に示す側面図である。
[図2]図2は、図1の線II-IIにおける横断面図である。
[図3]図3は、図2の線III-IIIにおける縦断面図である。
[図4]図4は、第2実施形態の発熱装置の要部を模式的に示す側面図である。
[図5A]図5Aは、図4の線VA-VAにおける横断面図である。
[図5B]図5Bは、図4の線VB-VBにおける横断面図である。
[図5C]図5Cは、図4の線VC-VCにおける横断面図である。
[図5D]図5Dは、図4の線VD-VDにおける横断面図である。
[図5E]図5Eは、図4の線VE-VEにおける横断面図である。
[図6A]図6Aは、図5A及び図5Bの線VIA-VIAにおける縦断面図である。

。

[図6B]図6Bは、図5B及び図5Cの線VIB－VIBにおける縦断面図である

。

[図6C]図6Cは、図5C及び図5Dの線VIC－VICにおける縦断面図である

。

[図6D]図6Dは、図5D及び図5Eの線VID－VIDにおける縦断面図である

。

[図6E]図6Eは、図5Eの線VIE－VIEにおける縦断面図である。

[図7]図7は、第3実施形態の発熱装置の要部を模式的に示す縦断面図である

。

[図8]図8は、第4実施形態の発熱装置の要部を模式的に示す縦断面図である

。

[図9]図9は、第5実施形態の発熱装置の要部を模式的に示す縦断面図である

。

[図10]図10は、第6実施形態の発熱装置の要部を模式的に示す縦断面図である。

[図11]図11は、第7実施形態の発熱装置の要部を模式的に示す縦断面図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本発明の実施形態について説明する。なお、以下の説明では、本発明の実施形態について例を挙げて説明するが、本発明は以下で説明する例に限定されない。以下の説明において特定の数値や特定の材料を例示する場合があるが、本発明はそれらの例示に限定されない。

[0014] 本発明の実施形態による渦電流式発熱装置は、回転する回転軸の運動エネルギーを熱エネルギーに変換する渦電流式発熱装置である。この発熱装置は、円筒部材と、永久磁石と、カバーと、伝熱管と、を備える。永久磁石は、円筒部材の外周面及び内周面のいずれか一方の周面に保持されている。カバーは、円筒部材に保持された永久磁石を包囲するように円筒部材に取り付けられ

ている。伝熱管は、円筒部材の外周面及び内周面のうちの上記一方の周面と対向するように配置されている。この伝熱管は、導電性且つ熱伝導性を有する材料からなる。この伝熱管は、円筒部材の中心軸回りにらせん状に熱媒体の流路を形成する。そして、円筒部材及び伝熱管のいずれか一方が回転軸に固定されて、円筒部材及び伝熱管のいずれか他方に対して円筒部材の中心軸回りに回転する（第1の構成）。

[0015] 第1の構成の発熱装置によれば、回転軸の回転によって、磁石を保持する円筒部材、及び熱媒体が流れる伝熱管のいずれか一方が、それらの他方に対して回転する。このとき、永久磁石からの磁界の作用によって、伝熱管そのものに渦電流が発生する。これにより、伝熱管が発熱する。伝熱管で生じた熱は、伝熱管内のらせん状の流路を流れる熱媒体に直に移動して回収される。らせん状の流路を流れる熱媒体の熱容量は小さい。そのため、回転軸の運動エネルギーを熱エネルギーに有効に変換して回収することができる。

[0016] さらに第1の構成の発熱装置によれば、伝熱管からの輻射熱に対して、永久磁石はカバーによって隔離されている。そのため、永久磁石の昇温が抑えられ、永久磁石の熱減磁を抑制することができる。特に、永久磁石とカバーとの間の隙間に空気が存在すれば、この空気は断熱層として機能する。この場合、永久磁石の昇温がより抑えられる。永久磁石とカバーとの間の隙間に断熱材（例：グラスウール）が充填されていてもよい。

[0017] 第1の構成の発熱装置の典型的な例では、永久磁石が円筒部材の外周面に保持されている。伝熱管が円筒部材の外周面と対向するように配置されている。円筒部材が回転軸に固定されて、伝熱管に対して円筒部材の中心軸回りに回転する（第2の構成）。

[0018] 第2の構成の発熱装置によれば、熱媒体が流れる伝熱管は、磁石を保持する円筒部材の外側で静止し、回転軸の回転によって、伝熱管の内側で円筒部材が回転する。伝熱管が円筒部材の外側で静止しているので、伝熱管内の流路を流れる熱媒体を回収しやすい。

[0019] ただし、第2の構成に代えて、永久磁石が円筒部材の外周面に保持され、

伝熱管が円筒部材の外周面と対向するように配置され、伝熱管が回転軸に固定されてもよい。この場合、伝熱管が円筒部材に対して円筒部材の中心軸回りに回転する。つまり、磁石を保持する円筒部材は、熱媒体が流れる伝熱管の内側で静止し、回転軸の回転によって、円筒部材の外側で伝熱管が回転する。伝熱管が回転するため、その回転方向を一方向に定めた場合に、熱媒体が伝熱管の内部表面から受ける力（摩擦力）を流路方向への流れを促進する駆動力として利用する構成とすることができ、熱媒体を供給する上で必要な圧力を低減することが可能である。

[0020] また、第2の構成に代えて、永久磁石が円筒部材の内周面に保持され、伝熱管が円筒部材の内周面と対向するように配置され、円筒部材が回転軸に固定されてもよい。この場合、円筒部材が伝熱管に対して円筒部材の中心軸回りに回転する。つまり、熱媒体が流れる伝熱管は、磁石を保持する円筒部材の内側で静止し、回転軸の回転によって、伝熱管の外側で円筒部材が回転する。伝熱管が静止しているため熱媒体を回収しやすく、さらに円筒部材が伝熱管を囲むため熱媒体及び伝熱管の熱が外部へ放散されにくくなる。

[0021] また、第2の構成に代えて、永久磁石が円筒部材の内周面に保持され、伝熱管が円筒部材の内周面と対向するように配置され、伝熱管が回転軸に固定されてもよい。この場合、伝熱管が円筒部材に対して円筒部材の中心軸回りに回転する。つまり、磁石を保持する円筒部材は、熱媒体が流れる伝熱管の外側で静止し、回転軸の回転によって、円筒部材の内側で伝熱管が回転する。伝熱管が回転するため、その回転方向を一方向に定めた場合に、熱媒体が伝熱管の内部表面から受ける力（摩擦力）を流路方向への流れを促進する駆動力として利用する構成とすることができ、熱媒体を供給する上で必要な圧力を低減することが可能である。さらに円筒部材が伝熱管を囲むため熱媒体及び伝熱管の熱が外部へ放散されにくくなる。

[0022] 第1及び第2の構成の発熱装置において、伝熱管が角管であることが好ましい（第3の構成）。角管とは、管の長手方向に垂直な断面の形状が矩形である管を意味する。管の長手方向は、管の軸方向又は管の延びる方向と同義

である。伝熱管が角管であれば、伝熱管内の流路の断面形状も矩形である。

[0023] 伝熱管として角管を用いる場合、1本の角管をらせん状に巻回すことにより、らせん状の流路を形成することができる。すなわち、伝熱管は、らせん状に巻回された1本の角管から構成される（第4の構成）。この場合、角管の隣接する部分同士は、接触していてもよいし、離れていてもよい。隣接する部分同士が接触している場合、その接触部分は接合されてもよい。ここでの接合の方法は、特に限定されないが、例えば溶接である。この接合方法は、ろう付けであってもよい。角管の隣接する部分同士が接触していれば、伝熱管全体の表面積が小さいため、伝熱管から外部への放熱が抑えられる。そのため、熱回収率が高まる。

[0024] また、伝熱管として角管を用いる場合、複数の環状の角管を準備し、これらの環状角管を一行に並べて順に接合することにより、らせん状の流路を形成することができる。すなわち、伝熱管は、円筒部材の中心軸に沿って順に積み重ねられた複数の環状の角管から構成される。この場合、各環状角管の内部に仕切り板が設けられており、隣り合う環状角管同士には仕切り板の近傍に連通穴が設けられている（第5の構成）。ここでの接合の方法も上記と同様に、特に限定されないが、例えば溶接である。この接合方法は、ろう付けであってもよい。この場合も、伝熱管全体の表面積が小さいため、伝熱管から外部への放熱が抑えられる。そのため、熱回収率が高まる。

[0025] 第3～第5の構成の発熱装置によれば、伝熱管の磁石側の面と、磁石の伝熱管側の面との間の距離を一定にすることができる。そのため、伝熱管の磁石側の面において、渦電流が広範囲で有効に発生する。したがって、伝熱管で十分な発熱が生じる。

[0026] ただし、第3の構成に代えて、伝熱管が丸管であってもよい。丸管とは、管の長手方向に垂直な断面の形状が円形である管を意味する。伝熱管が丸管であれば、伝熱管の流路の断面形状も円形である。伝熱管として丸管を用いる場合、1本の丸管をらせん状に巻回すことにより、らせん状の流路を形成することができる。

- [0027] 第1～第5の構成の発熱装置の定型的な例では、カバーは、円筒形状を有する第1の隔壁と、第2の隔壁と、第3の隔壁と、を含む。第1の隔壁は、永久磁石と伝熱管との間に配置されている。第2の隔壁は、第1の隔壁の両端のうちの一方端から延びて円筒部材に接合されている。第3の隔壁は、第1の隔壁の両端のうちの他方端から延びて円筒部材に接合されている。そして、第1の隔壁、第2の隔壁及び第3の隔壁が、熱伝導性を有する材料からなる（第6の構成）。ここでの接合の方法は、特に限定されないが、例えば溶接である。この接合方法は、ボルトによる締結であってもよいし、接着剤による接着であってもよい。
- [0028] 第6の構成の発熱装置によれば、伝熱管からの輻射熱によって第1の隔壁が昇温したとしても、第1の隔壁の熱は、第2及び第3の隔壁に伝播し、さらに円筒部材に伝播する。つまり、カバーに与えられた熱は、カバーに蓄積されることなく、円筒部材に誘導される。そのため、永久磁石の昇温がより抑えられる。
- [0029] 第6の構成の発熱装置において、第2の隔壁及び第3の隔壁の少なくとも一方の隔壁に放熱フィンが設けられていてもよい（第7の構成）。
- [0030] 第7の構成の発熱装置によれば、第2の隔壁に放熱フィンが設けられている場合、第2の隔壁に伝播した熱は、放熱フィンを通じてカバーの外部に放出される。第3の隔壁に放熱フィンが設けられている場合、第3の隔壁に伝播した熱は、放熱フィンを通じてカバーの外部に放出される。つまり、カバーに与えられた熱はカバーに蓄積されることなく、さらに円筒部材に伝わる熱も少ない。そのため、永久磁石の昇温がより抑えられる。
- [0031] 第6の構成の発熱装置において、第2の隔壁及び第3の隔壁の少なくとも一方の隔壁が起伏していてもよい（第8の構成）。ここでの起伏の形状は、波形であってもよいし、凹凸であってもよい。
- [0032] 第8の構成の発熱装置によれば、第2の隔壁が起伏している場合、第2の隔壁に伝播した熱は、第2の隔壁自身からカバーの外部に放出される。第3の隔壁が起伏している場合、第3の隔壁に伝播した熱は、第3の隔壁自身か

らカバーの外部に放出される。つまり、カバーに与えられた熱はカバーに蓄積されることなく、さらに円筒部材に伝わる熱も少ない。そのため、永久磁石の昇温がより抑えられる。

[0033] 第6～第8の構成の発熱装置において、第1の隔壁、第2の隔壁及び第3の隔壁が非磁性材料からなっているいてもよい（第9の構成）。

[0034] 第9の構成の発熱装置によれば、カバーは永久磁石からの磁束に影響を与えない。そのため、伝熱管で十分な発熱が生じる。

[0035] 第9の構成の発熱装置において、第1の隔壁の外面に磁性材料からなる層が設けられていてもよい（第10の構成）。

[0036] 第10の構成の発熱装置によれば、磁性材料からなる層が永久磁石と伝熱管との間の第1の隔壁に設けられる。そのため、永久磁石からの磁束は、上記の層に導かれ、さらに伝熱管に導かれる。つまり、磁石からの磁束は伝熱管に向けて誘導される。そのため、伝熱管でより十分な発熱が生じる。

[0037] 第6～第8の構成の発熱装置において、第1の隔壁が磁性材料からなり、第2の隔壁及び第3の隔壁が非磁性材料からなっているいてもよい（第11の構成）。

[0038] 第11の構成の発熱装置によれば、第2及び第3の隔壁は非磁性材料からなる。そのため、第2及び第3の隔壁は永久磁石からの磁束に影響を与えない。一方、永久磁石と伝熱管との間に存在する第1の隔壁は磁性材料からなる。そのため、永久磁石からの磁束は、第1の隔壁に導かれ、さらに伝熱管に導かれる。つまり、磁石からの磁束は伝熱管に向けて誘導される。したがって、伝熱管でより十分な発熱が生じる。

[0039] 第1～第11の構成の発熱装置は、さらに、断熱カバーを備えてもよい。断熱カバーは、伝熱管のうち、円筒部材の外周面及び内周面のうちの上記一方の周面と対向する領域を除いて、伝熱管を包囲する（第12の構成）。

[0040] 第12の構成の発熱装置によれば、断熱カバーによって、伝熱管から外部への放熱が遮断される。そのため、熱回収率が高まる。

[0041] 上記の発熱装置において、熱媒体は、伝熱管で発生した熱を回収できるも

のである限り、特に限定されない。熱媒体の例には、熔融塩（例えば硝酸塩系の熔融塩）、熱媒油、水（蒸気）、空気、超臨界CO₂等が含まれる。

[0042] 永久磁石を保持する円筒部材の材料は、特に限定されず、強磁性材料であってもよいし、弱磁性材料であってもよいし、非磁性材料であってもよい。強磁性材料の例には、強磁性金属材料（例：炭素鋼、鋳鉄等）が含まれる。弱磁性材料の例には、弱磁性金属材料（例：フェライト系ステンレス鋼等）が含まれる。非磁性材料の例には、非磁性金属材料（例：アルミニウム合金、オーステナイト系ステンレス鋼、銅合金等）が含まれる。これらの金属材料は熱伝導性も有する。そのため、カバーが熱伝導性を有する材料からなる場合に、円筒部材の材料がそれらの金属材料であれば、カバーから円筒部材への熱の誘導が促進される。

[0043] 永久磁石を包囲するカバーの材料は、特に限定されない。カバー（第1の隔壁、第2の隔壁、第3の隔壁）の材料が熱伝導性を有する材料である場合、その材料は、例えば金属材料である。特に、カバー（第1の隔壁、第2の隔壁、第3の隔壁）の材料が非磁性材料である場合、その非磁性材料の例には、上記の非磁性金属材料（例：アルミニウム合金、オーステナイト系ステンレス鋼、銅合金等）が含まれる。カバー（第1の隔壁）の材料が磁性材料である場合、その磁性材料の例には、上記の強磁性金属材料（例：炭素鋼、鋳鉄等）及び弱磁性金属材料（例：フェライト系ステンレス鋼等）が含まれる。第1の隔壁に磁性材料からなる層が設けられている場合、その磁性材料の例には、上記の強磁性金属材料及び弱磁性金属材料が含まれる。

[0044] 伝熱管の材料は、導電性且つ熱伝導性を有する材料である限り、特に限定されない。伝熱管の材料は、例えば金属材料である。その金属材料の例には、炭素鋼、ステンレス鋼、アルミニウム、アルミニウム合金、銅、銅合金等が含まれる。その中でも、導電性が高く熱伝導性が高いアルミニウム、アルミニウム合金、銅、銅合金等が好ましい。伝熱管の肉厚は、例えば3～6 mmである。

[0045] 永久磁石は、円筒部材の外周面及び内周面のいずれか一方の周面に保持さ

れている。永久磁石の配置は、磁石からの磁束を伝熱管に到達させることができる限り、特に限定されない。例えば、永久磁石は、複数の棒状の磁石からなる。この場合、複数の棒状の磁石は、円筒部材の周方向で等間隔に配置される。各棒状の磁石は、その長手方向が円筒部材の中心軸と平行になるように配置される。また、例えば、永久磁石は、複数の円弧状の磁石からなる。この場合、複数の円弧状の磁石が円筒部材の周方向で等間隔に配置されて、リング状の磁石群を構成する。そのリング状の磁石群が複数個、円筒部材の軸方向に配置されてもよい。隣接する磁石同士の間には、隙間があってもよいし、他の部材が配置されてもよい。

[0046] 回転軸は、流体の運動エネルギーによって回転させられてもよい。すなわち、上記の発熱装置は、流体の運動エネルギー（例えば、風力や水力等の自然エネルギー）を利用して発熱する装置であってもよい。また、上記の発熱装置は、風力発電設備、水力発電設備等のように流体の運動エネルギーを利用する発電設備に搭載されてもよい。例えば、回転軸は、風や水流を受けて回転する羽根車に、直接又は間接的に接続される。この場合、羽根車の回転によって、回転軸が回転する。

[0047] 以下では、本発明の渦電流式発熱装置の実施形態について図面を参照しながら説明する。以下で説明する実施形態は例示であり、本発明は以下の実施形態に限定されず、上述した様々なバリエーションを適用できる。以下の説明では、同様の部分に同一の符号を付して重複する説明を省略する場合がある。

[0048] [第1実施形態]

図1は、第1実施形態の発熱装置の要部を模式的に示す側面図である。図2は、図1の線II-IIにおける横断面図である。図3は、図2の線III-IIIにおける縦断面図である。本明細書において、横断面とは、円筒部材2の中心軸CLに垂直な断面である。縦断面とは、円筒部材2の中心軸CLに沿った断面である。円筒部材2の中心軸CLは、回転軸30の軸心と一致する。

[0049] 図1～図3を参照して、発熱装置1は、円筒部材2と、永久磁石3と、力

バー４と、伝熱管５と、を備える。本実施形態では、円筒部材２は、回転軸３０に支持部材（図示省略）を介して固定されている。回転軸３０は、非回転部である固定の本体（図示省略）に、軸受（図示省略）を介して回転可能に支持されている。

[0050] 図２及び図３を参照して、本実施形態では、円筒部材２の外周面２ａに、複数の棒状の永久磁石３が保持されている。これら複数の磁石３は、円筒部材２の周方向で等間隔に配置されている。各磁石３は、その長手方向が円筒部材２の中心軸ＣＬと平行になるように配置されている。これらの磁石３の磁極（Ｎ極、Ｓ極）は、円筒部材２の径方向に配置されている。周方向で隣接する磁石３同士の磁極は、交互に反転している。

[0051] 図１～図３を参照して、カバー４は円筒部材２に取り付けられている。カバー４は、円筒部材２の外周面２ａ、及びこの外周面２ａに保持された磁石３を包囲する。カバー４と磁石３との間には隙間が設けられている。つまり、カバー４は磁石３と接触していない。

[0052] 本実施形態では、カバー４は、円筒形状を有する第１の隔壁４ａと、第２の隔壁４ｂと、第３の隔壁４ｃと、を含む。第１の隔壁４ａは、磁石３と後述する伝熱管５との間に配置されている。第２の隔壁４ｂ及び第３の隔壁４ｃは、ドーナツ板状の形状を有する。第２の隔壁４ｂは、第１の隔壁４ａの両端のうち的一方端（図３では上側）から延びて円筒部材２に接合されている。第３の隔壁４ｃは、第１の隔壁４ａの両端のうち他方端（図３では下側）から延びて円筒部材２に接合されている。第１の隔壁４ａ、第２の隔壁４ｂ及び第３の隔壁４ｃが、熱伝導性を有する材料からなる。

[0053] 伝熱管５は、全体として円筒形状を有する。本実施形態では、伝熱管５は、円筒部材２の外周面２ａと対向するように配置されている。つまり、伝熱管５は、円筒部材２及びカバー４（第１の隔壁４ａ）の外側に配置され、磁石３と隙間を空けて対向する。なお、伝熱管５はカバー４と接触していない。この伝熱管５は、導電性且つ熱伝導性を有する材料からなる。この伝熱管５は、円筒部材２の中心軸ＣＬ回りにらせん状に熱媒体の流路５ａを形成す

る。

[0054] 本実施形態では、伝熱管 5 は 1 本の角管 15 からなる。この 1 本の角管 15 は、円筒部材 2 の中心軸 C L 回りにらせん状に巻回される。このようにらせん状に巻回された角管 15 により、らせん状の流路 5a が形成される。角管 15 の隣接する部分同士は、接触している。角管 15（伝熱管 5）の磁石 3 側の面と、磁石 3 の伝熱管 5 側の面との間の距離は一定である。なお、伝熱管 5 と磁石 3 との間には、カバー 4 を構成する第 1 の隔壁 4a が配置されている。

[0055] 伝熱管 5 には、入側連結部 6 及び出側連結部 7 が設けられている。入側連結部 6 には入側配管（図示省略）が接続され、出側連結部 7 には出側配管（図示省略）が接続される。入側配管及び入側連結部 6 を通じて、伝熱管 5 に熱媒体が供給される。伝熱管 5 に供給された熱媒体は、伝熱管 5 内のらせん状の流路 5a を一方向に流れ、出側連結部 7 及び出側配管を通じて、伝熱管 5 から排出されて回収される。

[0056] このような構成の本実施形態の発熱装置 1 では、円筒部材 2 が回転軸 30 に固定されている。そのため、回転軸 30 が回転すれば、磁石 3 を保持する円筒部材 2 は、回転軸 30 とともに円筒部材 2 の中心軸 C L 回りに回転する。一方、熱媒体が流れる伝熱管 5 は、磁石 3 を保持する円筒部材 2 の外側に静止している。つまり、円筒部材 2 が伝熱管 5 に対して回転する。これにより、磁石 3 と円筒部材 2 との間に相対的な回転速度差が生じる。

[0057] このとき、磁石 3 からの磁束（磁界）の作用によって、伝熱管 5 の磁石 3 側の面に渦電流が発生する。このように伝熱管 5 そのものに発生した渦電流によって、伝熱管 5 が発熱する。伝熱管 5 で生じた熱は、伝熱管 5 内のらせん状の流路 5a を流れる熱媒体に直に移動して回収される。らせん状の流路 5a を流れる熱媒体の熱容量は小さい。そのため、回転軸 30 の運動エネルギーを熱エネルギーに有効に変換して回収することができる。

[0058] さらに、伝熱管 5 からの輻射熱に対して、磁石 3 はカバー 4 によって隔離されている。そのため、磁石 3 の昇温が抑えられ、磁石 3 の熱減磁を抑制す

ることができる。

[0059] また、本実施形態の発熱装置 1 では、伝熱管 5 からの輻射熱によってカバー 4（特に第 1 の隔壁 4 a）が昇温したとしても、第 1 の隔壁 4 a の熱は、第 2 及び第 3 の隔壁 4 b 及び 4 c に伝播し、さらに円筒部材 2 に伝播する。つまり、カバー 4 に与えられた熱は、カバー 4 に蓄積されることなく、円筒部材 2 に誘導される。そのため、磁石 3 の昇温をより抑えることができる。

[0060] また、本実施形態の発熱装置 1 では、伝熱管 5 が円筒部材 2 の外側で静止している。そのため、伝熱管 5 内の流路 5 a を流れる熱媒体を回収しやすい。

[0061] また、本実施形態の発熱装置 1 では、伝熱管 5 として角管 1 5 が用いられる。この場合、角管 1 5（伝熱管）の磁石 3 側の面と、磁石 3 の伝熱管 5 側の面との間の距離を一定にすることができる。そのため、伝熱管 5 の磁石 3 側の面において、渦電流が広範囲で有効に発生する。したがって、伝熱管 5 で十分な発熱が生じる。

[0062] さらに角管 1 5 の隣接する部分同士が接触しているため、伝熱管 5 全体の表面積が小さい。したがって、伝熱管 5 から外部への放熱が抑えられ、熱回収率が高まる。

[0063] [第 2 実施形態]

図 4 は、第 2 実施形態の発熱装置の要部を模式的に示す側面図である。図 5 A は、図 4 の線 VA-V A における横断面図である。図 5 B は、図 4 の線 VB-V B における横断面図である。図 5 C は、図 4 の線 VC-V C における横断面図である。図 5 D は、図 4 の線 VD-V D における横断面図である。図 5 E は、図 4 の線 VE-V E における横断面図である。図 6 A は、図 5 A 及び図 5 B の線 VIA-V I A における縦断面図である。図 6 B は、図 5 B 及び図 5 C の線 VIB-V I B における縦断面図である。図 6 C は、図 5 C 及び図 5 D の線 VIC-V I C における縦断面図である。図 6 D は、図 5 D 及び図 5 E の線 VID-V I D における縦断面図である。図 6 E は、図 5 E の線 VIE-V I E における縦断面図である。第 2 実施形態の発熱装置 1 は、上記した第 1 実施形態の発熱装置

1を変形したものである。以下、第1実施形態の発熱装置1と重複する構成についての説明は省略する。後述する第3～第7実施形態でも同様とする。

[0064] 図4～図6Eを参照して、第1実施形態と同様に、伝熱管5は、全体として円筒形状を有する。ただし、本実施形態では、伝熱管5は、複数の環状の角管15A、15B、15C及び15Dからなる。ここでは、伝熱管5が4つの環状角管15A、15B、15C及び15Dからなる例を示す。4つの環状角管15A、15B、15C及び15Dは、一列に並べられて順に接合され、全体として円筒形状にされる。つまり、4つの環状角管15A、15B、15C及び15Dは、円筒部材2の中心軸CLに沿って順に積み重なる。説明の便宜上、以下では4つの環状角管15A、15B、15C及び15Dを先頭（図4では上側）から順に、第1の環状角管15A、第2の環状角管15B、第3の環状角管15C、及び第4の環状角管15Dと称する場合がある。

[0065] 図5B～図5Eを参照して、各環状角管15A、15B、15C及び15Dの内部には、仕切り板16a、16b、16c及び16dが設けられている。仕切り板16a、16b、16c及び16dによって、環状に連続する環状角管15A、15B、15C及び15Dの内部の一部が閉ざされる。伝熱管5を円筒部材2の中心軸CLに沿って見たとき、仕切り板16a、16b、16c及び16d同士は、中心軸CL回りに所定のピッチずらされて配置されている。

[0066] 隣り合う第1の環状角管15A及び第2の環状角管15Bには、第1の環状角管15A及び第2の環状角管15Bを貫通する連通穴17aが設けられている（図5B及び図6B参照）。連通穴17aは、仕切り板16a及び仕切り板16bの近傍で、且つ仕切り板16aと仕切り板16bとの間に配置されている。これと同様に、隣り合う第2の環状角管15B及び第3の環状角管15Cには、連通穴17bが設けられている（図5C及び図6C参照）。これと同様に、隣り合う第3の環状角管15C及び第4の環状角管15Dには、連通穴17cが設けられている（図5D及び図6D参照）。伝熱管5

を円筒部材2の中心軸CLに沿って見たとき、連通穴17a、17b及び17c同士は、中心軸CL回りに所定のピッチずらされて配置されている。

[0067] 図5A及び図6Aを参照して、第1の環状角管15Aには、入口18が設けられている。伝熱管5を円筒部材2の中心軸CLに沿って見たとき、入口18と連通穴17aとの間に仕切り板16aが配置されている。図5E及び図6Eを参照して、第4の環状角管15Dには、出口19が設けられている。伝熱管5を円筒部材2の中心軸CLに沿って見たとき、出口19と連通穴17cとの間に仕切り板16dが配置されている。

[0068] 図4を参照して、第1の環状角管15Aの入口18（図6A参照）には、入側連結部6が設けられている。第4の環状角管15Dの出口19（図6E参照）には、出側連結部7が設けられている。

[0069] 入側配管、入側連結部6及び入口18を通じて、第1の環状角管15Aに熱媒体が供給される。第1の環状角管15Aに供給された熱媒体は、第1の環状角管15A内を一方向に流れ、連通穴17aから第2の環状角管15Bに供給される。第2の環状角管15Bに供給された熱媒体は、第2の環状角管15B内を一方向に流れ、連通穴17bから第3の環状角管15Cに供給される。第3の環状角管15Cに供給された熱媒体は、第3の環状角管15C内を一方向に流れ、連通穴17cから第4の環状角管15Dに供給される。第4の環状角管15Dに供給された熱媒体は、第4の環状角管15D内を一方向に流れ、出口19、出側連結部7及び出側配管を通じて、第4の環状角管15Dから排出されて回収される。

[0070] このように複数の環状角管15A、15B、15C及び15Dで構成された伝熱管5により、らせん状の流路5aが形成される。したがって、本実施形態の発熱装置1でも、第1実施形態と同様の効果を奏する。また、本実施形態の場合も、伝熱管5全体の表面積が小さい。隣り合う環状角管15A、15B、15C及び15Dが接合されているからである。したがって、伝熱管5から外部への放熱が抑えられ、熱回収率が高まる。特に、本実施形態の場合、らせん状の流路5aは、各連通穴17a、17b及び17cの付近で

折れ曲がっている。このため、熱媒体が流路 5 a を流れるとき、各連通穴 17 a、17 b 及び 17 c の付近で圧力損失が生じる。圧力損失が生じた部分では、伝熱管 5 から熱媒体への熱の移動が促進する。したがって、熱回収率がより高まる。

[0071] [第 3 実施形態]

図 7 は、第 3 実施形態の発熱装置の要部を模式的に示す縦断面図である。第 3 実施形態の発熱装置 1 は、上記した第 1 及び第 2 実施形態の発熱装置 1 を変形したものである。

[0072] 本実施形態では、カバー 4 を構成する第 2 の隔壁 4 b の外面に、放熱フィン 8 b が設けられている。放熱フィン 8 b の数は、1 つでもよいし、複数でもよい。放熱フィン 8 b は、第 2 の隔壁 4 b の全域にわたって設けられてもよいし、第 2 の隔壁 4 b の一部の領域に設けられてもよい。これと同様に、第 3 の隔壁 4 c の外面に、放熱フィン 8 c が設けられている。

[0073] 本実施形態の発熱装置 1 では、カバー 4 が昇温したとしても、第 2 の隔壁 4 b に伝播した熱は、放熱フィン 8 b を通じてカバー 4 の外部に放出される。第 3 の隔壁 4 c に伝播した熱は、放熱フィン 8 c を通じてカバー 4 の外部に放出される。つまり、カバー 4 に与えられた熱はカバー 4 に蓄積されることなく、さらに円筒部材 2 に伝わる熱も少ない。そのため、磁石 3 の昇温をより抑えることができる。

[0074] なお、放熱フィン 8 は、第 2 の隔壁及び第 3 の隔壁の少なくとも一方の隔壁に設けられればよい。もっとも、カバーの放熱特性を高める観点からは、第 2 の隔壁及び第 3 の隔壁の両方に放熱フィンが設けられることが好ましい。

[0075] [第 4 実施形態]

図 8 は、第 4 実施形態の発熱装置の要部を模式的に示す縦断面図である。第 4 実施形態の発熱装置 1 は、上記した第 1 及び第 2 実施形態の発熱装置 1 を変形したものである。

[0076] 本実施形態では、カバー 4 を構成する第 2 の隔壁 4 b が起伏している。具体的には、第 2 の隔壁 4 b が波形に起伏している。第 2 の隔壁 4 b の全域が

起伏していてもよいし、その一部の領域が起伏していてもよい。これと同様に、第3の隔壁4 cが起伏している。

[0077] 本実施形態の発熱装置1では、カバー4が昇温したとしても、第2の隔壁4 bに伝播した熱は、第2の隔壁4 b自身からカバー4の外部に放出される。第3の隔壁4 cに伝播した熱は、第3の隔壁4 c自身からカバー4の外部に放出される。つまり、カバー4に与えられた熱はカバー4に蓄積されることなく、さらに円筒部材2に伝わる熱も少ない。そのため、磁石3の昇温をより抑えることができる。

[0078] なお、第2の隔壁及び第3の隔壁の少なくとも一方の隔壁が起伏していればよい。もっとも、カバーの放熱特性を高める観点からは、第2の隔壁及び第3の隔壁の両方が起伏していることが好ましい。

[0079] [第5実施形態]

図9は、第5実施形態の発熱装置の要部を模式的に示す縦断面図である。第5実施形態の発熱装置1は、上記した第1～第4実施形態の発熱装置1を変形したものである。

[0080] 本実施形態の発熱装置1は、さらに、断熱カバー10を備える。断熱カバー10は、伝熱管5のうち、円筒部材2の外周面2 aと対向する領域を除いて、伝熱管5を包囲する。つまり、断熱カバー10は、伝熱管5の磁石3側の面を除いて、伝熱管5を包囲する。

[0081] 本実施形態の発熱装置1では、断熱カバー10によって、伝熱管5から外部への放熱が遮断される。そのため、熱回収率が高まる。

[0082] [第6実施形態]

図10は、第6実施形態の発熱装置の要部を模式的に示す縦断面図である。第6実施形態の発熱装置1は、上記した第1～第5実施形態の発熱装置1を変形したものである。

[0083] 本実施形態では、カバー4を構成する第1の隔壁4 a、第2の隔壁4 b及び第3の隔壁4 cが非磁性材料からなる。さらに、第1の隔壁4 aの外面に磁性材料からなる層9が設けられている。つまり、磁性材料からなる層9が

磁石 3 と伝熱管 5 との間の第 1 の隔壁 4 a に設けられている。磁性材料からなる層 9 は、磁性材料の板を第 1 の隔壁 4 a に張り付けることによって形成することができる。

[0084] 本実施形態の発熱装置 1 では、カバー 4 が非磁性材料からなるため、カバー 4 は磁石 3 からの磁束に影響を与えない。そのため、伝熱管 5 で十分な発熱が生じる。

[0085] さらに、磁性材料からなる層 9 が磁石 3 と伝熱管 5 との間に設けられているため、磁石 3 からの磁束は、上記の層 9 に導かれ、さらに伝熱管 5 に導かれる。つまり、磁石 3 からの磁束は伝熱管 5 に向けて誘導される。そのため、伝熱管 5 でより十分な発熱が生じる。

[0086] [第 7 実施形態]

図 1 1 は、第 7 実施形態の発熱装置の要部を模式的に示す縦断面図である。第 7 実施形態の発熱装置 1 は、上記した第 1 ～第 5 実施形態の発熱装置 1 を変形したものである。

[0087] 本実施形態では、カバー 4 を構成する第 1 の隔壁 4 a が磁性材料からなる。一方、第 2 の隔壁 4 b 及び第 3 の隔壁 4 c が非磁性材料からなる。

[0088] 本実施形態の発熱装置 1 では、第 2 及び第 3 の隔壁 4 b 及び 4 c が非磁性材料からなるため、第 2 及び第 3 の隔壁 4 b 及び 4 c は磁石 3 からの磁束に影響を与えない。一方、磁石 3 と伝熱管 5 との間に存在する第 1 の隔壁 4 a が磁性材料からなるため、磁石 3 からの磁束は、第 1 の隔壁 4 a に導かれ、さらに伝熱管 5 に導かれる。つまり、磁石 3 からの磁束は伝熱管 5 に向けて誘導される。したがって、伝熱管 5 でより十分な発熱が生じる。

[0089] その他、本発明は上記の実施形態に限定されず、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、種々の変更が可能であることは言うまでもない。例えば、上記の実施形態では、永久磁石が円筒部材の外周面に保持され、伝熱管が円筒部材の外周面と対向するように配置され、さらに円筒部材が回転軸に固定されている。この場合、伝熱管が円筒部材の外側で静止し、円筒部材が伝熱管の内側で回転する。

[0090] これに対し、永久磁石が円筒部材の外周面に保持され、伝熱管が円筒部材の外周面と対向するように配置され、さらに伝熱管が回転軸に固定されていてもよい。この場合、円筒部材が伝熱管の内側で静止し、伝熱管が円筒部材の外側で回転する。

[0091] また、永久磁石が円筒部材の内周面に保持され、伝熱管が円筒部材の内周面と対向するように配置され、さらに円筒部材が回転軸に固定されていてもよい。この場合、伝熱管が円筒部材の内側で静止し、円筒部材が伝熱管の外側で回転する。

[0092] また、永久磁石が円筒部材の内周面に保持され、伝熱管が円筒部材の内周面と対向するように配置され、さらに伝熱管が回転軸に固定されていてもよい。この場合、円筒部材が伝熱管の外側で静止し、伝熱管が円筒部材の内側で回転する。

産業上の利用可能性

[0093] 本発明は、渦電流式発熱装置に有効に利用できる。

符号の説明

- [0094]
- 1 発熱装置
 - 2 円筒部材
 - 2 a 外周面
 - 3 永久磁石
 - 4 カバー
 - 4 a 第1の隔壁
 - 4 b 第2の隔壁
 - 4 c 第3の隔壁
 - 5 伝熱管
 - 5 a 流路
 - 6 入側連結部
 - 7 出側連結部
 - 8 b、8 c 放熱フィン

10 断熱カバー

15、15A、15B、15C、15D 角管

16a、16b、16c、16d 仕切り板

17a、17b、17c 連通穴

18 入口

19 出口

30 回転軸

CL 中心軸

請求の範囲

- [請求項1] 回転する回転軸の運動エネルギーを熱エネルギーに変換する渦電流式発熱装置であって、
- 円筒部材と、
- 前記円筒部材の外周面及び内周面のいずれか一方の周面に保持された永久磁石と、
- 前記円筒部材に保持された前記永久磁石を包囲するように前記円筒部材に取り付けられたカバーと、
- 前記円筒部材の前記外周面及び前記内周面のうちの前記一方の周面と対向するように配置された、導電性且つ熱伝導性を有する材料からなる伝熱管であって、前記円筒部材の中心軸回りにらせん状に熱媒体の流路を形成する前記伝熱管と、を備え、
- 前記円筒部材及び前記伝熱管のいずれか一方が前記回転軸に固定されて、前記円筒部材及び前記伝熱管のいずれか他方に対して前記円筒部材の中心軸回りに回転する、渦電流式発熱装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の渦電流式発熱装置であって、
- 前記永久磁石が前記円筒部材の前記外周面に保持され、
- 前記伝熱管が前記円筒部材の前記外周面と対向するように配置され、
- 前記円筒部材が前記回転軸に固定されて、前記伝熱管に対して前記円筒部材の前記中心軸回りに回転する、渦電流式発熱装置。
- [請求項3] 請求項1又は2に記載の渦電流式発熱装置であって、
- 前記伝熱管が角管である、渦電流式発熱装置。
- [請求項4] 請求項1又は2に記載の渦電流式発熱装置であって、
- 前記伝熱管は、らせん状に巻回された1本の角管から構成される、渦電流式発熱装置。
- [請求項5] 請求項1又は2に記載の渦電流式発熱装置であって、
- 前記伝熱管は、前記円筒部材の前記中心軸に沿って順に積み重ねら

れた複数の環状の角管から構成され、前記環状の角管それぞれの内部に仕切り板が設けられ、隣り合う前記環状の角管同士には前記仕切り板の近傍に連通穴が設けられている、渦電流式発熱装置。

[請求項6] 請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の渦電流式発熱装置であって、

前記カバーは、前記永久磁石と前記伝熱管との間に配置された、円筒形状を有する第 1 の隔壁と、前記第 1 の隔壁の両端のうちの一方端から延びて前記円筒部材に接合された第 2 の隔壁と、前記第 1 の隔壁の両端のうちの他方端から延びて前記円筒部材に接合された第 3 の隔壁と、を含み、

前記第 1 の隔壁、前記第 2 の隔壁及び前記第 3 の隔壁が、熱伝導性を有する材料からなる、渦電流式発熱装置。

[請求項7] 請求項 6 に記載の渦電流式発熱装置であって、

前記第 2 の隔壁及び前記第 3 の隔壁の少なくとも一方の隔壁に放熱フィンが設けられている、渦電流式発熱装置。

[請求項8] 請求項 6 に記載の渦電流式発熱装置であって、

前記第 2 の隔壁及び前記第 3 の隔壁の少なくとも一方の隔壁が起伏している、渦電流式発熱装置。

[請求項9] 請求項 6 から 8 のいずれか 1 項に記載の渦電流式発熱装置であって、

前記第 1 の隔壁、前記第 2 の隔壁及び前記第 3 の隔壁が非磁性材料からなる、渦電流式発熱装置。

[請求項10] 請求項 9 に記載の渦電流式発熱装置であって、

前記第 1 の隔壁の外面に磁性材料からなる層が設けられている、渦電流式発熱装置。

[請求項11] 請求項 6 から 8 のいずれか 1 項に記載の渦電流式発熱装置であって、

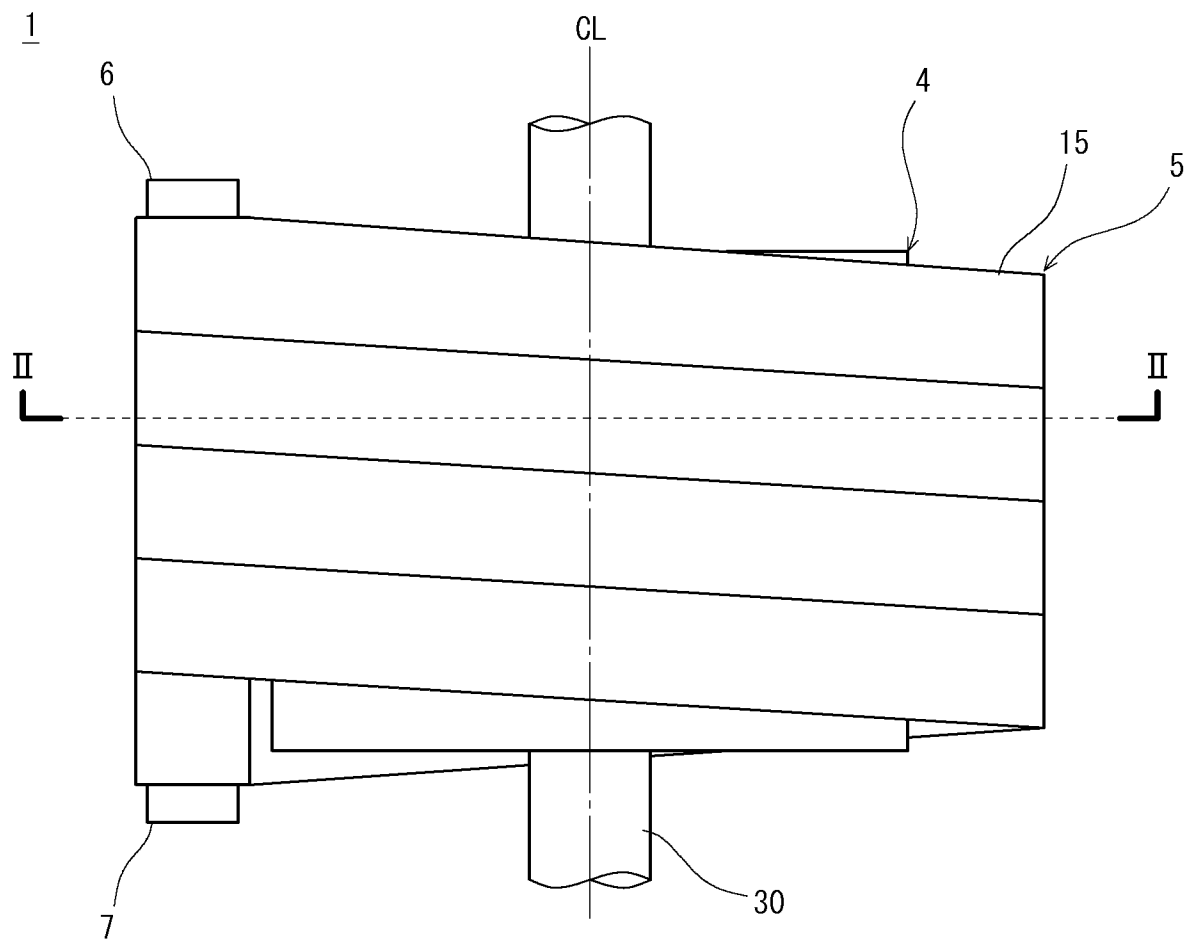
前記第 1 の隔壁が磁性材料からなり、前記第 2 の隔壁及び前記第 3

の隔壁が非磁性材料からなる、渦電流式発熱装置。

[請求項12] 請求項1から11のいずれか1項に記載の渦電流式発熱装置であって、

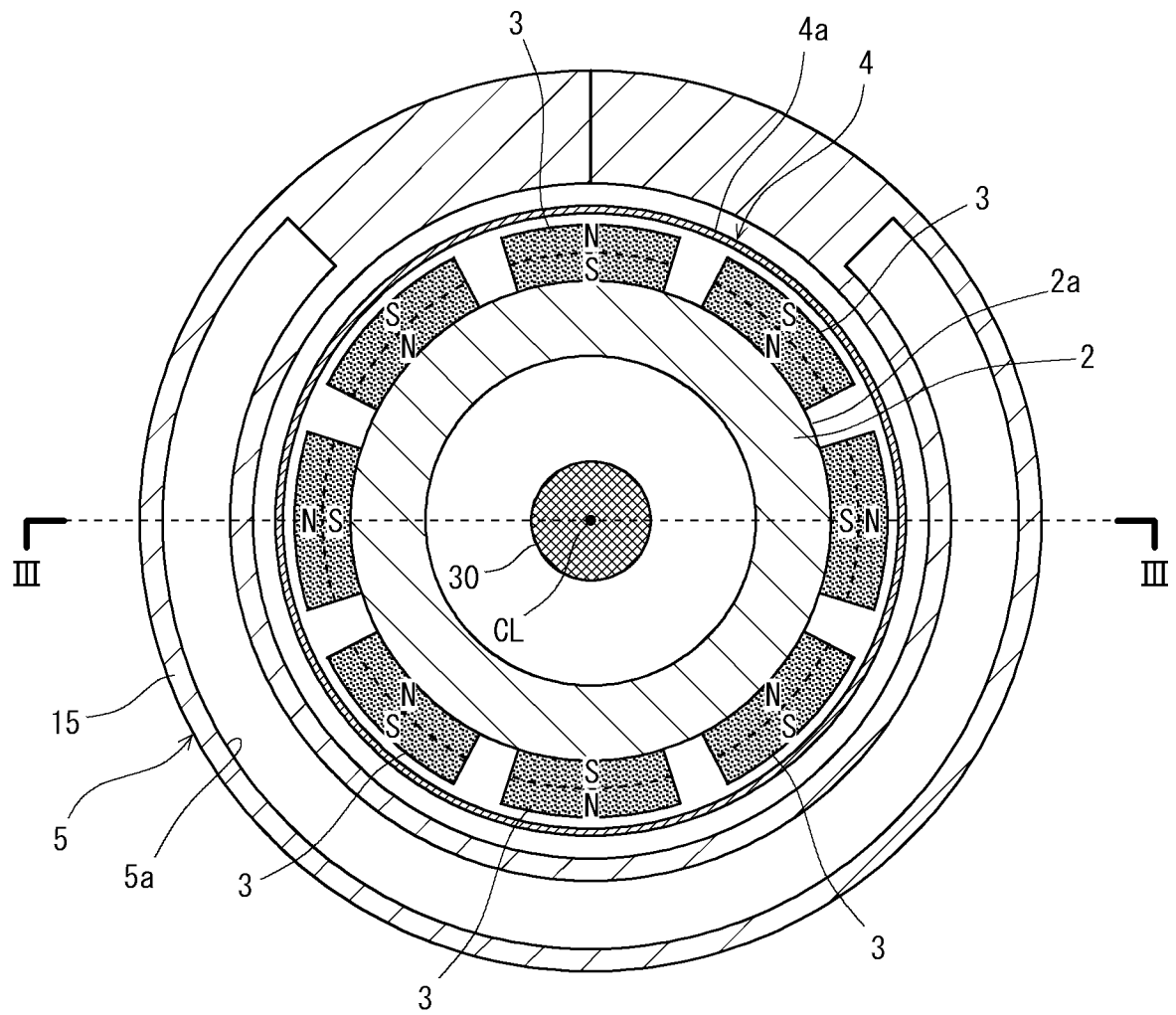
さらに、前記伝熱管のうち、前記円筒部材の前記外周面及び前記内周面のうちの前記一方の周面と対向する領域を除いて、前記伝熱管を包囲する断熱カバーを備える、渦電流式発熱装置。

[図1]
FIG.1

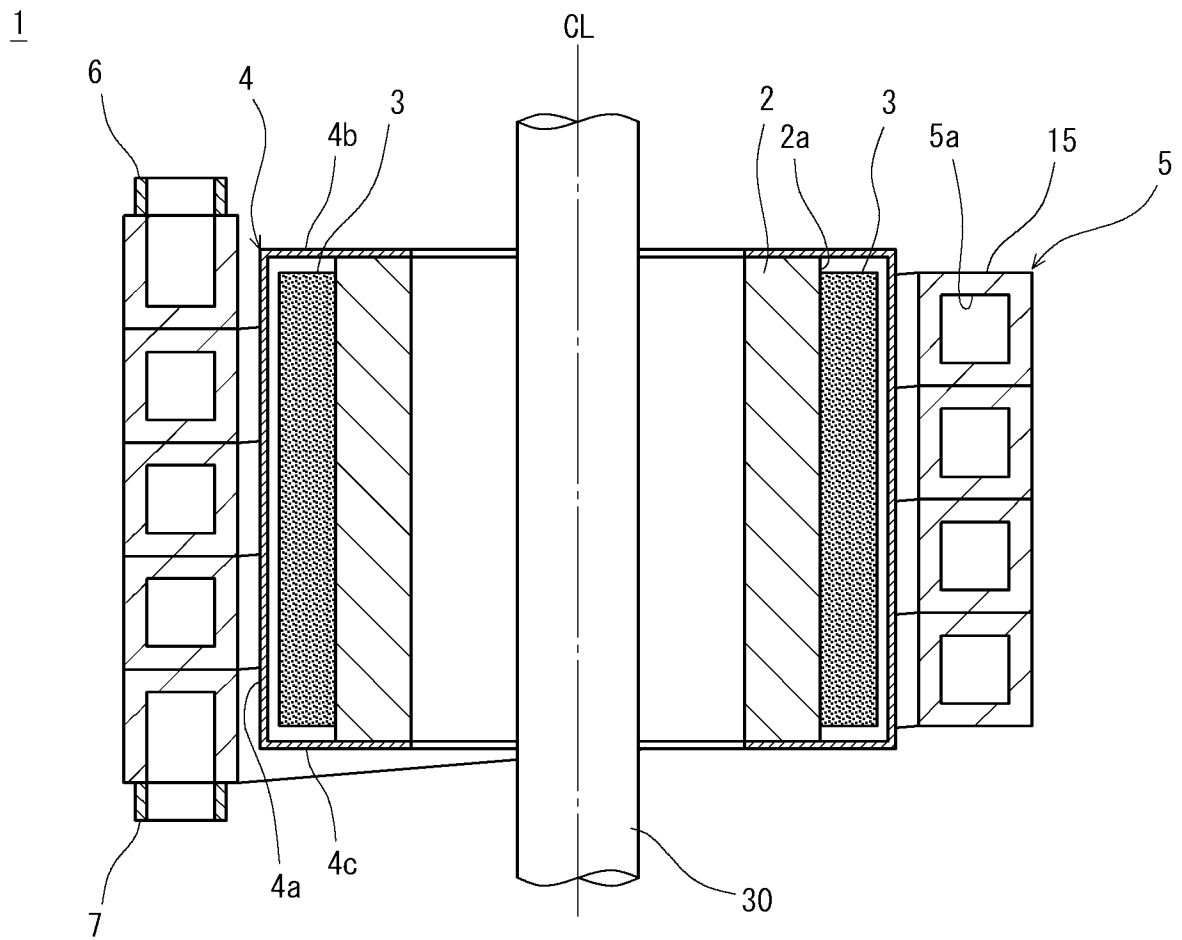


[図2]
FIG.2

1

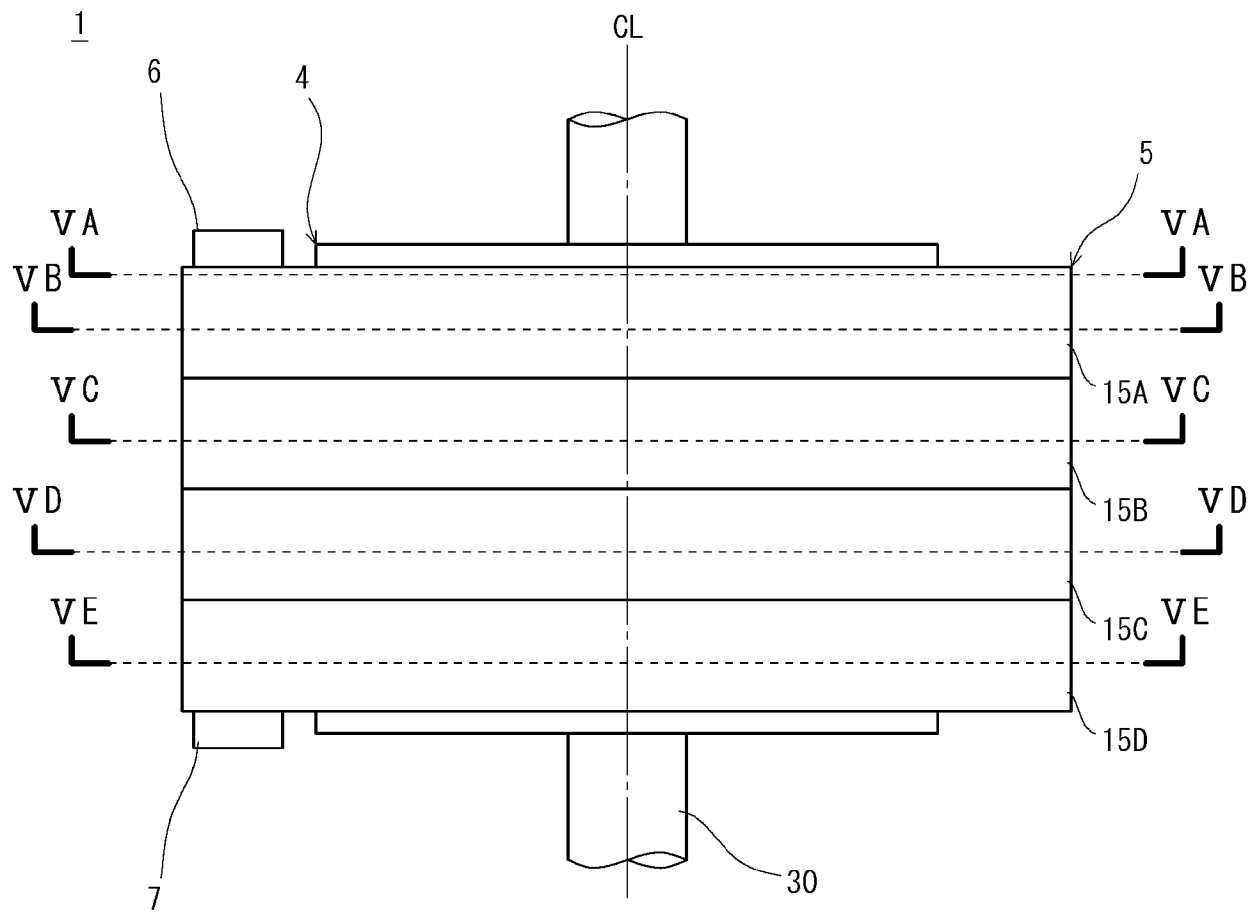


[図3]
FIG.3



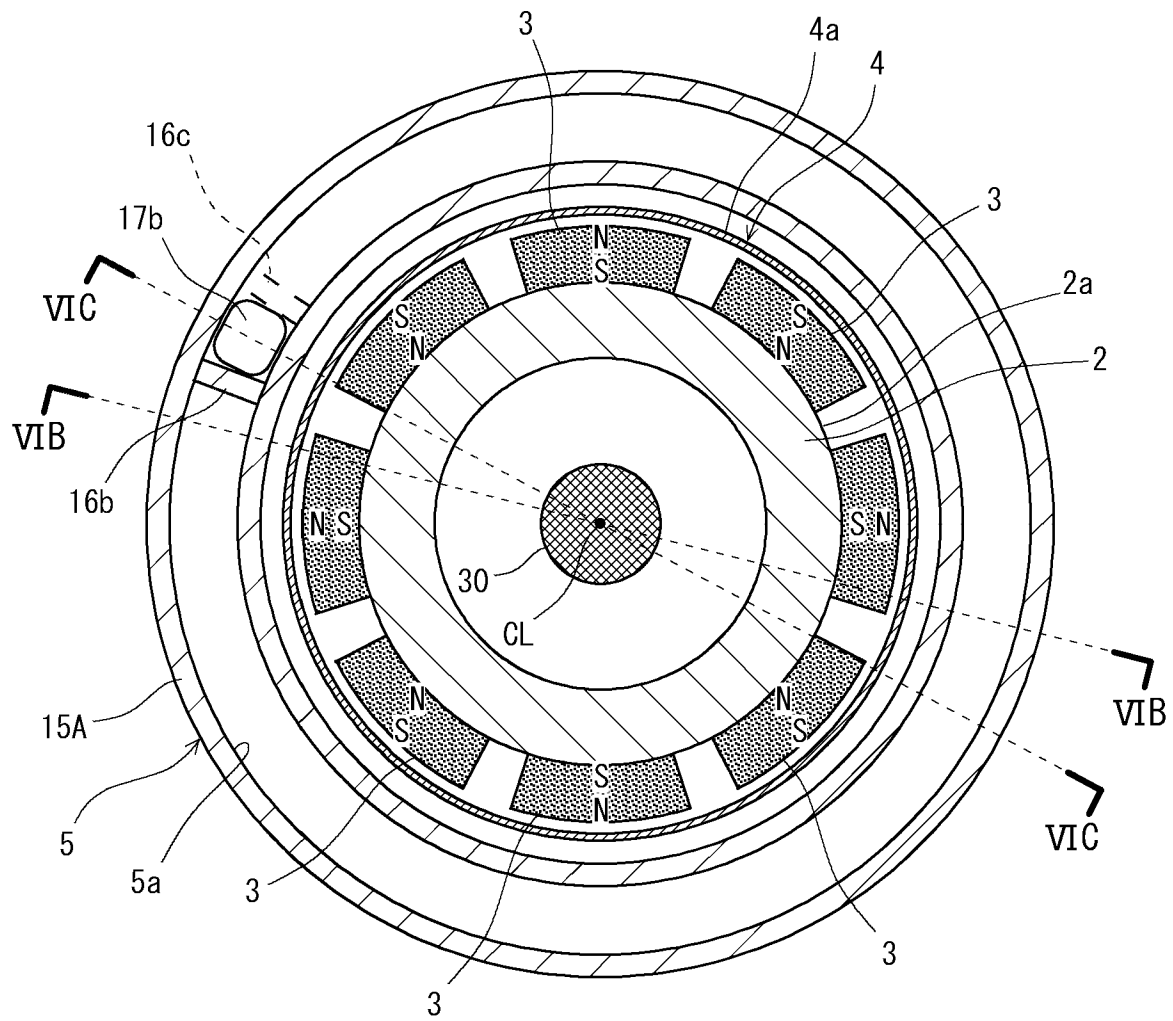
[図4]

FIG.4



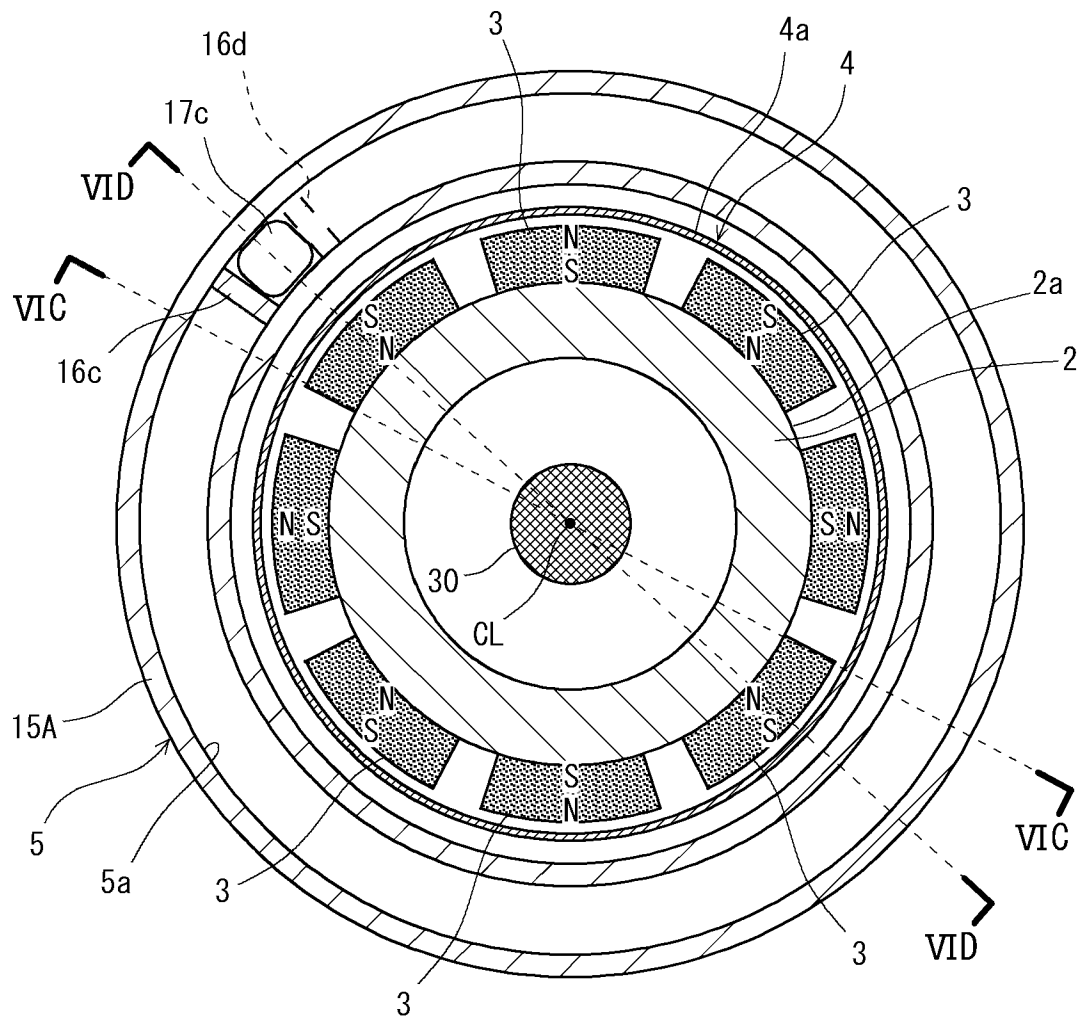
[図5C]
FIG.5C

1



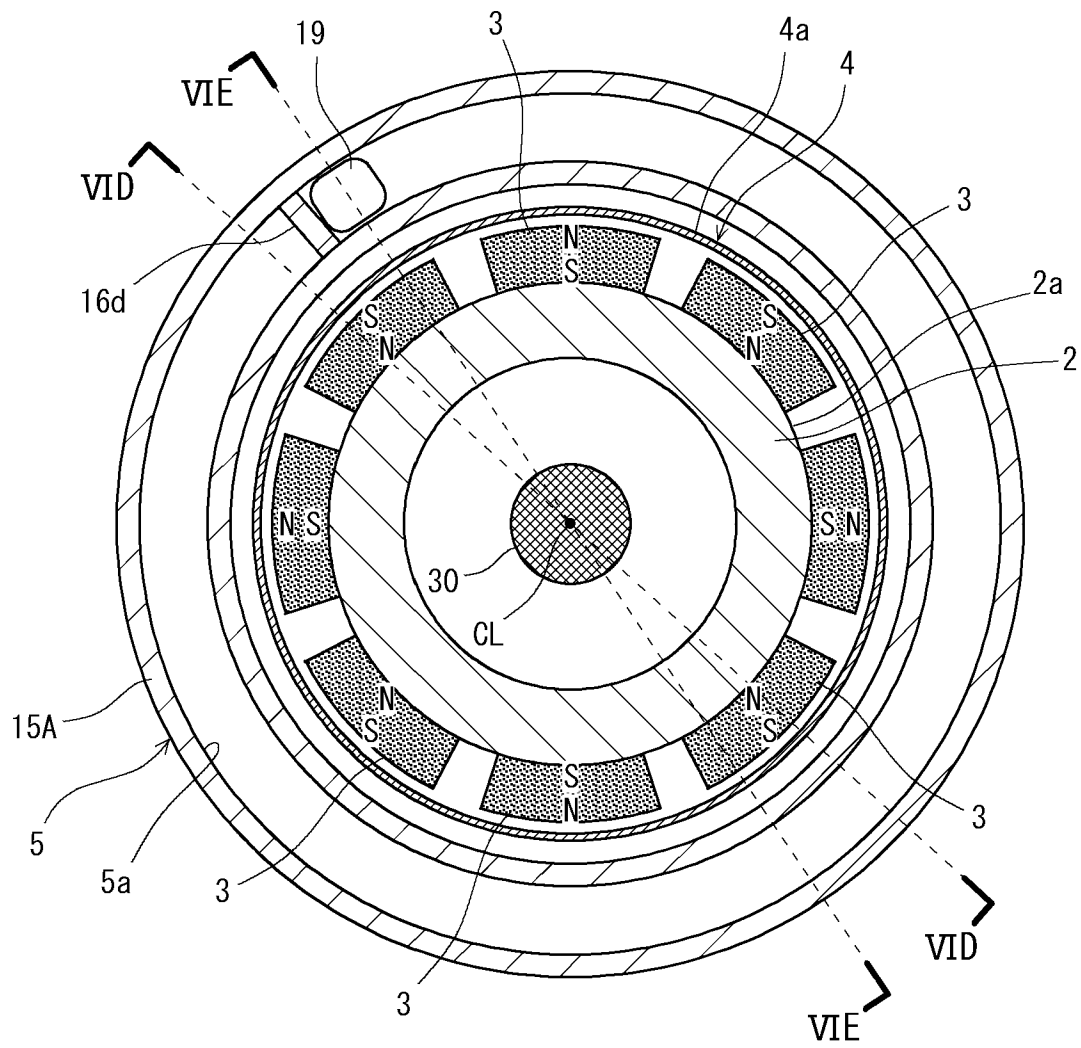
[図5D]
FIG.5D

1



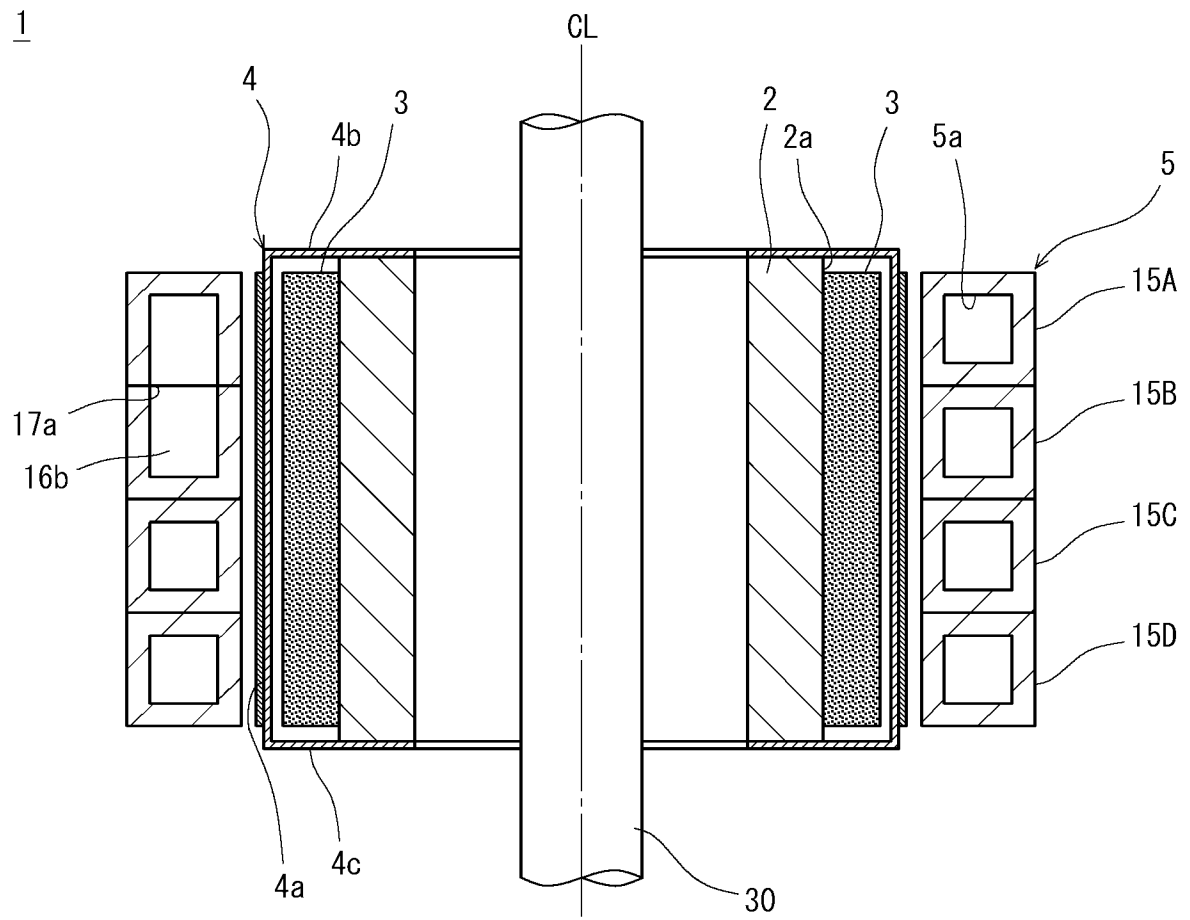
[図5E]
FIG.5E

1

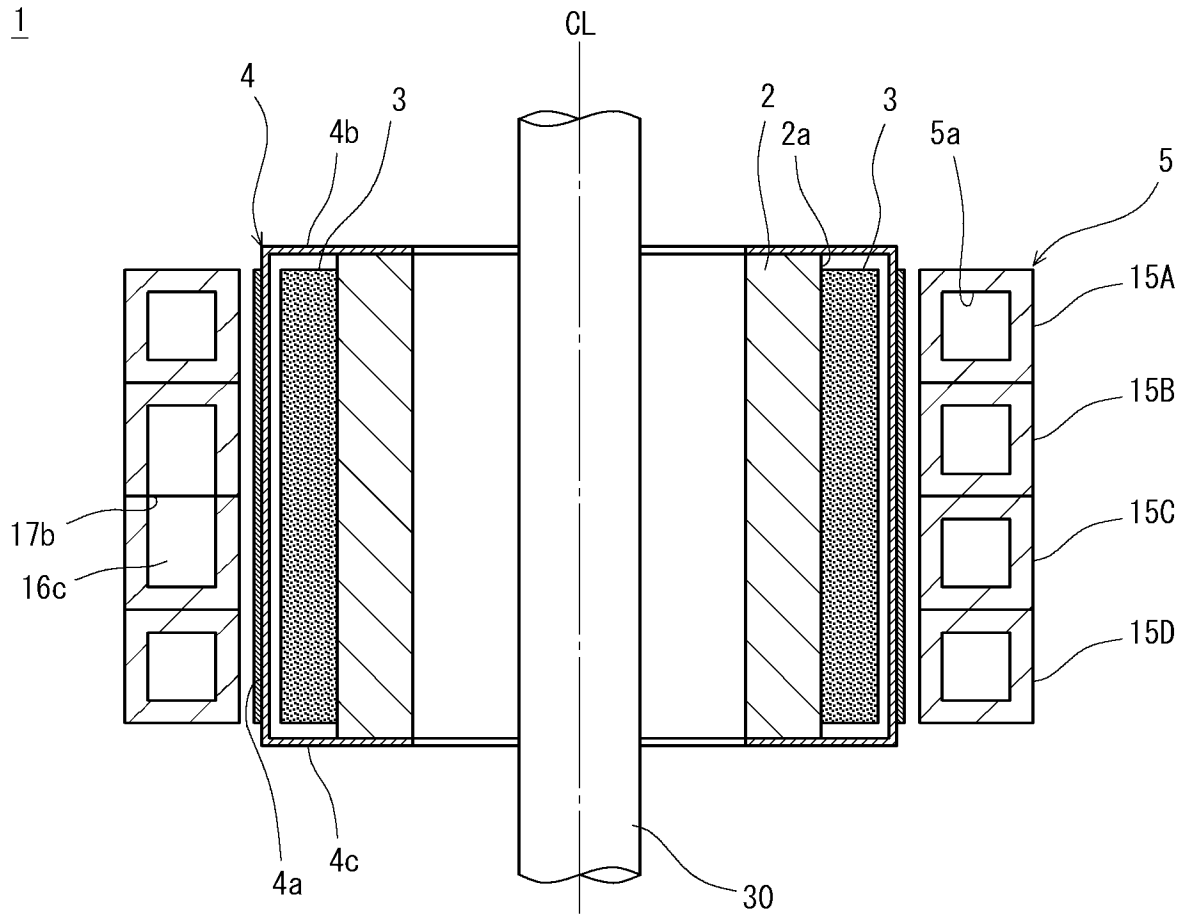


[図6B]

FIG.6B

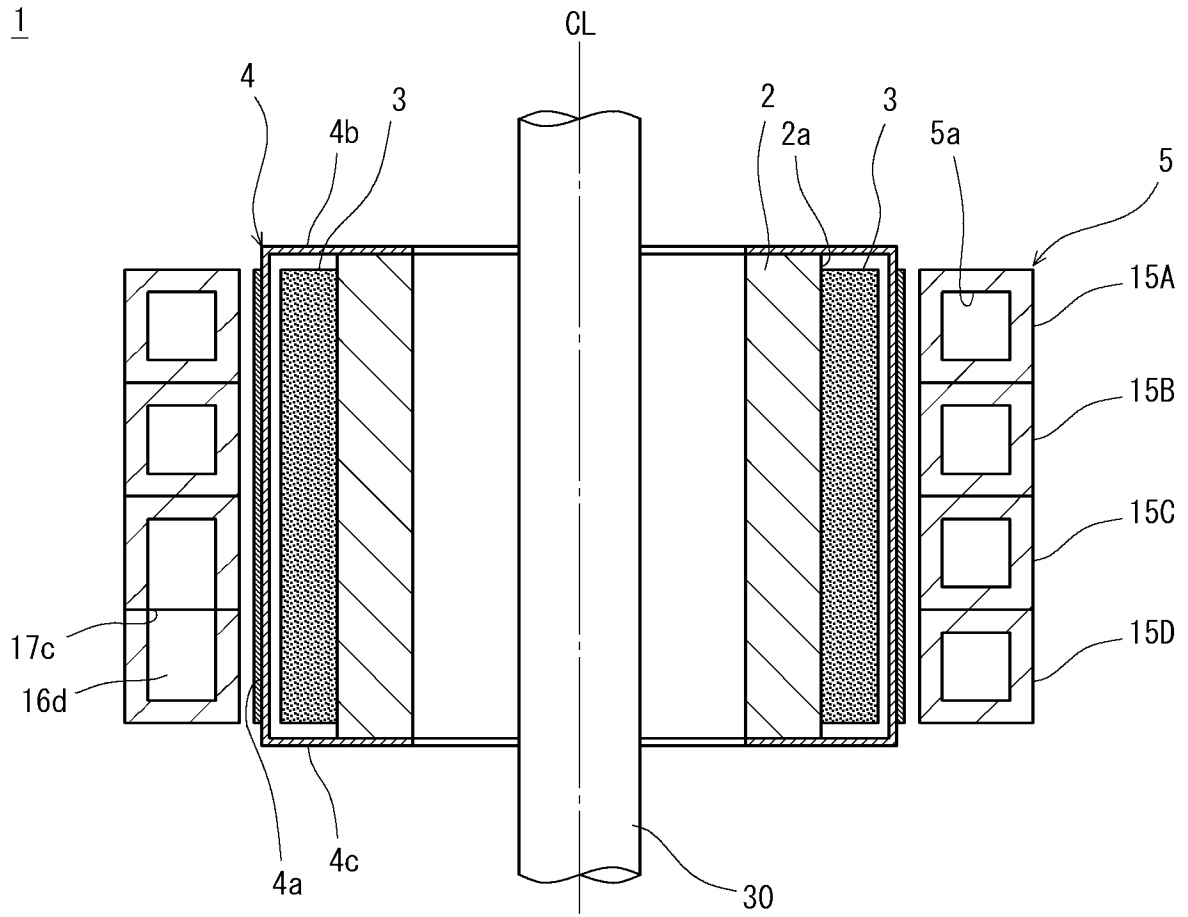


[図6C]
FIG.6C



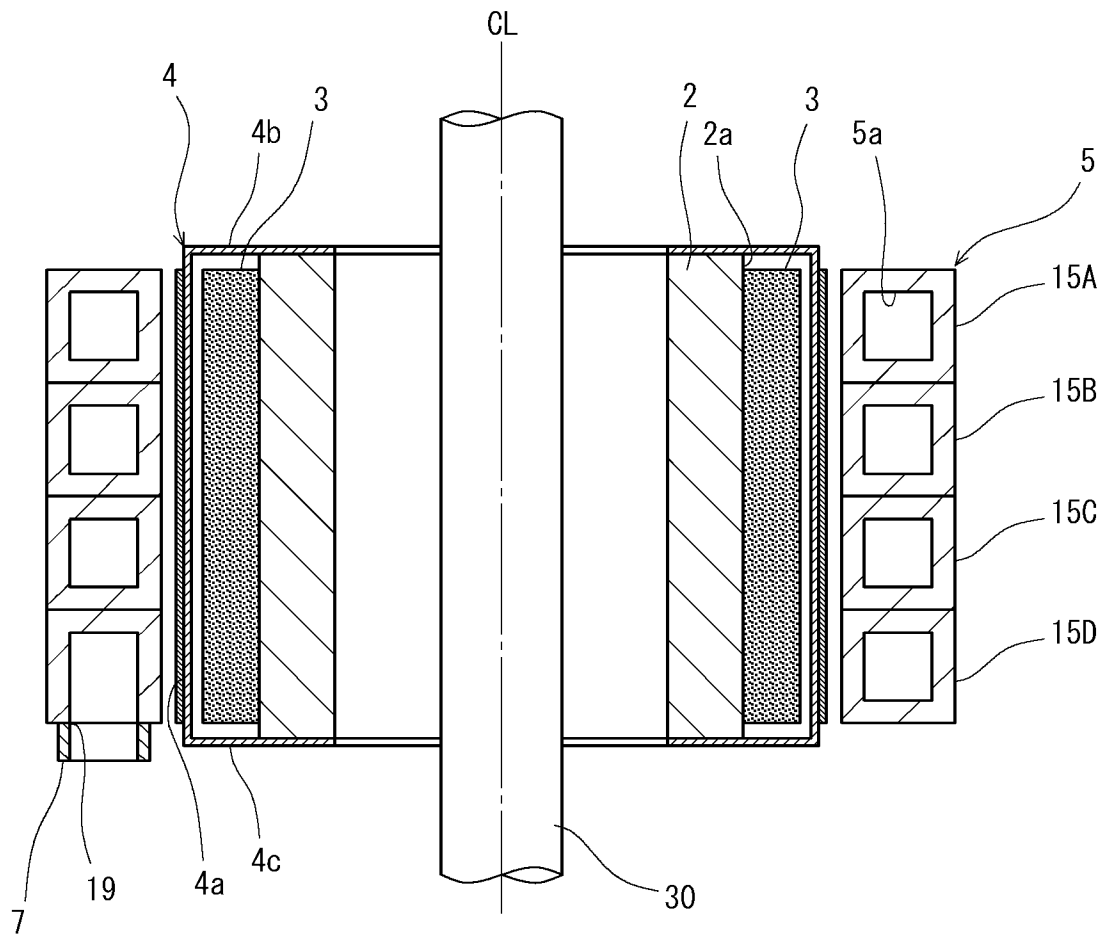
[図6D]

FIG.6D

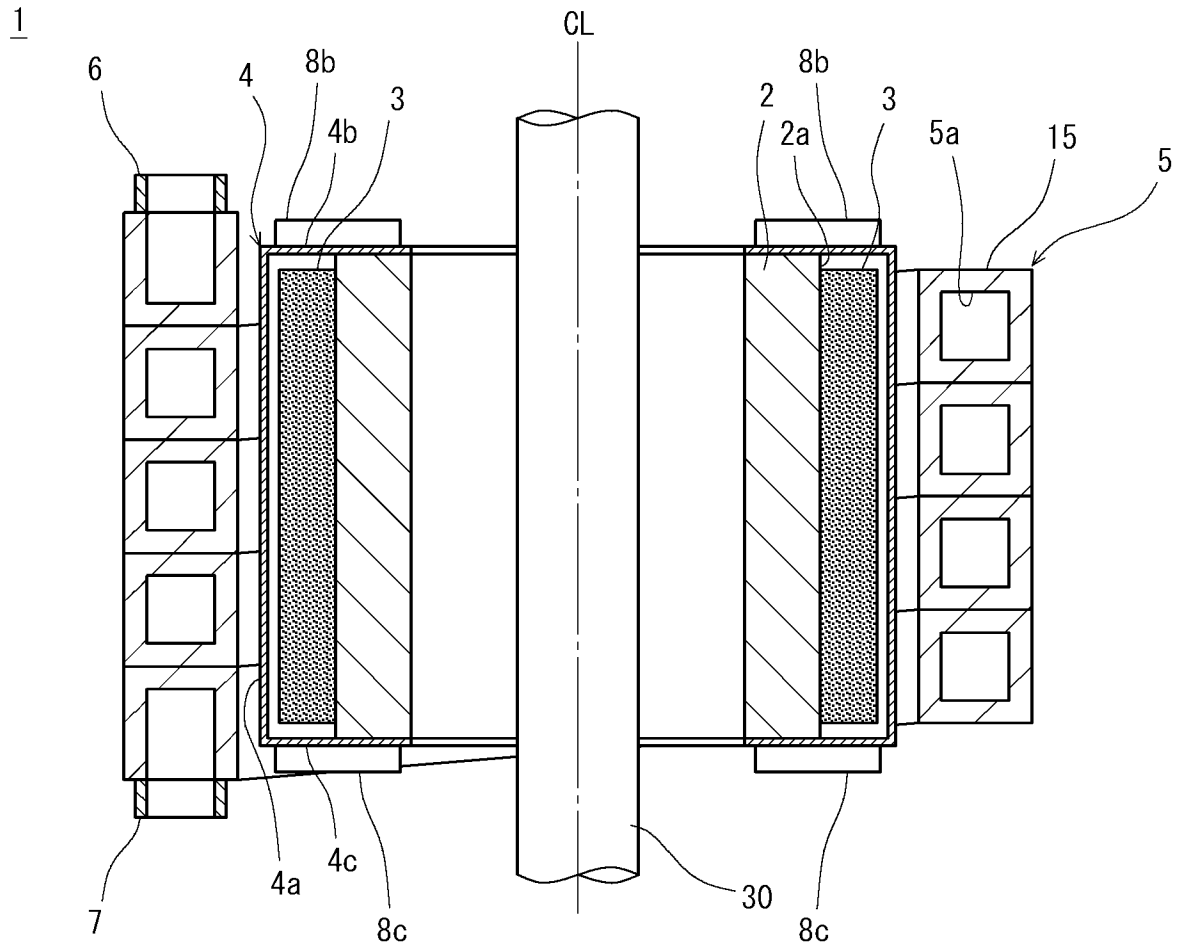


[図6E]

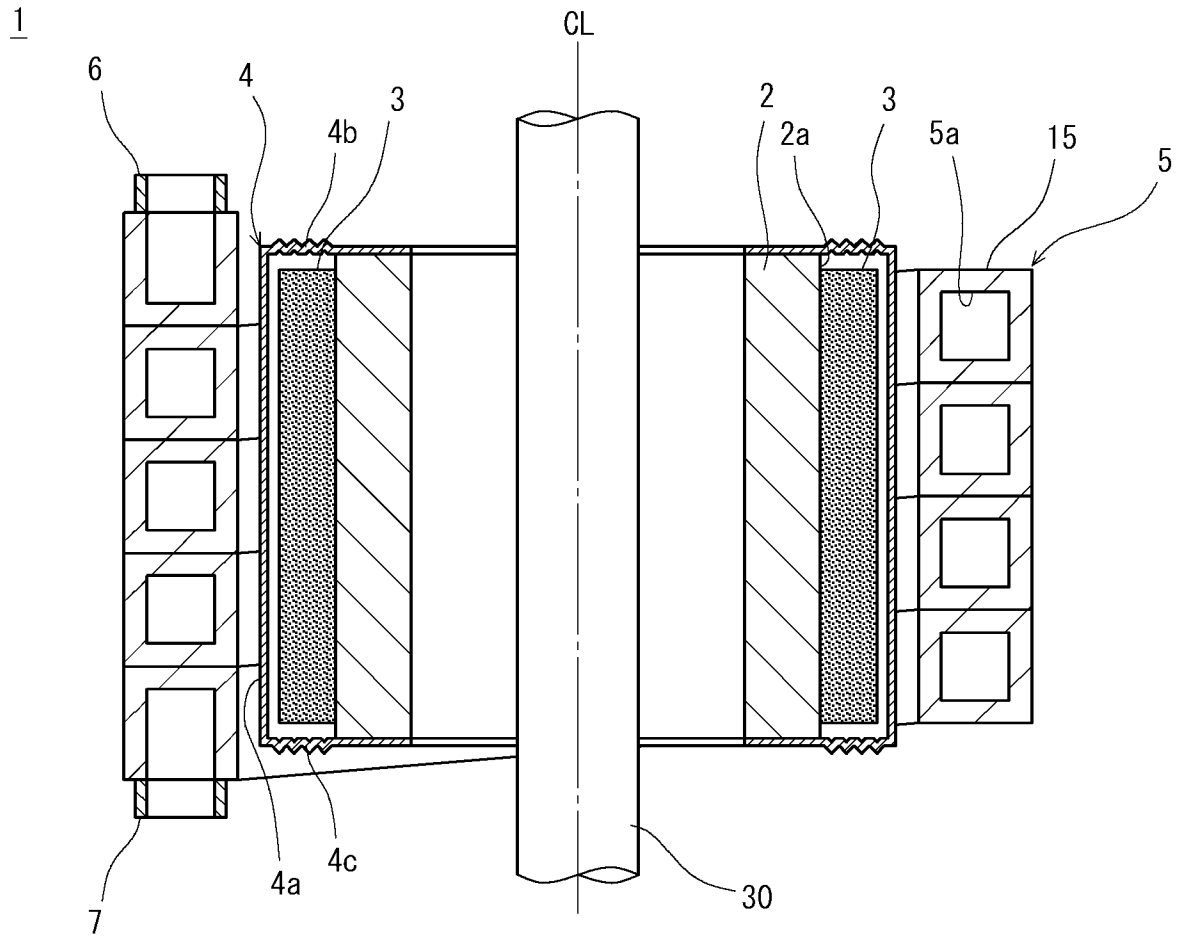
FIG.6E

1

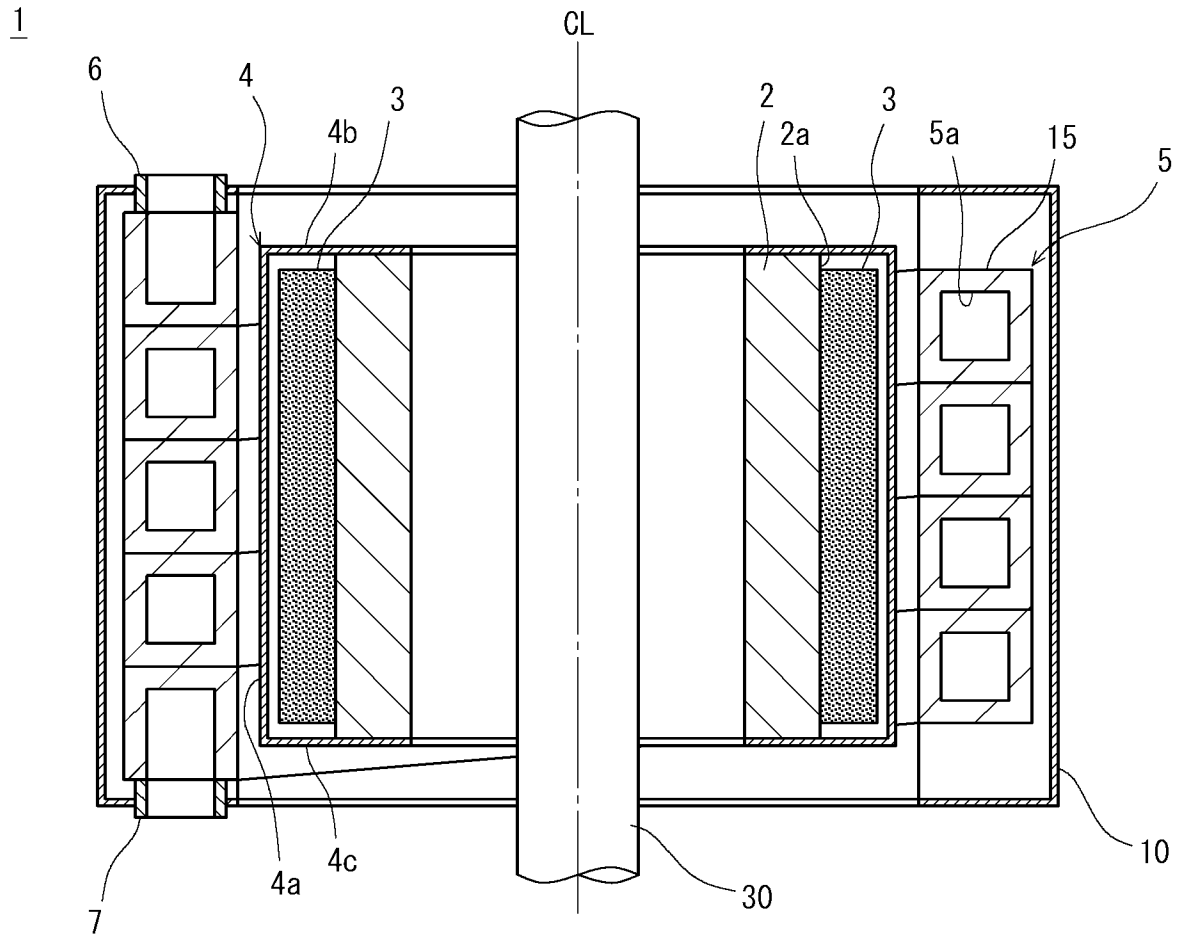
[図7]
FIG.7



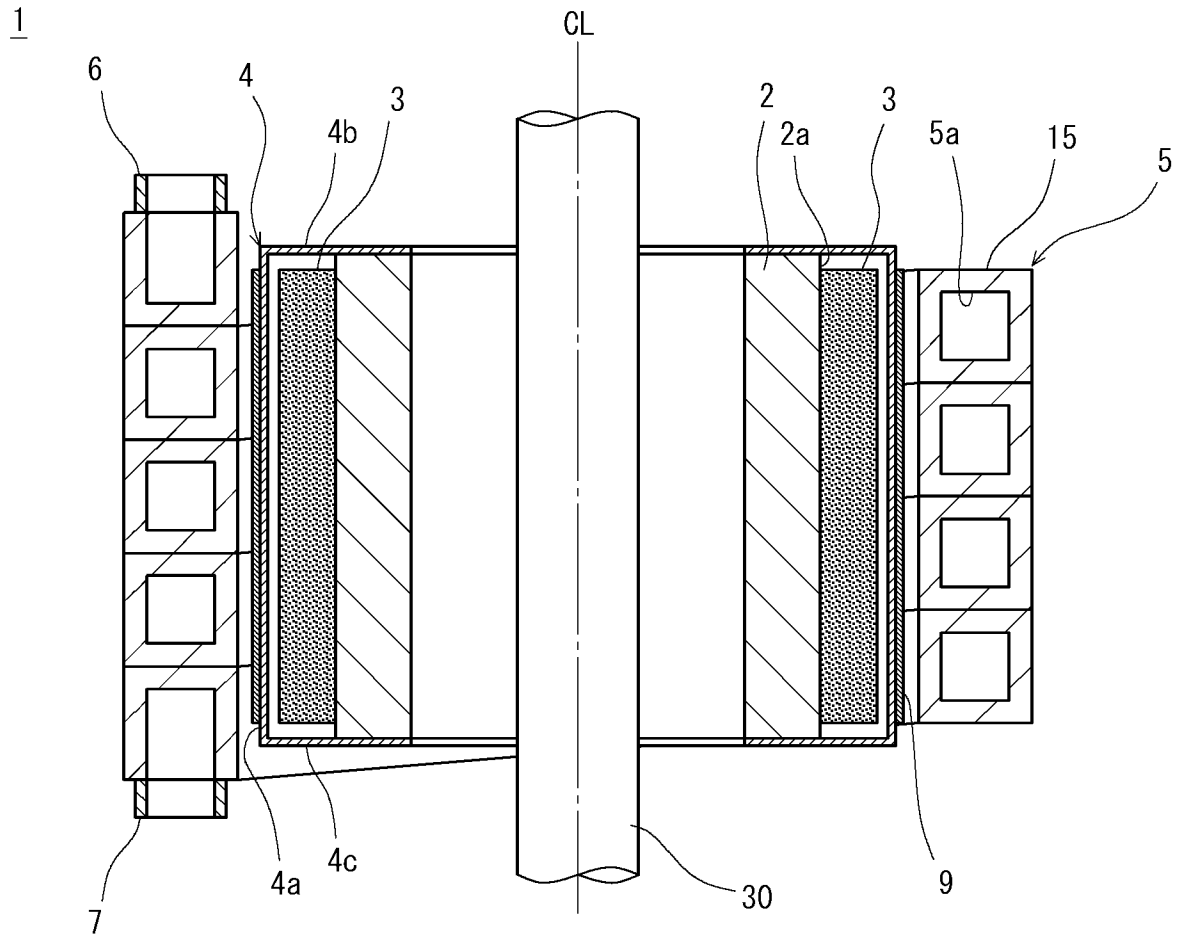
[図8]
FIG.8



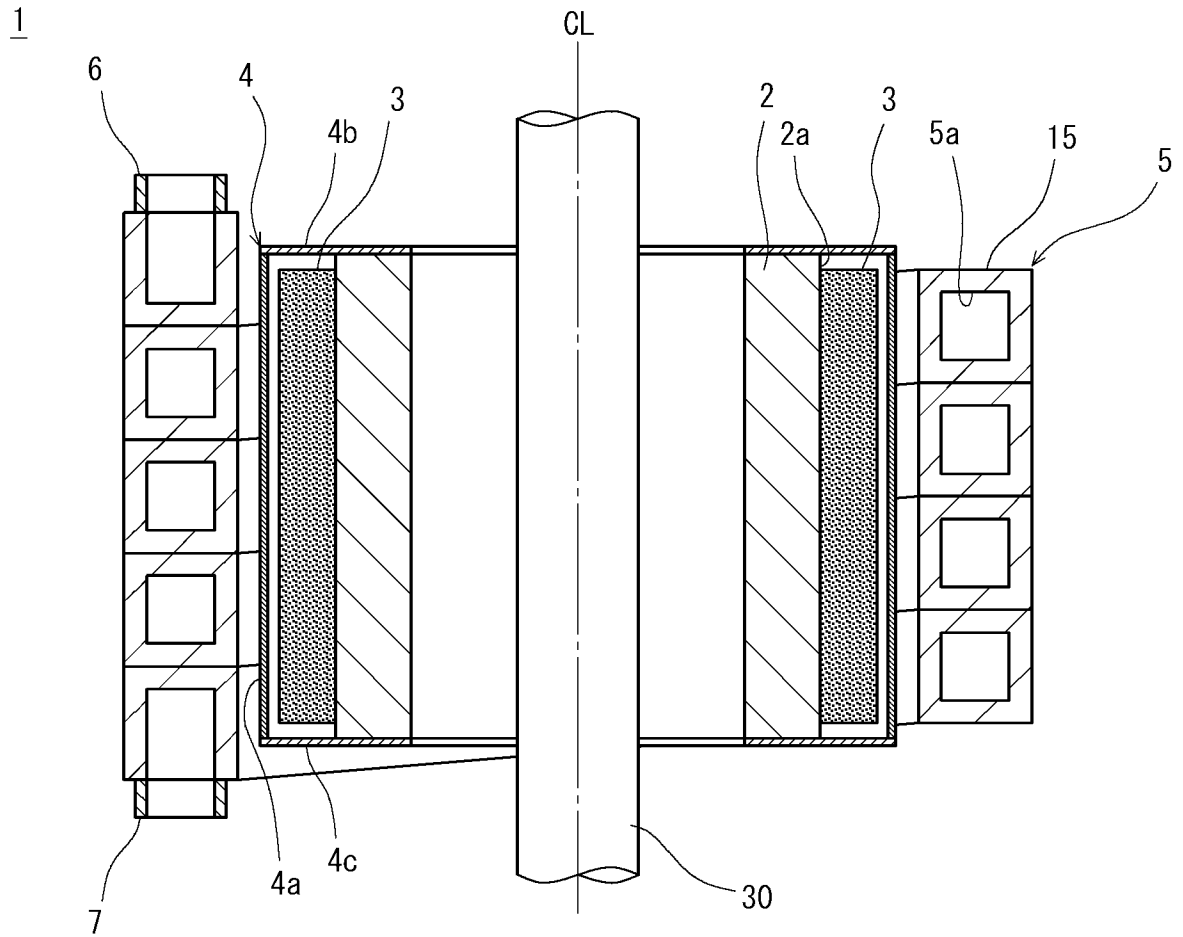
[図9]
FIG.9



[図10]
FIG.10



[図11]
FIG.11



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/000204

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K 49/10 (2006.01) i; H05B 6/02 (2006.01) i
FI: H05B6/02 A; H02K49/10 A

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)

H02K49/10; H05B6/02

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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 10-503617 A (ENVIRO EC AG) 31.03.1998 (1998-03-31) page 5, line 20 to page 7, line 27, fig. 1-2	1-5 6, 9-12 7-8
Y	JP 2017-139134 A (NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION) 10.08.2017 (2017-08-10) paragraphs [0071]-[0072], fig. 4	6, 9-12
Y	JP 2004-72851 A (SUMITOMO METAL INDUSTRIES, LTD.) 04.03.2004 (2004-03-04) paragraph [0020], fig. 1	10-12
A	JP 2017-10698 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 12.01.2017 (2017-01-12) entire text, all drawings	1-12



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

"I" 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

05 March 2020 (05.03.2020)

Date of mailing of the international search report

17 March 2020 (17.03.2020)

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
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/000204

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 10-503617 A	31 Mar. 1998	WO 1996/029845 A1 EP 760198 A1 CN 1153591 A KR 10-1997-0703693 A	
JP 2017-139134 A	10 Aug. 2017	(Family: none)	
JP 2004-72851 A	04 Mar. 2004	(Family: none)	
JP 2017-10698 A	12 Jan. 2017	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02K 49/10(2006.01)i; H05B 6/02(2006.01)i FI: H05B6/02 A; H02K49/10 A		
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）） H02K49/10; H05B6/02		
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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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	JP 10-503617 A（エンピロ・エーツェー・アーゲー）31.03.1998（1998-03-31） 第5ページ第20行-第7ページ第27行, 図1-2	1-5
Y		6, 9-12
A		7-8
Y	JP 2017-139134 A（新日鐵住金株式会社）10.08.2017（2017-08-10） 段落[0071]-[0072], 図4	6, 9-12
Y	JP 2004-72851 A（住友金属工業株式会社）04.03.2004（2004-03-04） 段落[0020], 図1	10-12
A	JP 2017-10698 A（住友電気工業株式会社）12.01.2017（2017-01-12） 全文, 全図	1-12
☐ 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、一般的な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抵触するものではなく、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 05.03.2020		国際調査報告の発送日 17.03.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 土屋 正志 3L 3739 電話番号 03-3581-1101 内線 3337

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/000204

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	10-503617	A	31.03.1998	WO 1996/029845	A1
				EP 760198	A1
				CN 1153591	A
				KR 10-1997-0703693	A
JP	2017-139134	A	10.08.2017	(ファミリーなし)	
JP	2004-72851	A	04.03.2004	(ファミリーなし)	
JP	2017-10698	A	12.01.2017	(ファミリーなし)	