(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
2021年7月29日(29.07.2021)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2021/149772 A1

(51) 国際特許分類:
H02K 16/02 (2006.01) *H02K 1/22* (2006.01)
B32B 5/02 (2006.01) *H02K 15/02* (2006.01)
F16H 49/00 (2006.01) *H02K 49/10* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2021/002065

(22) 国際出願日： 2021年1月21日(21.01.2021)

(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 2020-009910 2020年1月24日(24.01.2020) JP

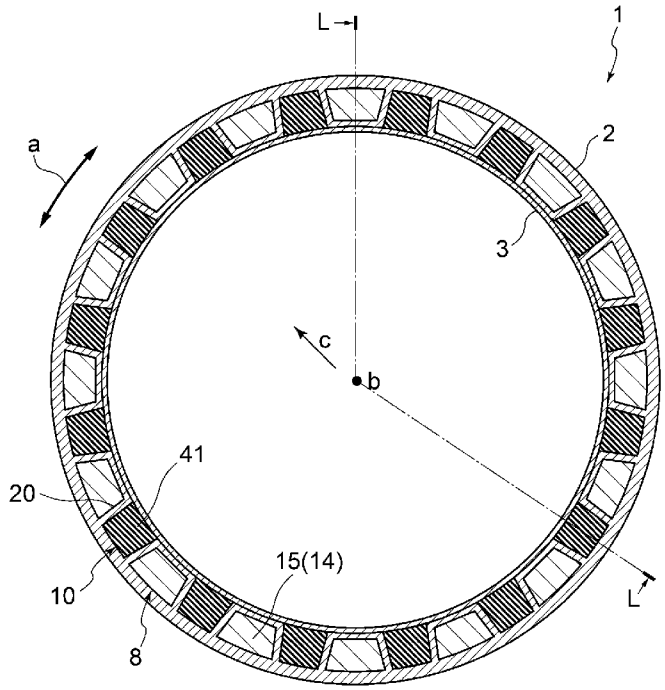
(71) 出願人： 三菱重工業株式会社 **(MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.)** [JP/JP]; 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目２番３号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 岡部 良次 **(OKABE, Ryoji)**; 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目２番３号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 清水 隆之 **(SHIMIZU, Takayuki)**; 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目２番３号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 左海 将之 **(SAKAI, Masayuki)**; 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目２番３号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 神谷 昌美 **(KAMIYA, Masami)**; 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目２番３号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).

WO 2021/149772 A1

(54) Title: POLE PIECE DEVICE FOR MAGNETIC GEAR, MAGNETIC GEAR, AND PRODUCTION METHOD FOR POLE PIECE DEVICE FOR MAGNETIC GEAR

(54) 発明の名称： 磁気歯車の磁極片装置、磁気歯車、及び、磁気歯車の磁極片装置の製造方法



(57) Abstract: This pole piece device for a magnetic gear comprises: an outer periphery cover member and an inner periphery cover member that are disposed coaxially on the radially outward side and the radially inward side, respectively; pole piece holders that are partitioned between the outer periphery cover member and the inner periphery cover member by wall members; and pole pieces that are held by the pole piece holders. The inner ring member, the outer ring member,

［続葉有］

(74) 代理人: 誠真ＩＰ特許業務法人 (SEISHIN IP PATENT FIRM, P.C.); 〒1080073 東京都港区三田三丁目１３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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, 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)）

and the wall members are formed integrally.

(57) 要約：磁気歯車の磁極片装置は、径方向の外側及び内側にそれぞれ同軸配置される外周カバー部材及び内周カバー部材と、外周カバー部材と内周カバー部材との間に壁部材で区画される磁極片ホルダと、磁極片ホルダに保持された磁極片と、を備える。内側リング部材、外側リング部材及び壁部材は一体的に構成される。

明　細　書

発明の名称 ：

磁気歯車の磁極片装置、磁気歯車、及び、磁気歯車の磁極片装置の製造方法

技術分野

[0001] 本開示は、磁気歯車の磁極片装置、磁気歯車、及び、磁気歯車の磁極片装置の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 歯車装置の一種として、磁石の吸引力及び反発力を利用し、非接触でトルクや運動を伝達することにより、歯の接触により生じる摩耗、振動、騒音等の問題を回避できるようにした磁気歯車がある。この磁気歯車のうち磁束変調型（高調波型）磁気歯車は、同心円状（同軸）に配置された内周側の磁石界磁および外周側の磁石界磁と、これら２つの磁石界磁の間にそれぞれ間隙（エアギャップ）を設けつつ配置され、周方向に交互に配列される複数の磁極片（ポールピース）及び複数の非磁性体を有する磁極片装置を備えている（特許文献１を参照）。そして、上記の２つの磁石界磁の有する磁石の磁束が上記の各磁極片により変調されることで高調波磁束が生じ、この高調波磁束に上記の２つの磁石界磁がそれぞれ同期することで、磁束変調型磁気歯車は動作する。

[0003] 例えばこの磁束変調型磁気歯車とモータとを一体化した磁気ギアードモータでは、上記の外周側の磁石界磁を固定してステータとして機能させると共に、上記の内周側の磁石界磁を高速ロータ、上記の磁極片装置を低速ロータとして機能させる。そして、コイルの起磁力により高速ロータを回転させることで、減速比に従って低速ロータが回転するようになっている。尚、磁気ギアードモータとしては、高速ロータとステータに永久磁石を設置したタイプのものや、高速ロータにのみ永久磁石を設置したタイプのものなどが知られている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：米国特許第９２１９３９５号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上記特許文献１では磁極片装置において、周方向に沿って配列する複数の磁極片の各々に、軸方向に沿って延在する棒状の補強部材を設けることで剛性強化が行われている。しかしながら、このような補強部材は軸方向に延在して設けられており、例えば、磁石界磁間に作用する電磁力や遠心荷重のように径方向に沿って作用する荷重に対する剛性には貢献しにくい。磁極片装置では、軸方向だけでなく、径方向における荷重も含めて総合的に十分な剛性がないと、径方向に変形が生じ、隣接する上記の磁石界磁に干渉するおそれがある。

[0006] 本開示の少なくとも一実施形態は上述の事情に鑑みてなされたものであり、優れた剛性を有する磁気歯車の磁極片装置、磁気歯車、及び、磁気歯車の磁極片装置の製造方法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] 本開示の少なくとも一実施形態に係る磁気歯車の磁極片装置は、上記課題を解決するために、

磁気歯車の径方向の外側及び内側にそれぞれ同軸配置され、円筒形状をそれぞれ有する外周カバー部材及び内周カバー部材と、

前記外周カバー部材の内周面と前記内周カバー部材の外周面との間に形成される円筒状空間を、前記径方向に沿って延在する壁部材で区画することで形成される磁極片ホルダと、

前記磁極片ホルダに保持された磁極片と、

を備え、

前記内側リング部材、前記外側リング部材及び前記壁部材は一体的に構成

されている。

[0008] 本開示の少なくとも一実施形態に係る磁気歯車は、上記課題を解決するために、

本開示の少なくとも一実施形態に係る磁極片装置と、

前記磁極片装置より内周側に配置される内径側磁石界磁と、

前記磁極片装置より外周側に配置される外径側磁石界磁と、

を備える。

[0009] 本開示の少なくとも一実施形態に係る磁気歯車の磁極片装置の製造方法は、上記課題を解決するために、

磁気歯車の径方向の外側及び内側にそれぞれ同軸配置され、円筒形状をそれぞれ有する外周カバー部材及び内周カバー部材と、

前記外周カバー部材の内周面と前記内周カバー部材の外周面との間に形成される円筒状空間を、前記径方向に沿って延在する壁部材で区画することで形成される磁極片ホルダと、

前記磁極片ホルダに保持された磁極片と、

を備え、

前記内側リング部材、前記外側リング部材及び前記壁部材は一体的に構成されている、磁気歯車の磁極片装置の製造方法であって、

前記外周カバー部材又は内周カバー部材の一方を前記壁部材と一体成形することにより第１中間成形物を製造する工程と、

前記第１中間成形物のうち隣接する前記壁部材の間に形成される凹部に前記磁極片を挿入することにより第２中間成形物を製造する工程と、

前記第２中間成形物に対して前記外周カバー部材又は内周カバー部材の他方を取り付けて一体成形する工程と、

を備える。

発明の効果

[0010] 本開示の少なくとも一実施形態によれば、優れた剛性を有する磁気歯車の磁極片装置、磁気歯車、及び、磁気歯車の磁極片装置の製造方法を提供でき

る。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の一実施形態に係る磁気歯車を径方向に沿った断面図である。

[図2]図１に示す磁気歯車の一部拡大図である。

[図3]本発明の一実施形態に係る磁気歯車の軸方向に沿った断面図である。

[図4A]本開示の一実施形態に係る磁極片装置の径方向に沿った断面の模式図である。

[図4B]ＰＡＮ系ＣＦＲＰ及びピッチ系ＣＦＲＰの熱伝導率及び引張弾性率を金属と比較して示す図である。

[図5]図４ＡのＬ－Ｌ線の軸方向に沿った断面の模式図である。

[図6]図５の外周カバー部材及び内周カバー部材の近傍を拡大して簡略的に示す断面模式図である。

[図7]図５の第１変形例である。

[図8]図７の範囲Ｍの拡大図である。

[図9]図５の第２変形例である。

[図10]図９のＮ－Ｎ線の軸方向に沿った断面の模式図である。

[図11]本開示の一実施形態に係る磁極片装置の製造方法を概略的に示すフローチャートである。

[図12]図１１の製造方法の一実施形態を示すフローチャートである。

[図13A]図１２の各工程における磁極片装置の製造過程を概略的に示す模式図である。

[図13B]図１２の各工程における磁極片装置の製造過程を概略的に示す模式図である。

[図13C]図１２の各工程における磁極片装置の製造過程を概略的に示す模式図である。

[図14]図１１の製造方法の他の実施形態を示すフローチャートである。

[図15A]図１４の各工程における磁極片装置の製造過程を概略的に示す模式図である。

[図15B]図１４の各工程における磁極片装置の製造過程を概略的に示す模式図である。

[図15C]図１４の各工程における磁極片装置の製造過程を概略的に示す模式図である。

[図16A]コア材の構成例を示す斜視図の一例である。

[図16B]コア材の構成例を示す斜視図の他の例である。

[図16C]コア材の構成例を示す斜視図の他の例である。

[図17A]図１６Ａの変形例である。

[図17B]図１６Ａの他の変形例である。

[図18]磁極片ホルダに保持される磁極片の構成例を示す斜視図である。

[図19]磁極片装置における中実部材と磁極片ホルダとの連結箇所における構成を示す模式図である。

[図20A]図１９に示す中実部材の外側カバー部材又は内側カバー部材に対する取付例の一つを示す模式図である。

[図20B]図１９に示す中実部材の外側カバー部材又は内側カバー部材に対する他の取付例を示す模式図である。

[図21]中実部材の他の取付例を示す模式図である。

[図22A]中実部材とロータ端板を含む連結構造の軸方向に沿った縦断面図の一例である。

[図22B]図２２Ａの連結構造を径方向外側から示す平面図である。

[図23A]中実部材とロータ端板を含む連結構造の軸方向に沿った縦断面図の他の例である。

[図23B]図２３Ａの連結構造を径方向外側から示す平面図である。

[図24A]中実部材とロータ端板を含む連結構造の軸方向に沿った縦断面図の他の例である。

[図24B]図２４Ａの連結構造を径方向外側から示す平面図である。

[図25]コア材の他の構成例を示す斜視図である。

[図26]図２５に示すコア材の製造プロセスを示す模式図である。

[図27]コア材の軸方向に垂直な断面図の一例である。

[図28]図２７の変形例である。

[図29]図２７の他の変形例である。

[図30]図２７の他の変形例である。

[図31A]図６の変形例である。

[図31B]図６の他の変形例である。

[図31C]図６の他の変形例である。

[図31D]図６の他の変形例である。

発明を実施するための形態

[0012] 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。

[0013] （磁気歯車９の構成）

図１は、本発明の一実施形態に係る磁気歯車９の径方向ｃに沿った断面の模式図である。図２は、図１に示す磁気歯車９の断面の一部拡大図である。図３は、本発明の一実施形態に係る磁気歯車９の軸方向ｂに沿った断面の模式図である。

[0014] 磁気歯車９は、磁石による吸引力および反発力を利用して、非接触でトルクを伝達する機構を有する装置である。図１～図３に示す磁気歯車９は、磁束変調型（高調波型）であり、図示されるように、全体として円筒状（環状。以下同様）の形状を有する外径側磁石界磁５（アウターロータ）と、全体として円筒状あるいは円柱状の形状を有する内径側磁石界磁７（インナーロータ）と、全体として円筒状の形状を有する磁極片装置１（センターロータ）とが同軸上に、互いに径方向ｃ（半径方向）に一定距離の隙間Ｇ（エアギャップ）を空けて配置された構造を有する。すなわち、外径側磁石界磁５は、内径側磁石界磁７に対して径方向外側（外径側）に配置される。また、磁極片装置１は、外径側磁石界磁５と内径側磁石界磁７との間に配置される。そして、これらの外径側磁石界磁５、内径側磁石界磁７及び磁極片装置１は同心状に配置される。

[0015] また、上記の外径側磁石界磁５及び内径側磁石界磁７は、図２に示すように、磁気歯車９の径方向ｃに沿って切断した断面（以下、径方向断面）において円周上に間隔（等間隔）を置いて配置された複数のＮ極およびＳ極で構成される永久磁石などの磁極対（５１、７１）を有している。具体的には、外径側磁石界磁５は、複数の磁極対５１と、この複数の磁極対５１を支持する支持部材５２とを有している。そして、外径側磁石界磁５の円筒状の内周面には、複数の磁極対５１が径方向ｃを向く状態で、かつ周方向に沿ってＮ極とＳ極が交互に入れ替わるようにしてその全周に渡って設置される。同様に、上記の内径側磁石界磁７は、複数の内径磁極対７１と、この複数の内径磁極対７１を支持する円柱状の内径支持部材７２とを有している。そして、内径側磁石界磁７の円筒状の外周面には、複数の内径磁極対７１が、上記と同様に周方向ａに沿ってその全周に渡って設置される。

[0016] 磁極片装置１は、詳細な構成は後述するが、周方向ａの全周に渡って互いに間隔（等間隔）を置いて配置された複数の磁極片４１（ポールピース）を有する。そして、例えば内径側磁石界磁７を回転させると、内径側磁石界磁７の磁束が磁極片装置１の磁極片４１により変調され、変調された磁場と外径側磁石界磁５の作用により磁極片装置１に回転トルクが生じる。

[0017] 図１～図３に示す実施形態では、磁気歯車９（磁束変調型磁気歯車）は、モータと一体化されることで、磁気ギアードモータを構成している。より詳細には、この磁気ギアードモータにおいては、外径側磁石界磁５は複数のコイル６（図２参照）が設置されたステータ（固定子）であり、コイル６の起磁力により内径側磁石界磁７（高速ロータ）を回転させることで、内径側磁石界磁７の有する内径磁極対７１の極対数に対する外径側磁石界磁５の有する磁極対５１の極対数の比で定まる減速比に従って、磁極片装置１（低速ロータ）が回転するようになっている。

[0018] また、磁気ギアードモータには、動作時に生じる熱から上記の構成要素を保護するために、例えば空気や水などの冷却媒体Ｄが供給される。具体的には、図３に示すように、内径側磁石界磁７と磁極片装置１との間、及び、外径側磁石界磁５と磁極片装置１との間にそれぞれ円筒状の隙間Ｇが形成されており、これらの円筒状の隙間Ｇに対して、それぞれ、一端側から他端側に向かって流れるように冷却媒体Ｄが供給されるように構成される。また、外径側磁石界磁５とその外周側に位置するハウジングＨとの間に形成される間隙に対しても冷却媒体Ｄが同様に供給さるようになっている。

尚、上記の外径側磁石界磁５とハウジングＨとの間の間隙には、空気などの気体を供給してもよいし、例えば水冷管を設置し、この水冷管に冷却水などを流通させてもよい。

[0019] 上述した構成を有する磁気歯車９（磁束変調型磁気歯車）において、上述した磁極片装置１は、内周側及び外周側で隣接する上記の２つの磁石界磁（５、７）間に作用する電磁力や遠心荷重のように径方向に沿って作用する荷重を受けるため、十分な剛性が足りないと、径方向ｃに変形が生じ、径方向

ｃで隣接する上記の磁石界磁の磁極対（５１、７１）に干渉してしまうおそれがある。そこで、上記の磁極片装置１を以下のように構成した。

[0020] 尚、磁気歯車９が磁気ギアードモータの場合を例に説明したが、磁気歯車９は磁気ギアード発電機として動作することも可能である。この場合は、内径側磁石界磁７（インナーロータ）の回転に伴い、磁極片装置１（センターロータ）が回転する。磁極片装置１が、磁気ギアードモータである場合と磁気ギアード発電機である場合とで動作は異なるが、装置の構造については同様である。

[0021]（磁極片装置１の構成）

以下、磁極片装置１について、詳細に説明する。図４Ａは、本開示の一実施形態に係る磁極片装置１の径方向ｃに沿った断面の模式図である。図４Ｂは、ＰＡＮ系ＣＦＲＰ及びピッチ系ＣＦＲＰの熱伝導率及び引張弾性率を金属（銅、アルミニウム、鉄）と比較して示す図である。図５は、図４ＡのＬ－Ｌ線の軸方向ｂに沿った断面の模式図である。

[0022] 上述したように、磁極片装置１は、例えば磁気ギアードモータを構成する磁束変調型磁気歯車などである磁気歯車９を構成する装置（部材）であり、磁気歯車９における内径側磁石界磁７（磁気ギアードモータの場合は高速ロータ）と、外径側磁石界磁５（磁石ギアードモータの場合はステータ）との間に配置される装置（部材）である。

[0023] 磁極片装置１は、外径側磁石界磁５の内周面に対向して配置される外周カバー部材２と、内径側磁石界磁７の外周面に対向して配置される内周カバー部材３とを備える。外周カバー部材２及び内周カバー部材３は、それぞれ全体として円筒状の形状を有する部材である。また、内周カバー部材３は、外周カバー部材２より小さい径を有しており、外周カバー部材２の内側に同軸配置される。

[0024] 外周カバー部材２の内周面と、内周カバー部材３の外周面との間に、全周にわたって円筒状空間８が形成される（換言すれば、外周カバー部材２及び内周カバー部材３は円筒状空間８を挟むように設けられる）。円筒状空間８

には、径方向ｃに沿って延在する壁部材２０で区画されることで、複数の磁極片ホルダ１０が設けられる。複数の磁極片ホルダ１０は、周方向に沿って所定の間隔（例えば等間隔）で配置される。磁極片ホルダ１０の各々には、長尺の磁極片４１（ポールピース）が、その長手方向が軸方向ｂに沿うようにそれぞれ挿入される。

[0025] 磁極片ホルダ１０を構成する壁部材２０は、外周カバー部材２及び内周カバー部材３とともに一体的に構成される。このように外周カバー部材２及び内周カバー部材３を径方向ｃに延在する壁部材２０で互いに連結することで、磁極片装置１の剛性を効果的に向上できる。例えば、磁気歯車９が動力を伝達する際に、外径側磁石界磁５又は内径側磁石界磁７から受ける電磁力や遠心力のような径方向に沿った荷重によって磁極片装置１に生じるたわみ変形やねじり変形に対する剛性を効果的に向上できる。その結果、磁気歯車９が動力を伝達する際に、磁極片装置１が変形することで、隙間Ｇを介して配置される外径側磁石界磁５や内径側磁石界磁７に接触してしまうリスクを効果的に回避できる。

[0026] また一体的に構成される外周カバー部材２、内周カバー部材３及び壁部材２０は、例えば、炭素繊維強化プラスチック（ＣＦＲＰ：Ｃａｒｂｏｎ Ｆｉｂｅｒ Ｒｅｉｎｆｏｒｃｅｄ Ｐｌａｓｔｉｃ）によって一体成形されている。炭素繊維強化プラスチックは強度信頼性に優れた軽量材料であり、これを用いることで、磁極片装置１の重量増加を抑えつつ、優れた剛性を確保することが可能である。

[0027] 外周カバー部材２、内周カバー部材３及び壁部材２０が炭素繊維強化プラスチックから構成する場合には、その用途に応じて、ピッチ系ＣＦＲＰ及びＰＡＮ系ＣＦＲＰを組み合わせて構成してもよい。例えば壁部材２０はピッチ系ＣＦＲＰを含んで構成してもよい。ピッチ系ＣＦＲＰはＰＡＮ系ＣＦＲＰに比べて熱伝導性に優れているため、動作時に発熱が生じる磁極片４１に隣接する壁部材２０をピッチ系ＣＦＲＰから構成するとともに、その繊維配向を半径方向に配向させることで、磁極片４１の放熱機能を効果的に向上でき

る。

また、外周カバー部材２および内周カバー部材３についてもピッチ系ＣＦＲＰを含んで構成した場合は、磁極片４１から発生した熱を壁部材２０を介して内外周のカバー部材（２、３）に熱伝導させると共に、磁極片装置１の内外周に設けたエアギャップＧから効率的に放熱・冷却させることができる。なお、外周カバー部材２および内周カバー部材３の繊維配向はその周方向に配向させることで磁極片４１に作用する電磁力や遠心力に対する磁極片装置１の剛性を効率的に向上させることができる。また、外周カバー部材２および内周カバー部材３の繊維配向はその周方向と軸方向に対し±４５°など周方向と交差する繊維配向を組み合わせても良い。軸方向に対し±４５°など周方向と交差する繊維を配向することで、磁極片装置１のねじれ剛性を効率的に向上させることができる。このようにピッチ系ＣＦＲＰはＰＡＮ系ＣＦＲＰより高弾性であることから、磁極片４１に作用する遠心荷重や、磁極片装置１に作用するトルク荷重による磁極片装置１事態のたわみやねじれ変形を効率的に抑制することができる。

[0028] 尚、外周カバー部材２、内周カバー部材３及び壁部材２０に使用するＣＦＲＰの炭素繊維には弾性率４００ＧＰａ、好ましくは７００ＧＰａ以上の繊維を用いるのが良い。炭素繊維は一般に弾性率が高いほど熱伝導率も優れており、概ね弾性率４００ＧＰａで熱伝導率は鉄の２倍、弾性率７００ＧＰａ以上で熱伝導率は鉄の４倍でアルミ同等に達することから、前記弾性率の炭素繊維を用いることで磁極片装置１の冷却性と高剛性化をより高いレベルで両立させることができる。一方でＰＡＮ系ＣＦＲＰは、図４Ｂに示すように、ピッチ系ＣＦＲＰに比べて強度が高い。そのため、磁極片装置１に要求される強度に応じて、磁極片装置１が有する各部材にＰＡＮ系ＣＦＲＰを用いてもよい。

[0029] 図５に示すように、磁極片装置１の軸方向ｂにおける端部には、磁極片装置１に伝達された動力を出力するためのロータ端板１１が固定されている。円筒状空間８のうち軸方向ｂの端部近傍に中実部材１２が設けられる。中実

部材１２は、例えば前述の炭素繊維強化プラスチックやガラス繊維強化プラスチック（ＧＦＲＰ：Ｇｒａｓｓ　Ｆｉｂｅｒ　Ｒｅｉｎｆｏｒｃｅｄ　Ｐｌａｓｔｉｃ）などの絶縁性材料から構成され、外周カバー部材２の内周面、内周カバー部材３の外周面、及び、ロータ端板１１の端面によって囲まれる空間を充填するように構成される（換言すると、中実部材１２は、外周カバー部材２の内周面、内周カバー部材３の外周面、及び、ロータ端板１１の端面にそれぞれ接触するように構成される）。

[0030] 中実部材１２には連結部材１３が埋め込まれる。連結部材１３は例えば、その３つの端部にネジが切ってあり、外周カバー部材２、内周カバー部材３及びロータ端板１１に締結されることで、三者を互いに連結するＴ字ボルトである。これにより、磁極片ホルダ１０に保持される磁極片４１を強固に固定し、安定な構造で良好な剛性が得られる。

[0031] 前述したように複数の磁極片ホルダ１０は、円筒状空間８のうち周方向ａに沿って、互いに所定の間隔を隔てて配置される。円筒状空間８のうち隣接する磁極片ホルダ１０の間には、一対の壁部材２０によって規定される隣接間空間１４が設けられる。図５～図６に示す実施形態では、当該隣接間空間１４はコア材１５が配置されることで充填されている。コア材１５は、例えばウレタン、ポリエーテルイミド、ポリイミド、ポリメタクリルイミド等の高分子硬質発泡体や、高分子材料単体あるいは高分子材料とパルプ繊維、アラミド繊維、ガラス繊維、炭素繊維等との複合材で構成されたハニカム構造体のような軽量な非磁性体を含んで構成される。このように隣接間空間１４をコア材１５で充填することで、磁極片装置１を構成する外周カバー部材２や内周カバー部材３などを薄肉化した場合にも、磁極片装置１の剛性をより効果的に高めることができる。

[0032] 壁部材２０とともに一体成型される外周カバー部材２及び内周カバー部材３は、それぞれ、繊維方向が互いに異なる複数の層を有する炭素繊維強化プラスチックから構成されてもよい。図６は図５の外周カバー部材２及び内周カバー部材３の近傍を拡大して簡略的に示す断面模式図である。

[0033] 図６に示す例では、外周カバー部材２は、繊維方向が第１方向である第１層２ａと、繊維方向が第２方向である第２層２ｂとを含んで構成される。内周カバー部材３は、繊維方向が第１方向である第１層３ａと、繊維方向が第２方向である第２層３ｂとを含んで構成される。第１方向は周方向ａに平行な方向であり、第２方向は周方向ａと軸方向ｂとで構成される面内で周方向ａに交差する方向であり、例えば軸方向ｂに対して±４５度をなす方向である。また壁部材２０は、繊維方向が第３方向あるいは第４方向で構成された炭素繊維強化プラスチックで、第３方向は半径方向ｃに平行な方向であり、第４方向は軸方向ｂと半径方向ｃとで構成される面内で半径方向に交差する方向であり、例えば軸方向ｂに対して±４５度をなす方向である。

[0034] このように外周カバー部材２及び内周カバー部材３が互いに異なる複数の層を組み合わせたハイブリッド構造を有することで、磁気歯車９が動力を伝達する際に、外径側磁石界磁５又は内径側磁石界磁７から受ける荷重によって磁極片装置１に生じるたわみ変形に対する剛性や、トルク伝達に対するねじり変形に対する剛性を効果的に向上できる。特に、磁極片装置１には回転による径方向ｃに沿った遠心力が作用するため、周方向ａに沿った第１方向の繊維方向を有する第１層（２ａ、３ｂ）を配置することで、半径方向ｃの遠心力をフープ荷重として高剛性・高強度な連続した炭素繊維で受けることが可能となり、遠心力による磁極片装置１のたわみ変形を効果的に抑制することができる。一方で磁極片装置１はトルク荷重を一方の端板から他方の端板に向かって伝達する必要があるため、周方向ａに交差する方向の第２方向の繊維方向を有する第２層（２ｂ、３ｂ）を配置することで、ねじれに対する剛性を効果的に向上できる。

[0035] 尚、図６の例では、外周カバー部材２の第１層２ａは第２層２ｂより内周側に配置されているが、第１層２ａは第２層２ｂより外周側に配置されていてもよい。また同様に、内周カバー部材３の第１層３ａは第２層３ｂより外周側に配置されているが、第１層３ａは第２層３ｂより内周側に配置されていてもよい。また図６の例では、外周カバー部材２及び内周カバー部材３の

両方が複数の層（２ａ、２ｂ、３ａ、３ｂ）から構成される場合を示しているが、外周カバー部材２又は内周カバー部材３のいずれか一方のみが複数の層から構成されてもよい。

[0036] 図７は図５の第１変形例であり、図８は図７の範囲Ｍの拡大図である。第１変形例では、磁極片ホルダ１０に保持される磁極片４１は、図８に示すように、軸方向ｂに沿って積層される複数の磁極板材４１ａを含んで構成される。複数の磁極板材４１ａの各々は、互いに対応する位置に設けられた穴部４３を有し、該穴部４３には軸方向ｂに沿って延在する締結ロッド４４が挿入される。締結ロッド４４の端部は、図７に示すように、前述の中実部材１２に締結される。これにより、磁極片４１を構成する複数の磁極板材４１ａは締結ロッド４４によって、外周カバー部材２や内周カバー部材３とともに、中実部材１２を介してロータ端板１１に固定される。このような構造を採用することで磁極片装置１のねじり剛性をより効果的に向上させ、締結部ボルト１３およびボルト１４に作用するせん断応力を効果的に低減するとともに、より大きなトルクの伝達が可能となる。

[0037] 図９は図５の第２変形例である。図１０は図９のＮ－Ｎ線の軸方向ｂに沿った断面の模式図である。第２変形例では、円筒状空間８のうち隣接する磁極片ホルダ１０の間には、一対の壁部材２０によって規定される前述の隣接間空間１４は、中空空間（中空コア）として構成される（換言すると、隣接間空間１４には図５のようにコア材１５が充填されない）。そして、隣接間空間１４を囲む外周カバー部材２及び内周カバー部材３には、外部と連通する冷却穴１７が設けられる。

[0038] 図１０に示すように、外周カバー部材２及び内周カバー部材３の両方に冷却穴１７が設けられている。これにより、隙間Ｇを流れる冷却媒体Ｄ（図３を参照）は遠心力を受けて、内側にある内周カバー部材３に設けられた冷却穴１７から中空コアである隣接間空間１４に取り込まれ、隣接間空間１４において冷却対象（例えば隣接する磁極片４１）と熱交換した後、外周カバー部材２に設けられた冷却穴１７から外部（外周カバー部材２とハウジングＨ

との間にある隙間Ｇ）に排出される。このように冷却穴１７を設けることで、隣接間空間１４を通る冷却媒体Ｄの流路を形成することで、良好な冷却効果が得られる。

[0039] 尚、冷却穴１７は外周カバー部材２及び内周カバー部材３のいずれか一方に設けられてもよい。

[0040] （磁極片装置１の製造方法）

続いて上記構成を有する磁極片装置１の製造方法について説明する。図１１は本開示の一実施形態に係る磁極片装置１の製造方法を概略的に示すフローチャートである。

[0041] 本製造方法では、まず磁極片装置１を構成する外周カバー部材２又は内周カバー部材３の一方と壁部材２０とを一体的に形成することで第１中間成形物５４、５４´（後述の図１３又は図１５を参照）を製造する（ステップＳ１）。そして第１中間成形物５４、５４´に対して磁極片４１を挿入することで第２中間成形物５５、５５´を製造する（ステップＳ２）。そして第２中間成形物５５、５５´に対して、外周カバー部材２又は内周カバー部材３の他方を取り付けて両者を一体成形することで、磁極片装置１を完成させる（ステップＳ３）。

[0042] まず図１１のステップＳ１における第１中間成形物５４の製造が、外周カバー部材２と壁部材２０とを一体成形することで行われる場合について説明する（換言すると、磁極片装置１が外周側から製造される場合について説明する）。図１２は図１１の製造方法の一実施形態を示すフローチャートである。図１３Ａ～図１３Ｃは図１２の各工程における磁極片装置１の製造過程を概略的に示す模式図である。

[0043] まず第１中間成形物５４に対応する成形型５０を用意する（ステップＳ１００）。すなわち、図１３Ａに示すように、成形型５０の径方向外側の表面形状は、第１中間成形物５４の径方向内側の表面形状に整合するように構成されている。具体的には、成形型５０の径方向外側の表面上に、後述する第１中間成形物５４の径方向内側の表面形状に対応するように、複数の凸部５

０ａが周方向ａに沿って設けられている。

尚、成形型５０には、後に加熱処理を行う際に作動可能なヒータ５９が内蔵されている。ヒータ５９は、例えば、径方向ａに沿って設けられる複数の電熱線を含む。

[0044] 続いてステップＳ１００で用意した成形型５０上に、第１中間成形物５４の構成材料を敷設する（ステップＳ１０１）。ステップＳ１０１で敷設される構成材料は、例えば前述の炭素繊維強化プラスチック等を繊維基材に熱硬化性樹脂を含浸させたプリプレグ材である。具体的には、成形型５０の径方向外側の表面上に沿って壁部材２０に相当する第１構成材料６０を敷設する。そして、第１構成材料６０の径方向外側の表面上にある凹部６１に、コア材１５に相当する非磁性材料６２を挿入する（図９のように、隣接間空間１４にコア材１５を充填せずに中空コアとして構成する場合には、非磁性材料６２として、後に溶解処理が可能な材料を用いるとよい）。そして、非磁性材料６２が挿入された第１構成材料６０に対して径方向外側から、外周カバー部材２に相当する第２構成材料６３を敷設する。

[0045] 続いて成形型５０上に敷設された構成材料の径方向外周側を真空バック４９で覆い（ステップＳ１０２）、更に真空バック４９の径方向外周側にラバーヒータ５３を設置する（ステップＳ１０３）。このような状態において、成形型５０に内蔵されたヒータ５９及びラバーヒータ５３を作動することで、成形型５０上に敷設された構成材料を加熱し、硬化処理を行う（ステップＳ１０４）。これにより、外周カバー部材２及び磁極片ホルダ１０が一体的に構成（コキュアー体成形）された第１中間成形物５４が完成する（ステップＳ１０５）。このように成形型５０を用いて磁極片ホルダ１０の壁面と外周カバー部材２とを一体成形することで、形状精度が向上する。これにより、磁極片ホルダ１０に磁極片４１を挿入する際に、磁極片ホルダ１０を追加加工によって微調整する作業が不要になる。

[0046] 続いて図１３Ｂに示すように、成形型５０から取り出された第１中間成形物５４のうち磁極片ホルダ１０に相当する凹部に、磁極片４１を挿入し（ス

テップＳ１０６）、第２中間成形物５５を製造する（ステップＳ１０７）。

[0047] 尚、磁極片４１に外周カバー部材２及び壁部材２０と同じ材料を用いる場合には、ステップＳ１０６で挿入される磁極片４１は、ステップＳ１０１～Ｓ１０５において外周カバー部材２及び壁部材２０とともに一体成形してもよい。すなわち第２中間成形物５５は、第１中間成形物５４を一体成形する際に、外周カバー部材２を、磁極片ホルダ１０を構成する壁部材２０及び磁極片ホルダ１０に挿入される磁極片４１と一体成形することにより製造される。この場合、外周カバー部材２及び壁部材２０に加えて、磁極片４１も一体成形することで、より簡易に磁極片装置１を製造することができる。

[0048] 続いて図１３Ｃに示すように、第２中間成形物５５の径方向内周側の表面に、内周カバー部材３に相当する構成材料６４を敷設する（ステップＳ１０８）。ステップＳ１０８で敷設される構成材料６４は、ステップＳ１０１で敷設される構成材料と同じであり、例えば前述の炭素繊維強化プラスチック等を繊維基材に熱硬化性樹脂を含浸させたプリプレグ材が用いられる。そしてステップＳ１０８で敷設される構成材料の更に径方向内周側を真空バック５６で覆い（ステップＳ１０９）、更に真空バック５６の内周側にラバーヒータ５７を設置する（ステップＳ１１０）。このような状態において、ステップＳ１１０で配置したラバーヒータ５７を作動させて加熱することにより硬化処理を行う（ステップＳ１１１）。これにより、第２中間成形物５５に対して、更に、内周カバー部材３を一体成形し、磁極片装置１を完成させる。このように第１中間成形物５４に磁極片４１が挿入された第２中間成形物５５を実質的に新たな成形型として内周カバー部材３を更に一体成形することで、内周カバー部材３の形状精度も向上するとともに、余分な加工や接着工程が不要となり、生産性向上やコスト削減を図ることができる。

[0049] 尚、ステップＳ１０８では、第２中間成形物５５との間に接着剤を介在させた上で内周カバー部材３に相当する構成材料６４を敷設することでコボンド成形を行ってもよい。

[0050] 続いて図１１のステップＳ１における第１中間成形物５４の製造が、内周

カバー部材３と壁部材２０とを一体成形することで行われる場合について説明する（換言すると、磁極片装置１が内周側から製造される場合について説明する）。図１４は図１１の製造方法の他の実施形態を示すフローチャートである。図１５Ａ～図１５Ｃは図１４の各工程における磁極片装置１の製造過程を概略的に示す模式図である。

[0051] まず第１中間成形物５４´に対応する成形型５０´を用意する（ステップＳ２００）。すなわち、図１５Ａに示すように、成形型５０´の径方向内側の表面形状は、第１中間成形物５４´の径方向外側の表面形状に整合するように構成されている。具体的には、成形型５０´の径方向内側の表面上に、後述する第１中間成形物５４´の径方向外側の表面形状に対応するように、複数の凸部５０ａ´が周方向ａに沿って設けられている。

尚、成形型５０´には、後に加熱処理を行う際に作動可能なヒータ５９´が内蔵されている。ヒータ５９´は、例えば、径方向ａに沿って設けられる複数の電熱線を含む。

[0052] 続いてステップＳ２００で用意した成形型５０´上に、第１中間成形物５４´の構成材料を敷設する（ステップＳ２０１）。ステップＳ２０１で敷設される構成材料は、例えば前述の炭素繊維強化プラスチック等を繊維基材に熱硬化性樹脂を含浸させたプリプレグ材である。具体的には、成形型５０´の径方向内側の表面上に沿って壁部材２０に相当する第１構成材料６０´を敷設する。そして、第１構成材料６０´の径方向外側の表面上にある凹部６１´に、コア材１５に相当する非磁性材料６２´を挿入する（図９のように、隣接間空間１４にコア材１５を充填せずに中空コアとして構成する場合には、非磁性材料６２´として、後に溶解処理が可能な材料を用いるとよい）。そして、非磁性材料６２´が挿入された第１構成材料６０´に対して径方向内側から、外周カバー部材２に相当する第２構成材料６３´を敷設する。

[0053] 続いて成形型５０´上に敷設された構成材料の径方向内側を真空バック４９´で覆い（ステップＳ２０２）、更に真空バック４９´の径方向内側にラバーヒータ５３´を設置する（ステップＳ２０３）。このような状態におい

て、成形型５０´に内蔵されたヒータ５９´及びラバーヒータ５３´を作動することで、成形型５０´上に敷設された構成材料を加熱し、硬化処理を行う（ステップＳ２０４）。これにより、内周カバー部材３及び磁極片ホルダ１０が一体的に構成（コキュアー体成形）された第１中間成形物５４´が完成する（ステップＳ２０５）。このように成形型５０´を用いて磁極片ホルダ１０の壁面と内周カバー部材３とを一体成形することで、形状精度が向上する。これにより、磁極片ホルダ１０に磁極片４１を挿入する際に、磁極片ホルダ１０を追加加工によって微調整する作業が不要になる。

[0054] 続いて図１５Ｂに示すように、成形型５０´から取り出された第１中間成形物５４´のうち磁極片ホルダ１０に相当する凹部に、磁極片４１を挿入し（ステップＳ２０６）、第２中間成形物５５´を製造する（ステップＳ２０７）。

[0055] 尚、磁極片４１に内周カバー部材３及び壁部材２０と同じ材料を用いる場合には、ステップＳ２０６で挿入される磁極片４１は、ステップＳ２０１～Ｓ２０５において内周カバー部材３及び壁部材２０とともに一体成形してもよい。すなわち第２中間成形物５５は、第１中間成形物５４を一体成形する際に、内周カバー部材３を、磁極片ホルダ１０を構成する壁部材２０及び磁極片ホルダ１０に挿入される磁極片４１と一体成形することにより製造される。この場合、内周カバー部材３及び壁部材２０に加えて、磁極片４１も一体成形することで、より簡易に磁極片装置１を製造することができる。

[0056] 続いて図１５Ｃに示すように、第２中間成形物５５´の径方向外側の表面に、外周カバー部材２に相当する構成材料６４´を敷設する（ステップＳ２０８）。ステップＳ２０８で敷設される構成材料６４´は、ステップＳ２０１で敷設される構成材料と同じであり、例えば前述の炭素繊維強化プラスチック等を繊維基材に熱硬化性樹脂を含浸させたプリプレグ材が用いられる。そしてステップＳ２０８で敷設される構成材料の更に径方向外側を真空バック５６´で覆い（ステップＳ２０９）、更に真空バック５６´の外周側にラバーヒータ５７´を設置する（ステップＳ２１０）。このような状態におい

て、ステップＳ２１０で配置したラバーヒータ５７´を作動させて加熱することにより硬化処理を行う（ステップＳ２１１）。これにより、第２中間成形物５５´に対して、更に、外周カバー部材２を一体成形し、磁極片装置１を完成させる。このように第１中間成形物５４´に磁極片４１が挿入された第２中間成形物５５´を実質的に新たな成形型として外周カバー部材２を更に一体成形することで、外周カバー部材２の形状精度も向上するとともに、余分な加工や接着工程が不要となり、生産性向上やコスト削減を図ることができる。

[0057] 尚、ステップＳ２０８では、第２中間成形物５５´との間に接着剤を介在させた上で外周カバー部材２に相当する構成材料６４´を敷設することでコボンド成形を行ってもよい。

[0058] 以上説明したように上述の各実施形態によれば、高剛性を有する磁気歯車９の磁極片装置１、磁気歯車９、及び、磁気歯車９の磁極片装置１の製造方法を提供することができる。

[0059] 続いて磁極片装置１が有する磁極片ホルダ１０のうち隣接間空間１４に充填されるコア材１５の幾つかの構成例について説明する。図１６Ａ～図１６Ｃはコア材１５の構成例を示す斜視図である。

[0060] 図１６Ａ～図１６Ｃでは、コア材１５は、コア本体１５ａと、コア本体１５ａを少なくとも部分的に囲む第１カバー部材１５ｂとを備えて構成される。第１カバー部材１５ｂは、軸方向に沿って延在するコア本体１５ａを、少なくとも部分的に囲むように設けられる。図１６Ａ～図１６Ｃでは、第１カバー部材１５ｂは単一の長尺部材であり、コア本体１５ａに対して全周にわたって巻回されている。

[0061] 図１６Ａに示す実施形態では、コア本体１５ａは中実なフォームコアとして構成される。フォームコアは、前述したような軽量な非磁性体、例えば、ウレタン、ポリエーテルイミド、ポリイミド、ポリメタクリルイミド等の高分子硬質発泡体や、高分子材料単体あるいは高分子材料とパルプ繊維、アラミド繊維、ガラス繊維、炭素繊維等との複合材で構成されたハニカム構造体

等である。

[0062] 第１カバー部材１５ｂは繊維強化樹脂、例えば、炭素繊維強化プラスチック（ＣＦＲＰ：Ｃａｒｂｏｎ Ｆｉｂｅｒ Ｒｅｉｎｆｏｒｃｅｄ Ｐｌａｓｔｉｃ）、ガラス繊維強化プラスチック（ＧＦＲＰ：Ｇｌａｓｓ Ｆｉｂｅｒ Ｒｅｉｎｆｏｒｃｅｄ Ｐｌａｓｔｉｃ）、アラミド繊維強化プラスチック（ＡＦＲＰ：Ａｒａｍｉｄ Ｆｉｂｅｒ Ｒｅｉｎｆｏｒｃｅｄ Ｐｌａｓｔｉｃｓ）、バサルト繊維強化プラスチック（ＢＦＲＰ：Ｂａｓａｌｔ Ｆｉｂｅｒ Ｒｅｉｎｆｏｒｃｅｄ Ｐｌａｓｔｉｃｓ）、ボロン繊維強化プラスチック（ＢＦＲＰ：Ｂｏｒｏｎ Ｆｉｂｅｒ Ｒｅｉｎｆｏｒｃｅｄ Ｐｌａｓｔｉｃｓ）、ケブラー繊維強化プラスチック（ＫＦＲＰ：Ｋｅｖｌａｒ Ｆｉｂｅｒ Ｒｅｉｎｆｏｒｃｅｄ Ｐｌａｓｔｉｃｓ）、ベクトラン繊維強化プラスチック（ＶＦＲＰ：Ｖｅｃｔｒａｎ Ｆｉｂｅｒ Ｒｅｉｎｆｏｒｃｅｄ Ｐｌａｓｔｉｃｓ）等から構成される。

[0063] このようなコア材１５の製造過程では、第１カバー部材１５ｂが繊維強化プラスチックから構成される場合には、繊維基材に熱硬化性樹脂を含浸させたプリプレグ材をコア部材１５ａの周囲に配置した状態で、外周カバー部材２及び内周カバー部材３に取り付けておき、外周カバー部材２及び内周カバー部材３と同時に硬化処理を行うことで、第１カバー部材１５ｂが外周カバー部材２及び内周カバー部材３と一体的に構成できる。これにより、良好な構造強度が得られ、特に、軸方向の剛性及びトルク伝達に対するねじり剛性を維持しながらも、軽量化や製造時の作業性向上を期待できる。

[0064] 尚、他の実施形態では図１７Ａに示すように、第１カバー部材１５ｂは、軸方向に垂直な断面において略四角形状の断面形状を有するコア本体１５ａの各面に対して分割され、各面に対して貼り付けられることで第１カバー部材１５ｂが構成されてもよい。また他の実施形態では、図１７Ｂに示すように、第１カバー部材１５ｂは、軸方向に垂直な断面において、略Ｕ字形状を有する２つのカバー部材１５ｂ１及び１５ｂ２がコア本体１５ａを両側から覆うようにスプライスさせて構成されてもよい。この場合、カバー部材１５

ｂ１とカバー部材１５ｂ２とがスプライスする箇所は、図１７Ｂに示すように、第１カバー部材１５ｂのうち外側カバー部材２に対向する側に設けられた外側スプライス箇所１６ａと、内側カバー部材３に対向する側に設けられた内側スプライス箇所と１６ｂとして設定してもよい。この場合、第１カバー部材１５ｂから外側カバー部材２又は内側カバー部材３への荷重伝達の連続性を損うことがない。また第１カバー部材１５ｂでは、外側カバー部材２又は内側カバー部材３側でのラップを避けることで、ハンドリングの脱落を回避しつつ、硬化後の外筒表面粗度向上が期待できる。

[0065] 図１６Ｂに示す実施形態では、コア本体１５ａは繊維強化プラスチックからなる中実な部材として構成される。このようにコア本体１５ａを繊維強化プラスチックから構成することで、積層配向によってコア本体１５ａ自体が軸方向の剛性及びトルク伝達に対するねじり剛性を有することができる。繊維強化プラスチックは、例えば繊維はＰｉｔｃｈ系、ＰＡＮ系の炭素繊維、ガラス繊維、高分子繊維等、樹脂はエポキシ、ポリエステル、フェノール、ビスマレイミド、ポリウレタン等の熱硬化樹脂や、熱可塑樹脂ポリイミド、ＰＰ、ポリエチレン、ポリ塩化ビニル、ポリスチレン、ポリエーテルイミド、ナイロン等の熱可塑性樹脂を用いることができる。

[0066] 図１６Ｂに示す実施形態では、第１カバー部材１５ｂはたとえばフィルム接着剤を含む樹脂シートとして構成されてもよい。繊維強化プラスチックからなるコア本体１５ａは例えば積層板から機械加工して成形されるが、第１カバー部材１５ｂを樹脂シートで形成することで、外側カバー部材２及び内側カバー部材３に対して、機械加工されたコア本体１５ａの形状を好適になじませて、良好な剛性を有する一体構造を実現することができる。

[0067] 図１６Ｃに示す実施形態では、コア本体１５ａは、図１６Ｂに示す実施形態と同様に繊維強化プラスチックから構成されるが、内側に軸方向に沿って開口する中空部１５ａ１が設けられた中空構造を有する。このように中空構造を有するコア本体１５ａを採用することで、磁極片装置を軽量化できる。また中空部１５ａ１に対して冷却媒体を導入することで、磁極片装置１の冷

却性能を向上することも可能である。

[0068] このような中空部１５ａ１は、例えば、中空部１５ａ１に対応する形状を有する芯材の周囲に繊維強化樹脂プリプレグを配置し、硬化処理を行った後、芯材を除去することで容易に形成可能である。

[0069] 尚、本実施形態では中空部１５ａ１の断面形状が略矩形である場合を例示しているが、中空部１５ａの断面形状は円形や多角形のような任意の形状でよい。また本実施形態では、コア本体１５ａが有する中空部１５ａ１が１つの場合を例示しているが、複数の中空部１５ａ１を有してもよい。

[0070] 続いて磁極片ホルダ１０に保持される磁極片４１の構成例について説明する。図１８は、磁極片ホルダ１０に保持される磁極片４１の構成例を示す斜視図である。

[0071] 図１８に示す実施形態では、磁極片４１は、磁極片本体４１ａと、磁極片本体４１ａを少なくとも部分的に囲む第２カバー部材４１ｂとを備えて構成される。第２カバー部材４１ｂは、軸方向に直交する断面上において、磁極片本体４１ａを部分的に囲むように設けられていてもよいし、磁極片本体４１ａの全周を囲むように設けられていてもよい。

[0072] 第２カバー部材４１ｂは、例えばエポキシ樹脂等のフィルム接着剤やＫＦＲＰ等の繊維強化樹脂プリプレグであり、これらの組み合わせであってもよい。これにより、ｈ磁極片本体４１と外側カバー部材２又は内側カバー部材３との間には第２カバー部材４１ｂが介在することで、両者間におけるせん断強度を効果的に向上できる。

[0073] また第２カバー部材４１ｂは、例えばシリコンシートやゴムシート等の弾性部材として構成されていてもよい。この場合、第２カバー部材４１ｂのダンピング効果により、磁極片装置１で生じる振動を効果的に減衰できる。尚、第２カバー部材４１ｂとして制振特性のあるケブラー繊維強化プリプレグを用いた場合も同様の効果が期待できる。

[0074] また第２カバー部材４１ｂは、発泡シートとして構成されてもよい。この場合、発泡シートは、柔軟性を有し、厚みの調整が可能であるため、外側カ

バー部材２又は内側カバー部材３に対して磁極片４１を組み付ける際に、寸法公差によって両者間に生じる隙間を充填したり、干渉が生じた際にも吸収可能となるため、磁極片装置１の組み立てが容易となる。更に製造時や運用時に加熱された際にも、磁極片４１と周辺構成との間に熱膨張差が生じたとしても、第２カバー部材４１ｂによって緩和できるため、界面の剥がれ等を効果的に回避できる。

[0075] 図１８では、単一の第２カバー部材４１ｂが磁極片本体４１ａに対して巻きつけられた場合が示されている。この場合、磁極片本体４１ａに第２カバー部材４１ｂとなるプリプレグを巻き付けてから、外側カバー部材２及び内側カバー部材３に組み付け、これらを一体として硬化処理することで、第２カバー部材４１ｂを外側カバー部材２及び内側カバー部材３に対して良好な接着力で一体構成でき、剛性の向上とともに、製造工程の簡易化を図ることができる。

[0076] また第２カバー部材４１ｂは、前述の第１カバー部材１５ｂに倣って、軸方向に垂直な断面において略四角形状を有する磁極片本体４１ａの各面に対応するように切断したものを貼り付けられて構成されてもよいし、略Ｕ字状に（一面を除く残りの面を覆うように）貼り付けられ、スプライスされて構成されてもよい。

[0077] 続いて中実部材１２の具体的構成例について説明する。図１９は磁極片装置１における中実部材１２と磁極片ホルダ１０との連結箇所における構成を示す模式図である。

[0078] 中実部材１２は、前述したように、磁極片ホルダ１０の軸方向ｂにおける端部とロータ端板１１との間に介在することで、磁極片ホルダ１０の端部とロータ端板１１とを連結するための部材である。中実部材１２は略円筒形状を有しており、軸方向ｂに沿った磁極片ホルダ１０側の端部１２ａには、凹凸が周方向に沿って交互に配列された凹凸形状１９が設けられる。

[0079] 凹凸形状１９は、中実部材１２の連結対象である磁極片ホルダ１０の端部と相補的形状を有する。具体的には、凹凸形状１９のうち凹部１９ａ１は、

磁極片ホルダ１０の端部で凸状なコア材１５に対応し、凸部１９ａ２は、磁極片ホルダ１０の端部で凹状な磁極片４１に対応する。このような凹凸形状１９は、磁極片ホルダ１０に中実部材１２を取り付ける際になされる位置決めを容易にできる。これにより、従来、このような位置決め作業に使用された治具類の省略が可能となる。

[0080] また凹凸形状１９は、バルク成形された中実部材１２の端部１２ａに後加工で形成できる。例えば、後加工として機械加工を行うことで凹凸形状１９を精度よく形成できる。尚、中実部材１２は略円筒形状を有するため、例えば型成形を行うと、加熱成形時にスプリングインを生じることで曲率半径の精度維持が困難になるが、このように機械加工で寸法を確保することで、良好な形状精度が得られる。

[0081] 尚、このような凹凸形状１９を有する中実部材１２の制作は、３Ｄプリンタを用いて行ってもよい。この場合、硬化成形や機械加工を行わずに済むため、高い曲率精度が得られる。

[0082] このような構成を有する中実部材１２は、外側カバー部材２又は内側カバー部材３に対して、例えば接着剤を用いて取り付けられる。図２０Ａ及び図２０Ｂは図１９に示す中実部材１２の外側カバー部材２又は内側カバー部材３に対する取付例を示す模式図である。図２０Ａに示す実施形態では、中実部材１２は周方向に沿って複数のサブ部材１２ａ、１２ｂ、１２ｃ、・・・に分割されており、その各々が、それぞれ外側カバー部材２又は内側カバー部材３に対して例えば接着剤を用いて取り付けられる。図２０Ａの実施形態では、接着剤が未硬化状態にある間は複数のサブ部材１２ａ、１２ｂ、１２ｃ、・・・を取付対象である外側カバー部材２又は内側カバー部材３に対して自立保持するための固定治具が必要となる。一方の図２０Ｂに示す実施形態では、隣接するサブ部材１２ａ、１２ｂ、１２ｃ、・・・間に相補的なパズル構造２１を設けることで、固定治具を用いることなく自立保持が可能であり、作業性を向上できる。

[0083] また図２０Ａ及び図２０Ｂでは、内側カバー部材３に対して中実部材１２

が取り付けられた後、内側カバー部材３に固定された中実部材１２に対して磁極片４１及びコア材１５が取り付けられる様子が示されている。このように磁極片４１やコア材１５より先に中実部材１２が内側カバー部材３に取り付けられることで、後に取り付けられる磁極片４１やコア材１５の位置決め精度を向上することができる。これは、磁極片装置１が大型である場合においても良好な作業性が得られる点で有利である。例えば、中実部材１２の内側カバー部材３への取り付けは、磁極片装置１が大型な場合にはクレーン等ハンドリング設備が必要となるが、中実部材１２を先にハンドリング設備で取り付けてしまえば、残りの磁極片４１やコア材１５は比較的軽量であるためハンドリング設備が不要になり、作業を簡略化することができる。

[0084] 図２１は中実部材１２の他の取付例を示す模式図である。図２１に示す実施形態では、中実部材１２に対して磁極片４１及びコア材１５が予め取り付けられた状態で、中実部材１２、磁極片４１及びコア材１５が一体として内側カバー部材３に対して取り付けられる。このように取付を行うことによっても、作業を簡略化することができる。

[0085] また外側カバー部材２、内側カバー部材３、及び、壁部材２０が繊維強化プラスチックで形成される場合、これらの部材では、熱膨張率が磁極片４１に近くように繊維方向が設定されるとよい。これにより、熱処理時や運用時において加熱された際に、これらの部材と磁極片４１との間における熱膨張率の差を小さくし、これらの部材と磁極片４１との間の界面剥がれを抑制することができる。

[0086] これらの部材の熱膨張率を磁極片４１に近づけるために、例えば、外側カバー部材２、内側カバー部材３、及び、壁部材２０における繊維方向は、軸方向ｂを避けて設定されてもよい。具体的には、繊維方向が軸方向ｂに対して９０°に設定されることで、磁極片４１に作用する遠心荷重や電磁力を効果的に受けることができる。また繊維方向が軸方向ｂに対して４５°に設定されることで、ロータのトルク荷重を受けることができる。

[0087] 続いて中実部材１２とロータ端板１１との間の連結構造について説明する

。図２２Ａは中実部材１２とロータ端板１１を含む連結構造の軸方向ｂに沿った縦断面図の一例であり、図２２Ｂは図２２Ａの連結構造を径方向外側から示す平面図である。

[0088] 図２２Ａ及び図２２Ｂに示す実施形態では、中実部材１２は、連結対象であるロータ端板１１に対向する端面６０に設けられたメタルパット６２を有する。メタルパット６２は、端面６０上に周方向に沿って複数設けられる。これらのメタルパッド６２は、前述の締結ロッド４４と干渉しない位置に設けられる。隣接するメタルパッド６２同士の間隔は、例えば等間隔に設定される。メタルパッド６２の各々は略半球形状を有し、例えば金属材料から形成される。中実部材１２はメタルパッド６２を有することにより、締結ボルト４４に発生するせん断荷重を低減し、また端面６０における摩耗を抑制することができる。

[0089] 図２３Ａは中実部材１２とロータ端板１１を含む連結構造の軸方向ｂに沿った縦断面図の他の例であり、図２３Ｂは図２３Ａの連結構造を径方向外側から示す平面図である。

[0090] 図２３Ａ及び図２３Ｂに示す実施形態では、中実部材１２及びロータ端板１１には、連結ボルト４４に沿って設けられたガイドブッシュ６４を備える。このようなガイドブッシュ６４を備えることで、締結ボルト４４に生じるせん断力をガイドブッシュ６４で受け、締結ボルト４４のせん断破壊を効果的に防止することで信頼性を向上することができる。

[0091] またガイドブッシュ６４は、軸方向ｂに対して略平行に設けられる。これにより、締結ロッド４４が挿入される穴部４３に対してガイドブッシ６４ュを挿入することで、更なる機械加工を必要とすることなくガイドブッシュ６４の取り付けができる。

[0092] またガイドブッシュ６４は、中実部材１２及びロータ端板１１にわたって連続的に設けられる。これにより、例えば中実部材１２とロータ端板１１とを組み付ける際に、まず中実部材１２側にガイドブッシュ６４を取り付けることで、その後、ロータ端板１１を組み付ける際に、ガイドブッシュ６４に

よる位置決めが可能になり、組立寸法精度を効果的に向上できる。

[0093] 図２４Ａは中実部材１２とロータ端板１１を含む連結構造の軸方向ｂに沿った縦断面図の他の例であり、図２４Ｂは図２４Ａの連結構造を径方向外側から示す平面図である。

[0094] 図２４Ａ及び図２４Ｂに示す実施形態では、軸方向ｂに垂直に締結ボルト４４が設けられることで、中実部材１２とロータ端板１１との連結が行われる。この場合も前述の実施形態に倣って、締結ボルト４４に沿ってガイドブッシュ６４が設けることで、締結ボルト４４に生じるせん断力をガイドブッシュ６４で受けることで、締結ボルト４４のせん断破壊を効果的に回避できるとともに、軸方向ｂにおける位置決めが可能となり、組立寸法精度を効果的に向上できる。

[0095] 図２５はコア材１５の他の構成例を示す斜視図である。コア材１５は、図１６Ｃに示すコア本体１５ａのように、軸方向ｂに沿って延在する中空部１５ａ１を有する中空構造であってもよい。この場合、中空部１５ａ１には、冷却空気のような冷却媒体を流通させることで冷却性能を向上させつつ、良好な構造強度を得ることができる。

[0096] 図２６は図２５に示すコア材１５の製造プロセスを示す模式図である。まず中空部１５ａ１に対応するように軸方向ｂに沿って延在する略円柱形状を有する芯材７０を用意する。続いて、芯材７０の外表面に沿って、コア材１５を形成するためのプリプリプレグ７２を巻回し、硬化処理を行うことでコア材１５を成形する。その後、成形されたコア材１５から芯材を除去する（軸方向に沿って抜き取る）ことによって、コア材１５が完成する。一般的に、軸方向ｂに沿った長尺形状を有するコア材１５に対して機械加工によって中空部１５ａ１を形成することは困難を伴うが、このように芯材７０に巻回されたプリプレグ７２を硬化して成形することで、機械加工を行うことなく中空構造を有するコア材１５を製造できる。

[0097] 尚、本実施形態では中空部１５ａ１の断面形状が略円形である場合を例示しているが、中空部１５ａの断面形状は多角形や星形のような任意の形状で

もよい。また本実施形態では、コア材１５が有する中空部１５ａ１が１つの場合を例示しているが、複数の中空部１５ａ１を有してもよい。

[0098] 尚、芯材７０もまたプリプレグ材を用いることで、コア材１５とともに硬化処理されてもよい。この場合、コア材１５と芯材７０が同時硬化されることで、成形過程を簡略化できる。

[0099] 続いて図２７はコア材１５の軸方向ｂに垂直な断面図の一例である。コア材１５のうち磁極片ホルダ１０を構成する外側カバー部材２及び内側カバー部材３に対向する面の少なくとも一部には、振動を減衰するための減衰部材７４が設けられていてもよい。図２７では、コア材１５のうち外側カバー部材２に対向する第１面７５Ａに第１減衰部材７４Ａが設けられるとともに、内側カバー部材３に対向する第２面７５Ｂに第２減衰部材７４Ｂが設けられる。磁極片装置１では、このような減衰部材を備えることで、振動を吸収し、良好な耐震性能が得られる。特に第１減衰部材７４Ａは振動の影響を受けやすい外側カバー部材２に対向する第１面７４Ａに沿って設けられるため、減衰作用を得やすい。

[0100] 図２８は図２７の変形例である。図２７に示す変形例のように、コア材１５は、厚さ方向に沿って複数の板状部材７６に分割されてもよい。このように磁極片ホルダ１０を分割構造とすることで、振動発生時に板状部材７６間で摩擦が生じるため、振動エネルギを熱エネルギに変換して良好な減衰効果が得られる。この場合、隣接する２つの板状部材７６間に第３減衰部材７４Ｃを設けてもよい。このようにコア材１５の内側に第３減衰部材７４Ｃを設けることで、内部を伝搬する振動を減衰部材間で反射を繰り返しながら吸収でき、減衰効果の向上が期待できる。

[0101] 尚、上述の各減衰部材７４を構成する材料は限定されないが、例えば、高分子繊維強化複合材を用いることができる。高分子繊維強化複合材は、繊維強化プラスチックからなる外側カバー部材２、内側カバー部材３及び壁部材と同時硬化が可能であるため、これらの部材と一体的に構成することで、より良い構造強度を得られる。また減衰部材７４は、樹脂系高弾性材料から形

成されてもよい。この場合、減衰部材７４の弾性によって振動を吸収し、より効果的に減衰特性を得られる。

[0102] また隣接する２つの板状部材７６間には、第３減衰部材７４Ｃに代えて又は加えて摺動部材を配置してもよい。摺動部材は、例えばテフロン（登録商標）等の樹脂材料を用いることができ、分割された部材同士が摩擦によって摩耗することを効果的に抑制できる。

[0103] またコア材１５が複数の板状部材７６に分割される場合には、分割パターンを適宜変更することで、磁極片ホルダ１０の固有振動数を調整してもよい。この場合、磁極片ホルダ１０の固有振動数が磁極片ホルダ１０に生じる振動周波数と異なるように、分割パターンを設定することで、優れた減衰特性を得られる。また分割パターンは、図２８では均等な厚みになっている場合を一例として示しているが、必要な減衰特性が得られるように、例えば外側は細かく内側が粗くなるように厚みを調整してもよい。

[0104] 図２９は図２７の他の変形例である。この変形例では、図２７に示すコア材１５が外側カバー部材２側の第１部材１５－１と、内側カバー部材３側の第２部材１５－２とに分割される。この場合、第１部材１５－１と第２部材１５－２との界面にもまた第４減衰部材７４Ｄが配置されることで、減衰特性を向上することができる。このようなコア材１５は、第１部材１５－１及び第２部材１５－２をそれぞれ材料を積層して形成した後、両者を組み付ける際に、第１部材１５－１及び第２部材１５－２の界面に第４減衰部材７４Ｄが積層されて成形される。

[0105] 尚、第４減衰部材７４Ｄとして弾性接着剤を用いる場合は、第１部材１５－１及び第２部材１５－２をそれぞれ硬化成型した後、両者の界面に弾性接着剤である第４減衰部材７４Ｄを配置して両者を接着してコア材１５を完成させてもよい。これにより磁極片ホルダ１０の内部品質向上が期待できる。

[0106] 図３０は図２７の他の変形例である。この変形例では、図２９の変形例に加えて、中空部１５ａ１に沿って更に第５減衰部材７４Ｅが設けられる。このような第５減衰部材７４Ｅは、前述のように芯材７０を用いて中空部１５

ａ１を成形する際に、芯材７０の外表面に減衰材料を巻き付けて配置可能である。

[0107] また外側カバー部材２又は内側カバー部材３の少なくとも一方の外表面には、第６減衰部材７４Ｆが設けられてもよい。図３１Ａは図６の変形例である。この変形例では、軸方向ｂに垂直な断面で見た場合に、外側カバー部材２の外表面（径方向外側の表面）の少なくとも一部に第６減衰部材７４Ｆが設けられる。本変形例では、第６減衰部材７４Ｆは外側カバー部材２の外表面に沿って広く設けられている。磁極片装置１では、このように第６減衰部材７４Ｆが設けられることにより、減衰特性を向上することができる。特に振動時に径方向外側においてひずみが大きくなりやすいことに対応して、本変形例のように外側カバー部材２の外表面に第６減衰部材７４Ｆを設けることにより、効果的に減衰特性を向上できる。

[0108] また図３１Ｂは図６の他の変形例である。この変形例では、図３１Ａに示す変形例に加えて、内側カバー部材３の外表面（径方向内側の表面）の少なくとも一部にも第６減衰部材７４Ｆが設けられる。本変形例では、第６減衰部材７４Ｆは内側カバー部材３の外表面に沿って広く設けられている。このように外側カバー部材２及び内側カバー部材３の両者の外表面に第６減衰部材７４Ｆを設けることで、磁極片装置１の減衰特性を更に向上できる。

[0109] このような第６減衰部材７４Ｆは、例えば高分子繊維強化複合材のような繊維強化複合材を含む材料から形成してもよい。このような材料は、繊維強化プラスチックから構成される外側カバー部材２や内側カバー部材３と同時硬化が可能であるため、第６減衰部材７４Ｆを外側カバー部材２や内側カバー部材３と一体化することにより構造強度を維持したまま減衰特性の向上が可能である。

[0110] 尚、第６減衰部材７４Ｆは内側カバー部材３の外表面にのみ設けられていてもよい。

[0111] また図３１Ｃは図６の他の変形例である。この変形例では、軸方向ｂに垂直な断面で見た場合に、コア材１５を少なくとも部分的に囲むように第７減

衰部材７４Ｇが設けられる。図３１Ｃでは、第７減衰部材７４Ｇはコア材１５の全周を囲むように設けられる。磁極片装置１では、このように第７減衰部材７４Ｇが設けられることにより、減衰特性を向上することができる。

[0112] このような第７減衰部材７４Ｇは、前述の第６減衰部材７４Ｆと同様に、例えば高分子繊維強化複合材のような繊維強化複合材を含む材料から形成してもよい。このような材料は、繊維強化プラスチックから構成される外側カバー部材２や内側カバー部材３と同時硬化が可能であるため、第７減衰部材７４Ｇを外側カバー部材２や内側カバー部材３と一体化することにより構造強度を維持したまま減衰特性の向上が可能である。

[0113] また図３１Ｄは図６の他の変形例である。この変形例では、前述の各変形例の組み合わせであり、第６減衰部材７４Ｆが外側カバー部材２及び内側カバー部材３の外表面にそれぞれ設けられるとともに、第７減衰部材７４Ｇがコア材１５を囲むように設けられる。このように第６減衰部材７４Ｆ及び第７減衰部材７４Ｇの両方を備えることで、減衰特性を更に向上させることもできる。

[0114] その他、本開示の趣旨を逸脱しない範囲で、上記した実施形態における構成要素を周知の構成要素に置き換えることは適宜可能であり、また、上記した実施形態を適宜組み合わせてもよい。

[0115] 上記各実施形態に記載の内容は、例えば以下のように把握される。

[0116] （１）一態様に係る磁気歯車の磁極片装置（例えば上記実施形態の磁極片装置１）は、

磁気歯車（例えば上記実施形態の磁気歯車９）の径方向の外側及び内側にそれぞれ同軸配置され、円筒形状をそれぞれ有する外周カバー部材（例えば上記実施形態の外周カバー部材２）及び内周カバー部材（例えば上記実施形態の内周カバー部材３）と、

前記外周カバー部材の内周面と前記内周カバー部材の外周面との間に形成される円筒状空間（例えば上記実施形態の円筒状空間８）を、前記径方向に沿って延在する壁部材（例えば上記実施形態の壁部材２０）で区画すること

で形成される磁極片ホルダ（例えば上記実施形態の磁極片ホルダ１０）と、

前記磁極片ホルダに保持された磁極片（例えば上記実施形態の磁極片４１）と、

を備え、

前記内側リング部材、前記外側リング部材及び前記壁部材は一体的に構成されている。

[0117] 上記（１）の態様によれば、外周カバー部材及び内周カバー部材を径方向に延在する壁部材で互いに連結し、且つ、これらを一体的に構成することで、優れた剛性を有する磁極片装置を実現できる。これにより、磁気歯車が動力を伝達する際に、磁極片装置が変形することで、隙間を介して配置される外径側磁石界磁や内径側磁石界磁に接触してしまうリスクを効果的に回避できる。

[0118] （２）幾つかの態様では上記（１）の態様において、

前記外周カバー部材及び前記内周カバー部材は、前記円筒状空間に配置された中実部材（例えば上記実施形態の中実部材１２）に埋め込まれた連結部材（例えば上記実施形態の連結部材１３）を介して、ロータ端板（例えば上記実施形態のロータ端板１１）に固定される。

[0119] 上記（２）の態様によれば、中実部材に埋め込まれた連結部材を介して、外周カバー部材、内周カバー部材及びロータ端板を互いに強固に固定し、安定な構造で良好な剛性が得られる。

[0120] （３）幾つかの態様では上記（２）の態様において、

前記中実部材は、前記ロータ端板の端部に対して相補的形状を有する。

[0121] 上記（３）の態様によれば、中実部材がロータ端板の端部に対して相補的形状を有することで、中実部材をロータ端板に連結する際に、相補的形状を利用して両者の位置決めを容易にできる。

[0122] （４）幾つかの態様では上記（２）又は（３）の態様において、

前記中実部材は、前記ロータ端板に対向する端面に設けられた少なくとも１つのメタルパット（例えば上記実施形態のメタルパット６２）を有する。

[0123] 上記（４）の態様によれば、中実部材はこのようなメタルパッドを有することにより、中実部材とロータ端板とを連結した際に両者間に発生するせん断荷重を低減できるとともに、ロータ端板に対向する端面における摩耗を効果的に抑制できる。

[0124] （５）幾つかの態様では上記（２）から（４）のいずれか一態様において、

前記中実部材及び前記ロータ端板には、前記連結ボルトに沿って設けられたガイドブッシュ（例えば上記実施形態のガイドブッシュ６４）が設けられる。

[0125] 上記（５）の態様によれば、このようなガイドブッシュを備えることで、締結ボルトに生じるせん断力をガイドブッシュで受け、締結ボルトのせん断破壊を効果的に防止することで信頼性を向上できる。

[0126] （６）幾つかの態様では上記（２）から（５）のいずれか一態様において、

前記磁極片は、前記軸方向に沿って積層される複数の磁極板材（例えば上記実施形態の磁極板材４１ａ）を含み、

前記複数の磁極板材は、前記複数の磁極板の各々に設けられた穴部を挿通する締結ロッド（例えば上記実施形態の締結ロッド４４）を介して前記中実部材に固定される。

[0127] 上記（６）の態様によれば、軸方向に沿って積層される複数の磁極板材から構成される磁極片を、締結ロッドによって、外周カバー部材や内周カバー部材とともに、中実部材を介してロータ端板に固定できる。このような構造を採用することで磁極片装置の剛性をより効果的に向上できる。

[0128] （７）幾つかの態様では上記（１）から（６）のいずれか一態様において、

前記外周カバー部材、前記内周カバー部材及び前記壁部材は、それぞれ炭素繊維強化プラスチックを含んで構成される。

[0129] 上記（７）の態様によれば、外周カバー部材、内周カバー部材及び壁部材を、軽量且つ高強度であり、更に成型性に優れた炭素繊維強化プラスチックで一体構成することで、良好な剛性を有する磁極片装置を実現できる。

[0130] （８）幾つかの態様では上記（７）の態様において、

前記外周カバー部材又は前記内周カバー部材の少なくとも一方は、繊維方向が前記周方向に沿った第１方向を含む第１層（例えば上記実施形態の第１層２ａ、３ａ）と、繊維方向が前記第１方向に交差する第２方向を含む第２層（例えば上記実施形態の第２層２ｂ、３ｂ）とを含む。

[0131] 上記（８）の態様によれば、外周カバー部材又は内周カバー部材の少なくとも一方は、互いに異なる繊維方向を有する複数の層を組み合わせて構成される。これにより、磁気歯車が動力を伝達する際に、外径側磁石界磁又は内径側磁石界磁から受ける荷重によって磁極片装置に生じるたわみ変形に対する剛性や、トルク伝達に対するねじり変形に対する剛性を、効果的に向上できる。

[0132] （９）幾つかの態様では上記（７）又は（８）の態様において、

前記壁部材はピッチ系ＣＦＲＰから構成される。

[0133] 上記（９）の態様によれば、ピッチ系ＣＦＲＰはＰＡＮ系ＣＦＲＰに比べて熱伝導性に優れているため、動作時に発熱が生じる磁極片に隣接する壁部材をピッチ系ＣＦＲＰから構成することで、磁極片からの放熱機能を効果的に向上できる。

[0134] （１０）幾つかの態様では上記（１）から（９）のいずれか一態様において、

前記円筒状空間のうち隣接する前記磁極片ホルダの間に形成される隣接間空間（例えば上記実施形態の隣接間空間１４）を充填するコア材（例えば上記実施形態のコア材１５）を更に備える。

[0135] 上記（１０）の態様によれば、隣接間空間をコア材で充填することで、磁極片装置の剛性をより効果的に向上することができる。

[0136] （１１）幾つかの態様では上記（１０）の態様において、

前記コア材は、

コア本体（例えば上記実施形態のコア本体１５ａ）と、

前記コア本体を少なくとも部分的に囲む第１カバー部材（例えば上記実施形態の第１カバー部材１５ｂ）と、

を備える。

[0137] 上記（１１）の態様によれば、コア材はコア本体と第１カバー部材とを備えて構成される。第１カバー部材は、コア本体を少なくとも部分的に囲むことで良好な構造強度が得られ、特に、軸方向の剛性及びトルク伝達に対するねじり剛性を維持しながらも、軽量化や製造時の作業性向上を期待できる。

[0138] （１２）幾つかの態様では上記（１０）又は（１１）の態様において、

前記コア材のうち前記外側カバー部材又は前記内側カバー部材に対向する面の少なくとも一部には、振動を減衰するための減衰部材（例えば上記実施形態の減衰部材７４）が設けられる。

[0139] 上記（１２）の態様によれば、磁極片装置は減衰部材を備えることで、運用時に発生する振動を吸収し、良好な耐震性能が得られる。

[0140] （１３）いくつかの態様では上記（１）から（１２）のいずれか一態様において、

前記外側カバー部材又は前記内側カバー部材の少なくとも一方の外表面を少なくとも部分的に覆うように減衰部材（例えば上記実施形態の第６減衰部材７４Ｆ）が設けられる。

[0141] 上記（１３）の態様によれば、外側カバー部材２又は内側カバー部材３能くなくとも一方の外表面の少なくとも一部を減衰部材で覆うことで、磁極片装置の減衰特性を向上できる。また特に、振動時に径方向外側においてひずみが大きくなりやすいことに対応して、外側カバー部材の外表面に減衰部材を設けることにより、効果的に減衰特性を向上できる。

[0142] （１４）いくつかの態様では上記（１０）から（１３）のいずれか一態様において、

前記コア材を少なくとも部分的に囲むように減衰部材（例えば上記実施形態の第７減衰部材７４Ｇ）が設けられる。

[0143] 上記（１４）の態様によれば、コア材の全周を囲むように減衰部材を設けることで、磁極片装置の減衰特性を向上できる。また例えば減衰部材を繊維強化複合材で形成した場合、減衰部材を外側カバー部材や内側カバー部材と

同時硬化が可能であるため、減衰部材を外側カバー部材や内側カバー部材と一体化することにより構造強度を維持したまま減衰特性の向上が可能である。

[0144] （１５）幾つかの態様では上記（１）から（９）のいずれか一態様において、

前記円筒状空間のうち隣接する前記磁極片ホルダの間に形成される隣接間空間（例えば上記実施形態の隣接間空間１４）は中空コアとして形成され、

前記中空コアは、前記外周カバー部材又は前記内周カバー部材の少なくとも一方に前記径方向に沿って開口された冷却穴（例えば上記実施形態の冷却穴１７）を介して外部と連通する。

[0145] 上記（１５）の態様によれば、外周カバー部材又は前記内周カバー部材の少なくとも一方に設けられた冷却穴を介して、中空コアとして形成される隣接間空間に冷却媒体を導くことで、良好な冷却効果が得られる。

[0146] （１６）幾つかの態様では上記（１）から（１５）のいずれか一態様において、

前記磁極片は、

磁極片本体（例えば上記実施形態の磁極片本体４１ａ）と、

前記磁極片本体を少なくとも部分的に囲む第２カバー部材（例えば上記実施形態の第２カバー部材４１ｂ）と、

を備える。

[0147] 上記（１６）の態様によれば、磁極片は磁極片本体と第２カバー部材とを備えて構成される。第２カバー部材は、磁極片本体を少なくとも部分的に囲むことで良好な構造強度が得られ、特に、軸方向の剛性及びトルク伝達に対するねじり剛性を維持しながらも、軽量化や製造時の作業性向上を期待できる。

[0148] （１７）幾つかの態様では上記（１）から（１６）のいずれか一態様において、

前記外側カバー部材、前記内側カバー部材、及び、前記壁部材の少なくと

も一部を構成する繊維強化プラスチックは、熱膨張率が前記磁極片に近くなるように繊維方向が設定される。

[0149] 上記（１７）の態様によれば、外側カバー部材、内側カバー部材、及び、壁部材が繊維強化プラスチックで形成される場合、これらの部材の少なくとも一部は、熱膨張率が磁極片に近くように繊維方向が設定される。これにより、熱処理時や運用時において加熱された際に、これらの部材と磁極片との間における熱膨張率の差を小さくし、これらの部材と磁極片との間の界面剥がれを効果的に抑制できる。

[0150] （１８）一態様に係る磁気歯車（例えば上記実施形態の磁気歯車９）は、

上記（１）から（８）のいずれか一態様の磁極片装置と、

前記磁極片装置より内周側に配置される内径側磁石界磁（例えば上記実施形態の内径側磁石界磁７）と、

前記磁極片装置より外周側に配置される外径側磁石界磁（例えば上記実施形態の外径側磁石界磁５）と、

を備える。

[0151] 上記（１８）の態様によれば、良好な剛性を有する磁極片装置を備えることで、磁気歯車が動力を伝達する際に、磁極片装置が変形することで、隙間を介して配置される外径側磁石界磁や内径側磁石界磁に接触してしまうリスクを効果的に回避できる。

[0152] （１９）一態様に係る磁気歯車の磁極片装置の製造方法は、

磁気歯車（例えば上記実施形態の磁気歯車９）の径方向の外側及び内側にそれぞれ同軸配置され、円筒形状をそれぞれ有する外周カバー部材（例えば上記実施形態の外周カバー部材２）及び内周カバー部材（例えば上記実施形態の内周カバー部材３）と、

前記外周カバー部材の内周面と前記内周カバー部材の外周面との間に形成される円筒状空間（例えば上記実施形態の円筒状空間８）を、前記径方向に沿って延在する壁部材（例えば上記実施形態の壁部材２０）で区画することで形成される磁極片ホルダ（例えば上記実施形態の磁極片ホルダ１０）と、

前記磁極片ホルダに保持された磁極片（例えば上記実施形態の磁極片４１）と、

を備え、

前記内側リング部材、前記外側リング部材及び前記壁部材は一体的に構成されている、磁気歯車の磁極片装置の製造方法であって、

前記外周カバー部材又は内周カバー部材の一方を前記壁部材と一体成形することにより第１中間成形物（例えば上記実施形態の第１中間成形物５４、５４´）を製造する工程と、

前記第１中間成形物のうち隣接する前記壁部材の間に形成される凹部に前記磁極片を挿入することにより第２中間成形物（例えば上記実施形態の第２中間成形物５５、５５´）を製造する工程と、

前記第２中間成形物に対して前記外周カバー部材又は内周カバー部材の他方を取り付けて一体成形する工程と、

を備える。

[0153] 上記（１９）の態様によれば、外周カバー部材又は内周カバー部材の一方を壁部材と一体成形することで、第１中間成形物を良好な形状精度で製造できる。これにより、磁極片ホルダに磁極片を挿入する際に、磁極片ホルダを追加加工によって微調整する作業が不要になる。また、このような第１中間成形物に磁極片が挿入された第２中間成形物を新たな成形型として内周カバー部材を一体成形することで、内周カバー部材の形状精度も向上するとともに、余分な加工や接着工程が不要となり、生産性向上やコスト削減を図ることができる。

[0154] （２０）幾つかの態様では上記（１９）の態様において、

前記第２中間成形物は、前記第１中間成形物を一体成形する際に、前記外周カバー部材又は内周カバー部材の一方を前記壁部材及び前記磁極片と一体成形することにより製造される。

[0155] 上記（２０）の態様によれば、外周カバー部材又は内周カバー部材の一方を壁部材と一体成形する際に、磁極片も一体成形することで、製造工程をよ

り簡略化でき、更なる生産性向上やコスト削減を図ることができる。

符号の説明

[0156] １　磁極片装置

２　外周カバー部材

３　内周カバー部材

５　外径側磁石界磁

６　コイル

７　内径側磁石界磁

８　円筒状空間

９　磁気歯車

１０　磁極片ホルダ

１１　ロータ端板

１２　中実部材

１３　連結部材

１４　隣接間空間

１５　コア材

１７　冷却穴

２０　壁部材

４１　磁極片

４１ａ　磁極板材

４３　穴部

４４　締結ロッド

４９，５６　真空バック

５０　成形型

５１　磁極対

５２　支持部材

５３，５７　ラバーヒータ

５４　第１中間成形物

５５　第２中間成形物

５９　ヒータ

７１　内径磁極対

７２　内径支持部材

Ｄ　冷却媒体

Ｇ　隙間

Ｈ　ハウジング

請求の範囲

[請求項1] 磁気歯車の径方向の外側及び内側にそれぞれ同軸配置され、円筒形状をそれぞれ有する外周カバー部材及び内周カバー部材と、

前記外周カバー部材の内周面と前記内周カバー部材の外周面との間に形成される円筒状空間を、前記径方向に沿って延在する壁部材で区画することで形成される磁極片ホルダと、

前記磁極片ホルダに保持された磁極片と、

を備え、

前記内側リング部材、前記外側リング部材及び前記壁部材は一体的に構成されている、磁気歯車の磁極片装置。

[請求項2] 前記外周カバー部材及び前記内周カバー部材は、前記円筒状空間に配置された中実部材に埋め込まれた連結部材を介して、ロータ端板に固定される、請求項１に記載の磁気歯車の磁極片装置。

[請求項3] 前記中実部材は、前記ロータ端板の端部に設けられた凹凸形状に係合可能な相補的形状を有する、請求項２に記載の磁気歯車の磁極片装置。

[請求項4] 前記中実部材は、前記ロータ端板に対向する端面に設けられた少なくとも１つのメタルパットを有する、請求項２又は３に記載の磁気歯車の磁極片装置。

[請求項5] 前記中実部材及び前記ロータ端板には、前記連結ボルトに沿って設けられたガイドブッシュが設けられる、請求項２から４のいずれか一項に記載の磁気歯車の磁極片装置。

[請求項6] 前記磁極片は、前記軸方向に沿って積層される複数の磁極板材を含み、

前記複数の磁極板は、前記複数の磁極板材の各々に設けられた穴部を挿通する締結ロッドを介して前記中実部材に固定される、請求項２から５のいずれか一項に記載の磁気歯車の磁極片装置。

[請求項7] 前記外周カバー部材、前記内周カバー部材及び前記壁部材は、それ

ぞれ炭素繊維強化プラスチックを含んで構成される、請求項１から６のいずれか一項に記載の磁気歯車の磁極片装置。

[請求項8] 前記外周カバー部材又は前記内周カバー部材の少なくとも一方は、前記炭素繊維強化プラスチックに含まれる繊維方向が前記周方向に沿った第１方向を有する第１層と、前記繊維方向が前記第１方向に交差する第２方向を有する第２層とを含む、請求項７に記載の磁気歯車の磁極片装置。

[請求項9] 前記壁部材はピッチ系ＣＦＲＰを含む、請求項７又は８に記載の磁気歯車の磁極片装置。

[請求項10] 前記円筒状空間のうち隣接する前記磁極片ホルダの間に形成される隣接間空間を充填するコア材を更に備える、請求項１から９のいずれか一項に記載の磁気歯車の磁極片装置。

[請求項11] 前記コア材は、

コア本体と、

前記コア本体を少なくとも部分的に囲む第１カバー部材と、

を備える、請求項１０に記載の磁気歯車の磁極片装置。

[請求項12] 前記コア材のうち前記外側カバー部材又は前記内側カバー部材に対向する面の少なくとも一部には、振動を減衰するための減衰部材が設けられる、請求項１０又は１１に記載の磁気歯車の磁極片装置。

[請求項13] 前記外側カバー部材又は前記内側カバー部材の少なくとも一方の外表面を少なくとも部分的に覆うように減衰部材が設けられる、請求項１から１２のいずれか一項に記載の磁気歯車の磁極片装置。

[請求項14] 前記コア材を少なくとも部分的に囲むように減衰部材が設けられる、請求項１０から１３のいずれか一項に記載の磁気歯車の磁極片装置。

[請求項15] 前記円筒状空間のうち隣接する前記磁極片ホルダの間に形成される隣接間空間は中空コアとして形成され、

前記中空コアは、前記外周カバー部材又は前記内周カバー部材の少

なくとも一方に前記径方向に沿って開口された冷却穴を介して外部と連通する、請求項１から９のいずれか一項に記載の磁気歯車の磁極片装置。

[請求項16] 前記磁極片は、

磁極片本体と、

前記磁極片本体を少なくとも部分的に囲む第２カバー部材と、

を備える、請求項１から１５のいずれか一項に記載の磁気歯車の磁極片装置。

[請求項17] 前記外側カバー部材、前記内側カバー部材、及び、前記壁部材の少なくとも一部を構成する繊維強化プラスチックは、熱膨張率が前記磁極片に近くなるように繊維方向が設定される、請求項１から１６のいずれか一項に記載の磁気歯車の磁極片装置。

[請求項18] 請求項１から１７のいずれか一項に記載の磁極片装置と、

前記磁極片装置より内周側に配置される内径側磁石界磁と、

前記磁極片装置より外周側に配置される外径側磁石界磁と、

を備える、磁気歯車。

[請求項19] 磁気歯車の径方向の外側及び内側にそれぞれ同軸配置され、円筒形状をそれぞれ有する外周カバー部材及び内周カバー部材と、

前記外周カバー部材の内周面と前記内周カバー部材の外周面との間に形成される円筒状空間を、前記径方向に沿って延在する壁部材で区画することで形成される磁極片ホルダと、

前記磁極片ホルダに保持された磁極片と、

を備え、

前記内側リング部材、前記外側リング部材及び前記壁部材は一体的に構成されている、磁気歯車の磁極片装置の製造方法であって、

前記外周カバー部材又は内周カバー部材の一方を前記壁部材と一体成形することにより第１中間成形物を製造する工程と、

前記第１中間成形物のうち隣接する前記壁部材の間に形成される凹

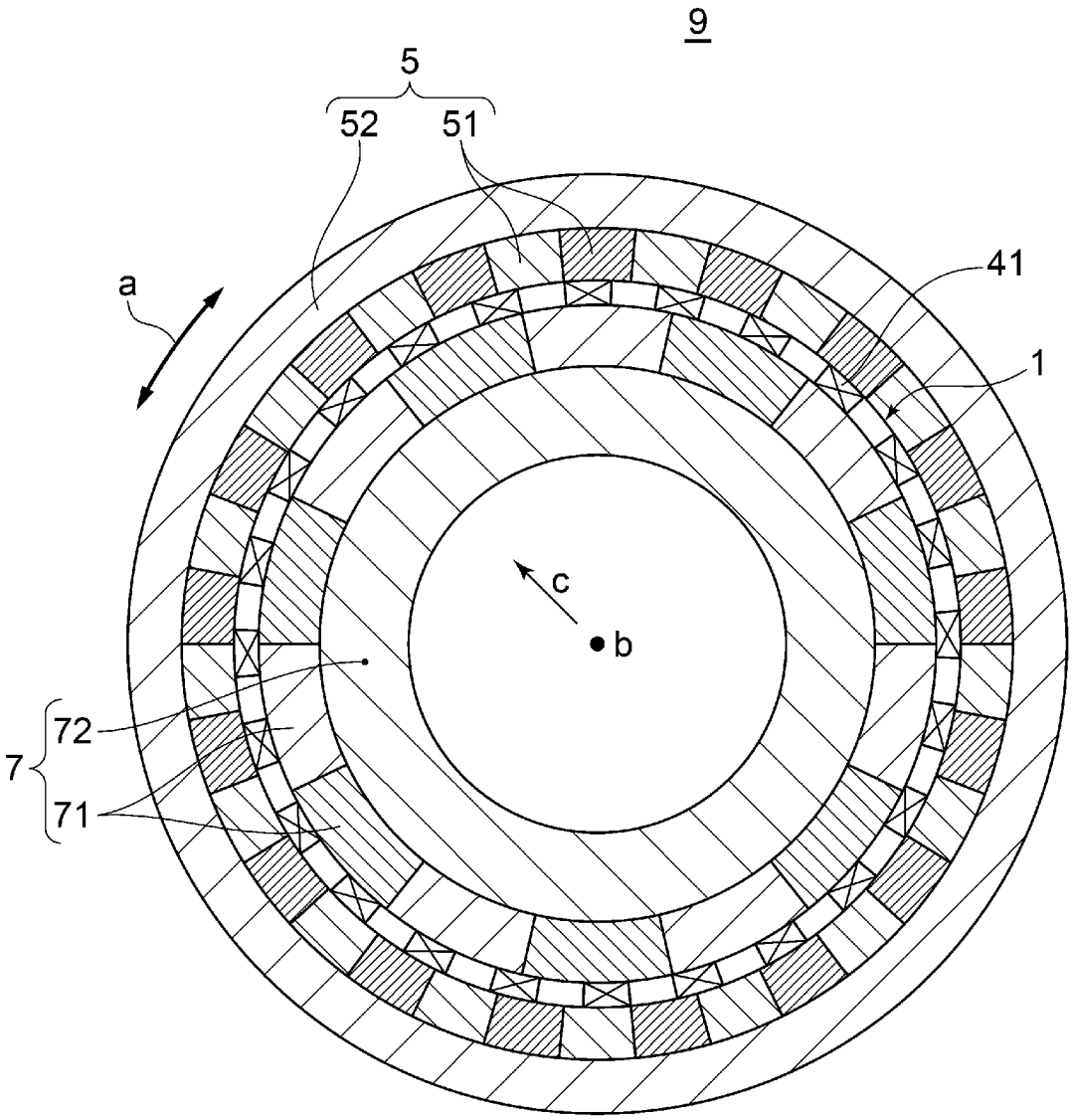
部に前記磁極片を挿入することにより第２中間成形物を製造する工程と、

前記第２中間成形物に対して前記外周カバー部材又は内周カバー部材の他方を取り付けて一体成形する工程と、

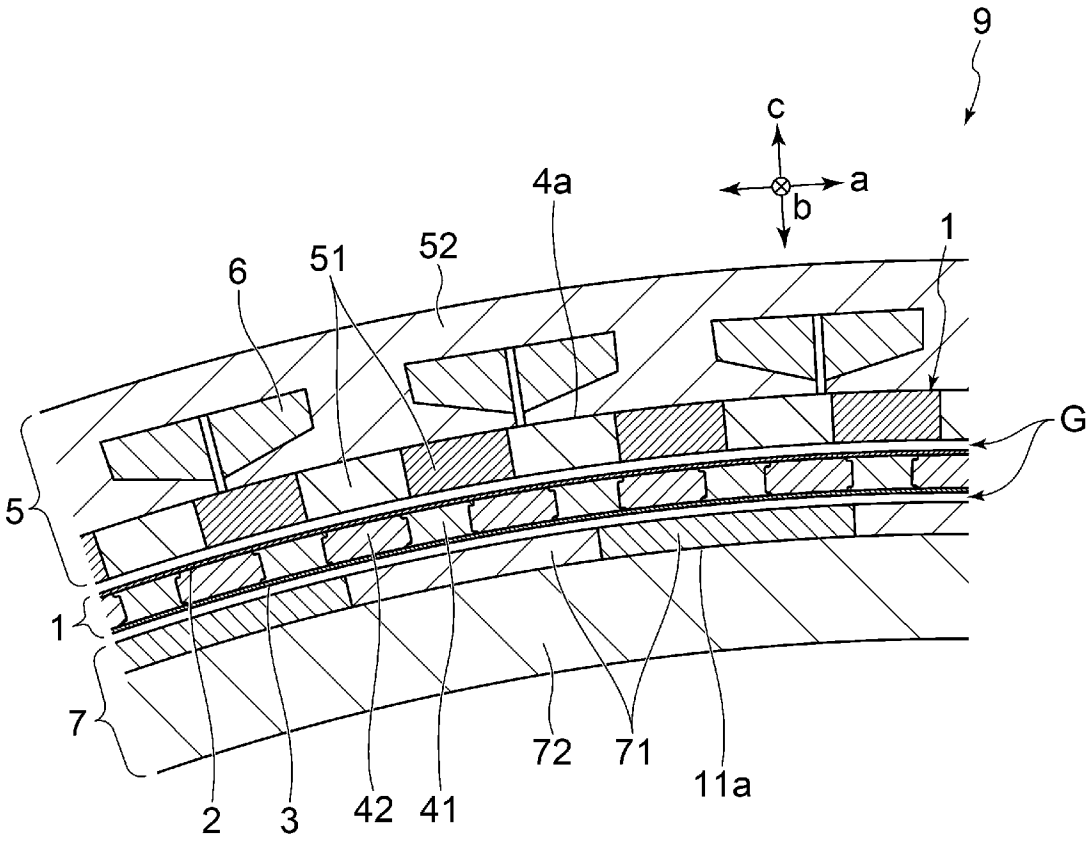
を備える、磁気歯車の磁極片装置の製造方法。

[請求項20] 前記第２中間成形物は、前記第１中間成形物を一体成形する際に、前記外周カバー部材又は内周カバー部材の一方を前記壁部材及び前記磁極片と一体成形することにより製造される、請求項１９に記載の磁気歯車の磁極片装置の製造方法。

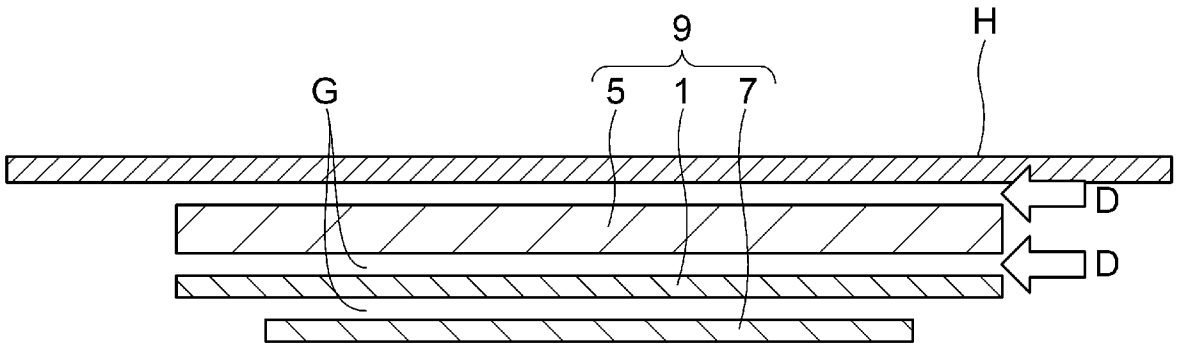
[図1]

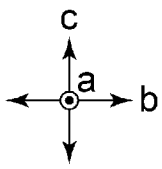


[図2]

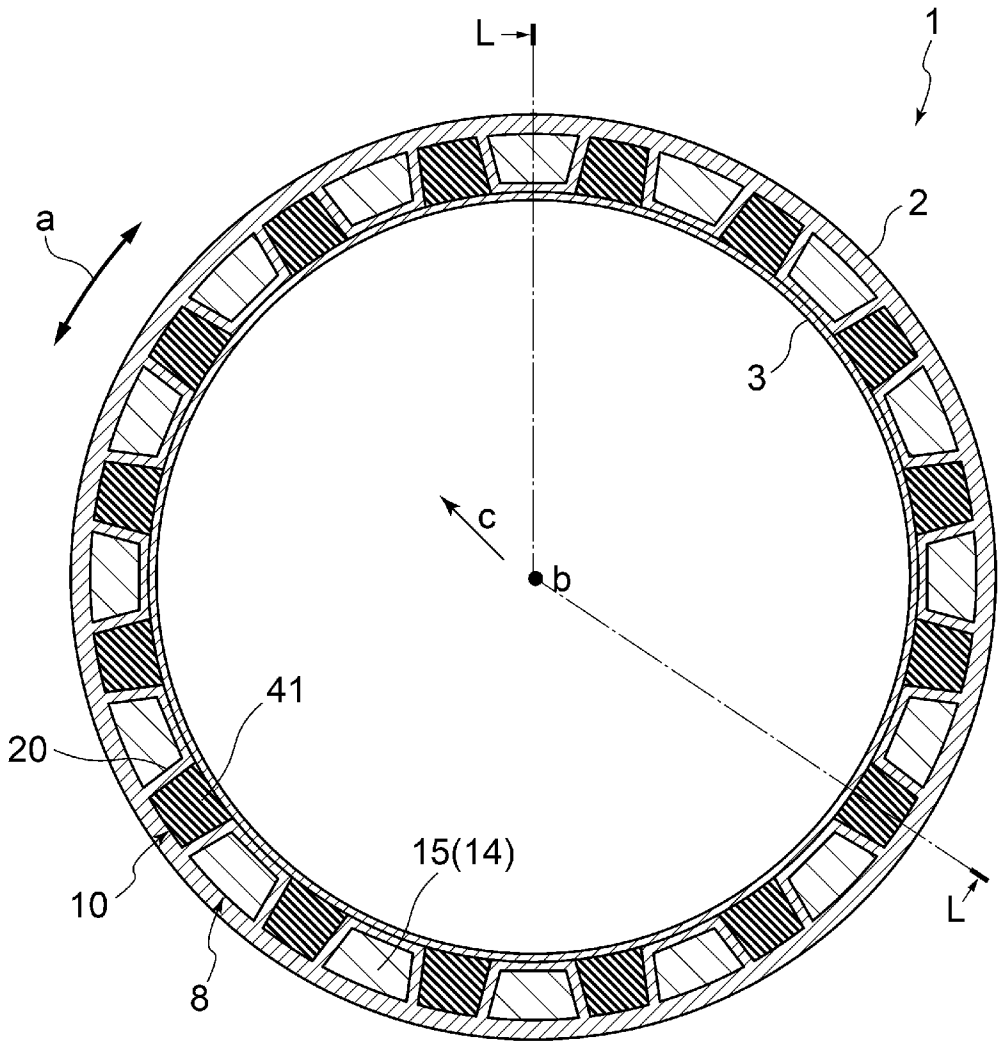


[図3]

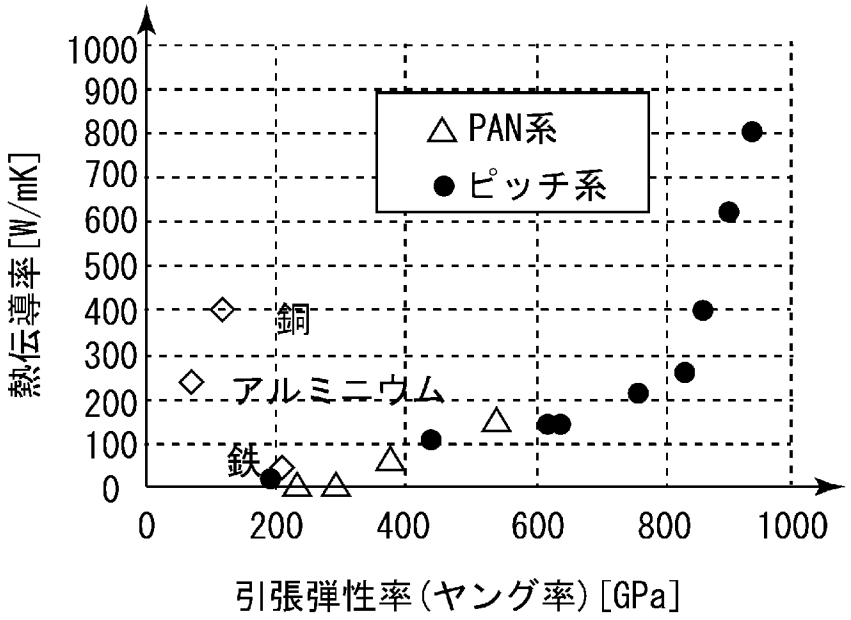




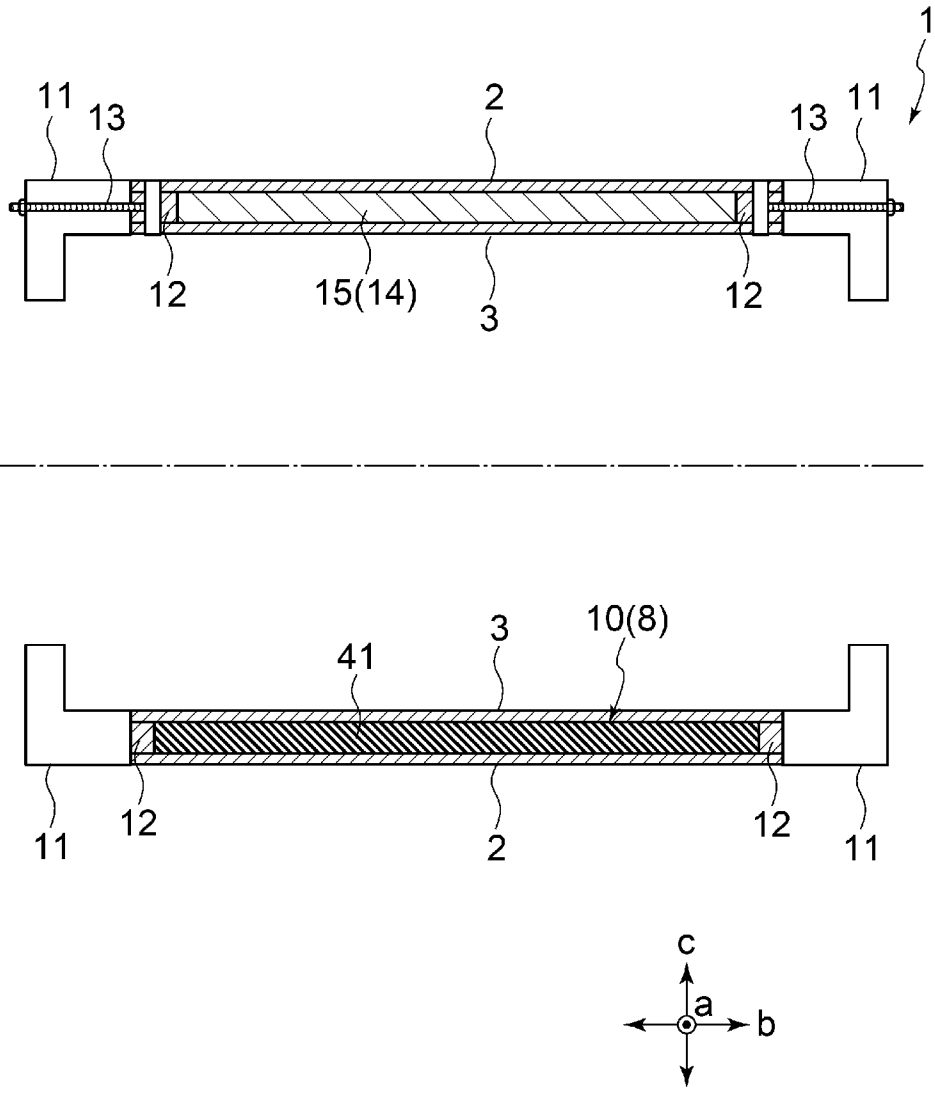
[図4A]



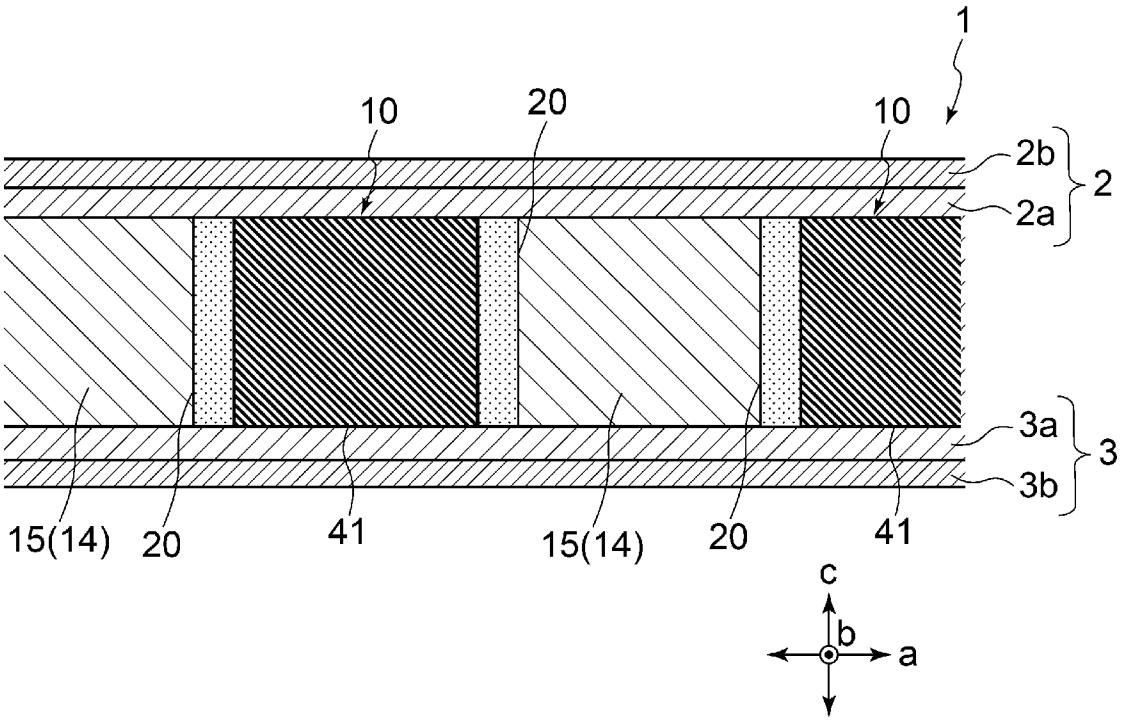
[図4B]


1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
0
200
400
600
800
1000
熱伝導率[W/mK]
引張弾性率(ヤング率)[GPa]
△ PAN系
● ピッチ系
銅
アルミニウム
鉄

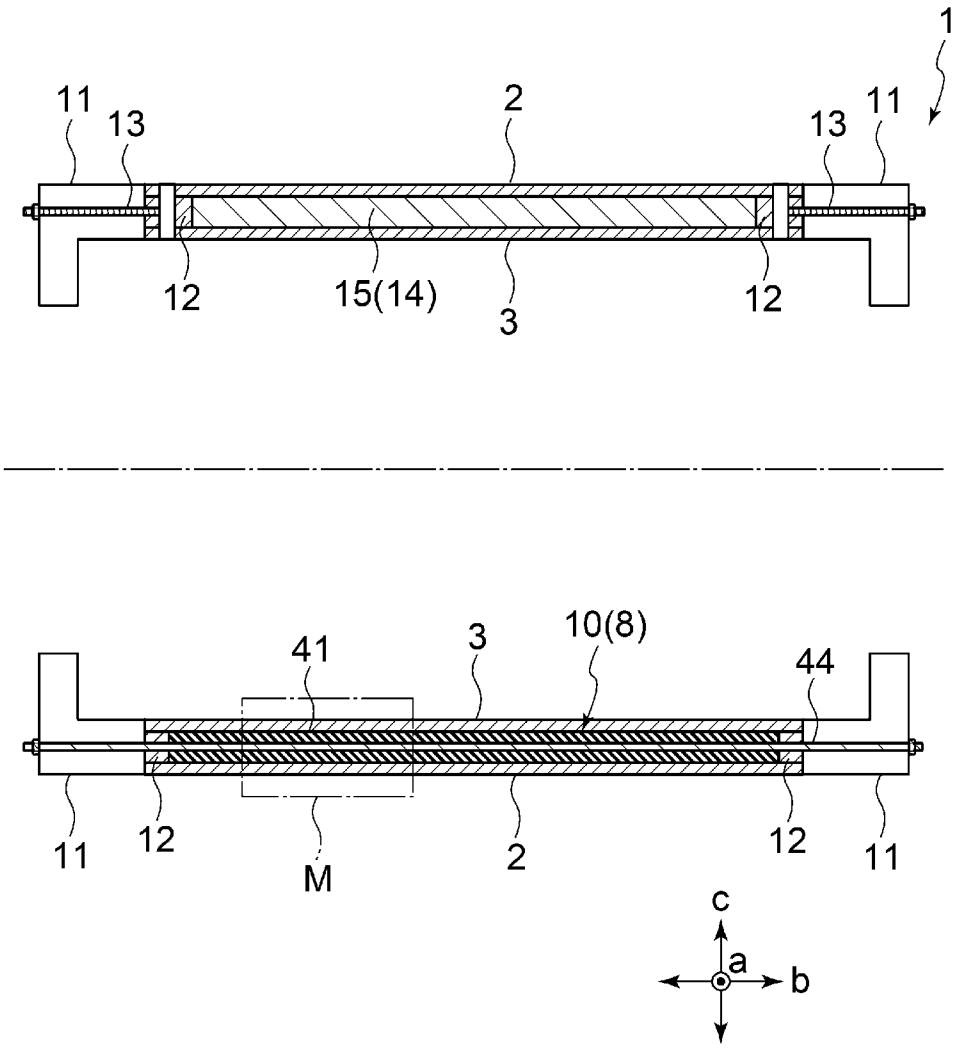
[図5]



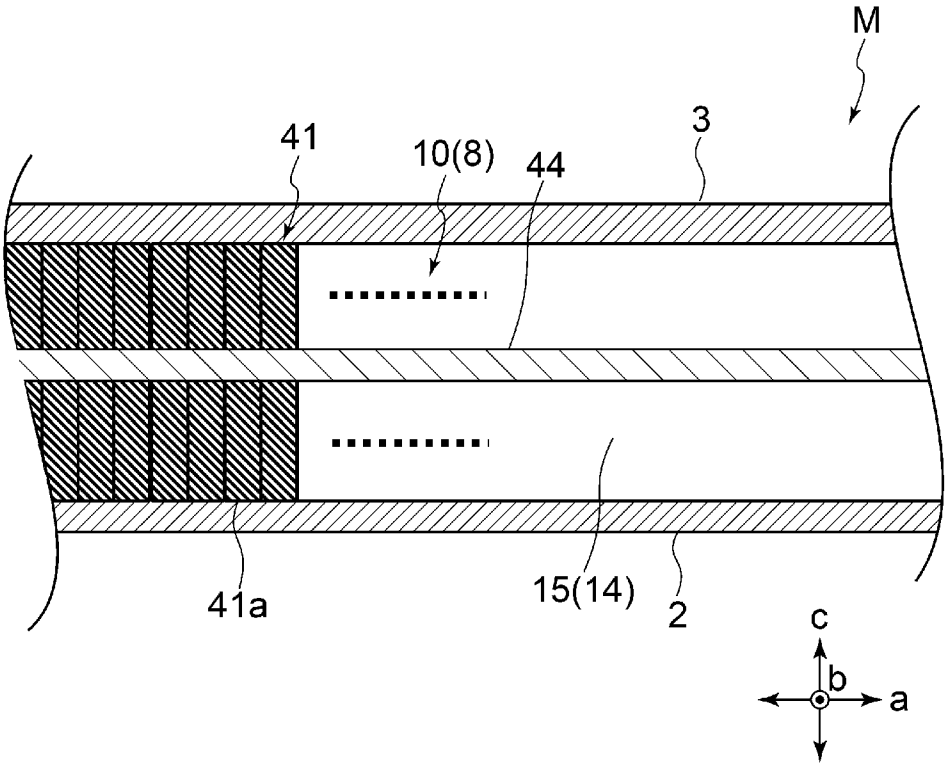
[図6]



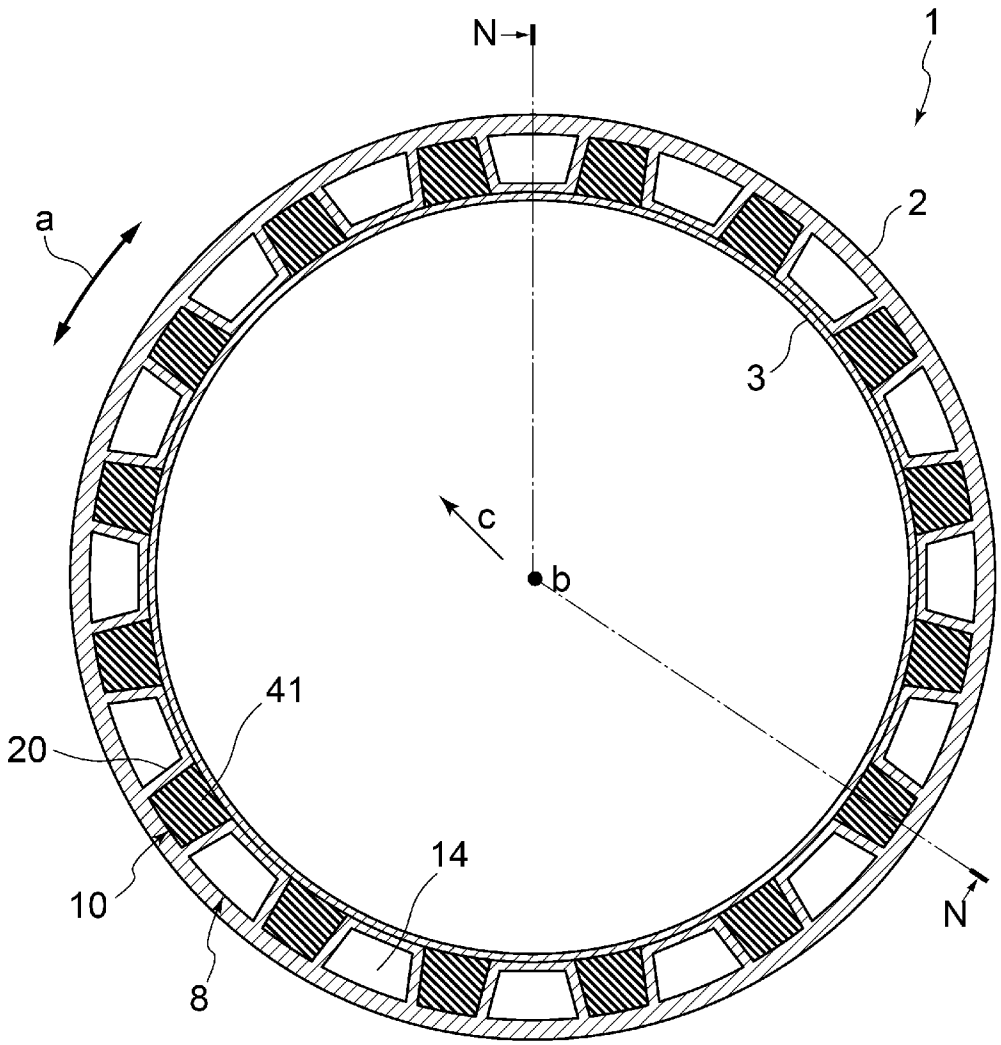
[図7]



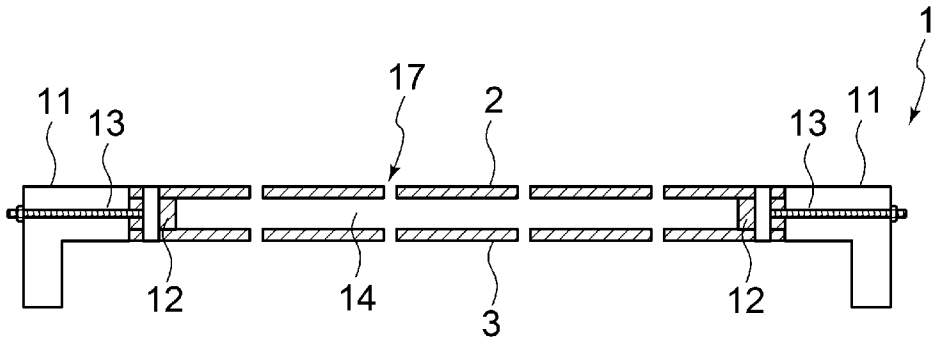
[図8]

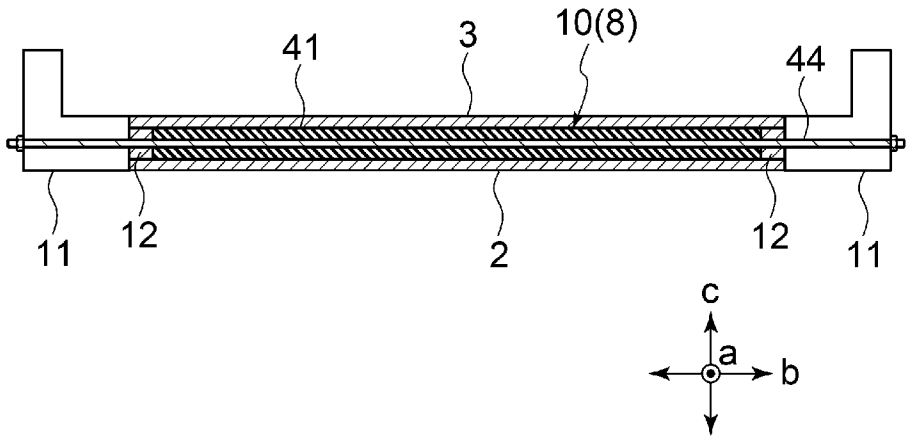


[図9]

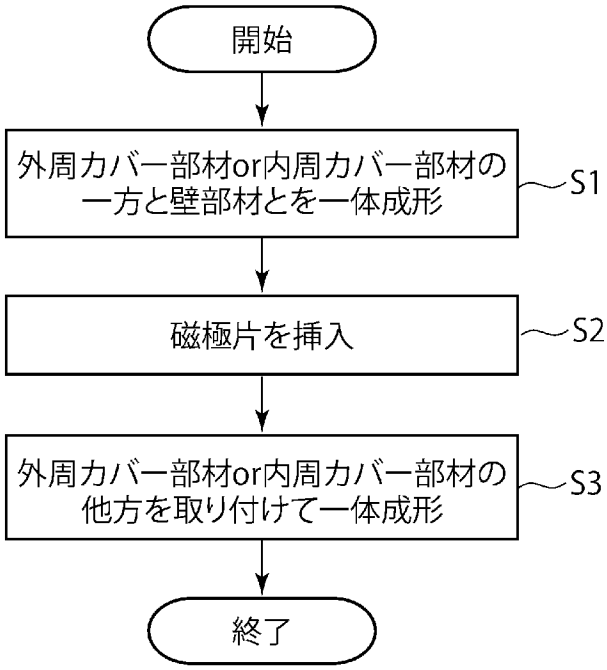


[図10]

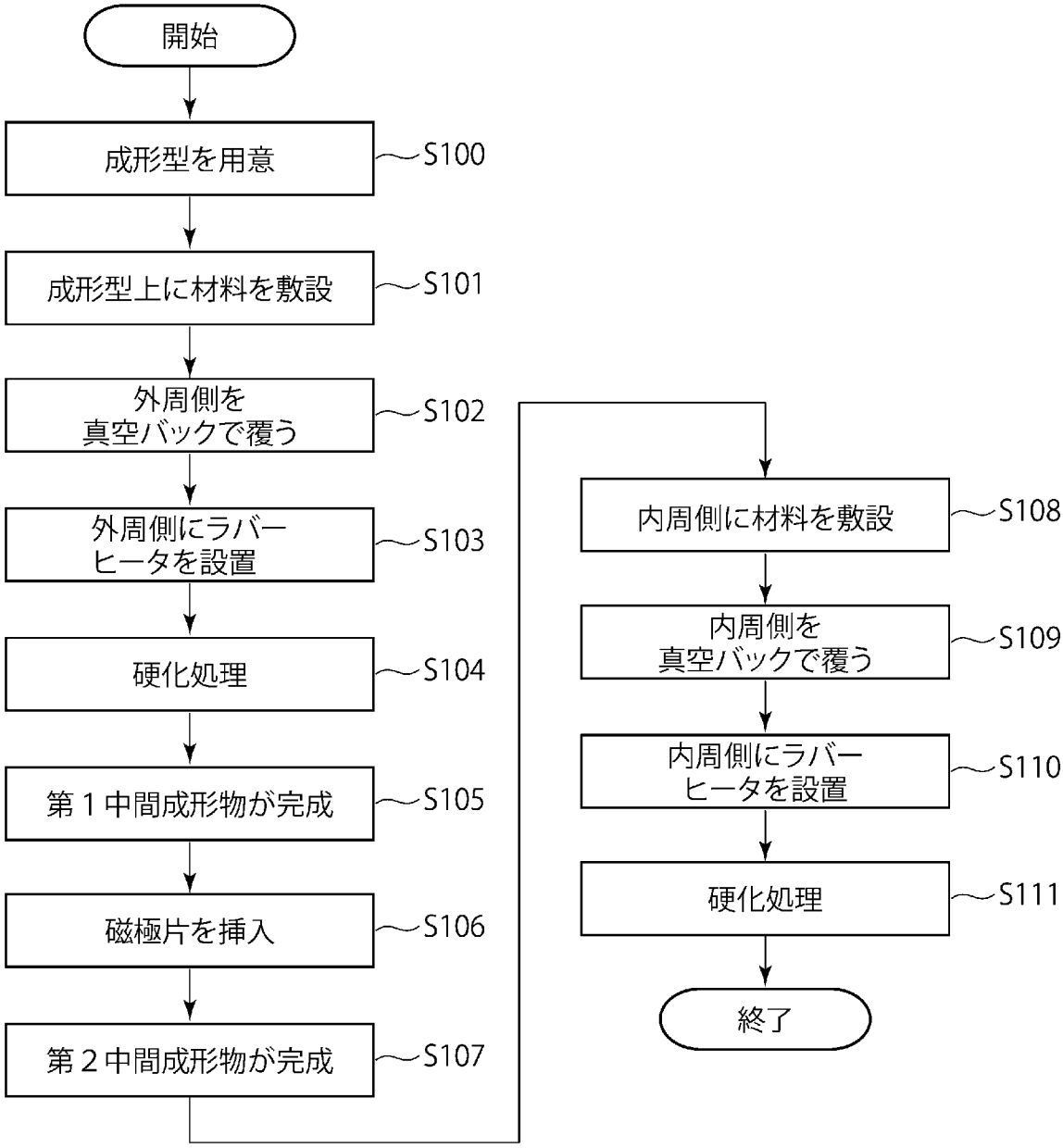




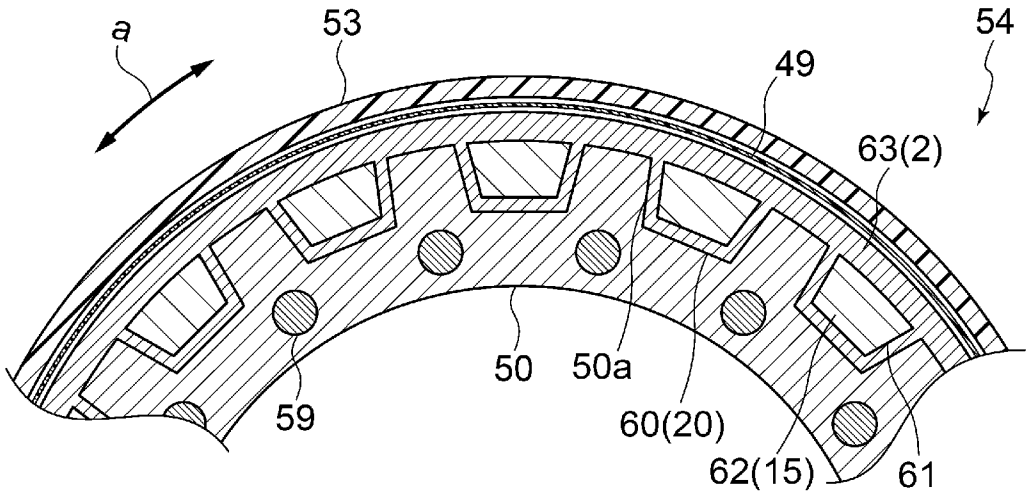
[図11]


開始
外周カバー部材or内周カバー部材の一方と壁部材とを一体成形
S1
磁極片を挿入
S2
外周カバー部材or内周カバー部材の他方を取り付けて一体成形
S3
終了

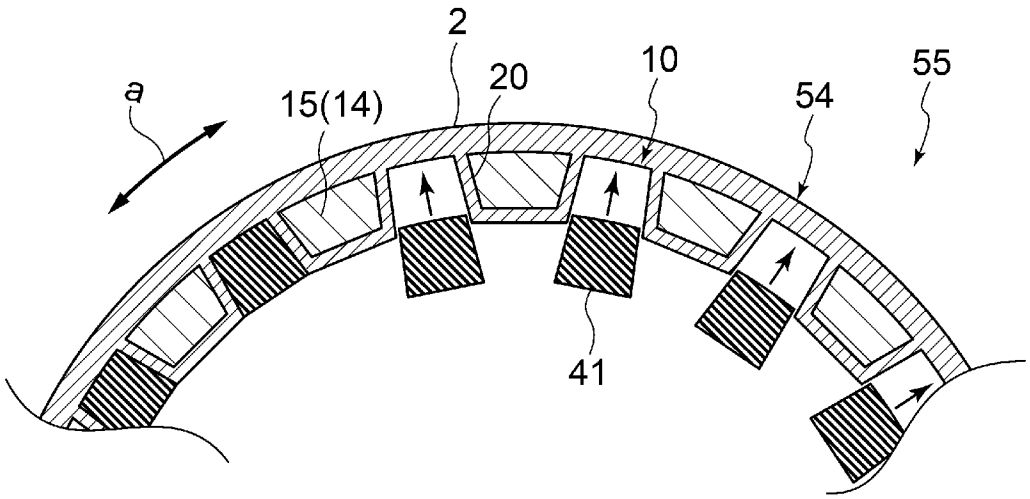
[図12]


開始
成形型を用意
S100
成形型上に材料を敷設
S101
外周側を
真空バックで覆う
S102
外周側にラバー
ヒータを設置
S103
硬化処理
S104
第１中間成形物が完成
S105
磁極片を挿入
S106
第２中間成形物が完成
S107
内周側に材料を敷設
S108
内周側を
真空バックで覆う
S109
内周側にラバー
ヒータを設置
S110
硬化処理
S111
終了

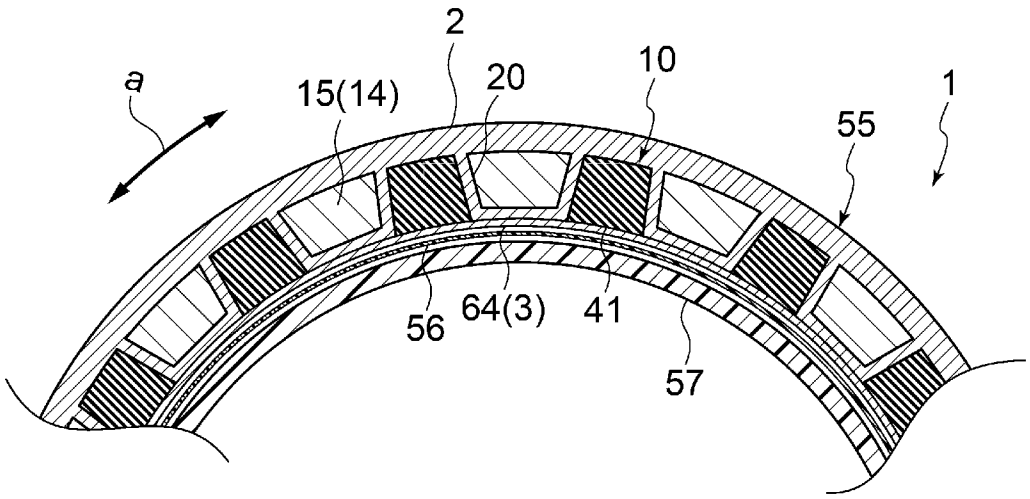
[図13A]



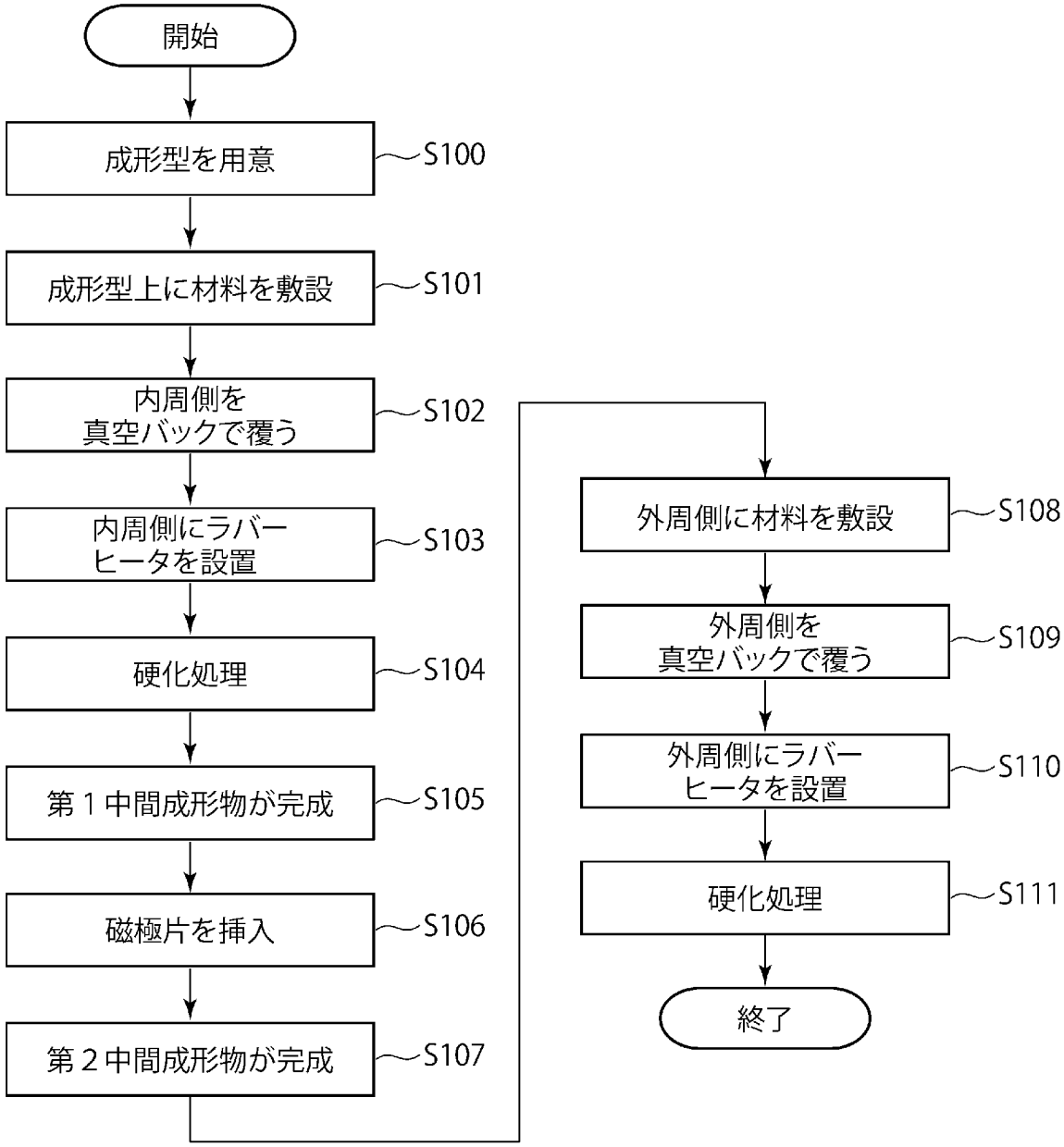
[図13B]



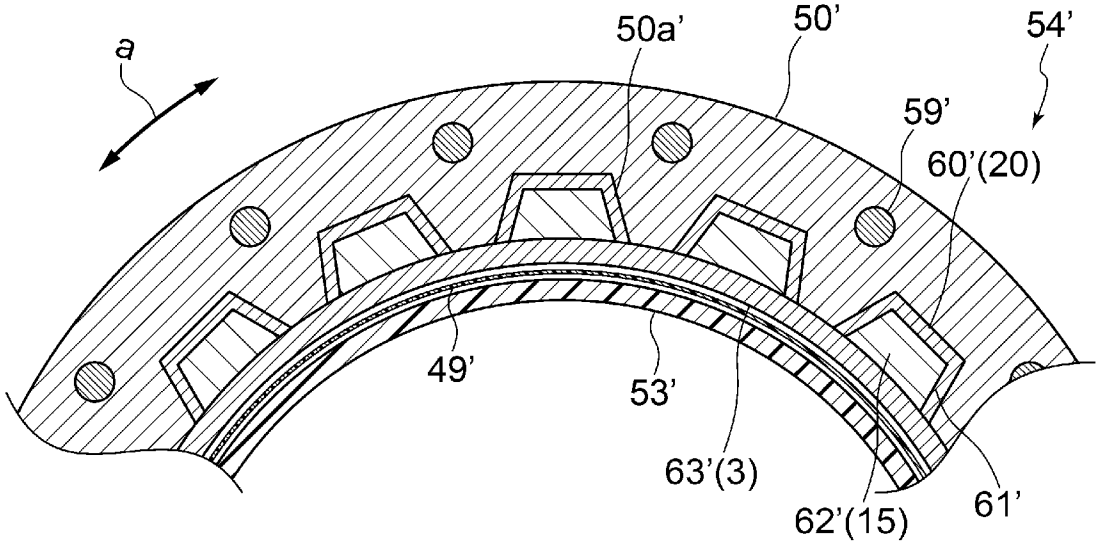
[図13C]



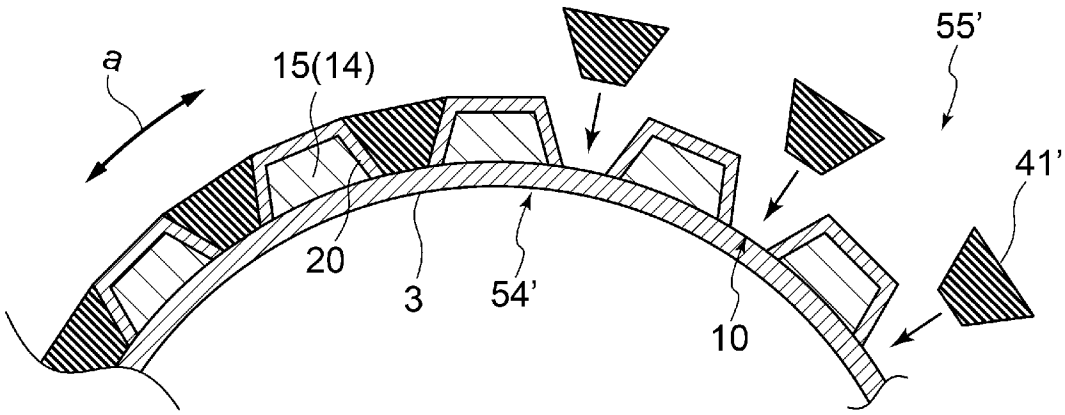
[図14]


開始
成形型を用意
S100
成形型上に材料を敷設
S101
内周側を
真空バックで覆う
S102
内周側にラバー
ヒータを設置
S103
硬化処理
S104
第１中間成形物が完成
S105
磁極片を挿入
S106
第２中間成形物が完成
S107
外周側に材料を敷設
S108
外周側を
真空バックで覆う
S109
外周側にラバー
ヒータを設置
S110
硬化処理
S111
終了

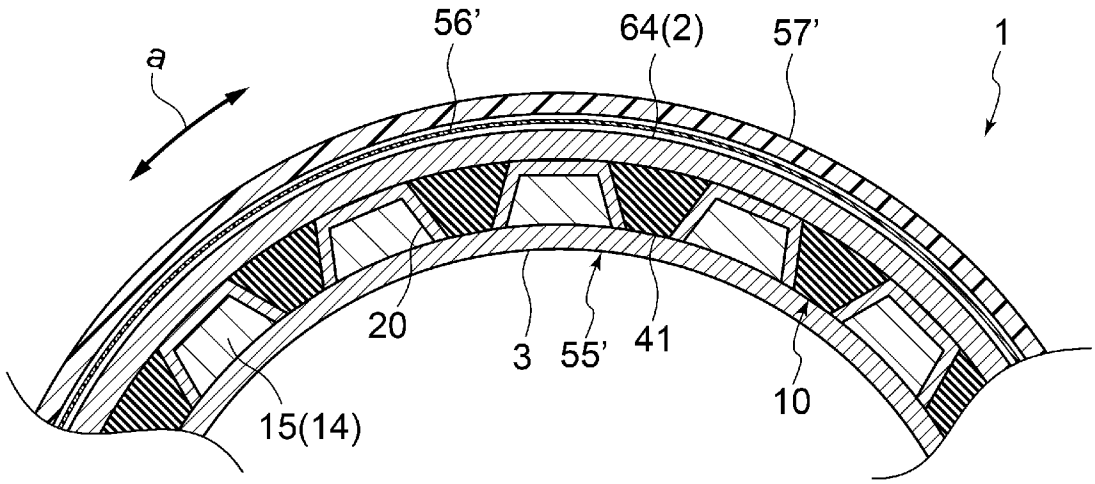
[図15A]



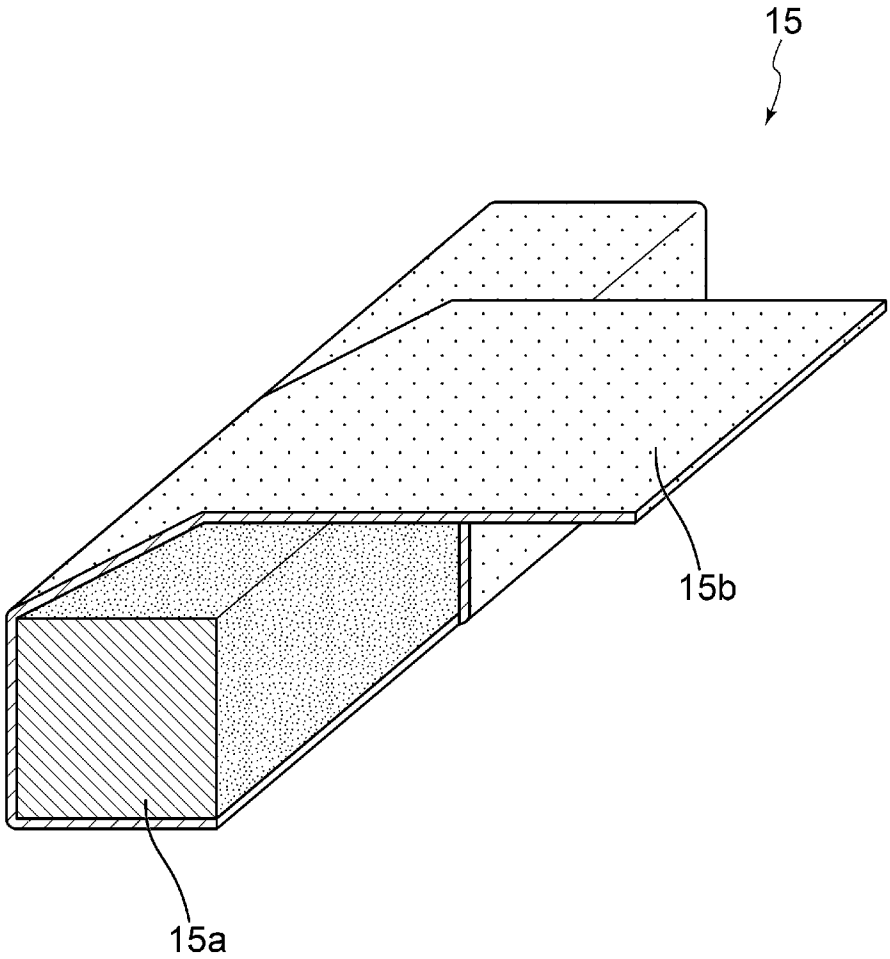
[図15B]



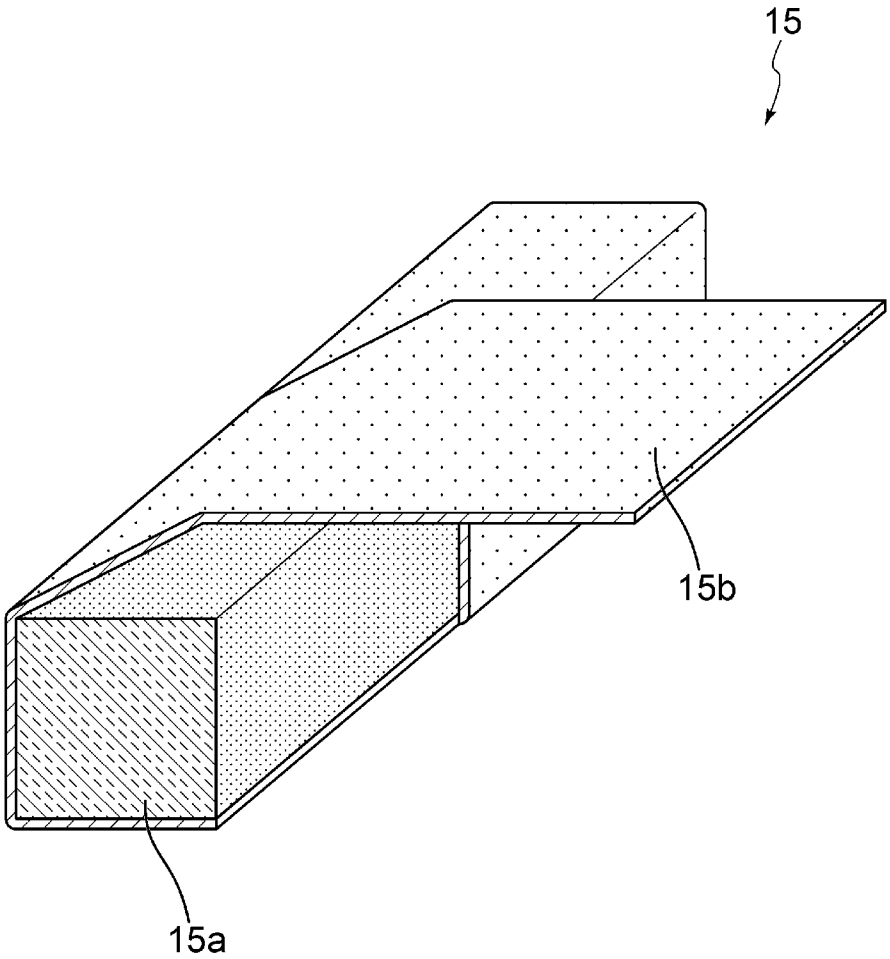
[図15C]



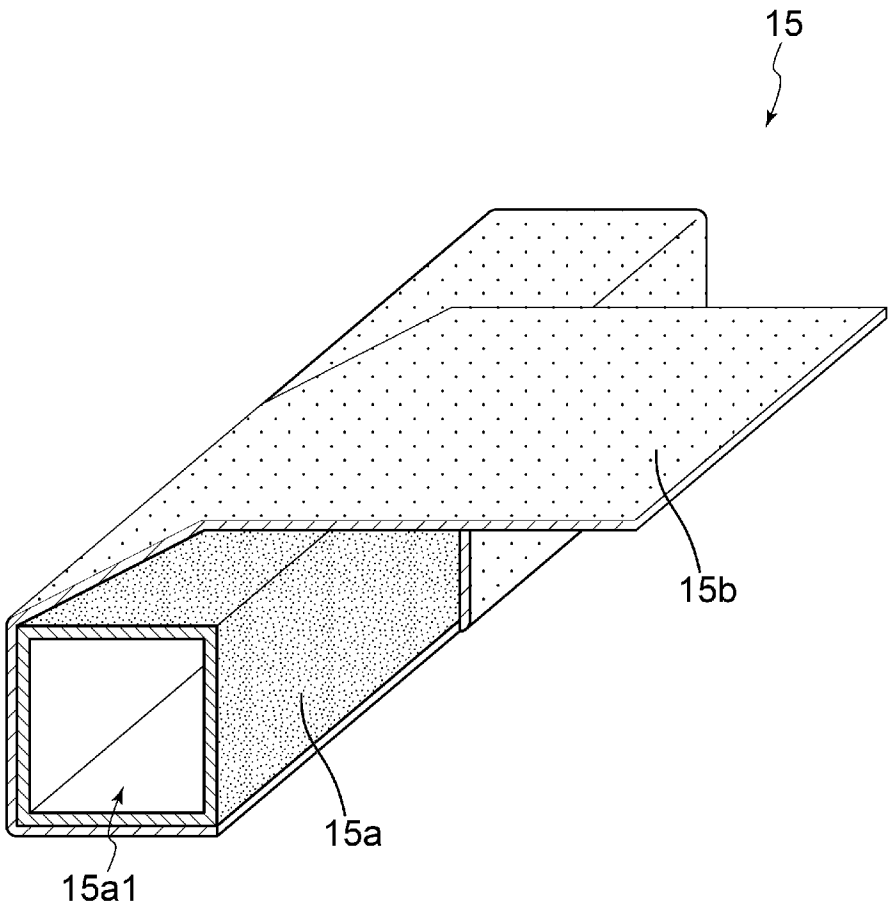
[図16A]



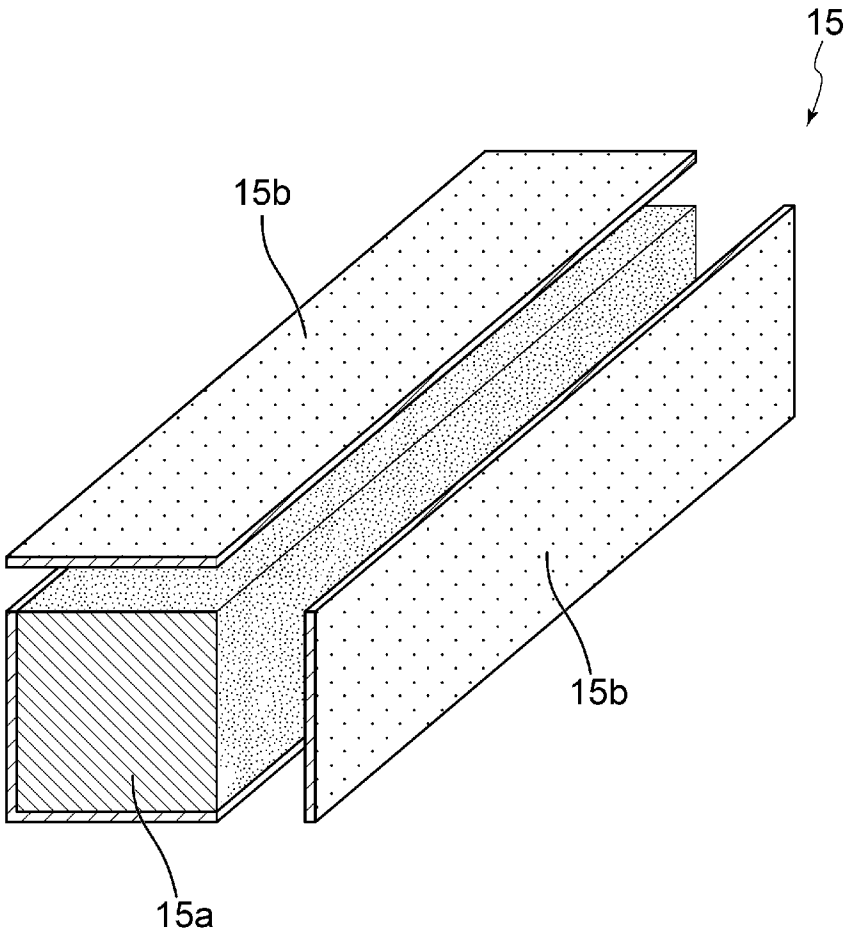
[図16B]



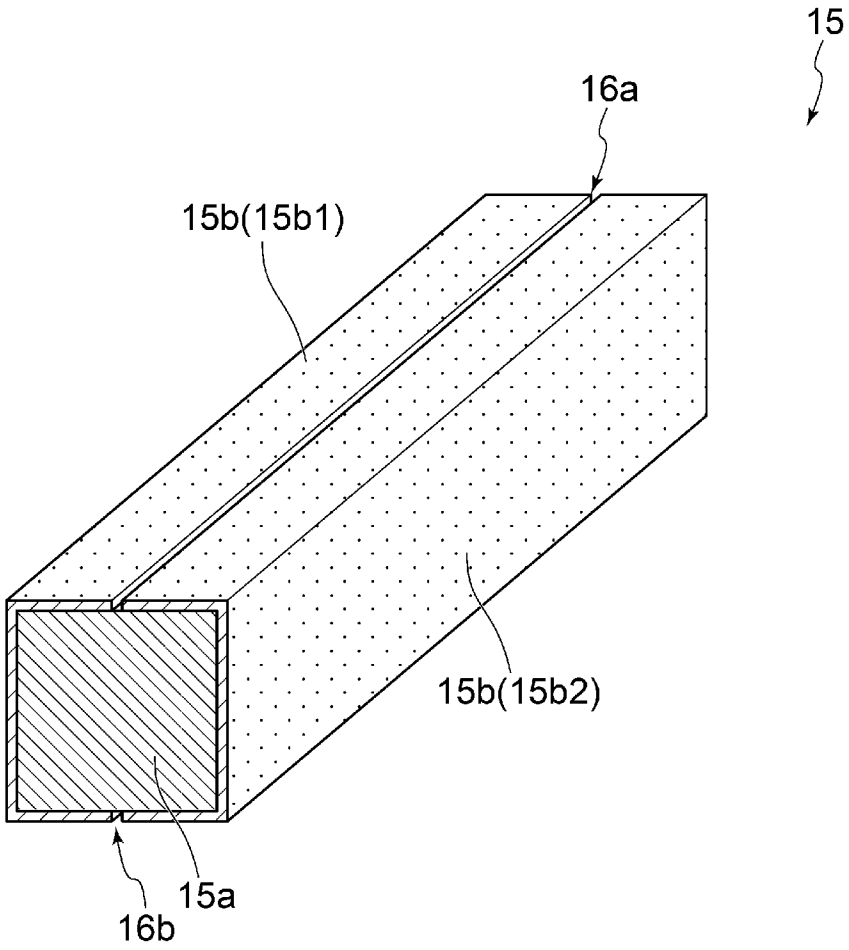
[図16C]



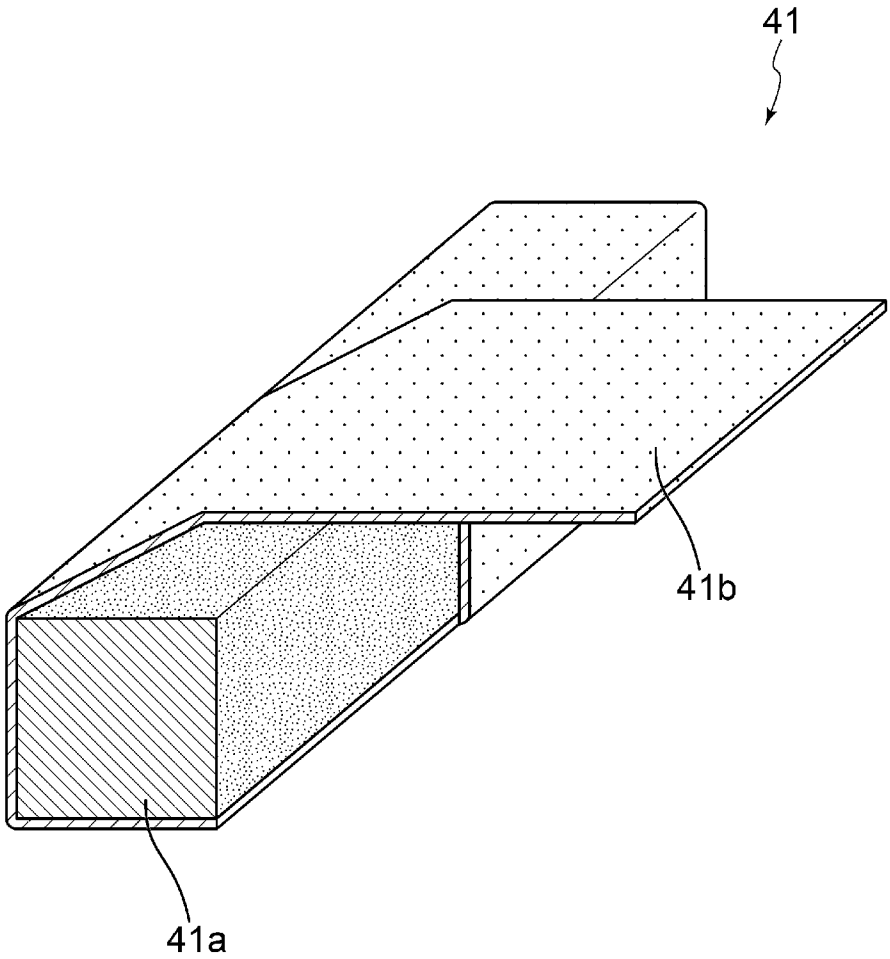
[図17A]



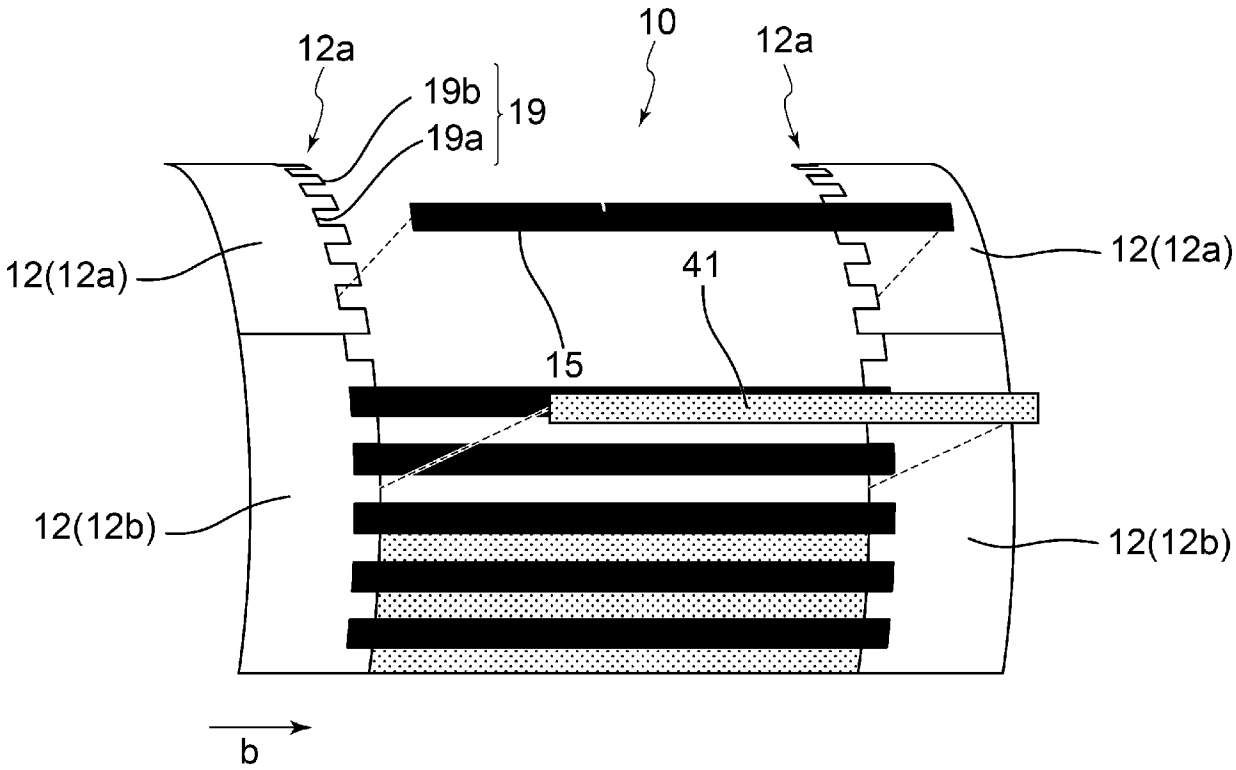
[図17B]



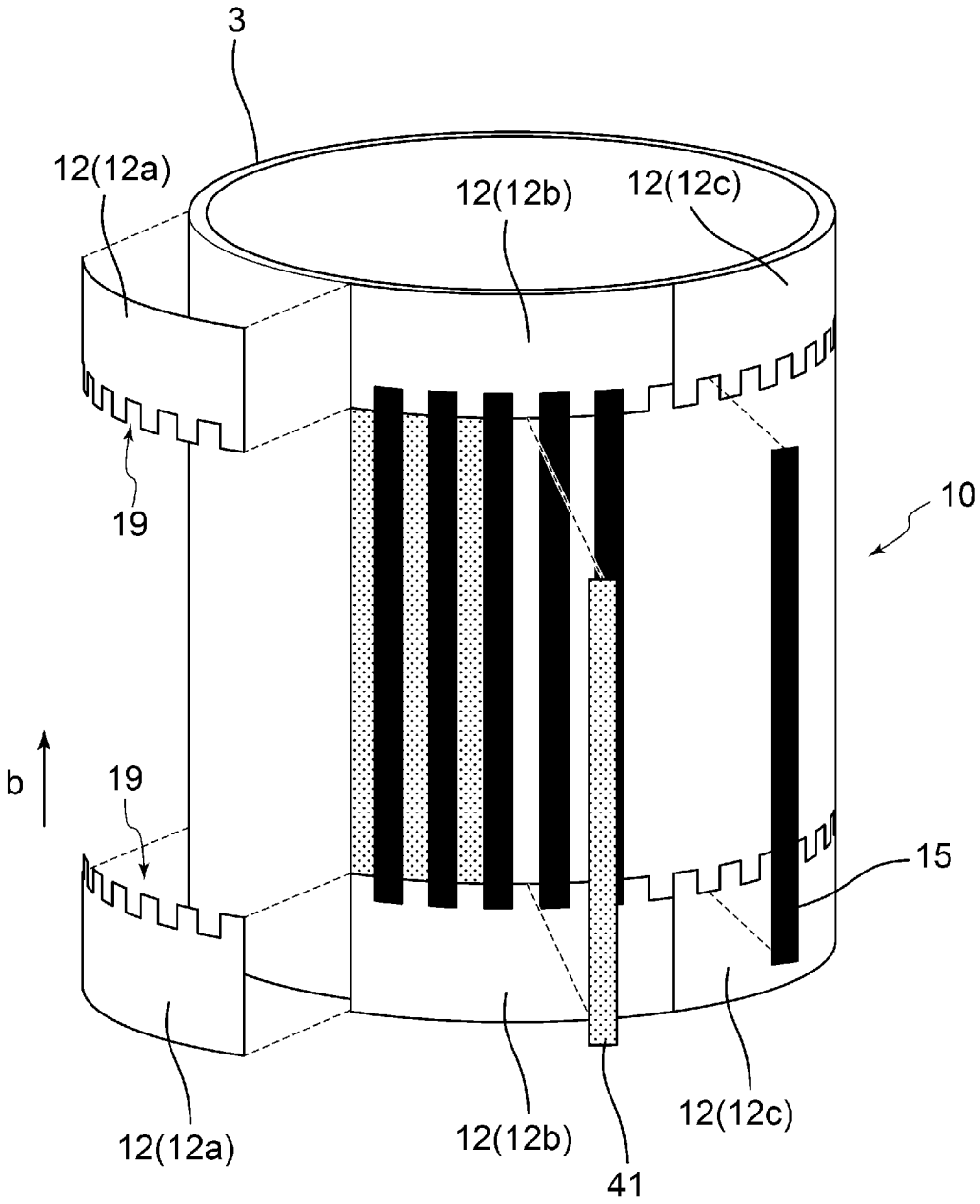
[図18]



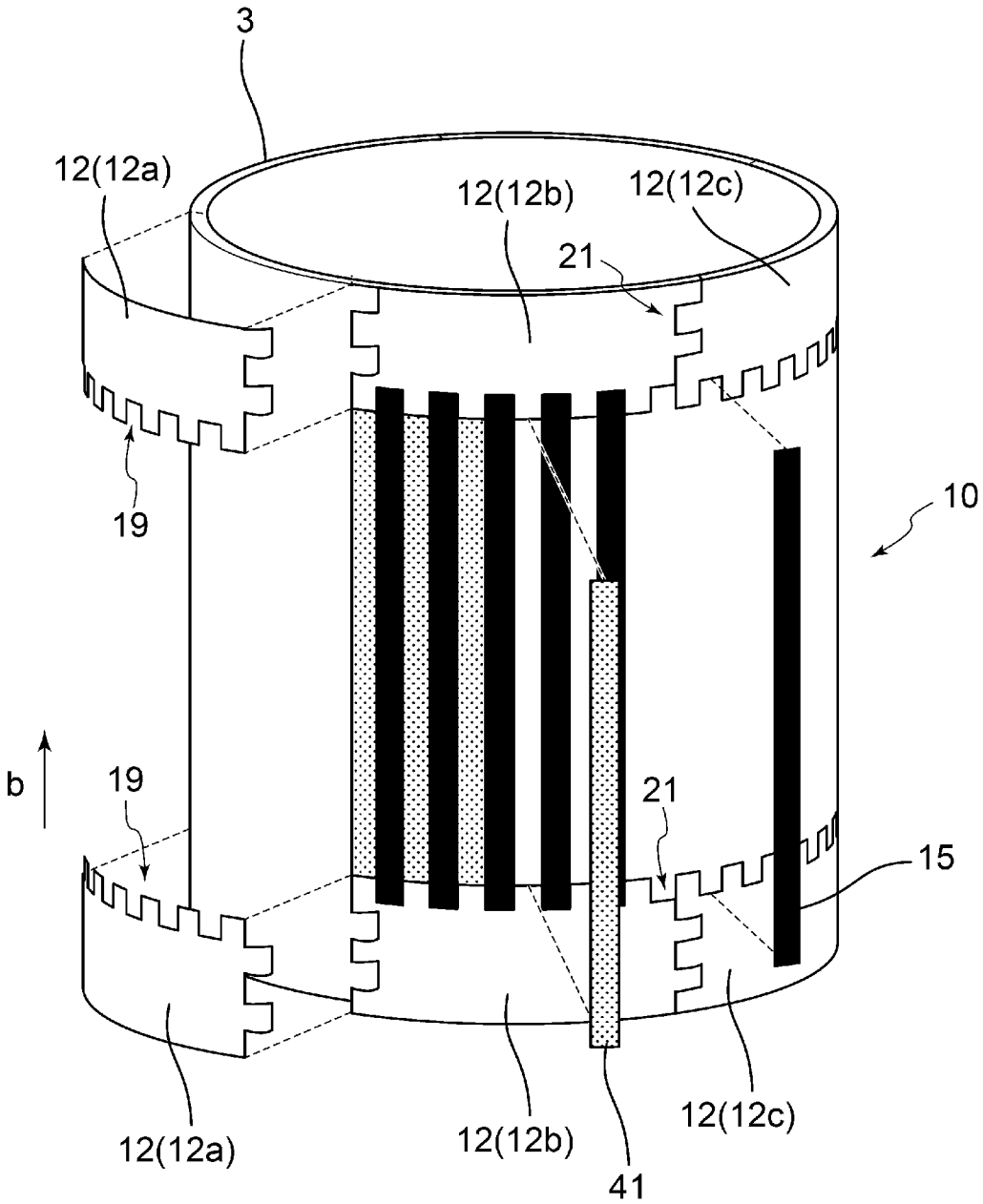
[図19]



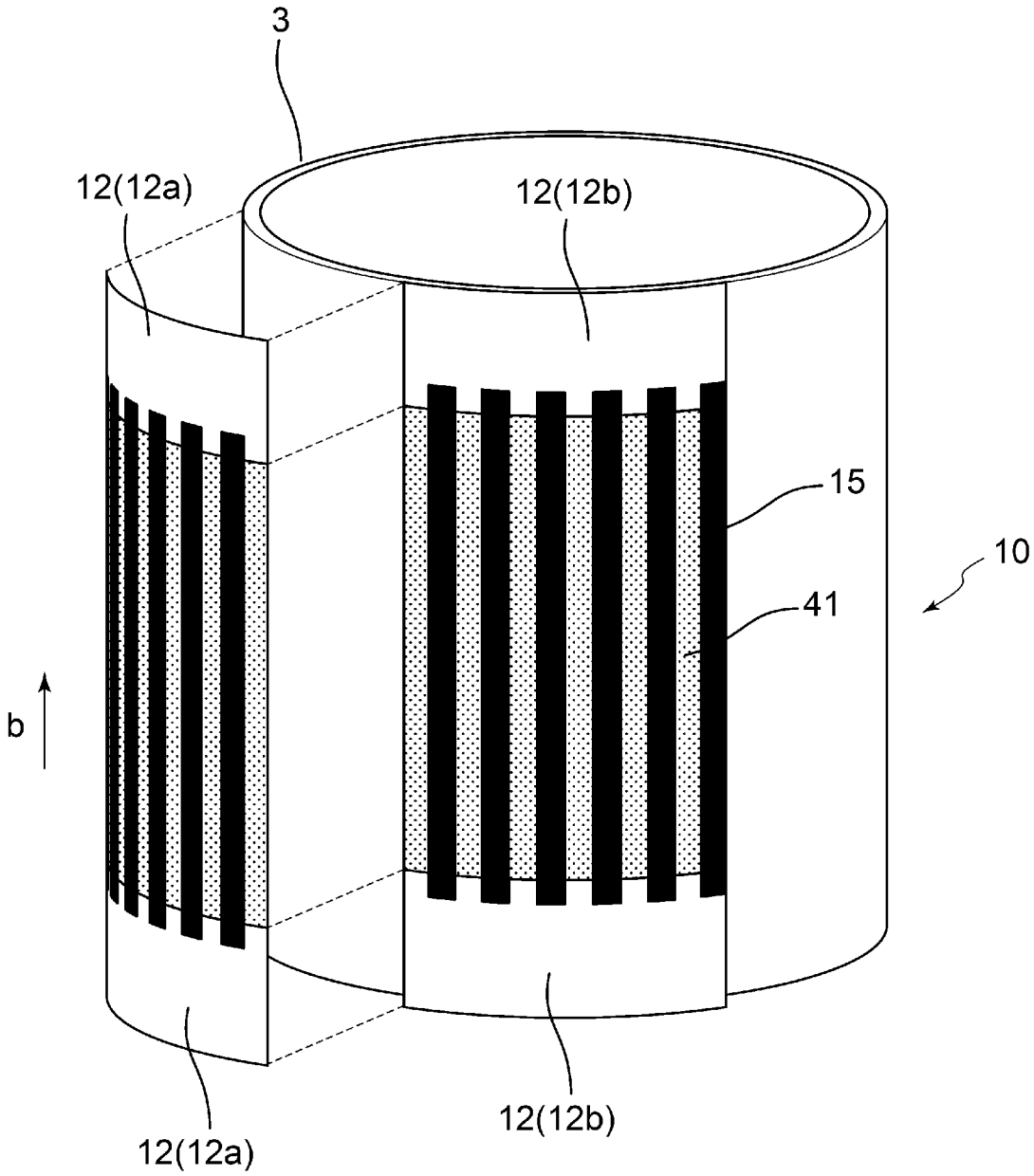
[図20A]



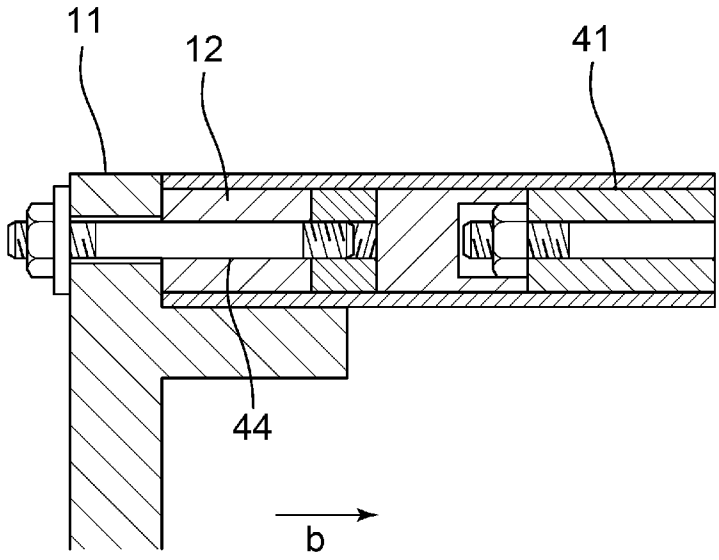
[図20B]



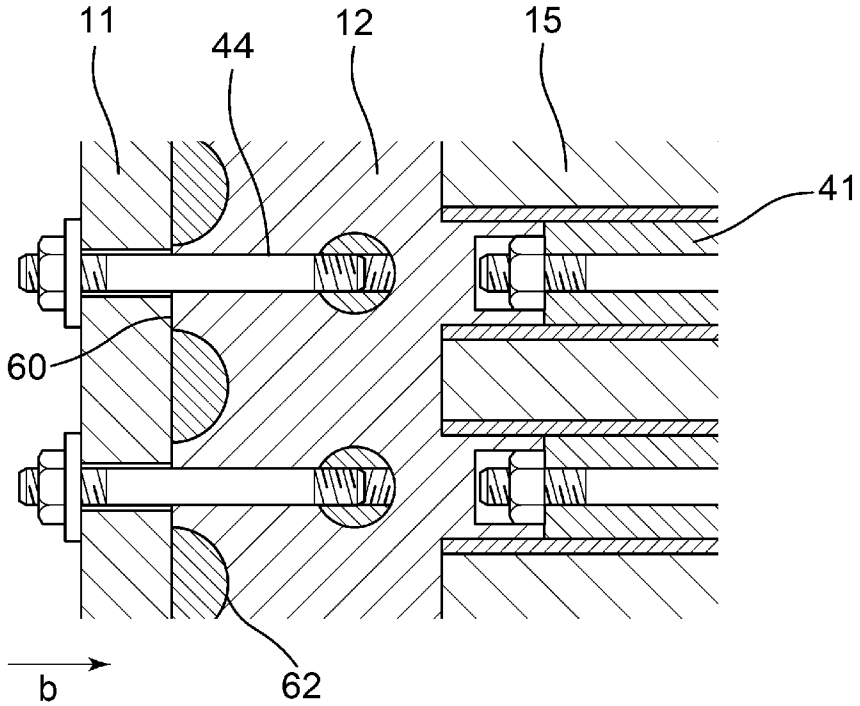
[図21]



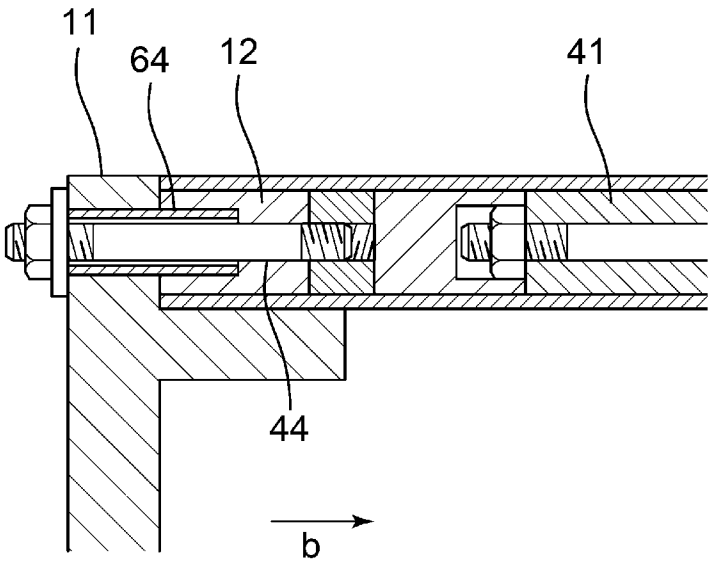
[図22A]



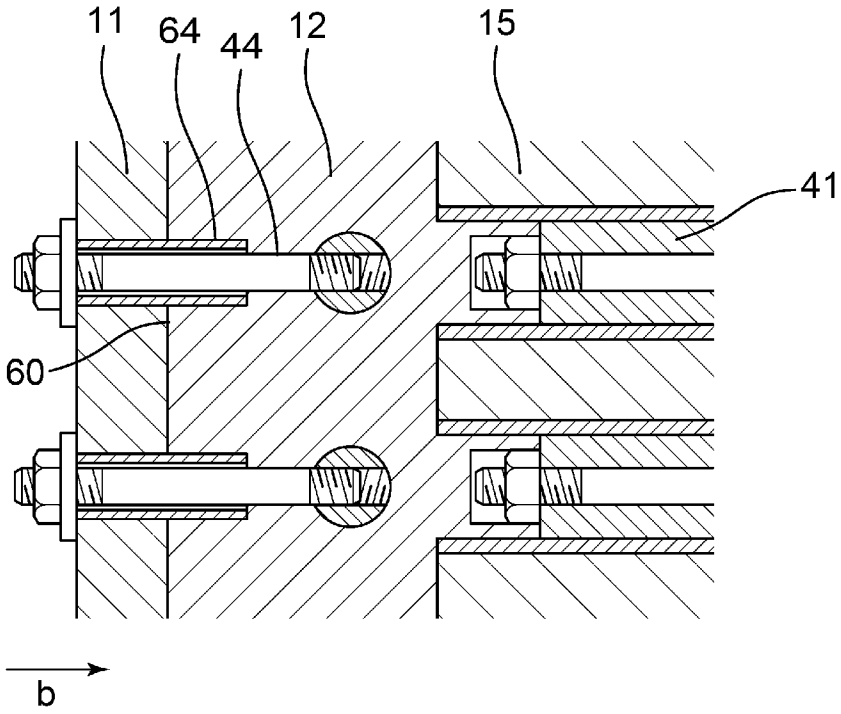
[図22B]



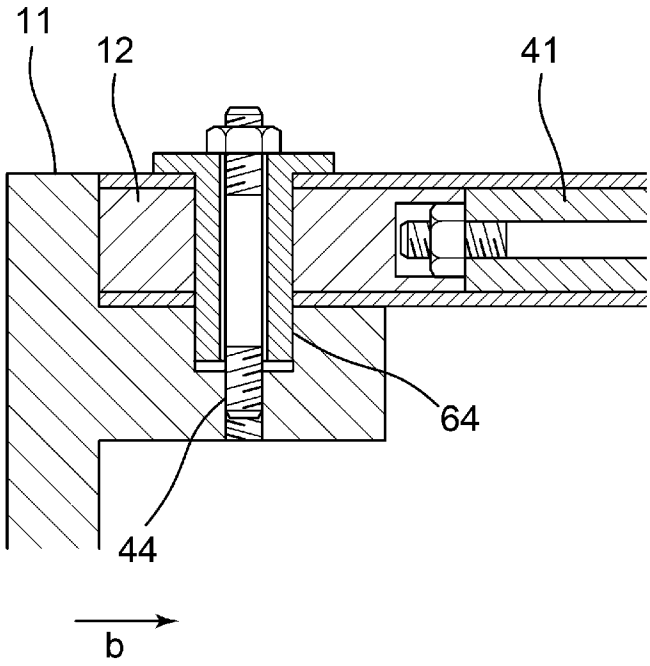
[図23A]



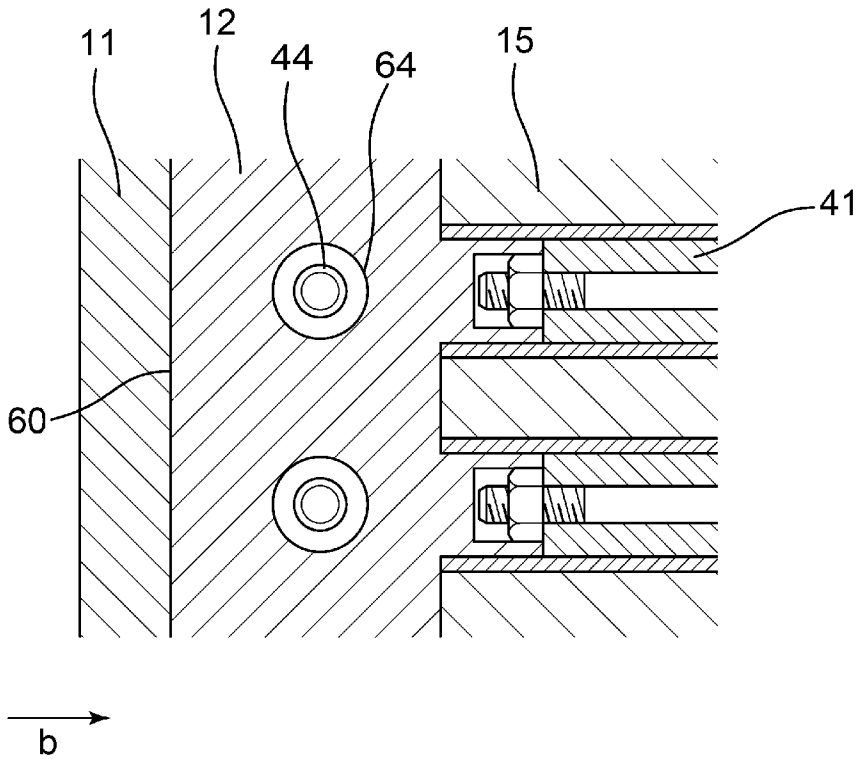
[図23B]



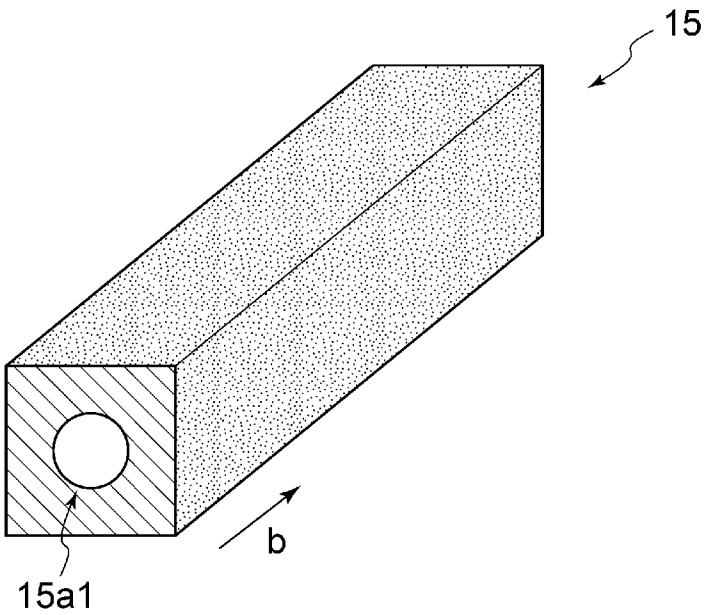
[図24A]



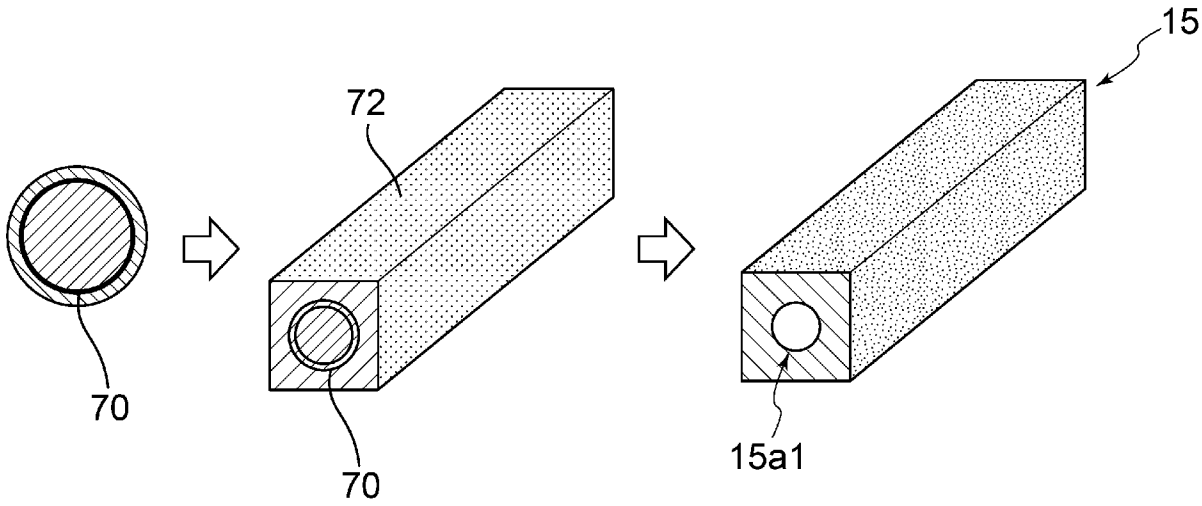
[図24B]



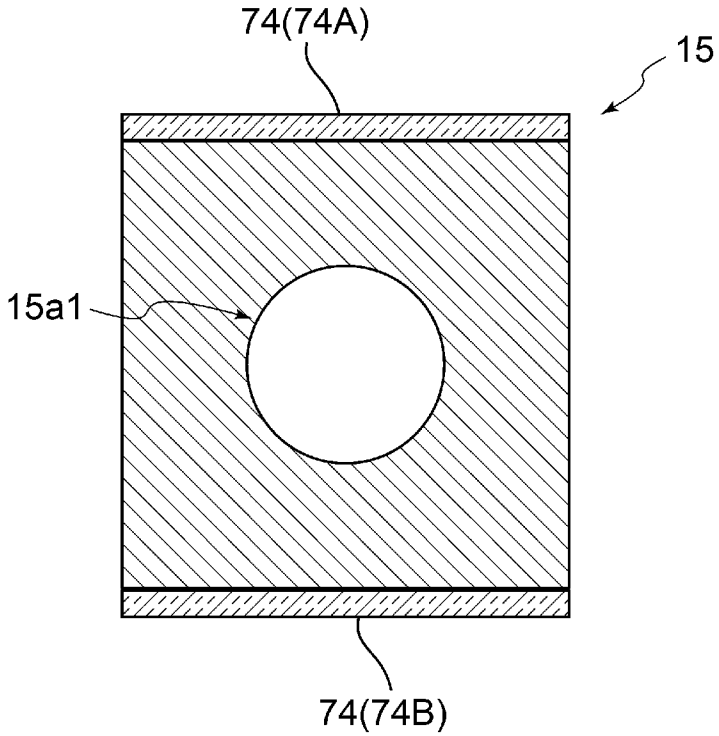
[図25]



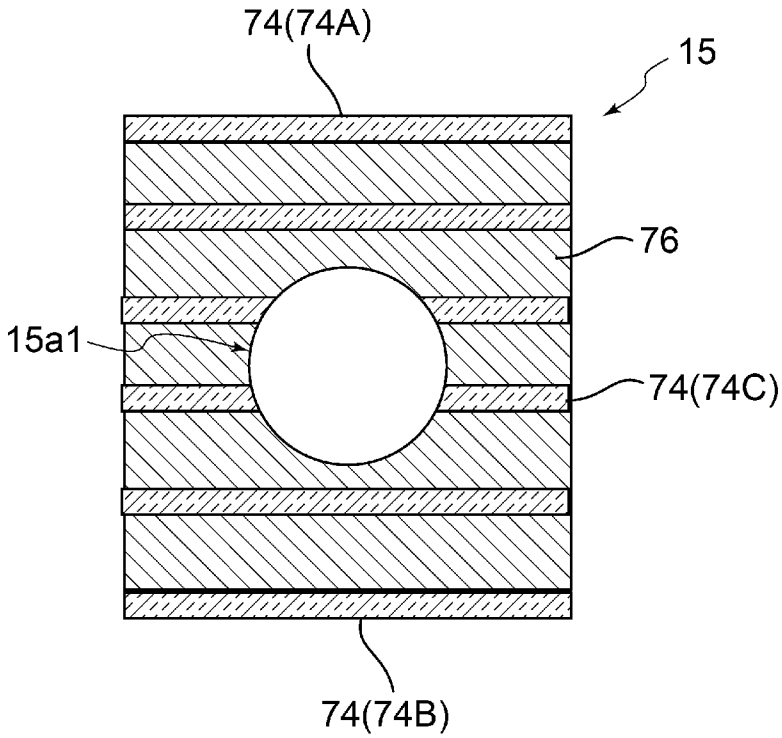
[図26]



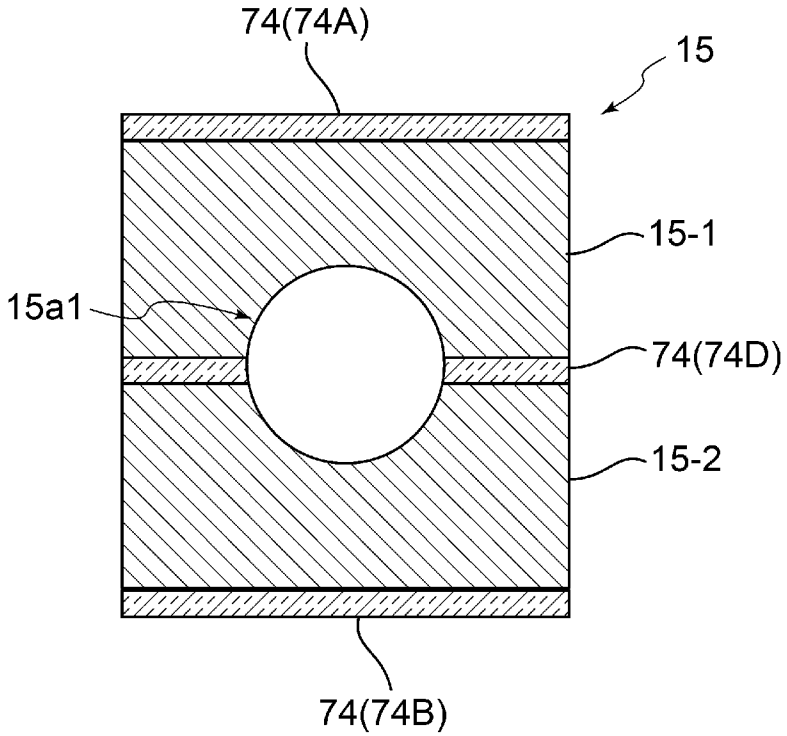
[図27]



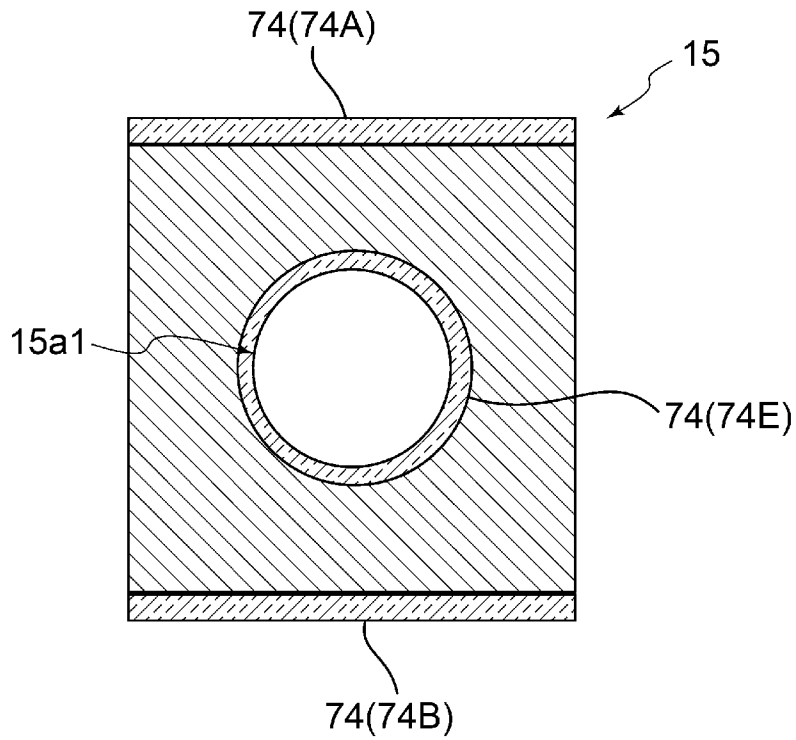
[図28]



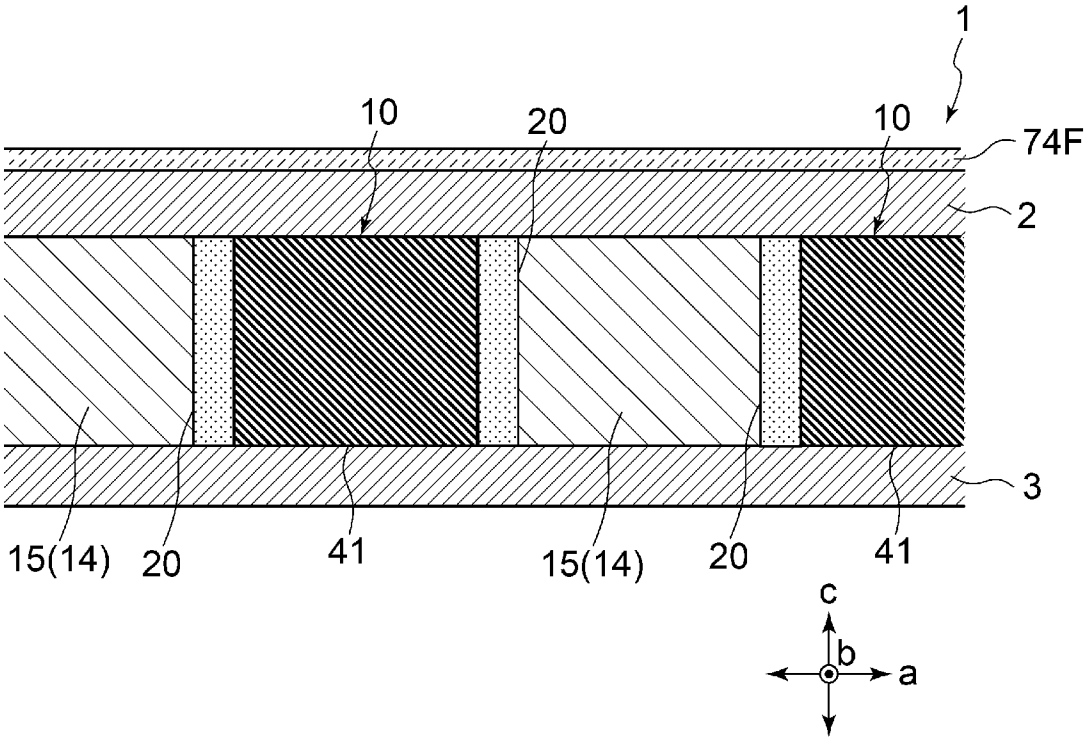
[図29]



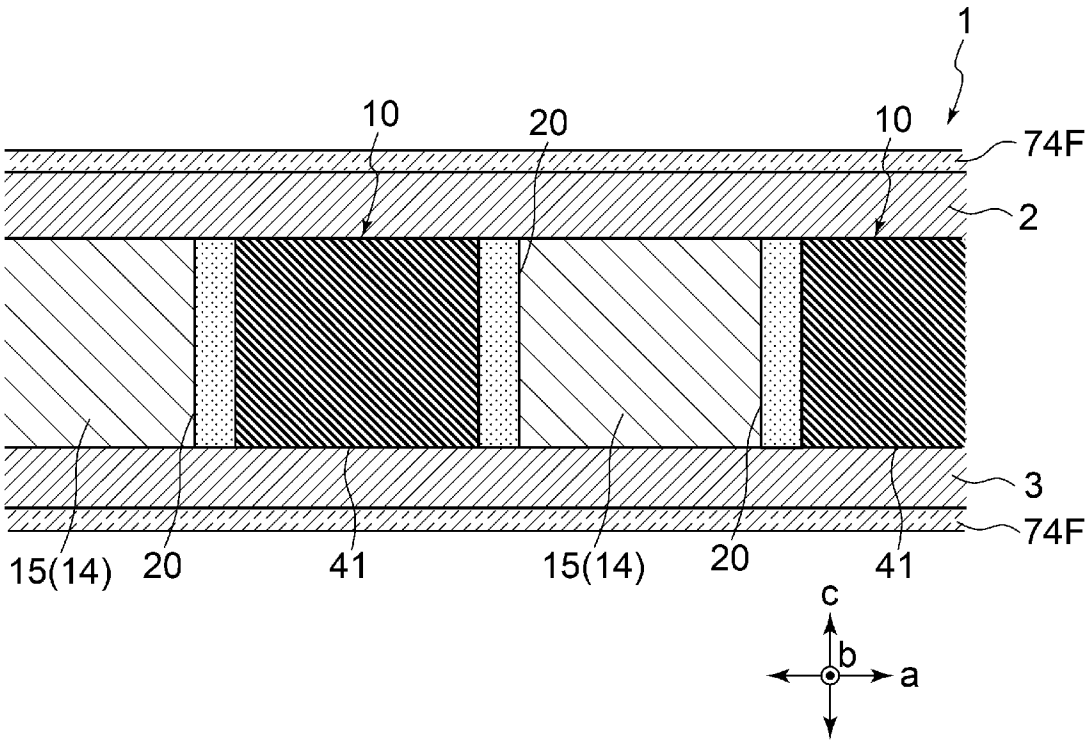
[図30]



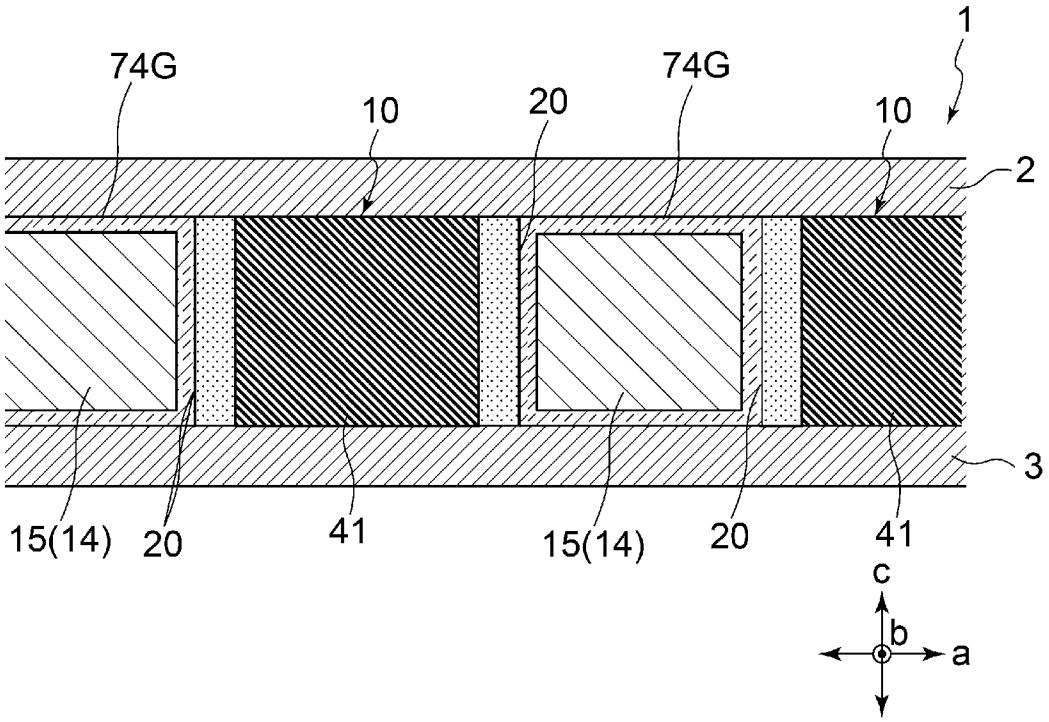
[図31A]


1
10
20
10
74F
2
3
15(14)
20
41
15(14)
20
41
c
b
a

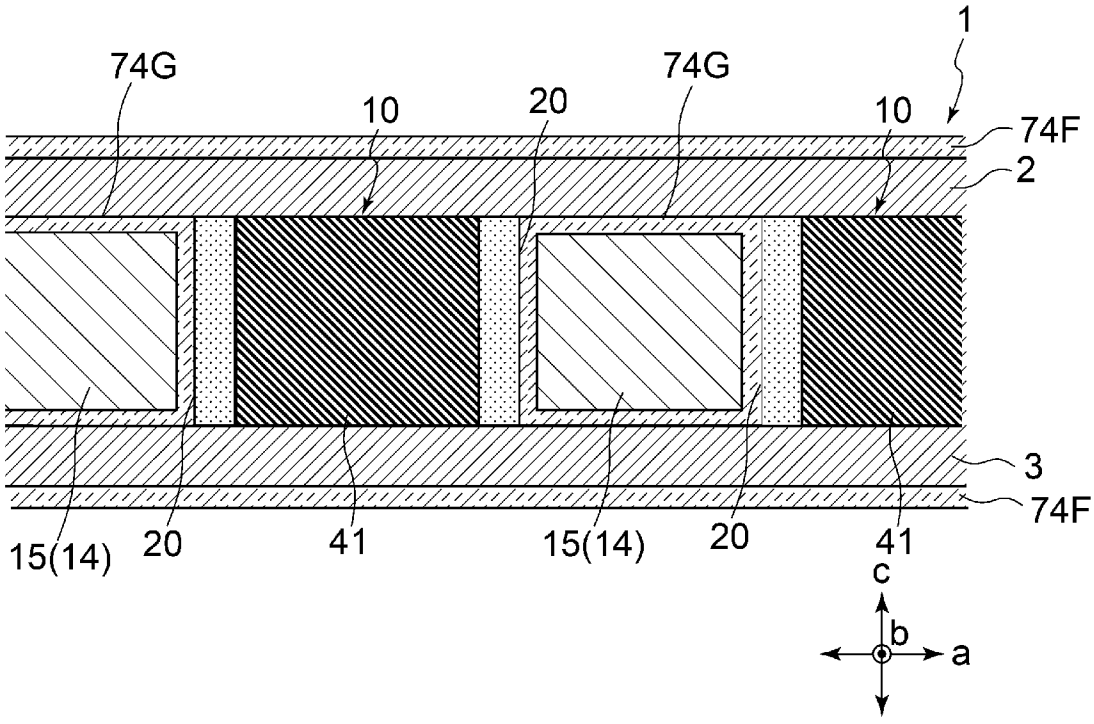
[図31B]


1
10
20
10
74F
2
3
74F
15(14)
20
41
15(14)
20
41
c
b
a

[図31C]


1
74G
74G
10
20
10
2
3
15(14)
20
41
15(14)
20
41
c
b
a

[図31D]


1
74G
74G
10
20
10
74F
2
3
74F
15(14)
20
41
15(14)
20
41
c
b
a

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/002065

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02K 16/02(2006.01)i; B32B 5/02(2006.01)i; F16H 49/00(2006.01)i; H02K 1/22(2006.01)i; H02K 15/02(2006.01)i; H02K 49/10(2006.01)i
FI: H02K16/02; H02K1/22 Z; H02K49/10 Z; H02K15/02 H; B32B5/02 B; F16H49/00 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)
H02K16/02; B32B5/02; F16H49/00; H02K1/22; H02K15/02; H02K49/10

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	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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 2011/0012458 A1 (MAGNOMATICS LIMITED) 20 January 2011 (2011-01-20) paragraphs [0024]-[0031], fig. 1-3, in particular, paragraph [0028], fig. 3	1, 10, 18 7, 9-10, 18 2-6, 8, 11-17, 19-20
X Y A	EP 2133982 A2 (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 16 December 2009 (2009-12-16) paragraphs [0053]-[0055], fig. 12-13	1, 10, 18 7, 9-10, 18 2-6, 8, 11-17, 19-20
Y	JP 2012-107719 A (NISSEI CORP.) 07 June 2012 (2012-06-07) paragraphs [0014]-[0065], fig. 1-7, in particular, paragraph [0065]	7, 9-10, 18

☒ 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 24 February 2021 (24.02.2021)	Date of mailing of the international search report 09 March 2021 (09.03.2021)
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/JP2021/002065

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 2015-91202 A (KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 11 May 2015 (2015-05-11) paragraphs [0029]-[0051], fig. 1-6, in particular, paragraph [0044]	9-10, 18
A	US 2003/0222514 A1 (VAN DINE, Pieter) 04 December 2003 (2003-12-04) entire text, all drawings	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/002065

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
US 2011/0012458 A1	20 Jan. 2011	WO 2009/087408 A2 specification, page 4, line 1 to page 7, line 28, fig. 1-3, in particular, page 6, lines 3-23, fig. 3	
EP 2133982 A2	16 Dec. 2009	CN 101604901 A page 17, lines 4-23, fig. 12-13	
JP 2012-107719 A	07 Jun. 2012	(Family: none)	
JP 2015-91202 A	11 May 2015	(Family: none)	
US 2003/0222514 A1	04 Dec. 2003	EP 1367700 A2 entire text, all drawings	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/002065

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H02K 16/02(2006.01)i; B32B 5/02(2006.01)i; F16H 49/00(2006.01)i; H02K 1/22(2006.01)i;
H02K 15/02(2006.01)i; H02K 49/10(2006.01)i
FI: H02K16/02; H02K1/22 Z; H02K49/10 Z; H02K15/02 H; B32B5/02 B; F16H49/00 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））

H02K16/02; B32B5/02; F16H49/00; H02K1/22; H02K15/02; H02K49/10

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	１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２１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	US 2011/0012458 A1 (MAGNOMATICS LIMITED) 20.01.2011 (2011-01-20) 段落[0024]-[0031], 図1-3, 特に段落[0028], 図3	1,10,18
Y		7,9-10,18
A		2-6,8,11-17,19-20
X	EP 2133982 A2 (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 16.12.2009 (2009-12-16) 段落[0053]-[0055], 図12-13	1,10,18
Y		7,9-10,18
A		2-6,8,11-17,19-20
Y	JP 2012-107719 A (株式会社ニッセイ) 07.06.2012 (2012-06-07) 段落[0014]-[0065], 図1-7, 特に段落[0065]	7,9-10,18
Y	JP 2015-91202 A (川崎重工業株式会社) 11.05.2015 (2015-05-11) 段落[0029]-[0051], 図1-6, 特に段落[0044]	9-10,18
A	US 2003/0222514 A1 (VAN DINE Pieter) 04.12.2003 (2003-12-04) 全文, 全図	1-20

☐ 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	国際調査報告の発送日
24.02.2021	09.03.2021

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）
谿花　正由輝 3V 3120
電話番号 03-3581-1101 内線 3358

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/JP2021/002065

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
US 2011/0012458 A1	20.01.2011	WO 2009/087408 A2 明細書第4頁第1行-第7頁第28行，図1-3，特に第6頁第3-23行，図3	
EP 2133982 A2	16.12.2009	CN 101604901 A 第17頁第4-23行，図12-13	
JP 2012-107719 A	07.06.2012	（ファミリーなし）	
JP 2015-91202 A	11.05.2015	（ファミリーなし）	
US 2003/0222514 A1	04.12.2003	EP 1367700 A2 全文，全図	