

(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
2017年1月26日(26.01.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/014015 A1

- (51) 国際特許分類:
H02K 1/27 (2006.01) *H02K 15/03* (2006.01)
H02K 15/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/069301
- (22) 国際出願日: 2016年6月29日(29.06.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-144214 2015年7月21日(21.07.2015) JP
- (71) 出願人: K Y B 株式会社 (KYB CORPORATION) [JP/JP]; 〒1056111 東京都港区浜松町二丁目4番1号世界貿易センタービル Tokyo (JP). 株式会社 T O P (TOP CO., LTD.) [JP/JP]; 〒9150861 福井県越前市今宿町第20号1番地 Fukui (JP).
- (72) 発明者: 河口 隆之 (KAWAGUCHI, Takayuki); 〒1056111 東京都港区浜松町二丁目4番1号世界貿易センタービル K Y B 株式会社内 Tokyo (JP). 岡部 淳弥 (OKABE, Junya); 〒1056111 東京都港区浜松町二丁目4番1号世界貿易センター

ビル K Y B 株式会社内 Tokyo (JP). 黒川 芳輝 (KUROKAWA, Yoshiteru); 〒1056111 東京都港区浜松町二丁目4番1号世界貿易センタービル K Y B 株式会社内 Tokyo (JP). 三好 広之 (MIY-OSHI, Hiroyuki); 〒9150861 福井県越前市今宿町第20号1番地 株式会社 T O P 内 Fukui (JP). 川端 昭広 (KAWABATA, Akihiro); 〒9150861 福井県越前市今宿町第20号1番地 株式会社 T O P 内 Fukui (JP).

(74) 代理人: 後藤 政喜, 外 (GOTO, Masaki et al.); 〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目3番1号尚友会館 後藤特許事務所 Tokyo (JP).

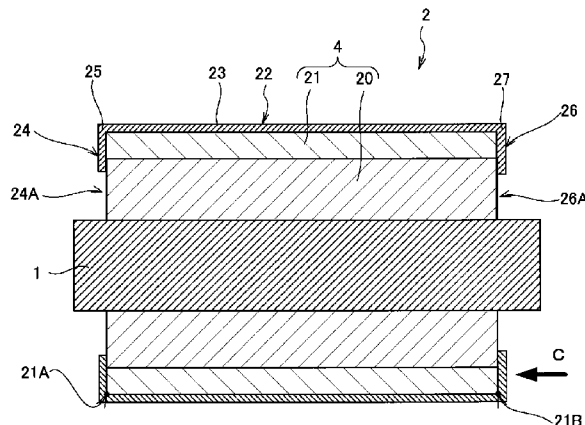
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,

[続葉有]

(54) Title: ROTOR, DYNAMOELECTRIC MACHINE, ROTOR PRODUCTION METHOD, AND ROTOR PRODUCTION DEVICE

(54) 発明の名称: ロータ、回転電機、ロータ製造方法、及びロータ製造装置

[図3]



(57) Abstract: A rotor 2 equipped with: a rotor core unit 4 having a rotor core 20 affixed to a shaft 1 so as to be integrally rotatable, and a plurality of permanent magnets 21 attached to the rotor core 20 in the circumferential direction; and a single cylindrical rotor cover 22 that covers the outer-circumference of the rotor core 20, and has an upper-surface section 24 that contacts the outer-circumferential edge section 21A on one end surface of the permanent magnets 21 in the axial direction thereof, and a floor section 26 which, along with the upper-surface section 24, sandwiches the rotor core unit 4 in the axial direction, and contacts the permanent magnet 21 and/or the rotor core 20.

(57) 要約: ロータ 2 は、シャフト 1 に一体回転可能に固定されるロータコア 20 とロータコア 20 の周方向に亘って取り付けられる複数の永久磁石 21 とを有するロータコアユニット 4 と、永久磁石 21 の軸方向の一端面における外周縁部 21 A に当接する上面部 24 と永久磁石 21 及びロータコア 20 の少なくとも一方に当接して上面部 24 と共にロータコアユニット 4 を軸方向に挟持する底部 26 とを有しロータコア 20 の外周を覆う単一の円筒状のロータカバー 22 と、を備える。

WO 2017/014015 A1



ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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).

- (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,

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
- 補正された請求の範囲 (条約第 19 条(1))

明 細 書

発明の名称：

ロータ、回転電機、ロータ製造方法、及びロータ製造装置

技術分野

[0001] 本発明は、ロータ、回転電機、ロータ製造方法、及びロータ製造装置に関する。

背景技術

[0002] JP1999-299149Aには、回転電機に用いられるロータが開示されている。このロータは、マグネットが外周に取り付けられたヨークと、マグネットの外周面を覆うカバーと、を備える。マグネットには周方向端部に切り欠きが設けられ、カバーにはその開口縁部に凹部が設けられる。カバーの凹部が隣接するマグネット間の切り欠きに係止されることで、カバーの軸方向及び周方向の移動が規制される。

発明の概要

[0003] 上記従来の技術では、ヨークに対するカバーの周方向の固定、すなわちカバーの回り止めを行うため、カバーをマグネットの外周に被せる前にマグネット及びカバーに加工を施す必要がある。このため、製造工程が複雑化する。

[0004] 本発明は、ロータカバーの回り止めを容易に行うことを目的とする。

[0005] 本発明のある態様によれば、ロータであって、回転軸に一体回転可能に固定されるロータコアとロータコアの周方向に亘って取り付けられる複数の永久磁石とを有するロータコアユニットと、永久磁石の軸方向の一端面における外周縁部に当接する第一挟持部と永久磁石の他端面及びロータコアの少なくとも一方に当接して第一挟持部と共にロータコアユニットを軸方向に挟持する第二挟持部とを有しロータコアの外周を覆う単一の円筒状のロータカバーと、を備える。

図面の簡単な説明

[0006] [図1]図1は、本発明の実施形態に係るロータを備える回転電機を示す断面図である。

[図2]図2は、本発明の実施形態に係るロータを示す斜視図である。

[図3]図3は、ロータをシャフトの回転軸を含む平面である図1のA-A線に沿った断面図である。

[図4]図4は、ロータコアの軸方向長さが永久磁石の軸方向長さよりも長いロータを示す図1のA-A線に沿った断面図である。

[図5]図5は、ロータコアの軸方向長さが永久磁石の軸方向長さよりも長いロータの変形例を示す図であり、図1のA-A線に沿った断面図である。

[図6]図6は、図3におけるC矢視図である。

[図7]図7は、図6におけるD-D線に沿った断面図である。

[図8]図8は、図6におけるE-E線に沿った断面図である。

[図9]図9は、ロータコアの軸方向長さが永久磁石の軸方向長さよりも短いロータを示す断面図である。

[図10]図10は、本発明の実施形態に係るロータ製造装置の構成図であり、一部を断面で示す。

[図11]図11は、本発明の実施形態に係るロータ製造方法における外側コレットを示す斜視図である。

[図12]図12は、ロータの製造工程を説明するための斜視図であり、ロータコアをロータカバーに収容する工程を示す。

[図13]図13は、ロータの製造工程を説明するための斜視図であり、ロータコアがロータカバーに収容された状態を示す。

[図14]図14は、ロータの製造工程を説明するため断面図であり、規制部材に収容されたロータコア及びロータカバーを示す。

[図15]図15は、ロータの製造工程を説明するための斜視図であり、外側コレット及び内側コレットが配置された状態を示す。

[図16]図16は、ロータの製造工程を説明するための平面図であり、外側コレット及び内側コレットが配置された状態を示す。

[図17]図 1 7 は、ロータの製造工程を説明するための断面図であり、第一押圧工程が完了した状態を示す。

[図18]図 1 8 は、ロータの製造工程を説明するための平面図であり、第一押圧工程が完了した状態を示す。

[図19]図 1 9 は、ロータの製造工程を説明するための斜視図であり、第一押圧工程が完了した状態から外側コレット及び内側コレットを取り外した状態を示す。

[図20]図 2 0 は、ロータの製造工程における第二押圧工程を説明するための平面図である。

[図21]図 2 1 は、ロータの製造工程を説明するための平面図であり、第二押圧工程が完了した状態を示す。

[図22]図 2 2 は、ロータの製造工程を説明するための斜視図であり、第二押圧工程が完了した状態から外側コレットを取り外した状態を示す。

[図23]図 2 3 は、ロータの製造工程を説明するための断面図であり、ロータコアの軸方向長さが永久磁石の軸方向長さよりも長い場合において、第一押圧工程を行う前の状態を示す。

[図24]図 2 4 は、ロータの製造工程を説明するための断面図であり、ロータコアの軸方向長さが永久磁石の軸方向長さよりも長い場合において、第一押圧工程が完了した状態を示す。

[図25]図 2 5 は、ロータの製造工程を説明する図 2 4 とは異なる断面を示す断面図であり、ロータコアの軸方向長さが永久磁石の軸方向長さよりも長い場合において、第一押圧工程が完了した状態を示す。

[図26]図 2 6 は、ロータの製造工程を説明するための断面図であり、ロータコアの軸方向長さが永久磁石の軸方向長さよりも長い場合において、第二押圧工程が完了した状態を示す。

[図27]図 2 7 は、本発明の変形例を示す図であり、ロータカバーの上面部を形成する前の状態を示す断面図である。

発明を実施するための形態

- [0007] 以下、添付図面を参照しながら本発明の実施形態について説明する。
- [0008] 図1は、本実施形態に係るロータ2を備える回転電機100を回転軸に垂直な方向に切断した断面を示す断面図である。
- [0009] 回転電機100は、モータ及び発電機の少なくとも一方として機能する。回転電機100は、図1に示すように、回転可能な回転軸としてのシャフト1と、シャフト1に一体的に固定されるロータ2と、ロータ2の外周側にロータ2と所定の空隙を介して配設されるステータ3と、を備える。
- [0010] ロータ2は、ロータコアユニット4と、ロータコアユニット4を収容するロータカバー22と、を備える。
- [0011] ロータコアユニット4は、シャフト1の外周に固定されてシャフト1とともに回転するロータコア20と、ロータコア20の外周面に周方向に亘って等間隔で取り付けられる複数の永久磁石21と、を有する。
- [0012] ロータコアユニット4は、周方向に並ぶ6個の永久磁石21を有する。ロータコアユニット4は、これに限らず、周方向に並ぶ7個以上の永久磁石21を有していてもよいし、2から5個のいずれかの永久磁石21を有していてもよい。
- [0013] ロータコア20は、複数の永久磁石21の内側に設けられる中心部20Aと、中心部20Aから径方向外側に突出して形成される複数の突起部20Bと、を有する。シャフト1は、中心部20Aを挿通してロータコア20に固定される。突起部20Bは、周方向に等間隔で複数設けられ、それぞれ隣り合う永久磁石21の間に配置される。言い換えれば、永久磁石21は、ロータコア20の隣り合う突起部20Bの間に配置され、中心部20Aに固定される。
- [0014] ステータ3は、ロータ2と所定の空隙を介してロータ2を取り囲むように配設される円環状のステータコア31と、ステータコア31に巻装される巻線32と、を備える。
- [0015] ステータコア31は、環状のヨーク部33と、ヨーク部33から径方向内側に向けて突設され周方向に所定の間隔で配置される複数のティース34と

、隣接するティース３４によってヨーク部３３の内周側に画成されるスロット３５と、を有する。

[0016] 巻線３２は、ステータコア３１のティース３４に巻回され、各ティース３４にはコイルが形成される。巻線３２の端末は、ステータ３に設けられる電極（図示せず）に接続される。電極を介してコイルに電力が供給されるとステータコア３１が磁化し、ロータコアユニット４の永久磁石２１との作用によってロータ２がシャフト１を軸として回転する。

[0017] 図２は、本実施形態におけるロータ２を示す斜視図である。図３は、図１におけるＡ－Ａ線に沿ったシャフト１及びロータ２の断面図である。

[0018] ロータカバー２２は、ロータコア２０及びロータコア２０に取り付けられる永久磁石２１を有するロータコアユニット４を収容する非磁性のステンレス鋼から成る有底筒状に形成される。ロータカバー２２は、図３に示すように、ロータコア２０の外周を覆う円筒状の円筒部２３と、円筒部２３の軸方向一方側（図３中左側）に設けられ円筒部２３から折り曲げられて形成される第一挟持部としての上面部２４と、円筒部２３の軸方向他方側（図３中右側）に設けられる第二挟持部としての底部２６と、を有する。ロータカバー２２は、単一の部材を加工することによって形成されるものであり、円筒部２３、上面部２４、及び底部２６は一体的に形成される。

[0019] 上面部２４は、軸方向に垂直な面を有すると共に中央にシャフト１より大径の孔２４Ａを有する円環状に形成される。上面部２４は、円筒部２３の一端部との間に形成され、永久磁石２１の軸方向の一端面における外周縁部２１Ａに当接する上面角部２５を外周端部に有する。

[0020] 底部２６は、図３に示すように、軸方向に垂直な面を有するとともに中央にシャフト１より大径の孔２６Ａを有する円環状に形成される。底部２６は、永久磁石２１の他端面に対向し、ロータコアユニット４におけるロータコア２０及び永久磁石２１の少なくとも一方の他端部に当接する。底部２６は、円筒部２３の他端部との間に形成される底部角部２７を外周端部に有する。底部２６の具体的な構成は、後に詳しく説明する。

[0021] 上面部 24 は、円筒部 23 の軸方向一方側（図 3 中左側）の端部を径方向内側に押圧して形成される。これにより、上面角部 25 が永久磁石 21 の一端面における外周縁部 21 A に当接するように形成される。ロータコアユニット 4 は、永久磁石 21 の一端面における外周縁部 21 A に当接する上面部 24 の上面角部 25 と、ロータコア 20 及び永久磁石 21 の少なくとも一方の他端面に当接する底部 26 とによって、所定の力で軸方向に挟持される。これにより、ロータカバー 22 とロータコアユニット 4 との間の摩擦力が大きくなり、摩擦力によってロータカバー 22 とロータコアユニット 4 との周方向の相対回転が規制される。

[0022] なお、上面角部 25 は、永久磁石 21 の軸方向一端面における外周縁部 21 A の全周のうちの一部に当接していればよい。また、上面部 24 は、より確実にロータカバー 22 を回り止めするためにはロータコア 20 及び永久磁石 21 の軸方向一方側の端面に当接して摩擦力を増大させることが望ましいが、少なくとも上面角部 25 が外周縁部 21 A に当接していればよい。つまり、上面部 24 における上面角部 25 以外の部分がロータコアユニット 4 との間に隙間を持って形成されてもよい。

[0023] 上面部 24 の孔 24 A 及び底部 26 の孔 26 A はロータコア 20 の中心部 20 A の外径よりも小径に形成される。上面部 24 及び底部 26 は、永久磁石 21 の軸方向両端面を覆い隠すように延びて形成される。

[0024] 次に、上面角部 25、底部 26、及び底部角部 27 について詳しく説明する。

[0025] ロータコア 20 及び永久磁石 21 を同一の軸方向長さで形成しようとしても、それぞれ寸法公差の範囲内で軸方向長さにはばらつきが生じ、ロータコア 20 と永久磁石 21 との軸方向長さが互いに異なることがある。

[0026] これに対し、ロータコア 20 の軸方向長さが永久磁石 21 の軸方向長さよりも長い場合、短い場合、及び互いに同一の場合のいずれの場合であっても、永久磁石 21 の外周縁部 21 A に当接する上面角部 25 を有する上面部 24 と永久磁石 21 の他端面及びロータコア 20 の少なくとも一方に当接する

底部２６とがロータカバー２２に形成される。このため、ロータ２では、ロータコアユニット４とロータカバー２２との周方向の相対回転を規制することができる。言い換えれば、上面部２４と底部２６とによってロータコアユニット４を軸方向に挟持することにより、ロータコア２０と永久磁石２１の軸方向長さの大小関係に関わらず、ロータカバー２２の回り止めを行うことができる。

[0027] 図４は、ロータコア２０の軸方向長さが永久磁石２１の軸方向長さよりも長い場合において、図１におけるＡ－Ａ線に沿った断面を示す断面図である。図４に示すように、ロータコア２０の軸方向長さが永久磁石２１の軸方向長さよりも長い場合には、ロータコア２０は、永久磁石２１の他端面よりも軸方向に突出する突出部２０Ｃを有する。突出部２０Ｃは、永久磁石２１の他端面よりも軸方向に突出する中心部２０Ａの一部及び突起部２０Ｂの一部によって構成される。ロータカバー２２の底部２６は、ロータコア２０の底面（突出部２０Ｃの端面）に当接するコア当接部１２０と、コア当接部１２０と底部角部２７とを接続する接続部１２１と、を有する。

[0028] 接続部１２１は、図４に示すように、ロータコア２０の外周面と永久磁石２１の軸方向他端面とに当接するものでもよいし、図５に示すように離間するものでもよい。いずれの場合にも、上面角部２５が永久磁石２１の軸方向一端面における外周縁部２１Ａに当接し、底部２６が少なくともロータコア２０の突出部２０Ｃに当接することによりロータコアユニット４が軸方向に挟持されるため、ロータカバー２２の回り止めを行うことができる。なお、図４に示すように、接続部１２１がロータコア２０の外周面と永久磁石２１の軸方向他端面とに当接する場合及び底部角部２７が永久磁石２１の他端面の外周縁部２１Ｂに当接する場合には、それぞれ摩擦力が増大しロータカバー２２の回り止めをより確実に行うことができる。

[0029] 図６は、図３におけるＣ矢視図であり、ロータカバー２２の底部２６を示す平面図である。ロータコア２０の軸方向長さが永久磁石２１の軸方向長さよりも長い場合には、図６に示すように、ロータコア２０の突出部２０Ｃを

構成する突起部 20B の一部を覆う凹部 122 がロータカバー 22 の底部 26 に設けられる。

[0030] 図 7 は、図 6 における D-D 線に沿った断面図である。図 7 では、ロータコア 20 における突起部 20B と中心部 20A との境界を模式的に破線で表す。図 8 は、図 6 における E-E 線に沿った断面図である。

[0031] 図 7 及び図 8 に示すように、凹部 122 は、突出部 20C の端部における外周縁部に沿って軸方向の内側（ロータカバー 22 の内側）が窪んで形成される。これにより、突出部 20C を構成する突起部 20B の一部が凹部 122 に係止されてロータコア 20 とロータカバー 22 との周方向（図 8 中左右方向）の相対回転が規制される。このように、ロータコア 20 の軸方向長さが永久磁石 21 の軸方向長さよりも長い場合には、上面部 24 の上面角部 25 と底部 26 とによってロータコアユニット 4 が挟持されることに加え、凹部 122 によって突出部 20C が係止される。したがって、ロータカバー 22 の回り止めをより確実に行うことができる。

[0032] ロータコア 20 の軸方向長さが永久磁石 21 の軸方向長さよりも短い場合（図 9 参照）及び互いの長さが同一の場合（図 2 参照）では、ロータカバー 22 の底部 26 に凹部 122 は形成されない。図 9 に示すように、ロータコア 20 の軸方向長さが永久磁石 21 の軸方向長さよりも短い場合には、ロータカバー 22 の底部 26 は、永久磁石 21 の他端面に当接し、ロータコア 20 とは離間する環状の平面として形成される。この場合には、底部 26 は、永久磁石 21 の端面に当接することに加え底部角部 27 が永久磁石 21 の他端面における外周縁部 21B に当接して、上面角部 25 と共にロータコアユニット 4 を挟持する。

[0033] 図 2 に示すように、ロータコア 20 と永久磁石 21 の軸方向長さが同一の場合には、ロータカバー 22 の底部 26 は、永久磁石 21 及びロータコア 20 の両方に当接する環状の平面として形成される。この場合には、底部 26 は、永久磁石 21 及びロータコア 20 の両方に当接すると共に底部角部 27 が永久磁石 21 の他端面における外周縁部 21B に当接して、上面角部 25

と共にロータコアユニット４を挟持する。

[0034] 次に、主に図１０及び図１１を参照して、ロータ２を製造するロータ製造装置１０について説明する。図１０は、ロータ製造装置１０を示す構成図であり、ロータカバー２２の上面部２４を形成する前の状態を示す図である。

[0035] ロータ製造装置１０は、図１０に示すように、油圧によって略鉛直方向に駆動されるスライド部１２が金型部４０を押圧することにより、ロータカバー２２の上面部２４を形成する油圧プレス装置である。ロータ製造装置１０は、他の液圧プレス装置でもよく、機械プレス装置でもよい。また、ロータ製造装置１０は、空気圧によって駆動されるプレス装置でもよい。

[0036] ロータ製造装置１０は、略水平に設けられるボルスタ１１と、ボルスタ１１に対して略鉛直方向に沿って上下動するスライド部１２と、ボルスタ１１に載置されスライド部１２の移動によってロータカバー２２の上面部２４を形成する金型部４０と、を備える。

[0037] スライド部１２は、動力源としての油圧を伝達する駆動機構（図示省略）により、ボルスタ１１に対して略鉛直方向（図１０中上下方向）に沿って駆動される。スライド部１２は、下方に向かうにつれて径が大きくなる曲面状のスライドテーパ面１３Ａを内側に有して環状に形成されると共に金型部４０に当接するスライド当接部１３を有する。駆動機構によりスライド部１２が下方に移動し、スライド当接部１３を介して金型部４０が押圧されることにより、ロータカバー２２の上面部２４が形成される。

[0038] 金型部４０は、ボルスタ１１に載置されロータカバー２２を収容する規制部材としての外型４１と、ロータカバー２２における軸方向端部を径方向内側へ向けて押圧して上面部２４を形成する押圧部材としての複数の外側コレットと、ロータカバー２２の軸方向端部の内周を径方向外側へ向けて押圧して保持する保持部材としての複数の内側コレット４３と、外型４１の内側に収容されてボルスタ１１に載置されると共にロータカバー２２が載置する下型４４と、を備える。

[0039] 外型４１は、内径がロータカバー２２の円筒部２３の外径とほぼ等しく設

定された円筒状部材であり、後述するロータカバー 2 2 の押し込み時にロータカバー 2 2 の円筒部 2 3 が径方向外側に膨出することを規制する。

[0040] 外側コレットとしては、後述するロータ製造方法の第一押圧工程では第一外側コレット 4 2 が用いられ、後述する第二押圧工程では第二外側コレット 5 2 が用いられる。第一外側コレット 4 2 と第二外側コレット 5 2 とは、径方向の厚さのみが異なる。このため、図 1 0 及び図 1 1 では、第一外側コレット 4 2 のみを図示し、第二外側コレット 5 2 は括弧内の符号で示す。

[0041] 第一、第二外側コレット 4 2, 5 2 は、周方向に分割され環状に並べられて外型 4 1 に載置される。図 1 1 に示すように、第一、第二外側コレット 4 2, 5 2 の外周は、下部に向かうにつれて外径が大きくなるように中心軸から傾斜する曲面状の外側テーパ面 4 2 A, 5 2 A として形成される。各第一、第二外側コレット 4 2, 5 2 は、隣り合う第一、第二外側コレット 4 2, 5 2 が互いに当接した状態で円錐台形状になるように形成される。

[0042] スライド部 1 2 の下方への移動により、スライド当接部 1 3 によって第一、第二外側コレット 4 2, 5 2 の外側テーパ面 4 2 A, 5 2 A がロータコア 2 0 へ向かって図 1 0 中下方へ押圧される。これにより、第一、第二外側コレット 4 2, 5 2 は、外型 4 1 の上部において径方向内側へ向かって移動する。よって、第一、第二外側コレット 4 2, 5 2 は、ロータカバー 2 2 における軸方向端部を径方向内側へ向けて押圧する。なお、複数の第一、第二外側コレット 4 2, 5 2 の外周面は、曲面ではなく、それぞれ平面状の押圧テーパ平面として形成されてもよい。

[0043] 内側コレット 4 3 は、周方向に分割されて環状に並べられて、ロータカバー 2 2 に収容されたロータコア 2 0 の上部に設けられる（図 1 5 参照）。内側コレット 4 3 は、ロータカバー 2 2 の軸方向端部の内周を径方向外側へ向けて押圧することにより、第一外側コレット 4 2 との間でロータカバー 2 2 を保持する。

[0044] 下型 4 4 は、外径が外型 4 1 の内径と略同一に形成され、外型 4 1 の内側に収容される。下型 4 4 は、円盤状の基部 4 5 と、基部 4 5 からロータカバ

ー 2 2 に向かって軸方向に突出すると共にロータカバー 2 2 の底部 2 6 に当接する環状の当接部 4 6 と、を有する。

[0045] 当接部 4 6 は、ロータカバー 2 2 の底部 2 6 を介して永久磁石 2 1 の他端面を支持する。当接部 4 6 は、図 1 0 に示すように、ロータコア 2 0 の突起部 2 0 B の外径よりも大きな内径を有し底部 2 6 を挟んで永久磁石 2 1 の他端面に対向する。当接部 4 6 の内側には、ロータカバー 2 2 の底部 2 6 を挟んでロータコア 2 0 に対向する内側空間が設けられる。

[0046] 下型 4 4 は、第一、第二外側コレット 4 2, 5 2 が径方向内側に移動してロータカバー 2 2 の軸方向端部を押圧する際に、ロータカバー 2 2 の底部 2 6 を介して永久磁石 2 1 の他端面を支持する。このため、第一、第二外側コレット 4 2, 5 2 と下型 4 4 とにより、ロータカバー 2 2 の上面部 2 4、永久磁石 2 1、ロータカバー 2 2 の底部 2 6 が所定の力により軸方向に挟持される。なお、下型 4 4 は、基部 4 5 を有していなくてもよく、当接部 4 6 のみを有する筒状に形成されてもよい。

[0047] ロータ製造装置 1 0 は、図 1 0 に示すように、ロータコア 2 0 に対する第一、第二外側コレット 4 2, 5 2 の軸方向の位置を規定する押圧補助部材 1 4 をさらに備える。

[0048] 押圧補助部材 1 4 は、ボルスタ 1 1 に対して上下動可能に設けられ、第一、第二外側コレット 4 2, 5 2 の上面に当接することによりロータコア 2 0 に対する第一、第二外側コレット 4 2, 5 2 の軸方向の位置を規定する。押圧補助部材 1 4 は、スライド部 1 2 とは連動せず、独立してボルスタ 1 1 に対して上下動可能である。押圧補助部材 1 4 は、複数の第一、第二外側コレット 4 2, 5 2 における上面の全てに当接する円盤状部材である。押圧補助部材 1 4 が第一、第二外側コレット 4 2, 5 2 の上面に当接することにより、ロータカバー 2 2 を径方向内側に押し込む際に、第一、第二外側コレット 4 2, 5 2 がロータコア 2 0 から軸方向に離れて浮き上がることが防止される。

[0049] 押圧補助部材 1 4 は、第一、第二外側コレット 4 2, 5 2 がロータカバー

２２を径方向内側に押圧する際に、第一、第二外側コレット４２，５２に作用するロータカバー２２からの反力を単に支持するのみでもよいし、ロータカバー２２からの反力に抗して第一外側コレット４２を軸方向下方に積極的に押圧してもよい。いずれの場合であっても、押圧補助部材１４は、ロータコア２０に対する第一外側コレット４２の軸方向の位置を規定する。

[0050] 次に、ロータ２の製造方法について図１２～図２６を参照しながら説明する。なお、図１５、図１６、図１８、図２０、及び図２１では、第一、第二外側コレット４２，５２における外側テーパ面４２Ａ，５２Ａの図示を省略する。以下では、まず、ロータコア２０の軸方向長さと永久磁石２１の軸方向長さが同一である場合を例に説明する。

[0051] 初めに、ロータコア２０の外周面に複数の永久磁石２１を取り付けてロータコアユニット４を形成する。永久磁石２１は、ロータコア２０の隣り合う突起部２０Ｂの間に接着剤などを用いて取り付けられる。これにより、永久磁石２１は、ロータコア２０の周方向に亘って等間隔に配置される。

[0052] 続いて、図１２に示すように、ロータカバー２２の開口端から、ロータコアユニット４を入れてロータカバー２２内に收容する。この段階ではまだ上面部２４が形成されていないので、ロータコアユニット４をロータカバー２２の底部２６に当接するまで入れると、図１３に示すように、ロータカバー２２の開口端はロータコア２０の上端より上方に位置することになる。

[0053] 続いて、図１４に示すように、ロータコアユニット４が收容されたロータカバー２２を底部２６側から外型４１に入れて下型４４に載置する。なお、先にロータカバー２２を外型の内側に收容して下型４４に載置し、その後ロータコアユニット４をロータカバー２２の開口端から入れてロータカバー２２の内側に收容してもよい。

[0054] 続いて、ロータコア２０の端部から軸方向に突出するロータカバー２２の開口端を径方向内側へ向けて押圧する押圧工程を行う。押圧工程では、ロータコアユニット４を軸方向に挟持する上面部２４と底部２６とをロータカバー２２に形成する。

[0055] 押圧工程では、ロータカバー 2 2 の底部 2 6 を下型 4 4 と永久磁石 2 1 とによって挟みながら、ロータカバー 2 2 の開口端を押圧部材によって径方向内側へ向けて押圧する。押圧工程は、押圧部材としての複数の外側コレット及び保持部材としての複数の内側コレットによってロータカバー 2 2 の開口端を径方向内側へ向けて押圧する。

[0056] 押圧工程は、円筒部 2 3 の開口端を径方向内側へ向けて押圧する第一押圧工程と、第一押圧工程で径方向内側へ押し込まれたロータカバー 2 2 の開口端をさらに径方向内側へ押圧する第二押圧工程と、を含む。第一押圧工程では、外側コレットとしての第一外側コレット 4 2 と内側コレット 4 3 が使用される。また、第二押圧工程では、外側コレットとして第二外側コレット 5 2 が使用される。なお、本実施形態では、第二押圧工程において、内側コレット 4 3 は使用されないが、これに限らず、内側コレットを使用してもよい。

[0057] 第一押圧工程では、まず、図 1 5 及び図 1 6 に示すように、外型 4 1 の上部に周方向に分割された複数の第一外側コレット 4 2 を環状に並べて配置する。第一外側コレット 4 2 は、周方向に所定の隙間を有した状態でロータカバー 2 2 の開口端の外周面に当接するように配置される。第一外側コレット 4 2 は、周方向の隙間がロータカバー 2 2 を挟んで永久磁石 2 1 間の隙間と対向するように配置される（図 1 6 参照）。

[0058] さらに、図 1 5 及び図 1 6 に示すように、周方向に分割された複数の内側コレット 4 3 をロータコア 2 0 の上部であってロータカバー 2 2 の内周側に環状に並べて配置する。各内側コレット 4 3 は、周方向に所定の隙間を有した状態でロータカバー 2 2 の開口端の内周面に当接するように配置される。内側コレット 4 3 は、周方向の隙間が第一外側コレット 4 2 間の隙間と周方向にずれて配置される。

[0059] 続いて、内側コレット 4 3 を径方向外側に向けて押圧した状態で、第一外側コレット 4 2 を径方向内側に向けて押圧する。このとき、第一外側コレット 4 2 に作用する径方向内側への押圧力は、内側コレット 4 3 に作用する径

方向外側への押圧力を上回るように設定される。これにより、第一外側コレット４２が径方向内側へ移動し、ロータカバー２２の開口端は、内側コレット４３によって内周側から保持された状態で第一外側コレット４２によって径方向内側へ向けて押し込まれる。

[0060] ロータカバー２２の径方向内側へ向けて押し込まれる部分は、第一外側コレット４２及び内側コレット４３によって径方向内側へ引っ張られるだけであってもよいし、引き抜き加工のように引き伸ばされてもよい。引っ張りとするか引き伸ばしとするかは、第一外側コレット４２及び内側コレット４３の押圧力の関係によって調整される。言い換えれば、第一外側コレット４２及び内側コレット４３の押圧力がしわ押さえ力としてロータカバー２２に付与されながら、ロータカバー２２の開口端が径方向内側へ板厚を変化させないように折り曲げられるものでもよいし、第一外側コレット４２及び内側コレット４３の押圧力によってロータカバー２２の板厚を積極的に減少させるものでもよい。引っ張り又は引き伸ばしに際して、ロータカバー２２の径方向内側へ向けて押し込まれる部分には、しわが形成されていてもよいし、形成されなくてもよい。

[0061] また、第一外側コレット４２は、ロータカバー２２を径方向内側に向けて押圧するのに加えて軸方向下方にも押圧する。第一外側コレット４２による軸方向下方への押圧は、第一外側コレット４２の自重又は押圧補助部材１４による外力の付加によって行われる。

[0062] 第一外側コレット４２がロータカバー２２を径方向内側及び軸方向下方に押圧することにより、図１７に示すように、ロータカバー２２の上面部２４、永久磁石２１、ロータカバー２２の底部２６が第一外側コレット４２と下型４４とによって挟持される。つまり、第一押圧工程では、ロータカバー２２の底部２６を下型４４と永久磁石２１とによって挟みながら、ロータカバー２２の開口端を、第一外側コレット４２及び内側コレット４３の各隙間が減少するように径方向内側に押し込む（図１８参照）。このようにして、ロータカバー２２の開口端が円筒部２３より径方向内側に押圧される。

- [0063] これにより、図 17 及び図 19 に示すように、ロータカバー 22 には、上面部 24 の一部と、円筒部 23 よりも小さな外径を有するボス部 28 と、永久磁石 21 の軸方向一端面における外周縁部 21A に当接する上面角部 25 と、が形成される。上面角部 25 と底部 26 とにより、ロータコアユニット 4 が挟持される。
- [0064] 続いて、第二押圧工程では、図 20 に示すように、第二外側コレット 52 をロータカバー 22 の開口端であるボス部 28 の外周側に配置する。第二外側コレット 52 は、周方向の隙間が永久磁石 21 間の隙間とは周方向にずれて配置される。
- [0065] 続いて、第二外側コレット 52 を径方向内側に向けて押圧する。この際においても、第一押圧工程と同様に、ロータカバー 22 の径方向内側へ向けて押し込まれる部分は、第二外側コレット 52 によって径方向内側へ引っ張られるだけであってもよいし、引き抜き加工のように引き伸ばされてもよい。
- [0066] また、第二外側コレット 52 は、ロータカバー 22 を径方向内側に向けて押圧するのに加えて軸方向下方にも押圧する。これにより、上面部 24 が完成した際のスプリングバックを低減することができる。第二外側コレット 52 による軸方向下方への押圧は、第一押圧工程と同様に、第二外側コレット 52 の自重又は押圧補助部材 14 による外力の付加によって行われる。
- [0067] ロータカバー 22 のボス部 28 は、図 21 に示すように、第二外側コレット 52 の各隙間がなくなるように径方向内側に押し込まれる。これにより、第二外側コレット 52 を取り除くと、図 22 に示すように、ロータカバー 22 のボス部 28 はさらに径方向内側に押し込まれて、上面部 24 がロータカバー 22 に形成される。これにより、上面角部 25 を含む上面部 24 の全体と底部 26 とによって、ロータコアユニット 4 が軸方向に挟持される。
- [0068] このような押圧工程が完了すると、外型 41 を取り外し、ロータコア 20 の中央にシャフト 1 を挿入する。これにより、図 2 に示すように、シャフト 1 を有するロータ 2 が完成する。
- [0069] 次に、図 23 から図 26 を参照して、ロータコア 20 の軸方向長さが永久

磁石 21 の軸方向長さよりも長い場合における押圧工程について説明する。
ロータコア 20 の軸方向長さが永久磁石 21 の軸方向長さよりも長い場合には、上面角部 25 を有する上面部 24 に加え、ロータコア 20 の底面に当接するコア当接部 120 及びコア当接部 120 と底部角部 27 とを接続する接続部 121 を有する底部 26 と、ロータコア 20 の突出部 20C の軸方向の一端部の形状に沿って軸方向の内側が窪みロータコア 20 の一端部を覆う凹部 122 と、が押圧工程において形成される。

[0070] 図 23 から図 26 は、ロータコア 20 の軸方向長さが永久磁石 21 の軸方向長さよりも長い場合における押圧工程を示す図である。図 23 は、押圧工程により上面部 24 が形成される前の状態における図であり、ロータコア 20 の中心部 20A のみを含む断面（図 1 の A-A 断面に相当）を図示したものである。図 24 及び図 25 は第一押圧工程を示す図である。図 24 はロータコア 20 の中心部 20A のみを含む断面（図 1 の A-A 断面に相当）を図示し、図 25 はロータコア 20 の中心部 20A 及び突起部 20B を含む断面（図 1 の B-B 断面に相当）を図示したものである。図 26 は、第二押圧工程を示す図であり、ロータコア 20 の中心部 20A のみを含む断面（図 1 の A-A 断面に相当）を図示したものである。図 23、図 24、及び図 26 では、ロータコア 20 の突起部 20B を破線で模式的に示す。図 25 では、ロータコア 20 の中心部 20A と永久磁石 21 とを破線で模式的に示す。

[0071] ロータコア 20 の軸方向長さが永久磁石 21 の軸方向長さよりも長い場合には、永久磁石 21 が取り付けられたロータコア 20 を上面部 24 が形成される前のロータカバー 22 に収容すると、図 23 に示すように、永久磁石 21 とロータカバー 22 の底部 26 との間に軸方向隙間 60 が形成される。

[0072] 第一押圧工程において、第一外側コレット 42 が図 24 中破線矢印で示すように軸方向下方及び径方向内側へ向けてロータカバー 22 を押圧することにより、図 24 中実線矢印で示すように円筒部 23 が上方に引っ張られて、ロータカバー 22 において下型 44 の当接部 46 に当接する底部 26 の一部は、永久磁石 21 と当接部 46 とによって挟み込まれて変形する。具体的に

は、当接部 4 6 に当接するロータカバー 2 2 の底部 2 6 における外周側の一部は、永久磁石 2 1 との間の軸方向隙間 6 0 をなくすように変形して、永久磁石 2 1 の底面に当接する。よって、ロータカバー 2 2 の上面部 2 4、底部 2 6、及び永久磁石 2 1 が第一外側コレット 4 2 及び下型 4 4 によって挟持される。

[0073] また、下型 4 4 の当接部 4 6 により、ロータカバー 2 2 の底部 2 6 における外周側の一部を容易に変形させることができるため、ロータカバー 2 2 を変形させる加工力を抑えることができる。

[0074] 第一押圧工程では、このようなロータカバー 2 2 の底部 2 6 における外周側の変形と同時に、中心側のロータカバー 2 2 の底部 2 6 にも、上方に引っ張られる力が作用する。よって、図 2 5 に示すように、中心側のロータカバー 2 2 の底部 2 6 は、ロータコア 2 0 の突起部 2 0 B の軸方向一端部、つまり突出部 2 0 C の外周縁部に沿うように変形する。これにより、ロータコア 2 0 に当接するコア当接部 1 2 0、突出部 2 0 C の外周縁部に沿った凹部 1 2 2、及びコア当接部 1 2 0 と底部角部 2 7 とを接続する接続部 1 2 1 が形成される。

[0075] 第二押圧工程では、図 2 6 に示すように、第一押圧工程で形成されたボス部 2 8 がさらに径方向内側に押圧され、上面部 2 4 が形成される。

[0076] このように、ロータコア 2 0 の軸方向長さが永久磁石 2 1 の軸方向長さよりも長い場合には、押圧工程において、永久磁石 2 1 の軸方向一端面における外周縁部 2 1 A に当接する上面角部 2 5 を含む上面部 2 4 に加え、コア当接部 1 2 0、接続部 1 2 1、及び凹部 1 2 2 がさらに形成される。

[0077] 一方、ロータコア 2 0 の軸方向長さが永久磁石 2 1 の軸方向長さよりも短い場合には、ロータコア 2 0 と永久磁石 2 1 の軸方向長さが同一の場合と同様に、永久磁石 2 1 が取り付けられたロータコア 2 0 をロータカバー 2 2 に収容すると、ロータカバー 2 2 の底部 2 6 と永久磁石 2 1 とが接触する。つまり、ロータカバー 2 2 の底部 2 6 と永久磁石 2 1 との間に軸方向隙間 6 0 が形成されないため、第一押圧工程において、底部 2 6 とロータカバー 2 2

の底部 26 の変形を伴わずに、ロータカバー 22 の上面部 24、底部 26、及び永久磁石 21 が第一外側コレット及び下型 44 によって確実に挟持される。これにより、ロータコアユニット 4 を軸方向に挟持する第一挟持部及び第二挟持部、つまり上面角部 25 を含む上面部 24 と底部 26 とが確実に形成される。

[0078] 以上のように、本実施形態に係るロータ製造方法では、ロータコア 20 と永久磁石 21 の軸方向長さの大小関係によらず、ロータカバー 22 には、永久磁石 21 の軸方向一端面における外周縁部 21A に当接する上面角部 25 を含む上面部 24 と、ロータコアユニット 4 におけるロータコア 20 及び永久磁石 21 の他端面の少なくとも一方に当接して上面部 24 との間でロータコアユニット 4 を軸方向に挟持する底部 26 と、が形成される。言い換えれば、ロータコア 20 と永久磁石 21 との軸方向長さが寸法公差の範囲内ではらつき、大小関係が異なる場合であっても、上面部 24 と底部 26 とにより、ロータコアユニット 4 を軸方向に確実に挟持することができる。したがって、ロータコア 20 と永久磁石 21 との軸方向長さの大小関係に関わらず、ロータカバー 22 の回り止めを行うことができる。

[0079] 次に、図 27 を参照して、本実施形態に係る変形例について説明する。

[0080] 図 27 に示すように、上面部 24 を形成する前の状態（押圧工程前の状態）において、ロータカバー 22 の底部 26 には、永久磁石 21 の外周縁部 21B から離間する余材部 29 が設けられてもよい。押圧工程前のロータカバー 22 が余材部 29 を有することにより、押圧工程において上面部 24 を形成する際に、肉厚の減少を抑制しつつ、ロータカバー 22 の上面部 24 の径方向長さを大きくして永久磁石 21 を確実に覆うことができる。

[0081] このような変形例において、ロータコア 20 の軸方向長さが永久磁石 21 の軸方向長さよりも長い場合には、余材部 29 が設けられることにより軸方向隙間 60 が大きくなる。しかしながら、本実施形態に係るロータ製造方法及びロータ製造装置によれば、余材部 29 を有する場合であっても、下型 44 の当接部 46 により、軸方向隙間 60 をなくすようにロータカバー 22 の

底部 26 が変形するため、図 24 に示すようなロータカバー 22 を形成することができる。したがって、余材部 29 を有する場合であっても、上面部 24 と底部 26 とにより、ロータコアユニット 4 を軸方向に挟持して、ロータカバー 22 の回り止めを行うことができる。

[0082] また、上記実施形態では、ロータコア 20 の軸方向長さが永久磁石 21 の軸方向長さよりも長い場合において、突出部 20C が底部 26 に対向するようにロータコアユニット 4 をロータカバー 22 に收容する場合について説明した。これに代えて、上面部 24 の形成前において突出部 20C が上方に位置するように、つまり上面部 24 の形成前のロータカバー 22 の開口端に対向するようにロータコアユニット 4 をロータカバー 22 に收容してもよい。この場合であっても、第一押圧工程においてロータカバー 22 の端部を径方向内側に押圧することにより、永久磁石 21 の軸方向一端面における外周縁部 21A に当接する上面角部 25 が確実に形成される。

[0083] 以上の実施形態によれば、以下に示す効果を奏する。

[0084] ロータ 2 では、永久磁石 21 の軸方向一端面における外周縁部 21A に当接する上面角部 25 を有する上面部 24 と、ロータコア 20 及び永久磁石 21 他端面の少なくとも一方に当接する底部 26 とによってロータコアユニット 4 が軸方向に挟持されるため、両者の間の摩擦力によってロータコアユニット 4 とロータカバー 22 との周方向の相対回転が規制される。したがって、ロータカバー 22 の回り止めを容易に行うことができる。

[0085] また、ロータ 2 におけるロータカバー 22 の底部 26 には、突出部 20C を構成する突起部 20B の一端部の形状に沿って形成され一端部を覆う凹部 122 が設けられる。ロータコア 20 の突出部 20C を構成する突起部 20B の一部がロータカバー 22 の凹部 122 に收容されることにより、突起部 20B が凹部 122 に係止されてロータコア 20 とロータカバー 22 との周方向の相対回転が規制される。このように、ロータコア 20 の軸方向長さが永久磁石 21 の軸方向長さよりも長い場合には、上面部 24 と底部 26 とによってロータコアユニット 4 が挟持されることに加え、凹部 122 によって

突起部 20B が係止される。したがって、ロータカバー 22 の回り止めをより確実に行うことができる。

[0086] また、本実施形態に係るロータ製造方法では、ロータコア 20 と永久磁石 21 の軸方向長さの大小関係に関わらず、永久磁石 21 の軸方向一端面における外周縁部 21A に当接する上面角部 25 を有する上面部 24 とロータコア 20 及び永久磁石 21 の他端面の少なくとも一方に当接して上面部 24 と共にロータコアユニット 4 を軸方向に挟持する底部 26 とをロータカバー 22 に形成する。よって、本実施形態に係るロータ製造方法によれば、ロータコア 20 と永久磁石 21 との軸方向長さの大小関係に関わらず同一の製造方法により、回り止めされたロータカバー 22 を有するロータ 2 を製造することができる。

[0087] また、本実施形態に係るロータ製造方法では、第一、第二外側コレット 42, 52 がロータコア 20 に向けて軸方向に押圧しつつロータカバー 22 の開口端を径方向内側へ向けて押圧するため、永久磁石 21 とロータカバー 22 とを第一、第二外側コレット 42, 52 と下型 44 とによって確実に挟持することができる。したがって、ロータコアユニット 4 を軸方向に挟持する上面部 24 及び底部 26 をより確実に形成し、ロータカバー 22 の回り止めをより確実に行うことができる。

[0088] さらに、本実施形態に係るロータ製造方法では、ロータコア 20 の軸方向長さが永久磁石 21 の軸方向長さよりも長い場合において、ロータコアユニット 4 を挟持する上面部 24 及び底部 26 に加え、ロータコア 20 の突出部 20C を構成する突起部 20B の軸方向一端部における外周縁部に沿って軸方向の内側が窪む凹部 122 がさらに形成される。突出部 20C を構成する突起部 20B の外周縁部を覆う凹部 122 が形成されることにより、ロータコア 20 の突起部 20B が凹部 122 に係止されてロータコア 20 とロータカバー 22 との周方向の相対回転が規制される。したがって、ロータコア 20 の軸方向長さが永久磁石 21 の軸方向長さよりも長い場合において、ロータカバー 22 の回り止めをより確実に行うことができる。

[0089] また、本実施形態に係るロータ製造装置では、下型４４が、ロータカバー２２の底部２６を介して永久磁石２１の軸方向一端面を支持する環状の当接部４６を有する。このため、ロータコア２０の軸方向長さが永久磁石２１の軸方向長さよりも長い場合であっても、永久磁石２１と下型４４とによってロータコア２０の底部２６を確実に挟持することができる。したがって、凹部１２２を底部２６に確実に形成することができ、ロータカバー２２の回り止めを確実に行うことができる。

[0090] また、下型４４の当接部４６により、ロータカバー２２の底部２６における外周側の一部を容易に変形させることができるため、加工力を抑えることができる。したがって、ロータ製造装置１０によれば、装置の大型化を防止することができる。

[0091] 以下、本発明の実施形態の構成、作用、及び効果をまとめて説明する。

[0092] ロータ２は、シャフト１に一体回転可能に固定されるロータコア２０とロータコア２０の周方向に亘って取り付けられる複数の永久磁石２１とを有するロータコアユニット４と、永久磁石２１の軸方向の一端面における外周縁部２１Ａに当接する上面部２４と永久磁石２１の他端面及びロータコア２０の少なくとも一方に当接して上面部２４と共にロータコアユニット４を軸方向に挟持する底部２６とを有しロータコア２０の外周を覆う単一の円筒状のロータカバー２２と、を備える。

[0093] この構成では、上面部２４と底部２６とによってロータコアユニット４が軸方向に挟持されるため、外周縁部２１Ａと上面部２４の上面角部２５との間の摩擦力及びロータコア２０及び永久磁石２１の他端面の少なくとも一方と底部２６との間の摩擦力によってロータコアユニット４とロータカバー２２との周方向の相対回転が規制される。したがって、ロータカバー２２の回り止めを容易に行うことができる。

[0094] また、ロータ２は、ロータコア２０が、永久磁石２１の他端面よりも軸方向に突出する突出部２０Ｃを有し、永久磁石２１の他端面に対向するロータカバー２２の底部２６には、突出部２０Ｃの外周縁部に当接する凹部１２２

が設けられる。

[0095] また、ロータ2は、ロータコア20が、複数の永久磁石21の内側に設けられる中心部20Aと、中心部20Aから径方向外側に突出し、隣り合う永久磁石21の間にそれぞれ設けられる複数の突起部20Bと、を有し、凹部122が突起部20Bの外周縁部に当接する。

[0096] これらの構成では、ロータカバー22の凹部122にロータコア20の突出部20Cを構成する突起部20Bが収容されるため、突出部20Cを構成する突起部20Bが凹部122に係止されてロータコアユニット4とロータカバー22との周方向の相対回転が規制される。したがって、ロータカバー22の回り止めをより確実に行うことができる。

[0097] 回転電機100は、これらの構成を有するロータ2を備える。

[0098] また、本発明の実施形態に係るロータ製造方法は、シャフト1に一体回転可能に固定されるロータコア20とロータコア20の周方向に亘って取り付けられる複数の永久磁石21とを有するロータコアユニット4を備えるロータ2を製造するロータ製造方法であって、底部26を有する円筒状のロータカバー22を下型44に載置する工程と、ロータコアユニット4をロータカバー22の内側に収容する工程と、ロータカバー22の底部26を下型44と永久磁石21とによって挟みながら、ロータコア20の端部から軸方向に突出するロータカバー22の開口端を外側コレット（第一外側コレット42、第二外側コレット52）によって径方向内側へ向けて押圧して、永久磁石21の軸方向の一端面における外周縁部21Aに当接する上面部24と永久磁石21の他端面及びロータコア20の少なくとも一方に当接して上面部24と共にロータコアユニット4を軸方向に挟持する底部26とをロータカバー22に形成する押圧工程と、を含む。

[0099] この構成では、ロータカバー22の底部26を下型44と永久磁石21とによって挟みながら外側コレット（第一外側コレット42、第二外側コレット52）によってロータカバー22の開口端を径方向内側に押圧する。これにより、ロータコアユニット4を軸方向に挟持する上面部24及び底部26

がロータカバー 22 に形成される。永久磁石 21 の軸方向両端面における外周縁部 21 B, 21 B がロータカバー 22 の底部角部 27 及び上面角部 25 によって軸方向に挟持されるため、外周縁部 21 A と上面部 24 の上面角部 25 との間の摩擦力及びロータコア 20 及び永久磁石 21 の少なくとも一方と底部 26 との間の摩擦力によってロータコアユニット 4 とロータカバー 22 との周方向の相対回転が規制される。したがって、ロータカバー 22 の回り止めを容易に行うことができる。

[0100] また、本発明に係るロータ製造方法は、上面部 24 及び底部 26 を形成する押圧工程が、外側コレット（第一外側コレット 42、第二外側コレット 52）をロータコア 20 に向けて軸方向に押圧しつつロータカバー 22 の開口端を径方向内側へ向けて押圧し、外側コレット（第一外側コレット 42、第二外側コレット 52）と下型 44 とによって永久磁石 21 及びロータカバー 22 を軸方向に挟んで押圧することによって上面部 24 及び底部 26 を形成する。

[0101] この構成によれば、外側コレット（第一外側コレット 42、第二外側コレット 52）を軸方向に向けて押圧することにより、ロータカバー 22 によってロータコアユニット 4 を容易に挟持させることができ、上面部 24 及び底部 26 を容易に形成することができる。

[0102] また、ロータ製造装置 10 は、シャフト 1 に一体回転可能に固定されるロータコア 20 とロータコア 20 の周方向に亘って取り付けられる複数の永久磁石 21 とを有するロータコアユニット 4 を備えるロータ 2 を製造するロータ製造装置であって、ロータコア 20 の端部から軸方向に突出するロータカバー 22 の開口端を径方向内側へ向けて押圧する外側コレット（第一外側コレット 42、第二外側コレット 52）と、ロータコアユニット 4 を収容する有底円筒状のロータカバー 22 が載置されロータカバー 22 の底部 26 を永久磁石 21 との間で挟む下型 44 と、を備え、外側コレット（第一外側コレット 42、第二外側コレット 52）と下型 44 とによって、永久磁石 21 の軸方向の一端面における外周縁部 21 A に当接する上面部 24 と永久磁石 2

1 の他端面及びロータコア 20 の少なくとも一方に当接し上面部 24 と共にロータコアユニット 4 を軸方向に挟持する底部 26 とをロータカバー 22 に形成する。

[0103] この構成では、ロータカバー 22 の開口端を押圧する外側コレット（第一外側コレット 42、第二外側コレット 52）と、ロータカバー 22 の底部 26 を永久磁石 21 との間で挟む下型 44 と、によってロータコアユニット 4 を軸方向に挟持する上面部 24 及び底部 26 をロータカバー 22 に形成する。ロータコアユニット 4 がロータカバー 22 の上面部 24 及び底部 26 によって軸方向に挟持されるため、外周縁部 21A と上面部 24 の上面角部 25 との間の摩擦力及びロータコア 20 及び永久磁石 21 の少なくとも一方と底部 26 との間の摩擦力によってロータコアユニット 4 とロータカバー 22 との周方向の相対回転が規制される。したがって、ロータカバー 22 の回り止めを容易に行うことができる。

[0104] また、ロータ製造装置 10 は、下型 44 が、載置されるロータカバー 22 の底部 26 に当接しロータカバー 22 の底部 26 を介して永久磁石 21 の軸方向一端面を支持する環状の当接部 46 を有する。

[0105] この構成によれば、下型 44 が当接部 46 を有することにより、ロータカバー 22 の底部 26 を下型 44 と永久磁石 21 とによって確実に挟持することができる。したがって、上面部 24 及び底部 26 を容易に形成することができ、ロータカバー 22 の回り止めをより確実に行うことができる。

[0106] 以上、本発明の実施形態について説明したが、上記実施形態は本発明の適用例の一つを示したに過ぎず、本発明の技術的範囲を上記実施形態の具体的構成に限定する趣旨ではない。

[0107] 上記実施形態では、ロータカバー 22 の上面部 24 は永久磁石 21 を覆い隠すまで径方向内側に延設されているが、永久磁石 21 の一部が露出するように延設されていてもよい。

[0108] また、上記実施形態では、ロータカバー 22 の上面部 24 を形成するにあたって外型 41 を円筒部 23 の外周全体に配置したが、外型 41 を一部に配

置するか、又は、用いなくてもよい。

[0109] さらに、上記実施形態では、第一押圧工程及び第二押圧工程の２回にわたって徐々に上面部２４を形成している。これに対し、３回以上にわたってロータカバー２２の開口端を径方向内側に押圧して、上面部２４を形成してもよい。

[0110] さらに、上記実施形態では、ロータコア２０の軸方向長さが永久磁石２１の軸方向長さよりも長い場合において、第一押圧工程でロータカバー２２に底部角部２７を形成している。これに代えて、例えば第一押圧工程及び第二押圧工程の２回に亘って形成するなど、複数の押圧工程によって徐々に底部角部２７を形成してもよい。

[0111] また、上記実施形態では、第一押圧工程において、第一外側コレット４２と内側コレット４３とを用いて上面部２４を形成している。これに代えて、第二押圧工程と同様に、内側コレット４３を用いずに、第一外側コレット４２のみを用いて上面部２４を形成してもよい。

[0112] さらに、上記実施形態では、ロータカバー２２が、非磁性のステンレス鋼から構成されるときとして説明したが、アルミ等の他の非磁性金属から構成されていてもよい。

[0113] また、上記実施形態では、ロータ製造装置１０は、ロータコア２０に対する内側コレット４３の軸方向の位置を規定する内側補助部材（図示省略）を備えていてもよい。これにより、ロータコア２０から軸方向に離れる内側コレット４３の浮き上がりが防止されると共に、安定した保持力によって第一外側コレット４２及び内側コレット４３によるロータカバー２２の保持を行うことができる。

[0114] 本願は２０１５年７月２１日に日本国特許庁に出願された特願２０１５－１４４２１４に基づく優先権を主張し、この出願の全ての内容は参照により本明細書に組み込まれる。

請求の範囲

[請求項1]

ロータであって、

回転軸に一体回転可能に固定されるロータコアと前記ロータコアの周方向に亘って取り付けられる複数の永久磁石とを有するロータコアユニットと、

前記永久磁石の軸方向の一端面における外周縁部に当接する第一挟持部と前記永久磁石の他端面及び前記ロータコアの少なくとも一方に当接して前記第一挟持部と共に前記ロータコアユニットを軸方向に挟持する第二挟持部とを有し前記ロータコアの外周を覆う単一の円筒状のロータカバーと、を備えるロータ。

[請求項2]

請求項1に記載のロータであって、

前記ロータコアは、前記永久磁石の他端面よりも軸方向に突出する突出部を有し、

前記永久磁石の他端面に対向する前記ロータカバーの底部には、前記突出部の外周縁部に沿って軸方向の内側が窪んで形成され前記突出部の外周縁部に当接する凹部が設けられるロータ。

[請求項3]

請求項2に記載のロータであって、

前記ロータコアは、

前記複数の永久磁石の内側に設けられる中心部と、

前記中心部から径方向外側に突出し、隣り合う前記永久磁石の間にそれぞれ設けられる複数の突起部と、を有し、

前記凹部は、前記突起部の外周縁部に当接するロータ。

[請求項4]

請求項1に記載のロータを備える回転電機。

[請求項5]

回転軸に一体回転可能に固定されるロータコアと前記ロータコアの周方向に亘って取り付けられる複数の永久磁石とを有するロータコアユニットを備えるロータを製造するロータ製造方法であって、

底部を有する円筒状のロータカバーを下型に載置する工程と、

前記ロータコアユニットを前記ロータカバーの内側に收容する工程

と、

前記ロータカバーの前記底部を前記下型と前記永久磁石とによって挟みながら、前記ロータコアの端部から軸方向に突出する前記ロータカバーの開口端を押圧部材によって径方向内側へ向けて押圧して、前記永久磁石の軸方向の一端面における外周縁部に当接する第一挟持部と前記永久磁石及び前記ロータコアの少なくとも一方に当接して当該第一挟持部と共に前記ロータコアユニットを軸方向に挟持する第二挟持部とを前記ロータカバーに形成する工程と、を含むロータ製造方法。

[請求項6] 請求項5に記載のロータ製造方法であって、

前記第一挟持部及び前記第二挟持部を形成する工程は、前記押圧部材を前記ロータコアに向けて軸方向に押圧しつつ前記ロータカバーの開口端を径方向内側へ向けて押圧し、前記押圧部材と前記下型とにより前記永久磁石及び前記ロータカバーを軸方向に挟んで押圧することによって前記第一挟持部及び前記第二挟持部を形成するロータ製造方法。

[請求項7] 回転軸に一体回転可能に固定されるロータコアと前記ロータコアの周方向に亘って取り付けられる複数の永久磁石とを有するロータコアユニットを備えるロータを製造するロータ製造装置であって、

前記ロータコアの端部から軸方向に突出する前記ロータカバーの開口端を径方向内側へ向けて押圧する押圧部材と、

前記ロータコアユニットを収容する有底円筒状のロータカバーが載置され前記ロータカバーの底部を前記永久磁石との間で挟む下型と、を備え、

前記押圧部材と前記下型とによって、前記永久磁石の軸方向の一端面における外周縁部に当接する第一挟持部と前記永久磁石の他端面及び前記ロータコアの少なくとも一方に当接し当該第一挟持部と共に前記ロータコアユニットを軸方向から挟持する第二挟持部とを前記ロー

タカバーに形成するロータ製造装置。

[請求項8]

請求項7に記載のロータ製造装置であって、

前記下型は、載置される前記ロータカバーの前記底部に当接し前記ロータカバーの前記底部を介して前記永久磁石の軸方向一端面を支持する環状の当接部を有するロータ製造装置。

補正された請求の範囲
[2016年11月11日(11.11.2016)国際事務局受理]

[請求項 1]

(補正後) ロータであって、

回転軸に一体回転可能に固定されるロータコアと前記ロータコアの周方向に亘って取り付けられる複数の永久磁石とを有するロータコアユニットと、

前記永久磁石の軸方向の一端面における外周縁部に当接する第一挟持部と前記永久磁石の他端面及び前記ロータコアの少なくとも一方に当接して前記第一挟持部と共に前記ロータコアユニットを軸方向に挟持する第二挟持部とを有し前記ロータコアの外周を覆う単一の円筒状のロータカバーと、を備え、

前記ロータコアは、前記永久磁石の他端面よりも軸方向に突出する突出部を有し、

前記永久磁石の他端面に対向する前記ロータカバーの底部には、前記突出部の外周縁部に沿って軸方向の内側が窪んで形成され前記突出部の外周縁部に当接する凹部が設けられるロータ。

[請求項 2]

(補正後) 請求項 1 に記載のロータであって、

前記ロータコアは、

前記複数の永久磁石の内側に設けられる中心部と、

前記中心部から径方向外側に突出し、隣り合う前記永久磁石の間にそれぞれ設けられる複数の突起部と、を有し、

前記凹部は、前記突起部の外周縁部に当接するロータ。

[請求項 3]

(補正後) 請求項 1 に記載のロータを備える回転電機。

[請求項 4]

(補正後) 回転軸に一体回転可能に固定されるロータコアと前記ロータコアの周方向に亘って取り付けられる複数の永久磁石とを有するロータコアユニットを備えるロータを製造するロータ製造方法であって、

底部を有する円筒状のロータカバーを下型に載置する工程と、

前記ロータコアユニットを前記ロータカバーの内側に収容する工程

と、

前記ロータカバーの前記底部を前記下型と前記永久磁石とによって挟みながら、前記ロータコアの端部から軸方向に突出する前記ロータカバーの開口端を押圧部材によって径方向内側へ向けて押圧して、前記永久磁石の軸方向の一端面における外周縁部に当接する第一挟持部と前記永久磁石及び前記ロータコアの少なくとも一方に当接して当該第一挟持部と共に前記ロータコアユニットを軸方向に挟持する第二挟持部とを前記ロータカバーに形成する工程と、を含むロータ製造方法。

[請求項 5]

(補正後) 請求項 4 に記載のロータ製造方法であって、

前記第一挟持部及び前記第二挟持部を形成する工程は、前記押圧部材を前記ロータコアに向けて軸方向に押圧しつつ前記ロータカバーの開口端を径方向内側へ向けて押圧し、前記押圧部材と前記下型とにより前記永久磁石及び前記ロータカバーを軸方向に挟んで押圧することによって前記第一挟持部及び前記第二挟持部を形成するロータ製造方法。

[請求項 6]

(補正後) 回転軸に一体回転可能に固定されるロータコアと前記ロータコアの周方向に亘って取り付けられる複数の永久磁石とを有するロータコアユニットを備えるロータを製造するロータ製造装置であって、

前記ロータコアの端部から軸方向に突出する前記ロータカバーの開口端を径方向内側へ向けて押圧する押圧部材と、

前記ロータコアユニットを收容する有底円筒状のロータカバーが載置され前記ロータカバーの底部を前記永久磁石との間で挟む下型と、を備え、

前記押圧部材と前記下型とによって、前記永久磁石の軸方向の一端面における外周縁部に当接する第一挟持部と前記永久磁石の他端面及び前記ロータコアの少なくとも一方に当接し当該第一挟持部と共に前記ロータコアユニットを軸方向から挟持する第二挟持部とを前記ロー

タカバーに形成するロータ製造装置。

[請求項 7]

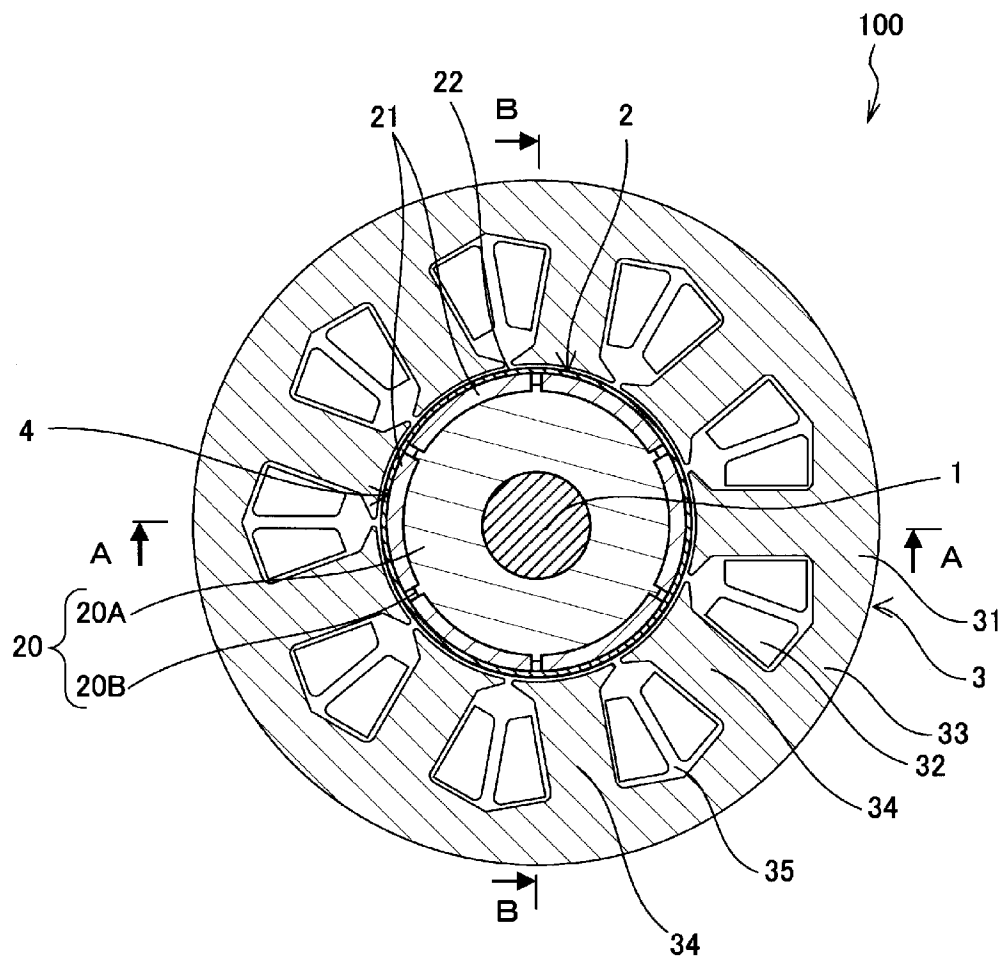
(補正後) 請求項 6 に記載のロータ製造装置であって、

前記下型は、載置される前記ロータカバーの前記底部に当接し前記ロータカバーの前記底部を介して前記永久磁石の軸方向一端面を支持する環状の当接部を有するロータ製造装置。

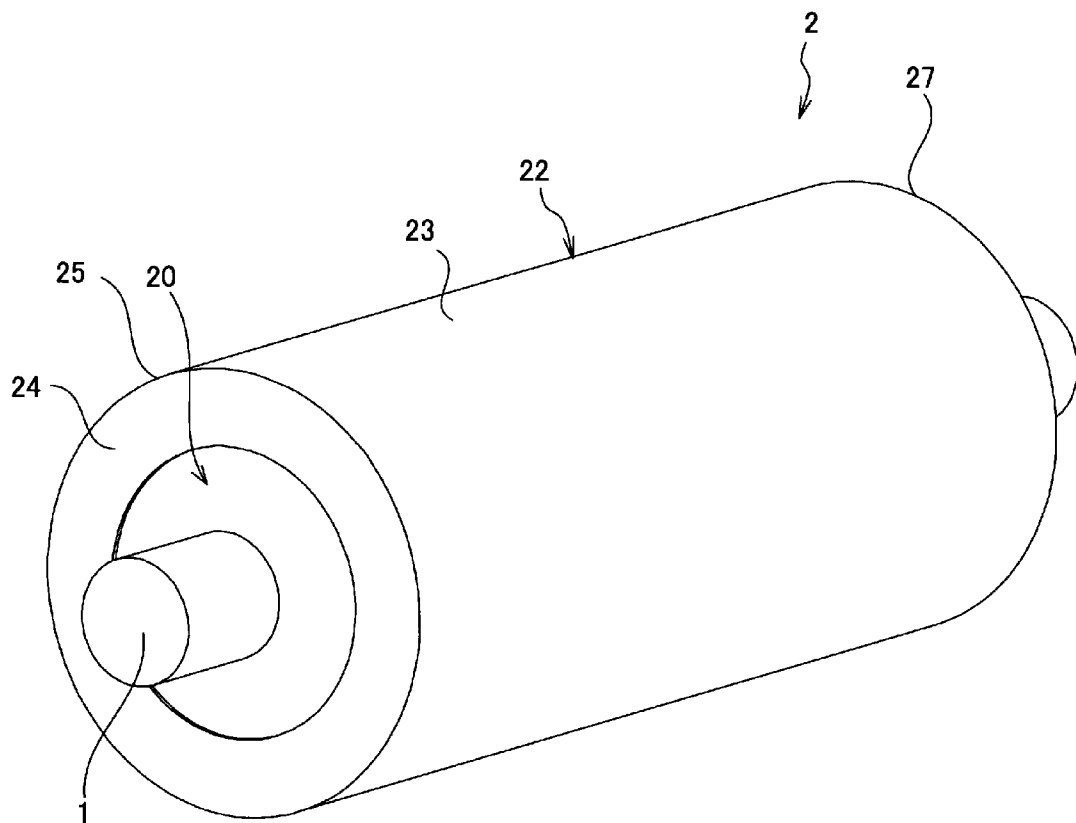
[請求項 8]

(削除)

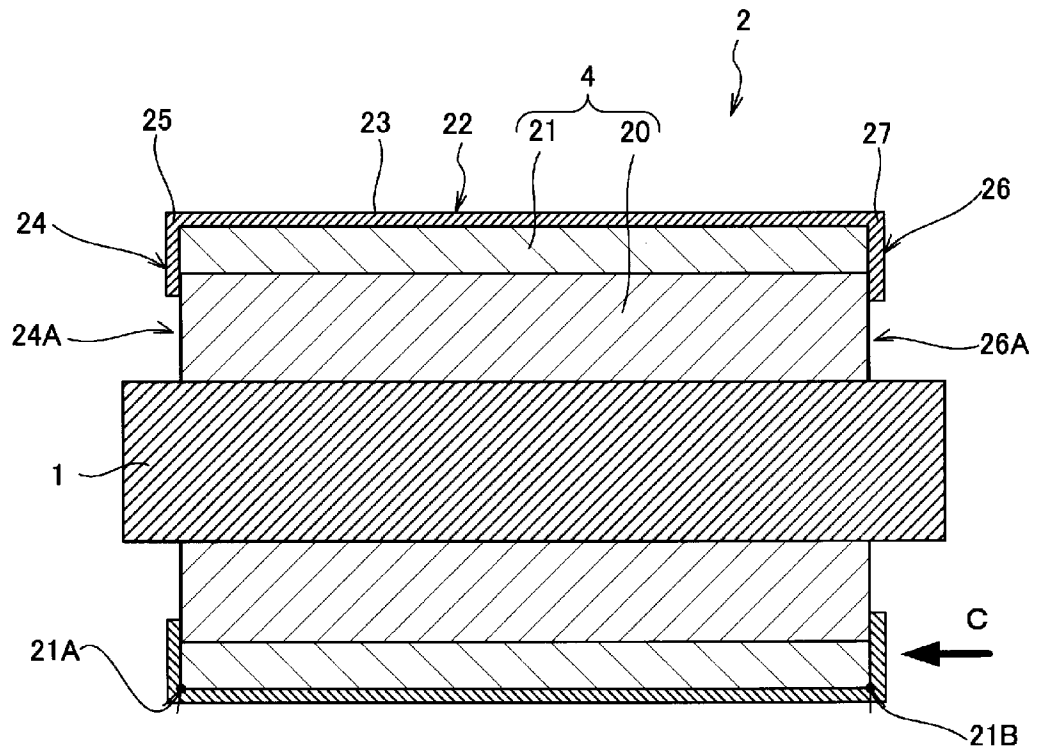
[図1]



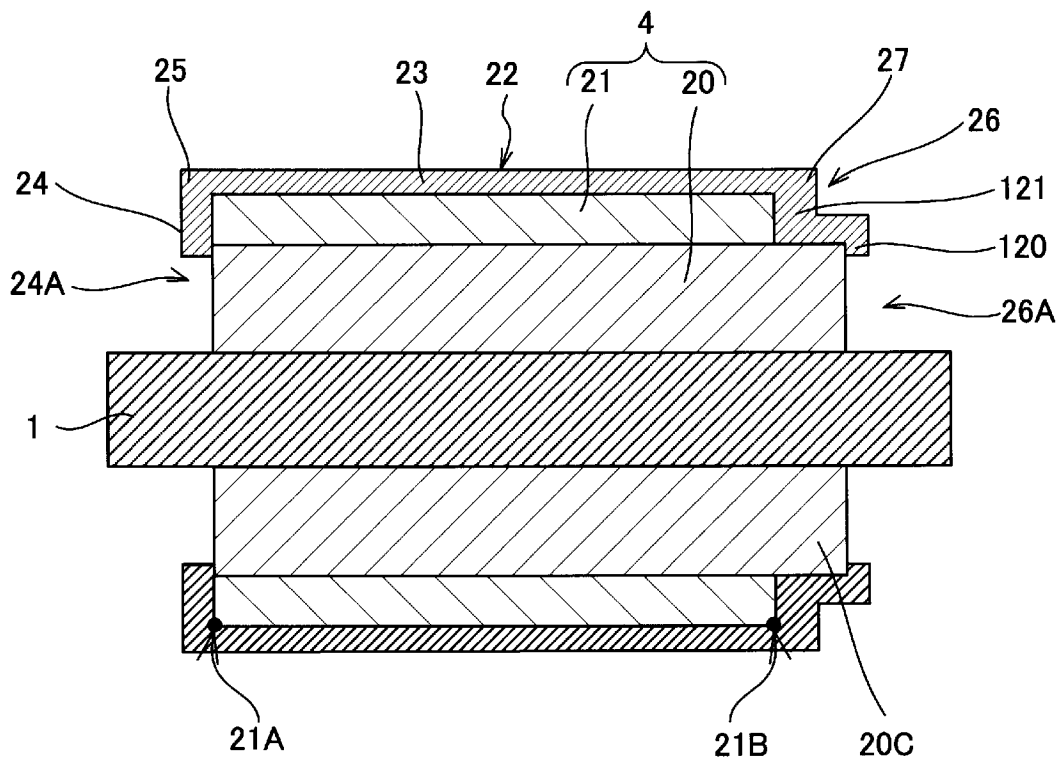
[図2]



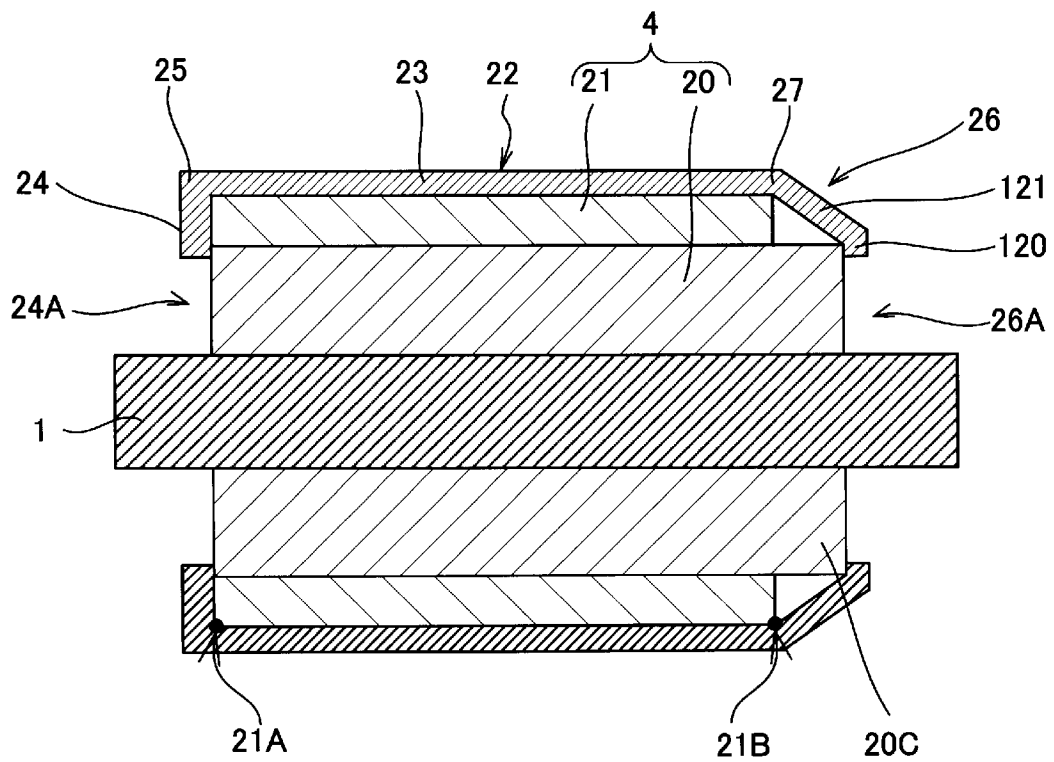
[図3]



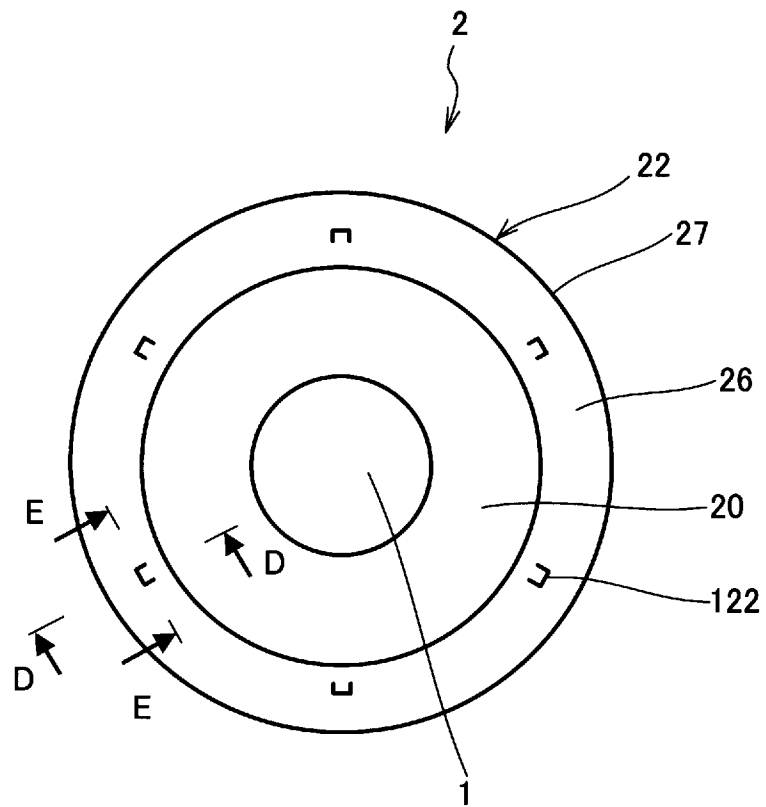
[図4]



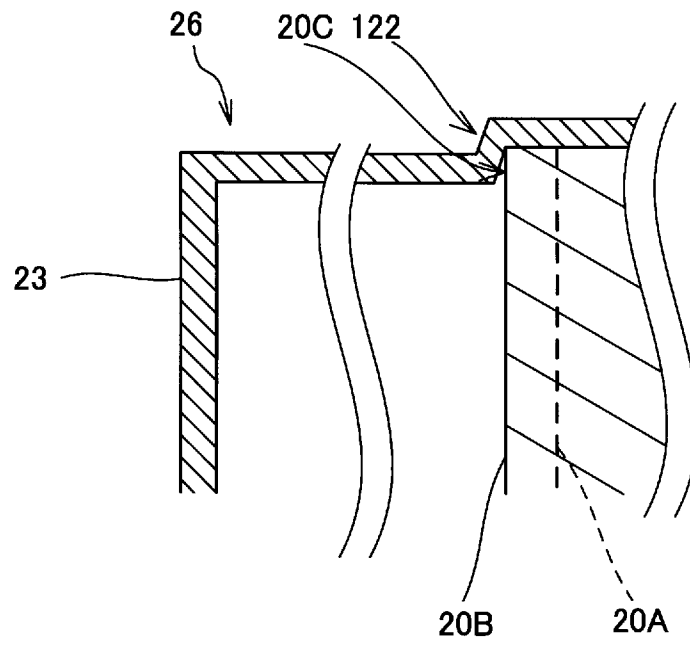
[図5]



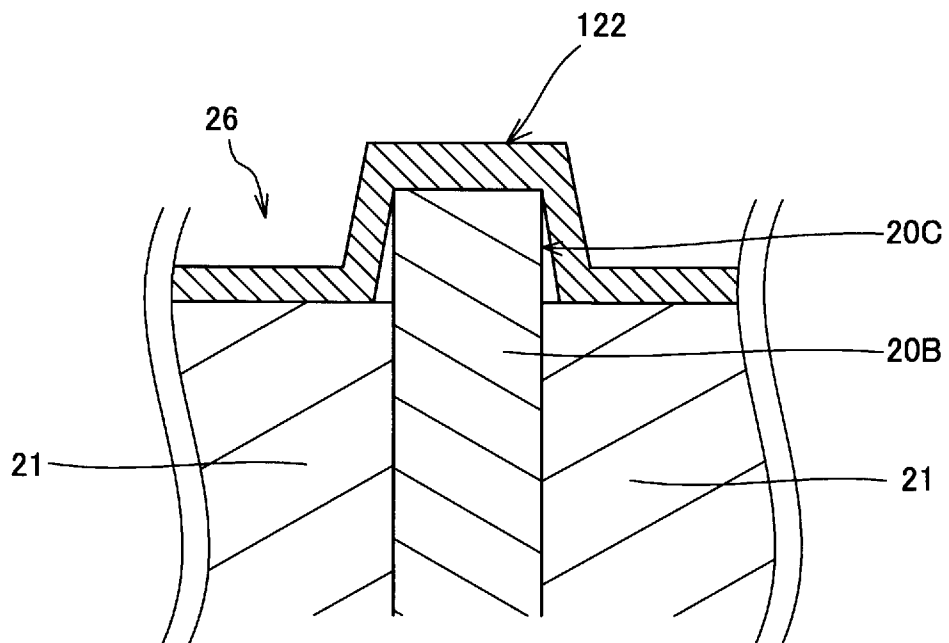
[図6]



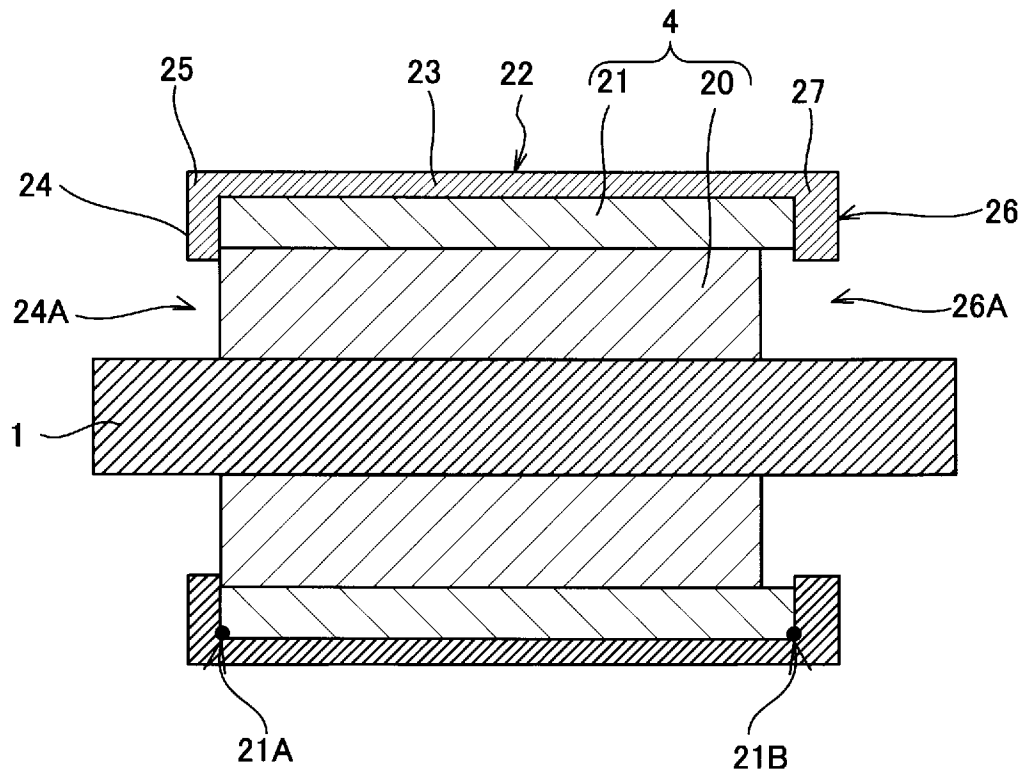
[図7]



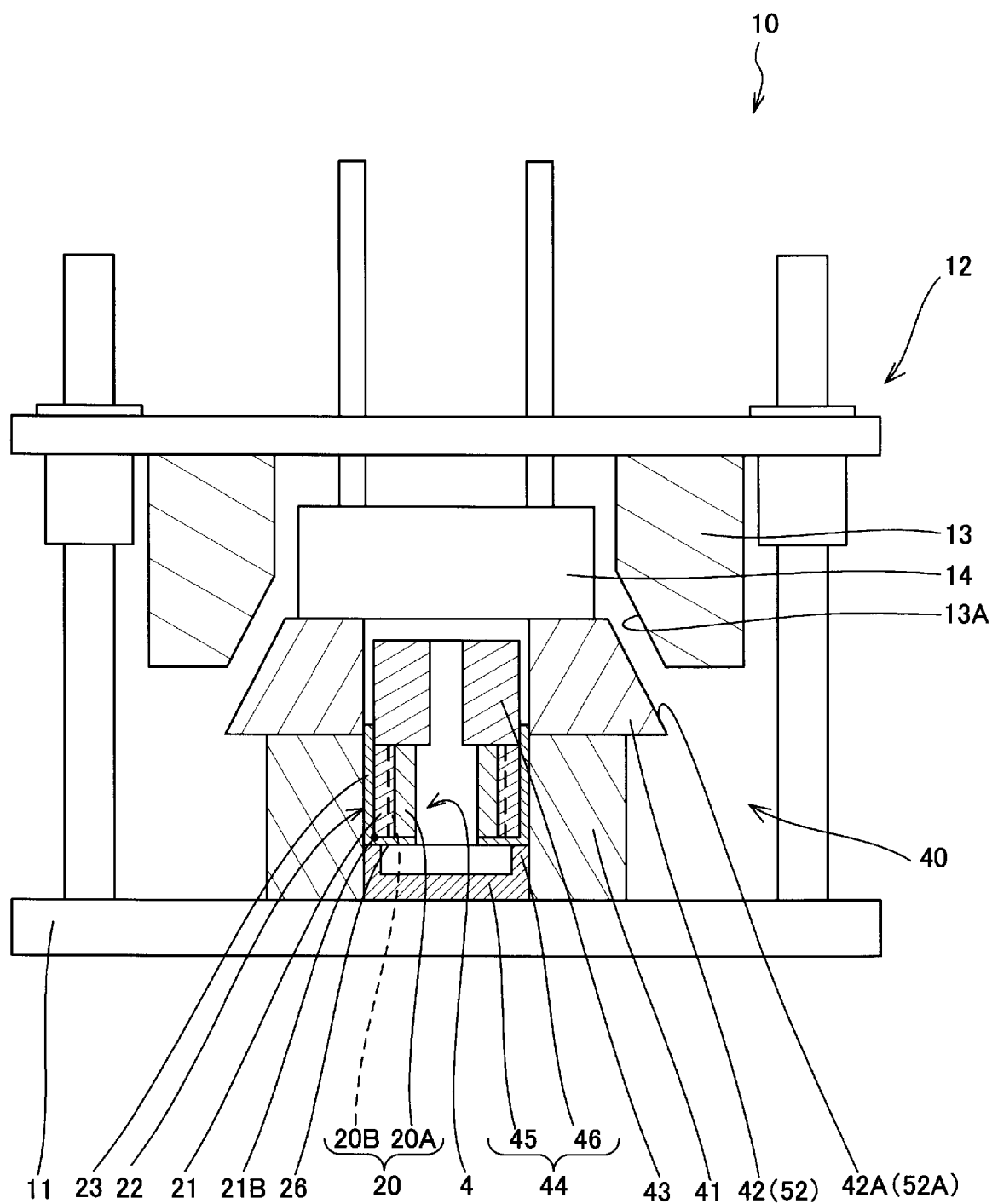
[図8]



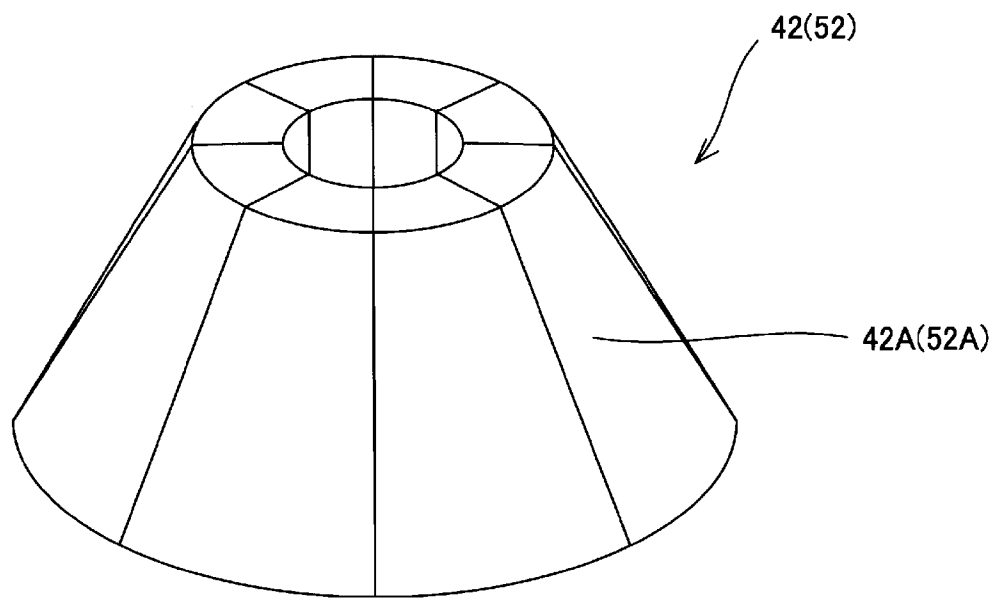
[図9]



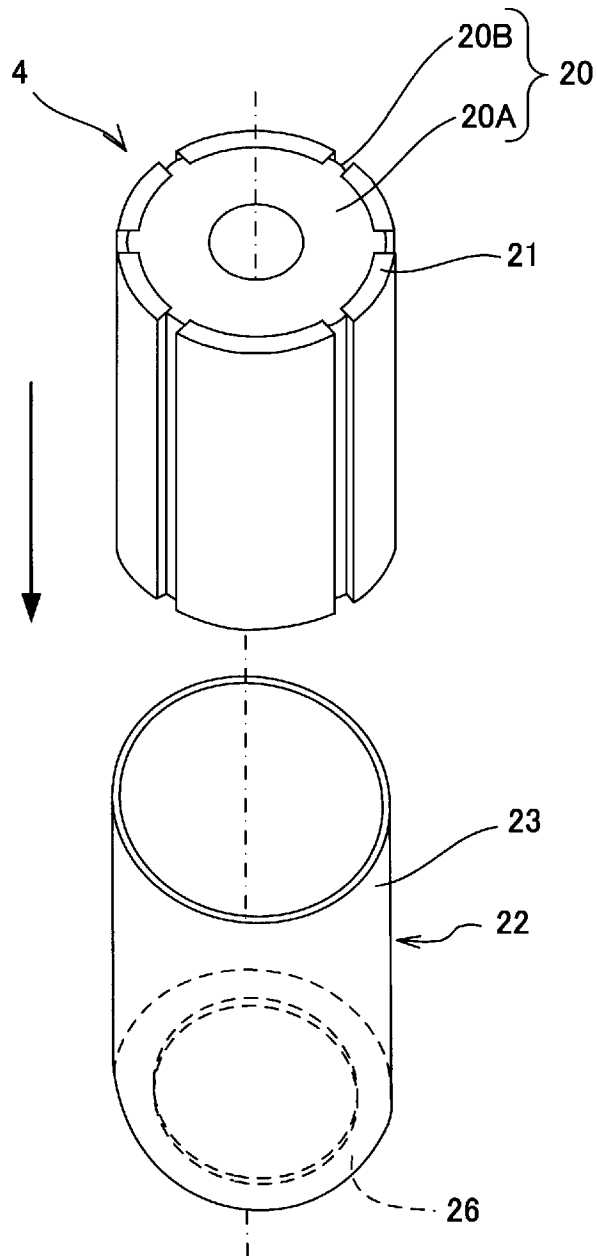
[図10]



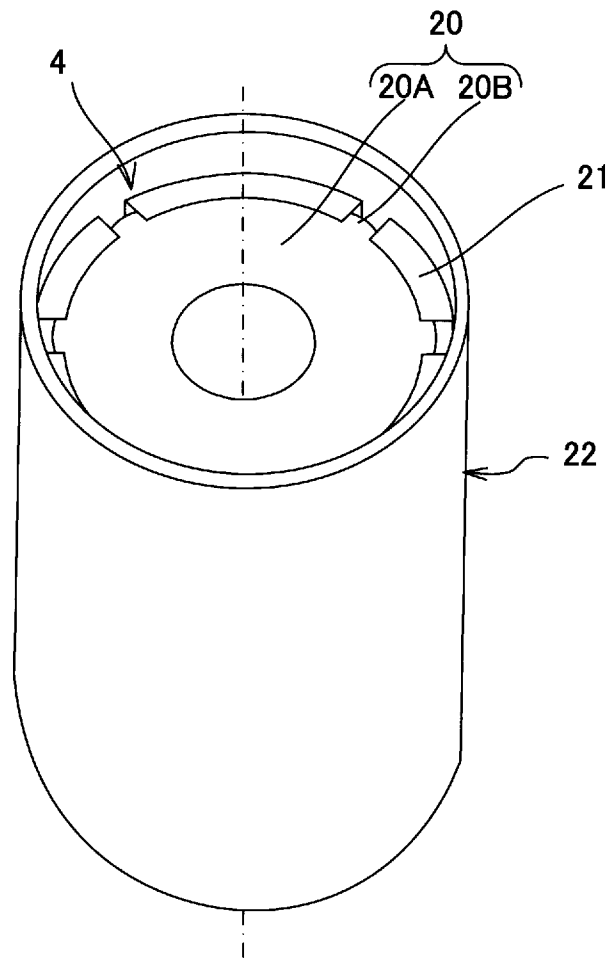
[図11]



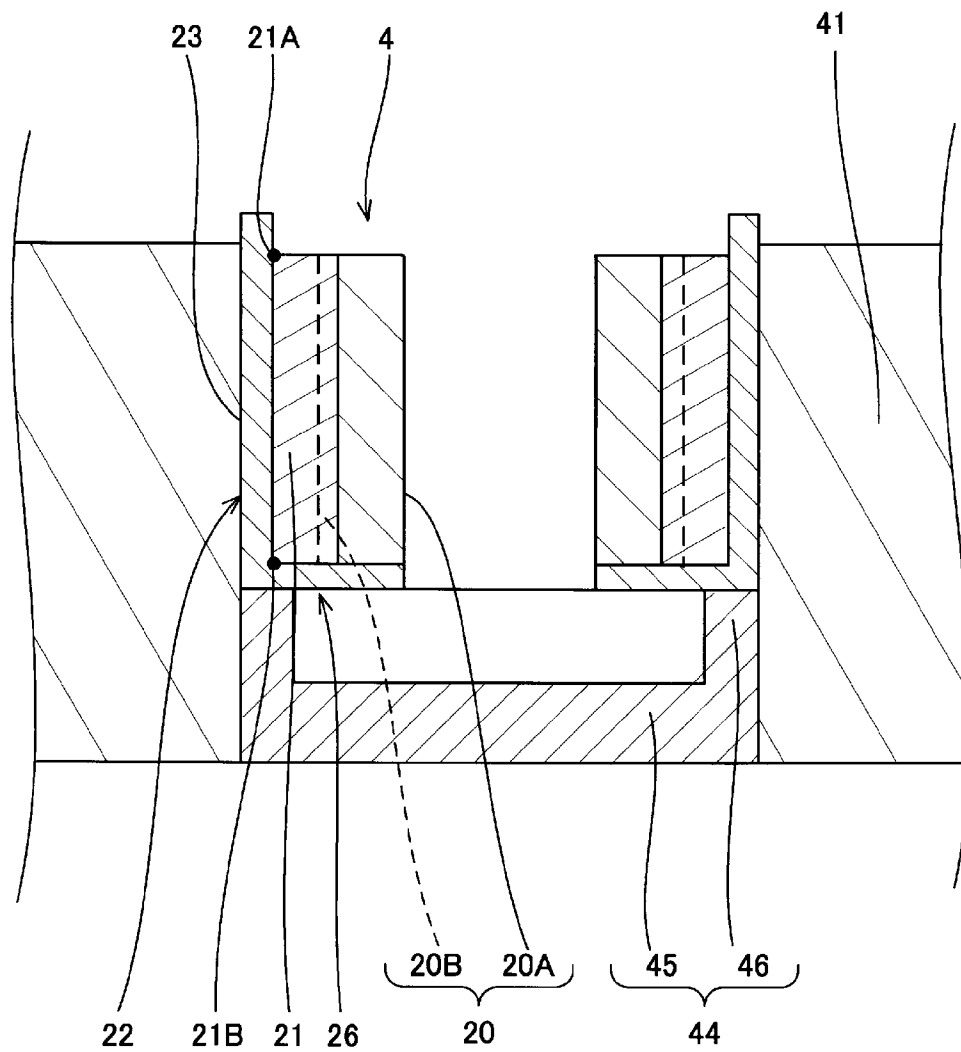
[図12]



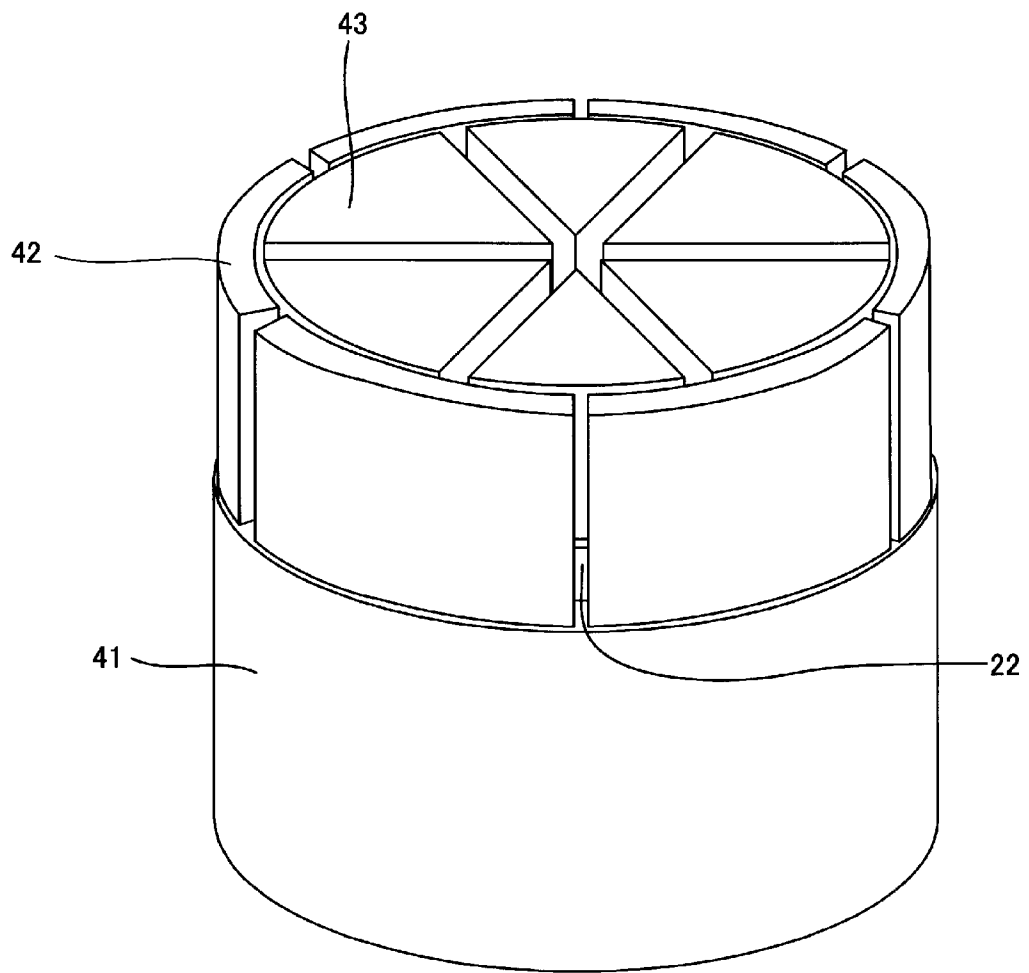
[図13]



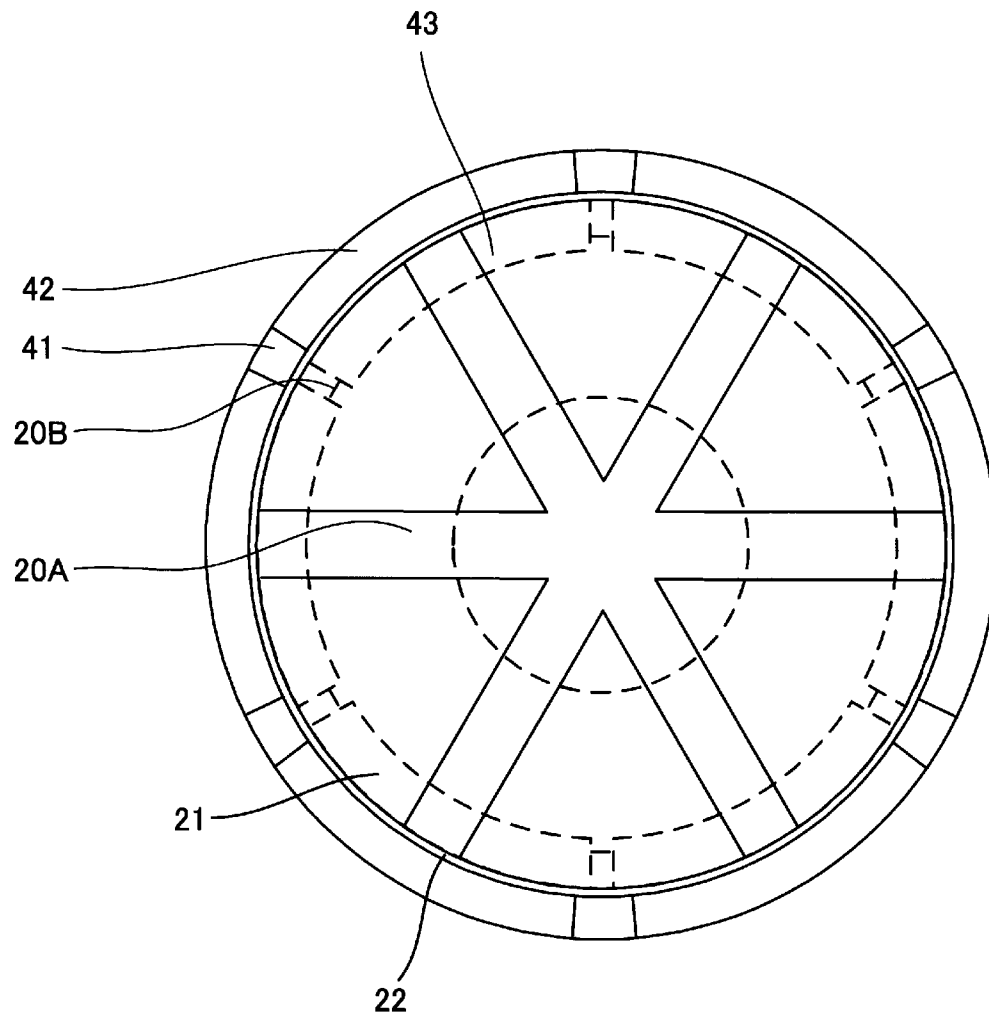
[図14]



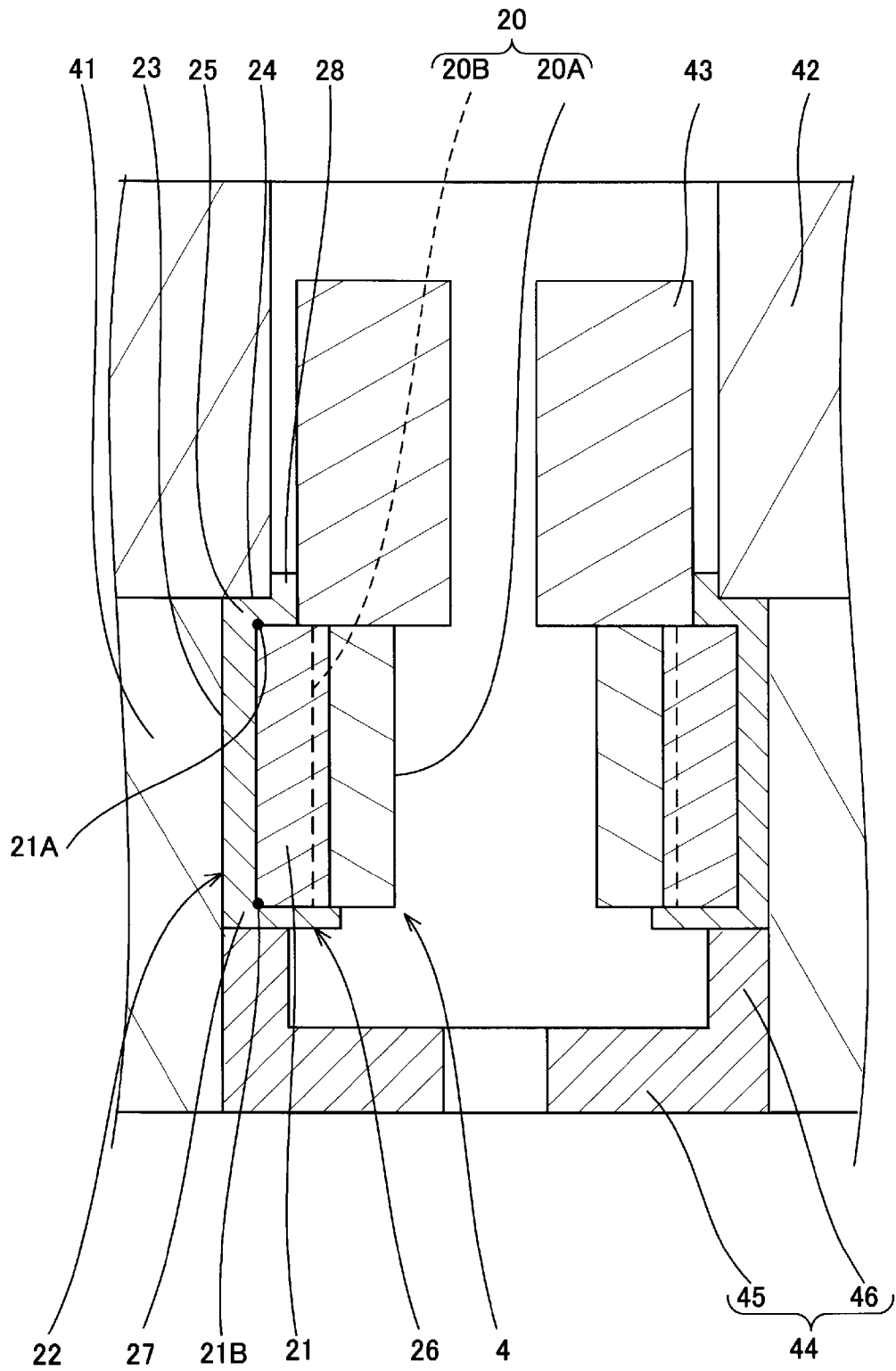
[図15]



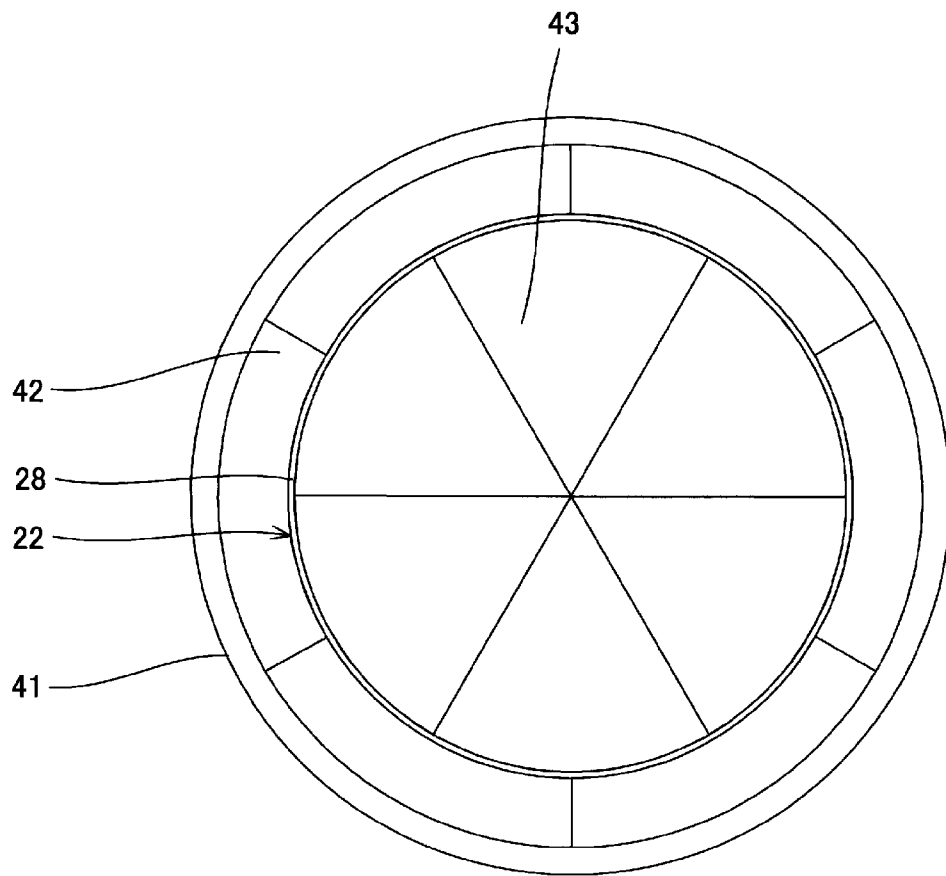
[図16]



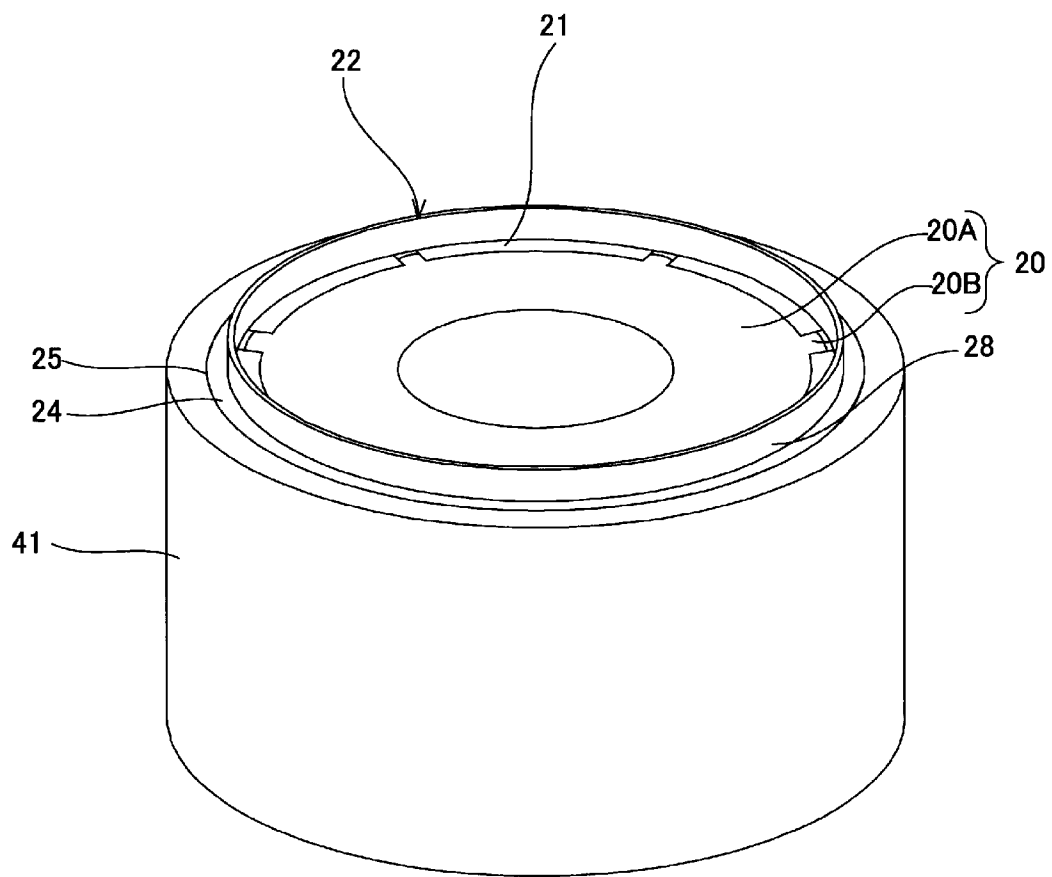
[図17]



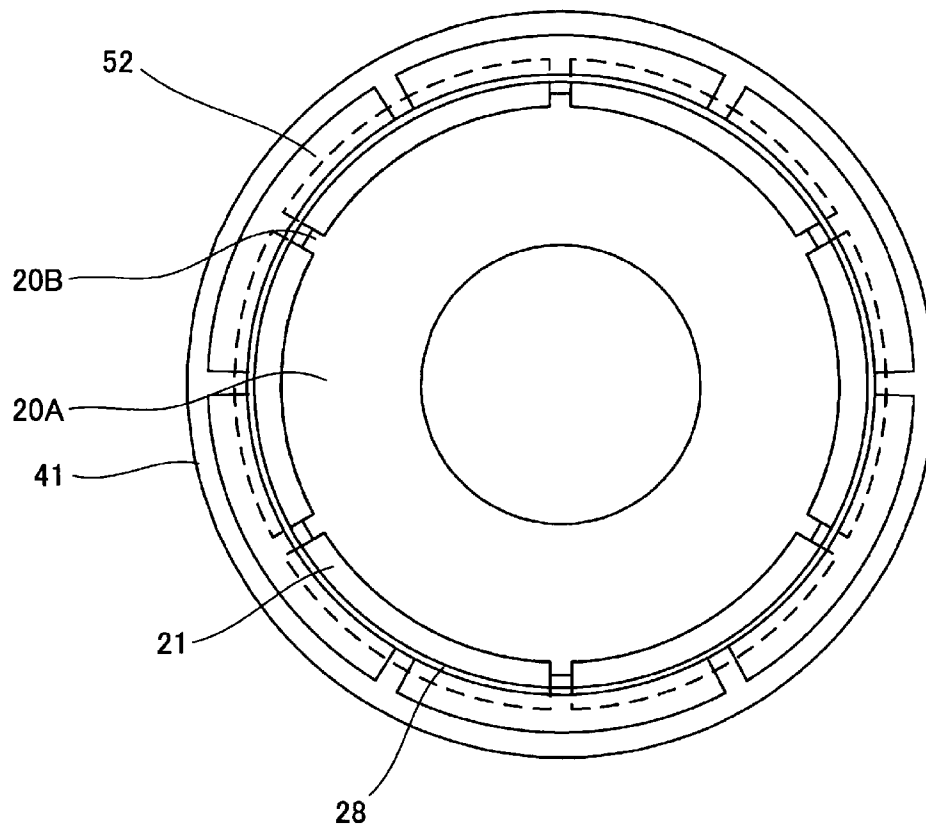
[図18]



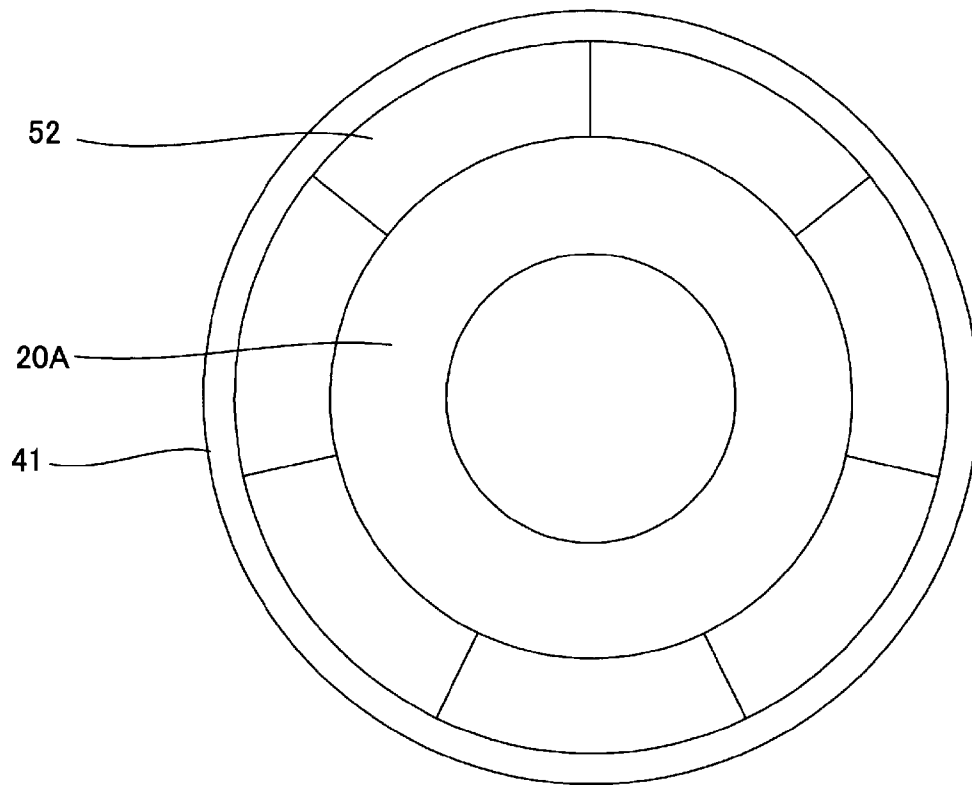
[図19]



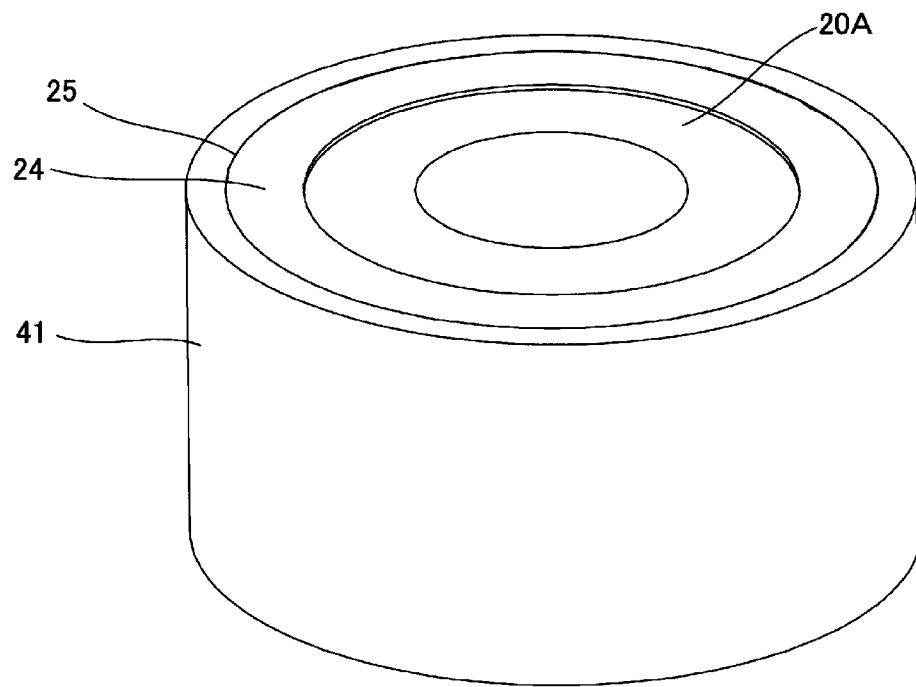
[図20]



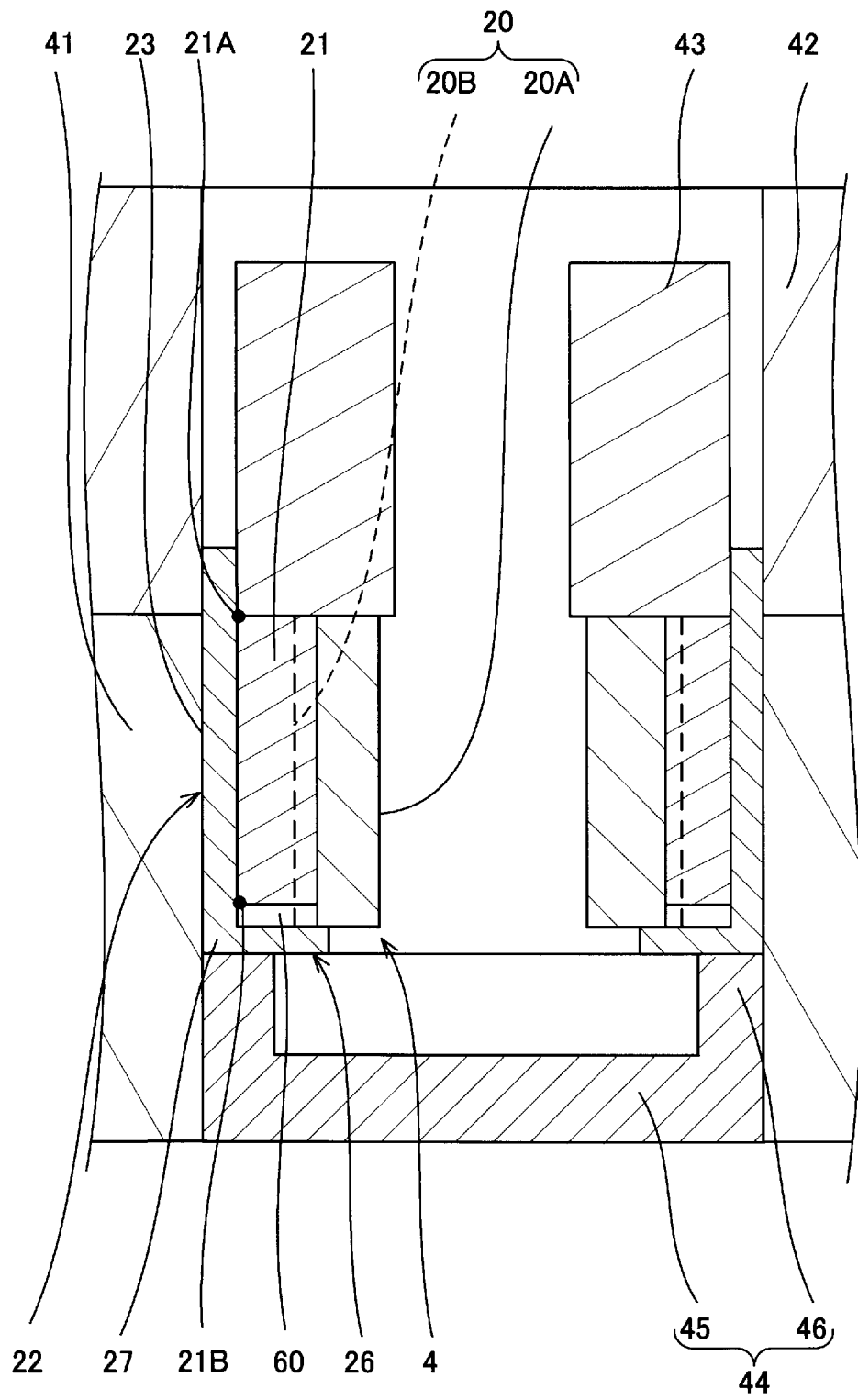
[図21]



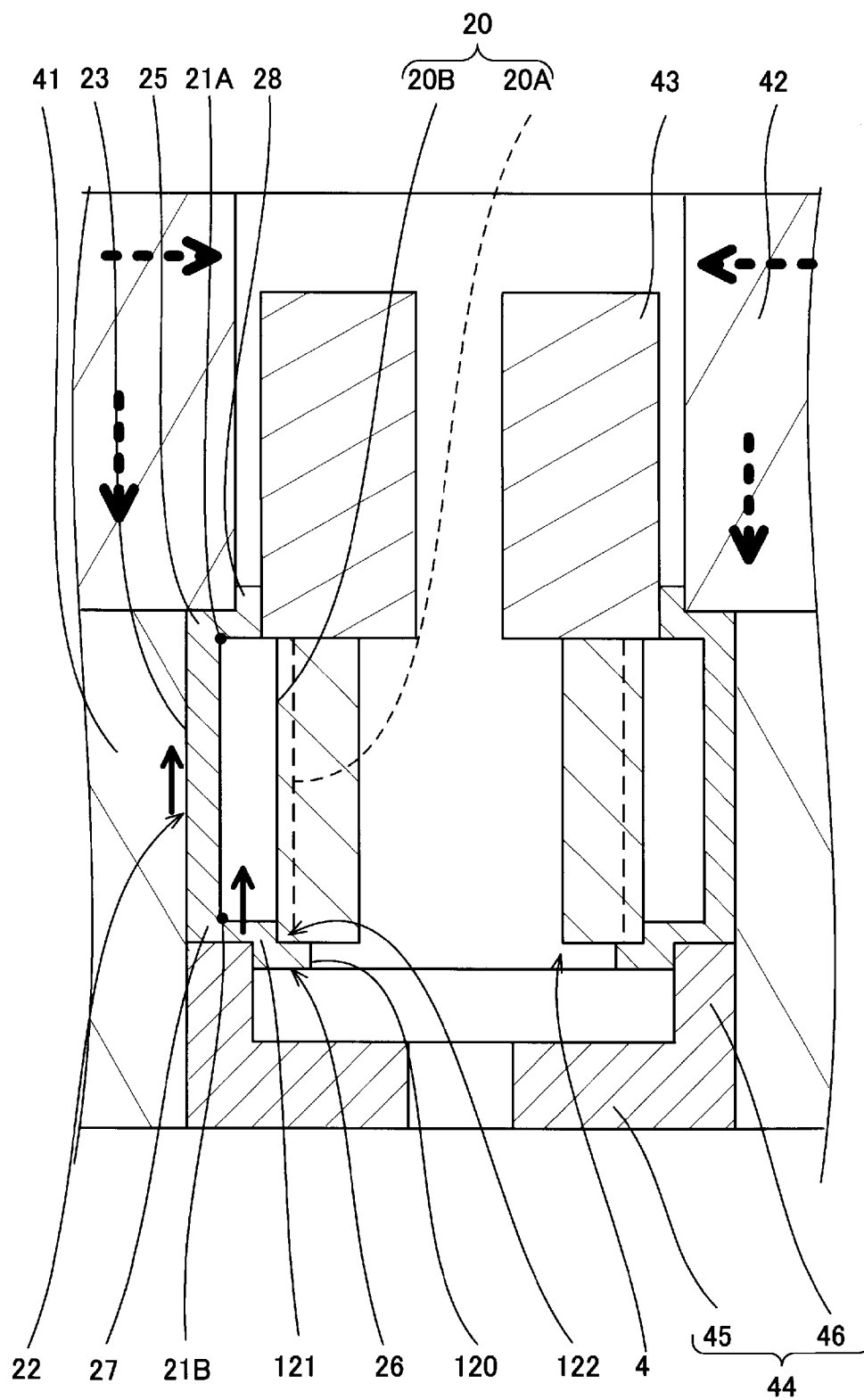
[図22]



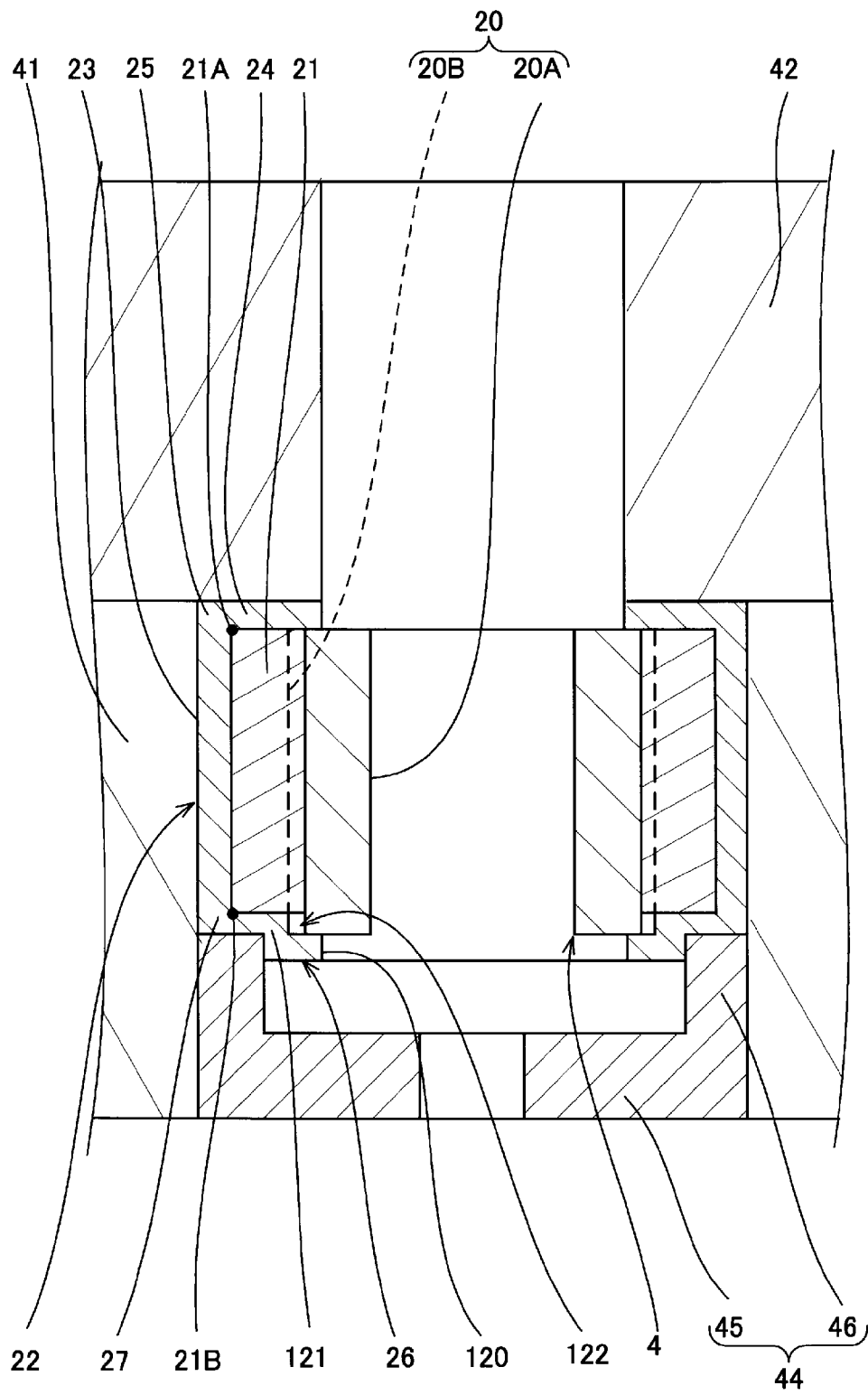
[図23]



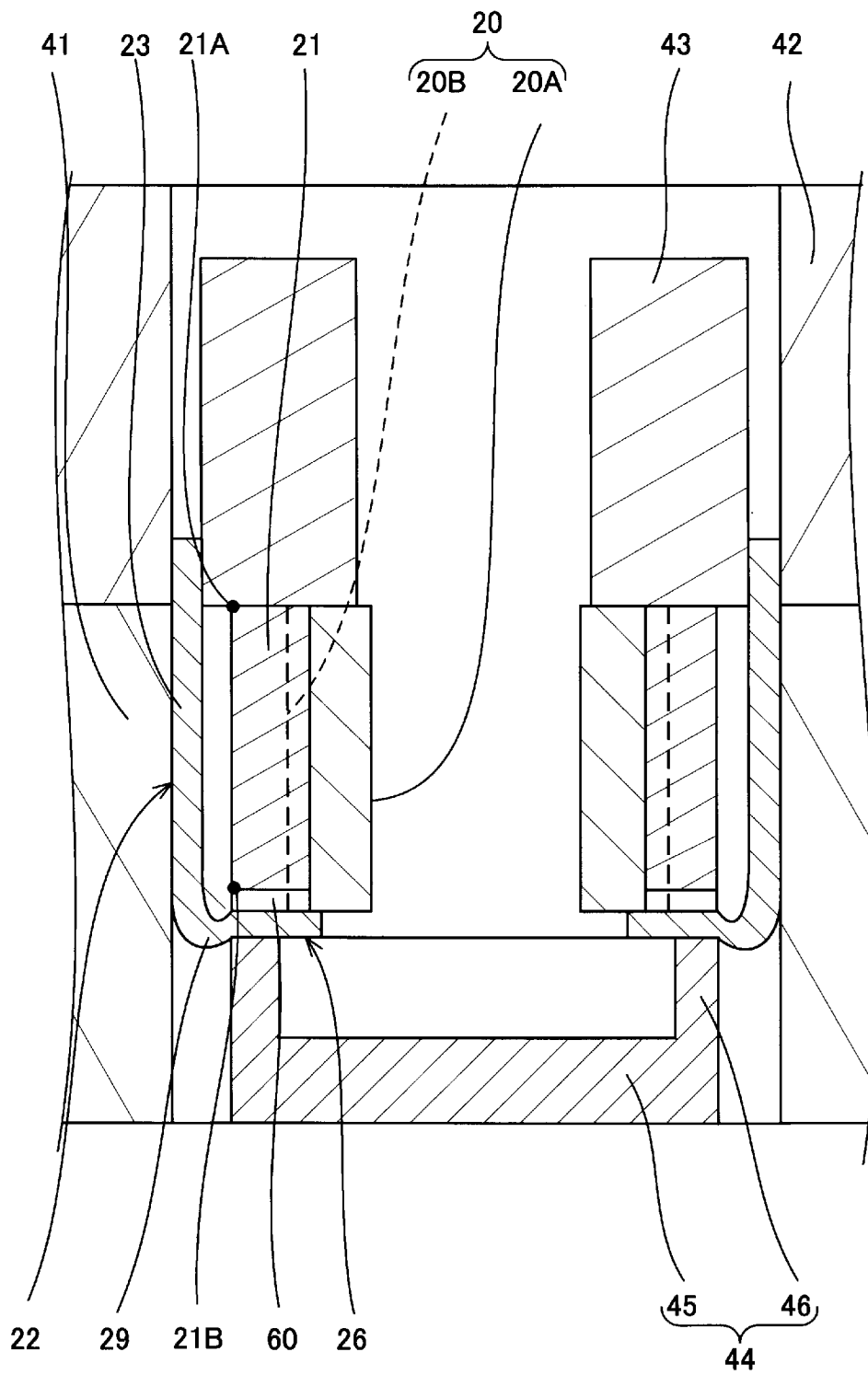
[図25]



[図26]



[図27]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/069301

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K1/27(2006.01)i, H02K15/02(2006.01)i, H02K15/03(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)

H02K1/27, H02K15/02, H02K15/03

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2003-299279 A (Honda Motor Co., Ltd.), 17 October 2003 (17.10.2003), paragraphs [0027] to [0032]; fig. 6 to 7 (Family: none)	1, 4 2-3, 5-8
A	JP 2010-206939 A (NSK Ltd.), 16 September 2010 (16.09.2010), paragraphs [0050] to [0061]; fig. 9 (Family: none)	1-8
A	JP 2002-10543 A (Asmo Co., Ltd.), 11 January 2002 (11.01.2002), paragraphs [0029] to [0038]; fig. 2 to 4 (Family: none)	2-3

☒ 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
05 September 2016 (05.09.16)

Date of mailing of the international search report
13 September 2016 (13.09.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/069301

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-182602 A (NIDEC Corp.), 15 September 2011 (15.09.2011), paragraphs [0058] to [0069]; fig. 10 to 12 & WO 2011/108733 A1 page 25, line 4 to page 30, line 8; fig. 10 to 12 & CN 102782991 A	5-8
A	JP 2009-81960 A (Showa Corp.), 16 April 2009 (16.04.2009), paragraphs [0023] to [0043]; fig. 3 to 10 & US 2009/0077788 A1 paragraphs [0029] to [0055]; fig. 3 to 10 & EP 2043235 A2	5-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02K1/27(2006.01)i, H02K15/02(2006.01)i, H02K15/03(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. H02K1/27, H02K15/02, H02K15/03

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 2003-299279 A（本田技研工業株式会社）2003.10.17, 段落 [0027] - [0032], 図6-7（ファミリーなし）	1、4 2-3、5-8
A	JP 2010-206939 A（日本精工株式会社）2010.09.16, 段落 [0050] - [0061], 図9（ファミリーなし）	1-8
A	JP 2002-10543 A（アスモ株式会社）2002.01.11, 段落 [0029] - [0038], 図2-4（ファミリーなし）	2-3

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

05.09.2016

国際調査報告の発送日

13.09.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

上野 力

3 V

3748

電話番号 03-3581-1101 内線 3357

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2011-182602 A (日本電産株式会社) 2011.09.15, 段落 [0058] - [0069], 図10-12 & WO 2011/108733 A1, 第25ページ4行-第30ページ8行, 図10-12 & CN 102782991 A	5-8
A	JP 2009-81960 A (株式会社ショーワ) 2009.04.16, 段落 [0023] - [0043], 図3-10 & US 2009/0077788 A1, 段落 [0029] - [0055], 図3-10 & EP 2043235 A2	5-8