

(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  
2024年10月3日(03.10.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/201747 A1

- (51) 国際特許分類:  
H02K 23/58 (2006.01) H02K 3/47 (2006.01)  
H02K 3/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/012645
- (22) 国際出願日: 2023年3月28日(28.03.2023)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: シチズンマイクロ株式会社(CITIZEN MICRO CO., LTD.) [JP/JP]; 〒3501251 埼玉県日高市高麗本郷7 1 2 番地 Saitama (JP). シチズン時計株式会社(CITIZEN WATCH CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1888511 東京都西東京市田無町六丁目1 番 1 2 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 五十嵐 聡 (IGARASHI Satoshi); 〒3501251 埼玉県日高市高麗本郷7 1 2 番地 シチズンマイクロ株式会社内 Saitama (JP).

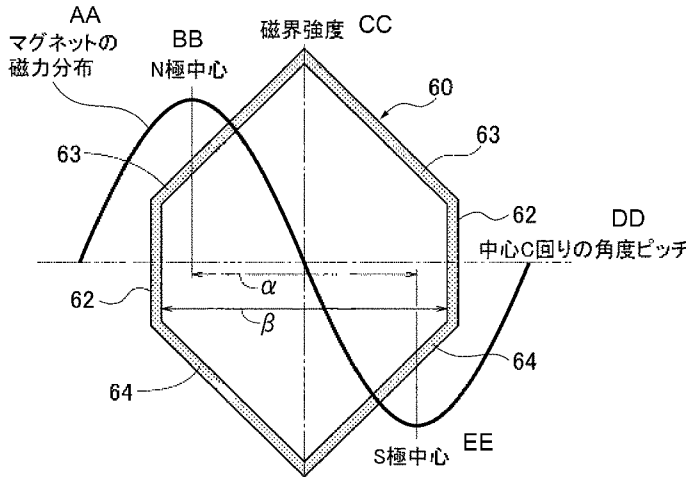
柳沢 昌(YANAGISAWA Akira); 〒3501251 埼玉県日高市高麗本郷7 1 2 番地 シチズンマイクロ株式会社内 Saitama (JP). 横地 雅人(YOKOCHI Masato); 〒3501251 埼玉県日高市高麗本郷7 1 2 番地 シチズンマイクロ株式会社内 Saitama (JP).

(74) 代理人: 弁護士法人クレオ国際法律特許事務所(CREO LAW & INTELLECTUAL PROPERTY); 〒1030014 東京都中央区日本橋蛸殻町一丁目3 9 番 5 号 水天宮北辰ビル9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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,

(54) Title: CORELESS MOTOR

(54) 発明の名称: コアレスモータ



- AA Magnetic force distribution of magnet  
BB N pole center  
CC Magnetic field strength  
DD Angle pitch about center C  
EE S pole center

(57) Abstract: In order to change properties of a motor without reducing the degree of freedom of design of the motor, a coreless motor (100) comprises a rotational shaft (20), a coil (60) which is formed in a cylinder shape by winding a conducting wire (61) and which rotates integrally with the rotational shaft (20), and a cylindrical magnet (30) which is disposed inside or outside the cylinder shape of the coil (60), wherein the angle interval ( $\beta$ ) about the axis (about the center C) of the rotational shaft (20) between conducting wires 61 (as one example, between two parallel parts (62), (62)) in one winding of the coil (60) is set to be different from the angle interval ( $\alpha$ ) about the axis (about the center C) of the rotational shaft (20) between poles (30N, 30S) of the magnet (30).



WO 2024/201747 A1

LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

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

(57) 要約：モータの設計の自由度を低くすることなく、モータの特性を変更するために、コアレスモータ (100) は、回転軸 (20) と、導線 (61) が巻かれて円筒状に形成され、回転軸 (20) と一体に回転するコイル (60) と、コイル (60) の円筒状の内側又は外側に配置された円筒状のマグネット (30) と、を備え、コイル (60) のひと巻きにおける導線61間 (一例として、2つの平行部 (62), (62) の間) の、回転軸 (20) の軸回り (中心C回り) の角度間隔 ( $\beta$ ) が、マグネット (30) の磁極 (30N, 30S) 間の、回転軸 (20) の軸回り (中心C回り) の角度間隔 ( $\alpha$ ) と異なるように設定されている。

## 明 細 書

**発明の名称 : コアレスモータ**

### 技術分野

[0001] 本発明は、コアレスモータに関する。

### 背景技術

[0002] コアレスモータは、コイルがコアとなる鉄心を有さず、巻き線のみでロータを形成している。コイルを形成する導線の巻き方として、六角形状（亀甲形状）に形成したものがある。この亀甲形状の巻き方は、例えば、導線を、六角柱の外周面の周方向に巻き付けつつ、六角柱の軸方向に少しずつずらして、六角螺旋状のコイルエレメントを形成し、コイルエレメントから六角柱を軸方向に引き抜くことで、導線だけで六角柱の螺旋状に形成されたコイルエレメントを得る。

[0003] そして、六角柱の互いに対向する面に相当する辺を、六角柱の軸方向に沿って互いに反対方向に動かすようにして面状に潰し、得られた面状のコイルエレメントを複数連ねて、軸方向の端部同士を繋ぐことで、円筒状のコイルに形成される。

[0004] 円筒状に形成されたコイルは、円筒の外側面に配置された部分と内側面に配置された部分とで形成された、外側面も内側面も、円筒の軸に平行な平行部と、平行部に隣接した、軸に対して傾斜した2つの斜辺部と、を有している。

[0005] ここで、コイルのひと巻き分の亀甲形状における2つの平行部の、モータにおける軸回りの角度間隔は、モータのマグネットの磁極の軸回りの角度間隔と一致するように形成されるのが一般的である。具体的には、例えば、モータのマグネットのN極とS極との、軸回りの角度間隔（以下、磁極ピッチという）が180 [度] の場合、コイルの2つの平行部の軸回りの角度間隔（以下、コイルピッチという）も180 [度] に設定される。

[0006] なお、コアレスモータには、製造工程におけるコストや作業性の観点から、コイルエレメントの角度間隔が磁極ピッチに一致しない構成のものもある（例えば、特許文献1参照）。

## **先行技術文献**

### **特許文献**

[0007] 特許文献1：特開平1-186143号公報

## **発明の概要**

### **発明が解決しようとする課題**

[0008] ところで、モータの各種特性を変更する場合、コイルの平行部の寸法を変更したり、コイルの巻き数を変更したりすることが一般的である。例えば、モータの特性の一つである出力トルクを増大させる場合、コイルの平行部の寸法を長くすることで対応し、モータの特性の一つである回転速度を高速化させる場合、コイルの巻き数を減少させることで対応している。

[0009] しかし、モータは、コイルの平行部の寸法を長くするためにコイルの全長も長くして対応した場合はモータの全長が長くなり、また、コイルの全長を変えない場合には、コイルの斜辺部の傾斜角度を変化させることで斜辺部の半径方向の厚さが厚くなってモータの直径が大きくなる。また、モータは、回転速度を高速化するためにコイルの巻き数を減少させると、コイルの剛性が低くなる恐れがある。

[0010] すなわち、モータの特性を変更することで、モータの設計の自由度が低くなる。

[0011] 本発明は、上記事情に鑑みなされたものであって、モータの設計の自由度を低くすることなく、モータの特性を変更することができるコアレスモータ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**

[0012] 本発明は、回転軸と、導線が巻かれて円筒状に形成され、前記回転軸と一体に回転するコイルと、前記コイルの前記円筒状の内側又は外側に配置された円

筒状のマグネットと、を備え、前記コイルのひと巻きにおける前記導線間の、前記回転軸の軸回りの角度間隔 $\beta$ が、前記マグネットの磁極間の、前記回転軸の軸回りの角度間隔 $\alpha$ と異なるように設定されている、コアレスモータである。

## 発明の効果

[0013] 本発明に係るコアレスモータによれば、モータの設計の自由度を低くすることなく、モータの特性を変更することができる。

## 図面の簡単な説明

[0014] [図1]実施形態1のコアレスモータの、回転軸の中心Cを含む縦断面を示す断面図である。

[図2]図1に示したコアレスモータのコイルを示す斜視図である。

[図3A]図2に示したコイルを製造する工程1を示す模式図である。

[図3B]図2に示したコイルを製造する工程2を示す模式図である。

[図4]マグネットとコイルのひと巻き分の六角形状との位置関係を模式的に表した図である。

[図5]コイルの中心Cの軸方向に沿った全長と平行部の長さとを示す模式図である。

[図6]コアレスモータにおける磁極ピッチとコイルピッチとの大小関係を示す模式図である。

[図7]コイルの全長に対する平行部の長さの比が、0.25, 0.30, 0.35, 0.40, 0.45 (25, 30, 35, 40, 45 [%]) に設定された各コイルにおいて、磁極ピッチに対するコイルピッチの比を0.95, 1.00, 1.05, 1.10, 1.25 (95, 100, 105, 110, 125 [%]) としたときの、コイルのひと巻き分の導線が出力する最大トルクを示すグラフである。

[図8]コイルピッチが磁極ピッチよりも小さいショートピッチで形成されている変形例を示す、図6相当の模式図である。

## 発明を実施するための形態

[0015] 本発明に係るコアレスモータの実施形態は、図面を用いて以下のように説明される。

[0016] <実施形態 1 >

図 1 はコアレスモータ 100 の、回転軸 20 の中心 C を含む縦断面を示す断面図、図 2 は図 1 に示したコアレスモータ 100 のコイル 60 を示す斜視図、図 3 A, 3 B は、コイル 60 を製造する工程を示す模式図である。コアレスモータ 100 は、本発明に係るコアレスモータの一実施形態（実施形態 1）である。

[0017] コアレスモータ 100 は、図 1 に示すように、回転軸 20 と、コイル 60 と、コンミテータと 50 と、マグネット 30 と、ブラシ 40 と、ハウジング 10 と、を備えている。

[0018] ハウジング 10 は、両端が閉じられた中空の円筒状に形成されている。ハウジング 10 は、中空の内部に、回転軸 20 と、コイル 60 と、コンミテータと 50 と、マグネット 30 と、ブラシ 40 と、を収納し、回転軸 20 の両端をハウジングの 10 の外部に突出させている。ハウジング 10 は、ケース 11 とブラシ台 12 とを備えている。

[0019] ケース 11 は、一端が閉じられた円筒状に形成されている。ケース 11 は、例えば軟質磁性材料で形成されている。ブラシ台 12 は、ケース 11 の開放された側の端部を閉じるように略円板状に形成されている。ブラシ台 12 は、例えば樹脂で形成されている。ブラシ台 12 には、外部の電源に接続される導体の接続部材（図示省略）と、この接続部材と電氣的に接続されたブラシ 40 と、が設けられている。

[0020] ハウジング 10 の円筒の軸である中心 C には、ハウジング 10 を貫通して中心 C 回りに回転自在に、回転軸 20 が配置されている。回転軸 20 には、コンミテータ 50 が固定されている。コンミテータ 50 には、コイル 60 が固定されている。つまり、回転軸 20 とコイル 60 とコンミテータ 50 とで、ロータが構成されている。

- [0021] コイル60は、図2に示すように、導線61（図3A、3B参照）が巻かれて円筒状に形成されている。コイル60は、回転軸20と一体に、回転軸20の中心Cを軸として回転する。コイル60は、導線61（例えば、銅線）が巻かれたコイルエレメントを複数、集合して形成されている。コイル60は、円筒の外周面60Aが、ケース11の内周面11Bに接しないように形成されている。コイル60の詳細は、後述する。
- [0022] コンミテータ50は、回転軸20が通されたボスを中心部に有する円板状に形成されている。コンミテータ50の円板の外周部は、円筒状のコイル60の、ブラシ台12に近い側の一端の内周部に、接着剤により接合されて、コイル60と一体化されている。コンミテータ50は、ボスを貫通した回転軸20と一体に結合し、これにより、コンミテータ50は、回転軸20とともに中心C回りに回転する。
- [0023] コンミテータ50は、コイル60を構成する複数のコイルエレメントの各導線61の末端61a、61b（図2、3A、3B参照）に電氣的に接続される導電部材を有し、この導電部材が、ボスの外周面まで延びて、ブラシ台12に設けられたブラシ40と接する。
- [0024] コイル60の円筒の内側には、マグネット30が、コイル60の内周面60Bに接しないように配置されている。マグネット30は、中心Cを軸とする円筒状に形成されている。マグネット30は、外周面30Aが、コイル60の内周面60Bに接しないように形成されている。マグネット30は、内周面30Bが、ケース11に固定された円筒状の支持部材28の外周面に固定されている。
- [0025] これにより、マグネット30は、ケース11に間接的に固定され、ケース11に対して変位しない。支持部材28の内側には、支持部材28の長手方向の両端に軸受け25がそれぞれ配置されていて、回転軸20は、これら2つの軸受け25に、回転自在に支持されている。
- [0026] 次に、コイル60の詳細は、以下のように説明される。コイル60は、基本的に導線61同士が接着剤により互いに接合されたものであり、鉄心等のコア

を備えていない。このため、コイル60は、コアを有するコイルに比べて軽量である。

[0027] コイル60は、図3Aに示すように、導線61を、断面が六角形となる、例えば六角柱状の巻き線治具500の外周面に巻き付けるが、このとき、巻き付けの1周（六角柱の外周面の1周）ごとに、導線61を巻く位置を六角柱の軸方向に少しずつずらすことで、ひと巻き分が六角形状（亀甲形状）で螺旋状のコイル60を形成する。

[0028] なお、図3A、3Bにおいては、導線61で形成された六角形が別々に独立しているように記載されているが、これは、図の記載を簡単にするための便宜のためであり、実際には、これら複数の六角形で記載された導線61は、各六角形状のひと巻き分の導線61の両端が、それぞれ別の六角形状のひと巻き分の導線61の端に繋がって1本の螺旋状を形成し、その螺旋状に形成された1本の導線61が、両端末61a、61bを有している。

[0029] このように形成された六角螺旋状のコイル60から巻き線治具500を軸方向に引き抜くことで、導線61だけで六角螺旋状に形成されたコイル60が得られる。そして、巻き線治具500の六角柱の互いに対向する面に相当するコイル60の辺部を、六角柱の軸方向に沿って互いに反対方向（図3Aにおいて、表示”→”で示す）に動かして、図3Bに示す面状に潰されたコイル60が形成される。

[0030] 図3Bに示したコイル60を1つのコイルエレメントとし、このコイルエレメントを複数、前述した六角柱の軸方向に連ね、面状に形成されたコイルエレメントの一方の面60Aを外向きの面（外周面）、他方の面60Bを内向きの面（内周面）とするように、図3Bに示した中心C回りに、軸方向の端部同士を繋ぐことで、図2に示した円筒状のコイル60が形成される。なお、コイル60の形成方法は、上述した方法に限定されるものではない。

[0031] このようにして形成されたコイル60は、亀甲形状（六角形状）のコイル60であり、このコイル60は、図2に示すように、外周面60A側も内周面60B側も、導線61が、回転軸20の軸（中心C）方向に平行に延びた平行部

62と、平行部62の両端に繋がる2つの斜辺部63, 64とを有している。斜辺部63, 64の導線61は、中心C方向に直交する面（図3Bにおいて一点鎖線で示す）に対して、所定の角度 $\theta$ だけ傾斜した方向に延びている。斜辺部63の傾斜した角度 $\theta$ と斜辺部64の傾斜した角度 $\theta$ とは、図3Bに示すように、向きが異なるが絶対値は同じである。

[0032] なお、コイル60の外周面60Aにおける平行部62と内周面60Bにおける平行部62とを区別する必要があるときは、図3Bに示すように、外周面60Aにおける平行部62を平行部62aとし、内周面60Bにおける平行部62を平行部62bとする。同様に、コイル60の外周面60Aにおける斜辺部63, 64と内周面60Bにおける斜辺部63, 64とを区別する必要があるときは、外周面60Aにおける斜辺部63, 64を斜辺部63a, 64aとし、内周面60Bにおける斜辺部63, 64を斜辺部63b, 64bとする。

[0033] 図4はマグネット30とコイル60のひと巻き分の六角形状との位置関係を模式的に表した図である。本実施形態のコアレスモータ100におけるマグネット30は、例えば、図4に示すように、中心Cの軸を挟んでN極30NとS極30Sとが1つずつ形成されたものとする。つまり、マグネット30は、N極30NとS極30Sとが、マグネット30の中心Cの軸回りの角度間隔（角度ピッチ） $\alpha = 180$  [度] で配置されて形成されている。図4において一点鎖線で示したN極30Nの中心（N極中心）及びS極30Sの中心（S極中心）は、マグネット30の磁力分布の絶対値が最大となる角度位置である。以下の説明においては、N極30Nの中心とS極30Sの中心との角度ピッチ $\alpha$ を磁極ピッチ $\alpha$ という。

[0034] なお、図4における二点鎖線はN極30NとS極30Sとの境界を示すが、この境界において、マグネット30は構造的に分離しているわけではない。

[0035] 本実施形態のコアレスモータ100におけるコイル60は、図4に示すように、ひと巻き分の六角形状における2つの平行部62, 62間、マグネット30の中心Cの軸回りの角度間隔（角度ピッチ） $\beta$ で配置されて形成されてい

る。なお、2つの平行部62, 62は、コイル60のひと巻きにおいて、中心Cの軸回りの角度間隔が最大となる部分である。以下の説明においては、角度ピッチ $\beta$ をコイルピッチ $\beta$ という。

[0036] 図5は、コイル60の中心Cの軸方向に沿った全長 $L_0$ と平行部62の長さ $L_1$ とを示す模式図である。また、図6は、コアレスモータ100における磁極ピッチ $\alpha$ とコイルピッチ $\beta$ との大小関係を示す模式図であり、N極30Nの中心とS極30Sの中心においてそれぞれマグネット30の磁力が最大となる、三角関数で示される磁力分布を併せて示している。

[0037] コアレスモータ100は、コイル60が、図5に示すように、中心Cの軸方向に沿った全長 $L_0$ に対する平行部62の長さ $L_1$ の比（長さの比） $L_1/L_0$ が、0.25（25 [%]）以上で、かつ0.45（45 [%]）以下に設定されている。

[0038] そして、コアレスモータ100は、図6に示すように、一例として、コイルピッチ $\beta$ が磁極ピッチ $\alpha$ よりも大きい（ $\alpha < \beta$ ）オーバーピッチで形成されている。つまり、コアレスモータ100は、磁極ピッチ $\alpha$ に対するコイルピッチ $\beta$ の比 $\beta/\alpha$ が1を超える設定となっていて、具体的には、 $\beta/\alpha$ は、1.00（100 [%]）よりも大きく、かつ1.25（120 [%]）以下の範囲（ $1.00 < \beta/\alpha \leq 1.25$ ）に設定されている。この場合、コアレスモータ100は、一例として、磁極ピッチ $\alpha$ が180 [度]であるため、コイルピッチ $\beta$ は180 [度]を超え、かつ225 [度]以下である。

[0039] ここで、マグネット30の磁界中においてコイル60の導線61に作用する磁力によるコアレスモータ100が出力する最大トルク $T$ は、以下の式（1）によって与えられる。

[0040] 
$$T = 2 * B * I * r * L * \sin \theta \quad (1)$$

ただし、式(1)における $B$ はマグネット30による磁束、 $I$ はコイル60に流れる電流、 $r$ はコイル60の半径（半径方向 $R$ に沿った寸法）、 $L$ はコイル60の長さ（中心 $C$ 方向に沿った寸法）、 $\theta$ は中心 $C$ 方向に直交する面に対するコイル60における導線61の傾斜した角度（平行部62において

90 [度]、上側の斜辺部63において $\theta$  [度]、下側の斜辺部64において $\theta$  [度] )、をそれぞれ表す。

[0041] この結果、オーバーピッチのコアレスモータ100は、平行部62に作用するマグネット30の磁力のピークは低下するが、磁力のピークの角度位置における斜辺部63、64に作用する磁束が増大することで、コイル60の全体として、作用する磁束が増加して、コアレスモータ100の最大トルクTが増大する。

[0042] 図7は、コイル60の全長L0に対する平行部62の長さL1の比 $L1/L0$ が、0.25, 0.30, 0.35, 0.40, 0.45 (25, 30, 35, 40, 45 [%]) に設定された各コイル60において、磁極ピッチ $\alpha$ に対するコイルピッチ $\beta$ の比 $\beta/\alpha$ を0.95, 0.10, 1.05, 1.10, 1.25 (95, 100, 105, 110, 125 [%]) としたときの、コイル60のひと巻き分の導線61が出力する最大トルクTを示すグラフである。

[0043] ただし、図7は、コイル60の斜辺部63、64が円弧状に形成された亀甲形状のコイルが出力する最大トルクTを示している。なお、コイル60の斜辺部63、64が直線状に形成された亀甲形状のコイルの場合、コイルが出力する最大トルクTは、図7に示した最大トルクTよりも僅かに減少するが、比 $\beta/\alpha$ の変化に対する最大トルクTの変化は、図7に示したグラフと同様である。

[0044] 図7に示したグラフのうち、コイル60の全長L0に対する平行部62の長さL1の比 $L1/L0$ が、0.25, 0.30, 0.35, 0.40, 0.45 (25, 30, 35, 40, 45 [%]) に設定され、磁極ピッチ $\alpha$ に対するコイルピッチ $\beta$ の比 $\beta/\alpha$ が、1.00 (100 [%]) を超え、かつ1.25 (125 [%]) 以下の範囲に設定されたものが、本実施形態のコアレスモータ100である。

[0045] これら本実施形態のコアレスモータ100は、コイルピッチ $\beta$ が磁極ピッチ $\alpha$ よりも大きいオーバーピッチで形成されている。そして、本実施形態のコア

レスモータ100は、図7に示すように、磁極ピッチ $\alpha$ に対するコイルピッチ $\beta$ の比 $\beta/\alpha$ が、1.00(100[%])を超え、かつ1.15(115[%])以下である場合には、オーバーピッチではない $\beta=\alpha$ ( $\beta/\alpha=100$ [%])のコアレスモータに比べて、最大トルクTを増大させることができ、特に、磁極ピッチ $\alpha$ に対するコイルピッチ $\beta$ の比 $\beta/\alpha$ が、1.05(105[%])以上、かつ1.10(110[%])以下である場合には、最大トルクTを最大限に増大させることができる。したがって、コアレスモータ100において、磁極ピッチ $\alpha$ に対するコイルピッチ $\beta$ の比 $\beta/\alpha$ は、上述の範囲であることが好ましい。

[0046] なお、磁極ピッチ $\alpha$ に対するコイルピッチ $\beta$ の比 $\beta/\alpha$ の上限を1.25(125[%])としているのは、比 $\beta/\alpha$ がこれよりも大きくなると、コアレスモータ100が十分な最大トルクTを出力することが難しくなるからである。

[0047] これらの本実施形態のコアレスモータ100は、コアレスモータにおけるコイル60の平行部62の寸法を長くしたり、コイル60の導線の巻き数を増加させたり等、コアレスモータの大きさや強度等を変更することなく、磁極ピッチ $\alpha$ に対するコイルピッチ $\beta$ の比 $\beta/\alpha$ を、100[%]を超えた設定にするだけで、コアレスモータ100の最大トルクTを変化させることができる。

[0048] なお、コアレスモータ100は、磁極ピッチ $\alpha$ に対するコイルピッチ $\beta$ の比 $\beta/\alpha$ を、100[%]を超えたオーバーピッチとすることで、コアレスモータ100の最大トルクTを変化させるだけでなく、コアレスモータ100のその他の特性を変化させることができる。

[0049] 具体的には、コアレスモータ100は、磁極ピッチ $\alpha$ に対するコイルピッチ $\beta$ の比 $\beta/\alpha$ を、100[%]を超えたオーバーピッチとすることで、例えば、コアレスモータ100の回転数を減少させることができる。

[0050] 上述したコアレスモータ100は、マグネット30がN極30NとS極30Sとを1つずつ形成されたものであるが、本実施形態のコアレスモータ100におけるマグネット30は、N極30NとS極30Sとを2つずつ形成したも

のであってもよく、この場合、磁極ピッチ $\alpha$ は90 [度]となり、磁極ピッチ $\alpha$ に対するコイルピッチ $\beta$ の比 $\beta/\alpha$ の条件式 $1.00 < \beta/\alpha \leq 1.25$ に基づき、コイルピッチ $\beta$ は、90 [度]を超え、かつ112.5 [度]以下に設定すればよい。

[0051] また、この場合、最大トルク $T$ を増大させるためには、磁極ピッチ $\alpha$ に対するコイルピッチ $\beta$ の比 $\beta/\alpha$ の条件式 $1.00 < \beta/\alpha \leq 1.15$ に基づき、コイルピッチ $\beta$ は、90 [度]を超え、かつ103.5 [度]以下に設定すればよく、特に、最大トルク $T$ を最大限に増大させるためには、磁極ピッチ $\alpha$ に対するコイルピッチ $\beta$ の比 $\beta/\alpha$ の条件式 $1.05 \leq \beta/\alpha \leq 1.10$ に基づき、コイルピッチ $\beta$ は、94.5 [度]以上、かつ99 [度]以下に設定すればよい。

[0052] 同様に、本実施形態のコアレスモータ100におけるマグネット30は、N極30NとS極30Sとを $n$  ( $3 \leq n$ ) 個ずつ形成したものであってもよく、この場合、磁極ピッチ $\alpha$ は $180/n$  [度]となり、磁極ピッチ $\alpha$ に対するコイルピッチ $\beta$ の比 $\beta/\alpha$ の条件式 $1.00 < \beta/\alpha \leq 1.25$ に基づき、コイルピッチ $\beta$ は、 $180/n$  [度]を超え、かつ $225/n$  [度]以下に設定すればよい。

[0053] また、この場合、最大トルク $T$ を増大させるためには、磁極ピッチ $\alpha$ に対するコイルピッチ $\beta$ の比 $\beta/\alpha$ の条件式 $1.00 < \beta/\alpha \leq 1.15$ に基づき、コイルピッチ $\beta$ は、 $180/n$  [度]を超え、かつ $207/n$  [度]以下に設定すればよく、特に、最大トルク $T$ を最大限に増大させるためには、磁極ピッチ $\alpha$ に対するコイルピッチ $\beta$ の比 $\beta/\alpha$ の条件式 $1.05 \leq \beta/\alpha \leq 1.10$ に基づき、コイルピッチ $\beta$ は、 $189/n$  [度]以上、かつ $198/n$  [度]以下に設定すればよい。

[0054] 本実施形態のコアレスモータ100は、図7に示すように、長さの比 $L1/L0$ が大きいほど、出力する最大トルク $T$ を大きくすることができるが、長さの比 $L1/L0$ が大きくなるにしたがって、斜辺部63、64における導線6

1の、中心Cに直交する方向の断面積が大きくなり、結果的に、平行部62における導線61の占積率が低くなる。

[0055] そして、平行部62における導線61の占積率が所定以上に小さくなると、平行部62の強度が低下し、中心C回りに回転したときに作用する遠心力によってコイル60が変形し、ハウジング10に接触する恐れがある。このため、コイル60は、コアレスモータ100の定格回転で変形しない程度の強度を有していることが必要である。

[0056] これにより、本実施形態のコアレスモータ100は、コイル60が備えるべき強度との兼ね合いにより、長さの比 $L1/L0$ の上限を0.75(75 [%])としている。特に、定格回転における安全率を見込んで、コイル60の強度を十分に大きくするために、長さの比 $L1/L0$ の上限を0.45(45 [%])とすることが好ましい。

[0057] また、本実施形態のコアレスモータ100は、コイル60の長さの比 $L1/L0$ の下限を0.25(25 [%])としているが、これは、コアレスモータ100が、通常要求される最低限の最大トルクTを出力し易くなるからである。長さの比 $L1/L0$ が0.25(25 [%])よりも小さくなると、コアレスモータ100が十分な最大トルクTを出力することが難しくなる。

[0058] <変形例>

図8は、コイルピッチ $\beta$ が磁極ピッチ $\alpha$ よりも小さい( $\beta < \alpha$ )ショートピッチで形成されている変形例を示す、図6相当の模式図である。上述した実施形態のコアレスモータ100は、図6に示すように、コイルピッチ $\beta$ が磁極ピッチ $\alpha$ よりも大きいオーバーピッチで形成されていたが、本発明に係るコアレスモータは、オーバーピッチのコイルを有するものに限定されない。すなわち、本発明の他の実施形態である変形例のコアレスモータは、一例として、図8に示すように、コイルピッチ $\beta$ が磁極ピッチ $\alpha$ よりも小さい( $\beta < \alpha$ )ショートピッチで形成されていてもよい。

[0059] 具体的には、変形例のコアレスモータは、磁極ピッチ $\alpha$ に対するコイルピッチ $\beta$ の比 $\beta/\alpha$ が、1.00(100 [%])未満の範囲( $\beta/\alpha < 1$

、0.00)で、例えば、0.90(90 [%])以上で、かつ1.00(100 [%])未満の範囲( $0.90 \leq \beta / \alpha < 1.00$ )に設定することができる。

[0060] このように構成された変形例のコアレスモータは、磁極ピッチ $\alpha$ に対するコイルピッチ $\beta$ の比 $\beta / \alpha$ を、1.00(100 [%])未満のショートピッチとし、比 $\beta / \alpha$ を、例えば0.90(90 [%])以上で、かつ1.00(100 [%])未満の範囲とすることによって、コアレスモータの特性を変化させることができる。

[0061] 変形例のコアレスモータは、磁極ピッチ $\alpha$ に対するコイルピッチ $\beta$ の比 $\beta / \alpha$ を、1.00(100 [%])未満のショートピッチとし、比 $\beta / \alpha$ を例えば0.90(90 [%])以上1.00(100 [%])未満の範囲とすることで、具体的には、例えば、コアレスモータの回転数を増加させることができる。

[0062] したがって、コアレスモータの回転数を増加して回転速度を高速化したい場合、本発明が適用されない従来のコアレスモータにおいては、回転数を増加させるために、コイル60における導線61の巻き数を減らして対応していた。しかし、コイル60における導線61の巻き数の減少は、コイル60の剛性の低下を招く可能性がある。

[0063] これに対して、変形例のコアレスモータは、コイル60における導線61の巻き数を減らさないため、コイル60の剛性の低下を招く可能性が無い。

[0064] 上述した実施形態及び変形例のコアレスモータ100は、コイル60がマグネット30の外側に配置されたアウターロータ型のコアレスモータであるが、本発明に係るコアレスモータは、アウターロータ型のコアレスモータに限定されず、コイル60がマグネット30の内側に配置されたインナーロータ型のコアレスモータであってもよい。なお、インナーロータ型のコアレスモータ場合、マグネット30の外周面は、例えば、ケース11の内周面に固定される。

- [0065] 本発明に係るコアレスモータは、コイル60の斜辺部63, 64が直線状に形成された亀甲形状のコイルを備えたコアレスモータに限定されず、コイル60の斜辺部63, 64が曲線状（例えば、円弧、楕円弧、放物線）に形成された亀甲形状のコイルを備えたコアレスモータであってもよい。
- [0066] また、本発明に係るコアレスモータは、亀甲形状（六角形状）のコイルを備えたコアレスモータに限定されず、その他の形状（例えば、菱形、四角形、円形、楕円形）のコイルを備えたコアレスモータであってもよい。なお、このコアレスモータでは、コイル60の2つの平行部62, 62に相当する部分は、例えば、コイルが菱形である場合には、中心Cの軸回りの方向において互いに対向する2つの頂点である。

## 請求の範囲

- [請求項1] 回転軸と、  
導線が巻かれて円筒状に形成され、前記回転軸と一体に回転するコイルと、  
前記コイルの前記円筒状の内側又は外側に配置された円筒状のマグネットと、を備え、  
前記コイルのひと巻きにおける前記導線の間、前記回転軸の軸回りの角度間隔 $\beta$ が、前記マグネットの磁極間、前記回転軸の軸回りの角度間隔 $\alpha$ と異なるように設定されている、コアレスモータ。
- [請求項2] 前記角度間隔 $\beta$ が、前記角度間隔 $\alpha$ よりも大きく設定されている、請求項1に記載のコアレスモータ。
- [請求項3] 前記角度間隔 $\alpha$ に対する前記角度間隔 $\beta$ の比 $\beta/\alpha$ が、1.00を超え、かつ1.25以下の範囲に設定されている、請求項2に記載のコアレスモータ。
- [請求項4] 前記角度間隔 $\alpha$ に対する前記角度間隔 $\beta$ の比 $\beta/\alpha$ が、1.00を超え、かつ1.15以下の範囲に設定されている、請求項2に記載のコアレスモータ。
- [請求項5] 前記角度間隔 $\alpha$ に対する前記角度間隔 $\beta$ の比 $\beta/\alpha$ が、1.00を超え、かつ1.10以下の範囲に設定されている、請求項2に記載のコアレスモータ。
- [請求項6] 前記角度間隔 $\alpha$ に対する前記角度間隔 $\beta$ の比 $\beta/\alpha$ が、1.05以上、かつ1.10以下の範囲に設定されている、請求項2に記載のコアレスモータ。
- [請求項7] 前記コイルの前記ひと巻きは、前記回転軸の軸方向に平行に延びた平行部と、前記軸方向に直交する面に対して傾斜した角度の方向に延び、前記平行部の両端に繋がる2つの斜辺部と、を有し、

前記コイルの前記ひと巻きの、前記回転軸の軸方向に沿った全長 $L_0$ に対する前記平行部の長さ $L_1$ の比 $L_1/L_0$ が、 $0.25$ 以上、かつ $0.40$ 以下の範囲に設定されている、請求項1に記載のコアレスモータ。

[請求項8]

前記角度間隔 $\beta$ が、前記角度間隔 $\alpha$ よりも小さく設定されている、請求項1に記載のコアレスモータ。

**補正された請求の範囲（条約第19条）****2024年6月28日（ 28.06.2024 ） 国際事務局受理**

- [請求項1] [削除]
- [請求項2] [削除]
- [請求項3] [補正後]
- 回転軸と、
- 導線が巻かれて円筒状に形成され、前記回転軸と一体に回転するコイルと、
- 前記コイルの前記円筒状の内側又は外側に配置された円筒状のマグネットと、を備え、
- 前記コイルのひと巻きにおける前記導線の間、前記回転軸の軸回りの角度間隔 $\beta$ が、前記マグネットの磁極間、前記回転軸の軸回りの角度間隔 $\alpha$ よりも大きく設定され、
- 前記角度間隔 $\alpha$ に対する前記角度間隔 $\beta$ の比 $\beta/\alpha$ が、1.00を超え、かつ1.25以下の範囲に設定されている、コアレスモータ。
- [請求項4] [補正後]
- 前記角度間隔 $\alpha$ に対する前記角度間隔 $\beta$ の比 $\beta/\alpha$ が、1.00を超え、かつ1.15以下の範囲に設定されている、請求項3に記載のコアレスモータ。
- [請求項5] [補正後]
- 前記角度間隔 $\alpha$ に対する前記角度間隔 $\beta$ の比 $\beta/\alpha$ が、1.00を超え、かつ1.10以下の範囲に設定されている、請求項3に記載のコアレスモータ。
- [請求項6] [補正後]
- 前記角度間隔 $\alpha$ に対する前記角度間隔 $\beta$ の比 $\beta/\alpha$ が、1.05以上、かつ1.10以下の範囲に設定されている、請求項3に記載のコアレスモータ。

[請求項7]

[補正後]

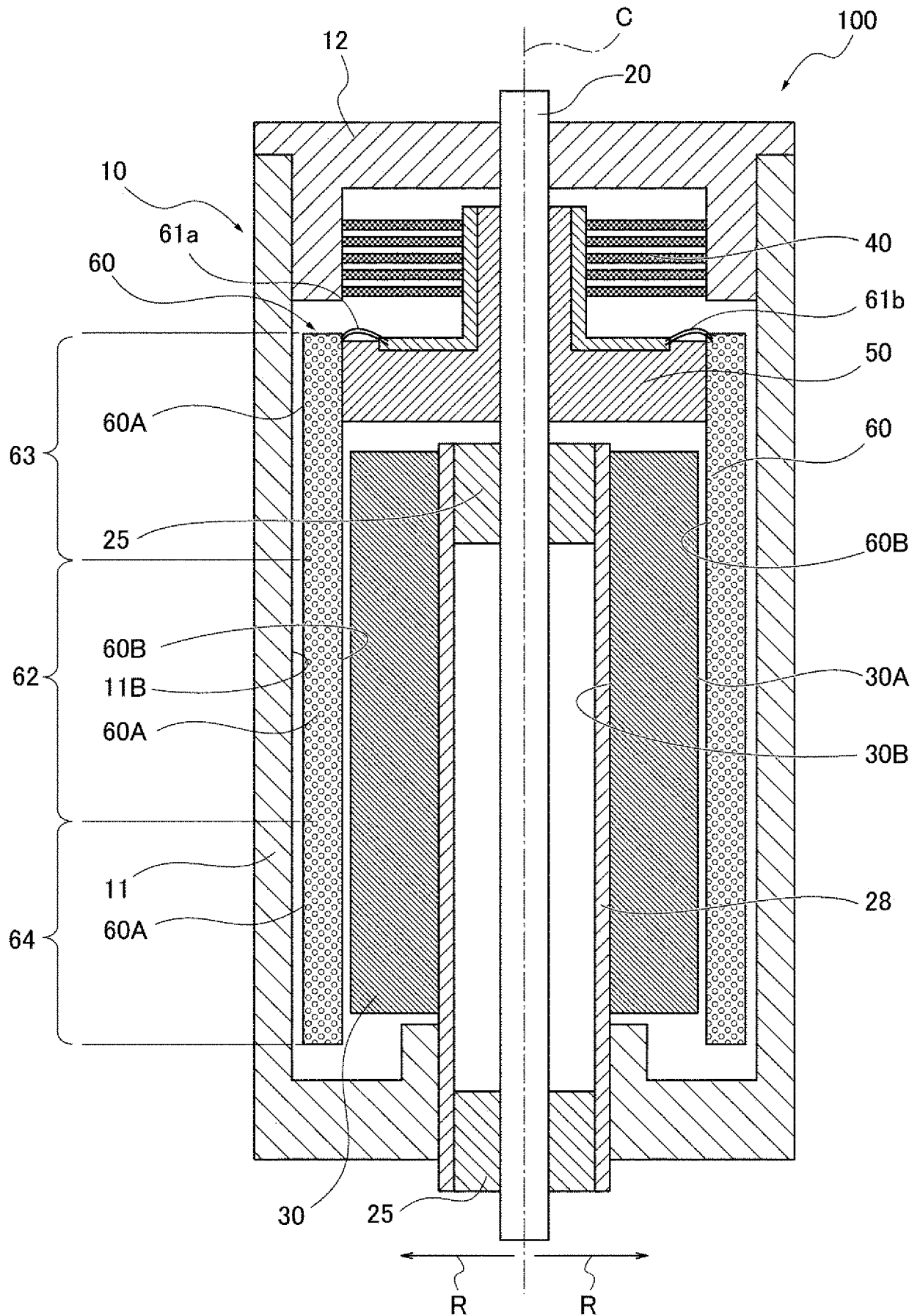
前記コイルの前記ひと巻きは、前記回転軸の軸方向に平行に延びた平行部と、前記軸方向に直交する面に対して傾斜した角度の方向に延び、前記平行部の両端に繋がる2つの斜辺部と、を有し、

前記コイルの前記ひと巻きの、前記回転軸の軸方向に沿った全長 $L_0$ に対する前記平行部の長さ $L_1$ の比 $L_1/L_0$ が、 $0.25$ 以上、かつ $0.45$ 以下の範囲に設定されている、請求項3に記載のコアレスモータ。

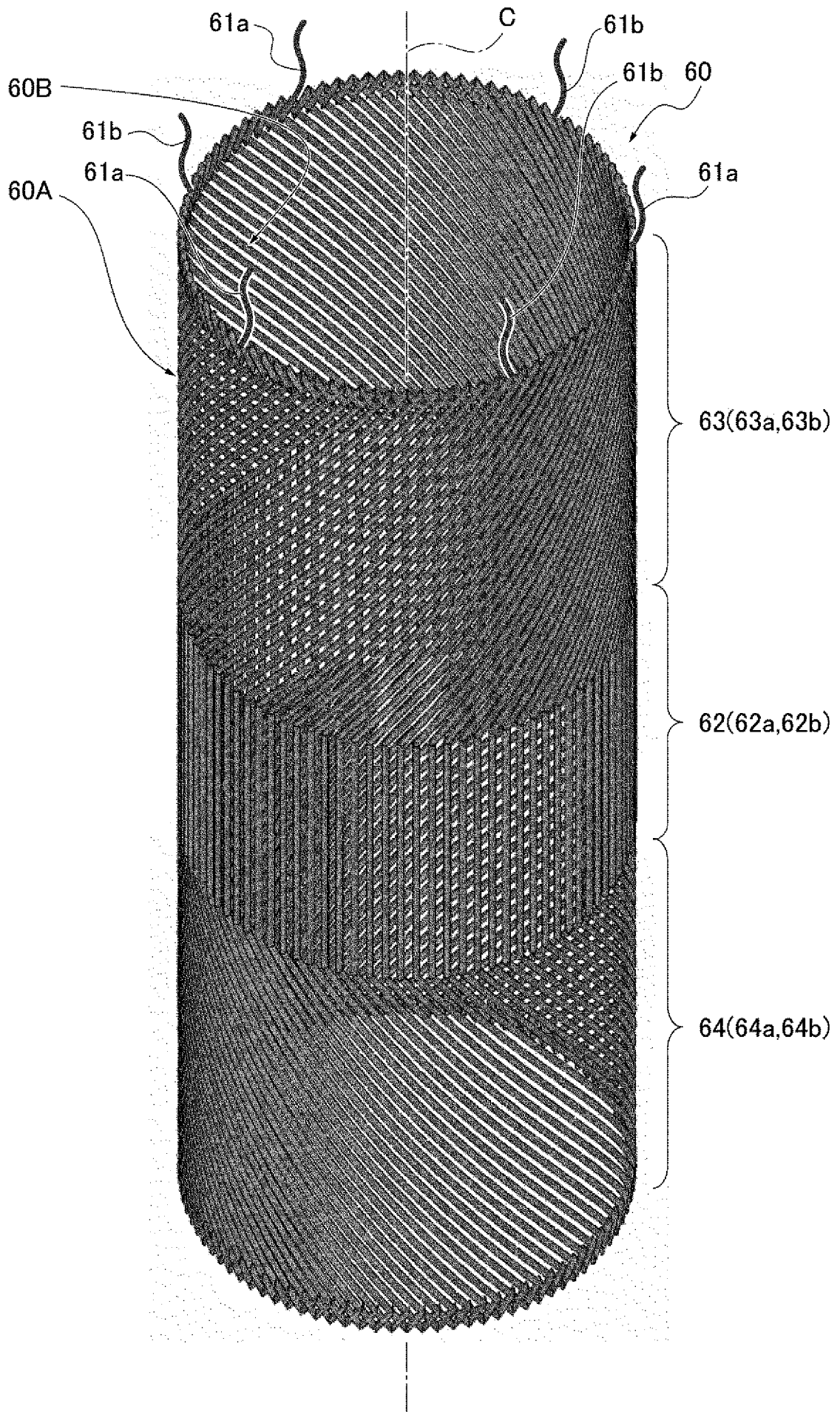
[請求項8]

[削除]

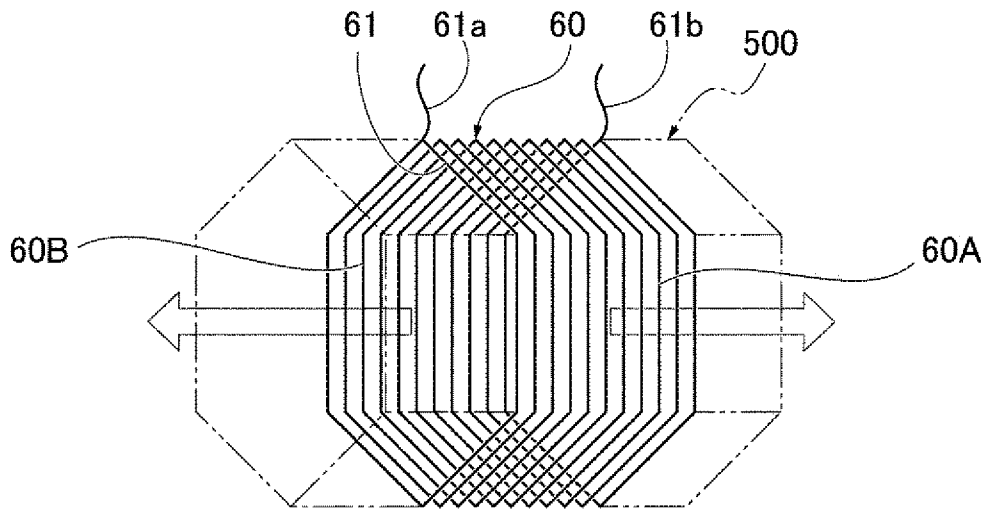
[ 図 1 ]



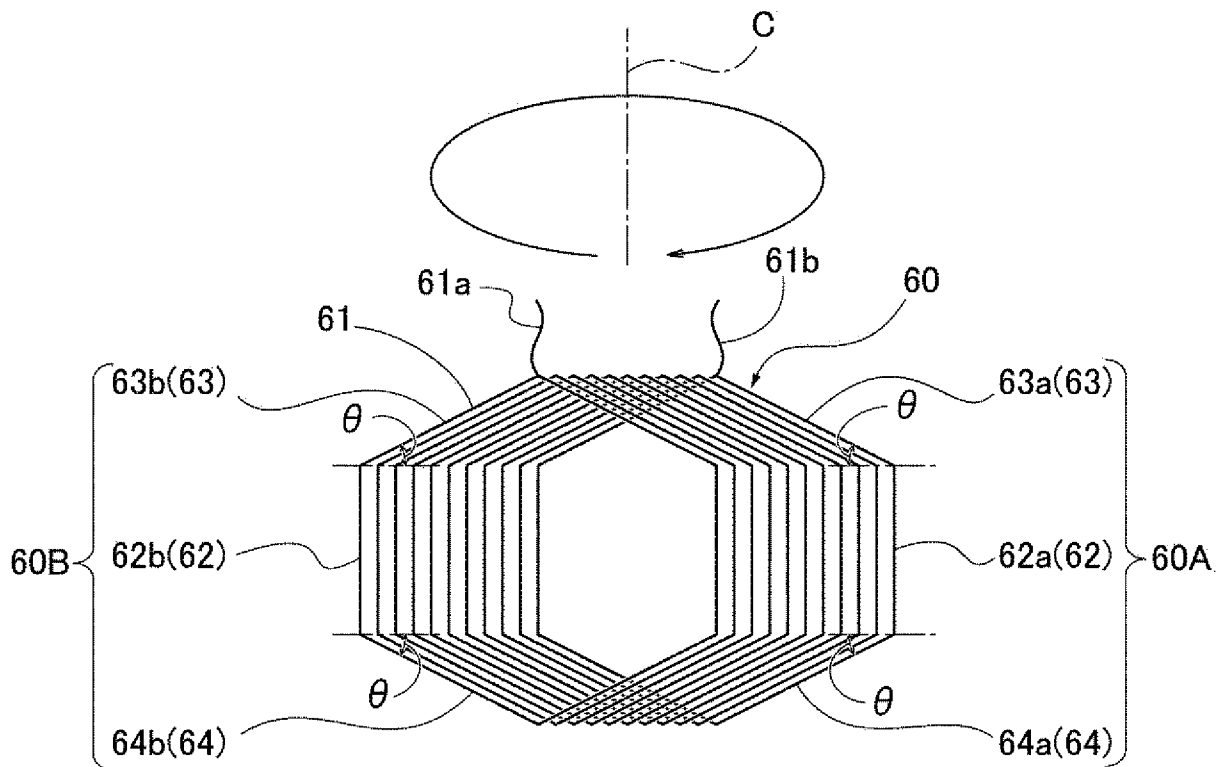
[ 2 ]



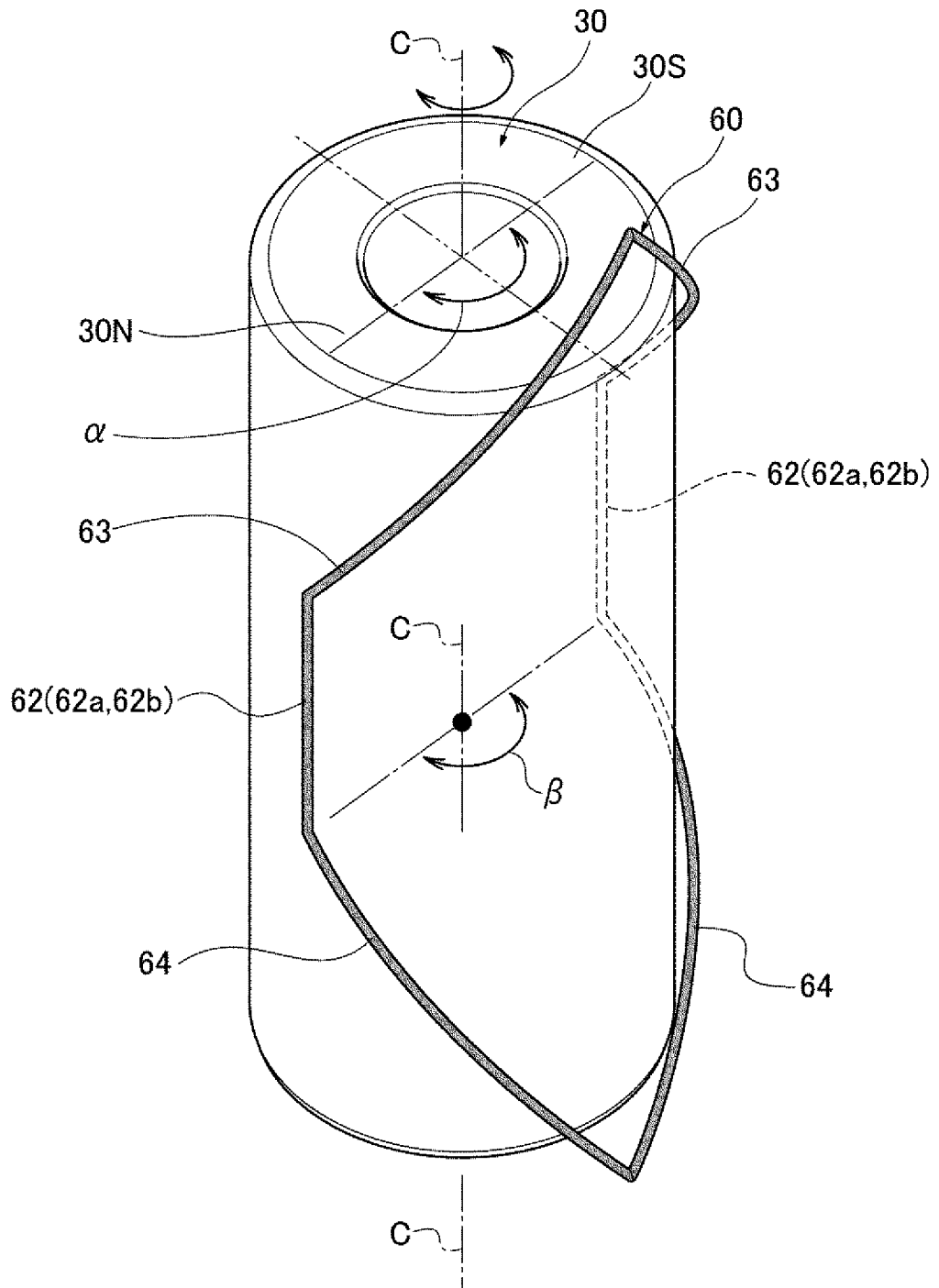
[ 図 3A ]



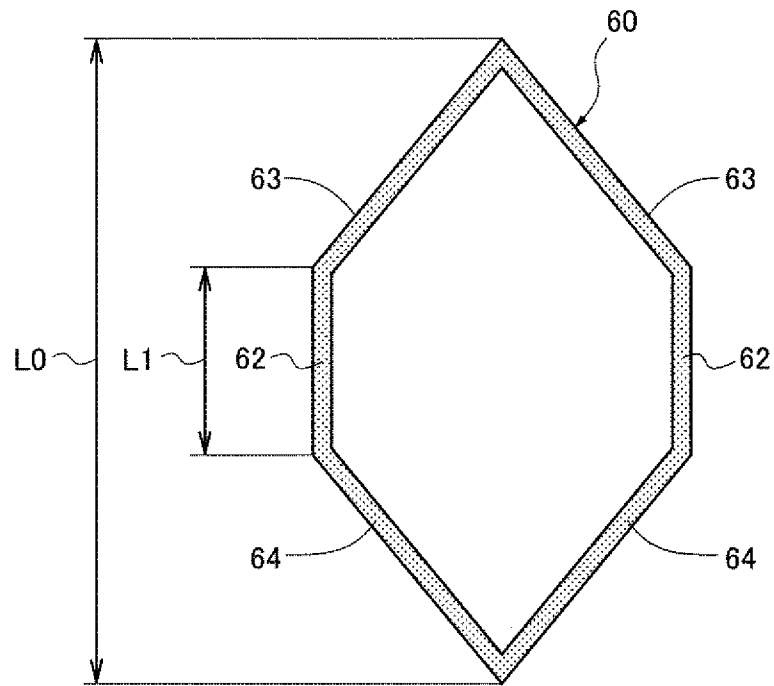
[ 図 3B ]



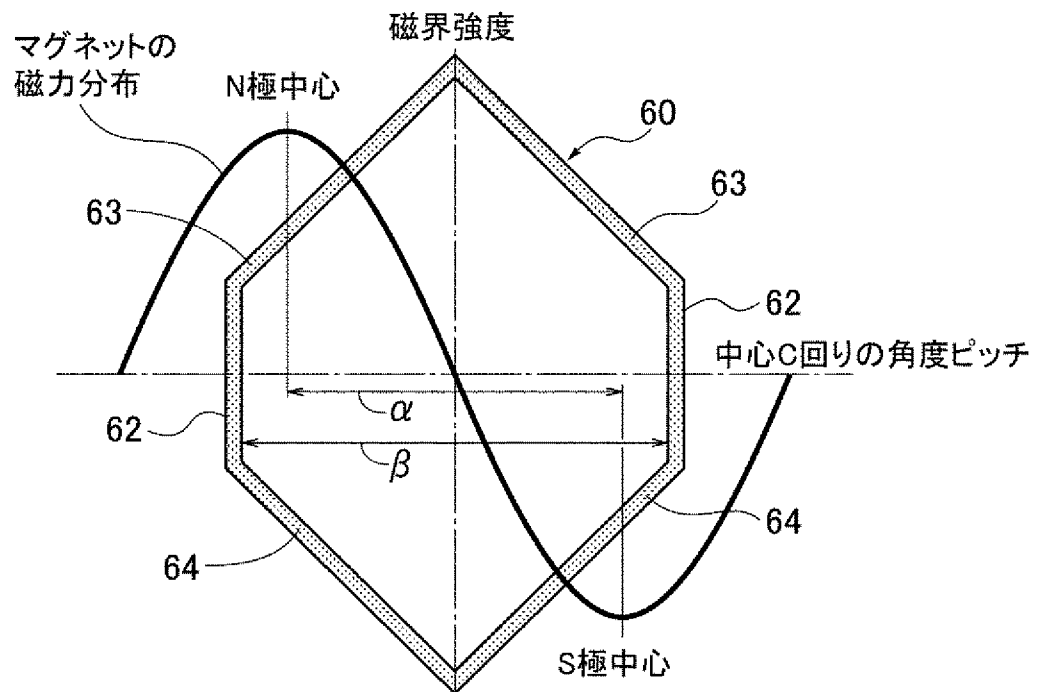
[ 4 ]



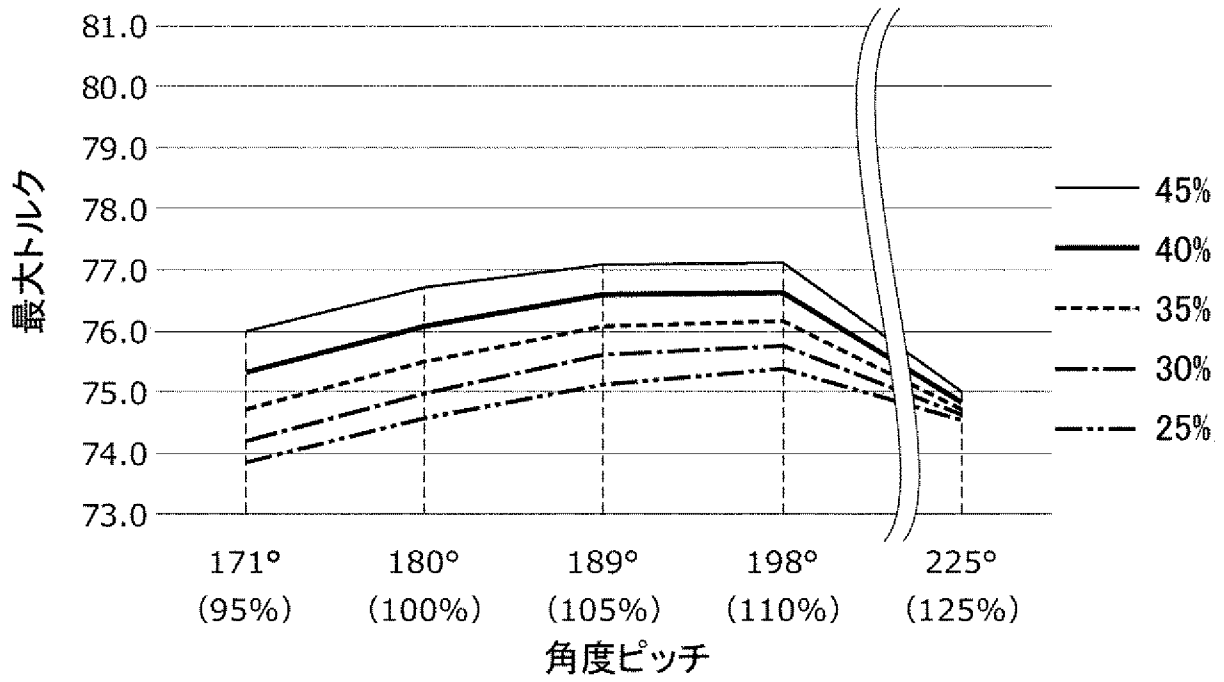
[ 図 5 ]



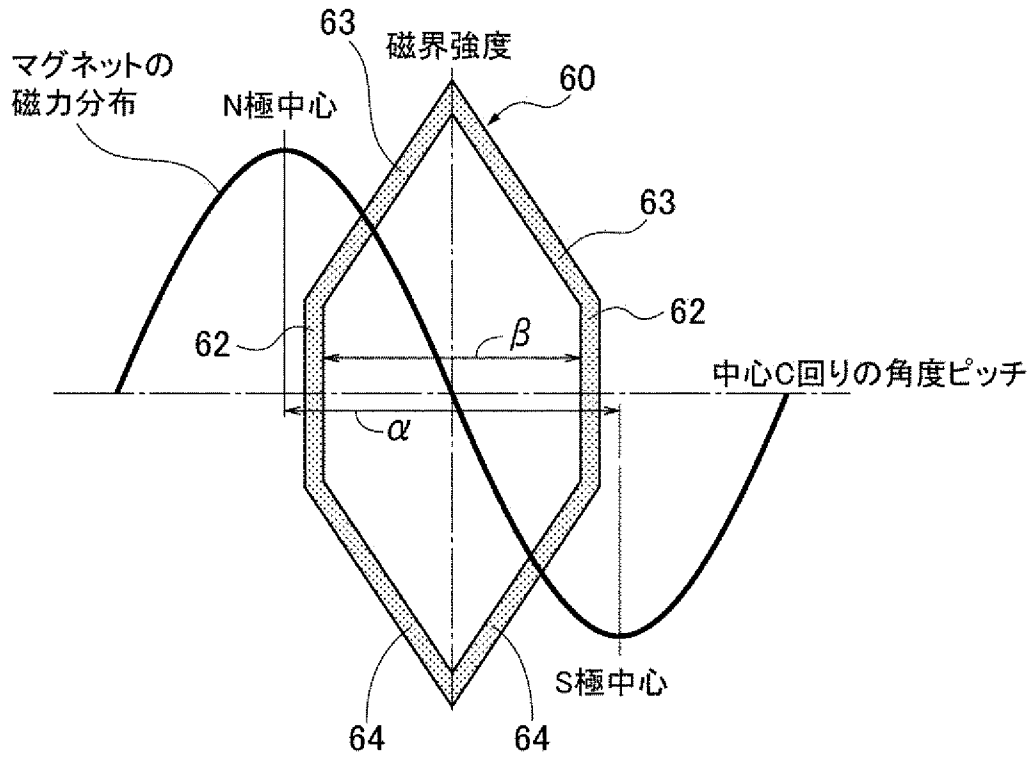
[ 図 6 ]



[ 図 7 ]



[ 図 8 ]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/012645

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>H02K 23/58</i> (2006.01)i; <i>H02K 3/04</i> (2006.01)i; <i>H02K 3/47</i> (2006.01)i FI: H02K23/58; H02K3/04 E; H02K3/47		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H02K23/58; H02K3/04; H02K3/47		
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 1971-2023 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 36759/1982 (Laid-open No. 139891/1983) (MITSUBA ELECTRIC MFG. CO., LTD.) 20 September 1983 (1983-09-20), claims, pp. 3-12, fig. 1-5	1-2
Y		7
X	JP 2014-193069 A (MINEBEA CO., LTD.) 06 October 2014 (2014-10-06) paragraphs [0014]-[0044], fig. 1-9	1, 8
Y		7
Y	JP 52-56305 A (SONY CORPORATION) 09 May 1977 (1977-05-09) p. 2, fig. 4	7
A	JP 1-186143 A (OLYMPUS OPTICAL CO., LTD.) 25 July 1989 (1989-07-25)	1-8
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 <b>18 May 2023</b>		Date of mailing of the international search report <b>13 June 2023</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No. <b>PCT/JP2023/012645</b>
---

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 58-139891 U1	20 September 1983	(Family: none)	
JP 2014-193069 A	06 October 2014	(Family: none)	
JP 52-56305 A	09 May 1977	(Family: none)	
JP 1-186143 A	25 July 1989	US 5304884 A DE 3834673 A1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02K 23/58(2006.01)i; H02K 3/04(2006.01)i; H02K 3/47(2006.01)i FI: H02K23/58; H02K3/04 E; H02K3/47		
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）） H02K23/58; H02K3/04; H02K3/47 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 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023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	日本国実用新案登録出願57-36759号(日本国実用新案登録出願公開58-139891号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（株式会社三ツ葉電機製作所）20.09.1983（1983-09-20）実用新案登録請求の範囲，3-12ページ，第1-5図	1-2
Y		7
X	JP 2014-193069 A（ミネベア株式会社）06.10.2014（2014-10-06）段落14-44，図1-9	1, 8
Y		7
Y	JP 52-56305 A（ソニー株式会社）09.05.1977（1977-05-09）2ページ，第4図	7
A	JP 1-186143 A（オリンパス光学工業株式会社）25.07.1989（1989-07-25）	1-8
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 18.05.2023	国際調査報告の発送日 13.06.2023	
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） 三澤 哲也 3V 9827 電話番号 03-3581-1101 内線 3357	

国際調査報告  
特許ファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/012645

引用文献	公表日	特許ファミリー文献	公表日
JP 58-139891 U1	20.09.1983	(ファミリーなし)	
JP 2014-193069 A	06.10.2014	(ファミリーなし)	
JP 52-56305 A	09.05.1977	(ファミリーなし)	
JP 1-186143 A	25.07.1989	US 5304884 A	
		DE 3834673 A1	