



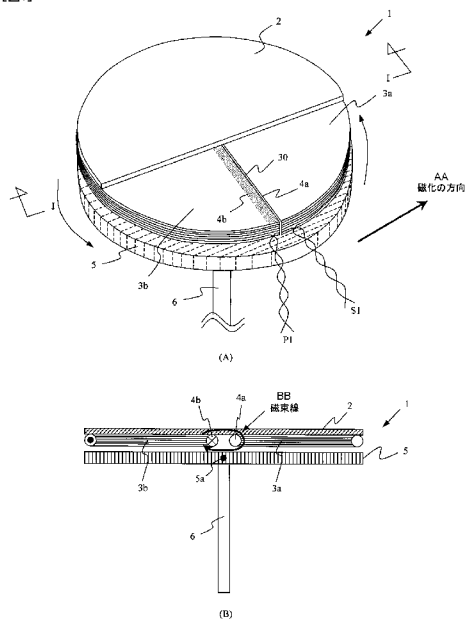
- (51) 国際特許分類 : G01D 5/20 (2006.01) G01B 7/24 (2006.01)
- (21) 国際出願番号 : PCT/JP20 11/063249
- (22) 国際出願日 : 2011 年 6 月 9 日 (09.06.2011)
- (25) 国際出願の言語 : 日本語
- (26) 国際公開の言語 : 日本語
- (30) 優先権データ :
特願 2010-152396 2010 年 7 月 2 日 (02.07.2010) JP
特願 2011-067830 2011 年 3 月 25 日 (25.03.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 国立大学法人九州大学 (Kyushu University, National University Corporation) [JP/JP]; 〒812858 1 福岡県福岡市東区箱崎 6 丁目 1 0 番 1 号 Fukuoka (JP).
- (72) 発明者 : および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 笹田 一郎 (SA SADA Ichiro) [JP/JP]; 〒8128581 福岡県福岡市東区箱崎 6 丁目 1 0 番 1 号 国立大学法人九州大学内 Fukuoka (JP).
- (74) 代理人 : 平井 安雄 (HIRAI Yasuo); 〒812001 1 福岡県福岡市博多区博多駅前 2 丁目 2 0 - 1 大博多ビル 9 階 Fukuoka (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, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ユーロパ (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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続 葉 有]

(54) Title: ANGLE DETECTION DEVICE

(54) 発明の名称 : 角度検出装置

[図1]

AA... DIRECTION OF MAGNETIZATION
BB... MAGNETIC FLUX LINE

(57) Abstract: Provided is an angle detection device capable of detecting the angle with high sensitivity by a very simple assembly process without requiring complicated processing. The angle detection device is provided with: a rotor (5) which is formed by a disk plate body produced from a magnetic substance having uniaxial magnetic anisotropy, the disk plate body rotating around a center point within the disk plate surface; a stator (3) which is provided to face the plate surface of the disk plate body of the rotor (5), has approximately the same external shape as that of the rotor, and is divided into a plurality of fan-shaped regions, and in which an exciting coil or a detection coil is wound along the outer periphery of each of the divided regions; and a back yoke (2) which is provided to face the disk plate body of the stator (3) on the reverse side of the surface on which the rotor (5) is provided with the stator (3) interposed therebetween and has approximately the same external shape as that of the stator.

(57) 要約 : 複雑な加工を必要とせず、非常に簡単な組み立て工程で、高感度に角度を検出することができる角度検出装置を提供する。一軸磁気異性を有する磁性体からなる円板体で形成され、当該円板体が中心点を中心として円板面内で回転するロータ5と、ロータ5の円板体の板面に対向して略同一外形で配設され、扇状に複数に分割し、分割領域の外周に沿って励磁コイル又は検出コイルを巻回しているステータ3と、ステータ3を挟んでロータ5が配設される面と反対の方向に、ステータ3の円板体に対向して略同一外形で配設されるバックヨーク2とを備える。



添付公開書類：

- 国際調査報告 (条約第 21 条 (3))

明 細 書

発明の名称 : 角度検出装置

技術分野

[0001] 本発明は、角度検出を行うための角度検出装置に関する。

背景技術

[0002] 例えば、自動車、ロボット等の駆動に用いられる駆動モータを制御する場合には、ロータの回転角を高精度に検出する必要がある。ロータの回転角を検出する装置としてレゾルバが広く用いられている。現在用いられているレゾルバは大きく分けて固定部と回転部とからなり、回転部の凹凸や偏芯等の形状を利用して角度の検出を行っている（例えば、特許文献 1、2 を参照）。

[0003] 特許文献 1 に示す技術は、複数の巻線磁芯と、それぞれが各巻線磁芯に巻回するように設けられた複数の巻線部材とを有する固定子と、前記固定子に対して回転自在に配設された回転子とを備え、前記複数の巻線部材の少なくとも 1 つは、シートに導電体が渦巻き状に形成されたシート状コイルであり、前記シートの導電体形成面又はその裏面の少なくとも一部と当該巻線磁芯の側面とが対向するように配置されるレゾルバであり、回転部が 4 つの山型部を有する構成や、軸に対して偏芯している構成が示されている。

[0004] 特許文献 2 に示す技術は、輪状固定子板上の複数の固定子巻線に対し、輪状回転子板の内面に設けた空隙形成板の曲面からなる板内面を対面させ、正弦波状に変化する角度信号を得る構成が示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献 1 : 特開 2009 _ 128133 号公報

特許文献 2 : 特開 2008 _ 29070 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献 1、2 に示す技術は、回転部の山部の形状や偏芯の調整、回転子板の内面に設ける空隙形成板の曲面からなる板内面等の加工が非常に困難なものであり、ロータの角度を高精度に検出するレゾルバを製造するためには、非常に精密、複雑な加工および組立を必要とし、作業の手間と多くの時間を要してしまうという課題を有する。

[0007] そこで、本発明は複雑な加工を必要とせず、非常に簡単な組み立て工程で、高感度に角度を検出することができる角度検出装置を提供する。

課題を解決するための手段

[0008] 本願に開示する角度検出装置は、磁性体を含む円板体の透磁率が全体として一軸の異方性を有し、当該円板体を中心点を中心として円板面内で回転するロータと、複数のコイルを有し、少なくとも一のコイルが磁界を発生させる励磁コイルであり、少なくとも一のコイルが前記励磁コイルで励磁された磁界と鎖交して前記ロータの回転角度に応じた電圧を検出する検出コイルであるステータとを備えるものである。

[0009] このように、本願に開示する角度検出装置においては、一軸磁気異方性を有する前記円板体で形成されたロータが回転すると、回転角度に対するパーミアンスが正弦波状に変化する。つまり、ロータが 1 回転すると、前記検出コイルのインダクタンスは正弦波状に変化し、ロータが機械角で 180 度回転する毎に、電機角で 360 度の正弦波状に変化することで角度を検出するものであり、構造が非常に簡単で且つ、複雑な加工・組立が不要であり、非常に容易に低コストで製造することができるという効果を奏する。

[0010] 本願に開示する角度検出装置は、前記ステータが前記ロータの円板体の板面に対向して略同一外形で近接配設され、前記ステータを複数の扇状体に分割し、当該扇状体の外周であって、少なくとも直線部分に前記励磁コイル及び検出コイルを前記扇状体ごとに交互に配設しているものである。

[0011] このように、本願に開示する角度検出装置においては、ステータがロータの円板体の外側面に対向して配設されるのではなく、ロータの円板体の板面に対向して配設される面構造になっているため、機能を低下させることなく

、簡単な製造工程で薄型化することができるという効果を奏する。

[001 2] 本願に開示する角度検出装置は、前記ステータを挟んで前記ロータが配設される面と反対の方向に、前記ステータの円板体に対向して略同一外形で配設されるバックヨークを備えるものである。

[001 3] このように、本願に開示する角度検出装置においては、ステータを挟んでロータが配設される面と反対方向の板面に、ステータの円板体に対向して略同一外形で配設されるバックヨークを備えるため、磁界を強くし検出感度を上げることができるという効果を奏する。なお、このバックヨークはステータと一体的な部品と捉えてもよい。

[0014] 本願に開示する角度検出装置は、前記ステータが略同一外形の扇状体に4分割され、前記ステータの円板体の中心点に関して対向する位置の前記扇状体の2つの組のうち、一方の組を構成する扇状体の外周であって、少なくとも直線部分に配設されたコイルを検出コイルとし、他方の組を構成する扇状体の外周であって、少なくとも直線部分に配設されたコイルを励磁コイルとし、前記励磁コイルが配設された扇状体の組について、各扇状体に配設された励磁コイルが相互に逆極性となる磁界を発生するように当該励磁コイルが配設され、前記検出コイルが配設された扇状体の組について、各扇状体に配設される検出コイルが相互に逆極性となるように配設されるものである。

[001 5] このように、本願に開示する角度検出装置においては、ステータが略同一外形の扇状体に4分割され、一方の対向する扇状体の外周であって、少なくとも直線部分に配設されたコイルを検出コイルとし、他方の対向する扇状体の外周であって、少なくとも直線部分に配設されたコイルを励磁コイルとし、励磁コイルが配設された扇状体の組について、各扇状体に配設された励磁コイルが相互に逆極性となる磁界を発生するように当該励磁コイルが配設され、前記検出コイルが配設された扇状体の組について、各扇状体に配設される検出コイルが相互に逆極性となるように配設されることで、一軸磁気異方性の容易軸方向と困難軸方向との特性による励磁コイルと検出コイルの結合を利用して、180度を周期とする角度検出を行うことができるという効果

を奏する。

[001 6] 本願に開示する角度検出装置は、前記ステータを略同一外形の8つの扇状体に分割した分割扇状体のうち、少なくとも3つの分割扇状体を前記ロータの板面に対向して扇状に近接配設し、前記3つの分割扇状体の外周であって、少なくとも直線部分に2つの前記検出コイルと1つの前記励磁コイルとを交互に配設しているものである。

[001 7] このように、本願に開示する角度検出装置においては、ステータを略同一外形の8つの扇状体に分割した分割扇状体のうち、少なくとも3つの分割扇状体を前記ロータの板面に対向して扇状に近接配設し、前記3つの分割扇状体の外周であって、少なくとも直線部分に2つの前記検出コイルと1つの前記励磁コイルとを交互に配設しているため、必要最小限のステータの部品で $\sin$ 成分と $\cos$ 成分とを正確に検出して、精度よくロータの角度を検出することができるという効果を奏する。特に、専用のIC等を用いて、この2相の出力電圧のアークタングェントを取るような装置構成とすることで、製造工程を単純化して製造効率を上げることができるという効果を奏する。

[001 8] 本願に開示する角度検出装置は、前記ステータを挟んで前記ロータが配設される面と反対の方向に、前記ステータの円板体に対向して配設されるバックヨークを備え、前記バックヨークが、少なくとも前記近接配設される分割扇状体間の近接箇所に覆設されるものである。

[001 9] このように、本願に開示する角度検出装置においては、ステータを挟んでロータが配設される面と反対の方向に、ステータの円板体に対向して配設されるバックヨークを備え、バックヨークが、少なくとも分割扇状体間の近接箇所に覆設されるため、コイル間の結合が最も強くなる箇所にのみバックヨークが配設されることとなり、必要最小限のバックヨークで角度の検出精度を保つことができるという効果を奏する。

[0020] 本願に開示する角度検出装置は、前記ステータが略同一外形の扇状体に16分割され、隣接する前記扇状体が交互に励磁コイルと検出コイルとを配設されており、前記隣接する扇状体の8つの組のうち、前記ステータの円板体

の中心点に関して十の字状に対向する4つの組の一方が $\sin$ 成分を検出し、他方が $\cos$ 成分を検出するものである。

[0021] このように、本願に開示する角度検出装置においては、ステータが略同一外形の扇状体に16分割され、隣接する扇状体が交互に励磁コイルと検出コイルとを配設されており、隣接する扇状体の8つの組のうち、十の字状に対向する4つの組の一方が $\sin$ 成分を検出し、他方が $\cos$ 成分を検出するため、この2相の信号に基づいて回転角度を容易に求めることができるという効果を奏する。特に専用のIC等を用いて、この2相の出力電圧のアークタングェントを取るような装置構成とすることで、製造工程を単純化して製造効率を上げることができるという効果を奏する。

[0022] 本願に開示する角度検出装置は、前記ステータを挟んで前記ロータが配設される面と反対の方向に、前記ステータの円板体に対向して略同一外形で配設されるバックヨークを備え、前記バックヨークが前記ステータの扇状体の8つの組に対応して、略同一外形の扇状体に8分割され、各扇状体の間に間隙を有するものである。

[0023] このように、本願に開示する角度検出装置においては、バックヨークが前記ステータの扇状体の8つの組に対応して、略同一外形の扇状体に8分割され、各扇状体の間に間隙を有するものであるため、コイル間の結合が最も強くなる箇所にのみバックヨークが配設されることとなり、必要最小限のバックヨークで角度の検出精度を保つことができるという効果を奏する。

[0024] 本願に開示する角度検出装置は、前記ステータが、前記ロータの円板体と略同一外形の円板体を分割して形成される複数の分割扇状体のうち、中心角を45度とする2つの分割扇状体を励磁用分割扇状体として前記円板体の中心に関して対向して配設し、当該配設された励磁用分割扇状体の外周であつて、少なくとも直線部分に相互に逆極性となる磁界を発生するように励磁コイルを配設し、前記励磁用分割扇状体に隣接し、2つの分割扇状体を $\sin$ 検出用扇状体として前記円板体の中心に関して対向して配設し、当該配設された $\sin$ 検出用扇状体の外周であつて、少なくとも直線部分に $\sin$ 成分

を検出するための検出コイルを相互に逆極性となるように配設し、前記励磁用分割扇状体に隣接し、当該励磁用分割扇状体を挟んで前記 $\sin$ 検出用扇状体と反対側に、2つの分割扇状体を $\cos$ 検出用扇状体として前記円板体の中心に関して対向して配設し、当該配設された $\cos$ 検出用扇状体の外周であって、少なくとも直線部分に $\cos$ 成分を検出するための検出コイルを相互に逆極性となるように配設しているものである。

[0025] このように、本願に開示する角度検出装置においては、中心角を45度とする2つの励磁用分割扇状体を円板体の中心に関して対向して配設し、その外周に相互に逆極性となる磁界を発生するように励磁コイルを配設し、励磁用分割扇状体に隣接し、2つの $\sin$ 検出用扇状体を円板体の中心に関して対向して配設し、 $\sin$ 検出用扇状体の外周に $\sin$ 成分を検出するための検出コイルを相互に逆極性となるように配設し、励磁用分割扇状体を挟んで $\sin$ 検出用扇状体と反対方向に隣接し、2つの $\cos$ 検出用扇状体を円板体の中心に関して対向して配設し、 $\cos$ 検出用扇状体の外周に $\cos$ 成分を検出するための検出コイルを相互に逆極性となるように配設しているため、 $\sin$ 成分と $\cos$ 成分とを正確に検出して、精度よくロータの角度を検出することができるという効果を奏する。

[0026] 本願に開示する角度検出装置は、前記ステータが複数の扇状体に分割された分割扇状体からなり、前記分割扇状体のうち、中心角を45度とする4つの分割扇状体を励磁用分割扇状体として前記円板体の中心に関して十字状に対向して配設し、前記4つの励磁用分割扇状体のうち2つの前記励磁用分割扇状体の内部を通過する磁界の方向が正極性であり、他の2つの前記励磁用分割扇状体の内部を通過する磁界の方向が負極性となるように、前記配設された励磁用分割扇状体の外周であって、少なくとも直線部分に励磁コイルを配設し、前記励磁用分割扇状体に隣接し、4つの分割扇状体を $\sin$ 検出用扇状体として前記円板体の中心に関して十字状に対向して配設し、当該配設された $\sin$ 検出用扇状体の外周であって、少なくとも前記励磁用分割扇状体に隣接する直線部分に $\sin$ 成分を検出するための $\sin$ 検出コイルを配

設すると共に、2つの前記 $\sin$ 検出コイルを正極性の方向に配設し、他の2つの前記 $\sin$ 検出コイルを負極性の方向に配設し、前記励磁用分割扇状体に隣接し、前記励磁用分割扇状体を挟んで前記 $\sin$ 検出用扇状体と反対側に、4つの分割扇状体を $\cos$ 検出用扇状体として前記円板体の中心に関して十字状に対向して配設し、当該配設された $\cos$ 検出用扇状体の外周であって、少なくとも前記励磁用分割扇状体に隣接する直線部分に $\cos$ 成分を検出するための $\cos$ 検出コイルを配設すると共に、2つの前記 $\cos$ 検出コイルを正極性の方向に配設し、他の2つの前記 $\cos$ 検出コイルを負極性の方向に配設しているものである。

[0027] このように、本願に開示する角度検出装置においては、中心角を45度とする4つの励磁用分割扇状体を円板体の中心に関して十字状に対向して配設し、前記4つの励磁用分割扇状体のうち2つの前記励磁用分割扇状体の内部を通過する磁界の方向が正極性であり、他の2つが負極性となるように、前記励磁用分割扇状体の外周に励磁コイルを配設し、励磁用分割扇状体に隣接し、4つの $\sin$ 検出用扇状体を円板体の中心に関して十字状に対向して配設し、 $\sin$ 検出用扇状体の外周に $\sin$ 成分を検出するための $\sin$ 検出コイルを配設すると共に、2つの $\sin$ 検出コイルを正極性の方向に配設し、他の2つを負極性の方向に配設し、励磁用分割扇状体を挟んで $\sin$ 検出用扇状体と反対方向に隣接し、4つの $\cos$ 検出用扇状体を円板体の中心に関して十字状に対向して配設し、 $\cos$ 検出用扇状体の外周に $\cos$ 成分を検出するための $\cos$ 検出コイルを配設すると共に、2つの $\cos$ 検出コイルを正極性の方向に配設し、他の2つを負極性の方向に配設しているため、 $\sin$ 成分と $\cos$ 成分とを正確に検出して、精度よくロータの角度を検出することができるという効果を奏する。

[0028] 本願に開示する角度検出装置は、前記ステータを挟んで前記ロータが配設される面と反対の方向にバックヨークを備え、前記バックヨークが、少なくとも近接配設される前記励磁用分割扇状体と前記 $\sin$ 検出用コイルとの間及び前記励磁用分割扇状体と $\cos$ 検出用コイルとの間の近接箇所に覆設さ

れるものである。

[0029] このように、本願に開示する角度検出装置においては、ステータを挟んで前記ロータが配設される面と反対の方向にバックヨークを備え、前記バックヨークが、少なくとも近接配設される前記励磁用分割扇状体と前記 $\sin$ 検出用コイルとの間及び前記励磁用分割扇状体と $\cos$ 検出用コイルとの間の近接箇所に覆設されるため、コイル間の結合が最も強くなる箇所にのみバックヨークが配設されることとなり、必要最小限の部材で形成されたバックヨークで角度の検出精度を保つことができると共に、局所的に強い磁気結合を得ることができるので $\cos$ 検出用コイルと $\sin$ 検出用コイルが密集して配設される箇所、特に扇状体で形成される円板体の中心部分の領域においても $\sin$ 成分、 $\cos$ 成分を正確に分離して検出することができるという効果を奏する。

[0030] 本願に開示する角度検出装置は、前記バックヨークが略半円筒状であり、円筒面端部のエッジの一方が前記励磁用分割扇状体に近接配設され、他方が前記 $\sin$ 検出用コイル又は前記 $\cos$ 検出用コイルに近接配設されているものである。

[0031] このように、本願に開示する角度検出装置においては、バックヨークが略半円筒状であり、円筒面端部のエッジの一方が前記励磁用分割扇状体に近接配設され、他方が前記 $\sin$ 検出用コイル又は前記 $\cos$ 検出用コイルに近接配設されているため、磁界が一巡する閉路内の磁気抵抗を抑えつつ、強い磁気結合を得て $\sin$ 成分、 $\cos$ 成分を正確に分離して検出することができるという効果を奏する。

[0032] 本願に開示する角度検出装置は、前記ロータを挟んで、当該ロータに対向して2つの前記ステータが配設され、前記ステータの位相が面内方向に45度ずれた状態で固定されているものである。

[0033] このように、本願に開示する角度検出装置においては、ロータを挟んで、当該ロータに対向して2つの前記ステータが配設され、前記ステータの位相が面内方向に45度ずれた状態、すなわち中心軸の周りに45度回転させた

状態で固定されているため、 $\sin$ 成分と $\cos$ 成分とを正確に検出して、精度よくロータの角度を検出することができるという効果を奏する。特に、必要に応じて変調波抑圧の出力を可能とする2つのステータを用いることで、極めて正確に角度を検出することが可能となる。

[0034] 本願に開示する角度検出装置は、位相を揃えて固定されている2つのステータの間に、一軸の異方性が面内方向に45度ずれた状態で貼り合わされた前記ロータが配設されているものである。

[0035] このように、本願に開示する角度検出装置においては、位相を揃えて固定されている2つのステータの間に、一軸の異方性が面内方向に45度ずれた状態、すなわち中心軸の周りに45度回転させた状態で貼り合わされた前記ロータが配設されているため、 $\sin$ 成分と $\cos$ 成分とを正確に検出して、精度よくロータの角度を検出することができるという効果を奏する。特に、必要に応じて変調波抑圧の出力を可能とする2つのステータを用いることで、極めて正確に角度を検出することが可能となる。

[0036] 本願に開示する角度検出装置は、前記ロータの板面に対向して、2つの前記ステータの位相が面内方向に45度ずれた状態で貼り合わされて近接配設されるものである。

[0037] このように、本願に開示する角度検出装置においては、前記ロータの板面に対向して、2つの前記ステータの位相が面内方向に45度ずれた状態、すなわち中心軸の周りに45度回転させた状態で貼り合わされて近接配設されるため、 $\sin$ 成分と $\cos$ 成分とを正確に検出して、精度よくロータの角度を検出することができるという効果を奏する。特に、必要に応じて変調波抑圧の出力を可能とする2つのステータを用いることで、極めて正確に角度を検出することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0038] [図1] 第1の実施形態に係る角度検出装置の全体図である。

[図2] 第1の実施形態に係る角度検出装置の各部品を示す図である。

[図3] 第1の実施形態に係る角度検出装置の角度検出の原理を示す図である。

[図4] 第1の実施形態に係る角度検出装置の一軸磁気異方性を持つ磁性体を磁化する励磁磁界 H 中の磁化に寄与する成分 ($H \parallel$) の角度依存性と磁化の進行を示す図である。

[図5] 第1の実施形態に係る角度検出装置の出力電圧波形を示す図である。

[図6] 第1の実施形態に係る角度検出装置の角度検出を示す図である。

[図7] 第1の実施形態に係る角度検出装置におけるロータの形成方法の例を示す図である。

[図8] 第2の実施形態に係る角度検出装置の各部品を示す図である。

[図9] 第2の実施形態に係る角度検出装置の角度検出を示す図である。

[図10] 第2の実施形態に係る角度検出装置の出力電圧波形を示す図である。

[図11] 第3の実施形態に係る角度検出装置の各部品を示す図である。

[図12] 第3の実施形態に係る角度検出装置の出力結果を示す図である。

[図13] 第4の実施形態に係る角度検出装置の各部品を示す図である。

[図14] 第4の実施形態に係る角度検出装置の各部品を組み合わせた場合の上面図である。

[図15] 第5の実施形態に係る角度検出装置のステータを示す図である。

[図16] 第6の実施形態に係る角度検出装置のステータを示す第1の図である。

[図17] 第6の実施形態に係る角度検出装置のステータを示す第2の図である。

[図18] 第6の実施形態に係る角度検出装置のバックヨークを示す図である。

[図19] 第6の実施形態に係る角度検出装置の出力結果を示す図である。

[図20] 第7の実施形態に係る角度検出装置の側断面図である。

[図21] 第7の実施形態に係る角度検出装置のステータ及びロータの構造を示す第1の図である。

[図22] 第7の実施形態に係る角度検出装置のステータ及びロータの構造を示す第2の図である。

[図23] 第8の実施形態に係る角度検出装置のステータ及び側断面図を示す図

である。

[図24] 第9の実施形態に係る角度検出装置の側断面図である。

[図25] 第10の実施形態に係る角度検出装置の側断面図である。

発明を実施するための最良の形態

[0039] (本発明の第1の実施形態)

本実施形態に係る角度検出装置について、図1ないし図7を用いて説明する。図1は、本実施形態に係る角度検出装置の全体図、図2は、本実施形態に係る角度検出装置の各部品を示す図、図3は、本実施形態に係る角度検出装置の角度検出の原理を示す図、図4は、本実施形態に係る角度検出装置の一軸磁気異方性を持つ磁性体を磁化する励磁磁界Hの中の磁化に寄与する成分 ($H \parallel$) の角度依存性と磁化の進行を示す図、図5は、本実施形態に係る角度検出装置の出力電圧波形を示す図、図6は、本実施形態に係る角度検出装置の角度検出を示す図、図7は、本実施形態に係る角度検出装置におけるロータの形成方法の例を示す図である。

[0040] 本実施形態に係る角度検出装置は、一軸磁気異方性を有する円板体で形成され、当該円板体を中心点を中心として円板面内で回転するロータと、複数のコイルを有し、少なくとも一のコイルが磁界を発生させる励磁コイルであり、少なくとも一のコイルが前記励磁コイルで励磁された磁界と鎖交して前記ロータの回転角度に応じた電圧を検出する検出コイルであるステータとを備える。また、ステータがロータの円板体の板面に対向して略同一外形で配設され、ステータを扇状（又は半円状）に2つに分割し、それぞれの分割領域の外周に沿って励磁コイル又は検出コイルを巻回している。さらに、ステータを挟んでロータが配設される面と反対の方向に、ステータの円板体に対向して略同一外形で配設されるバックヨークを備える。

[0041] 本発明において、ステータは、ロータの円板体と略同一外形の固定部材を、中心から放射状に扇状体に分割し、分割された各扇状体の外周に沿って励磁コイル又は検出コイルを巻回したもの、又は、扇状体の固定部材の外周に沿って励磁コイル又は検出コイルを巻回したものを、ロータの円板体と略同

—外形の円板体に組み合わせたものとする。また、コイルを巻回する固定部材を、磁性体で形成するようにしてもよいし、固定部材の板面に磁性体を配設して形成するようにしてもよい。

[0042] 図 1 (A) は、本実施形態に係る角度検出装置 1 の斜視図、図 1 (B) は、図 1 (A) の矢印 I から見た角度検出装置 1 の断面図、図 2 は、本実施形態に係る角度検出装置 1 におけるバックヨーク 2、ステータ 3、及びロータ 5 の上面図である。角度検出装置 1 は、一軸磁気異方性を有する円板体で形成され、枢軸 6 が接合する中心点 5 a を中心として円板面内で回転するロータ 5 と、ロータ 5 の円板面に対向して非接触状態で略同一外形のステータ 3 と、方向性を持たない (等方性の) 磁性薄板をステータ 3 と略同一外形で形成し、ステータ 3 に接触又は非接触状態でロータ 5 が配設される面と反対方向の面に対向して配設されるバックヨーク 2 とを有する。なお、図 1 (A) において、説明のためバックヨーク 2 を半円状で描画しているが、実際にはステータ 3 と略同一外形の円板体である。また、バックヨーク 2 は必ずしも配設する必要はないが、磁束の結合を強めるために配設されることが望ましい。

[0043] ステータ 3 は、半円状に分割 (3 a, 3 b) されており、その各領域 3 a, 3 b の側面部分には検出用コイル 4 a (S 1 とする) と励磁用コイル 4 b (P 1 とする) とが巻回されている。この検出コイル 4 a、及び励磁コイル 4 b は、例えば 0.1 mm の銅線 100 ターンからなる。バックヨーク 2 は、励磁コイル 4 b が作る磁束を検出コイル 4 a と効率よく鎖交させることができ、それにより感度を上げることができる。バックヨーク 2 は、例えば幅 5 cm 程度の広幅アモルファス磁性薄帯を数枚重ねて接着し、円板状に成形したものを使用することができる。また、例えば 0.1 mm ~ 2 mm 程度の厚さをもつパーマロイの薄板を成形したものを使用してもよい。

[0044] ロータ 5 は、円板体で形成され、その面方向に一軸磁気異方性 (図 1 (A)、図 2 (C) の線方向) を有する磁性体板又は磁性コンポジット板が、枢軸 6 に中心点 5 a で接合されている。一軸磁気異方性を持つ磁性体では、磁

性体が容易に磁化される容易軸方向と、それに直交する方向で磁化するのが困難な困難軸方向が存在する。つまり、枢軸 6 の回動に合わせてロータ 5 が回動し、それに伴って磁気異方性の容易軸方向が変化する。この磁気異方性の容易軸方向の変化を利用して回転角度を検出することができる。磁気方向を容易軸方向とし、磁気方向と垂直な方向を困難軸方向とする。容易軸方向の透磁率は大きく、それに垂直な方向にある困難軸方向では真空の透磁率と同程度に小さい。

[0045] なお、ここでは、ロータ 5 の中心点 5 a と枢軸 6 とを接合し、枢軸 6 の回動に合わせてロータ 5 が回動する構成を示しているが、枢軸 6 を設けることなく、例えばロータ 5 の側部からの 3 点以上の支持ローラ（中心点と各支持点との角度が 180 度未満とする）により、ロータ 5 を円板面内で回動させるようにしてもよい。

[0046] 励磁コイル 4 b は、交流電源 4 0 に接続しており、交流電流が供給される。励磁コイル 4 b に交流電流が供給されることで、ステータ 3 の領域 3 b には面方向に垂直な方向に磁界が発生する。この磁界はコイルの銅線近傍で最も強く、領域 3 b の中心方向にいくにしたがって弱くなっている。つまり、検出コイル 4 a と励磁コイル 4 b が隣接している領域 3 0 においては、強い磁界が発生している。

[0047] 検出コイル 4 a は、励磁コイル 4 b により励磁された磁界により、その磁界に応じた電圧が生じ、その電圧を検出コイル 4 b に接続された同期検波回路 4 1 で検出する。このとき、ロータ 5 の角度により検出される電圧値が変化する。

[0048] 次に、本実施形態に係る角度検出装置における角度検出の原理について、図 3 を用いて説明する。図 3 は、ステータ 3 とロータ 5 とが積層された状態を示しており、ロータ 5 にある磁性体は磁気異方性エネルギー K_u の一軸磁気異方性を持ち、その容易軸方向が、ステータ 3 に対して角度 θ 傾いている状態を示している。

[0049] 励磁コイル P 1 と検出コイル S 1 とは、それらの隣接領域 3 0 で磁束 ϕ に

よる磁気結合が生じる。角度 e が 0 度の場合、容易軸方向の特性により励磁コイル P_1 と S_1 との間の磁気結合が最大となり、 S_1 からの出力電圧は最大になる。 e が 90 度の場合、困難軸方向の特性により磁気結合は最小となり S_1 からの出力電圧は最小となる。 S_1 からの出力の角度 e への依存性は、 $(\cos e)^2$ となる。以下、図4を用いて説明する。

[0050] 図4 (A) に示すように、励磁コイル P_1 の隣接領域 30 の直線部分に垂直に生じる励磁磁界 H は、磁化容易軸方向成分 H_Z と、 H をはさんで H_Z に直交した磁化困難軸方向成分 $H_{\perp}$ とに分離できる。図4 (B)、(C) は、容易軸方向に平行に短冊状磁区が発生すると理想化したときの磁化分布を示しており、磁壁の方向は一軸磁気異方性と平行で、磁性板の磁束密度は磁壁方向、つまり K_u 方向のみからなる。図4 (B) は、消磁状態で J_s の方向が右上向きと左下向きで同量であり $B_{\perp} = 0$ である。図4 (C) は、右上方向に磁化されている状態 $B_{\perp} > 0$ である。

[0051] 図4 (C) に示すように、 K_u の方向に平行な短冊状磁区の集合からなる磁性板の磁化過程は、 $H_{\perp}$ に平行な方向の磁化を持つ磁区の幅が増加し、反平行方向な磁区の幅が減少する。磁性板の磁束密度は K_u 方向のみで透磁率を μ とすれば、 $B_{\perp} = \mu H_{\perp}$ となり、全ての磁気モーメントは容易軸方向に平行か反平行としたモデルの仮定より、 $B_{\parallel} = 0$ としてよい。隣接領域 30 にある検出コイル S_1 の直線部分に鎖交する成分は、 $B_{\perp}$ の $\theta = 0$ 方向 (直線部分に垂直) 成分であるので、 $B_{\perp} \cos \theta = \mu H_{\perp} \cos \theta = \mu H (\cos \theta)^2$ となる。

[0052] 磁界が角周波数 ω の交流電流によって励磁されているとすると、振幅を H_0 とした場合に、 $H = H_0 \sin \omega t$ となるから、検出コイル S_1 への誘起電圧 V_0 は、コイルの巻き数や形状に関する比例定数を p として、 $V_0 = p \mu H_0 (\cos \theta)^2 \sin \omega t$ で与えられる。同期検波により $\sin \omega t$ を消去することで、この角度検出装置1の出力は $(\cos e)^2$ に比例した出力電圧を与えることがわかる。実際には、一軸磁気異方性を持つ磁性板だけでなく、空間を通して励磁コイル P_1 と検出コイル S_1 が結合しているので、 $(\cos e$

)²によらない一定の出力も現れる。このため、90度、270度でも出力は0にならない(図5の出力電圧波形を参照)。

[0053] 上述したように、励磁コイルP1と検出コイルS1との磁気結合が角度 θ に応じて変化し、それに伴って出力電圧が変化する。磁気結合は、コイルの大きさ、コイルとロータ5との距離、バックヨーク2の形状等によって変化するが、原形状が一定(回転は除く)に保たれれば、適当な係数によって表されるため、角度 θ の関数として磁気結合係数を次のように表すこととする。

[0054] [数1]

$$k(\theta) = k_0 \cos^2 \theta + k_1$$

k_0 は磁気結合の角度依存成分の係数で、 k_1 は角度によって変化しない磁気結合の成分を示す。

[0055] 上記原理に基づいて、本実施形態に係る角度検出装置の角度検出について説明する。図6は、ロータの角度検出を示している。図6の各図は、角度検出装置1を上部方向から見た場合の図であり、わかりやすくするために、ステータ3の領域3a, 3b、及びロータ5の容易軸方向を線で示している。図6(A)が回転角度0度、図6(B)が回転角度45度、図6(C)が回転角度90度の場合である。上述したように、ロータ5は一軸磁気異方性を有しているため、その容易軸方向には磁束が多く通りやすく、困難軸方向には磁束が通りにくし。

[0056] つまり、図6(A)に示すように、検出コイルS1と励磁コイルP1との隣接領域である領域30では、励磁された磁束の方向とロータ5の容易軸方向とが平行(角度 θ が0度)であるため、検出コイルS1と鎖交する磁束が多くなり、出力が大きくなる。ロータ5が45°回転した場合には、図6(B)に示すように、領域30では励磁された磁束の方向とロータ5の容易軸方向とが45度であるため、0度の場合ほどの磁束が通りにくくなり、その分出力が小さくなる。ロータ5が90度回転した場合には、図6(C)に示

すように、領域 30 では励磁された磁束の方向とロータ 5 の容易軸方向とが垂直（角度 θ が 90 度）であるため、検出コイル S1 と鎖交する磁束が少なくなり、出力が小さくなる。このように、ロータ 5 の回転角度に応じて検出コイル S1 の鎖交磁束、及びその鎖交磁束に対応する電圧値を検出することで、ロータ 5 の回転角を得ることができる。

[0057] なお、図 1 においては、ロータ 5 のみが枢軸 6 により枢支され、ステータ 3 及びバックヨーク 2 が、ロータの円板面に対向する構成としたが、ステータ 3 及びバックヨーク 2 についても枢軸 6 に枢支される構成であってもよい。その場合、ステータ 3 の中央部にもロータ 5 の中央部にある孔と同形状の孔を有し、その孔を迂回するように扇状体の外周にコイルを配設する。そうすることにより、隣接領域 30 が 2 分割され、それぞれの領域において、ロータ 5 の容易軸方向に応じた磁束の結合が生じる。例えば、図 6 の場合、中央部の孔には枢軸 6 が貫通され、その貫通孔を迂回するように励磁コイルと検出コイルが巻回されている。そして、隣接領域 30 は左右の 2 領域に分割されている。ステータ側は枢軸 6 に直接支持されず、ベアリング等を介して支持され、さらに不動部へ固定される。

[0058] また、ステータ 3 の形成においては、円板体を扇状体に分割し、それぞれの扇状体に励磁コイルや検出コイルを巻回して形成するようにしてもよいし、最初に扇状体の外形となるように励磁コイルと検出コイルを作っておき、それを円板体に固定するようにしてもよい。さらに、それらのコイルを印刷やエッチング等で形成するようにしてもよい。さらにまた、分割された一の扇状体の直線部分の一部又は全部に、同時に 1 方向の電流が流れるように励磁用のコイル又は配線が配設され、同様に他の扇状体に誘起電圧の検出用のコイル又は配線が配設されるようにしてもよい。

[0059] さらに、ロータ 5 の一軸磁気異方性の形成方法については、例えば、円板状の非磁性基体に細いリボン状の磁性体や磁性ワイヤ等を一方向に並べて（例えば、幅 1 mm、厚さ 20 μ m 程度のアモルファス磁性薄帯を平行で密に接着して）形成する方法（図 7（A）を参照）、磁性体と非磁性体とを縦横

に編み込んで樹脂含浸してして形成する方法（図7（B）を参照）、磁性体にエッチング機械加工などで溝を彫って形成する方法（図7（C）参照）、エッチングにより形成された鋳型にめっきする方法（図7（D）を参照）、例えば、圧延された方向に磁気異方性を持つ方向性珪素鋼板や、磁場中の熱処理によって、一方向の磁気異方性が形成されたパーマロイやアモルファス磁性体等を円板状に切り抜いて形成する方法（図7（E）を参照）等、様々な方法で形成することができる。

[0060] このように、本実施形態に係る角度検出装置によれば、ロータ5が一軸磁気異方性を有する円板体で構成された、極めてシンプルな構造であるため、複雑な加工を必要とせず、非常に容易に製造することができる。

[0061] また、ステータ3がロータ5の円板体の外側面に対向して配設されるのではなく、ロータ5の円板体の板面に対向して配設される面構造になっているため、機能を低下させることなく、簡単な製造工程で薄型化することができる。

[0062] さらに、ステータ3を挟んでロータ5が配設される面と反対方向の板面に、ステータ3の円板体に対向して略同一外形で配設されるバックヨーク2を備えるため、磁界を強くし検出感度を上げることができる。

[0063] （本発明の第2の実施形態）

本実施形態に係る角度検出装置について、図8ないし図10を用いて説明する。図8は、本実施形態に係る角度検出装置の各部品を示す図、図9は、本実施形態に係る角度検出装置の角度検出を示す図、図10は、本実施形態に係る角度検出装置の出力電圧波形を示す図である。

[0064] なお、本実施形態において前記第1の実施形態と重複する説明については省略する。

[0065] 本実施形態に係る角度検出装置は、円板体のステータが略同一外形の扇状体に4分割され、ステータの円板体の中心点に関して対向する位置の2つの扇状体の2つの組のうち、一方の組を構成する第1の扇状体と第3の扇状体との外周に沿って巻回されたコイルを検出コイルとし、他方の組を構成する

第2の扇状体と第4の扇状体との外周に沿って巻回されたコイルを励磁コイルとし、第2の扇状体に巻回された励磁コイルにより励磁される磁界の方向と、第4の扇状体に巻回された励磁コイルにより励磁される磁界の方向とが相互に逆極性となるように励磁コイルが巻回される。また、第1の扇状体に巻回された検出コイルと第3の扇状体に巻回された検出コイルも互いに逆極性となるように結線される。ここで、第1の扇状体と第3の扇状体が、ステータの円板体の軸に関して対向する1つの組を形成し、第2の扇状体と第4の扇状体が、ステータの円板体の軸に関して対向する他の組を形成している。

[0066] 図8(A)が本実施形態に係る角度検出装置におけるバックヨーク2の上面図、図8(B)が本実施形態に係る角度検出装置におけるステータ3の上面図、図8(C)が本実施形態に係る角度検出装置におけるロータ5の上面図である。本実施形態においては、図8(B)に示すようにステータ3が略同一外形の扇状体に4分割されており、円板体の中心点に関して対向する位置の扇状体の2つの組((3a, 3c)と(3b, 3d))のうち、第1の扇状体3aと第3の扇状体3cとで構成される組のそれぞれの外周に沿って巻回されたコイルが検出コイル4a, 4c(S1, S2とする)であり、第2の扇状体3bと第4の扇状体3dとで構成される組のそれぞれの外周に沿って巻回されたコイルが励磁コイル4b, 4d(P1, P2とする)である。各コイルは、それぞれの扇状体の外周に沿って100ターン程度巻回され、コイルの高さは2mm程度となる。

[0067] 励磁コイルP1とP2は、ステータ3の面方向に対して垂直方向の磁束の向きが、相互に逆になる(一方がN極の場合、他方がS極となる)ように巻回されて接続されており、検出コイルS1とS2は、相互に巻き方向が逆となるように結線される。こうすることで、ロータ5の回転角度が0度の場合には、検出コイルS1と励磁コイルP1、及び検出コイルS2と励磁コイルP2が、ロータ5の磁気異方性の容易軸方向に位置するため、強く結合する。逆に、検出コイルS1と励磁コイルP2、及び検出コイルS2と励磁コイル

P 1 は、ロータ 5 の磁気異方性の困難軸方向に位置するため結合がほぼ 0 となる。

[0068] 上下に並んだ検出コイル S 1 と励磁コイル P 1、及び検出コイル S 2 と励磁コイル P 2 のコイル間の結合係数 k の角度依存性は、 $k(\Theta) = k_0 \cos^2 \theta + k_1$ (θ は垂直方向を 0 度とする)。励磁コイルが作る磁束を $\phi(P 1)$ 、 $\phi(P 2)$ とする。励磁コイル P i から検出コイル S j への結合を、 $k_{ji}(\Theta)$ で表すと、出力 S 1 — S 2 は、

[0069] [数 2]

$$S1 - S2 = j\omega k_{11}(\theta)\phi(P1) + j\omega k_{12}(\theta)\phi(P2) - j\omega k_{21}(\theta)\phi(P1) - j\omega k_{22}(\theta)\phi(P2)$$

$$k_{11} = k_{22} = k_0 \cos^2 \theta + k_1, \quad k_{12} = k_{21} = k_0 \cos^2 \left(\frac{\pi}{2} - \theta \right) + k_1$$

これから、0 度のときの出力 S 1 — S 2 は、

[0070] [数 3]

$$S1 - S2 = j\omega k_0 (\phi(P1) - \phi(P2))$$

$$= 2 \sin^2 \theta (k_1 - k_0) (\phi(P1) + \phi(P2))$$

となって最大となる (図 9 (A) に相当)。このとき、 k_1 に起因する出力は差し引かれて、出力にその影響が現れない。45 度のときは、 $k_{11} = k_{22} = k_{12} = k_{21}$ で、S 1 — S 2 は 0 となる (図 9 (B) に相当)。90 度のときは、 k_{12} 、 k_{21} による結合のみが生じ、出力 S 1 — S 2 (図 9 (C) に相当) は、

[0071] [数 4]

$$S1 - S2 = k_0 \phi(P2) - \phi(P1) = -2j\omega k_0 \phi(P1)$$

また、135 度の場合は、45 度のときと同じく出力は 0 (図 9 (D) に

相当)、さらに180度の場合は、0度のときの出力の符号を反転したものとなる(図9(E)に相当)。つまり、180°を周期とする角度の検出ができる。本実施形態に係る角度検出装置の出力結果を図10に示す。

[0072] なお、本実施形態におけるバックヨーク2は、ロータ5の円板と略同一外形の円板体としてもよいし、4つに分割されたステータ3のそれぞれの近接領域を少なくとも覆うように分割されたものでもよい。

[0073] このように、本実施形態に係る角度検出装置によれば、ステータ3が略同一外形の扇状体に4分割され、ステータ3の円板体の軸に関して一方の対向する第1の扇状体3aと第3の扇状体3cとの外周に沿って巻回されたコイルを検出コイル4a, 4cとし、他方の対向する第2の扇状体3bと第4の扇状体3dとの外周に沿って巻回されたコイルを励磁コイル4b, 4dとし、第2の扇状体3bの励磁コイル4bにより励磁される磁界の方向と、第4の扇状体3dの励磁コイル4dにより励磁される磁界の方向とが相互に逆極性とすることで、一軸磁気異方性の容易軸方向と困難軸方向との特性による励磁コイル4b, 4dと検出コイル4a, 4cとの結合を利用して、180度を周期とする角度検出を行うことができる。

[0074] (本発明の第3の実施形態)

本実施形態に係る角度検出装置について、図11及び図12を用いて説明する。図11は、本実施形態に係る角度検出装置の各部品を示す図、図12は、本実施形態に係る角度検出装置の出力結果を示す図である。

[0075] なお、本実施形態において前記各実施形態と重複する説明については省略する。

[0076] 本実施形態に係る角度検出装置は、円板体のステータを略同一外形の8つの扇状体に分割した分割扇状体のうち、少なくとも3つの分割扇状体をロータの板面に対向して扇状に近接配設し、3つの分割扇状体の外周に沿って少なくとも2つの検出コイルと1つの励磁コイルとを交互に巻回している。また、ステータを挟んでロータが配設される面と反対の方向に、ステータの板面に対向して配設されるバックヨークを備え、バックヨークが、少なくとも

近接配設される分割扇状体間の近接箇所に覆設される。

[0077] 図 1 1 (A) が本実施形態に係る角度検出装置におけるバックヨーク 2 の上面図、図 1 1 (B) が本実施形態に係る角度検出装置におけるステータ 3 の上面図、図 1 1 (C) が本実施形態に係る角度検出装置におけるロータ 5 の上面図である。ロータ 5 の構成は、前記各実施形態と同様に円板体で形成され、その面方向に一軸磁気異方性を有し、中心点 5 a を中心に円板面内で回転することで、磁気方向を変化させる。ステータ 3 は、図 1 0 (B) に示すように、ロータ 5 と略同一外形の円板体を 8 つの略同一形状の扇状体 (中心角が 4 5 度の扇状体) に分割した分割扇状体を少なくとも 3 つ近接配設して形成される (扇状体 3 a ~ 3 c) 。

[0078] この 3 つの分割扇状体 3 a ~ 3 c には、それぞれ交互に検出コイルと励磁コイルとか巻回されており、ここでは、分割扇状体 3 a に検出コイル S 1、分割扇状体 3 b に励磁コイル P 1、分割扇状体 3 c に検出コイル S 2 が巻回されている。

[0079] バックヨーク 2 は、ロータ 5 と略同一外形を有する円板体であってもよいが、少なくとも、磁界の結合を強める必要性が高い、検出コイル S 1 と励磁コイル P 1 との近接領域、及び励磁コイル P 1 と検出コイル S 2 との近接領域を覆うように配設されればよい。

[0080] 図 1 1 に示すようにステータ 3 が形成されることで、検出コイルと励磁コイルとの一方の近接領域で $\sin$ 成分を検出し、他方の近接領域で $\cos$ 成分を検出する。例えば、励磁コイル P 1 から検出コイル S 1 への誘起電圧が、ロータ 5 が 1 8 0 度の場合に発生する磁気結合である場合には、励磁コイル P 1 から検出コイル S 2 への誘起電圧により、ロータ 5 が 1 3 5 度の場合に発生する磁気結合により生じる電圧が検出される。

[0081] つまり、前記第 2 実施形態の場合に比べコイルの形状の違いによる係数の違いを考慮して、検出コイル S 1 の出力電圧と検出コイル S 2 の出力電圧はそれぞれ、

[0082]

[数5]

$$S1 = j\omega m_{11}(\theta)\phi(P1) = j\omega(m_0 \cos^2 \theta + m_1)\phi(P1)$$

$$S2 = j\omega m_{12}(\theta)\phi(P1) = j\omega\left(m_0 \cos^2\left(\theta + \frac{\pi}{4}\right) + m_1\right)\phi(P1)$$

と表せる。 m_1 、 m_0 は、 k_1 、 k_0 に対応する係数である。

[0083] 検出コイルS1の出力波形と検出コイルS2の出力波形とそれぞれを復調した波形を図12に示す。図12(A)が検出コイルS1の出力波形、図12(B)が検出コイルS2の出力波形、図12(C)がそれぞれを復調した波形を示す。図12(C)に示すように、それぞれの波形がsinとcosの関係にあることがわかる。つまり、これらの2相の出力電圧のアークタンジェントを取ることで、専用のIC等を利用して簡単に正確に角度を検出することができる。

[0084] このように、本実施形態に係る角度検出装置によれば、ステータ3を略同一外形の8つの扇状体に分割した分割扇状体のうち、少なくとも3つの分割扇状体をロータ5の板面に対向して扇状に近接配設し、配設した3つの各分割扇状体の外周に沿って少なくとも2つの検出コイルS1、S2と1つの励磁コイルP1とを交互に巻回しているため、必要最小限のステータ3の部品でsin成分とcos成分とを正確に検出して、精度よくロータ5の角度を検出することができる。特に、専用のIC等を用いて、この2相の出力電圧のアークタンジェントを取るような装置構成とすることで、製造工程を単純化して製造効率を上げることができる。

[0085] また、ステータ3を挟んでロータ5が配設される面と反対の方向に、ステータ3の円板体に対向して配設されるバックヨーク2を備え、バックヨーク2が、少なくとも分割扇状体間の近接箇所に覆設されるため、コイル間の結合が最も強くなる箇所にのみバックヨーク2が配設されることとなり、必要最小限のバックヨーク2で角度の検出精度を保つことができる。

[0086] (本発明の第4の実施形態)

本実施形態に係る角度検出装置について、図 13 及び図 14 を用いて説明する。図 13 は、本実施形態に係る角度検出装置の各部品を示す図、図 14 は、本実施形態に係る角度検出装置の各部品を組み合わせた場合の上面図である。

[0087] なお、本実施形態において前記各実施形態と重複する説明については省略する。

[0088] 本実施形態に係る角度検出装置は、ステータ 3 が略同一外形の扇状体に 16 分割され、隣接する扇状体が交互に励磁コイルと検出コイルとを巻回されており、隣接する扇状体の 8 つの組のうち、ステータの中心点に関して十字の位置にある 4 つの組の一方が $\sin$ 成分を検出し、他方が $\cos$ 成分を検出する。また、ステータ 3 を挟んでロータ 5 が配設される面と反対の方向に、ステータ 3 の円板体に対向して略同一外形で配設されるバックヨーク 2 を備え、このバックヨーク 2 がステータ 3 の扇状体の 8 つの組に対応して、略同一外形の扇状体に 8 分割され、各扇状体の間に間隙を有するものである。

[0089] 図 13 (A) は、本実施形態に係る角度検出装置におけるバックヨーク 2 の上面図、図 13 (B) は、本実施形態に係る角度検出装置におけるステータ 3 の上面図、図 13 (C) は、本実施形態に係る角度検出装置におけるロータ 5 の上面図である。本実施形態においては、図 13 に示すようにステータ 3 が略同一外形の扇状体に 16 分割されており、隣接する位置の扇状体には、交互に検出コイル ($S_1 \sim S_8$) と励磁コイル ($P_1 \sim P_8$) とが巻回され、それぞれが 8 つの組 ($(3a, 3b)$ と $(3c, 3d)$ と $(3e, 3f)$ と $(3g, 3h)$ と $(3i, 3j)$ と $(3k, 3l)$ と $(3m, 3n)$ と $(3o, 3p)$) を形成している。この 8 つの組に対応して、バックヨーク 2 が 8 つの扇状体 ($2a \sim 2h$) に分割されており、各扇状体間には間隙が形成されている。

[0090] なお、ロータ 5 の構成は、前記各実施形態と同様に円板体で形成され、その面方向に一軸磁気異方性を有し、中心点 5a を中心に円板面内で回転する

ことで、磁気方向を変化させる。

[0091] 上記バックヨーク2、ステータ3、及びロータ5を組み合わせて積層した場合の図を図14に示す。図14に示すように、バックヨークの1つの扇状体（例えば、2a）にステータ3の1つの組（例えば、(3a, 3b)）が対応しており、このバックヨーク2（扇状体2a）が、検出コイル（例えば、S1）と励磁コイル（例えば、P1）との組における磁気結合を強くしている。一方、組と組との間（例えば、(3a, 3b)の組と(3c, 3d)の組との間）は、バックヨークの扇状体に間隙が形成されているため、検出コイル（S2）と励磁コイル（P1）の間では結合が非常に弱くなっている。

[0092] つまり、図14の構成から、中心点に関して垂直方向に対向する位置に配設される扇状体の4つの組（(3a, 3b)、(3e, 3f)、(3i, 3j)、(3m, 3n)）で $\sin$ 成分を検出し、別の垂直方向に対向する位置に配設される扇状体の4つの組（(3c, 3d)、(3g, 3h)、(3k, 3l)、(3o, 3p)）で $\cos$ 成分を検出することができる。これらの2相の出力電圧のアークタンジェントを取ることで、専用のIC等を利用して正確に角度を検出することができる。

[0093] このように、本実施形態に係る角度検出装置によれば、ステータ5が略同一外形の扇状体に16分割され、隣接する扇状体が交互に励磁コイルと検出コイルとを巻回されており、隣接する扇状体の8つの組のうち、垂直に対向する4つの組の一方が $\sin$ 成分を検出し、他方が $\cos$ 成分を検出するため、この2相の信号に基づいて回転角度を容易に求めることができる。特に専用のIC等を用いて、この2相の出力電圧のアークタンジェントを取るような装置構成とすることで、製造工程を単純化して製造効率を上げることができる。

[0094] また、バックヨークがステータの扇状体の8つの組に対応して、略同一外形の扇状体に8分割され、各扇状体の間に間隙を有するものであるため、コイル間の結合が最も強くなる箇所にもバックヨークが配設されることとな

り、必要最小限のバックヨークで角度の検出精度を保つことができる。

[0095] (本発明の第5の実施形態)

本実施形態に係る角度検出装置について、図15を用いて説明する。図15は、本実施形態に係る角度検出装置のステータを示す図である。

[0096] なお、本実施形態において前記各実施形態と重複する説明については省略する。

[0097] 図15(A)に示すように、本実施形態に係る角度検出装置は、ステータ3が複数の扇状体(分割扇状体とする)に分割され、分割扇状体のうち中心角を45度とする励磁用分割扇状体3a, 3bが円板体の中心に関して対向して(円板体の中心点に関して点対称となるように)配設されている。この励磁用分割扇状体3a, 3bには、それぞれの外周に、逆極性の磁界が発生するように励磁コイル+Pと-Pとが配設されている。

[0098] また、励磁用分割扇状体3a, 3bに隣接すると共に、円板体の中心に関して対向する2つの分割扇状体がsin検出用扇状体3c, 3dとして配設されている。このsin検出用扇状体3c, 3dには、それぞれの外周に、sin成分の信号を検出するための検出コイル+Sと-Sとが相互に逆極性となるように配設されている。

[0099] さらに、励磁用分割扇状体3a, 3bをsin検出用扇状体3c, 3dで挟むようにして、励磁用分割扇状体3a, 3bに隣接し、円板体の中心に関して対向する2つの分割扇状体がcos検出用扇状体3e, 3fとして配設されている。このcos検出用扇状体3e, 3fには、それぞれの外周に、cos成分の信号を検出するための検出用コイル+Cと-Cとが相互に逆極性となるように配設されている。

[0100] sin成分の出力は、図15における○印の箇所において検出され、cos成分の出力は△印の箇所において検出される。sin成分の出力 $v(S/P)$ は、

[0101]

[数6]

$$v(S/P) = 2j \sin \left(k_0 + k_1 \cos^2 \left(\Theta + \frac{\pi}{4} \right) \right)$$

となり、 $\cos$ 成分の出力 $v(C/P)$ は、

[01 02] [数7]

$$v(C/P) = 2j \cos(k_0 + \cos^2(\Theta))$$

となる。なお、図15 (A) においては、 $\sin$ 検出用扇状体3c, 3d 及び $\cos$ 検出用扇状体3e, 3f の中心角をそれぞれ45度とし、扇状体3g, 3hを空き領域としているが、図15 (B) に示すように $\sin$ 検出用扇状体3c, 3d 及び $\cos$ 検出用扇状体3e, 3f の中心角をそれぞれ67.5度としてもよい。

[01 03] また、本実施形態におけるロータの構成は、前記各実施形態と同様に円板体で形成され、その面方向に一軸磁気異方性を有し、中心点5aを中心に円板面内で回転することで、磁気方向を変化させる。

[01 04] さらに、ステータ3を挟んでロータ5が配設される面と反対の方向に、ステータ3の円板体に対向して配設されるバックヨーク2を備えており、このバックヨーク2は、ステータ3の円板体と同一外形の円板体とする。

[01 05] (本発明の第6の実施形態)

本実施形態に係る角度検出装置について、図16ないし図19を用いて説明する。図16は、本実施形態に係る角度検出装置のステータを示す第1の図、図17は、本実施形態に係る角度検出装置のステータを示す第2の図、図18は、本実施形態に係る角度検出装置のバックヨークを示す図、図19は、本実施形態に係る角度検出装置の出力結果を示す図である。

[01 06] なお、本実施形態において前記各実施形態と重複する説明については省略する。

[01 07] 図16 (A) に示すように、本実施形態に係る角度検出装置は、ステータ

3 が複数の扇状体（分割扇状体とする）に分割され、分割扇状体のうち中心角を45度とする4つの励磁用分割扇状体3a, 3b, 3c, 3dが円板体の中心に関して十字状に対向して（円板体の中心点に関して点対称となるように）配設されている。この励磁用分割扇状体3a, 3b, 3c, 3dには、それぞれの外周に、円板体の中心に関して対向する位置にある励磁用分割扇状体同士（励磁用分割扇状体3aと3c又は励磁用分割扇状体3bと3d）が逆極性の磁界を発生するように励磁コイル+P（励磁用分割扇状体3a、3d）と-P（励磁用分割扇状体3b、3c）とが配設されている。

[0108] また、励磁用分割扇状体3a, 3b, 3c, 3dに隣接すると共に、円板体の中心に関して十字状に対向する4つの分割扇状体がsin検出用扇状体3e, 3f, 3g, 3hとして配設されている。このsin検出用扇状体3e, 3f, 3g, 3hには、それぞれの外周に、sin成分の信号を検出するための検出コイル+S（sin検出用扇状体3e、3f）と-S（sin検出用扇状体3g、3h）とが、円板体の中心に関して対向する位置にあるsin検出用扇状体同士（sin検出用扇状体3eと3g又はsin検出用扇状体3fと3h）で相互に逆極性となるように配設されている。

[0109] さらに、励磁用分割扇状体3a, 3b, 3c, 3dをsin検出用扇状体3e, 3f, 3g, 3hで挟むようにして、励磁用分割扇状体3a, 3b, 3c, 3dに隣接し、円板体の中心に関して十字状に対向する4つの分割扇状体がcos検出用扇状体3i, 3j, 3k, 3lとして配設されている。このcos検出用扇状体3i, 3j, 3k, 3lには、それぞれの外周に、cos成分の信号を検出するための検出用コイル+C（cos検出用扇状体3k、3l）と-C（cos検出用扇状体3i、3j）とが、円板体の中心に関して対向する位置にあるcos検出用扇状体同士（cos検出用扇状体3iと3k又はcos検出用扇状体3jと3l）で相互に逆極性となるように配設されている。

[0110] sin成分の出力は、図16における○印の箇所において検出され、cos成分の出力は△印の箇所において検出される。すなわち、このような構造

とすることで、隣接している励磁コイルと検出コイルとの間でのみ結合（土 P と土 S との間、土 P と土 C との間）が起こり、検出コイル間での結合（土 S と土 C との間）は起こらない。

[01 11] 各検出コイルからの出力電圧を $v(S_i/P_j)$ 、 $v(C_i/P_j)$ （ただし、 i は検出コイルの番号、 j は励磁コイルの番号を示す）とすると、 $\sin$ 成分の出力電圧 v は、

[01 12] [数 8]

$$\begin{aligned} v(S_1/P_1) &= j\omega\phi \left(k_0 + k_1 \cos^2 \left(\theta - \frac{\pi}{4} \right) \right) \\ v(S_2/P_2) &= -j\omega\phi \left(k_0 + k_1 \cos^2 \left(\theta - \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\pi}{2} \right) \right) \right) \\ v(S_3/P_3) &= j\omega\phi \left(k_0 + k_1 \cos^2 \left(\theta - \frac{\pi}{4} \right) \right) \\ v(S_4/P_4) &= -j\omega\phi \left(k_0 + k_1 \cos^2 \left(\theta - \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\pi}{2} \right) \right) \right) \end{aligned}$$

となり、これらの総和から下記のように $\sin$ 出力を得る。

[01 13] [数 9]

$$\begin{aligned} v(S_1/P_1) + v(S_2/P_2) + v(S_3/P_3) + v(S_4/P_4) \\ = 2j\omega\phi k_1 \sin(2\theta) \quad \cdots (!) \end{aligned}$$

同様に、 $\cos$ 成分の出力電圧 v は、

[01 14] [数 10]

$$\begin{aligned} v(C_1/P_1) &= j\omega\phi \left(k_0 + k_1 \cos^2 \left(\theta - \frac{\pi}{2} \right) \right) \\ v(C_2/P_2) &= -j\omega\phi \left(k_0 + k_1 \cos^2(\theta) \right) \\ v(C_3/P_3) &= j\omega\phi \left(k_0 + k_1 \cos^2 \left(\theta - \frac{\pi}{2} \right) \right) \\ v(C_4/P_4) &= -j\omega\phi \left(k_0 + k_1 \cos^2(\theta) \right) \end{aligned}$$

の総和から下記のように $\cos$ 出力を得る。

[01 15] [数 11]

数 1 1

$$\begin{aligned} & v(C_1/P_1) + v(C_3/P_3) + v(C_2/P_2) + v(C_4/P_4) \\ & = -2j_{\omega} \theta k_1 \cos(2\theta) \quad \dots (2) \end{aligned}$$

なお、図 16 (A) に示す構造は、励磁用分割扇状体 3 a , 3 b , 3 c , 3 d の中心角を 45 度とし、sin 検出用扇状体 3 e , 3 f , 3 g , 3 h 及び cos 検出用扇状体 3 i , 3 j , 3 k , 3 l の中心角を 22.5 度としているが、図 16 (B) に示すように sin 検出用扇状体 3 e , 3 f , 3 g , 3 h 及び cos 検出用扇状体 3 i , 3 j , 3 k , 3 l は、励磁用分割扇状体 3 a , 3 b , 3 c , 3 d に隣接していればよく、中心角が 22.5 度以下であってもよい。

[01 16] また、符号 (+ , -) の組み合わせは、図 16 のように限定されない。例えば、図 17 (A) 、 (B) に示すような、上記 (1) 、 (2) 式において角度に依存しない k_0 を打ち消すような構造であればよく、 $v(S_i/P_j)$ や $v(C_i/P_j)$ の値を加算又は減算することで k_0 を打ち消すような配置と極性にすればよい。すなわち、励磁コイルについては 2 つの正極性と 2 つの負極性で構成され、sin 成分を検出するためのコイルのうち 2 つが正極性となるように配設され、他の 2 つが負極性となるように配設され、cos 成分を検出するためのコイルのうち 2 つが正極性となるように配設され、他の 2 つが負極性となるように配設されればよい。それらの組合せにより、 $v(S_i/P_j)$ や $v(C_i/P_j)$ の加算又は減算 (結線方法) を調整することで、sin 成分と cos 成分を同時に検出することができる。このとき、特に図 16 、図 17 に示すように、ステータの中心点に関して対向する位置 (点対称となる位置) にある扇状体の極性を逆極性に配置することで、励磁コイルの磁束を自己で閉じることができるため、遠くまで広がらず他の機器との干渉を起こし難くすることができると共に、検出コイルについては、外部から来る磁気雑音の影響が対向する組みとなる 2 つの検出コイルで大

きさが等しく極性反対の誘起電圧を生じ、直列に結線することで自ら消去することができる。したがって、このように、ステータの中心点に関して対向する位置にある扇状体の極性を逆極性に配置することが望ましい。

[01 17] さらに、本実施形態におけるロータの構成は、前記各実施形態と同様に円板体で形成され、その面方向に一軸磁気異方性を有し、中心点 5 a を中心に円板面内で回転することで、磁気方向を変化させる。

[01 18] さらにまた、ステータ 3 を挟んでロータ 5 が配設される面と反対の方向に、ステータ 3 の円板体に対向して配設されるバックヨーク 2 を備えており、このバックヨーク 2 は、ステータ 3 の円板体と同一外形の円板体であってもよいし、図 18 に示すように励磁用分割扇状体と、 $\sin$ 検出用分割扇状体又は $\cos$ 検出用分割扇状体との隣接部分にバックヨーク 2 を備えるようにしてもよい。バックヨーク 2 の形状は、図 18 (A) に示すような平板状のものであってもよいし、図 18 (B) に示すような略半円筒状のものであってもよい。

[01 19] 本実施形態に係る角度検出装置の出力結果を図 19 に示す。ここでは、コイルを 20 ターンとし、図 19 (A) では、縦軸が出力電圧、横軸が機械角 180 度を 100 とした角度を示し、図 19 (B) では、図 19 (A) の出力に基づいて $\text{Arctan}(\sin/\cos)$ を計算した角度 (縦軸はラジアン) を示している。これらの結果から明らかなように、図 19 (A) のそれぞれの波形が $\sin$ 成分と $\cos$ 成分の出力を示し、これらの 2 相の出力電圧のアークタンジェントを取ることで、専用の IC 等を利用して簡単に正確に角度を検出することができる。

[01 20] (本発明の第 7 の実施形態)

本実施形態に係る角度検出装置について、図 20 ないし図 22 を用いて説明する。図 20 は、本実施形態に係る角度検出装置の側断面図、図 21 は、本実施形態に係る角度検出装置のステータ及びロータの構造を示す第 1 の図、図 22 は、本実施形態に係る角度検出装置のステータ及びロータの構造を示す第 2 の図である。

[01 21] なお、本実施形態において前記各実施形態と重複する説明については省略する。

[01 22] 本実施形態に係る角度検出装置は、図 8 (B) に示すステータを 2 つ用いて $\sin$ 成分と $\cos$ 成分とを検出するものである。図 20 に角度検出装置の側断面図を示す。図 20 において、枢軸 6 とロータ 5 とが中心点で接合されて枢軸 6 と共に円板面内で回転する。ロータ 5 の円板面に対向し、非接触状態で略同一外形のステータ 31, 32 が固定されている。なお、ステータ 3 に接触又は非接触状態でロータ 5 が配設される面と反対方向の面に対向して配設されるバックヨーク 2 を有するようにしてもよい。

[01 23] 図 20 の構成において、ステータ 31, 32 及びロータ 5 の配置を図 21 に示す。図 21 に示すように、図 8 (B) のステータ 31, 32 (中心角 90 度の分割扇状体 4 つで形成) を、それぞれ面内方向に 45 度ずらして配置する。ロータ 5 は、ステータ 31, 32 の間で一軸の磁気異方性を有して回転しているため、一方のステータでは $\sin$ 成分が検出され、他方のステータでは $\cos$ 成分が検出される。図 10 にも示した通り、このステータ 31, 32 は変調波抑圧の成分検出が可能であることから、本実施形態に係る角度検出装置は、非常に正確な角度検出を行うことができる。

[01 24] また、本実施形態の角度検出装置は、以下に示す図 22 のような構成とすることもできる。図 20 の構成において、ステータ 31, 32 を位相を揃えて配置し、それぞれのステータ 31, 32 の間に、異方性を面内方向に 45 度ずらして貼り合わされたロータ 5 を配置する。ロータ 5 の異方性が 45 度ずれていることから、ロータが回転することで、一方のステータでは $\sin$ 成分が検出され、他方のステータでは $\cos$ 成分が検出される。

[01 25] なお、上記各実施形態において、励磁コイル及び検出コイルは、ステータの扇状体における側面全体に配設してもよいし、少なくとも直線部分にのみ配線されるようにしてもよい。

[01 26] 以上の前記各実施形態により本発明を説明したが、本発明の技術的範囲は実施形態に記載の範囲には限定されず、これら各実施形態に多様な変更又は

改良を加えることが可能である。

[01 27] (本発明の第 8 の実施形態)

本実施形態に係る角度検出装置について、図 2 3 を用いて説明する。図 2 3 は、本実施形態に係る角度検出装置のステータ及び側断面図を示す図である。

[01 28] なお、本実施形態において前記各実施形態と重複する説明については省略する。

[01 29] 本実施形態に係る角度検出装置は、第 7 の実施形態に係る角度検出装置と同様に、2 つのステータ 3 を用いて $\sin$ 成分と $\cos$ 成分とを検出するものであるが、図 2 3 (A) に示すように、図 8 に示す 4 分割されたステータ 3 を 4 5 度ずらして張り合わせたもの (ステータ 3 1、3 2) を用い、それに対向させて図 2 3 (B) に示すようにロータ 5 及びバックヨーク 2 が配設される。P 1 の系統には、例えば $\sin \omega t$ の励磁用の電流が入力され、P 2 の系統には、例えば $\sin 2 \omega t$ の励磁用の電流が入力される。このとき、P 1 系統の $\sin \omega t$ と P 2 系統の $\sin 2 \omega t$ とが混信しないように同期検波を行う。

[01 30] なお、図 2 3 において、P 2 系統の周波数 f_2 は、P 1 系統の周波数 f_1 に対して 2 倍となっているが、それぞれが異なる周波数 (例えば、 $f_1 - f_2 > 100 \text{ Hz}$ 程度) であれば十分に分離可能である。また、P 1 系統に $\sin \omega t$ (又は $\cos \omega t$) の電流を入力し、P 2 系統に $\cos \omega t$ (又は $\sin \omega t$) の電流を入力する構成であってもよい。

[01 31] S 1 の系統から出力される電圧と S 2 の系統から出力される電圧とは、 90° の位相差が生じ、それぞれ $\sin$ 相、 $\cos$ 相として用いる。このような構成にすることで、図 1 0 に示すように、歪みの少ない $\sin$ 波形を得ることができ、高精度な角度検出装置を実現することができる。

[01 32] (本発明の第 9 の実施形態)

本実施形態に係る角度検出装置について、図 2 4 を用いて説明する。図 2 4 は、本実施形態に係る角度検出装置の側断面図である。

[01 33] なお、本実施形態において前記各実施形態と重複する説明については省略する。

[01 34] 本実施形態に係る角度検出装置は、前記各実施形態の角度検出装置における、少なくとも径方向からの外部磁界を遮蔽するためのシールド7を備える。図24(A)は、第1ないし第6の実施形態に係る角度検出装置の側断面図を示し、図24(B)は、第7の実施形態に係る角度検出装置の側断面図を示している。シールド7は、図24に示すように、少なくとも径方向からの外部磁界を遮蔽すると共に、径方向に垂直な方向(軸方向)からの外部磁界を遮蔽するために、周縁部が曲折されて、ロータ5、ステータ3及びバックヨーク2全体を包含するように配設されることが望ましい。

[01 35] このように、本実施形態に係る角度検出装置によれば、外部磁界を遮蔽して高精度に角度を検出することができる。

[01 36] (本発明の第10の実施形態)

本実施形態に係る角度検出装置について、図25を用いて説明する。図25は、本実施形態に係る角度検出装置の側断面図である。

[01 37] なお、本実施形態において前記各実施形態と重複する説明については省略する。

[01 38] 本実施形態に係る角度検出装置は、前記各実施形態の角度検出装置において、ロータ5の径の大きさがステータ3及びバックヨーク2の径の大きさより小さくなっている。図25(A)は、第1ないし第6の実施形態に係る角度検出装置の側断面図を示し、図25(B)は、第7の実施形態に係る角度検出装置の側断面図を示している。このような構成にすることで、ロータ5に対する回転の遠心力を小さくして負荷を軽減することができる。すなわち、ロータ5が高速回転した場合であっても、破損を防止することができる。また、ロータ5の破損を防止することができると共に、径方向からの外部磁場の影響を抑えて、角度をより高精度に検出することができる。

[01 39] なお、図25において、シールド7を配設しない構成であってもよい。

符号の説明

- [0140]
- 1 角度検出装置
 - 2 ノックヨーク
 - 3 ステータ
 - 4 コイル
 - 4 a 検出コイル
 - 4 b 励磁コイル
 - 4 0 交流電源
 - 4 1 同期検波回路
 - 5 ロータ
 - 5 a 中心点
 - 6 枢軸
 - 7 シールド

請求の範囲

- [請求項1] 磁性体を含む円板体の透磁率が全体として一軸の異方性を有し、当該円板体を中心点を中心として円板面内で回転するロータと、
- 複数のコイルを有し、少なくとも一のコイルが磁界を発生させる励磁コイルであり、少なくとも一のコイルが前記励磁コイルで励磁された磁界と鎖交して前記ロータの回転角度に応じた電圧を検出する検出コイルであるステータとを備えることを特徴とする角度検出装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の角度検出装置において、
- 前記ステータが前記ロータの円板体の板面に対向して略同一外形で近接配設され、前記ステータを複数の扇状体に分割し、当該扇状体の外周であって、少なくとも直線部分に前記励磁コイル及び検出コイルを前記扇状体ごとに交互に配設していることを特徴とする角度検出装置。
- [請求項3] 請求項2に記載の角度検出装置において、
- 前記ステータを挟んで前記ロータが配設される面と反対の方向に、前記ステータの円板体に対向して略同一外形で配設されるバックヨークを備えることを特徴とする角度検出装置。
- [請求項4] 請求項2又は3に記載の角度検出装置において、
- 前記ステータが略同一外形の扇状体に4分割され、
- 前記ステータの円板体の中心点に関して対向する位置の前記扇状体の2つの組のうち、一方の組を構成する扇状体の外周であって、少なくとも直線部分に配設されたコイルを検出コイルとし、他方の組を構成する扇状体の外周であって、少なくとも直線部分に配設されたコイルを励磁コイルとし、
- 前記励磁コイルが配設された扇状体の組について、各扇状体に配設された励磁コイルが相互に逆極性となる磁界を発生するように当該励磁コイルが配設され、前記検出コイルが配設された扇状体の組について、各扇状体に配設される検出コイルが相互に逆極性となるように配

設されることを特徴とする角度検出装置。

[請求項5]

請求項 1 に記載の角度検出装置において、

前記ステータを略同一外形の 8 つの扇状体に分割した分割扇状体のうち、少なくとも 3 つの分割扇状体を前記ロータの板面に対向して扇状に近接配設し、前記 3 つの分割扇状体の外周であって、少なくとも直線部分に 2 つの前記検出コイルと 1 つの前記励磁コイルとを交互に配設していることを特徴とする角度検出装置。

[請求項6]

請求項 5 に記載の角度検出装置において、

前記ステータを挟んで前記ロータが配設される面と反対の方向に、前記ステータの円板体に対向して配設されるバックヨークを備え、

前記バックヨークが、少なくとも前記近接配設される分割扇状体間の近接箇所に覆設されることを特徴とする角度検出装置。

[請求項7]

請求項 2 に記載の角度検出装置において、

前記ステータが略同一外形の扇状体に 16 分割され、

隣接する前記扇状体が交互に励磁コイルと検出コイルとを配設されており、前記隣接する扇状体の 8 つの組のうち、前記ステータの円板体の中心点に関して十の字状に対向する 4 つの組の一方が $\sin$ 成分を検出し、他方が $\cos$ 成分を検出することを特徴とする角度検出装置。

[請求項8]

請求項 7 に記載の角度検出装置において、

前記ステータを挟んで前記ロータが配設される面と反対の方向に、前記ステータの円板体に対向して略同一外形で配設されるバックヨークを備え、

前記バックヨークが前記ステータの扇状体の 8 つの組に対応して、略同一外形の扇状体に 8 分割され、各扇状体の間に間隙を有することを特徴とする角度検出装置。

[請求項9]

請求項 1 に記載の角度検出装置において、

前記ステータが、前記ロータの円板体と略同一外形の円板体を分割

して形成される複数の分割扇状体のうち、中心角を45度とする2つの分割扇状体を励磁用分割扇状体として前記円板体の中心に関して対向して配設し、当該配設された励磁用分割扇状体の外周であって、少なくとも直線部分に相互に逆極性となる磁界を発生するように励磁コイルを配設し、

前記励磁用分割扇状体に隣接し、2つの分割扇状体をsin検出用扇状体として前記円板体の中心に関して対向して配設し、当該配設されたsin検出用扇状体の外周であって、少なくとも直線部分にsin成分を検出するための検出コイルを相互に逆極性となるように配設し、

前記励磁用分割扇状体に隣接し、当該励磁用分割扇状体を挟んで前記sin検出用扇状体と反対側に、2つの分割扇状体をcos検出用扇状体として前記円板体の中心に関して対向して配設し、当該配設されたcos検出用扇状体の外周であって、少なくとも直線部分にcos成分を検出するための検出コイルを相互に逆極性となるように配設していることを特徴とする角度検出装置。

[請求項 10]

請求項2に記載の角度検出装置において、

前記ステータが複数の扇状体に分割された分割扇状体からなり、

前記分割扇状体のうち、中心角を45度とする4つの分割扇状体を励磁用分割扇状体として前記円板体の中心に関して十字状に対向して配設し、前記4つの励磁用分割扇状体のうち2つの前記励磁用分割扇状体の内部を通過する磁界の方向が正極性であり、他の2つの前記励磁用分割扇状体の内部を通過する磁界の方向が負極性となるように、前記配設された励磁用分割扇状体の外周であって、少なくとも直線部分に励磁コイルを配設し、

前記励磁用分割扇状体に隣接し、4つの分割扇状体をsin検出用扇状体として前記円板体の中心に関して十字状に対向して配設し、当該配設されたsin検出用扇状体の外周であって、少なくとも前記励

磁用分割扇状体に隣接する直線部分に $\sin$ 成分を検出するための $\sin$ 検出コイルを配設すると共に、2つの前記 $\sin$ 検出コイルを正極性の方向に配設し、他の2つの前記 $\sin$ 検出コイルを負極性の方向に配設し、

前記励磁用分割扇状体に隣接し、前記励磁用分割扇状体を挟んで前記 $\sin$ 検出用扇状体と反対側に、4つの分割扇状体を $\cos$ 検出用扇状体として前記円板体の中心に関して十字状に対向して配設し、当該配設された $\cos$ 検出用扇状体の外周であって、少なくとも前記励磁用分割扇状体に隣接する直線部分に $\cos$ 成分を検出するための $\cos$ 検出コイルを配設すると共に、2つの前記 $\cos$ 検出コイルを正極性の方向に配設し、他の2つの前記 $\cos$ 検出コイルを負極性の方向に配設していることを特徴とする角度検出装置。

[請求項 11]

請求項 9 又は 10 に記載の角度検出装置において、

前記ステータを挟んで前記ロータが配設される面と反対の方向にバックヨークを備え、

前記バックヨークが、少なくとも近接配設される前記励磁用分割扇状体と前記 $\sin$ 検出用コイルとの間及び前記励磁用分割扇状体と $\cos$ 検出用コイルとの間の近接箇所に覆設されることを特徴とする角度検出装置。

[請求項 12]

請求項 11 に記載の角度検出装置において、

前記バックヨークが略半円筒状であり、円筒面端部のエッジの一方が前記励磁用分割扇状体に近接配設され、他方が前記 $\sin$ 検出用コイル又は前記 $\cos$ 検出用コイルに近接配設されていることを特徴とする角度検出装置。

[請求項 13]

請求項 4 に記載の角度検出装置において、

前記ロータを挟んで、当該ロータに対向して2つの前記ステータが配設され、

前記ステータの位相が面内方向に45度ずれた状態で固定されてい

ることを特徴とする角度検出装置。

[請求項 14]

請求項 4 に記載の角度検出装置において、

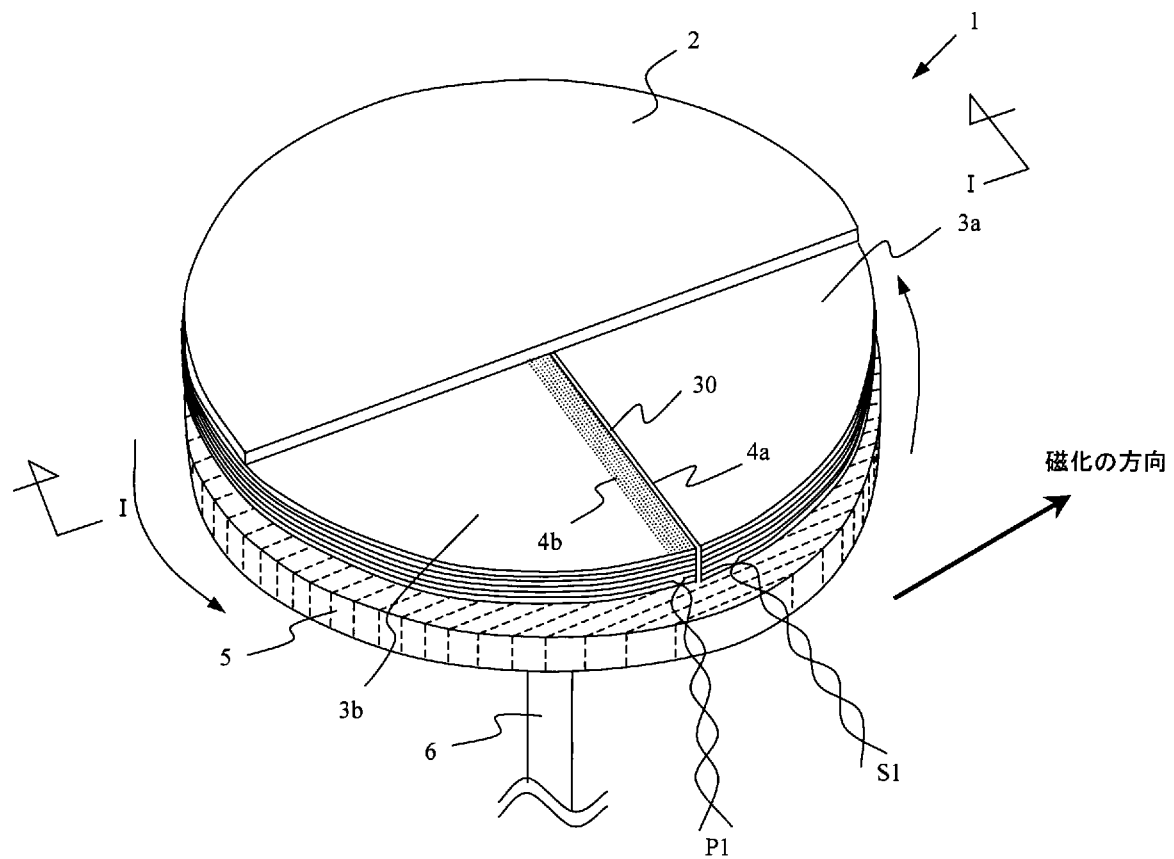
位相を揃えて固定されている 2 つのステータの間に、一軸の異方性が面内方向に 4 5 度ずれた状態で貼り合わされた前記ロータが配設されていることを特徴とする角度検出装置。

[請求項 15]

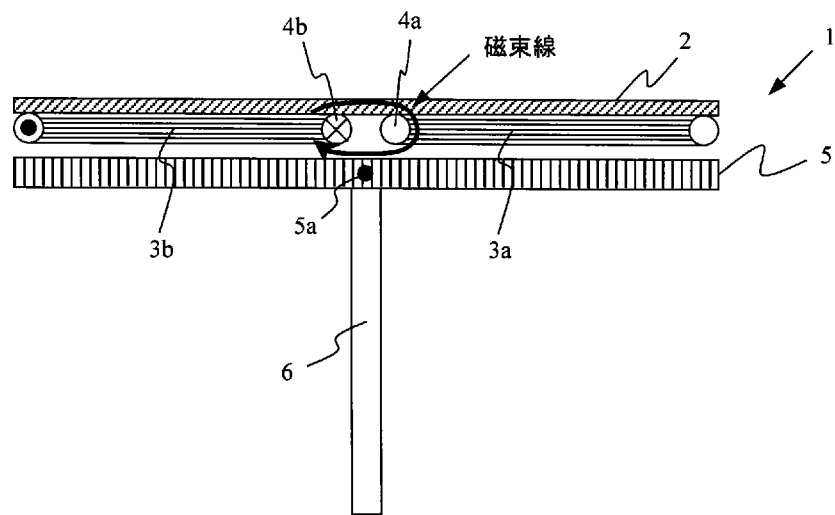
請求項 4 に記載の角度検出装置において、

前記ロータの板面に対向して、2 つの前記ステータの位相が面内方向に 4 5 度ずれた状態で貼り合わされて近接配設されることを特徴とする角度検出装置。

[図1]

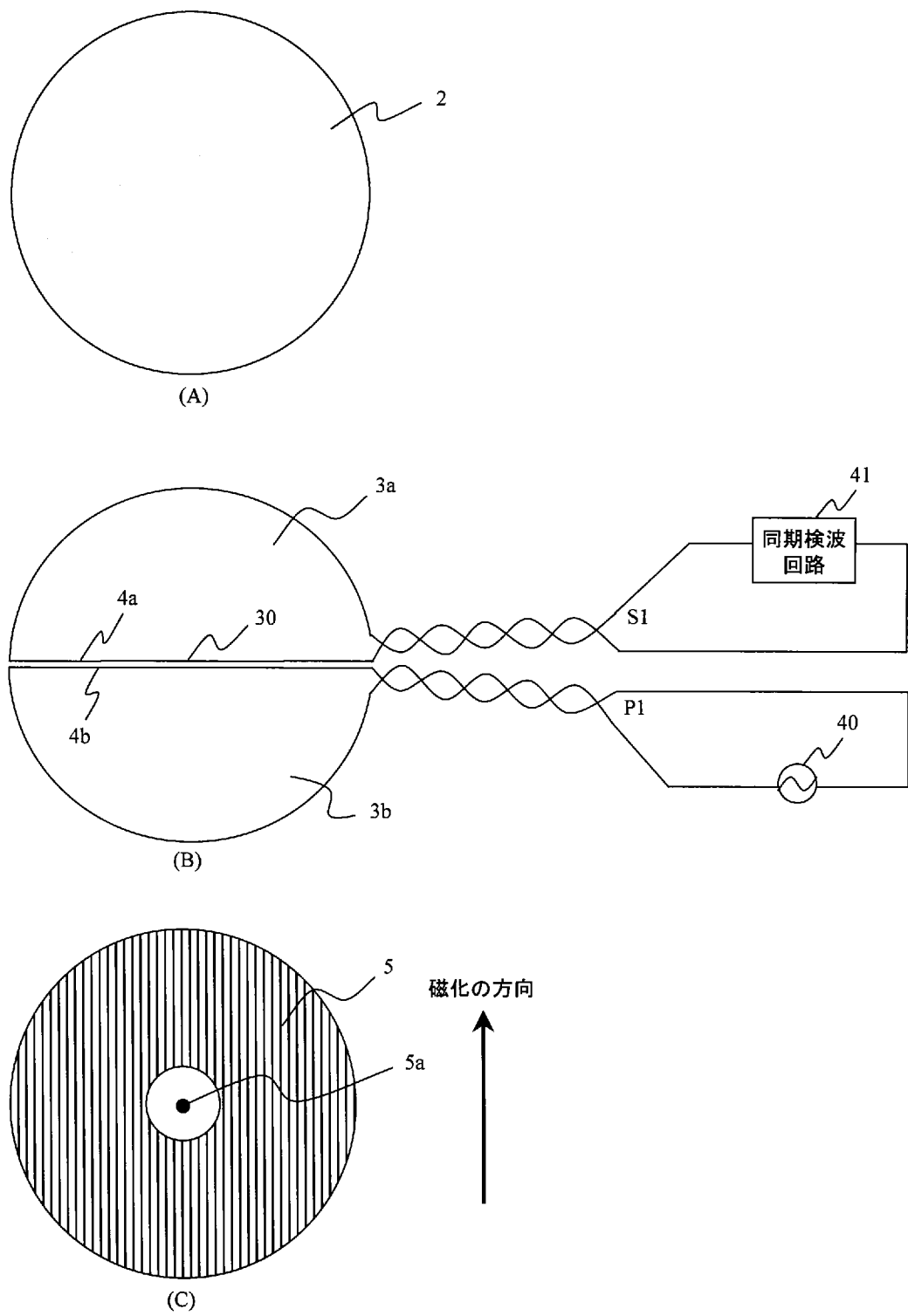


(A)

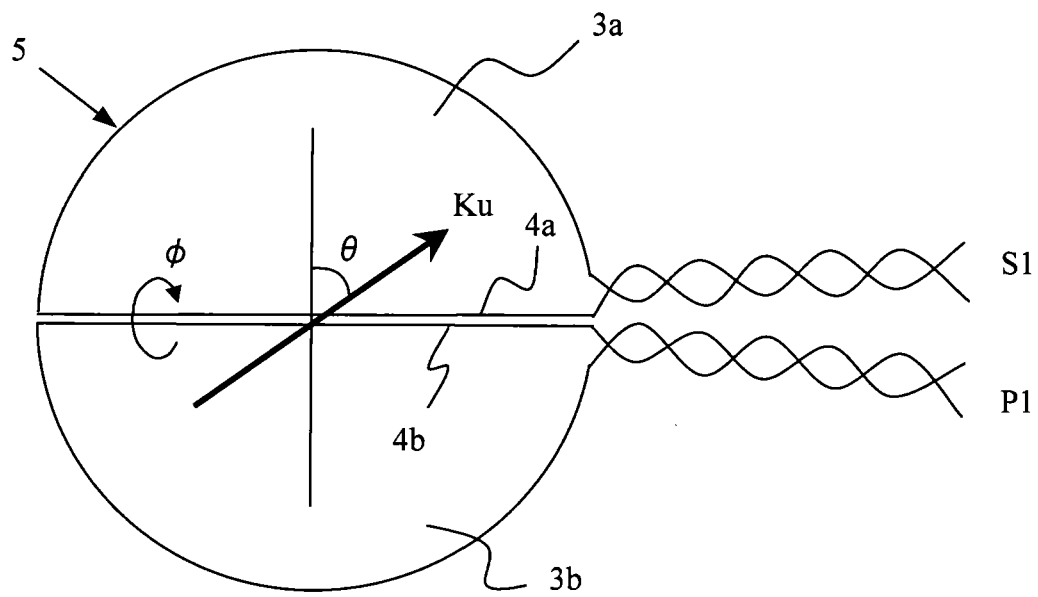


(B)

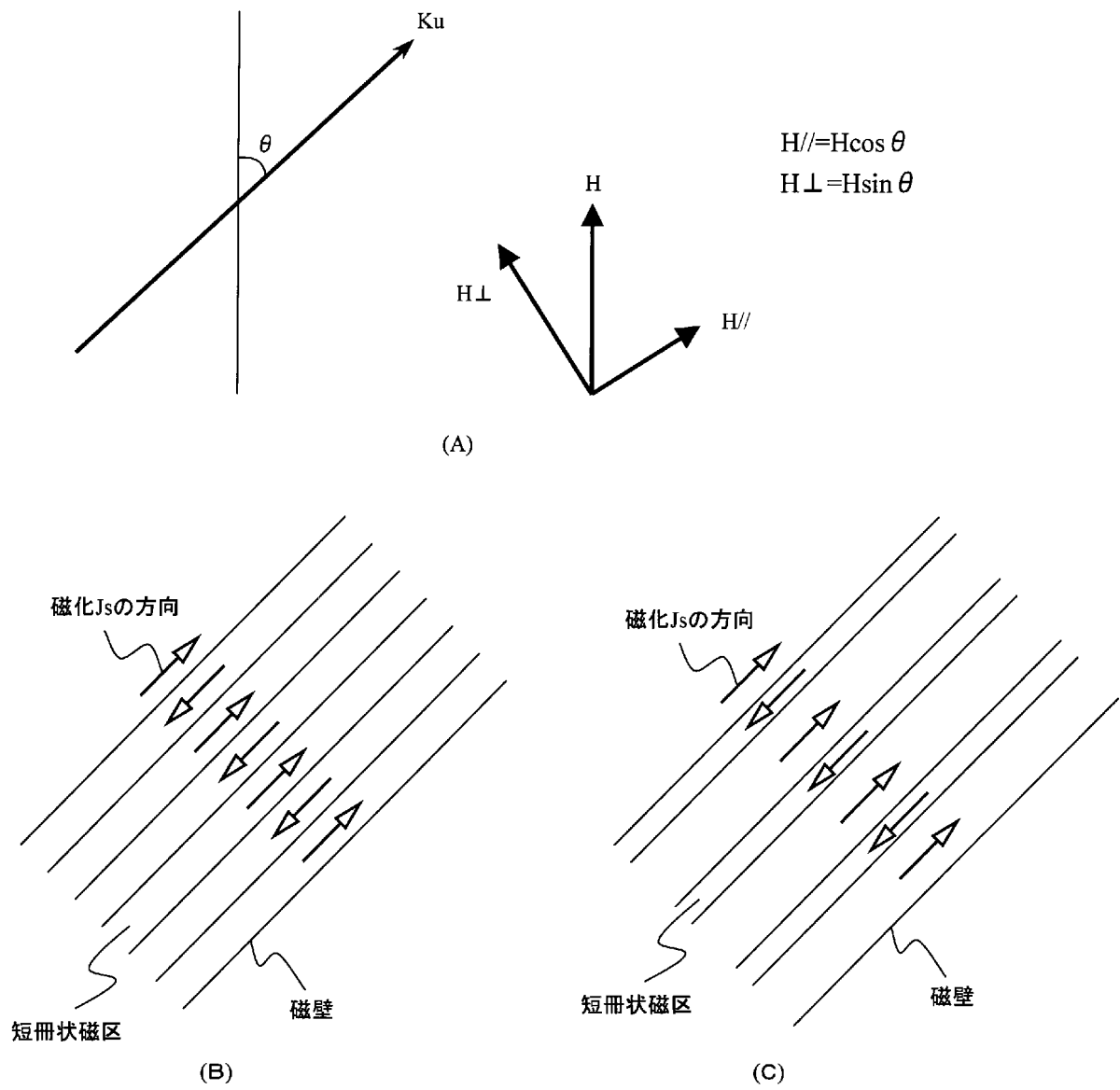
[図2]



[図3]

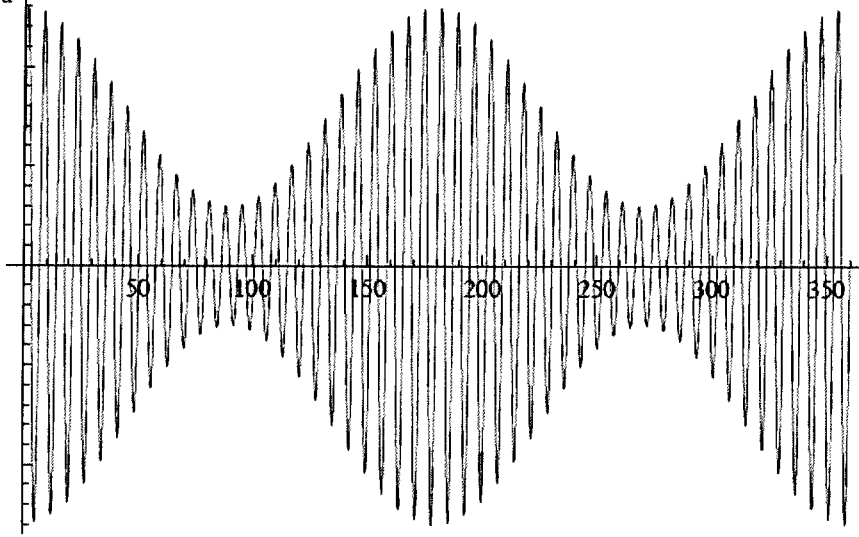


[図4]

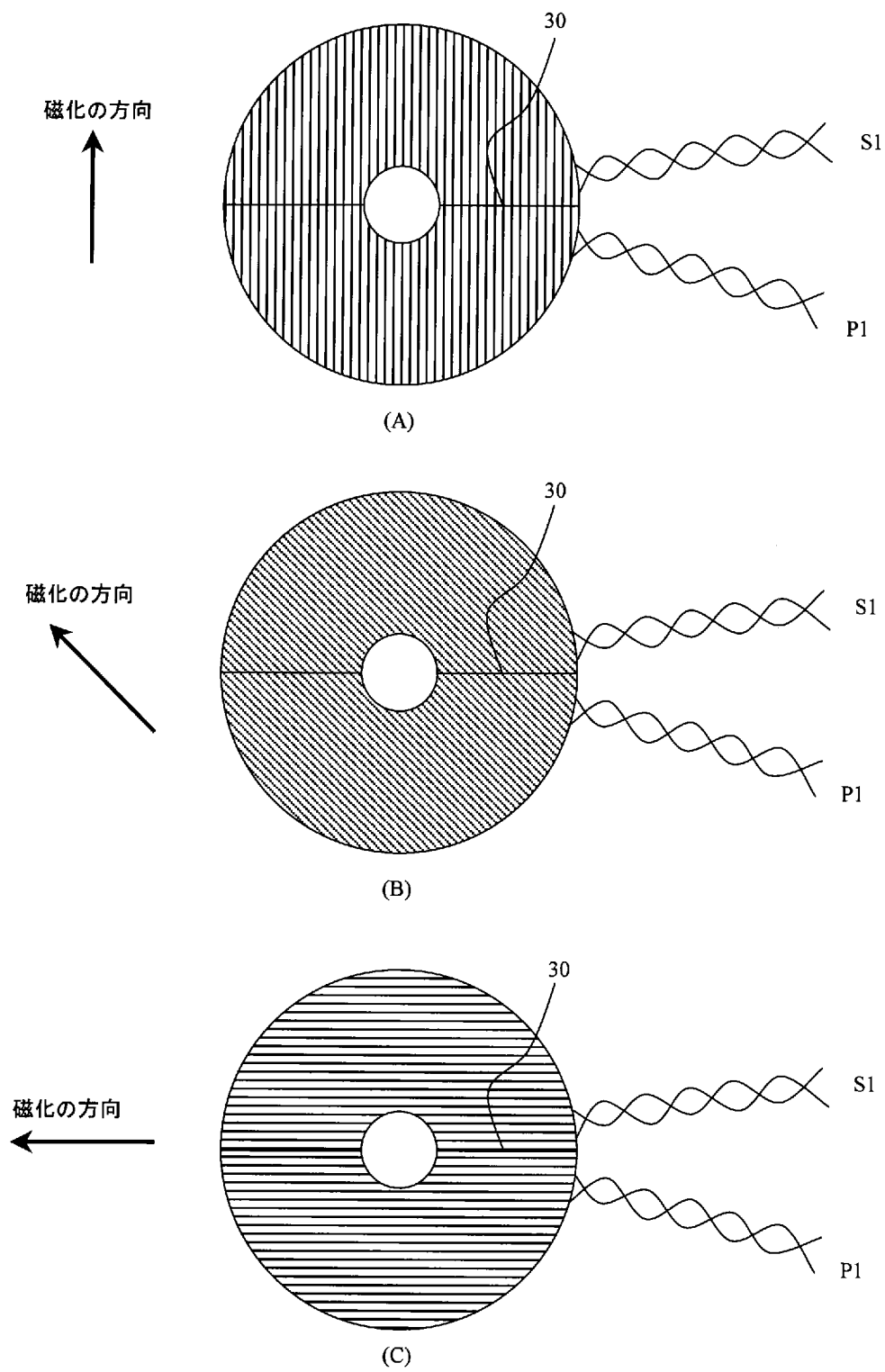


[図5]

電圧
a.u

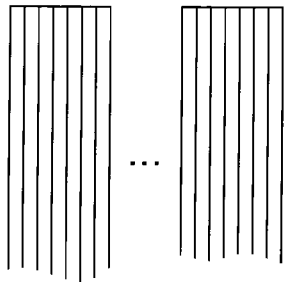


[図6]



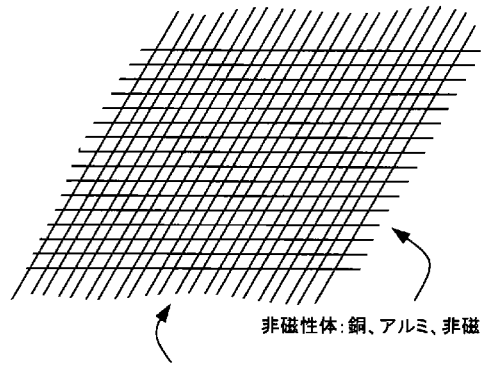
[図7]

リボンor磁性ワイヤを並べて配設



(A)

ERPでコンポジット化

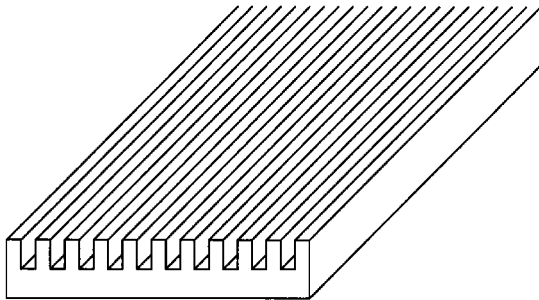


非磁性体: 銅、アルミ、非磁性ステンレス等

磁性体: アモルファス、パーマロイ、強磁性ステンレス等

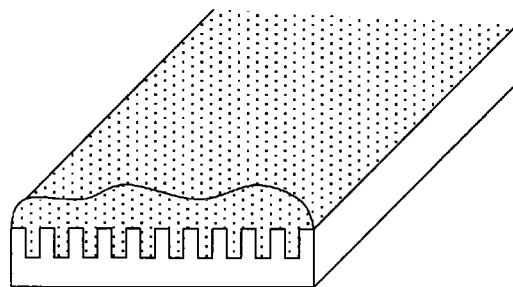
(B)

エッチングによる溝形成

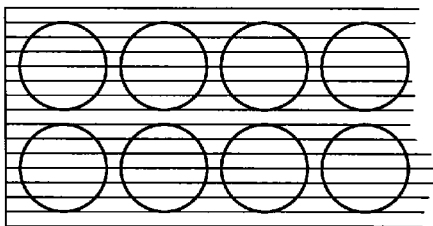


(C)

めっきして切削

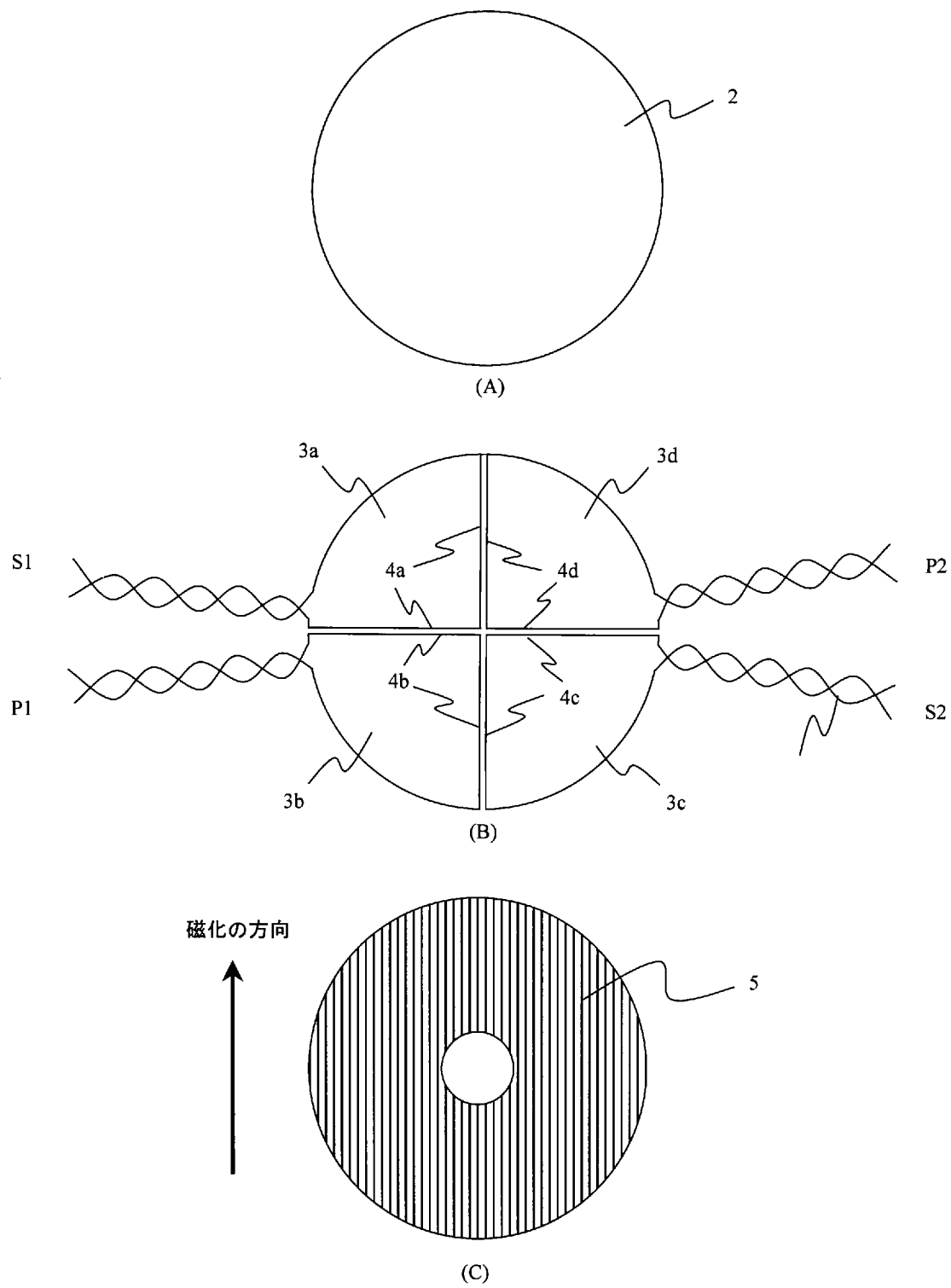


(D)

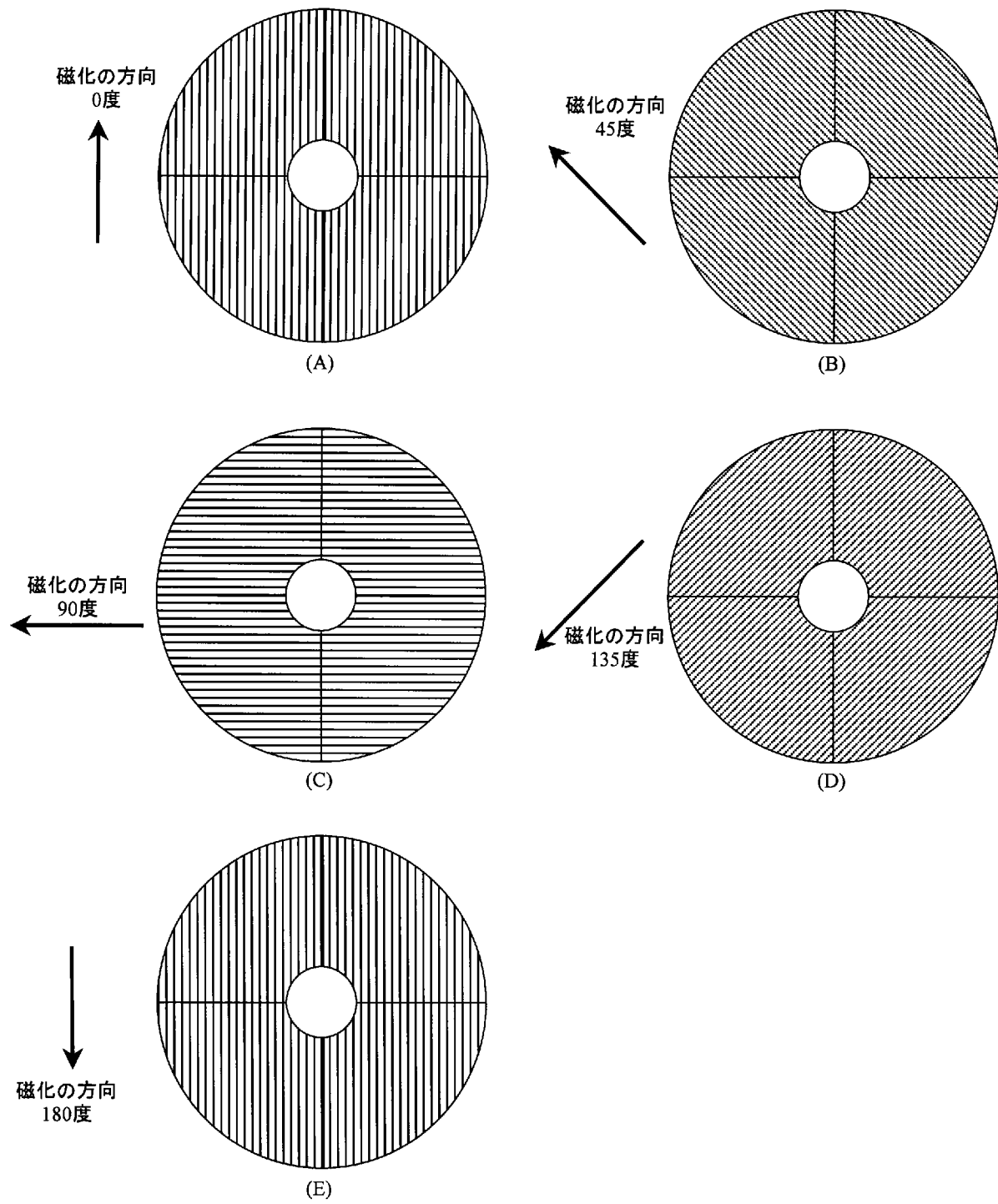
一方向の磁気異方性を有する
磁性体を円板状に切り抜き

(E)

[図8]



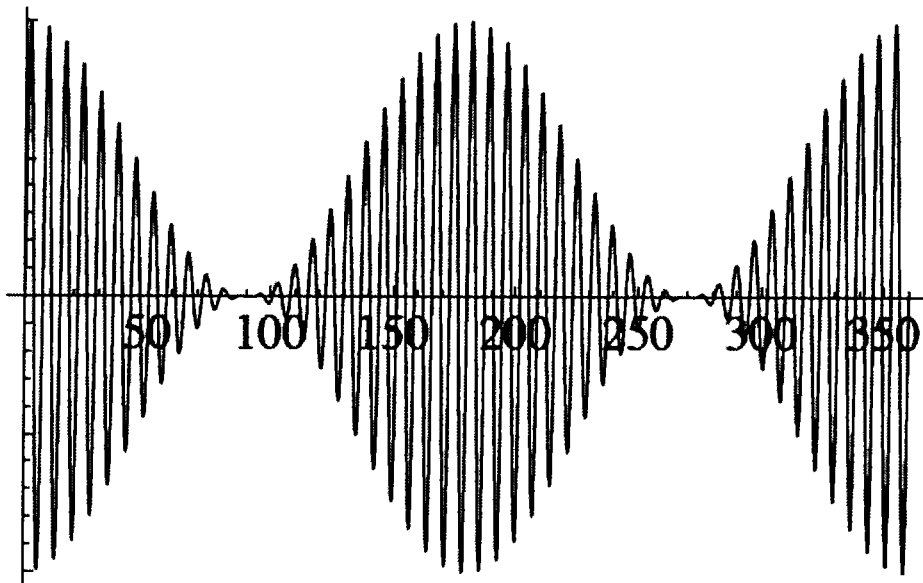
[図9]



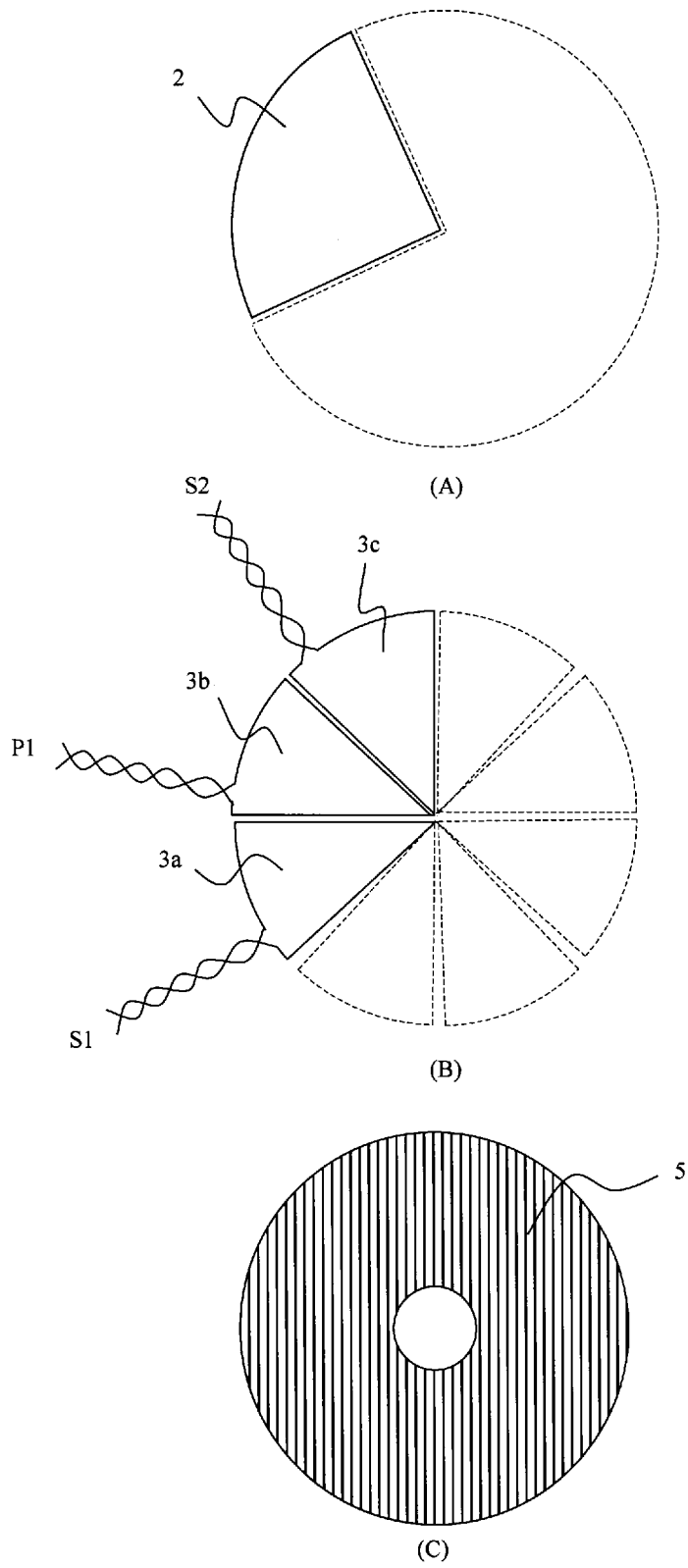
[図10]

電圧

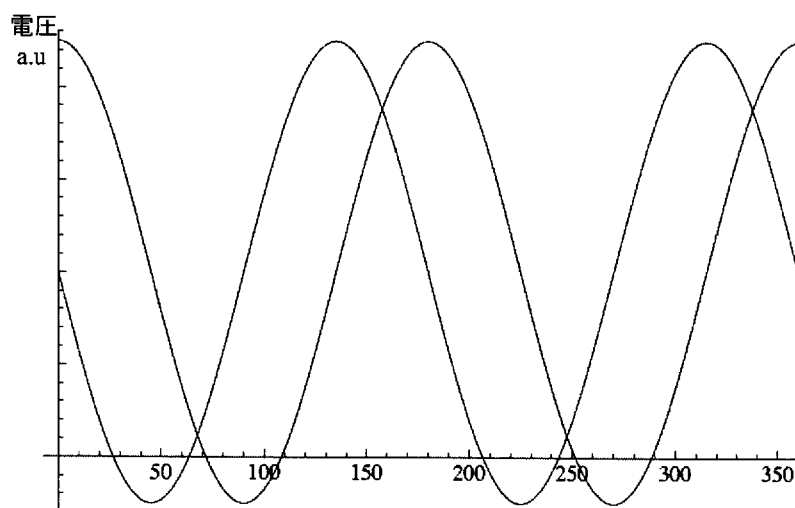
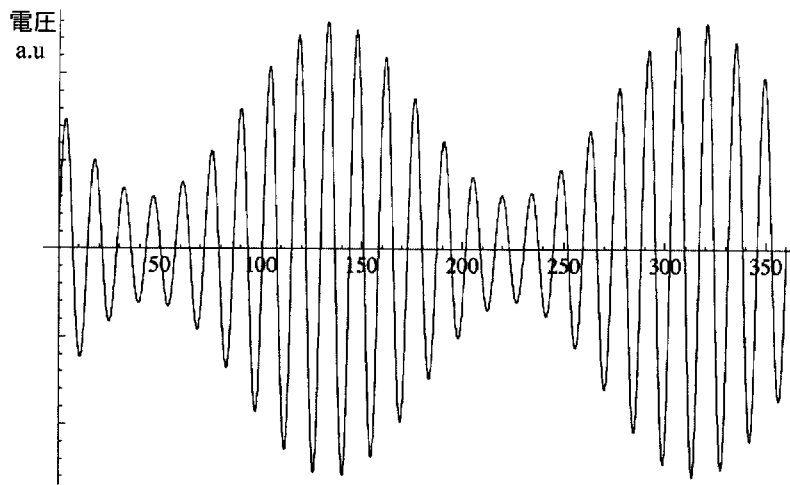
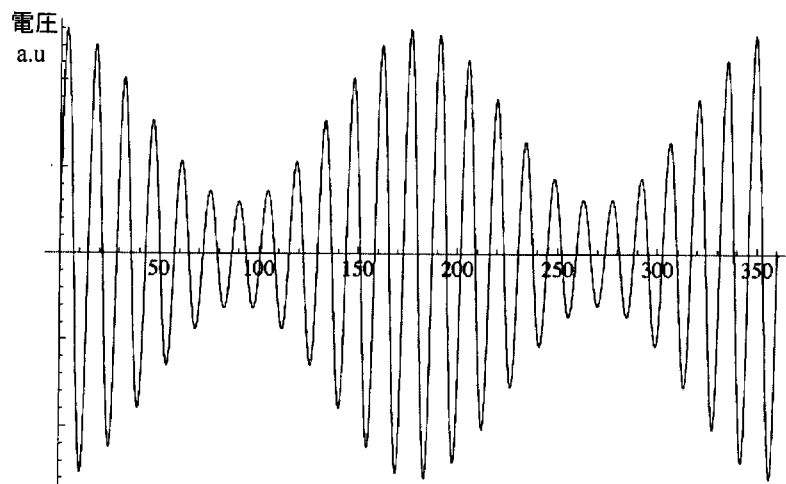
a.u



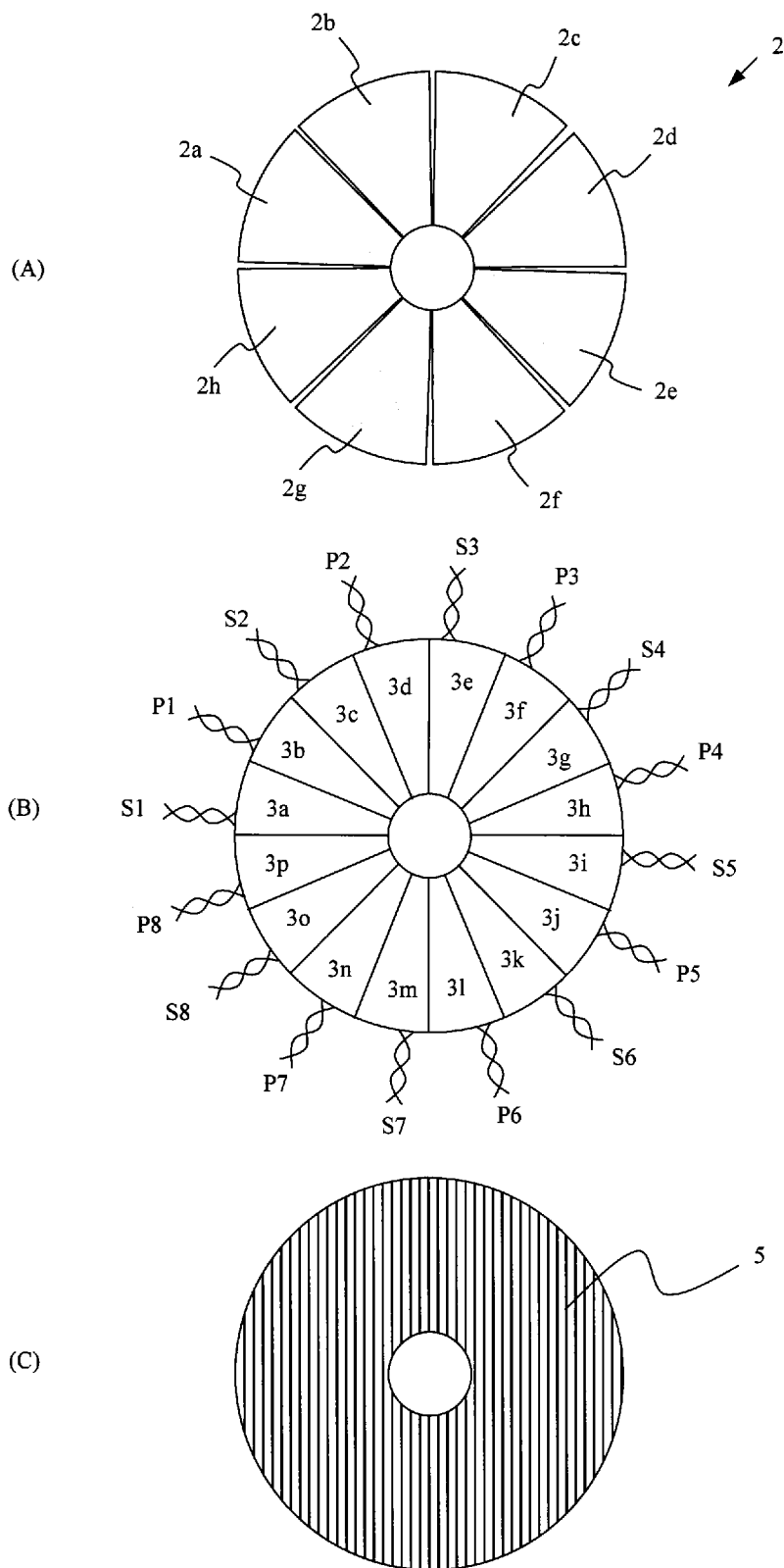
[図11]



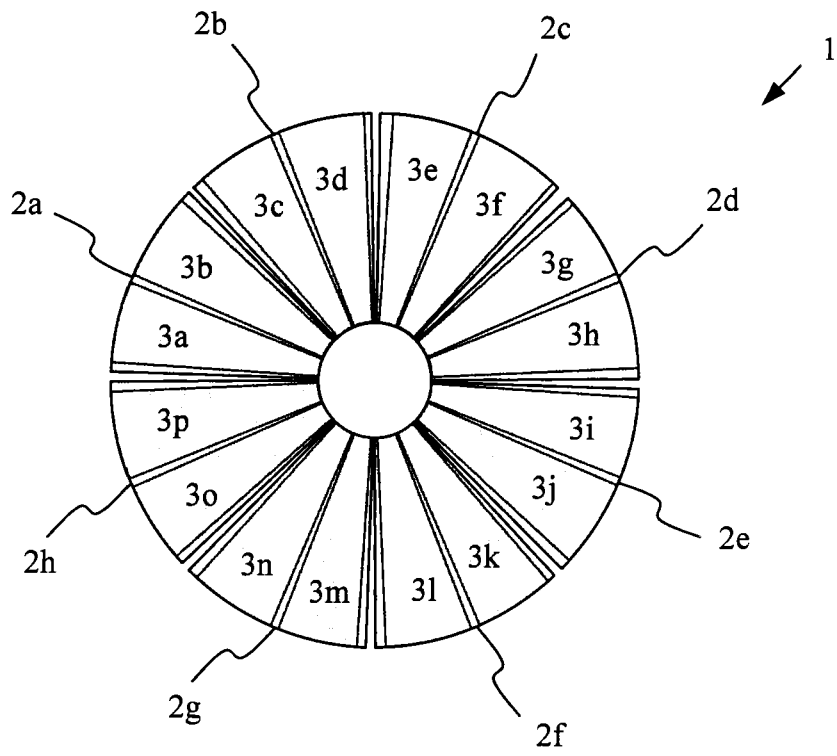
[図12]



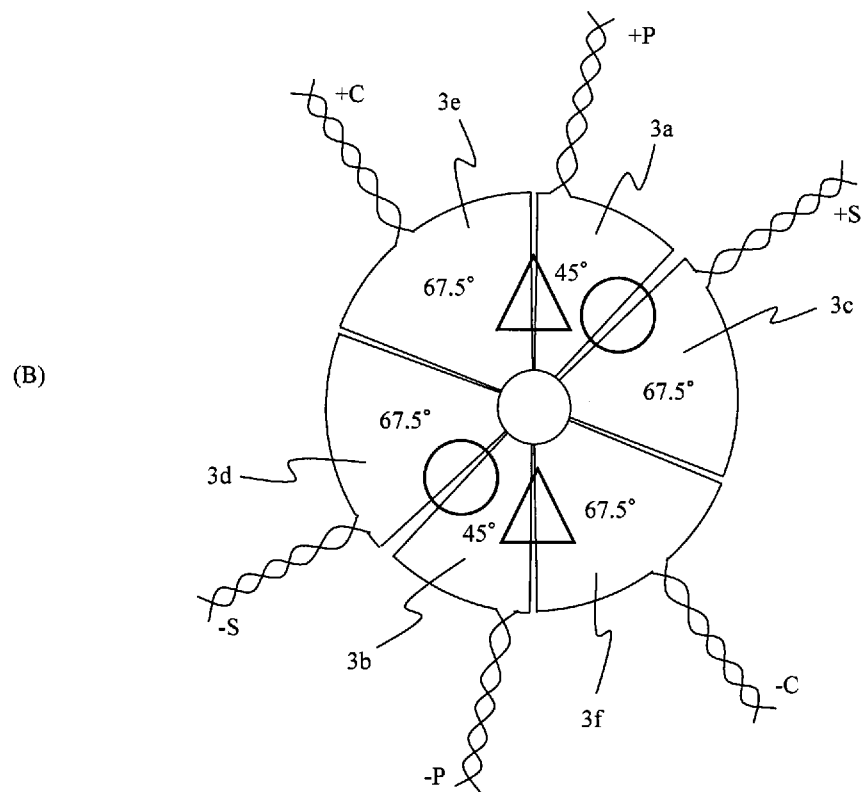
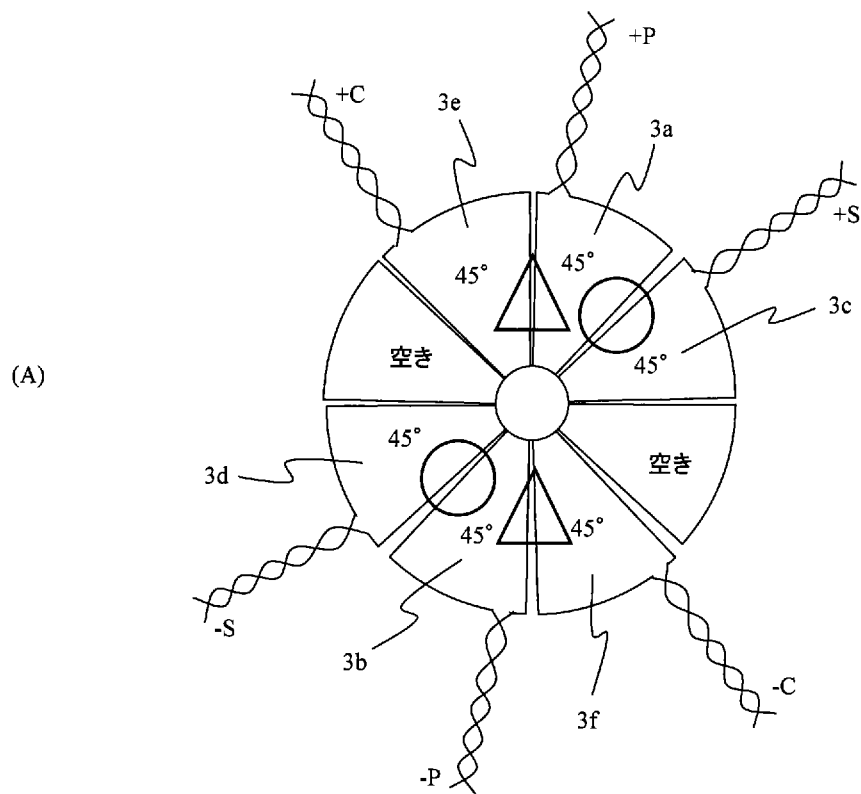
[図13]



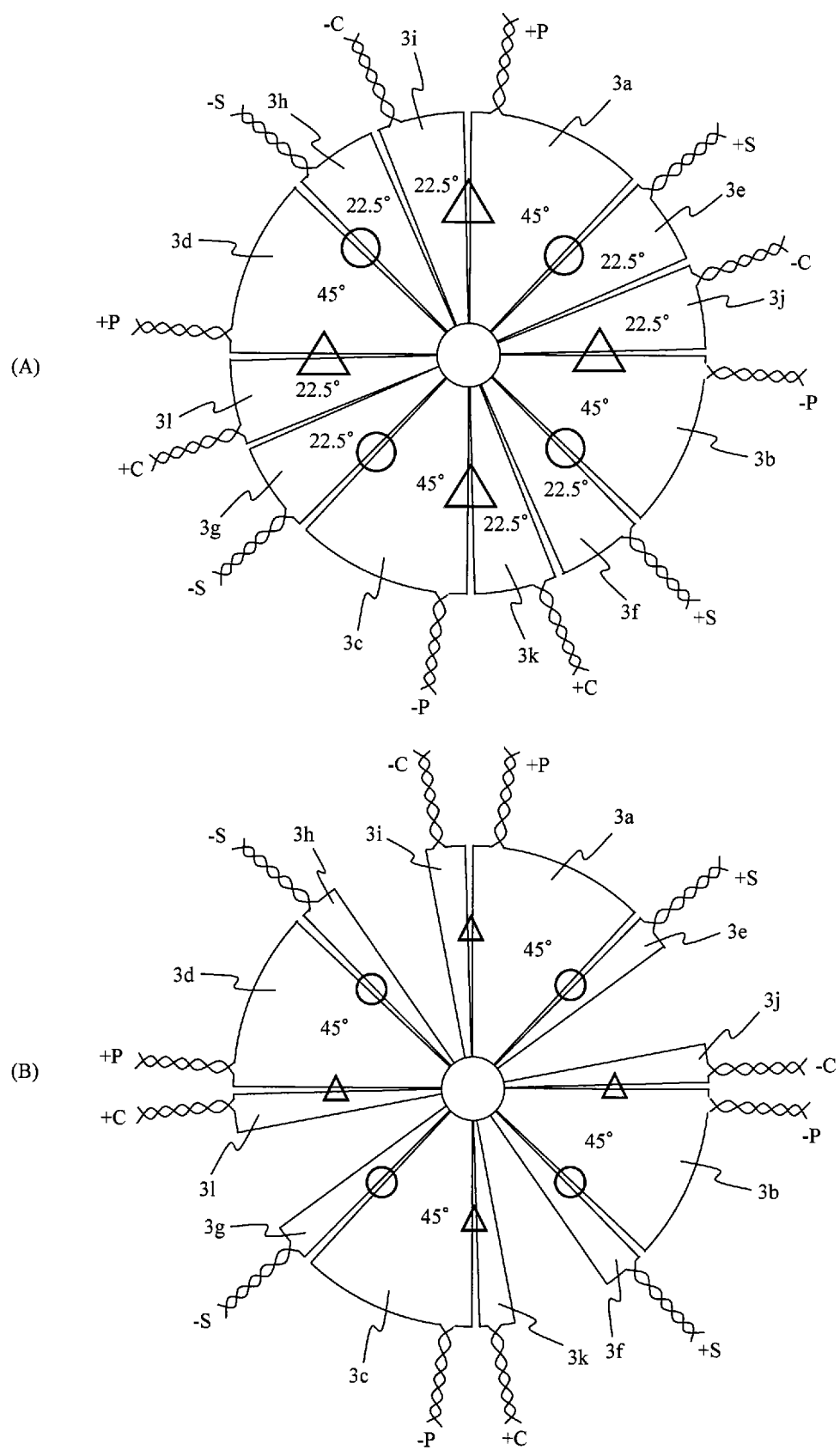
[図14]



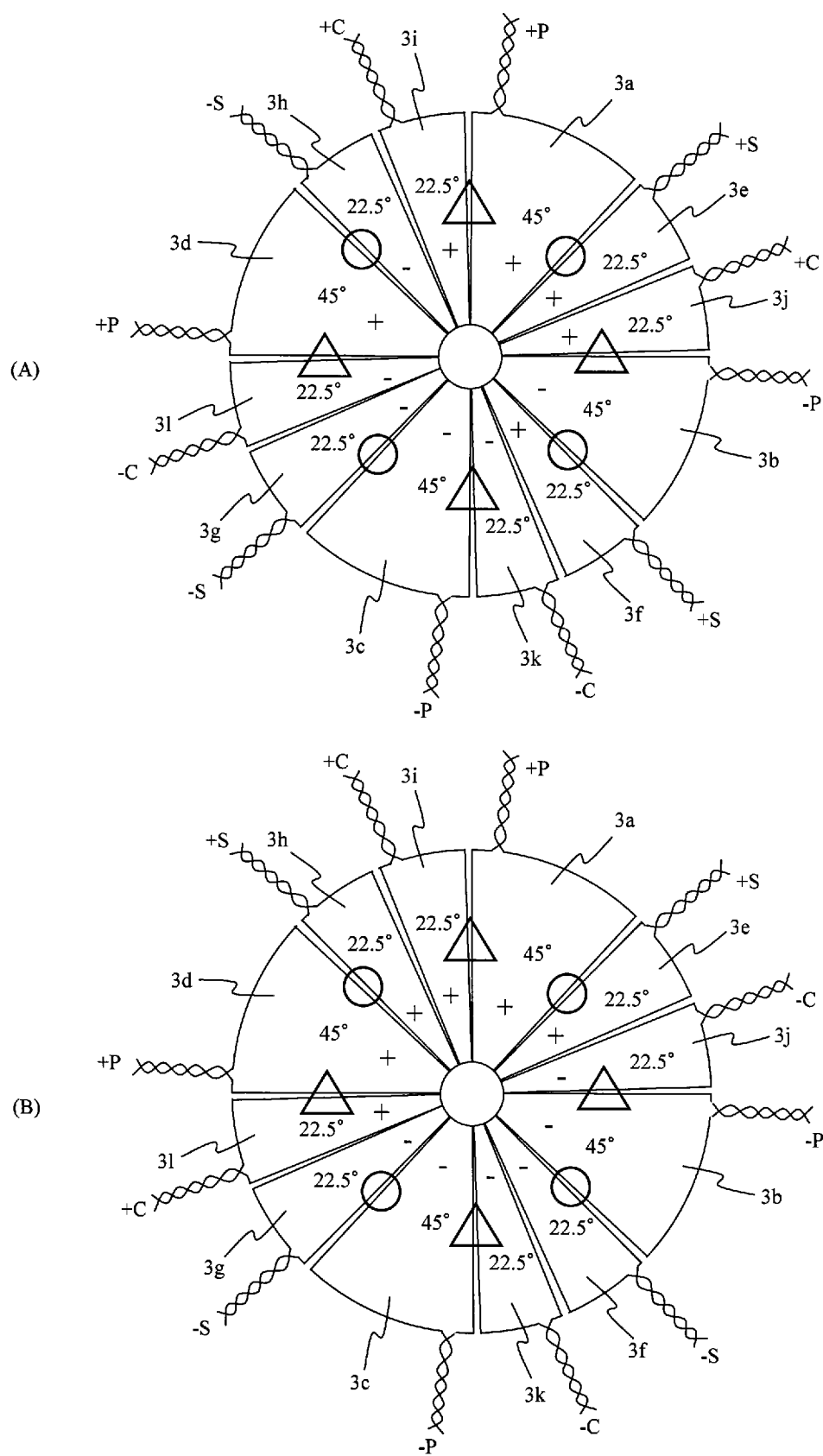
[図15]



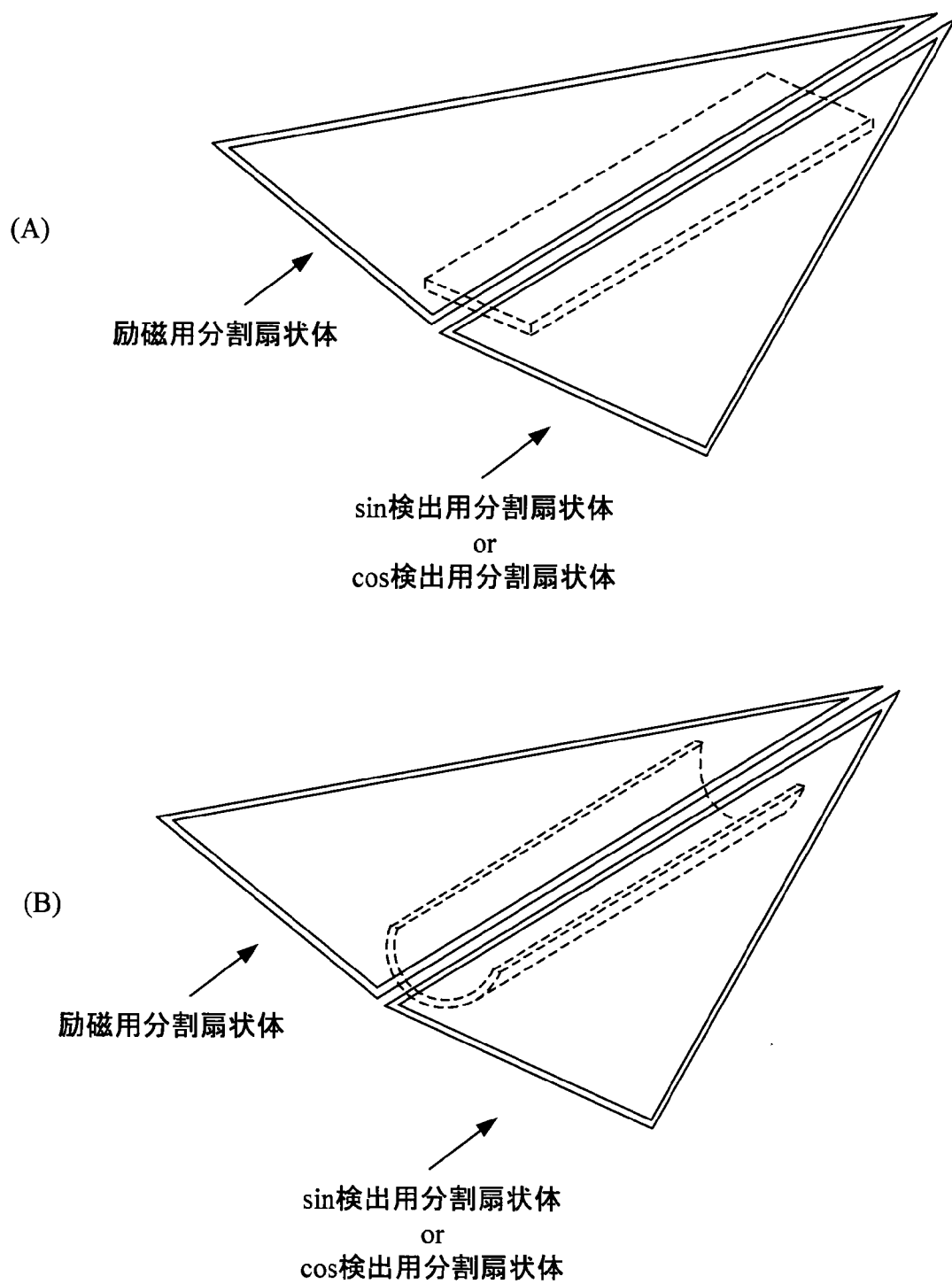
[図16]



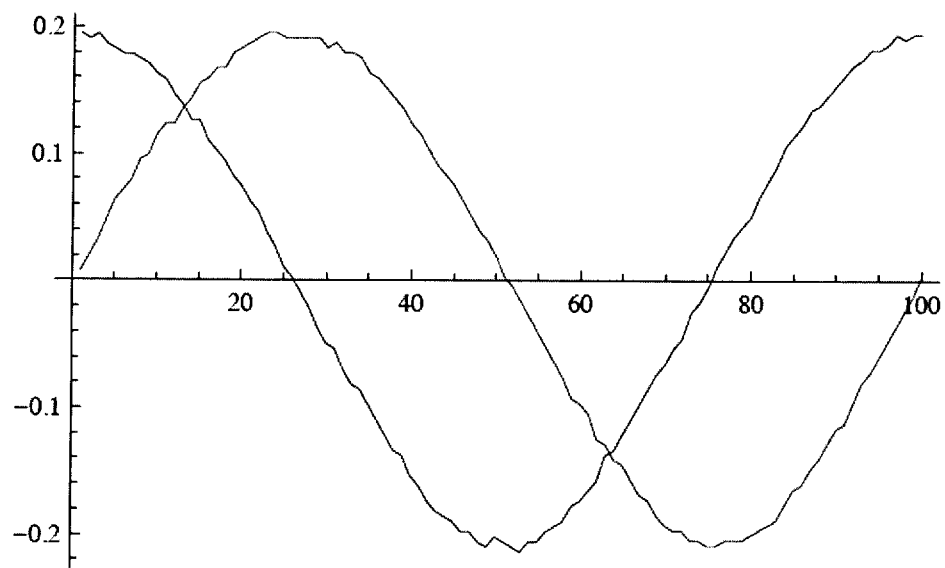
[図17]



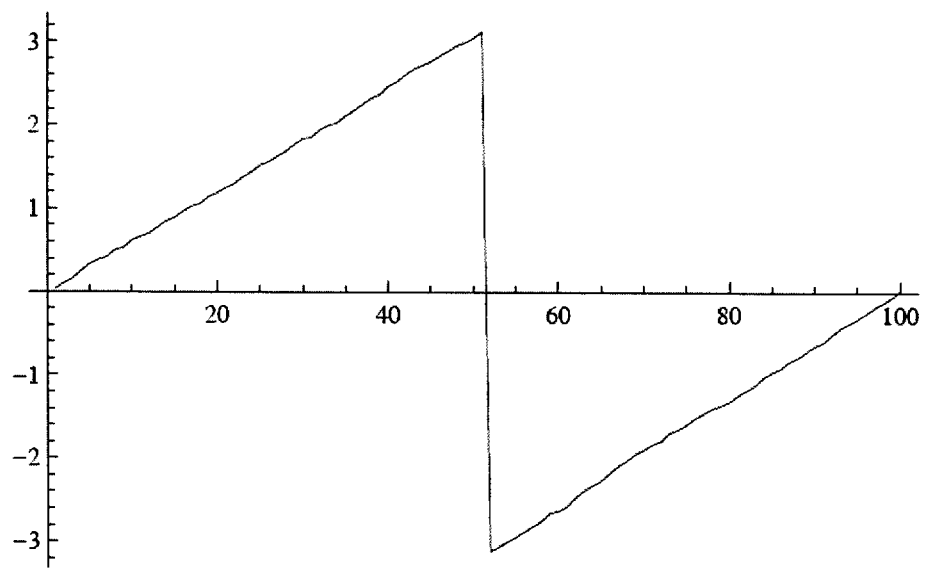
[図18]



[図19]

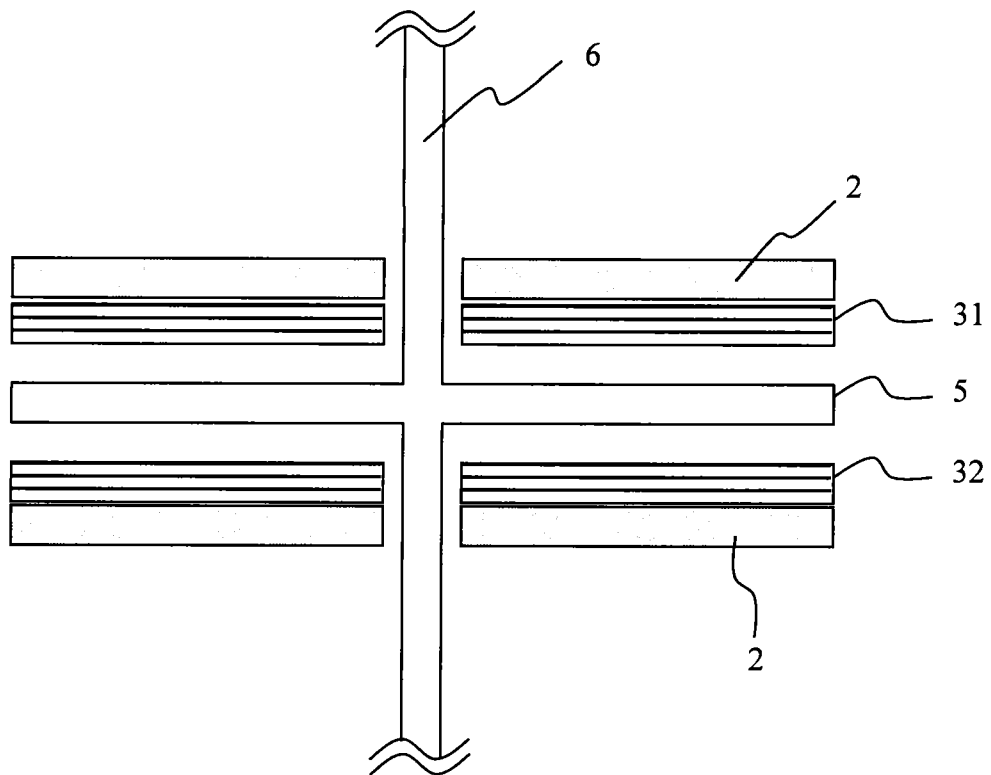


(A)

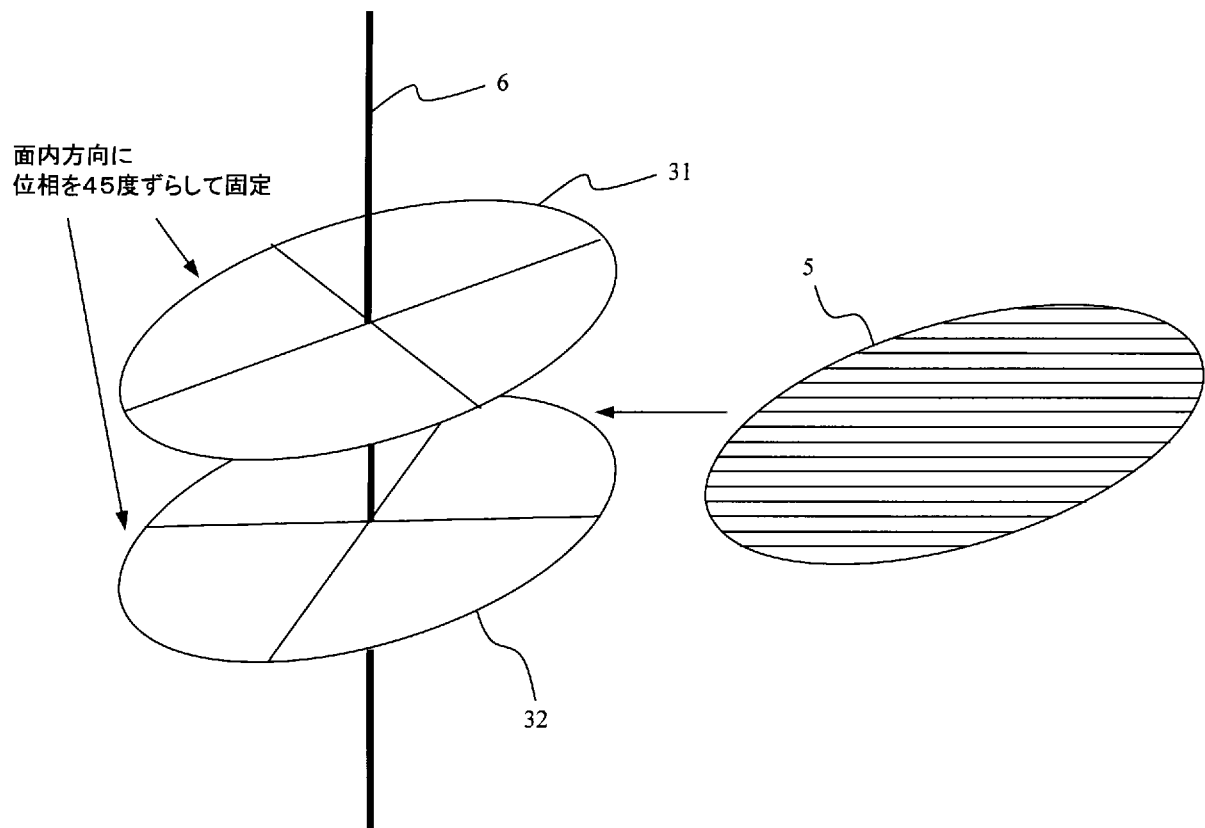


(B)

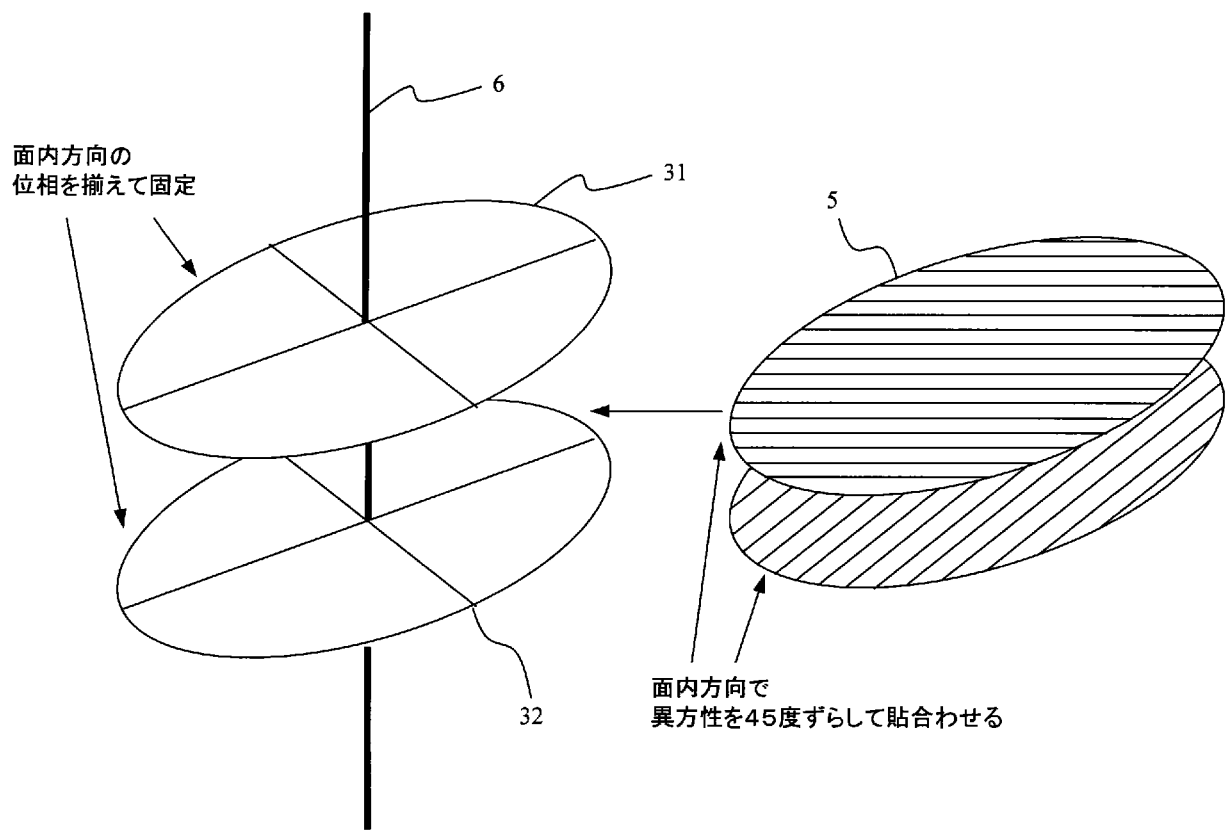
[図20]



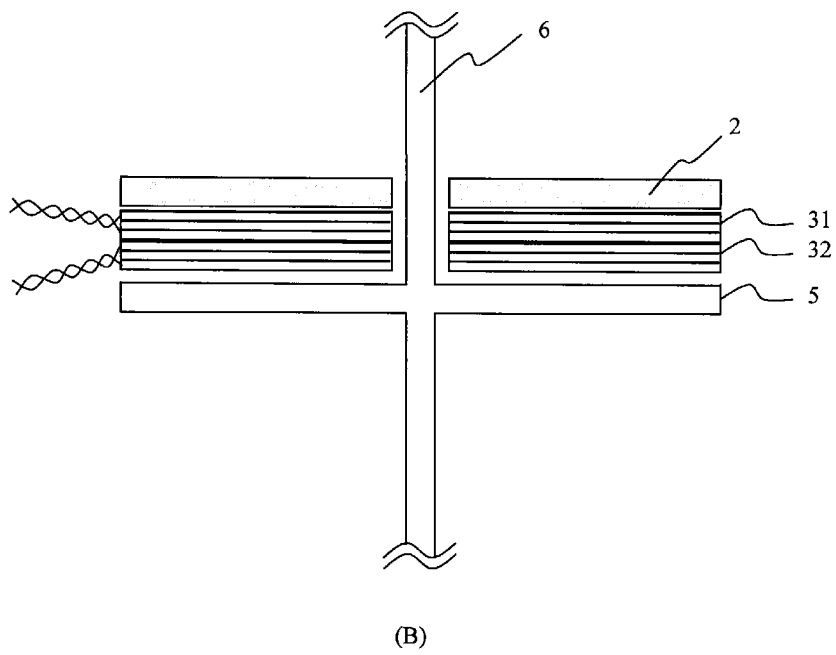
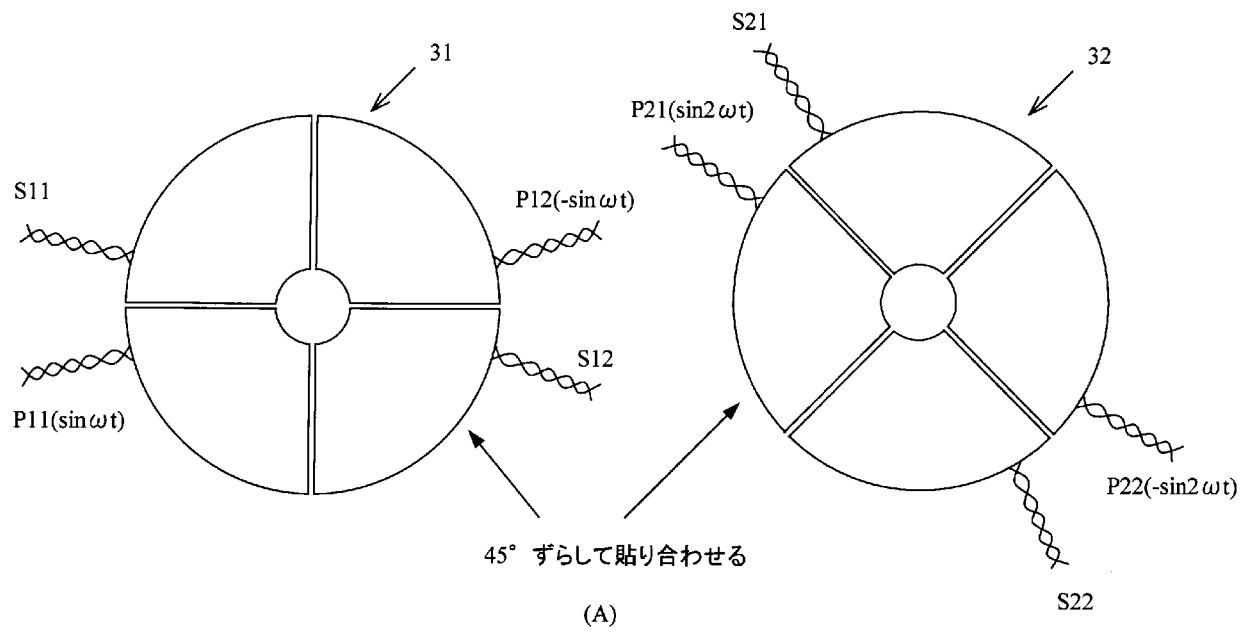
[図21]



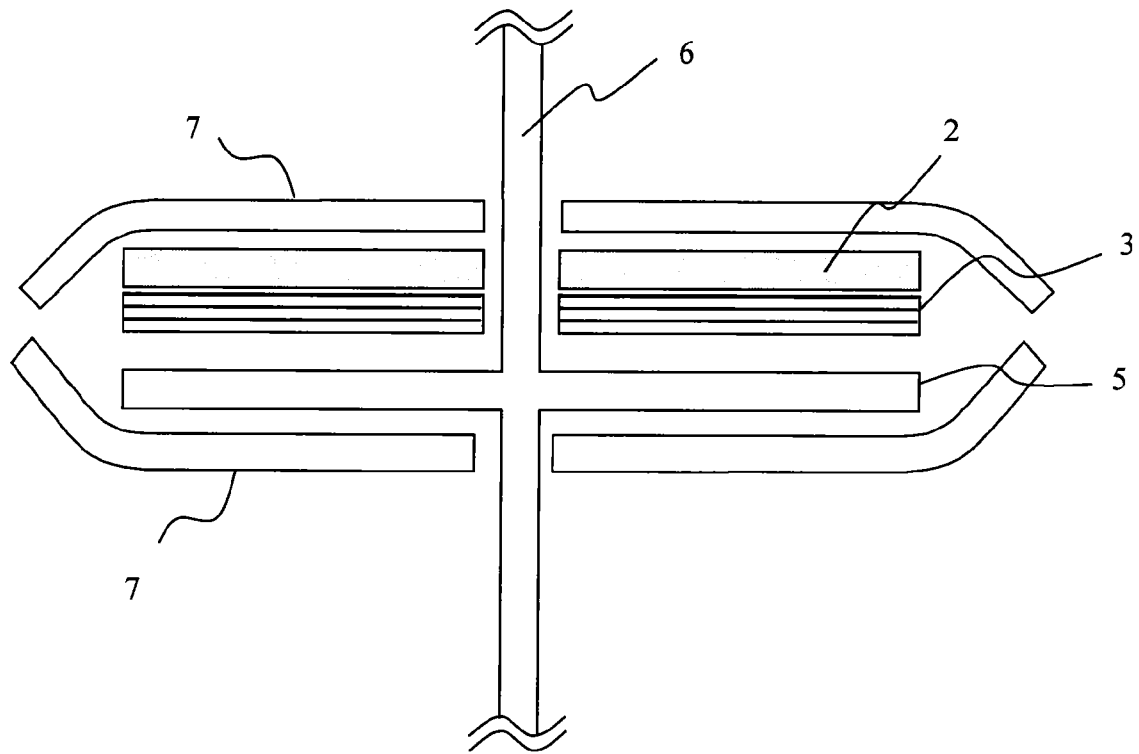
[図22]



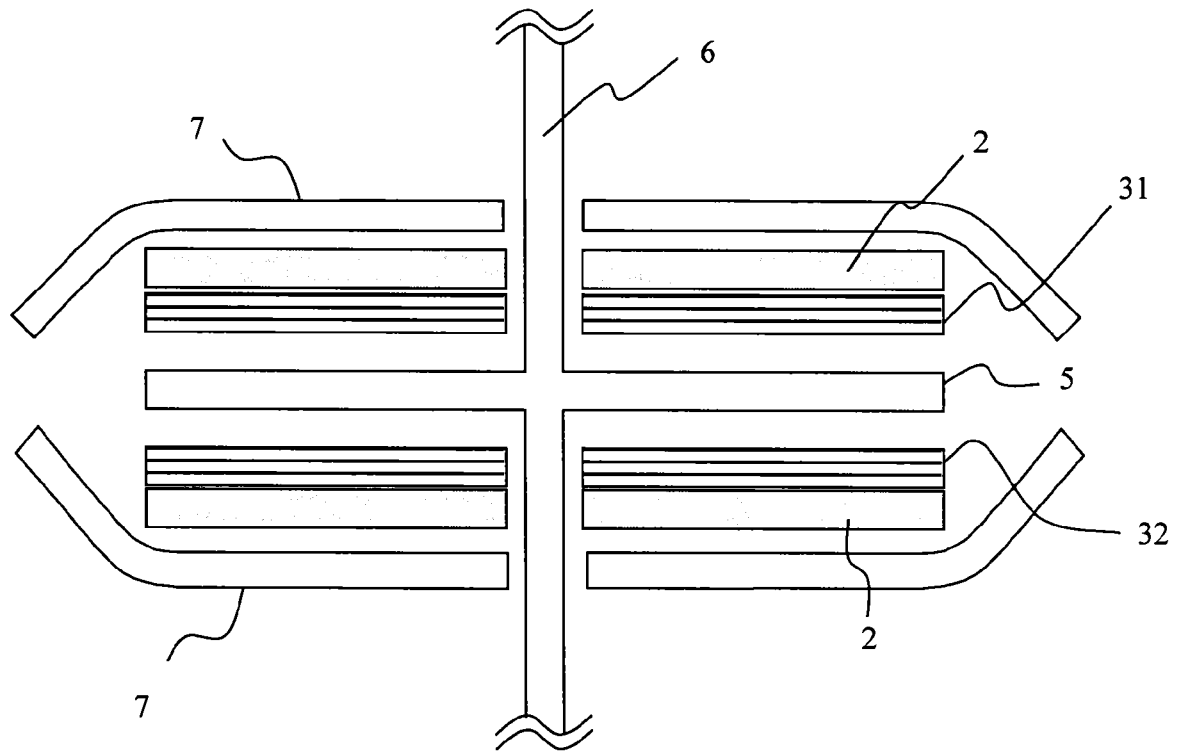
[図23]



[図24]

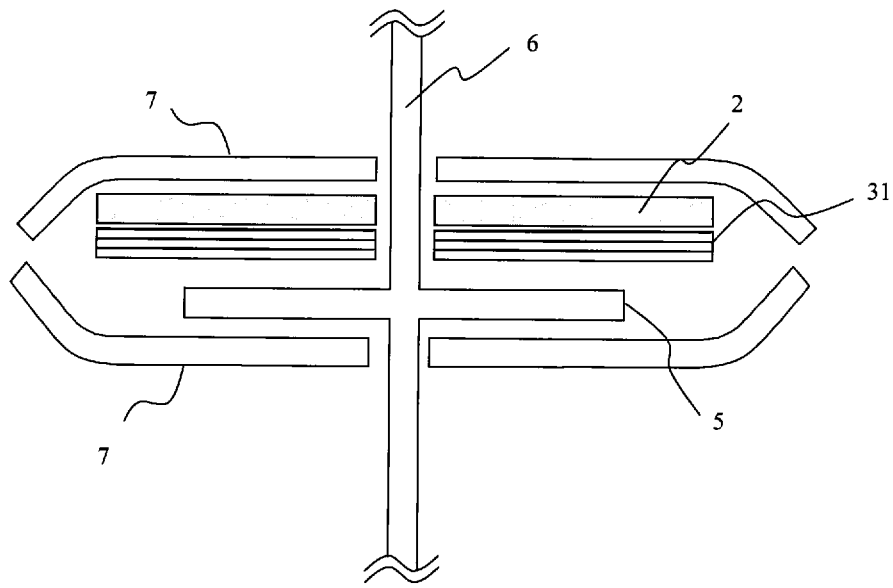


(A)

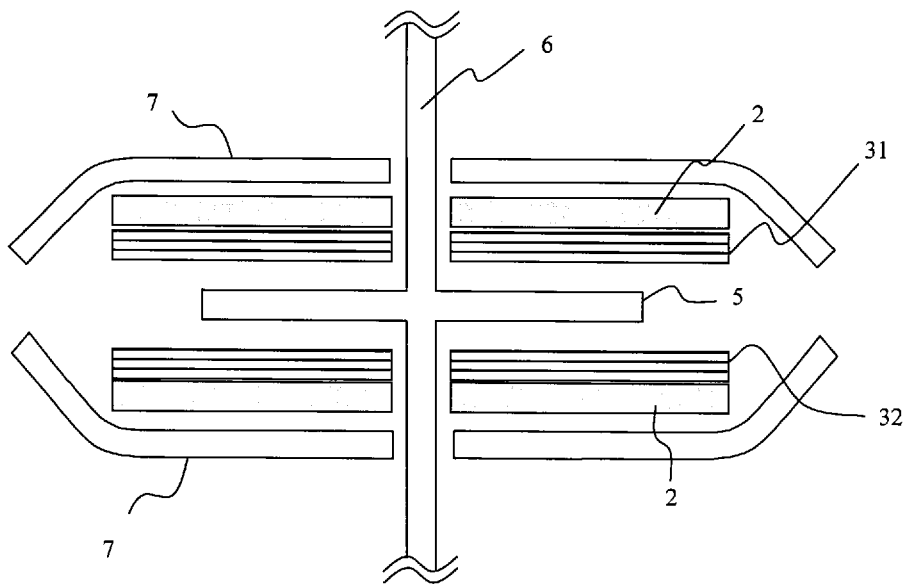


(B)

[図25]



(A)



(B)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/063249

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01 D5/2 0 (2006.01) i , G01B 7/30 (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)

G01 D5 / 00 - 5 / 62 , G01 B7 / 00 - 7 / 30

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

Jitsuyo	Shinan	Koho	1922-1 996	Jitsuyo	Shinan	Toroku	Koho	1996-2011	
Kokai	Jitsuyo	Shinan	Koho	1971-2011	Toroku	Jitsuyo	Shinan	Koho	1994-2011

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.
A	JP 2004-191069 A (Honda Motor Co., Ltd.), 08 July 2004 (08.07.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-15
A	US 6486655 B1 (Flying Nul Ltd.), 26 November 2002 (26.11.2002), entire text; all drawings & GB 9806923 A & WO 1999/050690 A2	1-15
A	JP 2009-128133 A (Tamagawa Seiki Co., Ltd.), 11 June 2009 (11.06.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-15



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
01 September, 2011 (01.09.11)Date of mailing of the international search report
13 September, 2011 (13.09.11)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/063249

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 2008-29070 A (Tamagawa Seiki Co., Ltd.), 07 February 2008 (07.02.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-15

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01D5/20 (2006. 01) i , G01B7/30 (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 (I P C))

Int.Cl. G01D5/00- 5/62 , G01B7/00- 7/30

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	1 9 2 2 -
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 -
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2

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)
年

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
A	JP 2004-191069 A (本田技研工業株式会社) 2004. 07. 08, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-15
A	US 6486655 B1 (Flying Null Limited) 2002. 11. 26, 全文、全図 & GB 9806923 A & wo 1999/050690 A2	1-15
A	JP 2009-128133 A (多摩川精機株式会社) 2009. 06. 11, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-15

? 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

IA 「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」
 IE 「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」
 I 「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)」
 Iθ 「口頭による開示、使用、展示等に言及する文献」
 IP 「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

IT 「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」

IX 「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」

IY 「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」

I& 「同一パテントファミリー文献」

国際調査を完了した日

0 1 . 0 9 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

1 3 . 0 9 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

岡田 卓弥

2 F

9 2 0 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 1 6

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 2008-29070 A (多摩川精機株式会社) 2008. 02. 07, 全文、全図 (フ ア ミ リ ー な し)	1-15