

(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
2010 年 6 月 17 日(17.06.2010)



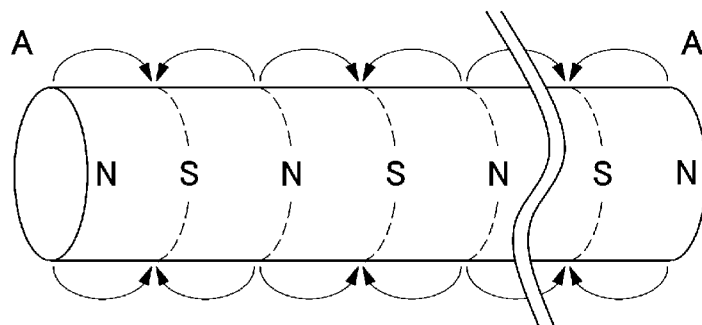
(10) 国際公開番号
WO 2010/067553 A1

- (51) 国際特許分類:
H01F 7/02 (2006.01) H01F 41/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/006605
- (22) 国際出願日: 2009 年 12 月 3 日(03.12.2009)
- (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 2008-312049 2008 年 12 月 8 日(08.12.2008) JP
特願 2009-170665 2009 年 7 月 22 日(22.07.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日亜化学工業株式会社(NICHIA CORPORATION) [JP/JP]; 〒7748601 徳島県阿南市上中町岡 4 9 1 番地 1 0 0 Tokushima (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 井原公平 (IHARA, Kohei) [JP/JP]; 〒7748601 徳島県阿南市上中町岡 4 9 1 番地 1 0 0 日亜化学工業株式会社内 Tokushima (JP). 久米道也(KUME, Michiya) [JP/JP]; 〒7748601 徳島県阿南市上中町岡 4 9 1 番地 1 0 0 日亜化学工業株式会社内 Tokushima (JP). 山本宗生(YAMAMOTO, Muneco) [JP/JP]; 〒7748601 徳島県阿南市上中町岡 4 9 1 番地 1 0 0 日亜化学工業株式会社内 Tokushima (JP).
- (74) 代理人: 豊栖康司, 外(TOYOSU, Yasushi et al.); 〒7700871 徳島県徳島市金沢 1 丁目 5 番 9 号 Tokushima (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, 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, 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, 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), ヨーロッパ (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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 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))

(54) Title: CYLINDRICAL BONDED MAGNET, MANUFACTURING METHOD THEREFOR, AND BAR-SHAPED MAGNETIC BODY

(54) 発明の名称: 円柱状ボンド磁石およびその製造方法並びに棒状磁石体

【図1】



(57) Abstract: Provided is a cylindrical bonded magnet with good productivity that is endowed with a plurality of magnetic poles in the axial direction. The cylindrical bonded magnet which is made of magnetic powder and resin is a single molding, and is endowed with a plurality of magnetic poles in the axial direction which are alternating N-poles and S-poles. Furthermore, the cylindrical bonded magnet exhibits multiple, alternating magnetic polarities at at least four even-numbered magnetic poles. When the surface magnetic flux is measured along the axial direction of the side surface of the cylindrical bonded magnet, the surface magnetic flux density distribution shows a substantially sinusoidal waveform when both ends are taken as a segment.

(57) 要約: 【課題】生産性に優れ、軸方向に多極磁化された円柱状ボンド磁石を提供する。【解決手段】磁性粉末と樹脂からなる円柱状ボンド磁石であって、円柱状ボンド磁石は、単一の成形体であり、軸方向にN極とS極が交互に多極磁化されている。さらに円柱状ボンド磁石、少なくとも4極以上の偶数極に交互に多極磁化されていると共に、円柱状ボンド磁石の側面の軸方向に沿って表面磁束を測定したときに、その表面磁束密度分布が、両端を節とした略正弦波形を示す。



WO 2010/067553 A1

明 細 書

発明の名称：

円柱状ボンド磁石およびその製造方法並びに棒状磁石体

技術分野

[0001] 本発明は、軸方向にN極とS極が交互に多極磁化された円柱状ボンド磁石に関する。

背景技術

[0002] 同種の磁極が対向するように複数の永久磁石を配置させた円柱状磁石は、様々な分野で使用されている。例えば、食品から鉄粉等を除去するための異物除去装置やリニアモータ用の固定子に用いられる（特許文献1、特許文献2、特許文献3等）。このような円柱状磁石は例えばN極の場合、N極同士は対向しているため、各N極から伸びる磁力線は、円柱状磁石の軸方向に対して直交する方向に伸び、N極と隣接するS極へと大きな弧を描く。結果的に、円柱状磁石の外部に効果的に磁場を形成することができる。そのため、異物除去装置の場合には、異物の捕集能力を高くすることができ、リニアモータの場合には、強い推進力を得ることが可能となる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2003-303714号公報

特許文献2：特開2008-182873号公報

特許文献3：特開2005-73466号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1では、容器内に複数の磁石を嵌め込んだ後に、容器の両端に設けられた封止部材と容器とを溶接することにより磁石が固定される。また、特許文献2では、複数の磁石は、それぞれが接着剤により固定されて、非磁性材料からなる容器に封入される。これらの方法は、磁石を組み立てる際、

同種の磁極同士を対向させなければならず、大きな反発力を受けるため危険で、作業性が悪く、また、接着剤が固化するまでの間、治具で磁石を固定する必要がある、生産性が低いという問題があった。

[0005] これに対して、特許文献3に記載される支持軸に筒状磁石が嵌め込まれた固定子は、支持軸に設けられた溝部と筒状磁石に設けられた凸部により固定されるため、接着剤を使用する必要もなく、安全に組み立て作業を行うことができる。しかし、組み立て作業自体は、手作業で行う必要があるため、依然として、生産性が低いという問題がある。また、円筒状磁石の中央部には、空洞が生じるため、磁力が低下するという問題もあった。

[0006] 本発明は、斯かる事情に鑑みてなされたものであり、磁気特性を低下させることなく、生産性に優れ、所望の磁極パターンを有する円柱状ボンド磁石を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 上記の問題点を解決すべく、本発明者らは鋭意検討を重ねた結果、本発明を完成するに至った。

[0008] 本発明は、磁性粉末と樹脂からなる円柱状ボンド磁石であって、上記円柱状ボンド磁石は、単一の成形体であり、軸方向にN極とS極が交互に多極磁化されていることを特徴とする円柱状ボンド磁石である。ここで、軸方向とは、円柱の軸に対して平行な方向とする。

[0009] 本発明は、上記の円柱状ボンド磁石が、少なくとも4極以上の偶数極に交互に多極磁化されていると共に、該円柱状ボンド磁石の側面の軸方向に沿って表面磁束を測定したときに、その表面磁束密度分布が、両端を節とした略正弦波形を形成することを特徴とする円柱状ボンド磁石である。

[0010] 本発明は、円柱状ボンド磁石と、その円柱状ボンド磁石を少なくとも2個以上収納する非磁性パイプとを備えた棒状磁石体であり、上記非磁性パイプの側面の軸方向に沿って表面磁束を測定したときに、その表面磁束密度分布が、連続した略正弦波形を形成することを特徴とする。

[0011] また、上記円柱状ボンド磁石は、射出成形によって成形されることが好ま

しい。

[0012] さらに、上記磁性粉末は、異方性の希土類－鉄－窒素系合金粉末であることが好ましい。

[0013] また、本発明は、円柱状ボンド磁石の製造方法において、磁性粉末と樹脂を混練しコンパウンドを得る工程と配向磁場を印加しながら上記コンパウンドを円柱状ボンド磁石に成形する工程を有し、上記配向磁場は、同種の磁極が対向するように複数の磁石を接合させた配向用磁石により形成され、上記配向用磁石は、上記円柱状ボンド磁石を囲むように設置されていることを特徴とする円柱状ボンド磁石の製造方法である。

発明の効果

[0014] 本発明の軸方向にN極とS極が多極磁化された円柱状ボンド磁石は、単一の成形体であるため、優れた生産性を有する。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明に係る円柱状ボンド磁石の一実施例を示す模式的な正面図である。

[図2]図1に示す円柱状ボンド磁石の側面における軸方向（A－A'）における磁束密度の分布を示す特性図である。

[図3]本発明に係る一実施例の円柱状ボンド磁石を成形する成形機の模式的な断面図である。

[図4]本発明に係る円柱状ボンド磁石を成形する成形機のキャビティの内部で発生する磁力線を説明するための模式的な断面図である。

[図5]本発明に係る円柱状ボンド磁石を成形する配向用磁石の斜視図である。

[図6]本発明に係る円柱状ボンド磁石の別の一実施例を示す模式的な正面図である。

[図7]図6に示す円柱状ボンド磁石の側面における軸方向（B－B'）における磁束密度の分布を示す特性図である。

[図8]本発明に係る別の一実施例の円柱状ボンド磁石を成形する成形機の模式的な断面図である。

[図9] 図6に示される円柱状ボンド磁石の両端部の拡大図を示す。

[図10] 図6に示される円柱状ボンド磁石を複数個繋げた状態を示す。

[図11] 図10に示す複数の円柱状ボンド磁石の側面における軸方向（C - C'）における磁束密度の分布を示す。

[図12] 本発明との比較のために示す円柱状ボンド磁石の模式的な斜視図である。

発明を実施するための形態

[0016] 本発明を実施するための最良の形態を、以下に図面を参照しながら説明する。ただし、以下に示す形態は、本発明の技術思想を具体化するための円柱状ボンド磁石およびその製造方法を例示するものであって、本発明は、円柱状ボンド磁石およびその製造方法を以下に限定するものではない。

[0017] また、本明細書は特許請求の範囲に示される部材を、実施の形態の部材に特定するものでは決してない。実施の形態に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は、特に特定の記載がない限りは、本発明の範囲をそのみに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。なお、各図面が示す部材の大きさや位置関係等は、説明を明確にするため誇張していることがある。さらに以下の説明において、同一の名称、符号については同一もしくは同質の部材を示しており、詳細な説明を適宜省略する。さらに、本発明を構成する各要素は、複数の要素を同一の部材で構成して一の部材で複数の要素を兼用する態様としてもよいし、逆に一の部材の機能を複数の部材で分担して実現することもできる。

[0018] [実施の形態1]

以下、第1の発明に係る実施の形態について詳述するが、本発明の技術思想を具体化するための一例であり、本発明は、この実施の形態及び実施例に限定するものではない。

[0019] 図1は、本形態に係る円柱状ボンド磁石の模式的な正面図である。本形態の円柱状ボンド磁石は、後述する射出成形機によって作製されるが、一回の成形工程（キャビティ部へのコンパウンドの充填→コンパウンド中の樹脂の

固化→成形体である円柱状ボンド磁石の取り出し）によって作製される。そのため、本発明の円柱状ボンド磁石は、単一の成形体となる。したがって、従来のように反発する磁石ピース同士をひとつずつ組み立てる作業を必要としない。本発明の円柱状ボンド磁石は、複数の磁石ピースを接着剤等によって貼り合わせた磁石体や一枚のシート磁石の端面同士を折り曲げて貼り合わせた筒状磁石とは異なるものであり、本発明の円柱状ボンド磁石は、その内部に接着面や接合面を有するものではない。また、本形態の円柱状ボンド磁石は、単一の成形体であるが、同種の磁極同士を対向させて磁石を組み立てる従来の場合と同様に、円柱状磁石の側面から効率的に磁力を取り出せることができるので、磁石側面からの磁力を必要とする異物除去装置やリニアモータなどの装置に好適に使用することができる。

[0020] 図2は、図1に示す円柱状ボンド磁石側面の軸方向（A-A'）における磁束密度の分布を示す特性図である。実際には、実施例で作製した円柱状ボンド磁石を用いて測定を行った。本発明の円柱状ボンド磁石は軸方向に多極磁化されているため、（A-A'）に沿って磁束密度を測定すると、その分布は正弦曲線となる。一例として、（A-A'）における磁束密度の分布を示したが、いずれの側面における軸方向の磁束密度の分布図も、図2とほぼ同一となる。これは、本発明の円柱状ボンド磁石は全側面において多極磁化されていることを意味する。本発明の円柱状ボンド磁石のこのような磁束密度の分布や強さは、後述する射出成形時に使用する配向用磁石の配置によるものである。

[0021] 図3は、射出成形機内部を示す断面図である。本発明の円柱状ボンド磁石は、射出成形機によって作製されるが、一回の成形工程で、熔融状コンパウンドのキャビティ部への充填、コンパウンド中の樹脂の固化、成形体である円柱状ボンド磁石の取り出しが行われる。

射出成形機の内部には、成形体の型枠となるキャビティ部1と、キャビティ部1を囲むように設けられた配向用磁石3と、キャビティ部1と配向用磁石3を隔て配向用磁石3を収容する側壁2と、固化された成形体を押し出した

めのエジェクターピン4が設けられている。配向用磁石3は、キャビティ部1内部に充填された熔融状のコンパウンドに含まれる磁性粉末を配向させる役割を有す。また、配向用磁石3は、キャビティ部1を囲んで配置されているため、上述のように、得られる円柱状ボンド磁石の全側面は多極磁化されている。さらに、配向用磁石3は、キャビティ部1内部に形成される成形体の末端部にまで配置されているため、円柱状ボンド磁石のいずれの磁極における表面磁束密度の強さ（ピークトップ）は、ほぼ同じとなる。

[0022] 図4は、配向用磁石3によってキャビティ部1内部で発生する磁力線を説明するための概略断面図である。キャビティ部1内部に充填されたコンパウンド中の磁性粉末は、図4に示すような磁力線を受けて配向する。そして、取り出された円柱状ボンド磁石の表面からは、図1に示す磁力線を発生する。

[0023] 図5は、配向用磁石3の全体像を示す概略斜視図である。配向用磁石3は、コ字状でアキシアル配向させた同じサイズの複数の磁石からなり、同種の磁極が対向するように磁石同士が接着固定された一对の接合体5、5'に分かれている。それぞれの接合体5、5'は、側壁2内に收容され、キャビティ部1を取り囲むように設置される。キャビティ部1を囲むように配向用磁石3を配置させることで、円柱状ボンド磁石の全側面を多極磁化させることができる。また、配向用磁石3は、複数の磁石からなるため、本発明では、4極以上の磁極数を有する円柱状ボンド磁石を作製することが可能である。そして、配向用磁石3に用いられる個々の磁石の幅によって、作製される円柱状ボンド磁石の配向ピッチが決まる。

[0024] 本発明の円柱状ボンド磁石の配向ピッチは、実用性や製造の容易性の面から、1mm以上30mm以下であることが好ましい。配向ピッチとは、N極の表面磁束密度の最大位置と、それと隣り合うS極の表面磁束密度の最大位置との距離とする。すなわち、配向ピッチとは、磁極間距離のことである。配向ピッチが1mmより小さいと、それに合わせて金型内部に設置する配向用の永久磁石の厚みも1mmより薄くする必要がある、加工および金型内部

への組み付けが非常に困難になるため現実的でない。また各磁極における磁力も弱くなる。また、配向ピッチが30mmより大きい場合、強い磁力を発生させる箇所が減少するため、異物の吸着効率を低下させる。また、リニアモータの場合、磁極間に距離が生じることにより、動作の精密さに悪影響を与える。さらに本発明でも作製は容易にできるが、組み立てによる方法でも比較的容易に作製することができるため、本発明の特徴とする一体成形の利点を生かしたい場合は、配向ピッチは、30mm以下であることが好ましい。また、本発明は、3極以上の円柱状ボンド磁石とするときに、組み立てによる方法よりも作製時間が短縮され、容易に作製することができる。

[0025] [実施の形態2]

次に、第二の発明に係る実施の形態について説明する。図8は、第二の発明に係る円柱状ボンド磁石を成形するための金型の内部を示す断面図である。成形機の内部について第二の発明の第一の発明との相違する点は、図3および図8に示されるように、キャビティ部と配向用永久磁石の位置関係である。図3中における(X-X')および図8における(Y-Y')は、キャビティ部の端面の位置を示す。第二の発明で用いる金型内の配向用永久磁石は、図8の(Y-Y')に示されるように、成形品キャビティと配向用永久磁石の位置関係が、図3の(X-X')と比較して、配向用永久磁石半個分ずれたものとなっている。すなわち、第二の発明で用いる金型では、配向用永久磁石のN極とS極の間にキャビティ部の端面が配置される。

[0026] 図6は、図8の金型を用いて成形した円柱状ボンド磁石の概略正面図である。さらに、図7は、図6に示された円柱状ボンド磁石の側面における軸方向(B-B')の磁束密度の分布を示す特性図である。第二の発明は、図7に示されるように、得られる円柱状のボンド磁石の側面の表面磁束密度分布が、正弦波となり、しかも始点Bと終点B'が共に節となっている。

[0027] また、第一の発明では、円柱状ボンド磁石の磁極数は、奇数個でも偶数個でも良いが、第二の発明では、磁極数は偶数個である。

[0028] 図9(a)および図9(b)は、図6で示した円柱状ボンド磁石の両端部分

の拡大図を示す。図 9 (a) 中の点 P では、表面磁束密度は、ほぼ 0 である。なお、点 P 側の端面の内部は、部分的に S 極になっている。一方、第二の発明の円柱状ボンド磁石は、その側面に偶数極が形成されているので、反対側である図 9 (b) では、点 Q で表面磁束密度はほぼ 0 であり、しかも点 Q 側の端面の内部は、部分的に N 極になっている。

[0029] このように、円柱状ボンド磁石の端面において、側面端部は表面磁束密度が、共にほぼ 0 であるが、両端面の内部は、それぞれ部分的に、S 極と N 極が形成されているので、図 6 に示される円柱状ボンド磁石を 1 ピースとして、複数ピースの異極の端面を近づけると、それらの端面は、異極であるので互いに磁力が作用して、容易に繋げることができる。図 10 は、図 6 に示される円柱状ボンド磁石を 3 ピース利用して、磁力を利用して繋げた棒状磁石体を模式的に示す正面図である。

[0030] 図 11 は、図 10 に示される棒状磁石体の側面における点 C - C' 間に沿って、表面磁束密度を測定したときの表面磁束密度の分布を示す。図 11 に示されるように、図 10 に示される棒状磁石体は、複数の円柱状ボンド磁石の磁力を利用して繋げた箇所を有するにも関わらず、その棒状磁石体の全体の表面磁束密度分布は、連続した正弦波形のものが得られる。

[0031] 第 1 または第 2 の発明において、配向用磁石 3 に使用する磁石の材料は、残留磁束密度 B_r が 1 T 以上のものが好ましく、例えば、NdFeB 焼結磁石を用いることができる。磁力の大きい磁石を使うと、キャビティ部の内部に発生する磁力が強くなり、円柱状ボンド磁石の磁力も強くなる。

[0032] また、上述のように射出成形で得られた円柱状ボンド磁石は、配向用磁石 3 によって、ボンド磁石中の磁性粉末の磁化容易軸が揃えられるため、磁石としての機能を有するが、成形後、必要であれば、着磁工程を行ってもよい。着磁を行うことで、円柱状ボンド磁石の磁力をより強力なものとすることができる。

[0033] 第 1 または第 2 の発明で用いられる磁性粉末は、異方性又は等方性の磁性粉末が適用可能である。例えば、異方性磁性粉末としては、フェライト系、

SmCo₅系、Nd-Fe-B系、Sm-Fe-N系などが挙げられる。等方性磁性粉末としては、Sm-Co系、Nd-Fe-B系などが挙げられる。磁力の強い円柱状ボンド磁石を作製する必要がある場合には、異方性磁性粉末を用いることが好ましく、特に、Sm-Fe-N系が好ましい。これは、異方性磁性粉末は、配向の際に印加される磁場によって、磁化方向が非常に揃いやすく、結果的に円柱状ボンド磁石の磁力が強くなるためである。上記の磁性粉末は一種類単独でも二種以上を混合物としても使用可能である。また必要に応じて耐酸化処理やカップリング処理を施しても良い。

[0034] 第1または第2の発明で用いられる樹脂としては、特に制限はなく、例えば、ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリ塩化ビニル、ポリエステル、ポリアミド、ポリカーボネート、ポリフェニレンサルファイド、アクリル樹脂などの熱可塑性樹脂や、エステル系、ポリアミド系などの熱可塑性エラストマーを使用することができる。また、これらを適宜混合して使用することも可能である。

[0035] 磁性粉末と樹脂の配合比率は、樹脂の種類にもよるが、円柱状ボンド磁石全体に対する磁性粉末の割合が45～65vol%とすることが望ましい。また、酸化防止剤、滑剤等をさらに混合することもできる。

[0036] なお、成形方法としては、特に限定されるものではなく、例えば、押出成形、圧縮成形または射出成形を適用することができる。生産性、配向設備の設置の容易性から、特に射出成形によって成形することが好ましい。

[0037] 以下、本発明の実施例について説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

実施例

[0038] 1. 円柱状ボンド磁石の作製

<実施例1>

(磁性粉末の準備)

磁性粉末には、異方性のSm-Fe-N系磁性粉末（平均粒子径3 μ m）を用いる。

[0039] (コンパウンドの作製)

上記のSm-F-N系磁性粉末をエチルシリケートおよびシランカップリング剤で表面処理する。表面処理を行ったSm-F-N系磁性粉末9137gと12ナイロン863gをミキサーで混合する。得られた混合粉を、2軸混練機を用いて220℃で混練し、冷却後適当な大きさに切断しコンパウンドを得る。

[0040] (円柱状ボンド磁石の作製)

射出成形機のキャビティ部には、内径5mm、全長70mmの円柱状のものを使用する。配向用磁石には、市販のNdFeB焼結磁石($B_r = 1.35\text{ T}$)を使用し、個々の磁石の幅は、5mmである。同種の磁極が対向するように磁石同士を接着させ、図5に示す配向用磁石を作製する。そして、図3に示すように、キャビティ部を囲むように配向用磁石を設置する。すなわち、配向用の永久磁石は、断面コの字型の複数の小磁石の同種の磁極が対向するように配置している。さらに、配向用の永久磁石は、キャビティ部を形成するように、コの字形状を向かい合わせに配置されている。射出成形機は、コンパウンドを溶融させるシリンダー温度を230℃とし、キャビティ部内の温度を90℃に設定する。配向用磁石からの配向磁場を印加させた状態で、溶融させたコンパウンドをキャビティ部へ充填させる。射出成形機の射出圧を100MPaとし、射出速度を80mm/sに設定する。コンパウンド中の樹脂は、キャビティ部へ充填されると同時に固化し始め、成形体を形成する。キャビティ部内に成形体を8秒間保持させた後、キャビティを開放させる。次に、エジェクターピンにより成形体が押し出され、直径5mm、全長70mm、配向ピッチ5mmの円柱状ボンド磁石が得られる。

[0041] <実施例2>

(コンパウンドの作製)

実施例1と同じコンパウンドを使用した。

[0042] (円柱状ボンド磁石の作製)

本実施例における射出成形機のキャビティ部は、内径5mm、全長30mm

mの円柱状とする。配向用磁石には、市販のNdFeB焼結磁石（残留磁束密度 $B_r = 1.35\text{ T}$ ）を使用し、個々の磁石の幅は、5 mmである。同種の磁極が対向するように磁石同士を接着させ、図5に示す配向用磁石を作製する。そして、図8に示すように、キャビティ部を形成して配向用磁石を設置する。ここで、配向用磁石のN極とS極の間にキャビティ部の端面がくるように調整される。射出成形機は、コンパウンドを溶融させるシリンダー温度を 230°C とし、キャビティ部の温度を 90°C に設定する。配向用磁石からの配向磁場を印加させた状態で、溶融させたコンパウンドをキャビティ部へ充填させる。射出成形機の射出圧を 100 MPa とし、射出速度を 80 mm/s に設定する。コンパウンド中の樹脂は、キャビティ部へ充填されると同時に固化し始め、成形体を形成する。キャビティ部内に成形体を8秒間保持させた後、キャビティ部を開放させる。次に、エジェクターピンにより成形体が押し出され、直径5 mm、全長30 mm、配向ピッチ5 mm、磁極数が6極の円柱状ボンド磁石が得られる。

[0043] <比較例1>

（ボンド磁石ピースの作製）

実施例1で作製したコンパウンドを用いて、射出成形機にて、直径5 mm、高さ5 mmの円柱状ボンド磁石ピースを作製する。円柱状ボンド磁石ピースはアキシアル配向させる。キャビティの形状や配向用磁石については、適宜変更する。成形時の条件は、円柱状ボンド磁石ピースの厚み方向に 9 kOe 配向磁場を印加する以外は、実施例1と同様である。

[0044] （円柱状ボンド磁石の作製）

14個の円柱状ボンド磁石ピースを同種の磁極が対向するように、一つずつ、接着剤で固定する。接着剤が固化するまでの間、治具で磁石を固定する。接着剤には、市販のエポキシ系接着剤（ハンツマン・アドバンスト・マテリアルズ社製、商品名：アラルダイトラピッド）を使用する。

[0045] <比較例2>

図12は、比較例2で作製する円柱状ボンド磁石を示す概略斜視図である

。円柱状ボンド磁石は、中央に空洞を有する筒状ボンド磁石ピース 6 と筒状ボンド磁石ピース 6 の空洞に挿入される支持軸 7 と筒状ボンド磁石ピース 6 を固定する留め具 8 からなる。筒状ボンド磁石ピース 6 の空洞の一部には、凸部が形成されており、支持軸 7 に形成された溝にその凸部を嵌合させることにより、筒状ボンド磁石ピース 6 と支持軸 7 とを固定させることができる。つまり、接着剤等を用いることなく、筒状ボンド磁石ピース 6 同士を並列させることができる。また、支持軸 7 の末端には、留め具 8 の形状に合わせて周方向に溝が形成されており、その溝に留め具 8 を嵌め込むことにより、筒状ボンド磁石ピース 6 を完全に固定させることができる。

[0046] (筒状ボンド磁石ピース 6 の作製)

N C フライス盤を用いて、比較例 1 で得られた円柱状ボンド磁石ピースの中央部に直径が 2.5 mm となるように空洞を作製する。空洞の一部には凸部が形成されている。

[0047] (組み立て)

支持軸 7 には、材質が S U S 3 0 4 製で、外径 2.4 mm、全長 75 mm のものを用いる。筒状ボンド磁石ピース 6 の凸部を支持軸 7 の溝に沿って移動させ、筒状ボンド磁石ピース 6 を一つずつ支持軸 7 に固定させる。14 個の筒状ボンド磁石ピース 6 を同種の磁極が対向するように並べ、最後に留め具 8 で固定する。

2. 円柱状ボンド磁石ピースがパイプに充填された棒状磁石体の作製

[0048] <比較例 3>

(円柱状ボンド磁石ピースの作製)

円柱状ボンド磁石ピースは、比較例 1 で得られた円柱状ボンド磁石ピースを用いる。

[0049] (棒状磁石体の作製)

材質が S U S 3 0 4 製で、全長 90 mm、内径 5.1 mm、厚み 0.2 mm のパイプ内に、14 個の円柱状ボンド磁石ピースを、同種の磁極が対向するように装填する。パイプの両端を材質が S U S 3 0 4 製で、外径 5 mm、

高さ 10 mm のプラグで栓をし、最後に溶接固定する。

[0050] 3. 磁気特性の評価

(表面磁束密度の測定)

比較例 3 の円柱状ボンド磁石ピースがパイプに充填された棒状磁石体と測定状態を同じにするため、材質が SUS 304 製で全長 90 mm、内径 5.1 mm、厚み 0.2 mm のパイプに、実施例 1、比較例 1、比較例 2 で得られた円柱状ボンド磁石をそれぞれ挿入する。実施例 2 で得た円柱状ボンド磁石については、3 個の成形品を用意し、材質が SUS 304 製、全長 90 mm、内径 5.1 mm、厚み 0.2 mm のパイプ内に、N 極と S 極が交互に繋がるように挿入した。パイプの側面に沿ってガウスメーターで接触させ、表面磁束密度が最大となるときの値を読み取る。それぞれの結果を表 1 に示す。

[0051] 4. 生産性の評価

10 本の円柱状ボンド磁石または棒状磁石体を作製するために必要となる成形体の個数とそれらを射出成形するのに要した時間を表 1 に示す。射出成形に要した時間とは、最初の成形体が形成されてから必要とする個数の最後の成形体が形成されるまでの時間である。また、実施例 2 と比較例 1 乃至 3 については、10 本の円柱状ボンド磁石または棒状磁石体の組み立てに必要な時間を表 1 に示す。実施例 1 は組み立て時間を必要としない。実施例 2 は、10 本作製するのに組み立て時間を 3 分の時間を要したが、パイプ挿入時に各磁石ピース間で反発力が働かないので、比較例と比べて数段に組み立て時間が早い。さらに、100 本の円柱状ボンド磁石または棒状磁石体を作製した際の歩留まりを表 1 に示す。

[0052]

[表1]

	組み立て 方法	10本作製す るのに必要な 成形体数[個]	左記成形体を射 出成形するため に要した時間 [分]	組み立て時間 [分/10本]	歩留まり [%]	表面磁束 密度 [mT]
実施例 1	-	10	2	-	100	157
実施例 2	-	30	6	3	100	159
比較例 1	接着	140	24	182	71	155
比較例 2	嵌合	140	24	77	100	141
比較例 3	溶接	140	24	102	83	153

[0053] 実施例 1 では、1 回の成形工程で 1 本の円柱状ボンド磁石を作製することができるため、射出成形に要する時間が少ない。これに対して、比較例 1 乃至 3 では、円柱状ボンド磁石ピースを大量に作製する必要があるため、射出成形に要する時間が多くなってしまう。そして、比較例 1 乃至 3 では、円柱状ボンド磁石や棒状磁石体に組み上げるための時間が更に必要となる。比較例 2 については、表 1 には示していないが、円柱状ボンド磁石ピースを筒状に加工する時間や支持軸と留め具を作製する時間が必要である。これらのことからしても、本発明の円柱状ボンド磁石は、生産性に優れることが分かる。また、比較例 1 や比較例 3 では、接着不良や溶接不良によって、歩留まりが低下するが、本発明では、そのような操作を行う必要がないため、品質の高い円柱状ボンド磁石を生産性良く安全に提供することができる。

[0054] 磁気特性について、実施例 1 と実施例 2 は、比較例 1 と比較例 3 と比較しても遜色のない特性が得られる。比較例 2 については、筒状磁石ピースを使用するため、特性は低下する。

[0055] また実施例 2 では、貼り合せ箇所を有するにも関わらず、その表面磁束密度分布は、連続した正弦波形のものが得られる。

[0056] 以上のことから、本発明によれば、十分な磁気特性を有しつつ、従来にはない生産性に優れる円柱状ボンド磁石を提供することができる。

産業上の利用可能性

[0057] 本発明の円柱状ボンド磁石は、異物除去装置やリニアモータ用の永久磁石材料として利用することができる。

符号の説明

- [0058] 1…キャビティ部
2…側壁
3…配向用磁石
4…エジェクターピン
5、5'…配向用磁石の接合体
6…筒状ボンド磁石
7…支持軸
8…留め具

請求の範囲

- [請求項1] 磁性粉末と樹脂で構成された、外形を略円柱状とするボンド磁石であって、
- 前記円柱状ボンド磁石は、単一の成形体であり、
- 該円柱状の軸方向に、N極とS極が交互に現れるよう、多極磁化されている
- ことを特徴とする円柱状ボンド磁石。
- [請求項2] 請求項1に記載の円柱状ボンド磁石であって、
- 少なくとも4極以上の偶数極に交互に多極磁化されていると共に、
- 前記円柱状ボンド磁石の側面の軸方向に沿って表面磁束を測定したときに、その表面磁束密度分布が、両端を節とした略正弦波形を示すことを特徴とする円柱状ボンド磁石。
- [請求項3] 請求項1または2に記載の円柱状ボンド磁石であって、
- 前記円柱状ボンド磁石の単一成形体が、射出成形によって成形されることを特徴とする円柱状ボンド磁石。
- [請求項4] 請求項1から3のいずれかに記載の円柱状ボンド磁石であって、
- 前記磁性粉末が、異方性の希土類－鉄－窒素系合金粉末であることを特徴とする円柱状ボンド磁石。
- [請求項5] 請求項1から4のいずれかに記載の円柱状ボンド磁石と、
- 前記円柱状ボンド磁石を少なくとも2個以上収納する非磁性パイプと
- を備えた棒状磁石体であって、
- 前記非磁性パイプの側面の軸方向に沿って表面磁束を測定したときに、その表面磁束密度分布が、連続した略正弦波形を示すことを特徴とする棒状磁石体。
- [請求項6] 請求項1から5のいずれかに記載される円柱状ボンド磁石の製造方法であって、
- 磁性粉末と樹脂を混練しコンパウンドを得る工程と、

配向磁場を印加しながら前記コンパウンドを円柱状ボンド磁石に成形する工程と、

を含んでおり、

前記配向磁場は、同種の磁極が対向するように複数の磁石を接合させた配向用磁石により形成され、前記配向用磁石は、前記円柱状ボンド磁石を囲むように設置されていることを特徴とする円柱状ボンド磁石の製造方法。

補正された請求の範囲
[2010年4月14日(14.04.2010)国際事務局受理]

〔請求項1〕（補正後）磁性粉末と樹脂で構成された、外形を略円柱状とする円柱状ボンド磁石であって、

前記円柱状ボンド磁石は、その円柱状の軸方向に、N極とS極が交互に現れるよう、多極磁化されている単一の成形体であり、

少なくとも4極以上の偶数極に交互に多極磁化されていると共に、
前記円柱状ボンド磁石の側面の軸方向に沿って表面磁束を測定したときに、その表面磁束密度分布が、両端を節とした略正弦波形を示すことを特徴とする円柱状ボンド磁石。

〔請求項2〕（削除）

〔請求項3〕（補正後）請求項1に記載の円柱状ボンド磁石であって、

前記円柱状ボンド磁石の単一成形体が、射出成形によって成形されることを特徴とする円柱状ボンド磁石。

〔請求項4〕（補正後）請求項1または3に記載の円柱状ボンド磁石であって、

前記磁性粉末が、異方性の希土類－鉄－窒素系合金粉末であることを特徴とする円柱状ボンド磁石。

〔請求項5〕（補正後）請求項1、3又は4のいずれか一に記載の円柱状ボンド磁石と、

前記円柱状ボンド磁石を少なくとも2個以上収納する非磁性パイプとを備えた棒状磁石体であって、

前記非磁性パイプの側面の軸方向に沿って表面磁束を測定したときに、その表面磁束密度分布が、連続した略正弦波形を示すことを特徴とする棒状磁石体。

〔請求項6〕（補正後）請求項1、3、4又は5のいずれか一項に記載される円柱状ボンド磁石の製造方法であって、

磁性粉末と樹脂を混練しコンパウンドを得る工程と、

配向磁場を印加しながら前記コンパウンドを円柱状ボンド磁石に成形する工程と、を含んでおり、

前記配向磁場は、前記円柱状ボンド磁石の軸方向に、同種の磁極が対向するように断面がコの字形状の複数の磁石を接合させた一对の配向用磁石により形成され、前記配向用磁石は、前記円柱状ボンド磁石を囲むように前記コの字形状を向かい合わせに設置されていることを特徴とする円柱状ボンド磁石の製造方法。

〔請求項 7〕（追加）磁性粉末と樹脂で構成された、外形を略円柱状とする円柱状ボンド磁石であり、前記円柱状ボンド磁石は、その円柱状の軸方向に、N極とS極が交互に現れるよう、多極磁化されている単一の成形体である円柱状ボンド磁石の製造方法であって、

磁性粉末と樹脂を混練しコンパウンドを得る工程と、

配向磁場を印加しながら前記コンパウンドを円柱状ボンド磁石に成形する工程と、を含んでおり、

前記配向磁場は、前記円柱状ボンド磁石の軸方向に、同種の磁極が対向するように断面がコの字形状の複数の磁石を接合させた一对の配向用磁石により形成され、前記一对の配向用磁石は、前記円柱状ボンド磁石を囲むように前記コの字形状を向かい合わせに設置されていることを特徴とする円柱状ボンド磁石の製造方法。

〔請求項 8〕（追加）請求項 1 または 3 から 5 のいずれか一項に記載される円柱状ボンド磁石であって、

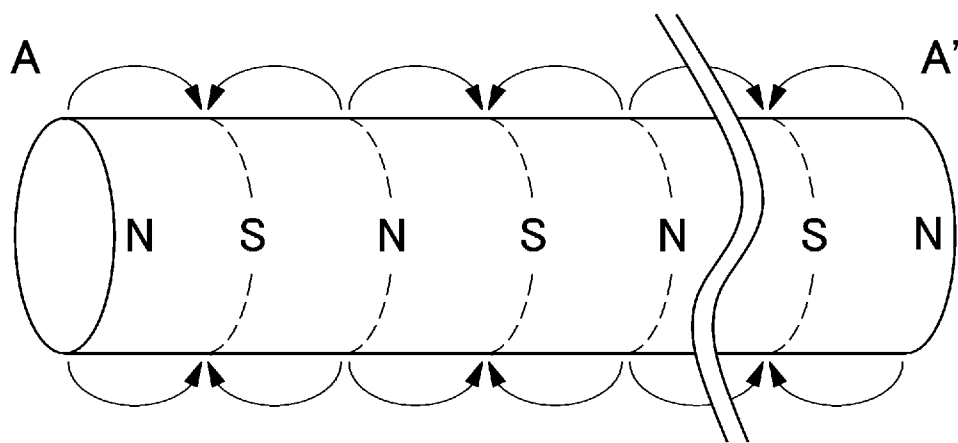
前記円柱状ボンド磁石の端面において、側面端部は表面磁束密度が共にほぼ 0 であり、両側面の内部はそれぞれ部分的に異極であることを特徴とする円柱状ボンド磁石。

〔請求項 9〕（追加）請求項 1、3 から 5 又は 8 のいずれか一項に記載される円柱状ボンド磁石であって、

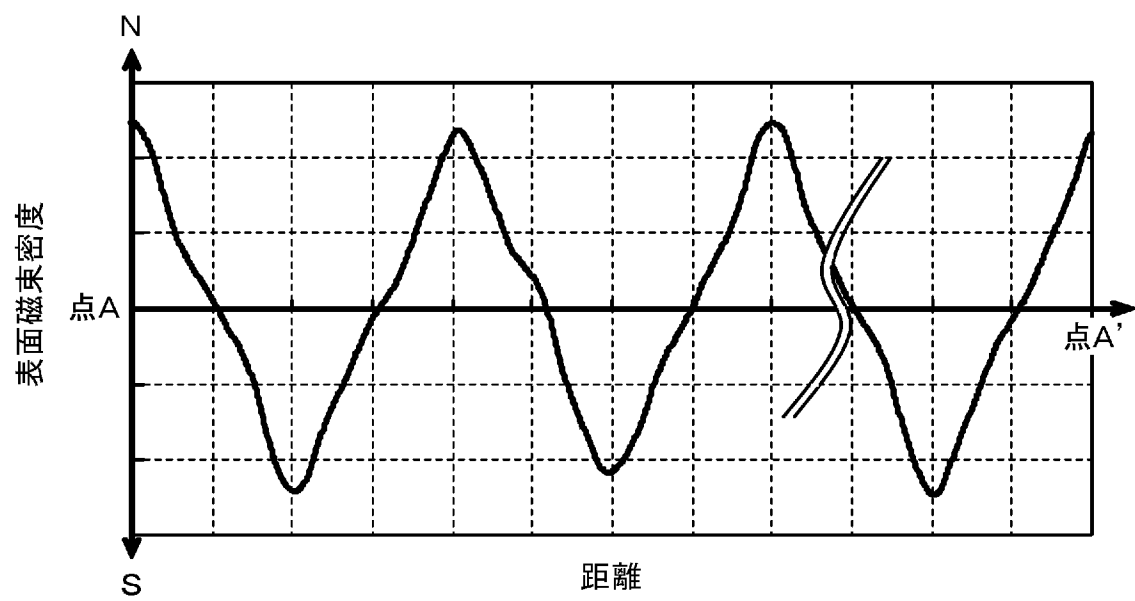
前記円柱状ボンド磁石の端面において、該円柱状ボンド磁石と同種

の円柱状ボンド磁石を繋げた際に、複数の円柱状ボンド磁石の全体の表面磁束密度分布が連続した正弦波形となるように、側面端部の表面磁束密度を構成していることを特徴とする円柱状ボンド磁石。

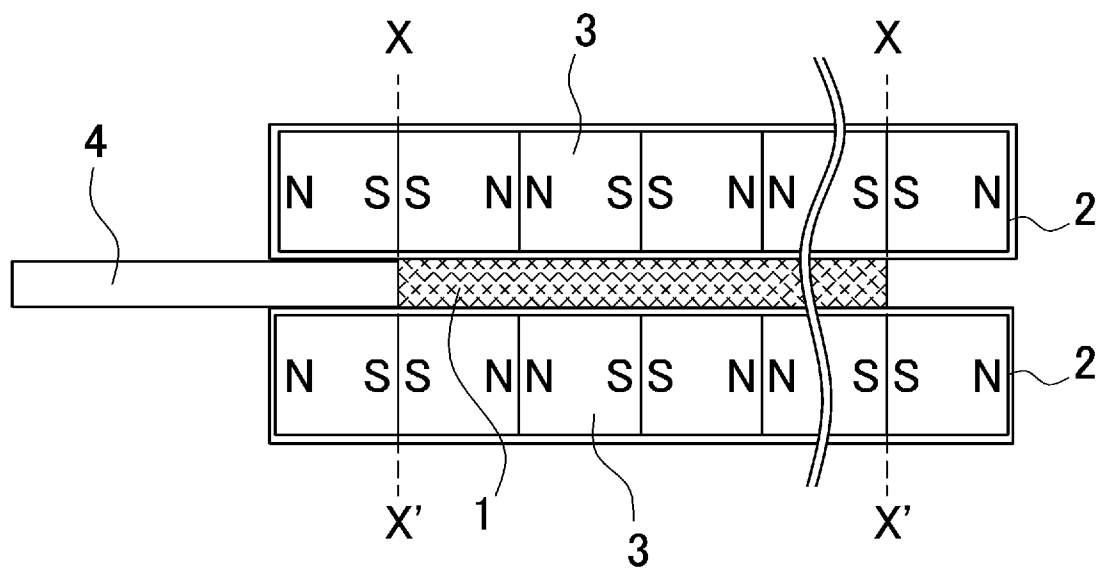
[圖1]



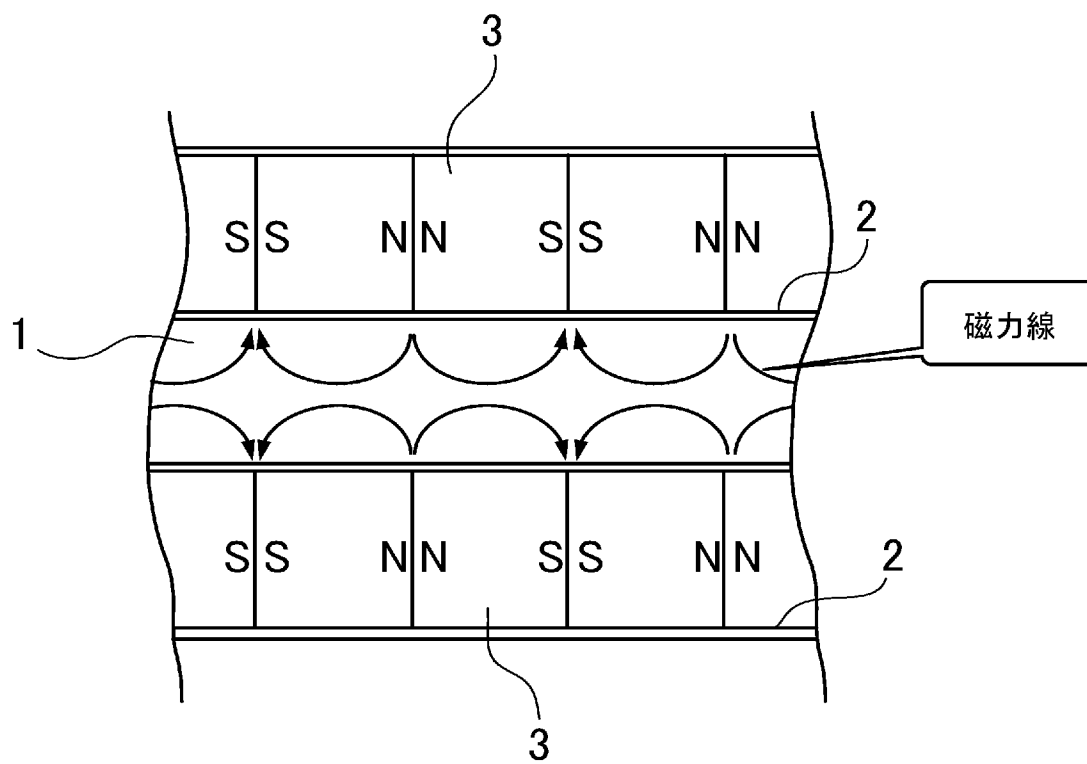
[圖2]



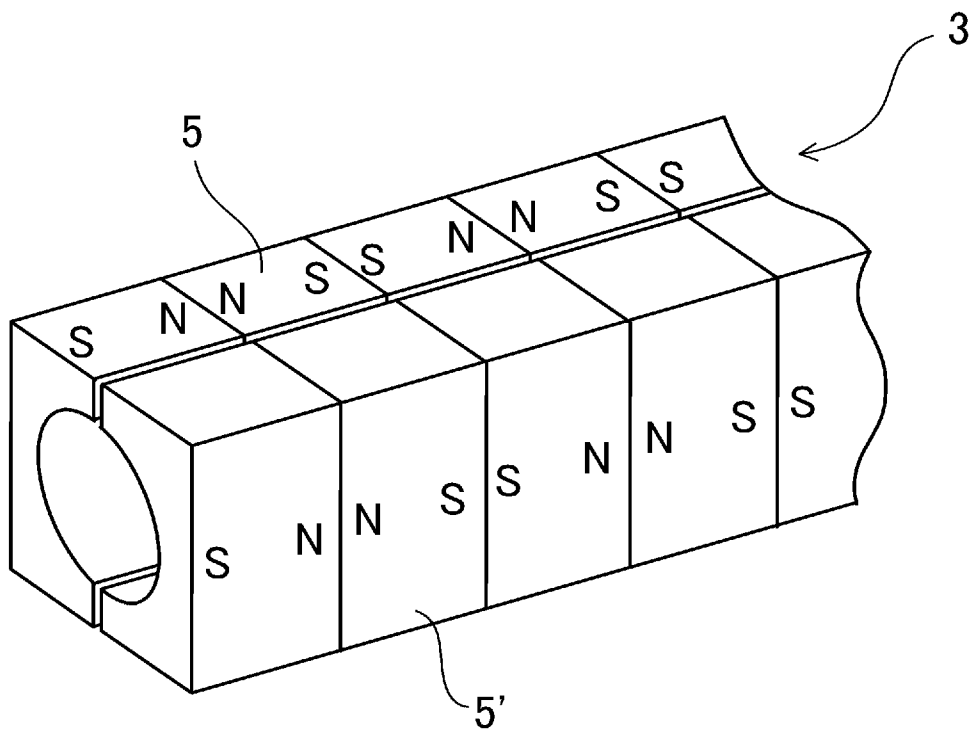
[図3]



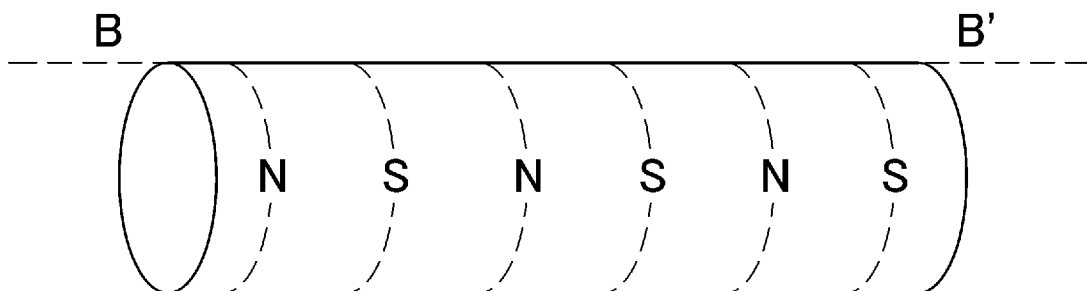
[図4]



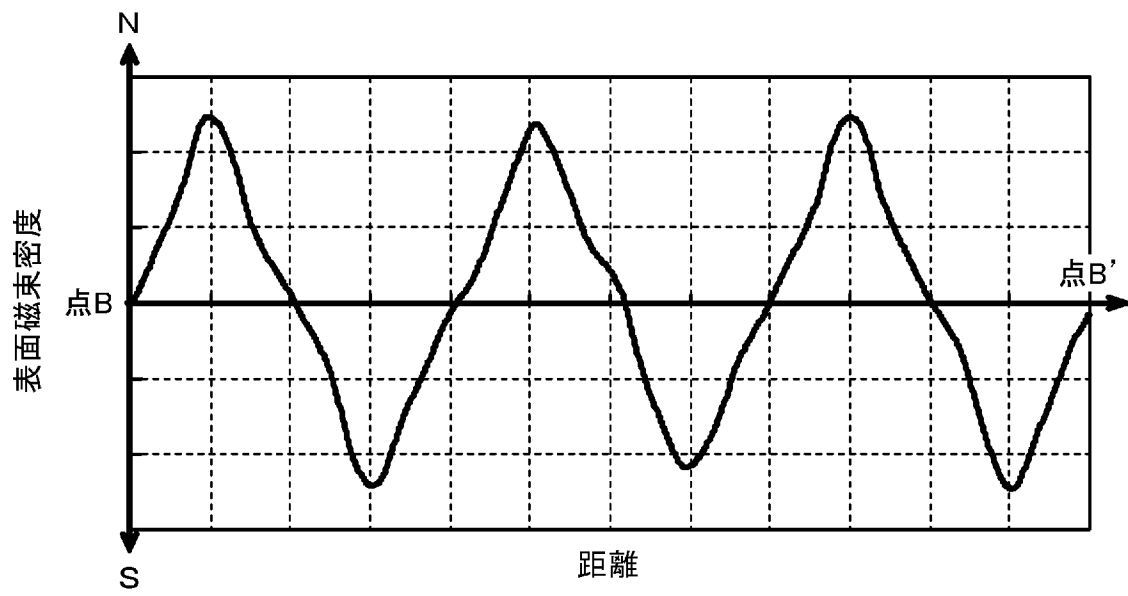
[図5]



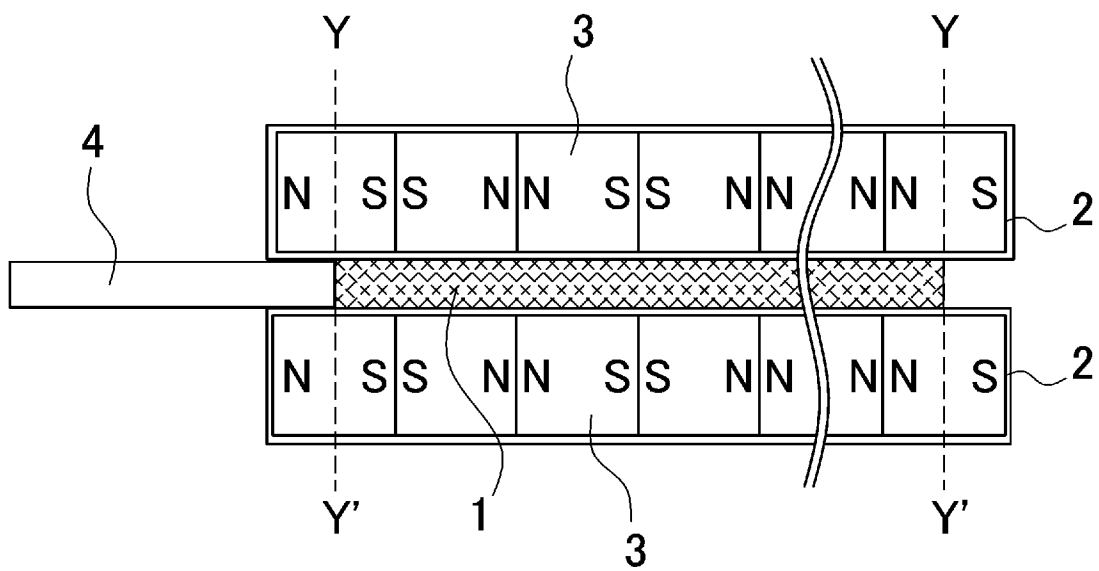
[図6]



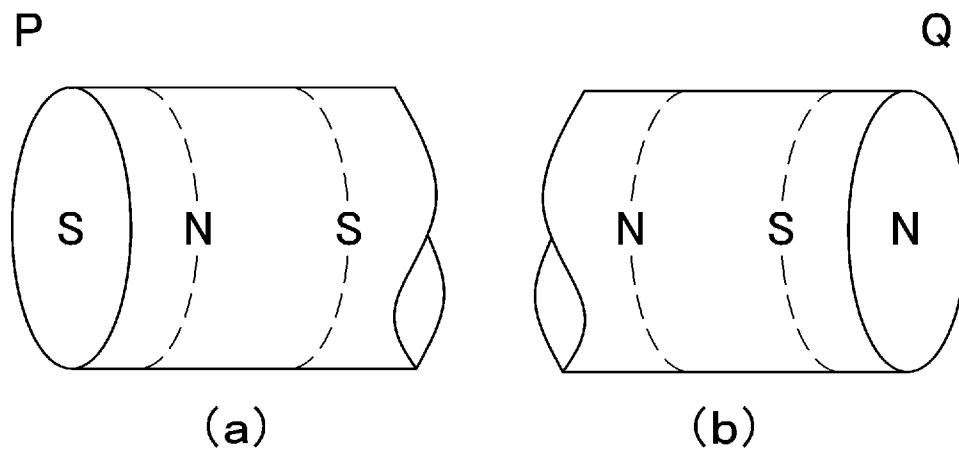
[图7]



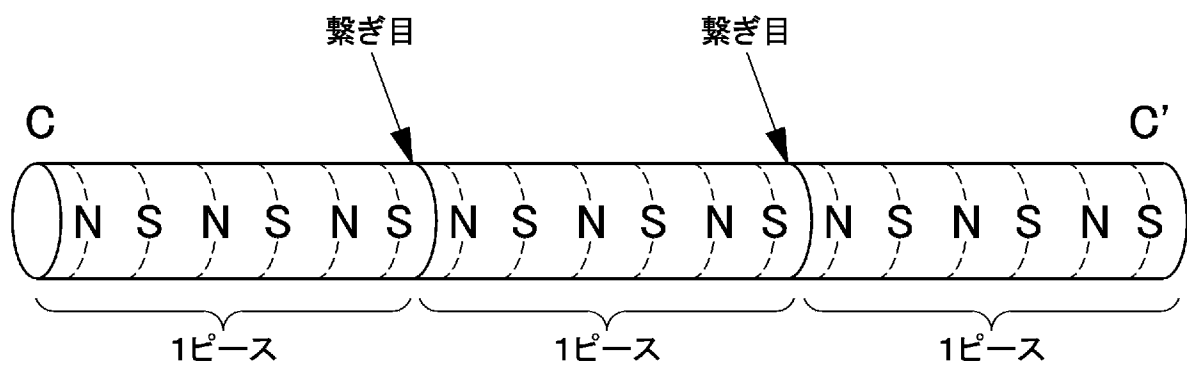
[图8]



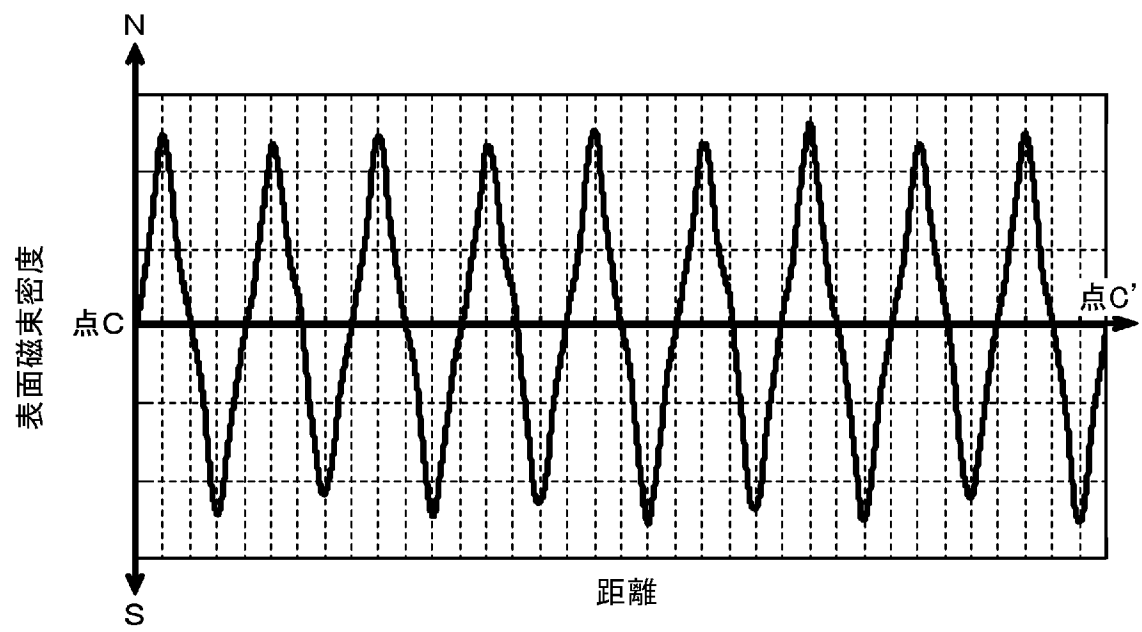
[図9]



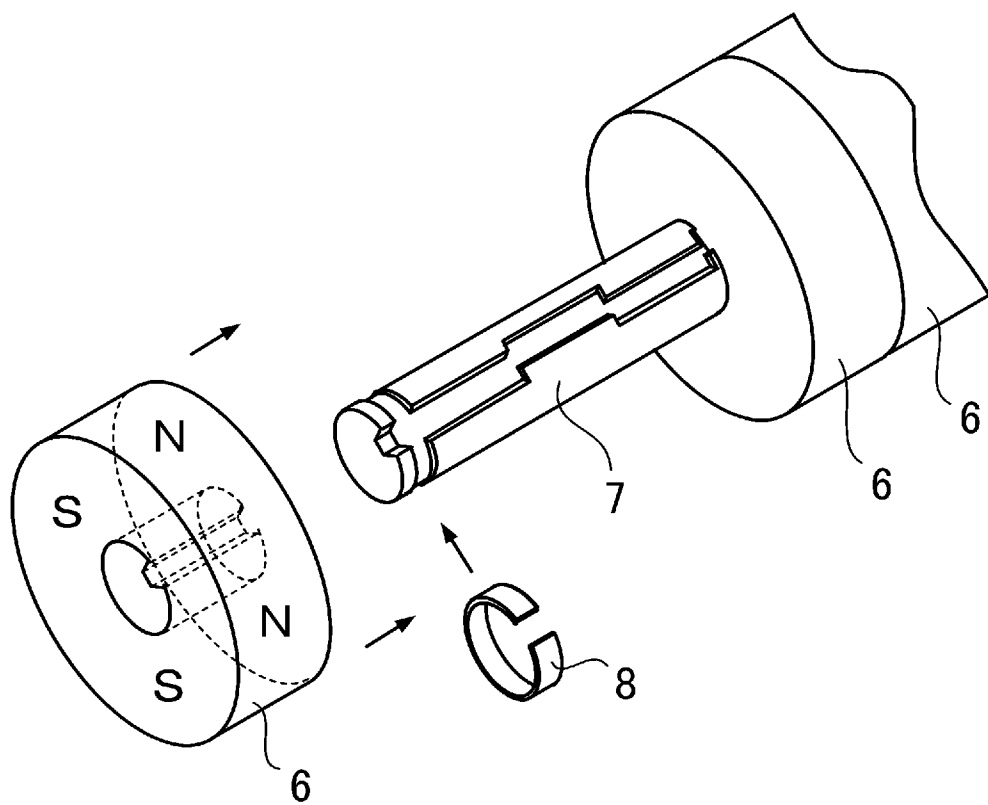
[図10]



[图11]



[图12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/006605

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01F7/02(2006.01) i, H01F41/02(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)

H01F7/02, H01F41/02, H02K33/00-33/18, H02K41/00-41/06, B03C1/00-1/30

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2004-320827 A (Toda Kogyo Corp.), 11 November 2004 (11.11.2004), paragraphs [0016] to [0024], [0032] to [0035]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-5 6
X Y	JP 8-130862 A (Sumitomo Special Metals Co., Ltd.), 21 May 1996 (21.05.1996), paragraphs [0011] to [0014], [0021] to [0025]; fig. 5 to 7 (Family: none)	1-5 6

☒ 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
25 February, 2010 (25.02.10)

Date of mailing of the international search report
09 March, 2010 (09.03.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/006605

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 63-228707 A (Sumitomo Bakelite Co., Ltd.), 22 September 1988 (22.09.1988), page 2, upper right column, line 10 to lower left column, line 10; fig. 1 to 2 (Family: none)	6
A	WO 2006/106697 A1 (THK Co., Ltd.), 12 October 2006 (12.10.2006), paragraphs [0049] to [0050], [0069] to [0070]; fig. 1, 3 & JP 2006-280125 A & DE 112006000775 T & CN 101151786 A	1-6
A	JP 9-191633 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 22 July 1997 (22.07.1997), paragraphs [0024] to [0026]; fig. 2, 4 to 5 (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01F7/02(2006.01)i, H01F41/02(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. H01F7/02, H01F41/02, H02K33/00-33/18, H02K41/00-41/06, B03C1/00-1/30

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 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 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 Y	JP 2004-320827 A（戸田工業株式会社）2004.11.11, 段落【0016】 - 【0024】, 【0032】 - 【0035】, 第1-5図（ファミリーなし）	1 - 5 6
X Y	JP 8-130862 A（住友特殊金属株式会社）1996.05.21, 段落【0011】 - 【0014】, 【0021】 - 【0025】, 第5-7図（ファミリーなし）	1 - 5 6
Y	JP 63-228707 A（住友ベークライト株式会社）1988.09.22, 第2頁 右上欄第10行-左下欄第10行, 第1-2図（ファミリーなし）	6

☒ 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

2 5 . 0 2 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

0 9 . 0 3 . 2 0 1 0

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）

久保田 昌晴

5 R

4 2 3 0

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

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	WO 2006/106697 A1 (THK 株式会社) 2006. 10. 12, 段落[0049]-[0050], [0069]-[0070], 第 1, 3 図 & JP 2006-280125 A & DE 112006000775 T & CN 101151786 A	1 - 6
A	JP 9-191633 A (松下電器産業株式会社) 1997. 07. 22, 段落【0024】 - 【0026】, 第 2, 4-5 図 (ファミリーなし)	1 - 6