

(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 3 月 18 日(18.03.2010)

PCT

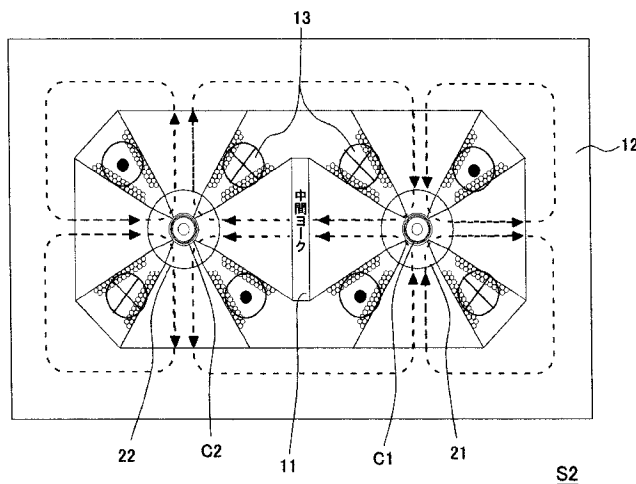
(10) 国際公開番号
WO 2010/029642 A1

- (51) 国際特許分類:
H02K 15/03 (2006.01) H01F 41/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/066591
- (22) 国際出願日: 2008 年 9 月 12 日(12.09.2008)
- (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 (米国を除く全ての指定国について): 愛知製鋼株式会社(AICHI STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒4768666 愛知県東海市荒尾町ワノ割 1 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 本蔵 義信(HONKURA, Yoshinobu) [JP/JP]; 〒4768666 愛知県東海市荒尾町ワノ割 1 番地愛知製鋼株式会社内 Aichi (JP). 度會 亜起(WATARAI, Aki) [JP/JP]; 〒4768666 愛知県東海市荒尾町ワノ割 1 番地愛知製鋼株式会社内 Aichi (JP). 松岡 浩(MATSUOKA, Hiroshi) [JP/JP]; 〒4768666 愛知県東海市荒尾町ワノ割 1 番地愛知製鋼株式会社内 Aichi (JP). 加藤 誠之(KATO, Masayuki) [JP/JP]; 〒4768666 愛知県東海市荒尾町ワノ割 1 番地愛知製鋼株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 大川 宏(OHKAWA, Hiroshi); 〒4500002 愛知県名古屋市中村区名駅 3 丁目 2 番 5 号 Aichi (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, 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, 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, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, 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))

(54) Title: METHOD OF PRODUCING RARE EARTH ANISOTROPIC BOND MAGNET, METHOD OF ORIENTING COMPACTED MAGNET BODY AND APPARATUS FOR COMPACTING IN MAGNETIC FIELD

(54) 発明の名称: 希土類異方性ボンド磁石の製造方法、磁石成形体の配向処理方法および磁場中成形装置

[図3]



11 - INTERMEDIATE YOKE

(57) Abstract: A method of producing a rare earth anisotropic bond magnet comprising a cylindrical compacted magnet body having at least four oriented areas, which have been oriented by press-compacting a thermally oriented magnetic material in semi-radial directions, on the side face of the cylinder, characterized in that, in the course of the thermal orientation, the intermediate orientation magnetic fields applied between adjacent cavities have the same main magnetic directions. According to this method, a plural number of rare earth anisotropic bond magnets can be simultaneously produced at a high efficiency.

(57) 要約: 本発明は、加熱配向工程後の磁石原料を加圧成形してセミラジアル分布へ配向された少なくとも 4 以上の配向部を円筒側面に有する円筒状の磁石成形体からなる希土類異方性ボンド磁石の製造方法であって、その加熱配向工程で隣接するキャビティ間に印加される中間配向磁場の主たる磁気方向を同一としたことを特徴とする。これにより複数個の希土類異方性ボンド磁石を一度に効率的に製造できる。

WO 2010/029642 A1

明 細 書

希土類異方性ボンド磁石の製造方法、磁石成形体の配向処理方法および磁場中成形装置

技術分野

[0001] 本発明は、希土類異方性ボンド磁石の製造に適した製造方法と、その製造に用いられる磁石成形体の配向処理方法および磁場中成形装置に関するものである。

背景技術

[0002] 希土類異方性ボンド磁石(以下適宜、単に「ボンド磁石」という。)は、小型でも大きな磁束密度が得られ、形状自由度も大きい。このため、例えば、(中空)円筒状に成形されてモータ用の永久磁石などとして使用される。ちなみに、このようなボンド磁石は、磁石粉末の特性を生かして高い磁束密度を得るために、着磁前の成形段階で配向処理がなされる。

一方、自動車小型ブラシモータに代表される小型動力用ブラシモータの分野では従来、2極分のフェライト焼結磁石を界磁に用いたフェライト2極モータが主流であった。しかし、最近では自動車の居住性の向上や車の燃費向上等を図るため、モータも同一出力での小型化やさらなる高出力化が要求されている。そこで、円筒状の希土類異方性ボンド磁石を用いたラジアル方向に4極以上の磁極を有するモータが登場してきた。この高性能モータを用いれば、従来のフェライト2極モータに対して、同一性能で体積を2分の1程度に大幅に小型化することが可能となる。そこで上記の分野においては、従来のフェライト2極モータが希土類異方性ボンド磁石を用いた多極モータへ置き換わりつつある(下記特許文献5等を参照)。

更に、その高性能モータのコギングトルクを改善するために、ラジアル方向に4極以上の磁極を有する円筒状の希土類異方性ボンド磁石の配向処理を工夫することが下記の特許文献1または特許文献2で提案されている。すなわち、これらの文献には、その配向処理を従来のラジアル配向から、いわゆるセミラジアル配向とすることで、モータの出力トルクが増大したり、コギングトルクが低減されることを開示している。

[0003] ところで、そのようなボンド磁石の生産効率を高めるためには、複数個の磁石成形

体を一度に磁場中成形(いわゆる「複数個取り」)できることが好ましい。これに関する配向処理方法が下記の特許文献3および特許文献4で提案されている。

特許文献1:特開2004-23085号公報

特許文献2:特開2005-312167号公報

特許文献3:特開2007-103606号公報

特許文献4:特公平6-24175号公報

特許文献5:特許3480733号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0004] もっとも特許文献3に記載の配向処理は、そもそも、その配向方向がいわゆるアキシシャル配向であってセミラジアル配向ではない。ここで配向とは、磁場配向のことであり、異方性磁石粉末の磁化容易軸を所定方向へ配列させるために、その方向へ配向磁場を印加することによって、異方性磁石粉末の磁化容易軸をその磁場の方向へ沿うように回転させることをいう。そうすると、前記特許文献1や特許文献2の記載からも明らかなように、その配向処理方法は高効率モータ用のボンド磁石には好適とはいえない。なお、アキシシャル配向とはボンド磁石(磁石成形体)の一軸(円筒軸)方向へ希土類異方性磁石粉末(以下、適宜「磁石粉末」という。)の磁化容易軸を配向させることをいい、ラジアル配向とはボンド磁石の中心軸から放射状に磁化容易軸を配向させることをいう。特に、円筒状のボンド磁石のラジアル配向は、円筒側面の法線方向へ磁化容易軸を配向させることを意味する。

また、セミラジアル分布とは、希土類異方性ボンド磁石中の異方性磁石粉末(群)が、磁極の主極部では円筒側面の法線方向に異方性磁石粉末の磁化容易軸をもっており、磁極と磁極の間の遷移区間では異方性磁石粉末の磁化容易軸が磁極の中立点に近づくに連れて徐々に磁石の円筒側面の周回接線方向を向き、中立点では円筒側面の周回接線方向となり、中立点が遠ざかるに連れて徐々に円筒側面の法線方向となる円筒状の希土類異方性ボンド磁石中の異方性磁石粉末(群)の磁化容易軸の分布をいう。セミラジアル配向とは、希土類異方性ボンド磁石中の異方性磁石粉末(群)を、配向磁場によってセミラジアル分布をもつように配向させることをいい、磁

化容易軸がすべてラジアル(放射状)方向に向いていない点(つまり、向きが一律でなく場所によって変化する点)で、一般的にいわれるラジアル配向と区別される。

[0005] 特許文献4は、複数個取り可能なラジアル配向処理を提案している。しかし、その配向処理では、図7Aに示すように、隣接する磁石成形体(キャビティ)間で、図中の上下方向に通過する磁場が相互に対向(反発)している。このため、その方向で十分な配向がなされない。なお、図7A中の矢印は、特許文献4に掲載の図面(第8図)へ加筆したものであって磁気方向を示す。図7Bは、図7Aに示された磁場中成形装置をベースに、本発明者がFEM解析した結果であり、磁力線の粗密により磁場の強弱が示されている。この図7Bからも、図中の上下方向で磁場が相互に対向(反発)して弱まっていると共に、キャビティの位置によって配向磁場の強さが変化していることがわかる。このような特許文献4の配向処理方法は、小さい磁場で配向されるフェライト磁石粉末には有効かもしれないが、高出力化の要請が強く、配向に大きな磁場を必要とする希土類異方性ボンド磁石の配向処理方法としては妥当ではない。

またこの配向処理方法で製作した円筒状のリング磁石は、円筒方向に配向磁場の強弱に起因した表面磁束密度の不十分な部分が現れる。このため、このリング磁石を搭載したモータでは、モータ出力の低下、コギングトルクの増大を招いてしまう。このような事情もあり、ラジアル方向に4極以上の磁極を有する円筒状の希土類異方性ボンド磁石を、複数個を同時に一つの磁場成形装置で製造することはされていなかった。

[0006] なお、特許文献1(図6参照)にも、複数個取り可能なセミラジアル配向処理が提案されているが、隣接する磁石成形体(キャビティ)間を通過する磁場に関して観れば、2つの配向部はバックヨークであるリング51内で磁束が閉じている。このため、それぞれの配向部は磁氣的に独立している。また、配向部が磁氣的に独立しているにも拘らず、さらにその間に金型30が無駄に介在しており装置が大型化し易い。ちなみに、この特許文献1の装置を用いた場合、配向処理後に成形体を取り出そうとすると、配向磁場が磁石で形成されているため、磁場を切ることができない。このため、その配向磁場に成形体の磁石粉末がひっぱられ、成形体が損傷し易い。さらに、成形体が損傷しないように成形体を完全キュアーすると、その成形に一回あたり30分程度かか

り、生産性が非常に低下する。

[0007] 本発明は、このような事情に鑑みて為されたものであり、ラジアル方向に4極以上の磁極を有する高性能な円筒状の希土類異方性ボンド磁石を効率的に製造できる希土類異方性ボンド磁石の製造方法およびそれに適する磁石成形体の配向処理方法を提供することを目的とする。また、それら方法の使用に適し小型化を図ることができる磁場中成形装置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

[0008] 本発明者はこの課題を解決すべく鋭意研究し、試行錯誤を重ねた結果、磁石成形体を複数個取りする際に、隣接するキャビティ間で印加する中間配向磁場の主たる磁気方向を揃えることを思いついた。これにより、比較的小型の磁場中成形装置を用いつつも、ラジアル方向に4極以上の磁極を有する円筒状の希土類異方性ボンド磁石を同時に複数個取りすることに成功した。勿論、この方法で得られたボンド磁石は、1個取りしていた従来のボンド磁石と比べて、円周方向の磁気特性の低下などはない。そしてこの成果を発展させることで、本発明者は以降に述べる種々の発明を完成させるに至った。

[0009] 〈希土類異方性ボンド磁石の製造方法〉

(1)すなわち、本発明の希土類異方性ボンド磁石の製造方法は、中心軸を平行にして隣接配置された少なくとも二つの円筒状のキャビティへ一種以上の希土類異方性磁石粉末とバインダである樹脂とからなる磁石原料を充填する充填工程と、該充填工程後の磁石原料を前記樹脂の軟化点以上の温度に加熱して該樹脂を軟化状態または熔融状態としつつ配向磁場を印加して前記希土類異方性磁石粉末をセミラジアル分布へ配向させる加熱配向工程と、該加熱配向工程後にまたは該加熱配向工程と併行して配向された前記磁石原料を加圧成形してセミラジアル分布へ配向された少なくとも4以上の配向部を円筒側面に有する円筒状の磁石成形体を得る成形工程と、該磁石成形体を着磁して磁化された前記配向部を磁極とする着磁工程と、を備える希土類異方性ボンド磁石の製造方法であって、

前記加熱配向工程は、前記隣接するキャビティ間で印加される中間配向磁場の主たる磁気方向が同一であることを特徴とする。

[0010] (2)本発明の希土類異方性ボンド磁石の製造方法によれば、少なくとも加熱配向工程の段階で複数個取りする場合でも、各キャビティには均一な配向磁場が印加されるようになる。特に、隣接するキャビティ間を貫く配向磁場を主たる磁気方向が同一となる中間配向磁場としたことで、隣接するキャビティ間で対向する磁石成形体の配向部にもほぼ均一な配向磁場が印加される。こうして、高性能で品質の安定した希土類異方性ボンド磁石を複数個取りにより効率的に生産できるようになった。

そしてこのような加熱配向工程を行うことで、配向処理に用いる磁場中成形装置を、単に並列させた場合よりも遙かに小型化することが可能となった。

[0011] 〈磁石成形体の配向処理方法〉

このように本発明は、磁石原料に対する配向処理方法に特徴があるため、希土類異方性ボンド磁石の製造方法としてのみならず、それに好適な磁石成形体の配向処理方法としても把握できる。

すなわち本発明は、中心軸を平行にして隣接配置された少なくとも二つの円筒状のキャビティへ一種以上の希土類異方性磁石粉末とバインダである樹脂とからなる磁石原料を充填する充填工程と、該充填工程後の磁石原料を前記樹脂の軟化点以上の温度に加熱して該樹脂を軟化状態または熔融状態としつつ配向磁場を印加して前記希土類異方性磁石粉末をセミラジアル分布へ配向させる加熱配向工程と、該加熱配向工程後にまたは該加熱配向工程と併行して配向された前記磁石原料を加圧成形してセミラジアル分布へ配向された少なくとも4以上の配向部を円筒側面に有する円筒状の磁石成形体を得る成形工程と、を備える磁石成形体の配向処理方法であって、

前記加熱配向工程は、前記隣接するキャビティ間で印加される中間配向磁場の主たる磁気方向が同一であることを特徴とする磁石成形体の配向処理方法としてもよい。

[0012] 〈磁場中成形装置〉

(1)さらに本発明では、前述したように、隣接するキャビティ間を貫く配向磁場を主たる磁気方向が同一となる中間配向磁場としたため、キャビティの配向部を貫く無駄のない磁気ループの形成が可能となった。このため、隣接するキャビティ間に配設され

る磁気回路を構成するヨーク(金型として用いられるダイス等を含む)の短縮を図ることが可能となり、加熱配向工程で用いる磁場中成形装置の小型化をも図れるようになった。

[0013] (2)従って本発明は、上記の希土類異方性ボンド磁石の製造方法や磁石成形体の配向処理方法としてのみならず、それに利用可能な磁場中成形装置としても把握される。すなわち本発明は、中心軸を平行にして隣接配置された少なくとも二つの円筒状のキャビティおよび該キャビティの内周側に磁心となるコアと、非磁性部を介在させて少なくとも4以上に分割され、該キャビティの外周側に略環状に配置された磁性材からなる主ヨークと、該キャビティへ充填される一種以上の希土類異方性磁石粉末とバインダである樹脂とからなる磁石原料を該樹脂の軟化点以上の温度に加熱して該樹脂を軟化状態または熔融状態にできる加熱器と、該キャビティへ充填された磁石原料へ前記主ヨークから配向磁場を印加できる磁場源と、前記キャビティに充填された磁石原料を加圧するパンチとを備え、セミラジアル分布へ配向された少なくとも4以上の配向部を円筒側面に有する円筒状の磁石成形体を得ることができる磁場中成形装置であって、

さらに、前記隣接するキャビティ間に配設された前記主ヨークを磁氣的に連結する磁性材からなる中間ヨークを備え、該中間ヨークを介して前記隣接するキャビティ間に主たる磁気方向を同一とする中間配向磁場を印加できることを特徴とする磁場中成形装置としてもよい。

特に、前記磁場源は、該中間ヨークの周囲に巻回された中間電磁コイルと、該中間電磁コイルへ一定方向の電流を供給する電流源とを有すると好適である。

[0014] (3)配向磁場を生じさせる磁場源には、永久磁石の起磁力を用いてもよいし、電磁コイルに電流を供給して得られる電磁力を用いてもよい。いずれの場合でも、効率的に中間配向磁場の印加を行うには、磁気抵抗の少ない磁気回路を形成することが有効である。そこで、隣接するキャビティ間に磁性材からなる中間ヨークを配設すると好ましい。この中間ヨークの周囲に電磁コイルを巻回した場合、その中間ヨークは磁芯を兼ねることにもなる。

そこで例えば、本発明の磁場中成形装置に係る磁場源は、前記隣接するキャビテ

ィ間に配設された磁性材からなる中間ヨークと、該中間ヨークの周囲に巻回された電磁コイルと、該電磁コイルへ一定方向の電流を供給する電流源とからなると、好適である。

[0015] 〈その他〉

(1)本発明では、磁石成形体の周側面に形成される配向部の数またはその配向部を着磁した後の希土類異方性ボンド磁石に形成される磁極の数は特に問わないが、ボンド磁石の使用される機器の高性能化、効率化等を考慮して、その数は4以上である。モータ用ボンド磁石(特にDCモータ用ボンド磁石)であれば、その数は通常偶数であるから、その数は4、6、8、10などであると好ましい。

[0016] (2)本発明の希土類異方性ボンド磁石の製造方法は、上述した充填工程、加熱配向工程、成形工程の他、磁石成形体をさらに圧縮(加熱圧縮)して緻密化させる緻密化工程、磁石原料に用いた熱硬化性樹脂を強固に硬化させる硬化熱処理工程(キュア熱処理工程)、着磁工程、防蝕処理工程などを備えてもよい。この際、各工程を独立的に行っても、4以上の工程を同時期に行ってもよい。例えば、秤量した磁石原料粉末を予備的に加圧成形した粉末成形体を得る秤量工程と、上記の加熱配向工程とは別々に行っても、同時期に行ってもよい。別々に行えば、いわゆるバッチ処理が可能となり量産性が向上する。同時期に行えば設備負担の軽減を図れる。さらに、加熱配向工程および成形工程を行った後に行う緻密化工程についても同様である。

[0017] (3)特に断らない限り、本明細書でいう「 $x \sim y$ 」は、下限 x および上限 y を含む。また、本明細書に記載した下限および上限は任意に組合わせて、「 $a \sim b$ 」のような範囲を構成し得ることを断っておく。

図面の簡単な説明

[0018] [図1A]本実施例に係る磁場中成形装置の基本構造を説明する図である。

[図1B]図1AのI-I断面図である。

[図1C]図1Aに示した磁場中成形装置の金型の詳細図である。

[図1D]図1Aに示した磁場中成形装置のキャビティ周辺に形成される磁気ループを示す図である。

[図2A]従来の1個取り磁場中成形装置を近接配置した図である。

[図2B]図2Aに示した各磁場中成形装置間のバックヨークを縮幅させた磁場中成形装置を示す図である。

[図3]本実施例に係る2個取り磁場中成形装置を示す図である。

[図4]本実施例に係るリング状ボンド磁石について測定した磁束密度のラジアル成分の角度分布を相対的に示すグラフである。

[図5]本実施例に係る4個取り磁場中成形装置を示す図である。

[図6]本実施例に係る別の4個取り磁場中成形装置を示す図である。

[図7A]従来の複数個取り磁場中成形装置を示す図である。

[図7B]図7Aの複数個取り磁場中成形装置のキャビティ周辺の磁気方向をFEM解析した図である。

符号の説明

- [0019] S2 磁場中成形装置
C1、C2 キャビティ
11 中間ヨーク
12 バックヨーク
13 電磁コイル

発明を実施するための最良の形態

- [0020] 発明の実施形態を挙げて本発明をより詳しく説明する。なお、以下の実施形態を含め、本明細書で説明する内容は、本発明に係る希土類異方性ボンド磁石の製造方法のみならず、磁石成形体の配向処理方法および磁場中成形装置にも適宜関連する。いずれの実施形態が最良であるか否かは、対象、要求性能等によって異なるが、本発明は上述した構成に加えて、本明細書中に記載した構成中から任意に選択した一つまたは二つ以上をさらに付加され得る。その選択される構成は、いずれの発明に対しても、カテゴリーを越えて、重畳的または任意的に付加可能である。さらに、方法に関する構成であっても、プロダクトバイプロセスとして理解すれば「物」に関する構成ともなり得ることを断っておく。

(1) 希土類異方性ボンド磁石の製造方法および磁石成形体の配向処理方法

本発明の希土類異方性ボンド磁石の製造方法または磁石成形体の配向処理方法

は、前述したような各工程からなるが、いずれの場合も加熱配向工程が重要となることから、加熱配向工程について付言しておく。

- [0021] 加熱配向工程は、キャビティへ充填された磁石原料の樹脂が軟化状態または熔融状態となるまで加熱して、配向磁場を印加することで希土類異方性磁石粉末をセミラジアル分布へ配向させる工程である。この際の配向磁場はキャビティの円周側面から印加され、これにより特定の配向部で希土類異方性磁石粉末がセミラジアル分布へ配向される(セミラジアル配向)。この結果、少なくとも4以上の配向部を円筒側面に有する円筒状の磁石成形体が得られる。なお、加熱温度、加熱時間、成形圧力、印加される配向磁場の強さなどは、磁石原料として樹脂や希土類異方性磁石粉末の種類や配合割合、希土類異方性ボンド磁石に要求される諸元などによって異なる。一例を挙げると、熱硬化性樹脂を用いた場合であれば、その加熱温度は、例えば120～180℃程度である。また成形圧力は、例えば、50～500MPa程度、加熱配向工程に要する時間は0.5～10秒程度である。印加される配向磁場の強さは、熱硬化性樹脂の粘性などによっても異なるが、例えば、0.4～1.8T程度である。

なお、本発明でいう「軟化状態」または「熔融状態」は厳密に区別されるものではない。要するに、樹脂が加熱されてその粘性が低下し、希土類異方性磁石粉末の各粒子が回転、移動等が可能な状態となれば十分である。

[0022] (2)磁石原料

磁石原料は、一種以上の希土類異方性磁石粉末とバインダである樹脂とからなる。具体的には例えば、希土類異方性磁石粉末と樹脂粉末との混合粉末、その混合粉末を加熱混練したコンパウンド、その混合粉末やコンパウンドを加圧成形した粉末成形体や希土類異方性磁石粉末と熔融した樹脂との混合体などである。ちなみに、磁石原料は、希土類異方性磁石粉末および樹脂のみならず、その他に潤滑剤、硬化剤、硬化助剤、界面活性剤等の添加剤を含んでもよい。

- [0023] 希土類異方性磁石粉末の組成、種類等は限定されず、公知のいずれの磁石粉末をも採用し得る。例えば代表的な希土類異方性磁石粉末として、Nd-Fe-B系磁石粉末、Sm-Fe-N系磁石粉末、SmCo系磁石粉末等がある。これらの磁石粉末は、いわゆる急冷凝固法で製造されたものでも、水素化処理法(d-HDDR法、HD

DR法)で製造されたものでも良い。

[0024] 希土類異方性磁石粉末は、一種のみならず複数種であつてもよい。例えば、比較的平均粒径の大きな粗粉末(例えば、 $1\sim 250\ \mu\text{m}$)と比較的平均粒径の小さな微粉末(例えば、 $1\sim 10\ \mu\text{m}$)とを混合したものでもよい。

[0025] 樹脂は公知の材料が利用され、例えば、ナイロン12、ナイロン6等のポリアミド系合成樹脂、ポリ塩化ビニル、その酢酸ビニル共重合体、MMA、PS、PPS、PE、PP等の単独又は共重合したビニル系合成樹脂、ウレタン、シリコーン、ポリカーボネート、PBT、PET、PEEK、CPE、ハイパロン、ネオプレン、SBR、NBR等の熱可塑性樹脂、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、メラミン樹脂等の熱硬化性樹脂などがある。樹脂は希土類異方性磁石粉末の粒子表面に粉末状に付着していても良いし、粒子表面を膜状にコーティングしていても良い。

[0026] 成形体の離型性、成形タイミングの調整、磁石粉末と熔融樹脂との濡れ性や密着性等の改善のために、種々の添加剤を少量配合してもよい。このような添加剤には、ステアリン酸亜鉛、ステアリン酸アルミニウム、アルコール系潤滑剤等の潤滑剤、チタネート系もしくはシラン系のカップリング剤、4,4'-ジアミノジフェニルメタン(DDM)等の硬化剤やTPP-S(北興化学工業製の商品名)等の硬化促進剤等がある。

[0027] 希土類異方性磁石粉末と樹脂との混合割合は、体積比で磁石粉末:80~90体積%、樹脂:10~20体積%程度である。質量比でいえば、磁石粉末:95~99質量%、樹脂:1~5質量%程度である。添加剤は、0.1~0.5体積%程度添加すれば良い。

[0028] (3)希土類異方性ボンド磁石

本発明に係る希土類異方性ボンド磁石は、円筒状の内外周側面からセミラジアル分布へ磁束を放出する複数の磁極を有する。その用途、形状、サイズ、磁気特性等を問わない。

その代表的な用途はモータの界磁である。そのモータは直流(DC)モータでも交流(AC)モータでもよい。インバータ制御されるインダクションモータ等であつてもよい。また、希土類異方性ボンド磁石の配設位置は、回転子(ロータ)側でも固定子(ステータ)側でも、さらには中心軸に対して内周側でも外周側でもよい。

実施例

[0029] 実施例を挙げて本発明をより具体的に説明する。

〈希土類異方性ボンド磁石の製造方法〉

本実施例では、本発明の希土類異方性ボンド磁石の製造方法の一例として、4極DCブラシモータの筐体内に收容される永久磁石であつて、その界磁を構成する中空円筒形状のリング状ボンド磁石(希土類異方性ボンド磁石)を製造する場合を取り上げて説明する。具体的には、本実施例のリング状ボンド磁石は次のようにして製造される。

[0030] (1)磁石原料

希土類異方性磁石粉末と樹脂とからなる磁石原料を用意した。この磁石原料は、d-HDDR処理(日本特許第3250551号、日本特許第3871219号など参照)して得られたNd-Fe-B系(例えば、原子%で、Nd:12.5%、B:6.4%、Ga:0.3%、Nb:0.2%、残部Fe)の希土類異方性磁石粉末(以下適宜、単に「磁石粉末」という。)と、熱硬化性樹脂であるエポキシ樹脂(以下適宜、単に「樹脂」という。)とを加熱混練したコンパウンドを加圧成形したものである。

コンパウンド中の樹脂の配合割合は、例えば、コンパウンド全体を100質量%としたときに1~5質量%とした。また、ここで用いる希土類異方性磁石粉末は、Nd-Fe-B系磁石粉末の他、粒径の小さいSm-Fe-N系磁石粉末等を混在させたものでもよい。(日本特許第3731597号など参照)。

[0031] さらに本実施例では、このコンパウンドをそのまま用いず、所望量に秤量したコンパウンドを所望形状に予め軽く加圧成形した素形体を磁石原料として用いた。このようにすることで、秤量工程と後述の加熱配向工程等とを切り離すことができる。その結果、磁石原料の取扱性やボンド磁石の量産性等が向上するのみならず、コンパウンドの秤量、素形体の成形が冷間状態で行われるため、その秤量も正確となって得られるボンド磁石の均質化も図られる。

[0032] (2)加熱配向工程および成形工程

磁場中成形装置(詳細は後述)のキャビティへ前述の磁石原料(素形体)を充填する(充填工程)。次に、その磁石原料を加熱し、樹脂を軟化させて配向磁場を印加し(

加熱配向工程)、圧縮成形(成形工程)を行う。これによりリング状ボンド磁石のベースとなる磁石成形体が得られる。ちなみに、加熱配向工程や成形工程の設定条件は、例えば、加熱温度:120~180℃、成形圧力:50~500MPa、配向磁場:0.4~1.5T、工程時間:0.5~10秒である。

[0033] 本実施例では、上記の成形工程後に得られた磁石成形体に対して、さらに加熱圧縮成形を行うことはせず、コンパウンドから素形体への成形とその後の加熱配向成形との2段成形とした。もともと、緻密で高精度なリング状ボンド磁石を得る場合には、上記の成形工程後にさらに、より高温・高圧で加熱圧縮する緻密化工程を付加的に行ってもよい。この場合は3段成形となる。

[0034] (3)加熱硬化工程および着磁工程

磁石成形体をさらに加熱して、磁石原料中のエポキシ樹脂を加熱硬化させるキュア熱処理を行った(加熱硬化工程)。これにより、高強度で耐熱性に優れるリング状ボンド磁石が得られる。この加熱硬化処理した磁石成形体に対して着磁することで、後述するように、4極DCブラシモータ用の4極にセミラジアル配向したリング状ボンド磁石が得られる。ちなみにキュア熱処理は、140~180℃の炉中に磁石成形体を15~60分間程度保持してなされる。

なお、着磁工程は、リング状ボンド磁石の内周側に軟磁性コアを配置し、外周側に軟磁性ヨークを配置した状態で、リング状ボンド磁石の中心軸に対して主に垂直な放射方向(ラジアル方向)に磁場を印加させてなされる。このときの磁場方向は、必ずしも配向磁場と同じである必要はなく、均一な放射方向(ラジアル方向)であっても良い。勿論、この場合の磁場は、配向磁場と同様なセミラジアル分布した磁場であってもよい。この際、後述する磁場中成形装置と同様な着磁装置を用いることで、複数個同時に着磁することも可能である。着磁には2~5T程度のパルス磁場を用いた。

[0035] 〈磁場中成形装置〉

上述した加熱配向工程および成形工程を行うことができる磁場中成形装置について説明する。本実施例では、一例として図3に示す磁場中成形装置S2を用いて2個の磁石成形体を同時に成形する、いわゆる2個取りを行った。

[0036] (1)基本構造

先ず、磁場中成形装置S2の前提となる磁場中成形装置So(以下適宜、単に「装置So」という。)の基本構造を図1A～図1Dを用いて説明する。これらの図面上では、磁場中成形装置の基本構造を簡便に説明するために、敢えてキャビティ1個分について示してある。図1Aは装置Soの平面断面図であり、図1Bは装置Soの縦断面図であり、図1Cは装置Soのキャビティ周辺の詳細断面図である。

装置Soは、金型30と、バックヨーク42と、電磁コイル46と(磁場源)と、磁石原料中の樹脂を加熱軟化させる高周波誘導加熱器(図示せず)と、キャビティ内の磁石原料を加圧成形するパンチ(図示せず)とからなる。

[0037] 金型30は、中央に配設された軟磁性材からなる円柱状のコア32と、そのコア32の外周囲に嵌挿された強磁性超硬材からなる円筒状の第1リング34と、その第1リング34に外周側に第1リング34と一定の間隙を設けて配設された強磁性超硬材からなる円筒状の第2リング36とからなる。この第1リング34と第2リング36とにより、それらの間に環状のキャビティ35が形成される。

[0038] さらに第2リング36の外周囲には、4分割された略扇形の強磁性材からなる第1ダイス38a、38b、38c、38d(主ヨーク)と、各第1ダイス間に設けられた略扇形のステンレス等の非磁性材からなる第2ダイス40a、40b、40c、40d(非磁性部)とが配設されている。ここで第2ダイス40a、40b、40c、40dが第2リング36と接触する円弧長はそれぞれ、第1ダイス38a、38b、38c、38dが第2リング36と接触する円弧長よりも十分に短く設定してある。前述した金型30は、コア32、第1リング34および第2リング36の他に、そのような第1ダイス38および第2ダイス40をも加わって構成される。

[0039] 金型30の外周囲には、第1ダイス38a、38b、38c、38dのそれぞれと磁氣的に接続され磁気回路を構成する環状のバックヨーク42が配設されている。第1ダイス38a、38b、38c、38dとバックヨーク42とは、略扇形のヨークピース43a、43b、43c、43dによりそれぞれ磁氣的に接続されている。

[0040] 電磁コイル46a、46b、46c、46dは、ヨークピース43a、43b、43c、43dのそれぞれにより区画形成されたスペース44a、44b、44c、44dに巻回されてなる。例えば、隣接する2つのスペース44a、44b間に、その間のヨークピース43aを内包するように電磁コイル46aが巻回される。巻回された電磁コイル46へ供給される電流の向きの

一例を図1Dに示した。図中、X印は電流が紙面の表側から裏側へ流れることを示し、●印は電流が紙面の裏側から表側へ流れることを示す。ちなみに、電磁コイル46a、46b、46c、46dの導線に流れる電流の向きを変化させることで、発生磁場の方向を変化させることができる。電流の向きは各電磁コイルの巻回方向によって調整されるか、電源の電極への接続方向をかえることで調整される。

[0041] 図1Dに示すような向きの電流を電磁コイル46に流した場合、同図中に示すような電磁極1～4が形成され、同図中に破線で示すような主たる磁気ループが形成される。そして、具体的には円環状のキャビティ35内を通過する図1Cに示すような磁力線が形成される。

この磁場が印加される状況下で前述した加熱配向工程を行うと、上下左右略対称な4つの配向部でセミラジアル配向した磁石成形体が得られる。なお、図1Cに示すように、磁力線が大きく変化する遷移区間によって、4つの配向部が形成される。

ここで配向とは、磁場配向のことであり、異方性磁石粉末の磁化容易軸を所定の方
向へ配列させるために、その方向へ配向磁場を印加することによって、異方性磁石
粉末の磁化容易軸をその磁場の方向へ沿うように回転させることをいう。セミラジアル
配向とは、希土類異方性ボンド磁石中の異方性磁石粉末(群)を、配向磁場によって
セミラジアル分布をもつように配向させることをいう。また、セミラジアル分布とは、希土
類異方性ボンド磁石中の異方性磁石粉末(群)が、磁極の主極部では円筒側面の法
線方向に異方性磁石粉末の磁化容易軸をもっており、磁極と磁極の間の遷移区間
では異方性磁石粉末の磁化容易軸が磁極の中立点に近づくに連れて徐々に磁石
の円筒側面の周回接線方向を向き、中立点では円筒側面の周回接線方向となり、
中立点が遠ざかるに連れて徐々に円筒側面の法線方向となる円筒状の希土類異方
性ボンド磁石中の異方性磁石粉末(群)の磁化容易軸の分布をいう。磁化容易軸が
すべてラジアル(放射状)方向に向いていない点(つまり、向きが一律でなく場所によ
って変化する点)で、一般的にいわれるラジアル配向と異なる。

[0042] こうして得られた磁石成形体を着磁すれば、例えば、ヨークピース43aに対応して形
成された配向部の円筒内表面にS極が現れ、ヨークピース43bに対応して形成され
た配向部の円筒内表面にN極が現れる。同様に、ヨークピース43cに対応して形成さ

れた配向部の円筒内表面にS極が現れ、ヨークピース43dに対応して形成された配向部の円筒内表面にN極が現れる。こうして、電機子(アーマチャ)へ磁束を供給する4極DCブラシモータ用界磁磁石が得られることとなる。

[0043] (2)複数個取り構造

上述の基本構造を踏まえて、一度の加熱配向工程で2個のリング状の磁石成形体を得ることができる本実施例の磁場中成形装置S2の構造について、順を追って説明する。

まず、前述した金型30、バックヨーク42、電磁コイル46等に相当する金型301、302、バックヨーク421、422、電磁コイル461、462等からなる1個取り用の磁場中成形装置S11、S12を単に並列させた場合を図2Aに示した。この場合、図2Aから明らかなように、隣接するキャビティ351、352間の距離が延び、バックヨーク421、422間に無駄なスペースが形成されてしまい、装置の小型化を図れない。

[0044] そこで図2Bに示すように、そのキャビティ間距離を短縮させるために、バックヨーク421、422を単純に狭幅させると、磁気通路となるバックヨーク421、422のバックヨーク連結部423が狭くなる。このため、そのバックヨーク連結部423で飽和磁束に到達してしまい、結局、ダイス38、ヨーク501を介してバックヨーク連結部423に接続しているキャビティの極へ十分な配向磁場を印加できない。その結果、印加される配向磁場の強さがキャビティの極によって不均一となる。

そこで本実施例では、図3に示すように、隣接するキャビティC1、C2を構成する第1リング21、22間に、強磁性材からなる中間ヨーク11を設け、その中間ヨーク11のキャビティC1側およびキャビティC2側の両方で、電磁コイル13を同じ向きに電流を流すと共に、キャビティC1、C2を共に包囲する略方形環状のバックヨーク12を設けた。

[0045] これにより、電磁コイル13で生じた起磁力は、磁芯を兼ねる中間ヨーク11を介して、主たる磁気方向が同一の配向磁場(中間配向磁場)となって、キャビティC1、C2へ印加される。なお、この中間配向磁場による配向は、キャビティC1、C2のそれぞれの配向部に作用するため、電磁コイル13の起磁力は中間配向磁場以外の部分(例えば、外周囲)における電磁コイルの起磁力の略2倍としてある。ここで、磁場中成形装置S2の全電磁コイルに電流源(図示せず)から供給される電流が等しい場合(例え

ば、各電磁コイルが直列されている場合)なら、電磁コイル13における巻き数をその他の部分の略2倍とすればよい。そして本実施例のような4極リング状ボンド磁石へ配向する場合、電磁コイル13へ流す電流の向きは図3に示すようにすればよい。なお、図3に示した磁場中成形装置S2の構成部材であって、図1A～図1Dに示した磁場中成形装置Soの構成部材と基本的な構造や機能を共通にするものは、その説明を省略した。

[0046] (3) 評価

本実施例に係る磁場中成形装置S2を用いて得られたリング状ボンド磁石一個(極1～極4)の磁気特性と、図2Aに示す磁場中成形装置S11(磁場の干渉しない従来の磁場中成形装置を、単純に2台並べた場合)および図2Bに示す磁場中成形装置S13を用いて得られたリング状ボンド磁石一個(極1～極4)の磁気特性とを測定した結果を図4に併せて示した。なお、ここで測定した磁気特性は、リング状ボンド磁石の表面磁束密度のラジアル成分の角度分布である。また、図4に示した磁束密度は相対値であり、基準としたのは磁場中成形装置S11を用いて得られたリング状ボンド磁石の各極における磁束変化である。図4中には、この基準となる磁束変化を磁束カーブaとし、その磁束カーブaの極大値および極小値を±1として示した。図4からも明らかなように、磁束カーブaは磁束密度分布が各極で均一な特性となっている。

磁場中成形装置S13を用いて得られたリング状ボンド磁石の磁束変化を磁束カーブbとして示した。この場合、バックヨーク連結部423が狭いために、その部分で配向磁場が飽和磁束に到達して、極3から出て極4へ入る磁気ループおよび極3から出て極2へ入る磁気ループ(を通過する磁束)が弱くなってしまう。その結果、極3に対応するキャビティ部分における磁場強さが極端に弱くなり、また、極4および極2に対応するキャビティ部分における磁場強さも弱くなり、それらの部分で十分な配向をさせることができない。つまり、磁場中成形装置S13を用いて複数個取りしようとした場合、従来の磁場中成形装置S11などで1個取りしていた場合と同等な配向磁場を出力させることはできない。より具体的にいえば、磁束カーブbと磁束カーブaとを対比すれば明らかなように、磁束カーブbの磁束密度のピーク値は、磁束密度aの磁束密度のピーク値に対して、極3で約50%程度にまで低下し、また、極2および極4で約75%

程度までに低下する。従って、磁場中成形装置S13を用いて得られたリング状ボンド磁石をモータに使用した場合、そのモータのトルクは大幅に低下するとともに磁束密度の不均一性に基づくコギングトルクも増大して好ましくない。

これらに対して本実施例の磁場中成形装置S2を用いて得られたリング状ボンド磁石の場合、その磁束変化を示した磁束カーブcからもわかるように、従来の磁場中成形装置S11などで1個取りしていた場合(磁束カーブa)と同等な配向磁場が出力されていたことが解る。これは磁場中成形装置S13を用いた場合と異なり、磁気通路に狭い部分がないため、配向磁場を印加した際に、磁気ループ上に磁束が弱められる部分がなかったためである。

[0047] (4)他の実施例

図5に、一度の加熱配向工程でさらに4個の磁石成形体を得ることができる磁場中成形装置S3を示した。図5中に示した破線は磁気ループであり、隣接して平行に伸びる磁気ループは、磁気方向が同一であることを示す。また、図5に示した磁場中成形装置S3と同様に、一度の加熱配向工程で4個の磁石成形体を得ることができる別の磁場中成形装置S4を図6に示した。

[0048] 磁場中成形装置S3はキャビティが上下左右に均等配置されて4個(2x2個)取りできるものであったが、磁場中成形装置S3は、キャビティが上下1段で左右に4列配置されて4個(1x4個)取りできるものである。図6中に示した破線も磁気ループであり、隣接して平行に伸びる磁気ループは、磁気方向が同一であることを示す。

さらに、複数個取りできる磁場中成形装置は、各キャビティの配置が直線的または方形的な場合に限られない。隣接するキャビティ間に配設した中間ヨークに発生させる磁場の磁気方向が同一の配向磁場(中間配向磁場)となっている限り、各キャビティの配置は三角形的、六角形的等でもよい。

請求の範囲

- [1] 中心軸を平行にして隣接配置された少なくとも二つの円筒状のキャビティへ一種以上の希土類異方性磁石粉末とバインダである樹脂とからなる磁石原料を充填する充填工程と、
- 該充填工程後の磁石原料を前記樹脂の軟化点以上の温度に加熱して該樹脂を軟化状態または熔融状態としつつ配向磁場を印加して前記希土類異方性磁石粉末をセミラジアル分布へ配向させる加熱配向工程と、
- 該加熱配向工程後にまたは該加熱配向工程と併行して配向された前記磁石原料を加圧成形してセミラジアル分布へ配向された少なくとも4以上の配向部を円筒側面に有する円筒状の磁石成形体を得る成形工程と、
- 該磁石成形体を着磁して磁化された前記配向部を磁極とする着磁工程と、を備える希土類異方性ボンド磁石の製造方法であって、
- 前記加熱配向工程は、前記隣接するキャビティ間で印加される中間配向磁場の主たる磁気方向が同一であることを特徴とする希土類異方性ボンド磁石の製造方法。
- [2] 中心軸を平行にして隣接配置された少なくとも二つの円筒状のキャビティへ一種以上の希土類異方性磁石粉末とバインダである樹脂とからなる磁石原料を充填する充填工程と、
- 該充填工程後の磁石原料を前記樹脂の軟化点以上の温度に加熱して該樹脂を軟化状態または熔融状態としつつ配向磁場を印加して前記希土類異方性磁石粉末をセミラジアル分布へ配向させる加熱配向工程と、
- 該加熱配向工程後にまたは該加熱配向工程と併行して配向された前記磁石原料を加圧成形してセミラジアル分布へ配向された少なくとも4以上の配向部を円筒側面に有する円筒状の磁石成形体を得る成形工程と、を備える磁石成形体の配向処理方法であって、
- 前記加熱配向工程は、前記隣接するキャビティ間で印加される中間配向磁場の主たる磁気方向が同一であることを特徴とする磁石成形体の配向処理方法。
- [3] 中心軸を平行にして隣接配置された少なくとも二つの円筒状のキャビティおよび該キャビティの内周側に磁心となるコアと、

非磁性部を介在させて少なくとも4以上に分割され、該キャビティの外周側に略環状に配置された磁性材からなる主ヨークと、

該キャビティへ充填される一種以上の希土類異方性磁石粉末とバインダである樹脂とからなる磁石原料を該樹脂の軟化点以上の温度に加熱して該樹脂を軟化状態または熔融状態にできる加熱器と、

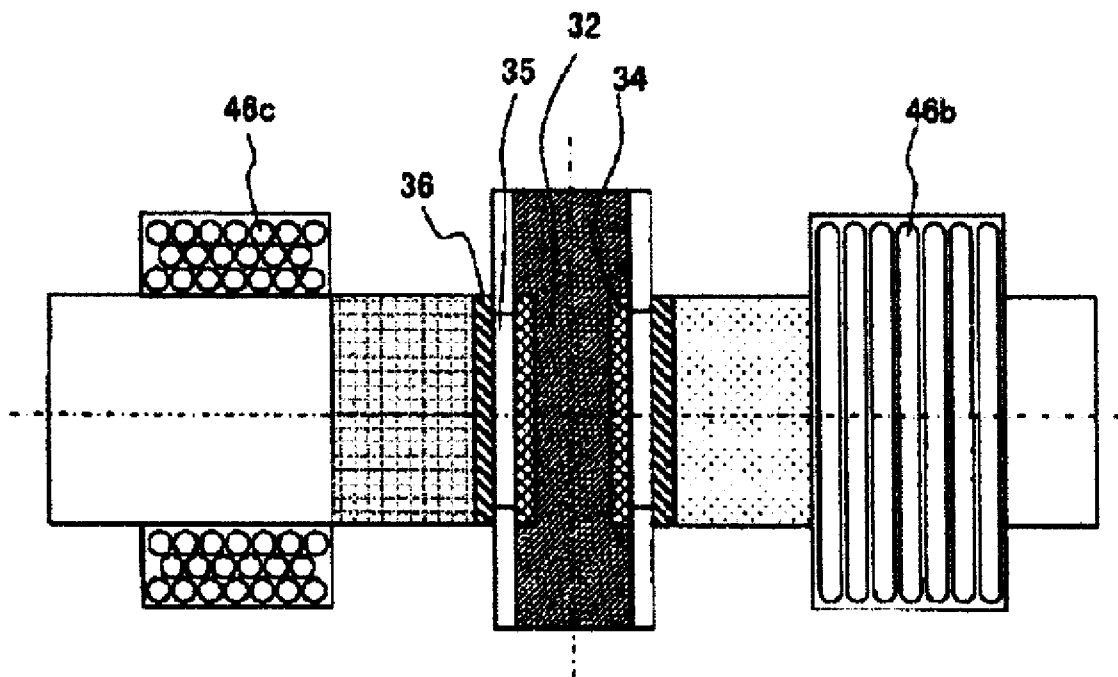
該キャビティへ充填された磁石原料へ前記主ヨークから配向磁場を印加できる磁場源と、

前記キャビティに充填された磁石原料を加圧するパンチとを備え、セミラジアル分布へ配向された少なくとも4以上の配向部を円筒側面に有する円筒状の磁石成形体を得ることができる磁場中成形装置であって、

さらに、前記隣接するキャビティ間に配設された前記主ヨークを磁氣的に連結する磁性材からなる中間ヨークを備え、該中間ヨークを介して前記隣接するキャビティ間に主たる磁気方向を同一とする中間配向磁場を印加できることを特徴とする磁場中成形装置。

- [4] 前記磁場源は、該中間ヨークの周囲に巻回された中間電磁コイルと、該中間電磁コイルへ一定方向の電流を供給する電流源とを有する請求項3に記載の磁場中成形装置。

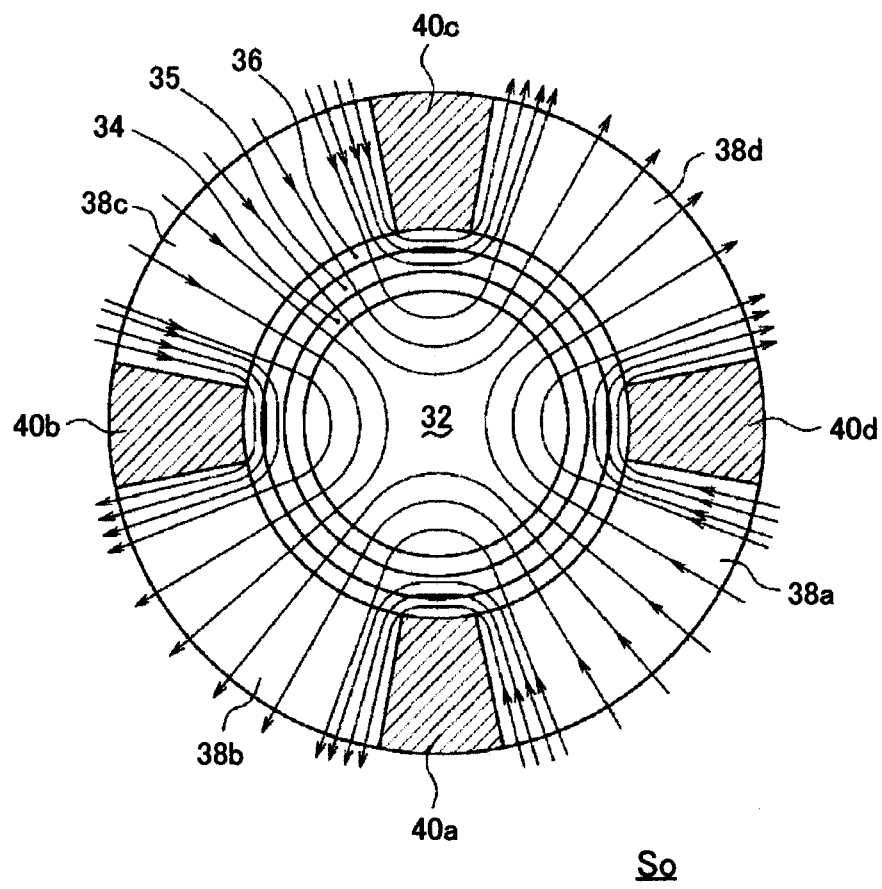
[図1B]



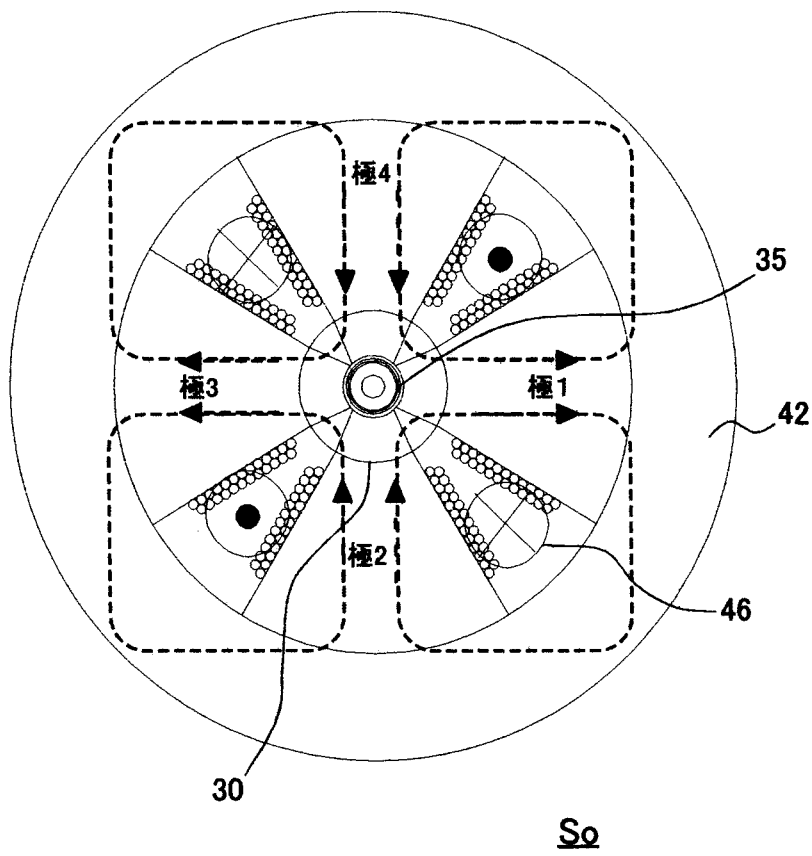
(I - I 断面図)

So

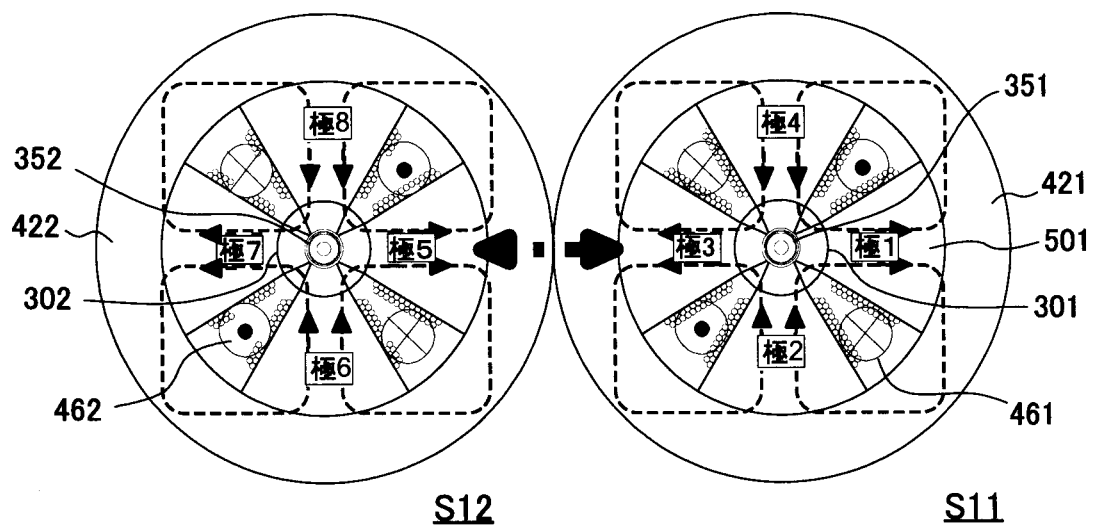
[図1C]



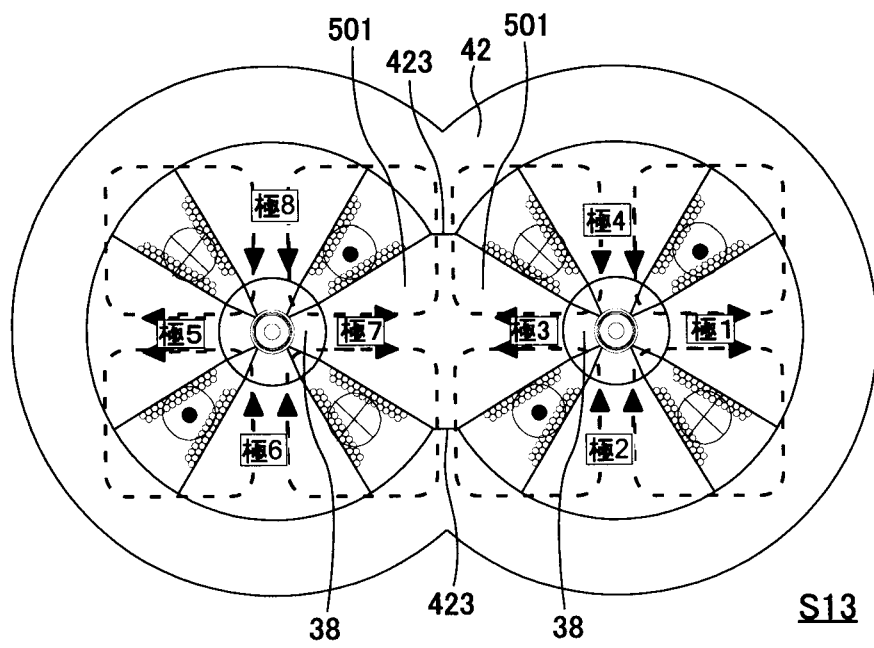
[図1D]



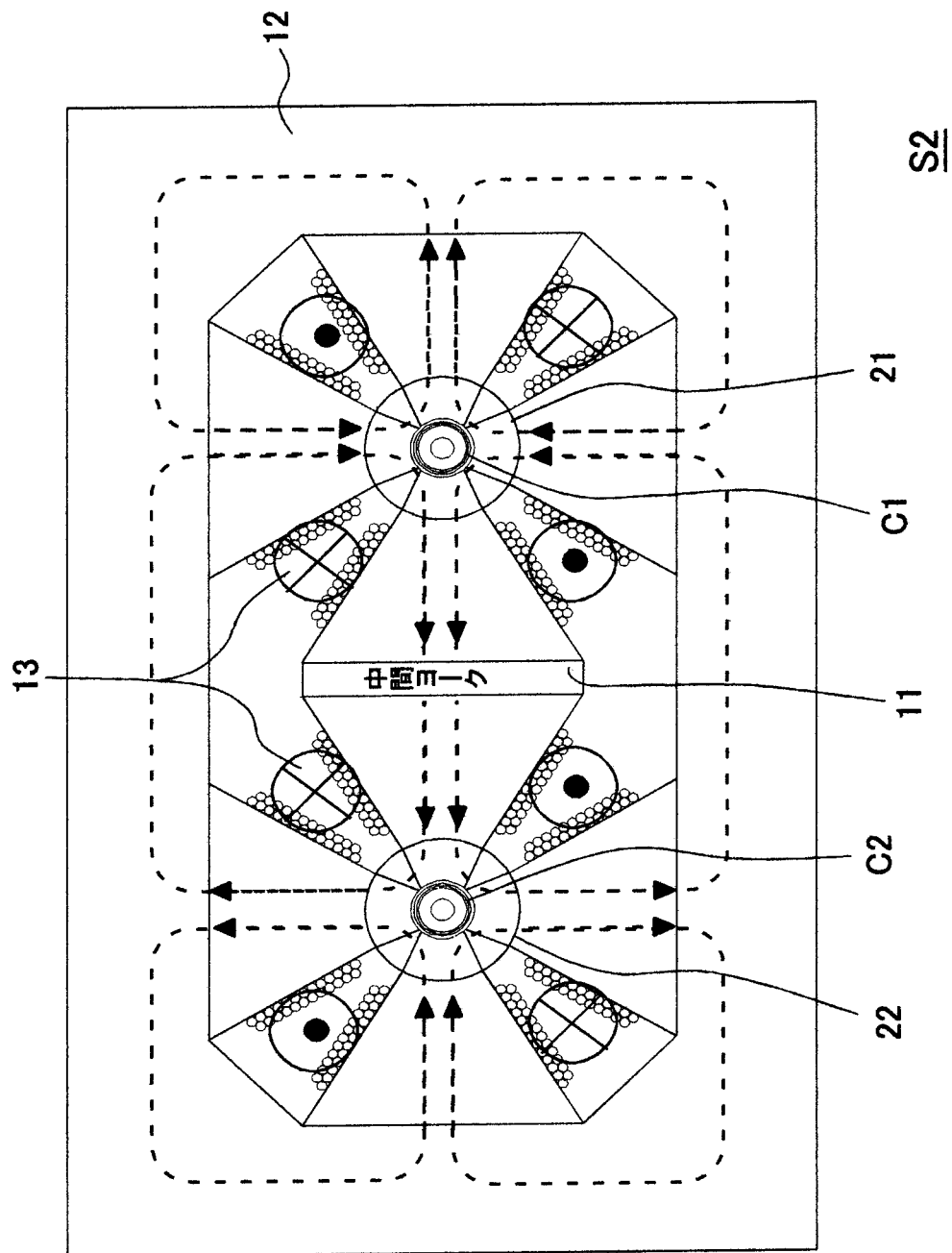
[図2A]



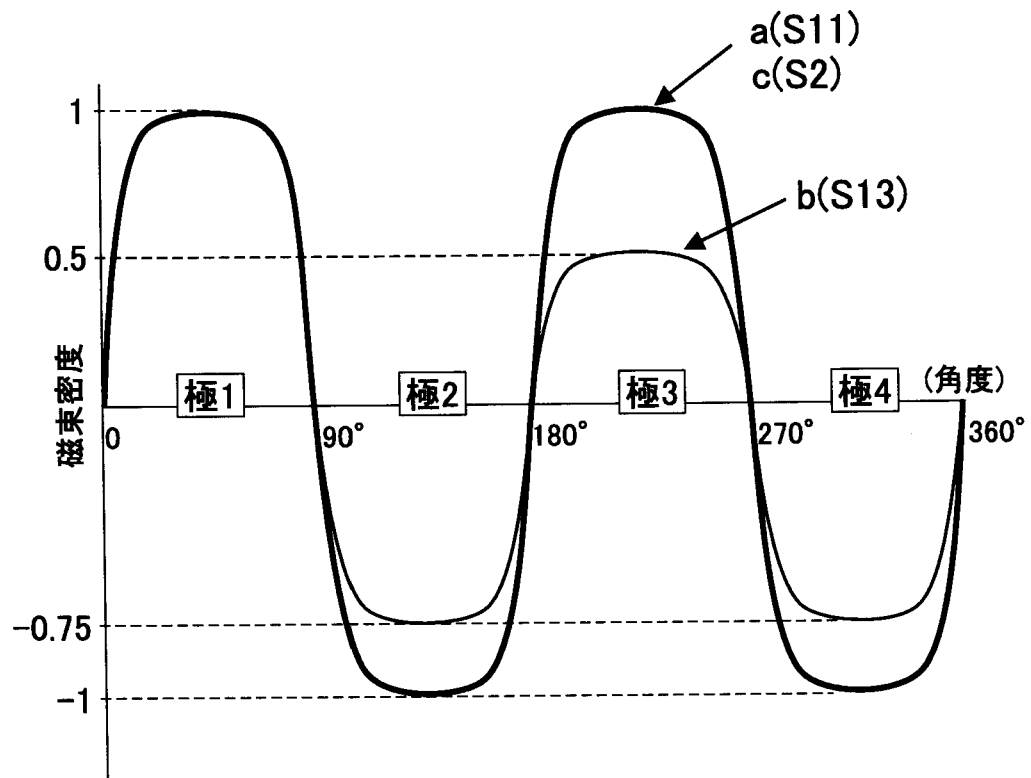
[図2B]



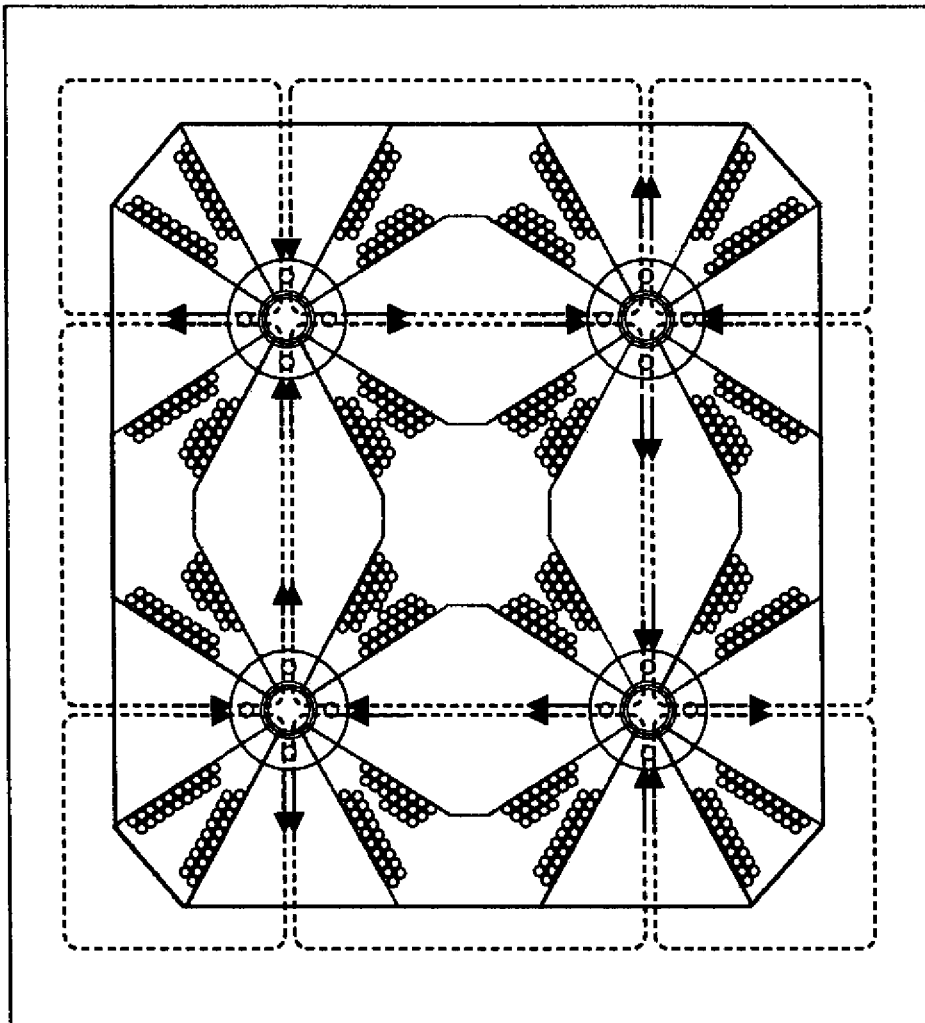
[図3]



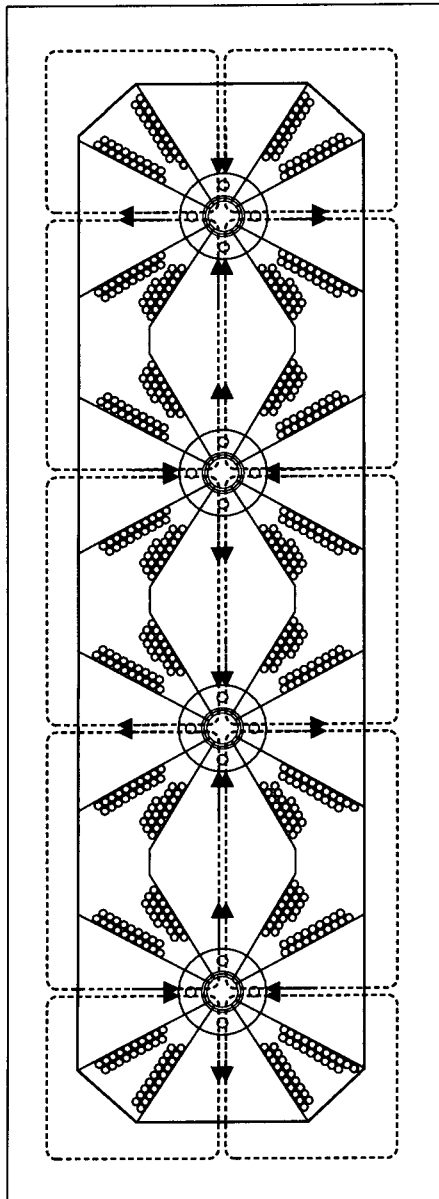
[図4]



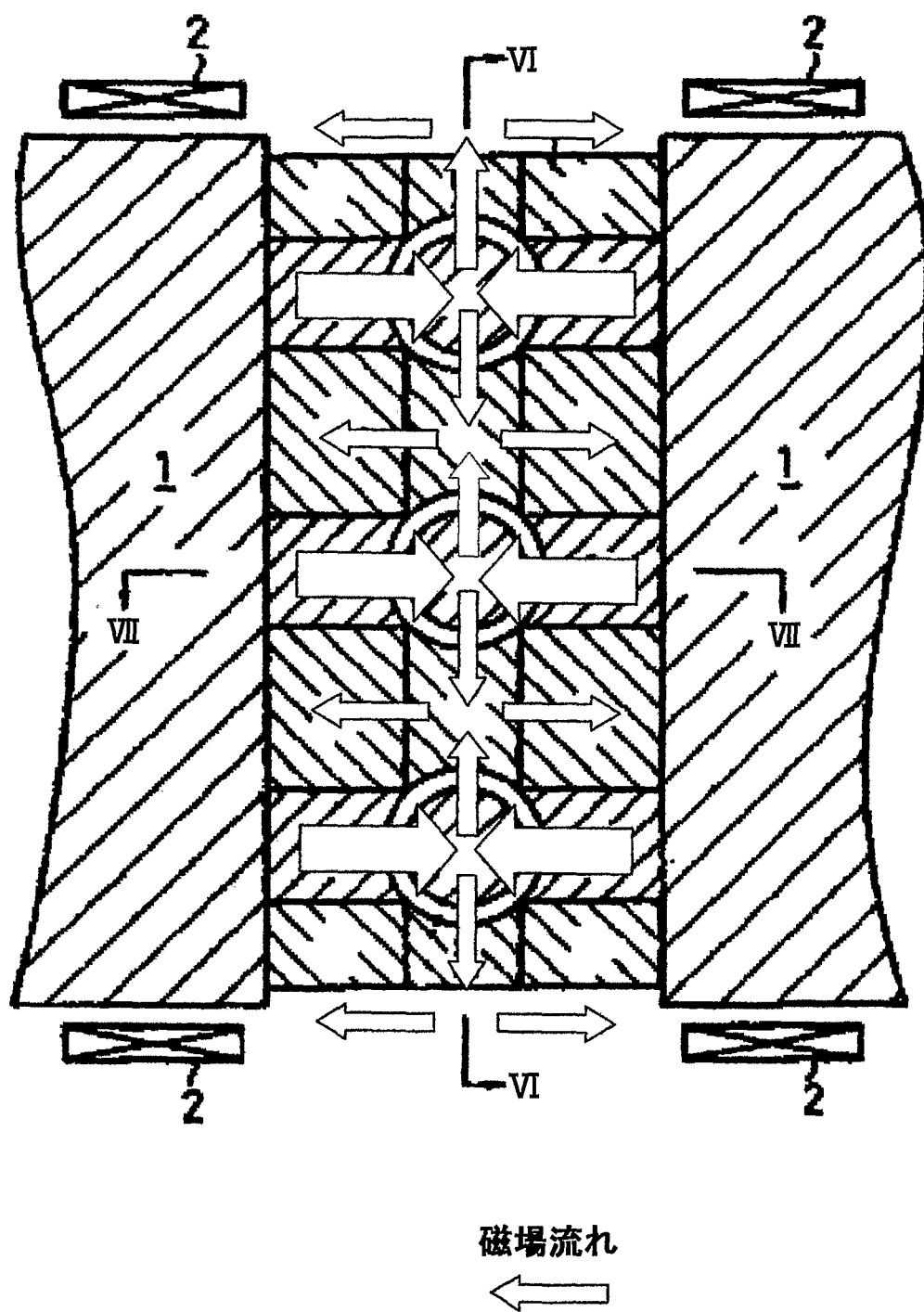
[図5]

S3

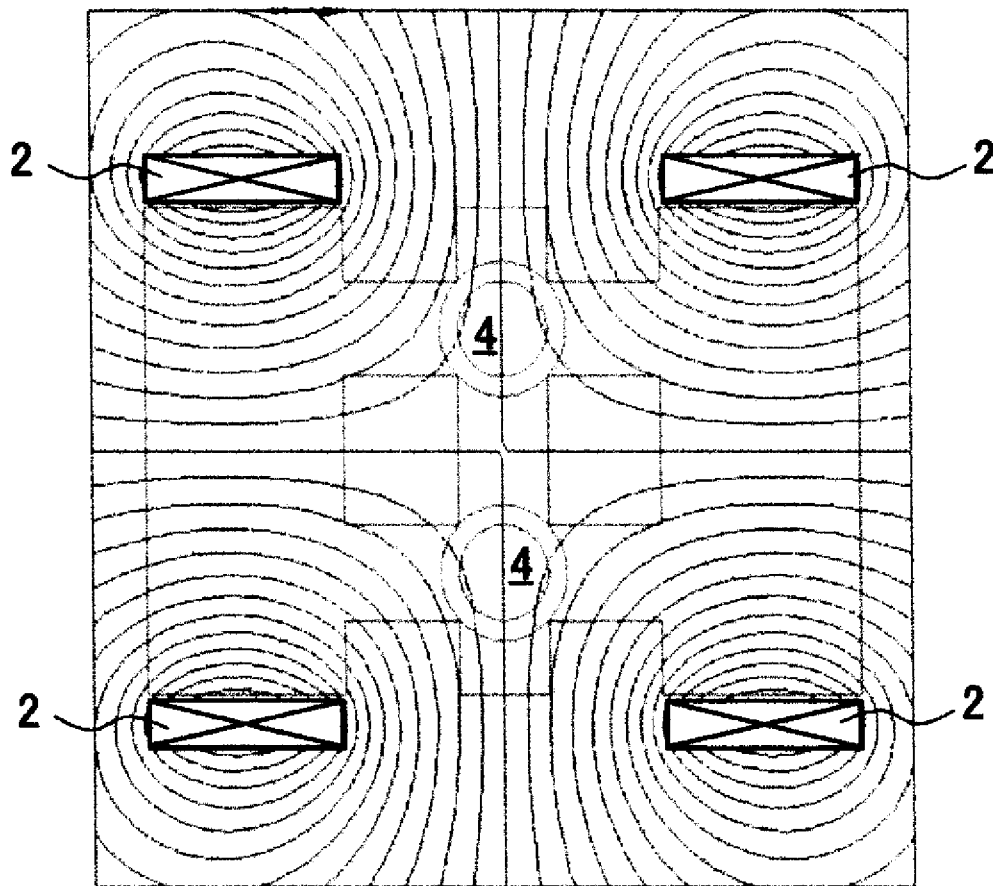
[図6]

S4

[図7A]



[図7B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/066591

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K15/03(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)

H02K15/03, H01F41/02

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 1996-2008

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2008 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2008

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.
Y	JP 2004-23085 A (Aichi Steel Works Ltd.), 22 January, 2004 (22.01.04), All pages (Family: none)	1-4
Y	WO 2005/104337 A1 (Aichi Steel Works Ltd.), 03 November, 2005 (03.11.05), All pages & US 2006/0139137 A1 & EP 1739811 A1 & CN 1771650 A & TW 289967 B	1-4
Y	JP 9-320876 A (Sumitomo Special Metals Co., Ltd.), 12 December, 1997 (12.12.97), All pages (Family: none)	1-4

☒ 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
02 December, 2008 (02.12.08)Date of mailing of the international search report
16 December, 2008 (16.12.08)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/066591

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 2005-286081 A (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), 13 October, 2005 (13.10.05), All pages (Family: none)	1-4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H02K15/03 (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. H02K15/03, H01F41/02

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 0 8 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 8 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 8 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 請求の範囲の番号
Y	JP 2004-23085 A (愛知製鋼株式会社) 2004.01.22, 全頁 (ファミリーなし)	1 - 4
Y	WO 2005/104337 A1 (愛知製鋼株式会社) 2005.11.03, 全頁 & US 2006/0139137 A1 & EP 1739811 A1 & CN 1771650 A & TW 289967 B	1 - 4
Y	JP 9-320876 A (住友特殊金属株式会社) 1997.12.12, 全頁 (ファミリーなし)	1 - 4

☒ 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

0 2 . 1 2 . 2 0 0 8

国際調査報告の発送日

1 6 . 1 2 . 2 0 0 8

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)

三島木 英宏

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

3 V

3 0 1 8

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 請求の範囲の番号
Y	JP 2005-286081 A (信越化学工業株式会社) 2005.10.13, 全頁 (ファミリーなし)	1 - 4