(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
2014 年 10 月 23 日(23.10.2014)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2014/171133 A1

(51) 国際特許分類:
H02K 1/27 (2006.01) *H02K 1/22* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2014/002135

(22) 国際出願日: 2014 年 4 月 15 日(15.04.2014)

(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 2013-086140 2013 年 4 月 16 日(16.04.2013) JP

(71) 出願人: 日本発條株式会社(**NHK SPRING CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒2360004 神奈川県横浜市金沢区福浦３丁目１０番地 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 亀田　洋平(**KAMEDA, Yohei**); 〒2360004 神奈川県横浜市金沢区福浦３丁目１０番地　日本発條株式会社内 Kanagawa (JP). 岩田　一夫(**IWATA, Kazuo**); 〒2360004 神奈川県横浜市金沢区福浦３丁目１０番地　日本発條株式会社内 Kanagawa (JP). 荒岡　裕司(**ARAOKA, Yuji**); 〒2360004 神奈川県横浜市金沢区福浦３丁目１０番地　日本発條株式会社内 Kanagawa (JP). 小野芳樹(**ONO, Yoshiki**); 〒2360004 神奈川県横浜市金沢区福浦３丁目１０番地　日本発條株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 須藤　雄一(**SUDO, Yuichi**); 〒1050002 東京都港区愛宕１－６－７ Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

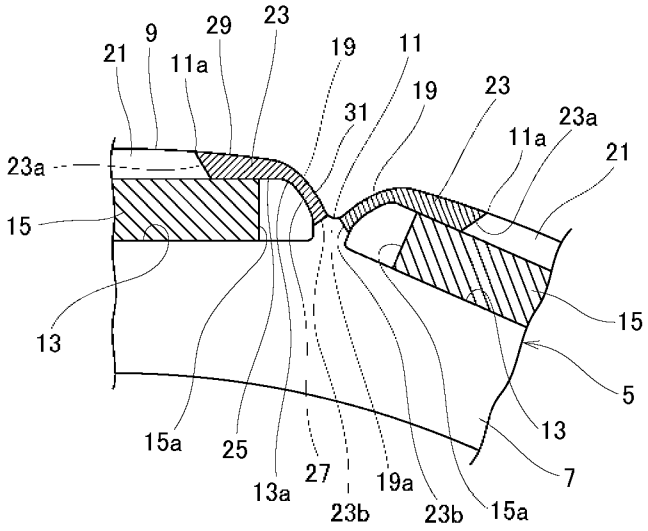
添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: MAGNETIC PLATE USED FOR ROTOR CORE OF MOTOR AND METHOD FOR MANUFACTURING MAGNETIC PLATE

(54) 発明の名称 : モータのロータ・コアに用いる磁性板及びその製造方法

[図2]



(57) **Abstract**: Provided is a magnetic plate contributing toward an increase in torque and output and a reduction in size, and making it possible to make ineffective magnetic flux more effective and minimize harmonic waves. A magnetic plate (1) used for a rotor core of a motor, in which substantially rectangular permanent magnets having a long cross-section are held in a plurality of magnet-holding magnet slots (13) arranged at predetermined intervals along the peripheral direction and formed so as to extend along the peripheral direction on the inside of an outer peripheral edge (9) of a plurality of main body parts (7) formed in a circulating shape and layered; the magnetic plate (1) being characterized in that the radial width of magnetic pole parts (21) between the magnet slots (13) and the peripheral edges (9) of the main body parts (7) is set so as to be smaller than the radial cross-sectional width of the permanent magnets (15), and there are provided relative high hardness parts (23) each shaped as a hook disposed around an end corner of each of the magnet slots (13) so as to have a width smaller than the radial cross-sectional width of the permanent magnets (15).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/171133 A1

高トルク化、高出力化、小型化に貢献し、無効な磁束を有効化及び高調波を抑制することを可能とする磁性板を提供する。　本体部７が周回形状に形成されて複数枚積層され外周縁９の内側で周方向に沿って長尺に形成され周方向に所定間隔で複数配列した磁石保持用の磁石スロット１３に本体部７の周方向へ断面が長尺でほぼ矩形の永久磁石を保持させたモータのロータ・コアに用いる磁性板１であって、本体部７の外周縁９と磁石スロット１３との間の磁極部２１の径方向幅を、永久磁石１５の径方向断面幅よりも小さく設定し、磁石スロット１３の端部コーナに沿って鉤状をなし永久磁石１５の径方向断面幅よりも小さな幅で相対的な高硬度部２３を設定したことを特徴とする。

明　細　書

発明の名称 ：

モータのロータ・コアに用いる磁性板及びその製造方法

技術分野

[0001] この発明は、モータのロータ・コアに用いる磁性板及びその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、各種電気機器、電気自動車、ハイブリッド車、ロボットなどの新技術の進展に伴い、それらに用いられるモータや発電機に要求される性能が高度化してきている。たとえば、産業用モータ、電気自動車やハイブリッド車などにおいては、高トルク化、高出力化、小型化が求められている。

[0003] その為に従来より、モータのロータとして、特許文献１に記載された図２０、図２１のようなものがある。図２０は、ロータの斜視図、図２１は、磁束分布の概念図である。

[0004] このロータ１０１は、周回形状である円形形状の磁性板１０３が複数積層されたロータ・コア１０５の開口部１０７に永久磁石１０９（両図ともハッチング部は磁性板積層方向に延在する磁石の断面に当たる）が保持されたものである。このロータ１０１が、回転磁界を形成する図示しないステータの中に挿入され、供給電力によるステータ内の回転磁界と、永久磁石１０９によりロータコアの外周表面に発生する磁束が鎖交し、その反発吸引作用によりロータ１０１が回転する。

[0005] かかるロータ１０１では、永久磁石１０９と磁性板１０３の外周縁１０３ａとの間に形成される磁極部１０３ｂの径方向幅をできるだけ小さくすると、磁束が鎖交するステータとの間の磁気抵抗が減少して回転力に有効な磁界が増加し、高トルク化或いはトルク一定とするなら小型化を可能とし、即ちモータ体積当たりのトルク（以下トルク密度）向上に有利となる。

[0006] しかし、磁極部１０３ｂの径方向幅を小さくすると回転時の永久磁石１０

９等の遠心力により開口部１０７の端部コーナ等の応力集中による塑性変形が起こり易く、いわゆる遠心強度が低下し、遠心力に耐え得る最大回転数が下がる結果、モータ体積当たりの出力（以下出力密度）の向上が制限され、小型化に限界を有していた。

[0007] また、永久磁石１０９の端部１０９ａ周辺では、ロータの回転トルクに寄与しない、ステータと鎖交せずロータ内で短絡する磁束１１０が形成されることも不効率な問題となっていた。

[0008] さらに、矩形な断面形状の永久磁石１０９を内蔵するロータでは、その外周表面に発生する磁束分布が高調波を多く含む矩形波状となり、高調波鉄損が増大する問題もあった。

[0009] これに対し、特許文献２に記載された図２２のようなロータ１１１も提案されている。

[0010] このロータ１１１では、永久磁石１１３を保持した磁性板１１５の開口部１１７の端部コーナ及び磁極部１１５ｂに板厚を薄くした磁束制御部１１９ａ、１１９ｂを設けている。

[0011] これにより、ロータ１１１表面の磁束分布を正弦波化し、トルク脈動を抑制することができる。

[0012] しかし、磁束制御部１１９ａ、１１９ｂが、エッチングにより形成される場合は、強度の向上が無く、遠心強度の向上は期待できなかった。

[0013] 一方、開口部１１７の端部コーナの磁束制御部１１９ａを特許文献３のような部分で硬化形成することも考えられる。

[0014] しかし、特許文献２の磁束制御部１１９ａの形状では高トルク密度化、高出力密度化さらには小型化に対しては適切ではなく、磁極部１１５ｂの幅を小さくすることによる小型化に対しても限界がある。

先行技術文献

特許文献

[0015] 特許文献1：特開２００３－３０４６７０号公報

特許文献2：特開２０１２－１０５４１０号公報

特許文献3：特開２００４－７９４３号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0016] 解決しようとする問題点は、高トルク密度化の為に磁極部の径方向幅を小さくすると回転時の永久磁石の遠心力により応力集中する開口部の端部コーナが塑性変形し易く、遠心強度が低下し、遠心力に耐え得る最大回転数が下がる結果、出力密度の向上が制限され、小型化に限界を有していた点、開口部の端部コーナ周辺では、ロータの回転トルクに寄与しない、無効な磁界が形成される点、矩形な断面形状の永久磁石を内蔵するロータでは、その外周表面に発生する磁束分布が高調波を多く含む矩形波状となり、鉄損が増大する点である。

課題を解決するための手段

[0017] 本発明は、高トルク密度化、高出力密度化、小型化に貢献し、無効な磁界及び高調波を抑制することを可能とするため、本体部が周回形状に形成されて複数枚積層され外周縁の内側で周方向に沿って長尺に形成され周方向に所定間隔で複数配列した磁石保持用の開口部に前記本体部の周方向へ長尺でほぼ矩形の断面を有する永久磁石を保持させたモータのロータ・コアに用いる磁性板であって、前記本体部の外周縁と前記開口部との間の磁極部のロータ径方向幅を、前記永久磁石断面のロータ径方向幅（短辺長さ。以下永久磁石の径方向断面幅という）よりも小さく設定し、前記開口部の端部コーナに沿って鉤状をなし、径方向における最大幅が前記永久磁石の径方向断面幅よりも小さな幅となるように相対的な高硬度部を設定したことをモータのロータ・コアに用いる磁性板の特徴とする。

発明の効果

[0018] 本発明の磁性板は、上記構成であるから、開口部の端部コーナに沿って鉤状をなす高硬度部から磁極部に至ってその幅を永久磁石の径方向断面幅よりも小さく設定することができ、磁極部の磁気抵抗を小さくすることができる

。開口部の端部コーナに沿って鉤状をなす高硬度部により、開口部の遠心強度（塑性変形抵抗）を高め、開口部の端部コーナ周辺でのロータ回転トルクに寄与しない無効な磁束を抑制且つ有効化し、矩形な断面形状の永久磁石によってロータ外周表面に発生する磁束分布に含まれる高調波を抑制することができる。

[0019] したがって、産業用モータ、電気自動車やハイブリッド車などで求められる、高トルク化、高出力化、小型化などに貢献することができる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]ロータの要部正面図である。（実施例１）

[図2]回転位置をずらしたロータの要部正面図である。（実施例１）

[図3]寸法関係を説明する要部正面図である。（実施例1）

[図4]ロータの要部正面図である。（実施例１）

[図5]ロータの要部正面図である。（実施例１）

[図6]ロータの要部正面図である。（実施例１）

[図7]ロータの要部正面図である。（実施例１）

[図8]ロータの要部正面図である。（実施例１）

[図9]ロータの要部正面図である。（実施例１）

[図10]ロータの要部正面図である。（実施例１）

[図11]ロータの要部正面図である。（比較例）

[図12]ロータの要部正面図である。（比較例）

[図13]降伏荷重上昇率及び回転誘起電圧上昇率を実施例の形状例と比較例の形状例とで比較したグラフである。

[図14]圧縮率と磁石引張降伏荷重上昇率との関係を実施例の形状例と比較例の形状例とで比較したグラフである。

[図15]圧縮率と回転誘起電圧上昇率との関係を実施例の形状例と比較例の形状例とで比較したグラフである。

[図16]圧縮率と磁石引張降伏荷重上昇率との関係を実施例の形状例と比較例の形状例とで比較したグラフである。

[図17]圧縮率と回転誘起電圧上昇率との関係を形状例と比較例とで比較したグラフである。

[図18]潰し形状と高調波電圧係数低減率を示すグラフである。

[図19]圧縮率と高調波電圧係数低減率を示すグラフである。

[図20]ロータの斜視図である。（従来例）

[図21]磁界形成の概念図である。（従来例）

[図22]ロータの要部正面図である。（従来例）

発明を実施するための形態

[0021] 高トルク化、高出力化、小型化に貢献し、無効な磁界及び高調波を抑制することを可能にするという目的を、本体部が周回形状に形成されて複数枚積層され外周縁の内側で周方向に沿って長尺に形成され周方向に所定間隔で複数配列した磁石保持用の開口部に前記本体部の周方向へ断面が長尺でほぼ矩形の永久磁石を保持させたモータのロータ・コアに用いる磁性板であって、前記本体部の外周縁と前記開口部との間の磁極部のロータ径方向幅を、前記永久磁石の径方向断面幅よりも小さく設定し、前記開口部の端部コーナに沿って鉤状をなし、径方向における最大幅が前記永久磁石の径方向断面幅よりも小さな幅となる

ように相対的に降伏応力が高い高硬度部を設定したことにより実現した。

[0022] 前記高硬度部は、前記開口部の周方向端部で前記本体部の外周側に位置する周方向に沿った第１の縁及び第1の縁と連続する縁辺上であって前記永久磁石の周方向端縁側に位置する第２の縁と前記第１の縁に対応する前記本体部の外周縁側の第３の縁及び前記開口部相互間のブリッジ部の第４の縁又は前記開口部間とに渡る範囲に設定してもよい。

[0023] 前記高硬度部は、前記本体部の周方向での範囲が前記永久磁石の端縁に沿って前記外周縁にまで至る境界までか該境界を超えて前記磁極部中央側に入り込んで設定してもよい。

[0024] 前記高硬度部は、前記本体部の周方向での端縁が前記開口部側から前記本体部の外周縁に向かって前記磁極部中央側へ漸次入り込むように傾斜形成し

てもよい。

[0025] 前記本体部の外周縁に、前記磁極部間へ漸次切り込まれるような形態の凹形状部を備え、前記高硬度部は、前記傾斜形成された端縁が前記凹形状部の漸次切り込まれるような形状の開始点で前記本体部の外周縁に至っていてもよい。

[0026] 前記高硬度部は、前記永久磁石の端縁に沿った方向において前記開口部間内での長さが前記永久磁石の径方向断面幅の１／２以上に設定され、前記高硬度部は、前記本体部の周方向で前記開口部に沿った縁の部分で前記永久磁石とオーバーラップする長さが前記永久磁石断面のロータ周方向に沿い磁極部に接する長辺の長さ（以下、永久磁石の周方向断面長さという）の１／６以下から０に設定され、前記高硬度部は、前記本体部の一般部の硬度に対しビッカース硬度で１．３～２．３倍に設定してもよい。

[0027] 前記高硬度部は、前記本体部の一般部の板厚に対し圧縮率５～２５％で圧縮加工してもよい。

[0028] 前記高硬度部は、磁場４０００Ａ／ｍにおける磁束密度が前記本体部の一般部に対し０．４～０．８倍としてもよい。

[0029] 前記複数枚積層される本体部は、珪素鋼板で形成してもよい。

[0030] 前記本体部の珪素鋼板は、組成（質量％）がＳｉ：２～４、残部：鉄及び不可避不純物であってもよい。

[0031] 前記高硬度部は、硬さが２５０～３９０Ｈｖであってもよい。

[0032] 前記本体部は、厚みが０．１～０．５ｍｍであってもよい。

[0033] 前記本体部は、複数の分割体を接合して環状に配置してもよい。

[0034] 前記高硬度部は、前記本体部の周方向で前記開口部の両端部に形成されてもよい。

実施例 1

[0035] ［形状例１］

図１は、ロータの要部正面図（磁性板面に対して正面）、図２は、回転位置をずらしたロータの要部正面図、図３は、寸法関係を説明する要部正面図

である。なお、図1は、後述する遠心強度の評価方法の説明にも用いるため、固定箇所のハッチング及び荷重方向の矢印が併せて記載されている。

[0036] 図１、図２のように、電動モータに用いるロータ１のロータ・コア３は、磁性板５を複数枚積層して形成されている。各磁性板５の本体部７は、高透磁率材料、例えば珪素鋼板が用いられ、周回状、例えば円盤状や円環形状に形成されている。この本体部７を構成する珪素鋼板は、組成（質量％）がＳｉ：２～４、残部：鉄及び不可避不純物である。なお、磁性板５の材料としては、他の材料を使用することもできる。

[0037] 本体部７には、円形の外周縁９に周方向所定間隔で凹形状部１１が形成されている。凹形状部１１は、磁極部間へ漸次切り込まれるような形状に形成されている。各凹形状部１１の周方向間において、外周縁９の内側には、周方向に沿った磁石保持用の開口部である磁石スロット１３が形成されている。磁石スロット１３は、周方向である接線方向に沿って長尺に形成され周方向に所定間隔で複数配列されている。各磁石スロット１３に、永久磁石１５が接着剤によりそれぞれ保持されている。各磁石スロット１３にそれぞれ２個一組の永久磁石を保持させることもできる。

[0038] 永久磁石１５は、本体部７の周方向へその断面が長尺のほぼ矩形形状に形成され磁性板積層方向に延在し、磁石スロット１３に保持されることで本体部７の周方向に所定間隔で複数配列されている。

[0039] 磁石スロット１３は、永久磁石１５の領域の両側に接着剤領域１７を備え、接着剤領域１７がブリッジ部１９に隣接し、ブリッジ部１９は、磁石スロット１３と本体部７の外周縁９の凹形状部１１との間に位置している。各磁石スロット１３間で一対のブリッジ部１９は、本体部７の径方向で各磁石スロット１３間の内端部側が結合部１９ａとして一体になっている。

[0040] 本体部７の外周縁９と磁石スロット１３との間の磁極部２１の径方向幅は、永久磁石１５の径方向断面幅よりも小さく設定されている。この場合、磁極部２１の径方向幅及び永久磁石１５の径方向断面幅の比較は、磁極部２１の最大幅位置である磁極中心での寸法としている。本体部７には、ブリッジ

部１９から磁極部２１に掛けて高硬度部２３が設けられている。高硬度部２３は、本体部７の周方向で磁石スロット１３の両端部に形成されている。

[0041] 高硬度部２３は、磁石スロット１３の端部コーナ１３ａに沿って鉤状をなし、径方向における最大幅が永久磁石１５の径方向断面幅よりも小さな幅となるように形成されている。本実施例では、高硬度部２３の全体に掛けて最大幅が永久磁石１５の径方向断面幅よりも小さな幅となるように形成されている。但し、高硬度部２３の径方向における最大幅のみ永久磁石１５の径方向断面幅よりも小さな幅となるように形成し、高硬度部２３の磁石スロット１３間での幅は、永久磁石１５の径方向断面幅より大きく形成することもできる。

[0042] 高硬度部２３は、圧縮加工により本体部７の高硬度部２３以外の一般部に対して相対的な高硬度に設定されたものである。高硬度部２３は、本体部７の一般部の板厚が例えば０．１～０．５ｍｍであるのに対し圧縮率５～２５％で圧縮加工されたものである。高硬度部２３は、本体部７の一般部の硬度に対しビッカース硬度で１．３～２．３倍に設定されている。具体的には、高硬度部２３の硬さは、２５０～３９０Ｈｖである。

[0043] かかる設定により高硬度部２３は、磁場４０００Ａ／ｍにおける磁束密度が本体部７の一般部に対し０．４～０．８倍とっている。

[0044] 図２のように、高硬度部２３は、第１の縁２５及び第２の縁２７と第３の縁２９及び第４の縁３１とに渡る範囲に設定されている。

[0045] 第１の縁２５は、磁石スロット１３の周方向端部で本体部７の外周側に位置する周方向に沿った部分である。第２の縁２７は、第1の縁２５と連続する縁辺上であって永久磁石１５の周方向端縁１５ａ側に位置するブリッジ部１９の部分である。第３の縁２９は、第１の縁２５に対応する本体部７の外周縁９側の部分である。第４の縁３１は、磁石スロット１３相互間のブリッジ部１９の外側の部分である。

[0046] つまり、本実施例では、高硬度部２３の形成範囲において、磁極部２１からブリッジ部１９に掛けてその幅全体に渡っている。

[0047] 但し、高硬度部２３の形成範囲は、磁極部２１からブリッジ部１９に掛けてその幅方向では部分的に形成することもでき、磁極部２１又はブリッジ部１９の一方のみ幅方向で部分的に形成し、他方では、幅方向の全体に形成することもできる。さらに磁極部２１、ブリッジ部１９の幅方向で部分的に形成する場合は、幅方向の中間部にのみ高硬度の芯部のように形成することもできる。

[0048] 高硬度部２３は、本体部７の周方向での範囲が永久磁石１５の端縁１５ａに沿って外周縁９側にまで至る境界３３（図３）を超えて磁極部２１中央側に入り込んで設定されている。この場合外周縁９側とは、凹形状部１１の第３の縁２９であり、後述するように、外周縁９よりも本体部７の径方向内方側（例えばロータ外径線に対し径方向内側）に位置する。

[0049] 高硬度部２３は、本体部７の周方向での端縁２３ａ（図２）が磁石スロット１３側から本体部７の外周縁９に向かって磁極部２１中央側へ漸次入り込むように傾斜形成されている。高硬度部２３の傾斜形成された端縁２３ａは、凹形状部１１の開始点１１ａで本体部７の外周縁９に至っている。即ち開始点１１ａは、凹形状部１１が円形の外周縁９（例えばロータ外径線）から内径側へ漸次外れて切り込まれるような形状が開始される外周縁９での点である。

[0050] 高硬度部２３は、本体部７の径方向での端縁２３ｂが結合部１９ａとの境界に位置し、各端縁２３ｂが傾斜して向き会い、本体部７の径方向内方側へ漸次間隔が拡がるように設定されている。

[0051] 図３において、高硬度部２３は、永久磁石１５の端縁１５ａに沿った方向における磁石スロット１３間内での長さをＬ１とし、本体部７の周方向に沿った側の磁石スロット１３縁の部分で永久磁石１５とオーバーラップする長さをＬ２とする。Ｌ１の一方の端は、永久磁石１５の磁極部２１側の縁に一致し、他方の端は、端縁１５ａに沿った方向における端縁２３ｂの先端となる。

[0052] Ｌ１が永久磁石１５の径方向断面幅の１／２以上に設定され、Ｌ２が永久

磁石１５の周方向断面長さの１／６以下に設定されている。

[0053] ［形状例２］

図４は、図２、図３に相当するロータの要部正面図である。なお、形状例１と同一構成部分には同符号を付し、対応する構成部分には、同符号にＡを付し、重複した説明は省略する。

[0054] 本実施例１の形状例２に係る磁性板５Ａでは、本体部７Ａの周方向での高硬度部２３Ａの範囲が、永久磁石１５の端縁１５ａに沿って外周縁９Ａにまで直線的に至る境界３３Ａまでとされ、高硬度部２３Ａの本体部７Ａの周方向での端縁２３Ａａは、境界３３Ａに位置する。この形状例２では、端縁２３Ａａ及び凹形状部１１Ａの開始点１１Ａａが境界３３Ａ上に位置する。Ｌ１＝０である。

[0055] その他は、形状例１と同様である。

[0056] ［形状例３］

図５は、図２、図３に相当するロータの要部正面図である。なお、形状例１と同一構成部分には同符号を付し、対応する構成部分には、同符号にＢを付し、重複した説明は省略する。

[0057] 本実施例１の形状例３に係る磁性板５Ｂでは、本体部７Ｂの周方向での高硬度部２３Ｂの範囲が、永久磁石１５の端縁１５ａに沿って外周縁９Ｂにまで至る境界３３Ｂを超えて磁極部２１中央側に入り込んで設定されている。本体部７の周方向での高硬度部２３Ｂの端縁２３Ｂａは、境界３３Ｂと平行に設定されている。

[0058] その他は、形状例１と同様である。

[0059] ［形状例４］

図６は、図２、図３に相当するロータの要部正面図である。なお、形状例１と同一構成部分には同符号を付し、対応する構成部分には、同符号にＣを付し、重複した説明は省略する。

[0060] 本実施例１の形状例４に係る磁性板５Ｃでは、形状例３に対し、本体部７Ｃの径方向内方側での高硬度部２３Ｃの端縁２３Ｃｂの設定を変更した。端

縁２３Ｃｂは、本体部７Ｃの径方向で結合部１９ａから離れて位置し、各端縁２３Ｃｂが永久磁石１５の端縁１５ａに対してほぼ平行であり、相互に対向するように設定されている。

[0061] その他は、形状例１と同様である。

[0062] ［形状例５］

図７は、図２、図３に相当するロータの要部正面図である。なお、形状例１と同一構成部分には同符号を付し、対応する構成部分には、同符号にＤを付し、重複した説明は省略する。

[0063] 本実施例１の形状例５に係る磁性板５Ｄでは、形状例３に対し、高硬度部２３Ｄは、共通し、永久磁石１５Ｄに面取り部１５Ｄｂがある場合の例である。

[0064] その他は、形状例１と同様である。

[0065] ［形状例６］

図８は、図２、図３に相当するロータの要部正面図である。なお、形状例１と同一構成部分には同符号を付し、対応する構成部分には、同符号にＥを付し、重複した説明は省略する。

[0066] 本実施例１の形状例６に係る磁性板５Ｅでは、形状例３に対して、接着剤領域１７Ｅを永久磁石１５の端部１５ｃを囲むように拡大形成した。

[0067] その他は、形状例１と同様である。

[0068] ［形状例７］

図９は、図２、図３に相当するロータの要部正面図である。なお、形状例１と同一構成部分には同符号を付し、対応する構成部分には、同符号にＦを付し、重複した説明は省略する。

[0069] 本実施例１の形状例７に係る磁性板５Ｆでは、高硬度部２３Ｆは、第１の縁２５Ｆ及び第２の縁２７Ｆと第３の縁２９Ｆ及び第４の縁３１Ｆとに渡る範囲に設定されている。

[0070] 第１の縁２５Ｆは、磁石スロット１３Ｆの周方向端部で周方向に沿った部分である。第２の縁２７Ｆは、第１の縁２５Ｆと同じ縁辺上のブリッジ部１

９Ｆの部分である。第３の縁２９Ｆは、第１の縁２５Ｆに対応する本体部７Ｆの外周縁９Ｆ側の部分である。第４の縁３１Ｆは、磁石スロット１３Ｆ相互間のブリッジ部１９Ｆの外側の部分である。

[0071] 第３の縁２９Ｆは、形状例１のように凹形状部の縁ではなく、外周縁９Ｆ（ロータ外径線上）の一部である。

[0072] 磁性板５Ｆでは、磁石スロット１３Ｆに接着剤領域が設けられず、永久磁石１５Ｆの断面形状が磁石スロット１３Ｆに合わせて形成されている。この磁石スロット１３Ｆに永久磁石１５Ｆが嵌合保持されているため、高硬度部２３Ｆは、永久磁石１５Ｆの端部１５Ｆｃに沿って第１の縁２５Ｆ及び第２の縁２７Ｆが直角となる鉤状に設定される。

[0073] 高硬度部２３Ｆの周方向での端縁２３Ｆａは、形状例３と同様の設定であるが、径方向での端縁２３Ｆｂは、結合部１９Ｆａに入り込むように設定されている。端縁２３Ｆｂは、永久磁石１５Ｆ断面の長辺と同様に本体部７Ｆの周方向に沿っている。

[0074] その他は、形状例１と同様である。

[0075] ［形状例８］

図１０は、図２、図３に相当するロータの要部正面図である。なお、形状例１と同一構成部分には同符号を付し、対応する構成部分には、同符号にＧを付し、重複した説明は省略する。

[0076] 本実施例１の形状例８に係る磁性板５Ｇでは、本体部７Ｇに凹形状部が形成されず、高硬度部２３Ｇは、磁石スロット１３Ｇの周方向端部で周方向に沿った第１の縁２５Ｇ及びこれと同じ縁辺上のブリッジ部１９Ｇの部分である第２の縁２７Ｇと第１の縁２５Ｇに対応する本体部７Ｇの外周縁９Ｇ側の第３の縁２９Ｇ及び磁石スロット１３Ｇ相互間とに渡る範囲に設定され、Ｔ型となっている。第３の縁２９Ｇは、磁石スロット１３Ｇ相互間で連続している。

[0077] なお、ブリッジ部１９Ｇは、Ｔ字の中央全体をいうのではなく、一対の高硬度部２３Ｇの各ブリッジ部１９Ｇが一体となり、Ｔ字の中央を構成するも

のでる、したがって、ブリッジ部１９Ｇの周方向での幅は、Ｔ字部の周方向幅の１／２となる。

[0078] ［比較例１］

図１１は、比較例１に係り、図２、図３に相当するロータの要部正面図である。なお、形状例３と基本的には同一構造であり、代表的な符号のみを形状例３と同一に付す。

[0079] 比較例１では、形状例３と比較して、本体部７Ｂの周方向で磁石スロット１３に沿った縁の長さＬ２が永久磁石１５の周方向断面長さの１／６を上回って設定されている。

[0080] その他は、形状例３と同一である。

[0081] ［比較例２］

図１２は、比較例２に係り、図２、図３に相当するロータの要部正面図である。なお、形状例３と基本的には同一構造であり、代表的な符号のみを形状例３と同一に付す。

[0082] 比較例２では、形状例３と比較して、永久磁石１５の端縁１５ａに沿った方向及び磁石スロット１３間での長さＬ１が永久磁石１５の径方向断面幅の１／２を下回り、例えば、Ｌ１＝０に設定されている。

[0083] その他は、形状例３と同一である。

[0084] ［高硬度部の長さの根拠］

（０≦Ｌ２≦１／６）

図１３は、遠心強度の代替指標とした磁石引張降伏荷重の上昇率及び有効磁束量の代替指標とした、ロータをステータとは別系統の動力で回転させ、電力を供給しないステータに誘起される電圧（以下、回転誘起電圧という）の上昇率を実施例の形状例と比較例の形状例とで比較したグラフ、図１４は、高硬度部を加工する際の圧縮率と磁石引張降伏荷重上昇率との関係を実施例の形状例と比較例の形状例とで比較したグラフ、図１５は、同圧縮率と回転誘起電圧上昇率との関係を実施例の形状例と比較例の形状例とで比較したグラフである。

[0085] 遠心強度の評価は、図１のように行った。遠心強度向上効果は、図１の磁石スロット１３より内径側のヨーク部７ａを斜線の範囲で固定し、永久磁石１５を模擬した治具を開口部に挿入する。

[0086] 治具を外径方向へ矢印のように変位させたときの変位荷重の関係を線図化し、その線図の比例限度を降伏荷重と定義して、その大きさを遠心強度評価の代替とした。

[0087] モータの発生トルクに起因する有効磁束量は、代替指標となる回転誘起電圧の大きさで評価した。

[0088] 図１３では、横軸を形状例（１）～（４）とし、縦軸を磁石引張降伏荷重上昇率％及び回転誘起電圧上昇率％とした。形状例は、（１）：実施例１の形状例２、（２）：実施例１の形状例３、（３）：実施例１の形状例１、（４）：比較例１の形状例を選定した。高硬度部２３の圧縮率は１４％とした。

[0089] 高硬度にするには該当箇所を圧縮させるが、そのためには圧縮荷重を要する。高硬度部の面積は（１）＜（２）＜（３）＜（４）となっており、圧縮率が同じであれば、面積が大きい程、圧縮荷重が大きい。磁石引張降伏荷重、回転誘起電圧共に（３）で上昇率が最大となり、それより面積が大きいと上昇率が下がり加工エネルギ的に非効率（高コスト）になる。

[0090] つまり、矢印Iのように境界を設定すると、（４）の比較例１が排除され、加工エネルギ的に見て上記０≦Ｌ２≦１／６の設定となる。

[0091] 図１４は、横軸を圧縮率、縦軸を磁石引張降伏荷重上昇率％とした。選定した形状例は、図１３と同一である。

[0092] 図１４の矢印Ｉのように、圧縮率５％より市場要求である上昇率２０％以上を満たす。永久磁石１５を保持するブリッジ部は漏れ磁束を低減するために可能な限り細くするために、その強度を矢印IIのように最低２０％程度上昇させたい市場要求がある。矢印IIIの圧縮率２５％以上では降伏荷重の上昇率が圧縮率５％より低く、圧縮加工エネルギ(製造コスト)的に非効率であることから圧縮率の上限を上記のように２５％とした。

[0093] 図１５は、横軸を圧縮率、縦軸を回転誘起電圧上昇率％とした。選定した形状例は、図１３と同一である。

[0094] （４）の比較例１は、矢印Iの圧縮率５％以上で磁石引張降伏荷重の要求を満たすが、回転誘起電圧上昇率が要求の１％（矢印II）未満であり許容範囲外となる。漏れ磁束の低減によって有効磁束量の代替指標である回転誘起電圧が１％以上上昇しないと有効な性能と
認められない。

[0095] （１）～（３）の実施例の形状例２、３、１は、何れも許容範囲となった。

[0096] つまり、（４）の比較例１が排除され、性能的に見て上記０≦Ｌ２≦１／６の設定となる。

[0097] （Ｌ１≧１／２）

図１６は、圧縮率と磁石引張降伏荷重上昇率との関係を実施例の形状例と比較例の形状例とで比較したグラフ、図１７は、圧縮率と回転誘起電圧上昇率との関係を形状例と比較例とで比較したグラフである。

[0098] 図１６では、横軸を圧縮率、縦軸を磁石引張降伏荷重上昇率％とした。形状例は、（５）：比較例２の形状例、（６）：実施例１の形状例４、（２）：実施例１の形状例３を選定した。

[0099] 圧縮率５～２５％において、比較例２の高硬度部２３Ｂの降伏荷重上昇率は２０％に至っていないのに対し、実施例１の形状例４、形状例３では上昇率２０％以上となった。

[0100] 図１７では、横軸を圧縮率、縦軸を回転誘起電圧上昇率％とした。形状例の選定は、図１６と同一である。

[0101] 圧縮率５％において、比較例２の高硬度部２３Ｂの誘起電圧上昇率は１％に至っていないのに対し、実施例１の形状例４、形状例３では圧縮率５～２５％において上昇率１％以上となった。

[0102] つまり、降伏荷重上昇率及び誘起電圧上昇率の点において比較例２が排除され、性能的に見て上記Ｌ１≧１／２の設定となる。

[0103]　［高調波の抑制］

回転誘起電圧には高調波が含まれているが、その含有率を表す指標として、高調波電圧係数（以下、HVFという）を導入して評価した。HVFは式１の通りである。

$$HVF = \sqrt{\sum_{n=2}^{13} \frac{U_n^{\ 2}}{n}} \quad (n \neq 3,6,9,12) \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \quad (式1)$$

[0104]　ここで、

U_n：基本波電圧に対するｎ次高調波電圧の割合

n：次数

[0105]　図１８では、横軸を形状例（１）～（４）とし、縦軸をHVF低減率％とした。形状例は、前記同様に（１）：実施例１の形状例２、（２）：実施例１の形状例３、（３）：実施例１の形状例１、（４）：比較例１の形状例を選定し、高硬度部２３の圧縮率は１４％とした。高硬度にするには該当箇所を圧縮させるが、そのためには圧縮荷重を要する。高硬度部の面積は（１）＜（２）＜（３）＜（４）となっており、圧縮率が同じであれば、面積が大きい程、圧縮荷重が大きい。高調波電圧係数は面積が大きい程低減している。

[0106]　図１９は、横軸を圧縮率、縦軸をHVF低減率％とした。選定した形状例は、前図と同一である。同形状において、前記した高硬度部の圧縮率範囲５～２５％であれば、高調波電圧係数は高硬度部が無いものに対して低減している。

[0107]　また、前記永久磁石１５の起磁力は径方向に発生するため、前記磁極部２１側の高硬度部の範囲によってHVFは変化するが、前記ブリッジ部１９側の高硬度部の範囲においてHVFに与える影響は軽微であり、ブリッジ部１９側の高硬度部は本発明の範囲で十分である。したがって、形状例１～８について永久磁石１５によってロータ外周表面に発生する磁束分布に含まれる高調波を低減し、鉄損を抑制することができる。

[0108]　［漏れ磁束の抑制］

形状例１について、図１のように、永久磁石１５断面長辺の外周側をＮ極、内周側をＳ極とする永久磁石１５等を埋設した場合、ブリッジ部１９等から磁極部２１側へ高硬度部２３等が形成されると、この部分での磁気特性の低下を図ることができる。このため、磁束は主に永久磁石１５断面長辺の垂直方向即ち磁極部におけるロータ径方向に多く発生し、ブリッジ部１９側における無効な磁束を少なくし、ロータ回転に有効となる磁束をより多くすることができる。

[0109] 他の形状例２～８についても同様である。

[0110] ［製造方法］

形状例１について、本体部７に対する高硬度部２３の形成は、本体部７の輪郭を板材から形成する前に高硬度部２３となる予定箇所を圧縮加工して予め形成する。

[0111] なお、本体部７の輪郭を形成した後に高硬度部２３を形成することもできる。

[0112] 他の形状例２～８についても同様である。

[0113] ［分割コア］

本体部７は、複数の分割体を接合して環状に配置形成するものにも適用することができる。

[0114] ［実施例１の効果］

本発明の実施例１では、本体部７が周回形状に形成されて複数枚積層され外周縁９の内側で周方向に沿って長尺に形成され周方向に所定間隔で複数配列した磁石保持用の磁石スロット１３に本体部７の周方向へ断面が長尺でほぼ矩形の永久磁石を保持させたモータのロータ・コアに用いる磁性板５であって、本体部７の外周縁９と磁石スロット１３との間の磁極部２１の径方向幅を、永久磁石１５の径方向断面幅よりも小さく設定し、磁石スロット１３の端部コーナに沿って鉤状をなし永久磁石１５の径方向断面幅よりも小さな幅で一般部に対する相対的な高硬度部２３を設定した。

[0115] このため、磁極部２１の幅を永久磁石１５の径方向断面幅よりも小さく設

定して、磁極部２１の磁気抵抗を小さくし、ロータ回転に有効となる磁束をより多くすることができる。

[0116] 他の磁性板５Ａ～５Ｇも同様である。

[0117] 磁石スロット１３の端部コーナ周辺のブリッジ部１９でのロータ回転トルクに寄与しない無効な磁束を抑制し有効化することができる。しかも、高硬度部２３の幅は、永久磁石１５の径方向断面幅よりも幅が小さく、無効な磁束をより確実に抑制し有効化することができる。

[0118] 他の磁性板５Ａ～５Ｇも同様である。

［その他］

なお、磁石スロットは厳密な矩形に限定されるものではなく、例えばロータと同心円上の多少円弧状のものでもよく、また磁石スロットの配置や数も電動モータの用途に応じて適宜選択することになる。

符号の説明

[0119] １，１Ａ，１Ｂ，１Ｃ，１Ｄ，１Ｅ，１Ｆ，１Ｇ　ロータ

３，３Ａ，３Ｂ，３Ｃ，３Ｄ，３Ｅ，３Ｆ，３Ｇ　ロータ・コア

５，５Ａ，５Ｂ，５Ｃ，５Ｄ，５Ｅ，５Ｆ，５Ｇ　磁性板

７，７Ａ，７Ｂ，７Ｃ，７Ｄ，７Ｅ，７Ｆ，７Ｇ　本体部

９，９Ａ，９Ｂ，９Ｃ，９Ｄ，９Ｅ，９Ｆ，９Ｇ　外周縁

１１，１１Ａ，１１Ｂ，１１Ｃ，１１Ｄ，１１Ｅ，１１Ｆ　凹形状部

１３，１３Ｅ，１３Ｆ，１３Ｇ　磁石スロット（開口部）

１５，１５Ｄ，１５Ｆ，１５Ｇ　永久磁石

１５ａ，１５Ｄａ，１５Ｆａ，１５Ｇａ　端縁

１９，１９Ｆ，１９Ｇ　ブリッジ部

２１，２１Ａ，２１Ｂ，２１Ｂ，２１Ｃ，２１Ｄ，２１Ｅ，２１Ｆ，２１Ｇ　磁極部

２３，２３Ａ，２３Ｂ，２３Ｃ，２３Ｄ，２３Ｅ，２３Ｆ，２３Ｇ　高硬度部

２３ａ，２３Ａａ，２３Ｂａ，２３Ｃａ，２３Ｄａ，２３Ｅａ，２３Ｆａ

，２３Ｇａ　端縁

２３ｂ，２３Ａｂ，２３Ｂｂ，２３Ｃｂ，２３Ｄｂ，２３Ｅｂ，２３Ｆｂ

，２３Ｇｂ　端縁

２５，２５Ｅ，２５Ｆ，２５Ｇ　第１の縁

２７，２７Ｅ，２７Ｆ，２７Ｇ　第２の縁

２９，２９Ｆ，２９Ｇ　第３の縁

３１，３１Ｆ，３１Ｇ　第４の縁

３３，３３Ａ，３３Ｂ　境界

請求の範囲

[請求項1] 本体部が周回形状に形成されて複数枚積層され外周縁の内側で周方向に沿って長尺に形成され周方向に所定間隔で複数配列した磁石保持用の開口部に、断面が前記本体部の周方向へ長尺のほぼ矩形の永久磁石を保持させたモータのロータ・コアに用いる磁性板であって、

前記本体部の外周縁と前記開口部との間の磁極部の径方向幅を、前記永久磁石の径方向断面幅よりも小さく設定し、

前記開口部の端部コーナに沿って鉤状をなし、径方向における最大幅が前記永久磁石の径方向断面幅よりも小さな幅となるように相対的な高硬度部を設定した、

ことを特徴とするモータのロータ・コアに用いる磁性板。

[請求項2] 請求項1記載のモータのロータ・コアに用いる磁性板であって、

前記高硬度部は、前記開口部の周方向端部で前記本体部の外周側に位置する周方向に沿った第１の縁及び第1の縁と連続する縁辺上であって前記永久磁石の周方向端縁側に位置する第２の縁と前記第１の縁に対応する前記本体部の外周縁側の第３の縁及び前記開口部相互間のブリッジ部の第４の縁又は前記開口部間とに渡る範囲に設定した、

ことを特徴とするモータのロータ・コアに用いる磁性板。

[請求項3] 請求項1又は２記載のモータのロータ・コアに用いる磁性板であって、

前記高硬度部は、前記本体部の周方向での範囲が前記永久磁石の端縁に沿って前記外周縁にまで至る境界までか該境界を超えて前記磁極部中央側に入り込んで設定された、

ことを特徴とするモータのロータ・コアに用いる磁性板。

[請求項4] 請求項１～３の何れか1項記載のモータのロータ・コアに用いる磁性板であって、

前記高硬度部は、前記本体部の周方向での端縁が前記開口部側から前記本体部の外周縁に向かって前記磁極部中央側へ漸次入り込むよう

に傾斜形成された、

ことを特徴とするモータのロータ・コアに用いる磁性板。

[請求項5] 請求項１～４の何れか1項記載のモータのロータ・コアに用いる磁性板であって、

前記本体部の外周縁に、前記磁極部間へ漸次切り込まれるような形態の凹形状部を備えた、

ことを特徴とするモータのロータ・コアに用いる磁性板。

[請求項6] 請求項５記載のモータのロータ・コアに用いる磁性板であって、

前記高硬度部は、前記傾斜形成された端縁が前記凹形状部の漸次切り込まれるような形状の開始点で前記本体部の外周縁に至っている、

ことを特徴とするモータのロータ・コアに用いる磁性板。

[請求項7] 請求項１～６の何れか1項記載のモータのロータ・コアに用いる磁性板であって、

前記高硬度部は、前記永久磁石の端縁に沿った方向及び前記開口部間での長さが前記永久磁石の径方向断面幅の１／２以上に設定され、

前記高硬度部は、前記本体部の周方向で前記開口部に沿った縁の部分で前記永久磁石とオーバーラップする長さが前記永久磁石の周方向断面長さの１／６以下から０の間に設定されている、

ことを特徴とするモータのロータ・コアに用いる磁性板。

[請求項8] 請求項１～７の何れか1項記載のモータのロータ・コアに用いる磁性板であって、

前記高硬度部は、磁場４０００Ａ／ｍにおける磁束密度が前記本体部の一般部に対し０．４～０．８倍である、

ことを特徴とするモータのロータ・コアに用いる磁性板。

[請求項9] 請求項１～８の何れか1項記載のモータのロータ・コアに用いる磁性板であって、

前記本体部は、厚みが０．１～０．５ｍｍである、

ことを特徴とするモータのロータ・コアに用いる磁性板。

[請求項10] 請求項１～９の何れか1項記載のモータのロータ・コアに用いる磁性板であって、

前記本体部は、複数の分割体を接合して環状に配置した、

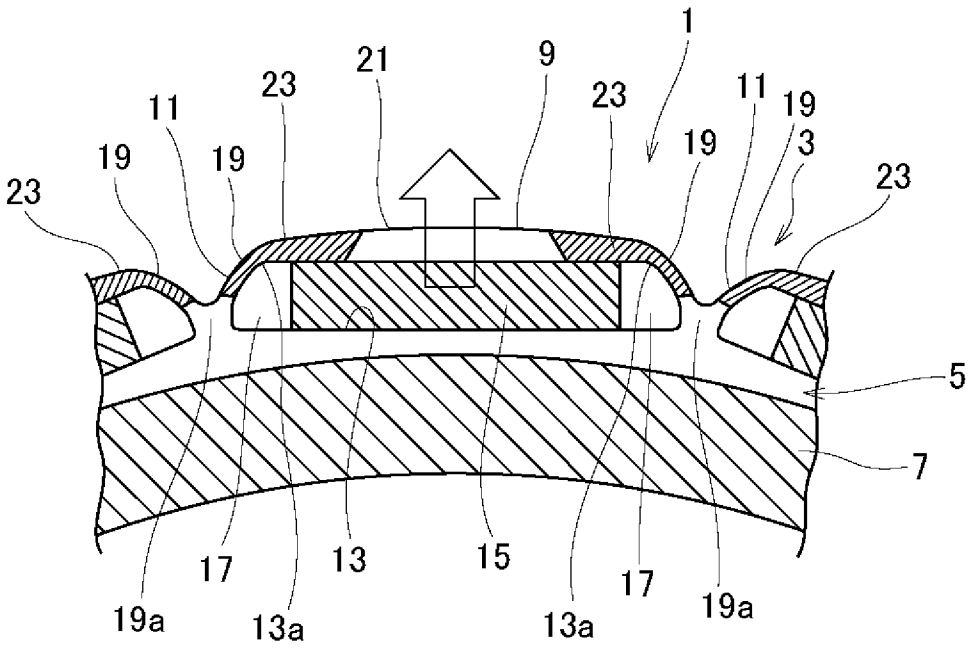
ことを特徴とするモータのロータ・コアに用いる磁性板。

[請求項11] 請求項１～１０の何れか1項記載のモータのロータ・コアに用いる磁性板の製造方法であって、

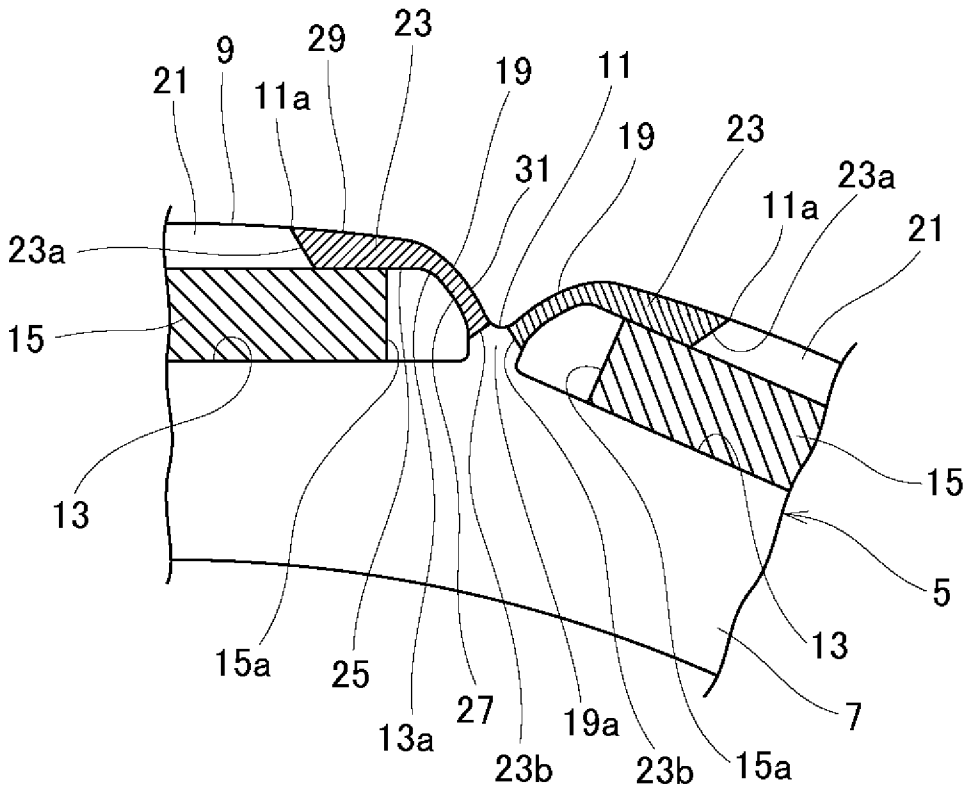
前記高硬度部は、前記本体部の輪郭を板材から形成する前に前記高硬度部となる予定箇所を圧縮加工して予め形成する、

ことを特徴とするモータのロータ・コアに用いる磁性板の製造方法。

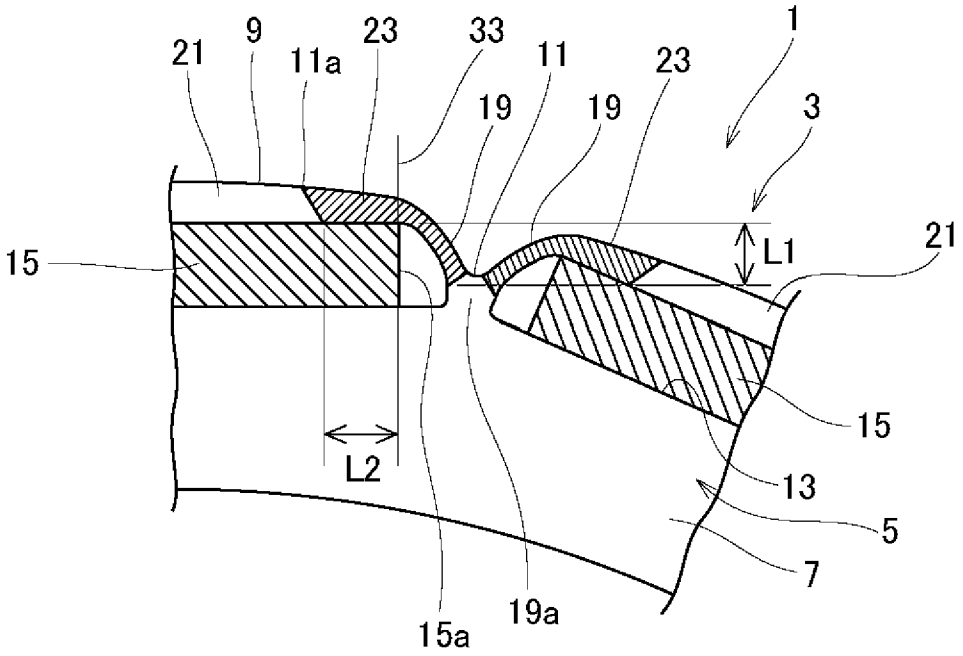
[図1]


1
21
9
23
11
19
3
23
19
19
23
19
11
23
5
7
17
13
15
17
19a
13a
13a
19a

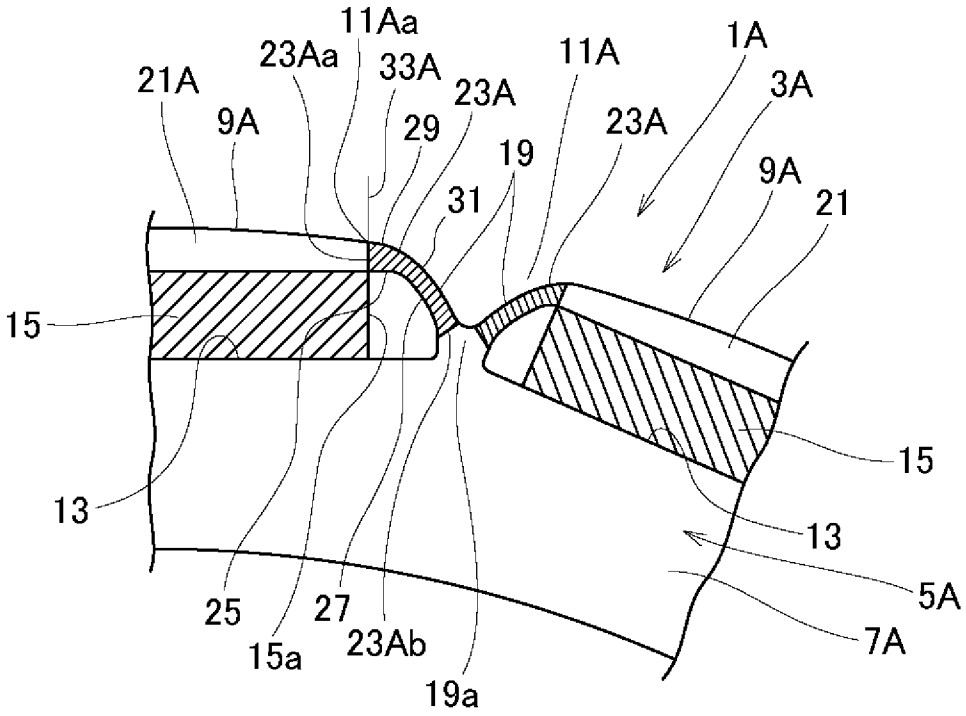
[図2]


21
9
29
23
19
11
19
23
31
23a
11a
21
23a
15
15
13
5
15a
25
13a
27
23b
19a
23b
15a
13
7

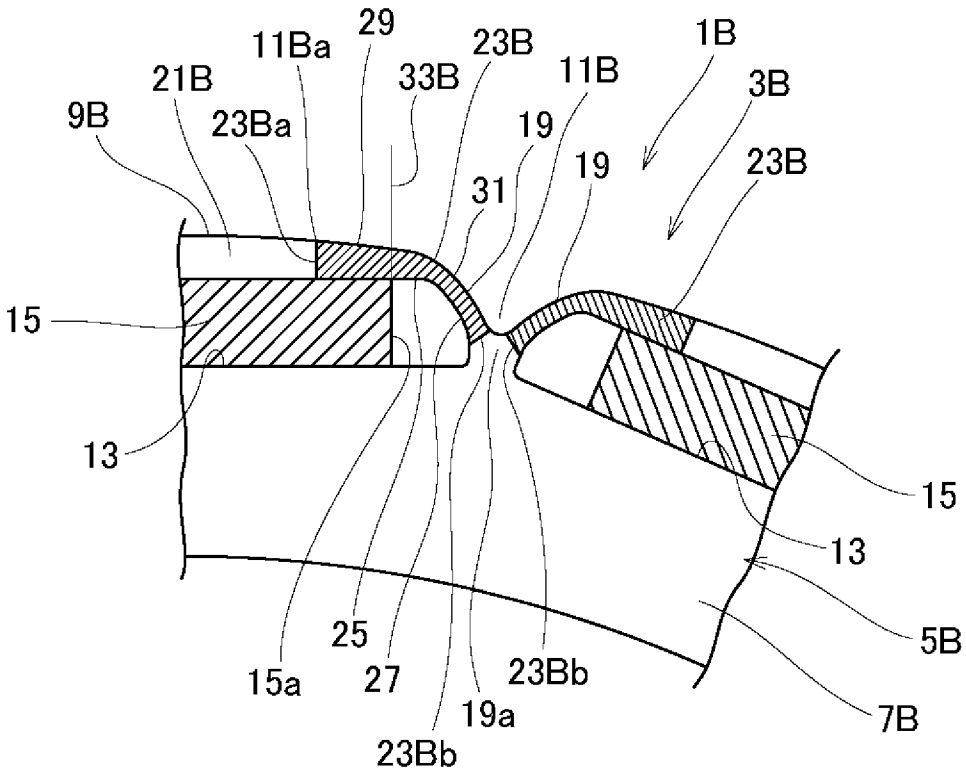
[図3]


21
9
11a
23
33
11
23
1
19
19
3
15
L1
21
15
L2
13
5
7
15a
19a

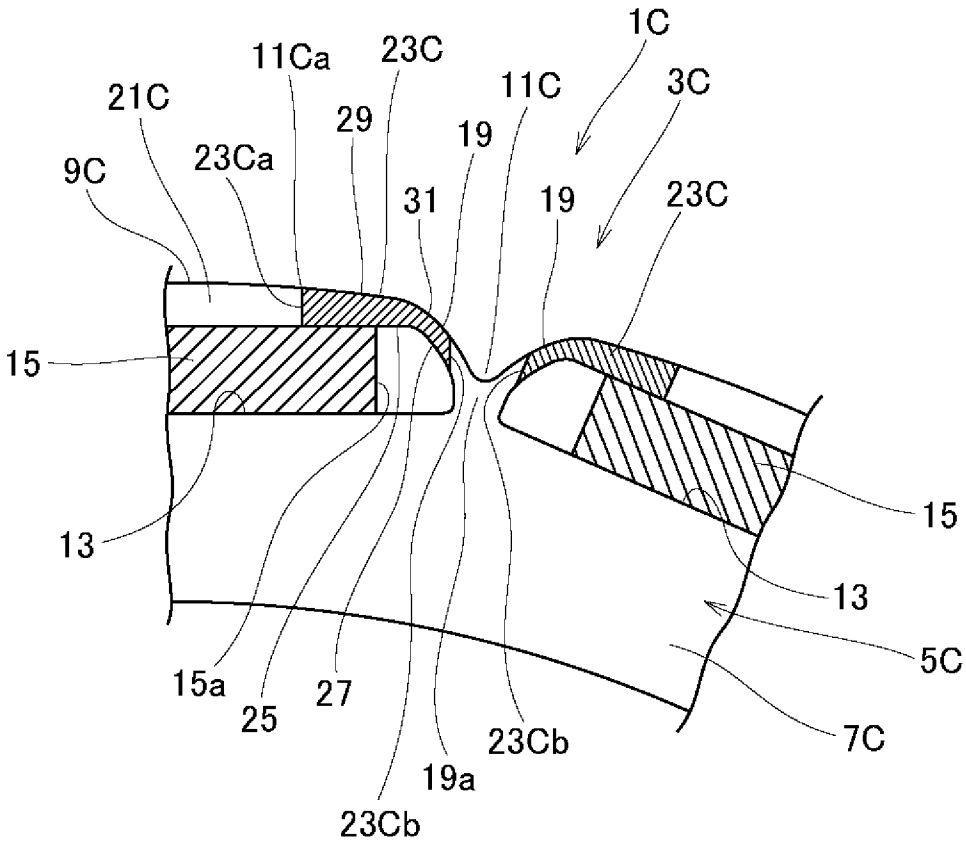
[図4]


11Aa
23Aa
33A
11A
1A
21A
23A
3A
9A
29
23A
19
9A
31
21
15
15
13
13
5A
25
27
7A
15a
23Ab
19a

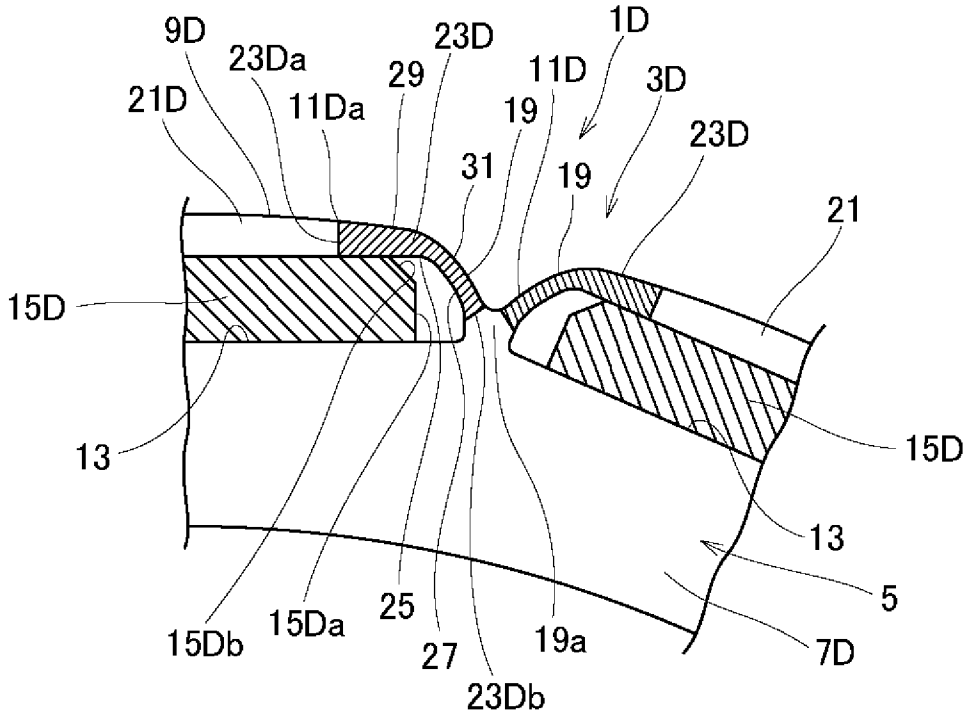
[図5]


29
11Ba
23B
1B
21B
33B
11B
3B
9B
23Ba
19
19
23B
31
15
13
15
13
5B
25
15a
27
23Bb
19a
7B
23Bb

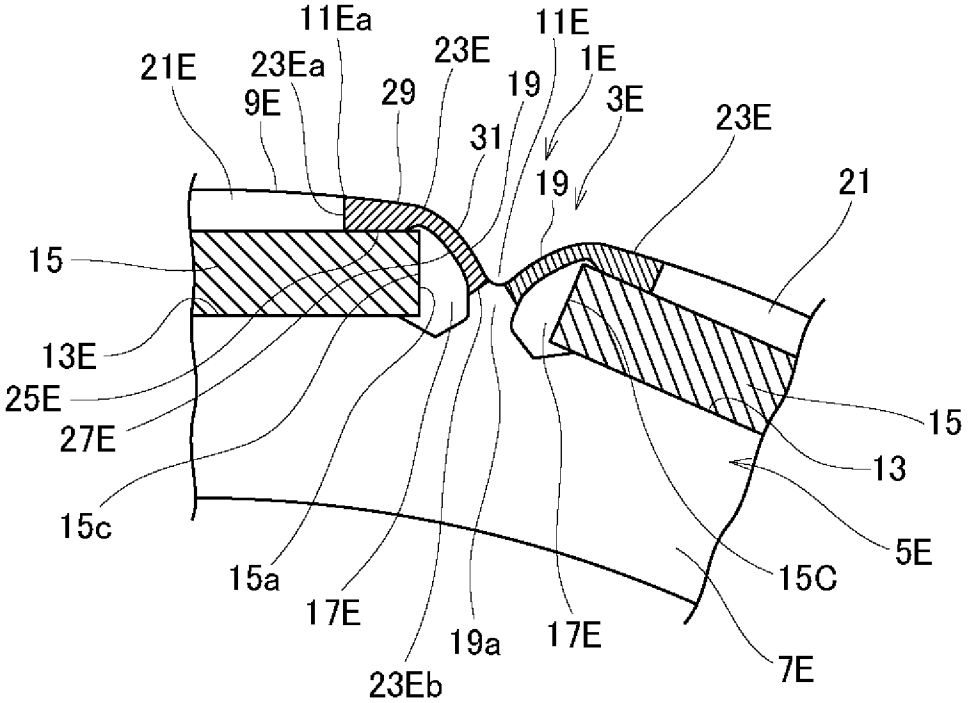
[図6]


1C
11Ca
23C
21C
11C
3C
29
19
9C
23Ca
31
19
23C
15
13
15
13
5C
15a
25
27
23Cb
19a
7C
23Cb

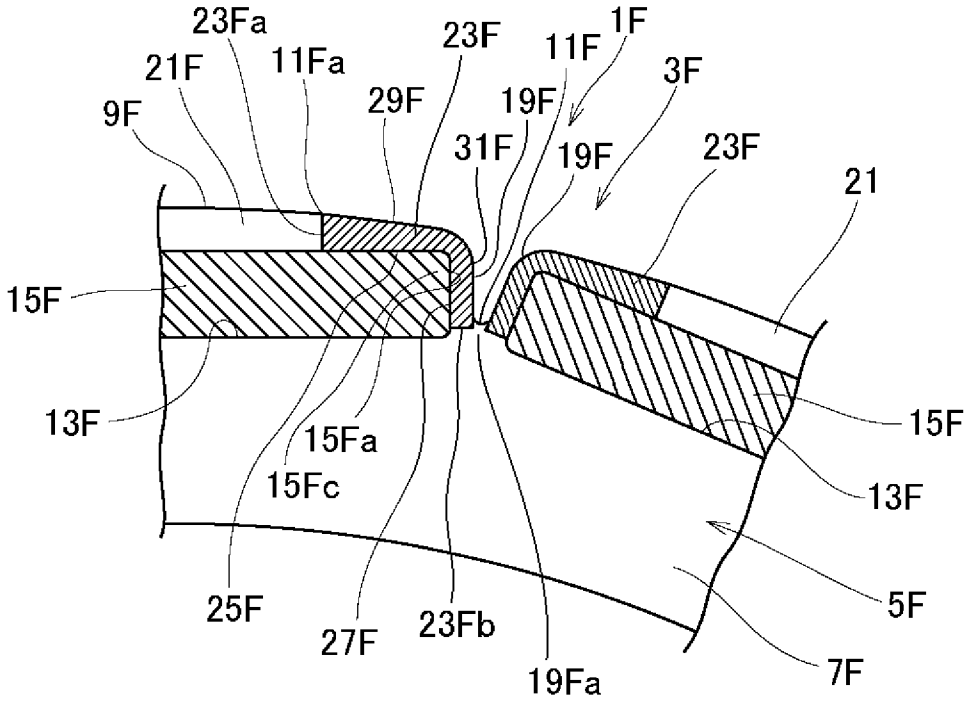
[図7]


9D
23Da
21D
11Da
29
23D
11D
1D
3D
19
31
19
23D
21
15D
13
15D
13
5
7D
15Db
15Da
25
27
19a
23Db

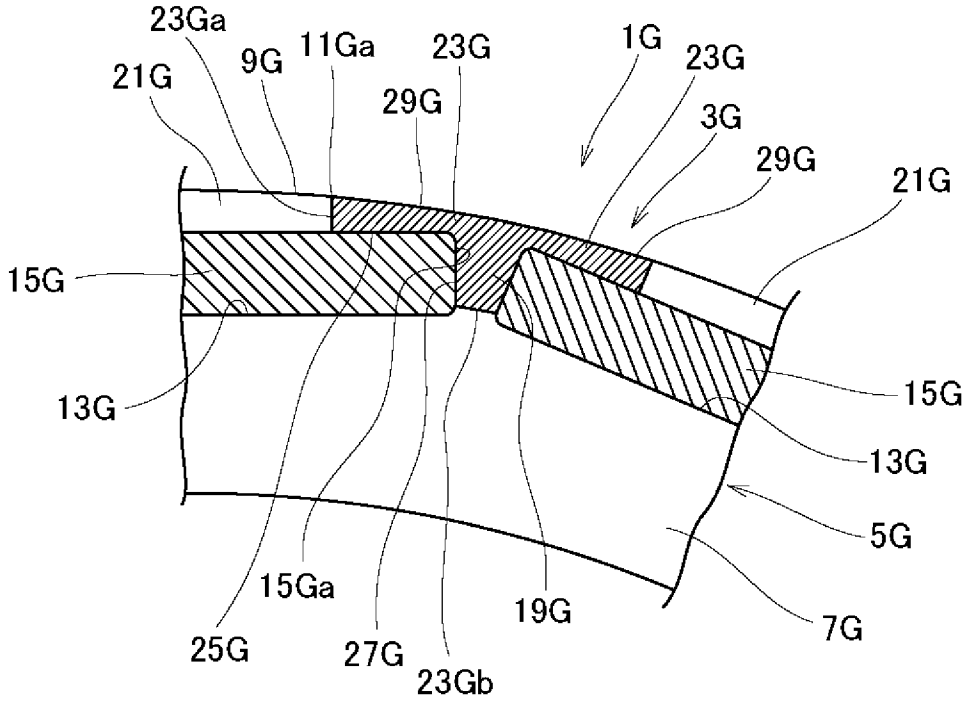
[図8]


11Ea
21E
23Ea
9E
29
23E
11E
1E
19
3E
31
19
23E
21
15
13E
25E
27E
15c
15
13
5E
15C
15a
17E
19a
17E
23Eb
7E

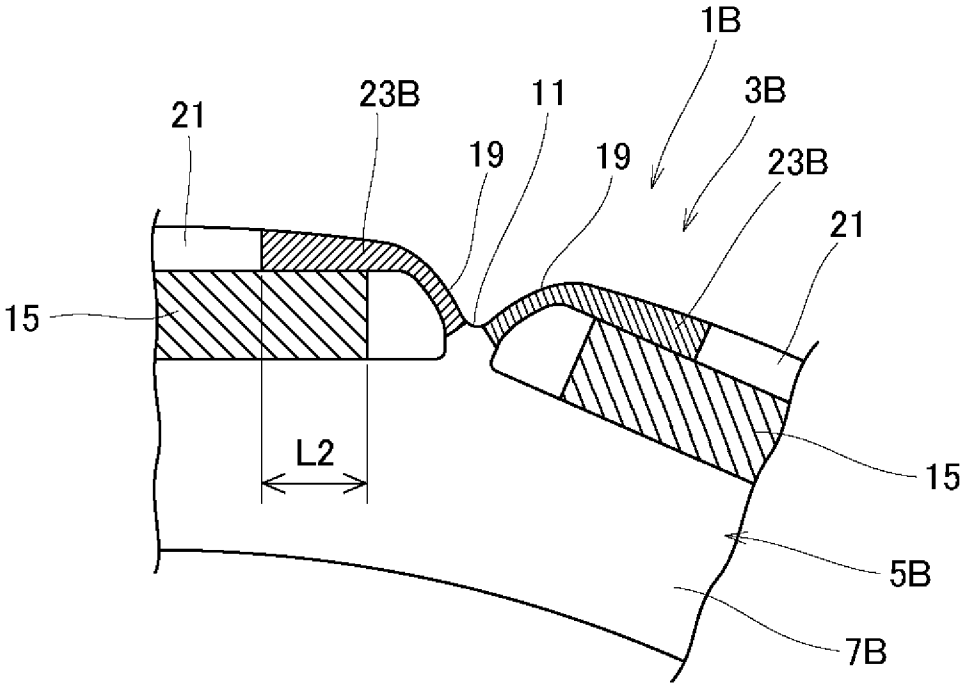
[図9]


23Fa
21F
11Fa
23F
11F
1F
9F
29F
19F
3F
31F
19F
23F
21
15F
13F
15Fa
15Fc
15F
13F
5F
25F
27F
23Fb
19Fa
7F

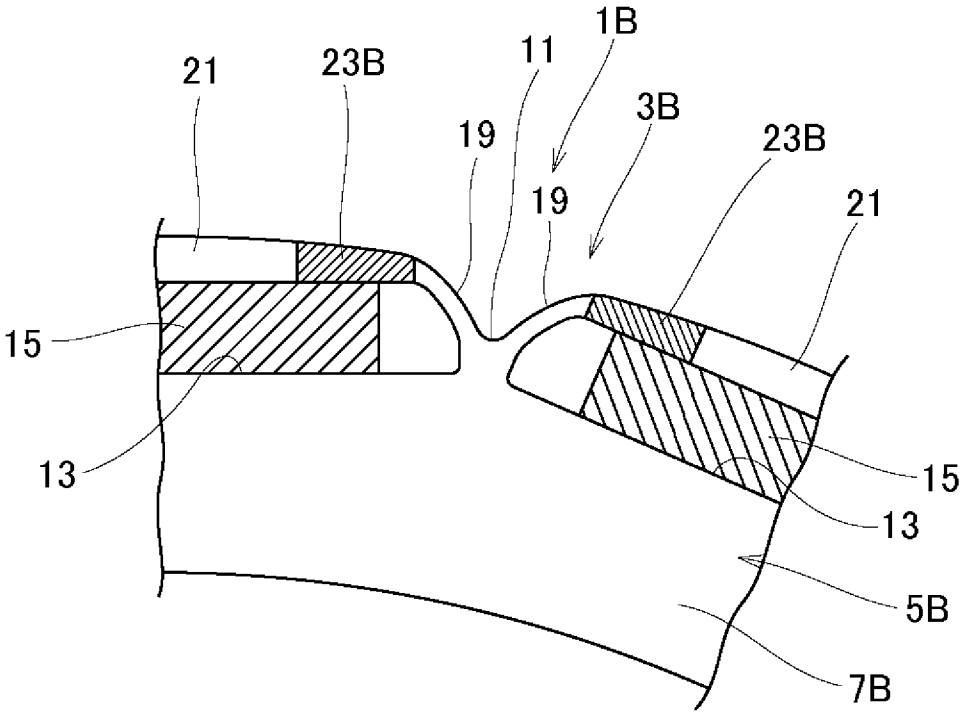
[図10]


23Ga
9G
11Ga
23G
1G
23G
21G
29G
3G
29G
21G
15G
13G
15G
13G
5G
15Ga
19G
7G
25G
27G
23Gb

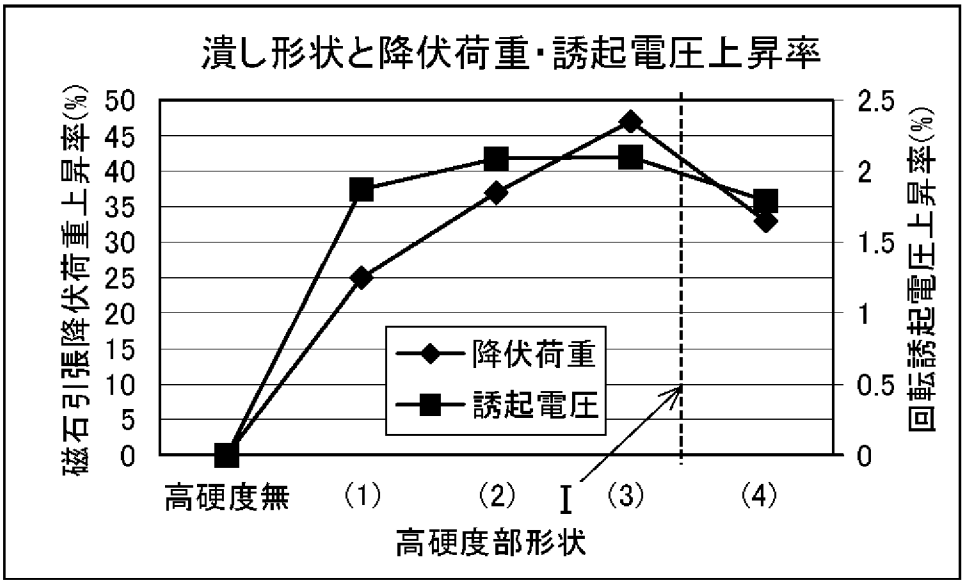
[図11]


1B
21
23B
11
3B
19
19
23B
21
15
L2
15
5B
7B

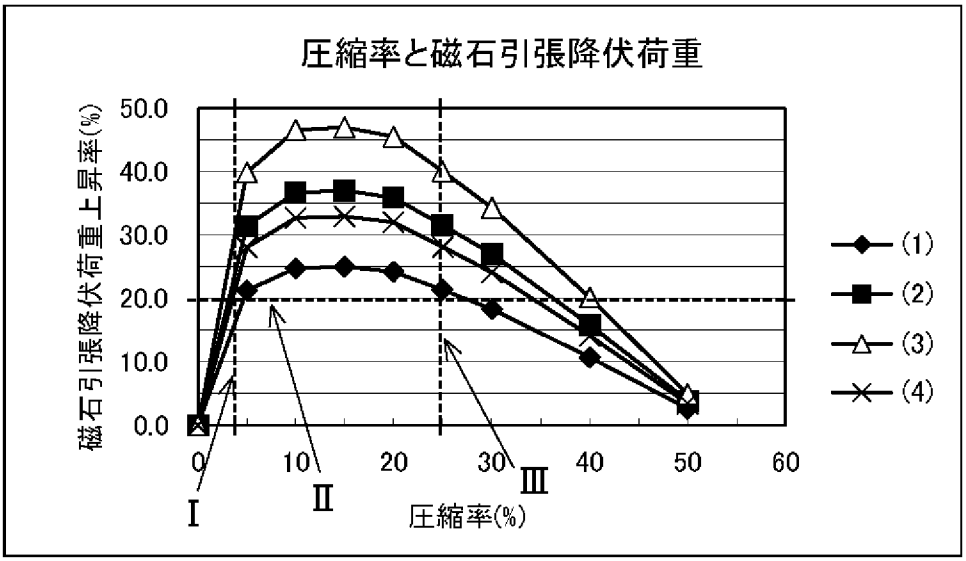
[図12]


1B
21
23B
11
3B
19
19
23B
21
15
13
15
13
5B
7B

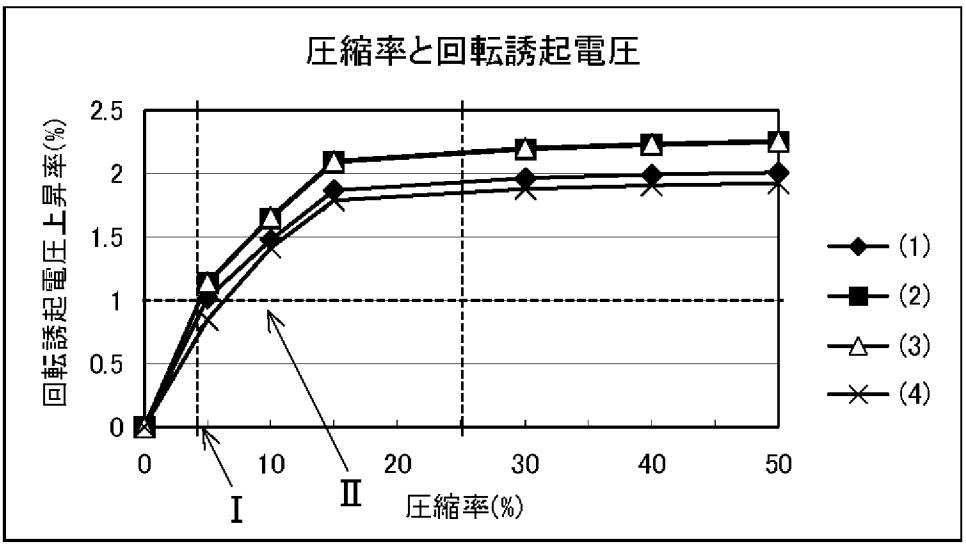
[図13]


潰し形状と降伏荷重・誘起電圧上昇率
磁石引張降伏荷重上昇率(%)
回転誘起電圧上昇率(%)
降伏荷重
誘起電圧
高硬度無
(1)
(2)
I
(3)
(4)
高硬度部形状

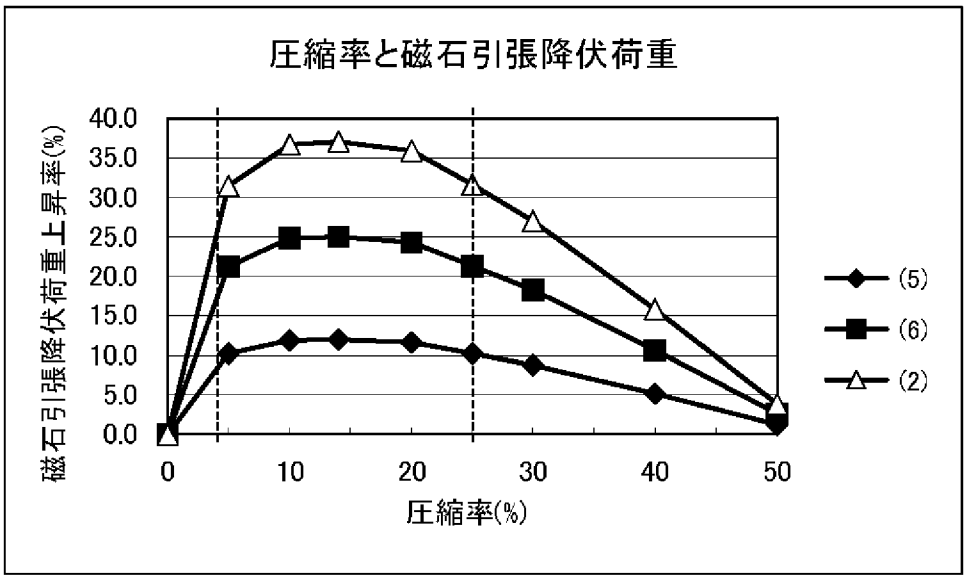
[図14]


圧縮率と磁石引張降伏荷重
磁石引張降伏荷重上昇率(%)
(1)
(2)
(3)
(4)
I
II
III
圧縮率(%)

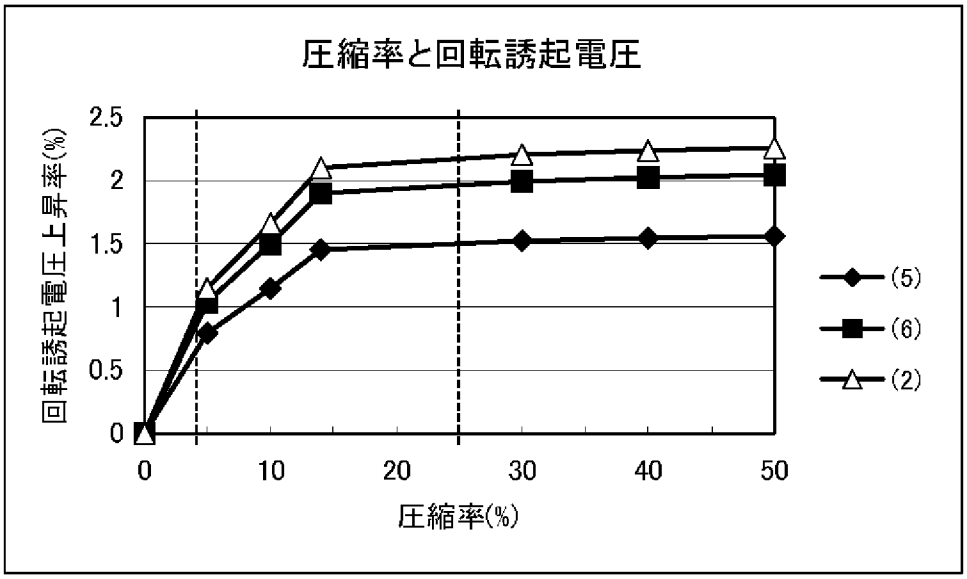
[図15]


圧縮率と回転誘起電圧
回転誘起電圧上昇率(%)
(1)
(2)
(3)
(4)
I
II
圧縮率(%)

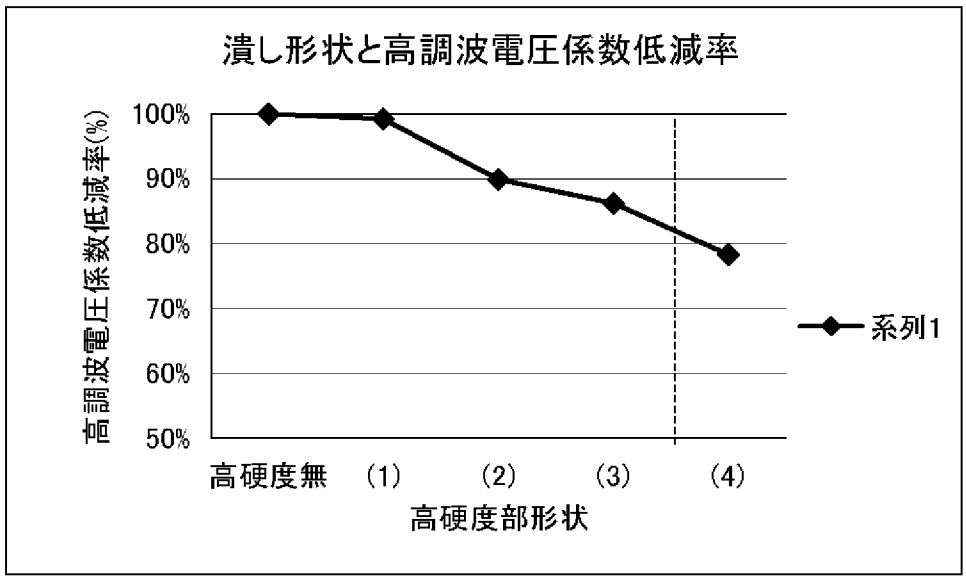
[図16]


圧縮率と磁石引張降伏荷重
磁石引張降伏荷重上昇率(%)
40.0
35.0
30.0
25.0
20.0
15.0
10.0
5.0
0.0
0
10
20
30
40
50
圧縮率(%)
(5)
(6)
(2)

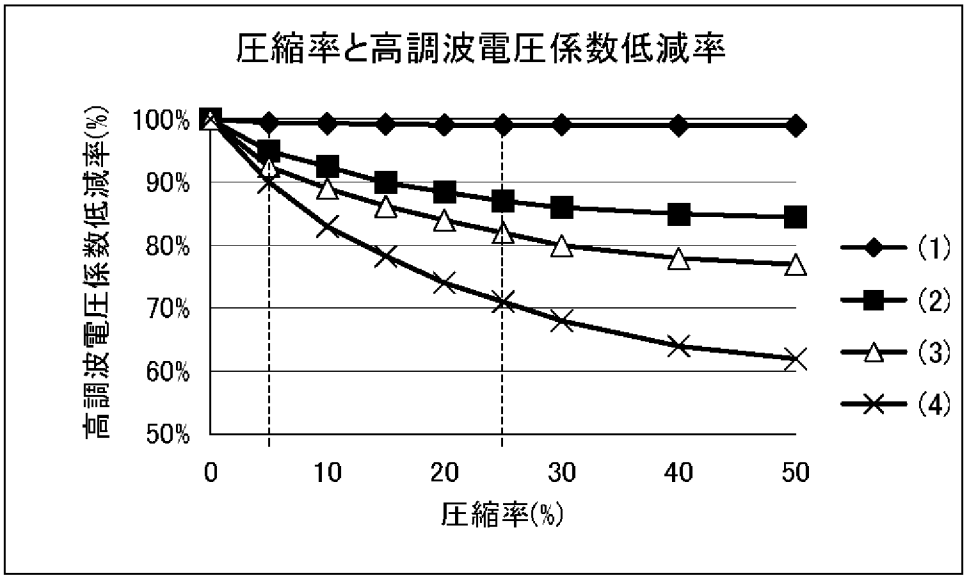
[図17]


圧縮率と回転誘起電圧
回転誘起電圧上昇率(%)
2.5
2
1.5
1
0.5
0
0
10
20
30
40
50
圧縮率(%)
(5)
(6)
(2)

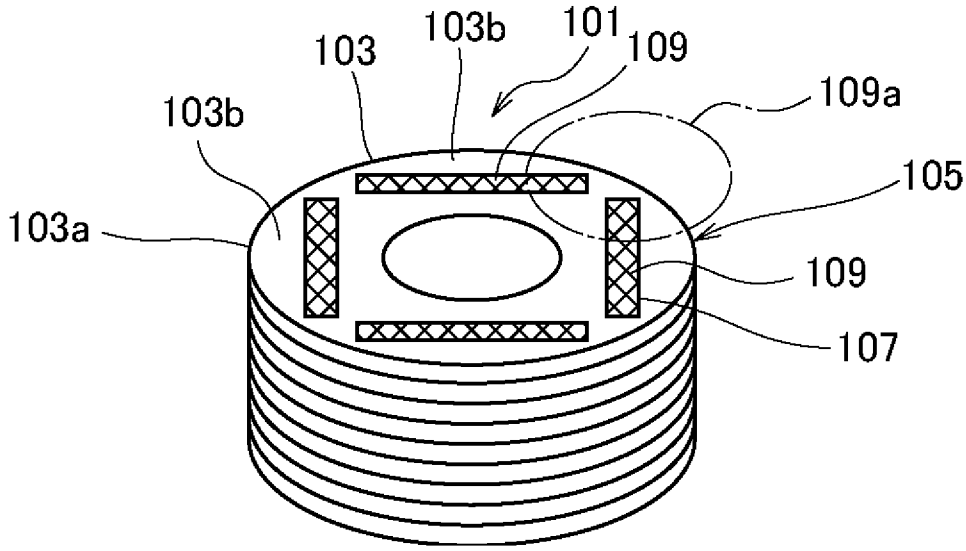
[図18]


潰し形状と高調波電圧係数低減率
高調波電圧係数低減率(%)
100%
90%
80%
70%
60%
50%
高硬度無
(1)
(2)
(3)
(4)
高硬度部形状
系列1

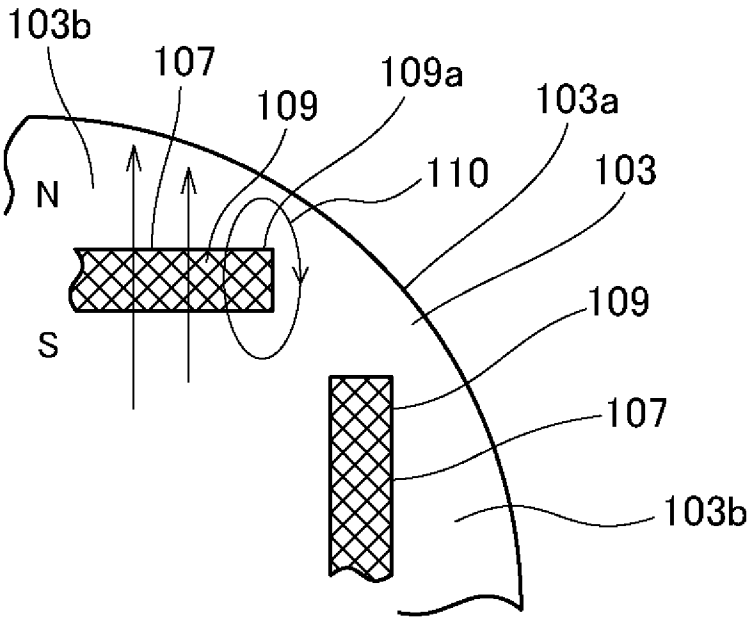
[図19]


圧縮率と高調波電圧係数低減率
高調波電圧係数低減率(%)
100%
90%
80%
70%
60%
50%
0
10
20
30
40
50
圧縮率(%)
(1)
(2)
(3)
(4)

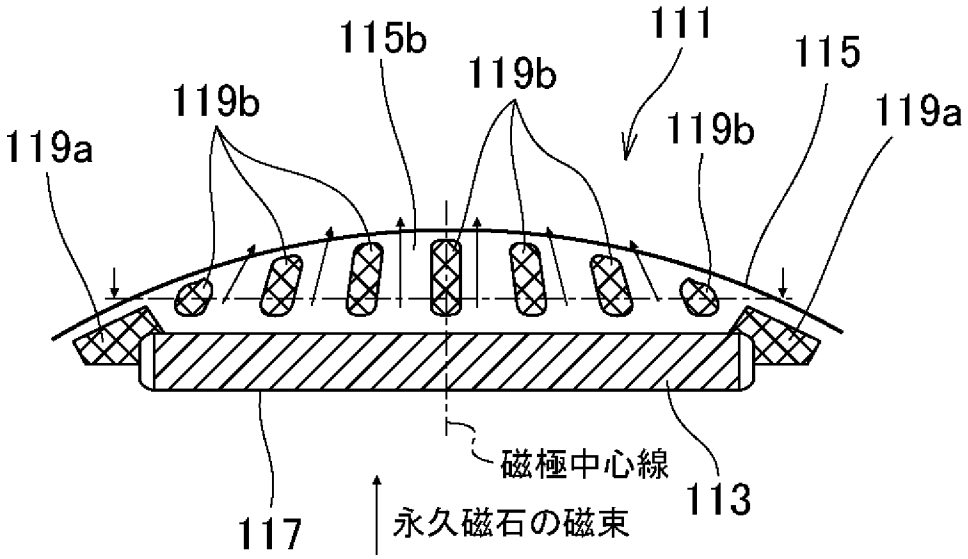
[図20]


103
103b
101
109
109a
103b
105
103a
109
107

[図21]


103b
107
109a
109
103a
110
103
N
S
109
107
103b

[図22]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/002135

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02K1/27(2006.01)i, *H02K1/22*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H02K1/27, H02K1/22

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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 2012-205429 A (Asmo Co., Ltd.), 22 October 2012 (22.10.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-11
A	JP 2010-16961 A (Mitsubishi Electric Corp.), 21 January 2010 (21.01.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-11
A	JP 2009-268328 A (Meidensha Corp.), 12 November 2009 (12.11.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-11

☒ 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 07 July, 2014 (07.07.14)	Date of mailing of the international search report 15 July, 2014 (15.07.14)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/002135

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2007/080888 A1 (Mitsuba Corp.), 19 July 2007 (19.07.2007), entire text; all drawings & US 2009/0001839 A1 & CN 101371418 A & JP 5030794 B2	1-11

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１４／００２１３５

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02K1/27(2006.01)i, H02K1/22(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02K1/27, H02K1/22

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１４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
A	JP 2012-205429 A (アスモ株式会社) 2012.10.22, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 2010-16961 A (三菱電機株式会社) 2010.01.21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 2009-268328 A (株式会社明電舎) 2009.11.12, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-11

☑　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	国際調査報告の発送日
０７．０７．２０１４	１５．０７．２０１４

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　３Ｖ　９２５６
池田　貴俊
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５７

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	WO 2007/080888 A1（株式会社ミツバ）2007.07.19, 全文，全図 & US 2009/0001839 A1& CN 101371418 A & JP 5030794 B2	1-11