

(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
2012年9月13日(13.09.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/120577 A1

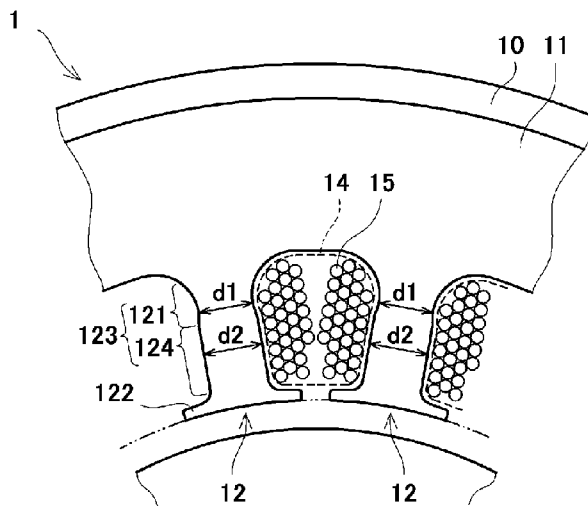
- (51) 国際特許分類:
H02K 1/16 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/006829
- (22) 国際出願日: 2011年12月6日(06.12.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-050283 2011年3月8日(08.03.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): パナソニック株式会社(PANASONIC CORPORATION)
[JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 小川 登史(OGAWA, Takashi). 吉川 祐一(YOSHIKAWA, Yui-chi). 尾崎 行雄(OZAKI, Ikuo). 玉村 俊幸(TAMAMURA, Toshiyuki). 山内 弘和(YAMAUCHI, Hirokazu).
- (74) 代理人: 特許業務法人 有古特許事務所(PATENT CORPORATE BODY ARCO PATENT OFFICE); 〒6500031 兵庫県神戸市中央区東町123番地の1 貿易ビル3階 Hyogo (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, QA, RO, RS, RU, RW, 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, MD, 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,

[続葉有]

(54) Title: MOTOR STATOR AND MOTOR

(54) 発明の名称: モータの固定子およびモータ

[図2]



(57) Abstract: Provided are a motor stator and a motor provided with same, whereby iron loss in the motor is reduced to yield a high-efficiency motor. The invention is provided with a cylindrical yoke (11) and teeth (12), the teeth having an extending part (123) extending from the yoke (11) inward in the radial direction of the yoke (11), and a wide part (122) formed so as to widen in the peripheral direction of the yoke (11) at a distal end of the extending part (123). Part of the extending part (123) is provided with a narrow part (121) thinner than another site of the extending part (123).

(57) 要約: モータに生じる鉄損を低減して高効率なモータを得ることができるモータの固定子およびそれを備えたモータを提供する。筒状のヨーク(11)と、ヨーク(11)からヨーク(11)の径方向内方に延出する延出部(123)と当該延出部(123)の先端にヨーク(11)の周方向に広がるように形成された幅広部(122)とを有するティース(12)と、を備え、延出部(123)の一部に当該延出部(123)の他の部位より細い狭小部(121)が設けられている。



WO 2012/120577 A1

MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 添付公開書類:
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称： モータの固定子およびモータ

技術分野

[0001] 本発明は、モータの固定子およびこれを備えたモータに関する。

背景技術

[0002] 空調機器の圧縮機などに用いられるブラシレスモータ (brushless motor) (IPMモータ) などのモータにおいて、変速駆動を行うための方法として所定のキャリア (carrier) 周波数に基づいてパルス (pulse) 波のデューティ比 (duty ratio) を変化させることにより変調する PWM 駆動方式を用いることが知られている。PWM 駆動方式においては、モータに流れる電流波形を得るために当該電流波形より高い周波数を有するキャリア周波数によって変調を行っているため、電流波形に PWM におけるキャリア周波数による高調波成分が重畳することとなる。

[0003] ここで、モータの損失は、鉄心を磁化したときの損失を示す鉄損と、励磁時におけるコイル (coil) の電気抵抗による損失を示す銅損とに分けられる。このうちの鉄損は、鉄心の磁気特性に起因するヒステリシス損 (hysteresis loss) と鉄心内の電磁誘導による渦電流損とを足したものであるが、ヒステリシス損および渦電流損のいずれについても、モータを回転させるための交番磁束 (交番電流) の周波数が高いほど損失の比率が大きくなることが知られている。したがって、モータに流れる交番電流にキャリア周波数による高調波成分が重畳していると、当該高調波成分による電流によって高調波磁束が発生することとなるため、鉄損が増大する結果となっていた。特に、ブラシレスモータの小型化および高出力化に応じて PWM 駆動におけるキャリア周波数は高くなる傾向にあり、このような鉄損の増大による効率の悪化はますます問題となる。

[0004] このような問題に対し、PWM 駆動によって発生する高調波磁束を抑制するために、固定子のヨーク (yoke) の一部に他の部位と比較して応力を相違

させた応力変化部位が設けられた構成が知られている（例えば、特許文献1参照）。具体的には、例えばヨークの外周面および内周面の一部に切欠部やかしめ部等を設け、固定子をケース内に焼き嵌め等により固定することにより、当該切欠部やかしめ部等において圧縮応力を増加させている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2010-158095号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 図9は従来の固定子における応力分布を解析した結果を示す図である。図9においては色が濃い（色調が暗い）ほど加えられる応力が大きいことを示している。図9に示すように特許文献1のような従来の固定子においては、固定子を焼き嵌め等によりケース内に固定することによってその内側のティースより圧縮応力が高いヨークの一部に、応力変化部位によってさらに高い応力が加えられていることが分かる。

[0007] しかしながら、固定子を焼き嵌めによりケース内に固定した際に、ヨーク内の応力が増加すると、交番磁束の周波数に拘わらず鉄損が顕著に大きくなるという問題点が指摘されている（例えば、佐藤光彦、金子清一、富田睦雄、道木慎二、大熊繁「焼嵌めによる損失を低減するための電磁鋼板の特性を用いた固定子形状の改善」電気学会論文誌D（IEEJ Trans. IA, Vol. 127, No. 1, 2007 pp. 60-68）参照）。したがって、特許文献1のような構成とすることによってヨークにおける圧縮応力を高めると、局所的に高調波磁束を抑制できたとしても全体としての鉄損がかえって増加するおそれがある。

[0008] 本発明は、このような従来の課題を解決するものであり、モータに生じる鉄損を低減して高効率なモータを得ることができるモータの固定子およびこれを備えたモータを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0009] 本発明のある形態に係るモータの固定子は、筒状のヨークと、前記ヨークから当該ヨークの径方向（以下、単に径方向という）内方に延出する延出部と当該延出部の先端に前記ヨークの周方向（以下、単に周方向という）に広がるように形成された幅広部とを有するティースと、を備え、前記延出部の一部に当該延出部の他の部位より細い狭小部が設けられている。
- [0010] 上記構成によれば、ティースの一部に延出部の他の部位より細い狭小部が設けられているため、当該狭小部においてティースを通過する磁束密度が高くなり局所的な磁気飽和が生じて、高調波磁束がフィルタリング（filtering）される。この際、ティースには応力が生じないため、固定子に作用する圧縮応力が増加することによる鉄損が増加することも防止することができる。しかも、固定子の中で相対的に磁束密度が高いティースにおいて狭小部が設けられることにより、有効に高調波磁束のみをフィルタリングして除去することができる。したがって、モータに生じる鉄損を低減して高効率なモータを得ることができる。
- [0011] 前記狭小部は、前記延出部の他の部位より周方向の幅が狭いように形成されていてもよい。
- [0012] 前記延出部は、周方向の幅が一定となるように径方向に直線状に延びる定幅部と、前記定幅部より周方向の幅が短い前記狭小部とを有していてもよい。これにより、定幅部においては、交番磁束を流れ易くさせつつ、当該定幅部より周方向の幅が短い狭小部において高調波磁束を有効に抑制することができる。
- [0013] さらに、前記狭小部は、前記延出部の基端部に設けられ、前記定幅部は、前記狭小部の先端から径方向内方に延びていてもよい。これにより、隣り合うティース間でヨークを介して交鎖する高調波磁束がフィルタリングされるため、高調波磁束を有効に抑制することができる。
- [0014] 前記狭小部は、前記ヨークの中心軸に垂直な断面視において周方向両側が円弧形状を有していてもよい。これにより、狭小部における磁束の流れが緩

やかになり、狭小部と他の部位との接続箇所における磁気ベクトル (vector) の変化量が低減されるため、鉄損の増加を抑制することができる。

[0015] 前記定幅部の周方向の幅 d_2 に対する前記狭小部の周方向の幅の最小値 d_1 の割合は、 $0.70 < d_1 / d_2 < 0.98$ であってもよい。このような割合とすることにより、より有効に高調波磁束を抑制することができる。

[0016] また、本発明のある形態におけるモータは、上記構成のモータの固定子を備えている。これにより、同じサイズのモータにおいてトルク定数 (torque constant) を低下させることなく鉄損を低減させて、高効率なモータを得ることができる。

[0017] 本発明の上記目的、他の目的、特徴、及び利点は、添付図面参照の下、以下の好適な実施態様の詳細な説明から明らかにされる。

発明の効果

[0018] 本発明は以上に説明したように構成され、モータに生じる鉄損を低減して高効率なモータを得ることができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0019] [図1] 図1は本発明の一実施形態に係るモータの回転子を備えたモータの断面構造例を示す断面図である。

[図2] 図2は図1に示すモータの固定子の断面構造を示す部分拡大図である。

[図3] 図3は図1に示すモータの固定子におけるティース近傍の局所的な磁束の流れを示す説明図である。

[図4] 図4は図1に示す固定子におけるティースの狭小部の周方向の幅の最小値 d_2 を定幅部の周方向の幅 d_1 に対して変化させた際の鉄損およびトルク定数の解析値を示すグラフである。

[図5] 図5は図1に示す固定子におけるティースの狭小部の周方向の幅の最小値 d_2 を定幅部の周方向の幅 d_1 に対して変化させた際のモータ効率の解析値を示すグラフである。

[図6A] 図6Aは本発明の第1実施形態の変形例における固定子の断面構造例を示す部分拡大図である。

[図6B]図6 Bは本発明の第1実施形態の変形例における固定子の断面構造例を示す部分拡大図である。

[図6C]図6 Cは本発明の第1実施形態の変形例における固定子の断面構造例を示す部分拡大図である。

[図6D]図6 Dは本発明の第1実施形態の変形例における固定子の断面構造例を示す部分拡大図である。

[図6E]図6 Eは本発明の第1実施形態の変形例における固定子の断面構造例を示す部分拡大図である。

[図7]図7は本発明の実施例1における固定子の鉄損およびトルク定数の解析値を比較例と対比して示すグラフである。

[図8]図8は本発明の実施例1における固定子の鉄損の解析値を周波数ごとに示すグラフである。

[図9]図9は従来の固定子における応力分布を解析した結果を示す図である。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、本発明の実施の形態を、図面を参照しながら説明する。なお、以下では全ての図を通じて同一または相当する要素には同一の参照符号を付して、その重複する説明を省略する。

[0021] 図1は本発明の一実施形態に係るモータの回転子を備えたモータの断面構造例を示す断面図である。なお、以下では、モータがブラシレスモータである構成を例示するが、モータはこれには限定されない。図1に示すように、本実施形態に係るブラシレスモータ（以下、単にモータと称する）は、外枠10の内壁面に焼き嵌めなどによって取り付けられる筒状の固定子1と、固定子1の内側に固定子1に対して相対回転可能に保持される筒状の回転子2とを有している。回転子2の中心にはシャフト孔3が設けられ、当該シャフト孔3にシャフト（図示せず）が挿通された状態で回転子2とシャフトとが固定される。

[0022] 固定子1は、筒状に形成されたヨーク11と、ヨーク11の内壁面から径方向内方に延出した複数（本実施形態においては18）のティース12とを

有する固定子鉄心13と、ティース12のそれぞれに巻回されたコイル14とを有している。ティース12とコイル14との間には、両者を電氣的に絶縁する絶縁部材15（後述する図2参照）が設けられている。また、回転子2は、筒状の回転子鉄心21と、回転子鉄心21の内部に回転子2の周方向に複数（本実施形態においては6つ）形成された空孔に埋め込み形成された板状の永久磁石22とを有している。なお、本実施形態においては、1つのティース12に巻線を巻いた集中巻によるコイル14を例示しているが、本発明はこれに限られない。例えば、複数のティース12にわたって巻線を巻く分布巻または波巻など種々の巻き方が採用できる。

[0023] このように構成されたモータにおいては、固定子1のコイル14に交番電流を流して回転磁束を発生させることにより、シャフトの中心軸を回転軸Cとしてシャフトおよび回転子2が固定子1に対して回転軸C回りに回転する。

[0024] 図2は図1に示すモータの固定子の断面構造を示す部分拡大図である。図2においてはコイル14および絶縁部材15について図示を一部省略している。図2に示すように、ティース12の一部には、他の部位より細い狭小部121が設けられている。より具体的には、ティース12は、ヨーク11から当該ヨーク11の径方向（以下、単に径方向という）内方に延出する延出部123と当該延出部123の先端にヨーク11の周方向（以下、単に周方向という）に広がるように形成された幅広部122とを有しており、延出部123は、周方向の幅が幅広部122の周方向の幅より短いように形成されている。延出部123は、いわゆる磁極部と呼ばれ、幅広部122は、いわゆる磁極先端部と呼ばれる部分である。さらに、延出部123は、周方向の幅が一定となるように径方向に直線状に延出された定幅部124と、周方向の幅d1が定幅部124の周方向の幅d2より狭い狭小部121とを有している。これにより、狭小部121は、延出部123の一部に当該延出部123の他の部位より周方向の幅が狭いように形成されている。

[0025] 次に、上記のように構成される固定子1の効果について説明する。図3は

図1に示すモータの固定子におけるティース近傍の局所的な磁束の流れを示す説明図である。図3においては一時的な磁束の流れを矢印によって示している。図3においてコイル14および絶縁部材15の図示を省略している。図3に示すように、回転子2からの磁束がティース12の幅広部122からティース12内に入りティース12の延出部123を通過してヨーク11に進出する。ティース12に流れる磁束は交番磁束であるため、図3の矢印の反対方向にも同様に磁束が流れ得る（磁束がヨーク11からティース12を通過して回転子2に向かう向きにも生じ得る）。

[0026] ここで、本実施形態においては、ティース12の一部に当該ティース12の他の部位より細い狭小部121が設けられているため、当該狭小部121においてティース12を通過する磁束密度が高くなり局所的な磁気飽和が生じて、高調波磁束がフィルタリングされる。より詳しくは、ティース12を通過する交番磁束（主磁束）が極大値となった際に、当該交番磁束に重畳している高調波成分が除去される。このため、狭小部121の径方向（交番磁束の流れる向き）に垂直な断面積は、交番磁束の極大値において可能な限りすべての主磁束が通過可能な大きさとするのが好ましい。

[0027] また、従来構成における図9にも示したとおり、ティース12には焼き嵌め等による応力が生じないため、ティース12に狭小部121を設けても固定子1に作用する応力が増加することがない。したがって、固定子1に作用する圧縮応力が増加することによる鉄損が増加することも防止することができる。しかも、固定子1の中で比較的磁束密度が高いティース12において狭小部121が設けられることにより、有効に高調波磁束のみをフィルタリングして除去することができる。これにより、ティース12内を通過する交番磁束の高調波成分を除去して鉄損を低減させつつ主磁束を通過させることにより出力（トルク定数）が低下するのを防止することができる。したがって、モータに生じる鉄損を低減して高効率なモータを得ることができる。

[0028] また、幅広部122が設けられていることにより、当該幅広部122において回転子2からの磁束が固定子1に流れる際の漏れ磁束を低減させつつ、

その上で、さらに狭い狭小部121において高調波磁束がフィルタリングされる。したがって、モータのトルク定数を低下させることなく有効に高調波磁束を抑制することができる。さらに、延出部123のうち狭小部121以外の箇所を定幅部124により形成することにより、定幅部124においては交番磁束による磁気飽和を緩和させつつ、当該定幅部124より周方向の幅が短い狭小部121において高調波磁束を有効に抑制することができる。

[0029] 本実施形態における狭小部121についてより詳しく説明する。図2に示すように、狭小部121は、延出部123の基端部（ヨーク11に近接する部分）に設けられ、定幅部124は、狭小部121の先端から径方向内方に延出している。これにより、隣り合うティース12間でヨーク11を介して交鎖する高調波磁束がフィルタリングされるため、高調波磁束を有効に抑制することができる。

[0030] さらに、狭小部121は、ヨーク11の中心軸に垂直な断面視において周方向両側が円弧形状を有している。すなわち、狭小部121の基端部（ヨーク11に近接する部分）から先端に向かうに従ってティース11の周方向の幅が短くなっていき、最も短い周方向の幅d1となった後、さらに先端に向かうに従ってティース11の周方向の幅がd2に近づくように長くなっていくように形成されている。これにより、狭小部121における磁束の流れが緩やかになり、狭小部121と他の部位（定幅部124またはヨーク11）との接続箇所における磁気ベクトルの変化量が低減されるため、狭小部121において鉄損の増加を抑制することができる。

[0031] ここで、定幅部124の周方向の幅d2に対する狭小部121の周方向の幅の最小値d1の割合は、 $0.70 < d1 / d2 < 0.98$ であることが好ましい。図4は図1に示す固定子におけるティースの狭小部の周方向の幅の最小値d2を定幅部の周方向の幅d1に対して変化させた際の鉄損およびトルク定数の解析値を示すグラフである。図4においては、狭小部が存在しない場合（延出部の基端から先端まで周方向の幅が一定である場合）の鉄損およびトルク定数を1としたときの鉄損およびトルク定数の減少率をそれぞれ

示している。さらに、図5は図1に示す固定子におけるティースの狭小部の周方向の幅の最小値 d_2 を定幅部の周方向の幅 d_1 に対して変化させた際のモータ効率の解析値を示すグラフである。図5におけるモータ効率は、狭小部が存在しない場合（延出部の基端から先端まで周方向の幅が一定である場合）のモータ効率を基準とするモータ効率の向上分を示している。図4および図5においては、定幅部の周方向の幅 d_1 に対し、狭小部の周方向の幅の最小値 d_2 を $0.7d_1$ （70%）から $0.98d_1$ （98%）まで変化させたときの解析値をグラフ化したものである。

[0032] モータ効率 η は、モータ入力 P_{in} とモータ出力 P_{out} との比 P_{out}/P_{in} で示され、モータ出力 P_{out} は、モータ入力 P_{in} からモータ損失 P_{loss} を引いた値であるため、 $\eta = (P_{in} - P_{loss}) / P_{in}$ で表わされる。さらに、モータ損失 P_{loss} は鉄損 W_f と銅損 W_c の和（ $W_f + W_c$ ）であり、銅損 W_c はモータ電流 I とコイル14の巻線抵抗 R とを用いて $W_c = I^2 \cdot R$ で示される。ここで、モータのトルク τ は、トルク定数 K_τ を用いて $\tau = K_\tau \cdot I$ と表わせるため、モータ電流 I は、 τ / K_τ で表わせる。したがって、モータ効率 η は、 $\eta = 1 - (W_f + (\tau / K_\tau)^2 \cdot R) / P_{in}$ と表わせる。これにより、鉄損 W_f が低減し、トルク定数 K_τ が大きくなるとモータ効率 η が高くなるといえる。

[0033] 図4に示すように、狭小部121の周方向の幅の最小値 d_2 が定幅部124の周方向の幅 d_1 に対して98%以上である場合（ $0.98 \leq d_1 / d_2 \leq 1.0$ の場合）、鉄損の低減効果は生じないが、98%未満である場合には、鉄損の低減効果が生じている。ここで、狭小部121の周方向の幅の最小値 d_2 が定幅部124の周方向の幅 d_1 に対して98%未満である場合において、狭小部121の周方向の幅の最小値 d_2 が定幅部124の周方向の幅 d_1 に対して狭くなるほど鉄損は低減するが、同時にトルク定数も低下する。ここで、図5に示すように、モータ効率を考慮すると、狭小部121の周方向の幅の最小値 d_2 が定幅部124の周方向の幅 d_1 に対して70%以下である場合には、鉄損が低減してもそれ以上にトルク定数が低下し（すな

わち銅損が増加し)、モータ効率が改善しない(モータ効率の向上分が0となる)。

[0034] したがって、定幅部124の周方向の幅 d_2 に対する狭小部121の周方向の幅の最小値 d_1 の割合を $0.70 < d_1 / d_2 < 0.98$ とすることにより、同じサイズのモータにおいてトルク定数を低下させることなく鉄損を低減させて、高効率なモータを得ることができる。特に、定幅部124の周方向の幅 d_2 に対する狭小部121の周方向の幅の最小値 d_1 の割合が $0.80 < d_1 / d_2 < 0.96$ の範囲において、モータ効率の向上分が大きくなるため、 d_1 / d_2 の割合をこの範囲とすることにより、モータ効率をより高くすることができる。

[0035] なお、本実施形態においては、狭小部121がティース12の延出部123の基端側に設けられているが、これに限られない。図6A~図6Eは本発明の第1実施形態の変形例における固定子の断面構造例を示す部分拡大図である。図6A~図6Eにおいてはコイル14および絶縁部材15の図示を省略している。

[0036] 図6Aに示す変形例においては、狭小部121aがティース12aの延出部123aの先端側(ヨーク11から離間した側)に設けられている。具体的には、延出部123aは、ヨーク11から径方向内方へ向けて延びた定幅部124aと定幅部124aと先端の幅広部122との間に設けられた狭小部121aとを有している。

[0037] また、図6Bに示す変形例においては、狭小部121bがティース12bの延出部123bの中間部に設けられている。具体的には、延出部123bは、狭小部121bの径方向両側にヨーク11の径方向に延びた定幅部124bを有している。

[0038] また、図6Cに示す変形例においては、延出部123cの狭小部121cのヨーク11の中心軸に垂直な断面視において周方向両側が角張った形状を有している。本例におけるティース12cは、図6Bと同様に、狭小部121cの径方向両側にヨーク11の径方向に延びた定幅部124cを有してい

るが、本例のような狭小部 1 2 1 c の形状は、狭小部が図 2 および図 6 A のいずれの例においても適用可能である。

[0039] また、図 6 D に示す変形例においては、ティース 1 2 d の延出部 1 2 3 d がヨーク 1 1 の径方向内方に向かうに従って周方向の幅が狭くなるような形状を有しており、これによって延出部 1 2 3 d の先端部が延出部 1 2 3 d の他の部位より周方向の幅の狭い狭小部 1 2 1 d として構成されている。

[0040] また、図 6 E に示す変形例においては、ティース 1 2 e の延出部 1 2 3 e がヨーク 1 1 の径方向内方に向かうに従って周方向の幅が広くなるような形状を有しており、これによって延出部 1 2 3 e の基端部が延出部 1 2 3 e の他の部位より周方向の幅の狭い狭小部 1 2 1 e として構成されている。

[0041] 以上に説明したような各種変形例によっても、上記実施形態と同様の効果を奏することができる。

実施例 1

[0042] 以下に、固定子 1 のティース 1 2 に上記実施形態で説明したような狭小部 1 2 1 を設けた固定子（実施例 1）と、ティースに狭小部を設けない固定子（比較例 1, 2）とのそれぞれについて、鉄損およびトルク定数を解析により求めた結果を示す。比較例としては、ヨークの径方向に延びる定幅部と定幅部より幅広の先端部とにより構成されるティースを有する固定子において、この定幅部の周方向の幅が上記図 4 に関する説明で示したのと同じ幅 d_1 である固定子（比較例 1）と、 $0.93 d_1$ である固定子（比較例 2）とを用いた。実施例 1 としては、定幅部 1 2 4 の周方向の幅を上記 d_1 とし、狭小部 1 2 1 の周方向の幅を $0.93 d_1$ とした固定子 1 を用いた。固定子のその他の構成（ティースの数、ヨークの幅等）は、実施例 1 と比較例 1, 2 とで同一とした。

[0043] 図 7 は本発明の実施例 1 における固定子の鉄損およびトルク定数の解析値を比較例と対比して示すグラフである。図 7 においては、比較例 1 における鉄損およびトルク定数を 1 としたときの比較例 2 および実施例 1 における鉄損およびトルク定数の減少率をそれぞれ示している。

[0044] 図7に示すように、比較例2においては比較例1に対して鉄損が6%ほど低減しており、ティースの周方向の幅を狭めることによっても鉄損を低減させることができることが分かる。しかしながら、この場合、トルク定数が4%近くも低下しており、結果としてモータ効率を向上させることができない結果となった。

[0045] これに対し、実施例1においては、図7に示すように、比較例1に対してトルク定数の低下を1%程度に抑えつつ鉄損が4%も低減される結果となった。したがって、ティース12に狭小部121を設けることにより、モータ出力の低下を防止しつつ鉄損を低減することのできる高効率のモータを実現することができることが示された。

[0046] さらに、実施例1において比較例1に対して低減した鉄損が高調波成分（高調波磁束）によるものか基本波成分（主磁束）によるものかの割合を解析によって検証した。図8は本発明の実施例1における固定子の鉄損の解析値を周波数ごとに示すグラフである。図8においては、比較例1における基本波成分による鉄損および高調波成分における鉄損をそれぞれ1としたときの実施例1における基本波成分による鉄損の減少率と高調波成分による鉄損の減少率とをそれぞれ示している。

[0047] 図8に示すように、実施例1においては比較例1に対し、いずれの周波数成分においても鉄損が減少しているが、基本波成分の鉄損の減少率については2%程度とわずかであるのに対し、高調波成分における鉄損の減少率が7%と大きい結果となった。したがって、ティース12に狭小部121を設けることにより、主磁束を維持しつつ、高調波磁束による鉄損を有効に抑制することができることが示された。

[0048] 以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲内で種々の改良、変更、修正が可能である。

[0049] 例えば、上記実施形態においては、ティース12におけるヨーク11の周方向両側に狭小部121が形成されているが、本発明はこれに限られず、例

えばティース 1 2 におけるヨーク 1 1 の周方向片側だけに狭小部が形成されてもよい。また、周方向に形成された狭小部に加えてまたはこれに代えて、ティース 1 2 におけるヨーク 1 1 の中心軸方向両側に狭小部が形成されてもよい。

[0050] また、上記実施形態においては、固定子 1 を構成するすべてのティース 1 2 に狭小部 1 2 1 が形成されているが、本発明はこれに限られず、複数のティース 1 2 のうちのいくつかのティース 1 2 に狭小部が形成されてもよい。

[0051] なお、ティース 1 2 の数やティース 1 2 の他の形状およびヨーク 1 1 の形状などは適宜好適に設定され得る。

[0052] 上記説明から、当業者にとっては、本発明の多くの改良や他の実施形態が明らかである。従って、上記説明は、例示としてのみ解釈されるべきであり、本発明を実行する最良の態様を当業者に教示する目的で提供されたものである。本発明の精神を逸脱することなく、その構造及び／又は機能の詳細を実質的に変更できる。

産業上の利用可能性

[0053] 本発明のモータの固定子およびそれを備えたモータは、モータに生じる鉄損を低減して高効率なモータを得るために有用である。

符号の説明

- [0054]
- 1 固定子
 - 2 回転子
 - 3 シャフト孔
 - 1 0 外枠
 - 1 1 ヨーク
 - 1 2 ティース
 - 1 2 a, 1 2 b, 1 2 c, 1 2 d, 1 2 e ティース
 - 1 3 固定子鉄心
 - 1 4 コイル
 - 1 5 絶縁部材

2 1 回轉子鉄心

2 2 永久磁石

1 2 1, 1 2 1 a, 1 2 1 b, 1 2 1 c, 1 2 1 d, 1 2 1 e 狭小部

1 2 2 幅広部

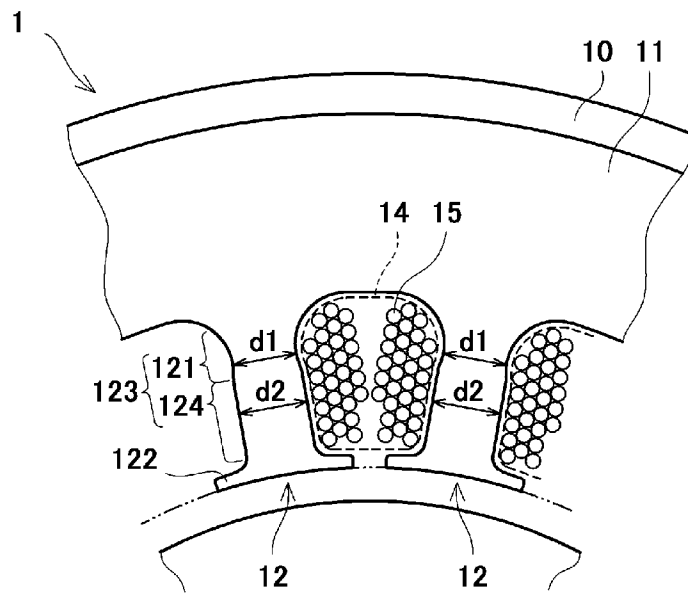
1 2 3, 延出部 1 2 3 e a, 1 2 3 b, 1 2 3 c, 1 2 3 d, 1 2 3 e 延
出部

1 2 4, 1 2 4 a, 1 2 4 b, 1 2 4 c 定幅部

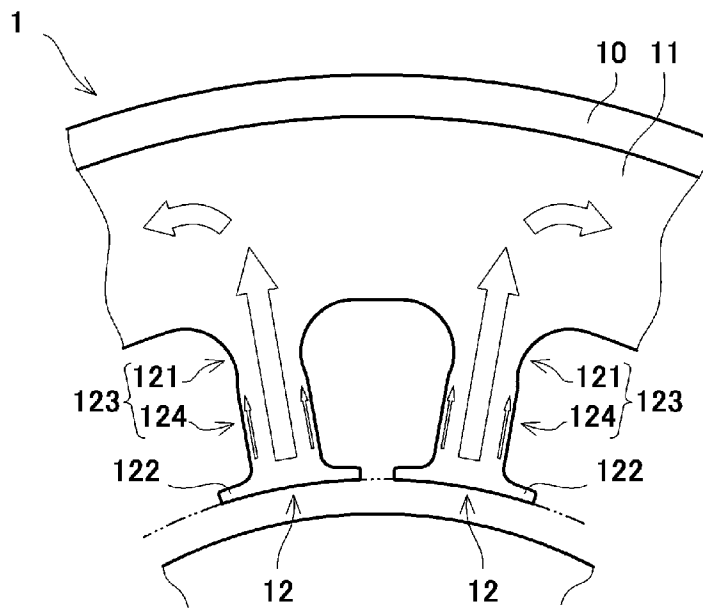
請求の範囲

- [請求項1] 筒状のヨークと、
前記ヨークから当該ヨークの径方向（以下、単に径方向という）内方に延出する延出部と当該延出部の先端に前記ヨークの周方向（以下、単に周方向という）に広がるように形成された幅広部とを有するテーラスと、を備え、
前記延出部の一部に当該延出部の他の部位より細い狭小部が設けられている、モータの固定子。
- [請求項2] 前記狭小部は、前記延出部の他の部位より周方向の幅が狭いように形成されている、請求項1に記載のモータの固定子。
- [請求項3] 前記延出部は、周方向の幅が一定となるように径方向に直線状に延びる定幅部と、前記定幅部より周方向の幅が短い前記狭小部とを有している、請求項2に記載のモータの固定子。
- [請求項4] 前記狭小部は、前記延出部の基端部に設けられ、
前記定幅部は、前記狭小部の先端から径方向内方に延びている、請求項3に記載のモータの固定子。
- [請求項5] 前記狭小部は、前記ヨークの中心軸に垂直な断面視において周方向両側が円弧形状を有している、請求項1に記載のモータの固定子。
- [請求項6] 前記定幅部の周方向の幅 d_2 に対する前記狭小部の周方向の幅の最小値 d_1 の割合は、 $0.70 < d_1 / d_2 < 0.98$ である、請求項3に記載のモータの固定子。
- [請求項7] 請求項1～6のいずれかに記載のモータの固定子を備えた、モータ。

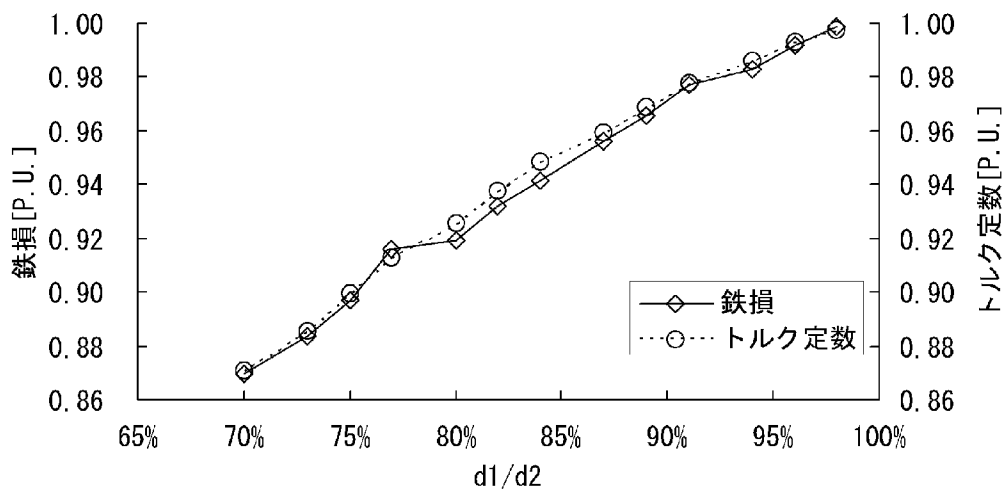
[図2]



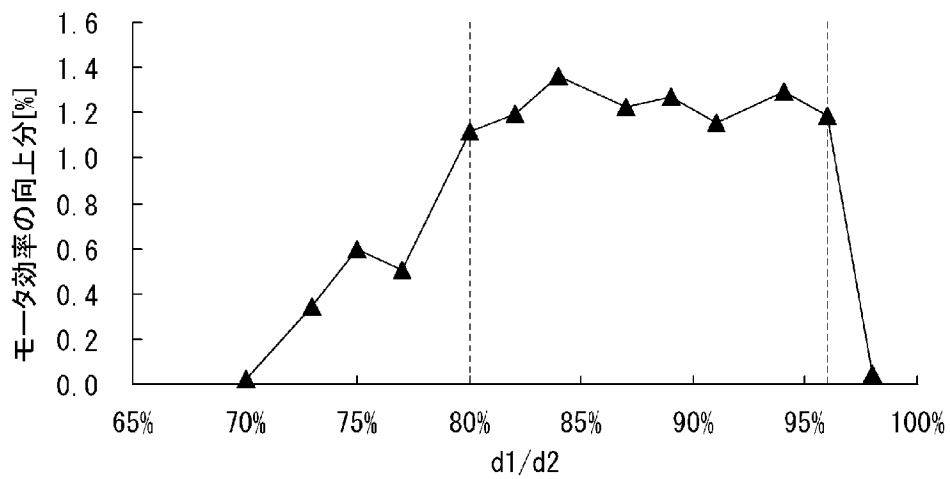
[図3]



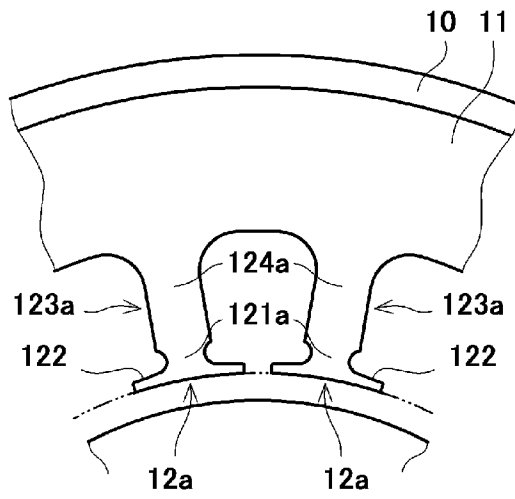
[図4]



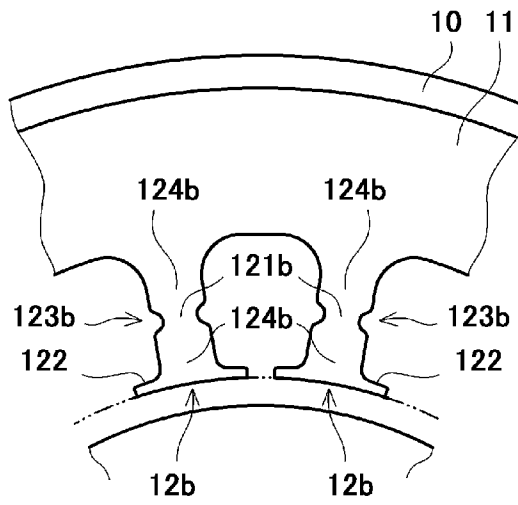
[図5]



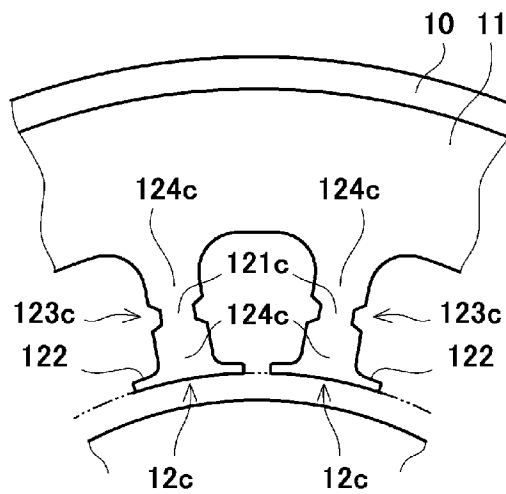
[図6A]



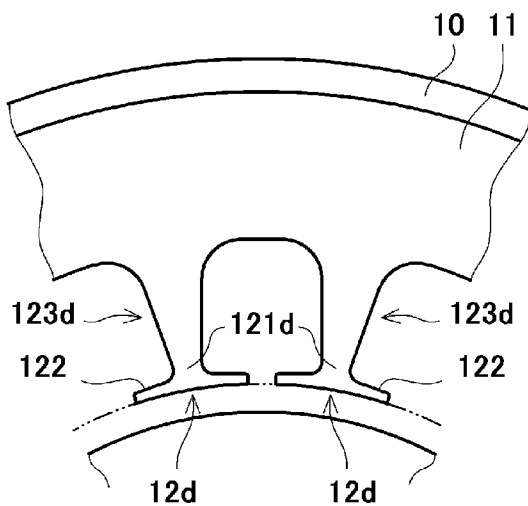
[図6B]



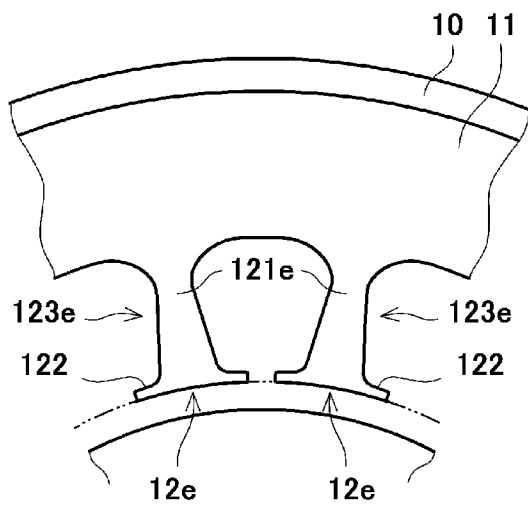
[図6C]



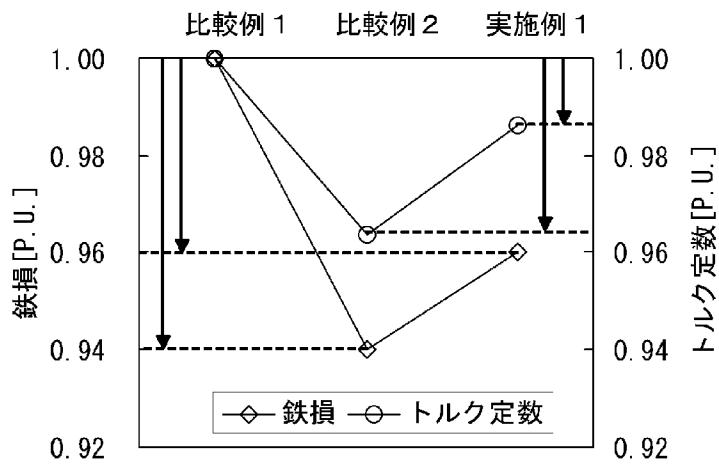
[図6D]



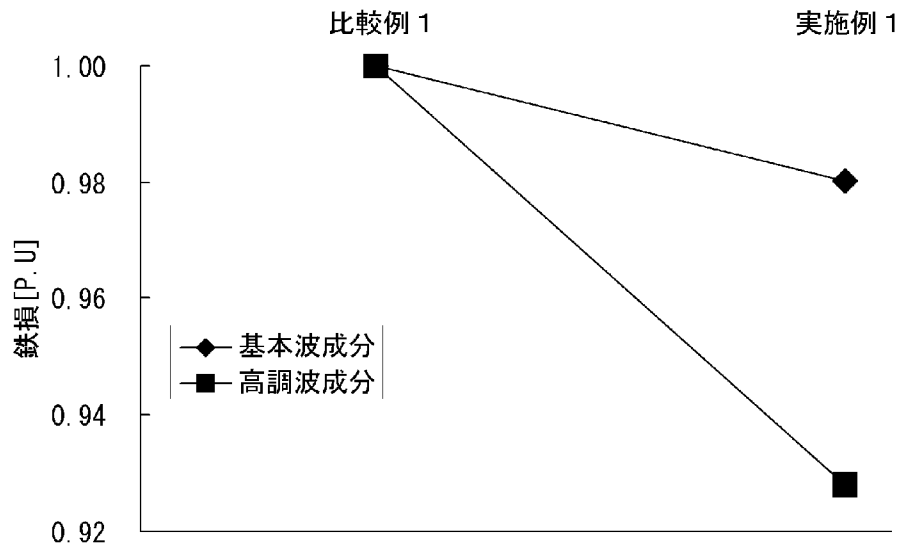
[図6E]



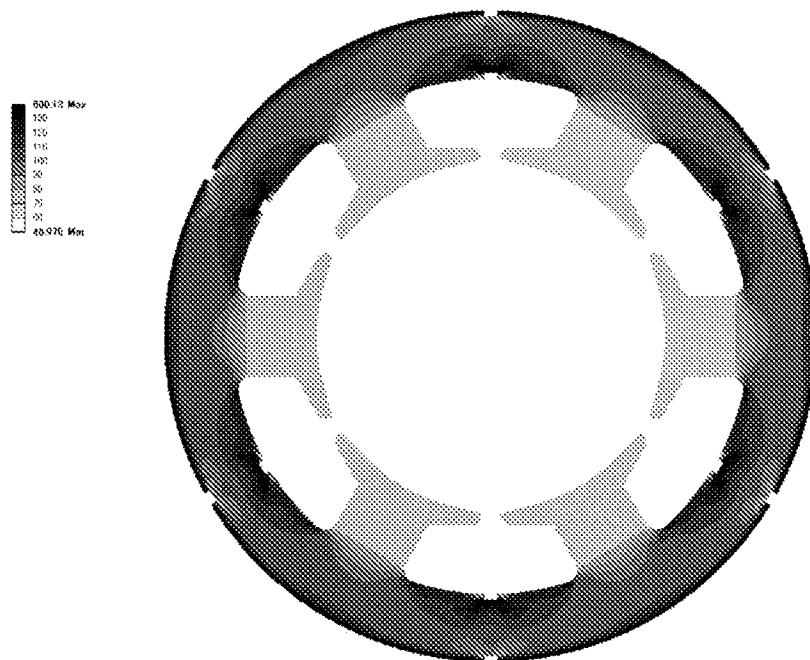
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/006829

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K1/16(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)

H02K1/16

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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 2009-254086 A (Mitsubishi Electric Corp.), 29 October 2009 (29.10.2009), paragraphs [0002], [0014], [0075]; fig. 29 to 31 (Family: none)	1-5 6-7
Y	JP 2008-278551 A (Toyota Motor Corp.), 13 November 2008 (13.11.2008), paragraphs [0025], [0031], [0035]; fig. 1 (Family: none)	6-7

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
01 March, 2012 (01.03.12)

Date of mailing of the international search report
13 March, 2012 (13.03.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/006829

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

- 1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

- 2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

- 3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The document 1 (JP 2009-254086 A (Mitsubishi Electric Corp.), 29 October 2009 (29.10.2009), paragraphs [0002], [0014], [0075], fig. 29-31, (Family: none)) discloses a stationery iron core wherein the side surface of teeth of a magnetic pole is equipped with a constant width section and a notched section. Therefore, the invention of claim 1 is not considered to be novel in the light of the invention disclosed in the document 1, and does not have a special technical feature.

- 1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
- 2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
- 3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

- 4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H02K1/16(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. H02K1/16

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	1971-2012年
日本国実用新案登録公報	1996-2012年
日本国登録実用新案公報	1994-2012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 2009-254086 A (三菱電機株式会社) 2009. 10. 29, 【0002】, 【0014】, 【0075】, 図 29-31 (ファミリーなし)	1-5 6-7
Y	JP 2008-278551 A (トヨタ自動車株式会社) 2008. 11. 13, 【0025】, 【0031】, 【0035】, 図 1 (ファミリーなし)	6-7

☐ 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

01.03.2012

国際調査報告の発送日

13.03.2012

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/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)

安池 一貴

電話番号 03-3581-1101 内線 3358

3V

5068

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT17条(2)(a))の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

文献1 (JP 2009-254086 A (三菱電機株式会社) 2009.10.29, 【0002】, 【0014】, 【0075】, 図29-31 (ファミリーなし)) には、磁極ティースの側面部が定幅部及び切欠き部を備える固定子鉄心が記載されている。したがって、請求項1に係る発明は、文献1に記載された発明に対して新規性が認められず、特別な技術的特徴を有しない。

1. 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。