

(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
2017年6月15日(15.06.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/099002 A1

- (51) 国際特許分類:
H02K 1/14 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/085838
- (22) 国際出願日: 2016年12月2日(02.12.2016)
- (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 2015-241487 2015年12月10日(10.12.2015) JP
- (71) 出願人: 日立オートモティブシステムズエンジニアリング株式会社 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS ENGINEERING, LTD.) [JP/JP]; 〒3120062 茨城県ひたちなか市高場2477番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者: 中野 智仁 (NAKANO Tomohito); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 田子 一農 (TAGO Kazutami); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 金澤 宏至 (KANAZAWA Hiroshi); 〒

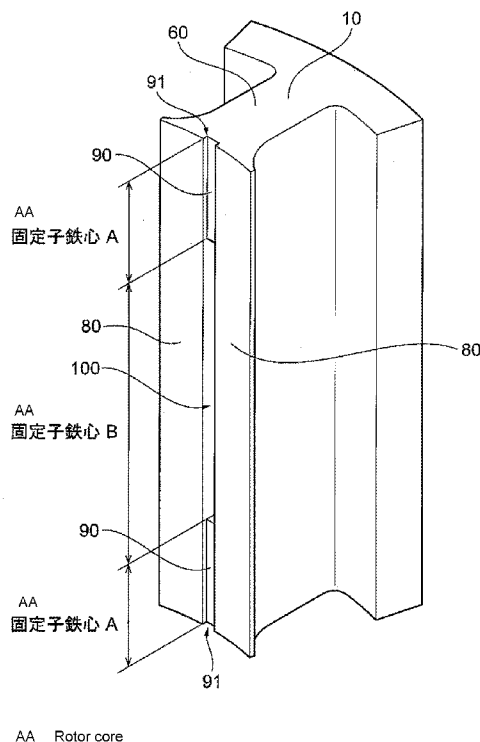
3120062 茨城県ひたちなか市高場2477番地 日立オートモティブシステムズエンジニアリング株式会社内 Ibaraki (JP).

- (74) 代理人: 戸田 裕二 (TODA Yuji); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目6番1号 株式会社日立製作所内 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, ST, 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,

[続葉有]

(54) Title: ROTATING ELECTRICAL MACHINE

(54) 発明の名称: 回転電機



(57) Abstract: Provided is a rotating electrical machine capable of reducing cogging torque while minimizing a reduction in torque. In the present invention, a cogging torque phase is inverted by adjusting the depth of a groove, and rotor cores 10, which have the opposite phase of the cogging torque, are combined with each other in the direction of the axis of rotation, thereby reducing the cogging torque while minimizing a reduction in torque. Furthermore, a rotating electrical machine 1 is provided, said rotating electrical machine 1 having little variation in cogging torque for each product as a result of providing a groove 100 having a depth that is not easily affected by shape errors.

(57) 要約: トルクの低下を抑えつつコギングトルクを低減することが可能な回転電機を得ること。溝の深さを調節することによりコギングトルクの位相を反転させ、互いにコギングトルクが逆位相となる固定子鉄心10を回転軸方向に組み合わせることで、トルクの低下を抑えつつコギングトルクの低減を図る。また、形状誤差の影響を受けにくい深さの溝100を設けることで、製品ごとのコギングトルクのばらつきが少ない回転電機1を提供する。

WO 2017/099002 A1



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).

— 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補
正を受理した際には再公開される。(規則
48.2(h))

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 回転電機

技術分野

[0001] 本発明は、回転電機に関する。

背景技術

[0002] 近年、自動車向けパワーステアリングの分野において、従来の油圧式と比較して数%の燃費向上が見込まれる電動パワーステアリングが急速に普及している。電動パワーステアリングの動力源として用いられる永久磁石同期モータでは、操舵感の滑らかさの観点から、無通電時のトルク脈動であるコギングトルクの要求仕様が、他の用途のモータに比べて非常に厳しい。このコギングトルクを低減するための方法として、固定子のティース表面に溝または突部を設ける構造が特許文献1や特許文献2等に記載されている。

[0003] 特許文献1ではティース先端に設けた溝の幅を調節することによりコギングトルクの位相を反転させられることを見出し、溝の幅が異なり、かつコギングトルクが互いに逆位相である2種類の固定子鉄心を回転軸方向に組み合わせてコギングトルクを相殺している。この構造では、形状誤差等により補助溝の幅が理想値と異なっているとしても、固定子鉄心の形状を変えずに積層比率を調整することでコギングトルクを低減できる。

[0004] また、特許文献2では、特許文献1と同様にコギングトルクが逆位相である固定子鉄心を軸方向に組み合わせているが、コギングトルクの位相を反転させるための構造として、溝ではなく突部をティース先端に設けている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2006-230116号公報

特許文献2：WO2009/119734号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献1の構造では、コギングトルクを反転させるために広い幅の溝を設ける必要があり、このためコイルに入射する磁束の量が減少し通電時のトルクが低下するという問題がある。

[0007] また、特許文献1の溝や特許文献2の突部の微小な形状誤差がコギングトルクに及ぼす影響が大きい場合には、製品ごとのコギングトルクにばらつきが出てしまう可能性がある。本発明では、上記の課題を解決するために、溝の幅ではなく深さを調節することによりコギングトルクの位相を反転させ、互いにコギングトルクが逆位相となる固定子鉄心を回転軸方向に組み合わせることで、トルクの低下を抑えつつコギングトルクの低減を図る。また、形状誤差の影響を受けにくい深さの溝を設けることで、製品ごとのコギングトルクのばらつきが少ない回転電機を提供する。

課題を解決するための手段

[0008] 前記課題を解決するための本発明は、巻線が巻回される固定子鉄心と、磁界を生じる回転子と、を備え、固定子鉄心は、磁束が入射する面において、回転子の回転軸からの距離が第1距離となる第1面と、当該第1距離とは異なる距離である第2距離となる第2面と、を有し、第1面と第2面の距離の差を設けることにより生じるコギングトルクの振幅が、極値を含む第1範囲となるように第2面が形成され、前記コギングトルクの位相とは逆位相であって、コギングトルクの振幅の極値を含む第2範囲となるように形成される深さの溝を設けることを特徴とする回転電機である。

発明の効果

[0009] 本発明の回転電機は、溝の幅ではなく溝の深さの調節によりコギングトルクの位相を反転させるため、溝の幅を広げることなくコギングトルクを調節でき、トルクの低下を抑えつつコギングトルクを低減することが可能である。また、溝の深さを、コギングトルクの振幅が極値を取る値とすることで、形状誤差によるコギングトルクのばらつきを低減させることができる。

なお、上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

- [0010] [図1]本発明の実施例 1 に係る回転電機の断面図。
- [図2]本発明の実施例 1 に係る固定子鉄心の一部を模式的に示す斜視図。
- [図3A]本発明の実施例 1 に係る固定子鉄心の一部の断面図。
- [図3B]本発明の実施例 1 に係る固定子鉄心の一部の断面図。
- [図4]本発明の実施例 1 に係る溝の深さとコギングトルクの振幅との関係を示す図。
- [図5]本発明の実施例 1 に係るコギングトルク波形を示す図。
- [図6]本発明の実施例 2 に係る固定子鉄心の一部を模式的に示す斜視図。
- [図7A]本発明の実施例 2 に係る固定子鉄心の一部の断面図。
- [図7B]本発明の実施例 2 に係る固定子鉄心の一部の断面図。
- [図8]本発明の実施例 2 に係る溝の深さとコギングトルクの振幅との関係を示す図。
- [図9]本発明の実施例 2 に係るコギングトルク波形を示す図。
- [図10]本発明の実施例 3 に係る段スキューが設けられた回転子の斜視図。
- [図11]本発明の実施例 3 に係るコギングトルク波形を示す図。

発明を実施するための形態

- [0011] 以下、図面等を用いて、本発明の実施形態について説明する。以下の説明は本発明の内容の具体例を示すものであり、本発明がこれらの説明に限定されるものではなく、本明細書に開示される技術的思想の範囲内において当業者による様々な変更および修正が可能である。また、本発明を説明するための全図において、同一の機能を有するものは、同一の符号を付け、その繰り返しの説明は省略する場合がある。

[0012] [実施例 1]

実施例 1 は、巻線が巻回される固定子鉄心と、磁界を生じる回転子とを備え、固定子鉄心は、磁束が入射する面において、回転子の回転軸からの距離が第 1 距離となる第 1 面と、当該第 1 距離とは異なる距離である第 2 距離となる第 2 面とを有し、第 1 面と第 2 面の距離の差を設けることにより生じる

コギングトルクの振幅が、極値を含む第1範囲となるように第2面が形成され、また、第1面と第2面の距離の差を設けることにより生じるコギングトルクの位相とは逆位相であって、コギングトルクの振幅の極値を含む第2範囲となるように形成される深さの溝を設けることを特徴とする回転電機である。

[0013] 図1は、本発明の実施例1に係る回転電機の断面図である。図に示すように、回転電機1は、薄板状の固定子鉄心10を複数枚積層して形成される固定子20と、薄板状の回転子鉄心30を複数枚積層し、永久磁石40を配置して形成される回転子50とを備えている。固定子20の内周側には、複数のティース60及び巻線を巻回するためのスロット70が周方向に等間隔に設けられている。なお、図1では巻線の図示を省略している。

[0014] 図2は、本発明の実施例1に係る固定子鉄心10の一部を模式的に示す斜視図、図3A、図3Bは、固定子鉄心Aと固定子鉄心Bの断面図である。

固定子鉄心10は、ティース60の先端側に、回転子50との間に所定の間隙を有して対向する対向面である第1面80と第2面90を有している。第1面80は、磁束が入射する面であり、回転子50の回転軸51からの距離が第1距離 L_1 となるように設けられている。第2面90は、回転子50の回転軸51からの距離が第1距離とは異なる距離である第2距離 L_2 となるように設けられている。本実施例では、第1距離 L_1 よりも第2距離 L_2 の方が長くなるように設定されており($L_1 < L_2$)、第1面80よりも第2面90の方がティース60内に入り込んだ位置に配置される。すなわち、第2面90は、第1面80に溝を設けることで形成される。第2面90は、第1面80に設けられた浅溝の底面によって構成される。浅溝は、溝100よりも溝深さが浅い。

[0015] 固定子鉄心10は、第1面80の一部に、第1面80よりも回転子50の回転軸51からの距離が遠い第2面90を設けることによって形成された溝91を有する固定子鉄心Aと、第2面90よりもさらに回転軸51からの距離が遠い底面101を設けることによって形成された溝100を有する固定

子鉄心Bとを、回転軸方向に積層することで形成される。なお、実施例1では、第2面90及び溝100は、第1面80の周方向中央に設けられている。溝100の底面101は、第2面90よりも回転子50の回転軸51からの距離が遠い位置に配置される。すなわち、溝100の底面101と第2面90は、第1面80からの深さが回転軸の軸方向に異なっており、溝100の底面101の方が第2面90よりも深くなっている。

[0016] 固定子鉄心Aと固定子鉄心Bに形成されている溝91、100の深さをそれぞれDa、Dbとする。また、実施例1では2つの固定子鉄心の溝91、100の溝幅が同じであるが、異なっても良い。実施例1では、回転子50の磁極数M（Mは自然数）と固定子20のスロット数N（Nは自然数）との比が2：3となる場合を想定しているが、本発明による構造はこの比が異なる回転電機にも適用できる。

[0017] 磁極数Mとスロット数Nの最小公倍数をLとすると、コギングトルクは回転子50の1回転あたりL回脈動する成分（L次成分）が支配的であることが多い。実施例1ではM=8、N=12、L=24であり、コギングトルクの支配的な成分は24次である。

[0018] 図4は、溝の深さとコギングトルクL次成分の振幅との関係を示した図である。図4では、縦軸はコギングトルクL次成分の振幅、横軸は溝の深さである。また、振幅の符号が異なる場合は、位相が互いに反転していることを示している。

[0019] L次成分が0となる溝の深さD0の付近では、溝の深さのコギングトルクに対する感度が高い（溝深さの変化に対するコギングトルクの変化が大きい）ため、この深さの溝を設けると、微小な寸法誤差の影響により製品のコギングトルクにばらつきが出てしまうと考えられる。そこで、コギングトルクに対する感度が低くなるように、溝の深さを調節することを考える。

[0020] コギングトルクの振幅は、第1面80と第2面90との間における回転子50の回転軸51からの距離の差（ $L_2 - L_1$ ）を設けることにより調節できる。固定子鉄心Aに設けられる第2面90は、コギングトルクの振幅の極

値 D_1 を含む第 1 範囲 D_{s1} となる位置に形成される。そして、固定子鉄心 B に設けられる溝 100 は、固定子鉄心 A のコギングトルクの位相とは逆位相であって、コギングトルクの振幅の極値 D_2 を含む第 2 範囲 D_{s2} となるように、その深さが設定されている。図 4 に示す D_1 付近の第 1 範囲 D_{s1} と D_2 付近の第 2 範囲 D_{s2} は、それぞれコギングトルク L 次成分の振幅が極小および極大となっているため、溝の深さに対するコギングトルクの感度が低く、かつ互いに逆位相である。よって、これら 2 つの溝の深さで作製したコアを軸方向に組み合わせて積層することで、コギングトルクが小さく、ばらつきが小さいモータを作製できる。

[0021] 固定子鉄心 A と固定子鉄心 B のコギングトルクの位相が互いに逆であるとき、それぞれの単位積み厚当たりのコギングトルク L 次成分の振幅の絶対値を T_a 、 T_b とすると、固定子鉄心 A と固定子鉄心 B の積層枚数 N_a 、 N_b が以下の式を満たす時、コギングトルクが相殺される。

$$N_a T_a = N_b T_b \quad (1)$$

[0022] 図 5 は、 $D_a = D_1$ 、 $D_b = D_2$ とし、式 (1) を満たす比率で固定子鉄心 A と固定子鉄心 B を積層した実施例 1 の場合と、従来の溝が無い固定子鉄心の場合のコギングトルク波形を示す図である。縦軸はコギングトルク、横軸は電気角であり、コギングトルク L 次成分（実施例 1 では 24 次）の 1 周期分である 60 度分を示してある。コギングトルクは、図 5 に示すように、対向面に溝が設けられていない従来構造では、 L 次成分が支配的であり、振幅が大きい。実施例 1 では、 L 次成分が相殺され、コギングトルクが低減されている。

[0023] [実施例 2]

前記実施例 1 では、第 2 面 90 の回転軸 51 からの距離 L_2 を第 1 面 80 の距離 L_1 よりも遠くすることで溝を設けた場合を想定したが、実施例 2 では第 2 面 90 の回転軸 51 からの距離 L_2 を第 1 面 80 の回転軸 51 からの距離 L_1 よりも近くすることで、突部を設けた場合について説明する。

[0024] 図 6 は実施例 2 の固定子鉄心 10 の一部を模式的に示す斜視図、図 7 A、

図7Bは、固定子鉄心Cと固定子鉄心Dの断面図である。本実施例では、第1距離 L_1 の方が第2距離 L_2 よりも長くなるように設定されており（ $L_1 > L_2$ ）、第2面90が第1面80から突出した位置に形成される。第2面90は、第1面80に突部92を設けることで形成される。突部92は、第1面80からの突出量が溝100の溝深さ D_d よりも小さい。

[0025] 固定子鉄心10は、第1面80の一部に、第1面80よりも回転軸51からの距離が近い第2面90を設けることによって形成された突部92を有する固定子鉄心Cと、第1面80よりも回転軸51からの距離が遠い底面101を設けることによって形成された溝100を有する固定子鉄心Dとを、回転軸方向に積層することで形成されている。鉄心Dに形成されている溝の深さを D_d とする。

[0026] 図8は溝の深さとコギングトルク L 次成分の振幅との関係を示した図である。なお図8では、縦軸はコギングトルク L 次成分の振幅、横軸は溝の深さである。また、振幅の符号が異なる場合は、位相が互いに反転していることを示している。

[0027] 実施例1と同様に、 L 次成分が0となる溝の深さ D_0 の付近では、溝の深さのコギングトルクに対する感度が高い（溝深さの変化に対するコギングトルクの変化が大きい）ため、この深さの溝を設けると、製品のコギングトルクにばらつきが出てしまうと考えられる。そこで、コギングトルクに対する感度が低くなるように、溝の深さを調節することを考える。

[0028] 図8に示す D_1 付近の第1範囲 D_{s1} と D_2 付近の第2範囲 D_{s2} は、それぞれコギングトルク L 次成分の振幅が極小および極大となっているため、溝の深さに対するコギングトルクの感度が低く、かつ互いに逆位相である。よって、これら2つの溝の深さで作製したコアを軸方向に組み合わせて積層することで、コギングトルクが小さく、ばらつきが小さいモータを作製できる。

[0029] 固定子鉄心Cと固定子鉄心Dのコギングトルクの位相が互いに逆であるとき、それぞれの単位積み厚当たりのコギングトルク L 次成分の振幅の絶対値

を T_c 、 T_d とすると、固定子鉄心 C と固定子鉄心 D の積層枚数 N_c 、 N_d との間に以下の関係が成り立つ時、コギングトルクが相殺される。

$$N_c T_c = N_d T_d \quad (2)$$

[0030] 図 9 に、 $D_c = D_1$ 、 $D_d = D_2$ とし、式 (2) を満たす比率で固定子鉄心 C と固定子鉄心 D を積層した実施例 2 の場合と、溝が無い場合（鉄心 C のみで積層した場合）のコギングトルク波形を示す。縦軸はコギングトルク、横軸は電気角である。コギングトルクは、溝なしの場合はコギングトルク L 次成分が支配的であり、振幅が大きい。実施例 2 の場合は L 次成分が相殺され、コギングトルクが低減されている。

[0031] [実施例 3]

前記実施例 1 では、コギングトルクの L 次成分を低減する構造について述べたが、固定子鉄心 10 に溝 100 を設けることで $2L$ 成分が増加しており、コギングトルクを十分に低減できていない。そこで実施例 3 では、固定子鉄心 10 に設けた溝 100 で L 次成分を低減しつつ、回転子 50 に段スキューを設けることで $2L$ 次成分を低減する構造について説明する。

[0032] 回転子 50 の磁石数を M (M は自然数)、固定子鉄心 10 に設けられたティース 60 の数を N (N は自然数)、 M と N の最小公倍数を L とするとき、回転子 50 には、コギングトルクの L 次成分を最小にするスキュー角度よりも小さい角度の段スキューが設けられている。

[0033] 図 10 は段スキューが設けられた場合の回転子 50 の斜視図である。図中の θ_s はスキュー角度である。 θ_s が以下の (3) 式を満たすとき、コギングトルクの P 次成分 (P は自然数) を打ち消すことができる。

$$\theta_s = 360^\circ \div P \div 2 \quad (3)$$

[0034] θ_s が大きいほど通電時のトルクが低下してしまうが、 $2L$ 次成分を段スキューによって打ち消す場合は、 L 次成分を打ち消す場合よりも θ_s が小さくて済むため、 L 次成分を段スキューで打ち消す場合よりもトルクの低下が少ない。

[0035] 図 11 に実施例 1 と同様の溝を設けた固定子 20 と段スキューを設けた回

転子 50 を組み合わせた実施例 3 の場合と、段スキューを設けていない実施例 1 のコギングトルク波形を示す。実施例 1 ではコギングトルクの L 次成分は取り除かれているが、2 L 次成分が残っている。一方、実施例 3 の場合は、L 次、2 L 次の両方を取り除くことができるため、実施例 1 よりもコギングトルクを低減できている。

[0036] 以上、本発明の実施形態について詳述したが、本発明は、前記の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の精神を逸脱しない範囲で、種々の設計変更を行うことができるものである。例えば、前記した実施の形態は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施形態の構成の一部を他の実施形態の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施形態の構成に他の実施形態の構成を加えることも可能である。さらに、各実施形態の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

符号の説明

- [0037] 1 回転電機
- 10 固定子鉄心
- 20 固定子
- 30 回転子鉄心
- 40 永久磁石
- 50 回転子
- 51 回転軸
- 60 ティース
- 70 スロット
- 80 第 1 面
- 90 第 2 面
- 91 溝
- 92 突部

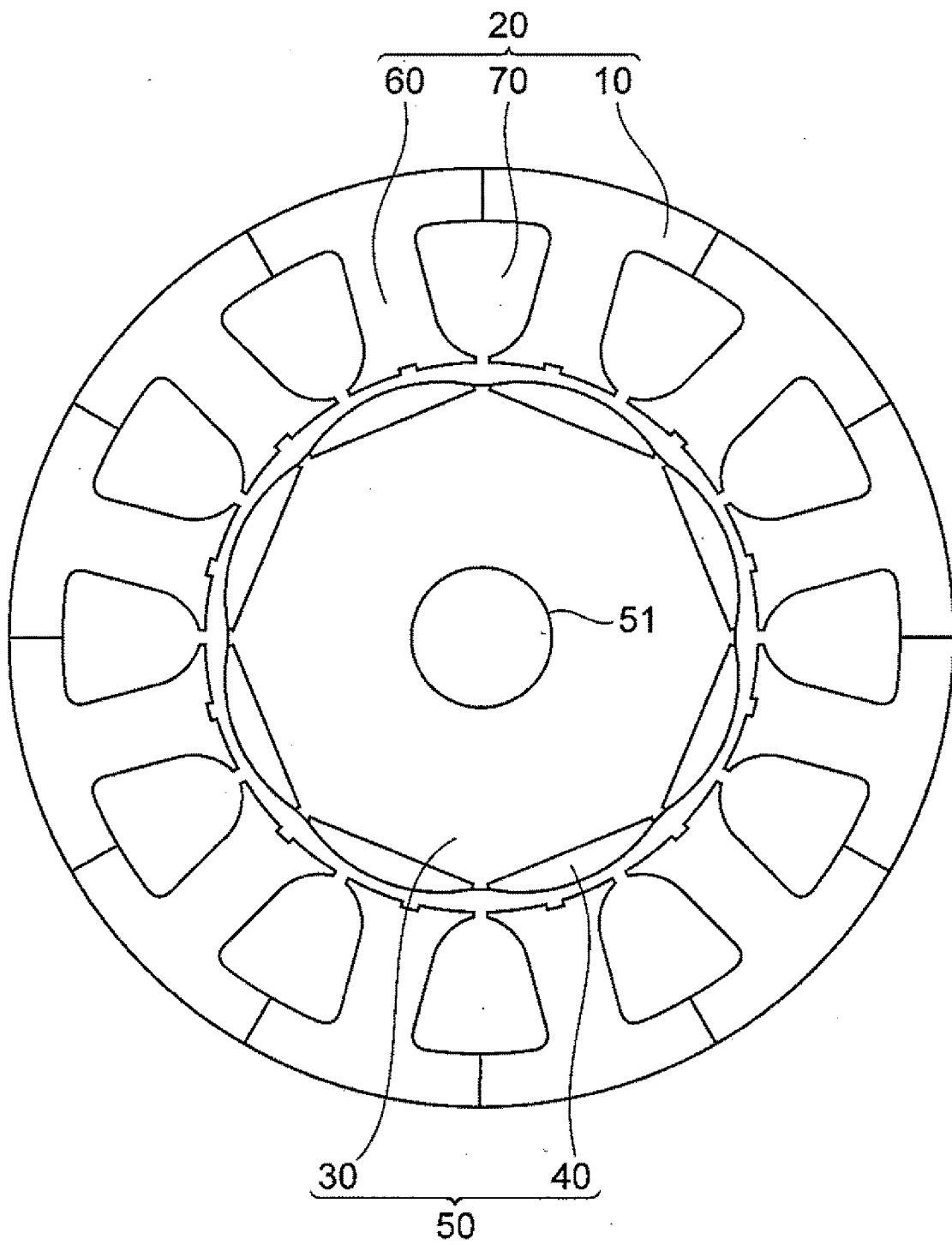
1 0 0 溝

1 0 1 底面

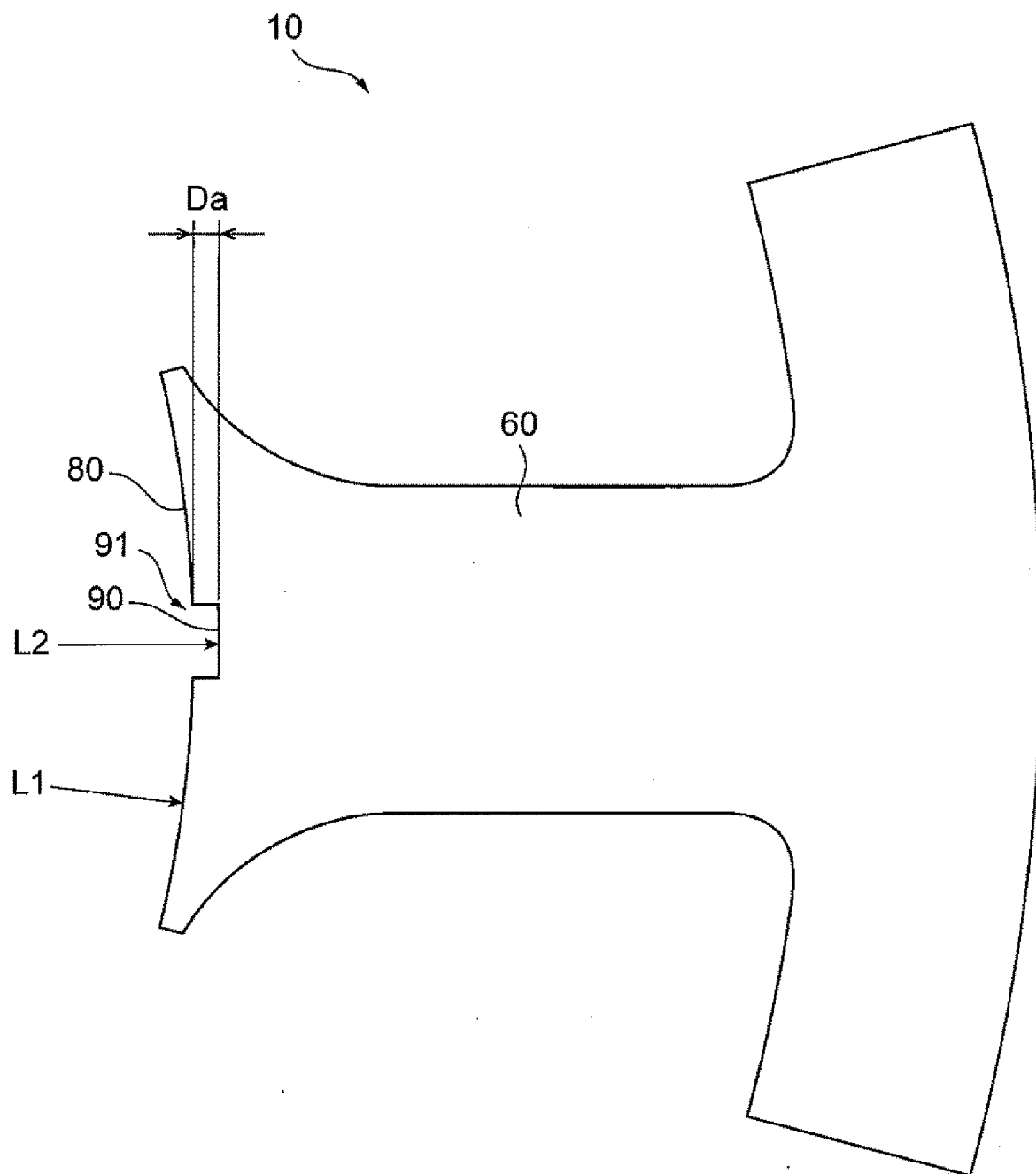
請求の範囲

- [請求項1] 巻線が巻回される固定子鉄心と、磁界を生じる回転子と、を備え、
前記固定子鉄心は、磁束が入射する面において、前記回転子の回転軸からの距離が第1距離となる第1面と、当該第1距離とは異なる距離である第2距離となる第2面と、を有し、
前記第1面と前記第2面の距離の差を設けることにより生じるコギングトルクの振幅が、極値を含む第1範囲となるように前記第2面が形成され、
前記コギングトルクの位相とは逆位相であって、前記コギングトルクの振幅の極値を含む第2範囲となるように形成される深さの溝を設けることを特徴とする回転電機。
- [請求項2] 前記第2面及び前記溝は、前記固定子鉄心に設けられた各ティースの磁束が入射する面において、周方向中央に設けられていることを特徴とする請求項1に記載の回転電機。
- [請求項3] 前記第2面は、前記第1面に溝を設けることで形成されることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の回転電機。
- [請求項4] 前記第2面は、前記第1面に突部を設けることで形成されることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の回転電機。
- [請求項5] 前記回転子の磁石数を M (M は自然数)、前記固定子鉄心に設けられた前記ティースの数を N (N は自然数)、 M と N の最小公倍数を L とすると、
前記回転子に、コギングトルクの L 次成分を最小にするスキュー角度よりも小さい角度の段スキューが設けられていることを特徴とする請求項1から請求項4のいずれか一項に記載の回転電機。
- [請求項6] 前記溝の底面は、前記第2面よりも前記回転子の回転軸からの距離が遠い位置に配置されることを特徴とする請求項1から請求項5のいずれか一項に記載の回転電機。

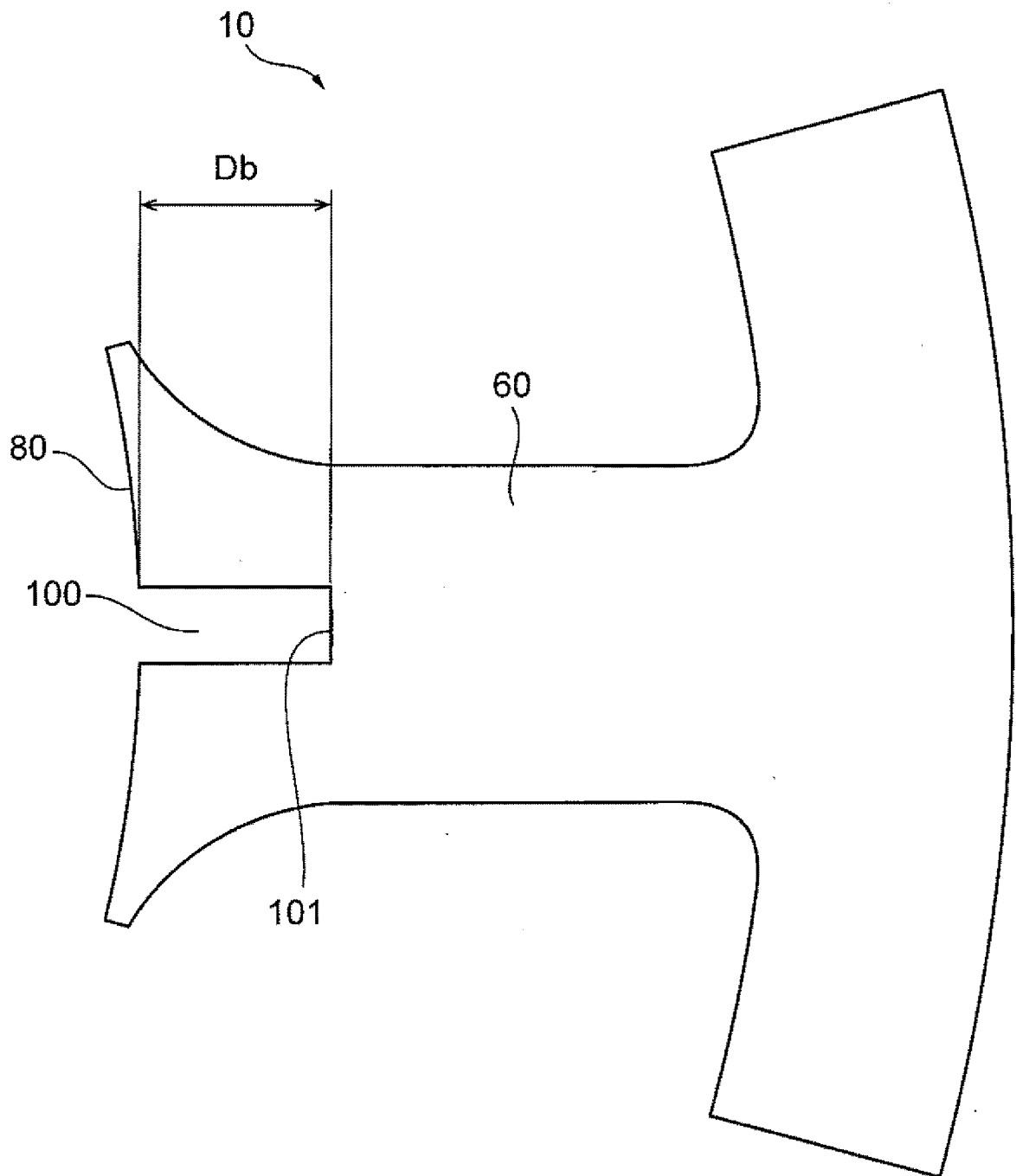
[図1]



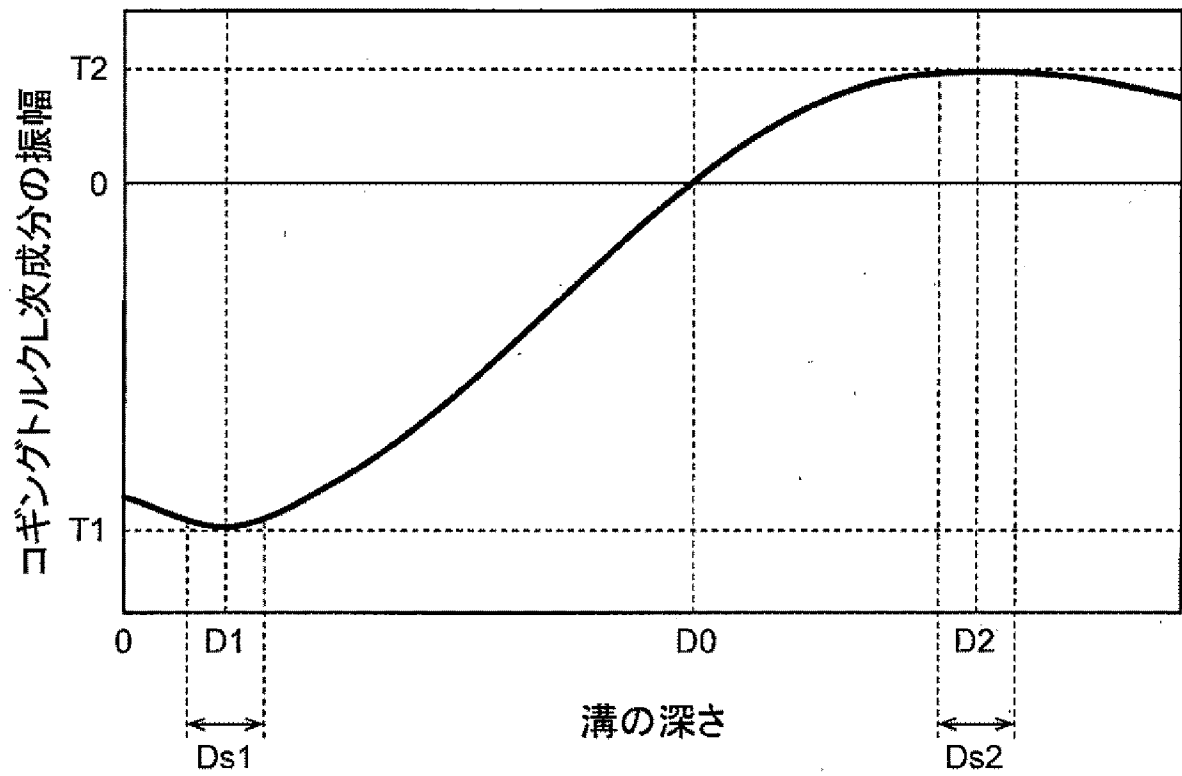
[図3A]



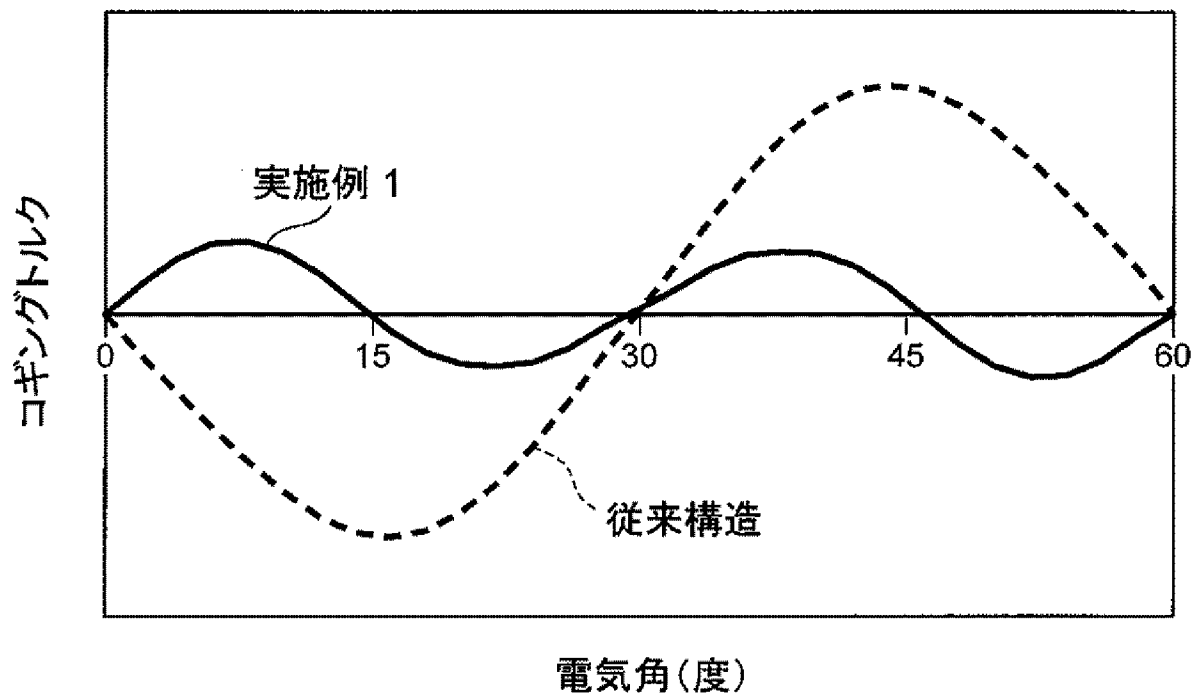
[図3B]



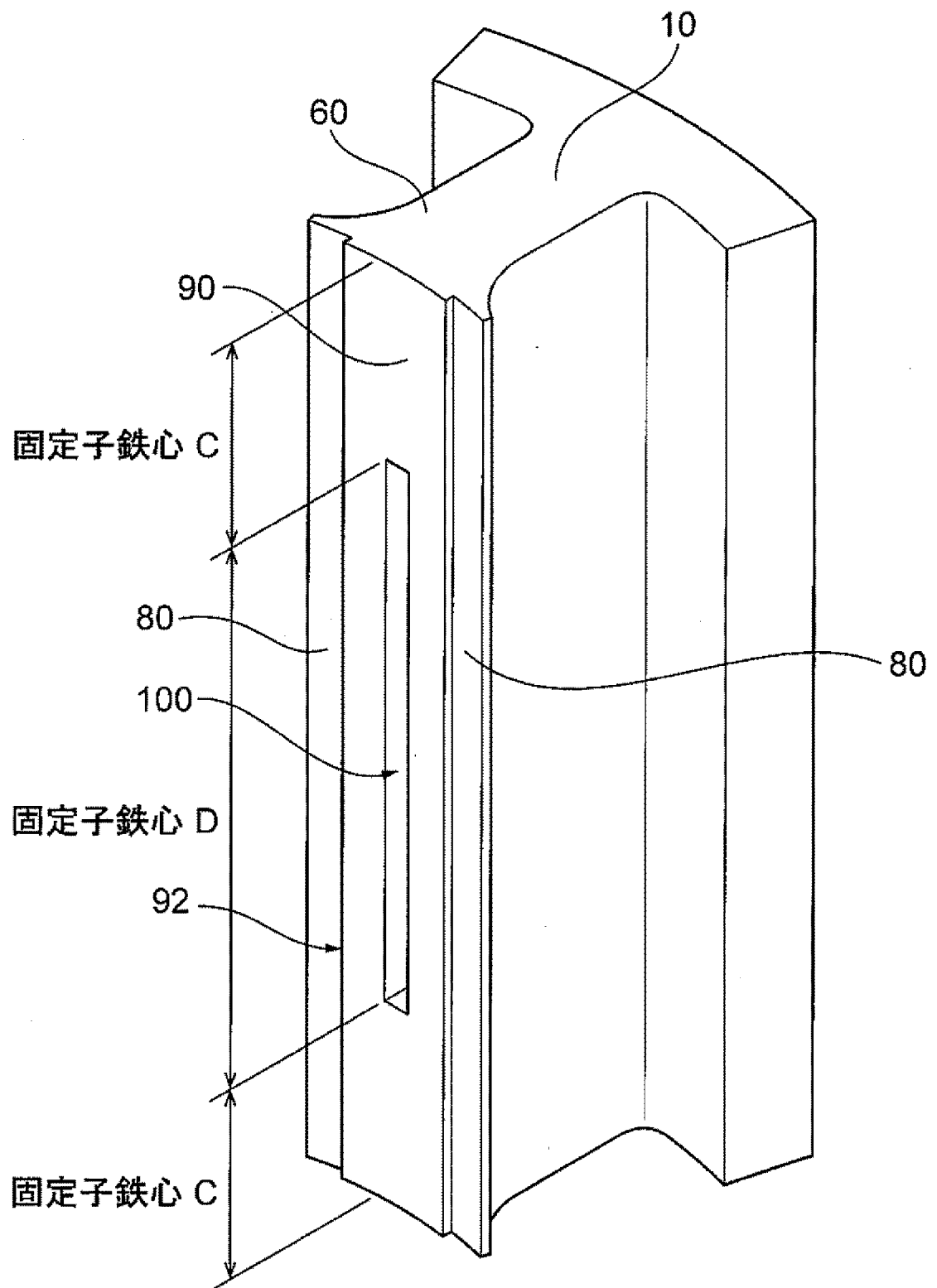
[図4]



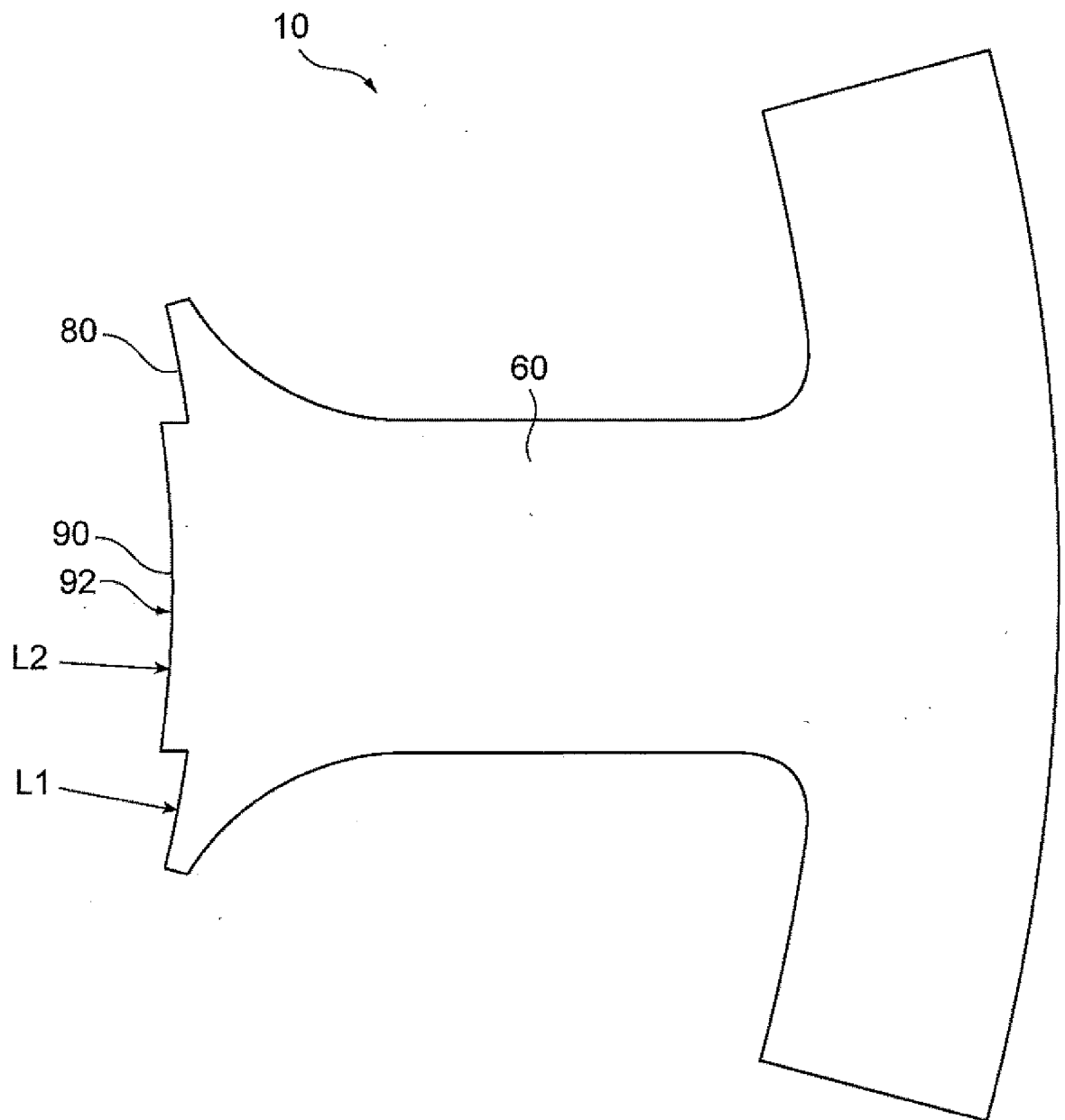
[図5]



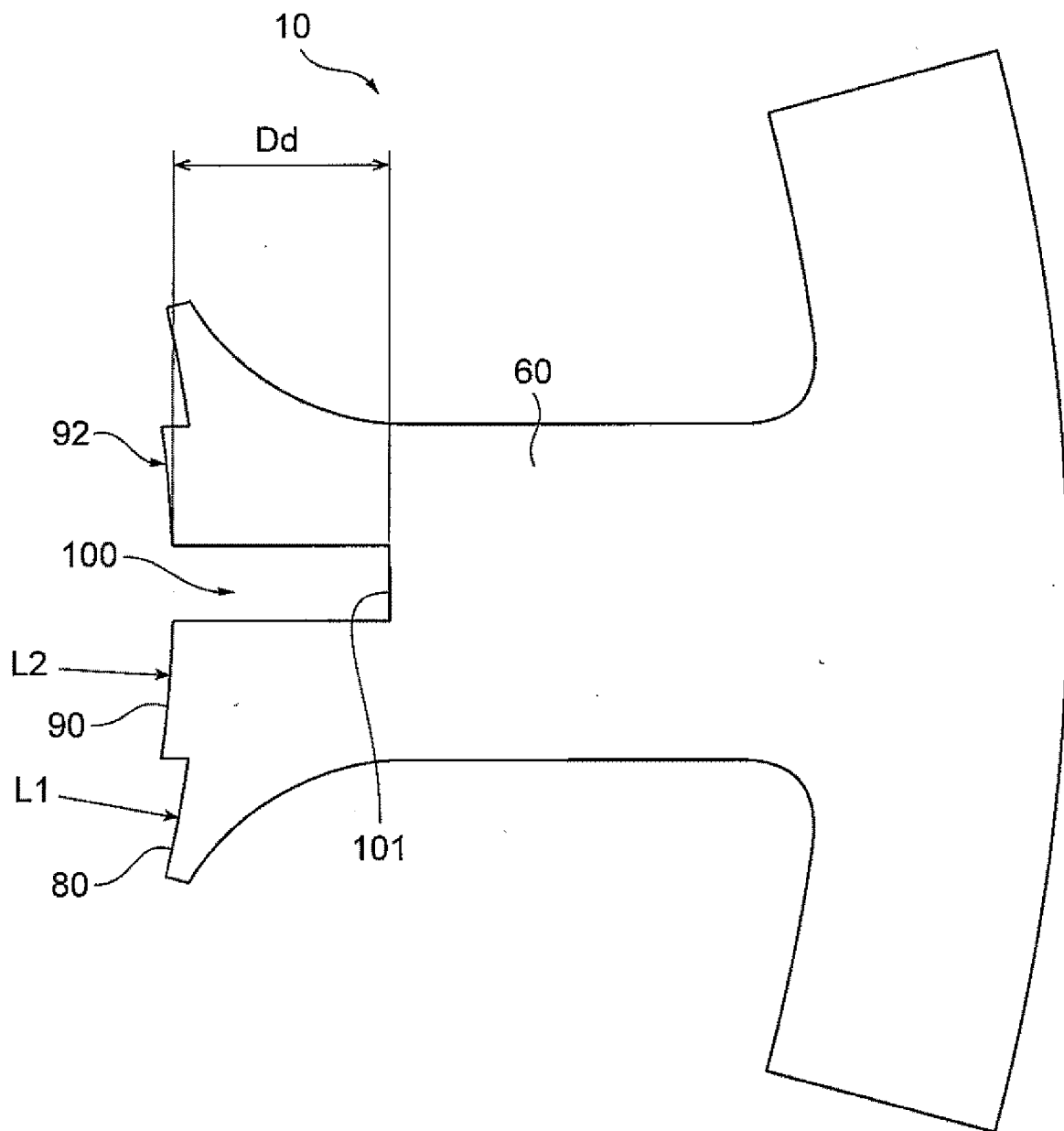
[図6]



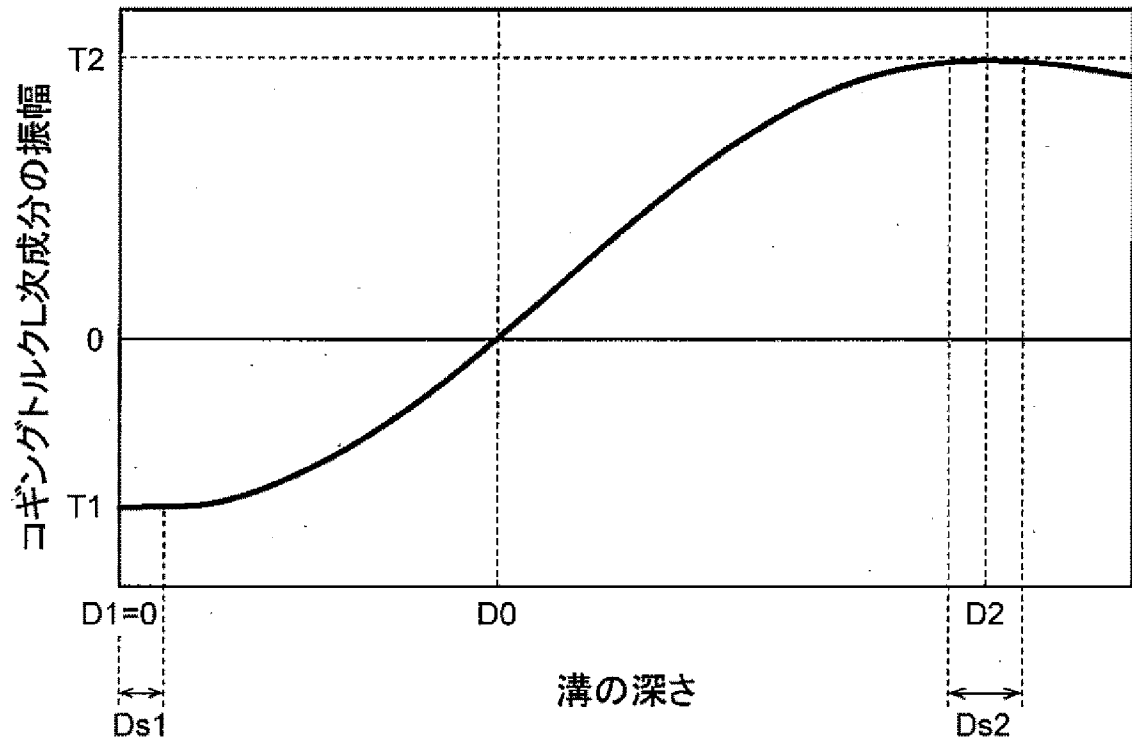
[図7A]



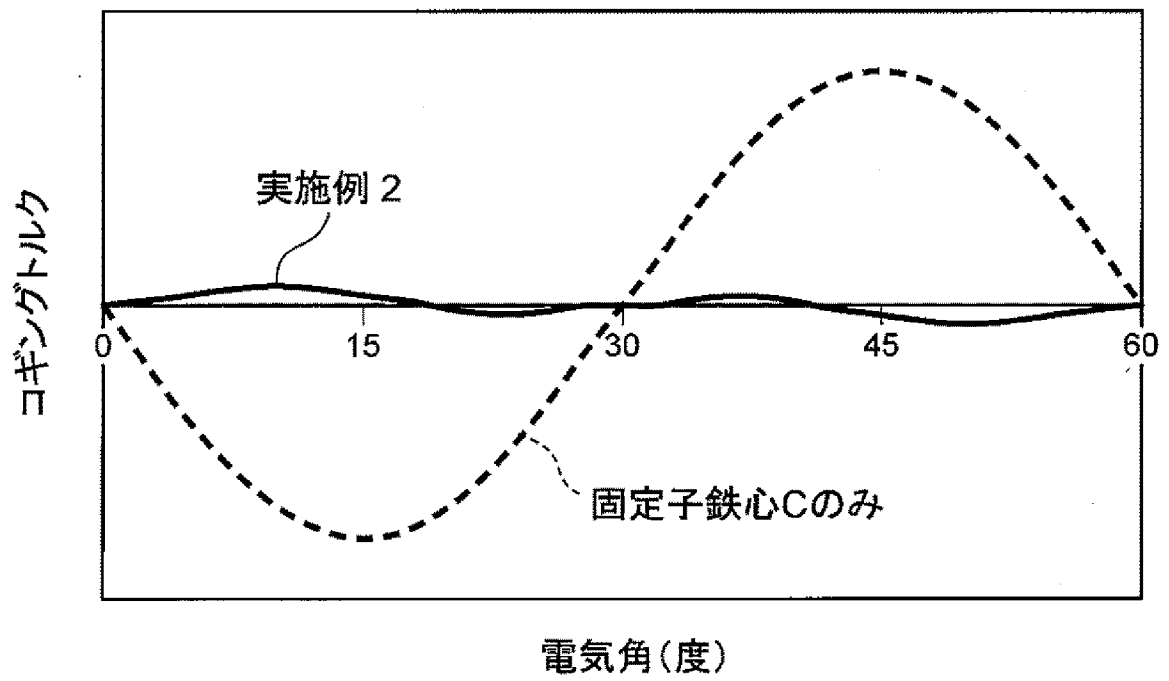
[図7B]



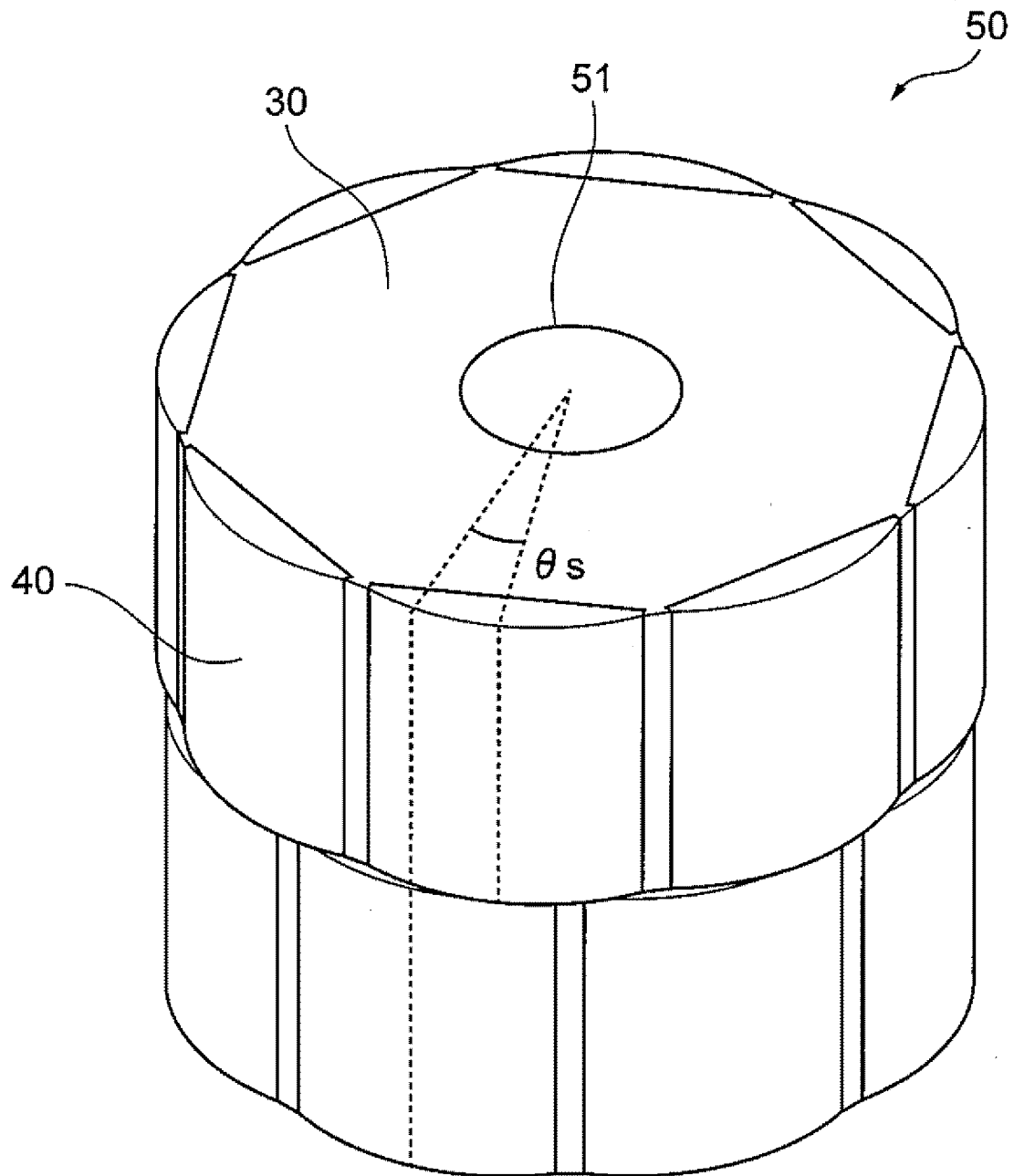
[図8]



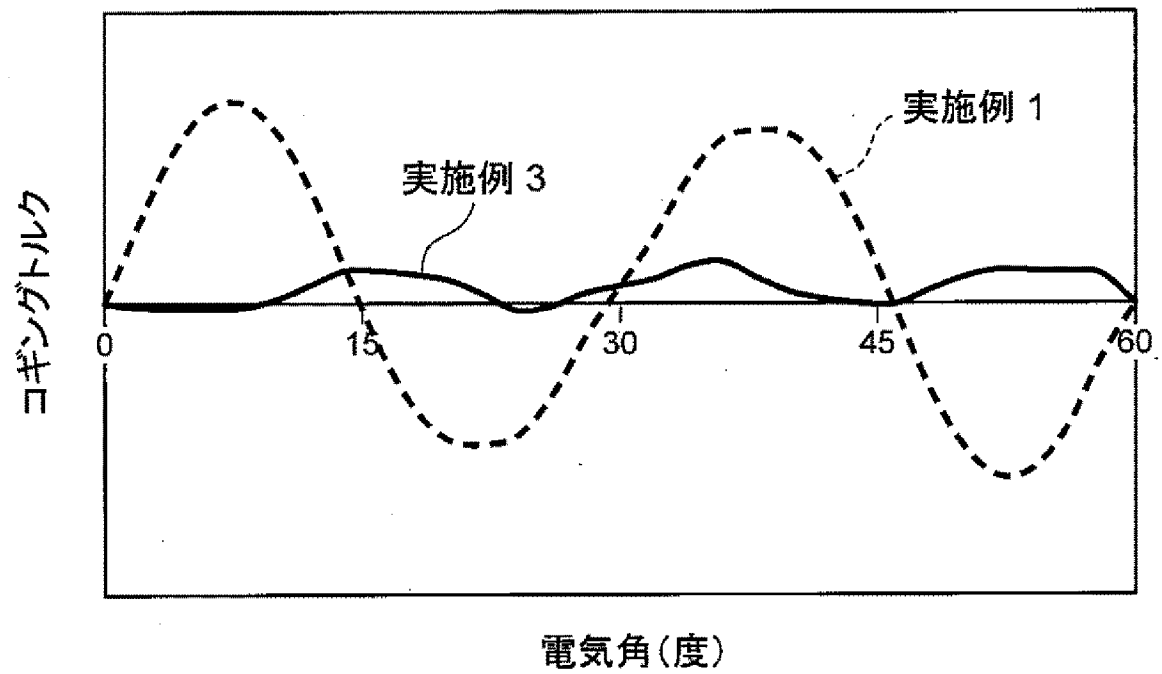
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/085838

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K1/14(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)

H02K1/14

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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	WO 2012/032591 A1 (Mitsubishi Electric Corp.), 15 March 2012 (15.03.2012), paragraph [0017]; fig. 6 & US 2013/0154436 A1 & US 2015/0263571 A1 paragraph [0053]; fig. 6 & EP 2615721 A1 & CN 103053094 A	1-6
A	JP 2009-171802 A (Panasonic Corp.), 30 July 2009 (30.07.2009), abstract; claims (Family: none)	1-6
A	JP 2009-189163 A (NIDEC Corp.), 20 August 2009 (20.08.2009), claims; paragraphs [0113], [0120]; fig. 22 to 23 (Family: none)	1-6

☐ 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
03 April 2017 (03.04.17)

Date of mailing of the international search report
11 April 2017 (11.04.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02K1/14 (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. H02K1/14

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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	WO 2012/032591 A1（三菱電機株式会社）2012.03.15, 段落 0017, 図 6 & US 2013/0154436 A1 & US 2015/0263571 A1, 段落 0053, 図 6 & EP 2615721 A1 & CN 103053094 A	1-6
A	JP 2009-171802 A（パナソニック株式会社）2009.07.30, 要約、特許請求の範囲（ファミリーなし）	1-6
A	JP 2009-189163 A（日本電産株式会社）2009.08.20, 特許請求の範囲, 段落 0113, 0120, 図 22-23（ファミリーなし）	1-6

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

03.04.2017

国際調査報告の発送日

11.04.2017

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）

小林 紀和

3 V

4 2 4 0

電話番号 03-3581-1101 内線 3357