

(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10月26日(26.10.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/183162 A1

- (51) 国際特許分類:
H02K 21/14 (2006.01) H02K 5/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/062669
- (22) 国際出願日: 2016年4月21日(21.04.2016)
- (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:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 及川 智明 (OIKAWA, Tomoaki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 山本 峰雄(YAMAMOTO, Mineo); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 石井 博幸(ISHII, Hiroyuki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 麻生 洋樹

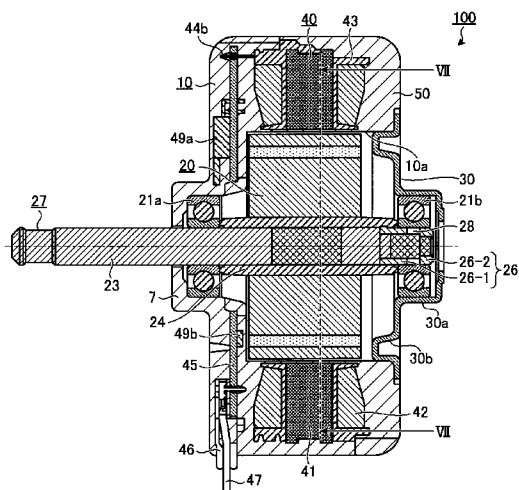
(ASO, Hiroki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 尾屋 隼一郎(OYA, Junichiro); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 浦邊 優人(URABE, Yuto); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人:高村 順(TAKAMURA, Jun); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング 特許業務法人酒井国際特許事務所 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, 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,

(54) Title: ELECTRIC MOTOR AND AIR CONDITIONER

(54) 発明の名称: 電動機および空気調和機



(57) Abstract: An electric motor 100 is provided with a ring-shaped stator 40, and a consequent pole rotor 20 having a ring-shaped rotor core disposed inside the stator 40 and a plurality of permanent magnets disposed inside the rotor core and arranged in the circumferential direction of the rotor core, wherein the stator 40 is covered with an unsaturated polyester resin. This makes it possible that the electric motor 100 is reduced in cost, vibration, and noise, so that it is possible to reduce the use amount of permanent magnets 11 and the processing cost thereof as compared with when all magnetic poles are formed by the permanent magnets 11.

(57) 要約: 電動機100は、環状の固定子40と、固定子40の内側に配置された環状の回転子コアと回転子コアの内部に配置され回転子コアの周方向に配列された複数の永久磁石とを有するコンシクエントポール型の回転子20と、を備え、固定子40は、不飽和ポリエステル樹脂に覆われている。これにより電動機100は低コスト化、低振動化および低騒音化を実現することができ、すべての磁極を永久磁石11で形成する場合と比べて、永久磁石11の使用量と加工費を低減することができる。

WO 2017/183162 A1

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, 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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：電動機および空気調和機

技術分野

[0001] 本発明は、コンシクエントポール型の回転子を備えた電動機および電動機を備えた空気調和機に関する。

背景技術

[0002] 従来、空気調和機の省エネ性を向上させるため、空気調和機の圧縮機に搭載される電動機の永久磁石には、ネオジウム焼結磁石のようなエネルギー密度の高い希土類磁石が一般に用いられている。また空気調和機のファン用に、ネオジウム焼結磁石を用いた電動機が開発されている。このような永久磁石は貴重なレアアース元素を含有しているため高価である。そのため永久磁石の使用量および加工費を低減してコストを下げたいという要求は強い。

[0003] 永久磁石は一般に、ブロック状の塊を切削して指定の形状に加工する。そのため、電動機に使用される永久磁石の個数が多いほど、加工費が増加する。電動機に使用される永久磁石の個数を削減する方法として、回転子をいわゆるコンシクエントポールで構成する方法がある。

[0004] 特許文献1に開示されるコンシクエントポール型の回転子では、永久磁石による磁石磁極と永久磁石によらずにコア材に形成される突極とが周方向に交互に配列される。従って、磁石磁極の個数と突極の個数は何れも極数の半分の個数である。また、回転子の極数の内、半分の個数の磁石磁極は同一の極性を持ち、極数の半分の個数の突極は磁石磁極と異なる極性を持つ。このように、コンシクエントポール型の回転子では、永久磁石の個数は通常半分の個数となる。

[0005] しかしながら、特に回転子鉄心に複数の磁石挿入孔を設け、複数の磁石挿入孔のそれぞれに永久磁石を挿入するタイプのコンシクエントポール型の回転子では、磁石磁極と突極とでインダクタンスが異なり、このインダクタンスのアンバランスに起因して、振動および騒音が大きくなるという課題があ

る。

[0006] この課題に対して、特許文献1では、コンシクエントポール型の回転子において、複数の磁石挿入孔のそれぞれに形成されたフラックスバリアの形状を工夫することによって、インダクタンスの非対称性を改善し、振動および騒音の低減を図っている。フラックスバリアは、磁石挿入孔の周方向の両端に形成される空隙であり、永久磁石が磁石挿入孔に配置された状態で形成される。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2012-244783号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、特許文献1に開示された技術では、インダクタンスの非対称性を完全になくすことはできず、全磁極に磁石が挿入されるインダクタンスの非対称性がない回転子に比べ、振動加振力が少なからず大きくなっていた。また分割形の固定子コアは非分割形の固定子コアに比べて鉄心の剛性が弱いため、特許文献1の固定子コアのように薄肉の密閉容器に保持されているものは、振動加振力の低減には不十分なものであった。なお上記の分割鉄心は、複数のヨークと当該ヨークから突出するティースとを有する複数の分割コア部を、複数の分割コア部のそれぞれが複数の分割コア部の内の他の隣接する1つと接するように配列して環状に形成されたものを含む。

[0009] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、低コスト化、低振動化および低騒音化を実現可能な電動機を得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係る電動機は、環状の固定子と、固定子の内側に配置された環状の回転子コアと回転子コアの内部に配置され回転子コアの周方向に配列された複数の永久磁石とを有す

るコンシクエントポール型の回転子と、を備え、固定子は、不飽和ポリエステル樹脂に覆われている。

発明の効果

[0011] 本発明に係る電動機は、低コスト化、低振動化および低騒音化を実現することができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明の実施の形態に係る電動機の側面断面図

[図2]図1に示すモールド固定子の側面断面図

[図3]図2に示すモールド固定子に回転子が挿入された状態を示す側面断面図

[図4]図1に示すブラケットの側面断面図

[図5]複数の分割コア部で構成され帯状に展開された固定子コアの構成図

[図6]図5に示す展開された固定子コアを折り曲げて環状に構成した状態を示す図

[図7]図1に示すモールド樹脂を施す前の固定子コアと回転子のV-V断面図

[図8]図7に示す回転子の拡大図

[図9]図8に示す回転子の部分拡大図

[図10]図7に示す回転子の磁極を説明するための断面図

[図11]本発明の実施の形態に係る回転子に対する第1の比較例を示す図

[図12]第1の比較例の回転子を有する電動機の部分拡大図

[図13]本発明の実施の形態に係る回転子に対する第2の比較例の回転子の構成を示す部分拡大図

[図14]本実施の形態に係る空気調和機の構成の一例を示す図

発明を実施するための形態

[0013] 以下に、本発明の実施の形態に係る電動機および空気調和機を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

[0014] 実施の形態.

図1は本発明の実施の形態に係る電動機の側面断面図である。図1に示される電動機100は、モールド固定子10と、回転子20と、モールド固定子10の軸方向一端部に取り付けられる金属製のブラケット30とを備える。電動機100は、例えば、回転子20に永久磁石を有し、インバータで駆動されるブラシレスDCモータである。回転子20は内部磁石型でありかつコンシクエントポール型である。

[0015] モールド固定子10は、固定子40と固定子40を覆うモールド樹脂50とを備え、モールド固定子10の軸方向は回転子20のシャフト23の軸方向と一致している。なお、詳細は順次説明するが、図1では、固定子40の構成要素として、固定子コア41と、固定子コア41に巻回されたコイル42と、固定子コア41に設けられた絶縁部43と、絶縁部43に設けられた中性点端子44bと、絶縁部43に取り付けられた基板45と、基板45に組み付けられたリード線口出し部品46と、リード線口出し部品46から口出しされるリード線47と、基板45上に実装されたIC(Integrated Circuit)49aと、基板45の回転子20側の面上に実装されたホールIC49bとが示されている。

[0016] 回転子20は、シャフト組立27と、回転子20本体とシャフト組立27とを一体にする樹脂部24と、シャフト23に取り付けられると共にモールド固定子10の軸受支持部7により支持された負荷側転がり軸受21aと、シャフト23に取り付けられると共にブラケット30により支持された反負荷側転がり軸受21bとを備える。負荷側は電動機100の紙面左側である。反負荷側は電動機100の紙面右側である。

[0017] シャフト組立27は、例えば一対の絶縁スリーブ26-1, 26-2から成る絶縁スリーブ26を備え、反負荷側転がり軸受21bとシャフト23との間に絶縁スリーブ26が配置される。

[0018] 図2は図1に示すモールド固定子の側面断面図である。図2では、図1と同一の構成要素に同一の符号を付している。モールド固定子10には、モールド固定子10の軸方向一端部に開口部10bが形成され、回転子20がこ

の開口部10bに挿入される。軸方向一端部は、モールド固定子10の紙面右側の端部である。モールド固定子10の軸方向他端部には、図1に示す回転子20のシャフト組立27の径より大きい孔11aが開けられている。軸方向他端部はモールド固定子10の紙面左側の端部である。モールド固定子10のその他の構成については後述する。

[0019] 図3は図2に示すモールド固定子に回転子が挿入された状態を示す側面断面図である。図3では、図1と同一の構成要素に同一の符号を付している。図2に示すモールド固定子10の開口部10bから挿入された回転子20は、シャフト組立27の負荷側が図2に示す孔11aを貫通して、モールド固定子10の外部に引き出されるよう配置される。この際、シャフト23に取り付けられた負荷側転がり軸受21aは、モールド固定子10の軸受支持部7に当接するまで押し込まれて、軸受支持部7により支持される。軸受支持部7は、モールド固定子10の軸方向端部であり、かつ、開口部10bの反対側に設けられている。

[0020] シャフト組立27の反負荷側には、反負荷側転がり軸受21bが取り付けられている。反負荷側転がり軸受21bの取付けは一般的には圧入による。なお、詳細は後述するが、反負荷側転がり軸受21bとシャフト23の反負荷側との間には、シャフト23に一体成形し形成された絶縁スリーブ26が設けられる。絶縁スリーブ26を構成する絶縁スリーブ26-1と絶縁スリーブ26-2との間には空洞28が設けられる。

[0021] 図4は図1に示すブラケットの側面断面図である。ブラケット30は、モールド固定子10の開口部10bを閉塞すると共に、反負荷側転がり軸受21bを支持するものであり、モールド固定子10に圧入される。ブラケット30は、軸受支持部30aと、軸受支持部30aと一体に形成された圧入部30bとを備える。軸受支持部30aは、反負荷側転がり軸受21bを支持する。圧入部30bはリング形状であり、その断面がコの字状である。

[0022] モールド固定子10へのブラケット30の取付けは、圧入部30bを、モールド固定子10の内周部10aの開口部10b側に圧入することでなされ

る。圧入部30bの外径は、モールド固定子10の内周部10aの内径よりも、圧入代の分だけ大きい。ブラケット30は、導電性を有する金属製であり、例えば亜鉛メッキ鋼板から形成される。ただしブラケット30は亜鉛メッキ鋼板以外の材料から形成することもできる。ブラケット30の材料としては、アルミニウム合金、オーステナイト系ステンレス合金、銅合金、鋳鉄、鋼または鉄合金を例示できる。

[0023] 以下にモールド固定子10の構成を説明する。図2に示されるモールド固定子10は、固定子40と、モールド成形用のモールド樹脂50とを備える。モールド樹脂50には不飽和ポリエステル樹脂を使用する。特に不飽和ポリエステル樹脂に各種の添加剤が加えられた塊粘土状の熱硬化性樹脂（Bulk Molding Compound：BMC）が電動機用として望ましい。例えばポリブチレンテレフタレート（Polybutylene Terephthalate：PBT）、ポリフェニレンサルファイド（Polyphenylene Sulfide：PPS）といった熱可塑性樹脂の方が、成形時のランナーをリサイクルできるため良い面もある。

[0024] しかしながら不飽和ポリエステル樹脂およびBMCは、線膨張係数が固定子コア41、負荷側転がり軸受21aおよび反負荷側転がり軸受21bといった鉄系材料の線膨張係数に近く、熱収縮率が熱可塑性樹脂の1/10以下であることにより、寸法精度を出すのに優れている。

[0025] また鉄およびアルミといった金属で電動機100の外郭を形成した場合に比べて、不飽和ポリエステル樹脂およびBMCで電動機100の外郭を形成した場合、放熱性が優れる。また金属で電動機100の外郭を形成した場合、絶縁性の問題により、電動機100の外郭を形成する金属を、コイル42と基板45とから離して構成される。これに対して不飽和ポリエステル樹脂およびBMCは絶縁物であるため、コイル42と基板45を覆っても絶縁性の問題がなく、熱伝導率も高いことから放熱性に優れ、電動機100の高出力化に貢献する。

[0026] 負荷側転がり軸受21aは、モールド樹脂50で形成された軸受支持部7

で支持され、反負荷側転がり軸受 21 b およびブラケット 30 は、モールド樹脂 50 で形成された内周部 10 a で支持される。そのためモールド樹脂 50 の寸法精度が悪い場合、回転子 20 の軸心と固定子 40 の軸心とがずれて振動および騒音の発生要因となる。しかしながら熱収縮率の小さな不飽和ポリエステル樹脂および BMC を使用することによって、モールド成形後の寸法精度を確保しやすくなる。

[0027] また線膨張係数が大きな樹脂を使用した場合、電動機 100 が高温になった際、軸受のがたつきが問題となる場合がある。不飽和ポリエステル樹脂および BMC は、線膨張係数が固定子コア 41、負荷側転がり軸受 21 a および反負荷側転がり軸受 21 b といった鉄系材料の線膨張係数に近いので、電動機 100 の温度によらず、回転子 20 の軸心と固定子 40 の軸心とのずれを抑制できる。

[0028] また不飽和ポリエステル樹脂および BMC は、硬化した際に固定子 40 を拘束するため、電動機 100 の加振力に伴う固定子 40 の変形を抑制でき、また振動および騒音を抑制できる。

[0029] 図 5 は複数の分割コア部で構成され帯状に展開された固定子コアの構成図である。図 5 に示す固定子コア 41 A は、図 1 に示す固定子コアを複数の分割コア部 400 で構成したものである。固定子コア 41 A は、それぞれがバックヨーク 401 とバックヨーク 401 から突出するティース 402 とを有する複数の分割コア部 400 を、複数の分割コア部 400 のそれぞれが複数の分割コア部 400 の内の他の隣接する 1 つと接するように配列したものである。隣接するバックヨーク 401 の間には、バックヨーク 401 同士を連結する薄肉部 403 が設けられている。

[0030] 図 6 は図 5 に示す展開された固定子コアを折り曲げて環状に構成した状態を示す図である。図 6 に示す環状の固定子コア 41 A は、図 5 に示す複数のティース 402 のそれぞれに図 1 のコイル 42 が施された後、帯状の分割コア部 400 群を薄肉部 403 で折り曲げて環状に形成したものである。

[0031] 図 5 および図 6 のように複数の分割コア部 400 で構成され固定子コア 4

1 Aは、帯状に展開した状態でコイル42を巻くことができるため、コイル42の高密度化が可能となり高効率化に有効である。しかしながら分割コア部400が薄肉部403で連結されているため、環状に形成したときの固定子コア41Aの剛性が弱く、コンシクエントポール型の電動機100のように加振力が大きなものは、不飽和ポリエステル樹脂で固定子コア41Aをモールドすること、すなわち不飽和ポリエステル樹脂で固定子コア41Aを覆うことが有効となる。

[0032] なお複数の分割コア部400で構成される固定子コア41Aは、図5のように隣接するバックヨーク401同士が薄肉部403で連結されている構造以外にも、バックヨーク401の端部に凹凸状のダボを形成して、ダボを相互に連結する構造のものでもよいし、それぞれが分離された複数のバックヨーク401同士を溶接または嵌めあいで固定した構造のものでもよい。このように構成した固定子コアを不飽和ポリエステル樹脂で覆うことで、振動および騒音を低減可能である。

[0033] このように不飽和ポリエステル樹脂で固定子コアを完全に覆うことが望ましいが、図2に示すように固定子コア41の外周部41-1から不飽和ポリエステル樹脂の外周部10-1までの厚みをAとし、固定子コア41の内周部41-2から不飽和ポリエステル樹脂の内周部10-2までの厚みをBとしたとき、モールド固定子10は、 $A > B$ の関係が満たされるように構成することが望ましい。

[0034] 厚みBをあまり大きくすると、回転子20の直径を小さくしなければならず、固定子コア41と回転子20との間の磁気的な隙間が大きくなり、電動機特性が悪化する。そこで本実施の形態に係るモールド固定子10では、厚みAを厚みBよりも大きくすることにより、径方向外側の厚みAの剛性を大きくしている。

[0035] なお回転子20の軸心と固定子40の軸心とがずれて、固定子コア41と回転子20との間の隙間にアンバランスが生じると、偏心による加振力が重畳されるため、偏心を極力小さく組み付けなければならない。厚みBが大きい

くなるとその分だけ上記の隙間にアンバランスが生じやすくなるため、厚みBをゼロにすることも有効である、ただし、その場合には固定子コア41の隣接するティースの間の空間をティース先端まで不飽和ポリエステル樹脂で埋めるようにする。加振力としては、ティース先端を左右に揺らす力もあり、ティースの間の空間を完全に埋めることがこの力の影響を抑制することに繋がる。

[0036] また図5および図6に示す固定子コア41Aの場合、隣接する分割コア部400の間の分割面404に不飽和ポリエステル樹脂を設けることにより、ティース402に働く加振力の影響を抑制できる。そこで固定子コア41Aには、図6に示す環状の固定子コア41Aの分割面404に孔405が形成される。

[0037] この孔405は、隣接するバックヨーク401の間に溝または切り欠きを設けることにより形成される。環状の固定子コア41Aに不飽和ポリエステルをモールド成形する際、孔405に不飽和ポリエステルが充填される。孔405には、固定子コア41Aの軸方向の一端面から他端面までの全ての領域に不飽和ポリエステルを充填する必要はなく、固定子コア41の軸方向の一端面から僅かに充填されていればよく、この場合でも振動を減衰する効果が期待できる。充填量を多くするために孔405を大きくするほど磁気的には悪影響を及ぼすので、充填量は適宜決定される。なお分割面404の孔405は、固定子コア41Aの外周面に開口する溝形状、またはスロット406側に開口する溝形状でも、同様の効果を得ることができる。

[0038] 次に回転子20の構成について説明する。図7は図1に示すモールド樹脂を施す前の固定子コアと回転子のV-V断面図である。図8は図7に示す回転子の拡大図である。図9は図8に示す回転子の部分拡大図である。図10は図7に示す回転子の磁極を説明するための断面図である。

[0039] 回転子20は、環状の回転子コア5と、回転子コア5の内部に配置された5個の永久磁石11とを備える。

[0040] 回転子コア5は、周方向に配列された5個の磁石孔12を有する。磁石孔

12の個数は回転子20の極数の半分である。ここで、周方向は回転子コア5の周方向である。5個の磁石孔12は周方向に等間隔で配列される。5個の磁石孔12は、回転軸から等距離で配置される。ここで、回転軸は回転子コア5の軸に一致している。また、5個の磁石孔12は、回転子コア5の軸方向に延伸し、回転子コア5を貫通している。磁石孔12は、回転子コア5の外周縁部に形成され、周方向に延伸している。隣り合う磁石孔12間は離間している。回転子コア5は、中心部にシャフトが挿入される軸孔14を有する。

[0041] 回転子コア5は、軟磁性材であるコア材から構成され、具体的には複数枚の電磁鋼板を積層して構成される。電磁鋼板の板厚は0.1mmから0.7mmが一般的である。

[0042] 5個の磁石孔12には、それぞれ5個の永久磁石11が挿入されている。永久磁石11は、断面が例えば矩形の平板状である。永久磁石11の板厚は、例えば2mmである。

[0043] 永久磁石11は、希土類磁石であり、Nd（ネオジウム）-Fe（鉄）-B（ホウ素）を主成分とするネオジウム焼結磁石である。

[0044] 磁石孔12の両端部のそれぞれには、磁石孔12内に永久磁石11が配置された状態で、空隙であるフラックスバリア部13が形成される。すなわち永久磁石11の周方向の両端面は、それぞれが空気層からなる2個のフラックスバリア部13に接している。フラックスバリア部13は、回転子20の外周面の磁束密度分布を正弦波に近づけ、隣り合う永久磁石11の磁束が回転子コア5を介して短絡すること、すなわち漏れ磁束を抑制する働きを持つ。

[0045] 回転子20は、回転子コア5の外周面に周方向に極性が交互となるようにして配列される10個の磁極を有する。詳細には、回転子20は、5個の永久磁石11によりそれぞれ形成され同一の極性を持つ5個の第1の磁極と、各々が互いに隣り合う永久磁石11間の回転子コア5に形成され第1の磁極と異なる極性を持つ5個の第2の磁極とを有する。図示例では、第1の磁極

はN極、第2の磁極はS極としているが、逆にしてもよい。回転子20の10個の磁極は、極ピッチを $360^\circ / 10 = 36^\circ$ として、周方向に等角度間隔で配置される。

[0046] このように、回転子20はコンシクエントポール型であり、極数の半分の5個の永久磁石11がそれぞれ5個の第1の磁極を与える。さらに、極数の半分の5個の第2の磁極は、それぞれ、互いに隣り合う永久磁石11間において回転子コア5のコア材に形成される。第2の磁極はいわゆる突極であり、回転子20を着磁することにより形成される。

[0047] 従って図10に示すように回転子20では、永久磁石11を含む磁石磁極部でありかつ第1の磁極を有する第1の磁極部21と、永久磁石11を含まないコア磁極部でありかつ第2の磁極を有する第2の磁極部22とが、回転子20の周方向に交互に配列される。コンシクエントポール型の回転子20では、極数は4以上の偶数となる。

[0048] 回転子コア5の外形15は、いわゆる花丸形状である。ここで、花丸形状とは、回転子コア5の外径が極中心16、17で最大となり、極間18で最小となる形状であって、極中心16、17から極間18までが弧状となる形状である。ここで、極中心16は第1の磁極の極中心であり、極中心17は第2の磁極の極中心である。図示例では、花丸形状は、10枚の同形同サイズの花弁が均等角度で配置された形状である。従って、極中心16での回転子コア5の外径は、極中心17での回転子コア5の外径に等しい。なお、磁石孔12の周方向の幅は極ピッチよりも広い。

[0049] 本実施の形態では、回転子コア5は6個の第1のスリットであるスリット8を有する。6個のスリット8は、回転子コア5の内部に設けられ、永久磁石11の外側に配置されており、永久磁石11ごとに設けられる。ここで永久磁石11の外側は、回転子コア5の径方向における外側である。すなわち6個のスリット8は、回転子コア5において、永久磁石11と回転子コア5の外周との間に設けられている。

[0050] スリット8は、断面矩形状であり、径方向に延伸し、径方向の幅 d_1 が周方

向の幅 d_2 よりも広い。ここで、径方向の幅は d 軸方向の幅であり、周方向の幅は径方向と直交する方向、すなわち q 軸方向の幅である。ただし、6個のスリット 8 は、何れも回転子コア 5 の外周面に達しない。すなわち 6個のスリット 8 は、何れも外周面に開口していない。

[0051] 6個のスリット 8 は、極中心 16 に近いほど径方向に長尺であり、極中心 16 を中心に周方向に対称に配置される。すなわち、スリット 8 の幅 d_1 は、スリット 8 が極中心 16 に近いほど広くなる。スリット 8 の幅 d_2 は、スリット 8 の周方向の位置によらずに一定である。6個のスリット 8 は、回転子コア 5 の軸方向に延伸し、回転子コア 5 を貫通している。

[0052] さらに本実施の形態では、回転子コア 5 は 8個の第 2 のスリットであるスリット 4 を有する。8個のスリット 4 は、回転子コア 5 の外周面に設けられ、互いに隣り合う永久磁石 11 間に配置される。8個のスリット 4 は互いに隣り合う永久磁石 11 間ごとに設けられる。スリット 4 は、断面矩形状であり、径方向に延伸し、径方向の幅 d_3 が周方向の幅 d_4 よりも広い。ここで、径方向の幅は d 軸方向の幅であり、周方向の幅は径方向と直交する方向、すなわち q 軸方向の幅である。スリット 4 は、回転子コア 5 の外周面に開口する溝部である。

[0053] 8個のスリット 4 は、極中心 17 に近いほど径方向に長尺であり、極中心 17 を中心に周方向に対称に配置される。すなわち、スリット 4 の幅 d_3 は、スリット 4 が極中心 17 に近いほど広くなる。スリット 4 の幅 d_4 は、スリット 4 の周方向の位置によらずに一定である。8個のスリット 4 は、回転子コア 5 の軸方向に延伸し、回転子コア 5 を貫通している。

[0054] 図示例では、永久磁石 11 間のスリット 4 の個数は、永久磁石 11 の外側のスリット 8 の個数よりも多い。また、 d_3 の最小値は、 d_1 の最大値よりも大きい。すなわち、最も極中心 16 に近いスリット 8 の幅 d_1 は、最も極間 18 に近いスリット 4 の幅 d_3 よりも狭い。なお、幅 d_2 は幅 d_4 に等しい。従って、永久磁石 11 間のスリット 4 の総面積は、永久磁石 11 の外側のスリット 8 の総面積よりも大きい。ここで総面積は、回転軸に垂直な断面による断

面積である。

[0055] 電動機100は、図示しない駆動回路のインバータによるPWM制御により可変速駆動される。インバータのスイッチングキャリアは、空気調和機の圧縮機用電動機またはファン用電動機では、4kHzから22kHzの範囲から選択されることが一般的である。回転子コア5に磁石を埋め込むタイプのコンシクエントポール型の電動機では、回転子コア5の体積が大きくなるため、固定子電流による磁束が回転子コア5を流れやすく、電流の高調波の影響を受けやすい。インバータスイッチングキャリアの成分の騒音が問題となる場合もあるため、キャリア周波数を10kHz以上とし、遮音しやすい騒音周波数成分とし、製品への影響を小さくすることが行われる。

[0056] 次に、本実施の形態の作用効果を比較例と対比しながら説明する。一般に、コンシクエントポール型の回転子では、永久磁石による磁石磁極と永久磁石によらない突極とで磁気的なアンバランスが大きい。すなわち、磁石磁極では永久磁石の存在によりコア材の体積が相対的に少なくなるので、磁石磁極でのインダクタンスは突極でのインダクタンスよりも小さくなり、磁気的なアンバランスが生ずる。このインダクタンスのアンバランスは、磁束のアンバランスとなり、その結果、回転子表面の磁束密度分布が正弦波状とならず、振動および騒音が大きくなるという課題がある。なお、振動には、回転方向の振動と径方向の振動がある。

[0057] 径方向の振動の原因は、固定子に流れる電流により発生する磁束が固定子コアと回転子コアを通る際の固定子と回転子間の吸引力のアンバランスによる。なお、以下では、電流により発生する磁束を、磁石による磁束である磁石磁束と区別して、電流磁束ということもある。電流磁束は固定子コアから空隙を介して回転子コアに流れ、この磁束により固定子と回転子間の吸引力が生ずる。このとき、各磁極での磁束の流れ易さ、すなわちインダクタンスのバランスが取れていれば固定子と回転子間の吸引力はバランスが取れるので、回転子全体としての径方向加振力は生じない。

[0058] しかしながら、コンシクエントポール型の回転子では、一般に、磁石磁極

では、電流磁束は主に永久磁石の外側の回転子コア部分に流れるのに対して、突極では、永久磁石がないためコア部分が相対的に多くなるので、電流磁束は突極部全体に流れやすくなっている。これがアンバランスを生ずる原因となる。

[0059] 特に、10極12スロット、8極9スロットまたは10極9スロットのように、固定子ティースとロータの磁極とのピッチが回転方向においてずれていくスロットコンビネーションでは、このアンバランスがより顕著な問題となる。8極12スロット、6極9スロットのような2対3系列のスロットコンビネーションでは、この問題はより小さくはなるが、それでも回転子が偏心しまたは回転子の真円度が低い場合のように製造誤差が存在する場合は、依然としてこのアンバランスの問題は大きい。

[0060] そこで、図11および図12に示すように、回転子表面にスリットを設けることで、磁極間のインダクタンスのアンバランスを抑制することが考えられる。

[0061] 図11は本発明の実施の形態に係る回転子に対する第1の比較例を示す図である。図12は第1の比較例の回転子を有する電動機の部分拡大図である。なお、図11および図12では、図10に示す構成要素と同一の構成要素には同一の符号を付している。

[0062] 図11に示すように、第1の比較例に係る回転子20aは、回転子コア5の内部に設けられ永久磁石11の外側に配置された4個のスリット8aと、回転子コア5の内部に設けられ互いに隣り合う永久磁石11間に配置された6個のスリット8bとを有する。すなわち、第1の比較例に係る回転子20aは、本実施の形態に係る回転子20と比較して、永久磁石11間に配置されるスリット8bが回転子コア5の内部に設けられている点が異なる。

[0063] ここで、スリット8a、8bは磁束の流れ方を規制する効果があるため、永久磁石11間での磁束をより高めるようにスリット8a、8bを配置することで、回転子表面の磁束密度分布をより正弦波に近い状態にすることができる。すなわち、回転子20aのような構成を用いることにより、回転子表

面の磁束密度分布を正弦波に近づけ、かつ極ピッチを均一にすることができ、振動および騒音の原因となるトルクリプルを小さくすることができる。

[0064] しかしながら、回転子20aのような構成では、回転方向の振動は抑制できるが、径方向の振動の抑制は依然として制限される。これは、以下で説明する理由による。

[0065] 図12では、固定子40に流れる電流33を示すと共に、電流33により発生し回転子コア5内を流れる磁束28a, 29aを示している。磁束28aは、スリット8aと回転子20aの外周面との間の薄肉部25を流れる。同様に、磁束29aは、スリット8bと回転子20aの外周面との間の薄肉部9を流れる。磁束29aは、本実施の形態のスリット4のように回転子コア5の外周面に開口していないので、磁束29aは薄肉部9を流れ、突極でのインダクタンスを十分に低減するには限界がある。

[0066] スリット8bの面積を増加させれば薄肉部9を流れる磁束分を補償するようにインダクタンスを低減させることも可能ではあるが、この場合は、スリット8bが磁石磁束の磁気抵抗となってしまう、磁石磁束の減少と電動機効率の低下に繋がってしまう。なお、磁石磁束は、永久磁石11から発生した磁束である。

[0067] そこで、図13に示すように、回転子表面に開口するスリットを設けることで、磁極間のインダクタンスのアンバランスを抑制することが考えられる。

[0068] 図13は本発明の実施の形態に係る回転子に対する第2の比較例の回転子の構成を示す部分拡大図である。図13では、図11に示す構成要素と同一の構成要素には同一の符号を付している。

[0069] 図13に示すように、第2の比較例に係る回転子20bは、回転子コア5の外周面に設けられ、永久磁石11の外側に配置された7個のスリット4aと、回転子コア5の外周面に設けられ、周方向に互いに隣り合う永久磁石11間に配置された8個のスリット4bを有する。すなわち、第2の比較例に係る回転子20bは、本実施の形態に係る回転子20と比較して、永久磁石

11の外側に配置されるスリット4aが回転子コア5の外周面に設けられている点異なる。

[0070] しかしながら、回転子コア5の外周面に開口し隙間3に連通するスリット4aは、回転時の遠心力に対する回転子20bの強度を弱めることとなる。詳細には、磁石磁極では、回転子20bの回転により、永久磁石11の外側のコア部および永久磁石11にかかる遠心力が、回転子コア5の外周面とフラックスバリア部13との間の薄肉ブリッジ32に応力を発生させる。スリット4aを設けた場合は、磁石孔12とスリット4aとの間の薄肉ブリッジ31に曲げモーメントが発生し、薄肉ブリッジ32は強度がさらに弱いものになってしまう。

[0071] 遠心力耐力を上げるため、薄肉ブリッジ32の径方向の幅を広くすれば磁石磁束の漏洩が増加し、磁束の低下および電動機効率の低下に繋がってしまう。また、薄肉ブリッジ31の径方向の幅を広くすれば、電流磁束が流れやすくなり、磁束のアンバランスを生じ易くなる。

[0072] なお、突極では、回転子20bの回転による遠心力はコア部全体で受けられるため、強度的に強く、スリット4bが回転子20bの外周面に開口していても遠心力耐力を確保することができる。

[0073] これに対して、本実施の形態では、突極である第2の磁極では、回転子コア5の外周面にスリット4を設けることでインダクタンスを大きく下げ、磁石磁極である第1の極では、回転子コア5の内部にスリット8を設けることでインダクタンスを小さく下げる。これにより、第1の磁極と第2の磁極とでインダクタンスの差が第1の比較例よりも小さくなる。

[0074] また、本実施の形態では、永久磁石11の外側のスリット8は回転子コア5の外周面に開口してないので、第2の比較例のような遠心力耐力の問題も生じない。永久磁石11間では、図7のような薄肉ブリッジ32, 31が存在しないので、遠心力は問題とならず、回転子コア5の外周面に開口するスリット4を設けても遠心力耐力に支障がない。

[0075] なお、スリット4, 8は、磁石磁束の磁気抵抗にならず、電流磁束の磁気

抵抗になるように設けるのが望ましい。すなわち、スリット4, 8は、磁石磁束に平行になるように、すなわちd軸方向に細長く配置する一方で、d軸と直交するq軸方向には、磁気抵抗になるようなるべく長く配置する。q軸方向の磁気抵抗はq軸インダクタンスを低減させる。これにより、電流磁束が回転子コア5を流れにくくなり、振動および騒音の主要因であるq軸インダクタンスのアンバランスを低減できる。また、d軸方向には磁気抵抗とならないようにスリット4, 8を設けるので、永久磁石11の磁力の低下を抑制することができる。スリット4, 8のサイズは、磁氣的バランス、強度、および金型プレスによる生産性を踏まえ、適宜設定する。

[0076] 本実施の形態では、互いに隣り合う永久磁石11間のスリット4の総面積は、回転子コア5の径方向における永久磁石11の外側のスリット8の総面積よりも大きい。これにより、第1の磁極と第2の磁極とのインダクタンスのアンバランスをさらに抑制することができる。スリット8の総面積とスリット4の総面積は、磁氣的バランス、強度、および金型プレスによる生産性を踏まえ、適宜設定する。

[0077] スリット4の総面積をスリット8の総面積よりも大きくするために、スリット4の個数をスリット8の個数よりも多くしてもよいし、スリット4の径方向の幅をスリット8の径方向の幅よりも広くしてもよいし、あるいは、スリット4の径方向と直交する方向の幅をスリット8の径方向と直交する方向の幅よりも広くしてもよい。

[0078] また、本実施の形態では、永久磁石11ごとにスリット8を6個設け、永久磁石11間ごとにスリット4を8個設けているが、スリット8の個数とスリット4の個数はこれに限定されない。スリット8の個数とスリット4の個数は、磁氣的バランス、強度、および金型プレスによる生産性を踏まえ、適宜設定する。

[0079] なお、インダクタンスのバランスだけを考慮すると永久磁石11を含む第1の磁極部21にはスリット8を設けない方が効果的であるが、スリット8により電流磁束を流れにくくすることによって、磁石磁束を乱す電気子反作

用を減少させることができ、乱れた磁束での磁束の高次成分による振動および騒音を防止することができる。従って、永久磁石11を含む第1の磁極部21にもスリット8を設けることが好ましい。すなわち、永久磁石11ごとにスリット8の個数と永久磁石11間ごとのスリット4の個数は、それぞれ少なくとも1個とすることができる。

[0080] 本実施の形態では、回転子コア5の外形15を花丸形状とし、磁石孔12の周方向の幅を極ピッチよりも広くしている。これにより、回転子20の表面磁束密度分布をより正弦波状に近づけ、回転方向の振動および騒音をより抑制することができる。

[0081] また、本実施の形態では、極中心16での回転子コア5の外径は、極中心17での回転子コア5の外径に等しい。インダクタンスのアンバランスを抑制するために、極中心17での回転子コア5の外径を極中心16での回転子コア5の外径よりも小さくして、極中心17での隙間3の長さを拡大する方法もあるが、本実施の形態では、隙間3を第1の磁極と第2の磁極とで不均一に設定することなく、インダクタンスのアンバランスの抑制が可能である。

[0082] なお、隙間3が第1の磁極と第2の磁極とで不均一になると、電動機製造時に、回転子20を保持する治具を円形ではなく外径の段差に沿った治具にする必要がある。また、隙間3をギャップゲージでチェックするには、第1の磁極と第2の磁極とでギャップゲージを分けなければならない、作業工程が増える要因となる。

[0083] 一般に、空気調和機の圧縮機用電動機またはファン用電動機には、高効率化の観点から、フェライト焼結磁石、フェライトボンド磁石またはSm（サマリウム）-Fe-Bを主成分とするボンド磁石に替えて、より磁力の強い、Nd-Fe-Bを主成分とするネオジム焼結磁石が使用されるようになってきている。

[0084] しかしながら、ネオジム焼結磁石に使用されるNd、および保磁力を向上させるためにネオジム焼結磁石に添加されるDy（ジスプロシウム）、Tb

(テルビウム)の希土類元素が高価かつ調達性が不安定なことから、永久磁石11の使用量と加工費の低減が求められている。

[0085] また永久磁石11は、一般に、ブロック状の塊を切削して指定の形状に加工する。そのため、永久磁石11が薄く小さいほど材料歩留りが低下し、生産性が低下するので、電動機100の1台あたりに使用される永久磁石11の個数が増えるほど、製造コストは磁石加工費分だけ高くなる。

[0086] 従って、電動機100の低コスト化のためには、必要な磁束量を確保できる範囲で永久磁石11の個数を削減した方がよい。このとき、電動機100の1台あたりの永久磁石11の総使用量が増加しない範囲で永久磁石11の1枚あたりの体積を大きくしてもよい。永久磁石11は、生産設備の適正値を超えない範囲で大きくした方が加工費率は下がるので、電動機100の1台あたりの永久磁石11の総使用量が同じでも、永久磁石11の加工費の総額は下がり、電動機100の1台あたりのコストは下がることになる。

[0087] 本実施の形態では、回転子20はコンシクエントポール型であり、永久磁石11の個数は極数の半分である。これにより、すべての磁極を永久磁石11で形成する場合と比べて、永久磁石11の使用量と加工費を低減することができる。

[0088] 以上のように、本実施の形態によれば、低コスト化、低振動化および低騒音化を実現可能な電動機100を提供することができる。

[0089] なお、本実施の形態では、電動機100は、10極12スロットの電動機としたが、これに限定されない。例えば、10極9スロット、8極12スロット、8極9スロット、6極9スロット、または4極6スロットのように、電動機100の用途および性能に応じて極数およびスロット数の組合せが選択される。

[0090] また、本実施の形態では、永久磁石11はネオジム焼結磁石としたが、これ以外の希土類磁石でもよく、希土類磁石以外の永久磁石でもよい。

[0091] 図14は本実施の形態に係る空気調和機の構成の一例を示す図である。空気調和機300は、室内機310と、室内機310に接続される室外機32

0とを備える。室内機310には図示しない室内機用送風機が搭載され、室外機320には室外機用送風機330が搭載されている。また、室外機320には図示しない圧縮機が搭載されている。これらの送風機および圧縮機には、本実施の形態に係る電動機100が使用されている。

[0092] このように、空気調和機300の送風機および圧縮機の駆動源として電動機100を用いることにより、空気調和機300の低コスト化、低振動化および低騒音化を図ることができる。

[0093] なお、本実施の形態に係る電動機100は、空気調和機以外の電気機器に搭載することもでき、この場合も、本実施の形態と同様の効果を得ることができる。

[0094] 以上の実施の形態に示した構成は、本発明の内容の一例を示すものであり、別の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、構成の一部を省略、変更することも可能である。

符号の説明

[0095] 3 隙間、4, 4a, 4b, 8, 8a, 8b スリット、5 回転子コア、7, 30a 軸受支持部、9, 25, 403 薄肉部、10 モールド固定子、10-1, 41-1 外周部、10-2, 10a, 41-2 内周部、10b 開口部、11 永久磁石、11a, 405 孔、12 磁石孔、13 フラックスバリア部、14 軸孔、15 外形、16, 17 極中心、18 極間、20, 20a, 20b 回転子、21 第1の磁極部、21a 負荷側転がり軸受、21b 反負荷側転がり軸受、22 第2の磁極部、23 シャフト、24 樹脂部、26, 26-1, 26-2 絶縁スリーブ、27 シャフト組立、28 空洞、28a, 29a 磁束、30 ブラケット、30b 圧入部、31, 32 薄肉ブリッジ、33 電流、40 固定子、41, 41A 固定子コア、42 コイル、43 絶縁部、44b 中性点端子、45 基板、46 リード線口出し部品、47 リード線、49b ホールIC、50 モールド樹脂、100 電動機、300 空気調和機、310 室内機、320 室外機、330 室外機用送風機、40

0 分割コア部、401 バックヨーク、402 ティース、404 分割面、406 スロット。

請求の範囲

- [請求項1] 環状の固定子と、
前記固定子の内側に配置された環状の回転子コアと前記回転子コアの内部に配置され前記回転子コアの周方向に配列された複数の永久磁石とを有するコンシクエントポール型の回転子と、
を備え、
前記固定子は、不飽和ポリエステル樹脂に覆われている電動機。
- [請求項2] 前記固定子が有する固定子コアの外周部から前記不飽和ポリエステル樹脂の外周部までの厚みをAとし、前記固定子コアの内周部から前記不飽和ポリエステル樹脂の内周部までの厚みをBとしたとき、 $A > B$ の関係が満たされる請求項1に記載の電動機。
- [請求項3] 前記固定子コアは、
それぞれがヨークと前記ヨークから突出するティースとを有する複数の分割コア部を、前記複数の分割コア部のそれぞれが前記複数の分割コア部の内の他の隣接する1つと接するように配列して環状に形成され、
隣接する2つの前記ヨークは、薄肉部により相互に連結され、または隣接する2つの前記ヨークの各々に形成される凹凸状のダボにより相互に連結される請求項2に記載の電動機。
- [請求項4] 隣接する2つの前記ヨークの間には、前記ヨークと前記ティースとに囲まれる孔が形成され、
前記孔には前記不飽和ポリエステル樹脂が設けられている請求項3に記載の電動機。
- [請求項5] 前記回転子コアは、
前記回転子コアの内部に設けられ、前記回転子コアの径方向における前記複数の永久磁石の各々の外側に配置された少なくとも1個の第1のスリットと、
前記回転子コアの外周面に設けられ、互いに隣り合う前記複数の永

久磁石の間に配置された少なくとも1個の第2のスリットとを有する請求項1から請求項4の何れか一項に記載の電動機。

[請求項6] 前記少なくとも1個の第2のスリットの総面積が、前記少なくとも1個の第1のスリットの総面積よりも大きい請求項5に記載の電動機。

[請求項7] 前記少なくとも1個の第2のスリットの個数が、前記少なくとも1個の第1のスリットの個数よりも多い請求項5に記載の電動機。

[請求項8] 前記回転子コアの径方向における前記少なくとも1個の第2のスリットの幅が、前記径方向における前記少なくとも1個の第1のスリットの幅よりも広い請求項5に記載の電動機。

[請求項9] 前記径方向と直交する方向における前記少なくとも1個の第2のスリットの幅が、前記径方向と直交する方向における前記少なくとも1個の第1のスリットの幅よりも広い請求項5に記載の電動機。

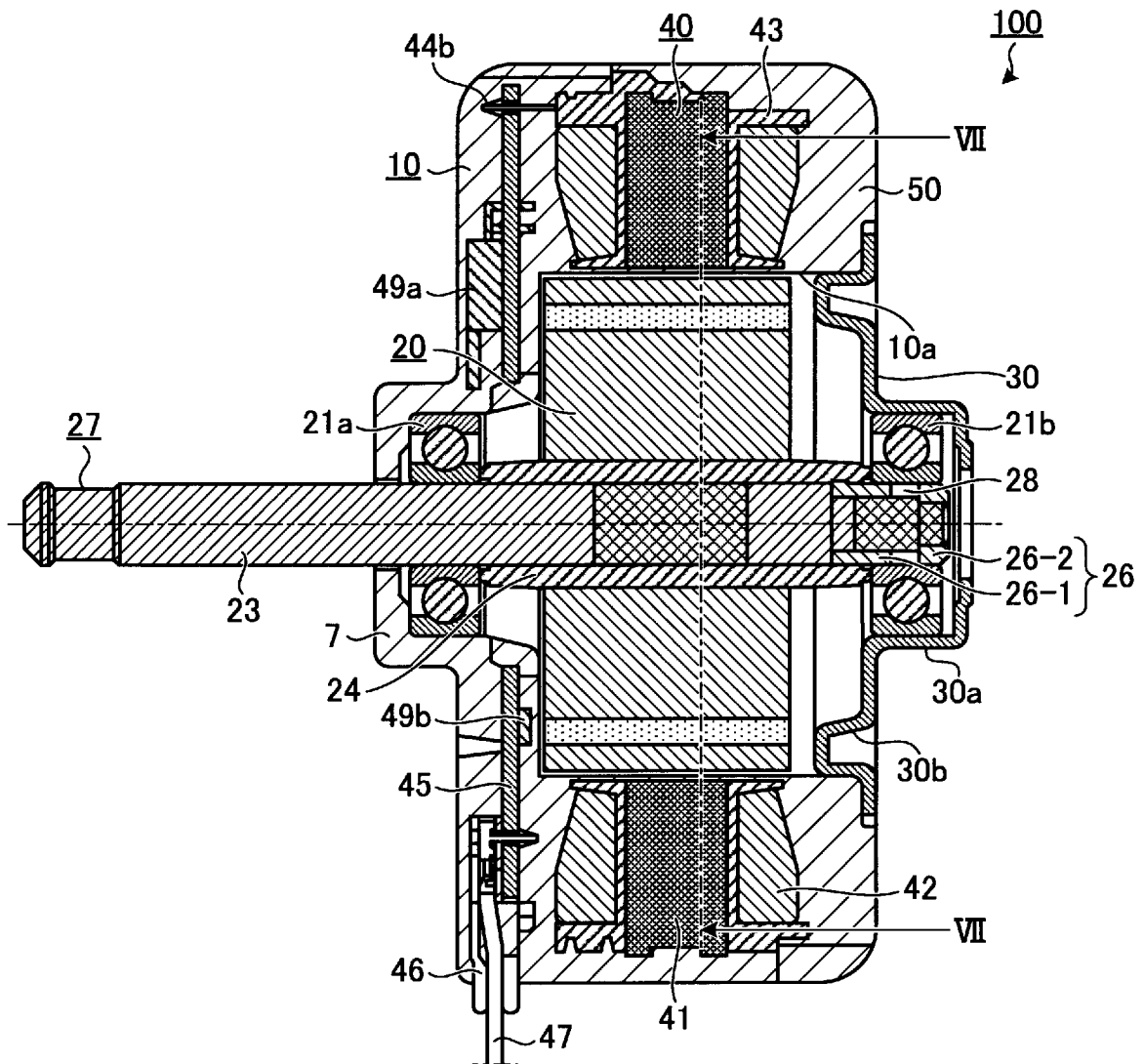
[請求項10] 前記第1のスリットは前記回転子コアの外周面に開口しておらず、前記第2のスリットは前記回転子コアの外周面に開口する請求項5に記載の電動機。

[請求項11] 前記回転子は、各々が前記複数の永久磁石の各々により形成された複数の第1の磁極と、各々が前記回転子コアの互いに隣り合う前記永久磁石間に形成され、前記第1の磁極の極性と異なる極性を持つ複数の第2の磁極とを有し、

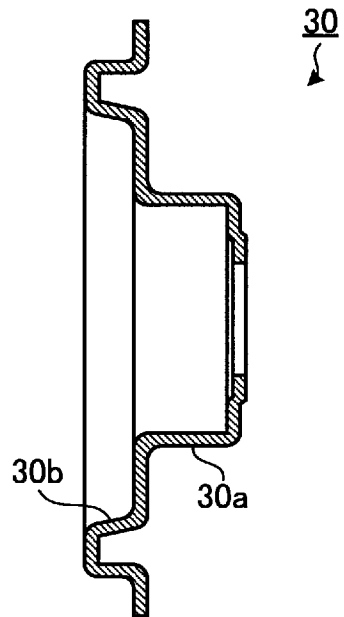
前記第1の磁極での前記回転子コアの外径は、前記第2の磁極での前記回転子コアの外径に等しい請求項5から請求項11の何れか一項に記載の電動機。

[請求項12] 請求項1から請求項11の何れか一項に記載の電動機を備える空気調和機。

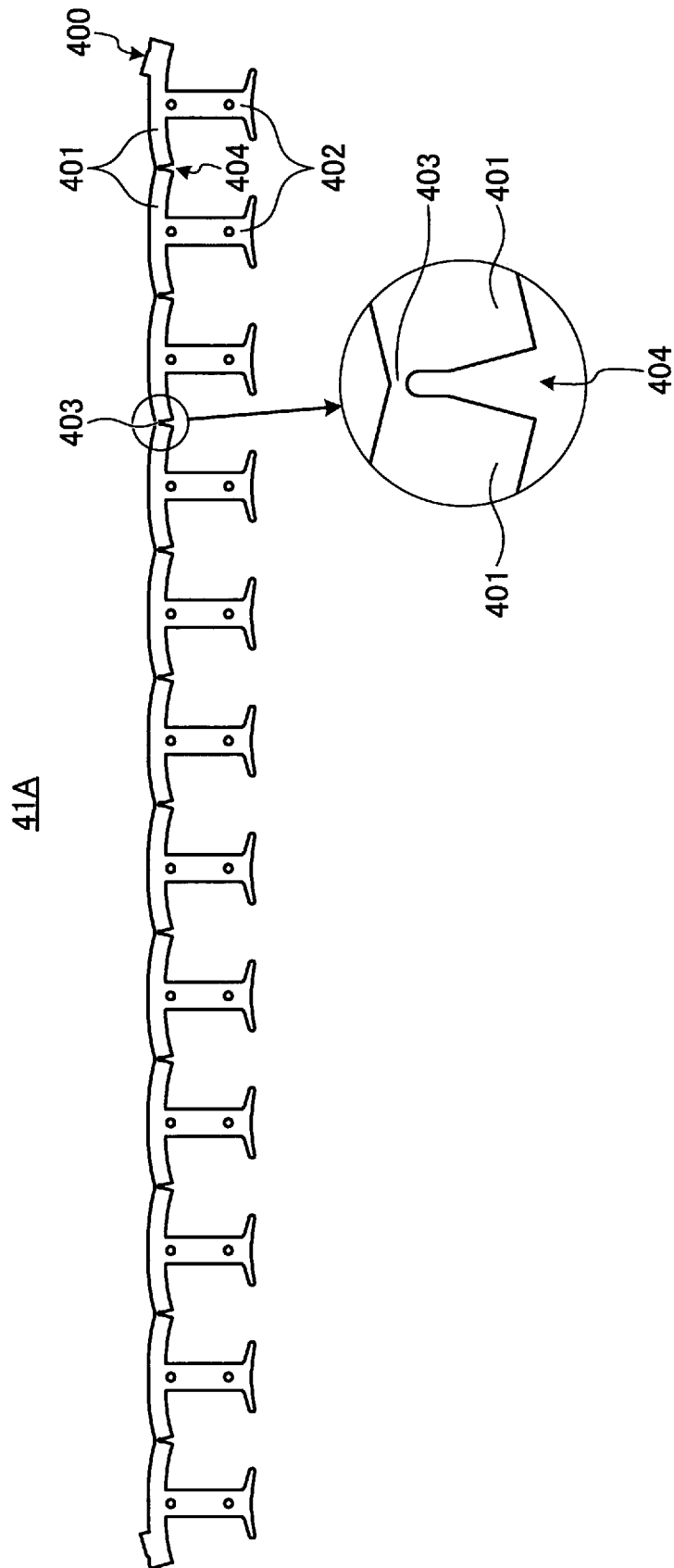
[図1]



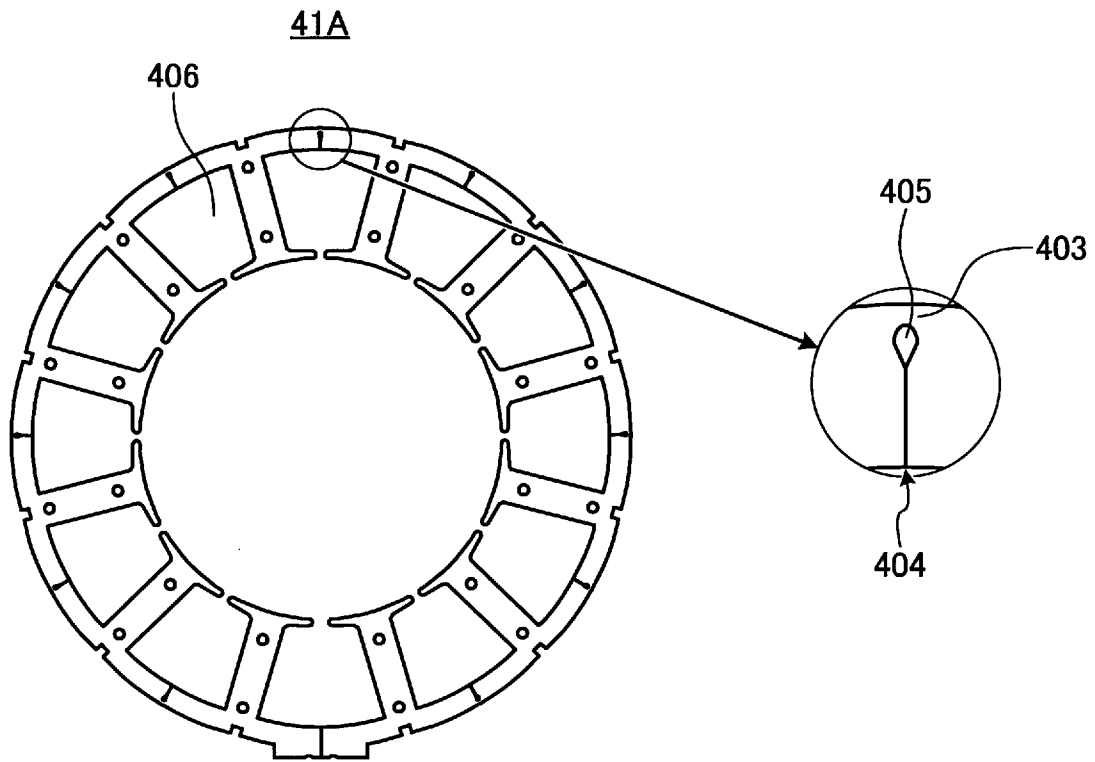
[図4]



[図5]

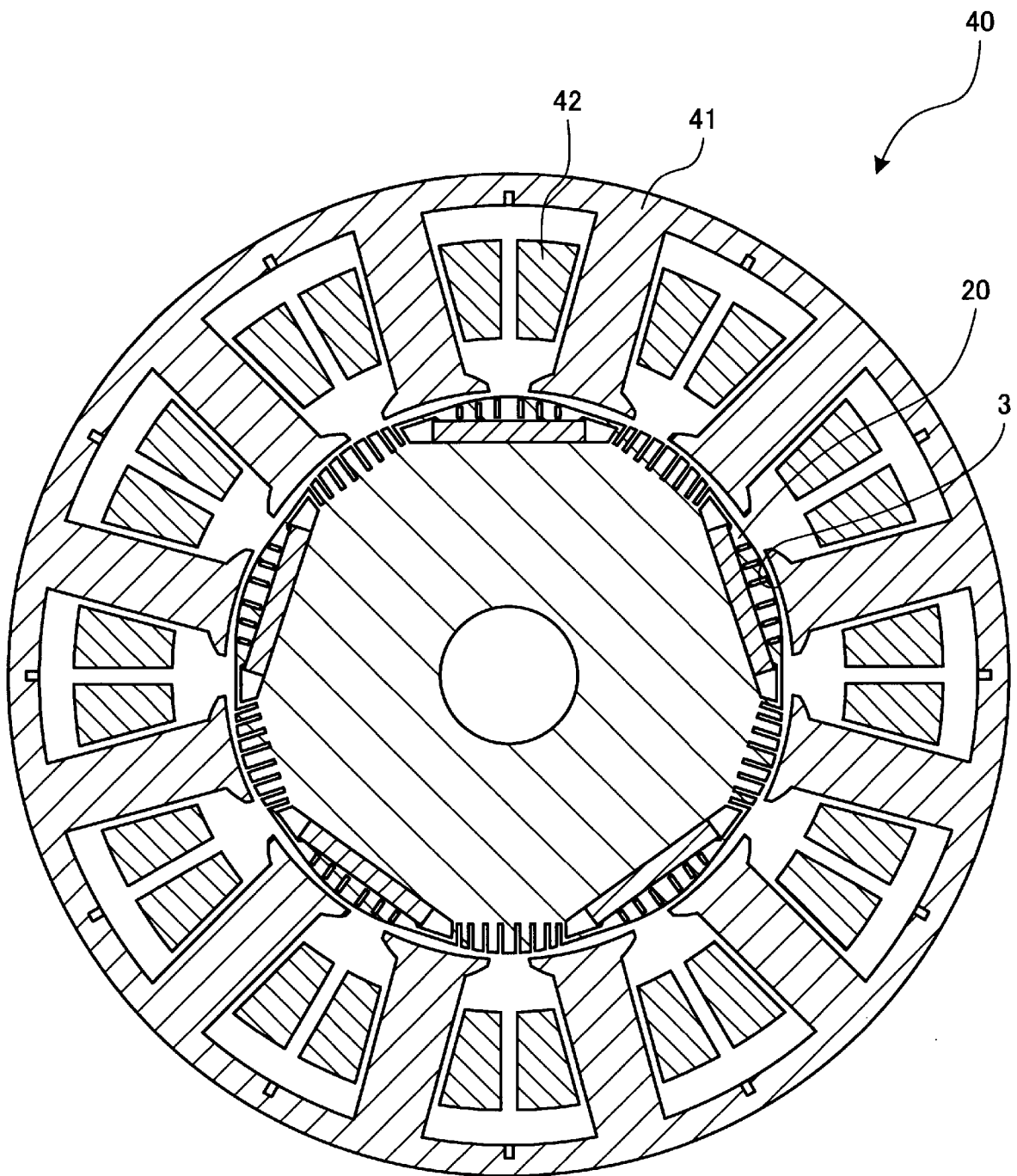


[図6]

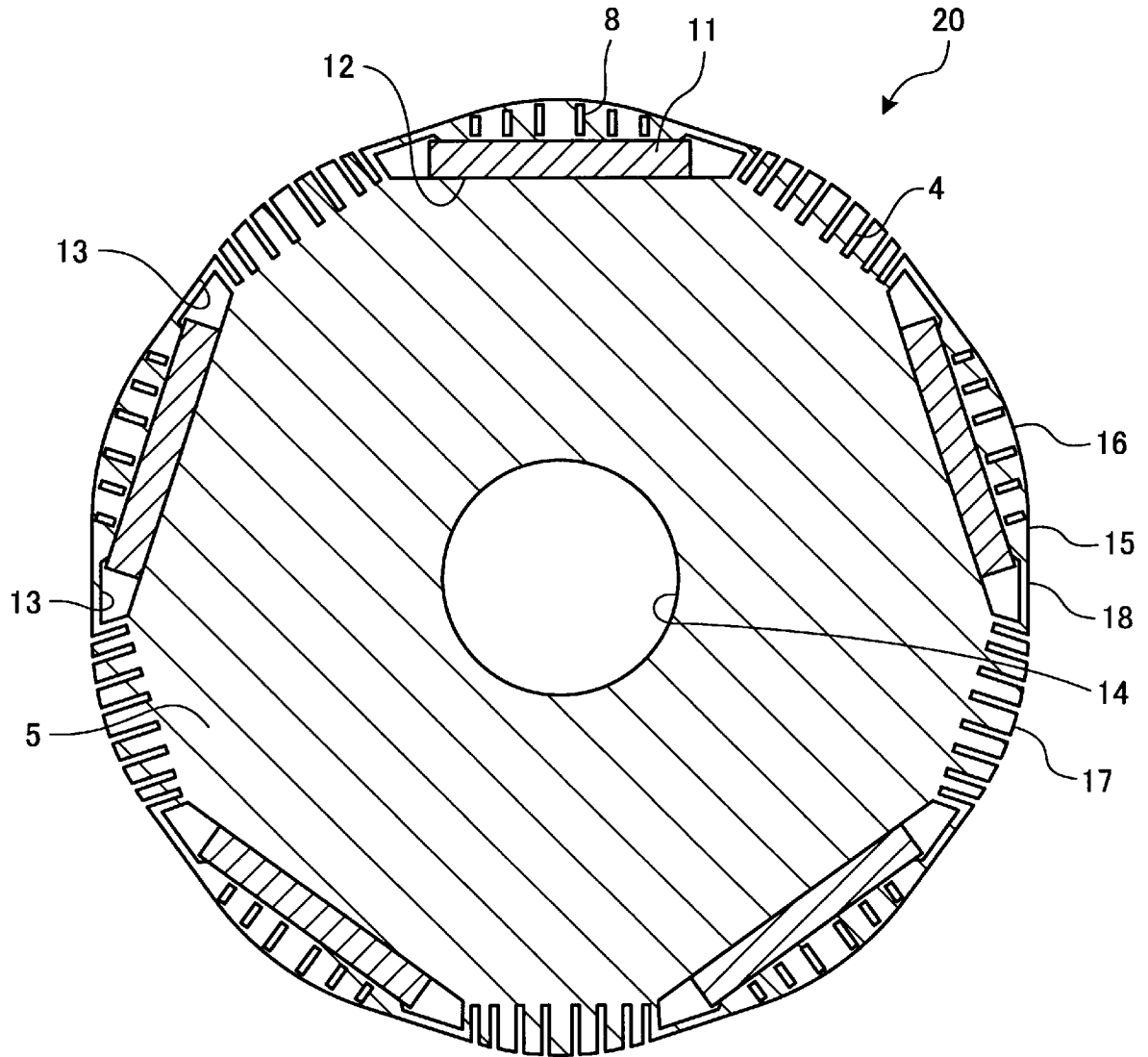


薄肉連結分割鉄心を丸めた状態

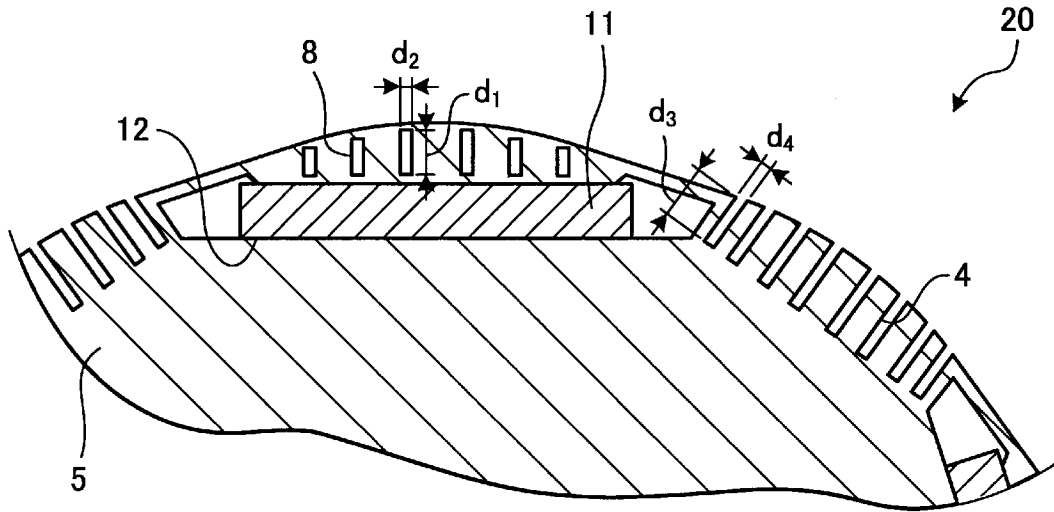
[図7]



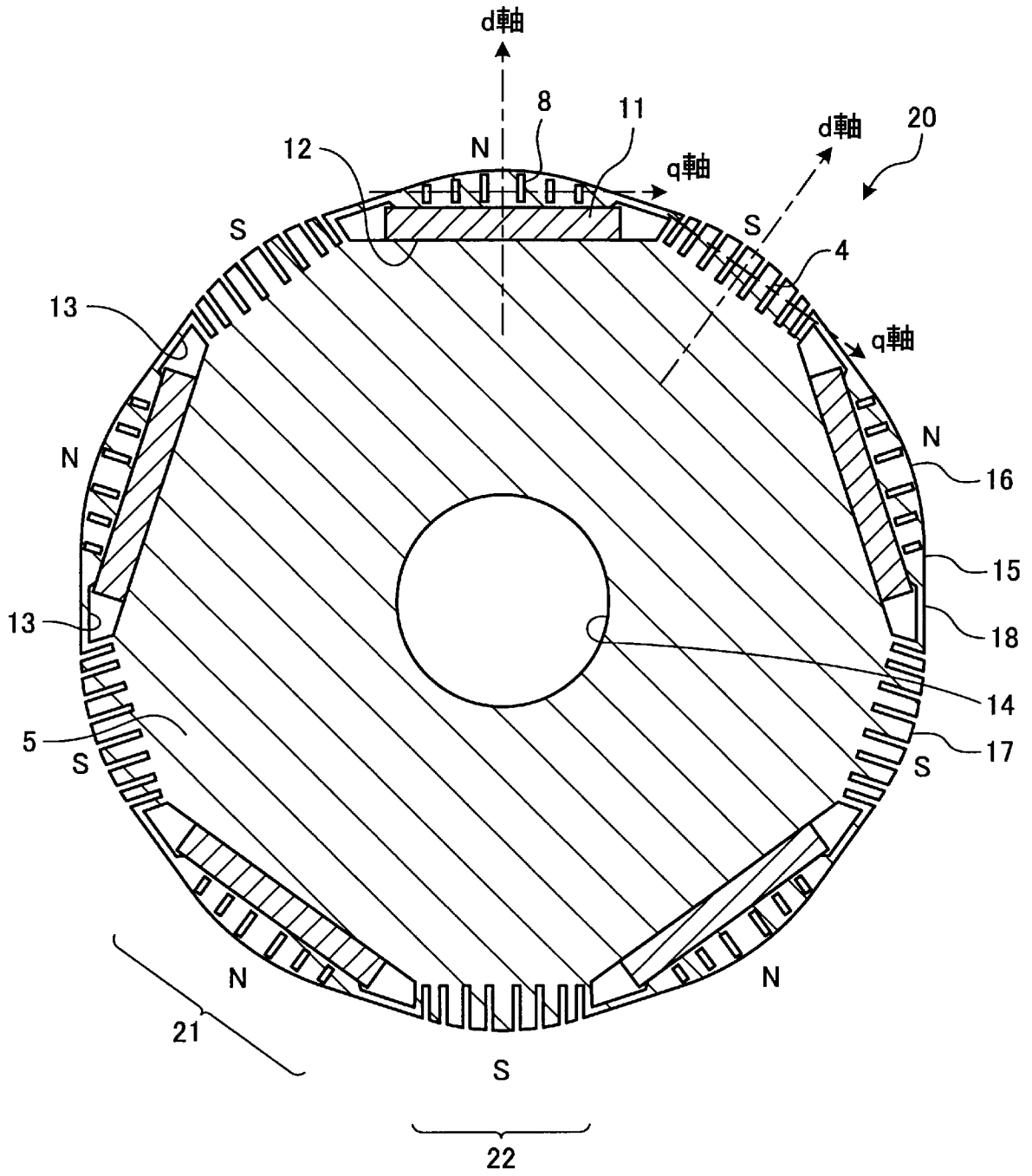
[図8]



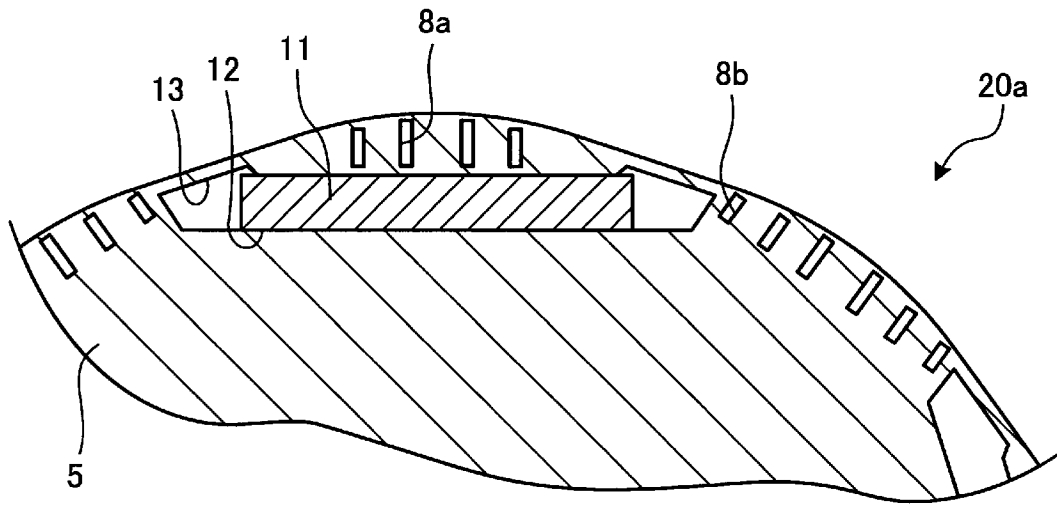
[図9]



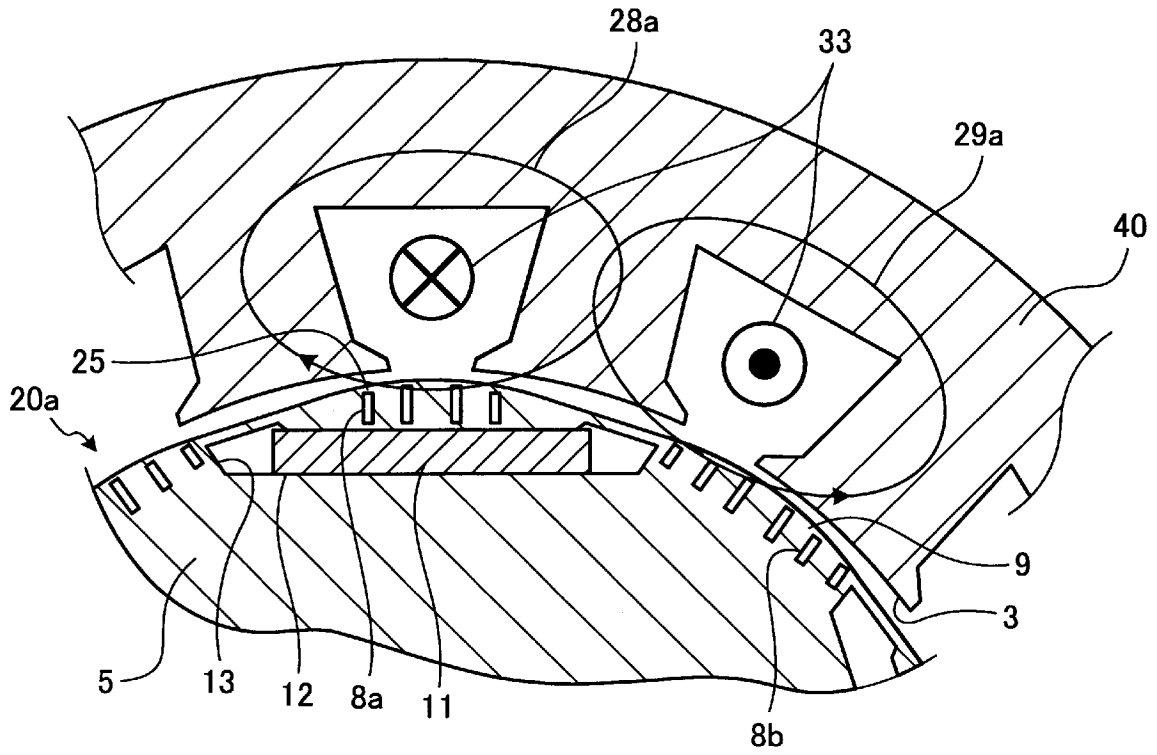
[図10]



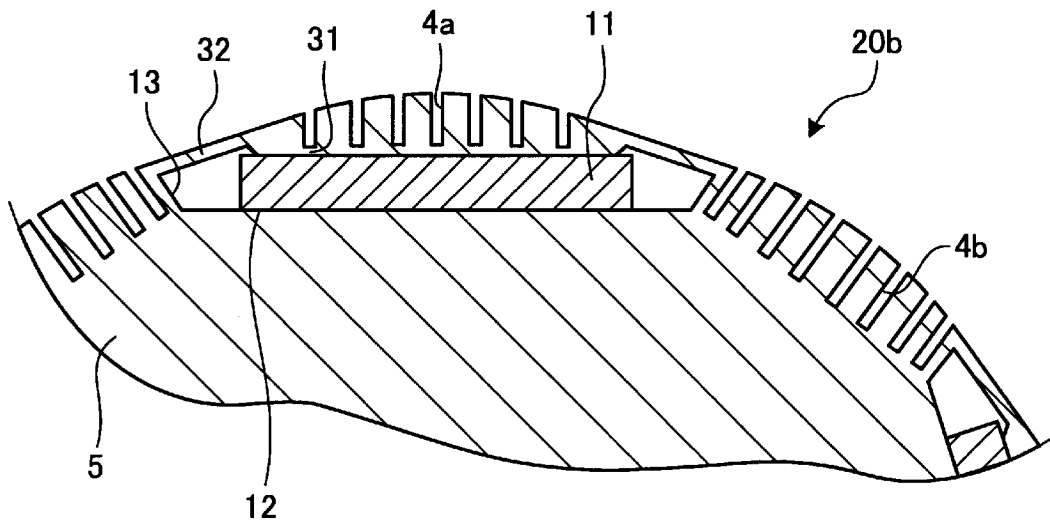
[図11]



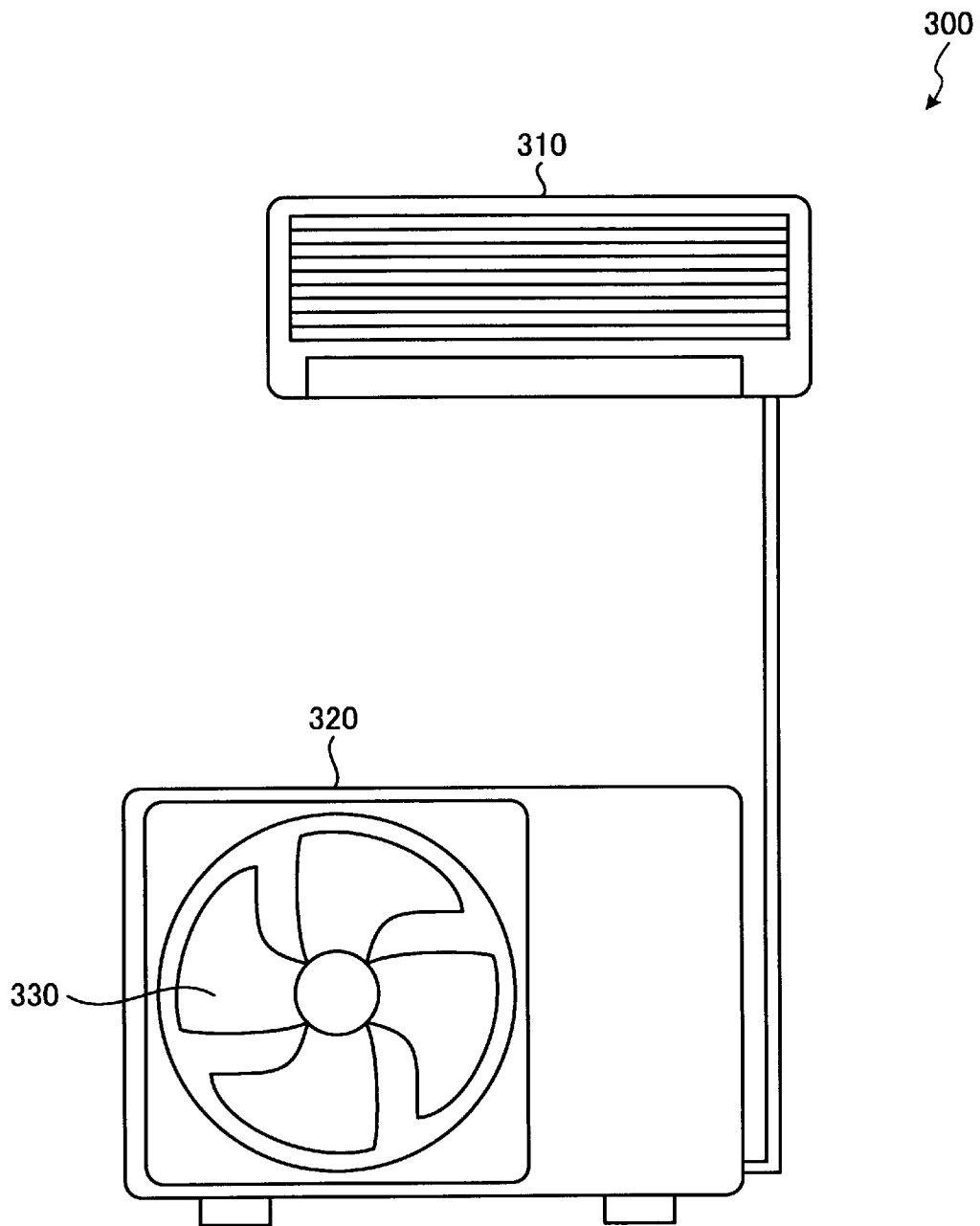
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/062669

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02K21/14(2006.01) i, H02K5/08(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)
H02K21/14, H02K5/08

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 A	JP 2012-244783 A (Mitsubishi Electric Corp.), 10 December 2012 (10.12.2012), paragraphs [0006] to [0007], [0050] to [0051], [0055]; fig. 14, 20, 24 (Family: none)	1-3, 5-12 4
Y	JP 2014-230361 A (Mitsubishi Electric Corp.), 08 December 2014 (08.12.2014), paragraphs [0009], [0019] to [0020]; fig. 1 (Family: none)	1-3, 5-12
Y	JP 2015-106928 A (Mitsubishi Electric Corp.), 08 June 2015 (08.06.2015), paragraphs [0093] to [0097]; fig. 31 to 32 (Family: none)	3, 5-12

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 05 July 2016 (05.07.16)	Date of mailing of the international search report 19 July 2016 (19.07.16)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/062669

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 2010-273442 A (Asmo Co., Ltd.), 02 December 2010 (02.12.2010), paragraph [0030]; fig. 2 & US 2010/0308680 A1 paragraph [0073]; fig. 2 & DE 102010020850 A1 & CN 101895161 A	10-12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H02K21/14(2006.01)i, H02K5/08(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. H02K21/14, H02K5/08											
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 <table style="width:100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%;">日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2016年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2016年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2016年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2016年	日本国実用新案登録公報	1996-2016年	日本国登録実用新案公報	1994-2016年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2016年										
日本国実用新案登録公報	1996-2016年										
日本国登録実用新案公報	1994-2016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									
Y A	JP 2012-244783 A (三菱電機株式会社) 2012.12.10, 段落 [0006] - [0007]、[0050] - [0051]、[0055]、図14、20、24 (ファミリーなし)	1-3, 5-12 4									
Y	JP 2014-230361 A (三菱電機株式会社) 2014.12.08, 段落 [0009]、[0019] - [0020]、図1 (ファミリーなし)	1-3, 5-12									
☑ 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 05.07.2016		国際調査報告の発送日 19.07.2016									
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) ▲桑▼原 恭雄	3V 4484								
		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
Y	JP 2015-106928 A (三菱電機株式会社) 2015.06.08, 段落 [0093] - [0097]、図31-32 (ファミリーなし)	3, 5-12
Y	JP 2010-273442 A (アスモ株式会社) 2010.12.02, 段落 [0030]、図2 & US 2010/0308680 A1, 段落 [0073]、Fig. 2 & DE 102010020850 A1 & CN 101895161 A	10-12