

(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12月7日(07.12.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/209247 A1

(51) 国際特許分類:
H02K 1/24 (2006.01) H02K 19/22 (2006.01)

県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/020446

(74) 代理人: 東田 潔(TOHDA, Kiyoshi); 〒1020083
東京都千代田区麹町4-3-30 麹町MKビル3階 PDI 特許商標事務所 Tokyo (JP).

(22) 国際出願日: 2017年6月1日(01.06.2017)

(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 2016-112287 2016年6月3日(03.06.2016) JP

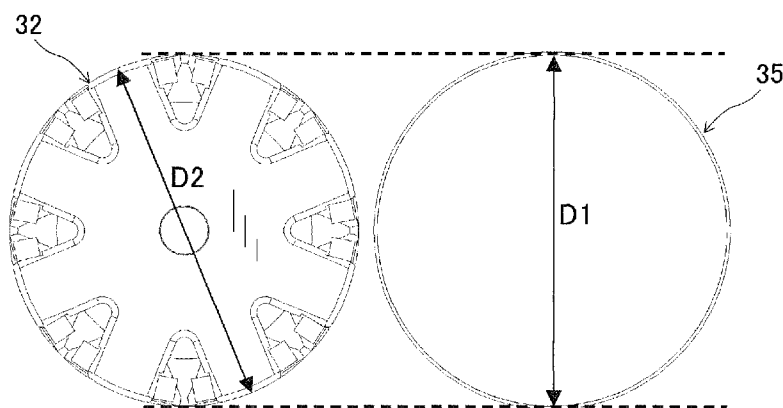
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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,

(71) 出願人: 株式会社デンソー (DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 Aichi (JP).

(72) 発明者: 高橋 裕樹 (TAKAHASHI, Yuki); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 石塚 敦朗 (ISHIZUKA, Atsuo); 〒4488661 愛知

(54) Title: ROTOR FOR ROTATING ELECTRICAL MACHINE

(54) 発明の名称: 回転電機の回転子



(57) Abstract: A rotor (30) for a rotating electrical machine (1) comprising: a field core (32) having a boss (321), a plurality of disks (322), and a plurality of hook-shaped magnetic poles (323); a field winding (33) wound on the outer circumferential side of the boss (321) and generating magnetomotive force as a result of having current supplied thereto; and a cylindrical member (35) arranged so as to cover the outer circumference of the hook-shaped magnetic poles. The cylindrical member (35) comprises a plurality of metal plates (36) laminated in the axial direction and has an inner diameter (D1) in a steady state that is smaller than the outer diameter (D2) of the hook-shaped magnetic poles (323).

(57) 要約: 回転電機(1)の回転子(30)は、ボス部(321)、複数のディスク部(322)、及び、複数の爪状磁極部(323)を有する界磁コア(32)と、ボス部(321)の外周側に巻装されて通電により起磁力を発生する界磁巻線(33)と、爪状磁極部の外周を覆うように配置された筒状部材(35)と、を備える。筒状部材(35)は、軸方向に積層された複数の鋼板(36)により構成され、定常状態における内径(D1)が爪状磁極部(323)の外径(D2)よりも小さくされている。



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： 回転電機の回転子

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2016年6月3日に提出された特許出願番号2016-112287号に基づくものであって、その優先権の利益を主張するものであり、その特許出願のすべての内容が、参照により本明細書に組み入れられる。

技術分野

[0002] 本開示は、例えば自動車やトラック等に搭載されて電動機や発電機として使用される回転電機の回転子に関する。

背景技術

[0003] 従来の回転電機として、固定子巻線が巻装された固定子と、該固定子と電磁ギャップを隔てて径方向に対向して回転可能に配置された回転子とを備えたものが知られている。回転電機の回転子として、複数の爪状磁極部を有する界磁コアと、界磁巻線と、を備えたランデル型回転子が知られている。前記界磁コアには、回転軸に固定される円筒状のボス部と、該ボス部の外周側に配置されて周方向交互に異なる極性の磁極とが形成される。前記界磁巻線は、前記ボス部の外周側に巻装されて通電により起磁力を発生する。

[0004] 特許文献1には、軸方向に複数枚の軟磁性板が積層された積層体からなり、界磁コアの爪状磁極部の外周側に配置された筒状の磁極筒部（筒状部材）が開示されている。この筒状部材は、外径側表面に、爪状磁極部の輪郭形状に対応した凸部と、隣り合う爪状磁極部の間の空隙に対応した凹部とを有する。筒状部材の凸部と凹部とはスロープ状に接続されている。これにより、特許文献1の筒状部材によれば、回転子が回転した際に、固定子に作用する磁束の変動を緩和して磁気騒音を低減することが可能とされている。

[0005] また、特許文献2には、丸孔やスリットを有する帯板状の軟磁性長尺板を、螺旋状に巻き重ねて軸方向に積層することによりロータコアを形成する技術が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2009-148057号公報

特許文献2：特開2001-359263号公報

発明の概要

[0007] 特許文献1に記載された筒状部材のように、界磁コアの爪状磁極部の外周側に配置される部材は、真円度が十分でない場合には、爪状磁極部の外周面に対して浮き（隙間）がある箇所と、浮きが無い箇所が存在する。そのため、耐震強度的に強固な部分とそうでない部分とが存在することとなる。特に、振動による爪状磁極部のビビリ音は、ランデル型モータの性能悪化要因として取り上げられることも多い。特許文献1の場合には、往々にしてこのような状況が起きやすい。この状況では、浮きのある箇所で、エアギャップによる磁気抵抗が強くなり、磁力低下も併発している。

[0008] また、特許文献2に記載の技術では、丸孔やスリットを有する帯板状の軟磁性長尺板を、螺旋状に巻き重ねることによって、円筒形状のロータコアが作製される。このような場合には、潰した（塑性変形させた）部分に応力集中係数の増加が起こり、強度設計上良くないことは自明である。また、潰した部分に隙間が形成されるため、磁気回路の構成部品としての能力が低下することになる。その結果、磁性体が粗になり、磁気的性能の低下が起こることも自明である。

[0009] 本開示は、爪状磁極部の外周側に配置される筒状部材と爪状磁極部との間の隙間を無くすことにより、磁気抵抗の低減によるトルクの向上と、爪状磁極部の振動による強度低下の回避を実現できる回転電機の固定子を提供することを解決すべき課題とする。

[0010] 本開示の第一の態様では、

筒状のボス部、前記ボス部の軸方向端部から周方向所定ピッチで径方向外側に突出する複数のディスク部、及び、各前記ディスク部の外周端部から前記ボス部の外周側へ軸方向に突出し、周方向交互に異なる極性に磁化される

複数の爪状磁極部を有する界磁コアと、

前記ボス部の外周側に巻装されて通電により起磁力を発生する界磁巻線と

、

前記爪状磁極部の外周を覆うように配置された筒状部材と、を備えた回転電機の回転子において、

前記筒状部材は、軸方向に積層された複数の鋼の板により構成され、定常状態における内径が前記爪状磁極部の外径よりも小さくされている。

[0011] この構成によれば、筒状部材は、軸方向に積層された複数の鋼の板により構成され、定常状態における内径が爪状磁極部の外径よりも小さくされている。そのため、爪状磁極部の外周に筒状部材を装着した際に、爪状磁極部の外周面に筒状部材の内周面が押圧しつつ密着した状態になり、爪状磁極部と筒状部材との間に隙間（エアギャップ）が形成されない。これにより、磁気抵抗の低減によるトルクの向上と、爪状磁極部の振動による強度低下の回避を実現できる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]実施形態1に係る回転子が搭載された回転電機の軸方向断面図である。

[図2]実施形態1に係る回転子の斜視図である。

[図3]実施形態1に係る回転子の筒状部材を外した状態の斜視図である。

[図4]実施形態1に係る回転子の筒状部材を外した状態の軸方向から見た正面図である。

[図5]実施形態1に係る筒状部材の定常状態の斜視図である。

[図6]実施形態1に係る筒状部材が爪状磁極部の外周に装着された時の状態を示す斜視図である。

[図7]実施形態1における界磁コアと筒状部材の寸法との関係を示す説明図である。

[図8]変形例1における界磁コアと筒状部材の寸法との関係を示す説明図である。

[図9]実施形態1において爪状磁極部の外周に装着された筒状部材と爪状磁極

部の状態を示す説明図である。

[図10]実施形態1に係る回転子において遠心力が作用したときの爪状磁極部が変形した状態を示す説明図である。

[図11]炭素量0.4%の鋼に関して焼き入れを行った後の焼き戻し温度と降伏点との関係を示す特性図である。

[図12]焼き入れを行った後の焼き戻し温度と、棒材を梁として扱い、梁の長手方向と垂直に破断力を掛けた時の破断応力との関係を示す特性図である。

[図13]実施形態2に係る回転子の斜視図である。

[図14]実施形態2に係る筒状部材の定常状態の斜視図である。

[図15]実施形態2に係る筒状部材が爪状磁極部の外周に装着された時の状態を示す斜視図である。

[図16]実施形態2において爪状磁極部外周に筒状部材が接着された状態を示す説明図である。

[図17]変形例2において爪状磁極部外周に筒状部材が接着された状態を示す説明図である。

[図18]変形例3に係る回転子の斜視図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本発明に係る回転電機の回転子の実施形態について図面を参照して具体的に説明する。

[0014] [実施形態1]

実施形態1に係る回転電機の回転子について図1～図12を参照して説明する。実施形態1の回転子は、例えば車両用交流発電機1として使用される回転電機に搭載されるものであって、図1および図2に示すように、ハウジング10、固定子20、回転子30、界磁巻線給電機構、整流器45等を含む。

[0015] ハウジング10は、それぞれ一端が開口した有底円筒状のフロントハウジング11とリアハウジング12とからなる。フロントハウジング11とリアハウジング12は、開口部同士が接合された状態でボルト13により締結さ

れている。固定子 20 は、周方向に配列された図示しない複数のスロット及びティースを有する円環状の固定子コア 21 と、固定子コア 21 のスロットに巻装された三相の相巻線よりなる電機子巻線 25 とを有する。この固定子 20 は、フロントハウジング 11 とリアハウジング 12 の周壁内周面に、軸方向に挟持された状態で固定されている。

[0016] 回転子 30 は、固定子 20 の径方向内側に配置されており、ハウジング 10 に一对の軸受け 14、14 を介して回転自在に支持された回転軸 31 に一体回転可能に設けられている。この回転子 30 は、一对のポールコア 32 a、32 b よりなる界磁コア 32 と界磁巻線 33 とを有するランデル型回転子である。回転子 30 は、回転軸 31 の前端部に固定されたプーリ 31 A を介して、車両に搭載された図示しないエンジンによって回転駆動される。界磁巻線給電機構は、界磁巻線 33 に給電するための装置であり、一对のブラシ 41、一对のスリップリング 42 及びレギュレータ 43 等を有する。

[0017] 以上の構成を有する車両用交流発電機 1 は、図示しないベルト等を介してプーリ 31 A にエンジンからの回転力が伝えられると、回転子 30 が回転軸 31 と共に所定方向に回転する。この状態で、ブラシ 41 からスリップリング 42 を介して回転子 30 の界磁巻線 33 に励磁電圧を印加することにより、第 1 及び第 2 ポールコア 32 a、32 b の第 1 及び第 2 爪状磁極部 323 a、323 b が励磁される。その結果、回転子 30 の回転周方向に沿って交互に N S 磁極が形成される。これにより、固定子 20 の電機子巻線 25 に回転磁界が付与されることで、電機子巻線 25 に交流の起電力を発生させる。電機子巻線 25 で発生した交流の起電力は、整流器 45 を通って直流電流に整流された後、図示しないバッテリーに供給される。

[0018] 次に、実施形態 1 の回転子 30 の特徴構成について図 1 ～図 10 を参照して詳しく説明する。実施形態 1 の回転子 30 は、図 1 ～図 4 および図 10 に示すように、ハウジング 10 に一对の軸受け 14、14 を介して回転自在に支持される回転軸 31 と、回転軸 31 の外周に嵌合固定された一对のポールコア 32 a、32 b よりなる界磁コア 32 と、界磁コア 32 のボス部 321

(321a、321b)に巻装された界磁巻線33と、界磁コア32の周方向に隣接する爪状磁極部323(323a、323b)の間に配置された複数の永久磁石34と、界磁コア32の爪状磁極部323の外周を覆うように配置された筒状部材35と、を有する。この回転子30は、固定子20の内周側に径方向に対向して回転可能に設けられている。

[0019] 界磁コア32は、図1及び図3に示すように、回転軸31の前側(図1の左側)に固定された第1ポールコア32aと、回転軸31の後側(図1の右側)に固定された第2ポールコア32bとにより構成されている。第1ポールコア32aは、円筒状の第1ボス部321aと、第1ディスク部322aと、第1爪状磁極部323aとからなる。第1ボス部321aは、界磁巻線33の径方向内側にて界磁束を軸方向に流す。第1ディスク部322aは、第1ボス部321aの軸方向前端部から周方向の所定ピッチで径方向外側へ突出して界磁束を径方向に流す。第1爪状磁極部323aは、各第1ディスク部322aの外周端部から第1ボス部321aの外周側へ界磁巻線33を囲むように軸方向に突出して固定子コア21と磁束の授受をする。

[0020] 第2ポールコア32bは、第1ポールコア32aと同一形状を有し、第2ボス部321bと、第2ディスク部322bと、第2爪状磁極部323bとからなる。第1及び第2ポールコア32a、32bは、軟磁性体からなる。

[0021] 第1ポールコア32aと第2ポールコア32bは、第1爪状磁極部323aと第2爪状磁極部323bを互い違いに向かい合わせるようにして、第1ポールコア32aの軸方向後端面と第2ポールコア32bの軸方向前端面とが接触した状態に組み付けられている。これにより、第1ポールコア32aの第1爪状磁極部323aと第2ポールコア32bの第2爪状磁極部323bとが周方向で交互に配置される。第1及び第2ポールコア32a、32bは、それぞれ8個の爪状磁極部323をもち、実施形態1では、16極(N極:8、S極:8)のランデル型回転子コアを形成している。

[0022] 界磁巻線33は、第1及び第2ボス部321a、321bの外周面に界磁コア32と電氣的に絶縁された状態で巻装されており、第1及び第2爪状磁

極部 3 2 3 a, 3 2 3 b に囲まれている。この界磁巻線 3 3 は、図示しない界磁電流制御回路から界磁電流 I_f が通電されることによってボス部 3 2 1 に起磁力を発生させる。これにより、第 1 及び第 2 ポールコア 3 2 a, 3 2 b の第 1 爪状磁極部 3 2 3 a と第 2 爪状磁極部 3 2 3 b にそれぞれ異なる極性の磁極が形成される。実施形態 1 の場合には、第 1 爪状磁極部 3 2 3 a が S 極に磁化され、第 2 爪状磁極部 3 2 3 b が N 極に磁化される。

[0023] この場合、界磁巻線 3 3 により界磁コア 3 2 のボス部 3 2 1 に発生した磁束は、例えば第 1 ポールコア 3 2 a の第 1 ボス部 3 2 1 a から第 1 ディスク部 3 2 2 a、第 1 爪状磁極部 3 2 3 a に流れた後、第 1 爪状磁極部 3 2 3 a から固定子コア 2 1 を経由して第 2 ポールコア 3 2 b の第 2 爪状磁極部 3 2 3 b に流れ、第 2 爪状磁極部 3 2 3 b から第 2 ディスク部 3 2 2 b、第 2 ボス部 3 2 1 b を経由して第 1 ボス部 3 2 1 a に戻る磁気回路を形成する。この磁気回路は、回転子 3 0 の逆起電力を生む磁気回路である。

[0024] そして、図 3 に示すように、周方向で交互に配置された第 1 爪状磁極部 3 2 3 a と第 2 爪状磁極部 3 2 3 b の間には、軸方向から傾斜した方向に延在する隙間が形成されており、各隙間には永久磁石 3 4 が 1 個ずつ配置されている。各永久磁石 3 4 は、直方体形状の外形を有し、磁化容易軸が周方向に向けられる。また、各永久磁石 3 4 は、周方向両側の端面（磁束流入出面）が第 1 及び第 2 爪状磁極部 3 2 3 a, 3 2 3 b の周方向側面にそれぞれ当接した状態で第 1 及び第 2 爪状磁極部 3 2 3 a, 3 2 3 b に保持されている。これにより、各永久磁石 3 4 は、その極性が界磁巻線 3 3 の励磁によって第 1 及び第 2 爪状磁極部 3 2 3 a, 3 2 3 b に交互に現れる極性と一致するように配置されている。

[0025] 筒状部材 3 5 は、図 2、図 4～図 7 に示すように、軸方向に積層されたリング状の複数の鋼板（軟磁性体）3 6 により円筒状に形成されており、界磁コア 3 2 の爪状磁極部 3 2 3 の外周面を覆うように接触して界磁コア 3 2 と同軸状に配置されている。この筒状部材 3 5 は、軸方向の幅が爪状磁極部 3 2 3 の軸方向長さと同じ程度にされている。よって、筒状部材 3 5 は、爪状

磁極部 3 2 3 の外周面の全域を覆う大きさに形成されている。

[0026] 筒状部材 3 5 は、図 7 に示すように、定常状態における内径 D_1 が爪状磁極部 3 2 3 の外径 D_2 よりも小さくされている。なお、実施形態 1 における定常状態とは、筒状部材 3 5 を界磁コア 3 2 の外周に装着する前の外力が掛かっていない状態を意味する。この筒状部材 3 5 は、爪状磁極部 3 2 3 の外周面に圧入により嵌合されており、爪状磁極部 3 2 3 の外周面に対して所定圧力が作用した状態で固定されている。これにより、図 9 に示すように、第 1 爪状磁極部 3 2 3 a が製造公差により内径側にずれて隙間 S が形成されていても、筒状部材 3 5 と第 1 爪状磁極部 3 2 3 a との機械的、電氣的結合がなされ、磁氣的結合の促進や振動力の低減が実現される。

[0027] なお、実施形態 1 のようなランデル型回転子では、図 10 に示すように、回転子 3 0 の回転時に発生する遠心力によって爪状磁極部 3 2 3 が変形する。また、爪状磁極部 3 2 3 の付け根から爪状磁極部 3 2 3 が延びているので、振動によっても類似したモードのビブリ振動が発生し、遠心力と振動の総力となって、爪状磁極部 3 2 3 の応力を増大させる。実施形態 1 の場合には、筒状部材 3 5 の内径面がばねのように爪状磁極部 3 2 3 を抑えるため、振動のダンパー効果が得られる。

[0028] 図 8 に示す変形例 1 のように、筒状部材 3 5 に内径側へ凸となる歪み部 3 5 A を形成しておけば、歪み部 3 5 A の押圧力が爪状磁極部 3 2 3 の外周面にばねのように作用するので、より良好なダンパー効果が得られる。

[0029] また、実施形態 1 の筒状部材 3 5 は、図 5 及び図 6 に示すように、爪状磁極部 3 2 3 の外周に装着されたときの軸長 L_1 が定常状態における軸長 L_2 よりも小さくされている。即ち、筒状部材 3 5 が爪状磁極部 3 2 3 の外周に装着されたときには、磁氣的に密な構造とするために、軸方向に隣接する鋼板 3 6 が密着していることが望ましい。また、筒状部材 3 5 は、筒状部材 3 5 の軸方向の振動を抑制するために、軸方向に隣接する少なくとも一部の鋼板 3 6 の間に隙間 G_1 を有するようにされている。

[0030] 筒状部材 3 5 を構成する鋼板 3 6 は、リング状の磁性体と、磁性体の表裏

両面を覆う電氣的絶縁層とからなる。よって、複数の鋼板 36 が積層される筒状部材 35 は、磁性体と電氣的絶縁層とが軸方向に交互に積層された構造を有する。これにより、筒状部材 35 での渦電流損を低減できる。

[0031] 磁性体は、炭素量が 0.4 ~ 1.05 % の磁性材料で形成されている。炭素を含む鉄は、簡潔にいうと、焼き入れや加工により硬化された後、焼き戻しの工程を経てマルテンサイト組織を形成し、高強度となる。このことは、常識的に広く知られている。この組織を用いることで構造材として理想的な態様にすることは、本開示において有効である。即ち、本開示において、マルテンサイト組織を十分に形成し得ない電磁軟鉄は、適した材料ではないといえる。

[0032] 実施形態 1 の鋼板 36 においては、マルテンサイト系ステンレスや、それと同等以上の強度をもつ炭素鋼群が適している。図 11 は、炭素量 0.4 % の鋼に関して焼き入れを行った後の焼き戻し温度と降伏点との関係を示す特性図である。図 11 より、炭素量が 0.4 % であるものは、温度 200℃ で応力が増加されることが確認できる。よって、炭素量が 0.4 % あれば効果が確認されているといえる。

[0033] また、図 12 は、焼き入れを行った後の焼き戻し温度と、棒材を梁として扱い、梁の長手方向と垂直に破断力を掛けた時の破断応力との関係を示す特性図である。この破断応力は、爪状磁極部 323 や永久磁石 34 の力を受けたときに、筒状部材 35 が破断するかどうかに近い応力の掛かり方である。これによると、一般的に磁性体として採用される S10C クラスの低炭素鋼とは離れた炭素量をもつ高炭素鋼は、200℃ 程度で最も優れた破断応力値をもつ。

[0034] また、破断力を伴うとなれば、炭素量 1.35 % 以下の範囲であると、実施形態 1 に係る回転電機の設置部位付近の 80 ~ 200℃ 程度の温度範囲は、焼き戻し温度として適している。また、炭素量 1.05 % 以下の範囲であると、実施形態 1 に係る回転電機の設置部位付近の 80 ~ 200℃ 程度の温度範囲は、焼き戻し温度として更に適している。このため、上記炭素量の範

囲内の部材は、遠心力や磁石、回転子の磁極部表面等の高エネルギー体の鉄損等による発熱により部分的に加熱され、動作中に焼き戻しがなされることで、理想的状態に自生される。

[0035] 上記より、炭素量0.4%~1.35%を含む鉄系材料が、筒状部材35の鋼板36に適しており、炭素量0.4%~1.05%を含む鉄系材料が、筒状部材35の鋼板36に更に適しているといえる。また、好ましくは、JIS記号でSK、SUP、SWRH、SWRS等に分類されるものであり、それぞれ炭素工具鋼、硬鋼線材、ピアノ線材、マルテンサイト系ステンレスと呼ばれるものが、筒状部材35の鋼板36に適している。

[0036] 以上のように構成された実施形態1の回転子30によれば、筒状部材35は、軸方向に積層された複数の鋼板36により構成され、定常状態における内径D1が爪状磁極部323の外径D2よりも小さくされている。そのため、爪状磁極部323の外周に筒状部材35を装着した際に、爪状磁極部323の外周面に筒状部材35の内周面が押圧しつつ密着した状態になり、爪状磁極部323と筒状部材35との間に隙間（エアギャップ）が形成されない。これにより、磁気抵抗の低減によるトルクの向上と、爪状磁極部323の振動による強度低下の回避を実現できる。

[0037] また、実施形態1では、筒状部材35は、爪状磁極部323の外周に装着されたときの軸長L1が定常状態における軸長L2よりも小さくされ、且つ軸方向に隣接する少なくとも一部の鋼板36の間に隙間G1を有する。この構成によれば、筒状部材35の装着時に、筒状部材35が磁気的に密な構造とすることができるとともに、筒状部材35の軸方向の振動を抑制することができる。

[0038] また、実施形態1では、筒状部材35を構成する鋼板36は、炭素量が0.4~1.05%の磁性材料で形成されている。そのため、車両の運転時と運転停止時とで温度変化の激しい環境で使用される回転電機において、車両の運転時の材料劣化と、車両の運転停止時の低温焼き戻しが繰り返される。これにより、鋼板36の材料組成が自動的に修復される。従って、熱劣化を

省いた高いレベルで製品の強度が確保される。

[0039] 〔実施形態 2〕

実施形態 2 に係る回転子 30 について図 13～図 18 を参照して説明する。実施形態 2 に係る回転子 30 は、基本的構成が実施形態 1 と同じであるが、筒状部材 37 の構成だけが実施形態 1 と異なる。以下、異なる点及び重要な点について説明する。なお、実施形態 1 と共通する要素については同じ符号を使用し、詳しい説明を省略する。

[0040] 実施形態 2 の筒状部材 37 は、螺旋状に巻き重ねて軸方向に積層された鋼線 38 により構成されている。この筒状部材 37 は、定常状態における内径 D_3 (図 14) が爪状磁極部 323 の外径 D_4 (図 13) よりも小さくされている。なお、実施形態 2 における定常状態とは、筒状部材 37 を界磁コア 32 の外周に装着する前の外力が掛かっていない状態を意味する。この筒状部材 37 は、爪状磁極部 323 の外周面に圧入により嵌合されており、爪状磁極部 323 の外周面に対して所定の圧力が作用した状態で固定されている。これにより、爪状磁極部 323 が製造公差により内径側にずれて隙間 S が形成されていても、筒状部材 37 と爪状磁極部 323 との機械的、電氣的結合がなされ、磁氣的結合の促進や振動力の低減が実現される (図 9 参照)。

[0041] また、筒状部材 37 は、図 14 及び図 15 に示すように、爪状磁極部 323 の外周に装着されたときの軸長 L_3 が筒状部材 37 の自然長 (筒状部材 37 を界磁コア 32 の外周に装着する前の外力が掛かっていない状態の筒状部材 37 の軸長) よりも小さくされている。これにより、筒状部材 37 が爪状磁極部 323 の外周に装着されたときには磁氣的に密な構造となる。また、筒状部材 37 は、筒状部材 37 の軸方向の振動を抑制するために、筒状部材 37 の軸方向に隣接する少なくとも一部の鋼線 38 の間に隙間 G_2 を有するようにされている。

[0042] 筒状部材 37 を構成する鋼線 38 は、円形断面の鋼線材と、鋼線材の外周面を覆う電氣的絶縁層とからなる。鋼線材は、上記実施形態 1 と同様に、炭素量が好ましくは 0.4～1.35%、更に好ましくは 0.4～1.05%

の磁性材料で形成されている。また、筒状部材 37 は、図 16 に示すように、爪状磁極部 323 の外周面と筒状部材 37 の内周面との間に塗布された樹脂接着剤 39 により、軸方向に隣接する鋼線 38 同士が内周側で連結固定されている。

[0043] 以上のように構成された実施形態 2 の回転子 30 によれば、筒状部材 37 は、螺旋状に巻き重ねて軸方向に積層された鋼線 38 により構成され、定常状態における内径 D3 が爪状磁極部 323 の外径 D4 よりも小さくされている。そのため、爪状磁極部 323 と筒状部材 37 との間に隙間（エアギャップ）が形成されない。したがって、実施形態 2 の回転子 30 によれば、磁気抵抗の低減によるトルクの向上と、爪状磁極部 323 の振動による強度低下の回避を実現できる等、実施形態 1 と同様の作用及び効果を奏する。

[0044] さらに、実施形態 2 では、筒状部材 37 は、樹脂接着剤 39 により、軸方向に隣接する鋼線 38 同士が内周側で連結固定されている。したがって、自重もしくは衝撃荷重の入力時、または焼き戻しによる組成変化時において、筒状部材 37 がバラバラになろうとする不具合の発生を防止できる。

[0045] [他の実施形態]

本発明は、上記の実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変更することが可能である。

[0046] 例えば、上記の実施形態 2 では、筒状部材 37 は、軸方向に隣接する鋼線 38 同士が内周側で連結固定されているが、図 17 に示す変形例 2 のように、筒状部材 37 の外周面に塗布された樹脂接着剤 39 などにより、軸方向に隣接する鋼線 38 同士を外周側で連結固定するようにしてもよい。また、実施形態 1 の筒状部材 35 に対しても、軸方向に隣接する鋼板 36 同士を、実施形態 2 のように、樹脂接着剤などにより、内周側または外周側で連結固定するようにしてもよい。

[0047] また、上記の実施形態 2 では、筒状部材 37 を構成する鋼線 38 が円形断面のものであるが、これに代えて、図 18 に示す変形例 3 のように、矩形断面の鋼線 38A を採用してもよい。

[0048] また、上記の実施形態では、本発明に係る回転子 30 を車両用交流発電機 1 に適用した例を説明したが、車両に搭載される回転電機としての電動機や、さらには発電機と電動機を選択的に使用し得る回転電機にも本発明を適用できる。

[0049] [本開示の態様]

本開示の第一の態様では、

筒状のボス部 (321)、前記ボス部の軸方向端部から周方向所定ピッチで径方向外側に突出する複数のディスク部 (322)、及び、各前記ディスク部の外周端部から前記ボス部の外周側へ軸方向に突出し、周方向交互に異なる極性に磁化される複数の爪状磁極部 (323) を有する界磁コア (32) と、

前記ボス部の外周側に巻装されて通電により起磁力を発生する界磁巻線 (33) と、

前記爪状磁極部の外周を覆うように配置された筒状部材 (35) と、を備えた回転電機の回転子 (30) において、

前記筒状部材は、軸方向に積層された複数の鋼の板 (36) により構成され、定常状態における内径 (D1) が前記爪状磁極部の外径 (D2) よりも小さくされている。

[0050] この構成によれば、筒状部材は、軸方向に積層された複数の鋼の板により構成され、定常状態における内径が爪状磁極部の外径よりも小さくされている。そのため、爪状磁極部の外周に筒状部材を装着した際に、爪状磁極部の外周面に筒状部材の内周面が押圧しつつ密着した状態になり、爪状磁極部と筒状部材との間に隙間 (エアギャップ) が形成されない。これにより、磁気抵抗の低減によるトルクの向上と、爪状磁極部の振動による強度低下の回避を実現することができる。

[0051] 本開示の第二の態様では、第一の態様において、前記筒状部材は、前記爪状磁極部の外周に装着されたときの軸長 (L1) が定常状態における軸長 (L2) よりも小さくされ、且つ軸方向に隣接する少なくとも一部の前記鋼の

板の間に隙間（G 1）を有する。この構成によれば、筒状部材の装着時に、筒状部材が磁氣的に密な構造とすることができる。また、筒状部材の軸方向の振動を抑制することができる。なお、鋼の板の間の隙間は、鋼の板の表面に設けられる絶縁皮膜の間の微小な隙間であっても、ある程度の振動抑制効果を得ることができる。また、筒状部材を爪状磁極部の外周に装着する際に、筒状部材を固定する部材を設けることなく、筒状部材と爪状磁極部の接触面の摩擦係数を高くすることによって、軸方向の位置固定をするようにしてもよい。この際、通例エアギャップとなる爪状磁極部の外周表面に形成される切削痕による凹凸を利用すると、自在に凹凸を形成することができるためなお良い。

[0052] 本開示の第三の態様では、

筒状のボス部（3 2 1）、前記ボス部の軸方向端部から周方向所定ピッチで径方向外側に突出する複数のディスク部（3 2 2）、及び、各前記ディスク部の外周端部から前記ボス部の外周側へ軸方向に突出し、周方向交互に異なる極性に磁化される複数の爪状磁極部（3 2 3）を有する界磁コア（3 2）と、

前記ボス部の外周側に巻装されて通電により起磁力を発生する界磁巻線（3 3）と、

前記爪状磁極部の外周を覆うように配置された筒状部材（3 7）と、を備えた回転電機の回転子（3 0）において、

前記筒状部材は、螺旋状に巻き重ねて軸方向に積層された鋼の線（3 8，3 8 A）により構成され、定常状態における内径（D 3）が前記爪状磁極部の外径（D 4）よりも小さくされている。

[0053] この構成によれば、筒状部材は、螺旋状に巻き重ねて軸方向に積層された鋼の線により構成され、定常状態における内径が前記爪状磁極部の外径よりも小さくされている。そのため、爪状磁極部の外周に筒状部材を装着した際に、爪状磁極部の外周面に筒状部材の内周面が押圧しつつ密着した状態になり、爪状磁極部と筒状部材との間に隙間（エアギャップ）が形成されない。

これにより、磁気抵抗の低減によるトルクの向上と、爪状磁極部の振動による強度低下の回避を実現することができる。また、筒状部材を装着する際に、筒状部材の径を拡げて爪状磁極部の外周に装着することができるので、筒状部材の取り付け作業が容易になる。

[0054] 本開示の第四の態様では、第三の態様において、前記筒状部材は、前記爪状磁極部の外周に装着されたときの軸長（ L_3 ）が前記筒状部材の自然長（ L_4 ）よりも小さくされ、且つ軸方向に隣接する少なくとも一部の前記鋼の線の上に隙間（ G_2 ）を有する。この構成によれば、筒状部材の軸方向の振動を抑制することができる。なお、筒状部材の爪状磁極部への装着については、上記第二の態様と同様である。

[0055] 本開示の第五の態様では、第一～第四の何れかの態様において、前記筒状部材を構成する磁性材料は、炭素量が0.4～1.05%のものである。本開示の回転子を搭載するモータなどの回転電機は、マイナスから100℃以上の温度変化の激しい環境で使用されるものである。そのため、本開示を採用することで、使用温度範囲内で発熱源である爪状磁極部の表面や、隣接する発熱源の永久磁石、また固定子からの熱を受ける筒状部材は、低温焼き戻しの効果が発揮され、組成を自動的に修復することができる。遠心力や温度変化による応力による歪みは、アイドルストップ始動の大電流により、大きな鉄損、銅損により熱せられ、筒状部材は特に高温にさらされる。通例、100～200℃を限界として設計される発熱源の発熱を受ける、熱容量が低くて薄い本発明の筒状部材は、それと同等となることが明白である。この条件と、車両放置時の冷却とを繰り返すことで、車両使用時の材料劣化と、車両非使用時の低温焼き戻しが繰り返され、材料組成が自動的に元に戻り、製品の強度が熱劣化を省いた高いレベルで確保される。

[0056] 本開示の第六の態様では、第一～第五の何れかの態様において、前記筒状部材は、軸方向に隣接する前記鋼同士が内周側で連結固定されている。この構成によれば、自重や衝撃荷重入力時、焼き戻しによる組成変化時において、筒状部材がバラバラになろうとする不具合の発生を防止することができる。

。このような示唆のない上記の特許文献 1, 2 では、特に材料選定を低温焼き戻しがなされる、炭素量 0.6% 以上の材料で作製してしまった場合、軸方向寸法が定まらない可能性がある。特許文献 1, 2 に示される材料の炭素量は、電磁氣的性質の内容示唆を考えると、炭素量 0.1% 以下であることが想定できる。なお、固定手段としては、例えば溶接や接着剤などを採用することができる。

[0057] 本開示の第七の態様では、第一～第五の何れかの態様において、前記筒状部材は、軸方向に隣接する前記鋼同士が外周側で連結固定されている。この構成によれば、筒状部材の外周面で接着剤などで固着させることにより、錆の発生を防止することができる。なお、固定手段としては、ワニスや接着剤などを採用することができる。また、熱すると接着される自己融着機能を有する材料でもよい。

[0058] なお、明細書、請求の範囲及び要約で記載された各部材や部位の後の括弧内の符号は、前述した実施形態に記載の具体的な部材や部位との対応関係を示すものであり、請求の範囲に記載された各請求項の構成に何ら影響を及ぼすものではない。

請求の範囲

[請求項1] 筒状のボス部（3 2 1）、前記ボス部の軸方向端部から周方向所定ピッチで径方向外側に突出する複数のディスク部（3 2 2）、及び、各前記ディスク部の外周端部から前記ボス部の外周側へ軸方向に突出し、周方向交互に異なる極性に磁化される複数の爪状磁極部（3 2 3）を有する界磁コア（3 2）と、

前記ボス部の外周側に巻装されて通電により起磁力を発生する界磁巻線（3 3）と、

前記爪状磁極部の外周を覆うように配置された筒状部材（3 5）と、を備えた回転電機（1）の回転子（3 0）において、

前記筒状部材は、軸方向に積層された複数の鋼の板（3 6）により構成され、定常状態における内径（D 1）が前記爪状磁極部の外径（D 2）よりも小さくされている回転電機の回転子。

[請求項2] 請求項 1 において、

前記筒状部材は、前記爪状磁極部の外周に装着されたときの軸長（L 1）が定常状態における軸長（L 2）よりも小さくされ、且つ軸方向に隣接する少なくとも一部の前記鋼の板の間に隙間（G 1）を有する回転電機の回転子。

[請求項3] 筒状のボス部（3 2 1）、前記ボス部の軸方向端部から周方向所定ピッチで径方向外側に突出する複数のディスク部（3 2 2）、及び、各前記ディスク部の外周端部から前記ボス部の外周側へ軸方向に突出し、周方向交互に異なる極性に磁化される複数の爪状磁極部（3 2 3）を有する界磁コア（3 2）と、

前記ボス部の外周側に巻装されて通電により起磁力を発生する界磁巻線（3 3）と、

前記爪状磁極部の外周を覆うように配置された筒状部材（3 7）と、を備えた回転電機の回転子（3 0）において、

前記筒状部材は、螺旋状に巻き重ねて軸方向に積層された鋼の線（

38, 38A)により構成され、定常状態における内径(D3)が前記爪状磁極部の外径(D4)よりも小さくされている回転電機の回転子。

[請求項4] 請求項3において、

前記筒状部材は、前記爪状磁極部の外周に装着されたときの軸長(L3)が前記筒状部材の自然長(L4)よりも小さくされ、且つ軸方向に隣接する少なくとも一部の前記鋼の線の間隙間に隙間(G2)を有する回転電機の回転子。

[請求項5] 請求項1～4の何れか一項において、

前記筒状部材を構成する磁性材料の炭素量が、0.4～1.05%である回転電機の回転子。

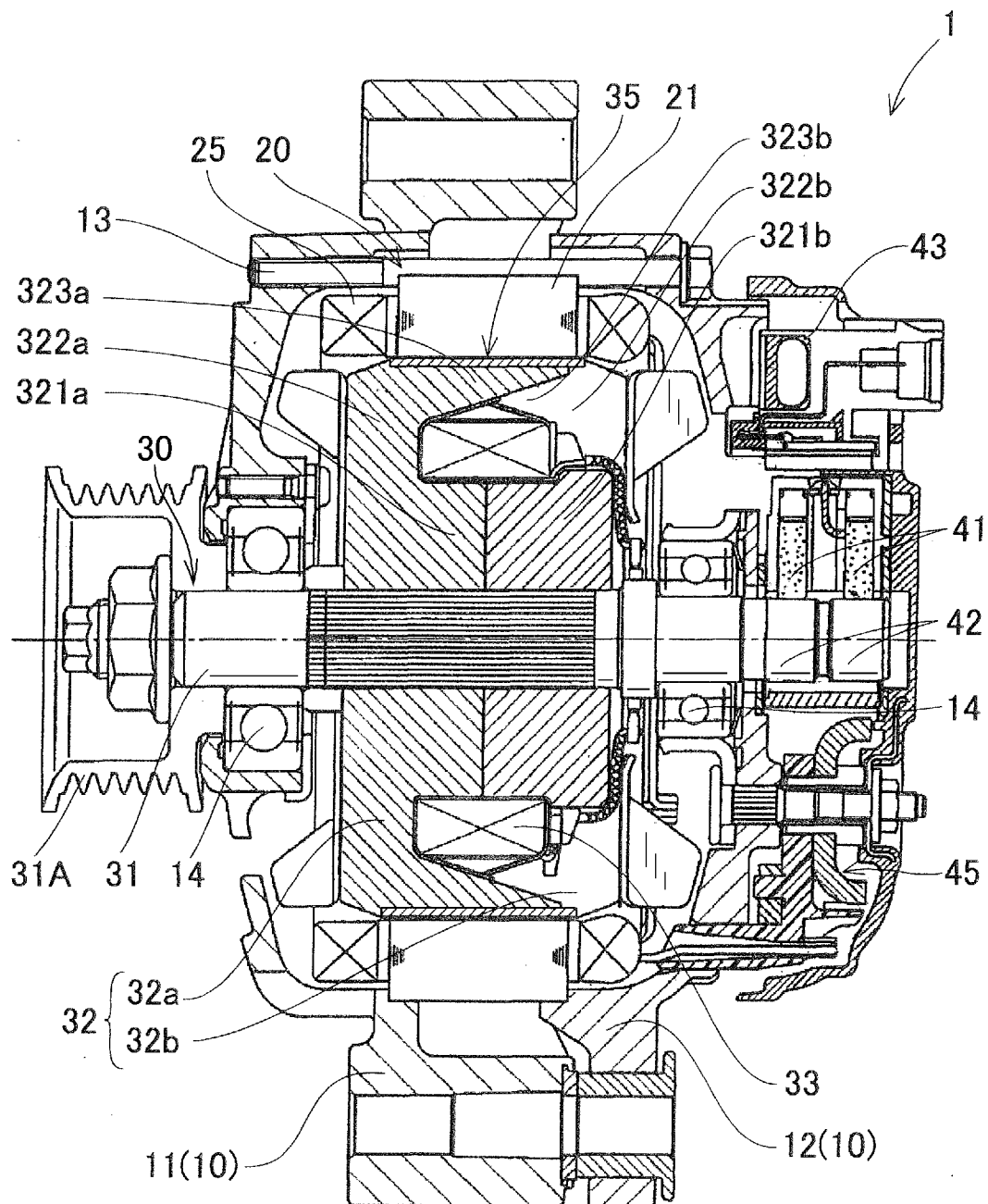
[請求項6] 請求項1～5の何れか一項において、

前記筒状部材は、軸方向に隣接する前記鋼同士が内周側で連結固定されている回転電機の回転子。

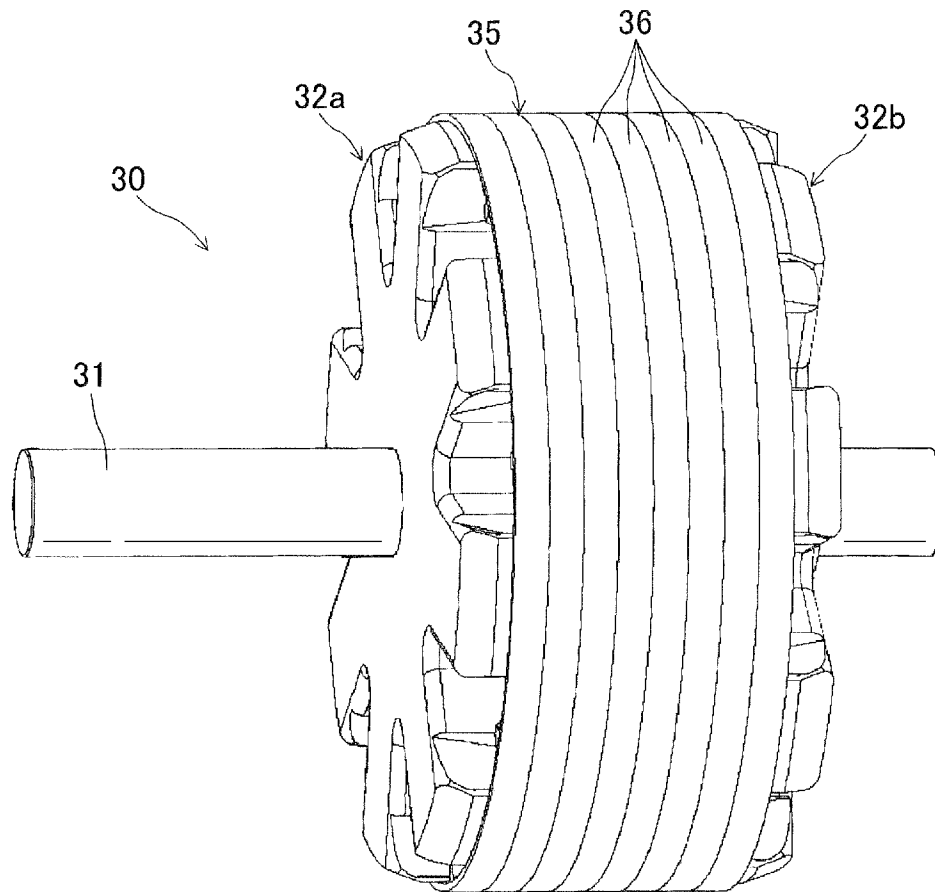
[請求項7] 請求項1～5の何れか一項において、

前記筒状部材は、軸方向に隣接する前記鋼同士が外周側で連結固定されている回転電機の回転子。

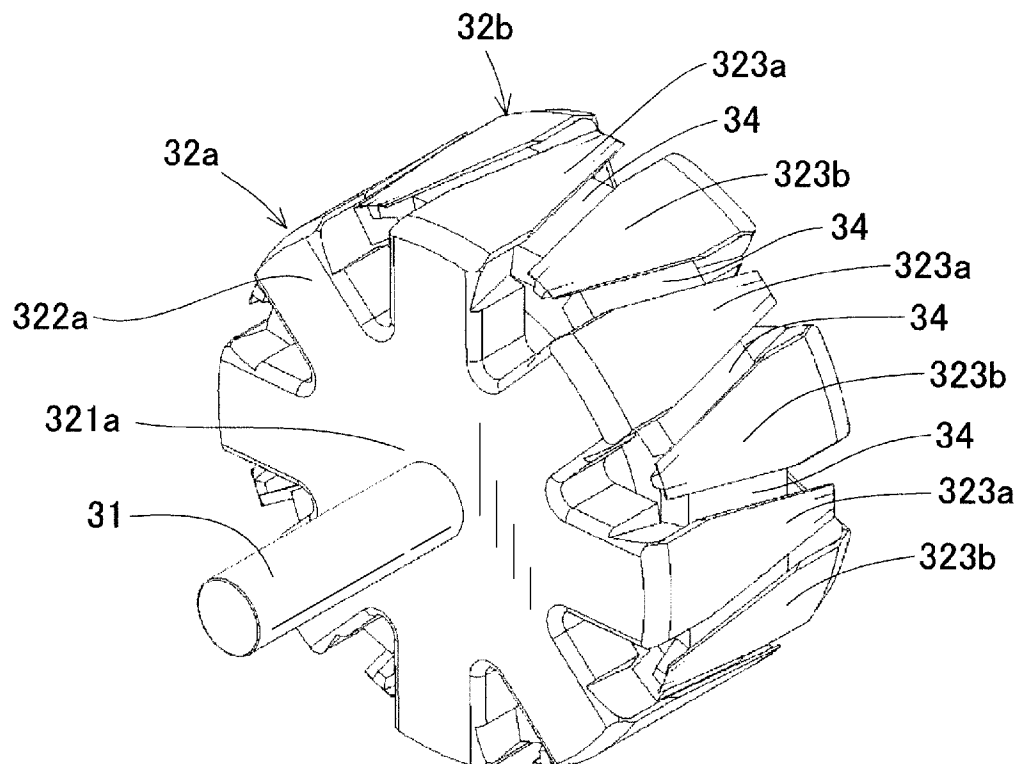
[図1]



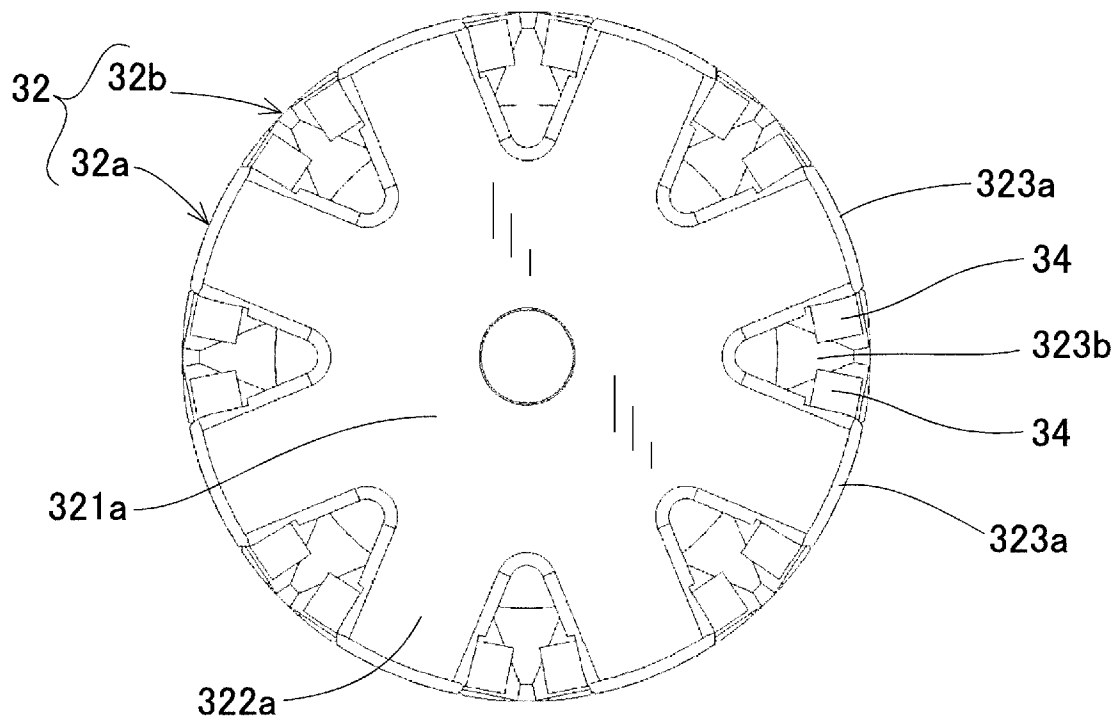
[図2]



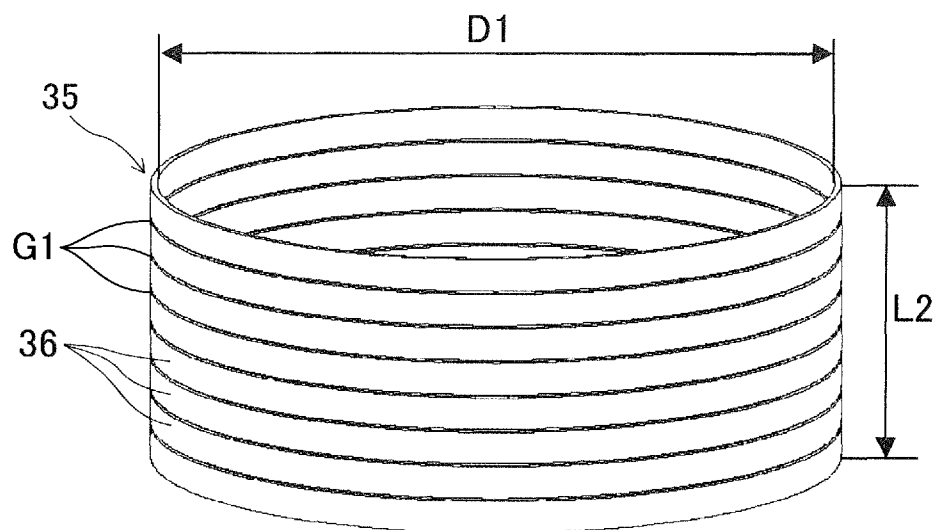
[図3]



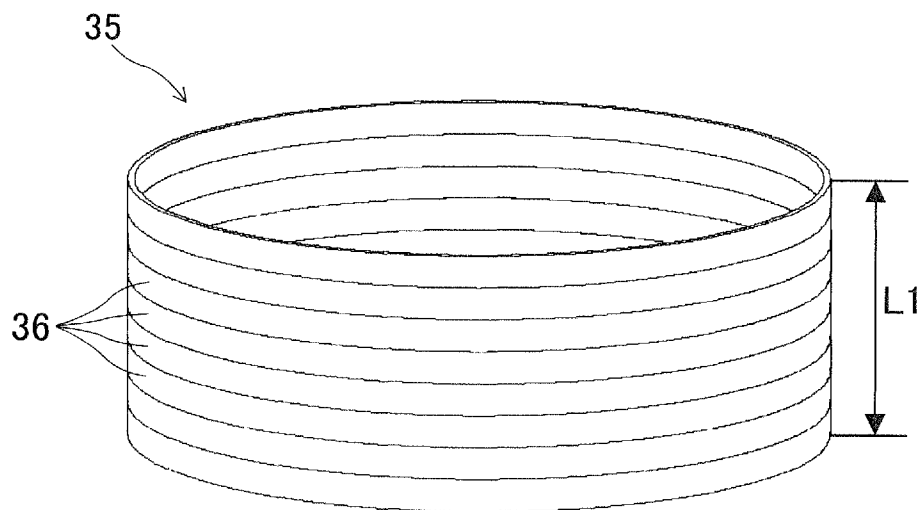
[図4]



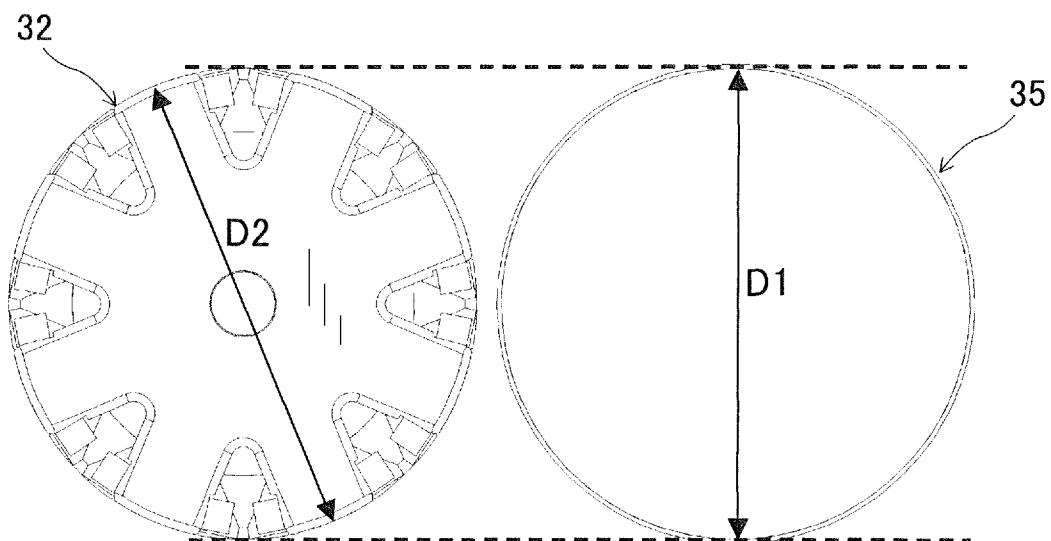
[図5]



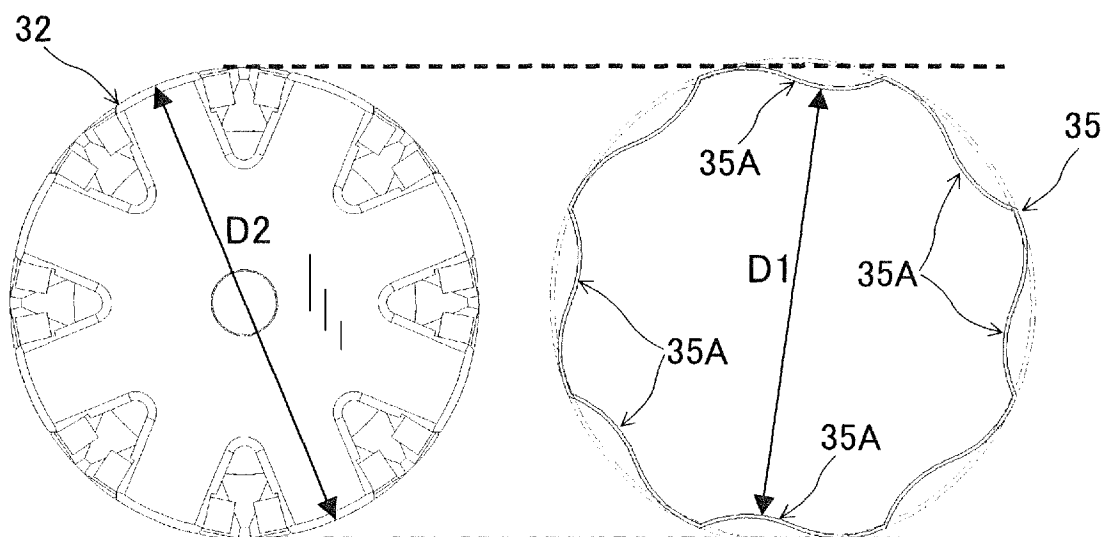
[図6]



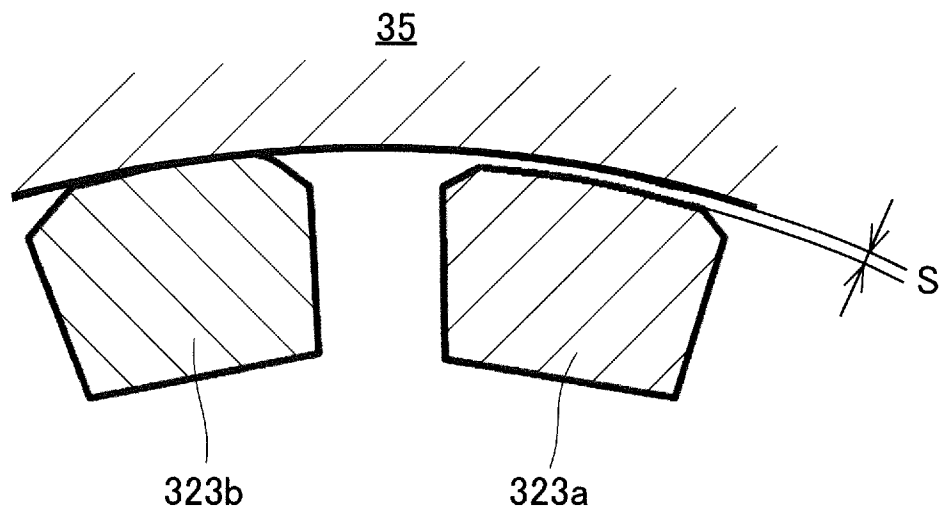
[図7]



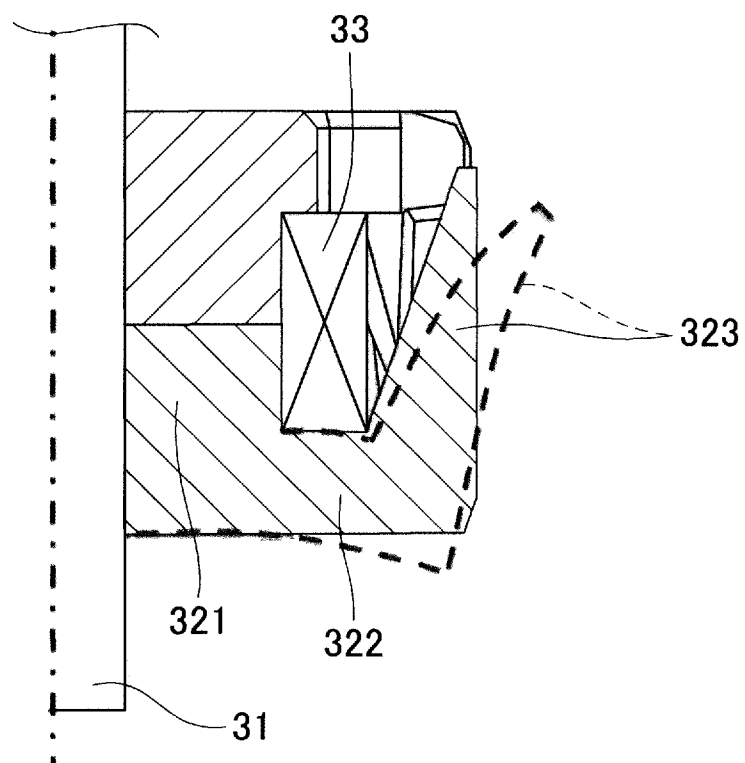
[図8]



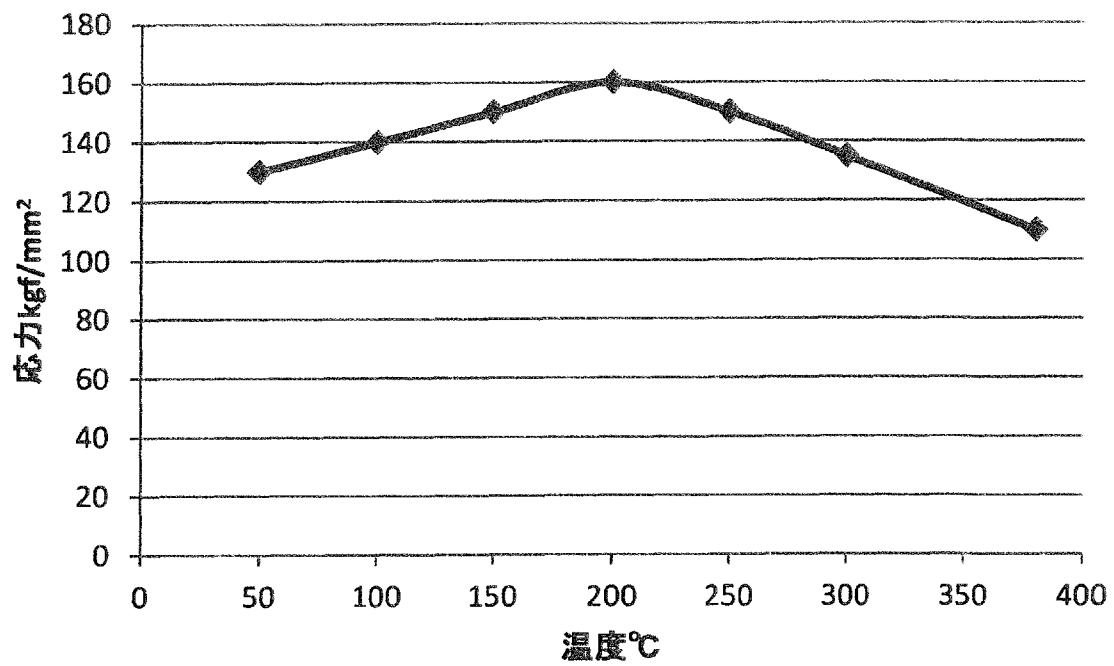
[図9]



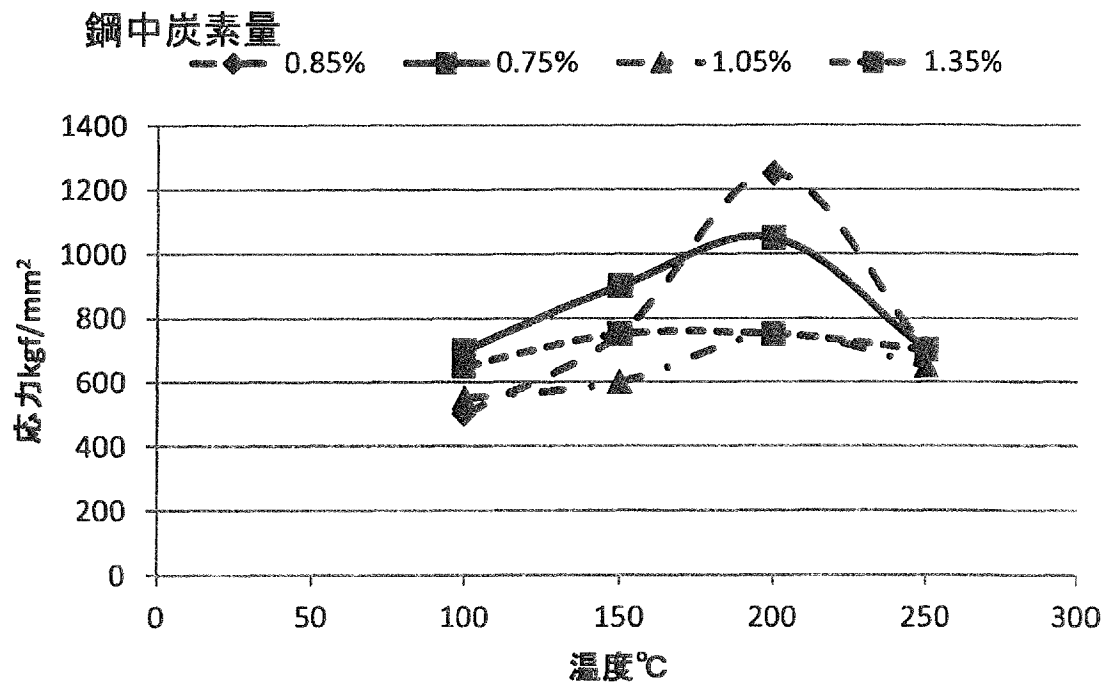
[図10]



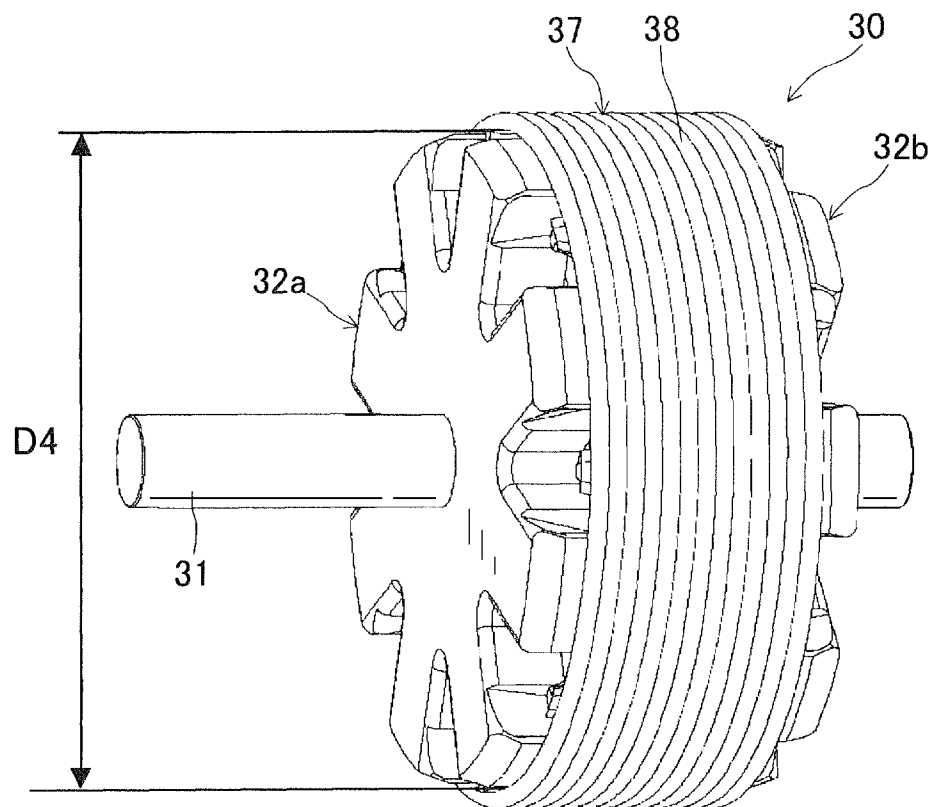
[図11]



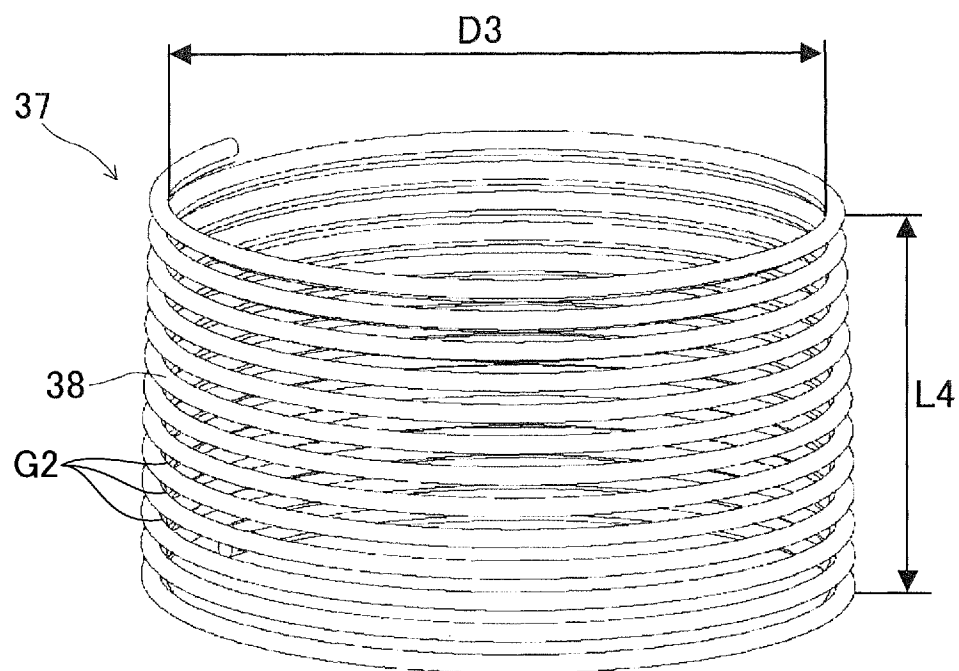
[図12]



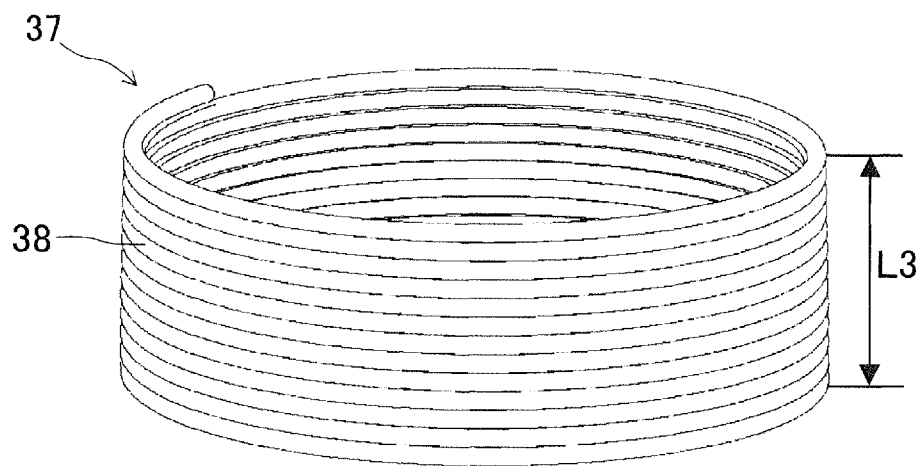
[図13]



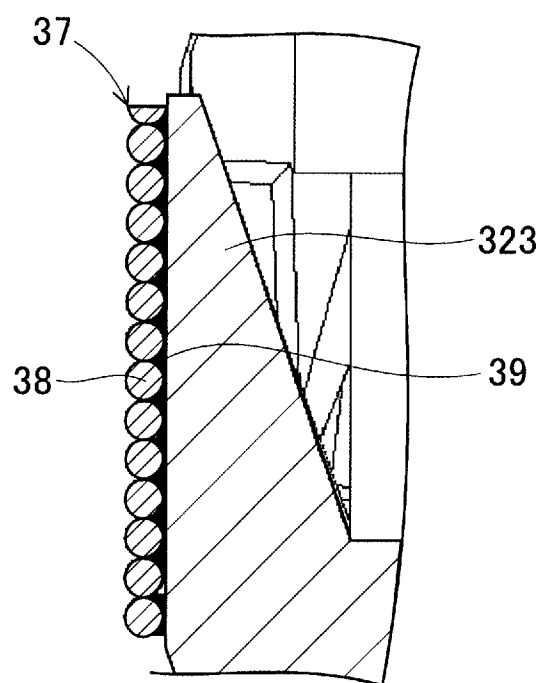
[図14]



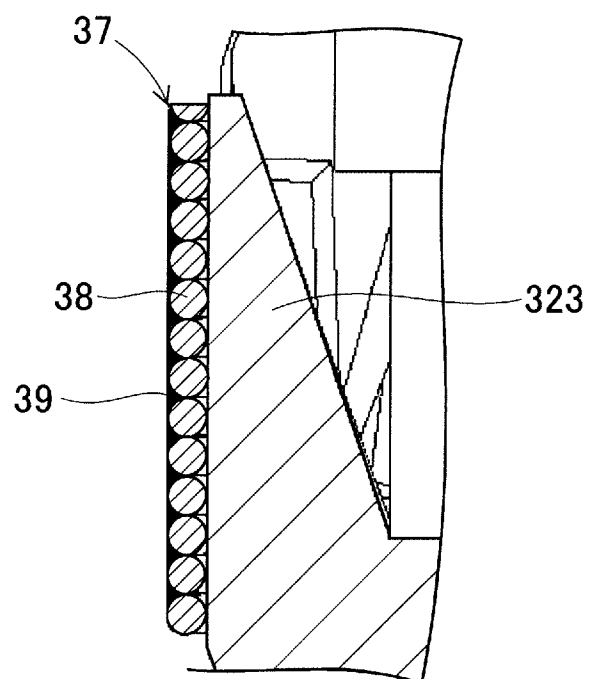
[図15]



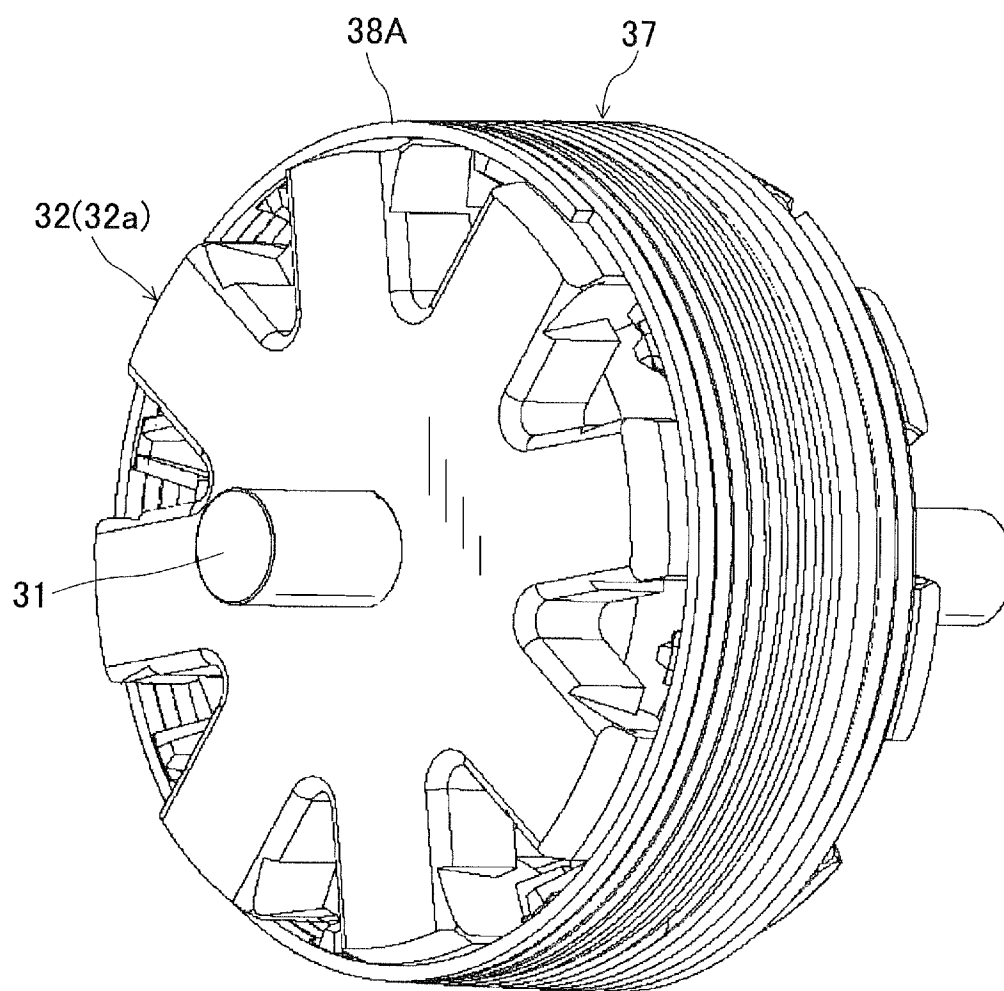
[図16]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/020446

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K1/24(2006.01)i, H02K19/22(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)

H02K1/24, H02K19/22

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	1996-2017
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.
X	JP 9-98556 A (Hitachi, Ltd.), 08 April 1997 (08.04.1997), paragraphs [0009] to [0045]; fig. 1 to 9 (Family: none)	1-7
A	JP 2009-148057 A (Denso Corp.), 02 July 2009 (02.07.2009), fig. 1 & US 2009/0152979 A1 fig. 1	1-7

☐ 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
21 August 2017 (21.08.17)

Date of mailing of the international search report
29 August 2017 (29.08.17)

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（IPC））

Int.Cl. H02K1/24(2006.01)i, H02K19/22(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. H02K1/24, H02K19/22

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	1971-2017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
X	JP 9-98556 A（株式会社日立製作所）1997.04.08, 段落 [0009]-[0045]、図 1-9（ファミリーなし）	1-7
A	JP 2009-148057 A（株式会社デンソー）2009.07.02, 図 1 & US 2009/0152979 A1, 図 1	1-7

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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

21.08.2017

国際調査報告の発送日

29.08.2017

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）

森山 拓哉

3 V

5 5 6 1

電話番号 03-3581-1101 内線 3357