

(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
2016 年 12 月 29 日(29.12.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/208351 A1

- (51) 国際特許分類:
H02K 1/20 (2006.01) *H02K 1/14* (2006.01)
B25F 5/00 (2006.01) *H02K 9/06* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/066412
- (22) 国際出願日: 2016 年 6 月 2 日(02.06.2016)
- (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 2015-129053 2015 年 6 月 26 日(26.06.2015) JP
- (71) 出願人: 日立工機株式会社 (HITACHI KOKI CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1086020 東京都港区港南二丁目 15 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 谷本 英之 (TANIMOTO, Hideyuki); 〒3128502 茨城県ひたちなか市武田 1 0 6 0 番地 日立工機株式会社内 Ibaraki (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, 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.

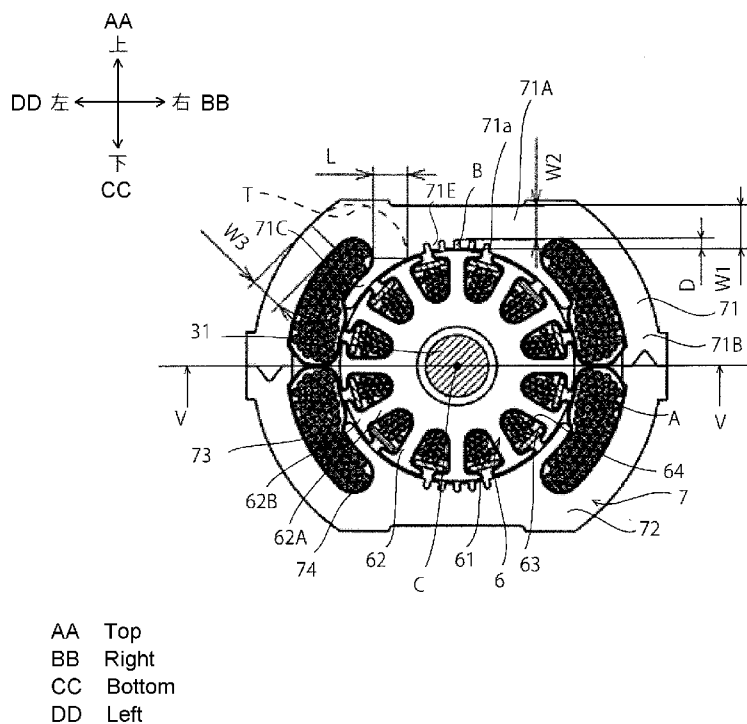
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: ELECTRIC TOOL

(54) 発明の名称: 電動工具



(57) Abstract: In order to provide an electric tool that has improved motor cooling efficiency, a universal motor 3 provided on a portable circular saw 1, which is the electric tool, comprises an output shaft 31, a cooling fan 32 that is affixed to the output shaft 31, an armature 6 that is affixed to the output shaft 31, and a stator 7 that is provided with a facing surface 71D that faces the armature 6 in the radial direction of the output shaft 31. The facing surface 71D is provided with a cooling groove 71a which is recessed in the radial direction of the output shaft 31, and which extends in the axial direction of the output shaft 31.

(57) 要約: モータの冷却効率を改善した電動工具の提供をするため、電動工具である携帯用丸のこ 1 に設けられたユニバーサルモータ 3 は、出力軸 31 と、出力軸 31 に固定される冷却ファン 32 と、出力軸 31 に固定されるアマチュア 6 と、アマチュア 6 と出力軸 31 の径方向に対向する対向面 71D を備えるステータ 7 と、有している。対向面 71D には、出力軸 31 の径方向に窪み、出力軸 31 の軸方向に沿って延びる冷却溝 71a が形成されている。

WO 2016/208351 A1

明 細 書

発明の名称 : 電動工具

技術分野

[0001] 本発明は、モータを備えた電動工具に関する。

背景技術

[0002] 特許文献 1 に示されるモータの回転子は、軸と、コイルと、コイルが収容される回転子鉄心板と、軸と回転子鉄心板との間に設けられた羽根と、を備えている。回転子鉄心には、ダクトピースが挿入されていて、放射方向に通風路が設けられている。冷却風は、羽根を通過してダクトピースの通風路を経由することにより回転子を冷却する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：実開昭62-115747号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 電動工具では、モータの高出力化に伴い回転子のコイルの発熱量が大きくなっていた。コイルの発熱を抑制するために大径のコイルを用いることが考えられるが、コイルの断面積の増加によって冷却風路が狭くなり冷却風量が不足していた。十分な冷却風路を確保しようとすると、モータの大型化、つまり電動工具の大型化に繋がっていた。

[0005] そこで、本発明の目的は、モータの冷却効率を改善した電動工具を提供することである。

課題を解決するための手段

[0006] 上記問題を解決するために、本発明は、出力軸と、前記出力軸に固定される冷却ファンと、前記出力軸に固定されるロータと、前記ロータと前記出力軸の径方向に対向する対向面を備えるステータと、を有するモータを備える電動工具であって、前記対向面には、前記径方向に窪み、前記出力軸の軸方向

に沿って延びる冷却溝が形成されていることを特徴とする電動工具を提供する。

[0007] このような構成によると、ステータの対向面に形成された冷却溝によって冷却風路の断面積が拡大される。これにより、冷却ファンの回転によってモータを流れる冷却風の風量が増え、効率的にモータを冷却することができる。

[0008] また、前記ロータは、前記出力軸に固定され、アマチュアコイルが巻回され前記出力軸の円周方向に並んで配置される複数のコイル巻回部を備えるアマチュアであり、前記複数のコイル巻回部の間には、前記出力軸の軸方向に沿って延びる冷却風路が規定され、前記冷却溝は、前記冷却風路と前記径方向に対向することが好ましい。

[0009] このような構成によると、ステータの対向面に形成された冷却溝とアマチュアの冷却風路とが対向することによって冷却風路の断面積が拡大される。これにより、冷却ファンの回転によりモータを流れる冷却風の風量が増え、効率的にモータを冷却することができる。

[0010] 本発明の別の観点によると、出力軸と、前記出力軸に固定される冷却ファンと、前記出力軸に固定され、アマチュアコイルが巻回され前記出力軸の円周方向に並んで配置される複数のコイル巻回部を備えるアマチュアと、前記アマチュアと前記出力軸の径方向に対向する対向面を備えるステータと、を有するモータを備える電動工具であって、前記複数のコイル巻回部の間には、前記出力軸の軸方向に沿って延びる冷却風路が規定され、前記対向面には、前記径方向に窪み、前記軸方向に沿って延び、前記冷却風路と前記径方向に対向する冷却溝が形成されていることを特徴とする電動工具を提供する。

[0011] このような構成によると、ステータの対向面に形成された冷却溝とアマチュアの冷却風路とが対向することによって冷却風路の断面積が拡大される。これにより、冷却ファンの回転によりモータを流れる冷却風の風量が増え、効率的にモータを冷却することができる。アマチュアコイルはモータのなかでも発熱量の多い部品であり、アマチュアコイルが巻回されるコイル巻回部の冷却風路を拡大できるため、モータを効率的に冷却することができる。

[0012] また、前記対向面には複数の前記冷却溝が形成され、常に前記複数の冷却溝のうちの少なくとも1つと前記冷却風路とが前記径方向に対向していることが好ましい。

[0013] このような構成によると、常に少なくとも1つの冷却風路と冷却溝とが対向しているため、冷却風路の断面積が常に拡大された状態となる。これにより、冷却ファンによってモータを流れる冷却風の風量が増え、効率的にモータを冷却することができる。

[0014] また、前記冷却溝は、前記円周方向に並んで複数形成され、前記冷却風路は、前記円周方向に並んで複数形成され、前記円周方向における両端の前記冷却溝が前記冷却風路に対向していることが好ましい。

[0015] このような構成によると、円周方向両端の冷却風路と冷却溝とが対向しているため、2つの冷却風路の断面積が拡大された状態となる。これにより、冷却ファンによってモータを流れる冷却風の風量が増え、効率的にモータを冷却することができる。

[0016] また、前記複数の冷却溝は、前記出力軸の軸方向から見て、前記出力軸に対して対称な位置に形成されていることが好ましい。

[0017] このような構成によると、冷却溝は出力軸に対して対称な位置に形成されているため、出力軸に対して対称な場所で冷却風路と冷却溝とが対向する。これにより、アマチュアを全体的に略均等に冷却し、効率的にモータを冷却することができる。

[0018] また、前記複数のコイル巻回部は、第1コイル巻回部と、前記第1コイル巻回部と前記円周方向に隣接し、前記回転中心に対して前記第1コイル巻回部となす角度が第1角度である第2コイル巻回部と、を有し、前記複数の冷却溝は、第1冷却溝と、前記第1冷却溝と前記円周方向に隣接し、前記出力軸の回転中心に対して前記第1冷却溝となす角度が第2角度である第2冷却溝と、を有し、前記第1角度を、前記第2角度で除した値が、2.7から7.1の範囲にあることが好ましい。

[0019] このような構成によると、第1角度を第2角度で除した値が2.7から7.

1の範囲にあるため、冷却溝がモータトルクに与える影響を最小限に抑えることができる。ステータに溝等の空間を形成すると、ステータからアマチュアに流れる磁束が低下してモータトルクが下がる。しかし、冷却溝とコイル巻回部とを本発明のように設定することによりモータトルクの低下を抑制することができる。

[0020] また、前記ステータは、第1分割片と、第2分割片と、を結合することにより構成され、第1分割片と第2分割片との接合面は、出力軸と平行に延びることが好ましい。

[0021] このような構成によると、ステータは第1分割片と第2分割片とを結合することにより構成されるため、モータを容易に組み立てることができる。特に、ステータがステータコイルを備えている場合には、モータの組立性向上により、大径のコイルを使用することができる。これにより、コイルの抵抗を抑え発熱を抑制することができる。

[0022] また、前記冷却溝は、前記軸方向の全幅に亘って前記対向面に形成されていることが好ましい。

[0023] このような構成によると、冷却溝は軸方向全幅に亘って対向面に形成されているため、ステータ全体を効率的に冷却することができる。これにより、モータを効率的に冷却することができる。

[0024] また、前記モータは、ユニバーサルモータであって、前記ステータは、ステータコイルと、前記冷却溝が形成された前記対向面を備える冷却溝部と、前記冷却溝部に接続され前記ステータコイルを前記径方向外方から覆うコイル保持部と、を備え、前記軸方向から見て、前記冷却溝の深さは、前記冷却溝部の前記径方向の厚みから前記深さを引いた厚みが前記コイル保持部の前記径方向の厚み以上になるように設定されることが好ましい。

[0025] このような構成によると、冷却溝の深さは冷却溝部の径方向の厚みから深さを引いた厚みがコイル保持部の径方向の厚み以上になるように設定されるため、冷却溝部の厚さをある程度確保することができる。これにより、ステータコイルで発生した磁束をステータからアマチュアにロス無く伝達すること

ができるため、冷却溝によるモータトルクへの影響を最小限に抑え、モータの冷却効率を改善しつつモータトルクを維持することができる。

[0026] また、前記モータは、ユニバーサルモータであって、前記ステータは、ステータコイルと、前記冷却溝が形成された前記対向面を備える冷却溝部と、前記冷却溝部に接続され前記ステータコイルを前記径方向外方から覆うコイル保持部と、を備え、前記コイル保持部の前記円周方向端部と前記冷却溝との水平距離は、前記コイル保持部の前記径方向の厚み以上であることが好ましい。

[0027] このような構成によると、ステータコイルの円周方向端部と冷却溝との円周方向における距離は、コイル保持部の厚み以上であるため、ステータコイルで発生した磁束をステータからアマチュアにロス無く伝達することができる。これにより、冷却溝によるモータトルクへの影響を最小限に抑え、モータの冷却効率を改善しつつモータトルクを維持することができる。

発明の効果

[0028] 本発明によれば、モータの冷却効率を改善した電動工具を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0029] [図1]本発明の実施の形態に係る携帯用丸のこの正面図。

[図2]本発明の実施の形態に係る携帯用丸のこのモータの正面図。

[図3]本発明の実施の形態に係るモータのステータとロータの斜視図。

[図4]本発明の実施の形態に係るモータの断面図。

[図5]本発明の実施の形態に係るモータの図4におけるV-Vに沿った断面図。

[図6]本発明の実施の形態に係るモータの磁束の流れを説明するための断面図。

[図7]本発明の実施の形態に係るモータのステータ及びロータの断面図。

[図8]本発明の実施の形態に係るモータのモータトルクと冷却溝との関係を示すグラフ。

[図9]本発明の実施の形態に係るモータの動作を説明するための断面図。

発明を実施するための形態

- [0030] 本発明の実施の形態による電動工具を、図1乃至図9に基づいて説明する。電動工具の一例である携帯用丸のこ1は、ハウジング2と、ハウジング2に收容されたユニバーサルモータ3と、切断刃4を着脱可能に備えた出力部5と、を備えている。携帯用丸のこ1は、ユニバーサルモータ3の駆動力が出力部5を介して切断刃4に伝達され、切断作業を行う。ユニバーサルモータ3は、モータの一例である。
- [0031] 図2に示すように、ユニバーサルモータ3は、出力軸31と、冷却ファン32と、アマチュア6と、ステータ7と、から主に構成されている。出力軸31が延びる方向を前後方向と定義し、アマチュア6に対して冷却ファン32が設けられている側を前、逆を後とする。図4における紙面上側を上、紙面下方を下と、紙面右方を右、紙面左方を左、と定義する。以下の説明において、単に軸方向、径方向、円周方向というときは、出力軸31に対する軸方向、径方向、円周方向とする。アマチュア6は、ロータの一例である。
- [0032] 出力軸31は回転中心Cを中心に回転し（図4）、その前部には出力部5と噛合するピニオンギヤ31Aが形成されている（図2）。ピニオンギヤ31Aとアマチュア6との間には、冷却ファン32が出力軸31に固定されている。出力軸31のピニオンギヤ31Aと冷却ファン32との間には、前側支持部31Bが規定され、出力軸31の後端部には後側支持部31Cが規定されている。図1に示すように、ユニバーサルモータ3の出力軸31は、前側支持部31Bがハウジング2に設けられた第1軸受21に支持され、後側支持部31Cがハウジング2に設けられた第2軸受22に支持されることによりハウジング2に回転可能に支承されている。
- [0033] アマチュア6は、図4に示すように、アマチュアコイル61と、ティース62と、絶縁フィルム63と、アマチュア絶縁シート64と、整流子65（図2）と、を備えている。アマチュア6本体は、電磁鋼板を積層することにより形成される。アマチュアコイル61は、アマチュア絶縁シート64を介し

てティース62に巻回されるとともに保持されている。ティース62は、円周方向全周に亘って等間隔に12個設けられている。ティース62は、径方向外方に延びる腕部62Aと、腕部62Aの端部から円周方向に延びる外郭部62Bと、から構成される。腕部62Aと外郭部62Bとに囲まれた空間にアマチュアコイル61が巻回される。複数のティース62のうちの一のティース62と、一のティース62と円周方向に隣接する他のティース62とは、円周方向に互いに離間している。詳細には、一のティース62の外郭部62Bの円周方向端部は、他のティース62の外郭部62Bの円周方向端部と離間しており、この隙間に風路Aが規定される。風路Aは、冷却風路の一例である。ティース62は、コイル巻回部の一例である。一のティース62は第1コイル巻回部の一例であり、他のティース62は第2コイル巻回部の一例である。

[0034] 風路Aは、各ティース62間に円周方向全周に亘って等間隔に12個形成される。外郭部62Bの円周方向の突出量は、アマチュアコイル61及び絶縁フィルム63をティース62に保持可能なように定められる。図3では、出力軸31、アマチュアコイル61、後述のステータコイル73の図示を省略している。アマチュア6の風路Aは、軸方向全幅に亘って形成されている。

[0035] 絶縁フィルム63は略矩形をなし、風路Aの径方向内方に位置している。絶縁フィルム63は、アマチュアコイル61の絶縁及びアマチュアコイル61の飛び出し防止の役割を果たす。風路Aは、絶縁フィルム63の径方向外表面と、外郭部62Bの径方向端部同士を結ぶ仮想線と、の間に規定されている。アマチュア絶縁シート64は、ティース62の外表面を覆うように設けられている。図2に示すように、整流子65は、出力軸31上であってアマチュア6の後方に位置している。

[0036] ステータ7は、いわゆる上下方向に分割される2つ割りタイプのステータであって、第1ステータ71と、第1ステータ71に結合される第2ステータ72と、を組み合わせることにより形成される。第1ステータ71及び第2ステータ72は、電磁鋼板を積層することにより構成される。ステータ7は

、ステータコイル73と、ステータ絶縁シート74と、を備えている。図3に示すように、第1ステータ71は、第2ステータ72と接触する接触面7Aを備えており、接触面7Aは出力軸31と平行に延びている。第1ステータ71は第1分割片の一例であり、第2ステータ72は第2分割片の一例である。接触面7Aは、接合面の一例である。

[0037] 第1ステータ71と第2ステータ72とは、略同一形状であるため、以下は第1ステータ71についてのみ説明し、第2ステータ72の説明を省略する。第1ステータ71は、冷却溝部71Aと、冷却溝部71Aから左右方向に延びる一对のコイル保持部71Bと、冷却溝部71Aから円周方向に延びる突出部71Cと、を備えている。図3に示すように、第1ステータ71は、アマチュア6と径方向に対向する対向面71Dが規定され、対向面71Dには冷却溝71aが形成されている。コイル保持部71Bと突出部71Cとの間には、コイル保持空間71bが形成されている。

[0038] 冷却溝部71Aには、円周方向に複数の冷却溝71aが形成されている。図4に示すように、冷却溝71aは、径方向外方に深さDだけ窪んでいて、出力軸31に直交する断面の形状が略U字状である。冷却溝71aは、U字の開口部分がアマチュア6と径方向において対向している。冷却溝71aは、円周方向に等間隔に5つ形成され、風路Bとして機能する。円周方向中央に位置する冷却溝71aは、第1ステータ71の左右方向の略中央に位置している。換言すると、円周方向中央に位置する冷却溝71aは、対向面71Dの円周方向略中央に位置している。冷却溝部71Aは、出力軸31の軸方向から見て、径方向に厚みW1を備えており、厚みW1から深さDを引いたものが厚みW2となる。一の冷却溝71aと、一の冷却溝71aに隣接する他の冷却溝71aとの間には、ステータ7の磁束をアマチュア6に伝達する磁束伝達部71Eが設けられている。本実施の形態では、4つの磁束伝達部71Eが設けられている。冷却溝71aと第2ステータ72に形成された冷却溝とは、出力軸31の回転中心Cに対して対称である。一の冷却溝71aは第1冷却溝の一例であり、他の冷却溝71aは第2冷却溝の一例である。

- [0039] コイル保持部 7 1 B は、ステータコイル 7 3 を径方向外方から覆うように冷却溝部 7 1 A から円弧状に円周方向に延びている。図 3 に示すように、コイル保持部 7 1 B の先端部に接触面 7 A が規定される。一对のコイル保持部 7 1 B の接触面 7 A のうち、一方の接触面 7 A は略 V 字状に窪んでいて、他方の接触面 7 A は略 V 字状に突出している。図 4 に示すように、コイル保持部 7 1 B は、径方向に厚み W 3 を有する。
- [0040] コイル保持空間 7 1 b には、ステータ絶縁シート 7 4 を介してステータコイル 7 3 が保持されている。コイル保持空間 7 1 b の左右方向内方の端部と対向面 7 1 D とは、水平距離 L だけ離間している。換言すると、ステータコイル 7 3 の左右方向内方の端部と対向面 7 1 D とは、水平距離 L だけ離間している。
- [0041] 突出部 7 1 C は、コイル保持部 7 1 B の曲率と略同一の曲率を有し、冷却溝部 7 1 A の径方向内側端部から円周方向に延びている。突出部 7 1 C の内周面は、冷却溝部 7 1 A の内周面とともに対向面 7 1 D の一部を形成する。突出部 7 1 C の径方向の厚みは、冷却溝部 7 1 A の厚み W 1 及びコイル保持部 7 1 B の厚み W 3 よりも薄い。突出部 7 1 C の円周方向における冷却溝部 7 1 A からの突出量は、コイル保持部 7 1 B の円周方向における冷却溝部 7 1 A からの突出量よりも小さい。ステータコイル 7 3 は、コイル保持部 7 1 B と突出部 7 1 C とによって挟持されることによりコイル保持空間 7 1 b に保持される。
- [0042] 図 5 に示すように、ステータコイル 7 3 は底面視略中空矩形を成し、コイル保持部 7 1 B を貫通してステータ 7 の前方及び後方で U ターンするように形成されている。
- [0043] 次に、ユニバーサルモータ 3 に流れる磁束の流れについて、図 6 に基づいて説明する。ステータコイル 7 3 によって発生した磁束は、図 6 の矢印に示す方向に流れる。磁束の流れを、上から下に向けて詳細に説明する。冷却溝部 7 1 A の左右方向内方に向かって流れる磁束 F 1 は、磁束伝達部 7 1 E を通過してアマチュア 6 に流れる（磁束 F 2）。磁束 F 1 の一部は、突出部 7 1

Cに沿って流れ（磁束F 3）、アマチュア6に流れる（磁束F 4）。磁束F 2及び磁束F 4は、ティース6 2に沿って径方向内方に流れ、出力軸3 1の周囲を周回する（磁束F 5）。その後、第2ステータ7 2においても、第1ステータ7 1と略同一の経路をたどり、磁束F 6は、コイル保持部7 1 Bを流れて再び冷却溝部7 1 Aに戻る。

[0044] 次に、冷却溝7 1 aの形状及び形成される位置について、図4乃至図8に基づいて詳細に説明する。図4及び図6に示すように、冷却溝7 1 aの深さDは、厚みW 2がコイル保持部7 1 Bの厚みW 3以上になるように設定される。これは、コイル保持部7 1 Bを周回した磁束F 6を、冷却溝部7 1 Aにおいてロス無くアマチュア6に伝達させるためである。仮に、厚みW 2が厚みW 3よりも小さい場合、つまり、深さDが深い場合には、冷却溝7 1 aが抵抗となって磁束F 1が左右方向に流れにくくなってしまう。しかし、本実施の形態のように深さDを設定することで、冷却溝7 1 aを形成してもアマチュア6に流れる磁束を十分に確保することができる。

[0045] 水平距離Lは、コイル保持部7 1 Bの厚みW 3よりも大きくなるように設定される。換言すると、冷却溝7 1 aの形成される位置は、対向面7 1 Dにおいて、コイル保持空間7 1 bから水平距離Lだけ離れた部分よりも左右方向内側である。これは、コイル保持部7 1 Bを周回した磁束F 6のうち、突出部7 1 Cに流れる磁束F 3をロス無くアマチュア6に伝達させるためである。図4における点線Tは、コイル保持空間7 1 bの形状に沿った厚みW 3を示している。仮に、冷却溝7 1 aが水平距離Lよりも左右方向外方に形成されていると、冷却溝7 1 aが抵抗となって磁束F 3が流れにくくなってしまう。しかし、本実施の形態のように冷却溝7 1 aの位置を設定することで、複数の冷却溝7 1 aを形成してもアマチュア6に流れる磁束を十分に確保することができる。

[0046] 図7（b）に示すように、一のティース6 2と他のティース6 2との回転中心Cに対してなす角を第1角度R aとする。図7（a）に示すように、一の冷却溝7 1 aと他の冷却溝7 1 aとの回転中心Cに対してなす角を第2角度

R_b とする。図8は、第1角度 R_a を第2角度 R_b で除した値を横軸とし、モータトルクを縦軸としたグラフである。ユニバーサルモータ3の運転電流を4[A]としたとき、冷却溝71aが形成されていない場合のモータトルクは、0.32[N・m]である。携帯用丸のこ1において、十分なトルクを確保するためにはモータトルクが0.3[N・m]以上であることが望ましい。従って、本実施の形態では、 R_a/R_b は2.7~7.1の範囲内に収まるように磁束伝達部71Eの円周方向の長さ及び風路Bの円周方向距離が設定される。特に、 R_a/R_b は4.0~4.5の間が望ましい。このとき、モータトルクは0.32[N・m]に最も近づく。「2.7~7.1の範囲内に収まる」とは、 R_a/R_b が2.7である場合及び7.1である場合を含む。これにより、冷却溝71aが形成されていない場合と略同一のモータトルクを得ることができる。

[0047] 次に、携帯用丸のこ1の動作について説明する。携帯用丸のこ1が動作すると、ユニバーサルモータ3の出力軸31が回転し、冷却ファン32が駆動する。これにより、ハウジング2の図示せぬ吸気口から取込まれた冷却風が図2の矢印に沿ってユニバーサルモータ3内を流れる。

[0048] アマチュア6とステータ7との位置関係と冷却風の流れを、図9に基づいて詳細に説明する。図9(a)に示す状態では、第1ステータ71において、円周方向両端の冷却溝71aと風路Aとが対向している。第1ステータ71では、2か所で風路Aと風路Bとが径方向に対向し、第2ステータ72においても同様に2か所で冷却風路が拡大している。ユニバーサルモータ3全体では、冷却溝71aと冷却風路が径方向に対向することで4カ所の冷却風路が拡径されている。

[0049] 図9(a)に示す状態からアマチュア6が反時計回りに僅かに回転して図9(b)に示す状態になると、冷却風路が拡大される部分はユニバーサルモータ3全体で2か所となる。図9(b)に示す状態からアマチュア6が反時計回りに僅かに回転して図9(c)に示す状態になると、冷却風路が拡大される部分はユニバーサルモータ3全体で2か所となる。図9(c)に示す状態

からアマチュア6が反時計回りに僅かに回転して図9（d）に示す状態になると、冷却風路が拡大される部分はユニバーサルモータ3全体で2か所となる。このように、ユニバーサルモータ3では、常に少なくとも1つの風路Aが風路Bと対向することによりユニバーサルモータ3の冷却風路が拡大される。これにより、冷却風路の断面積が増加してより多くの冷却風を流すことができるため、冷却効率が改善される。

[0050] このような構成によると、ステータ7の対向面71Dに形成された冷却溝71a（風路B）とアマチュア6の風路Aとが対向することによって風路Aの断面積が拡大される。これにより、冷却ファン32によってユニバーサルモータ3を流れる冷却風の風量が増え、効率的にユニバーサルモータ3を冷却することができる。アマチュアコイル61はユニバーサルモータ3のなかでも発熱量の多い部品であり、アマチュアコイル61が巻回されるティース62間の風路Aを拡大できるため、ユニバーサルモータ3を効率的に冷却することができる。

[0051] このような構成によると、常に少なくとも1つの風路Aと冷却溝71a（風路B）とが対向しているため、風路Aの断面積が常に拡大された状態となる。これにより、冷却ファン32によってユニバーサルモータ3を流れる冷却風の風量が増え、効率的にユニバーサルモータ3を冷却することができる。

[0052] このような構成によると、円周方向両端の風路Aと冷却溝71a（風路B）とが対向しているため、2つの冷却風路Aの断面積が拡大された状態となる。これにより、冷却ファン32によってユニバーサルモータ3を流れる冷却風の風量が増え、効率的にユニバーサルモータ3を冷却することができる。

[0053] このような構成によると、冷却溝71aは出力軸31の回転中心Cに対して対称な位置に形成されているため、出力軸31に対して対称な場所で風路Aと冷却溝71a（風路B）とが対向する。これにより、アマチュア6全体的に略均等に冷却し、効率的にユニバーサルモータ3を冷却することができる。

[0054] このような構成によると、第1角度 R_a を第2角度 R_b で除した値が2.7

から7. 1の範囲にあるため、冷却溝7 1 aがモータトルクに与える影響を最小限に抑えることができる。ステータ7に溝等の空間を形成すると、ステータ7からアマチュア6に流れる磁束が低下してモータトルクが下がる。しかし、冷却溝7 1 aとティース6 2とを本発明のように設定するとモータトルクの低下を抑制することができる。

[0055] このような構成によると、ステータ7は第1ステータ7 1と第2ステータ7 2とを結合することにより構成されるため、ユニバーサルモータ3を容易に組み立てることができる。ステータ7のステータコイル7 3の組立性向上により、大径のコイルを使用することができる。これにより、コイルの抵抗を抑え発熱を抑制することができる。

[0056] このような構成によると、冷却溝7 1 aは軸方向全幅に亘って対向面7 1 Dに形成されているため、ステータ7全体を効率的に冷却することができる。これにより、効率的にユニバーサルモータ3を冷却することができる。

[0057] このような構成によると、冷却溝7 1 aの深さは冷却溝部7 1 Aの径方向の厚みから深さを引いた厚みがコイル保持部7 1 Bの径方向の厚み以上になるように設定されるため、ステータコイル7 3で発生した磁束をステータ7からアマチュア6にロス無く伝達することができる。これにより、冷却溝7 1 aによるモータトルクへの影響を最小限に抑え、ユニバーサルモータ3の冷却効率を改善しつつモータトルクを維持することができる。

[0058] このような構成によると、ステータコイル7 3の円周方向端部と冷却溝7 1 aとの円周方向における水平距離Lは、コイル保持部7 1 Bの厚み以上であるため、ステータコイル7 3で発生した磁束をステータ7からアマチュア6にロス無く伝達することができる。これにより、冷却溝7 1 aによるモータトルクへの影響を最小限に抑え、ユニバーサルモータ3の冷却効率を改善しつつモータトルクを維持することができる。

[0059] 本発明による電動工具は、上述した実施の形態に限定されず、たとえば特許請求の範囲に記載された発明の要旨の範囲内で種々の変更が可能である。

[0060] 上述の実施の形態では、第1ステータ7 1及び第2ステータ7 2に冷却溝7

1 a が形成されていたが、第 1 ステータ及び第 2 ステータの少なくとも一方に形成されていればよい。冷却溝 7 1 a の数は、6 個以上であっても良く、5 個未満でも良い。冷却溝 7 1 a の形状は、出力軸の軸方向から見て、略コ字状、略 V 字状であっても良い。

[0061] 上述の実施の形態では、モータとしてユニバーサルモータ 3 を用いたが、ブラシ付き DC モータ、ブラシレスモータであってもよい。

[0062] 上述の実施の形態では、電動工具として携帯用丸のこ 1 を用いたが、これに限定されない。電動工具として、グラインダ、ハンマドリル、インパクトドライバ、ドライバドリル、セイバーソー等を用いてもよい。

符号の説明

[0063] 1 …携帯用丸のこ、2 …ハウジング、3 …ユニバーサルモータ、6 …アマチュア、7 …ステータ、3 1 …出力軸、3 2 …冷却ファン、6 1 …アマチュアコイル、6 2 …ティース、7 1 …第 1 ステータ、7 1 A …冷却溝部、7 1 B …コイル保持部、7 1 a …冷却溝、7 2 …第 2 ステータ、7 3 …ステータコイル、A …風路、B …風路、R a …第 1 角度、R b …第 2 角度、L …水平距離、W 1 …厚み、W 2 …厚み、W 3 …厚み、D …深さ

請求の範囲

- [請求項1] 出力軸と、
前記出力軸に固定される冷却ファンと、
前記出力軸に固定されるロータと、
前記ロータと前記出力軸の径方向に対向する対向面を備えるステータと、
を有するモータを備える電動工具であって、
前記対向面には、前記径方向に窪み、前記出力軸の軸方向に沿って延びる冷却溝が形成されていることを特徴とする電動工具。
- [請求項2] 前記ロータは、アマチュアコイルが巻回され前記出力軸の円周方向に並んで配置される複数のコイル巻回部を備えるアマチュアであり、
前記複数のコイル巻回部の間には、前記出力軸の軸方向に沿って延びる冷却風路が規定され、
前記冷却溝は、前記冷却風路と前記径方向に対向することを特徴とする請求項1に記載の電動工具。
- [請求項3] 出力軸と、
前記出力軸に固定される冷却ファンと、
前記出力軸に固定され、アマチュアコイルが巻回され前記出力軸の円周方向に並んで配置される複数のコイル巻回部を備えるアマチュアと
前記アマチュアと前記出力軸の径方向に対向する対向面を備えるステータと、
を有するモータを備える電動工具であって、
前記複数のコイル巻回部の間には、前記出力軸の軸方向に沿って延びる冷却風路が規定され、
前記対向面には、前記径方向に窪み、前記軸方向に沿って延び、前記冷却風路と前記径方向に対向する冷却溝が形成されていることを特徴とする電動工具。
- [請求項4] 前記対向面には複数の前記冷却溝が形成され、

常に前記複数の冷却溝のうちの少なくとも1つと前記冷却風路とが前記径方向に対向していることを特徴とする請求項2または3に記載の電動工具。

[請求項5] 前記冷却溝は、前記円周方向に並んで複数形成され、
前記冷却風路は、前記円周方向に並んで複数形成され、
前記円周方向における両端の前記冷却溝が前記冷却風路に対向していることを特徴とする請求項2または3に記載の電動工具。

[請求項6] 前記複数の冷却溝は、前記出力軸の軸方向から見て、前記出力軸に対して対称な位置に形成されていることを特徴とする請求項4または5に記載の電動工具。

[請求項7] 前記複数のコイル巻回部は、第1コイル巻回部と、前記第1コイル巻回部と前記円周方向に隣接し、前記出力軸の回転中心に対して前記第1コイル巻回部となす角度が第1角度である第2コイル巻回部と、を有し、
前記複数の冷却溝は、第1冷却溝と、前記第1冷却溝と前記円周方向に隣接し、前記回転中心に対して前記第1冷却溝となす角度が第2角度である第2冷却溝と、を有し、
前記第1角度を、前記第2角度で除した値が、2.7から7.1の範囲にあることを特徴とする請求項4から6のいずれか1項に記載の電動工具。

[請求項8] 前記ステータは、第1分割片と、第2分割片と、を結合することにより構成され、
第1分割片と第2分割片との接合面は、前記出力軸と平行に延びることを特徴とする請求項1から7のいずれか1項に記載の電動工具。

[請求項9] 前記冷却溝は、前記軸方向の全幅に亘って前記対向面に形成されていることを特徴とする請求項1から8のいずれか1項に記載の電動工具。

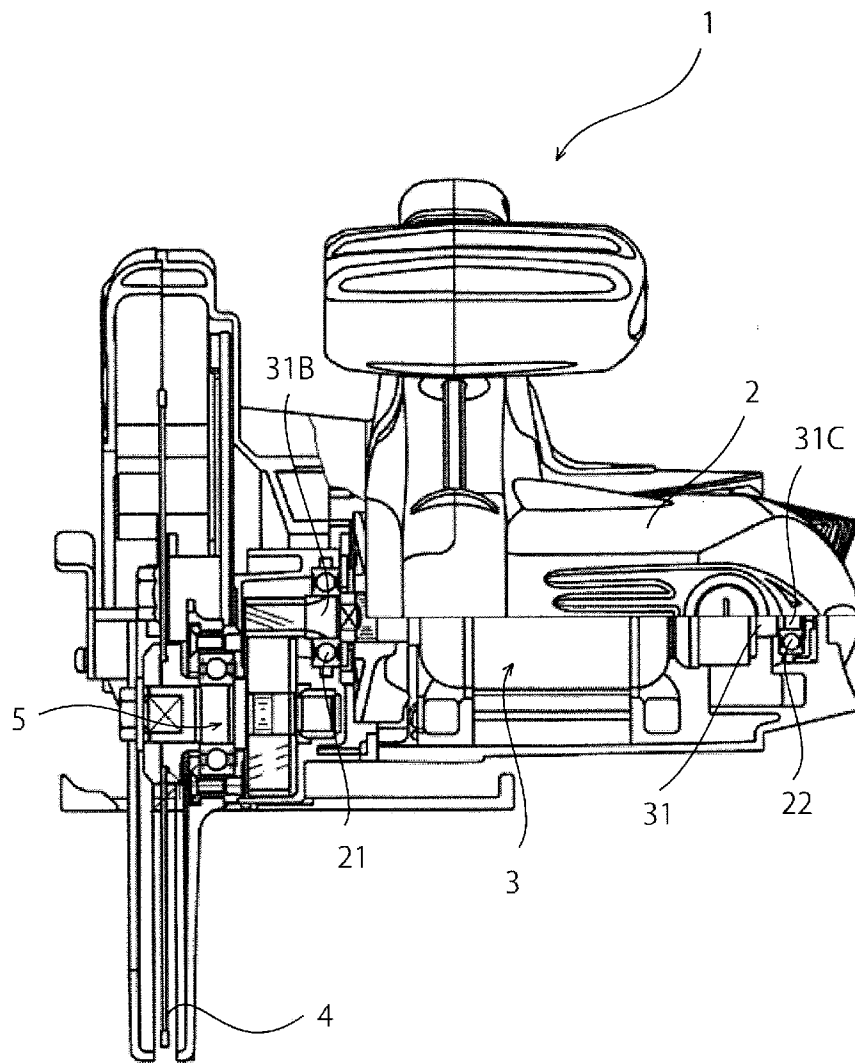
[請求項10] 前記モータは、ユニバーサルモータであって、

前記ステータは、ステータコイルと、前記冷却溝が形成された前記対向面を備える冷却溝部と、前記冷却溝部に接続され前記ステータコイルを前記径方向外方から覆うコイル保持部と、を備え、
前記軸方向から見て、前記冷却溝の深さは、前記冷却溝部の前記径方向の厚みから前記深さを引いた厚みが前記コイル保持部の前記径方向の厚み以上になるように設定されることを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載の電動工具。

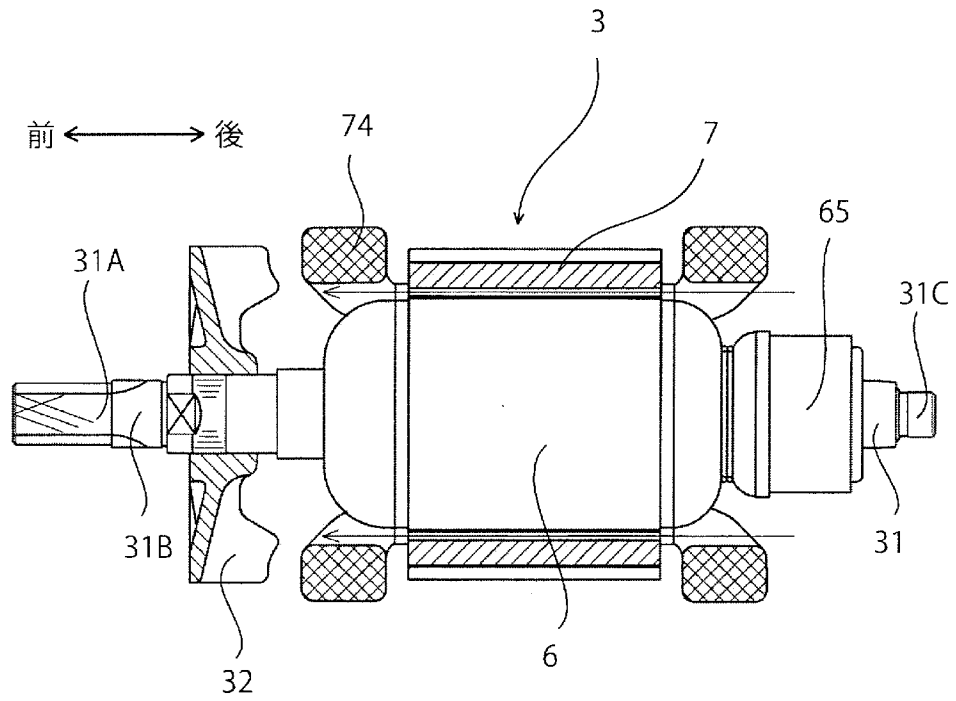
[請求項11]

前記モータは、ユニバーサルモータであって、
前記ステータは、ステータコイルと、前記冷却溝が形成された前記対向面を備える冷却溝部と、前記冷却溝部に接続され前記ステータコイルを前記径方向外方から覆うコイル保持部と、を備え、
前記コイル保持部の前記円周方向端部と前記冷却溝との水平距離は、前記コイル保持部の前記径方向の厚み以上であることを特徴とする請求項 1 から 10 のいずれか 1 項に記載の電動工具。

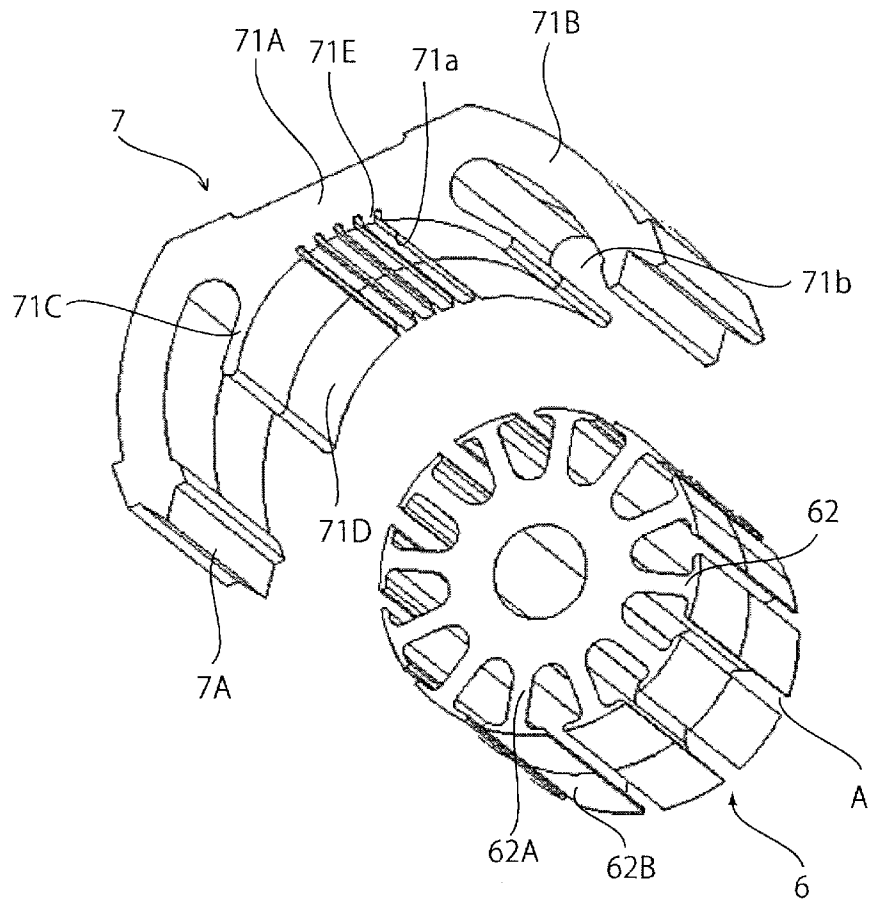
[図1]



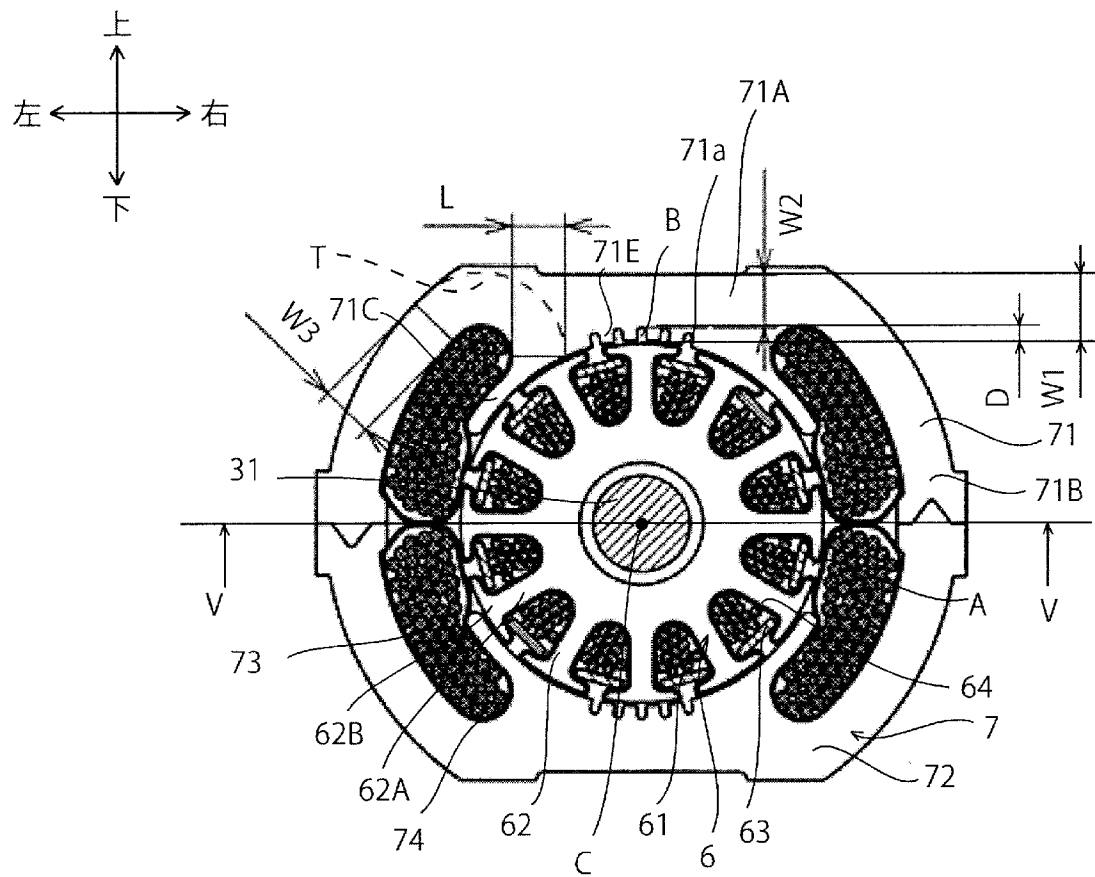
[図2]



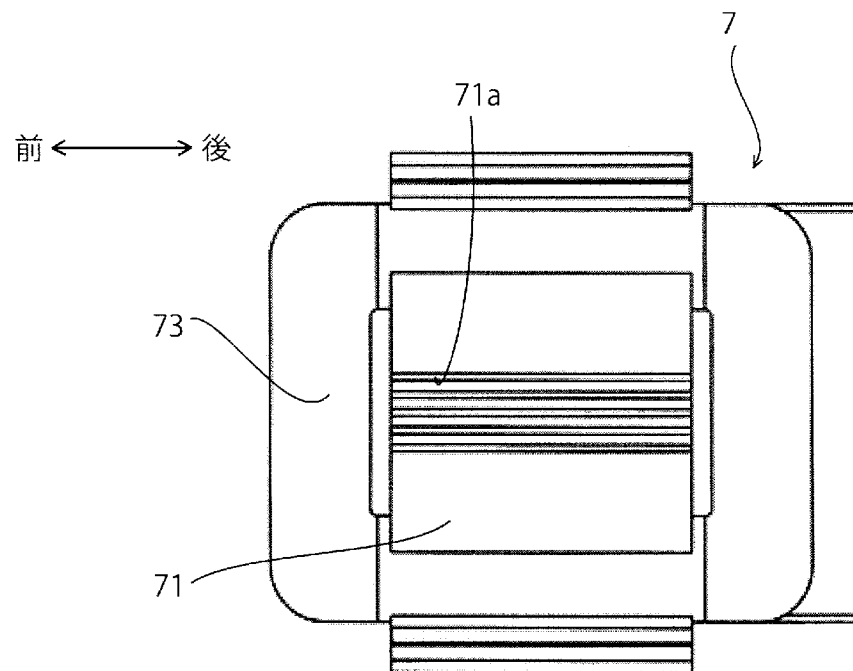
[図3]



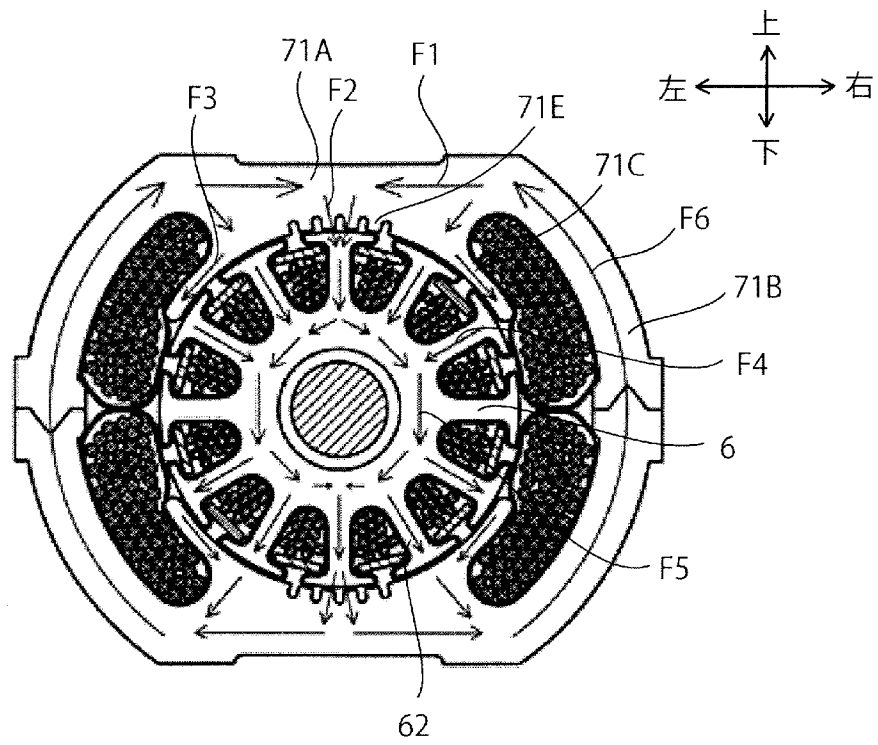
[図4]



[図5]

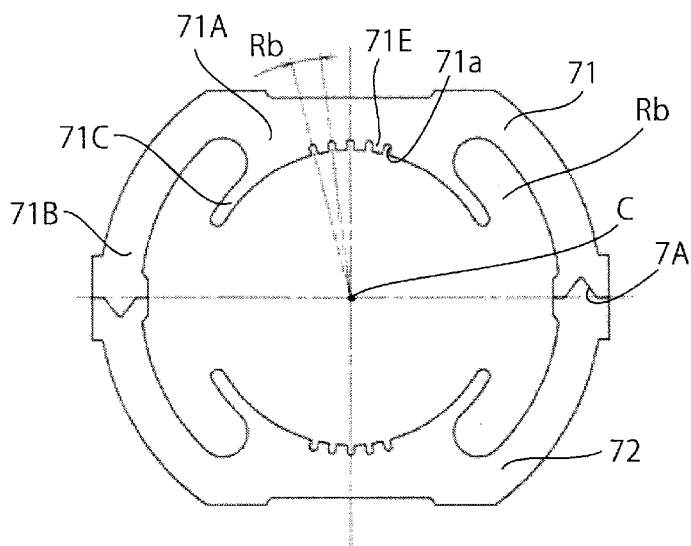


[図6]

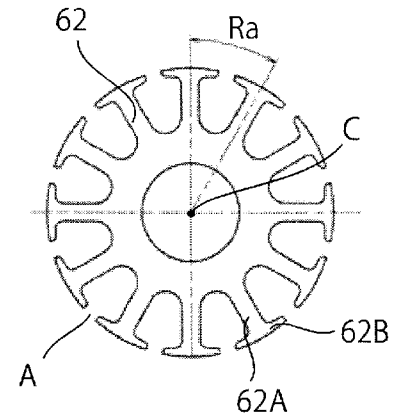


[図7]

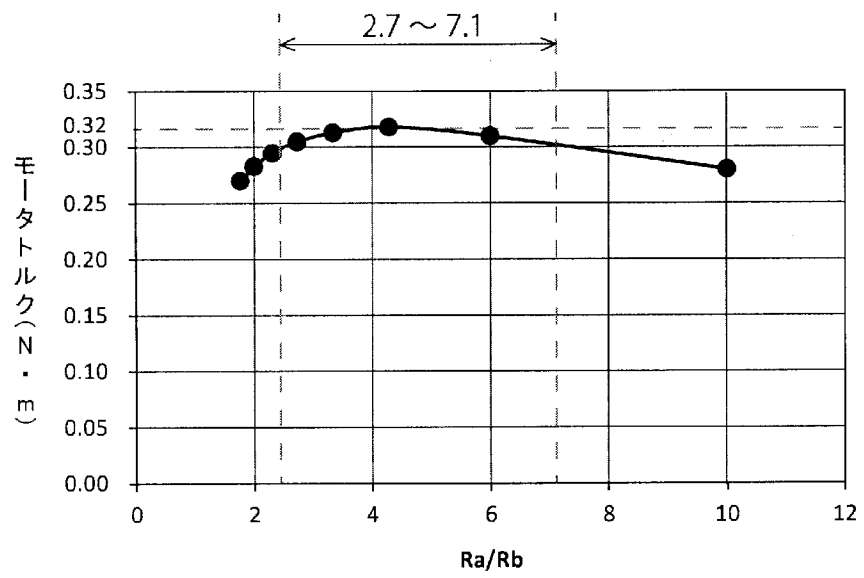
(a)



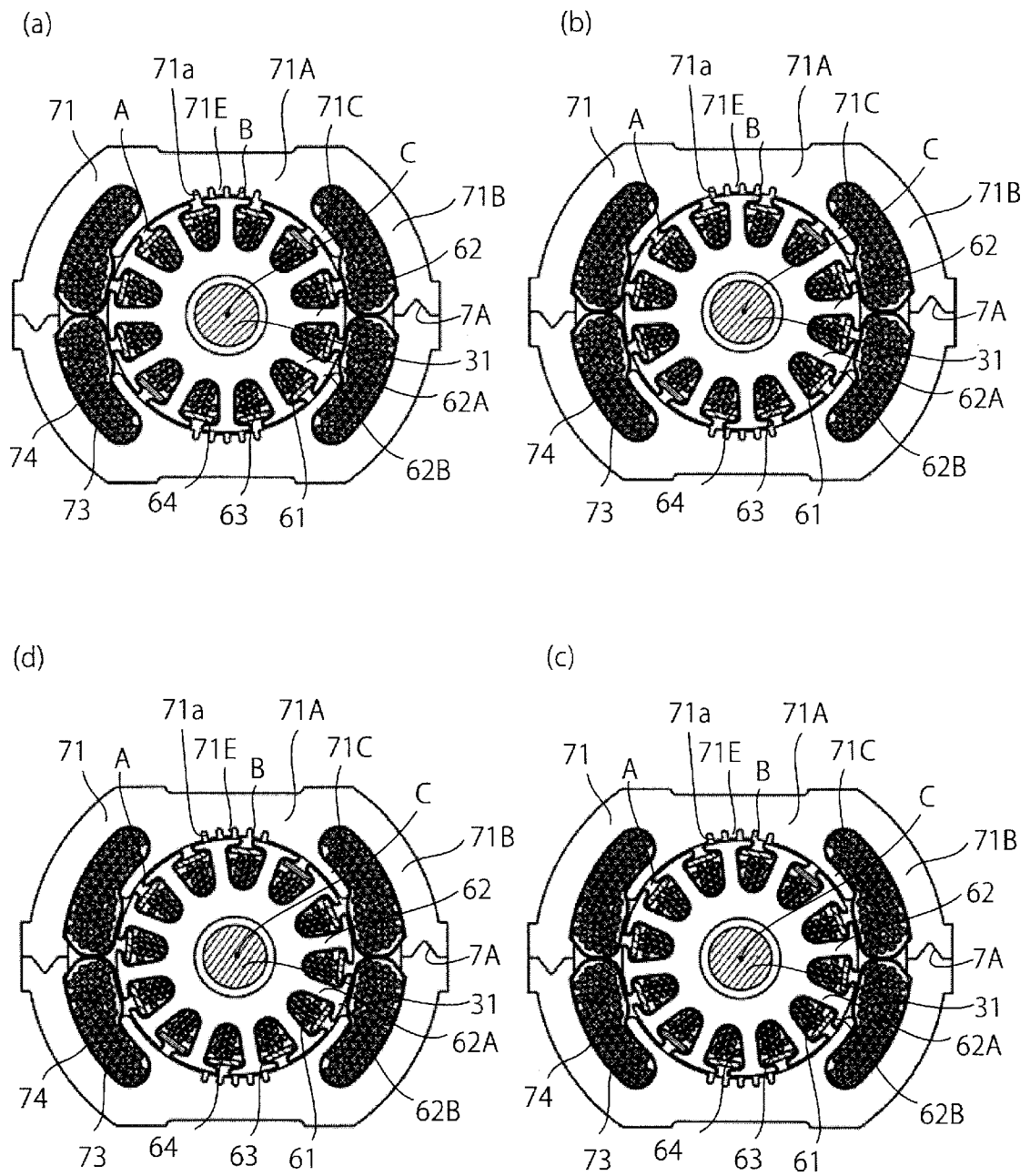
(b)



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/066412

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K1/20(2006.01)i, B25F5/00(2006.01)i, H02K1/14(2006.01)i, H02K9/06(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)

H02K1/20, B25F5/00, H02K1/14, H02K9/06

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 2007-82366 A (Hitachi Koki Co., Ltd.), 29 March 2007 (29.03.2007), paragraphs [0022] to [0024]; fig. 1 to 4 & US 2009/0302695 A paragraphs [0028] to [0029]; fig. 1 to 4 & WO 2007/032511 A1 & EP 1935081 B1 & CN 101263643 A & RU 2392722 C2	1-4, 6, 8-11 5, 7
Y A	JP 2004-64993 A (Meidensha Corp.), 26 February 2004 (26.02.2004), paragraphs [0071] to [0072]; fig. 11 to 12 (Family: none)	1-4, 6, 8-11 5, 7
Y A	JP 10-229653 A (Meidensha Corp.), 25 August 1998 (25.08.1998), paragraphs [0014] to [0016]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-4, 6, 8-11 5, 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
22 August 2016 (22.08.16)

Date of mailing of the international search report
30 August 2016 (30.08.16)

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/JP2016/066412

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 2006-67639 A (Hitachi Koki Co., Ltd.), 09 March 2006 (09.03.2006), paragraphs [0045] to [0046], [0059]; fig. 2 to 3, 4(d) & US 2006/0043816 A1 paragraphs [0047] to [0048], [0061]; fig. 2 to 3, 4D & CN 1741349 A	8-11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02K1/20(2006.01)i, B25F5/00(2006.01)i, H02K1/14(2006.01)i, H02K9/06(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. H02K1/20, B25F5/00, H02K1/14, H02K9/06

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	1971-2016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 2007-82366 A（日立工機株式会社）2007.03.29, 段落 [0022]-[0024], 図 1-4 & US 2009/0302695 A, 段落[0028]-[0029], 図 1-4 & WO 2007/032511 A1 & EP 1935081 B1 & CN 101263643 A & RU 2392722 C2	1-4, 6, 8-11 5, 7
Y A	JP 2004-64993 A（株式会社明電舎）2004.02.26, 段落 [0071]-[0072], 図 11-12（ファミリーなし）	1-4, 6, 8-11 5, 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

22.08.2016

国際調査報告の発送日

30.08.2016

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）

安池 一貴

3 V

9150

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 A	JP 10-229653 A (株式会社明電舎) 1998. 08. 25, 段落[0014]-[0016], 図 1-4 (ファミリーなし)	1-4, 6, 8-11 5, 7
Y	JP 2006-67639 A (日立工機株式会社) 2006. 03. 09, 段落 [0045]-[0046], [0059], 図 2-3, 4(d) & US 2006/0043816 A1, 段落 [0047]-[0048], [0061], 図 2-3, 4D & CN 1741349 A	8-11