(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
2015 年 12 月 3 日(03.12.2015)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2015/181889 A1

(51) 国際特許分類:
H02K 9/19 (2006.01) *H02K 5/20* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2014/063975

(22) 国際出願日: 2014 年 5 月 27 日(27.05.2014)

(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: 堀井 雅樹(HORII, Masaki); 〒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). 東野 浩之(HIGASHINO, 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).

(74) 代理人: 曾我 道治, 外(SOGA, Michiharu et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内三丁目１番１号 国際ビルディング ８階 曾我特許事務所 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, LT, 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.

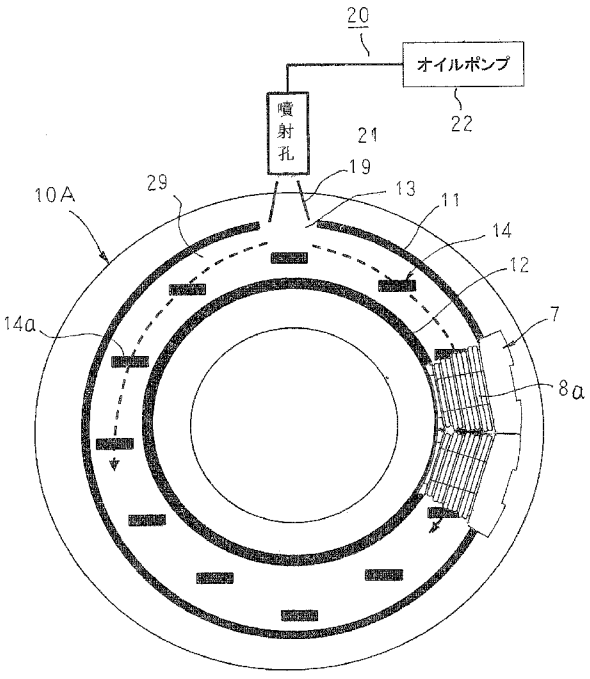
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 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:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: ROTATING ELECTRIC MACHINE

(54) 発明の名称 : 回転電機



21 Injection hole
22 Oil pump

(57) **Abstract**: The present invention provides a rotating electric machine enabling a decrease in pump power by reducing pressure loss by using a surface facing coils in a cooling oil path as an opening, and suppressing an increase in coil temperature by converting a cooling oil flowing through the cooling oil path to a flow in an axial direction by oil flow direction converting projections before supplying the oil between the coils, while achieving a size reduction. The rotating electric machine according to the invention has: a ring-shaped cooling oil path formed inside an exterior frame so as to axially face a plurality of coils arranged in a ring shape and having an opening on a surface facing the coils; an oil pump; an injection hole for injecting a cooling oil compression-transported from the oil pump from the top side into the cooling oil path; and a plurality of oil flow direction converting projections each provided in the cooling oil path so as to face a gap between the coils, with a cooling oil receiving surface directed toward the upstream side of the flow direction of the cooling oil, the projections being arranged in a circumferential direction so as to convert the cooling coil flowing through the cooling oil path to a flow in an axial direction and supply the cooling oil between the coils.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/181889 A1

この発明は、冷却油路のコイルと相対する面を開口として圧力損失を少なくして、ポンプ動力を低減し、さらに、油流れ方向変換用突起により冷却油路内を流れる冷却油を軸方向の流れに変換してコイル間に供給して、コイルの温度上昇を抑制し、小型化を実現できる回転電機を得る。　この発明に係る回転電機は、環状に配列された複数のコイルと軸方向に相対して外装フレーム内に構成され、複数のコイルと相対する面を開口とする環状の冷却油路と、オイルポンプと、オイルポンプから圧送された冷却油を上方から冷却油路内に噴射する噴射孔と、それぞれ、コイル間に相対して、かつ冷却油受け面を冷却油の流れ方向の上流側に向けて冷却油路内に設けられて、周方向に配列され、冷却油路を流れる冷却油を軸方向の流れに変換してコイル間に供給する複数の油流れ方向変換用突起と、を有する。

明　細　書

発明の名称 ： 回転電機

技術分野

[0001] この発明は、例えば、ハイブリッド自動車や電気自動車に搭載される電動機や発電機などの回転電機に関し、特に、ステータコイルの油冷構造に関する。

背景技術

[0002] 特許文献１に記載の従来の回転電機では、第１および第２コイルエンドがステータコアの軸方向両端部に円周方向に形成され、第１および第２冷却油噴射部が第１および第２コイルエンドのそれぞれの上部に配置され、冷却油が第１および第２冷却油噴射部から噴射されて第１および第２コイルエンドのそれぞれの上部に供給されていた。

[0003] 特許文献２に記載の従来の回転電機では、分割ステータコアが周方向に環状に配設され、コイルが分割ステータコアのそれぞれに巻回されて環状に配列され、周方向油路が環状に配列されたコイルに相対するようにハウジングの内側側面に形成され、周方向油路の開口が環状の油路蓋により塞口され、複数の噴射孔が分割ステータコアの間又はコイルの間に対向するように油路蓋に形成され、周方向油路に供給された冷却油が噴射孔から噴射されて、軸方向からコイルに供給されていた。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第３３８５３７３号公報

特許文献2：特許第５３４７３８０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献１に記載の回転電機では、冷却油噴射部がコイルエンドの鉛直方向の上部に配置されているので、コイルエンドの鉛直方向の下部側に位置す

る部位には冷却油が供給されず、コイルエンドの鉛直方向の下部側に位置する部位の温度が高くなる。回転電機の温度制御は、コイルの最高温度に対して行われるので、回転電機の熱定格を向上できず、回転電機が大型化するという課題があった。

[0006] また、特許文献２に記載の回転電機では、周方向油路の開口が油路蓋により塞口されているので、油路における圧力損失が高くなり、大きなポンプ動力が必要となる。しかも、噴射孔がコイルから離れているので、十分な噴射圧力を得るために、大きなポンプ動力が必要となる。そこで、冷却油を供給するオイルポンプが大型化し、回転電機が大型化するという課題があった。

[0007] この発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、冷却油路のコイルと相対する面を開口として圧力損失を少なくして、ポンプ動力を低減し、さらに、油流れ方向変換用突起により冷却油路内を流れる冷却油を軸方向の流れに変換してコイル間に供給して、コイルの温度上昇を抑制し、小型化を実現できる回転電機を得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] この発明に係る回転電機は、外装フレームと、シャフトの軸方向を水平として上記外装フレーム内に回転可能に配設されたロータと、上記ロータを囲繞するように同軸に配置されて上記外装フレームに保持された環状のステータコア、および上記ステータコアに装着されて環状に配列された複数のコイルを有するステータと、環状に配列された上記複数のコイルと軸方向に相対して上記外装フレーム内に構成され、上記複数のコイルと相対する面を開口とする環状の冷却油路と、オイルポンプと、上記オイルポンプから圧送された冷却油を上方から上記冷却油路内に噴射する噴射孔と、それぞれ、上記複数のコイルのコイル間に相対して、かつ冷却油受け面を上記冷却油の流れ方向の上流側に向けて上記冷却油路内に設けられて、周方向に配列され、上記冷却油路を流れる上記冷却油を軸方向の流れに変換して上記コイル間に供給する複数の油流れ方向変換用突起と、を備える。

発明の効果

[0009] この発明では、冷却油路のコイルと相対する面を開口としているので、冷却油路での圧力損失が小さくなり、必要なポンプ動力を小さくできる。これにより、小型のオイルポンプを用いることができ、回転電機の小型化が図られる。

油流れ方向変換用突起が周方向に配列されているので、冷却油が、環状に配列された複数のコイルに略均一に供給される。これにより、コイル温度が均一化され、回転電機の熱定格が向上されるので、回転電機の小型化が図られる。さらに、冷却油が、最も熱くなるコイル間に集中的に供給されるので、コイルを効果的に冷却することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]この発明の実施の形態１に係る回転電機を示す断面図である。

[図2]この発明の実施の形態１に係る回転電機におけるステータを示す斜視図である。

[図3]この発明の実施の形態１に係る回転電機における第１外装フレームを示す正面図である。

[図4]この発明の実施の形態１に係る回転電機のステータコイルにおける冷却油の流れを説明する模式断面図である。

[図5]この発明の実施の形態２に係る回転電機のステータコイルにおける冷却油の流れを説明する模式断面図である。

[図6]この発明の実施の形態３に係る回転電機のステータコイルにおける冷却油の流れを説明する模式断面図である。

[図7]この発明の実施の形態４に係る回転電機における第１外装フレームを示す正面図である。

[図8]この発明の実施の形態５に係る回転電機におけるコイルエンドカバーを装着した状態を示す断面図である。

[図9]この発明の実施の形態６に係る回転電機におけるステータを示す斜視図である。

[図10]この発明の実施の形態６に係る回転電機におけるステータコイルを構

成するコイルを示す斜視図である。

[図11]この発明の実施の形態６に係る回転電機におけるステータコイルを構成するコイルを示す正面図である。

[図12]この発明の実施の形態６に係る回転電機におけるステータコイルを構成するコイルを示す端面図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明による回転電機の好適な実施の形態につき図面を用いて説明する。

[0012] 実施の形態１．

図１はこの発明の実施の形態１に係る回転電機を示す斜視図、図２はこの発明の実施の形態１に係る回転電機におけるステータを示す斜視図、図３はこの発明の実施の形態１に係る回転電機における第１外装フレームを示す正面図、図４はこの発明の実施の形態１に係る回転電機のステータコイルにおける冷却油の流れを説明する模式断面図である。なお、図１から図４中、矢印は冷却油の流れを示している。

[0013] 図１において、回転電機１００は、第１および第２外装フレーム１０Ａ，１０Ｂ内に回転可能に配設されたロータ１と、ロータ１との間に一定の空隙を介してロータ１を囲繞するように第１および第２外装フレーム１０Ａ，１０Ｂに保持されたステータ５と、ステータ５を冷却する冷却機構２０と、を備えている。

[0014] ロータ１は、シャフト２と、シャフト２に固着されたロータコア３と、ロータコア３に装着されて磁極を構成する永久磁石４と、を備え、ステータ５の内部に回転可能に配設される。

[0015] ステータ５は、図２に示されるように、円環状のステータコア６と、ステータコア６に装着されたステータコイル８と、を備える。分割コア７は、円弧状のバックヨーク部７ａと、バックヨーク部７ａの内周面の周方向中央部から径方向内方に突出するティース７ｂと、を備える。そして、ステータコア６は、１２個の分割コア７を、バックヨーク部７ａの周方向の側面同士を

突き合わせて円環状に配列して構成される。また、ステータコイル８は、それぞれ、導体線を分割コア７のティース７ｂに複数回巻回して作製された１２本のコイル８ａにより構成される。そして、１２本のコイル８ａが、例えば、周方向の並び順に、Ｕ相コイル、Ｖ相コイル、Ｗ相コイル、Ｕ相コイル、Ｖ相コイル、Ｗ相コイル・・・を構成し、ステータコイル８が３相交流巻線となっている。

[0016] 第１外装フレーム１０Ａは、ステータ５の軸方向一側を覆う腕形状に作製されている。そして、図３に示されるように、外径側周壁部１１および内周側周壁部１２が、それぞれ、軸方向に突出して、第１外装フレーム１０Ａの内側壁面に、同心に、円環状に形成されて、環状の冷却油路２９を構成する。外径側周壁部１１の鉛直方向上部の位置が切りかかれ、油流入口１３を構成する。また、油流れ方向変換用突起１４が、それぞれ、軸方向に突出して、冷却油受け面１４ａを上方に向けて、第１外装フレーム１０Ａの内側壁面に、同一円周上に１２本形成されている。冷却油受け面１４ａは、鉛直方向と直交する平坦面に形成されている。１２本の油流れ方向変換用突起１４は、それぞれ、周方向に隣り合うコイル８ａ間と軸方向に相対するように、冷却油路２９内に形成されている。また、外径側周壁部１１、内周側周壁部１２、および油流れ方向変換用突起１４の軸方向の突出量は等しくなっている。

[0017] 第２外装フレーム１０Ｂは、ステータ５の軸方向他側を覆う腕形状に作製されている。そして、第２外装フレームの１０Ｂの内側壁面には、冷却油路が形成されていない。

[0018] 冷却機構２０は、油流入口１３の鉛直方向の上方に位置し、冷却油１９を噴射して油流入口１３から冷却油路２９内に供給する噴射孔２１と、第１および第２外装フレーム１０Ａ，１０Ｂ内の下部空間に溜まった冷却油１９を吸引して噴射孔２１に圧送するオイルポンプ２２と、を備える。

[0019] このように構成された回転電機１００では、冷却油１９がオイルポンプ２２により噴射孔２１に圧送され、噴射孔２１から噴射される。噴射孔２１か

ら噴射された冷却油１９は、油流入口１３から冷却油路２９内に供給され、図３に矢印で示されるように、冷却油路２９内を下方に流れる。冷却油路２９内を下方に流れた冷却油１９は、油流れ方向変換用突起１４の冷却油受け面１４ａに当たり、軸方向流れに変換される。軸方向流れに変換された冷却油１９は、図２および図４に矢印で示されるように、冷却油路２９から、すなわち軸方向一側から周方向に隣り合うコイル８ａ間に向かって噴出される。そこで、冷却油１９の一部は、図４に矢印で示されるように、コイル８ａ間を通って軸方向他側に流れる。コイル８ａの軸方向他側に流れ出た冷却油は、コイル８ａを伝って下方に流れる。また、冷却油１９の残部は、コイル８ａの表面に当たり、コイル８ａを伝って下方に流れる。

[0020] この実施の形態１によれば、第１外装フレーム１０Ａの内側壁面に形成された環状の冷却油路２９は、ステータコイル８に相対する側を開口とする開放流路である。そこで、冷却油路２９の圧力損失が小さくなり、オイルポンプ２２に係る負荷が小さくなる。また、冷却油１９は、自重と自重による圧力により冷却油路２９内を流れるので、オイルポンプ２２にかかる負荷が軽減される。これにより、オイルポンプ２２の動力を小さくでき、オイルポンプ２２の小型化が可能となり、回転電機１００の小型化を実現できる。

[0021] 油流れ方向変換用突起１４が周方向に隣り合うコイル８ａ間に相対するように冷却油路２９内に配置されているので、冷却油１９が隣り合うコイル８ａ間を軸方向一側から他側に流れる。これにより、冷却油１９とコイル８ａとの接触面積が大きくなり、最も熱くなるコイル８ａ間を効果的に冷却することができる。

[0022] また、油流れ方向変換用突起１４が周方向に隣り合うコイル８ａ間のそれぞれに相対するように冷却油路２９内に配置されているので、ステータコイル８を構成するコイル８ａが均一に冷却される。これにより、一部のコイル８ａの温度が高くなって、回転電機１００の熱定格が向上できなくなることを未然に回避でき、回転電機１００の小型化を実現できる。

[0023] また、コイル８ａが集中巻のコイルであるので、コイルエンドが小さく、

回転電機１００の小型化が図られる。さらに、集中巻のコイル８ａは銅損が小さく、発熱量が少なくなる。そこで、本冷却構造を採用することにより、コイル８ａの温度上昇を確実に抑えることができる。

[0024] なお、上記実施の形態１では、油流れ方向変換用突起は、平坦面からなる冷却油受け面が水平方向となるように形成されているが、油流れ方向変換用突起は、平坦面からなる冷却油受け面がコイルに向かって漸次低くなる傾斜面に形成されてもよい。この場合、冷却油は、冷却油受け面に当たって流速を早めてコイル間に供給されるので、コイルをより効率よく冷却することができる。

また、上記実施の形態１では、油流れ方向変換用突起は、その平坦面からなる冷却油受け面が、周方向に隣り合うコイル間に相対するように配設されているが、重力の影響を考慮すれば、平坦面からなる冷却油受け面が、周方向に隣り合うコイル間に対して、面一ではなく、わずかに鉛直方向の上方に位置するように、油流れ方向変換用突起を配設することが望ましい。

[0025] 実施の形態２．

図５はこの発明の実施の形態２に係る回転電機のステータコイルにおける冷却油の流れを説明する模式断面図である。

[0026] 図５において、外径側周壁部（図示せず）および内周側周壁部１２が、それぞれ、軸方向に突出して、第１および第２外装フレーム１０Ａ’，１０Ｂ’の内側壁面に、同心に、かつ円環状に形成されて、環状の冷却油路２９を構成する。外径側周壁部の鉛直方向上部の位置が切りかかれ、油流入口を構成する。また、油流れ方向変換用突起１４が、それぞれ、軸方向に突出して、冷却油受け面１４ａを上方に向けて、第１および第２外装フレーム１０Ａ’，１０Ｂ’の内側壁面に、同一円周上に６本ずつ形成されている。油流れ方向変換用突起１４は、周方向の位置が互い違いとなるように、第１および第２が外装フレーム１０Ａ’，１０Ｂ’の内周壁面に形成されている。これにより、油流れ方向変換用突起１４は、周方向に隣り合うコイル８ａ間と軸方向一側と他側とで交互に相対して配置される。

[0027] なお、実施の形態２は、第１および第２外装フレーム１０Ａ，１０Ｂに替えて第１および第２外装フレーム１０Ａ’，１０Ｂ’を用いている点を除いて、実施の形態１と同様に構成されている。

[0028] この実施の形態２では、噴射孔２１から第１外装フレーム１０Ａ’の冷却油路２９内に供給された冷却油１９は、冷却油路２９内を下方に流れ、油流れ方向変換用突起１４のそれぞれで軸方向流れに変換され、軸方向一側からコイル８ａ間に噴射される。そして、冷却油が、コイル８ａ間を軸方向一側から他側に流れる。一方、噴射孔２１から第２外装フレーム１０Ｂ’の冷却油路２９内に供給された冷却油１９は、冷却油路２９内を下方に流れ、油流れ方向変換用突起１４のそれぞれで軸方向流れに変換され、軸方向他側からコイル８ａ間に噴射される。そして、冷却油１９は、コイル８ａ間を軸方向他側から一側に流れる。

したがって、この実施の形態２においても、実施の形態１と同様の効果が得られる。

[0029] ここで、冷却油１９は、コイル８ａと熱交換しながら、コイル８ａ間を軸方向一側から他側に流れるので、冷却油１９の温度は軸方向一側から他側に向かって徐々に高くなる。同様に、冷却油１９は、コイル８ａと熱交換しながら、コイル８ａ間を軸方向他側から一側に流れるので、冷却油１９の温度は軸方向他側から一側に向かって徐々に高くなる。

[0030] この実施の形態２によれば、油流れ方向変換用突起１４が、周方向に隣り合うコイル８ａ間と軸方向一側と他側とで交互に相対するように、第１および第２が外装フレーム１０Ａ’，１０Ｂ’の内周壁面に形成されている。したがって、隣り合う２つのコイル８ａ間に流れる冷却油は対向流となるので、コイル８ａの軸方向における温度分布が均一化され、コイル８ａを効果的に冷却することができる。

[0031] 実施の形態３．

図６はこの発明の実施の形態３に係る回転電機のステータコイルにおける冷却油の流れを説明する模式断面図である。

[0032] 図６において、外径側周壁部（図示せず）および内周側周壁部１２が、それぞれ、軸方向に突出して、第２外装フレーム１０Ｂ”の内側壁面に、同心に、かつ円環状に形成されて、環状の冷却油路２９を構成する。外径側周壁部の鉛直方向上部の位置が切りかかれ、油流入口を構成する。また、油流れ方向変換用突起１４が、それぞれ、軸方向に突出して、冷却油受け面１４ａを上方に向けて、第２外装フレーム１０Ｂ”の内側壁面に、同一円周上に１２本形成されている。油流れ方向変換用突起１４は、周方向に隣り合うコイル８ａ間に相対するように、第２外装フレーム１０Ｂ”の内周壁面に形成されている。

[0033] なお、実施の形態３は、第２外装フレーム１０Ｂに替えて第２外装フレーム１０Ｂ”を用いている点を除いて、実施の形態１と同様に構成されている。

[0034] この実施の形態３では、噴射孔２１から第１外装フレーム１０Ａの冷却油路２９内に供給された冷却油１９は、冷却油路２９内を下方に流れ、油流れ方向変換用突起１４のそれぞれで軸方向流れに変換され、軸方向一側からコイル８ａ間に噴射される。そして、冷却油１９が、コイル８ａ間を軸方向一側から他側に流れる。一方、噴射孔２１から第２外装フレーム１０Ｂ”の冷却油路２９内に供給された冷却油１９は、冷却油路２９内を下方に流れ、油流れ方向変換用突起１４のそれぞれで軸方向流れに変換され、軸方向他側からコイル８ａ間に噴射される。そして、冷却油１９は、コイル８ａ間を軸方向他側から一側に流れ、コイル８ａ間の軸方向中央部で、軸方向一側から他側に流れてきた冷却油と合流する。

[0035] したがって、この実施の形態３においても、コイル８ａの軸方向における温度分布が均一化され、コイル８ａを効果的に冷却することができる。

[0036] 実施の形態４．

図７はこの発明の実施の形態４に係る回転電機における第１外装フレームを示す正面図である。

[0037] 図７おいて、油流れ方向変換用突起１４’は、それぞれ、軸方向と直交する断面形状を鉛直下方に凸とする円弧形として、軸方向に突出し、第１外装

フレーム１０Ａ”の内側壁面に、同一円周上に１２本形成されている。つまり、冷却油受け面１４ａ’は、冷却油１９の流れ方向の下流に凸の凹面に形成されている。

なお、実施の形態４は、第１外装フレーム１０Ａに替えて第１外装フレーム１０Ａ”を用いている点を除いて、実施の形態１と同様に構成されている。

[0038] この実施の形態４では、油流れ方向変換用突起１４’の冷却油受け面１４ａ’が下方に凸の凹面となっている。そこで、油流れ方向変換用突起１４’による、冷却油路２９を流れる冷却油１９の捕捉量が多くなるので、多量の冷却油１９をコイル８ａ間に供給することができ、コイル８ａを効果的に冷却することができる。

[0039] 実施の形態５.

図８はこの発明の実施の形態５に係る回転電機におけるコイルエンドカバーを軸方向内側から見た断面図である。なお、図８は、コイルエンドカバーを軸方向と直交する平面で切った断面を軸方向一側から見た断面図であり、図８中、矢印は冷却油の流れを示している。

[0040] 図８において、コイルエンドカバー３０は、第１外装フレームの軸方向内側の面に、例えばねじなどにより固定され、ステータコア６の軸方向一端側に突出するコイル８ａの突出部分（コイルエンド）を覆うように配設される。このコイルエンドカバー３０は、外径側周壁部３１と内径側周壁部３２の軸方向一端を底部（図示せず）で連結した断面Ｕ字状の円環状に作製され、環状の冷却油路３９を構成する。そして、冷却油受け口３３が外径側周壁部３１の鉛直方向の上部に設けられ、冷却油１９が冷却油路３９内に供給されるようになっている。なお、第１外装カバーは、ステータ５の軸方向一側を覆う腕形状に作製され、冷却油路を構成する外径側および内径側周壁部は形成されていない。

[0041] 第１油流れ方向変換用突起３５が、上面（冷却油受け面）を鉛直方向と直交する平坦面として、コイルエンドカバー３０の底部の鉛直方向上部の内径側周壁部３２側から軸方向に突出するように形成されている。第２油流れ方

向変換用突起３６が、軸方向と直交する断面形状をコイルエンドカバー３０の軸心を中心とする円弧形状として、第１油流れ方向変換用突起３５の径方向外側に、かつ周方向に離間して、底部から軸方向に突出するように形成されている。第３油流れ方向変換用突起３７が第２油流れ方向変換用突起３６の冷却油１９の流れ方向の下流端部から径方向外方に突出するように形成されている。さらに、第４油流れ方向変換用突起３８が、それぞれ、内径側周壁部３２から径方向外方に突出して、周方向に複数形成されている。なお、第３および第４油流れ方向変換用突起３７，３８の冷却油１９の流れ方向の上流側の面が冷却油受け面となる。

[0042] ここで、第１油流れ方向変換用突起３５は、冷却油受け口３３から流入する冷却油１９を軸方向の流れと周方向の流れに変換する。第２油流れ方向変換用突起３６は、冷却油受け口３３から流入する冷却油１９を周方向の流れに変換する。第３および第４油流れ方向変換用突起３７，３８が、冷却油路３９内を周方向に流れる冷却油１９を軸方向の流れに変換する。そして、第１、第３および第４油流れ方向変換用突起３５，３７，３８が、周方向に隣り合うコイル８ａ間のそれぞれの軸方向一側に配置されている。

[0043] この実施の形態５では、噴射孔２１から噴射された冷却油１９は、冷却油受け口３３からコイルエンドカバー３０の冷却油路３９内に供給される。冷却油路３９内に供給された冷却油１９は、まず、第１油流れ方向変換用突起３５の冷却油受け面に当たり、その一部が軸方向流れに変換され、コイル８ａ間に供給され、残部が周方向に流れる。また、冷却油路３９内に供給された冷却油１９は、第２油流れ方向変換用突起３６により周方向に流される。そして、冷却油路３９内を周方向に流れた冷却油１９は、第３および第４油流れ方向変換用突起３７，３８の冷却油受け面に当たって軸方向流れに変換され、対応するコイル８ａ間に供給される。

[0044] したがって、この実施の形態５においても、実施の形態１と同様の効果が得られる。

[0045] なお、上記実施の形態５では、第１，第３および第４油流れ方向変換用突

起３５、３７，３８が、冷却油路３９の上半分の領域にのみ配設されているが、環状に配列されたコイルの群の上半分の領域のみならず、コイルの群の下半分の領域も、効果的に冷却できることが確認されている。つまり、第１，第３および第４油流れ方向変換用突起３５、３７，３８によりコイルに供給された冷却油１９の一部がコイルの表面を伝わって下降し、コイルの群の下半分の領域にも供給されるとともに、冷却油１９が第１および第２外装フレーム内の下部空間に溜まることから、コイルの群の下半分の領域が効果的に冷却される。

[0046] 実施の形態６．

図９はこの発明の実施の形態６に係る回転電機におけるステータを示す斜視図、図１０はこの発明の実施の形態６に係る回転電機におけるステータコイルを構成するコイルを示す斜視図、図１１はこの発明の実施の形態６に係る回転電機におけるステータコイルを構成するコイルを示す正面図、図１２はこの発明の実施の形態６に係る回転電機におけるステータコイルを構成するコイルを示す端面図である。

[0047] 図９において、ステータ４０は、円環状のステータコア４１と、ステータコア４１に装着されたステータコイル４３と、を備える。ステータコア４１は、分割コア４２は、円弧状のバックヨーク部４２ａと、バックヨーク部４２ａの内周面の周方向中央部から径方向内方に突出するティース４２ｂと、を備える。そして、ステータコア４１は、分割コア４２を、バックヨーク部４２ａの周方向の側面同士を突き合わせて円環状に配列して構成される。また、ステータコイル４３は、コイル５０をステータコア４１に周方向に１スロットピッチで配設して構成される。

[0048] コイル５０は、例えば、エナメル樹脂で絶縁被覆された、かつ接続部のない連続した平角銅線からなる導体線５１をエッジワイズ巻きに巻いて作製された分布巻きの巻線である。具体的には、コイル５０は、図１０から図１２に示されるように、第１直線部５０ａ、第１コイルエンド部５０ｅ、第２直線部５０ｂ、第２コイルエンド部５０ｆ、第３直線部５０ｃ、第３コイルエ

ンド部５０ｇおよび第４直線部５０ｄからなるδ状のコイルパターンを導体線５１の長方形断面の短辺の長さ方向に２つ配列し、第４直線部５０ｄと第１直線部５０ａとを連結線５２で連結して構成される。そして、連結線５２がコイルエンド部を構成し、導体線５１の巻き始め端部および巻き終わり端部がコイル端末となる。

[0049] このコイル５０を周方向に１スロットピッチで配列して構成されたステータコイル５３の軸方向一端側には、第１コイルエンド部５０ｅが１スロットピッチで周方向に配列した第１コイルエンド部５０ｅの層と第３コイルエンド部５０ｇが１スロットピッチで周方向に配列した第３コイルエンド部５０ｇの層とが径方向に交互に４層に配列している。

なお、実施の形態６は、ステータ５に替えてステータ４０を用いている点を除いて、実施の形態１と同様に構成されている。

[0050] この実施の形態６では、実施の形態１と同様に、噴射孔２１から噴射された冷却油１９は、油流入口１３から冷却油路２９内に供給され、油流れ方向変換用突起１４の結い客油受け面１４ａに当たり、軸方向流れに変換される。軸方向流れに変換された冷却油１９は、図９に矢印で示されるように、軸方向一側から周方向に隣り合うコイル５０の第１コイルエンド部５０ｅと第３コイルエンド部５０ｇとの間に供給され、コイル５０の軸方向一側から他側に流れる。

したがって、この実施の形態６においても、実施の形態１と同様に効果が得られる。

[0051] この実施の形態６では、分布巻のコイル５０を用いているので、実施の形態１における集中巻のコイル８ａと比較して、トルク特性を向上できるが、コイルエンドが大型化して、銅損が大きくなり、発熱量が大きくなる。しかし、本冷却構造を採用することにより、冷却油１９をコイル５０間に流し、コイル５０の温度上昇を抑制できるので、優れたトルク特性を有する回転電機を実現できる。

[0052] なお、上記実施の形態６では、導体線をδ状のコイルパターンに巻いて作

製された分布巻のコイルを用いているが、分布巻のコイルはこれに限定されず、例えば導体線を螺旋状に巻いて作製された亀甲形のコイルでもよい。

[0053] また、上記各実施の形態では、油流れ方向変換用突起が平板状又は断面円弧形の板状に作製されているが、油流れ方向変換用突起は、これらの形状に限定されず、冷却油の流れ方向を軸方向に変換できればよく、例えば断面Ｖ字形や断面波形の板状に作製されてもよい。

また、上記各実施の形態では、油流れ方向変換用突起がコイル間の全てに相対するように配置されているが、油流れ方向突起は必ずしもコイル間の全てに相対するように配置されている必要はなく、周方向に略均一に分布していればよく、例えば周方向に１つ置きのコイル間に相対するように配置されていてもよい。

請求の範囲

[請求項1] 外装フレームと、

シャフトの軸方向を水平として上記外装フレーム内に回転可能に配設されたロータと、

上記ロータを囲繞するように同軸に配置されて上記外装フレームに保持された環状のステータコア、および上記ステータコアに装着されて環状に配列された複数のコイルを有するステータと、

環状に配列された上記複数のコイルと軸方向に相対して上記外装フレーム内に構成され、上記複数のコイルと相対する面を開口とする環状の冷却油路と、

オイルポンプと、

上記オイルポンプから圧送された冷却油を上方から上記冷却油路内に噴射する噴射孔と、

それぞれ、上記複数のコイルのコイル間に相対して、かつ冷却油受け面を上記冷却油の流れ方向の上流側に向けて上記冷却油路内に設けられて、周方向に配列され、上記冷却油路を流れる上記冷却油を軸方向の流れに変換して上記コイル間に供給する複数の油流れ方向変換用突起と、

を有する回転電機。

[請求項2] 上記複数の油流れ方向変換用突起のそれぞれの上記冷却油受け面が上記冷却油の流れ方向の下流側に凸の凹面に形成されている請求項１記載の回転電機。

[請求項3] 上記冷却油路が、上記ステータの軸方向一側にのみ配設されている請求項１又は請求項２記載の回転電機。

[請求項4] 上記冷却油路が、上記ステータの軸方向両側に配設されている請求項１又は請求項２記載の回転電機。

[請求項5] 上記複数の油流れ方向変換用突起は、上記ステータの軸方向両側に配設されている上記冷却油路のそれぞれに、周方向の位置を一致させ

て設けられ、上記冷却油を軸方向両側から同じ上記コイル間に供給する請求項４記載の回転電機。

[請求項6] 上記複数の油流れ方向変換用突起は、上記ステータの軸方向両側に配設されている上記冷却油路のそれぞれに、周方向の位置が互い違いとなるように設けられ、上記冷却油を軸方向から上記コイル間に交互に供給する請求項４記載の回転電機。

[請求項7] 上記冷却油路は、上記外装フレームの内壁面に形成されている請求項１から請求項６のいずれか１項に記載の回転電機。

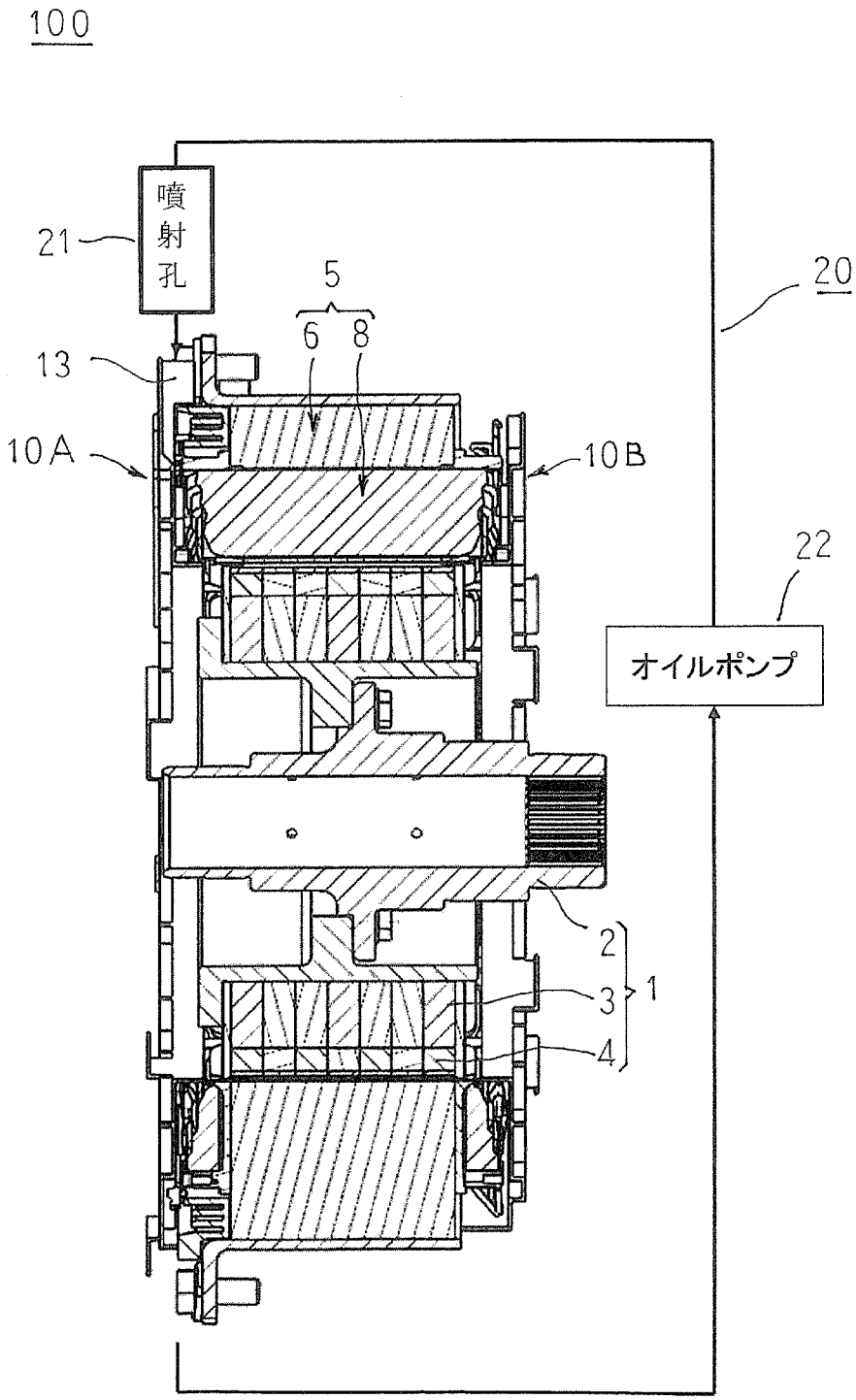
[請求項8] 上記外装フレームに装着されて、環状に配列された上記複数のコイルを覆うように配設される環状のコイルエンドカバーをさらに備え、

上記コイルエンドカバーが上記冷却油路を構成する請求項１から請求項６のいずれか１項に記載の回転電機。

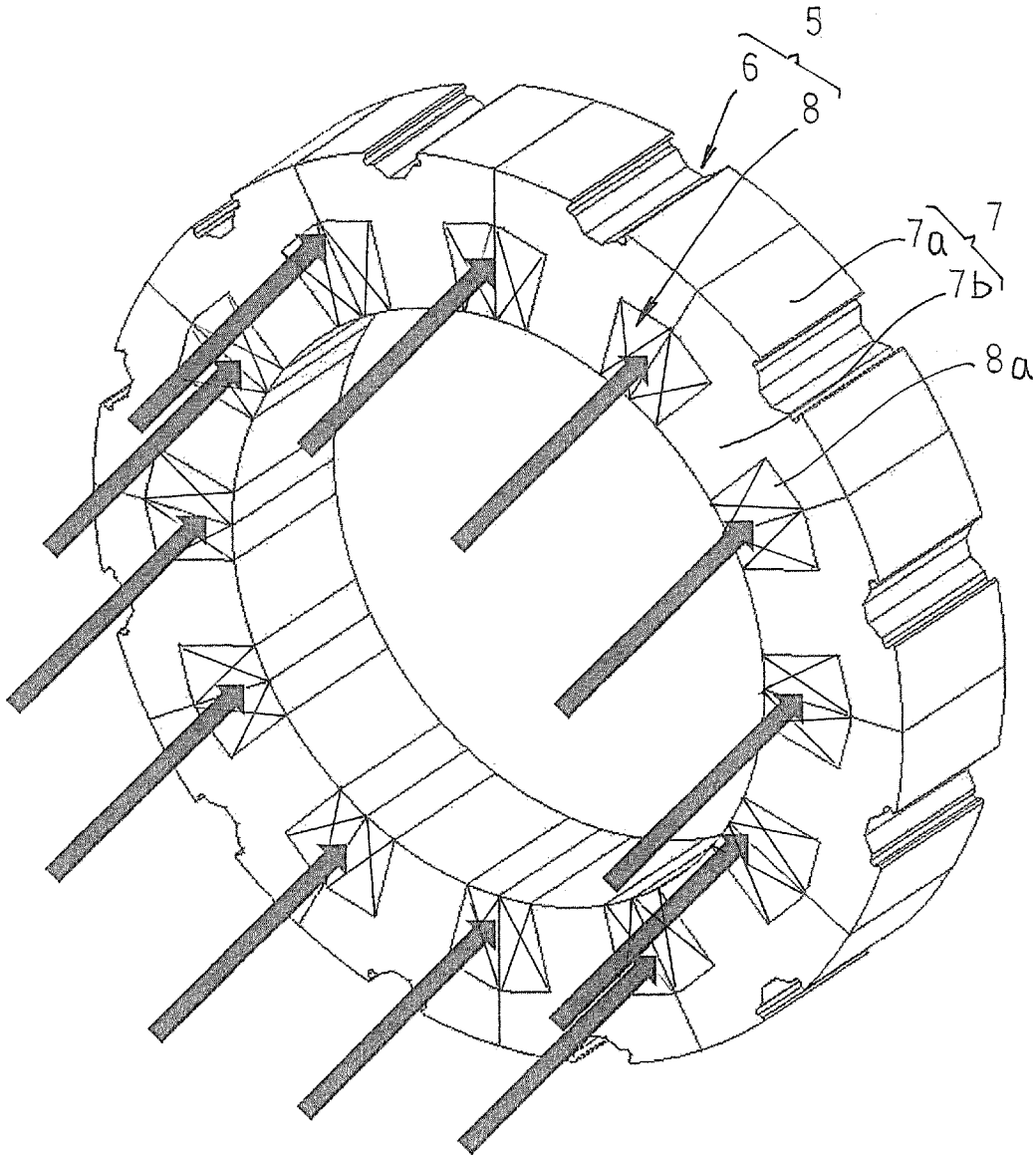
[請求項9] 上記複数のコイルが、集中巻コイルである請求項１から請求項８のいずれか１項に記載の回転電機。

[請求項10] 上記複数のコイルが、分布巻コイルである請求項１から請求項８のいずれか１項に記載の回転電機。

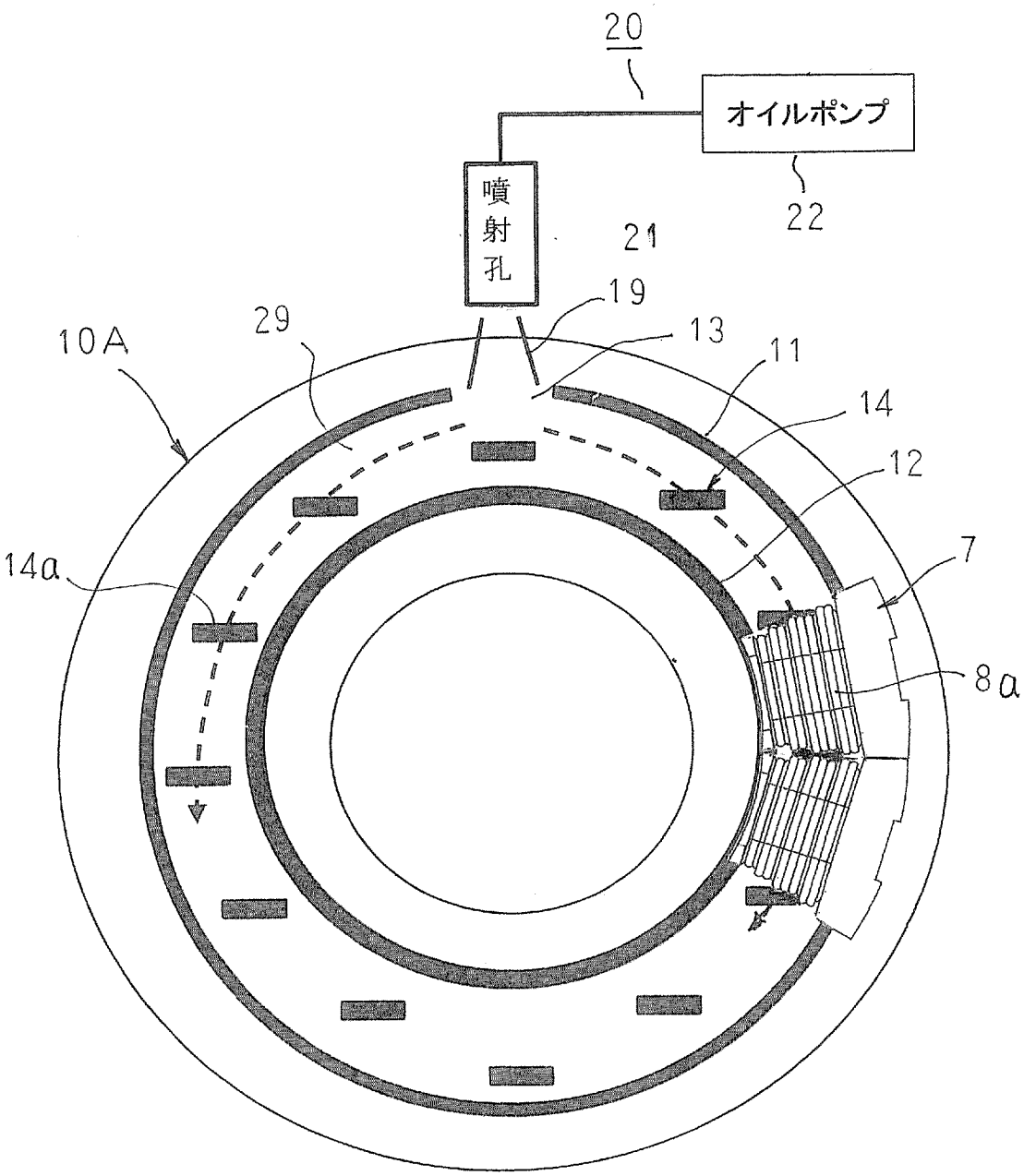
[図1]



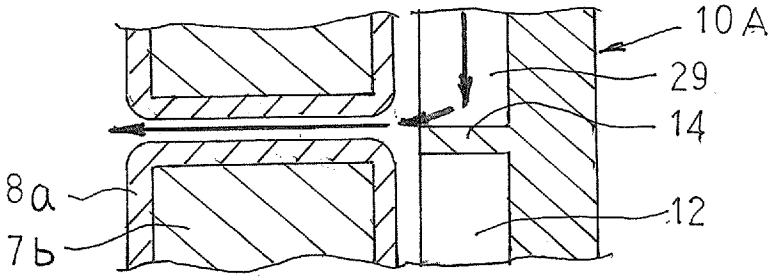
[図2]



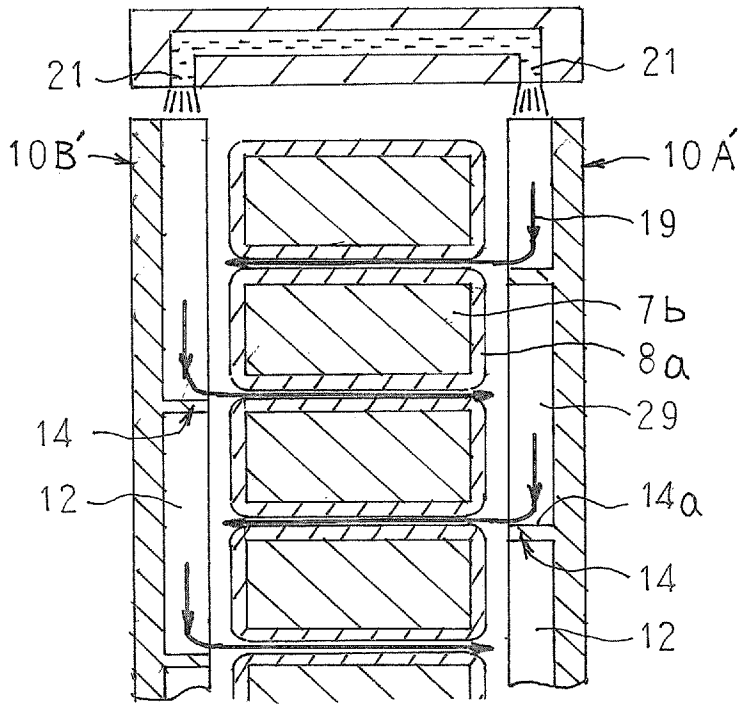
[図3]



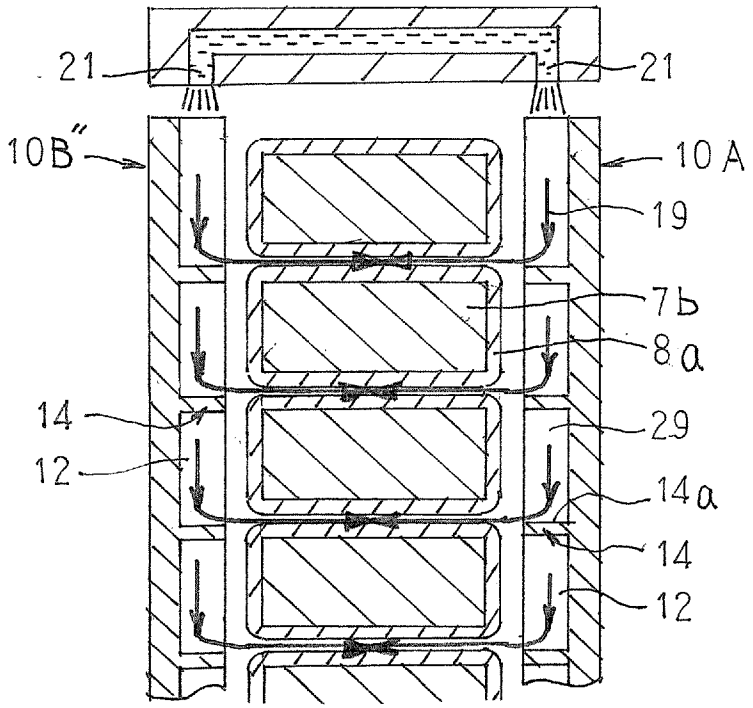
[図4]



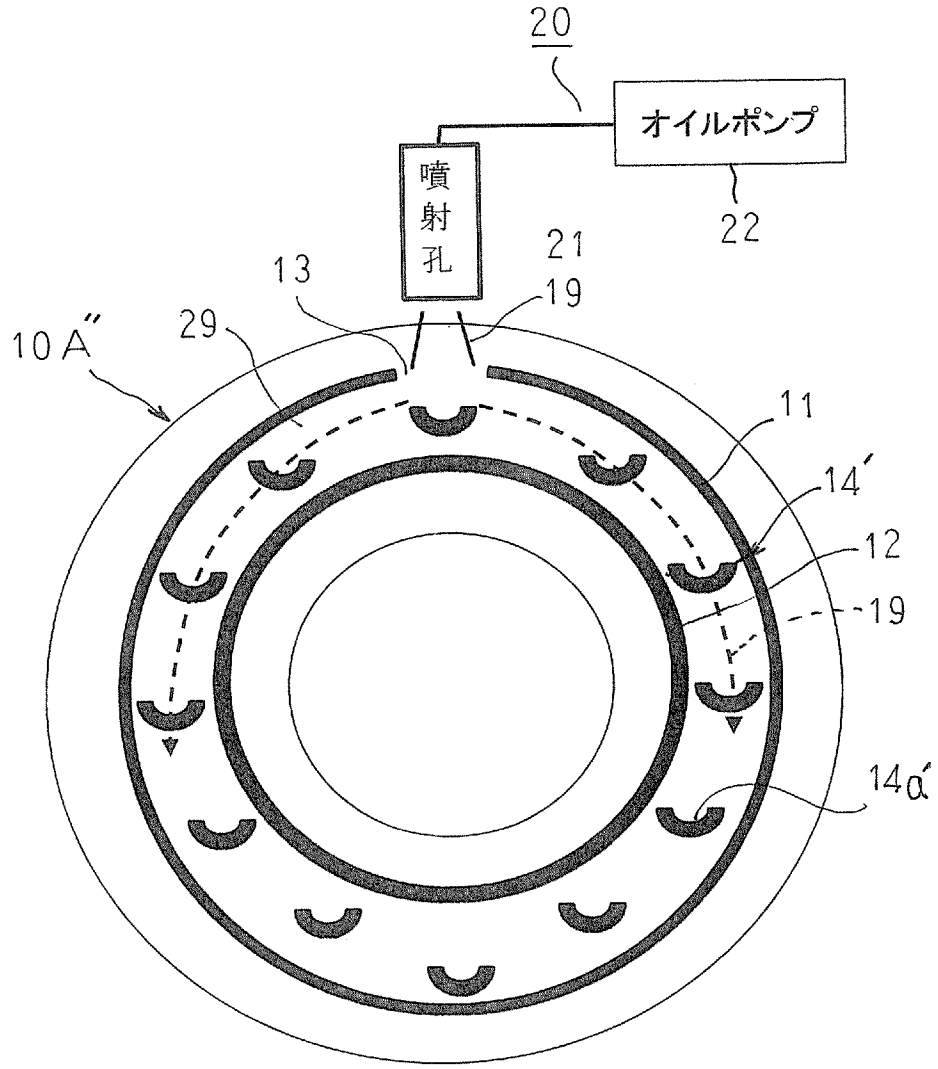
[図5]


21
21
10B'
10A'
19
7b
8a
29
14
12
14a
14
12

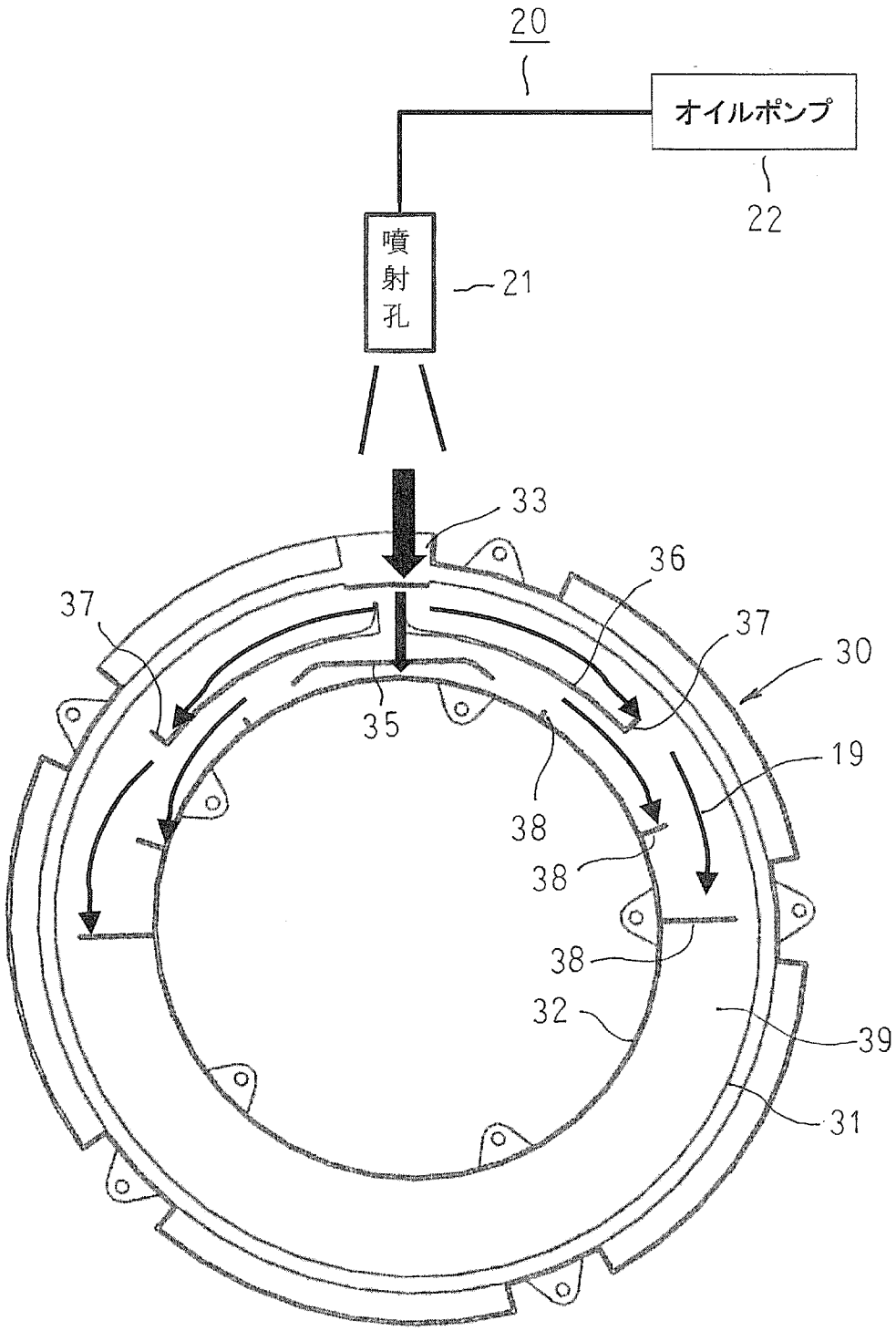
[図6]


21
21
10B"
10A
19
7b
8a
14
29
12
14a
14
12

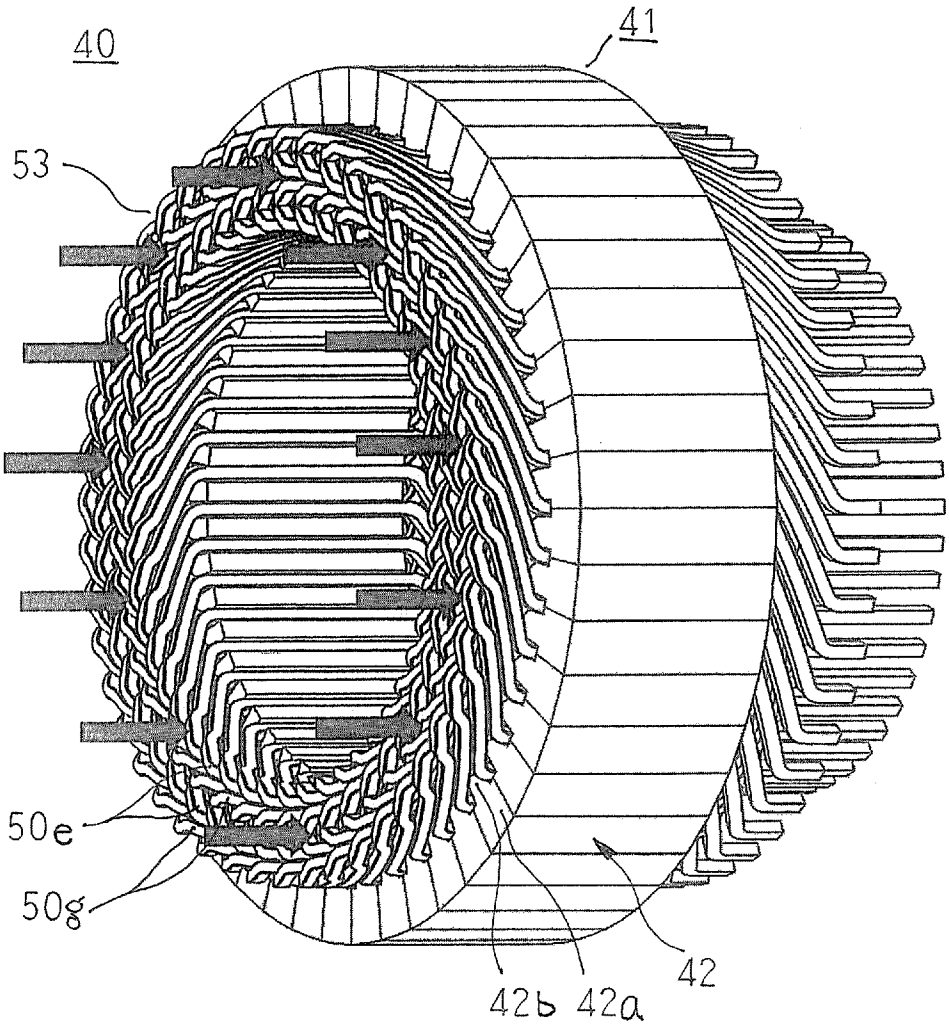
[図7]



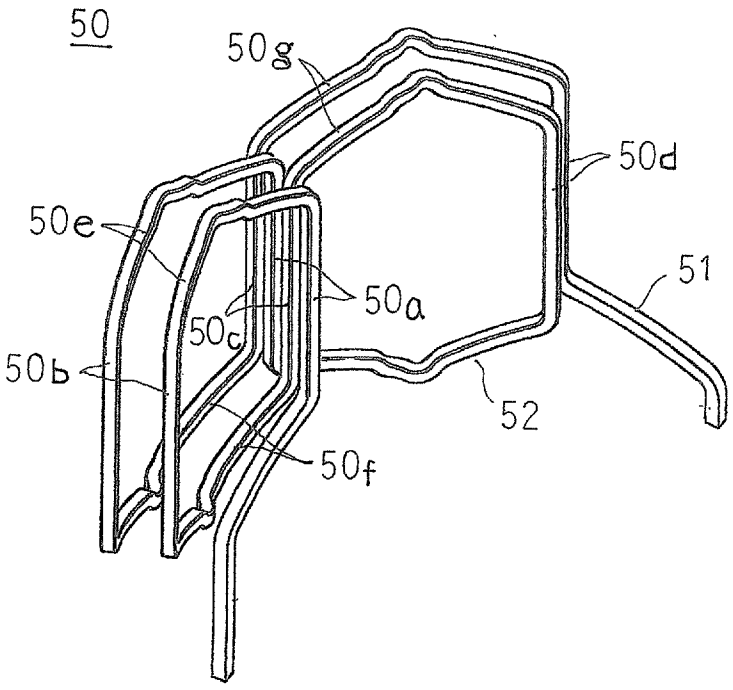
[図8]



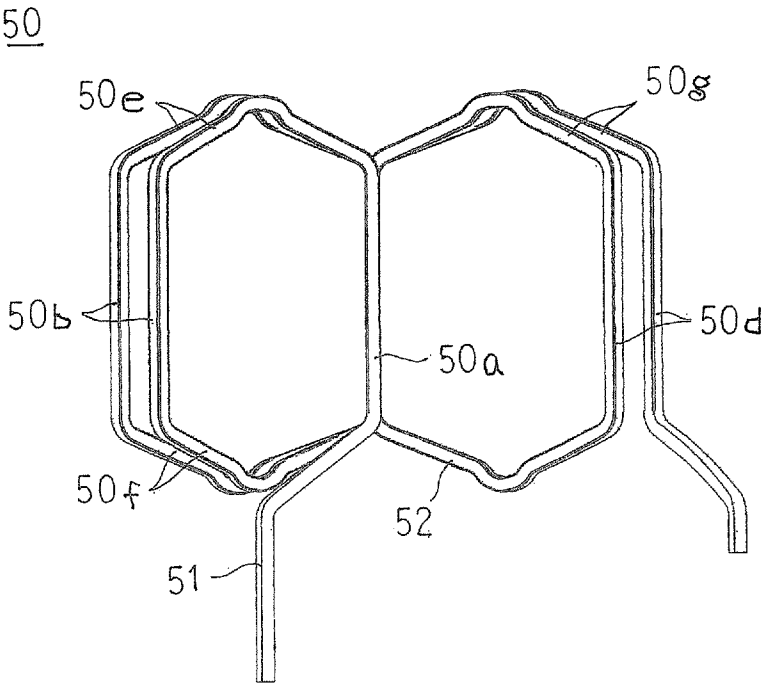
[図9]



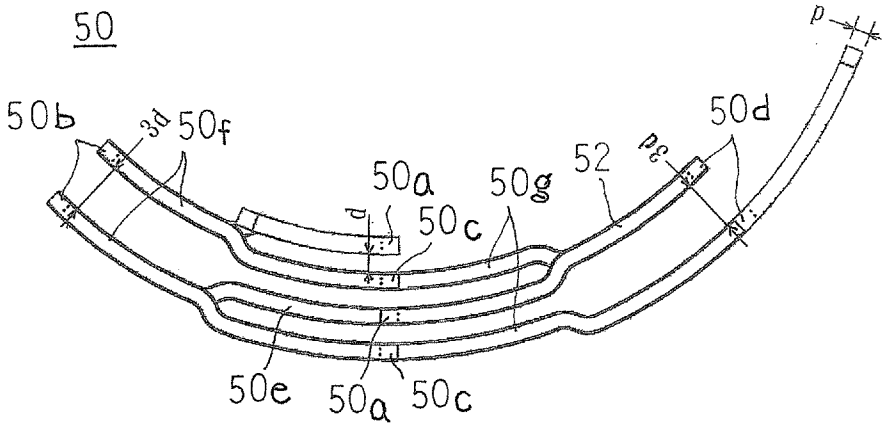
[図10]



[図11]


50
50e
50g
50b
50d
50a
50f
52
51

[図12]


50
p
50b
3d
50f
50d
50a
50g
52
pg
d
50c
50e
50a
50c

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/063975

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02K9/19(2006.01)i, *H02K5/20*(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)
H02K9/19, H02K5/20

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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	JP 2003-9454 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 10 January 2003 (10.01.2003), paragraphs [0018] to [0023]; fig. 1 to 2 & US 2002/0195885 A1	1-10
Y	JP 2014-42414 A (Toyota Motor Corp.), 06 March 2014 (06.03.2014), paragraph [0014]; fig. 3 (Family: none)	1-10
Y	JP 2001-145302 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 25 May 2001 (25.05.2001), paragraphs [0010], [0012] to [0015], [0019] to [0025]; fig. 5, 7, 11, 13 to 14 & US 6515384 B1 & EP 1102383 A2	1-10

☒ 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 11 August, 2014 (11.08.14)	Date of mailing of the international search report 19 August, 2014 (19.08.14)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/063975

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 2004-238952 A (Yasuo SUINA), 26 August 2004 (26.08.2004), paragraph [0020]; fig. 2 (Family: none)	2-10
Y	JP 2012-170299 A (Toyota Motor Corp.), 06 September 2012 (06.09.2012), paragraph [0023]; fig. 1 (Family: none)	8-10

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１４／０６３９７５

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02K9/19(2006.01)i, H02K5/20(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.　H02K9/19, H02K5/20

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	１９７１－２０１４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１４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	JP 2003-9454 A (日産自動車株式会社) 2003.01.10, 段落【0018】-【0023】, 図 1-2 & US 2002/0195885 A1	1-10
Y	JP 2014-42414 A (トヨタ自動車株式会社) 2014.03.06, 段落【0014】, 図 3 (ファミリーなし)	1-10
Y	JP 2001-145302 A (日産自動車株式会社) 2001.05.25, 段落【0010】, 【0012】-【0015】, 【0019】-【0025】, 図 5,7,11,13-14 & US 6515384 B1 & EP 1102383 A2	1-10

☑　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	国際調査報告の発送日
１１．０８．２０１４	１９．０８．２０１４

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）

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）　３Ｖ　３４２８

神山　貴行

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 2004-238952 A (推名　安男) 2004.08.26, 段落【0020】, 図 2 (ファミリーなし)	2-10
Y	JP 2012-170299 A (トヨタ自動車株式会社) 2012.09.06, 段落【0023】, 図 1 (ファミリーなし)	8-10