

(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1月21日(21.01.2016)



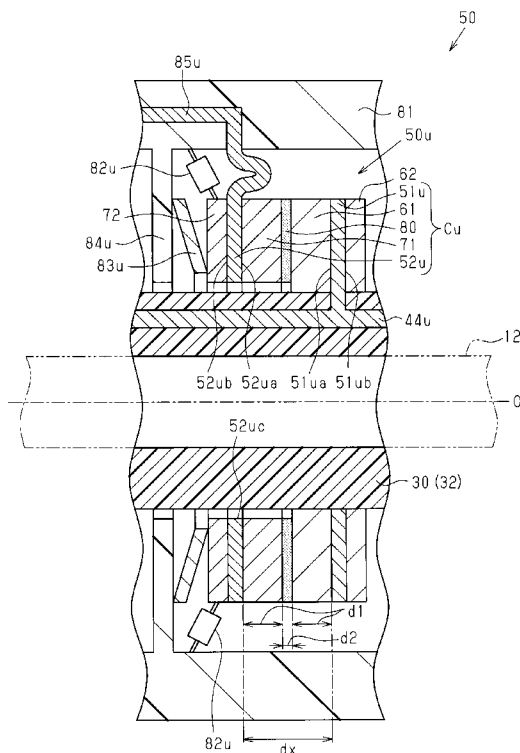
(10) 国際公開番号
WO 2016/009814 A1

- (51) 国際特許分類:
H02J 17/00 (2006.01) *H02K 21/10* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/068490
- (22) 国際出願日: 2015年6月26日(26.06.2015)
- (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 2014-146920 2014年7月17日(17.07.2014) JP
- (71) 出願人: 株式会社 豊田自動織機(KABUSHIKI KAISHA TOYOTA JIDOSHOKKI) [JP/JP]; 〒4488671 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 高三 正己(TAKASAN, Masaki); 〒4488671 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社 豊田自動織機 内 Aichi (JP). 山本 幸宏(YAMAMOTO, Yukihiro); 〒4488671 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社 豊田自動織機 内 Aichi (JP). 鈴木 航大(SUZUKI, Kodai); 〒4488671 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社 豊田自動織機 内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 恩田 誠, 外(ONDA, Makoto et al.); 〒5008731 岐阜県岐阜市大宮町二丁目12番地1 Gifu (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, 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),

[続葉有]

(54) Title: CONTACTLESS POWER TRANSMISSION APPARATUS AND ROTATING ELECTRIC MACHINE

(54) 発明の名称: 非接触電力伝送装置及び回転電機



(57) Abstract: This contactless power transmission apparatus is provided with a rotary electrode and a stationary electrode. The rotary electrode is fixed to a rotatable rotary body and is shaped like a flat ring protruding in the radial direction from an outer circumferential surface of the rotary body. The stationary electrode has an insertion through-hole through which the rotary body is inserted and is shaped like a flat ring that is retained so as not to rotate along with the rotation of the rotary body. The rotary electrode and the stationary electrode are disposed opposite each other in the axial direction of the rotary body to form a coupling capacitor. Power is transmitted via the coupling capacitor in a contactless manner.

(57) 要約: 非接触電力伝送装置は、回転電極と保持電極とを備える。回転電極は、回転可能な回転体に固定され、当該回転体の外周面から径方向に突出した平板リング状である。保持電極は、回転体が挿通された挿通孔を有し、回転体の回転に伴って回転しないように保持された平板リング状である。回転電極と保持電極とは、回転体の軸線方向に対向配置されていることによって結合コンデンサを構成する。結合コンデンサを介して非接触の電力伝送が行われる。

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))

明 細 書

発明の名称： 非接触電力伝送装置及び回転電機

技術分野

[0001] 本発明は、非接触電力伝送装置及び回転電機に関する。

背景技術

[0002] 非接触の電力伝送を行う非接触電力伝送装置が知られている。非接触電力伝送装置は、例えば回転体の回転に伴って回転する円筒状の回転電極と、回転体の回転に伴って回転しないように保持された円筒状の保持電極とを備えている。例えば特許文献1参照。このような非接触電力伝送装置においては、回転電極と保持電極とが径方向に対向配置することによって構成された結合コンデンサを介して、非接触で電力伝送が行われる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2011-19293号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 結合コンデンサを介して非接触の電力伝送を行う構成においては、比較的大きな電力値の非接触の電力伝送を行うために、結合コンデンサの静電容量の向上が求められる場合がある。また、上記のように回転電極と保持電極とが円筒状であって互いに径方向に対向する構成である場合、両電極が湾曲しているため、周方向の位置によって電極間距離が局所的にばらつくおそれがある。この場合、電荷の集中が生じ、非接触の電力伝送に支障が生じる場合があり得る。かといって、上記電極間距離の局所的なばらつきを抑制するために、回転電極及び保持電極を精度よく形成することはコスト等の観点から好ましくない。以上のことから、結合コンデンサを介して非接触の電力伝送を行う構成には未だに改善の余地がある。

[0005] 本発明の目的は結合コンデンサを介した非接触の電力伝送を好適に行うこ

とができる非接触電力伝送装置及びその非接触電力伝送装置を備えた回転電機を提供することである。

課題を解決するための手段

[0006] 上記目的を達成する第1の態様は非接触電力伝送装置を提供する。非接触電力伝送装置は、回転可能な回転体に固定され、当該回転体の外周面から径方向に突出した平板リング状の回転電極と、前記回転体が挿通された挿通孔を有し、前記回転体の回転に伴って回転しないように保持された平板リング状の保持電極と、を備え、前記回転電極と前記保持電極とは、前記回転体の軸線方向に対向配置されていることによって結合コンデンサを構成しており、前記結合コンデンサを介して非接触の電力伝送が行われる。

[0007] 上記目的を達成する第2の態様は回転電機を提供する。回転電機は、コイルが設けられたロータと、第1の態様の非接触電力伝送装置と、を備える。前記回転電極は、前記コイルに接続されている。

図面の簡単な説明

- [0008] [図1]回転電機のロータを主として示す斜視図。
[図2]回転電機のロータを主として示す断面斜視図。
[図3]非接触電力伝送装置を模式的に示す断面図。
[図4]u相ユニットの分解斜視図。
[図5]インバータ及び回転電機の回路図。
[図6]別例の回転電機を示す模式図。
[図7]別例の非接触電力伝送装置を模式的に示す断面図。
[図8]更に別の回転電機を示す模式図。
[図9]図8の9-9線断面図。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、非接触電力伝送装置を適用した回転電機の一実施形態について説明する。ちなみに、回転電機は、例えばバッテリーなどの蓄電装置を有する車両に搭載されており、当該蓄電装置の電力を用いて車両を走行させるのに用いられる。また、当該回転電機は、例えば車両の減速時においては回生電力を

生成する。回生電力は、蓄電装置の充電などの用途に用いられる。

[0010] 図示の都合上、図 1 及び図 2 については、3つのコイル 24 u ~ 24 w のうち u 相コイル 24 u の一部のみを図示する。また、図 1 においては、ステータ 14 を 2 点鎖線で一部のみ示す。

[0011] 最初に、回転電機 11 の概要を説明する。図 1 に示すように、回転電機 11 は、回転軸 12 と、当該回転軸 12 が固定され、回転軸 12 と一体回転するロータ 13 と、ロータ 13 の外側に配置されたステータ 14 とを備えている。回転電機 11 は、所謂三相交流モータである。

[0012] 回転電機 11 は、回転軸 12、ロータ 13 及びステータ 14 が収容されたハウジング（図示略）を備えており、当該ハウジング内には回転軸 12 を支持する軸受が収容されている。ステータ 14 とハウジングとは熱的に結合している。このため、ステータ 14 はハウジングによって冷却され得る。

[0013] ロータ 13 は、全体として有底円筒状である。ロータ 13 は、本体部 21 と、当該本体部 21 の外周面に固定されたコア 22 とを備えている。本体部 21 は、底部に回転軸 12 が挿通される挿通孔 21 a を有する。コア 22 は、全体として略円筒状である。当該コア 22 の外周面には、複数のスロット 23 がコア 22 の周方向に並設されている。各スロット 23 は、ロータ 13 の軸線方向に延びている。そして、複数のスロット 23 には、複数のコイル 24 u ~ 24 w が捲回されている。

[0014] ステータ 14 は、例えば永久磁石である。ステータ 14 は、湾曲形状であり、ロータ 13 のコア 22 の外周面と対向する位置に配置されている。すなわち、本回転電機 11 は、ステータ 14 の内側に配置されたロータ 13 に複数のコイル 24 u ~ 24 w が設けられているタイプのものである。

[0015] 図 2 に示すように、回転電機 11 は、ロータ 13 の回転に伴って回転する回転体 30 を備えている。回転体 30 は、絶縁性を有する材料（例えば樹脂）で構成されている。回転体 30 は、ロータ 13 の本体部 21 の内側に設けられている。回転体 30 は、回転軸 12 と同一径の内径を有する筒状であり、回転体 30 の軸線方向とロータ 13 の軸線方向とは一致している。そして

、回転軸 12 は、回転体 30 と一体回転する状態で回転体 30 に挿通されている。この場合、回転軸 12 の軸線方向、回転体 30 の軸線方向及びロータ 13 の軸線方向は一致している。回転体 30 及びロータ 13 は共通の軸線 O (図 3) を有する。すなわち、回転軸 12、回転体 30、及びロータ 13 は、軸線 O を中心に同心状に並んで配置されている。

[0016] 回転体 30 は、本体部 21 の底部寄りに配置された拡張部 31 と、拡張部 31 よりも小さい外径を有する縮径部 32 とで構成されている。拡張部 31 は、ロータ 13 の本体部 21 の底部に固定されている。これにより、回転体 30 は、ロータ 13 の回転に伴って回転する。

[0017] 回転電機 11 は、回転体 30 の縮径部 32 に取り付けられているものであって、複数のコイル 24u ~ 24w に対して非接触の電力伝送を行う非接触電力伝送装置 50 を備えている。

[0018] 回転電機 11 は、非接触電力伝送装置 50 とコイル 24u ~ 24w とを電氣的に接続するための構成を備えている。非接触電力伝送装置 50 の具体的な構成の説明の前に、非接触電力伝送装置 50 とコイル 24u ~ 24w との接続構成について簡単に説明する。

[0019] 図 1 及び図 2 に示すように、回転電機 11 は、u 相コイル 24u のコイルエンドから引き出された u 相リード線 41u と電氣的に接続された u 相バスバー 42u と、u 相バスバー 42u を保持するバスバー保持部 43 とを備えている。バスバー保持部 43 は、絶縁性を有しており、本体部 21 の底部に対して外側から取り付けられている。

[0020] また、図 2 に示すように、回転体 30 には、回転体 30 の軸線方向に延びた棒状の u 相ロータ配線 44u が埋設されている。u 相ロータ配線 44u は、本体部 21 の底部及びバスバー保持部 43 を貫通しており、u 相ロータ配線 44u の一部は、バスバー保持部 43 から突出している。u 相バスバー 42u は、u 相ロータ配線 44u と u 相リード線 41u とを接続した状態で、バスバー保持部 43 に固定（詳細には締結）されている。

[0021] u 相にかかる構成と同様に、回転電機 11 は、v 相コイル 24v のコイル

エンドから引き出されたv相リード線（図示略）と、回転体30に埋設されたv相ロータ配線（図示略）とを接続するv相バスバー42vとを備えている。そして、回転電機11は、w相コイル24wのコイルエンドから引き出されたw相リード線（図示略）と、回転体30に埋設されたw相ロータ配線（図示略）とを接続するw相バスバー42wとを備えている。バスバー保持部43は、各バスバー42u, 42v, 42wを保持している。

[0022] 次に、非接触電力伝送装置50の具体的な構成について説明する。

非接触電力伝送装置50は、u相コイル24uに対応するu相ユニット50u、v相コイル24vに対応するv相ユニット50v及びw相コイル24wに対応するw相ユニット50wを備えている。各相ユニット50u~50wは、ロータ13の内側に配置された回転体30の縮径部32に取り付けられている。各相ユニット50u~50wは、回転体30の軸線方向に所定の間隔を隔てて配列されている。これら各相ユニット50u~50wは基本的には同一の構成であるため、以下u相ユニット50uについて図3及び図4を用いて詳細に説明し、v相ユニット50v及びw相ユニット50wの詳細な説明を省略する。図4においては、図示の都合上、回転体30を2点鎖線で示し、保持部材81の図示を省略する。

[0023] 図3及び図4に示すように、u相ユニット50uは、回転体30の縮径部32の外周面から径方向に突出した平板リング状のu相回転電極51uを備えている。u相回転電極51uは、回転体30に固定されており、回転体30の回転に伴って回転する。

[0024] u相回転電極51uは、回転体30に埋設されたu相ロータ配線44uに接続されている。これにより、u相回転電極51uは、u相ロータ配線44u、u相バスバー42u及びu相リード線41uを介して、u相コイル24uに接続されている。

[0025] u相ユニット50uは、回転体30の回転に伴って回転しないように保持された平板リング状のu相保持電極52uを備えている。u相保持電極52uは、回転体30が挿通された挿通孔52ucを有している。挿通孔52u

cは、回転体30の縮径部32よりも一回り大きく形成されている。u相保持電極52uは、その内周面が回転体30の縮径部32と当接しないように保持されている。u相回転電極51uとu相保持電極52uとは、同一軸線上であって回転体30の軸線方向に対向配置されている。これにより、u相結合コンデンサCuが構成されている。

[0026] u相回転電極51uとu相保持電極52uとは、回転電機の動作中において常に互いに直接接触することはない。このように、u相回転電極51uとu相保持電極52uとは、互いに機械的に非接触である。

[0027] 本実施形態では、u相回転電極51u及びu相保持電極52uは、回転体30の軸線方向から見て円形のリング状であって、両者の外径は同一に設定されている。

図3に示すように、u相回転電極51uは、u相保持電極52uと対向する回転対向面51uaを有している。回転対向面51uaは、回転体30の軸線方向に直交する平坦面である。即ち、回転対向面51uaは、回転体30の径方向に延びる平坦面である。回転対向面51uaには、空気よりも高い誘電率を有する第1回転誘電層61（回転誘電部）が設けられている。同様に、u相回転電極51uにおける回転対向面51uaとは反対側の面51ubには、空気よりも高い誘電率を有する第2回転誘電層62が設けられている。第1回転誘電層61及び第2回転誘電層62は、u相回転電極51uと同様に平板リング状である。u相回転電極51uは、第1回転誘電層61及び第2回転誘電層62によって回転体30の軸線方向から挟まれている。u相回転電極51u、第1回転誘電層61及び第2回転誘電層62は、焼結等の処理によってユニット化されている。

[0028] 同様に、u相保持電極52uは、u相回転電極51uと対向する保持対向面52uaを有している。保持対向面52uaは、回転体30の軸線方向に直交する平坦面である。即ち、保持対向面52uaは、回転体30の径方向に延びる平坦面である。保持対向面52uaには、空気よりも高い誘電率を有する第1保持誘電層71（保持誘電部）が設けられている。u相保持電極

5 2 uにおける保持対向面5 2 u aとは反対側の面5 2 u bには、空気よりも高い誘電率を有する第2保持誘電層7 2が設けられている。u相保持電極5 2 u、第1保持誘電層7 1及び第2保持誘電層7 2は、焼結等の処理によりユニット化されている。

[0029] 各誘電層6 1, 6 2, 7 1, 7 2の構成材料は、空気よりも高い誘電率を有するものであれば任意であるが、例えばチタン酸バリウム等の誘電性セラミックスである。第1回転誘電層6 1の表面及び第1保持誘電層7 1の表面はそれぞれ、回転体3 0の軸線方向に直交する平坦面である。即ち、第1回転誘電層6 1の表面及び第1保持誘電層7 1の表面はそれぞれ、回転体3 0の径方向に延びる平坦面である。

[0030] また、第1回転誘電層6 1及び第1保持誘電層7 1は、u相回転電極5 1 u及びu相保持電極5 2 uと比較して、滑り易く構成されている。詳細には、第1回転誘電層6 1及び第1保持誘電層7 1の構成材料である誘電体セラミックスの摩擦係数は、u相回転電極5 1 u及びu相保持電極5 2 uの摩擦係数よりも小さい。

[0031] 図3に示すように、第1回転誘電層6 1と第1保持誘電層7 1との間には、潤滑材として流体の潤滑油8 0が配置されている。すなわち、u相結合コンデンサC uは、回転体3 0の軸線方向に対向するu相回転電極5 1 u及びu相保持電極5 2 uと、両者の間に介在する第1回転誘電層6 1、潤滑油8 0及び第1保持誘電層7 1とによって構成されている。潤滑油8 0は、空気よりも高い誘電率を有する材料で構成されている。但し、本実施形態では、潤滑油8 0の誘電率は、両誘電層6 1, 7 1の誘電率よりも低い。

[0032] 上記のように構成されたu相結合コンデンサC uの静電容量は、両誘電層6 1, 7 1及び潤滑油8 0の誘電率と、u相回転電極5 1 uとu相保持電極5 2 uとの対向方向（すなわち回転体3 0の軸線方向）の離間距離である電極間距離d xと、u相回転電極5 1 uとu相保持電極5 2 uとの対向面積等の条件に依存する。

[0033] 対向面積とは、回転体3 0の軸線方向から見た回転対向面5 1 u aと保持

対向面 5 2 u a との重なり領域の面積であり、回転対向面 5 1 u a 及び保持対向面 5 2 u a の面積に依存する。厳密には、本実施形態では、回転体 3 0 との摺動を回避するべく、挿通孔 5 2 u c が回転体 3 0 よりも一回り大きく形成されており、且つ、外径が同一である関係上、対向面積は、保持対向面 5 2 u a の面積と一致している。

[0034] u 相保持電極 5 2 u の保持に係る構成について説明する。図 2 及び図 3 に示すように、非接触電力伝送装置 5 0 は、u 相保持電極 5 2 u を保持するのに用いられる保持部材 8 1 を備えている。保持部材 8 1 は、例えば樹脂などの絶縁性を有する材料で構成されている。保持部材 8 1 は、例えば u 相回転電極 5 1 u 及び u 相保持電極 5 2 u の外径よりも大きい内径と、本体部 2 1 の内径よりも小さい外径とを有する円筒状である。保持部材 8 1 は、各相ユニット 5 0 u ~ 5 0 w を、回転体 3 0 の径方向の外側から覆っている。保持部材 8 1 の軸線方向の一端部はハウジングに固定されている。このため、保持部材 8 1 は、回転体 3 0 の回転に伴って回転しない。

[0035] 図 3 及び図 4 に示すように、非接触電力伝送装置 5 0 の u 相ユニット 5 0 u は、u 相保持電極 5 2 u を、回転体 3 0 の軸線方向に移動可能な状態で保持する u 相保持部 8 2 u を複数（例えば 4 つ）備えている。複数の u 相保持部 8 2 u はそれぞれ、例えばバネや弾性ゴム（ラバー）等の弾性部材で構成されている。複数の u 相保持部 8 2 u は、回転体 3 0 の周方向に離間して配置されている。各 u 相保持部 8 2 u の一端は、u 相保持電極 5 2 u、第 1 保持誘電層 7 1 及び第 2 保持誘電層 7 2 で構成されたユニット体に接続されており、各 u 相保持部 8 2 u の他端は、保持部材 8 1 の内周面に接続されている。複数の u 相保持部 8 2 u は、u 相回転電極 5 1 u と u 相保持電極 5 2 u との対向方向である回転体 3 0 の軸線方向における上記ユニット体の移動を許容する一方、上記ユニット体の回転（すなわち回転体 3 0 の周方向の移動）を規制している。これにより、u 相保持電極 5 2 u は、回転体 3 0 の軸線方向には移動可能な状態で、回転体 3 0 の回転に伴って回転しないように保持されている。

[0036] 図3及び図4に示すように、非接触電力伝送装置50のu相ユニット50uは、u相保持電極52uを、回転体30の軸線方向からu相回転電極51uに向けて押圧する押圧部としてのu相皿バネ83uを備えている。保持部材81の内周面には、当該内周面から径方向内側に突出したu相壁部84uが設けられている。u相壁部84uは、回転体30よりも一回り大きい内径を有する平板リング状である。u相壁部84uは、u相保持電極52uに対して、u相回転電極51u側とは反対側に配置されており、その位置にて保持部材81に固定されている。u相皿バネ83uは、u相壁部84uとu相保持電極52uとの間に配置されている。この場合、u相保持電極52uは、u相皿バネ83uの付勢力によって回転体30の軸線方向からu相回転電極51uに向けて押圧されている。

[0037] u相回転電極51uとu相保持電極52uとの対向方向である回転体30の軸線方向を厚さ方向と定義する。この場合、図3に示すように、第1回転誘電層61の厚さと第1保持誘電層71の厚さとは同一に設定されている（以下誘電層厚さd1という）。そして、u相皿バネ83uによってu相保持電極52uが押圧されている状況においてu相回転電極51uが回転している場合の潤滑油80の厚さd2は誘電層厚さd1よりも薄い。

[0038] 図3に示すように、非接触電力伝送装置50は、u相保持電極52uに接続されたu相ステータ配線85uを備えている。u相ステータ配線85uの一部は、保持部材81に埋設されており、回転電機11を駆動させる駆動回路としてのインバータ100（図5参照）に接続されている。u相ステータ配線85uの別の一部は、緩んだ状態で、保持部材81に埋設されている部分と、u相保持電極52uとを接続している。これにより、u相ステータ配線85uは、u相保持電極52uが回転体30の軸線方向の移動に追従するように構成されている。

[0039] 図2に示すように、u相ユニット50uと同様に、v相ユニット50vは、v相回転電極51v及びv相保持電極52v等の部品から構成されるv相結合コンデンサCvを有している。v相回転電極51vは、v相ロータ配線

及びv相バスバー42vを介して、v相コイル24vに接続されている。v相保持電極52vは、保持部材81に一部が埋設されたv相ステータ配線（図示略）を介してインバータ100に接続されている。

[0040] 同様に、w相ユニット50wは、w相回転電極51w及びw相保持電極52w等の部品から構成されるw相結合コンデンサCwを有している。w相回転電極51wは、w相ロータ配線及びw相バスバー42wを介して、w相コイル24wに接続されている。w相保持電極52wは、保持部材81に一部が埋設されたw相ステータ配線（図示略）を介してインバータ100に接続されている。

[0041] ここで、結合コンデンサCu～Cwの静電容量は、非接触の電力伝送が行われる電力値を規定している1パラメータである。詳細には、結合コンデンサCu～Cwの静電容量が大きいほど非接触で電力伝送される電力値を大きくすることができる。本実施形態では、各結合コンデンサCu～Cwは同一形状であるため、各結合コンデンサCu～Cwの静電容量は同一である。

[0042] また、非接触電力伝送装置50は、v相保持部、v相皿バネ83v及びv相壁部84vと、w相保持部、w相皿バネ83w及びw相壁部84wとを備えている。これらの構成は、u相における対応する構成と同様である。

[0043] 本実施形態の非接触電力伝送装置50の具体的な製造方法については任意であるが、例えば両面に誘電層が形成された保持電極52u～52w、保持部及び皿バネ83u～83w等の部品が取り付けられた保持部材81のユニット体を軸線方向に沿って分割する。そして、両面に誘電層が形成された回転電極51u～51wが固定された回転体30に対して上記ユニット体の分割パーツを回転体30の軸線方向と直交する方向（例えば上下方向、即ち径方向）から取り付け、その状態で焼結や溶接等の接合方法によって接合し、その後回転体30を本体部21に固定するといった手法が考えられる。

[0044] 次に、本回転電機11の電氣的構成及びインバータ100について詳細に説明する。

図5に示すように、インバータ100は、u相コイル24uに対応するu

相スイッチング素子 Q_{u1} 、 Q_{u2} と、 v 相コイル $24v$ に対応する v 相スイッチング素子 Q_{v1} 、 Q_{v2} と、 w 相コイル $24w$ に対応する w 相スイッチング素子 Q_{w1} 、 Q_{w2} と、を備えている。各スイッチング素子 Q_{u1} 、 Q_{u2} 、 Q_{v1} 、 Q_{v2} 、 Q_{w1} 、 Q_{w2} （以降単に各スイッチング素子 $Q_{u1} \sim Q_{w2}$ と示す）は例えばIGBTで構成されている。

[0045] 各 u 相スイッチング素子 Q_{u1} 、 Q_{u2} は接続線を介して互いに直列に接続されており、その接続線は、 u 相保持電極 $52u$ に接続されている。そして、各 u 相スイッチング素子 Q_{u1} 、 Q_{u2} の直列接続体に対して、車両に搭載されたバッテリー B から直流電力が入力されている。他のスイッチング素子 Q_{v1} 、 Q_{v2} 、 Q_{w1} 、 Q_{w2} については、対応する保持電極が異なる点を除いて、 u 相スイッチング素子 Q_{u1} 、 Q_{u2} と同様の接続態様であるため、詳細な説明を省略する。各コイル $24u \sim 24w$ は、例えばデルタ結線されている。

[0046] インバータ 100 は、各スイッチング素子 $Q_{u1} \sim Q_{w2}$ のスイッチング動作を制御する制御回路 101 を備えている。制御回路 101 は、各スイッチング素子 $Q_{u1} \sim Q_{w2}$ を周期的にON/OFFさせることにより、直流電力を交流電力に変換し、当該交流電力を各保持電極 $52u \sim 52w$ に対して供給する。当該交流電力は、各結合コンデンサ $C_u \sim C_w$ を介して、各コイル $24u \sim 24w$ に非接触で供給される。これにより、ロータ 13 が回転する。

[0047] また、複数のスイッチング素子 $Q_{u1} \sim Q_{w2}$ はそれぞれボディダイオード（寄生ダイオード） $D_{u1} \sim D_{w2}$ を有している。各コイル $24u \sim 24w$ にて発生した回生電力は、ボディダイオード $D_{u1} \sim D_{w2}$ によって整流されて、バッテリー B に入力される。これにより、バッテリー B が充電される。すなわち、本インバータ 100 は、直流電力と交流電力との双方向変換が可能な電力変換部である。

[0048] 例えば第 $1u$ 相スイッチング素子 Q_{u1} がON状態であり、第 $2u$ 相スイッチング素子 Q_{u2} がOFF状態であり、第 $1v$ 相スイッチング素子 Q_{v1}

がOFF状態であり、第2 v相スイッチング素子 Q_{v2} がON状態である場合、u相結合コンデンサ $C_u \rightarrow$ u相コイル $24_u \rightarrow$ v相結合コンデンサ C_v という経路で電力伝送が行われる。この場合、u相結合コンデンサ C_u 、u相コイル 24_u 及びv相結合コンデンサ C_v によって直列共振回路が構成されている。つまり、u相コイル 24_u は、u相結合コンデンサ C_u 及びv相結合コンデンサ C_v と協働して、上記直列共振回路を構成している。

[0049] なお、上述したスイッチング態様とは別のスイッチング態様においても、結合コンデンサ $C_u \sim C_w$ のうち2つの結合コンデンサと、コイル $24_u \sim 24_w$ のうち1つのコイルとによって直列共振回路が構成されている。

[0050] 各コイル $24_u \sim 24_w$ のインダクタンスは同一である。そして、既に説明した通り、各結合コンデンサ $C_u \sim C_w$ の静電容量は同一である。このため、いずれの直列共振回路が構成された場合であっても、共振周波数は同一である。

[0051] 制御回路101は、上記共振周波数に対応させて、各スイッチング素子 $Q_{u1} \sim Q_{w2}$ のON/OFF制御を行う。すなわち、制御回路101は、上記共振周波数と同一周波数の交流電力が出力されるように各スイッチング素子 $Q_{u1} \sim Q_{w2}$ のON/OFF制御を行う。制御回路101は、各スイッチング素子 $Q_{u1} \sim Q_{w2}$ のON/OFFのデューティ比を可変制御することにより、ロータ13の回転数を可変制御する。

[0052] 次に本実施形態の作用について説明する。

インバータ100から出力される交流電力は、各結合コンデンサ $C_u \sim C_w$ を介して、非接触で各コイル $24_u \sim 24_w$ に供給される。これにより、ロータ13及び回転体30が回転する。この場合、u相保持電極 52_u がu相回転電極 51_u に向けて押圧されている状況下でu相回転電極 51_u が回転することによって、潤滑油80において油膜圧力が発生する。このため、力の均衡が保たれ、潤滑油80の厚さ d_2 が一定に保たれる。

[0053] 以上詳述した本実施形態によれば以下の効果を奏する。説明の便宜上、一部の効果については、u相についてのみ説明するが、v相及びw相について

も同様の効果を奏する。

(1) 非接触電力伝送装置 50 は、回転可能な回転体 30 に固定され、当該回転体 30 の外周面から径方向に突出した平板リング状の u 相回転電極 51 u と、回転体 30 が挿通された挿通孔 52 u c を有し、且つ、回転体 30 の回転に伴って回転しないように保持された平板リング状の u 相保持電極 52 u と、を備えている。u 相回転電極 51 u と u 相保持電極 52 u とは、回転体 30 の軸線方向に対向配置されている。非接触電力伝送装置 50 は、u 相回転電極 51 u と u 相保持電極 52 u とによって構成された u 相結合コンデンサ C_u を介して非接触の電力伝送を行うように構成されている。かかる構成によれば、平板リング状の u 相回転電極 51 u 及び u 相保持電極 52 u の軸線方向の端面（回転対向面 51 u a 及び保持対向面 52 u a）同士が回転体 30 の軸線方向に対向することとなるため、湾曲した電極が径方向に対向する構成と比較して、電極間距離 d_x の局所的なばらつきを比較的容易に抑制することができる。

[0054] 詳述すると、仮に円筒状の回転電極と保持電極とが径方向に対向する構成においては、周方向の位置によって電極間距離 d_x が変動しないように、回転電極と保持電極とを湾曲させて形成する必要がある。このような湾曲形成は、平坦面の形成と比較して、精度が低くなり易い。これに対して、本実施形態では、回転対向面 51 u a 及び保持対向面 52 u a の双方は平坦面であればよいため、湾曲形成させる構成と比較して、容易に所望の精度を得ることができる。これにより、電極間距離 d_x の局所的なばらつきを比較的容易に抑制することができ、それを通じて電荷の集中を好適に抑制することができる。

[0055] 特に、回転電極及び保持電極が円筒状であって径方向に対向する構成である場合、結合コンデンサの静電容量は、回転電極及び保持電極の軸線方向の長さに依存する。一方、u 相回転電極 51 u 及び u 相保持電極 52 u が平板リング状である場合、u 相結合コンデンサ C_u の静電容量は、回転対向面 51 u a 及び保持対向面 52 u a の面積に依存する。当該面積は、u 相回転電

極 5 1 u 及び u 相保持電極 5 2 u の半径の 2 乗に依存する。このため、u 相回転電極 5 1 u 及び u 相保持電極 5 2 u の外径を大きくすることによって、回転体 3 0 の軸線方向への大型化を抑制しつつ、u 相結合コンデンサ C u の静電容量の向上を図ることができ、それを通じてより大きな電力値の非接触の電力伝送が可能となる。

[0056] (2) u 相回転電極 5 1 u における u 相保持電極 5 2 u と対向する回転対向面 5 1 u a には、空気よりも高い誘電率を有する誘電部としての第 1 回転誘電層 6 1 が設けられている。u 相保持電極 5 2 u における u 相回転電極 5 1 u と対向する保持対向面 5 2 u a には、上記誘電部としての第 1 保持誘電層 7 1 が設けられている。これにより、u 相回転電極 5 1 u と u 相保持電極 5 2 u との間には、両誘電層 6 1, 7 1 が介在しているため、u 相結合コンデンサ C u の静電容量の向上を図ることができる。また、両誘電層 6 1, 7 1 によって、u 相回転電極 5 1 u と u 相保持電極 5 2 u との接触が規制されている。これにより、u 相回転電極 5 1 u と u 相保持電極 5 2 u との絶縁性の向上を図ることができる。

[0057] u 相結合コンデンサ C u の静電容量の向上を図るためには、電極間距離 d x を小さくすることも考えられる。しかしながら、電極間距離 d x を小さくすると、高電圧が印加された場合に絶縁破壊が生じやすい。

[0058] これに対して、本実施形態では、u 相回転電極 5 1 u と u 相保持電極 5 2 u との間に高い誘電率を有する両誘電層 6 1, 7 1 を介在させることによって、u 相結合コンデンサ C u の静電容量の向上を図りつつ、電極間距離 d x を大きくすることができる。これにより、u 相回転電極 5 1 u と u 相保持電極 5 2 u との間に高電圧が印加された場合であっても、絶縁破壊が生じにくい。よって、u 相結合コンデンサ C u の静電容量の向上を図りつつ、耐圧性の向上を図ることができる。換言すれば、耐圧性の向上を図るべく電極間距離 d x を大きくすることによって生じ得る不都合である静電容量の低下を、u 相回転電極 5 1 u と u 相保持電極 5 2 u との間に高誘電率の両誘電層 6 1, 7 1 を配置することによって軽減していると言える。

[0059] (3) u相回転電極51uとu相保持電極52uとの間、詳細には両誘電層61, 71の間には、潤滑材としての潤滑油80が設けられている。これにより、u相回転電極51uの回転が円滑に行われる。よって、第1回転誘電層61と第1保持誘電層71との摺動に起因してu相回転電極51uの回転が阻害されることや、上記摺動に起因した摩耗や騒音を抑制することができる。

[0060] (4) 潤滑油80は、空気よりも高い誘電率を有する材料で構成されている。これにより、u相結合コンデンサCuの静電容量の更なる向上を図ることができる。

(5) 非接触電力伝送装置50は、u相保持電極52uを、回転体30の軸線方向に移動可能な状態であって回転体30の回転に伴って回転しないように保持するu相保持部82uと、u相保持電極52uを、回転体30の軸線方向からu相回転電極51uに向けて押圧する押圧部としてのu相皿バネ83uとを備えている。かかる構成によれば、u相保持電極52uがu相回転電極51uに向けて押圧されている状況においてu相回転電極51uが回転することによって、潤滑油80にて油膜圧力が生じる。これにより、両誘電層61, 71の間には、潤滑油80の薄い層が安定して存在することとなる。よって、両誘電層61, 71の接触を抑制できる。

[0061] また、本実施形態によれば、油膜圧力を利用することにより、両誘電層61, 71の接触を抑制するための潤滑油80の厚さd2を薄くすることができるため、その分だけ潤滑油80よりも誘電率の高い両誘電層61, 71の厚さである誘電層厚さd1を厚くすることができたり、電極間距離dxを小さくしたりできる。これにより、u相結合コンデンサCuの静電容量の向上を図ることができる。

[0062] (6) 両誘電層61, 71の表面同士が対向している構成においては、両誘電層61, 71の表面凹凸や微小な湾曲に基づいて、両誘電層61, 71間の距離が局所的に変動し得る。この場合、電荷の集中が懸念される。特に、両誘電層61, 71の対向距離である潤滑油80の厚さd2が薄くなると

、上記電荷の集中が顕著になり易い。

[0063] これに対して、本実施形態では、第1回転誘電層61の表面及び第1保持誘電層71の表面はそれぞれ、回転体30の軸線方向に直交する平坦面である。このような平坦面は、湾曲面と比較して、比較的精度よく形成することができる。これにより、上記電荷の集中を抑制することができる。

[0064] (7) 両誘電層61, 71の摩擦係数は、u相回転電極51u及びu相保持電極52uの摩擦係数よりも小さい。これにより、仮に何らかの要因によって両誘電層61, 71が摺動することとなったとしても、u相回転電極51uとu相保持電極52uとが摺動する構成と比較して、摺動に起因する摩擦や騒音を抑制できる。

[0065] (8) 回転電機11は、3つのコイル24u~24wが設けられたロータ13と、3つの相ユニット50u~50wを有する非接触電力伝送装置50とを備えている。そして、3つの相ユニット50u~50wの回転電極51u~51wは、3つのコイル24u~24wに接続されている。かかる構成によれば、スリップリング等を用いることなく、各コイル24u~24wに対して非接触で電力を伝送することができる。

[0066] 非接触の電力伝送を行う方式として、電磁誘導方式や磁場共鳴方式を採用することも考えられる。しかしながら、上記のような2つの方式では1次側コイル及び2次側コイルによる磁場の形成が必須となる。すると、当該磁場と、ロータ13とステータ14との間の磁場とが干渉し、ロータ13の回転に支障が生じる場合があり得る。

[0067] これに対して、本実施形態では、磁場ではなく電界を利用した非接触の電力伝送が採用されているため、上記のような磁場の干渉を考慮する必要がない。これにより、ロータ13の回転を阻害することなく、非接触の電力伝送を実現できる。

[0068] 特に、回転電機11のコイル24u~24wが回転電極51u~51wに接続されているため、当該コイル24u~24wと結合コンデンサC_u~C_wとによって共振回路が構成されている。これにより、共振現象を利用する

ことができるため、それを通じて結合コンデンサ $C_u \sim C_w$ を介して電力伝送される電力値の向上を図ることができる。つまり、ロータ13を回転させるためのコイル $24_u \sim 24_w$ が、結合コンデンサ $C_u \sim C_w$ を用いた非接触の電力伝送の性能向上に寄与している。よって、回転電機11の既存の構成を用いて、非接触の電力伝送を好適に行うことができる。

[0069] (9) ロータ13は、ステータ14の内側に配置されている。この場合、ステータ14は、ハウジング等の部品と熱交換が可能であるため、ロータ13よりもステータ14の方が冷却され易い。

[0070] 通常のブラシレス回転電機においては、ステータにコイルが設けられており、ロータが永久磁石となっている。このため、仮にロータがステータの内側に配置されている場合、永久磁石は発熱し易い。すると、永久磁石の磁力低下が懸念される。かといって、発熱に伴う磁力低下を抑制可能な永久磁石は高価なものとなり易い。

[0071] これに対して、本実施形態では、ロータ13に各コイル $24_u \sim 24_w$ が設けられているため、ステータ14を永久磁石にすることができる。これにより、永久磁石を好適に冷却することができるため、上述した不都合を抑制できる。しかしながら、ロータ13に各コイル $24_u \sim 24_w$ が設けられている構成では、回転する各コイル $24_u \sim 24_w$ に対して電力供給を行うための構成が必須となる。

[0072] この点、本実施形態では、上述した通り、コイル $24_u \sim 24_w$ に対して電力伝送を行うものとして、回転電極 $51_u \sim 51_w$ と保持電極 $52_u \sim 52_w$ とを有する非接触電力伝送装置50が採用されている。これにより、回転電極 $51_u \sim 51_w$ 及び保持電極 $52_u \sim 52_w$ の摩耗を抑制しつつ、ロータ13に設けられている各コイル $24_u \sim 24_w$ に対して好適に電力伝送を行うことができる。

[0073] 上記実施形態は以下のように変更してもよい。

○ 第1回転誘電層61及び第1保持誘電層71のいずれか一方又は双方を省略してもよい。例えば、第1回転誘電層61及び第1保持誘電層71の

双方が省略された場合、その分だけ電極間距離 d_x を小さくしてもよい。この場合、既に説明した通り、両対向面 $51u_a$, $52u_a$ は、回転体 30 の軸線方向に直交する平坦面である。このような平坦面は、比較的精度よく形成することができるため、 u 相回転電極 $51u$ と u 相保持電極 $52u$ とが接触しないように、電極間距離 d_x の局所的なばらつきを考慮して電極間距離 d_x を広く確保する必要がない。これにより、両対向面 $51u_a$, $52u_a$ の接触を抑制しつつ、電極間距離 d_x を小さくすることができるため、 u 相結合コンデンサ C_u の静電容量の向上を図ることができる。但し、耐圧と静電容量との両立に着目すれば、両誘電層 61 , 71 の少なくとも一方が設けられている方が好ましい。

[0074] 本別例においては、両対向面 $51u_a$, $52u_a$ の間に潤滑油 80 があるとよい。これにより、 u 相回転電極 $51u$ と u 相保持電極 $52u$ との摺動に起因する各種不都合を抑制できる。

[0075] ○ 実施形態では、非接触電力伝送装置 50 はロータ 13 の内側に配置されていたが、これに限られない。例えば、図 6 に示すように、回転体 30 は、ロータ 13 よりも軸線方向に長く延びており、回転体 30 の一部がロータ 13 から突出してもよい。そして、回転体 30 におけるロータ 13 から突出している部分に、非接触電力伝送装置 50 の各相ユニット $50u \sim 50w$ が設けられていてもよい。

[0076] ○ 図 7 に示すように、非接触電力伝送装置 50 は、 u 相保持電極 $52u$ を回転体 30 の軸線方向に移動可能な状態であって回転体 30 の回転に伴って回転しないように保持するリンク機構 91 を備えていてもよい。また、図 7 に示すように、非接触電力伝送装置 50 は、 u 相皿バネ $83u$ に代えて、 u 相壁部 $84u$ と第 2 保持誘電層 72 とに接続された複数のコイルバネ 92 を備えていてもよい。また、コイルバネ 92 に代えて、弾性ゴム（ラバー）等の任意の弾性部材を用いてもよい。要は、「保持部」及び「押圧部」は、その機能を発揮できるものであれば、その具体的な構成は任意である。

[0077] ○ u 相保持電極 $52u$ は、回転体 30 の軸線方向に移動不能な状態で保

持されていてもよい。例えば、u相保持電極52uは、軸受を介して回転体30に取り付けられている構成であってもよいし、保持部材81の内周面に固定されている構成であってもよい。要は、u相保持電極52uは、回転体30の回転に伴って回転しないように保持されていればよい。

[0078] ○ 皿バネ83u～83w及び壁部84u～84wを省略してもよい。この場合、両誘電層61, 71は、回転体30の軸線方向に微小な間隔を隔てて対向配置されてもよい。

既に説明した通り、第1回転誘電層61の表面及び第1保持誘電層71の表面はそれぞれ、回転体30の軸線方向に直交する平坦面である。このような平坦面は、比較的精度よく形成することができるため、その分だけ両誘電層61, 71の接触を抑制しつつ、両誘電層61, 71の間隔を狭くすることができる。よって、両誘電層61, 71の接触を抑制しつつ、u相結合コンデンサCuの静電容量の向上を図ることができる。本別例においては、両誘電層61, 71の間に潤滑油80があってもよいし、なくてもよい。

[0079] ○ 潤滑油80に、チタン酸バリウム等の誘電体セラミックスの粒を混入してもよい。これにより、潤滑油80の誘電率の向上を図ることができる。

○ 潤滑油80を省略して、両誘電層61, 71が接触するようにしてもよい。この場合、両誘電層61, 71が摺動することとなる。既に説明した通り、両誘電層61, 71の摩擦係数は、u相回転電極51u及びu相保持電極52uの摩擦係数よりも小さいため、u相回転電極51uとu相保持電極52uとが摺動する構成と比較して、摺動に起因する摩耗や騒音を抑制できる。両誘電層61, 71の表面に、両誘電層61, 71よりも摩擦係数が小さいコーティング層を別途設けてもよい。

[0080] ○ 第2回転誘電層62及び第2保持誘電層72の少なくとも一方を省略してもよい。

○ 流体の潤滑油80に代えて、固体の潤滑材（例えば四フッ化エチレン樹脂やポリフェニレンサルファイド）を設けてもよい。

[0081] ○ u相回転電極51u及びu相保持電極52uは、回転体30の軸線方

向から見て円形のリング状であったが、これに限られず、例えば方形のリング状であってもよい。また、u相回転電極51uの外径とu相保持電極52uの外径とは異なってもよい。

[0082] ○ 両対向面51ua, 52uaに設けられている誘電部は、誘電率が相違する複数の誘電層の積層構造であってもよい。

○ 回転電極51u～51w及び保持電極52u～52wに、径方向に延びた切れ目が形成されていてもよい。要は、回転電極51u～51w及び保持電極52u～52wの形状は、切れ目のない閉じた状態に限られない。

[0083] ○ 実施形態では、1つのコイルに対して、1つの結合コンデンサが設けられていたが、これに限られず、1つのコイルに対して、複数の結合コンデンサが設けられていてもよい。この場合、複数の結合コンデンサを直列又は並列に接続して電力伝送を行うとよい。

[0084] ○ ステータ14は永久磁石に限られず、コアとコイルとで構成されていてもよい。この場合、永久磁石を省略することができる。

○ インバータ100と各保持電極52u～52wとを接続する接続線上にコイルを別途設けてもよい。

[0085] ○ インバータ100の取付位置は任意であり、例えば回転電機11に一体化されていてもよいし、回転電機11とは別に設けられていてもよい。バッテリーBについても同様である。

[0086] ○ 各コイル24u～24wの接続態様は、デルタ結線に限られず、例えばY結線であってもよい。

○ 実施形態では、回転体30に非接触電力伝送装置50が取り付けられていたが、これに限られず、ロータ13の回転に伴って回転するものに取り付けられていればよい。例えば、回転軸12やロータ13の本体部21に非接触電力伝送装置50が取り付けられていてもよい。

[0087] ○ 回転電機11は、1つのステータと2つのロータとを有するダブルロータ型であってもよい。ダブルロータ型の構造について図8及び図9を用いて簡単に説明する。図8においては、図示の都合上、回転体30及び保持部

材 8 1 等を側面図で示し、両ロータ 1 3, 1 2 0 及びステータ 1 1 0 等を断面図で示す。

[0088] 図 8 及び図 9 に示すように、回転電機 1 1 は、ロータ 1 3 (以降第 1 ロータ 1 3 という) に対して径方向外側に設けられたステータ 1 1 0 と、第 1 ロータ 1 3 とステータ 1 1 0 との間に設けられた第 2 ロータ 1 2 0 とを備えている。第 2 ロータ 1 2 0 は、第 1 ロータ 1 3 よりも一回り大きく形成された筒状 (詳細には円筒状) であり、ステータ 1 1 0 は、第 2 ロータ 1 2 0 よりも一回り大きく形成された筒状 (詳細には円筒状) である。両ロータ 1 3, 1 2 0 及びステータ 1 1 0 は、同一軸線上に配置されており、径方向の内側から外側に向かって、第 1 ロータ 1 3 → 第 2 ロータ 1 2 0 → ステータ 1 1 0 の順に配置されている。

[0089] ステータ 1 1 0 は、円筒状のステータコア 1 1 1 を有している。図 9 に示すように、ステータコア 1 1 1 の内周面には、スロット 1 1 2 がステータコア 1 1 1 の周方向に複数並設されている。そして、ステータ 1 1 0 は、複数のスロット 1 1 2 に捲回された複数のコイル 1 1 3 u ~ 1 1 3 w を有している。各コイル 1 1 3 u ~ 1 1 3 w は、インバータ 1 0 0 とは別のインバータを介してバッテリー B に接続されている。

[0090] 図 8 及び図 9 に示すように、第 2 ロータ 1 2 0 は、第 1 ロータ 1 3 に対して所定の間隔を隔てて径方向に対向する内周面 1 2 0 a、及び、ステータ 1 1 0 に対して所定の間隔を隔てて径方向に対向する外周面 1 2 0 b を有している。また、図 9 に示すように、第 2 ロータ 1 2 0 は、磁界を発生させるものとして永久磁石 1 2 1 を有している。永久磁石 1 2 1 は第 2 ロータ 1 2 0 に埋設されている。

[0091] 車両に回転電機 1 1 とエンジンとの双方が搭載されている場合、例えば第 1 ロータ 1 3 はエンジンの駆動軸に連結され、第 2 ロータ 1 2 0 は車軸に連結される。

かかる構成によれば、第 1 ロータ 1 3 と第 2 ロータ 1 2 0 とが協働して第 1 の回転電機として機能し、第 2 ロータ 1 2 0 とステータ 1 1 0 とが協働し

て第2の回転電機として機能する。詳細には、例えば上記のように第1ロータ13がエンジンの駆動軸に連結され、第2ロータ120が車軸に連結されている場合、バッテリーBからステータ110の各コイル113u~113wに対して電力供給を行うことによって、第2ロータ120を回転させることができ、それを通じて車両を走行させることができる。

[0092] 一方、エンジンの動力によって第1ロータ13を回転させることができる。この場合、所定の条件下では、第1ロータ13の各コイル24u~24wに誘導電流が流れ、当該誘電電流と永久磁石121の磁束との相互作用によって第2ロータ120が回転し、車軸が回転する。すなわち、エンジンの動力は、第2ロータ120に伝達され、車両の走行に用いられる。また、各コイル24u~24wにて発生した交流電力は、非接触電力伝送装置50を介して取り出される。取り出された交流電力は、例えばインバータ100に入力されてバッテリーBの充電に用いられる。

[0093] 上記のように、2つのロータ13, 120が存在している構成においては、回転制御等を行う関係上、両ロータ13, 120のうちいずれか一方にコイルを設ける必要がある。そして、第2ロータ120が、第1ロータ13とステータ110との間に配置されている構成では、第2ロータ120にコイルを設けることは構成の複雑化となり易く、またそのようなコイルに対して電力伝送を行う装置は複雑なものとなり易い。

[0094] これに対して、第1ロータ13にコイル24u~24wを設けることによって、第2ロータ120としては、磁界を発生させるものとして永久磁石121を採用できる。これにより、構成の複雑化を抑制できる。この場合、回転する第1ロータ13のコイル24u~24wに対して電力伝送を行う構成が必須となる。これに対して、当該コイル24u~24wに対して電力伝送を行うものとして非接触電力伝送装置50を採用することにより、スリップリングやブラシ等を用いることなく電力伝送を行うことができる。これにより、ブラシの摩耗等といった接触式の電力伝送特有の不都合を回避することができる。以上のことから、2つのロータ13, 120を有する構成におい

て、ブラシレス化と構成の複雑化の抑制とを図りつつ、好適に回転電機 11 を駆動させることができる。

[0095] ○ 回転電極 51 u ~ 51 w の接続先、すなわち負荷は、コイル 24 u ~ 24 w に限られず、任意である。

○ 非接触電力伝送装置 50 の適用対象は、回転電機 11 に限られず任意である。例えば、回転体に設けられた負荷への電力供給に非接触電力伝送装置 50 を適用してもよい。

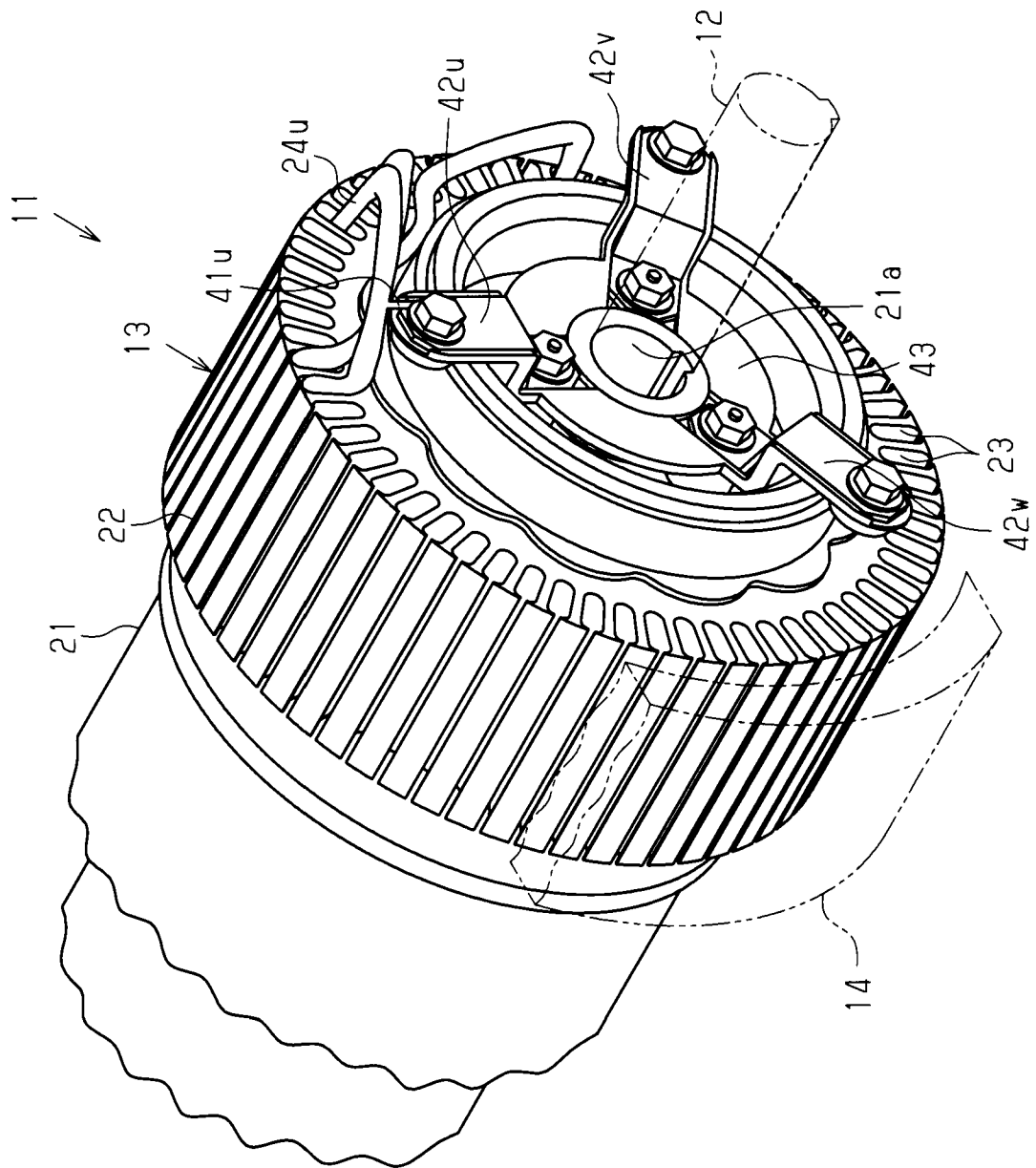
[0096] ○ 実施形態では、三相交流モータに適用した関係上、非接触電力伝送装置 50 は、3つのユニット 50 u ~ 50 w を有していたが、これに限られず、2つのユニットを有する構成でもよい。要は、ユニット数は、負荷に対応させて設定されているとよい。

請求の範囲

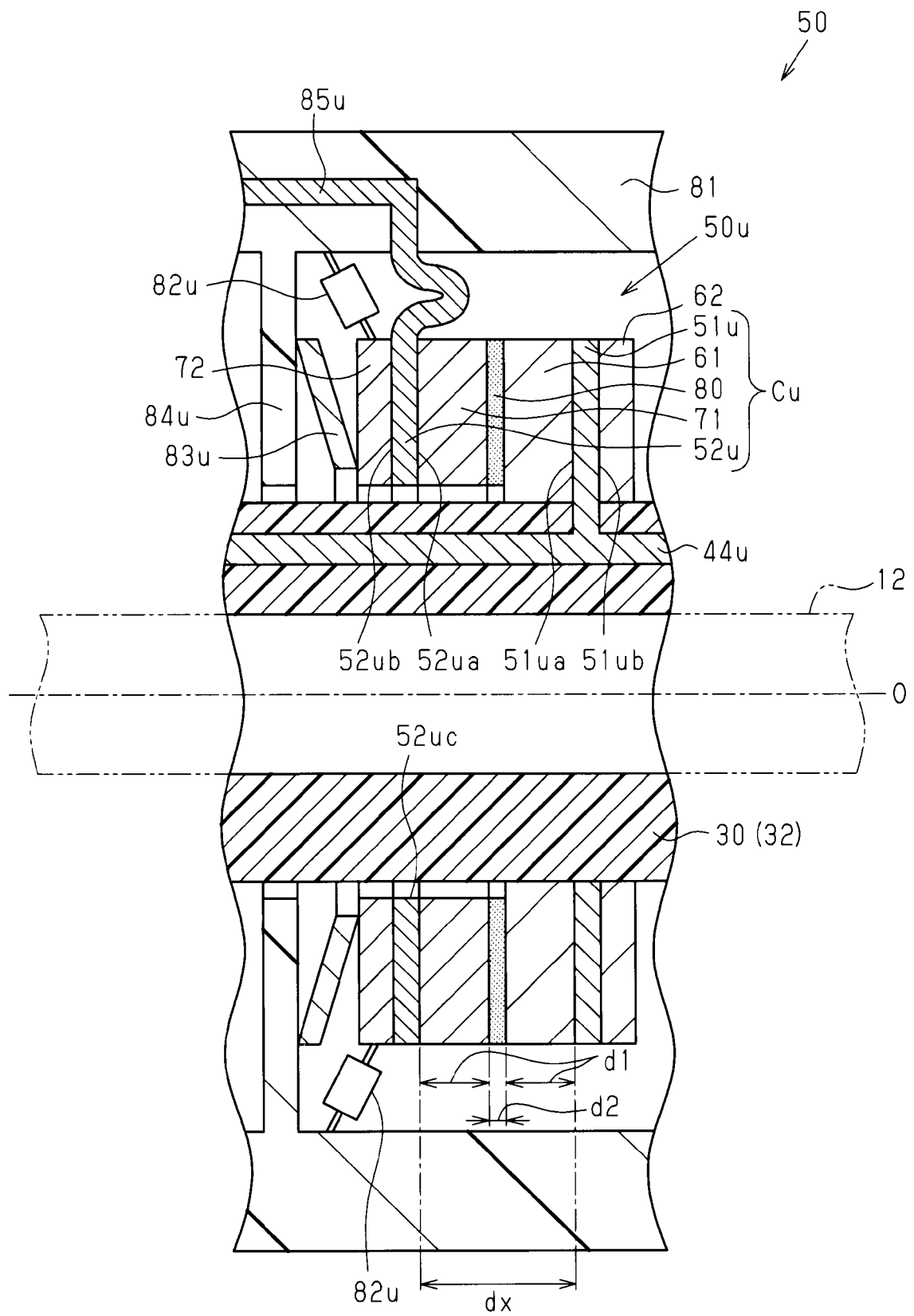
- [請求項1] 回転可能な回転体に固定され、当該回転体の外周面から径方向に突出した平板リング状の回転電極と、
- 前記回転体が挿通された挿通孔を有し、前記回転体の回転に伴って回転しないように保持された平板リング状の保持電極と、
- を備え、
- 前記回転電極と前記保持電極とは、前記回転体の軸線方向に対向配置されていることによって結合コンデンサを構成しており、
- 前記結合コンデンサを介して非接触の電力伝送が行われる非接触電力伝送装置。
- [請求項2] 前記回転電極は、前記保持電極と対向する回転対向面を有し、前記保持電極は、前記回転電極と対向する保持対向面を有し、前記回転対向面及び前記保持対向面の少なくとも一方には、空気よりも高い誘電率を有する誘電部が設けられている請求項1に記載の非接触電力伝送装置。
- [請求項3] 前記回転電極と前記保持電極との間には潤滑材が配置されている請求項1に記載の非接触電力伝送装置。
- [請求項4] 前記潤滑材は流体の潤滑油であり、
- 前記非接触電力伝送装置は、
- 前記保持電極を、前記回転体の軸線方向に移動可能な状態であって前記回転体の回転に伴って回転しないように保持する保持部と、
- 前記保持電極を、前記回転体の軸線方向から前記回転電極に向けて押圧する押圧部と、を備えている請求項3に記載の非接触電力伝送装置。
- [請求項5] 前記誘電部は、前記回転対向面に設けられた回転誘電部と、前記保持対向面に設けられた保持誘電部とを含み、
- 前記回転誘電部及び前記保持誘電部の各々は、前記回転体の軸線方向に直交する平坦面を有する請求項2に記載の非接触電力伝送装置。

- [請求項6] 前記回転誘電部及び前記保持誘電部の摩擦係数は、前記回転電極及び前記保持電極の摩擦係数よりも小さい請求項5に記載の非接触電力伝送装置。
- [請求項7] コイルが設けられたロータと、
請求項1～6のうちいずれか一項に記載の非接触電力伝送装置と、
を備えた回転電機であって、
前記回転電極は、前記コイルに接続されている回転電機。
- [請求項8] 前記ロータは筒状の第1ロータであり、
前記第1ロータに対して径方向外側に設けられたステータと、
前記第1ロータと前記ステータとの間に設けられ、前記第1ロータと対向する内周面及び前記ステータと対向する外周面を有する筒状の第2ロータと、
を備え、
前記第2ロータは永久磁石を有している請求項7に記載の回転電機。

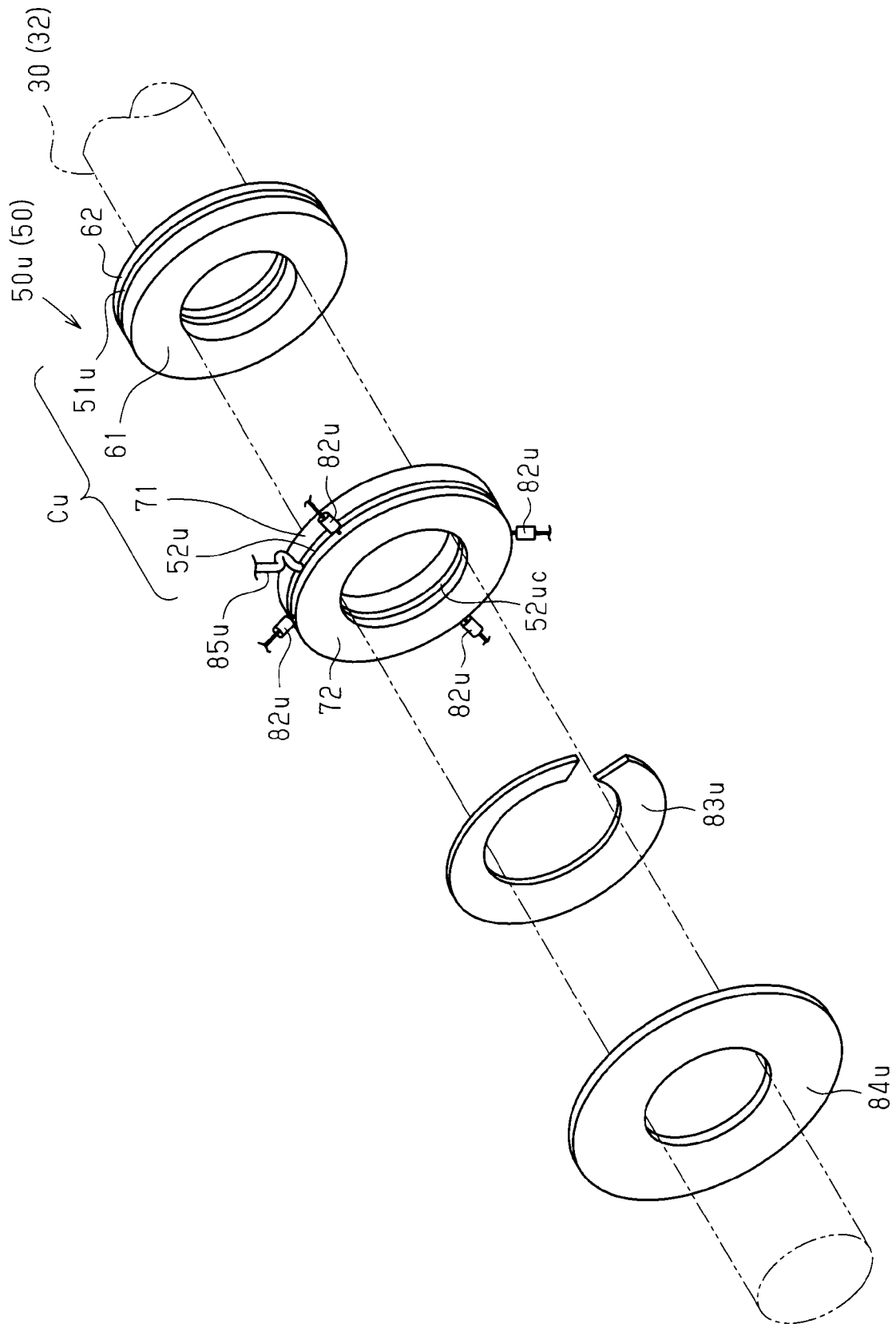
[図1]



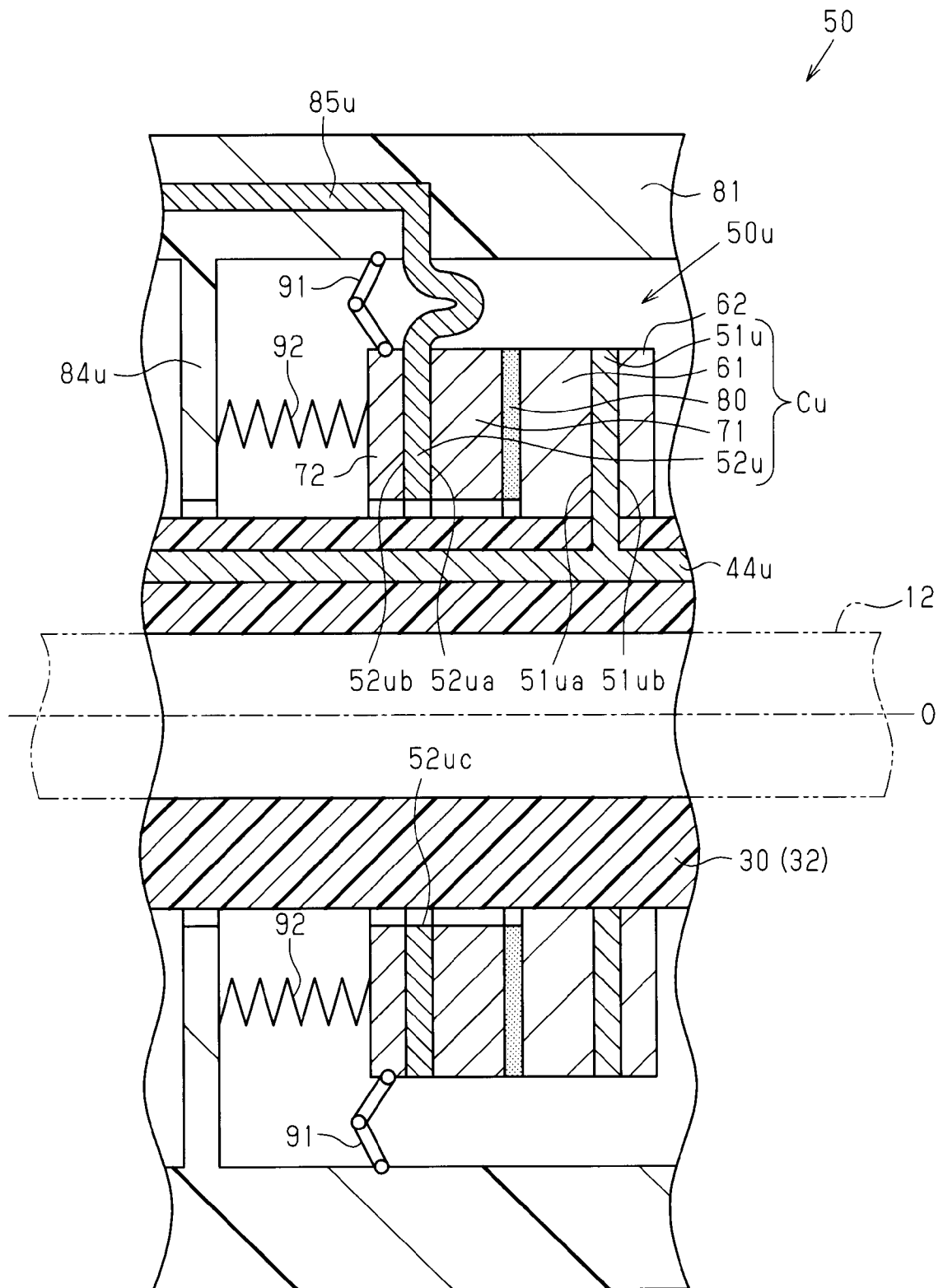
[図3]



[図4]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/068490

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J17/00(2006.01)i, H02K21/10(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)

H02J17/00, H02K21/10

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 Y	JP 2011-019293 A (Takenaka Corp.), 27 January 2011 (27.01.2011), paragraphs [0076] to [0087] (Family: none)	1, 3 2, 5, 7
Y	WO 2013/065756 A1 (Showa Denko Kabushiki Kaisha), 10 May 2013 (10.05.2013), paragraphs [0054] to [0059], [0079] to [0080]; fig. 8 & US 2014/0239738 A1 & EP 2775589 A1	2, 5, 7
A	JP 7-284263 A (Nippondenso Co., Ltd.), 27 October 1995 (27.10.1995), paragraph [0006] (Family: none)	1-8

☒ 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
27 August 2015 (27.08.15)

Date of mailing of the international search report
08 September 2015 (08.09.15)

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/JP2015/068490

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2014-027837 A (Toyota Industries Corp.), 06 February 2014 (06.02.2014), paragraphs [0013] to [0032] (Family: none)	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02J17/00(2006.01)i, H02K21/10(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. H02J17/00, H02K21/10

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	1971-2015年
日本国実用新案登録公報	1996-2015年
日本国登録実用新案公報	1994-2015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 Y	JP 2011-019293 A（株式会社竹中工務店）2011.01.27, [0076]-[0087] （ファミリーなし）	1, 3 2, 5, 7
Y	WO 2013/065756 A1（昭和電工株式会社）2013.05.10, [0054]-[0059], [0079]-[0080], 図8 & US 2014/0239738 A1 & EP 2775589 A1	2, 5, 7
A	JP 7-284263 A（日本電装株式会社）1995.10.27, [0006]（ファミリーなし）	1-8

☒ 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

27.08.2015

国際調査報告の発送日

08.09.2015

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）

岩田 淳

5 T

4052

電話番号 03-3581-1101 内線 3568

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
A	JP 2014-027837 A (株式会社豊田自動織機) 2014. 02. 06, [0013]-[0032] (ファミリーなし)	1-8