

(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3月30日(30.03.2017)



(10) 国際公開番号

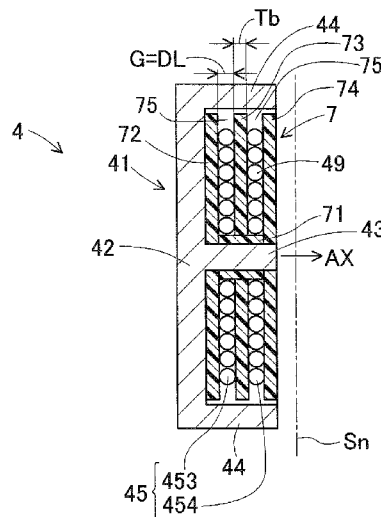
WO 2017/051556 A1

- (51) 国際特許分類:
H01F 38/14 (2006.01) H01F 27/32 (2006.01)
H01F 27/28 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/059942
- (22) 国際出願日: 2016年3月28日(28.03.2016)
- (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:
PCT/JP2015/076963 2015年9月24日(24.09.2015) JP
- (71) 出願人: 富士機械製造株式会社(FUJI MACHINE MFG. CO., LTD.) [JP/JP]; 〒4728686 愛知県知立市山町茶碓山19番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 瀧川 慎二(TAKIKAWA Shinji); 〒4728686 愛知県知立市山町茶碓山19番地 富士機械製造株式会社内 Aichi (JP). 野村 壮志(NOMURA Takeshi); 〒4728686 愛知県知立市山町茶碓山19番地 富士機械製造株式会社内 Aichi (JP). 加藤 進一(KATO Shinichi); 〒4728686 愛知県知立市山町茶碓山19番地 富士機械製造株式会社内 Aichi (JP). 沖 将志(OKI Masayuki); 〒4728686 愛知県知立市山町茶碓山19番地 富士機械製造株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 小林 脩, 外(KOBAYASHI Osamu et al.); 〒4560002 愛知県名古屋市中熱田区金山町一丁目19番13号 川島ビル 2階 Aichi (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).

[続葉有]

(54) Title: COIL FOR NONCONTACT POWER SUPPLY AND NONCONTACT POWER SUPPLY SYSTEM

(54) 発明の名称: 非接触給電用コイルおよび非接触給電システム



(57) Abstract: This coil for a noncontact power supply is a power receiving coil (4) that is provided with a winding (45) in which an alternating current of a specific frequency flows and a core (41) forming a part of a loop magnetic path linked with the winding and constitutes a noncontact power supply system (1), wherein the winding is formed from a plurality of winding blocks (453, 454) each of which has wire material (46) having an insulating coating (48) wound around a conductor (47), and the coil is further provided with a bobbin (7) having main dividers (71, 72) dividing the winding and the core and an inter-block divider (73) dividing the plurality of winding blocks from each other. Thus, the spacing distance between the conductors of the wire material on both sides of the inter-block divider is increased by the thickness (Tb) of the inter-block divider, and occurrences of alternating current loss caused by the proximity effect are suppressed.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2017/051556 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

本発明の非接触給電用コイルは、特定周波数の交流電流が流れる巻線（４５）と、巻線に鎖交する周回磁路の一部を形成するコア（４１）とを備え、非接触給電システム（１）を構成する受電コイル（４）であって、巻線は、導体（４７）の周りに絶縁被覆（４８）を有する線材（４６）がそれぞれ巻回された複数の巻線ブロック（４５３、４５４）からなり、巻線とコアとの間を仕切る主仕切り部（７１、７２）、および、複数の巻線ブロックの相互間を仕切るブロック間仕切り部（７３）をもつボビン（７）をさらに備えた。これによれば、ブロック間仕切り部を挟んだ両側の線材の導体間の離隔距離がブロック間仕切り部の厚さ（Ｔｂ）分だけ大きくなり、近接効果に起因する交流損失の発生が抑制される。

明 細 書

発明の名称： 非接触給電用コイルおよび非接触給電システム

技術分野

[0001] 本発明は、巻線とコアとを備える非接触給電用コイル、および、この非接触給電用コイルを用いて構成する非接触給電システムに関する。

背景技術

[0002] 多数の部品が実装された基板を生産する基板生産機として、はんだ印刷機、電子部品装着機、リフロー機、基板検査機などがある。これらの設備を連結して基板生産ラインを構成することが一般的になっている。さらに、モジュール化された同じ大きさの基板生産機を列設して基板生産ラインを構成する場合も多い。モジュール化された基板生産機を用いることにより、ラインの組み替え時やラインを長大化する増設時の段取り替え作業が容易になり、フレキシブルな基板生産ラインが実現される。

[0003] 近年、基板生産ラインの各基板生産機で使用する機材や部材を、基板生産ラインに沿って移動する移動体に搬送させ、省力化および自動化を推進することが検討されている。さらに、移動体への給電手段として、非接触給電システムが考えられている。なお、非接触給電システムの用途は、基板生産ラインに限定されず、他の製品を生産する組立ラインや加工ライン、電動車両の走行中給電など幅広い分野にわたっている。この種の非接触給電システムでは、給電素子および受電素子にそれぞれコイルを用いる電磁結合方式が多用される。電磁結合方式の非接触給電システムに関する技術例が、特許文献 1 に開示されている。なお、本明細書の中で、電磁結合方式は、電磁誘導方式および電磁界共鳴方式を含むものである。

[0004] 特許文献 1 の非接触電力伝送装置は、送電部（給電ユニット）および受電部（受電ユニット）にそれぞれコイルを備え、各コイルを通じて交流電力の送電および受電を行い、受電した交流電力を直流電力に変換して負荷に供給する。特許文献 1 に限らず電磁結合方式の非接触給電システムでは、一般的

に、商用周波数よりも格段に高い周波数を用いることによって、空間を介した給電を可能としている。しかしながら、周波数が高いことで巻線の交流損失や漏洩磁束による損失が増加し、給電効率が低下しがちであった。

[0005] 交流損失は、巻線内の渦電流によって発生するものであり、周波数が高いほど増加する。交流損失として、1本の導体内で発生する表皮効果に起因するもの、および複数の導体の相互間に発生する近接効果に起因するものがある。また、漏洩磁束が到達する周辺の金属物では電流が流れて発熱するため、損失の増加を招く。損失の増加を抑制する非接触給電用コイルの各種技術例が特許文献2～4に開示されている。

[0006] 特許文献2は、非接触電力伝送機器の送電用コイル（給電コイル）または受電用コイル（受電コイル）に用いられる渦巻状の電線部から成る平面コイルを開示している。この平面コイルは、電線部間に渦電流抑制用の隙間を設けたことを特徴とする。これによれば、隣接する電線部同士が互いに影響を及ぼし合って渦電流を発生することが抑制され（近接効果の抑制）、平面コイルの発熱が低減される、とされている。

[0007] 特許文献3は、電源と、給電側共鳴コイルと、該コイルを収容する導電性の遮蔽ケースと、を備えた給電部を開示している。この給電部は、遮蔽ケースの外部に配置された磁性体をさらに備える。これによれば、給電側共鳴コイルにより発せられた磁界のうち遮蔽ケースから漏れた漏洩磁界が磁性体（フェライト）により吸収されるため、十分に電磁漏洩を防止できる、とされている。

[0008] 特許文献4は、H字状のコアを有して電線が巻回されたコイル本体と、該コイル本体を収容する樹脂製のケース本体と、ケース本体が固定された磁気遮蔽用の非磁性導電体板と、を備える非接触給電用コイル装置を開示している。この非接触給電用コイル装置は、非磁性導電体板の裏面に、共振コンデンサおよび整流回路を収容した筐体を配置している。さらに、実施形態には、損失を低減する一方策として、リッツ線が開示されている。これによれば、短い配線でコンパクトに装置を構成でき、磁気遮蔽効果を損なわずに、給

電効率の低下が抑えられる、とされている。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：特開 2 0 1 1 － 2 0 5 7 8 3 号公報

特許文献2：特開 2 0 0 9 － 1 5 8 5 9 8 号公報

特許文献3：特開 2 0 1 4 － 1 7 6 1 3 3 号公報

特許文献4：特開 2 0 1 2 － 2 0 4 4 6 9 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] ところで、特許文献 2 の実施形態に説明された平面コイルの製造方法では、電線部間の隙間を確保するために、専用の布線装置を用いて電線部をシート上に布線してゆく。他に、電線部間にスペーサを挿入しながらコイルを形成する巻回作業を行ってゆく方法も考えられる。しかしながら、これらの工夫をしても、平面コイルの製造は容易でなく、寸法精度の低下による交流損失の増加や、製造に要する作業工数の増加などの点に難が有ると考えられる。

[0011] また、特許文献 3 の技術例では、磁性体の外側への電磁漏洩は防止できても、磁性体の内側の遮蔽ケースに漏洩磁束が入り込む。したがって、遮蔽ケースに渦電流損が発生して損失が増加する。また、特許文献 4 に開示されたリッツ線は、単一の導体からなる線材と比較して高価であるが、表皮効果に起因する交流損失を顕著に低減できる。しかしながら、巻回作業の際にリッツ線の断面形状が型崩れして、交流損失低減の効果が損なわれてしまうおそれがある。

[0012] 上記したように給電コイルや受電コイルの損失が増加すると、当然ながら非接触給電システムの給電効率は低下する。

[0013] 本発明は、上記背景技術の問題点に鑑みてなされたものであり、交流損失の発生を抑制した非接触給電用コイルを提供すること、および、この非接触

給電用コイルを用いることで良好な給電効率を得られる非接触給電システムを提供することを解決すべき課題とする。

課題を解決するための手段

[0014] 上記課題を解決する本発明の非接触給電用コイルは、特定周波数の交流電流が流れる巻線と、前記巻線に鎖交する周回磁路の一部を形成するコアとを備え、非接触給電システムを構成する給電コイルおよび受電コイルの少なくとも一方に用いられる非接触給電用コイルであって、前記巻線は、導体の周りに絶縁被覆を有する線材がそれぞれ巻回された複数の巻線ブロックからなり、前記巻線と前記コアとの間を仕切る主仕切り部、および、前記複数の巻線ブロックの相互間を仕切るブロック間仕切り部をもつボビンをさらに備えた。

[0015] また、本発明の非接触給電システムは、給電ユニットに設けられた給電コイルと、前記給電コイルに前記特定周波数の交流電力を供給する交流電源と、受電ユニットに設けられ、前記給電コイルに対向すると電氣的に結合して非接触で交流電力を受け取る受電コイルと、前記受電コイルが受け取った交流電力を変換して駆動電圧を生成し、電気負荷に出力する受電回路と、を備えた非接触給電システムであって、前記給電コイルは、特定周波数の交流電流が流れる巻線と、前記巻線に鎖交する周回磁路の一部を形成するコアとを有し、前記巻線は、導体の周りに絶縁被覆を有する線材が巻回されたものであり、前記絶縁被覆の被覆厚さは、隣接する前記線材の相互間に前記特定周波数で生じる近接効果の影響が所定量以下となるように定められ、前記受電コイルは、上記した本発明の非接触給電用コイルである。

発明の効果

[0016] 本発明の非接触給電用コイルにおいて、近接効果に起因する交流損失の発生が抑制される。

[0017] 本発明の非接触給電システムにおいて、良好な給電効率を得られる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]実施形態の非接触給電システムの全体構成を模式的に説明する図である

。

[図2]実施形態の給電コイルの正面図である。

[図3]図2に一点鎖線で示されたA－A断面を矢視方向から見た給電コイルの断面図である。

[図4]給電コイルを対象としたシミュレーションにより、導体の直径と、巻線の抵抗値との関係を求めた結果を示す図である。

[図5]給電コイルを対象としたシミュレーションにより、絶縁被覆の被覆厚さと、巻線の抵抗値との関係を求めた結果を示す図である。

[図6]実施形態の受電コイルの正面図である。

[図7]図6に一点鎖線で示されたB－B断面を矢視方向から見た受電コイルの断面図である。

[図8]受電コイルに用いられるリッツ線および巻線収容スペースを模式的に示した部分断面図である。

[図9]リッツ線が型崩れする場合を例示説明した部分断面図である。

[図10]別の実施形態の受電コイルの断面図である。

発明を実施するための形態

[0019] (1. 実施形態の非接触給電システム1の全体構成)

まず、本発明の実施形態の非接触給電システム1について、図1を参考にして説明する。図1は、実施形態の非接触給電システム1の全体構成を模式的に説明する図である。実施形態の非接触給電システム1は、基板生産ライン9に適用される。図示されるように、基板生産ライン9は、3台の第1～第3基板生産機91～93が列設されて構成されている。図1の左右方向は、第1～第3基板生産機91～93の列設方向であり、後述する移動体99の移動方向でもある。

[0020] 各基板生産機91～93は、モジュール化されており、列設方向の幅寸法MLが互いに等しい。第1～第3基板生産機91～93は列設位置の順序変更、およびモジュール化された他の基板生産機との入れ替えが可能とされている。基板生産ライン9を構成する基板生産機の列設台数は4台以上でもよ

く、後から列設台数を増やすモジュール増設対応も可能になっている。換言すると、基板生産機の順序変更時や増設時に、非接触で給電を行うためにケーブル等の配線を行うことなく、移動体 99 は、列設された基板生産機に沿って移動可能になる。第 1 ～第 3 基板生産機 91 ～93 として、電子部品装着機を例示でき、これに限定されない。

[0021] 第 1 ～第 3 基板生産機 91 ～93 の前方には、列設方向に延在する図略のガイドレールが配設されている。移動体 99 は、ガイドレールに沿って移動方向（第 1 ～第 3 基板生産機 91 ～93 の列設方向）に移動する。移動体 99 は、各基板生産機 91 ～93 で使用する機材や部材を図略の保管庫から搬入し、使用後の機材や部材を保管庫に戻す役割を担っている。

[0022] 実施形態の非接触給電システム 1 は、移動体 99 を給電対象として、第 1 ～第 3 基板生産機 91 ～93 から電磁結合方式で非接触給電を行うシステムである。非接触給電システム 1 は、各基板生産機 91 ～93 の前側にそれぞれ設けられた給電ユニット 1S、および、移動体 99 に設けられた 2 組の受電ユニット 1R から構成されている。

[0023] 給電ユニット 1S は、交流電源回路 2 および給電コイル 3 などで構成される。交流電源回路 2 は、給電コイル 3 に特定周波数の交流電力を供給する。交流電源回路 2 は、例えば、直流電圧を供給する直流電源部と、直流電圧を交流変換する公知のブリッジ回路とを用いて構成できる。交流電源回路 2 の第 1 出力端子 21 は、給電コイル 3 の一端に直結されており、第 2 出力端子 22 は、給電側コンデンサ 61 の一端に接続されている。交流電源回路 2 の特定周波数は、後述する給電側共振回路および受電側共振回路の共振周波数に基づいて設定される。特定周波数として、数 10 kHz ～数 100 kHz のオーダーを例示でき、これに限定されない。交流電源回路 2 は、電圧値などを調整する機能を具備していてもよい。

[0024] 3 台の基板生産機 91 ～93 に設けられた合計 3 個の交流電源回路 2 は、相互に独立して動作可能となっている。各基板生産機 91 ～93 は、移動体 99 の接近を検出する図略のセンサを有している。そして、各基板生産機 9

1～93の交流電源回路2は、移動体99が接近したときだけ動作する。これにより、移動体99が遠方に離隔している間、交流電源回路2は停止され、無駄な電気損失が発生しない。

[0025] 給電コイル3は、各基板生産機91～93の前面に設けられており、搬送方向の前後で対称形状に形成されている。給電側コンデンサ61は、給電コイル3に直列接続されて給電側共振回路を形成する共振用素子である。給電側コンデンサ61の他端は、給電コイル3の他端に接続されている。これにより、環状の給電回路が構成される。したがって、給電コイル3には、特定周波数の交流電流が流れる。

[0026] 一方、受電ユニット1Sは、受電コイル4および受電回路5などで構成される。2個の受電コイル4は、移動体99の給電コイル3に対向する側面98に配設されており、移動方向に沿い相互に離間して配置される。給電コイル3および受電コイル4は、対向中間面 S_n を挟んで配置されると、後述するコア31、41同士が共同で周回磁路を形成して電磁結合する。これにより、給電コイル3と受電コイル4との間に相互インダクタンスが発生して非接触給電が可能になる。したがって、受電コイル4にも、特定周波数の交流電流が流れる。給電コイル3と受電コイル4との実際の離間距離は、図示された離間距離よりも小さい。

[0027] 受電コイル4の一端は、受電側コンデンサ65の一端、および受電回路5を構成する整流回路51の入力側の一端に接続されている。受電コイル4の他端は、受電側コンデンサ65の他端、および整流回路51の入力側の他端子に接続されている。受電側コンデンサ65は、受電コイル4に並列接続されて受電側共振回路を形成する共振用素子である。

[0028] 受電回路5は、受電コイル4が受け取った交流電力を変換して駆動電圧を生成する。受電回路5は、受電コイル4ごとに設けられた整流回路51、および2個の整流回路51に対して共通に設けられた直流電源回路55を含んで構成される。整流回路51は、例えば、4個の整流ダイオードをブリッジ接続した全波整流回路、および全波整流回路の出力側に接続された平滑コン

デンサによって構成される。2個の整流回路51は、受電コイル4が受け取った交流電力を直流電圧に変換して出力する。2個の整流回路51の出力側は、直流電源回路55に並列接続されている。

[0029] 直流電源回路55は、直流電圧を駆動電圧に変換して、移動体99に搭載された電気負荷ELに出力する。直流電源回路55は、駆動電圧の安定化作用を有する。つまり、直流電源回路55は、整流回路51から出力された電圧値不定の直流電圧を概ね一定の駆動電圧に調整して、電気負荷ELに給電する。直流電源回路55として、スイッチング方式またはドロップ方式のDCDCコンバータを例示できる。直流電源回路55は、降圧機能を具備しており、さらに昇圧機能を具備していてもよい。

[0030] 電気負荷ELは、移動体99上で仕事を行うものであり、その種類や消費電力などは限定されない。電気負荷ELは、移動体99の移動用駆動源、例えばステッピングモータやサーボモータなどを含んでいてもよい。

[0031] ここで、給電コイル3および受電コイル4の移動方向の長さ、および移動方向に隣り合う相互離間距離は、非接触給電が安定して行われるように設定されている。つまり、移動体99の位置に関係なく常に、給電コイル3と少なくとも1個の受電コイル4とが正対状態になる。正対状態とは、給電コイル3の移動方向の長さの範囲内に、受電コイル4の移動方向の長さの全体が対向する状態を意味する。

[0032] 図1に例示される位置関係において、第1基板生産機91の給電コイル3と図中の左側の受電コイル4とが正対し、第2基板生産機92の給電コイル3と図中の右側の受電コイル4とが正対している。このとき、2個の受電コイル4は、ともに良好な受電状態となり、矢印P1、P2に示されるように大きな交流電力を受け取ることができる。正対状態にある受電コイル4は、単独でも電気負荷ELを駆動できるだけの受電容量を有する。したがって、非接触給電システム1は、バッテリーおよび充電回路を必要としない。

[0033] (2. 実施形態の給電コイル3の詳細な構成)

次に、実施形態の給電コイル3の詳細な構成について説明する。図2は、

実施形態の給電コイル 3 の正面図である。図 2 の左右方向は、移動体 9 9 の移動方向に対応する。図 3 は、図 2 に一点鎖線で示された A - A 断面を矢視方向から見た給電コイル 3 の断面図である。給電コイル 3 は、コア 3 1 および巻線 3 5 を備える。

[0034] 図 3 に示されるように、コア 3 1 は、断面が E 字形状の E 形コアであり、底面部 3 2、中脚部 3 3、および 2 つの側脚部 3 4 からなる。底面部 3 2 は、長方形板状に形成されている。巻線 3 5 が配設されない 2 つの側脚部 3 4 は、底面部 3 2 の 2 つの長辺から起立しており、相互に平行している。巻線 3 5 が配設される中脚部 3 3 は、底面部 3 2 の中央から起立している。中脚部 3 3 は、2 つの側脚部 3 4 に平行しており、かつ、移動方向の長さが側脚部 3 4 よりも短い。中脚部 3 3 および側脚部 3 4 の起立した高さ寸法は、相互に等しい。コア 3 1 は、例えば、磁性粉体を焼結し、または電磁鋼板を積層して、一体品に形成することができる。

[0035] 巻線 3 5 は、中脚部 3 3 の周りに配置される。巻線 3 5 は、中脚部 3 3 の形状に相当する巻き型に線材 3 6 が巻回されて形成される。線材 3 6 は、導体 3 7 の周りに絶縁被覆 3 8 を有する。導体 3 7 は、直径が D_c の円形断面の 1 本の素線からなる単一導体であり、銅線やアルミ線などとされる。これに限定されず、導体 3 7 は、断面が面取りされた矩形などでもよく、また、複数本の素線からなる複合導体でもよく、銅やアルミ以外の材質でもよい。絶縁被覆 3 8 は、樹脂などとされ、その片側の被覆厚さは T_i である。

[0036] 巻線 3 5 は、給電コイル 3 と受電コイル 4 とが対向したときの対向中間面 S_n に対して、線材 3 6 が平行に巻回されたものとなる。本実施形態において、巻線 3 5 は、2 層各 6 ターンの合計 12 ターンで構成されている。巻線 3 5 の層数、および 1 層当たりのターン数は適宜変更できる。図 2 に示されるように、巻線 3 5 の両端 3 5 1、3 5 2 は、コア 3 1 の底面部 3 2 の短辺方向に引き出されている。

[0037] ここで、導体 3 7 の断面積、換言すると円形断面の直径 D_c は、巻線抵抗値 R に基づいて定められている。巻線抵抗値 R は、巻線 3 5 の直流抵抗値 R

d_c と、特定周波数で生じる表皮効果に起因する抵抗増加分である巻線35の交流抵抗値 R_{ac} とを加算して求められる。図4は、給電コイル3を対象としたシミュレーションにより、導体37の直径 D_c と、巻線35の抵抗値 R 、 R_{dc} 、 R_{ac} との関係を求めた結果を示す図である。シミュレーションでは、絶縁被覆38の被覆厚さ T_i を一定に保ちつつ、6種類の直径 D_c でそれぞれ抵抗値 R 、 R_{dc} 、 R_{ac} を求めている。図4において、巻線抵抗値 R は実線、直流抵抗値 R_{dc} は一点鎖線、交流抵抗値 R_{ac} は破線でそれぞれ示されている。

[0038] 図示されるように、直径 D_c の増加に伴い、直流抵抗値 R_{dc} は、直径 D_c の二乗に反比例して減少する。一方、直径 D_c の増加に伴って表皮効果の影響が顕著となるため、交流抵抗値 R_{ac} は増加傾向を示す。そして、直流抵抗値 R_{dc} と交流抵抗値 R_{ac} とを加算した巻線抵抗値 R は、直径 D_{c1} で可及的に小さな値 R_1 となる。つまり、導体37の直径 D_c を直径 D_{c1} より小さくしても大きくしても、給電コイル3の損失に不利となる。このため、導体37の直径 D_c は、直径 D_{c1} に基づいて定められる。導体37の材質や断面形状、断面積（円形断面の場合直径 D_c ）を定めるその他の要因として、巻回作業時の作業性や、故障電流が流れたときの機械的強度なども考慮され得る。

[0039] なお、直流抵抗値 R_{dc} の大きさは、特定周波数に依存しないが、交流抵抗値 R_{ac} の大きさは、特定周波数に依存する。このため、特定周波数が変更されると、直径 D_{c1} は変化し得る。

[0040] また、絶縁被覆38の被覆厚さ T_i は、隣接する線材36の相互間に特定周波数で生じる近接効果の影響が所定量以下となるように定められている。図5は、給電コイル3を対象としたシミュレーションにより、絶縁被覆38の被覆厚さ T_i と、巻線35の抵抗値 R 、 R_{dc} 、 R_{ac} との関係を求めた結果を示す図である。シミュレーションでは、導体37の直径 D_c を一定に保ちつつ、5種類の被覆厚さ T_i でそれぞれ抵抗値 R 、 R_{dc} 、 R_{ac} を求めている。図5において、直流抵抗値 R_{dc} は実線、交流抵抗値 R_{ac} は破線、巻線抵抗値 R は一点鎖線でそれぞれ示されている。

点鎖線、交流抵抗値 R_{ac} は破線でそれぞれ示されている。

[0041] 図示されるように、被覆厚さ T_i の増加に伴い、直流抵抗値 R_{dc} は、ごく小さな傾きで増加する。一方、被覆厚さ T_i の増加に伴って近接効果の影響が低減されるため、交流抵抗値 R_{ac} は減少傾向を示す。ここで、近接効果の影響が所定量以下となる条件は、交流抵抗値 R_{ac} が所定の抵抗値 R_2 と以下となる条件に置き換え可能である。これによれば、絶縁被覆 38 の被覆厚さ T_i は、交流抵抗値 R_{ac} が抵抗値 R_2 以下となる被覆厚さ T_{i2} 以上となる。また、一般的に、被覆厚さ T_i は、導体 37 間の絶縁性能を確保できる被覆厚さ T_{i3} とする必要が有る。したがって、絶縁被覆 38 の被覆厚さ T_i は、被覆厚さ T_{i2} および被覆厚さ T_{i3} のうち大きい側に定められる。

[0042] 図 4 および図 5 を用いて説明した 2 種類のシミュレーションを組み合わせることで実施することにより、線材 36 の導体 37 の直径 D_c および絶縁被覆 38 の被覆厚さ T_i を最適化できる。これにより、給電コイル 3 では、表皮効果および近接効果に起因する交流損失の発生が抑制される。

[0043] 給電コイル 3 の製造工程において、コア 31 および巻線 35 は別々に形成され、後で一体的に結合される。一体的な結合により、コア 31 の中脚部 33 は、巻線 35 の中央の中空部に嵌入する。コア 31 の側脚部 34 は、巻線 35 の外周部のうち移動体 99 の移動方向に平行する一部範囲を覆う。コア 31 は、巻線 35 の外周部のうち移動方向に交差する残部範囲を覆わない。コア 31 の底面部 32 は、巻線 35 の対向中間面 S_n から離れた側の端面部を覆う。これにより、給電コイル 3 から出る磁束が外部へ漏出することを抑制する磁気遮蔽効果が生じる。したがって、給電コイル 3 では、漏洩磁束による損失が低減される。

[0044] また、図 1 に示されるように、給電コイル 3 は、複数個が移動体 99 の移動方向に並べられて用いられる。このため、給電コイル 3 の相互間において、漏洩磁束の大部分は隣の給電コイル 3 に向かい、漏洩磁束のごく少ない一部が外部に漏洩する。つまり、巻線 35 の外周部のうち残部範囲では、磁気

遮蔽の必要性が小さい。したがって、底面部 3 2 の 2 つの短辺に側脚部を設けずとも、十分な磁気遮蔽効果が得られる。これにより、コア 3 1 の形状が簡素化され、軽量化およびコスト低減の効果が生じる。なお、仮に底面部 3 2 の 2 つの短辺に側脚部を設けると、給電コイル 3 に対して受電コイル 4 が正対位置関係からずれ始めたときに、良好な周回磁路を形成できなくなる欠点が生じる。

[0045] (3. 実施形態の受電コイル 4 の詳細な構成)

次に、実施形態の受電コイル 4 の詳細な構成について説明する。受電コイル 4 は、本発明の非接触給電用コイルの一実施形態に相当する。図 6 は、実施形態の受電コイル 4 の正面図である。図 6 の左右方向は、移動体 9 9 の移動方向に対応する。図 7 は、図 6 に一点鎖線で示された B-B 断面を矢視方向から見た受電コイル 4 の断面図である。受電コイル 4 は、コア 4 1、巻線 4 5、およびボビン 7 を備える。

[0046] 図 7 に示されるように、コア 4 1 は、断面が E 字形状の E 形コアであり、底面部 4 2、中脚部 4 3、および 2 つの側脚部 4 4 からなる。底面部 4 2 は、長方形板状に形成されている。巻線 4 5 が配設されない 2 つの側脚部 4 4 は、底面部 4 2 の 2 つの長辺から起立しており、相互に平行している。巻線 4 5 が配設される中脚部 4 3 は、底面部 4 2 の中央から起立している。中脚部 4 3 は、2 つの側脚部 4 4 に対して平行しており、かつ、移動方向の長さが側脚部 4 4 よりも短い。中脚部 4 3 の起立方向は、対向中間面 S_n に垂直な軸線 A_X 方向となる。中脚部 4 3 および側脚部 4 4 の起立した高さ寸法は、相互に等しい。コア 4 1 は、例えば、磁性粉体を焼結し、または電磁鋼板を積層して、一体品に形成することができる。

[0047] 移動体 9 9 の移動方向に関して、受電コイル 4 のコア 4 1 の長さ寸法 L_R は、給電コイル 3 のコア 3 1 の長さ寸法 L_S (図 2 参照) よりも小さい。一方、受電コイル 4 のコア 4 1 の幅寸法 W_R は、給電コイル 3 のコア 3 1 の幅寸法 W_S (図 2 参照) とほぼ等しい。したがって、給電コイル 3 と受電コイル 4 とが正対すると、中脚部 3 3、4 3 同士、および 2 つの側脚部 3 4、4

4 同士が対向して、周回磁路が形成される。また、この正対位置関係は、移動体 9 9 がある程度移動するまで維持される。

[0048] 図 7 に示されるように、ボビン 7 は、中脚主仕切り部 7 1、底面主仕切り部 7 2、ブロック間仕切り部 7 3、およびブロック端仕切り部 7 4 からなる。中脚主仕切り部 7 1 は、コア 4 1 の中脚部 4 3 を周回する矩形筒状の部位である。底面主仕切り部 7 2、ブロック間仕切り部 7 3、およびブロック端仕切り部 7 4 は、それぞれ環形板状の部位であり、中脚主仕切り部 7 1 の周りに接して、相互に平行配置される。底面主仕切り部 7 2 は、コア 4 1 の底面部 4 2 に接して配置される。ブロック端仕切り部 7 4 は、コア 4 1 の中脚部 4 3 および側脚部 4 4 の先端面に合わせて配置される。ブロック間仕切り部 7 3 は、底面主仕切り部 7 2 とブロック端仕切り部 7 4 との中間に配置される。

[0049] 底面主仕切り部 7 2 とブロック間仕切り部 7 3 との間、および、ブロック間仕切り部 7 3 とブロック端仕切り部 7 4 との間に、軸線 A X 方向の隙間寸法が G となる巻線収容スペース 7 5 がそれぞれ区画される。巻線収容スペース 7 5 は、軸線 A X 方向に薄い環形の空間となっている。ボビン 7 は、巻線 4 5 を巻回形成する堅牢な巻き型の機能を有するとともに、コア 4 1 と巻線 4 5 との間の絶縁性能を確保する機能を有する。ボビン 7 は、例えば、複数の樹脂部材の接合や注型樹脂成型などの方法によって、一体品に形成することができる。

[0050] 図 7 に示されるように、巻線 4 5 は、2 個の環形板状巻線ブロック 4 5 3、4 5 4 からなる。2 個の環形板状巻線ブロック 4 5 3、4 5 4 は、それぞれ巻線収容スペース 7 5 に収容され、軸線方向 A X に離隔して並んでいる。環形板状巻線ブロック 4 5 3、4 5 4 は、軸線 A X 周りにリッツ線 4 9 が径方向に 6 ターンだけ巻回されて形成される。なお、リッツ線 4 9 の巻回ターン数は、6 ターンに限定されない。また、リッツ線 4 9 に代えて、単一導体の周りに絶縁被覆を有する線材を用いてもよい。本実施形態において、2 個の環形板状巻線ブロック 4 5 3、4 5 4 は、電氣的に直列接続されているが

、並列接続されていてもよい。

[0051] 図8は、受電コイル4に用いられるリッツ線49および巻線収容スペース75を模式的に示した部分断面図である。リッツ線49は、7本の線材46が撚り合わされて構成されており、これ以外の線材構成であってもよい。破線で示されるように、リッツ線49の断面形状は等価的に円形となり、等価外径寸法は D_L である。線材46は、導体47の周りに絶縁被覆48を有する。導体47は、円形断面を有する銅線やアルミ線などとされる。絶縁被覆48は、例えばホルマール樹脂とされる。リッツ線49は、太径の単一の線材と比較して表皮効果の影響を顕著に低減でき、受電コイル4の交流損失を低減する効果を有する。

[0052] 巻線45は、給電コイル3と受電コイル4とが対向したときの対向中間面 S_n に対して、リッツ線49が平行に巻回されたものとなる。図6に示されるように、巻線45の両端451、452は、コア41の底面部42の短辺方向に引き出されている。

[0053] ここで、2個の巻線収容スペース75の隙間寸法 G は、リッツ線49の等価外径寸法 D_L と等しくなるように設定されている。このため、受電コイル4を形成する巻回作業において、リッツ線49の断面形状は、型崩れしない。したがって、受電コイル4では、太径の単一の線材を用いる場合と比較して、リッツ線49を用いたときの交流損失の低減効果が顕著となる。

[0054] 仮に、巻線収容スペース75の隙間寸法 G をリッツ線49の等価外径寸法 D_L よりも大きくした場合、図9に示される状態となる。図9は、リッツ線49Xが型崩れする場合を例示説明した部分断面図である。ボビン7Xの巻線収容スペース75Xの隙間寸法 G_X が等価外径寸法 D_L よりも大きい場合、リッツ線49Xは、巻回作業時に加えられる力によって円形の断面形状が型崩れする。これにより、リッツ線49Xを用いたときの交流損失の低減効果が損なわれてしまうおそれが生じる。

[0055] また仮に、巻線収容スペース75の隙間寸法 G をリッツ線49の等価外径寸法 D_L よりも小さくしても、リッツ線49の円形の断面形状が型崩れする

。加えて、狭隘な巻線収容スペース 75 に無理をしてリッツ線 49 を挿入することになるので、絶縁被覆 48 を損傷するおそれが生じる。

[0056] また、ブロック間仕切り部 73 の厚さ T_b は、ブロック間仕切り部 73 を挟むリッツ線 49 の相互間に特定周波数で生じる近接効果の影響が所定量以下となるように定められている。近接効果の影響は、厚さ T_b を大きくすることによって低減される。しかしながら、厚さ T_b を大きくすることは、受電コイル 4 の大型化、重量増加、およびコストアップなどの短所に直結する。したがって、これらの短所も総合的に勘案され、ブロック間仕切り部 73 の厚さ T_b は、最適値に定められる。これにより、受電コイル 4 では、近接効果に起因する交流損失の発生が適正に抑制される。

[0057] 受電コイル 4 の製造工程において、巻線 45 は、巻き型となるボビン 7 にリッツ線 49 が巻回されて形成される。その後、巻線 45 およびボビン 7 は、別途形成されたコア 41 に一体的に結合される。一体的な結合により、コア 41 の中脚部 43 は、巻線 45 の中央の中空部、およびボビン 7 の中脚主仕切り部 71 に嵌入する。コア 41 の側脚部 44 は、巻線 45 の外周部のうち移動体 99 の移動方向に平行する一部範囲を覆う。コア 41 は、巻線 45 の外周部のうち移動体 99 の移動方向に交差する残部範囲を覆わない。コア 41 の底面部 42 は、巻線 45 の対向中間面 S_n から離れた側の端面部を覆う。これにより、給電コイル 3 から到来した磁束が外部へ漏出することを抑制する磁気遮蔽効果が生じる。したがって、受電コイル 4 でも、漏洩磁束による損失が低減される。

[0058] なお 3 個以上の環形板状巻線ブロックを用いて巻線 45 を構成することも可能である。この場合、環形板状巻線ブロックの個数に対応して、ブロック間仕切り部 73 および巻線収容スペース 75 の個数を増加させる。

[0059] (4. 別の実施形態の受電コイル 4A の詳細な構成)

次に、別の実施形態の受電コイル 4A の詳細な構成について、説明済みの受電コイル 4 と異なる点を主に説明する。受電コイル 4A は、本発明の非接触給電用コイルの別の実施形態に相当する。図 10 は、別の実施形態の受電

コイル４Ａの断面図である。受電コイル４Ａは、コア４１、巻線４５Ａ、およびボビン７Ａを備える。図１０に示されるコア４１は、図６および図７に示されたコア４１と同一形状である。

[0060] ボビン７Ａは、中脚主仕切り部７１、底面主仕切り部７２、および４個のブロック間仕切り部７６～７９からなる一体品である。中脚主仕切り部７１は、コア４１の中脚部４３を周回する矩形筒状の部位である。底面主仕切り部７２は、環形板状の部位であり、中脚主仕切り部７１の周りに配置されて、コア４１の底面部４２に接する。４個のブロック間仕切り部７６～７９は、矩形筒状の部位である。４個のブロック間仕切り部７６～７９は、中脚主仕切り部７１の周りに、内外に相互に離隔して配置される。ブロック間仕切り部７６～７９の軸線ＡＸ方向の一端は、底面主仕切り部７２につながっている。

[0061] 中脚主仕切り部７１と、最も内側のブロック間仕切り部７６との間に、巻線収容スペース７５Ａが区画される。さらに、ブロック間仕切り部７６～７９の相互間にも、それぞれ巻線収容スペース７５Ａが区画される。合計で４箇所の巻線収容スペース７５Ａは、筒形状の空間となっている。巻線収容スペース７５Ａの軸線ＡＸと交差する方向の隙間寸法Ｇは、リッツ線４９の等価外径寸法ＤＬに等しく設定されている。

[0062] 図１０に示されるように、巻線４５Ａは、径方向に並ぶ４個の筒状巻線ブロック４５５～４５８からなる。各筒状巻線ブロック４５５～４５８は、それぞれ巻線収容スペース７５Ａに収容されている。筒状巻線ブロック４５５～４５８は、軸線ＡＸ周りにリッツ線４９が軸線ＡＸ方向に２ターンだけ巻回されて形成されている。リッツ線４９の巻回ターン数は、２ターンに限定されない。本実施形態において、４個の筒状巻線ブロック４５５～４５８は、電氣的に直列接続されているが、並列接続されていてもよい。

[0063] ここで、各巻線収容スペース７５Ａの隙間寸法Ｇがリッツ線４９の等価外径寸法ＤＬと等しいので、巻回作業でリッツ線４９の型崩れが発生しない。したがって、受電コイル４Ａは、太径の単一の線材を用いる場合と比較して

、リッツ線４９を用いたときの交流損失低減の効果が顕著となる。また、ブロック間仕切り部７６～７８の厚さＴｂは、ブロック間仕切り部７６～７８を挟むリッツ線４９の相互間に特定周波数で生じる近接効果の影響が所定量以下となるように定められている。これにより、受電コイル４Ａでも、近接効果に起因する交流損失の発生が適正に抑制される。

[0064] （５．実施形態の態様および効果）

受電コイル４は、本発明の非接触給電用コイルの一実施形態に相当する。受電コイル４は、特定周波数の交流電流が流れる巻線４５と、巻線４５に鎖交する周回磁路の一部を形成するコア４１とを備え、非接触給電システム１を構成する非接触給電用コイルであって、巻線４５は、導体４７の周りに絶縁被覆４８を有する線材４６の複数本で構成されるリッツ線４９がそれぞれ巻回された環形板状巻線ブロック４５３、４５４からなり、巻線４５とコア４１との間を仕切る中脚主仕切り部７１、底面主仕切り部７２、および、複数の巻線ブロックの相互間を仕切るブロック間仕切り部７３をもつボビン７をさらに備えた。

[0065] 受電コイル４は、リッツ線４９がそれぞれ巻回された複数の巻線ブロックからなる巻線４５と、複数の巻線ブロックの相互間を仕切るブロック間仕切り部７３をもつボビン７と、を備える。このため、ブロック間仕切り部７３を挟んだ両側のリッツ線４９相互間の離隔距離がブロック間仕切り部７３の厚さＴｂ分だけ大きくなる。これにより、近接効果に起因する交流損失の発生が抑制される。

[0066] また、受電コイル４Ａは、本発明の非接触給電用コイルの別の実施形態に相当する。受電コイル４Ａは、特定周波数の交流電流が流れる巻線４５Ａと、巻線４５Ａに鎖交する周回磁路の一部を形成するコア４１とを有し、巻線４５Ａは、導体４７の周りに絶縁被覆４８を有する線材４６の複数本で構成されるリッツ線４９がそれぞれ巻回された複数の筒状巻線ブロック４５５～４５８からなり、巻線４５Ａとコア４１との間を仕切る中脚主仕切り部７１、底面主仕切り部７２、および、複数の巻線ブロックの相互間を仕切るブ

ック間仕切り部 7 6 ~ 7 8 をもつボビン 7 A をさらに備えた。

[0067] 受電コイル 4 A においても、ブロック間仕切り部 7 6 ~ 7 8 を挟んだリッツ線 4 9 相互間の離隔距離がブロック間仕切り部 7 6 ~ 7 8 の厚さ T_b 分だけ大きくなる。これにより、近接効果に起因する交流損失の発生が抑制される。

[0068] さらに、受電コイル 4 の複数の巻線ブロックは、リッツ線 4 9 が径方向に順番に巻回されてそれぞれ形成されるとともに軸線 A X 方向に並ぶ複数の環形板状巻線ブロック 4 5 3、4 5 4 である。また、受電コイル 4 A の複数の巻線ブロックは、リッツ線 4 9 が軸線 A X 方向に順番に巻回されてそれぞれ形成されるとともに径方向に並ぶ複数の筒状巻線ブロック 4 5 5 ~ 4 5 8 である。これによれば、受電コイル 4、4 A に要求される受電容量や巻回作業の難易度などに合わせて、巻線 4 5、4 5 A の巻き方を始めとする内部構成を変更できるので、設計上の自由度が大きい。

[0069] さらに、受電コイル 4、4 A のブロック間仕切り部 7 3、7 6 ~ 7 8 の厚さ T_b は、ブロック間仕切り部 7 3、7 6 ~ 7 8 を挟むリッツ線 4 9 の相互間に特定周波数で生じる近接効果の影響が所定量以下となるように定められた。これによれば、近接効果の影響だけでなく、受電コイル 4、4 A の大型化、重量増加、およびコストアップなどの短所も総合的に勘案して、ブロック間仕切り部 7 3 の厚さ T_b を最適値に定めることができる。したがって、近接効果に起因する交流損失の発生が適正に抑制される。

[0070] さらに、受電コイル 4、4 A の複数の巻線ブロックは、複数本の線材 4 6 が撚り合わされて構成されたリッツ線 4 9 がそれぞれ巻回されたものである。そして、リッツ線 4 9 が巻回されるボビン 7 の底面主仕切り部 7 2 とブロック間仕切り部 7 3 との間の隙間寸法 G 、ブロック間仕切り部 7 3 とブロック端仕切り部 7 4 との間の隙間寸法 G 、ならびに、ボビン 7 A の中脚主仕切り部 7 1 とブロック間仕切り部 7 6 との間の隙間寸法 G 、ブロック間仕切り部 7 6 ~ 7 9 の相互間の隙間寸法 G は、リッツ線 4 9 の等価外径寸法 D_L と等しい。これによれば、リッツ線 4 9 の断面形状が型崩れしないので、表皮

効果に起因する交流損失の低減効果が顕著となる。

[0071] さらに、受電コイル4の巻線45は、対向中間面 S_n に対してリッツ線49が平行に、かつ径方向に順番に巻回されてそれぞれ形成されるとともに、対向中間面 S_n と直交する軸線AX方向に並ぶ複数の環形板状巻線ブロック453、454からなり、コア41は、巻線45の中央の中空部に嵌入する中脚部43と、巻線45の外周部の少なくとも一部を覆う側脚部44と、巻線45の対向中間面から離れた側の端面部を覆う底面部42とを有し、ボビン7のブロック間仕切り部73は環形板状である。これによれば、給電コイル3から到来した磁束が外部へ漏出することを抑制する磁気遮蔽効果が生じる。したがって、受電コイル4でも、漏洩磁束による損失が低減される。

[0072] また、実施形態の非接触給電システム1は、給電ユニット1Sに設けられた給電コイル3と、給電コイル3に特定周波数の交流電力を供給する交流電源回路2と、受電ユニット1Rに設けられ、給電コイル3に対向すると電氣的に結合して非接触で交流電力を受け取る受電コイルと、受電コイルが受け取った交流電力を変換して駆動電圧を生成し、電気負荷に出力する受電回路5と、を備えた非接触給電システム1であって、給電コイル3は、特定周波数の交流電流が流れる巻線35と、巻線35に鎖交する周回磁路の一部を形成するコア31とを有し、巻線35は、導体37の周りに絶縁被覆38を有する線材36が巻回されたものであり、絶縁被覆38の被覆厚さ T_i は、隣接する線材36の相互間に特定周波数で生じる近接効果の影響が所定量以下となるように定められ、受電コイルは、上記した受電コイル4または受電コイル4Aである。

[0073] 実施形態の非接触給電システム1において、給電コイル3の線材36の絶縁被覆38の被覆厚さ T_i は、単に導体37間の絶縁性能を確保するだけでなく、近接効果の影響が所定量以下となるように定められている。このため、被覆厚さ T_i を変更することで導体37間の離隔距離を自在に調整でき、近接効果に起因する交流損失の発生が適正に抑制される。一方、受電コイルは、上記した受電コイル4または受電コイル4Aとされて、交流損失の発生

が抑制される。したがって、給電コイル3および受電コイル4、4Aの両方で交流損失が低減され、非接触給電システム1では良好な給電効率が得られる。

[0074] さらに、実施形態の非接触給電システム1において、給電ユニット1Sは、基板生産ライン9を構成する複数の第1～第3基板生産機91～93にそれぞれ同数個ずつ設けられ、受電ユニット1Rは、複数の第1～第3基板生産機91～93の列設方向に移動する移動体99に設けられた。

[0075] これによれば、基板生産機91～93の列設位置の順序変更、およびモジュール化された他の基板生産機との入れ替え、ならびに、列設台数が増設されるモジュール増設対応の全ての場合に、非接触給電システム1は、良好な受電状態が確保される。したがって、基板生産ライン9のライン構成の変更時やモジュール増設対応時に、非接触給電システム1に関する段取り替え作業は簡素である。

[0076] (6. 実施形態の応用および変形)

なお、実施形態の非接触給電システム1において、幅寸法MLが大きな基板生産機では、前面の移動方向に給電側コイル3を2個並べて配置することもできる。本発明は、その他にも様々な応用や変形が可能である。

産業上の利用可能性

[0077] 本発明の非接触給電用コイルは、実施形態の非接触給電システム1以外のシステム構成にも利用可能である。また、実施形態の非接触給電システム1は、基板生産ライン9への適用に限定されず、他の製品を生産する組立ラインや加工ライン、電動車両の走行中給電など幅広い分野に適用可能である。

符号の説明

[0078] 1：非接触給電システム

1S：給電ユニット 1R：受電ユニット

2：交流電源回路

3：給電コイル

31：コア 32：底面部 33：中脚部 34：側脚部

35 : 巻線 36 : 線材 37 : 導体 38 : 絶縁被覆
4、4A : 受電コイル
41 : コア 42 : 底面部 43 : 中脚部 44 : 側脚部
45、45A : 巻線 453、454 : 環形板状巻線ブロック
455～458 : 筒状巻線ブロック
46 : 線材 47 : 導体 48 : 絶縁被覆 49 : リッツ線
5 : 受電回路
7、7A : ボビン
71 : 中脚主仕切り部 72 : 底面主仕切り部
73 : ブロック間仕切り部 74 : ブロック端仕切り部
75、75A : 巻線収容スペース 76～79 : ブロック間仕切り部
9 : 基板生産ライン 91～93 : 第1～第3基板生産機
99 : 移動体
EL : 電気負荷 Sn : 対向中間面
R : 巻線抵抗値 Rdc : 直流抵抗値 Rac : 交流抵抗値

請求の範囲

- [請求項1] 特定周波数の交流電流が流れる巻線と、前記巻線に鎖交する周回磁路の一部を形成するコアとを備え、非接触給電システムを構成する給電コイルおよび受電コイルの少なくとも一方に用いられる非接触給電用コイルであって、
- 前記巻線は、導体の周りに絶縁被覆を有する線材がそれぞれ巻回された複数の巻線ブロックからなり、
- 前記巻線と前記コアとの間を仕切る主仕切り部、および、前記複数の巻線ブロックの相互間を仕切るブロック間仕切り部をもつボビンをさらに備えた非接触給電用コイル。
- [請求項2] 前記複数の巻線ブロックは、前記線材が径方向に順番に巻回されてそれぞれ形成されるとともに軸線方向に並ぶ複数の環形板状巻線ブロック、または、前記線材が軸線方向に順番に巻回されてそれぞれ形成されるとともに径方向に並ぶ複数の筒状巻線ブロックである請求項1に記載の非接触給電用コイル。
- [請求項3] 前記ブロック間仕切り部の厚さは、前記ブロック間仕切り部を挟む前記線材の相互間に前記特定周波数で生じる近接効果の影響が所定量以下となるように定められた請求項1または2に記載の非接触給電用コイル。
- [請求項4] 前記複数の巻線ブロックは、複数本の前記線材が撚り合わされて構成されたリッツ線がそれぞれ巻回されたものであり、
- 前記リッツ線が巻回される前記ボビンの前記主仕切り部と前記ブロック間仕切り部との間の隙間寸法、および前記ブロック間仕切り部の相互間の隙間寸法は、前記リッツ線の外径寸法と等しい請求項1～3のいずれか一項に記載の非接触給電用コイル。
- [請求項5] 前記巻線は、
- 前記給電コイルと前記受電コイルとが対向したときの対向中間面に対して前記線材が平行に、かつ径方向に順番に巻回されてそれぞれ形

成されるとともに、前記対向中間面と直交する軸線方向に並ぶ複数の環形板状巻線ブロックからなり、

前記コアは、前記巻線の中央の中空部に嵌入する中脚部と、前記巻線の外周部の少なくとも一部を覆う側脚部と、前記巻線の前記対向中間面から離れた側の端面部を覆う底面部とを有し、

前記ボビンの前記ブロック間仕切り部は環形板状である請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の非接触給電用コイル。

[請求項6]

給電ユニットに設けられた給電コイルと、

前記給電コイルに前記特定周波数の交流電力を供給する交流電源と

、

受電ユニットに設けられ、前記給電コイルに対向すると電氣的に結合して非接触で交流電力を受け取る受電コイルと、

前記受電コイルが受け取った交流電力を変換して駆動電圧を生成し、電気負荷に出力する受電回路と、を備えた非接触給電システムであって、

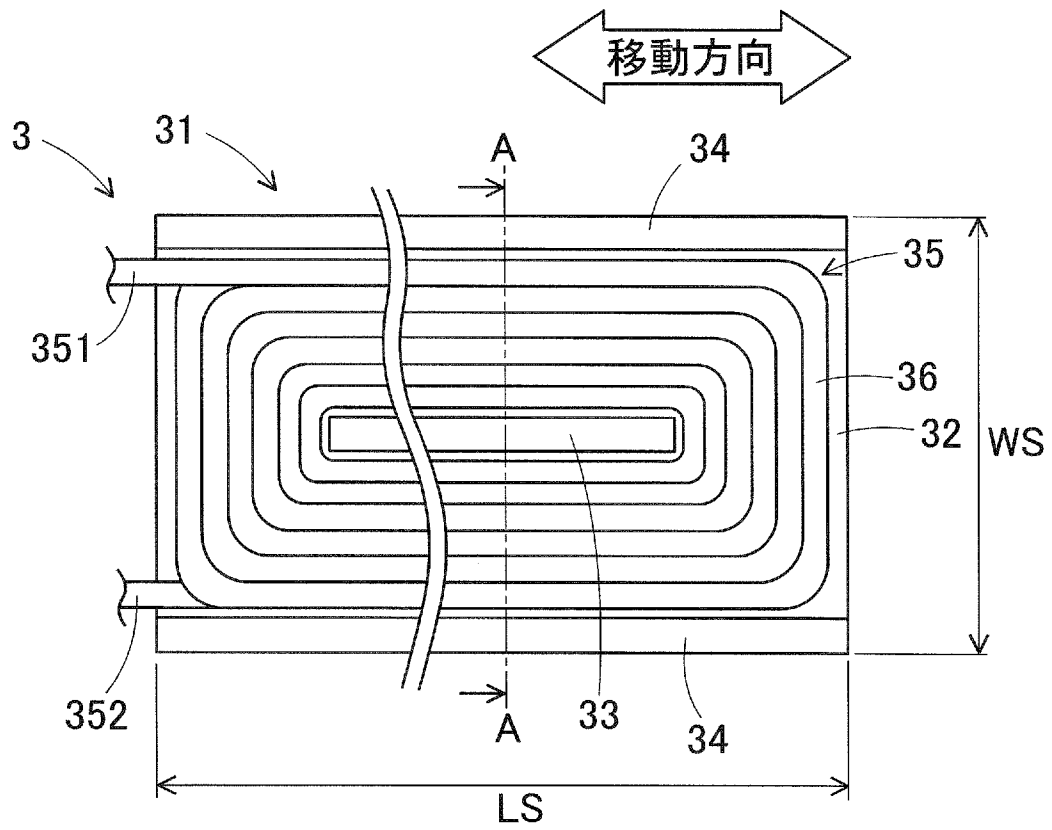
前記給電コイルは、特定周波数の交流電流が流れる巻線と、前記巻線に鎖交する周回磁路の一部を形成するコアとを有し、前記巻線は、導体の周りに絶縁被覆を有する線材が巻回されたものであり、前記絶縁被覆の被覆厚さは、隣接する前記線材の相互間に前記特定周波数で生じる近接効果の影響が所定量以下となるように定められ、

前記受電コイルは、請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の非接触給電用コイルである非接触給電システム。

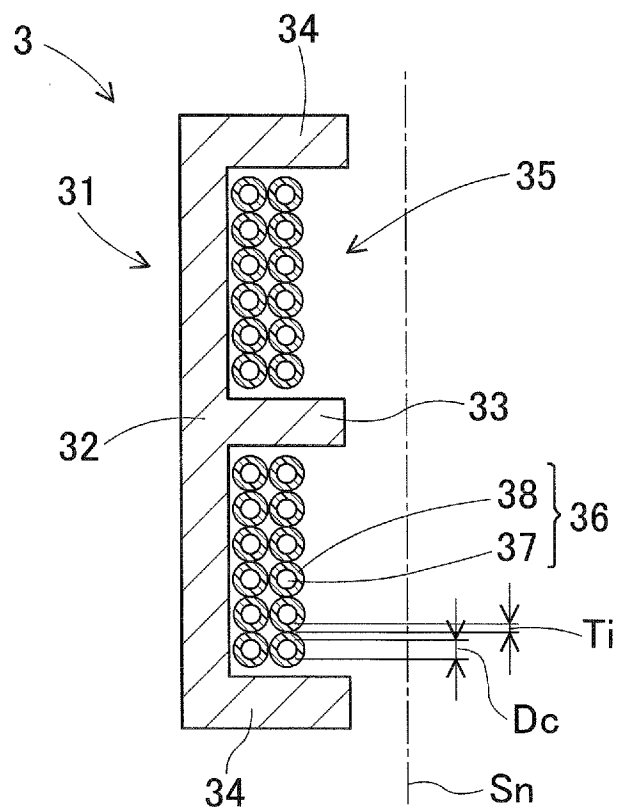
[請求項7]

前記給電ユニットは、基板生産ラインを構成する複数の基板生産機にそれぞれ同数個ずつ設けられ、前記受電ユニットは、前記複数の基板生産機の列設方向に移動する移動体に設けられた請求項 6 に記載の非接触給電システム。

[図2]

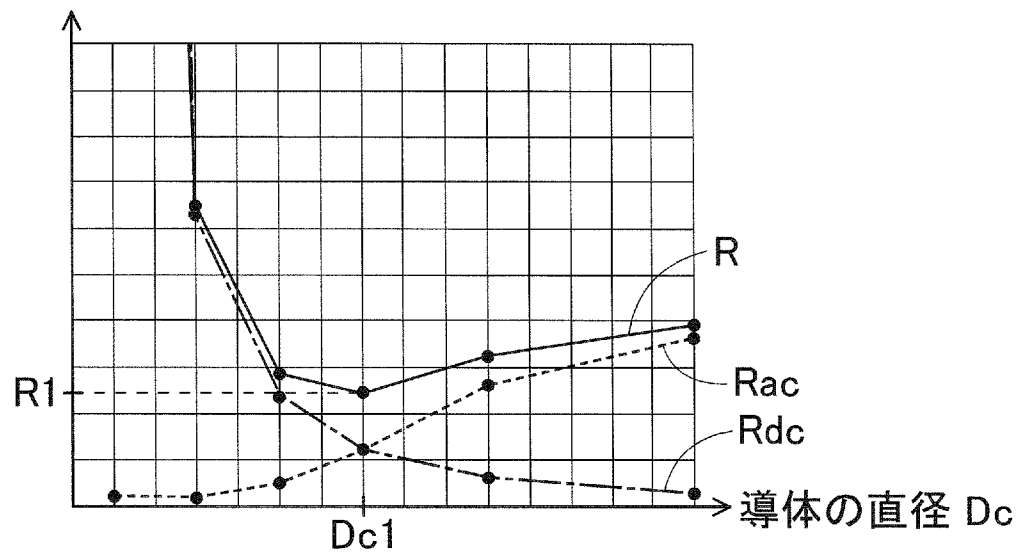


[図3]



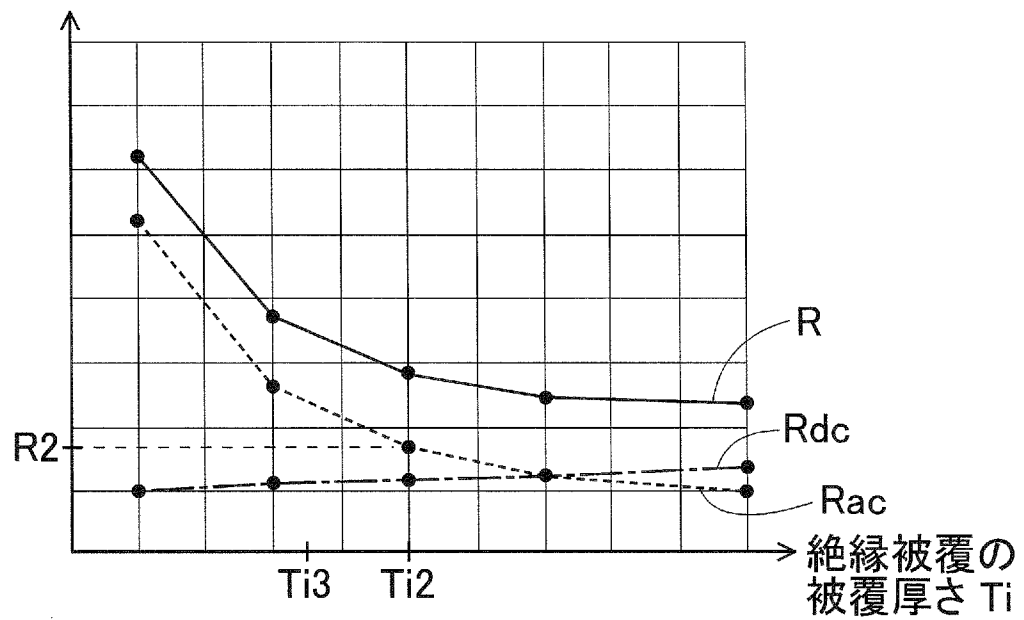
[図4]

巻線の抵抗値

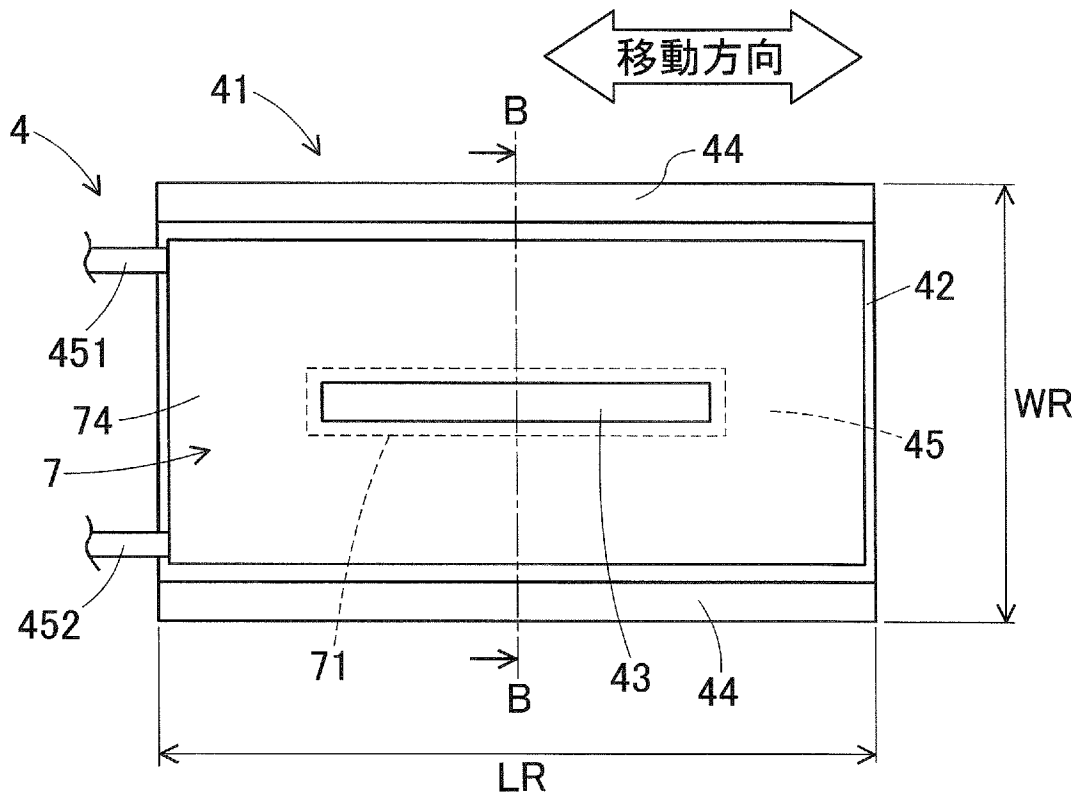


[図5]

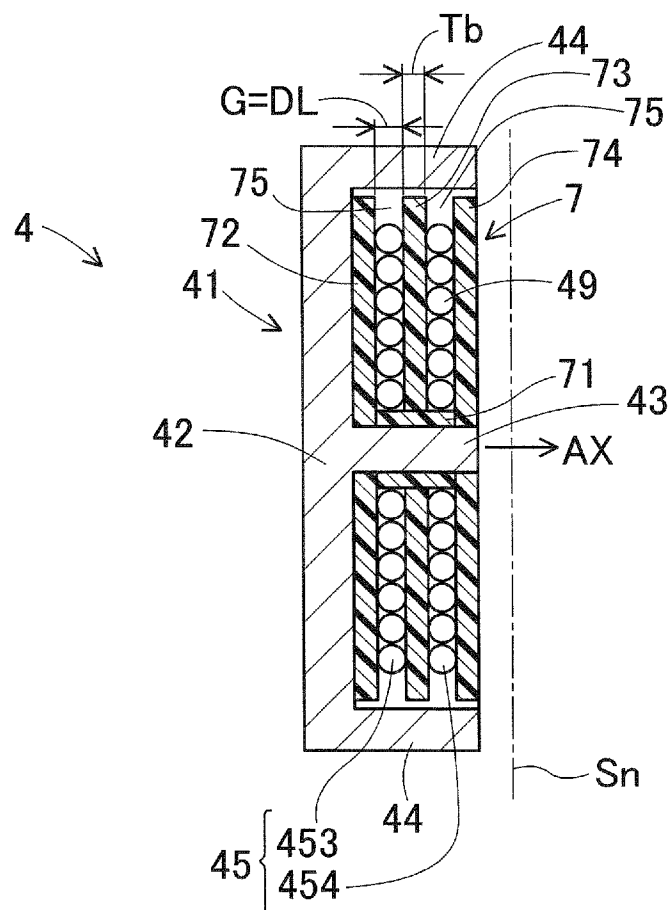
巻線の抵抗値



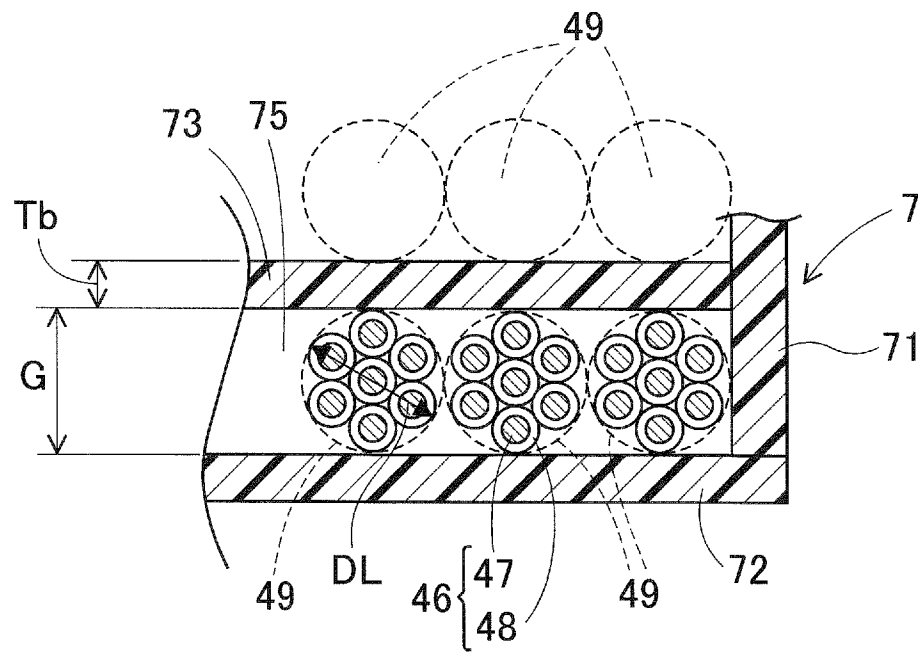
[図6]



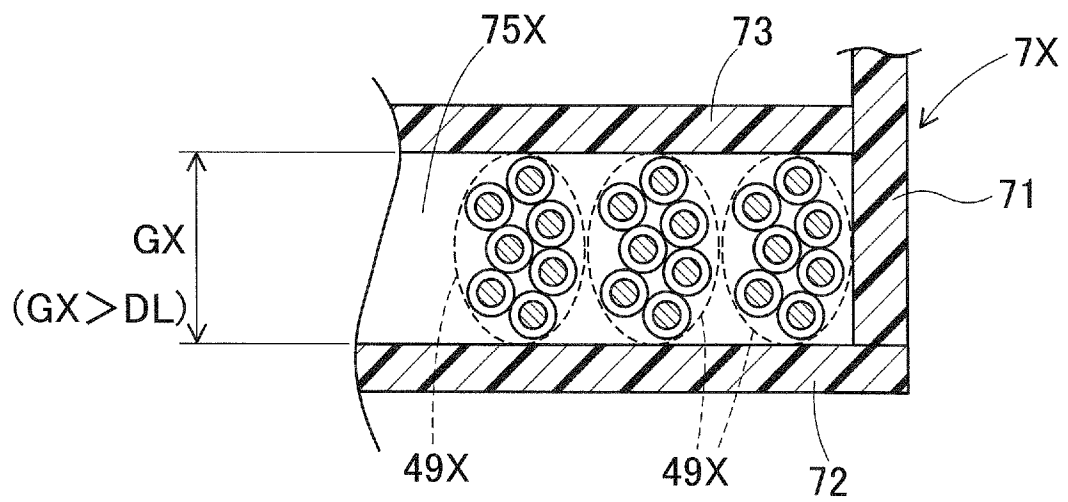
[図7]



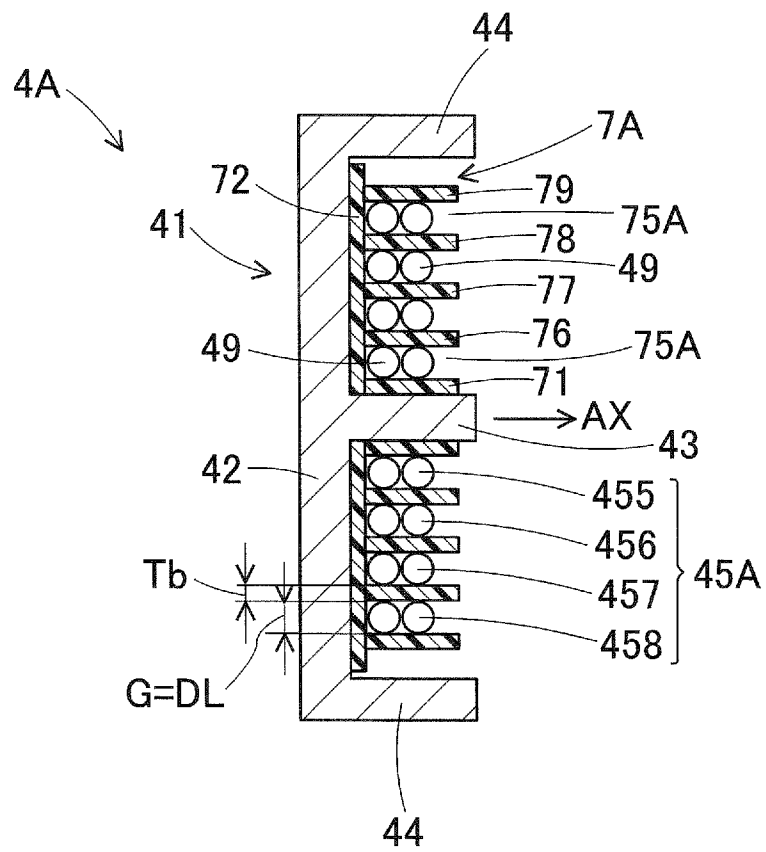
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/059942

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01F38/14(2006.01)i, H01F27/28(2006.01)i, H01F27/32(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)

H01F38/14, H01F27/28, H01F27/32

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.
X Y	JP 2015-128144 A (TDK Corp.), 09 July 2015 (09.07.2015), paragraphs [0007] to [0015], [0028] to [0046]; fig. 3 to 8 & US 2015/0145630 A1 paragraphs [0007] to [0016], [0048] to [0066]; fig. 3 to 8 & EP 2958119 A1 & CN 104681258 A	1-4 2, 5-7
Y	JP 2014-135226 A (Panasonic Corp.), 24 July 2014 (24.07.2014), paragraphs [0028] to [0040]; fig. 1 to 3 (Family: none)	2

☒ 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
31 May 2016 (31.05.16)

Date of mailing of the international search report
07 June 2016 (07.06.16)

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/JP2016/059942

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 2011-205783 A (Panasonic Electric Works Co., Ltd.), 13 October 2011 (13.10.2011), paragraph [0022] (Family: none)	5
Y	JP 2005-108654 A (Canon Inc.), 21 April 2005 (21.04.2005), paragraphs [0044] to [0051] (Family: none)	6-7
Y	JP 2014-225960 A (Hioki E.E. Corp.), 04 December 2014 (04.12.2014), paragraphs [0024] to [0033]; fig. 1 (Family: none)	7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01F38/14(2006.01)i, H01F27/28(2006.01)i, H01F27/32(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. H01F38/14, H01F27/28, H01F27/32

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
X Y	JP 2015-128144 A (TDK 株式会社) 2015.07.09, 段落[0007]-[0015], 段落[0028]-[0046], 図3-8 & US 2015/0145630 A1, 段落[0007]-[0016], 段落[0048]-[0066], Fi g.3-8& EP 2958119 A1& CN 104681258 A	1-4 2, 5-7
Y	JP 2014-135226 A (パナソニック株式会社) 2014.07.24, 段落[0028]-[0040], 図1-3 (ファミリーなし)	2
Y	JP 2011-205783 A (パナソニック電工株式会社)	5

☑ 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

31.05.2016

国際調査報告の発送日

07.06.2016

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）

馬場 慎

5 D

6309

電話番号 03-3581-1101 内線 3551

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	2011. 10. 13, 段落[0022] (ファミリーなし) JP 2005-108654 A (キヤノン株式会社) 2005. 04. 21, 段落[0044]-[0051] (ファミリーなし)	6-7
Y	JP 2014-225960 A (日置電機株式会社) 2014. 12. 04, 段落[0024]-[0033], 図1 (ファミリーなし)	7