

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-63683  
(P2016-63683A)

(43) 公開日 平成28年4月25日(2016.4.25)

(51) Int.Cl.

<b>H02J 50/00</b>	<b>(2016.01)</b>
<b>H01F 38/14</b>	<b>(2006.01)</b>
<b>H01F 27/30</b>	<b>(2006.01)</b>

F 1

<b>H02J</b>	<b>17/00</b>
<b>H01F</b>	<b>23/00</b>
<b>H01F</b>	<b>27/30</b>

テーマコード(参考)

5 E 0 4 3

B

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号

特願2014-191166 (P2014-191166)

(22) 出願日

平成26年9月19日 (2014.9.19)

(71) 出願人 000153443

株式会社 日立産業制御ソリューションズ  
茨城県日立市大みか町五丁目1番26号

(74) 代理人 110001807

特許業務法人磯野国際特許商標事務所

(72) 発明者 川俣 昌之

茨城県日立市大みか町五丁目2番1号 株  
式会社日立産業制御ソリューションズ内

(72) 発明者 市川 勝英

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株  
式会社日立製作所内

F ターム(参考) 5E043 AA08 FA07

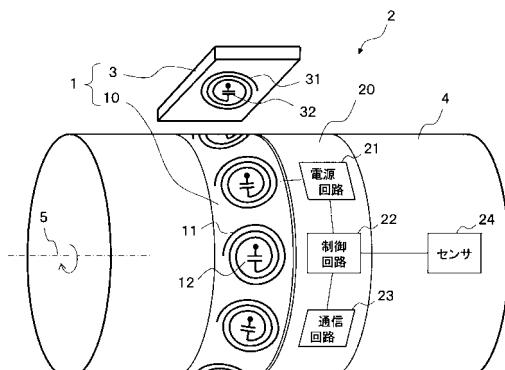
(54) 【発明の名称】ワイヤレス電力伝送装置、回転体センシング装置および受電コイル薄膜基板

## (57) 【要約】

【課題】既存の機械装置にも適用が容易で、かつ、回転軸の軸径が異なっても共通に設計された送電コイルおよび受電コイルを使用可能にする。

【解決手段】ワイヤレス電力伝送装置1は、機械装置の不動部に設けられた給電コイル部3と、中心軸5を中心に回転する円柱状の回転部4に設けられた受電コイル部10とを備え、受電コイル部10は、回転部4の外周面の回転円周方向に沿って複数の面状コイル11が略等間隔に配設されて構成されることを特徴とする。また、受電コイル部10は、好ましくは、複数の面状コイル11が可撓性を有するフィルム状の薄膜基板上に列状に形成されて構成され、その薄膜基板は、回転部4の外周面に貼付されている。

【選択図】図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

機械装置の不動部に設けられた給電コイル部と、回転対称軸を中心に回転する前記機械装置の円柱状の回転部に設けられた受電コイル部とを備え、前記給電コイル部から前記受電コイル部へ交流電力をワイヤレスで伝送するワイヤレス電力伝送装置であって、

前記受電コイル部は、

前記回転部の外周面の回転円周方向に沿って複数の面状コイルが所定の間隔で配設されてなること

を特徴とするワイヤレス電力伝送装置。

**【請求項 2】**

前記受電コイル部は、前記複数の面状コイルが可撓性を有する薄膜基板上に列状に形成されてなり、かつ、前記薄膜基板が前記回転部の外周面に貼付されたものであること

を特徴とする請求項 1 に記載のワイヤレス電力伝送装置。

**【請求項 3】**

前記複数の面状コイルのそれぞれについて対となる共振コンデンサが、前記薄膜基板上に併せて形成されていること

を特徴とする請求項 2 に記載のワイヤレス電力伝送装置。

**【請求項 4】**

前記薄膜基板上に形成された前記面状コイルおよび前記共振コンデンサの対は、互いに並列接続され、並列共振回路を構成すること

を特徴とする請求項 3 に記載のワイヤレス電力伝送装置。

**【請求項 5】**

前記薄膜基板上に形成された前記面状コイルおよび前記共振コンデンサの対は、互いに直列接続され、直列共振回路を構成すること

を特徴とする請求項 3 に記載のワイヤレス電力伝送装置。

**【請求項 6】**

前記薄膜基板上に形成された前記面状コイルおよび前記共振コンデンサの対は、互いに絶縁され、隣接する前記対間で磁気共鳴により電力を伝送すること

を特徴とする請求項 3 に記載のワイヤレス電力伝送装置。

**【請求項 7】**

機械装置の不動部に設けられた給電コイル部と、

回転対称軸を中心に回転する前記機械装置の円柱状の回転部に設けられた受電コイル部と、

前記回転部の物理状態を表す物理量を検出するセンサと、

前記給電コイル部から前記受電コイル部へワイヤレスで伝送される交流電力を直流電流に変換し、前記変換した直流電力を前記センサに供給する電源回路部とを備え、

前記受電コイル部は、

前記回転部の外周面の回転円周方向に沿って複数の面状コイルが所定の間隔で配設されてなること

を特徴とする回転体センシング装置。

**【請求項 8】**

前記受電コイル部は、前記複数の面状コイルが可撓性を有する薄膜基板上に列状に形成されてなり、かつ、前記薄膜基板が前記回転部の外周面に貼付されたものであること

を特徴とする請求項 7 に記載の回転体センシング装置。

**【請求項 9】**

機械装置の不動部に設けられた給電コイル部と、回転対称軸を中心に回転する前記機械装置の円柱状の回転部に設けられた受電コイル部とを備えたワイヤレス電力伝送装置の前記受電コイル部を構成する受電コイル薄膜基板であって、

前記受電コイル薄膜基板は、可撓性を有し、その面上に複数の面状コイルが列状に所定の間隔で形成されており、前記機械装置の回転部の外周面に、前記複数の面状コイルの配

10

20

30

40

50

列方向が前記回転部の回転円周方向と一致するように貼付されること  
を特徴とする受電コイル薄膜基板。

【請求項 10】

前記複数の面状コイルのそれぞれについて対となる共振コンデンサが、前記薄膜基板上に併せて形成されていること

を特徴とする請求項 9 に記載の受電コイル薄膜基板。

【請求項 11】

前記面状コイルおよび前記共振コンデンサの対は、互いに並列接続され、並列共振回路を構成すること

を特徴とする請求項 10 に記載の受電コイル薄膜基板。

10

【請求項 12】

前記薄膜基板上に形成された前記面状コイルおよび前記共振コンデンサの対は、互いに直列接続され、直列共振回路を構成すること

を特徴とする請求項 10 に記載の受電コイル薄膜基板。

【請求項 13】

前記薄膜基板上に形成された前記面状コイルおよび前記共振コンデンサの対は、互いに絶縁され、隣接する前記対間で磁気共鳴により電力を伝送すること

を特徴とする請求項 10 に記載の受電コイル薄膜基板。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、機械装置の回転部に搭載された電子回路やセンサに電力を供給するのに好適なワイヤレス電力伝送技術およびそのワイヤレス電力伝送技術を適用した回転体センシング装置に関する。

【背景技術】

【0002】

機械装置の回転部とくに高速で回転する動力軸などの動作状態を表す物理量を検出する場合には、その回転部に実装された種々のセンサにワイヤレスで電力を伝送する必要がある。ワイヤレスでの電力伝送には、電磁誘導現象が利用されることが多い。例えば、特許文献 1 には、回転シャフトに固定されたポットコアに巻回されたコイルと軸受などに固定されたポットコアに巻回されたコイルとの間の電磁誘導現象により固定側のコイルから回転シャフト側のコイルへワイヤレスで電力を伝送する例が示されている。

30

【0003】

また、特許文献 2 には、磁気共鳴（磁界共振などとも呼ばれる）現象を利用し、静止体上の送電コイルから回転体上の受電コイルへ非接触（ワイヤレス）で電力を伝送する例が開示されている。なお、このような磁気共鳴を利用したワイヤレス電力伝送技術は、給電コイルと受電コイルとの距離が多少離れていても効率のよい電力伝送が可能な点で、近年注目を集めている技術である。

【先行技術文献】

40

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開平 08 - 222459 号公報

【特許文献 2】特開 2010 - 268531 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 や特許文献 2 に開示されている技術を用いれば、機械装置の回転部に搭載されたセンサへワイヤレスで電力を伝送することができる。しかしながら、これらの従来技術では、回転部に搭載されている受電コイルとして、回転部の回転軸を中心に円周方向に巻回されたコイルが用いられている。そのため、受電コイルを構成するには、回転シャフ

50

トなどの動力軸に直接に導線を巻回するか、または、動力軸とともに回転する軸体に導線を巻回したものを動力軸に追加する必要がある。

#### 【0006】

従って、これらの従来技術は、機械装置を新たに設計し、製造する場合には適用可能であっても、既存の機械装置の回転部に新たにセンサを取り付け、そのセンサに電力を供給しようとする場合には、適用が容易とは言い難い。ちなみに、既存の機械装置では、動力軸などには保護カバーなどが設けられている場合が多く、その動力軸の周囲のクリアランスは狭小である。そのため、機械装置の一部を分解し、再組み立てをしない限りは、動力軸などに導線を巻回し、受電コイルを設けることはできないのが実情である。

#### 【0007】

また、電力伝送の効率向上を図るには、送電コイルと受電コイルとの間でインピーダンスをマッチングさせることが不可欠である。ところで、動力軸などに導線を巻回して受電コイルを構成する場合、そのインダクタンスを含むインピーダンスは、動力軸の軸径や巻き数に依存することになる。これは、動力軸の軸径が異なるたびに送電コイルおよび受電コイルの設計が必要となることを意味する。

#### 【0008】

以上のような従来技術の問題点に鑑み、本発明の目的は、既存の様々な回転軸径を有する機械装置であっても適用が容易なワイヤレス電力伝送装置を実現するとともに、そのワイヤレス電力伝送装置を適用した回転体センシング装置、および、ワイヤレス電力伝送装置に用いられる受電コイル薄膜基板を実現することにある。

10

20

20

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0009】

前記目的を達成するために、本発明に係るワイヤレス電力伝送装置は、機械装置の不動部に設けられた給電コイル部と、回転対称軸を中心に回転する前記機械装置の円柱状の回転部に設けられた受電コイル部とを備え、前記給電コイル部から前記受電コイル部へ交流電力をワイヤレスで伝送するワイヤレス電力伝送装置であって、前記受電コイル部は、前記回転部の外周面の回転円周方向に沿って複数の面状コイルが略等間隔など所定の間隔で配設されることを特徴とする。

#### 【0010】

さらに、本発明に係るワイヤレス電力伝送装置は、前記受電コイル部が、前記複数の面状コイルが可撓性を有する薄膜基板上に列状に形成されてなり、前記薄膜基板が前記回転部の外周面に貼付されたものであることを特徴とする。

30

#### 【発明の効果】

#### 【0011】

本発明によれば、既存の様々な回転軸径を有する機械装置であっても適用が容易な送電コイルおよび受電コイルを使用することが可能なワイヤレス電力伝送装置が提供され、さらに、そのワイヤレス電力伝送装置を適用した回転体センシング装置、および、ワイヤレス電力伝送装置に用いられる受電コイル薄膜基板が提供される。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0012】

【図1】本発明の実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置および回転体センシング装置の構成の例を模式的に示した図である。

40

【図2】本発明の実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置が適用された機械装置の例を示した図である。

【図3】給電コイル部の取り付け方法の一例を示した図である。

【図4】薄膜基板上に形成された受電コイル部および電子回路部の構成の例を示した図である。

【図5】受電コイル部が構成され薄膜基板上に電子回路部が構成された薄膜基板が積層された例を示した図である。

【図6】複数の面状コイルおよび共振コンデンサの対が長大なテープ状の薄膜基板上に列

50

状に略等間隔に形成され、リールに巻き取られて収納されている様子を示した図である。

【図7】薄膜基板上に並列共振回路の受電コイル部が構成された例を示した図である。

【図8】薄膜基板上に直列共振回路の受電コイル部が構成された例を示した図である。

【図9】複数の中継コイルが形成された薄膜基板およびその等価回路の例を示した図である。

【図10】直列共振回路の薄膜基板が回転部に貼付されたときの回転部の回転角と交流電力の伝送特性との関係の例を示した図である。

【図11】本発明の効果を説明するための機械装置の構成の例を示した図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

10

以下、本発明の実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0014】

図1は、本発明の実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置1および回転体センシング装置2の構成の例を模式的に示した図である。図1において、ワイヤレス電力伝送装置1とは、図示しない機械装置の不動部に設けられた給電コイル部3と、その機械装置の動力伝達回転軸などの回転部4に設けられた受電コイル部10とを含む部分をいう。また、回転体センシング装置2とは、給電コイル部3と、受電コイル部10と、センサ24と、電源回路21、制御回路22、通信回路23などからなる電子回路部20と、を含む部分をいう。従って、回転体センシング装置2は、ワイヤレス電力伝送装置1を含む。

【0015】

20

ここで、回転部4は、例えば、細長の円柱形状をしており、その円柱の中心軸5を中心として回転するものとする。そして、受電コイル部10は、複数の渦巻き型の面状コイル11が、回転部4の外周面（すなわち、円柱の側面）に、その外周面の回転円周方向に沿って略等間隔に列状に配設されて構成される。このとき、複数の面状コイル11のそれには、対となる共振コンデンサ12が設けられており、面状コイル11の少なくとも一方の端子は、共振コンデンサ12の一方の端子に接続されている。

【0016】

また、給電コイル部3は、図示しない機械装置の不動部上で、回転部4の受電コイル部10が配設された位置の近傍位置に固定され、コイル31とその対となる共振コンデンサ32とを含んで構成される。給電コイル部3には、所定の周波数の交流電力が供給され、その交流電力は、コイル31と面状コイル11との電磁結合（電磁誘導または磁気共鳴）現象により、ワイヤレス（非接触）で受電コイル部10へ伝送される。

30

【0017】

電子回路部20の電源回路21は、受電コイル部10に伝送された交流電力を整流し、さらに安定した直流電力に変換するとともに、その直流電力をセンサ24、制御回路22、通信回路23などに供給する。

【0018】

40

センサ24は、回転部4の物理状態を表す物理量を検出するものであり、例えば、回転部4に搭載された加速度センサ、振動センサ、音響センサ、歪センサ（トルクセンサ）、温度センサなどをいう。ここで、センサ24は、複数種類のものを複数個含んでいてもよく、また、その一部が電子回路部20に含まれるものであってもよい。

【0019】

制御回路22は、マイクロプロセッサやFPGA(Field-Programmable Gate Array)などにより構成され、センサ24を制御して、センサ24で検出される信号を取得する。また、制御回路22は、センサから取得した信号に適宜演算処理などを施して必要なデータを求め、さらに、通信回路23を介して、その求めたデータを機械装置の制御コンピュータなどにワイヤレスで送信する。

【0020】

50

なお、詳細は後記するが、本実施形態では、受電コイル部10の面状コイル11および共振コンデンサ12は、一般にはフレキシブル基板と呼ばれる可撓性および絶縁性を有す

るフィルム状の薄膜基板上に形成されている。また、電子回路部 20 の電源回路 21 、制御回路 22 、通信回路 23 なども、同様の可撓性および絶縁性を有する薄膜基板上に搭載されている。従って、本実施形態では、面状コイル 11 および共振コンデンサ 12 の列が形成された薄膜基板、および、電源回路 21 、制御回路 22 、通信回路 23 などが搭載された薄膜基板を回転部 4 の外周部に貼付することにより、受電コイル部 10 および電子回路部 20 を容易に実現することができる。

#### 【0021】

図 2 は、本発明の実施形態に係るワイヤレス電力伝送装置 1 が適用された機械装置の例を示した図である。ただし、ここで示した機械装置は、機械装置の一部のみを示した図である。図 2 に示すように、一般的な機械装置の多くは、動力源となるモータ 6 や減速機 8 を備えており、モータ 6 の回転軸 41 と減速機 8 の回転軸 42 とは、カップリング 7 で連結されている。減速機 8 は、モータ 6 から回転軸 41 、カップリング 7 および回転軸 42 を介して伝達される動力の回転速度を減速し、減速した動力を軸受 9 に支持された回転軸 43 などを介して負荷装置へ伝達する。

10

#### 【0022】

このような機械装置において、例えば、軸受 9 のベアリングが摩耗したり破損したりすると、回転軸 43 の回転バランスがくずれ、異常な振動、音響、熱、歪が発生し、最悪の場合には、軸受 9 のみならずモータ 6 や減速機 8 の破壊に至る。これを未然防止するために、回転軸 41 , 42 , 43 などに振動、音響、熱、歪などを検知するセンサ 24 ( 図 2 では図示省略 ) を取り付ける。

20

#### 【0023】

そして、例えば、回転軸 43 に取り付けられたセンサ 24 に電力を供給するために、機械装置の不動部である軸受 9 には、ワイヤレス電力伝送装置 1 の給電コイル部 3 が取り付けられ、また、回転軸 43 の外周部には受電コイル部 10 および電子回路部 20 ( 図 2 では図示省略 ) が配設されている。その結果、電源回路 21 を介してセンサ 24 に直流電力が供給され、センサ 24 が動作し、そのセンサ 24 で検出された振動、音響、熱、歪などのデータは、制御回路 22 および通信回路 23 などを介して、上位の制御用コンピュータ ( 図示省略 ) などへ送信される。

#### 【0024】

制御用コンピュータは、センサ 24 で検出された検出データに基づき、回転部 4 の回転異常の有無を判定し、回転異常を検知した場合には、その旨を、表示装置や警報装置などを介して機械装置の管理者に通知する。よって、機械装置の管理者は、回転軸 43 などの回転異常またはその前兆を早期に知ることができる。

30

#### 【0025】

図 3 は、給電コイル部 3 の取り付け方法の一例を示した図である。図 3 の例では、可撓性を有する薄膜基板上にコイル 31 と共振コンデンサ 32 とが形成されてなる給電コイル部 3 が、回転軸 43 のような円柱状の回転部 4 の径よりも大きな内径を有する円筒 50 の内壁に貼付される。すなわち、回転部 4 には、可撓性を有する薄膜基板上に少なくとも一方の端子が共振コンデンサ 12 に接続された面状コイル 11 が列状に形成されてなる受電コイル部 10 が貼付される。

40

#### 【0026】

そして、回転部 4 が円筒 50 の筒内に挿入された状態で円筒 50 を、例えば、機械装置の不動部である軸受 9 などに固定する。なお、このとき、円筒 50 は、その内壁に貼付された給電コイル部 3 の位置と回転部 4 の外周部に貼付された受電コイル部 10 の位置とが一致する位置で軸受 9 などに固定される。また、このとき、円筒 50 の内壁と回転部 4 の外周部との離間距離は、回転部 4 が回転しても、円筒 50 の内壁に貼付された給電コイル部 3 と回転部 4 の外周部に貼付された受電コイル部 10 とが互いに接触しない距離以上であるとする。

#### 【0027】

以上のように配設された給電コイル部 3 と受電コイル部 10 とでは、給電コイル部 3 の

50

コイル31は、常に受電コイル部10内の複数の面状コイル11のいずれかと電磁結合が可能となるため、受電コイル部10には安定した電力が伝送される。また、この場合、円筒50を鉄などの磁性物質で形成した場合には、コイル31や面状コイル11から放射される磁束が円筒50で遮蔽されるので、EMI(Electromagnetic Interference)防止の観点からも有利である。

#### 【0028】

図4は、薄膜基板上に形成された受電コイル部10および電子回路部20の構成の例を示した図である。図4に示すように、可撓性を有する薄膜基板10a上には、渦巻き状の銅などの配線からなる面状コイル11が複数個、略等間隔に列状に形成されている。このとき、それぞれの面状コイル11の中央部には、薄膜基板10aの表面および裏面に互いに対向するように銅などの金属膜が蒸着されて構成される共振コンデンサ12が形成されている。そして、渦巻き状の面状コイル11の中心側の配線は、薄膜基板10aの表面に形成された共振コンデンサ12の金属膜(電極)に接続される。ここで、薄膜基板10aの表面とは、薄膜基板10aの面状コイル11が形成された面をいい、薄膜基板10aの裏面とは、その反対側の面をいう。

10

#### 【0029】

さらに、薄膜基板10aの表面には、面状コイル11の配列方向に沿って銅などの配線101が形成されており、その配線101には、それぞれの面状コイル11の外側の配線が接続されている。また、薄膜基板10aの裏面には、同様の配線102が形成されており、その配線102には、面状コイル11の対となる共振コンデンサ12の裏面側の金属膜(電極)から引き出された配線が接続されている。なお、図4では、裏面の配線は、破線で表わされている。

20

#### 【0030】

さらに、薄膜基板10aの表面には、複数の面状コイル11と共振コンデンサ12の対にそれぞれ対応するように、複数の端子105a, 105bの対が形成されている。そして、それぞれの端子105aには、対応する面状コイル11の外側の配線が接続される。また、それぞれの端子105bには、共振コンデンサ12の裏面側の金属膜(電極)から引き出された配線が、スルーホールコンタクト104および表面の配線103を介して接続されている。

30

#### 【0031】

一方、電子回路部20が構成される薄膜基板20aには、図示しない各種のスイッチング素子、ダイオード素子、集積回路素子、抵抗素子、コンデンサ素子などが適宜搭載され、相互に配線されることにより、電源回路21、制御回路22および通信回路23などが実現される。すなわち、電子回路部20は、フレキシブル基板の表面および裏面に予め設計された配線を形成しておき、そのフレキシブル基板に各種の素子を搭載することにより実現される。

#### 【0032】

そして、受電コイル部10から出力される交流電力は、複数の端子105a, 105bの対の中から適宜選択された一対の端子105a, 105bを介して電子回路部20内へ入力される。こうして入力された交流電力は、電源回路21により整流され、安定した直流電力に変換され、その直流電力は、電子回路部20を構成する各種の素子およびセンサ24に供給される。なお、図4において、電源回路21、制御回路22、通信回路23およびセンサ24をつなぐ線は、信号線を意味し、直流電力を供給する配線の図示は省略されている。

40

#### 【0033】

また、図4に示すように、端子105a, 105bと電源回路21とをつなぐ2本の配線間に、インピーダンスマッチング用の微調整用コンデンサ25が配設されている。この微調整用コンデンサ25として容量値が適切なものを選択することによって、給電コイル部3のコイル31と受電コイル部10の面状コイル11との電磁結合を強めることができる。よって、給電コイル部3から受電コイル部10へ伝送される交流電力の伝送効率を

50

向上させることができる。

**【0034】**

また、面状コイル11および共振コンデンサ12が形成された薄膜基板10aおよび電子回路部20が構成された薄膜基板20aの少なくとも裏面には、絶縁膜加工が施されるものとする。さらに、薄膜基板10aの表面以外の面には、磁気シールド膜加工が施されるのが好ましい。

**【0035】**

以上の受電コイル部10が構成された薄膜基板10aおよび電子回路部20が構成された薄膜基板20aは、図3に示したように、回転軸43などの機械装置の回転部4の外周部に貼付される。このとき、薄膜基板10aは、面状コイル11の列の方向と回転部4の回転の円周方向とが一致するように貼付される。また、薄膜基板10aと薄膜基板20aとは、互いに隣接ないし接触する位置に貼付される。その場合には、薄膜基板10aに配設された端子105a, 105bと薄膜基板20aに配設された交流電力を入力する2つの端子(図示省略)とを接続することが容易になる。

10

**【0036】**

また、薄膜基板10aには、それぞれの面状コイル11に対応するように、端子105a, 105bが複数対設けられている。そのため、電子回路部20では、受電コイル部10から出力される交流電力をいずれの端子105a, 105bからでも取り出すことができる。よって、薄膜基板20a上に構成される電子回路部20の素子配置の自由度が増加するので、電子回路部20の設計が容易になる。

20

なお、薄膜基板20a上における電子回路部20を構成する素子の配置では、回転部4が回転したときの重量バランスを考慮することが重要である。

**【0037】**

また、図4では、薄膜基板10a上には、5対の面状コイル11および共振コンデンサ12しか描かれていないが、薄膜基板10a上に形成される面状コイル11と共振コンデンサ12との対の数は、5対に限定されず、4対以下でも、6対以上でもよい。

30

**【0038】**

なお、詳細は後記するが、本実施形態では、好ましくは、長いテープ状の薄膜基板(フィルム)上に多数の面状コイル11および共振コンデンサ12の対を形成しておき、それを回転部4の外周長に合せて切断したものを受け電コイル部10とする。この場合、薄膜基板10a上に形成される面状コイル11と共振コンデンサ12との対の数は、回転部4の外周長すなわち径に依存して決まる。

30

**【0039】**

また、本実施形態では、薄膜基板10aと薄膜基板20aとは、別体の薄膜基板であるとしているが、同体の薄膜基板であってもよい。

40

**【0040】**

図5は、受電コイル部10が構成された薄膜基板10a上に電子回路部20が構成された薄膜基板20aが積層された例を示した図である。この例では、下側の薄膜基板20aの表面(図5では、上面)には、電源回路21、制御回路22および通信回路23を構成する各種素子が配設される。そのため、薄膜基板20aの表面は、かなりの凹凸が生じる。そこで、ここでは、薄膜基板10aと薄膜基板20aとの間に、絶縁性と可撓性と柔らかな弾力性(伸縮性)とを備えた合成スポンジなどからなる緩衝部材27を配設し、その凹凸を緩和する。

**【0041】**

図6は、複数の面状コイル11および共振コンデンサ12の対が長大なテープ状の薄膜基板10b上に列状に略等間隔に形成され、リール55に巻き取られて収納されている様子を示した図である。このような薄膜基板10bであれば、利用者は、貼付すべき機械装置の回転部4(回転軸43など)の外周長に合せて必要な長さの薄膜基板10bを、ハサミなどのカッタ56で切断して使用することができる。

50

従って、機械装置の回転部4の径ごとに面状コイル11や共振コンデンサ12の設計を

50

するなどの開発工数を省くことができる。

#### 【0042】

図7は、並列共振回路の受電コイル部10が構成された薄膜基板10cおよびその等価回路111の例を示した図、また、図8は、直列共振回路の受電コイル部10が構成された薄膜基板10cおよびその等価回路112の例を示した図である。ここで、受電コイル(図7、図8でいう面状コイル11)が複数存在する場合には、給電コイルから受電した電力が結合していない受電コイルから再放射されると伝送効率が劣化する。しかしながら、図7の構成では、並列共振回路が並列に接続されているため、給電コイルと結合していない受電コイルは、並列共振状態となっているのでインピーダンスが無限大となる。そのため、結合していない受電コイルを無視することができ、その受電コイルからの再放射は少ないと考えられる。また、図8の構成では、直列共振回路が直列に接続されているため、給電コイルと結合していない受電コイルは直列共振状態となっており、インピーダンスがほぼ0、つまり、ショートしていると考えられる。そのため、その受電コイルを無視することができるので、その受電コイルからの再放射は少ないと考えられる。すなわち、受電コイル部10を図7、図8のように構成にすることで、伝送効率の低下が少ない受電回路を得ることができる。

10

#### 【0043】

なお、並列共振回路の場合、インピーダンスは高いが、複数の受電コイルの数が増えるとインピーダンスは下がっていく。一方、直列共振回路の場合、複数の受電コイルの数が増えるとインピーダンスが上昇する。そのため、受電コイルの後段の電源回路とインピーダンス整合を図る必要があるが、複数の受電コイルの数に応じて並列または直列のよりインピーダンスの近いほうの接続を選択することで、電源回路との整合を容易に取ることができ。

20

#### 【0044】

図9は、複数の中継コイル13が形成された薄膜基板10eおよびその等価回路113の例を示した図である。図9に示すように、中継コイル13それぞれは、面状コイル11とその対となる共振コンデンサ12により構成され、互いに電気的には絶縁されている。一方で、互いに隣接する中継コイル13は、磁気共鳴により結合しており、共鳴周波数での交流電力の伝送が可能である。

30

#### 【0045】

例えば、図9において、給電コイル部3のコイル31および共振コンデンサ32が、中継コイル131と結合していた場合であっても、給電コイル部3から中継コイル131へ伝送された交流電力は、中継コイル131と中継コイル132との磁気共鳴結合により、中継コイル132へ伝送される。さらに、中継コイル132へ伝送された交流電力は、中継コイル132と中継コイル133との磁気共鳴結合により、中継コイル133へ伝送され、その端子105c、105dを介して、図示しない電子回路部20へ伝送される。

30

#### 【0046】

従って、図9に示すような複数の中継コイル13が形成された薄膜基板10eが機械装置の回転部4(例えば、回転軸43:図2参照)の外周部の円周方向に沿って貼付されていれば、回転部4が回転しても、不動部に配設された給電コイル部3のコイルから供給される交流電力は、複数の中継コイル13のいずれかに伝送される。そして、その伝送された交流電力は、直接にまたは他の中継コイルを経由して端子105c、105dへ出力され、図示しない電子回路部20へ伝送される。

40

#### 【0047】

図10は、直列共振回路の薄膜基板10d(図8参照)が回転部4に貼付されたときの回転部4の回転角と交流電力の伝送特性との関係の例を示した図である。なお、この伝送特性は、次の条件で取得されたものである。

#### 【0048】

(1) 給電コイル部3のコイル31は、薄膜基板の $3.5\text{cm} \times 2\text{cm}$ の領域に0.16相当の配線を8ターンしたものであり、直列の共振コンデンサ32の容量は、150

50

p F である。

(2) 受電コイル部 10 のそれぞれの面状コイル 11 は、薄膜基板 10 d の 2.5 cm × 1.5 cm の領域に 0.16 相当の配線を 10 ターンしたものであり、直列の共振コンデンサ 12 の容量は、130 p F であり、薄膜基板 10 d の裏面には磁気シールド膜加工が施されている。

(3) 面状コイル 11 および共振コンデンサ 12 の対は、32 mm の金属シャフトの円周方向に 4 つ並べて直列に接続された状態で配設されている。

#### 【0049】

図 10 から分かるように、この直列共振回路の例では、回転角によるヌル点（伝送特性がゼロになる点）の問題は生じず、また、伝送損失も少ないため、電子回路部 20 への電力供給にとくに問題はないと判断される。 10

#### 【0050】

図 11 は、本発明の効果を説明するための機械装置の構成の例を示した図である。既存の様々な機械装置では、例えば、図 11 に示すように、動力伝達用の複数の回転軸 61, 62, 63, 64 が狭小の空間に互いに並行して配設され、さらに、保護ケース 67 などに収容されていることがある。そして、回転軸 61 がカップリング 65 で回転軸 62 に連結され、回転軸 62 が軸受 69 により支持されている。同様に、回転軸 63 がカップリング 66 で回転軸 64 に連結され、回転軸 64 が軸受 69 により支持されている。さらに、例えば、カップリング 65, 66 のメンテナンスなどのために、カップリング 65, 66 の近傍の保護ケース 67 には開口部が設けられ、その開口部には開閉可能な蓋 68 が設けられている。 20

#### 【0051】

本実施形態に係る受電コイル部 10 および電子回路部 20（図 1 参照）は、いずれも可撓性を有するフィルム状の薄膜基板 10 a, 20 b 上に構成されているため、その形状は、薄くて小さい。従って、図 11 に示したような狭小空間に収容された回転軸 62, 64 などであっても、その薄膜基板 10 a, 20 b を容易に配設（貼付）することができる。また、その配設に際して、回転軸 62, 64 や保護ケース 67 などを解体するのが不要であることも容易に分かる。 30

#### 【0052】

そこで、例えば、カップリング 65, 66 の近傍の回転軸 62, 64 に、受電コイル部 10 が構成された薄膜基板 10 a、電子回路部 20 が構成された薄膜基板 20 b および振動などを検出するセンサ 24 を配設する。また、薄膜基板 10 a が配設された回転軸 62, 64 の近傍の、例えば、保護ケース 67（機械装置の不動部）側に給電コイル部 3 を配設する。 30

#### 【0053】

以上のような構成により、回転軸 62, 64（回転部 4）が回転しても、給電コイル部 3 から受電コイル部 10 ハワイアレスで交流電力を伝送することができるようになる。しかも、薄膜基板 10 a 上に形成された面状コイル 11 および共振コンデンサ 12 が、回転軸 62, 64（回転部 4）が回転する円周方向に沿って略等間隔に配置されている。そのため、保護ケース 67（機械装置の不動部）側に設けられた給電コイル部 3 のコイル 31 は、常に、そのいずれかの面状コイル 11 との磁気結合が可能であるため、図 10 に示したように、伝送損失の少ない電力伝送が実現される。さらに、その結果として、狭小空間にも設置可能な回転体センシング装置 2 が実現される。 40

#### 【0054】

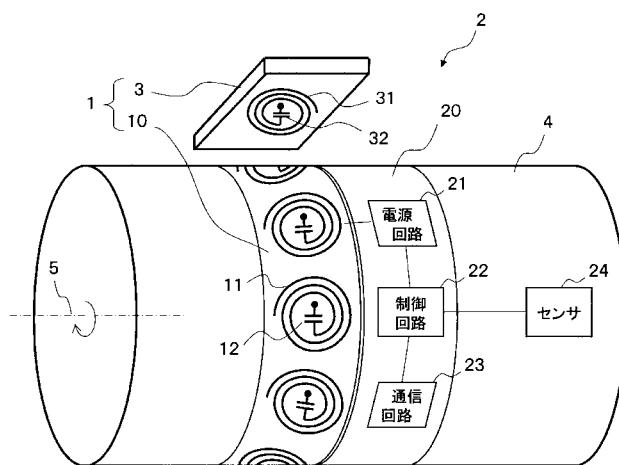
なお、本発明は、以上に説明した実施形態に限定されるものではなく、さらに様々な変形例が含まれる。例えば、前記の実施形態は、本発明を分かりやすく説明するために、詳細に説明したものであり、必ずしも説明したすべての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施形態の構成の一部を他の実施形態の構成の一部で置き換えることが可能であり、さらに、ある実施形態の構成に他の実施形態の構成の一部または全部を加えることも可能である。 50

## 【符号の説明】

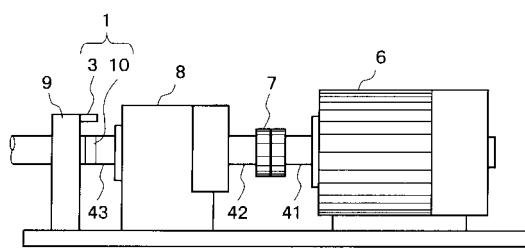
## 【0055】

1	ワイヤレス電力伝送装置	
2	回転体センシング装置	
3	給電コイル部	
4	回転部	
5	中心軸	
6	モータ	
7	カップリング	
8	減速機	10
9	軸受	
10	受電コイル部	
10 a , 10 b , 10 c , 10 d , 10 e	薄膜基板	
11	面状コイル	
12	共振コンデンサ	
13	中継コイル	
20	電子回路部	
20 a , 20 b	薄膜基板	
21	電源回路	
22	制御回路	20
23	通信回路	
24	センサ	
25	微調整用コンデンサ	
27	緩衝部材	
31	コイル	
32	共振コンデンサ	
41 , 42 , 43	回転軸	
50	円筒	
55	リール	
56	カッタ	30
61 , 62 , 63 , 64	回転軸	
65 , 66	カップリング	
67	保護ケース	
68	蓋	
69	軸受	
101 , 102 , 103	配線	
104	スルーホールコンタクト	
105 a , 105 b , 105 c , 105 d	端子	

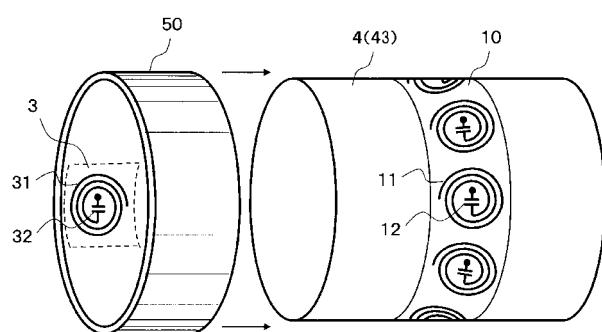
【図 1】



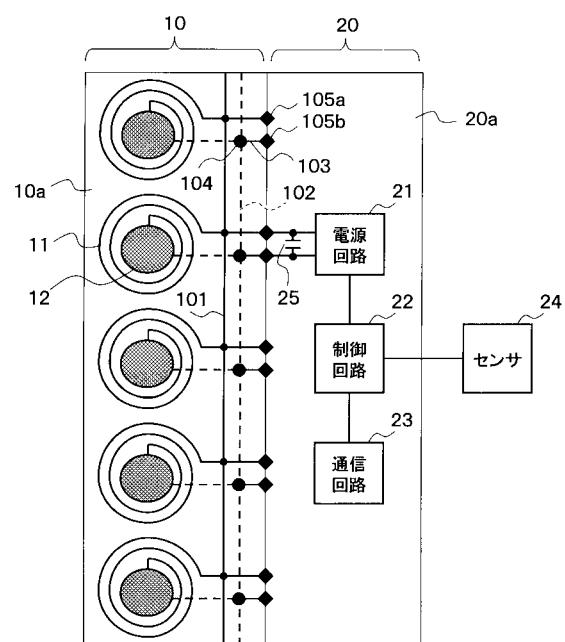
【図 2】



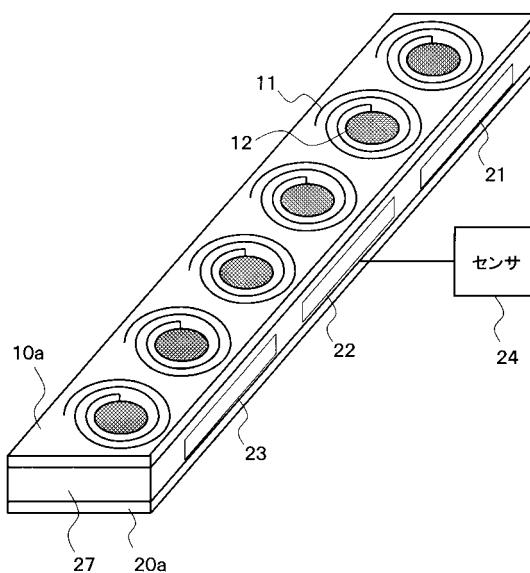
【図 3】



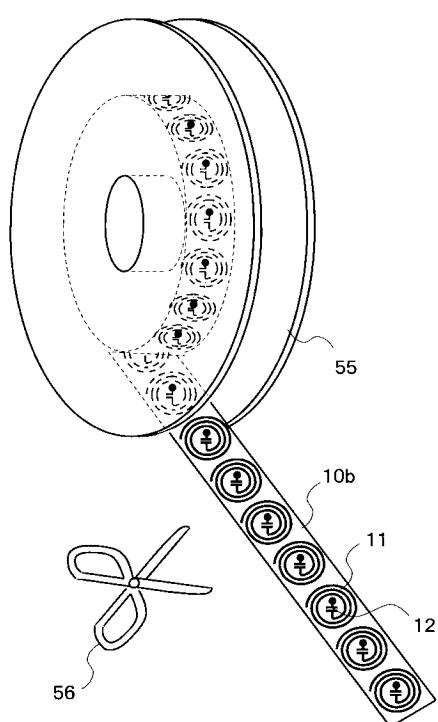
【図 4】



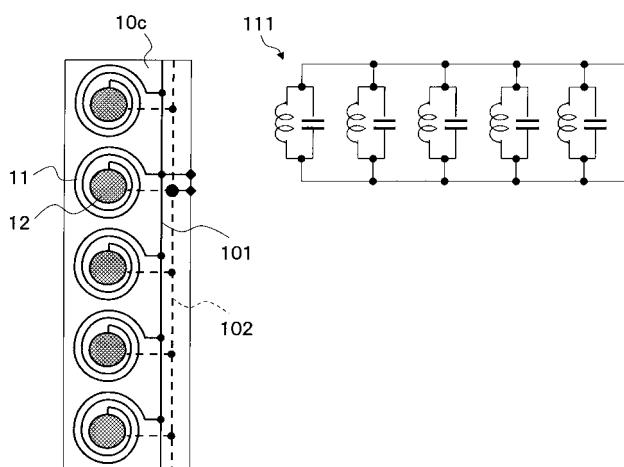
【図 5】



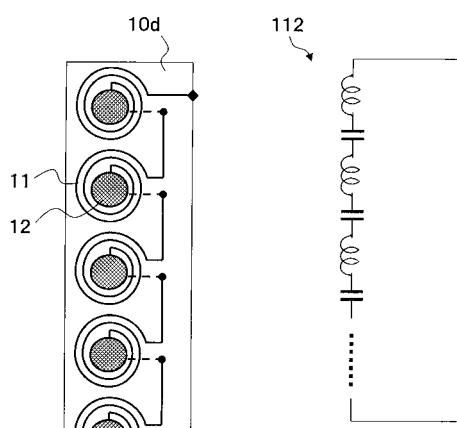
【図 6】



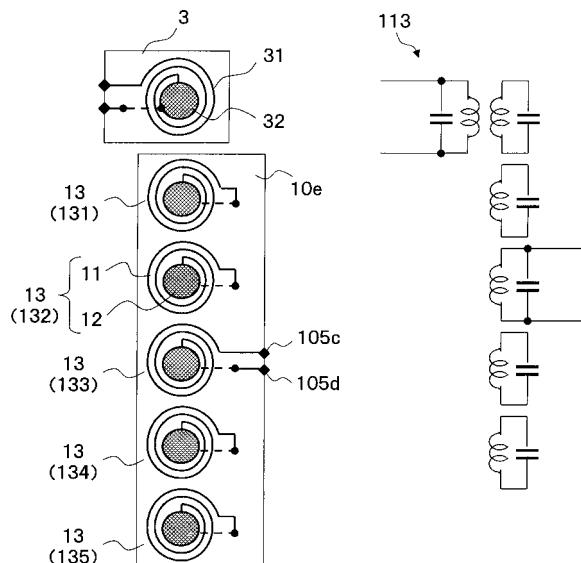
【図 7】



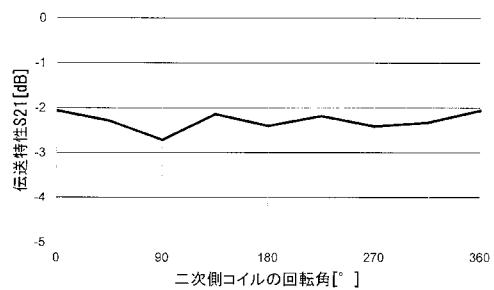
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【図 11】

