

(19) 日本国特許庁(JP)

## 再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02018/150678

発行日 令和1年12月12日(2019.12.12)

(43) 国際公開日 平成30年8月23日(2018.8.23)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H02J 50/90 (2016.01)</b>	H02J 50/90	
<b>H02J 50/12 (2016.01)</b>	H02J 50/12	
<b>H02J 50/50 (2016.01)</b>	H02J 50/50	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 33 頁)

出願番号 特願2018-568000 (P2018-568000)	(71) 出願人 304021417 国立大学法人東京工業大学 東京都目黒区大岡山2丁目12番1号
(21) 国際出願番号 PCT/JP2017/042525	(74) 代理人 100067736 弁理士 小池 晃
(22) 国際出願日 平成29年11月28日(2017.11.28)	(74) 代理人 100192212 弁理士 河野 貴明
(31) 優先権主張番号 特願2017-27568 (P2017-27568)	(74) 代理人 100204032 弁理士 村上 浩之
(32) 優先日 平成29年2月17日(2017.2.17)	(72) 発明者 土方 亘
(33) 優先権主張国・地域又は機関 日本国(JP)	東京都目黒区大岡山二丁目12番1号 国立大学法人東京工業大学内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 非接触給電システム

## (57) 【要約】

給電対象が不規則的に自在に変位しても、安定的に高効率な非接触給電を行う。送電装置110から受電装置120に磁界共振結合により非接触で給電する非接触給電システム100であって、送電装置に設けられる送電コイル112と、受電装置に設けられる受電コイル122と、受電コイルに対する送電コイルの位置及び相対角度を調整する送電コイル位置・角度調整機構115と、受電コイルの送電コイルからの距離及び鉛直方向に対する傾き角度を検知する検知手段125と、検知手段による検知結果に基づいて、送電コイル位置・角度調整機構を介して受電コイルに対する送電コイルの位置及び相対角度を調整して、送電装置から受電装置への伝送効率が最大値となるように制御する制御部と、を備えることを特徴とする。

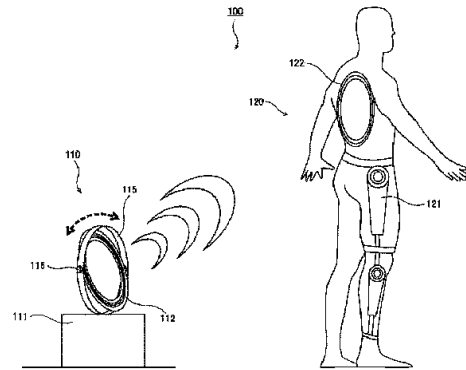


FIG.1

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

送電装置から受電装置に磁界共振結合により非接触で給電する非接触給電システムであつて、

前記送電装置に設けられる送電コイルと、

前記受電装置に設けられる受電コイルと、

前記受電コイルに対する前記送電コイルの位置及び相対角度を調整する送電コイル位置・角度調整機構と、

前記受電コイルの前記送電コイルからの距離及び鉛直方向に対する傾き角度を検知する検知手段と、

前記検知手段による検知結果に基づいて、前記送電コイル位置・角度調整機構を介して前記受電コイルに対する前記送電コイルの前記位置及び前記相対角度を調整して、前記送電装置から前記受電装置への電力伝送効率が最大値となるように制御する制御部と、を備えることを特徴とする非接触給電システム。

10

**【請求項 2】**

前記制御部は、前記検知手段で検知した前記受電コイルの前記送電コイルから前記距離、前記受電コイルの前記傾き角度、及び前記送電コイルの前記鉛直方向に対する傾き角度に基づく関係式から算出される前記伝送効率が最大値となるように制御することを特徴とする請求項 1 に記載の非接触給電システム。

**【請求項 3】**

前記検知手段は、前記受電コイルの近傍に設けられるセンサであることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の非接触給電システム。

20

**【請求項 4】**

前記検知手段として、前記受電コイル又は前記送電コイルの少なくとも何れかを撮像可能な撮像装置が設けられることを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の非接触給電システム。

**【請求項 5】**

前記送電コイルと前記受電コイルとの間に設けられる中継コイルと、

前記中継コイルの前記鉛直方向に対する傾き角度を調整する中継コイル角度調整機構と

、  
前記中継コイルを前記受電コイルに追従するように移動させる中継コイル移動手段と、  
を更に備え、

30

前記検知手段は、前記中継コイルを介して前記受電コイルの前記送電コイルからの距離及び鉛直方向に対する傾き角度を検知し、

前記制御部は、前記検知手段による検知結果に基づいて、前記中継コイル角度調整機構を介して前記受電コイルに対する前記中継コイルの相対角度を調整して、前記中継コイル角度調整機構及び前記送電コイル位置・角度調整機構を介して前記送電コイルに対する前記中継コイルの相対角度を調整して、かつ、前記中継コイル移動手段を介して前記送電コイルから前記中継コイルまでの距離を調整することによって、前記送電装置から前記受電装置への伝送効率が最大値となるように制御することを特徴とする請求項 1 に記載の非接触給電システム。

40

**【請求項 6】**

前記制御部は、前記検知手段で検知した前記受電コイルの前記送電コイルから前記距離、前記受電コイルの前記傾き角度、前記送電コイルの前記鉛直方向に対する傾き角度、前記中継コイルの前記鉛直方向に対する傾き角度、及び前記送電コイルから前記中継コイルまでの前記距離に基づく関係式から算出される前記伝送効率が最大値となるように制御することを特徴とする請求項 5 に記載の非接触給電システム。

**【請求項 7】**

前記中継コイルは、複数設けられ、

前記制御部は、前記検知手段で検知した前記受電コイルの前記送電コイルから前記距離

50

、前記受電コイルの前記傾き角度、前記送電コイルの前記鉛直方向に対する傾き角度、前記中継コイルの前記鉛直方向に対する傾き角度、前記送電コイルから前記中継コイルまでの前記距離、及び前記中継コイルの個数に基づく関係式から算出される前記伝送効率が最大値となるように制御することを特徴とする請求項5に記載の非接触給電システム。

【請求項8】

前記検知手段は、前記受電コイル又は前記中継コイルの少なくとも何れか一方の近傍に設けられるセンサであることを特徴とする請求項5乃至7の何れか1項に記載の非接触給電システム。

【請求項9】

前記検知手段として、前記受電コイル、前記送電コイル、又は前記中継コイルの少なくとも何れかを撮像可能な撮像装置が設けられることを特徴とする請求項5乃至8の何れか1項に記載の非接触給電システム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、送電装置から受電装置に磁界共振結合により非接触で電力を供給する非接触給電システムに関する。本出願は、日本国において2017年2月17日に出願された日本特許出願番号特願2017-027568を基礎として優先権を主張するものであり、この出願を参照することにより、本出願に援用される。

【背景技術】

20

【0002】

近年、給電装置から電源ケーブルを使用せずに電子機器等の負荷に対して電力を非接触で供給する非接触給電システム（ワイヤレス給電システム）の実用化が研究されている。非接触での電力供給を可能にする技術として、電磁誘導を用いた「電磁誘導方式」、電磁界の共振現象を利用した「電磁界共振方式」、及び電力をマイクロ波やレーザー等の電磁波に変換しアンテナを介して送受信する「電波方式」がある。

【0003】

電磁誘導方式は、産業的にも最も実用化されている技術であり、数kWの電力を伝送可能であるが、伝送可能距離が数cmまでと短い上に、送電コイル・受電コイル間に位置ずれが生じると、コイル間の結合係数が低下し、伝送効率が著しく低下する。一方、電波方式による給電は、まだ依然として研究開発段階であり、数kWでの伝送が期待されているが、他方式と比較して伝送効率が低いこと、また、指向性が極めて高いため、受電側が僅かに動いた場合や、送電・受電装置間に障害物が介入した場合には、伝送不能となることが課題となっている。

30

【0004】

これに対して、送電側のLC回路の共振周波数と、受電側のLC回路の共振周波数を電源周波数に一致させる電磁界共振方式（磁界共振結合方式）は、伝送効率がコイル間の結合係数と、共振回路の共振の鋭さを表すQ値の積で決定され、送電距離がメートルオーダーで可能な上、多少のコイルずれによって結合係数が低下しても、Q値が高ければ伝送可能であるという利点がある。このため、磁界共振結合方式による非接触給電システムは、

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2013-121261号公報

【特許文献2】特開2016-192856号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

50

磁界共振結合方式に関しては、給電対象が電気自動車等のように、所定の方向に向けて規則的に移動する受電コイルに向けて、送電コイルから給電を行える場合には、電力伝送が行える。しかしながら、給電対象が人に装着された人工心臓やパワーアシストスーツ等の医療機器や、工場内の移動ロボットのように、不規則的に自在に動き回る場合には、送電コイルと受電コイルとの間の相対角度が90度に近くなることによって、双方のコイル間の結合係数がゼロに近づくことが不規則的に起こり得る。このため、送電装置と受電装置との間に伝送される電力の伝送効率が著しく低下して、安定した電力伝送が困難になる。

【0007】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、給電対象が不規則的に自在に変位しても、安定的に高効率な非接触給電の可能な、新規かつ改良された非接触給電システムを提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一態様は、送電装置から受電装置に磁界共振結合により非接触で給電する非接触給電システムであって、前記送電装置に設けられる送電コイルと、前記受電装置に設けられる受電コイルと、前記受電コイルに対する前記送電コイルの位置及び相対角度を調整する送電コイル位置・角度調整機構と、前記受電コイルの前記送電コイルからの距離及び鉛直方向に対する傾き角度を検知する検知手段と、前記検知手段による検知結果に基づいて、前記送電コイル位置・角度調整機構を介して前記受電コイルに対する前記送電コイルの前記位置及び前記相対角度を調整して、前記送電装置から前記受電装置への電力伝送効率が最大値となるように制御する制御部と、を備えることを特徴とする。

20

【0009】

本発明の一態様によれば、受電側が不規則的に自在に変位しても、検知手段による検知結果に基づいて、送電コイルの位置や受電コイルに対する相対角度を即時に調整することによって、送電装置から受電装置への伝送効率が最大値となるように制御するので、安定的に高効率な非接触給電が可能となる。

【0010】

このとき、本発明の一態様では、前記制御部は、前記検知手段で検知した前記受電コイルの前記送電コイルから前記距離、前記受電コイルの前記傾き角度、及び前記送電コイルの前記鉛直方向に対する傾き角度に基づく関係式から算出される前記伝送効率が最大値となるように制御することとしてもよい。

30

【0011】

このようにすれば、受電側が不規則的に自在に変位しても、検知手段による検知結果に基づく関係式で算出される伝送効率が最大値となるように、即時に送電コイルの位置や受電コイルに対する相対角度を調整することによって、送電装置から受電装置への伝送効率が最大値となるように制御できる。

【0012】

また、本発明の一態様では、前記検知手段は、前記受電コイルの近傍に設けられるセンサであることとしてもよい。

40

【0013】

このようにすれば、受電コイルの位置検出の精度が上がるので、受電側が不規則的に自在に変位しても、センサによる検知結果に基づいて、送電コイルの位置や受電コイルに対する相対角度を即時に調整することによって、送電装置から受電装置への伝送効率が最大値となるように制御できる。

【0014】

また、本発明の一態様では、前記検知手段として、前記受電コイル又は前記送電コイルの少なくとも何れかを撮像可能な撮像装置が設けられることとしてもよい。

【0015】

このようにすれば、撮像装置によって受電コイルと送電コイルの位置関係を検知できる

50

ので、受電側が不規則的に自在に変位しても、撮像装置による検知結果に基づいて、送電コイルの位置や受電コイルに対する相対角度を即時に調整することによって、送電装置から受電装置への伝送効率が最大値となるように制御できる。

【0016】

また、本発明の一態様では、前記送電コイルと前記受電コイルとの間に設けられる中継コイルと、前記中継コイルの前記鉛直方向に対する傾き角度を調整する中継コイル角度調整機構と、前記中継コイルを前記受電コイルに追従するように移動させる中継コイル移動手段と、を更に備え、前記検知手段は、前記中継コイルを介して前記受電コイルの前記送電コイルからの距離及び鉛直方向に対する傾き角度を検知し、前記制御部は、前記検知手段による検知結果に基づいて、前記中継コイル角度調整機構を介して前記受電コイルに対する前記中継コイルの相対角度を調整して、前記中継コイル角度調整機構及び前記送電コイル位置・角度調整機構を介して前記送電コイルに対する前記中継コイルの相対角度を調整して、かつ、前記中継コイル移動手段を介して前記送電コイルから前記中継コイルまでの距離を調整することによって、前記送電装置から前記受電装置への伝送効率が最大値となるように制御することとしてもよい。

10

【0017】

このようにすれば、送電装置と受電装置との距離が大きい場合でも、センサによる検知結果に基づいて、中継コイルを介して、送電コイルの位置や受電コイルに対する相対角度を即時に調整することによって、送電装置から受電装置への伝送効率が最大値となるように制御できる。

20

【0018】

また、本発明の一態様では、前記制御部は、前記検知手段で検知した前記受電コイルの前記送電コイルから前記距離、前記受電コイルの前記傾き角度、前記送電コイルの前記鉛直方向に対する傾き角度、前記中継コイルの前記鉛直方向に対する傾き角度、及び前記送電コイルから前記中継コイルまでの前記距離に基づく関係式から算出される前記伝送効率が最大値となるように制御することとしてもよい。

【0019】

このようにすれば、送電装置と受電装置との距離が大きい場合でも、受電側が不規則的に自在に変位した際に、検知手段による検知結果に基づく関係式で算出される伝送効率が最大値となるように、送電コイルの位置や受電コイルに対する相対角度を即時に調整することによって、送電装置から受電装置への伝送効率が最大値となるように制御できる。

30

【0020】

また、本発明の一態様では、前記中継コイルは、複数設けられ、前記制御部は、前記検知手段で検知した前記受電コイルの前記送電コイルから前記距離、前記受電コイルの前記傾き角度、前記送電コイルの前記鉛直方向に対する傾き角度、前記中継コイルの前記鉛直方向に対する傾き角度、前記送電コイルから前記中継コイルまでの前記距離、及び前記中継コイルの個数に基づく関係式から算出される前記伝送効率が最大値となるように制御することとしてもよい。

【0021】

このようにすれば、送電装置と受電装置との距離がより大きく離れた場合でも、検知手段による検知結果に基づいて、複数の中継コイルを介して、送電コイルの位置や受電コイルに対する相対角度を即時に調整することによって、送電装置から受電装置への伝送効率が最大値となるように制御できる。

40

【0022】

また、本発明の一態様では、前記検知手段は、前記受電コイル又は前記中継コイルの少なくとも何れか一方の近傍に設けられるセンサであることとしてもよい。

【0023】

このようにすれば、受電コイルの位置検出の精度が上がるので、受電側が不規則的に自在に変位しても、センサによる検知結果に基づいて、送電コイルの位置や受電コイルに対する相対角度を即時に調整することによって、送電装置から受電装置への伝送効率が最大

50

値となるように制御できる。

【0024】

また、本発明の一態様では、前記検知手段として、前記受電コイル、前記送電コイル、又は前記中継コイルの少なくとも何れかを撮像可能な撮像装置が設けられることとしてもよい。

【0025】

このようにすれば、撮像装置によって受電コイル、送電コイル、及び中継コイルの位置関係を検知できるので、受電側が不規則的に自在に変位しても、撮像装置による検知結果に基づいて、送電コイルの位置や受電コイルに対する相対角度を即時に調整することによって、送電装置から受電装置への伝送効率が最大値となるように制御できる。

10

【発明の効果】

【0026】

以上説明したように本発明によれば、給電対象が不規則的に自在に変位しても、送電コイルの位置や受電コイルに対する相対角度を即時に調整することによって、送電装置から受電装置への伝送効率が最大値となるように制御するので、安定的に高効率な非接触給電が実現される。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】本発明の一実施形態に係る非接触給電システムの一態様の概略構成を示す説明図である。

20

【図2】本発明の一実施形態に係る非接触給電システムの回路構成の概略を示すブロック図である。

【図3】送電コイルの角度制御の有無の場合における伝送効率の比較結果を示すグラフである。

【図4】本発明の一実施形態に係る非接触給電システムの動作制御の概略を示すフロー図である。

【図5】本発明の一実施形態に係る非接触給電システムの動作制御の概略を示す説明図である。

【図6】本発明の一実施形態に係る非接触給電システムの一変形例の回路構成の概略を示すブロック図である。

30

【図7】本発明の一実施形態に係る非接触給電システムの他の変形例の回路構成の概略を示すブロック図である。

【図8】本発明の一実施形態に係る非接触給電システムの他の態様の概略構成を示す説明図である。

【図9】本発明の他の実施形態に係る非接触給電システムの一態様の概略構成を示す説明図である。

【図10】本発明の他の実施形態に係る非接触給電システムの回路構成の概略を示すブロック図である。

【図11】本発明の他の実施形態に係る非接触給電システムの動作制御の概略を示すフロー図である。

40

【図12】本発明の他の実施形態に係る非接触給電システムの動作制御の概略を示す説明図である。

【図13】本発明の他の実施形態に係る非接触給電システムの一変形例の回路構成の概略を示すブロック図である。

【図14】本発明の他の実施形態に係る非接触給電システムの他の変形例の回路構成の概略を示すブロック図である。

【図15】本発明の他の実施形態に係る非接触給電システムの更に他の変形例の回路構成の概略を示すブロック図である。

【図16】本発明の他の実施形態に係る非接触給電システムの更に他の変形例の回路構成の概略を示すブロック図である。

50

【図 17】本発明の他の実施形態に係る非接触給電システムの他の態様の概略構成を示す説明図である。

【図 18】本発明の他の実施形態に係る非接触給電システムの更に他の態様の概略構成を示す説明図である。

【図 19】本発明の他の実施形態に係る非接触給電システムの更に他の態様の概略構成を示す説明図である。

【図 20】本発明の他の実施形態に係る非接触給電システムの更に他の態様の概略構成を示す説明図である。

【図 21】本発明の他の実施形態に係る非接触給電システムの更に他の態様の概略構成を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0028】

以下、本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、以下に説明する本実施形態は、特許請求の範囲に記載された本発明の内容を不当に限定するものではなく、本実施形態で説明される構成の全てが本発明の解決手段として必須であるとは限らない。

【0029】

(第1の実施形態)

まず、本発明の一実施形態に係る非接触給電システムの概略について、図面を使用しながら説明する。図1は、本発明の一実施形態に係る非接触給電システムの一態様の概略構成を示す説明図である。

【0030】

本発明の一実施形態に係る非接触給電システム100は、送電装置110から給電対象となる受電装置120に磁界共振結合により非接触で給電する機能を有する。本実施形態の非接触給電システム100は、商用電源に接続された電源ステーション111に送電コイル112を取り付けたものを送電装置110として、受電コイル122が装着者の背中側に設けられるパワーアシストスーツ121を受電装置120として適用している。なお、送電装置110は、商用電源に接続された電源ステーション111に限定されず、受電装置120に対する電源となるものであれば、バッテリー等の電力供給手段に送電コイル112を取り付けたものであってもよい。

【0031】

送電装置110には、受電装置120に設けられた受電コイル122に対して、磁界共振結合により非接触で電力を供給する送電コイル112が設けられている。送電コイル112は、受電コイル122に対する送電コイル112の位置及び相対角度を調整する送電コイル位置・角度調整機構となるジンバル機構115を介して電源ステーション111に取り付けられている。

【0032】

本実施形態では、給電対象となる受電装置120が人に装着されるパワーアシストスーツ121であり、図1に示すように、その受電コイル122が人の背中に設けられているため、パワーアシストスーツ121を装着した人の位置や姿勢によって、送電コイル112に対する受電コイル122の位置や角度が不規則的に変化する。前述したように、送電コイル112と受電コイル122との間の相対角度が90度になると、双方のコイル間の結合係数がゼロに近づき、送電装置120と受電装置110との間に伝送される電力の伝送効率 が著しく低下して、安定した電力伝送が困難になる。

【0033】

このため、本実施形態では、ジンバル機構115を介して送電コイル112が不規則的に変位する受電コイル122の位置及び角度を追従しながら、送電コイル112を支持するジンバル機構115のモータ等からなる駆動部116を駆動させて、送電コイル112の位置及び相対角度を調整するようになっている。すなわち、本実施形態では、磁界共振結合による電力伝送において、受電コイル122の角度に合わせて、送電コイル112の角度を制御することによって高い伝送効率を維持できるようにしている。なお、受電コイ

10

20

30

40

50

ル 1 2 2 の角度に合わせた送電コイル 1 1 2 の角度制御動作の詳細については、後述する。

【 0 0 3 4 】

なお、本実施形態では、受電コイル 1 2 2 に対する送電コイル 1 1 2 の位置及び相対角度を調整する送電コイル位置・角度調整機構としてジンバル機構 1 1 5 が適用されているが、ジンバル機構 1 1 5 のみでなく、送電コイル 1 1 2 の高さを調整できるように昇降機構を設けてもよい。また、受電装置 1 2 0 として、給電対象となる負荷がウェアラブルデバイスであるパワーアシストスーツ 1 2 1 以外にも、例えば、人工心臓等の体内植え込み型人工臓器や、工場内の移動ロボット等にも適用可能である。

【 0 0 3 5 】

次に、本発明の一実施形態に係る非接触給電システムの回路構成について、図面を使用しながら説明する。図 2 は、本発明の一実施形態に係る非接触給電システムの回路構成の概略を示すブロック図である。

【 0 0 3 6 】

本実施形態の非接触給電システム 1 0 0 は、図 2 に示すように、送電装置 1 1 0 と、駆動部 1 1 6 と、受電装置 1 2 0 と、センサ 1 2 5 と、及び制御部 1 4 0 とを備える。

【 0 0 3 7 】

送電装置 1 1 0 は、図 2 に示すように、送電コイル 1 1 2 と、送電容量 1 1 3 と、送電側サブコイル 1 1 4 と、駆動部 1 1 6 と、変換器 1 1 7 と、インピーダンス整合回路 1 1 8 と、及び電源 1 1 1 と、を備える。一方、受電装置 1 2 0 は、図 2 に示すように、受電コイル 1 2 2 と、受電容量 1 2 3 と、受電側サブコイル 1 2 4 と、センサ 1 2 5 と、A C - D C コンバータ 1 2 7 と、及び負荷 1 2 1 と、を備える。

【 0 0 3 8 】

送電装置 1 1 0 では、高周波電源等の商用電源やバッテリーからなる電源 1 1 1 からの電流（電源 1 1 1 が商用電源の場合では、交流電流、電源 1 1 1 がバッテリーの場合では、直流電流）を A C - A C コンバータや D C - A C インバータ等の変換器 1 1 7 で所望の周波数の交流電流に変換される。そして、変換器 1 1 7 で所望の周波数に変換された交流電流は、可変キャパシタや可変インダクタ等のインピーダンス整合回路 1 1 8 で送電装置 1 1 0 の回路全体を所望のインピーダンスに変換して、送電側サブコイル 1 1 4 から電磁誘導により送電コイル 1 1 2 と結合される。送電コイル 1 1 2 は、送電容量 1 1 3 と送電共振回路を構成して、磁界共振結合により受電装置 1 2 0 に向けて電力を供給する。

【 0 0 3 9 】

一方、受電装置 1 2 0 では、受電コイル 1 2 2 と受電容量 1 2 3 が受電共振回路を構成して、当該受電コイル 1 2 2 が受電側サブコイル 1 2 4 と電磁誘導で結合される。そして、受電側サブコイル 1 2 4 との電磁誘導による結合により発生した交流電流は、A C - D C コンバータ 1 2 7 で直流電流に変換されて、負荷 1 2 1 に電力供給される。

【 0 0 4 0 】

本実施形態の非接触給電システム 1 0 0 の回路構成をかかる構成とすることによって、電源 1 1 1 からの電流を変換器 1 1 7 で所望の周波数の交流電流に変換して、送電側サブコイル 1 1 4 を介して、送電コイル 1 1 2 と送電容量 1 1 3 により送電共振回路が構成されて、磁界共振結合状態が発生するようになる。そして、当該送電共振回路の周波数が変換器 1 1 7 により変換された交流電流の周波数及び受電コイル 1 2 2 と受電容量 1 2 3 により構成される受電共振回路の周波数と一致すると、共振して電力が発生して、受電側サブコイル 1 2 4 を介して交流を A C - D C コンバータ 1 2 7 で直流に変換して負荷 1 2 1 に電力供給されるようになっている。

【 0 0 4 1 】

駆動部 1 1 6 は、前述したように、送電コイル 1 1 2 の方向を変更可能とするジンバル機構 1 1 5（図 1 参照）に支持される送電コイル 1 1 2 の方向を変更させる際に駆動させるモータ等からなる駆動源である。

【 0 0 4 2 】

10

20

30

40

50



センサ 1 2 5 は、受電コイル 1 2 2 の位置情報及び角度情報を検知する検知手段としての機能を有し、GPS センサや、ジャイロセンサ（角速度センサ）、角度センサ、重力センサ、加速度センサ等の各種センサから構成される。本実施形態では、センサ 1 2 5 は、受電コイル 1 2 2 の位置情報として、当該受電コイル 1 2 2 の送電コイル 1 1 2 からの距離と方向を検知し、受電コイル 1 2 2 の角度情報として、当該受電コイル 1 2 2 の鉛直方向に対する傾き角度、すなわち、姿勢角情報を検知する機能を有する。

【 0 0 4 3 】

センサ 1 2 5 で検知された受電コイル 1 2 2 の位置情報と角度情報は、無線信号で制御部 1 4 0 に送信されて、送電コイル 1 1 2 の位置と角度を調整する動作にフィードバックされる。本実施形態では、センサ 1 2 5 で検知された受電コイル 1 2 2 の位置情報と角度情報を無線信号で送信する際に、消費電力を抑えるために、ある程度の変動幅に達してから当該位置情報及び角度情報を制御部 1 4 0 で送信するようにしている。また、本実施形態では、センサ 1 2 5 から受電コイル 1 2 2 の位置情報と角度情報を制御部 1 4 0 に送信する際における無線信号の周波数帯が非接触で給電する際における無線給電の周波数帯と干渉しないようにしている。例えば、無線給電の周波数帯が数 MHz の場合には、無線信号の周波数帯を数百 MHz としている。

10

【 0 0 4 4 】

さらに、本実施形態では、センサ 1 2 5 は、受電コイル 1 2 2 の近傍に設けられ、受電コイル 1 2 2 の位置検出の精度を向上させるために、受電コイル 1 2 2 の内側に設けられることが好ましい。なお、本実施形態では、センサ 1 2 5 によって受電コイル 1 2 2 の位置及び角度を検知しているが、受電コイル 1 2 2 の位置情報及び角度情報を検知する検知手段の変形例として、カメラやモーションキャプチャを用いた画像処理によって受電コイルの位置情報と角度情報を検知できるようにしてもよい。かかる検知手段の変形例の詳細については、後述する。

20

【 0 0 4 5 】

制御部 1 4 0 は、非接触給電システム 1 0 0 の各種制御を行う機能を有する。本実施形態の非接触給電システム 1 0 0 は、受電コイル 1 2 2 の近傍に設けられるセンサ 1 2 5 によって検知される受電コイル 1 2 2 の位置情報及び角度情報に基づいて、制御部 1 4 0 による動作制御を介して送電コイル 1 1 2 の位置と角度を調整する動作が制御される。

【 0 0 4 6 】

本実施形態では、制御部 1 4 0 は、図 2 に示すように、算出部 1 4 4 と指令部 1 4 6 を有する CPU 1 4 2 と、記憶部 1 4 8 とを備える。

30

【 0 0 4 7 】

CPU 1 4 2 は、ROM 等の記憶部 1 4 8 に記憶されている各種プログラムに従って、非接触給電システム 1 0 0 に備わる各構成要素の動作を制御する機能を有する。また、CPU 1 4 2 は、これらの各種処理を実行する際に、必要なデータ等を一時的に記憶する RAM（図示せず）に適宜記憶させる機能を有する。

【 0 0 4 8 】

算出部 1 4 4 は、センサ 1 2 5 による受電コイル 1 2 2 の位置情報及び角度情報の検知結果に基づいて、送電装置 1 1 0 から受電装置 1 2 0 への電力の伝送効率  $\eta$  が最大値となるような送電コイル 1 1 2 の位置及び受電コイル 1 2 2 に対する相対角度を算出する機能を有する。本実施形態では、算出部 1 4 4 は、センサ 1 2 5 で検知した受電コイル 1 2 2 の送電コイル 1 1 2 から距離  $r_2$ 、受電コイル 1 2 2 の傾き角度  $\theta_2$ 、及び送電コイル 1 1 2 の鉛直方向に対する傾き角度  $\theta_0$  に基づいて、関係式から算出される伝送効率  $\eta$  が最大値となるように、送電コイル 1 1 2 の位置及び角度の好適値を算出する。なお、算出部 1 4 4 における関係式から算出される伝送効率  $\eta$  が最大値となるように、送電コイル 1 1 2 の位置及び角度の好適値の算出方法の詳細については、後述する。

40

【 0 0 4 9 】

指令部 1 4 6 は、算出部 1 4 4 による算出結果に基づいて、駆動部 1 1 6 を動作制御するように指令する機能を有する。本実施形態では、算出部 1 4 4 で算出された伝送効率

50

が最大値となる送電コイル 1 1 2 の位置及び角度の好適値となるように、ジンバル機構 1 1 5 で送電コイル 1 1 2 を支持する駆動部 1 1 6 を駆動させる。

【 0 0 5 0 】

このようにして、本実施形態では、センサ 1 2 5 による検知結果に基づいて、送電コイル位置・角度調整機構となるジンバル機構 1 1 5 を介して、即時に受電コイル 1 2 2 に対する送電コイル 1 1 2 の位置及び相対角度を調整して、送電装置 1 1 0 から受電装置 1 2 0 への電力の伝送効率が最大値となるように制御される。このため、給電対象が不規則的に自在に変位しても、送電コイル 1 1 2 の位置や受電コイル 1 2 2 に対する相対角度を即時に調整することによって、送電装置 1 1 0 から受電装置 1 2 0 への伝送効率が最大値となるように制御されるので、安定的に高効率な非接触給電が実現される。

10

【 0 0 5 1 】

すなわち、従来のように、変位する受電コイルに対して送電コイルを固定したままの場合は、図 3 に示すように、送電コイルと受電コイルの相対角度が 0 度から大きくなるにつれて、伝送効率が減少していき、当該相対角度が 9 0 度になると伝送効率が 0 に近づいていた。これに対して、本実施形態では、変位する受電コイル 1 2 2 の位置情報及び角度情報に対して送電コイル 1 1 2 の位置及び角度を好適値となるように移動させるので、図 3 に示すように、送電コイル 1 1 2 と受電コイル 1 2 2 の相対角度が 0 度から大きくなっても、伝送効率を低下させずに、上昇させることができる。

【 0 0 5 2 】

なお、本実施形態では、制御部 1 4 0 は、センサ 1 2 5 による検知結果に基づいて、センサ 1 2 5 で検知した受電コイル 1 2 2 の送電コイル 1 1 2 から距離、受電コイル 1 2 2 の傾き角度、及び送電コイル 1 1 2 の鉛直方向に対する傾き角度に基づく関係式から算出される伝送効率が最大値となるように、即時に受電コイル 1 2 2 に対する送電コイル 1 1 2 の位置及び相対角度を調整して制御しているが、他の態様で伝送効率が最大値となる送電コイル 1 1 2 の位置及び相対角度を調整してもよい。

20

【 0 0 5 3 】

例えば、制御部 1 4 0 は、センサ 1 2 5 による検知結果に基づいて、算出部 1 4 4 で送電コイル 1 1 2 から伝送される電力と、受電コイル 1 2 2 に伝送される電力の比を求めて、これらの比率から伝送効率が最大値となるように、受電コイル 1 2 2 に対する送電コイル 1 1 2 の位置及び相対角度を算出して、指令部 1 4 6 で当該位置及び相対角度となるように調整するよう指令してもよい。

30

【 0 0 5 4 】

また、制御部 1 4 0 は、センサ 1 2 5 による検知結果に基づいて、記憶部 1 4 8 に記憶されたデータテーブルから、伝送効率が最大値となるように、算出部 1 4 4 で受電コイル 1 2 2 に対する送電コイル 1 1 2 の位置及び相対角度の好適値を算出して、指令部 1 4 6 で当該好適値に設定してもよい。すなわち、記憶部 1 4 8 に受電コイル 1 2 2 の送電コイル 1 1 2 から距離、受電コイル 1 2 2 の傾き角度、及び送電コイル 1 1 2 の鉛直方向に対する傾き角度の各データの場合における受電コイル 1 2 2 に対する送電コイル 1 1 2 の位置及び相対角度の好適値のデータテーブルが記憶され、センサ 1 2 5 による検知結果に基づいて、かかるデータテーブルを参照して、受電コイル 1 2 2 に対する送電コイル 1 1 2 の位置及び相対角度の好適値を設定してもよい。

40

【 0 0 5 5 】

さらに、制御部 1 4 0 による送電装置 1 1 0 から受電装置 1 2 0 への伝送効率が最大値となるように制御する態様は、センサ 1 2 5 による検知結果に基づくものに限定されない。例えば、送電装置 1 1 0 の電源から出力した電力と、受電装置 1 2 0 で消費される電力を計測して、双方の電力の比に基づいて、伝送効率を計算してから、送電コイル 1 1 2 の角度を動かした際の伝送効率の変動結果に基づいて、送電コイル 1 1 2 の角度を定めてもよい。具体的には、伝送効率が向上したら、更に動かした側に送電コイル 1 1 2 を動かし、伝送効率が低下したら、動かした方向と別方向に送電コイル 1 1 2 を動かすことによって、送電コイル 1 1 2 の角度を調整する。このとき、受電側の電力情報は、無線

50

通信等により制御部 140 に送信される。

【0056】

次に、本発明の一実施形態に係る非接触給電システムの動作制御について、図面を使用しながら説明する。図4は、本発明の一実施形態に係る非接触給電システムの動作制御の概略を示すフロー図であり、図5は、本発明の一実施形態に係る非接触給電システムの動作制御の概略を示す説明図である。

【0057】

まず、センサ125によって、受電コイル122の位置情報として送電コイル112からの距離と方向が検知され、受電コイル122の角度情報として、鉛直方向に対する傾き角度が検知される(工程S11)。例えば、センサ125がGPSセンサとジャイロセンサで構成されている場合には、GPSセンサで受電コイル122の位置情報を検知し、ジャイロセンサで受電コイル122の角度情報を検知する。

10

【0058】

次に、センサ125による受電コイル122の位置及び角度の検知結果に基づいて、制御部140の算出部144によって、送電装置110から受電装置120への電力の伝送効率 $\eta$ が最大値となるような送電コイル112の位置及び受電コイル122に対する相対角度を算出する(工程S12)。すなわち、工程S12では、センサ125から無線信号で制御部140に送信された受電コイル122の位置情報と角度情報に基づいて、制御部140の算出部144が送電装置110から受電装置120への電力の伝送効率 $\eta$ を最大値にする送電コイル112の位置及び受電コイル122に対する相対角度を算出する。

20

【0059】

本実施形態では、工程S12において、算出部144は、図5に示すセンサ125で検知した送電コイル112の中心O1から受電コイル122の中心O2までの距離 $r_2$ 、鉛直方向線L2に対する受電コイル122の傾き角度 $\theta_2$ 、及び鉛直方向線L1に対する送電コイル112の傾き角度 $\theta_0$ に基づいて、下記の関係式から算出される伝送効率 $\eta$ が最大値となるように、送電コイル112の位置及び角度の好適値を算出する。

【0060】

【数1】

$$\eta = f(\vec{r}_2, \theta_0, \theta_2)$$

30

【0061】

また、工程S12における算出部144での演算で使用する伝送効率 $\eta$ の具体的な関係式の一例を以下に示す。なお、下記の関係式において、 $Q_0$ 、 $Q_2$ は、それぞれ送電コイル112、受電コイル122のQ値を表す。

【0062】

【数2】

$$\eta = \frac{1}{1 + \frac{2\sqrt{1 + k^2 Q_0 Q_2}}{k^2 Q_0 Q_2} + \frac{2}{k^2 Q_0 Q_2}}$$

40

【0063】

また、上記の関係式における $k$ は、送電コイル112と受電コイル122の結合係数であり、結合係数 $k$ は、下記の式により定まる。なお、下記の式の $A$ は、送電コイル112と受電コイル122の巻き数等の形状によって定まる定数であり、 $\vec{r}_2$ は、鉛直方向線L1に対する送電コイル112の中心O1から受電コイル122の中心O2への方向ベクトルの方向の角度を示す。

50

【 0 0 6 4 】

【 数 3 】

$$k = A \frac{\cos(2\theta_{r2} - \theta_0 - \theta_2)}{|r_2|^3}$$

【 0 0 6 5 】

工程 S 1 2 で送電装置 1 1 0 から受電装置 1 2 0 への電力の伝送効率 が最大値となるような送電コイル 1 1 2 の位置及び受電コイル 1 2 2 に対する相対角度の好適値を算出したら、当該好適値になるように、送電コイル 1 1 2 の位置及び傾き角度を調整する（工程 S 1 3）。本実施形態では、算出部 1 4 4 で算出された伝送効率 が最大値となる送電コイル 1 1 2 の位置及び角度の好適値となるように、指令部 1 4 6 がジンバル機構 1 1 5 で送電コイル 1 1 2 を支持する駆動部 1 1 6 に指令して、当該駆動部 1 1 6 を駆動させる。

10

【 0 0 6 6 】

このようにして、本実施形態では、センサ 1 2 5 の検知結果に基づいて、即時に受電コイル 1 2 2 に対する送電コイル 1 1 2 の位置及び相対角度を調整して、送電装置 1 1 0 から受電装置 1 2 0 への電力の伝送効率 が最大値となるように制御される。すなわち、センサ 1 2 5 で検知された受電コイル 1 2 2 の位置情報と角度情報が制御部 1 4 0 にフィードバックされて、送電コイル 1 1 2 の好適な位置と相対角度に調整される。このため、給電対象が人に装着された人工心臓やパワーアシストスーツ等の医療機器、工場内の移動ロボットのように、不規則的に自在に変位しても、送電コイル 1 1 2 の位置や受電コイル 1 2 2 に対する相対角度を即時に調整して、送電装置 1 1 0 から受電装置 1 2 0 への伝送効率 が最大値となるように制御されることによって、安定的に高効率な磁界共振結合による非接触給電が実現される。

20

【 0 0 6 7 】

なお、本実施形態では、受電コイル 1 2 2 の位置情報と角度情報を検知する検知手段として、センサ 1 2 5 が適用されているが、前述したように、受電コイル 1 2 2 の位置情報及び角度情報を検知する検知手段は、他の態様としてもよい。例えば、図 6 に示すように、送電コイル 1 1 2 の近傍に撮像装置となるカメラ 1 1 9 を設置し、給電対象の人やロボットに取り付けた受電装置 1 2 0 の位置情報と角度情報を画像処理から求めるようにしてもよい。

30

【 0 0 6 8 】

すなわち、本実施形態の一変形例となる非接触給電システム 1 0 1 では、送電コイル 1 1 2 の近傍に設けたカメラ 1 1 9 で給電対象となる受電装置 1 2 0 を撮像して、当該カメラ 1 1 9 で得られた映像情報を画像処理演算部 1 4 9 で受電装置 1 2 0 に搭載される受電コイル 1 2 2 の位置情報と角度情報にデジタル変換してから、制御部 1 4 0 に無線信号で送信されて、画像処理による受電コイル 1 2 2 の位置情報と角度情報を検知するようにしてもよい。なお、画像処理演算部 1 4 9 は、カメラ 1 1 9 と制御部 1 4 0 の間の何れかに設けられていけばよいので、カメラ 1 1 9 又は制御部 1 4 0 の何れかの内部に設置する構成としてもよい。

40

【 0 0 6 9 】

本変形例では、カメラ 1 1 9 を送電コイル 1 1 2 の近傍に設けているが、カメラ 1 1 9 の設置箇所は、送電コイル 1 1 2 又は受電コイル 1 2 2 の少なくとも何れか一方を撮像可能な箇所であれば、他の設置箇所としてもよい。すなわち、送電コイル 1 1 2 に対する受電コイル 1 2 2 の位置や角度の関係を把握可能な場所であれば、例えば、受電コイル 1 2 2 の近傍や、送電コイル 1 1 2 と受電コイル 1 2 2 の双方を同時に撮像可能な監視カメラのように双方のコイル 1 1 2、1 2 2 から離れた他の位置に設置するようにしても良い。

【 0 0 7 0 】

50

また、図7に示すように、かかる検知手段として送電コイル112の近傍にカメラ119を設置し、受電コイル122の近傍にセンサ125を設置しても良い。すなわち、本実施形態の他の変形例となる非接触給電システム102では、送電コイル112の近傍に設けたカメラ119で給電対象となる受電装置120を撮像する。そして、当該カメラ119で得られた映像情報は、画像処理演算部149で受電装置120に搭載される受電コイル122の位置情報と角度情報にデジタル変換されてから、かかる位置情報と角度情報が制御部140に無線信号で送信されて、画像処理による受電コイル122の位置情報と角度情報が検知される。当該他の変形例の非接触給電システム102では、カメラ119の画角から給電対象となる受電装置120が外れた場合でも、当該受電装置120の位置情報等をGPS等のセンサ125で追跡できるようにしている。

10

#### 【0071】

さらに、本実施形態の非接触給電システム100の適用対象は、他の態様にも適用できる。例えば、図8に示すように、給電対象となる受電装置160が大型カメラ161にジンバル機構165を介して受電コイル162を取り付けた受電ドローン166として、送電装置150がジンバル機構155を介して送電コイル152を取り付けたバッテリー151を送電用ドローン158で移動可能とした送電装置150として、非接触給電システム103を構成してもよい。すなわち、不規則的に自在に変位する受電装置160に対して、送電装置150が当該受電装置160を追従可能な機能を備える構成としてもよい。

#### 【0072】

(第2の実施形態)

次に、本発明の他の実施形態に係る非接触給電システムの概略について、図面を使用しながら説明する。図9は、本発明の他の実施形態に係る非接触給電システムの一態様の概略構成を示す説明図である。

20

#### 【0073】

本発明の他の実施形態に係る非接触給電システム200は、送電装置210から給電対象となる受電装置220に磁界共振結合により非接触で給電する機能を有する。本実施形態では、送電コイル212と受電コイル222との距離が離れているので、その間に中継コイル232を取り付けたリピータコイル装置230を設けることによって、送受電間の伝送距離を大きくすることを特徴とする。このとき、コイル間距離を例えば1m程度にする場合には、送電コイル212と中継コイル232の直径は、500mm程度かそれ以上の大きさとして、人に装着する受電コイル222の直径は、300mm程度あることが望ましい。

30

#### 【0074】

リピータコイル装置230は、中継コイル232の鉛直方向に対する傾き角度を調整する中継コイル角度調整機構となるジンバル機構235を介して、中継コイル移動手段となる自律移動ロボット237に取り付けられることによって構成されている。すなわち、本実施形態では、中継コイル232は、ジンバル機構235を介して、受電コイル232に追従するように移動させる自律移動ロボット237に取り付けられおり、モータ等の駆動部236を介してジンバル機構235に駆動可能に支持されている。

40

#### 【0075】

また、本実施形態の非接触給電システム200は、第1の実施形態と同様に、商用電源に接続された電源ステーション211に送電コイル212を取り付けたものを送電装置210として、受電コイル222が装着者の背中側に設けられるパワーアシストスーツ221を受電装置220として適用している。なお、送電装置210は、商用電源に接続された電源ステーション211に限定されず、受電装置220に対する電源となるものであれば、バッテリー等の電力供給手段に送電コイル212を取り付けたものであってもよい。

#### 【0076】

送電装置210には、受電装置220に設けられた受電コイル222に対して、磁界共振結合により非接触で電力を供給する送電コイル212が設けられている。送電コイル212は、受電コイル222に対する送電コイル212の位置及び相対角度を調整する送電

50

コイル位置・角度調整機構となるジンバル機構 2 1 5 を介して電源ステーション 2 1 1 に取り付けられている。

【 0 0 7 7 】

本実施形態では、給電対象となる受電装置 2 2 0 が人に装着されるパワーアシストスーツ 2 2 1 であり、図 9 に示すように、その受電コイル 2 2 2 が人の背中に設けられているため、パワーアシストスーツ 2 2 1 を装着した人の位置や姿勢によって、送電コイル 2 1 2 に対する受電コイル 2 2 2 の位置や角度が不規則的に変化する。前述したように、送電コイル 2 1 2 と受電コイル 2 2 2 との間の相対角度が 9 0 度になると、双方のコイル間の結合係数がゼロに近づき、送電装置 2 2 0 と受電装置 2 1 0 との間に伝送される電力の伝送効率が著しく低下して、安定した電力伝送が困難になる。また、本実施形態では、送電コイル 2 1 0 と受電コイル 2 2 0 との距離が磁界共振結合による給電が困難な程度に離れている。

10

【 0 0 7 8 】

このため、本実施形態では、リピータコイル装置 2 3 0 に備わる自律移動ロボット 2 3 7 及びジンバル機構 2 3 5 を介して、中継コイル 2 3 2 が不規則的に変位する受電コイル 2 2 2 の位置及び角度を追従しながら、送電装置 2 1 0 に備わるジンバル機構 2 1 5 を介して、傾き角度が調整される送電コイル 2 1 2 から伝送される電力が中継される。そして、送電コイル 2 1 2 を支持するジンバル機構 2 1 5 のモータ等からなる駆動部 2 1 6 を駆動させて、送電コイル 2 1 2 の位置及び相対角度を調整するようになっている。

20

【 0 0 7 9 】

すなわち、本実施形態では、磁界共振結合による電力伝送において、受電コイル 2 2 2 の角度に合わせて、中継コイル 2 3 2 を介して送電コイル 2 1 2 の角度を制御することによって、送電コイル 2 1 2 と受電コイル 2 2 2 との距離が離れていても、高い伝送効率を維持できるようにしている。なお、受電コイル 2 2 2 の角度に合わせた送電コイル 2 1 2 の角度制御動作の詳細については、後述する。

【 0 0 8 0 】

次に、本発明の一実施形態に係る非接触給電システムの回路構成について、図面を使用しながら説明する。図 1 0 は、本発明の他の実施形態に係る非接触給電システムの回路構成の概略を示すブロック図である。

30

【 0 0 8 1 】

本実施形態の非接触給電システム 2 0 0 は、図 1 0 に示すように、送電装置 2 1 0 と、駆動部 2 1 6 と、受電装置 2 2 0 と、センサ 2 2 5 と、リピータコイル装置 2 3 0 と、及び制御部 2 4 0 とを備える。

【 0 0 8 2 】

送電装置 2 1 0 は、図 1 0 に示すように、送電コイル 2 1 2 と、送電容量 2 1 3 と、送電側サブコイル 2 1 4 と、駆動部 2 1 6 と、変換器 2 1 7 と、インピーダンス整合回路 2 1 8 と、及び電源 2 1 1 を備える。一方、受電装置 2 2 0 は、図 1 0 に示すように、受電コイル 2 2 2 と、受電容量 2 2 3 と、受電側サブコイル 2 2 4 と、センサ 2 2 5 と、AC-DCコンバータ 2 2 7 と、及び負荷 2 2 1 を備える。また、リピータコイル装置 2 3 0 は、図 1 0 に示すように、中継コイル 2 3 2 と、中継容量 2 3 3 と、駆動部 2 3 6 と、自律移動部 2 3 8 を備える。

40

【 0 0 8 3 】

リピータコイル装置 2 3 0 に備わる駆動部 2 3 6 は、中継コイル 2 3 2 の方向を変更可能とするジンバル機構 2 3 5 ( 図 9 参照 ) に支持される送電コイル 2 3 2 の方向を変更させる際に駆動させるモータ等からなる駆動源である。

【 0 0 8 4 】

リピータコイル装置 2 3 0 に備わる自律移動部 2 3 8 は、中継コイル 2 3 2 の方向を変更可能とするジンバル機構 2 3 5 ( 図 9 参照 ) に支持される送電コイル 2 3 2 の位置を変更させる際に駆動させる自律移動ロボット 2 3 7 の駆動源である。

【 0 0 8 5 】

50

送電装置 210 では、高周波電源等の商用電源やバッテリーからなる電源 211 からの電流（電源 211 が商用電源の場合は、交流電流、電源 211 がバッテリーの場合では、直流電流）を AC - AC コンバータや DC - AC インバータ等の変換器 217 で所望の周波数の交流電流に変換される。そして、変換器 217 で所望の周波数に変換された交流電流は、可変キャパシタや可変インダクタ等のインピーダンス整合回路 218 で送電装置 210 の回路全体を所望のインピーダンスに変換して、送電側サブコイル 214 から電磁誘導により送電コイル 212 と結合される。送電コイル 212 は、送電容量 213 と送電共振回路を構成して、磁界共振結合により受電装置 220 に向けて電力を供給する。

【0086】

一方、受電装置 220 では、受電コイル 222 と受電容量 223 が受電共振回路を構成して、当該受電コイル 222 が受電側サブコイル 224 と電磁誘導で結合される。そして、受電側サブコイル 224 との電磁誘導による結合により発生した交流電流は、AC - DC コンバータ 227 で直流電流に変換されて、負荷 221 に電力供給される。

10

【0087】

本実施形態の非接触給電システム 200 の回路構成をかかる構成とすることによって、電源 211 からの電流を変換器 217 で所望の周波数の交流電流に変換して、送電側サブコイル 214 を介して、送電コイル 212 と送電容量 213 により送電共振回路が構成されて、磁界共振結合状態が発生するようになる。そして、当該送電共振回路の周波数が変換器 117 により変換された交流電流の周波数及び中継コイル 232 と中継容量 233 により構成される中継共振回路の周波数と一致すると、共振して電力が中継され、当該中継共振回路の周波数が受電コイル 222 と受電容量 223 により構成される受電共振回路の周波数と一致すると、共振して電力が発生して、受電側サブコイル 224 を介して交流を AC - DC コンバータ 227 で直流に変換して負荷 221 に電力供給されるようになっている。

20

【0088】

送電装置 210 に備わる駆動部 216 は、前述したように、送電コイル 212 の方向を変更可能とするジンバル機構 215（図 9 参照）に支持される送電コイル 212 の方向を変更させる際に駆動させるモータ等からなる駆動源である。

【0089】

センサ 225 は、受電コイル 222 の位置情報及び角度情報を検知する検知手段としての機能を有し、GPS センサや、ジャイロセンサ（角速度センサ）、角度センサ、重力センサ、加速度センサ等の各種センサから構成される。本実施形態では、センサ 225 は、受電コイル 222 の位置情報として、中継コイル 232 を介して当該受電コイル 222 の送電コイル 212 からの距離と方向を検知し、受電コイル 222 の角度情報として、中継コイル 232 を介して当該受電コイル 122 の鉛直方向に対する傾き角度、すなわち、姿勢角情報を検知する機能を有する。

30

【0090】

センサ 225 で検知された受電コイル 222 の位置情報と角度情報は、無線信号で制御部 240 に送信されて、送電コイル 212 の位置と角度を調整する動作にフィードバックされる。本実施形態では、センサ 225 で検知された受電コイル 222 の位置情報と角度情報を無線信号で送信する際に、消費電力を抑えるために、ある程度の変動幅に達してから当該位置情報及び角度情報を制御部 240 で送信するようにしている。また、本実施形態では、センサ 225 から受電コイル 222 の位置情報と角度情報を制御部 240 に送信する際における無線信号の周波数帯が非接触で給電する際における無線給電の周波数帯と干渉しないようにしている。例えば、無線給電の周波数帯が数 MHz の場合には、無線信号の周波数帯を数百 MHz としている。

40

【0091】

さらに、本実施形態では、センサ 225 は、受電コイル 222 の近傍に設けられ、受電コイル 222 の位置検出の精度を向上させるために、受電コイル 222 の内側に設けられることが好ましい。なお、本実施形態では、センサ 225 によって受電コイル 222 の位

50

置及び角度を検知しているが、受電コイル 2 2 2 の位置情報及び角度情報を検知する検知手段の変形例として、カメラやモーションキャプチャを用いた画像処理によって受電コイルの位置情報と角度情報を検知できるようにしてもよい。かかる検知手段の変形例の詳細については、後述する。

#### 【 0 0 9 2 】

制御部 2 4 0 は、非接触給電システム 2 0 0 の各種制御を行う機能を有する。本実施形態の非接触給電システム 2 0 0 は、受電コイル 2 2 2 の近傍に設けられるセンサ 2 2 5 によって検知される受電コイル 2 2 2 の位置情報及び角度情報に基づいて、制御部 2 4 0 による動作制御を介して送電コイル 2 1 2 及び中継コイル 2 3 2 の位置と角度を調整する動作が制御される。

10

#### 【 0 0 9 3 】

本実施形態では、制御部 2 4 0 は、図 1 0 に示すように、算出部 2 4 4 と指令部 2 4 6 を有する CPU 2 4 2 と、記憶部 2 4 8 とを備える。

#### 【 0 0 9 4 】

CPU 2 4 2 は、ROM 等の記憶部 2 4 8 に記憶されている各種プログラムに従って、非接触給電システム 2 0 0 に備わる各構成要素の動作を制御する機能を有する。また、CPU 2 4 2 は、これら各種処理を実行する際に、必要なデータ等を一時的に記憶する RAM ( 図示せず ) に適宜記憶させる機能を有する。

#### 【 0 0 9 5 】

算出部 2 4 4 は、センサ 2 2 5 による受電コイル 2 2 2 の位置情報及び角度情報の検知結果に基づいて、送電装置 2 1 0 から受電装置 2 2 0 への電力の伝送効率 が最大値となるような中継コイル 2 3 2 の位置、中継コイル 2 3 2 の傾斜角度、送電コイル 2 1 2 の位置、及び受電コイル 2 2 2 に対する相対角度を算出する機能を有する。本実施形態では、算出部 2 4 4 は、センサ 2 2 5 で検知した受電コイル 2 2 2 の送電コイル 2 1 2 から距離、受電コイル 2 2 2 の傾き角度、送電コイル 2 1 2 の鉛直方向に対する傾き角度、中継コイル 2 3 2 の鉛直方向に対する傾き角度、及び送電コイル 2 1 2 から中継コイル 2 3 2 までの距離に基づいて、関係式から算出される伝送効率 が最大値となるように、送電コイル 2 1 2 及び中継コイル 2 3 2 の位置、角度の好適値を算出する。なお、算出部 2 4 4 における関係式から算出される伝送効率 が最大値となるように、送電コイル 2 1 2 及び中継コイル 2 3 2 の位置、角度の好適値の算出方法の詳細については、後述する。

20

30

#### 【 0 0 9 6 】

指令部 2 4 6 は、算出部 2 4 4 による算出結果に基づいて、送電装置 2 1 0 の駆動部 2 1 6、リピータコイル装置 2 3 0 の駆動部 2 3 6 及び自律移動部 2 3 8 を動作制御するように指令する機能を有する。本実施形態では、算出部 2 4 4 で算出された伝送効率 が最大値となる送電コイル 2 1 2 の位置及び角度、中継コイル 2 3 2 の位置及び角度のそれぞれが好適値となるように、ジンバル機構 2 1 5 で送電コイル 2 1 2 を支持する駆動部 2 1 6 を駆動させ、ジンバル機構 2 3 5 で中継コイル 2 3 2 を支持する駆動部 2 3 6 を駆動させ、かつ、自律移動ロボット 2 3 7 の駆動源となる自律移動部 2 3 8 を駆動させる。

#### 【 0 0 9 7 】

このようにして、本実施形態では、センサ 2 2 5 による検知結果に基づいて、送電コイル位置・角度調整機構となるジンバル機構 2 1 5 を介して、即時に受電コイル 2 2 2 に対する送電コイル 2 1 2 の位置及び相対角度を調整して、送電装置 2 1 0 から受電装置 2 2 0 への電力の伝送効率 が最大値となるように制御される。このため、給電対象が不規則的に自在に変位しても、送電コイル 2 1 2 の位置や受電コイル 2 2 2 に対する相対角度を即時に調整することによって、送電装置 2 1 0 から受電装置 2 2 0 への伝送効率 が最大値となるように制御されるので、安定的に高効率な非接触給電が実現される。

40

#### 【 0 0 9 8 】

また、本実施形態では、送電装置 2 1 0 と受電装置 2 2 0 との距離が大きい場合でも、センサ 2 3 5 による検知結果に基づいて、受電コイル 2 2 2 をトラッキングする自律移動ロボット 2 3 7 に搭載された中継コイル 2 3 2 を介して、送電コイル 2 1 2 の位置や受電

50



コイル 2 2 2 に対する相対角度をリアルタイムに調整することによって、送電装置 2 1 0 から受電装置 2 2 0 への伝送効率 が最大値となるように制御できる。このため、送電装置 2 1 0 から離れた給電対象となる受電装置 2 2 0 が不規則的に自在に変位しても、ジンバル機構 2 3 5 を介して中継コイル 2 3 2 を搭載した自律移動ロボット 2 3 7 が受電コイル 2 2 2 を搭載した受電装置 2 2 0 を追従させながら、即時に中継コイル 2 3 2 を最適な位置及び角度に調整することによって、長距離、かつ常時高効率な給電が実現される。

【 0 0 9 9 】

なお、本実施形態では、制御部 2 4 0 は、センサ 2 2 5 による検知結果に基づいて、センサ 2 2 5 で検知した受電コイル 2 2 2 の送電コイル 2 1 2 から距離、受電コイル 2 2 2 の傾き角度、送電コイル 2 1 2 の鉛直方向に対する傾き角度、中継コイル 2 3 2 の鉛直方向に対する傾き角度、及び送電コイル 2 1 2 から中継コイル 2 3 2 までの距離に基づく関係式から算出される伝送効率 が最大値となるように、即時に受電コイル 2 2 2 に対する送電コイル 2 1 2 の位置及び相対角度を調整して制御しているが、他の態様で伝送効率 が最大値となる送電コイル 2 1 2 及び中継コイル 2 3 2 の位置及び相対角度を調整してもよい。

10

【 0 1 0 0 】

例えば、制御部 2 4 0 は、センサ 2 2 5 による検知結果に基づいて、算出部 2 4 4 で送電コイル 2 1 2 から伝送される電力と、受電コイル 2 2 2 に伝送される電力の比を求めて、これらの比率から伝送効率 が最大値となるように、受電コイル 2 2 2 に対する送電コイル 2 1 2 の位置及び相対角度を算出して、指令部 2 4 6 で当該位置及び相対角度となるように調整するよう指令してもよい。

20

【 0 1 0 1 】

また、制御部 2 4 0 は、センサ 2 2 5 による検知結果に基づいて、記憶部 2 4 8 に記憶されたデータテーブルから、伝送効率 が最大値となるように、算出部 2 4 4 で受電コイル 2 2 2 に対する送電コイル 2 1 2 の位置及び相対角度の好適値を算出して、指令部 2 4 6 で当該好適値に設定してもよい。すなわち、記憶部 2 4 8 に受電コイル 2 2 2 の送電コイル 2 1 2 から距離、受電コイル 2 2 2 の傾き角度、送電コイル 2 1 2 の鉛直方向に対する傾き角度、中継コイル 2 3 2 の鉛直方向に対する傾き角度、及び送電コイル 2 1 2 から中継コイル 2 3 2 までの距離の各データの場合における受電コイル 2 2 2 に対する中継コイル 2 3 2 及び送電コイル 2 1 2 の位置及び相対角度の好適値のデータテーブルが記憶され、センサ 2 2 5 による検知結果に基づいて、かかるデータテーブルを参照して、受電コイル 2 2 2 に対する送電コイル 2 1 2 の位置及び相対角度の好適値を設定してもよい。

30

【 0 1 0 2 】

さらに、制御部 2 4 0 による送電装置 2 1 0 から受電装置 2 2 0 への伝送効率 が最大値となるように制御する態様は、センサ 2 2 5 による検知結果に基づくものに限定されない。例えば、送電装置 2 1 0 の電源から出力した電力と、受電装置 2 2 0 で消費される電力を計測して、双方の電力の比に基づいて、伝送効率 を計算してから、送電コイル 2 1 2 の角度を動かした際の伝送効率 の変動結果に基づいて、送電コイル 2 1 2 の角度を定めてもよい。具体的には、伝送効率 が向上したら、更に動かした側に送電コイル 2 1 2 を動かし、伝送効率 が低下したら、動かした方向と別方向に送電コイル 2 1 2 を動かすことによって、送電コイル 2 1 2 の角度を調整する。このとき、受電側の電力情報は、無線通信等により制御部 2 4 0 に送信される。

40

【 0 1 0 3 】

次に、本発明の一実施形態に係る非接触給電システムの動作制御について、図面を使用しながら説明する。図 1 1 は、本発明の他の実施形態に係る非接触給電システムの動作制御の概略を示すフロー図であり、図 1 2 は、本発明の他の実施形態に係る非接触給電システムの動作制御の概略を示す説明図である。

【 0 1 0 4 】

まず、センサ 2 2 5 によって、受電コイル 2 2 2 の位置情報として送電コイル 2 1 2 からの距離と方向が検知され、受電コイル 2 2 2 の角度情報として、鉛直方向に対する傾き

50

角度が検知される（工程 S 2 1）。例えば、センサ 2 2 5 が GPS センサとジャイロセンサで構成されている場合には、GPS センサで受電コイル 2 2 2 の位置情報を検知し、ジャイロセンサで受電コイル 2 2 2 の角度情報を検知する。

【 0 1 0 5 】

次に、センサ 2 2 5 による受電コイル 2 2 2 の位置及び角度の検知結果に基づいて、制御部 2 4 0 の算出部 2 4 4 によって、送電装置 2 1 0 から受電装置 2 2 0 への電力の伝送効率 が最大値となるような中継コイル 2 3 2 の位置及び傾き角度と、送電コイル 2 1 2 の位置及び受電コイル 2 2 2 に対する相対角度をそれぞれ算出する（工程 S 2 2）。すなわち、工程 S 2 2 では、センサ 2 2 5 から無線信号で制御部 2 4 0 に送信された受電コイル 2 2 2 の位置情報と角度情報に基づいて、制御部 2 4 0 の算出部 2 4 4 が送電装置 2 1 0 から受電装置 2 2 0 への電力の伝送効率 を最大値にする送電コイル 2 1 2 の位置及び受電コイル 2 2 2 に対する相対角度を算出する。

10

【 0 1 0 6 】

本実施形態では、工程 S 2 2 において、算出部 2 4 4 は、センサ 2 2 5（図 1 0 参照）で検知した送電コイル 2 1 2 の中心 O 1 から受電コイル 2 2 2 の中心 O 2 までの距離  $r_2$ （図 1 2 参照）、鉛直方向線 L 2 に対する受電コイル 2 2 2 の傾き角度  $\theta_2$ （図 1 2 参照）、鉛直方向線 L 1 に対する送電コイル 2 1 2 の傾き角度  $\theta_0$ （図 1 2 参照）、中継コイル 2 3 2 の鉛直方向に対する傾き角度  $\theta_1$ （図 1 2 参照）、及び送電コイル 2 1 2 の中心 O 1 から中継コイル 2 3 2 の中心 O 3 までの距離  $r_1$ （図 1 2 参照）に基づいて、下記の関係式から算出される伝送効率 が最大値となるように、中継コイル 2 3 2 の位置及び傾き角度と、送電コイル 2 1 2 の位置及び傾き角度の好適値を算出する。

20

【 0 1 0 7 】

【数 4】

$$\eta = f(\vec{r}_1, \vec{r}_2, \theta_0, \theta_1, \theta_2)$$

【 0 1 0 8 】

工程 S 2 2 で送電装置 2 1 0 から受電装置 2 2 0 への電力の伝送効率 が最大値となるような中継コイル 2 3 2 の位置  $r_1$  及び傾き角度  $\theta_1$  と、送電コイル 2 1 2 の位置  $r_2$  及び傾き角度  $\theta_2$  の好適値を算出したら、当該好適値になるように、中継コイル 2 3 2 の位置  $r_1$  及び傾き角度  $\theta_1$  と、送電コイル 2 1 2 の位置  $r_2$  及び傾き角度  $\theta_2$  を調整する（工程 S 2 3）。本実施形態では、算出部 2 4 4 で算出された伝送効率 が最大値となる中継コイル 2 3 2 の位置  $r_1$  及び傾き角度  $\theta_1$  と、送電コイル 2 1 2 の位置  $r_2$  及び傾き角度  $\theta_2$  の好適値となるように、指令部 2 4 6 が送電装置 2 1 0 の駆動部 2 1 6 と、リピータコイル装置 2 3 0 の駆動部 2 3 6 と、及びリピータコイル装置 2 3 0 の自律移動部 2 3 8 に指令して、当該駆動部 2 1 6、2 3 6、及び自律移動部 2 3 8 を駆動させる。

30

【 0 1 0 9 】

このようにして、本実施形態では、センサ 2 2 5 の検知結果に基づいて、中継コイル 2 3 2 を介して、即時に受電コイル 2 2 2 に対する送電コイル 2 1 2 の位置及び相対角度を調整して、送電装置 2 1 0 から受電装置 2 2 0 への電力の伝送効率 が最大値となるように制御される。すなわち、センサ 2 2 5 で検知された受電コイル 2 2 2 の位置情報と角度情報が制御部 2 4 0 にフィードバックされて、送電コイル 2 1 2 の好適な位置と相対角度に調整される。このため、給電対象が人に装着された人工心臓やパワーアシストスーツ等の医療機器、工場内の移動ロボットのように、不規則的に自在に変位しても、送電コイル 2 1 2 の位置や受電コイル 2 2 2 に対する相対角度を即時に調整して、送電装置 2 1 0 から受電装置 2 2 0 への伝送効率 が最大値となるように制御されることによって、安定的に高効率な磁界共振結合による非接触給電が実現される。

40

【 0 1 1 0 】

また、本実施形態では、送電装置 2 1 0 と受電装置 2 2 0 との距離が大きい場合でも、センサ 2 3 5 による検知結果に基づいて、受電コイル 2 2 2 をトラッキングする自律移動

50

ロボット 237 に搭載された中継コイル 232 を介して、送電コイル 212 の位置や受電コイル 222 に対する相対角度をリアルタイムに調整できる。このため、送電装置 210 から受電装置 220 への伝送効率 が最大値となるように制御されるので、送電装置 210 から離れた給電対象となる受電装置 220 が不規則的に自在に変位しても、ジンバル機構 235 を介して中継コイル 232 を搭載した自律移動ロボット 237 が受電コイル 222 を搭載した受電装置 220 を追従させながら、即時に中継コイル 232 を好適な位置及び角度に調整される。これによって、送電装置 210 による給電範囲を拡大しながら、長距離、かつ常時高効率な給電が実現される。

#### 【0111】

なお、本実施形態では、受電コイル 222 の位置情報と角度情報を検知する検知手段として、受電コイル 222 の近傍にセンサ 225 を設置しているが、図 13 に示すように、中継コイル 232 の近傍にもセンサ 231 を設置しても良い。例えば、受電コイル 222 の近傍にセンサ 225 として、受電コイル 222 の位置情報を得る GPS センサと受電コイル 222 の角度情報を得るジャイロセンサを設けて、中継コイル 232 の近傍にセンサ 231 として、中継コイル 232 の位置情報を得る GPS センサと中継コイル 232 の角度情報を得るジャイロセンサを設けてもよい。すなわち、本実施形態の一変形例となる非接触給電システム 201 では、これらのセンサ 225、231 で検知した位置情報と角度情報を無線信号で制御部 240 にフィードバックして、中継コイル 232 を介して、送電コイル 212 の位置や受電コイル 222 に対する相対角度をリアルタイムに調整できる。このため、送電装置 210 から受電装置 220 への伝送効率 が最大値となるように制御される。

#### 【0112】

また、本実施形態では、受電コイル 222 の位置情報と角度情報を検知する検知手段として、センサ 225 が適用されているが、前述したように、受電コイル 222 の位置情報及び角度情報を検知する検知手段は、他の態様としてもよい。例えば、図 14 に示すように、受電コイル 222 の位置情報及び角度情報を検知する検知手段として、中継コイル 232 の近傍にカメラ 234 とセンサ 231 を設置してもよい。

#### 【0113】

すなわち、本実施形態の他の変形例となる非接触給電システム 202 では、中継コイル 232 の近傍に設けたカメラ 234 で給電対象となる受電装置 220 を撮像して、当該カメラ 234 で得られた映像情報を画像処理演算部 234a で受電装置 220 に搭載される受電コイル 222 の位置情報と角度情報にデジタル変換してから、制御部 240 に無線信号で送信されて、画像処理による受電コイル 222 の位置情報と角度情報を検知する。そして、中継コイル 232 の位置情報と角度情報がセンサ 231 で検知されて、制御部 240 に無線信号で送信させる。なお、画像処理演算部 234a は、カメラ 234 と制御部 240 の間の何れかに設けられていればよいので、カメラ 234 又は制御部 240 の何れかの内部に設置する構成としてもよい。

#### 【0114】

このように、本実施形態の他の変形例となる非接触給電システム 202 では、カメラ 234 とセンサ 231 で検知した位置情報と角度情報を無線信号で制御部 240 にフィードバックして、中継コイル 232 を介して、送電コイル 212 の位置や受電コイル 222 に対する相対角度をリアルタイムに調整できる。このため、送電装置 210 から受電装置 220 への伝送効率 が最大値となるように制御される。なお、本実施形態の他の変形例では、カメラ 234 を中継コイル 232 の近傍に設けているが、カメラ 234 の設置箇所は、送電コイル 212、受電コイル 222、又は中継コイル 232 の少なくとも何れかを撮像可能な箇所であれば、他の設置箇所としてもよい。すなわち、中継コイル 232 を介して送電コイル 212 に対する受電コイル 222 の位置や角度の関係を把握可能な場所であれば、例えば、受電コイル 222 の近傍や、送電コイル 212、受電コイル 222、及び中継コイル 232 を同時に撮像可能な監視カメラのように、何れのコイル 212、222、232 から離れた他の位置に設置するようにしてもよい。

## 【0115】

さらに、図15に示すように、受電コイル222の位置情報及び角度情報を検知する検知手段として、中継コイル232の近傍にカメラ234を設置して、当該中継コイル232の位置情報及び角度情報を検知する検知手段として、送電コイル212の近傍にカメラ219を設置してもよい。すなわち、本実施形態の更に他の変形例となる非接触給電システム203では、中継コイル232の近傍に設けたカメラ234で給電対象となる受電装置220を撮像して、当該カメラ234で得られた映像情報を画像処理演算部234aで受電装置220に搭載される受電コイル222の位置情報と角度情報にデジタル変換してから、制御部240に無線信号で送信されて、画像処理による受電コイル222の位置情報と角度情報を検知する。そして、中継コイル232の位置情報と角度情報は、送電コイル212の近傍に設置したカメラ219の映像情報を画像処理演算部219aで中継コイル232の位置情報と角度情報にデジタル変換してから、制御部240に無線信号で送信されて、画像処理による中継コイル232の位置情報と角度情報を検知する。

10

## 【0116】

このように、本実施形態の他の変形例となる非接触給電システム203では、カメラ219、234と画像処理演算部219a、234aを介して検知した位置情報と角度情報を無線信号で制御部240にフィードバックして、中継コイル232を介して、送電コイル212の位置や受電コイル222に対する相対角度をリアルタイムに調整できる。このため、送電装置210から受電装置220の距離が離れていても、送電装置210から受電装置220への伝送効率が最大値となるように制御される。なお、画像処理演算部219a、234aは、それぞれ送電コイル212と制御部240との間、カメラ234と制御部240の間の何れかに設けられていればよいので、送電装置210、カメラ234又は制御部240の何れかの内部に設置する構成としてもよい。

20

## 【0117】

また、図16に示すように、受電コイル222の位置情報及び角度情報を検知する検知手段として、中継コイル232の近傍に設置したカメラ234と受電コイル222の近傍に設置したセンサ225を設けて、中継コイル232の位置情報及び角度情報を検知する検知手段として、送電コイル212の近傍に設置したカメラ219と中継コイル232の近傍に設置したセンサ231を設けてもよい。すなわち、本実施形態の更に他の変形例となる非接触給電システム204では、中継コイル232の近傍に設けたカメラ234で給電対象となる受電装置220を撮像して、当該カメラ234で得られた映像情報を画像処理演算部234aで受電装置220に搭載される受電コイル222の位置情報と角度情報にデジタル変換してから、制御部240に無線信号で送信されて、画像処理による受電コイル222の位置情報と角度情報を検知する。また、当該他の変形例の非接触給電システム204では、カメラ234の画角から給電対象となる受電装置220が外れた場合でも、当該受電装置220の位置情報等をGPS等のセンサ225で追跡できるようにしている。

30

## 【0118】

そして、中継コイル232の位置情報と角度情報は、送電コイル212の近傍に設置したカメラ219の映像情報を画像処理演算部219aで中継コイル232の位置情報と角度情報にデジタル変換してから、制御部240に無線信号で送信されて、画像処理による中継コイル232の位置情報と角度情報を検知する。また、当該他の変形例の非接触給電システム204では、カメラ219の画角から給電対象となる中継コイル232が外れても、当該中継コイル232の位置情報等をGPS等のセンサ231で追跡できるようにしている。

40

## 【0119】

このように、本実施形態の更に他の変形例となる非接触給電システム204では、カメラ219、234と画像処理演算部219a、234aを介して検知した位置情報と角度情報を無線信号で制御部240にフィードバックして、中継コイル232を介して、送電コイル212の位置や受電コイル222に対する相対角度をリアルタイムに調整できる。

50

このため、送電装置 2 1 0 から受電装置 2 2 0 の距離が離れていても、送電装置 2 1 0 から受電装置 2 2 0 への伝送効率 が最大値となるように制御される。

【 0 1 2 0 】

なお、本実施形態の非接触給電システム 2 0 0 の適用対象は、他の態様にも適用できる。例えば、非接触給電システム 2 0 5 として、図 1 7 に示すように、天井に取りつけた電源ステーション 2 1 1 a にジナル機構 2 1 5 a 及び駆動部 2 1 6 a を介して送電コイル 2 1 2 a を支持して構成される送電装置 2 1 0 a から、ドローン 2 3 7 a によってジナル機構 2 3 5 a 及び駆動部 2 3 6 a によって中継コイル 2 3 2 a を支持して構成されるリピータコイル装置 2 3 0 a を介して、受電装置 2 2 0 として給電対象となるパワーアシストスーツ 2 2 1 の受電コイル 2 2 2 に磁界共振結合による非接触給電を行う態様にも適用

10

【 0 1 2 1 】

また、図 1 8 に示すように、非接触給電システム 2 0 6 は、給電対象となる受電装置を VR ゴグルやスマートグラスのように目を覆うグラス類 2 2 0 b とした場合にも適用できる。例えば、非接触給電システム 2 0 2 は、天井に取りつけた電源ステーション 2 1 1 a に昇降・回転・伸縮アーム 2 1 7 b、ジナル機構 2 1 5 a 及び駆動部 2 1 6 a を介して送電コイル 2 1 2 b を支持して構成される送電装置 2 1 0 b から、直接、給電を行ったり、中継コイル 2 3 2、ジナル機構 2 3 5、及び自律移動ロボット 2 3 7 から構成されるリピータコイル装置 2 3 0 を介して、非接触に給電を行う態様にも適用できる。

【 0 1 2 2 】

さらに、図 1 9 に示すように、非接触給電システム 2 0 7 は、給電対象となる受電装置を電動車椅子 2 2 0 c とした場合にも適用できる。例えば、非接触給電システム 2 0 3 は、商用電源に接続された電源ステーション 2 1 1 に送電コイル 2 1 2 を取り付けたものを送電装置 2 1 0 として、自律移動ロボット 2 3 7 及びジナル機構 2 3 5、駆動部 2 3 6 によって中継コイル 2 3 2 を移動可能に支持するリピータコイル装置 2 3 0 を介して、給電対象となる電動車椅子 2 2 0 c に非接触給電を行う態様にも適用できる。

20

【 0 1 2 3 】

また、図 2 0 に示すように、送電装置 3 1 0 と受電装置 3 2 0 との距離が大きく離れている場合には、中継コイル 3 3 2 a、3 3 2 b を複数設けてもよい。例えば、非接触給電システム 3 0 0 は、地面に設置した電源ステーション 3 1 1 の送電コイル 3 1 2 を給電ワイヤ 3 1 8、及びジナル機構 3 1 5 を介して取り付けて、当該送電コイル 3 1 2 をドローン 3 1 7 で三次元的に自在に移動可能とした送電装置 3 1 0 から、給電対象となる電線上の高圧線点検ロボット 3 2 0 に対して、複数のリピータコイル装置 3 3 0 a、3 3 0 b を介して、長距離での非接触給電をする態様にも適用できる。

30

【 0 1 2 4 】

このとき、中継コイル 3 3 2 a、3 3 2 b は、ドローン 3 3 7 a、3 3 7 b とジナル機構 3 3 5 a、3 3 5 b を介して、移動可能になっており、高電圧線点検ロボット 3 2 0 に対して、電力の伝送効率が最高値になるように整列させるように、移動させるように制御することが好ましい。このように、送電装置 3 1 0 と受電装置 3 2 0 との距離がより大きく離れた場合でも、不図示のセンサによる検知結果に基づいて、複数の中継コイル 3 3 2 a、3 3 2 b を介して、送電コイル 3 1 2 の位置や不図示の受電コイルに対する相対角度を即時に調整することによって、送電装置 3 1 0 から受電装置 3 2 0 への伝送効率が最大値となるように制御できる。

40

【 0 1 2 5 】

さらに、図 2 1 に示すように、1つの送電装置 4 1 0 から複数の受電装置となる給電対象ロボット 4 2 0 a、4 2 0 b に対して、それぞれ異なるリピータコイル装置 4 3 0 a、4 3 0 b、4 3 0 c、4 3 0 d を介して、長距離の非接触給電を行う場合にも適用できる。例えば、非接触給電システム 4 0 0 は、地面に設置した電源ステーション 4 1 0 から自律移動ロボット 4 3 7 とジナル機構 4 3 7 a によって中継コイル 4 3 2 a を移動可能に支持するリピータコイル装置 4 3 0 a を介して、給電対象ロボット 4 2 0 a に非接触給電

50

を行うと同時に、ドローンによって三次元的に移動可能になっている複数のリピータコイル装置 4 3 0 b、4 3 0 c、4 3 0 d を介して、他の給電対象ロボット 4 2 0 b に非接触給電を行ってもよい。

【0126】

また、中継コイルを備えるリピータコイル装置が複数設けられる場合には、制御部は、センサで検知した受電コイルの送電コイルから距離、受電コイルの傾き角度、送電コイルの鉛直方向に対する傾き角度、中継コイルの鉛直方向に対する傾き角度、送電コイルから中継コイルまでの距離、及び中継コイルの個数に基づく関係式から算出される伝送効率が最大値となるように制御することが好ましい。

【0127】

以上説明したように、本発明の各実施形態によれば、給電対象が不規則的に自在に変位しても、リアルタイムで常に最高効率を維持するコイル配置を算出して、当該コイル配置に調整するので、即時に送電装置から受電装置への伝送効率が最大値となるように制御できる。このため、磁界共振結合による安定的に高効率な非接触給電が確実に実現される。

【0128】

また、本発明の各実施形態によれば、給電対象が不規則的に自在に変位しても、磁界共振結合により非接触で電力を供給できるので、植込みデバイスの電池交換手術や、皮膚貫通ケーブル給電による感染症の問題が解決される。さらに、給電対象がパワードスーツのようなウェアラブルデバイスの場合、大型バッテリーの搭載が不要になる上で、ケーブル給電による動きの制約が解消する。このように、植込み・ウェアラブルデバイスの給電に関する制約を解決することで、当該デバイスの大きな普及が見込める。

【0129】

さらに、複数の送電コイルやリピータコイル装置を空間・地上中に分散し、給電対象の動きに合わせて最適に配置することで、工事現場や災害現場等の所定の空間内において、どの場所においても給電できる状態を作り出す非接触給電のネットワークシステムへの応用展開も可能である。また、給電対象が不規則的に自在に変位しても、当該給電対象に追従するように送電装置やリピータコイル装置をドローンや自動車等の移動手段で移動可能にすることによって、給電対象への給電効率を高められることから、例えば、給電対象として電気自動車にも適用可能となるので、極めて大きな工業的価値を有する。

【0130】

なお、上記のように本発明の各実施形態について詳細に説明したが、本発明の新規事項及び効果から実体的に逸脱しない多くの変形が可能であることは、当業者には、容易に理解できるであろう。従って、このような変形例は、全て本発明の範囲に含まれるものとする。

【0131】

例えば、明細書又は図面において、少なくとも一度、より広義又は同義な異なる用語と共に記載された用語は、明細書又は図面のいかなる箇所においても、その異なる用語に置き換えることができる。また、非接触給電システムの構成、動作も本発明の各実施形態で説明したものに限定されず、種々の変形実施が可能である。

【符号の説明】

【0132】

1 0 0、1 0 1、1 0 2、1 0 3、2 0 0、2 0 1、2 0 2、2 0 3、2 0 4、2 0 5、2 0 6、2 0 7、3 0 0、4 0 0 非接触給電システム、1 1 0、1 5 0、2 1 0、2 1 0 a、2 1 0 b、3 1 0、4 1 0 送電装置、1 1 1、1 5 1、2 1 1、2 1 1 a、2 1 1 b、3 1 1、4 1 1 電源、1 1 2、1 5 2、2 1 2、2 1 2 a、2 1 2 b、3 1 2、4 1 2 送電コイル、1 3 3、2 1 3 送電容量、1 1 5、1 5 5、2 1 5、2 1 5 a、2 1 5 b、3 1 5 ジンバル機構（送電コイル位置・角度調整機構）、1 1 6、1 5 6、2 1 6、2 1 6 a、2 1 6 b 駆動部、1 1 9、2 1 9、2 3 4 カメラ（撮像装置）、2 1 9 a、2 3 4 a 画像処理演算部、1 2 0、1 6 0、2 2 0、2 2 0 b、3 2 0、4 2 0 a、4 2 0 b 受電装置、1 2 1、1 6 1、2 2 1、2 2 1 c 負荷、1 2 2、1 6

10

20

30

40

50

2、222、222c 受電コイル、123、223 受電容量、125、225、231  
 1 センサ(検知手段)、140、240 制御部、142、242 CPU、144、  
 244 算出部、146、246 指令部、148、248 記憶部、230、230a  
 、330a、330b、430a、430b、430c、430d リピータコイル装置  
 、232、232a、332a、332b 中継コイル、235、235a、335a、  
 335b ジンバル機構(中継コイル角度調整機構)236、236a 駆動部、237  
 、237a、337a、337b 中継コイル移動手段、238 自律移動部

【図1】

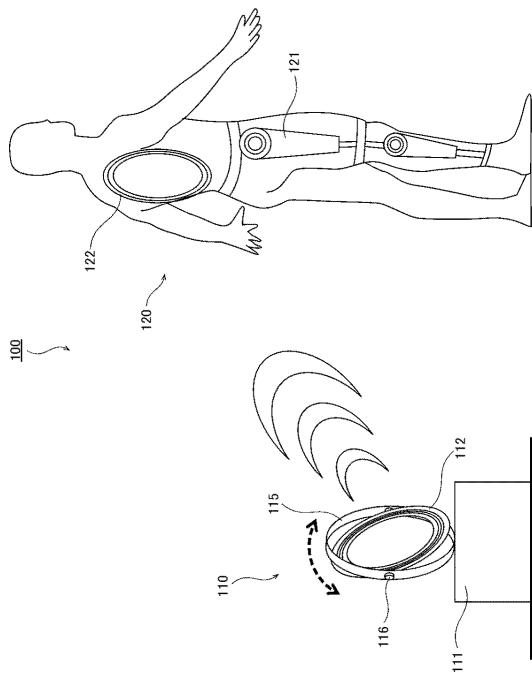


FIG.1

【図2】

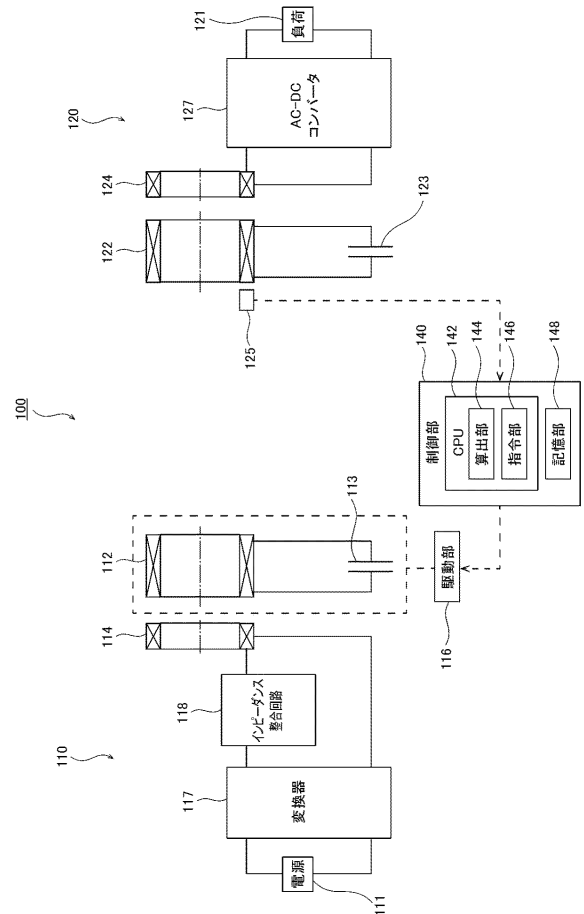


FIG.2

【 図 3 】

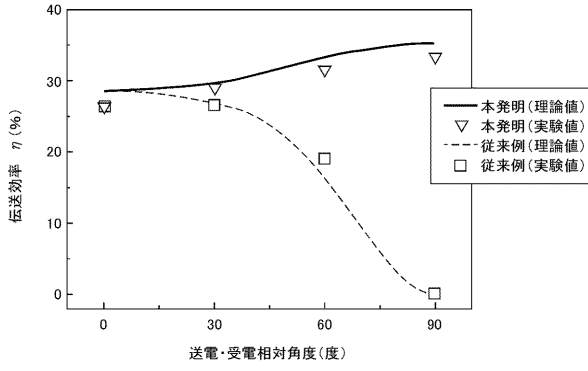


FIG.3

【 図 4 】

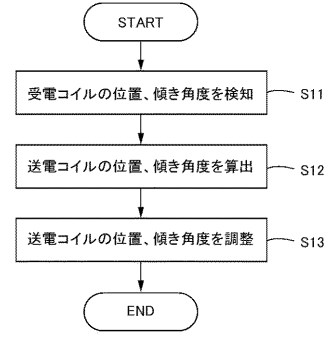


FIG.4

【 図 5 】

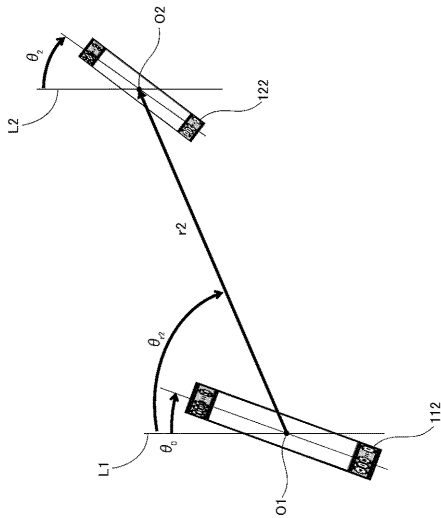


FIG.5

【 図 6 】

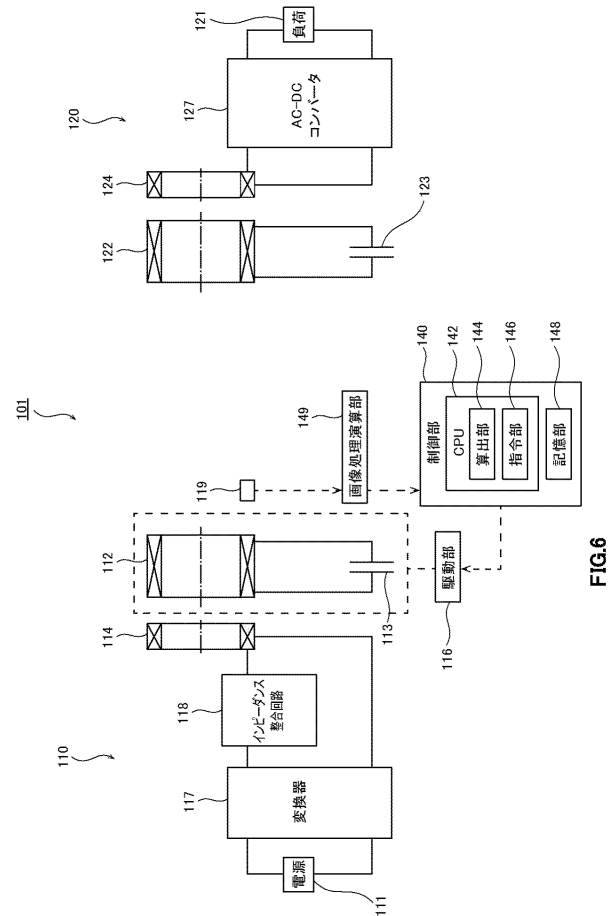


FIG.6



【図7】

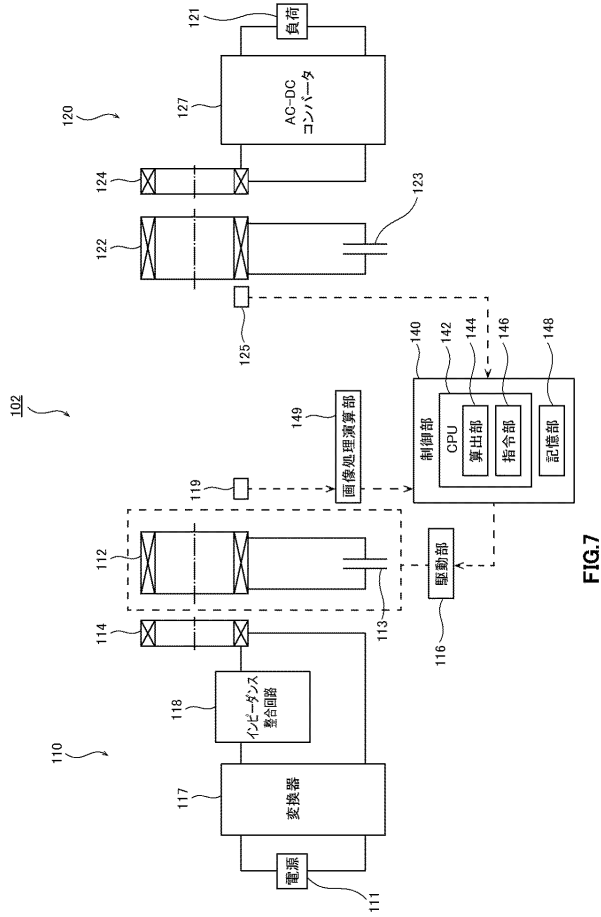


FIG.7

【図8】

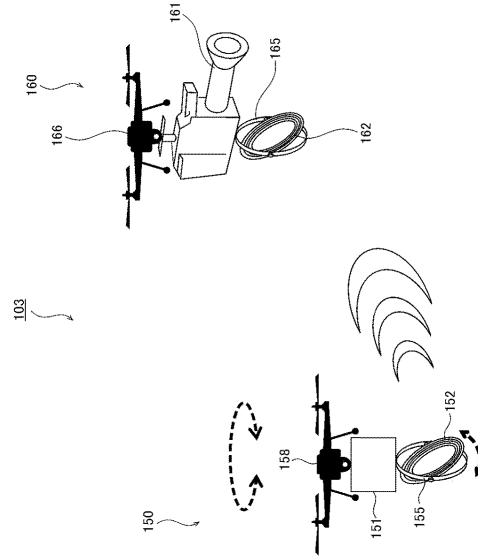


FIG.8

【図9】

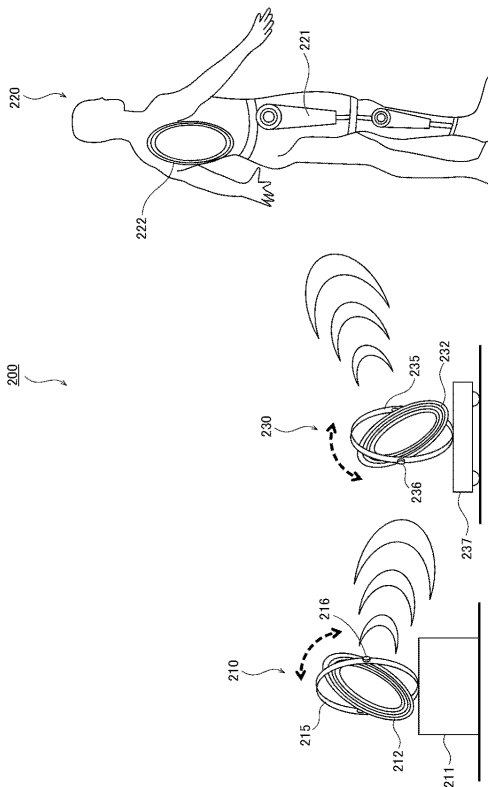


FIG.9

【図10】

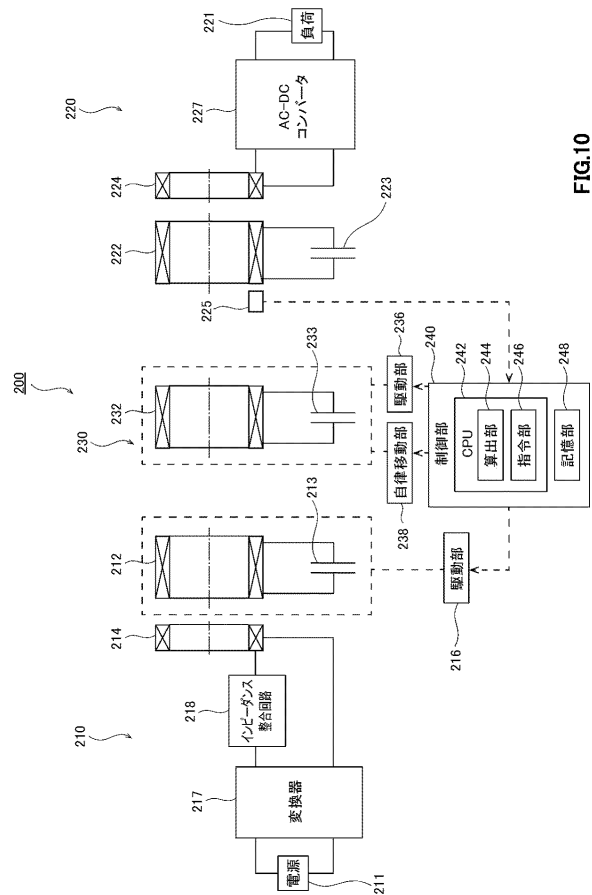


FIG.10

【図 1 1】

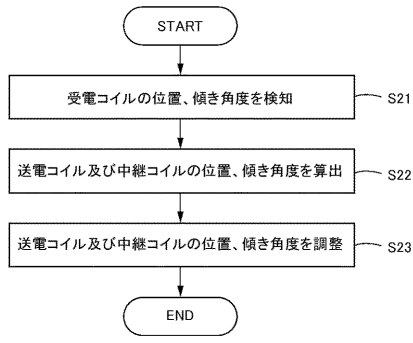


FIG.11

【図 1 2】

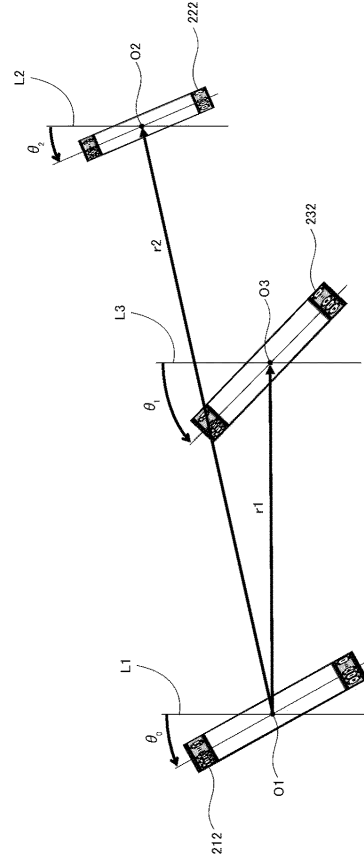


FIG.12

【図 1 3】

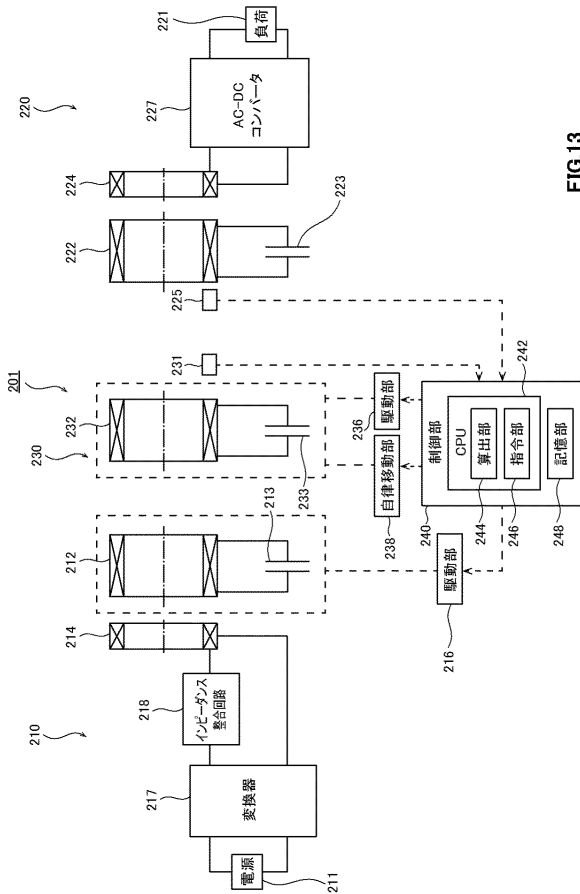


FIG.13

【図 1 4】

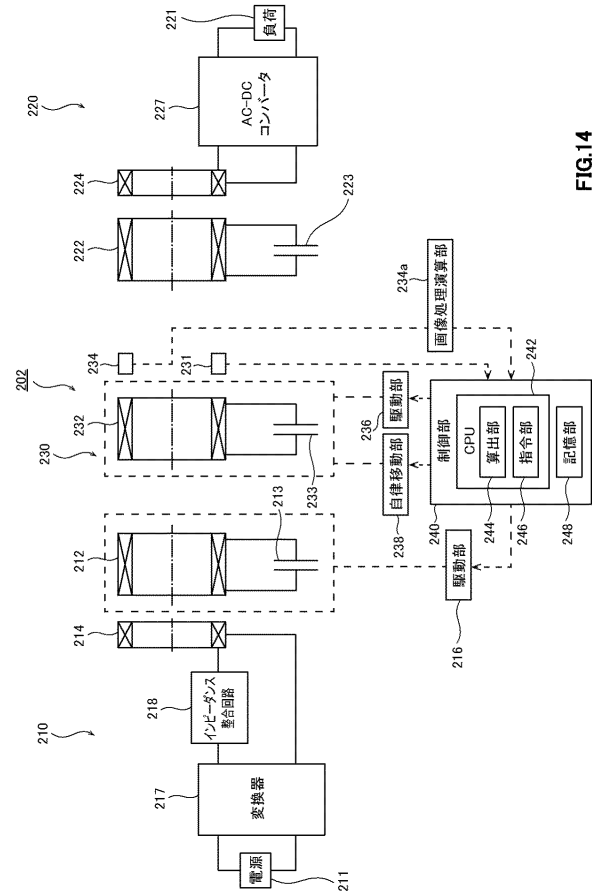


FIG.14

【図15】

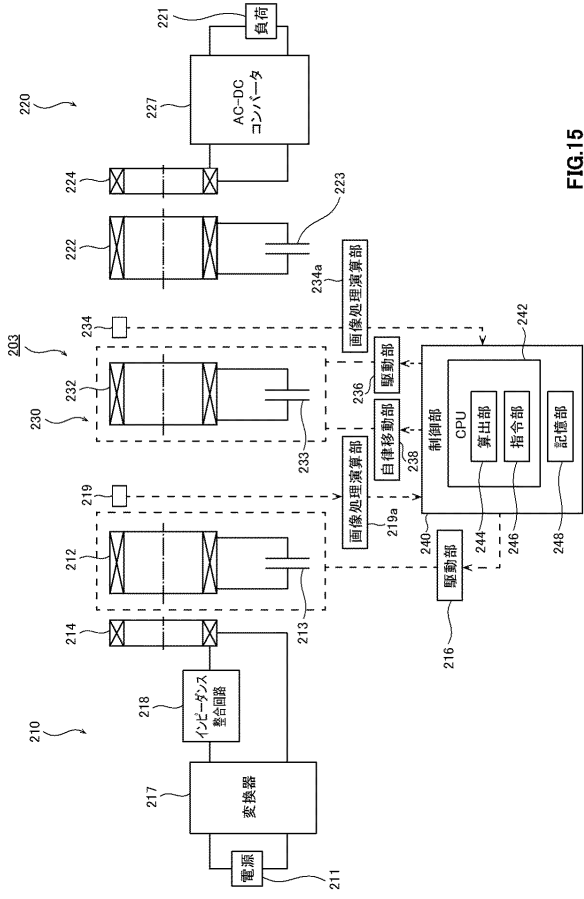


FIG.15

【図16】

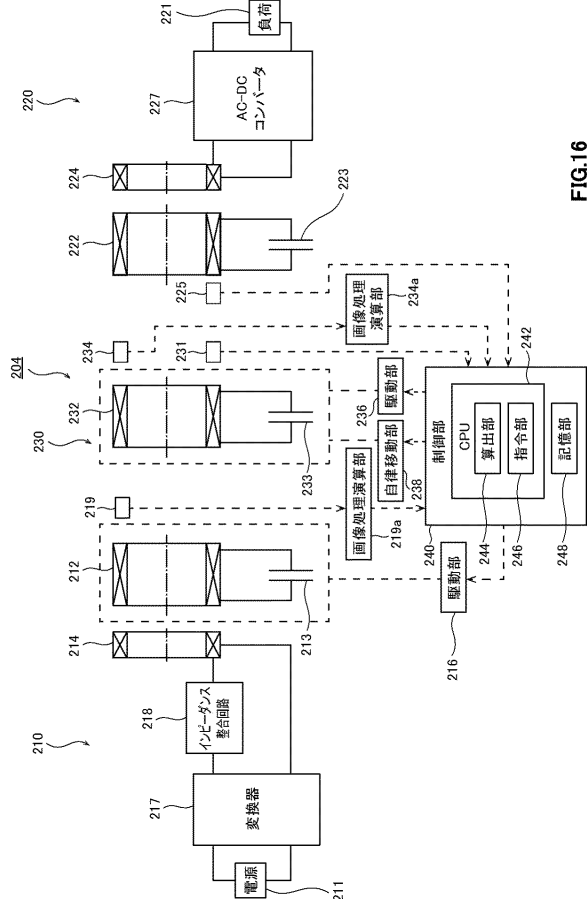


FIG.16

【図17】

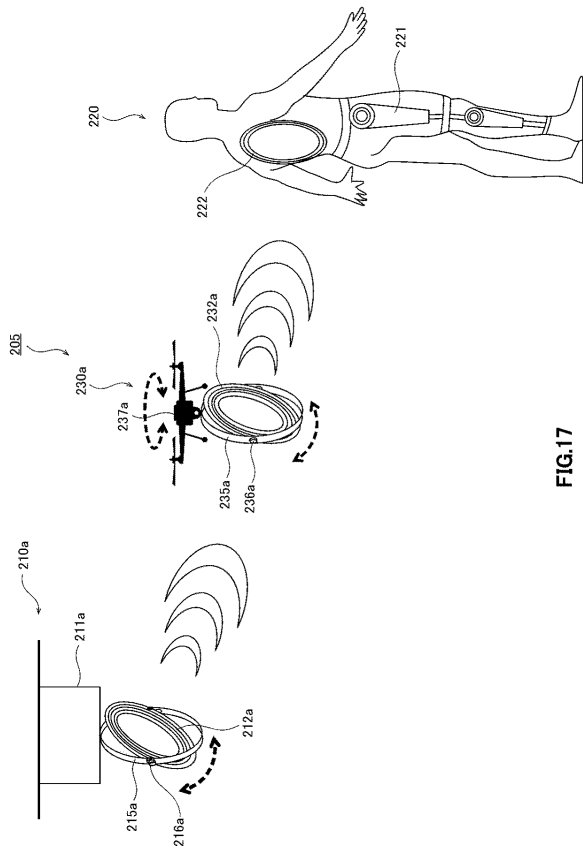


FIG.17

【図18】

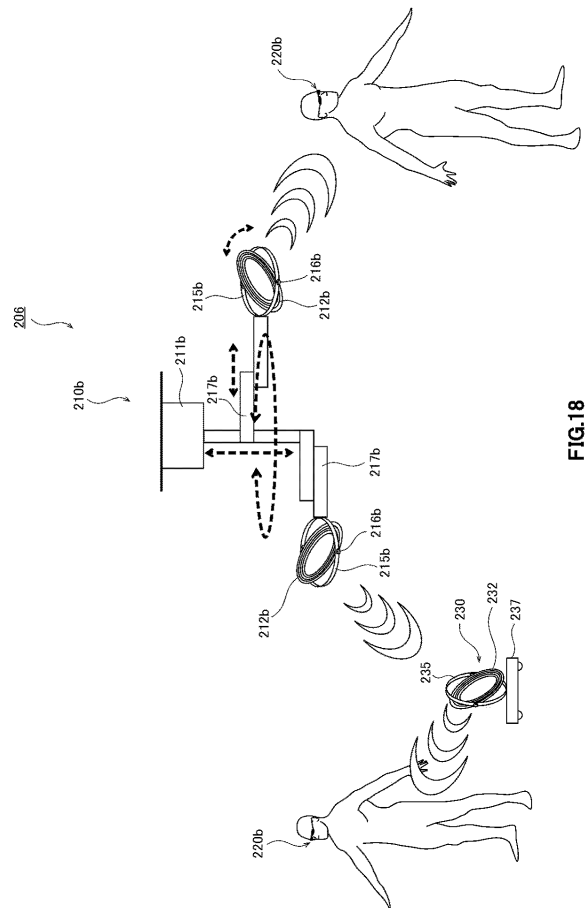


FIG.18

【 図 19 】

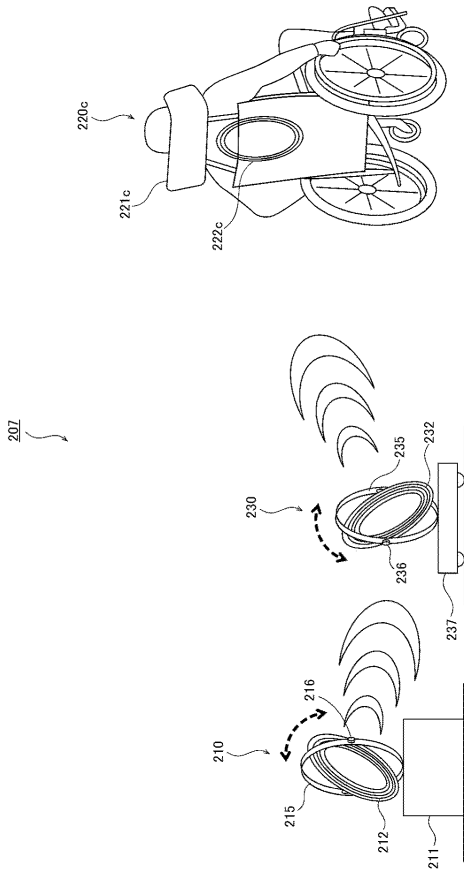


FIG.19

【 図 20 】

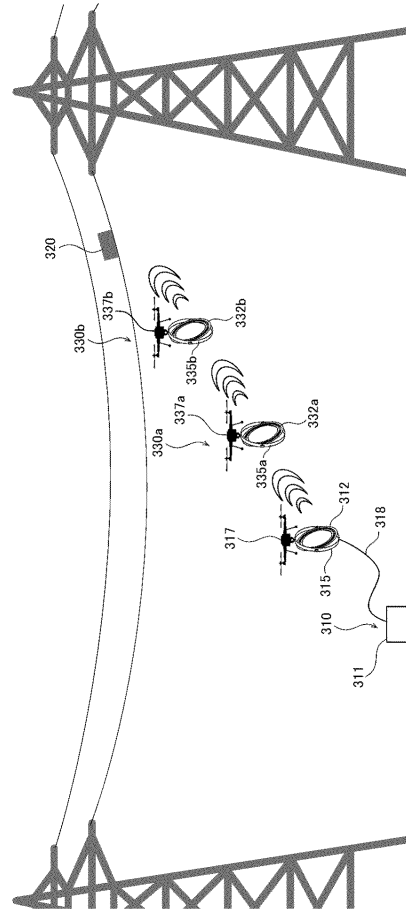


FIG.20

【 図 21 】

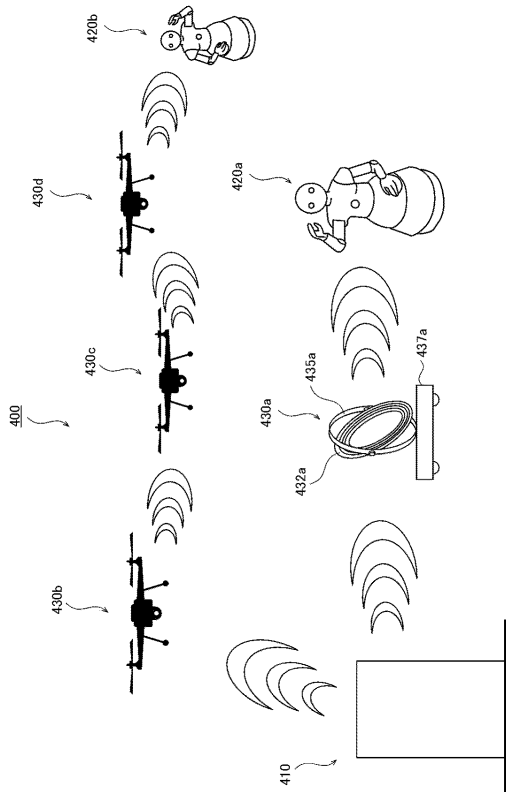


FIG.21

## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2017/042525
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> Int.Cl. H02J50/90 (2016.01) i, H01F38/14 (2006.01) i, H02J7/00 (2006.01) i, H02J50/12 (2016.01) i, H02J50/40 (2016.01) i, H02J50/50 (2016.01) i, H02J50/80 (2016.01) i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl. H02J50/90, H01F38/14, H02J7/00, H02J50/12, H02J50/40, H02J50/50, H02J50/80  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2017 Registered utility model specifications of Japan 1996-2017 Published registered utility model applications of Japan 1994-2017  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2013-536664 A (ACCESS BUSINESS GROUP INTERNATIONAL LLC) 19 September 2013, "background of the invention", "problem to be solved by the invention" & US 2011/0304216 A1 & WO 2011/156555 A2, background of the invention & CA 2801920 A1 & KR 10-2013-0087489 A	1, 2 3-9
X Y	JP 2016-197943 A (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 24 November 2016, fig. 1, 2, 6, 9, 10, paragraphs [0025], [0030] & US 2016/0294196 A1, fig. 1, 2, 6, 9, 10, paragraphs [0039], [0046]-[0050] & EP 3093956 A1 & CN 106059115 A	1, 2 3-9
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 12.12.2017		Date of mailing of the international search report 20.02.2018
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/JP2017/042525

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2011-147280 A (SONY CORPORATION) 28 July 2011, fig. 4, paragraphs [0034], [0040], [0046] & US 2011/0175455 A1, fig. 4, paragraphs [0062]-[0065], [0086], [0087], [0095], [0096] & CN 102130511 A	1, 2, 5, 6 3, 4, 7-9
Y	JP 2013-243923 A (FUJITSU LIMITED) 05 December 2013, fig. 1, 2, 4, 7, paragraph [0042] & US 2011/0316334 A1, fig. 1, 2, 4, 7, paragraph [0048] & WO 2010/106636 A1 & EP 2410630 A1 & KR 10-2011-0114715 A & CN 102349214 A	7, 9
X Y	JP 2012-157167 A (DENSO CORPORATION) 16 August 2012, fig. 1, 6, paragraph [0116] (Family: none)	1-4 5-9

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 7 / 0 4 2 5 2 5	
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H02J50/90(2016.01)i, H01F38/14(2006.01)i, H02J7/00(2006.01)i, H02J50/12(2016.01)i, H02J50/40(2016.01)i, H02J50/50(2016.01)i, H02J50/80(2016.01)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. H02J50/90, H01F38/14, H02J7/00, H02J50/12, H02J50/40, H02J50/50, H02J50/80			
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 1971-2017年 日本国実用新案登録公報 1996-2017年 日本国登録実用新案公報 1994-2017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 2013-536664 A (アクセス ビジネス グループ インターナショナル リミテッド ライアビリティ カンパニー) 2013.09.19, 【背景技術】、【発明が解決しようとする課題】 & US 2011/0304216 A1 & WO 2011/156555 A2 (BACKGROUND OF THE INVENTION) & CA 2801920 A1 & KR 10-2013-0087489 A	1, 2 3-9	
X Y	JP 2016-197943 A (パナソニック IPマネジメント株式会社) 2016.11.24, 図 1, 2, 6, 9, 10, 【0025】、【0030】 & US 2016/0294196 A1 (Figs. 1, 2, 6, 9, 10, [0039], [0046]-[0050]) & EP	1, 2 3-9	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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、一般的な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			
国際調査を完了した日 12.12.2017		国際調査報告の発送日 20.02.2018	
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) 坂東 博司 電話番号 03-3581-1101 内線 3568	5T 4234

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 7 / 0 4 2 5 2 5
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
	3093956 A1 & CN 106059115 A	
X Y	JP 2011-147280 A (ソニー株式会社) 2011.07.28, 図4、【0034】、 【0040】、【0046】 & US 2011/0175455 A1 (Fig. 4, [0062]-[0065], [0086], [0087], [0095], [0096]) & CN 102130511 A	1, 2, 5, 6 3, 4, 7-9
Y	JP 2013-243923 A (富士通株式会社) 2013.12.05, 図1, 2, 4, 7、【0042】 & US 2011/0316334 A1 (Figs. 1, 2, 4, 7, [0048]) & WO 2010/106636 A1 & EP 2410630 A1 & KR 10-2011-0114715 A & CN 102349214 A	7, 9
X Y	JP 2012-157167 A (株式会社デンソー) 2012.08.16, 図1, 6、【0 116】 (ファミリーなし)	1-4 5-9



## フロントページの続き

(81)指定国・地域 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(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), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。