

(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2011-120382

(P2011-120382A)

(43) 公開日 平成23年6月16日 (2011.6.16)

(51) Int.Cl.		F I			テーマコード (参考)
<b>H02J</b> 17/00	<b>(2006.01)</b>	H02J	17/00	B	5H105
<b>B60L</b> 11/18	<b>(2006.01)</b>	B60L	11/18	ZHVC	5H115
<b>B60L</b> 5/00	<b>(2006.01)</b>	B60L	5/00	B	

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2009-275665 (P2009-275665)  
 (22) 出願日 平成21年12月3日 (2009.12.3)

(71) 出願人 000003207  
 トヨタ自動車株式会社  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地  
 (74) 代理人 100064746  
 弁理士 深見 久郎  
 (74) 代理人 100085132  
 弁理士 森田 俊雄  
 (74) 代理人 100096781  
 弁理士 堀井 豊  
 (74) 代理人 100111246  
 弁理士 荒川 伸夫  
 (72) 発明者 中村 達  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

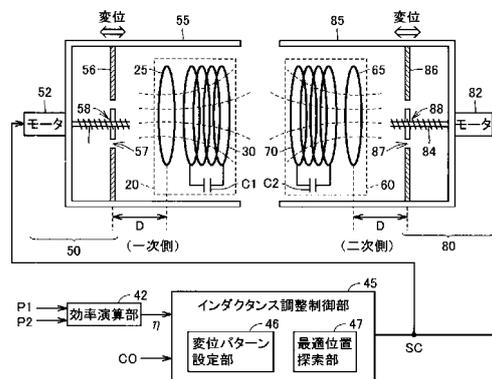
(54) 【発明の名称】 非接触給電設備、非接触受電装置および非接触給電システム

(57) 【要約】

【課題】可変容量コンデンサを設けることなく、非接触給電の共鳴系における共振周波数を調整可能な機構を実現する。

【解決手段】一次側（給電設備）の一次自己共振コイル30と二次側（受電装置）の二次自己共振コイル70とが電磁場を介して共鳴することにより、一次側から二次側への非接触給電が行なわれる。コイルユニット20, 60を格納する電磁シールド55, 85の一部を構成する可動部材であるシールド板56, 86に対応して、コイルユニット20, 60に対して変位させるための調整機構50, 80が設けられる。コイルユニット20, 60に対するシールド板56, 86の相対位置（距離D）を調整することにより、一次自己共振コイル30および二次自己共振コイル70のインダクタンスおよび共振周波数が調整できる。

【選択図】 図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

所定の送電周波数によって高周波電力を出力するように構成された電源装置と、  
受電装置の受電用共鳴器と電磁場を介して共鳴することにより、前記電源装置からの電力を前記受電装置へ非接触で送電するための送電用共鳴器とを備え、

前記送電用共鳴器は、

前記高周波電力を給電されることによって、前記電磁場を発生するように構成された一次自己共振コイルを含み、

前記一次自己共振コイルを格納し、かつ、前記受電用共鳴器へ向けた開口部が設けられるように構成された電磁シールドと、

外力によって移動可能に構成された前記電磁シールドの可動部材を前記一次自己共振コイルに対して変位させることによって、前記一次自己共振コイルのインダクタンスを調整するための調整機構とをさらに備える、非接触給電設備。

10

**【請求項 2】**

前記電源装置および前記送電用共鳴器を制御するための制御装置をさらに備え、

前記調整機構は、前記可動部材の変位力を発生するための、前記制御装置によって制御されるアクチュエータを含み、

前記制御装置は、

前記送電用共鳴器から前記受電用共鳴器への送電効率を求めるとの効率取得部と、

前記一次自己共振コイルに対する前記可動部材の相対位置を制御するための前記アクチュエータの制御指示を生成するためのインダクタンス調整制御部とを含み、

20

前記インダクタンス調整制御部は、

前記電源装置が前記所定の送電周波数にて前記高周波電力を発生している状態下で、前記相対位置を段階的に変化させるように前記制御指示を生成するための変位設定部と、

前記変位設定部により段階的に変化される前記相対位置のそれぞれにおける前記送電効率から、前記送電効率が最大となる前記相対位置に対応する最適位置を探索するための最適位置探索部とを含む、請求項 1 記載の非接触給電設備。

**【請求項 3】**

前記制御装置は、前記非接触給電設備から前記受電装置への送電処理の開始の際に、前記変位設定部および前記最適位置探索部による前記最適位置の探索を実行し、前記可動部材の位置を前記調整機構によって前記最適位置に従って制御した後に、前記送電処理を実行する、請求項 2 記載の非接触給電設備。

30

**【請求項 4】**

前記最適位置の探索時における前記電源装置からの出力電力は、前記送電処理時における前記電源装置からの出力電力よりも小さい、請求項 3 記載の非接触給電設備。

**【請求項 5】**

前記可動部材は異なる材質で複数設けられ、

前記調整機構は、前記複数の可動部材のそれぞれについて、前記一次自己共振コイルに対する相対位置を独立に制御可能に構成される、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の非接触給電設備。

40

**【請求項 6】**

前記複数の可動部材は、材質がそれぞれ異なる第 1 および第 2 の可動部材を有し、

前記第 1 の可動部材の導電率は前記第 2 の可動部材の導電率よりも高い一方で、前記第 2 の可動部材の透磁率は前記第 1 の可動部材の透磁率よりも高い、請求項 5 記載の非接触給電設備。

**【請求項 7】**

電源装置から高周波電力を受ける送電用共鳴器と電磁場を介して共鳴することにより、前記送電用共鳴器からの送電電力を非接触で受電する受電用共鳴器を備え、

前記受電用共鳴器は、

前記電磁場を介して前記送電用共鳴器の一次自己共振コイルと共鳴することによって、

50

前記一次自己共振コイルから受電するように構成された二次自己共振コイルを含み、  
前記二次自己共振コイルを格納し、かつ、前記送電用共鳴器へ向けた開口部が設けられるように構成された電磁シールドと、

外力によって移動可能に構成された前記電磁シールドの可動部材を前記二次自己共振コイルに対して変位させることによって、前記二次自己共振コイルのインダクタンスを調整するための調整機構とをさらに備える、非接触受電装置。

【請求項 8】

前記受電用共鳴器を制御するための制御装置をさらに備え、

前記調整機構は、前記可動部材の変位力を発生するための、前記制御装置によって制御されるアクチュエータをさらに含み、

前記制御装置は、

前記送電用共鳴器から前記受電用共鳴器への送電効率を求めるための効率取得部と、

前記二次自己共振コイルに対する前記可動部材の相対位置を制御するための前記アクチュエータの制御指示を生成するためのインダクタンス調整制御部とを含み、

前記インダクタンス調整制御部は、

前記電源装置が前記所定の送電周波数にて前記高周波電力を発生している状態下で、相対位置を段階的に変化させるように前記制御指示を生成するための変位設定部と、

前記変位設定部により段階的に変化される前記相対位置のそれぞれにおける前記送電効率から、前記送電効率が最大となる前記相対位置に対応する最適位置を探索するための最適位置探索部とを含む、請求項 7 記載の非接触受電装置。

【請求項 9】

所定の高周波電力を送電するための給電設備と、

前記給電設備から送電された電力を非接触で受電するための受電装置とを備え、

前記給電設備は、

所定の送電周波数によって高周波電力を出力するように構成された電源装置と、

電磁場を介して共鳴することにより、前記電源装置からの高周波電力を前記受電装置へ非接触で送電するための送電用共鳴器とを含み、

前記送電用共鳴器は、

前記高周波電力を給電されることによって、前記電磁場を発生するように構成された一次自己共振コイルを有し、

前記給電設備は、

前記一次自己共振コイルを格納し、かつ、前記受電装置へ向けた開口部が設けられるように構成された送電側電磁シールドをさらに含み、

前記受電装置は、

前記送電用共鳴器からの送電電力を非接触で受電する受電用共鳴器を含み、

前記受電用共鳴器は、

前記電磁場を介して前記送電用共鳴器の一次自己共振コイルと共鳴することによって、前記一次自己共振コイルから受電するように構成された二次自己共振コイルを有し、

前記受電装置は、

前記二次自己共振コイルを格納し、かつ、前記送電用共鳴器へ向けた開口部が設けられるように構成された受電側電磁シールドをさらに含み、

前記給電設備および前記受電装置の少なくとも一方は、

前記一次自己共振コイルまたは前記二次自己共振コイルのインダクタンスを調整するための調整機構をさらに有し、

前記調整機構は、前記送電側電磁シールドまたは前記受電側電磁シールドのうちの外力によって移動可能に構成された可動部材を、前記一次自己共振コイルまたは前記二次自己共振コイルに対して変位させることによって、前記一次自己共振コイルまたは前記二次自己共振コイルのインダクタンスを調整するように構成される、非接触給電システム。

【請求項 10】

前記給電設備および前記受電装置を制御するための制御装置をさらに備え、

10

20

30

40

50

前記調整機構は、前記可動部材の変位力を発生するための、前記制御装置によって制御されるアクチュエータをさらに含み、

前記制御装置は、

前記送電用共鳴器から前記受電用共鳴器への送電効率を求めるための効率取得部と、

前記調整機構における、前記一次自己共振コイルまたは前記二次自己共振コイルに対する前記可動部材の相対位置を制御するための前記アクチュエータの制御指示を生成するためのインダクタンス調整制御部とを含み、

前記インダクタンス調整制御部は、

前記電源装置が前記所定の送電周波数にて前記高周波電力を発生している状態下で、相対位置を段階的に変化させるように前記制御指示を生成するための変位設定部と、

前記変位設定部により段階的に変化される前記相対位置のそれぞれにおける前記送電効率から、前記送電効率が最大となる前記相対位置に対応する最適位置を探索するための最適位置探索部とを有する、請求項 9 記載の非接触給電システム。

10

【請求項 11】

前記制御装置は、前記給電設備から前記受電装置への送電処理の開始の際に、前記変位設定部および前記最適位置探索部による前記最適位置の探索を実行し、前記可動部材の位置を前記調整機構によって前記最適位置に従って制御した後に、前記送電処理を実行する、請求項 10 記載の非接触給電システム。

【請求項 12】

前記最適位置の探索時における前記電源装置からの出力電力は、前記送電処理時における前記電源装置からの出力電力よりも小さい、請求項 11 記載の非接触給電システム。

20

【請求項 13】

前記給電設備および前記受電装置の各々は、前記調整機構を有し、

前記インダクタンス調整制御部は、前記送電用共鳴器の前記調整機構における、前記一次自己共振コイルに対する前記送電側電磁シールドの可動部材の相対位置と、前記受電用共鳴器の前記調整機構における、前記二次自己共振コイルに対する前記受電側電磁シールドの可動部材の相対位置とを共通に制御する、請求項 10 ~ 12 のいずれか 1 項に記載の非接触給電システム。

【請求項 14】

前記可動部材は異なる材質で複数設けられ、

前記調整機構は、前記複数の可動部材のそれぞれについて、前記一次自己共振コイルまたは前記二次自己共振コイルに対する相対位置を独立に制御可能に構成される、請求項 9 ~ 13 のいずれか 1 項に記載の非接触給電システム。

30

【請求項 15】

前記複数の可動部材は、材質がそれぞれ異なる第 1 および第 2 の可動部材を有し、

前記第 1 の可動部材の導電率は前記第 2 の可動部材の導電率よりも高い一方で、前記第 2 の可動部材の透磁率は前記第 1 の可動部材の透磁率よりも高い、請求項 14 記載の非接触給電システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

この発明は、非接触給電設備、非接触受電装置および非接触給電システムに関し、より特定的には、送電側および受電側の間での電磁場を介した共鳴によって非接触給電を行なう非接触給電設備、非接触受電装置および非接触給電システムに関する。

【背景技術】

【0002】

環境に配慮した車両として、電気自動車やハイブリッド自動車などの電動車両が注目されている。これらの車両は、走行駆動力を発生する電動機と、その電動機に供給される電力を加える充電可能な蓄電装置とを搭載する。なお、ハイブリッド自動車は、電動機とともに内燃機をさらに動力源として搭載した自動車や、車両駆動用の直流電源として蓄電装

50

置とともに燃料電池をさらに搭載した自動車である。

【0003】

ハイブリッド自動車においても、電気自動車と同様に、車両外部の電源から車載の蓄電装置を充電可能な構成が知られている。たとえば、家屋に設けられた電源コンセントと車両に設けられた充電口とを充電ケーブルで接続することにより、一般仮定の電源から蓄電装置を充電可能ないわゆる「プラグイン・ハイブリッド自動車」が知られている。

【0004】

一方、送電方法として、電源コードや送電ケーブルを用いないワイヤレス送電が近年注目されている。このワイヤレス送電技術としては、有力なものとして、電磁誘導を用いた送電、マイクロ波を用いた送電、および共鳴法による送電の3つの技術が知られている。このうち、共鳴法は、1対の共鳴器（たとえば1対の自己共振コイル）を電磁場（近接場）において共鳴させ、電磁場を介して送電する非接触の送電技術である。

10

【0005】

特開2009-106136号公報（特許文献1）には、共鳴法によって車両外部の電源からワイヤレスで受電した電力によって、車載蓄電装置を充電可能な電動車両の構成が記載されている。

【0006】

また、特開2004-72832号公報（特許文献2）には、非接触給電装置において、可変容量コンデンサを配置することによって受電回路の共振周波数を調整可能とする構成が記載されている。これにより、受電回路のインダクタンスが変化した場合でも、可変容量コンデンサの容量を変化させることによって、負荷に供給される電圧を一定に維持するとともに、負荷に必要な電圧を必要なときにだけ供給することが可能となることが記載されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2009-106136号公報

【特許文献2】特開2004-72832号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0008】

特許文献1に記載したような、電動車両への非接触給電においても、自己共振コイル間の位置関係等に応じて、共鳴系での共振周波数が当初の設計値からずれる虞がある。一方で、共鳴法による非接触送電における送電周波数は、共鳴系の共振周波数に対応して所定周波数に設定されるため、上記のような現象が生じると、送電時の効率（以下、単に送電効率と称する）が低下することが懸念される。

【0009】

特許文献2に記載された可変容量コンデンサを共鳴系に配置すれば、インダクタンスの変化を相殺するようにキャパシタンスを調整することによって、共振周波数を調整することが可能となる。共振周波数を調整することによって、送電効率を維持することが可能となる。

40

【0010】

しかしながら、可変容量コンデンサを新たに設けることにより、装置の大型化およびコスト上昇が懸念される。その一方で、コイルの設計のみによって、インダクタンス調整を行なうことは、設計上困難である。

【0011】

この発明は、このような問題点を解決するためになされたものであって、この発明の目的は、可変容量コンデンサを設けることなく、可変容量コンデンサを設けることなく、非接触給電の共鳴系における共振周波数を調整可能な機構を提供することである。

【課題を解決するための手段】

50

## 【0012】

この発明によれば、非接触給電設備は、電源装置と、送電用共鳴器と、電磁シールドと、調整機構とを備える。電源装置は、所定の送電周波数によって高周波電力を出力するように構成される。送電用共鳴器は、受電装置の受電用共鳴器と電磁場を介して共鳴することにより、電源装置からの電力を受電装置へ非接触で送電するように構成される。送電用共鳴器は、高周波電力を給電されることによって、電磁場を発生するように構成された一次自己共振コイルを含む。電磁シールドは、一次自己共振コイルを格納し、かつ、受電用共鳴器へ向けた開口部が設けられるように構成される。調整機構は、外力によって移動可能に構成された電磁シールドの可動部材を一次自己共振コイルに対して変位させることによって、一次自己共振コイルのインダクタンスを調整するように構成される。

10

## 【0013】

好ましくは、非接触給電設備は、電源装置および送電用共鳴器を制御するための制御装置をさらに備える。調整機構は、可動部材の変位力を発生するための、制御装置によって制御されるアクチュエータを含む。制御装置は、送電用共鳴器から受電用共鳴器への送電効率を求めるとの効率取得部と、一次自己共振コイルに対する可動部材の相対位置を制御するためのアクチュエータの制御指示を生成するためのインダクタンス調整制御部とを含む。インダクタンス調整制御部は、電源装置が所定の送電周波数にて高周波電力を発生している状態下で、相対位置を段階的に変化させるように制御指示を生成するための変位設定部と、変位設定部により段階的に変化される相対位置のそれぞれにおける送電効率から、送電効率が最大となる相対位置に対応する最適位置を探索するための最適位置探索部とを含む。

20

## 【0014】

さらに好ましくは、制御装置は、非接触給電設備から受電装置への送電処理の開始の際に、変位設定部および最適位置探索部による最適位置の探索を実行し、可動部材の位置を調整機構によって最適位置に従って制御した後に、送電処理を実行する。特に、最適位置の探索時における電源装置からの出力電力は、送電処理時における電源装置からの出力電力よりも小さい。

## 【0015】

この発明によれば、非接触受電装置は、電源装置から高周波電力を受ける送電用共鳴器と電磁場を介して共鳴することにより、送電用共鳴器からの送電電力を非接触で受電する受電用共鳴器と、電磁シールドと、調整機構とを備える。受電用共鳴器は、電磁場を介して送電用共鳴器の一次自己共振コイルと共鳴することによって、一次自己共振コイルから受電するように構成された二次自己共振コイルを含む。電磁シールドは、二次自己共振コイルを格納し、かつ、送電用共鳴器へ向けた開口部が設けられるように構成される。調整機構は、外力によって移動可能に構成された電磁シールドの可動部材を二次自己共振コイルに対して変位させることによって、二次自己共振コイルのインダクタンスを調整するように構成される。

30

## 【0016】

好ましくは、非接触受電装置は、受電用共鳴器を制御するための制御装置をさらに備える。調整機構は、可動部材の変位力を発生するための、制御装置によって制御されるアクチュエータをさらに含む。制御装置は、送電用共鳴器から受電用共鳴器への送電効率を求めるとの効率取得部と、二次自己共振コイルに対する可動部材の相対位置を制御するためのアクチュエータの制御指示を生成するためのインダクタンス調整制御部とを含む。インダクタンス調整制御部は、電源装置が所定の送電周波数にて高周波電力を発生している状態下で、相対位置を段階的に変化させるように制御指示を生成するための変位設定部と、変位設定部により段階的に変化される相対位置のそれぞれにおける送電効率から、送電効率が最大となる相対位置に対応する最適位置を探索するための最適位置探索部とを含む。

40

## 【0017】

この発明によれば、非接触給電システムは、所定の高周波電力を送電するための給電設

50

備と、給電設備から送電された電力を非接触で受電するための受電装置とを備える。給電設備は、電源装置と、送電用共鳴器とを含む。電源装置は、所定の送電周波数によって高周波電力を出力するように構成される。送電用共鳴器は、電磁場を介して共鳴することにより、電源装置からの高周波電力を受電装置へ非接触で送電するように構成される。送電用共鳴器は、高周波電力を給電されることによって、電磁場を発生するように構成された一次自己共振コイルを有する。給電設備は、一次自己共振コイルを格納し、かつ、受電装置へ向けた開口部が設けられるように構成された送電側電磁シールドをさらに含む。受電装置は、送電用共鳴器からの送電電力を非接触で受電する受電用共鳴器を含む。受電用共鳴器は、電磁場を介して送電用共鳴器の一次自己共振コイルと共鳴することによって、一次自己共振コイルから受電するように構成された二次自己共振コイルを有する。受電装置は、二次自己共振コイルを格納し、かつ、送電用共鳴器へ向けた開口部が設けられるように構成された受電側電磁シールドをさらに含む。そして、給電設備および受電装置の少なくとも一方は、一次自己共振コイルまたは二次自己共振コイルのインダクタンスを調整するための調整機構をさらに含む。調整機構は、送電側電磁シールドまたは受電側電磁シールドのうちの外力によって移動可能に構成された可動部材を、一次自己共振コイルまたは二次自己共振コイルに対して変位させることによって、一次自己共振コイルまたは二次自己共振コイルのインダクタンスを調整するように構成される。

10

20

30

40

50

**【0018】**

好ましくは、非接触給電システムは、給電設備および受電装置を制御するための制御装置をさらに備える。調整機構は、可動部材の変位力を発生するための、制御装置によって制御されるアクチュエータをさらに含む。制御装置は、送電用共鳴器から受電用共鳴器への送電効率を求めるための効率取得部と、調整機構における、一次自己共振コイルまたは二次自己共振コイルに対する可動部材の相対位置を制御するためのアクチュエータの制御指示を生成するためのインダクタンス調整制御部とを含む。インダクタンス調整制御部は、電源装置が所定の送電周波数にて高周波電力を発生している状態下で、相対位置を段階的に変化させるように制御指示を生成するための変位設定部と、変位設定部により段階的に変化される相対位置のそれぞれにおける送電効率から、送電効率が最大となる相対位置に対応する最適位置を探索するための最適位置探索部とを有する。

**【0019】**

さらに好ましくは、制御装置は、給電設備から受電装置への送電処理の開始の際に、変位設定部および最適位置探索部による最適位置の探索を実行し、可動部材の位置を調整機構によって最適位置に従って制御した後に、送電処理を実行する。特に、最適位置の探索時における電源装置からの出力電力は、送電処理時における電源装置からの出力電力よりも小さい。

**【0020】**

あるいは好ましくは、送電用共鳴器および受電用共鳴器の各々は、調整機構を有する。そして、インダクタンス調整制御部は、送電用共鳴器の調整機構における、一次自己共振コイルに対する送電側電磁シールドの可動部材の相対位置と、受電用共鳴器の調整機構における、二次自己共振コイルに対する受電側電磁シールドの可動部材の相対位置とを共通に制御する。

**【0021】**

好ましくは、可動部材は異なる材質で複数設けられる。そして、調整機構は、複数の可動部材のそれぞれについて、一次自己共振コイルに対する相対位置を独立に制御可能に構成される。さらに好ましくは、複数の可動部材は、材質がそれぞれ異なる第1および第2の可動部材を有するとともに、第1の可動部材の導電率は第2の可動部材の導電率よりも高い一方で、第2の可動部材の透磁率は第1の可動部材の透磁率よりも高い。

**【発明の効果】****【0022】**

この発明によれば、可変容量コンデンサを設けることなく、非接触給電の共鳴系における共振周波数を調整可能な機構を実現することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0023】

【図1】この発明の実施の形態による非接触給電システムの全体構成図である。

【図2】図1に示した調整機構の構成例を説明する概念図である。

【図3】シールド板に設けられた貫通孔および空気孔の配置例を示す正面図である。

【図4】シールド板の変位に応じたインダクタンスの変化特性を説明する概念図である。

【図5】本発明の実施の形態による非接触給電システムにおけるインダクタンス調整機構を用いた非接触給電の制御処理手順の例を説明するフローチャートである。

【図6】インダクタンス調整処理の詳細な処理手順を説明するフローチャートである。

【図7】本発明の実施の形態による非接触給電システムにおけるインダクタンス調整機構を用いた非接触給電の制御処理手順の変形例を説明するフローチャートである。

【図8】調整機構の構成の変形例を説明する概念図である。

【図9】図1に示した受電装置を搭載した電動車両の一例として示されるハイブリッド自動車の概略構成図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0024】

以下に、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。なお以下では、図中の同一または相当部分には同一符号を付して、その説明は原則的に繰返さないものとする。

## 【0025】

図1は、この発明の実施の形態による非接触給電システムの全体構成図である。図1を参照して、非接触給電システムは、制御装置40と、給電設備100と、受電装置110とを備える。

## 【0026】

給電設備100は、高周波電源装置10と、電力計15と、コイルユニット20と、調整機構50とを含む。

## 【0027】

高周波電源装置10は、電力計15を介して一次コイル25に接続され、制御装置40から受ける駆動信号に基づいて所定の高周波電圧（たとえば数MHz～10数MHz程度）を発生することができる。高周波電源装置10は、たとえば正弦波インバータ回路から成り、制御装置40によって制御される。

## 【0028】

コイルユニット20は、一次コイル25および一次自己共振コイル30を含む。一次側のコイルユニット20は、「送電用共鳴器」の一実施例を構成する。

## 【0029】

一次コイル25は、一次自己共振コイル30と概ね同軸上に配設され、電磁誘導により一次自己共振コイル30と磁氣的に結合可能に構成される。そして、一次コイル25は、高周波電源装置10から供給される高周波電力を電磁誘導により一次自己共振コイル30へ給電する。

## 【0030】

一次自己共振コイル30は、両端がオープン（非接続）のLC共振コイルであり、受電装置110の二次自己共振コイル70（後述）と電磁場を介して共鳴することにより受電装置110へ非接触で電力を送電する。なお、容量C1は、一次自己共振コイル30の浮遊容量によって構成可能であるが、容量素子を実際に設けてもよい。

## 【0031】

電力計15は、高周波電源装置10からコイルユニット20へ供給される電力P1、すなわち、給電設備100による送電電力P1を検出する。

## 【0032】

調整機構50は、一次自己共振コイル30のインダクタンスL1および容量C1によって決まる共振周波数を変化させるために、少なくとも一次自己共振コイル30のインダク

10

20

30

40

50

タンスを調整するように設けられる。なお、一次コイル 25 および一次自己共振コイル 30 の間の電磁誘導による結合を考慮すれば、調整機構 50 は、一次コイル 25 および一次自己共振コイル 30 の両方のインダクタンスを調整するように設けられることが好ましい。

【0033】

受電装置 110 は、コイルユニット 60 と、電力計 75 と、調整機構 80 とを含む。コイルユニット 60 は、二次コイル 65 および二次自己共振コイル 70 を含む。二次側のコイルユニット 60 は、「受電用共鳴器」の一実施例を構成する。

【0034】

二次自己共振コイル 70 も、一次自己共振コイル 30 と同様に両端がオープン LC 共振コイルであり、一次自己共振コイル 30 と電磁場を介して共鳴することによって、給電設備 100 から非接触で電力を受電する。なお、容量 C2 についても、二次自己共振コイル 70 の浮遊容量によって構成可能であるが、容量素子を実際に設けてもよい。

【0035】

二次コイル 65 は、二次自己共振コイル 70 と概ね同軸上に配設され、電磁誘導により二次自己共振コイル 70 と磁氣的に結合可能に構成される。そして、二次コイル 65 は、二次自己共振コイル 70 により受電された電力を電磁誘導により取出すように構成される。

【0036】

電力計 75 は、二次コイルユニット 60 へ供給された電力 P2、すなわち、受電装置 110 による受電電力 P2 を検出する。

【0037】

調整機構 80 は、二次自己共振コイル 70 のインダクタンス L2 および容量 C2 によって決まる共振周波数を変化させるために、少なくとも二次自己共振コイル 70 のインダクタンスを調整するように設けられる。なお、二次コイル 65 および二次自己共振コイル 70 の間の電磁誘導による結合を考慮すれば、調整機構 80 は、二次コイル 65 および二次自己共振コイル 70 の両方のインダクタンスを調整するように設けられることが好ましい。

【0038】

制御装置 40 は、たとえば、図示しない CPU (Central Processing Unit) およびメモリを内蔵した電子制御ユニット (ECU: Electronic Control Unit) により構成され、当該メモリに記憶されたマップおよびプログラムに基づいて、所定の演算処理を実行するように構成される。あるいは、ECU の少なくとも一部は、電子回路等のハードウェアにより所定の数値・論理演算処理を実行するように構成されてもよい。

【0039】

制御装置 40 は、高周波電源装置 10 を制御するための駆動信号を生成し、その生成した駆動信号を高周波電源装置 10 へ出力する。そして、制御装置 40 は、高周波電源装置 10 を制御することによって一次自己共振コイル 30 から受電装置 110 の二次自己共振コイル 70 への給電を制御する。

【0040】

さらに、制御装置 40 は、電力計 15 および 75 によって検出された、送電電力 P1 および受電電力 P2 を受ける。なお、電力計 15, 75 によって電力を直接検出する構成に代えて、電流センサおよび電圧センサによる電流検出値および電圧検出値に基づく演算処理によって、送電電力 P1 および / または受電電力 P2 を求めてもよい。また、制御装置 40 は、調整機構 50, 80 によるインダクタンス調整を制御するための制御指示 SC を生成する。調整機構 50, 80 によるインダクタンス調整については、後ほど詳細に説明する。

【0041】

図 1 の構成例では、制御装置 40 は、給電設備 100 および受電装置 110 を包括的に制御する構成要素として示される。ただし、制御装置 40 のうちの給電設備 100 に関する

10

20

30

40

50

る制御部分を給電設備 100 の構成要素として設けることや、制御装置 40 のうちの受電装置 110 に関する制御部分を受電装置 110 の構成要素として設けることも可能である。

【0042】

図 1 に示した非接触給電システムでは、2つの音叉が共鳴するのと同様に、同じ固有振動数を有する2つのLC共振コイルが電磁場（近接場）において共鳴することによって、一方のコイルから他方のコイルへ電磁場を介して電力が伝送される。

【0043】

具体的には、給電設備 100 では、電磁誘導により一次コイル 25 と磁氣的に結合される一次自己共振コイル 30 へ、高周波電源装置 10 からの所定周波数の高周波電力を給電する。そして、コイル自身のインダクタンス L1 とおよび容量 C1 による LC 共振器である、一次自己共振コイル 30 は、一次自己共振コイル 30 と同じ共振周波数を有する二次自己共振コイル 70 と電磁場（近接場）を介して共鳴する。

【0044】

そうすると、一次自己共振コイル 30 から二次自己共振コイル 70 へ電磁場を介してエネルギー（電力）が移動する。二次自己共振コイル 70 へ移動したエネルギー（電力）は、電磁誘導により二次自己共振コイル 70 と磁氣的に結合される二次コイル 65 によって取出され、負荷 120 へ供給される。

【0045】

図 1 に示した非接触給電システムでは、一次自己共振コイル 30 および二次自己共振コイル 70 の共振周波数は、同一周波数となるように設計される。また、この共振周波数は、高周波電源装置 10 から出力される高周波電力の周波数（送電周波数）と一致することが好ましい。

【0046】

しかしながら、一次自己共振コイル 30 および二次自己共振コイル 70 の間の距離や設置状況の経時的な変化に応じて、共鳴系の共振周波数が変化する虞がある。あるいは、一次側（給電側）および二次側（受電側）の間で共鳴系の共振周波数が異なってくる虞もある。このような共振周波数の変化が生じると、給電設備 100 からの送電電力 P1 に対する受電装置での受電電力 P2 の比で示される送電効率（ $= P2 / P1$ ）が低下することが懸念される。

【0047】

したがって、この発明による非接触給電システムでは、給電設備 100 および受電装置 110 の少なくとも一方に、調整機構 50, 80 を設けることによって、一次側（給電側）および/または二次側（受電側）の共振周波数を調整する。

【0048】

図 2 は、図 1 に示した調整機構 50, 80 の構成例を説明する概念図である。

図 2 を参照して、一次側（給電設備 100）において、一次コイル 25 および一次自己共振コイル 30 は、同軸上の円環状に巻回されたコイルによって構成される。さらに、一次コイル 25 および一次自己共振コイル 30 を格納するように構成された電磁シールド 55 が設けられる。電磁シールド 55 には、コイルユニット 60、より特定的には、二次自己共振コイル 70 へ向けた開口部が設けられる。電磁シールド 55 は、電磁波を遮蔽可能な材質の部材（たとえば、銅やフェライト）で構成される。これにより、特に、一次自己共振コイル 30 によって発生された電磁波を、外部へ漏洩させることなく、効率的に二次自己共振コイル 70 へ作用させることが可能となる。

【0049】

電磁シールド 55 の一部は、外力によって移動可能なシールド板 56 により構成される。すなわち、シールド板 56 は「可動部材」の一実施例に対応する。一方で、コイルユニット 20 を構成する一次コイル 25 および一次自己共振コイル 30 は固定されているので、シールド板 56 の変位により、シールド板 56 およびコイルユニット 20 の距離 D、すなわちコイルユニット 20 に対するシールド板 56 の相対位置が変化する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 0 】

図 2 の構成例では、シールド板 5 6 は、シールド板 5 6 の貫通孔 5 8 に嵌合挿入されたウォームギヤ 5 4 のねじ部が回転するのに伴って移動するように構成される。さらに、ウォームギヤ 5 4 の回転に伴うシールド板 5 6 の移動がスムーズになるように、シールド板 5 6 には空気孔 5 7 がさらに設けられてもよい。

## 【 0 0 5 1 】

図 3 には、図 2 に断面が示されるシールド板 5 6 の正面図が示される。

図 3 を参照して、空気孔 5 7 は、シールド板 5 6 の中央に設けられた貫通孔 5 8 の周囲に設けられる。一般的に、一次コイル 2 5 および一次自己共振コイル 3 0 によって発生される電磁波は、コイル軸上の中心部付近では強度が低いので、シールド板 5 6 の中央部にこれらの孔を設けても、漏洩する電磁波の影響はそれ程大きくない。

10

## 【 0 0 5 2 】

再び図 2 を参照して、ウォームギヤ 5 4 は、モータ 5 2 の出力によって回転するように構成される。すなわち、モータ 5 2 は、シールド板 5 6 の変位力を発生するための、制御装置 4 0 によって制御可能なアクチュエータの代表例として示される。たとえば、モータ 5 2 は、制御装置 4 0 からの制御指示 S C に応じて出力が制御されるサーボモータによって構成される。

## 【 0 0 5 3 】

この結果、シールド板 5 6 およびコイルユニット 2 0 の距離 D を、制御指示 S C によって設定することができる。このように、アクチュエータによってシールド板 5 6 (可動部材) の変位を自動制御する構成とすれば、インダクタンス調整がより容易となる。この場合には、モータ 5 2 およびウォームギヤ 5 4 によって、調整機構 5 0 (図 1) が構成される。

20

## 【 0 0 5 4 】

上述のような、シールド板 5 6 の変位による相対位置 (距離 D) の変化に応じて、コイル (一次コイル 2 5 および一次自己共振コイル 3 0) のインダクタンスが調整できる。

## 【 0 0 5 5 】

図 4 を参照して、距離  $D = d_0$  (基準値) の状態から、シールド板 5 6 をコイルユニット 2 0 に近接するように変位させる、すなわち、距離 D を小さくすると、インダクタンス L は、 $d = d_0$  における基準インダクタンス  $L_0$  から変化する。その際の変化特性は、シールド板 5 6 の材質によって変化する。

30

## 【 0 0 5 6 】

具体的には、透磁率が高い材質 (たとえば、フェライト) によってシールド板 5 6 が構成されるときには、特性線 5 0 0 に示されるように、距離 D が小さくなるのに応じてインダクタンスが大きくなる。そして、その上昇度合 (変化レート) についても、シールド板 5 6 の材質 (透磁率) によって異なってくる。

## 【 0 0 5 7 】

反対に、導電率が高い材質 (たとえば、銅) によってシールド板 5 6 が構成されるときには、特性線 5 0 1 に示されるように、距離 D が小さくなるのに応じてインダクタンスが小さくなる。

40

## 【 0 0 5 8 】

このように、調整機構 5 0 は、シールド板 5 6 の変位により、すなわちコイルユニット 2 0 に対するシールド板 5 6 の相対位置 (距離 D) を変化させることによって、シールド板 5 6 の材質に応じて異なる特性に従って、少なくとも一次自己共振コイル 3 0 のインダクタンス  $L_1$  を変化させることができる。なお、図 2 の構成例では、距離 D に応じて、一次コイル 2 5 および一次自己共振コイル 3 0 の両方のインダクタンスを同方向に調整できる。

## 【 0 0 5 9 】

ここで、一次自己共振コイル 3 0 の共振周波数  $f_{r1}$  は、インダクタンス  $L_1$  および容量  $C_1$  を用いて、下記 (1) 式で示される。

50

## 【 0 0 6 0 】

$$f_{r1} = 1 / (2 \cdot (L1 \cdot C1)^{1/2}) \quad \dots (1)$$

したがって、一次側の共鳴系における共振周波数  $f_{r1}$  が当初の設計値からずれた場合にも、調整機構 50 によるインダクタンス  $L1$  の調整により共振周波数  $f_{r1}$  を変化させることができる。

## 【 0 0 6 1 】

同様に、二次側（受電装置 110）において、二次コイル 65 および二次自己共振コイル 70 は、同軸上の円環状に巻回されたコイルによって構成される。さらに、二次コイル 65 および二次自己共振コイル 70 を格納するように構成された電磁シールド 85 が設けられる。電磁シールド 85 には、コイルユニット 20、より特定的には、一次自己共振コイル 30 へ向けた開口部が設けられる。

10

## 【 0 0 6 2 】

電磁シールド 85 は、電磁シールド 55 と同様に、電磁波を遮蔽可能な材質の部材（たとえば、銅やフェライト）で構成され、かつ、その一部は、外力によって移動可能なシールド板 86 により構成される。すなわち、シールド板 86 は「可動部材」に対応する。

## 【 0 0 6 3 】

シールド板 86 には、シールド板 56 と同様に、中央部に空気孔 87 および貫通孔 88 が設けられる（図 3）。さらに、シールド板 86 は、貫通孔 88 に挿入されたウォームギヤ 84 のねじ部が回転するのに伴って移動するように構成される。

## 【 0 0 6 4 】

コイルユニット 60 を構成する二次コイル 65 および二次自己共振コイル 70 は固定されているので、シールド板 86 の変位により、シールド板 86 およびコイルユニット 60 の距離  $D$ 、すなわちコイルユニット 60 に対するシールド板 86 の相対位置が変化する。

20

## 【 0 0 6 5 】

ウォームギヤ 84 は、モータ 82 の出力によって回転するように構成される。すなわち、モータ 82 は、モータ 52 と同様に、シールド板 86 の変位力を発生するための、制御装置 40 によって制御可能なアクチュエータの代表例として示される。たとえば、モータ 82 は、制御装置 40 からの制御指示  $SC$  に応じて出力が制御されるサーボモータによって構成される。

## 【 0 0 6 6 】

この結果、シールド板 86 およびコイルユニット 60 の距離  $D$  を、制御指示  $SC$  によって指定することができる。このように、アクチュエータによってシールド板 86（可動部材）の変位を自動制御する構成とすれば、下記のインダクタンス調整がより容易となる。この場合には、モータ 82 およびウォームギヤ 84 によって、調整機構 80（図 1）が構成される。

30

## 【 0 0 6 7 】

調整機構 80 についても、シールド板 86 の変位により、すなわちコイルユニット 60 に対するシールド板 86 の相対位置（距離  $D$ ）を変化させることによって、少なくとも二次自己共振コイル 70 のインダクタンス  $L2$  を変化させることができる。なお、図 2 の構成例では、距離  $D$  に応じて、二次コイル 65 および二次自己共振コイル 70 の両方のインダクタンスを同方向に調整できる。また、距離  $D$  の変化に応じたインダクタンスの変化特性については、図 4 で説明したのと同様であるので、詳細な説明は繰返さない。

40

## 【 0 0 6 8 】

二次自己共振コイル 70 の共振周波数  $f_{r2}$  は、インダクタンス  $L2$  および容量  $C2$  を用いて、下記（2）式で示される。

## 【 0 0 6 9 】

$$f_{r2} = 1 / (2 \cdot (L2 \cdot C2)^{1/2}) \quad \dots (2)$$

したがって、二次側の共鳴系においても、調整機構 80 によるインダクタンス  $L2$  の調整により共振周波数  $f_{r2}$  を変化させることができる。

## 【 0 0 7 0 】

50

このように、この実施の形態による非接触給電システムでは、電磁シールド機構の一部によって構成される可動部材（シールド板 56, 86）の変位を調整することによって、可変容量コンデンサを配置することなく、非接触給電の共鳴系における共振周波数を調整可能な機構を実現することができる。

【0071】

さらに、この実施の形態による非接触給電システムでは、制御装置 40 により、インダクタンス調整制御を組み込んだ送電処理を実現することができる。

【0072】

再び図 2 を参照して、制御装置 40 は、調整機構 50, 80 を制御するために、効率演算部 42 と、インダクタンス調整制御部 45 とを含む。インダクタンス調整制御部 45 は、変位パターン設定部 46 および最適位置探索部 47 を有する。なお、効率演算部 42、インダクタンス調整制御部 45、変位パターン設定部 46、および最適位置探索部 47 の各機能ブロックは、制御装置 40 における所定プログラムの実行によるソフトウェア処理、あるいは、専用の電子回路構築によるハードウェア処理のいずれによって実現することも可能である。

10

【0073】

効率演算部 42 は、高周波電源装置 10 による送電時に、送電電力  $P_1$  に対する受電電力  $P_2$  の比に従って、送電効率（ $= P_2 / P_1$ ）を演算する。図 1 の構成例では、電力計 15, 75 の検出値に基づいて、送電効率を演算することができる。

【0074】

インダクタンス調整制御部 45 は、指示信号  $CO$  に応答してインダクタンスの調整処理を行なうために、コイルユニット 20, 60 に対するシールド板 56, 86 の相対位置（距離  $D$ ）を制御するための制御指示  $SC$  を発生する。上述のように、制御指示  $SC$  は、調整機構 50, 80 のアクチュエータ（モータ 52, 82）に与えられる。

20

【0075】

変位パターン設定部 46 は、指示信号  $CO$  が発生されると、調整機構 50, 80 における距離  $D$  を、所定パターンに従って段階的に変化させるように制御指示  $SC$  を発生する。これに応じて、調整機構 50, 80 における距離  $D$  が、所定パターンに従って、 $D = d_1 \sim d_n$ （ $n$ ：整数）の  $n$  段階に順次設定される。

【0076】

高周波電源装置 10 は、インダクタンスの調整処理時において、所定の送電周波数で高周波電力を出力する。ただし、この際の電力は、通常の送電処理における電力よりも小さいことが好ましい。

30

【0077】

インダクタンス調整制御部 45 は、距離  $D = d_1 \sim d_n$  のそれぞれにおける送電効率  $\eta_1 \sim \eta_n$  を、効率演算部 42 から取得できる。最適位置探索部 47 は、このように取得された送電効率  $\eta_1 \sim \eta_n$  に基づいて、送電効率  $\eta$  が最高値となる距離  $D$  を探索する。

【0078】

たとえば、送電効率  $\eta_1 \sim \eta_n$  のうちの最高値に対応する距離  $D$ （ $d_1 \sim d_n$  のうちのいずれか）を、最適位置を示す距離  $d_r$ （最適距離）とすることができる。あるいは、送電効率  $\eta_1 \sim \eta_n$  の推移をさらに考慮して、 $d_1 \sim d_n$  の各点間の中間値を最適距離  $d_r$  とすることもできる。すなわち、最適距離  $d_r$  は、送電効率  $\eta$  が最大となる、コイルユニット 20, 60 に対するシールド板 56, 86 の相対位置を示すものである。

40

【0079】

そして、インダクタンス調整制御部 45 は、距離  $D = d_r$  となるように、調整機構 50, 80 への制御指示  $SC$  を生成する。これにより、インダクタンスの調整処理の完了時には、調整機構 50, 80 によって、一次自己共振コイル 30 および二次自己共振コイル 70 の共振周波数（すなわち、共鳴系の共振周波数）が、送電効率  $\eta$  が最高値となる周波数に調整された状態となる。このような状態で通常の送電処理を行なうことにより、送電効率を確保した非接触給電が可能となる。

50

## 【 0 0 8 0 】

次に、図 5 および図 6 を用いて、本発明の実施の形態による非接触給電システムにおけるインダクタンス調整機構を用いた非接触給電の制御処理手順を説明する。図 5 を始めとするフローチャートの各ステップは、基本的には制御装置 4 0 によるソフトウェア処理によって実現されるが、ハードウェア処理によって実現されてもよい。

## 【 0 0 8 1 】

図 5 を参照して、制御装置 4 0 は、非接触給電の開始が指示されると、ステップ S 1 0 0 からの一連の制御処理を起動する。

## 【 0 0 8 2 】

制御装置 4 0 は、ステップ S 1 0 0 では、実際の送電処理の開始に先立って、共鳴系の共振周波数を調整するためのインダクタンス調整処理を実行する。これにより、図 2 の指示信号 C 0 が生成される。

10

## 【 0 0 8 3 】

図 6 は、図 5 の S 1 0 0 におけるインダクタンス調整処理の詳細な処理手順を示すフローチャートである。

## 【 0 0 8 4 】

図 6 を参照して、制御装置 4 0 は、ステップ S 1 1 0 では、高周波電源装置 1 0 の出力電力を、インダクタンス調整処理時における所定電力に設定する。この所定電力は、通常の送電処理時における送電電力よりも小さく設定される。

## 【 0 0 8 5 】

そして、制御装置 4 0 は、ステップ S 1 2 0 により、所定の測定パターンを開始する。この測定パターンは、たとえば、上述のように、距離 D を  $d_1 \sim d_n$  の  $n$  段階に設定するものである。

20

## 【 0 0 8 6 】

制御装置 4 0 は、ステップ S 1 2 2 では、測定パターンに従って、シールド板 5 6 , 8 6 の位置を設定する。たとえば、開始後の初回処理では、距離  $D = d_1$  となるように、シールド板 5 6 , 8 6 の位置を設定するための制御指示 S C が生成される。そして、制御装置 4 0 は、ステップ S 1 2 2 で設定したシールド板 5 6 , 8 6 の位置 ( 距離 D ) における、送電効率 (  $= P_2 / P_1$  ) を演算する。

## 【 0 0 8 7 】

制御装置 4 0 は、距離 D の設定 ( S 1 2 2 ) および対応する送電効率 の演算 ( S 1 2 4 ) が終了すると、ステップ S 1 2 5 により、測定パターンが終了したか否かを判定する。距離  $D = d_n$  であるとステップ S 1 2 5 は Y E S 判定とされて、処理がステップ S 1 3 0 で進められる。

30

## 【 0 0 8 8 】

制御装置 4 0 は、測定パターンが終了するまで ( S 1 2 5 の N O 判定時 ) 、ステップ S 1 2 2 , S 1 2 4 , S 1 2 5 を再実行する。これにより、測定パターンに従って、距離  $D = d_1 \sim d_n$  のそれぞれにおける送電効率  $1 \sim n$  が取得されるまで、ステップ S 1 2 2 ~ S 1 2 5 が繰り返し実行される。

## 【 0 0 8 9 】

制御装置 4 0 は、ステップ S 1 3 0 では、測定パターンに沿って取得された送電効率  $1 \sim n$  に基づいて、送電効率 が最高値となるシールド板 5 6 , 8 6 の最適位置を示す最適距離  $d_r$  を決定する。

40

## 【 0 0 9 0 】

そして、制御装置 4 0 は、ステップ S 1 4 0 では、ステップ S 1 3 0 で決定された最適位置 ( 最適距離  $d_r$  ) に従って、調整機構 5 0 , 8 0 の制御指示 S C を生成することにより、シールド板 5 6 , 8 6 の位置を設定する。

## 【 0 0 9 1 】

再び図 5 を参照して、制御装置 4 0 は、ステップ S 1 0 0 によるインダクタンス調整処理が終了すると、ステップ S 2 0 0 により、送電開始処理を実行する。これにより、高周

50

波電源装置 10 の出力電力が、通常送電処理時における送電電力（規格値）に設定される。そして、制御装置 40 は、ステップ S 300 により通常電力による送電処理を実行する。すなわち、ステップ S 300 による送電処理は、最適位置に従ってシールド板 56, 86 の位置が調整されて、一次自己共振コイル 30 および二次自己共振コイル 70 の共振周波数（すなわち、共鳴系の共振周波数）が調整された状態にて実行される。

【0092】

制御装置 40 は、ステップ S 300 による通常送電中には、ステップ S 400 により送電終了条件が終了しているかどうかを逐次判定する。

【0093】

送電終了条件は、たとえばユーザによる送電完了指示（スイッチオフ）に応答して成立する。あるいは、負荷 120（図 1）が蓄電装置（図示せず）を含み、当該蓄電装置の充電のために非接触給電が行なわれる場合には、充電完了に応答して送電終了条件を成立させてもよい。あるいは、給電設備 100（一次自己共振コイル 30）および受電装置 110（二次自己共振コイル 70）との位置関係によって送電が不可能であることが検出されたときに、自動的に送電終了条件を成立させてもよい。

10

【0094】

制御装置 40 は、送電終了条件が成立するまで（S 400 の NO 判定時）、ステップ S 300 を繰り返し実行することによって送電処理を継続する一方で、送電終了条件が成立すると（S 400 の YES 判定時）、ステップ S 500 により、送電処理を終了する。

【0095】

図 5 に示した非接触給電の制御処理手順に従えば、調整機構 50, 80 を自動制御によるインダクタンス調整によって、共鳴系の共振周波数を最適値に調整した後に、送電処理を実行できる。したがって、一次自己共振コイル 30 および二次自己共振コイル 70 の間の距離や設置状況の経時的な変化によって共鳴系の共振周波数が変化しても、送電効率が低下することを防止できる。

20

【0096】

なお、図 7 に示すように、インダクタンス調整処理については、送電処理の開始前だけでなく、送電処理の実行中にも定期的に行ってもよい。

【0097】

図 7 を参照して、制御装置は、ステップ S 100 A により、図 5 のステップ S 100 と同様に、送電処理の開始前にインダクタンス調整処理を実行する。そして、制御装置 40 は、インダクタンス調整処理（S 100 A）が終了すると、図 5 と同様のステップ S 200 および S 300 により、通常電力による送電処理を開始、実行する。ステップ S 300 による通常送電中には、図 5 と同様のステップ S 400 によって、送電終了条件が終了しているかどうかを逐次判定される。

30

【0098】

制御装置 40 は、送電終了条件の非成立時、すなわち送電処理の継続時（S 400 の NO 判定時）には、ステップ S 450 により、インダクタンス調整処理が必要であるかどうかをさらに判定する。

【0099】

たとえば、タイマによる計時値等を用いて一定時間の経過毎にインダクタンス調整処理を要求する、すなわち、ステップ S 450 を YES 判定とすることができる。あるいは、送電処理中（S 300）に、送電効率（ $= P2 / P1$ ）を逐次演算し、送電効率が所定の基準値よりも低下したときに、共振周波数のずれが発生していると判断して、インダクタンス調整処理を要求する、すなわちステップ S 450 を YES 判定とすることもできる。

40

【0100】

制御装置 40 は、インダクタンス調整処理が要求されると（S 450 の YES 判定時）、ステップ S 100 B により、図 2 の指示信号 CO を生成することによって、インダクタンス調整処理を実行する。ステップ S 100 B によるインダクタンス調整処理は、図 5 の

50

ステップ S 1 0 0 と同様であるので説明は繰返さない。

【 0 1 0 1 】

ただし、ステップ S 1 0 0 B によるインダクタンス調整処理の際には、高周波電源装置 1 0 の出力電力および測定パターンの段階数を、ステップ S 1 0 0 A とは異なるものとしてもよい。一例として、通常を送電電力のままに維持した状態でインダクタンス調整処理を実行したり、あるいは、測定パターンの段階数 ( n ) をステップ S 1 0 0 A のときより少なくしてもよい。

【 0 1 0 2 】

一方、制御装置 4 0 は、インダクタンス調整処理が不要であるとき ( S 4 5 0 の N O 判定時 ) には、ステップ S 1 0 0 B をスキップする。このように、要求に応じてインダクタンス調整処理を実行した上で、送電処理 ( S 3 0 0 ) が繰返し実行される。

10

【 0 1 0 3 】

図 5 ~ 図 7 のフローチャートに従えば、本発明の実施の形態による非接触給電システムでは、調整機構 5 0 , 8 0 におけるシールド板 5 6 , 8 6 ( 可動部材 ) を最適位置へ設定するためのインダクタンス調整処理を、送電処理の開始前および / または送電処理中に自動的に実行することができる。

【 0 1 0 4 】

( 調整機構の変形例 )

図 8 には、調整機構 5 0 , 8 0 の変形例が示される。

【 0 1 0 5 】

20

図 8 を参照して、変形例によれば、調整機構 5 0 , 8 0 において、可動部材であるシールド板が複数ずつ設けられる。たとえば、調整機構 5 0 には、シールド板 5 6 a , 5 6 b が設けられ、調整機構 8 0 にはシールド板 8 6 a , 8 6 b が設けられる。図示を省略しているが、各シールド板 5 6 a , 5 6 b , 8 6 a , 8 6 b には、図 3 のシールド板 5 6 , 5 8 と同様に、ウォームギヤ 5 4 , 8 4 、空気孔 5 7 , 8 7 、および、貫通孔 5 8 , 8 8 が設けられている。すなわち、各シールド板 5 6 a , 5 6 b , 8 6 a , 8 6 b は、図 3 のシールド板 5 6 , 5 8 と同様の機構により、変位可能に構成されている。

【 0 1 0 6 】

一次側 ( 給電設備 1 0 0 ) では、シールド板 5 6 a , 5 6 b にそれぞれ対応して独立のアクチュエータとして、モータ 5 2 a , 5 2 b が設けられる。モータ 5 2 a , 5 2 b に対しては、独立の制御指示 S C a , S C b が制御装置 4 0 から与えられる。すなわち、シールド板 5 6 a , 5 6 b については、コイルユニット 2 0 に対する相対位置 ( 距離 D a , D a + D b ) をそれぞれ独立に制御することが可能である。

30

【 0 1 0 7 】

二次側 ( 受電装置 1 1 0 ) についても、一次側と同様に、シールド板 8 6 a , 8 6 b にそれぞれ対応して独立のアクチュエータとして、モータ 8 2 a , 8 2 b が設けられる。モータ 8 2 a , 8 2 b に対しては、独立の制御指示 S C a , S C b が制御装置 4 0 から与えられる。すなわち、シールド板 8 6 a , 8 6 b については、コイルユニット 6 0 に対する相対位置 ( 距離 D a , D a + D b ) をそれぞれ独立に制御することが可能である。

40

【 0 1 0 8 】

これにより、調整機構 5 0 , 8 0 の各々におけるインダクタンス調整をさらに精密に行うことができる。

【 0 1 0 9 】

さらに、各調整機構 5 0 , 8 0 において、複数のシールド板 ( 5 6 a および 5 6 b 、 ならびに、 8 6 a および 8 6 b ) は、それぞれ異なる材質で構成することが好ましい。

【 0 1 1 0 】

たとえば、一方のシールド板に透磁率の高い材質 ( たとえばフェライト ) を適用した場合には、他方のシールド板には、導電率の高い反射型の材質 ( たとえば銅 ) を適用することが好ましい。すなわち、一方のシールド板の透磁率は他方のシールド板の透磁率よりも高くする一方で、他方のシールド板の導電率は一方のシールド板の導電率よりも高くなる

50

。このように組み合わせると、図4の特性から理解されるように、各調整機構50, 80におけるインダクタンスの調整可能範囲を広げることができる。

【0111】

( 電動車両への適用例 )

図9は、図1に示した受電装置110を搭載した電動車両の一例として示されるハイブリッド自動車の構成図である。

【0112】

図9を参照して、ハイブリッド自動車200は、蓄電装置210と、システムメインリレーSMRと、昇圧コンバータ220と、インバータ230, 232と、モータジェネレータ240, 242と、エンジン250と、動力分割装置260と、駆動輪270とを含む。また、ハイブリッド自動車200は、コイルユニット60と、電力計75と、調整機構80と、充電器280と、充電リレーCHRと、車両ECU290とをさらに含む。コイルユニット60は、二次コイル65および二次自己共振コイル70を含む。

10

【0113】

ハイブリッド自動車200は、エンジン250およびモータジェネレータ242を動力源として搭載する。エンジン250およびモータジェネレータ240, 242は、動力分割装置260に連結される。そして、ハイブリッド自動車200は、エンジン250およびモータジェネレータ242の少なくとも一方が発生する駆動力によって走行する。エンジン250が発生する動力は、動力分割装置260によって2経路に分割される。すなわち、一方は駆動輪270へ伝達される経路であり、もう一方はモータジェネレータ240へ伝達される経路である。

20

【0114】

モータジェネレータ240は、交流回転電機であり、たとえばロータに永久磁石が埋設された三相交流同期電動機から成る。モータジェネレータ240は、動力分割装置260を介してエンジン250の運動エネルギーを用いて発電する。たとえば、蓄電装置210の充電状態(「SOC(State Of Charge)」とも称される。)が予め定められた値よりも低くなると、エンジン250が始動してモータジェネレータ240により発電が行なわれ、蓄電装置210が充電される。

【0115】

モータジェネレータ242も、交流回転電機であり、モータジェネレータ240と同様に、たとえばロータに永久磁石が埋設された三相交流同期電動機から成る。モータジェネレータ242は、蓄電装置210に蓄えられた電力およびモータジェネレータ240により発電された電力の少なくとも一方を用いて駆動力を発生する。そして、モータジェネレータ242の駆動力は、駆動輪270に伝達される。

30

【0116】

また、車両の制動時や下り斜面での加速度低減時には、運動エネルギーや位置エネルギーとして車両に蓄えられた力学的エネルギーが駆動輪270を介してモータジェネレータ242の回転駆動に用いられ、モータジェネレータ242が発電機として作動する。これにより、モータジェネレータ242は、走行エネルギーを電力に変換して制動力を発生する回生ブレーキとして作動する。そして、モータジェネレータ242により発電された電力は、蓄電装置210に蓄えられる。

40

【0117】

動力分割装置260は、サンギヤと、ピニオンギヤと、キャリアと、リングギヤとを含む遊星歯車から成る。ピニオンギヤは、サンギヤおよびリングギヤと係合する。キャリアは、ピニオンギヤを自転可能に支持するとともに、エンジン250のクランクシャフトに連結される。サンギヤは、モータジェネレータ240の回転軸に連結される。リングギヤはモータジェネレータ242の回転軸および駆動輪270に連結される。

【0118】

システムメインリレーSMRは、蓄電装置210と昇圧コンバータ220との間に配設され、車両ECU290からの信号に応じて蓄電装置210を昇圧コンバータ220に電

50

氣的に接続する。昇圧コンバータ220は、蓄電装置210と接続された正極線PL1の電圧と、正極線PL2の電圧との間で直流電圧変換を行なう。なお、昇圧コンバータ220は、たとえば直流チョッパ回路から成り、正極線PL2の電圧を正極線PL1の電圧よりも高く制御することができる。インバータ230, 232は、それぞれモータジェネレータ240, 242を駆動する。なお、インバータ230, 232は、たとえば三相ブリッジ回路から成る。

#### 【0119】

図1と図9との対応関係を説明すると、ハイブリッド自動車200に、この実施の形態による受電装置110(図1)、すなわち、コイルユニット60(二次コイル65および二次自己共振コイル70)、電力計75、および、調整機構80が搭載されている。そして、充電器280から蓄電装置210までが、図1での負荷120に対応する。受電装置110の構成および動作については、上記と同様であるので詳細な説明は繰返さない。

10

#### 【0120】

充電器280は、二次コイル75によって取出された交流電力を、蓄電装置210の充電電力に変換するように構成された電力変換器である。充電リレーCHRは、充電器280と蓄電装置210との間に配設され、車両ECU290からの信号に応じて充電器280および蓄電装置210の間を電氣的に接続する。

#### 【0121】

車両ECU290は、走行モード時、システムメインリレーSMRをオンする一方で、充電リレーCHRをオフする。そして、車両ECU290は、車両の走行時、アクセル開度や車両速度、その他種々のセンサからの信号に基づいて、昇圧コンバータ220およびモータジェネレータ240, 242を駆動するための信号を生成し、その生成した信号を昇圧コンバータ220およびインバータ230, 232へ出力する。

20

#### 【0122】

また、車両ECU290は、給電設備100の制御装置40との間での通信機能を有する。すなわち、電力計75によって検知された受電電力P2を制御装置40に対して送信することや、調整機構80のアクチュエータの制御指示SCを制御装置40から受信することが可能である。

#### 【0123】

給電設備100(図1)からハイブリッド自動車200への給電が行なわれるとき、車両ECU290は、充電リレーCHRをオンにする。システムメインリレーSMRについては、基本的にはオフされるが、必要に応じてオンしてもよい。

30

#### 【0124】

これにより、二次自己共振コイル70によって受電された電力によって、蓄電装置210を充電することができる。その際に、車両ECU290を介して、調整機構80を制御することによって、共鳴系の共振周波数の調整によって送電効率を確保した上で、非接触給電により蓄電装置210を充電することができる。あるいは、車両ECU290を介することなく、給電設備100と制御装置40との間で直接データや信号の授受が可能ないように構成してもよい。

#### 【0125】

なお、システムメインリレーSMRおよび充電リレーCHRをともにオンさせることによって、車両の走行中に給電設備100から受電することも可能である。

40

#### 【0126】

また、上記においては、受電装置110を搭載した電動車両の一例として、動力分割装置260によりエンジン250の動力を分割して駆動輪270とモータジェネレータ240とに伝達可能なシリーズ/パラレル型のハイブリッド自動車について説明したが、この発明は、その他の形式のハイブリッド自動車にも適用可能である。

#### 【0127】

たとえば、モータジェネレータ240を駆動するためにのみエンジン250を用い、モータジェネレータ242でのみ車両の駆動力を発生する、いわゆるシリーズ型のハイブリ

50

ッド自動車や、エンジン 250 が生成した運動エネルギーのうち回生エネルギーのみが電気エネルギーとして回収されるハイブリッド自動車、エンジンを主動力として必要に応じてモータがアシストするモータアシスト型のハイブリッド自動車などにもこの発明は適用可能である。また、この発明は、エンジン 250 を備えずに電力のみで走行する電気自動車や、直流電源として蓄電装置 210 に加えて燃料電池をさらに備える燃料電池車にも適用可能である。

【0128】

以上説明したように、本発明の実施の形態による非接触給電システムでは、必要不可欠な構成要素である電磁シールドの一部を構成するシールド板 56, 86 (可動部材) を変位させることにより、可変容量素子等の新たな素子を設けることなく、共鳴系 (自己共振コイル 30, 70) の共振周波数を調整することができる。これにより、一次自己共振コイル 30 および二次自己共振コイル 70 の間の距離や設置状況の経時的な変化によって、共鳴系の共振周波数が当初の設計値からずれた場合でも、送電効率を確保することが可能となる。

10

【0129】

さらに、制御装置 40 によって制御されるアクチュエータ (モータ 52, 52a, 52b, 82, 82a, 82b) を用いることによって、調整機構 50, 80 によるインダクタンス調整が容易となる。特に、調整機構 50, 80 において、シールド板 56, 86 (可動部材) を最適位置へ設定するインダクタンス調整処理を自動的に実行できる。さらに、このようなインダクタンス調整処理を、非接触給電時の適切なタイミング (送電処理の開始前および / または送電処理中) に自動的に実行することができる。

20

【0130】

なお、以上の実施の形態では、給電側および受電側の対称性を考慮して、給電設備 100 の調整機構 50 および受電装置 110 の調整機構 80 の両方が設けられた構成において、調整機構 50, 80 のそれぞれにおける、シールド板 56, 86 (可動部材) の位置 (距離 D, Da, Db) を共通に制御する構成を説明した。しかしながら、調整機構 50 および 80 のそれぞれにおいて、シールド板 56, 86 (可動部材) の位置を独立に制御することも可能である。

【0131】

また、以上の実施の形態では、好ましい態様として、給電設備 100 の調整機構 50 および受電装置 110 の調整機構 80 の両方が設けられた構成を説明したが、調整機構 50 および 80 の一方のみを配置する構成とすることも原理上可能である。

30

【0132】

また、図 3 等で例示した、ウォームギヤ 54, 84 によってシールド板 56, 86 を変位させる構成は、調整機構の構成例の一例に過ぎず、コイルユニット 20, 60 (自己共振コイル 30, 70) に対して、可動部材であるシールド板 56 (56a, 56b), 86 (86a, 86b) を変位可能であれば、いかなる構成についても調整機構 50, 80 として採用可能である点について、確認的に記載する。

【0133】

また、上記の実施の形態においては、一次コイル 25 を用いて電磁誘導により一次自己共振コイル 30 への給電を行ない、二次コイル 65 を用いて電磁誘導により二次自己共振コイル 70 から電力を取出すものとしたが、一次コイル 25 を設けることなく高周波電源装置 10 から一次自己共振コイル 30 へ直接給電し、二次コイル 65 を設けることなく二次自己共振コイル 70 から電力を直接取出してもよい。すなわち、一次側のコイルユニット 20 が一次自己共振コイル 30 のみによって構成され、二次側のコイルユニット 60 が二次自己共振コイル 70 のみによって構成されてもよい。

40

【0134】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図され

50

る。

【産業上の利用可能性】

【0135】

この発明は、送電側および受電側の間での電磁場を介した共鳴による非接触給電に適用できる。

【符号の説明】

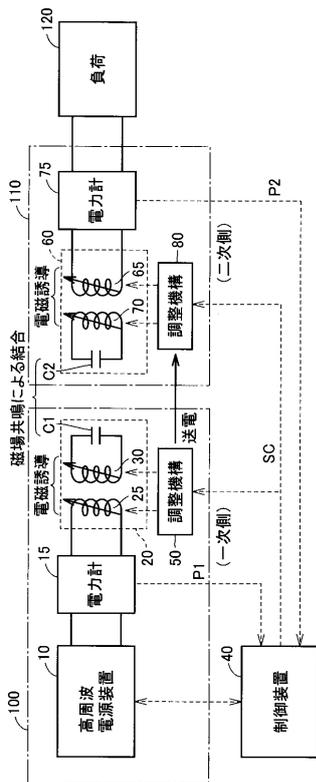
【0136】

10 高周波電源装置、15, 75 電力計、20 コイルユニット(一次側)、25 一次コイル、30 一次自己共振コイル、40 制御装置、42 効率演算部、45 インダクタンス調整制御部、46 変位パターン設定部、47 最適位置探索部、50, 80 調整機構、52, 52a, 52b, 82, 82a, 82b モータ(アクチュエータ)、54, 84 ウォームギヤ、55, 85 電磁シールド、56, 56a, 56b, 86, 86a, 86b シールド板(可動部材)、57, 87 空気孔、58, 88 貫通孔、60 コイルユニット(二次側)、65 二次コイル、70 二次自己共振コイル、100 給電設備、110 受電装置、120 負荷、200 ハイブリッド自動車、210 蓄電装置、220 昇圧コンバータ、230, 232 インバータ、240, 242 モータジェネレータ、250 エンジン、260 動力分割装置、270 駆動輪、280 充電器、500, 501 特性線(インダクタンス変化)、C1, C2 容量、CHR 充電リレー、CO 指示信号(インダクタンス調整)、D, Da, Db 距離(シールド板~コイルユニット)、P1 送電電力、P2 受電電力、PL1, PL2 正極線、SC, SCa, SCb 制御指示(アクチュエータ)、SMR システムメインリレー、送電効率。

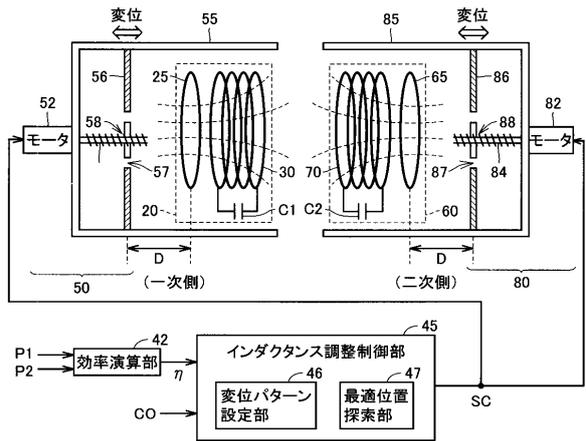
10

20

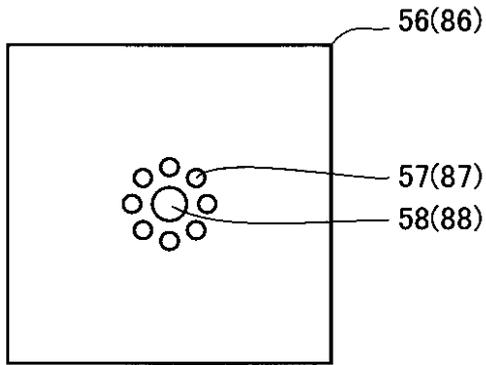
【図1】



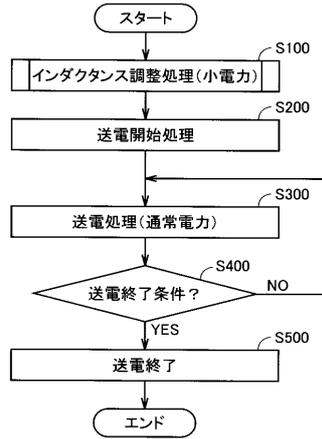
【図2】



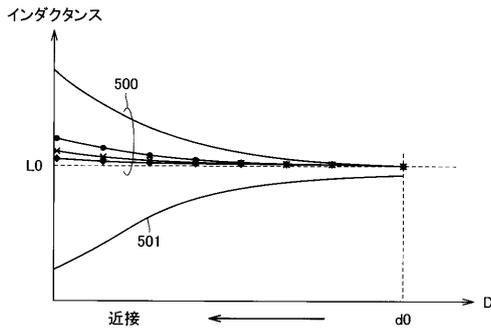
【図3】



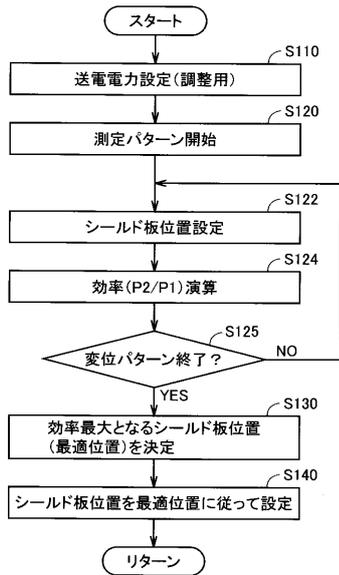
【図5】



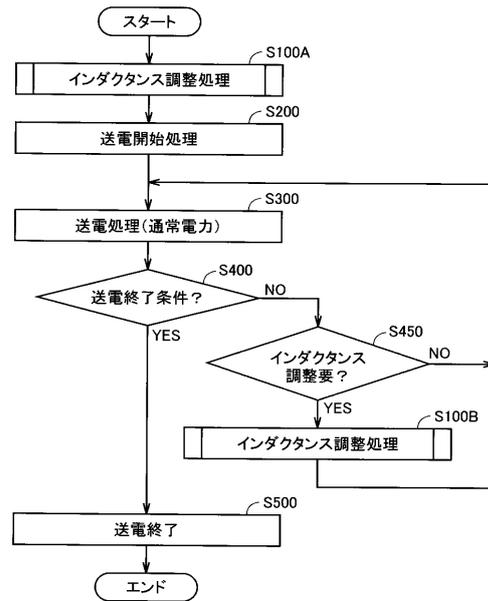
【図4】



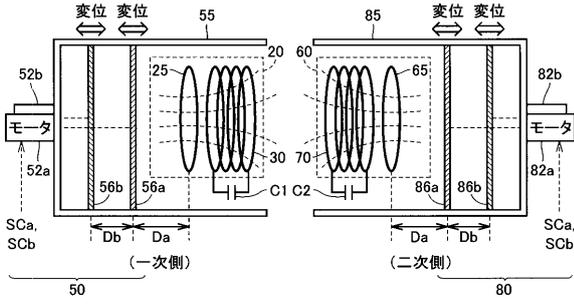
【図6】



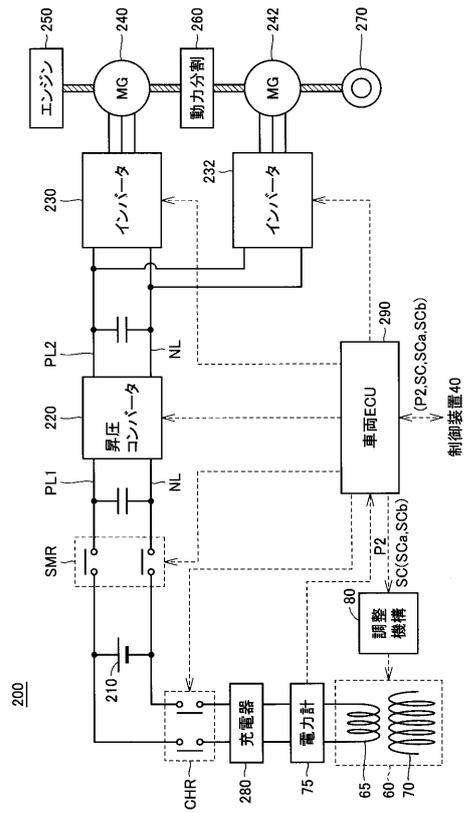
【図7】



【図 8】



【図 9】



---

フロントページの続き

(72)発明者 市川 真士

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

Fターム(参考) 5H105 AA08 AA17 BA09 BB05 CC04 DD10 DD20 DD23 GG03  
5H115 PA11 PC06 PG04 PI16 PI29 P006 P011 UI31 UI38