

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5139469号
(P5139469)

(45) 発行日 平成25年2月6日(2013.2.6)

(24) 登録日 平成24年11月22日(2012.11.22)

(51) Int. Cl.	F I	
H02J 17/00 (2006.01)	H02J 17/00	B
H02J 7/00 (2006.01)	H02J 7/00	P
H01M 10/44 (2006.01)	H02J 7/00	301D
B60L 11/18 (2006.01)	H01M 10/44	Q
B60L 5/00 (2006.01)	B60L 11/18	C
請求項の数 12 (全 21 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2010-102301 (P2010-102301)	(73) 特許権者	000004695
(22) 出願日	平成22年4月27日 (2010.4.27)		株式会社日本自動車部品総合研究所
(65) 公開番号	特開2011-234496 (P2011-234496A)		愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地
(43) 公開日	平成23年11月17日 (2011.11.17)	(73) 特許権者	000003207
審査請求日	平成23年3月2日 (2011.3.2)		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
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 コイルユニットおよび非接触給電システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両または車両への給電装置に搭載され、対向配置される第1の共振コイルとの電磁共鳴によって、電力の送電および受電の少なくともいずれか一方を行なうためのコイルユニットであって、

前記第1の共振コイルと電磁共鳴を行なうための第2の共振コイルを備え、

前記第2の共振コイルは、第1のコイルおよび第2のコイルで構成され、

前記第1のコイルおよび前記第2のコイルは、巻き数およびコイル径が同じである同一の形状を有し、電気的に直列に接続されるとともに、発生する磁界の向きが互いに逆方向となるように配置され、

前記第1のコイルは、発生する磁界の向きに垂直な面において、前記第2のコイルと隣り合うように配置される、コイルユニット。

【請求項2】

車両または車両への給電装置に搭載され、対向配置される第1の共振コイルとの電磁共鳴によって、電力の送電および受電の少なくともいずれか一方を行なうためのコイルユニットであって、

前記第1の共振コイルと電磁共鳴を行なうための第2の共振コイルを備え、

前記第2の共振コイルは、第1のコイルおよび第2のコイルで構成され、

前記第1のコイルおよび前記第2のコイルは、巻き数およびコイル径が同じである同一の形状を有し、電気的に直列に接続されるとともに、発生する電流の向きが互いに逆方向

となるように配置され、

前記第 1 のコイルは、発生する磁界の向きに垂直な面において、前記第 2 のコイルと隣り合うように配置される、コイルユニット。

【請求項 3】

車両または車両への給電装置に搭載され、対向配置される第 1 の共振コイルとの電磁共鳴によって、電力の送電および受電の少なくともいずれか一方を行なうためのコイルユニットであって、

前記第 1 の共振コイルと電磁共鳴を行なうための第 2 の共振コイルを備え、

前記第 2 の共振コイルは、第 1 のコイルおよび第 2 のコイルで構成され、

前記第 1 のコイルおよび前記第 2 のコイルは、巻き数およびコイル径が同じである同一の形状を有し、電気的に直列に接続されるとともに、発生する磁界が互いに逆位相となるように配置され、

10

前記第 1 のコイルは、発生する磁界の向きに垂直な面において、前記第 2 のコイルと隣り合うように配置される、コイルユニット。

【請求項 4】

前記第 1 のコイルおよび前記第 2 のコイルは、前記第 1 の共振コイルから見たときのコイルの巻方向が互いに逆向きとなるように配置される、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載のコイルユニット。

【請求項 5】

前記第 1 のコイルおよび前記第 2 のコイルは、前記第 1 の共振コイルから見たときのコイルの巻方向が互いに同じ向きとなるように配置される、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載のコイルユニット。

20

【請求項 6】

前記第 1 のコイルおよび前記第 2 のコイルは、ほぼ同じリアクタンスを有する、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載のコイルユニット。

【請求項 7】

電磁誘導によって、前記第 2 の共振コイルとの間で送電および受電の少なくともいずれか一方が可能に構成された電磁誘導コイルをさらに備え、

前記電磁誘導コイルは、前記第 1 のコイルおよび前記第 2 のコイルのうちの少なくとも 1 つと磁気的に結合可能である、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載のコイルユニット。

30

【請求項 8】

前記コイルユニットは、車両の下部に搭載される、請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載のコイルユニット。

【請求項 9】

非接触で電力を伝達するための非接触給電システムであって、

送電装置と

車両に搭載され、前記送電装置と対向する受電装置とを備え、

前記送電装置は、

前記受電装置との電磁共鳴によって、電源装置からの電力を前記受電装置に供給するように構成された第 1 の共振コイルを含み、

40

前記第 1 の共振コイルは、第 1 の送電コイルおよび第 2 の送電コイルで構成され、

前記第 1 の送電コイルおよび前記第 2 の送電コイルは、巻き数およびコイル径が同じである同一の形状を有し、電気的に直列に接続されるとともに、前記電源装置からの電力により発生する磁界の向きが互いに逆方向となるように配置され、

前記第 1 の送電コイルは、発生する磁界の向きに垂直な面において、前記第 2 の送電コイルと隣り合うように配置され、

前記受電装置は、

前記第 1 の共振コイルとの電磁共鳴によって、前記送電装置から電力を受電するように構成された第 2 の共振コイルを含み、

前記第 2 の共振コイルは、第 1 の受電コイルおよび第 2 の受電コイルで構成され、

50

前記第1の受電コイルおよび前記第2の受電コイルは、巻き数およびコイル径が同じである同一の形状を有し、電氣的に直列に接続されるとともに、前記送電装置から受電した電力によって発生する磁界の向きが互いに逆方向となるように配置され、

前記第1の受電コイルは、発生する磁界の向きに垂直な面において、前記第2の受電コイルと隣り合うように配置される、非接触給電システム。

【請求項10】

非接触で電力を伝達するための非接触給電システムであって、
送電装置と

車両に搭載され、前記送電装置と対向する受電装置とを備え、
前記送電装置は、

前記受電装置との電磁共鳴によって、電源装置からの電力を前記受電装置に供給するように構成された第1の共振コイルを含み、

前記第1の共振コイルは、第1の送電コイルおよび第2の送電コイルで構成され、

前記第1の送電コイルおよび前記第2の送電コイルは、巻き数およびコイル径が同じである同一の形状を有し、電氣的に直列に接続されるとともに、前記電源装置からの電力により発生する電流の向きが互いに逆方向となるように配置され、

前記第1の送電コイルは、発生する磁界の向きに垂直な面において、前記第2の送電コイルと隣り合うように配置され、

前記受電装置は、

前記第1の共振コイルとの電磁共鳴によって、前記送電装置から電力を受電するように構成された第2の共振コイルを含み、

前記第2の共振コイルは、第1の受電コイルおよび第2の受電コイルで構成され、

前記第1の受電コイルおよび前記第2の受電コイルは、巻き数およびコイル径が同じである同一の形状を有し、電氣的に直列に接続されるとともに、前記送電装置から受電した電力によって発生する電流の向きが互いに逆方向となるように配置され、

前記第1の受電コイルは、発生する磁界の向きに垂直な面において、前記第2の受電コイルと隣り合うように配置される、非接触給電システム。

【請求項11】

非接触で電力を伝達するための非接触給電システムであって、
送電装置と

車両に搭載され、前記送電装置と対向する受電装置とを備え、
前記送電装置は、

前記受電装置との電磁共鳴によって、電源装置からの電力を前記受電装置に供給するように構成された第1の共振コイルを含み、

前記第1の共振コイルは、第1の送電コイルおよび第2の送電コイルで構成され、

前記第1の送電コイルおよび前記第2の送電コイルは、巻き数およびコイル径が同じである同一の形状を有し、電氣的に直列に接続されるとともに、前記電源装置からの電力により発生する磁界が互いに逆位相となるように配置され、

前記第1の送電コイルは、発生する磁界の向きに垂直な面において、前記第2の送電コイルと隣り合うように配置され、

前記受電装置は、

前記第1の共振コイルとの電磁共鳴によって、前記送電装置から電力を受電するように構成された第2の共振コイルを含み、

前記第2の共振コイルは、第1の受電コイルおよび第2の受電コイルで構成され、

前記第1の受電コイルおよび前記第2の受電コイルは、巻き数およびコイル径が同じである同一の形状を有し、電氣的に直列に接続されるとともに、前記送電装置から受電した電力によって発生する磁界が互いに逆位相となるように配置され、

前記第1の受電コイルは、発生する磁界の向きに垂直な面において、前記第2の受電コイルと隣り合うように配置される、非接触給電システム。

【請求項12】

10

20

30

40

50

前記第1および第2の送電コイルおよび前記第1および第2の受電コイルは、互いに向向するコイルの発生する磁界が同方向となるように配置される、請求項9～11のいずれか1項に記載の非接触給電システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、コイルユニット、非接触送電装置、非接触受電装置、非接触給電システムおよび車両に関し、より特定的には、電磁共鳴による非接触給電の際に発生する漏洩電磁界を低減することができるコイル構造に関する。

【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車などの電動車両が大きく注目されている。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蓄える再充電可能な蓄電装置とを搭載する。なお、ハイブリッド車には、電動機とともに内燃機関をさらに動力源として搭載した車両や、車両駆動用の直流電源として蓄電装置とともに燃料電池をさらに搭載した車両等が含まれる。

【0003】

ハイブリッド車においても、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車両が知られている。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、一般家庭の電源から蓄電装置

【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、電磁波を用いた送電、および共鳴法による送電の3つの技術が知られている。

【0005】

このうち、共鳴法は、一对の共鳴器（たとえば一对の共振コイル）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り、数kWの大電力を比較的長距離（たとえば数m）送電することも可能である。

【0006】

特開2009-106136号公報（特許文献1）は、共鳴法を用いて、車両外部の電源からの電力を非接触で車両に伝達し、車両に搭載された蓄電装置を充電することが可能な充電システムが開示される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2009-106136号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

この共振コイルを含むコイルユニットの周囲に発生する電磁場は、他の電気機器などに対しては電磁ノイズとなる場合があり、たとえばラジオなどの雑音の原因になり得る。また、電磁場内に導電体が有る場合には、電磁場による電磁誘導によって導電体が加熱される場合があり、温度上昇によって機器の故障の原因にもなり得る。

【0009】

そのため、共鳴法を用いた電力伝送においては、送電、受電を行なう方向以外に発生する漏洩電磁場についてはできるだけ遮蔽することが望ましい。

【0010】

この漏洩電磁場を遮蔽するために、コイルユニットを収納するコイルケースの周囲に、シールドが配置される場合があるが、車両の搭載スペースの問題から、このシールドをで

10

20

30

40

50

きるだけ小型化することが必要となる場合がある。

【0011】

本発明は、このような課題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、共鳴法を用いた非接触給電において発生する漏洩電磁場を低減可能なコイルユニットを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明によるコイルユニットは、対向配置される第1の共振コイルとの電磁共鳴によって、電力の送電および受電の少なくともいずれか一方を行なうためのコイルユニットであって、複数のコイルを含み、第1の共振コイルと電磁共鳴を行なうための第2の共振コイルを備える。そして、複数のコイルのうちの第1のコイルは、複数のコイルのうちの第1のコイルと異なる他のコイルの少なくとも1つとは、第1の共振コイルに対向する面に対して、発生する磁界が逆位相となるように配置される。

10

【0013】

好ましくは、第1のコイルは、発生する磁界の向きに垂直な面において、複数のコイルのうちの第1のコイルと異なる他のコイルの少なくとも1つと隣り合うように配置される。

【0014】

好ましくは、第1のコイルは、複数のコイルのうちの第1のコイルと異なる他のコイルのうちの隣り合うコイルとは、発生する磁界の位相が互いに逆位相となるように配置される。

20

【0015】

好ましくは、複数のコイルの数は偶数個である。

好ましくは、複数のコイルの数は2個である。

【0016】

好ましくは、複数のコイルは、第2のコイルをさらに含む。そして、第1のコイルおよび第2のコイルは、第1の共振コイルから見たときのコイルの巻方向が互いに逆向きとなるように配置されるとともに、第1の共振コイルから見たときにコイルに流れる電流の向きが逆向きとなるように接続される。

【0017】

好ましくは、複数のコイルは、第2のコイルをさらに含み、そして、第1のコイルおよび第2のコイルは、第1の共振コイルから見たときのコイルの巻方向が互いに同じ向きとなるように配置されるとともに、第1の共振コイルから見たときにコイルに流れる電流の向きが逆向きとなるように接続される。

30

【0018】

好ましくは、複数のコイルの各々は、ほぼ同じリアクタンスを有する。

好ましくは、複数のコイルは、直列に接続される。

【0019】

好ましくは、複数のコイルは、互いに並列に接続される。

好ましくは、コイルユニットは、第2の共振コイルの両端の間に接続されたキャパシタをさらに備える。

40

【0020】

好ましくは、コイルユニットは、電磁誘導によって、第2の共振コイルとの間で送電および受電の少なくともいずれか一方が可能に構成された電磁誘導コイルをさらに備える。そして、電磁誘導コイルは、複数のコイルのうちの少なくとも1つと磁氣的に結合可能である。

【0021】

好ましくは、複数のコイルは、互いに接続されていない個別のコイルである。

好ましくは、コイルユニットは、電磁誘導によって、第2の共振コイルとの間で送電および受電の少なくともいずれか一方が可能に構成された1つの電磁誘導コイルをさらに備

50

える。そして、電磁誘導コイルは、複数のコイルのうちの少なくとも1つと磁氣的に結合可能である。

【0022】

好ましくは、電磁誘導コイルは、複数のコイルが巻回される軸と同じ方向に発生する磁界と磁氣的に結合するように配置される。

【0023】

好ましくは、電磁誘導コイルは、複数のコイルが巻回される軸と直交する方向に発生する磁界と磁氣的に結合するように配置される。

【0024】

好ましくは、コイルユニットは、複数のコイルにそれぞれ対応する複数の電磁誘導コイルをさらに備える。複数の電磁誘導コイルは、電磁誘導によって、対応するそれぞれの複数のコイルとの間で送電および受電の少なくともいずれか一方が可能に構成される。

10

【0025】

好ましくは、複数の電磁誘導コイルは、直列に接続される。

好ましくは、複数の電磁誘導コイルは、互いに並列に接続される。

【0026】

好ましくは、コイルユニットは、各複数のコイルの両端の間に接続された、対応するキャパシタをさらに備える。

【0027】

本発明による非接触受電装置は、対向する送電装置からの電力を非接触で受電するための非接触受電装置であって、複数のコイルを含み、送電装置との電磁共鳴によって、送電装置から電力を受電するように構成された共振コイルを備える。そして、複数のコイルのうちの第1のコイルは、複数のコイルのうちの第1のコイルと異なる他のコイルの少なくとも1つとは、送電装置と対向する面に対して、発生する磁界が逆位相となるように配置される。

20

【0028】

本発明による非接触送電装置は、対向する受電装置に対して非接触で電力を送電するための非接触送電装置であって、複数のコイルを含み、受電装置との電磁共鳴によって、電源装置から供給される電力を受電装置に電力を供給するように構成された共振コイルを備える。そして、複数のコイルのうちの第1のコイルは、複数のコイルのうちの第1のコイルと異なる他のコイルの少なくとも1つとは、受電装置と対向する面に対して、発生する磁界が逆位相となるように配置される。

30

【0029】

本発明による非接触給電システムは、送電装置と、送電装置と対向し送電装置からの電力を受電するための受電装置とを備え、非接触で電力を伝達する。送電装置は、複数のコイルを有し、受電装置との電磁共鳴によって、電源装置からの電力を受電装置に供給するように構成された共振コイルを含む。そして、複数のコイルのうちの第1のコイルは、複数のコイルのうちの第1のコイルと異なる他のコイルの少なくとも1つとは、受電装置と対向する面に対して、発生する磁界が逆位相となるように配置される。

【0030】

本発明による非接触給電システムは、電源装置からの電力を送電するための送電装置と、送電装置と対向する受電装置とを備え、非接触で電力を伝達する。受電装置は、複数のコイルを有し、送電装置との電磁共鳴によって、送電装置から電力を受電するように構成された共振コイルを含む。そして、複数のコイルのうちの第1のコイルは、複数のコイルのうちの第1のコイルと異なる他のコイルの少なくとも1つとは、送電装置と対向する面に対して、発生する磁界が逆位相となるように配置される。

40

【0031】

本発明による非接触給電システムは、送電装置と、送電装置と対向する受電装置とを備え、非接触で電力を伝達する。送電装置は、複数の送電コイルを有し、受電装置との電磁共鳴によって、電源装置からの電力を受電装置に供給するように構成された第1の共振コ

50

イルを含む。そして、複数の送電コイルのうちの第1の送電コイルは、複数の送電コイルのうちの第1の送電コイルと異なる他の送電コイルの少なくとも1つとは、受電装置と対向する面に対して、発生する磁界が逆位相となるように配置される。受電装置は、複数の受電コイルを有し、第1の共振コイルとの電磁共鳴によって、送電装置から電力を受電するように構成された第2の共振コイルを含む。そして、複数の受電コイルのうちの第1の受電コイルは、複数の受電コイルのうちの第1の受電コイルと異なる他の受電コイルの少なくとも1つとは、受電装置と対向する面に対して、発生する磁界が逆位相となるように配置される。

【0032】

好ましくは、複数の送電コイルおよび複数の受電コイルは、互いに対向するコイルの発生する磁界が同位相となるように配置される。

【0033】

好ましくは、複数の受電コイルおよび複数の送電コイルの各々は、ほぼ同一の形状を有する。

【0034】

本発明による非接触給電システムは、第1の伝達装置と第1の伝達装置と対向する第2の伝達装置とを備え、非接触で電力の送電および受電の両方が可能である。第1の伝達装置は、複数の第1の送受電コイルを有し、第2の伝達装置との電磁共鳴によって、第2の伝達装置からの電力の受電および第1の伝達装置からの電力の送電を行なうように構成された第1の共振コイルを含む。そして、複数の第1の送受電コイルのうちの第1のコイルは、複数の第1の送受電コイルのうちの第1のコイルとは異なる他のコイルの少なくとも1つとは、第2の伝達装置に対向する面に対して、発生する磁界が逆位相となるように配置される。また、第2の伝達装置は、複数の第2の送受電コイルを有し、第1の伝達装置との電磁共鳴によって、第1の伝達装置からの電力の受電および第2の伝達装置からの電力の送電を行なうように構成された第2の共振コイルを含む。そして、複数の第2の送受電コイルのうちの第2のコイルは、複数の第2の送受電コイルのうちの第2のコイルとは異なる他のコイルの少なくとも1つとは、第1の伝達装置に対向する面に対して、発生する磁界が逆位相となるように配置される。

【0035】

本発明による車両は、対向する外部の送電装置から非接触で電力を受電することが可能であり、受電装置と、受電装置で受電された電力を充電するための蓄電装置と、蓄電装置からの電力を用いて、車両を走行するための駆動力を発生するように構成された駆動装置とを備える。受電装置は、複数のコイルを含み、送電装置との電磁共鳴によって、送電装置から電力を受電するように構成された共振コイルを含む。そして、複数のコイルのうちの第1のコイルは、複数のコイルのうちの第1のコイルと異なる他のコイルの少なくとも1つとは、送電装置と対向する面に対して、発生する磁界が逆位相となるように配置される。

【発明の効果】

【0036】

本発明によれば、共鳴法を用いた非接触給電において発生する漏洩電磁場を低減可能なコイルユニットを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】非接触給電システムの全体構成図である。

【図2】共鳴法による送電の原理を説明するための図である。

【図3】電流源（磁流源）からの距離と電磁界の強度との関係を示した図である。

【図4】図1における車両側のコイルユニットの概略図である。

【図5】本実施の形態に従うコイルユニットの第1の例の概略図である。

【図6】本実施の形態に従うコイルユニットの第2の例の概略図である。

【図7】本実施の形態に従うコイルユニットの第3の例の概略図である。

10

20

30

40

50

【図 8】本実施の形態に従うコイルユニットの第 4 の例の概略図である。

【図 9】本実施の形態に従うコイルユニットの第 5 の例の概略図である。

【図 10】本実施の形態に従うコイルユニットの第 6 の例の概略図である。

【図 11】2つのコイルに電流を流したときに発生する電磁場によって、ある地点で残る電磁場についての電界の大きさの一例を説明するための図である。

【図 12】図 11において、2つのコイルに同位相の電流、逆位相の電流を流したときにある地点で発生する電界の大きさの例を示すグラフである。

【図 13】給電装置および受電装置の両方に、本実施の形態に従うコイルユニットを用いた場合の例を示す図である。

【図 14】本実施の形態に従うコイルユニットの配置の第 1 の例を示す図である。

10

【図 15】本実施の形態に従うコイルユニットの配置の第 2 の例を示す図である。

【図 16】本実施の形態に従うコイルユニットの配置の第 3 の例を示す図である。

【図 17】車両側および給電装置側の両方に本実施の形態に従うコイルユニットを使用した場合の、非接触給電システムの全体構成図である。

【図 18】車両側に本実施の形態に従うコイルユニットを使用した場合の、非接触給電システムの全体構成図である。

【図 19】給電装置側に本実施の形態に従うコイルユニットを使用した場合の、非接触給電システムの全体構成図である。

【図 20】車両側と給電装置側との間で双方向に電力伝達が可能な非接触給電システムの回路の一例を示す図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0038】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰り返さない。

【0039】

図 1 は、基本的な非接触給電システムを示す全体構成図である。図 1 を参照して、非接触給電システムは、車両 100 と、給電装置 200 とを備える。

【0040】

車両 100 は、二次共振コイル 110 と、二次電磁誘導コイル 120 と、整流器 130 と、DC/DC コンバータ 140 と、蓄電装置 150 と、パワーコントロールユニット（以下「PCU (Power Control Unit)」とも称する。）160 と、モータ 170 と、車両 ECU (Electronic Control Unit) 180 とを含む。

30

【0041】

なお、車両 100 の構成は、モータにより駆動される車両であれば、図 1 に示される構成に限らない。たとえば、車両 100 は、モータと内燃機関とを備えるハイブリッド車両や、燃料電池を備える燃料電池自動車、電気自動車などを含む。

【0042】

二次共振コイル 110 は、たとえば車体下部に設置される。二次共振コイル 110 は、両端がオープン（非接続）の LC 共振器であり、給電装置 200 の一次共振コイル 240 と電磁場を介して共鳴することにより給電装置 200 から電力を受電する。なお、二次共振コイル 110 の容量成分は、コイルの寄生容量であるが、所定の静電容量を得るために別途キャパシタ（図示せず）をコイルの両端に接続してもよい。

40

【0043】

二次共振コイル 110 は、給電装置 200 の一次共振コイル 240 との距離や、一次共振コイル 240 および二次共振コイル 110 の共鳴周波数等に基づいて、一次共振コイル 240 と二次共振コイル 110 との共鳴強度を示す Q 値（たとえば、 $Q > 100$ ）およびその結合度を示す等が大きくなるようにその巻数が適宜設定される。

【0044】

二次電磁誘導コイル 120 は、二次共振コイル 110 と同軸上に設置され、電磁誘導により二次共振コイル 110 と磁氣的に結合可能である。この二次電磁誘導コイル 120 は

50

、二次共振コイル 110 により受電された電力を電磁誘導により取出して整流器 130 へ出力する。

【0045】

整流器 130 は、二次電磁誘導コイル 120 によって取出された交流電力を整流して直流電力を DC / DC コンバータ 140 へ出力する。DC / DC コンバータ 140 は、車両 ECU 180 からの制御信号に基づいて、整流器 130 によって整流された電力を蓄電装置 150 の電圧レベルになるように変換して蓄電装置 150 へ出力する。なお、車両を走行しながら給電装置 200 から受電する場合には、DC / DC コンバータ 140 は、整流器 130 によって整流された電力をシステム電圧に変換して PCU 160 へ直接供給してもよい。また、DC / DC コンバータ 140 は、必ずしも必要ではなく、二次電磁誘導コ

10

【0046】

蓄電装置 150 は、再充電可能な直流電源であり、たとえばリチウムイオンやニッケル水素などの二次電池を含んで構成される。蓄電装置 150 は、DC / DC コンバータ 140 から供給される電力を蓄えるほか、モータ 170 によって発電される回生電力も蓄える。そして、蓄電装置 150 は、その蓄えた電力を PCU 160 へ供給する。なお、蓄電装置 150 として大容量のキャパシタも採用可能であり、給電装置 200 から供給される電力やモータ 170 からの回生電力を一時的に蓄え、その蓄えた電力を PCU 160 へ供給可能な電力バッファであれば如何なるものでもよい。

20

【0047】

PCU 160 は、蓄電装置 150 から出力される電力、あるいは DC / DC コンバータ 140 から直接供給される電力によってモータ 170 を駆動する。また、PCU 160 は、モータ 170 により発電された回生電力（交流電力）を直流電力に変換して蓄電装置 150 へ出力し、蓄電装置 150 を充電する。モータ 170 は、PCU 160 によって駆動され、車両走行のための駆動力を発生して駆動輪へ出力する。また、モータ 170 は、駆動輪や、ハイブリッド車両の場合には図示されないエンジンから受ける運動エネルギーによって発電し、その発電した回生電力を PCU 160 へ出力する。

【0048】

車両 ECU 180 は、いずれも図 1 には図示しないが CPU (Central Processing Unit)、記憶装置および入出力バッファを含み、各センサ等からの信号の受信や各機器への制御信号の出力を行なうとともに、車両 100 および各機器の制御を行なう。なお、これらの制御については、ソフトウェアによる処理に限られず、専用のハードウェア（電子回路）で処理することも可能である。なお、図 1 においては、車両 ECU 180 が、車両 100 の走行制御、および給電装置 200 からの電力の受電制御の両方を行なう構成としているが、制御装置の構成はこれに限定されない。すなわち、車両 100 が、機器ごとあるいは機能ごとに対応した制御装置を個別に備える構成とすることもできる。たとえば、受電制御を主として行なうための受電 ECU を備える構成としてもよい。

30

【0049】

車両 ECU 180 は、給電装置 200 から車両 100 への給電時、DC / DC コンバータ 140 を制御する。車両 ECU 180 は、たとえば、DC / DC コンバータ 140 を制御することによって、整流器 130 と DC / DC コンバータ 140 との間の電圧を所定の目標電圧に制御する。また、車両 ECU 180 は、車両の走行時は、車両の走行状況や蓄電装置 150 の充電状態（「SOC (State Of Charge)」とも称される。）に基づいて PCU 160 を制御する。

40

【0050】

一方、給電装置 200 は、交流電源 210 と、高周波電力ドライバ 220 と、一次電磁誘導コイル 230 と、一次共振コイル 240 とを含む。

【0051】

交流電源 210 は、車両外部の電源であり、たとえば商用電源である。高周波電力ドラ

50

イバ 220 は、交流電源 210 から受ける電力を高周波の電力に変換し、その変換した高周波電力を一次電磁誘導コイル 230 へ供給する。なお、高周波電力ドライバ 220 が生成する高周波電力の周波数は、たとえば 1 M ~ 数十 MHz である。

【 0052 】

一次電磁誘導コイル 230 は、一次共振コイル 240 と同軸上に設置され、電磁誘導により一次共振コイル 240 と磁氣的に結合可能である。そして、一次電磁誘導コイル 230 は、高周波電力ドライバ 220 から供給される高周波電力を電磁誘導により一次共振コイル 240 へ給電する。

【 0053 】

一次共振コイル 240 は、たとえば地面近傍に設置される。一次共振コイル 240 は、二次共振コイル 110 と同様に、両端がオープン（非接続）の LC 共振器であり、車両 100 の二次共振コイル 110 と電磁場を介して共鳴することにより車両 100 へ電力を送電する。なお、一次共振コイル 240 の容量成分も、コイルの寄生容量であるが、二次共振コイル 110 と同様に別途キャパシタ（図示せず）をコイルの両端に接続してもよい。

【 0054 】

この一次共振コイル 240 も、車両 100 の二次共振コイル 110 との距離や、一次共振コイル 240 および二次共振コイル 110 の共鳴周波数等に基づいて、Q 値（たとえば、 $Q > 100$ ）および結合度 等が大きくなるようにその巻数が適宜設定される。

【 0055 】

図 2 は、共鳴法による送電の原理を説明するための図である。図 2 を参照して、この共鳴法では、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 共振器が電磁場（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。

【 0056 】

具体的には、高周波電源 310 に一次電磁誘導コイル 320 を接続し、電磁誘導により一次電磁誘導コイル 320 と磁氣的に結合される一次共振コイル 330 へ、1 M ~ 数十 MHz の高周波電力を給電する。一次共振コイル 330 は、コイル自身のインダクタンスと寄生容量（コイルにキャパシタが接続される場合には、キャパシタの容量を含む）とによる LC 共振器であり、一次共振コイル 330 と同じ共振周波数を有する二次共振コイル 340 と電磁場（近接場）を介して共鳴する。そうすると、一次共振コイル 330 から二次共振コイル 340 へ電磁場を介してエネルギー（電力）が移動する。二次共振コイル 340 へ移動したエネルギー（電力）は、電磁誘導により二次共振コイル 340 と磁氣的に結合される二次電磁誘導コイル 350 によって取出され、負荷 360 へ供給される。なお、共鳴法による送電は、一次共振コイル 330 と二次共振コイル 340 との共鳴強度を示す Q 値がたとえば 100 よりも大きいときに実現される。

【 0057 】

なお、図 1 との対応関係について説明すると、図 1 の交流電源 210 および高周波電力ドライバ 220 は、図 2 の高周波電源 310 に相当する。また、図 1 の一次電磁誘導コイル 230 および一次共振コイル 240 は、それぞれ図 2 の一次電磁誘導コイル 320 および一次共振コイル 330 に相当し、図 1 の二次共振コイル 110 および二次電磁誘導コイル 120 は、それぞれ図 2 の二次共振コイル 340 および二次電磁誘導コイル 350 に相当する。そして、図 1 の整流器 130 からモータ 170 までが負荷 360 として総括的に示されている。

【 0058 】

図 3 は、電流源（磁流源）からの距離と電磁界の強度との関係を示した図である。図 3 を参照して、電磁界は 3 つの成分から成る。曲線 k1 は、波源からの距離に反比例した成分であり、「放射電磁界」と称される。曲線 k2 は、波源からの距離の 2 乗に反比例した成分であり、「誘導電磁界」と称される。また、曲線 k3 は、波源からの距離の 3 乗に反比例した成分であり、「静電磁界」と称される。

【 0059 】

10

20

30

40

50

「静電磁界」は、波源からの距離とともに急激に電磁界の強度が減少する領域であり、共鳴法では、この「静電磁界」が支配的な近接場（エバネッセント場）を利用してエネルギー（電力）の伝送が行なわれる。すなわち、「静電磁界」が支配的な近接場において、同じ固有振動数を有する一对の共鳴器（たとえば一对のLC共振器）を共鳴させることにより、一方の共鳴器（一次共振コイル）から他方の共鳴器（二次共振コイル）へエネルギー（電力）を伝送する。この「静電磁界」は遠方にエネルギーを伝播しないので、遠方までエネルギーを伝播する「輻射電磁界」によってエネルギー（電力）を伝送する電磁界に比べて、共鳴法は、より少ないエネルギー損失で送電することができる。

【0060】

図4は、図1における車両側のコイルユニットの概略図である。なお、給電装置側のコイルユニットも同様の構成であるので、その説明は繰り返さない。

10

【0061】

図4を参照して、コイルユニット125は、ボビン115と、キャパシタ116と、図1で示した二次共振コイル110および二次電磁誘導コイル120とを含んで構成される。

【0062】

二次共振コイル110は、ボビン115周囲にコイル材が巻回されるように装着される。そして、二次共振コイル110のコイル両端は、キャパシタ116に接続されることにより、LC共振器を構成する。なお、キャパシタ116は、コイルユニット125の体格を小型化するために、ボビン115の内部に設置されることが好適である。また、キャパシタ116は必ずしも必要ではなく、二次共振コイル110の寄生容量により所望の容量成分が実現される場合には、二次共振コイル110の両端は非接続（オープン）とされる。

20

【0063】

二次電磁誘導コイル120は、コイル材が円筒状で絶縁性のボビン115の周囲に巻回される。そして、二次共振コイル110と同軸上に配置される。二次電磁誘導コイル120の両端は、たとえば箱状に形成され、コイルユニット125を収納するためのコイルケース（図示しない）の外部に引き出されて負荷に接続される。そして、二次電磁誘導コイル120は、電磁誘導により、二次共振コイル110で受電した電力を取出す。

【0064】

そして、二次共振コイル110は、対向する給電装置200（図1）の一次共振コイル240と電磁共鳴することにより給電装置200から電力を受電する。また、二次共振コイル110は、電磁誘導によって、二次電磁誘導コイル120との電力を受け渡しが行なわれる。

30

【0065】

共鳴法を用いた送電においては、上述のように電磁場を介してエネルギー（電力）が伝達される。そのため、給電が行なわれている場合は、コイルユニットの周囲に電磁場が形成される。

【0066】

このコイルユニットの周囲に発生する電磁場は、他の電気機器などに対しては電磁ノイズとなる場合があり、たとえばラジオなどにおいては雑音の発生の原因になり得る。また、電磁場内に導電体がある場合には、電磁場による電磁誘導によって導電体が加熱される場合がある。そうすると、この電磁誘導による温度上昇が、機器の故障の原因にもなり得る。

40

【0067】

特に、図1に示すような、車両への給電を行なう場合には、給電装置が屋外に設置されることが多く、上述のような周囲への影響が問題となる。さらに、伝達される電力も大きいためコイルに流れる電流も大きくなり、それに伴って発生する電磁場の強度も大きくなる。

【0068】

50

そのため、給電装置 200 と車両 100 との間で、送電、受電を行なう方向以外に発生する、いわゆる漏洩電磁場については、上述のような影響を抑制するためにできるだけ遮蔽することが望ましい。この課題についての解決策として、コイルユニットを収納するコイルケース（図示せず）においての送電、受電を行なう方向以外の周囲の面に、電磁遮蔽材を用いて製作されたシールドが設置される場合がある。

【0069】

しかしながら、コイルユニットを車両に搭載する場合には、コイルユニットは、たとえば図 1 のように車体の下部に配置されるが、シールドによって漏洩電磁場を完全に遮蔽しようとする、シールドの設置によってコイルケースが大きくなってしまい、コンパクトカーなどの小型の車両においては、コイルユニットの設置場所の確保が困難となるおそれがある。

10

【0070】

そこで、本実施の形態においては、コイルユニットの体格の大きな部分を占める共振コイルを、直列に接続した複数のコイルにより構成するとともに、その複数のコイルの各々を、送電、受電を行なう面に平行な平面上で互いに隣接するように配置するようなコイルユニットとする。さらに、個々のコイルの向きは、隣接するコイル同士によって生成される電磁場の位相が互いに逆位相となるように配置される。

【0071】

このようなコイルユニットの構造とすることによって、個々のコイルの大きさ（特にコイルが巻回される中心軸方向の長さ）が小さくできるので、コイルユニット全体の高さを小さくすることができる。すなわち、厚さの薄いコイルユニットとすることができる。さらに、発生する電磁場が互いに逆位相のコイルが隣接して配置されることによって、周囲に漏洩する電磁場の少なくとも一部を低減することができる。その結果、電力の伝達を行なう際に周囲に発生する電磁場を低減できるとともに、コイルユニットの設置における場所的な制約を緩和することが期待できる。

20

【0072】

図 5 は、本実施の形態に従うコイルユニットの概略図である。図 5 では、共振コイルが 2 つのコイルから構成される場合について、図 4 と同じように車両側のコイルユニットを例として説明する。なお、給電装置側のコイルユニットについても同様の構造を採用することが可能である。

30

【0073】

図 5 を参照して、コイルユニット 125 A は、二次共振コイル 110 A , 110 B と、ボビン 115 A , 115 B と、キャパシタ 116 と、二次電磁誘導コイル 120 とを含む。

【0074】

二次共振コイル 110 A , 110 B は、ボビン 115 A , 115 B にそれぞれ巻回される。二次共振コイル 110 A , 110 B のそれぞれの一方端は互いに接続され、それぞれ他方端はキャパシタ 116 の各端子にそれぞれ接続される。なお、キャパシタ 116 は、ボビン 115 A , 115 B のいずれかの内部に収納されることが好ましい。

【0075】

40

そして、二次共振コイル 110 A , 110 B は、各コイルが巻回される中心軸方向に垂直な面において、互いに隣接するように配置される。このとき、二次共振コイル 110 A , 110 B は、互いに発生する電磁場が逆位相となるように、コイルの巻き方向や接続が設定される。

【0076】

たとえば、図 4 における二次共振コイル 110 のほぼ中央部付近において、リアクタンスがほぼ等しくなるように 2 つのコイルに分割し、給電装置から見たコイルの巻き方向が互いに同じ向きとなるように配置する。そして、給電装置から見た各コイルに流れる電流が互いに逆向きになるように、二次共振コイル 110 A , 110 B それぞれの給電装置に近いほうの端部同士を接続するとともに、給電装置に遠いほうの端部同士をキャパシタ 1

50

16を介して接続する。このような配置および接続によって、図5における二次共振コイル110A, 110Bを生成する。

【0077】

そして、図5において、たとえば、コイルに実線矢印AR0の向きに電流が流れた場合を考える。このとき、二次共振コイル110Aには、破線矢印AR1の向き、すなわち、コイルの巻回される中心軸においては、図5における下方から上方の向きに電磁界が発生する。そして、二次共振コイル110Bは、破線矢印AR2の向き、すなわち、コイルの巻回される中心軸においては、図5における上方から下方の向きに電磁界が発生するように、二次共振コイル110Aに隣接して配置される。

【0078】

二次電磁誘導コイル120は、二次共振コイル110A, 110Bのいずれかの同心円上に配置される。図5においては、二次共振コイル110Bの同心円上に配置される場合の例が図示される。

【0079】

このような構造とすることによって、同じ共振周波数の共振コイルであれば、図4のコイルの高さH1に対して、図5におけるコイルの高さH2を小さくすることができるので、厚みの薄いコイルユニットとすることが可能となる。

【0080】

また、共振周波数が高い場合には、共振コイルの巻数は少なくなり、コイルの直径と比較してコイルの厚さを薄く作ることができるので、コイルユニットの厚さの大半は、周囲への漏洩電磁界を遮蔽するためのシールドケース（図示せず）の厚さとなる。シールドケースは、コイルによって発生される電磁界を包み込むように設計されるため、コイルの直径が大きいほどシールドケースの厚さは厚くなる。そのため、図5のようにコイルを分割する際にコイルの巻回半径を小さくすることによって、さらにコイルユニットの厚さを薄くすることが可能となる。

【0081】

なお、図5においては、二次共振コイル110A, 110Bが給電装置から見たコイルの巻き方向が互いに同じ向きとなるように配置したが、コイルの巻き方向は、図6のコイルユニット125Bの二次共振コイル110A, 110Cのように互いに逆向きとなるように配置してもよい。この場合は、二次共振コイル110Aの給電装置に近いほうの端部を二次共振コイル110Cの給電装置に遠いほうの端部と接続し、二次共振コイル110Aの給電装置に遠いほうの端部を二次共振コイル110Cの給電装置に近いほうの端部とキャパシタ116を介して接続する。このような接続とすることによって、給電装置から見た各コイルに流れる電流が互いに逆向きになるので、図5と同じように、互いに発生する電磁界を逆位相とすることができる。

【0082】

また、図5における二次共振コイル110A, 110Bについては、図7のコイルユニット125Cのように互いに接続されていない個別のコイルとすることも可能である。この場合には、共振周波数を調整するために、二次共振コイル110A, 110Bにキャパシタ117A, 117Bがそれぞれ設けられる。そして、二次共振コイル110A, 110Bから電力を取出すための二次電磁誘導コイルは、図7の二次電磁誘導コイル120Aのように、二次共振コイル110A, 110Bが巻回されるそれぞれの軸と同じ方向の電磁界と結合するように配置されてもよいし、図8に示すコイルユニット125Dの二次電磁誘導コイル120Bのように、二次共振コイル110A, 110Bが巻回される軸と直交する方向の電磁界と結合するように配置されてもよい。

【0083】

さらに、二次共振コイル110A, 110Bに対してそれぞれ対応する複数の二次電磁誘導コイルが設けられるような構成であってもよい。そして、これらの複数の二次電磁誘導コイルは、図9に示すコイルユニット125Eの二次電磁誘導コイル120Cのように直列に接続されてもよいし、図10に示すコイルユニット125Fの二次電磁誘導コイル

10

20

30

40

50

120Dのように互いに並列に接続されてもよい。

【0084】

なお、図5から図10においては、コイルの巻き方向を説明するために、各コイルの巻き数が複数である場合を例としたが、各コイルは、所望の共振周波数が得られれば、コイルの巻き数が1である単巻きコイルを採用してもよい。

【0085】

次に、このような構造のコイルユニットの場合に周囲に発生する電磁界について、図11および図12を用いて説明する。

【0086】

図11は、2つのコイルに電流を流したときに発生する電磁場によって、ある地点で残る電磁場による電界の大きさを計算する場合の、前提となる構成を示したものである。

10

【0087】

図11を参照して、まず、X-Y平面において、X軸上において原点からX軸の正方向および負方向にそれぞれ距離に中心を有するコイルC1およびC2がそれぞれ配置される。ここで、コイルC1、C2は、巻数、コイル径、巻き方向およびコイル材質等の仕様は同じものとする。

【0088】

そして、コイルC1、C2に、矢印で示す方向を正とした電流I1、I2を流した場合の、X軸上の距離R1の位置における電界強度Eを計算する。

【0089】

20

このとき、電流I1、I2の両方を+とした場合(すなわち同位相の電磁場が発生する場合)と、電流I1を+および電流I2を-とした場合(すなわち逆位相の電磁場が発生する場合)についての計算結果の例を図12に示す。

【0090】

図12の横軸には、X軸上の測定点R1の原点からの距離が対数で示され、縦軸にはその測定点R1における電界強度Eが対数で示されている。また、図12において、破線の曲線W10は、コイルC1、C2に同位相の電磁場を発生させた場合の電界強度Eを示したものであり、実線の曲線W20は、コイルC1、C2に逆位相の電磁場を発生させた場合の電界強度Eを示したものである。

【0091】

30

図12の例においては、逆位相の場合の電界強度Eは、同位相の場合の電界強度Eのおよそ1/10の値となっていることがわかる。この電界強度によって発生する電力は、電界強度の二乗に比例するため、したがって、逆位相の場合は同位相の場合のおよそ1/100に減少することになる。特に、コイルC1、C2間の距離2が無視できる程度の十分遠方においては、互いに逆位相の電磁場がほぼ同じ位置から放出されているとみなすことができるため、その位置における電界強度Eはほぼゼロとなる。

【0092】

また、図11におけるY軸上においては、コイルC1、C2からの距離が等しくなるため、互いに逆位相の電磁場による電界強度Eは、理論的には常にゼロとなる。したがって、コイルC1、C2の配置を適切に調整することによって、特定の方向の電磁場を特に低減することが可能である。

40

【0093】

このように、逆位相の電磁場が発生可能な複数の共振コイルを有するコイルユニットを用いることによって、コイルユニットの周囲の漏洩電磁界を低減することが可能となる。これによって、シールドに必要とされる電磁遮蔽能力も低減することができるので、シールドの厚みを薄くしたり、コイルケースを小型化したりすることも可能となり得る。その結果、コイルユニットの設置場所についての制約をさらに緩和することができるとともに、コイルユニットやコイルケースのコストダウンにもつながる。

【0094】

図13は、給電装置200および受電装置である車両100の両方に、図5で示したコ

50

イルユニットを用いた場合の例を示す図である。

【 0 0 9 5 】

車両 1 0 0 側のコイルユニット 1 2 5 A は、図 5 で説明したものと同様であり、二次電磁誘導コイル 1 2 0 によって取出された電力は、図 1 の整流器 1 3 0 , 蓄電装置 1 5 0 などを含む負荷 1 0 5 へ出力される。

【 0 0 9 6 】

給電装置 2 0 0 側のコイルユニット 2 4 5 A は、一次電磁誘導コイル 2 3 0 と、ボビン 2 3 5 A , 2 3 5 B と、一次共振コイル 2 4 0 A , 2 4 0 B とキャパシタ 2 3 6 とを含む。これらの要素の形状、配置、寸法および接続構成などの仕様を、車両 1 0 0 側のコイルユニット 1 2 5 A と同様とするとともに、一次共振コイル 2 4 0 A が二次共振コイル 1 1 0 A と対向し、一次共振コイル 2 4 0 B が二次共振コイル 1 1 0 B と対向するように各共振コイルが設置されることが好ましい。

10

【 0 0 9 7 】

この状態で、一次電磁誘導コイル 2 3 0 に、高周波電源 2 0 5 から電力が供給されると、たとえば、図 1 3 の矢印に示すような向きの電磁場が発生して、一次共振コイル 2 4 0 A と二次共振コイル 1 1 0 A との間、および一次共振コイル 2 4 0 B と二次共振コイル 1 1 0 B との間でそれぞれ電力の伝達が行なわれる。

【 0 0 9 8 】

なお、上述の説明においては、コイルユニット内の共振コイルが 2 つの場合について説明したが、共振コイルの数はこれに限定されない。

20

【 0 0 9 9 】

図 1 4 は、コイルユニットが、4 つの共振コイル 1 1 1 A ~ 1 1 1 D を有する場合の例を示す。なお、図 1 4 および後述する図 1 5 , 図 1 6 においては、各共振コイルの巻き方向や共振コイル同士の接続形態の詳細は図示しないが、これら複数の共振コイルは直列に接続され、全体として、対向する共振コイルと電磁共鳴を行なう。

【 0 1 0 0 】

図 1 4 においては、4 つの共振コイル 1 1 1 A ~ 1 1 1 D は、たとえば千鳥配列に配置される。すなわち、4 つの共振コイル 1 1 1 A ~ 1 1 1 D は、各コイルの巻回中心が四角形となるように配置される。そして、その四角形の対角線に配置されたコイル同士（たとえば、共振コイル 1 1 1 A , 1 1 1 D ）の発生する電磁場が互いに同位相とされ、他方の対角線に配置されたコイル（たとえば、共振コイル 1 1 1 B , 1 1 1 C ）は、共振コイル 1 1 1 A , 1 1 1 D に対して発生する電磁場が逆位相とされる。

30

【 0 1 0 1 】

なお、共振コイル 1 1 1 A , 1 1 1 B の発生する電磁場が同位相であり、共振コイル 1 1 1 C , 1 1 1 D の発生する電磁場が逆位相となるように配置してもよい。また、4 つの共振コイル 1 1 1 A ~ 1 1 1 D を、電磁場の位相が交互になるように一列に配置するようにしてもよい。

【 0 1 0 2 】

図 1 5 は、コイルユニットが、6 つの共振コイル 1 1 1 A ~ 1 1 1 F を有する場合の例を示す。この場合も、たとえば各共振コイルは、千鳥配列となるように配置される。

40

【 0 1 0 3 】

図 1 4 および図 1 5 のように、共振コイルを偶数個のコイルで構成するようにすると、発生する電磁場が同位相のコイルの数と発生する電磁場が逆位相のコイルの数とを同じにすることができるので、同一形状のコイルを用いてバランスのとれたコイル配置とすることができるので好適である。

【 0 1 0 4 】

なお、図 1 6 の例のように、奇数個（図 1 6 では 3 個）のコイルによって共振コイルを構成することも可能である。図 1 6 の場合は、コイルユニットが、共振コイル 1 1 2 A ~ 1 1 2 B を有する場合の例を示す。この例においては、中央の共振コイル 1 1 2 A の両側に共振コイル 1 1 2 B , 1 1 2 C が配置される。そして、共振コイル 1 1 2 B , 1 1 2 C

50

によって発生される電磁場の向きが共振コイル 1 1 2 A によって発生される電磁場と逆位相となるように、かつ、共振コイル 1 1 2 B , 1 1 2 C によって発生される電磁場の大きさの合計が共振コイル 1 1 2 A によって発生される電磁場の大きさと同じになるように、各コイルのリアクタンス、巻数、巻き方向および接続などが適宜決定される。

【 0 1 0 5 】

なお、たとえば、共振コイルを n 個に分割した場合、単位面積あたりの平均電力密度を一定とすると、コイルの直径はおよそ $1/n$ となり得る。そして、磁界の分布形状についても同様に縮小するので、シールドの高さ、すなわちコイルユニットの高さも $1/n$ となるので、厚みの薄いコイルユニットとすることができる。ただし、電力伝送効率の空間分布も同様に $1/n$ となるため、電力が伝達可能な距離（すなわち、送電装置と受電装置との間隔）も短くなる。そのため、送電装置と受電装置との間隔の設計によって、コイルの分割数が制限されることになる。

10

【 0 1 0 6 】

図 1 7 は、図 1 の非接触給電システムにおいて、給電装置および車両の両方に図 1 3 で示したコイルユニットを適用した場合の全体構成図である。

【 0 1 0 7 】

図 1 7 においては、車両 1 0 0 A は、図 1 における車両 1 0 0 の二次共振コイル 1 1 0 が図 1 3 の二次共振コイル 1 1 0 A , 1 1 0 B に置き換わったものであり、給電装置 2 0 0 A は、図 1 における給電装置 2 0 0 の一次共振コイル 2 4 0 が図 1 3 の一次共振コイル 2 4 0 A , 2 4 0 B に置き換わったものとなっている。

20

【 0 1 0 8 】

また、図 1 8 は、車両側のみに図 1 3 のコイルユニット 1 2 5 A を適用した場合の全体構成図であり、図 1 9 は、給電装置側のみに図 1 3 のコイルユニット 2 4 5 A を適用した場合の全体構成図である。図 1 7 ~ 図 1 9 において、図 1 および図 1 3 と重複する要素の説明は繰り返さない。

【 0 1 0 9 】

なお、図 1 8 および図 1 9 においては、車両および給電装置のうちの、一方が 1 つの共振コイルを有し、他方が 2 つの共振コイルを有する形態となっている。この場合であっても、キャパシタおよび 2 つの共振コイルを含むコイルユニット全体の共振周波数が、対向する 1 つの共振コイルを含むコイルユニットの共振周波数とほぼ一致するようにすることで、電磁共鳴による送電を行なうことができる。

30

【 0 1 1 0 】

さらに、近年では、車両を家庭用の電力供給設備の 1 つと考え、太陽電池などを用いて家庭で発電した電力を用いて車両に搭載された蓄電装置を充電するとともに、車両の蓄電装置に蓄えられた電力を家庭内で使用したり、商用電源の系統へ供給して売電をしたりする、いわゆるスマートグリッドシステムが検討されている。

【 0 1 1 1 】

本実施の形態で示した非接触給電システムにおいても、車両側と給電装置側との間で、双方向に電力の伝達を可能とすることで、このようなスマートグリッドシステムに対応することが可能である。

40

【 0 1 1 2 】

図 2 0 は、車両側と給電装置側との間で双方向に電力伝達が可能な非接触給電システムの回路の一例を示す図である。図 2 0 において、図 1 および図 1 7 ~ 図 1 9 と重複する要素についての説明は繰り返さない。

【 0 1 1 3 】

図 2 0 を参照して、双方向に電力伝達が可能な非接触給電システムは、車両 1 0 0 B と、給電装置 2 0 0 B とを含む。

【 0 1 1 4 】

車両 1 0 0 B は、基本的には、たとえば図 1 7 で示した構成と同じであるが、図 1 7 における整流器 1 3 0 および DC / DC コンバータ 1 4 0 が、双方向に電力変換できるイン

50

バータ130AおよびDC/DCコンバータ140Aにそれぞれ置き換わったものとなっている。

【0115】

インバータ130Aは、たとえばスイッチング素子Q11~A14、ダイオードD11~D14およびキャパシタ131を有する、フルブリッジ型のインバータである。インバータ130Aは、蓄電装置150を充電する場合には、電磁共鳴によって伝達された給電装置200Bからの交流電力を直流電力に変換する。一方、インバータ130Aは、蓄電装置150に蓄えられた電力を給電装置200Bへ供給する場合には、蓄電装置150からの直流電力を交流電力に変換する。

【0116】

DC/DCコンバータ140Aは、たとえば、昇降圧の両方が可能なチョッパ回路を含んで構成される。DC/DCコンバータ140Aは、蓄電装置150とインバータ130Aとの間で電圧変換を行なう。

【0117】

給電装置200Bは、パワーコンディショナ215と、インバータ220Aとを含む。

パワーコンディショナ215は、たとえば家屋の屋根に設置された太陽電池216で発電された直流電圧を、所定の電圧に調整してインバータ220Aへ供給する。パワーコンディショナ215は、商用電源210Aからの交流電力を直流電力へ変換してインバータ220Aへ供給する。また、パワーコンディショナ215は、太陽電池216で発電された直流電力、または、車両100Bに搭載された蓄電装置150からインバータ220Aを介して供給された直流電力を交流電力に変換して商用電力210Aの系統へ供給する。

【0118】

インバータ220Aは、たとえば、車両100Bのインバータ130Aと同様に、スイッチング素子Q1~A4、ダイオードD1~D4およびキャパシタ221を有する、フルブリッジ型のインバータである。インバータ220Aは、パワーコンディショナ215から供給された直流電力を交流電力に変換して、一次電磁誘導コイル230へ供給する。一方、インバータ220Aは、車両100Bから電磁共鳴によって伝達された交流電力を直流電力に変換して、パワーコンディショナ215へ供給する。

【0119】

このような回路にすることによって、商用電源からの電力または太陽電池で発電した電力を電磁共鳴によって伝達して車両に搭載された蓄電装置を充電することができるとともに、車両の蓄電装置に蓄えられた電力を電磁共鳴によって伝達して、家庭内の電力として使用したり商用電源の系統に供給したりすることができる。

【0120】

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る。

【符号の説明】

【0121】

100, 100A, 110B 車両、105, 360 負荷、110, 110A, 110B, 340 二次共振コイル、111A~111F, 112A~112C 共振コイル、115, 115A, 115B, 235A, 235B ボビン、116, 117A, 117B, 131, 221, 236 キャパシタ、120, 120A~120D, 350 二次電磁誘導コイル、125, 125A~125F, 245A コイルユニット、130 整流器、130A, 220A インバータ、140, 140A DC/DCコンバータ、150 蓄電装置、160 PCU、170 モータ、180 車両ECU、200, 200A, 200B 給電装置、205, 310 高周波電源、210 交流電源、210A 商用電源、215 パワーコンディショナ、216 太陽電池、220 高周波電力ドライバ、230, 320 一次電磁誘導コイル、240, 240A, 240B, 330

10

20

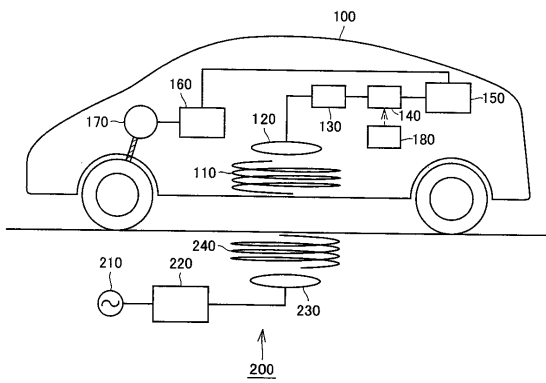
30

40

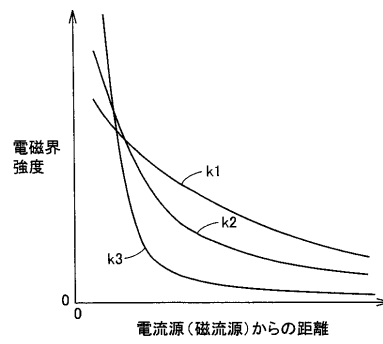
50

一次共振コイル、C1, C2 コイル、D1 ~ D4, D11 ~ D14 ダイオード、Q1 ~ Q4, Q11 ~ Q14 スイッチング素子。

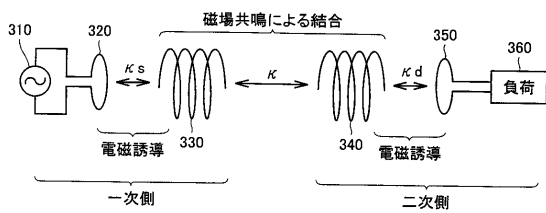
【図1】



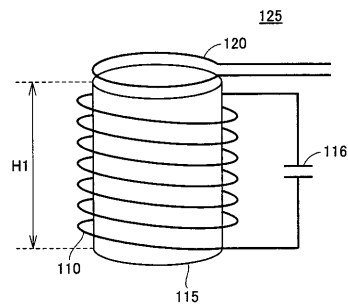
【図3】



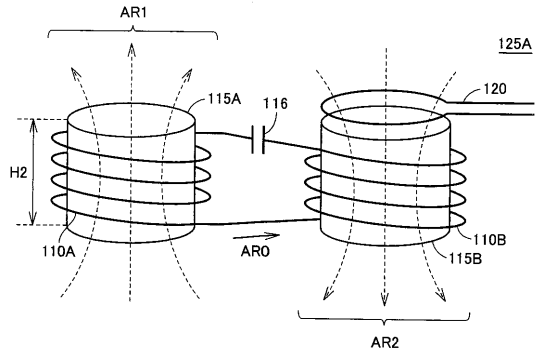
【図2】



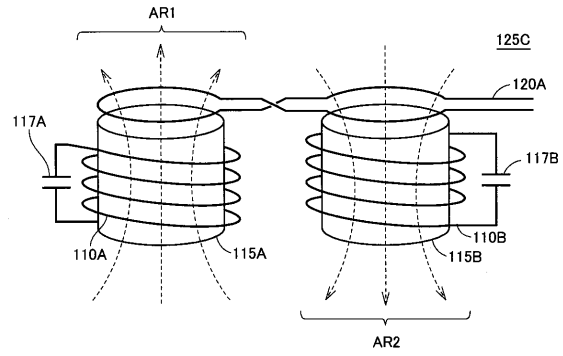
【図4】



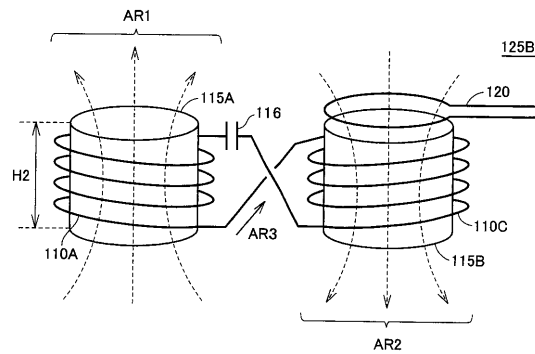
【 図 5 】



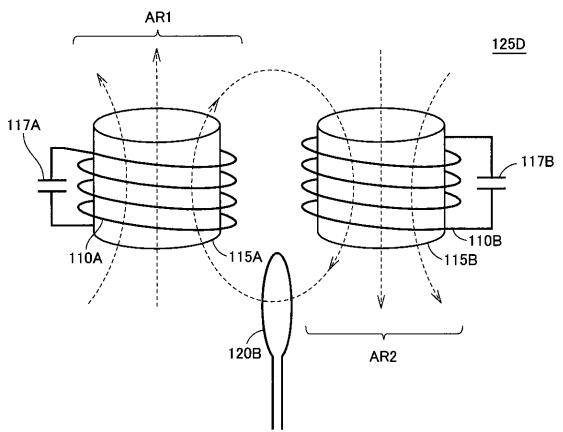
【 図 7 】



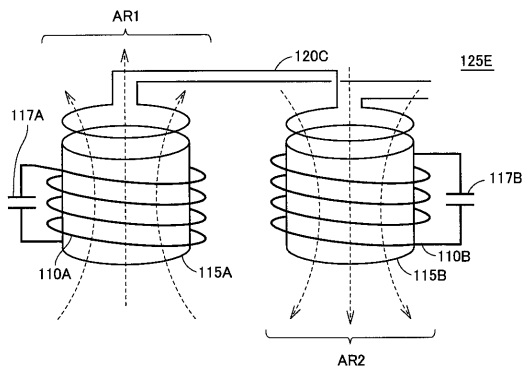
【 図 6 】



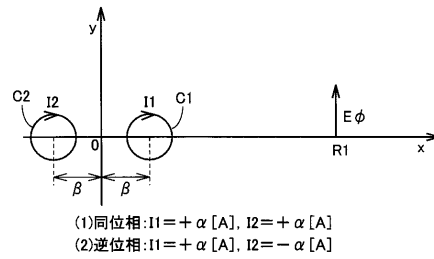
【 図 8 】



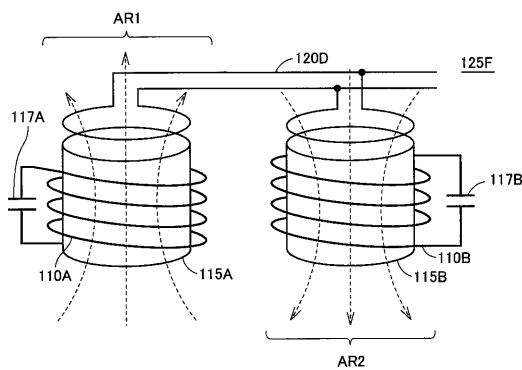
【 図 9 】



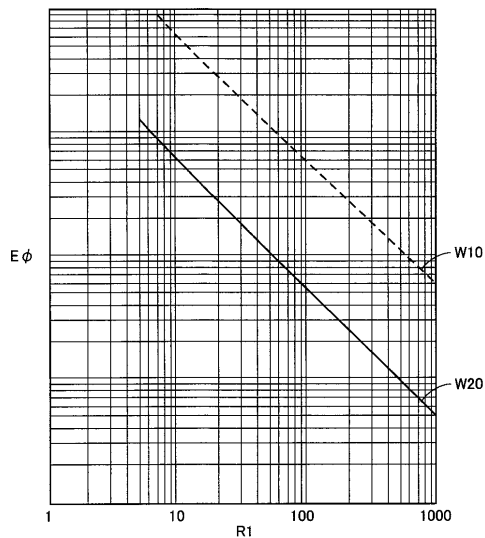
【 図 1 1 】



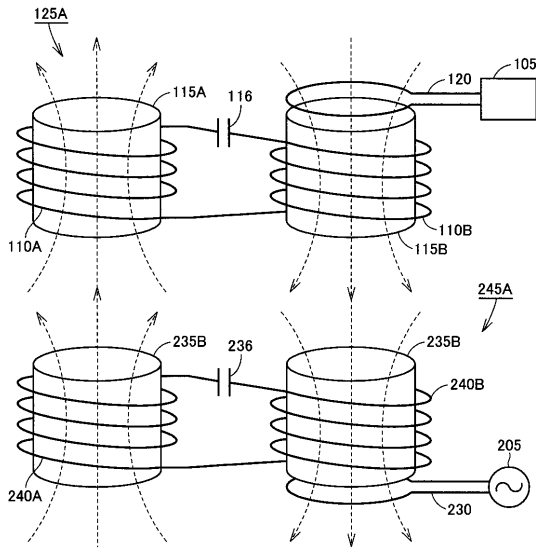
【 図 1 0 】



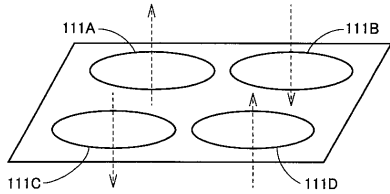
【 図 1 2 】



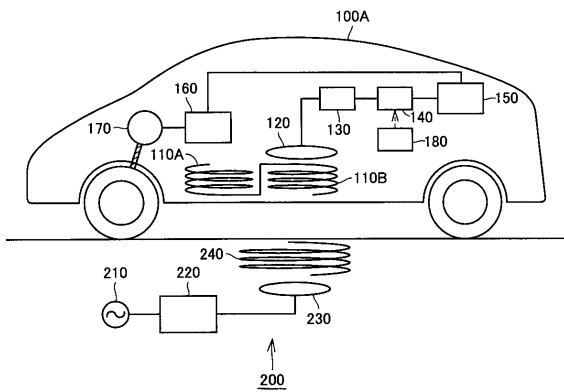
【図13】



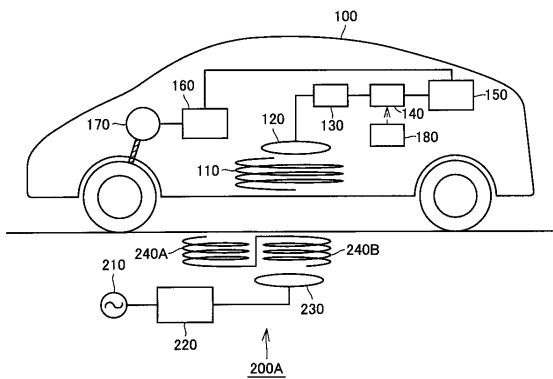
【図14】



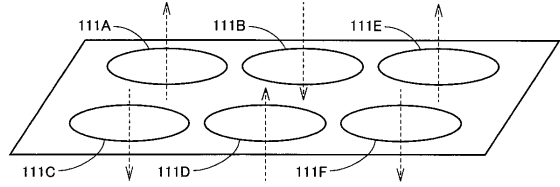
【図18】



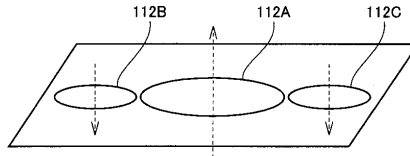
【図19】



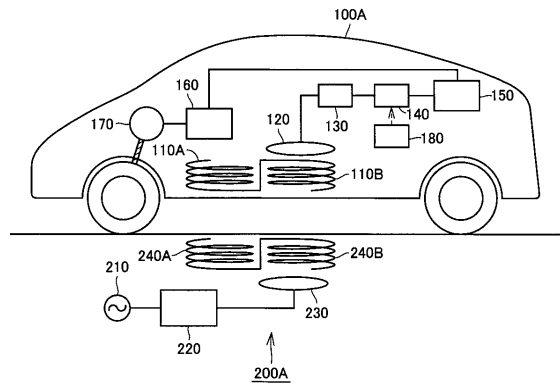
【図15】



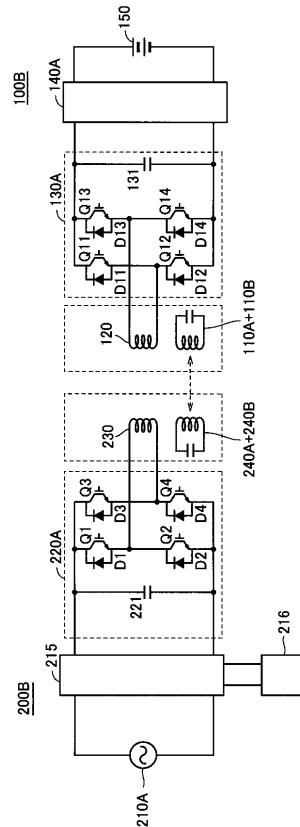
【図16】



【図17】



【図20】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
B 6 0 M	7/00	(2006.01)	B 6 0 L	5/00 B
H 0 1 F	38/14	(2006.01)	B 6 0 M	7/00 X
			H 0 1 F	23/00 B

(72)発明者 榊原 啓之
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会社日本自動車部品総合研究所内

(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

審査官 吉田 美彦

(56)参考文献 国際公開第2009/122355(WO, A1)
特開2009-106136(JP, A)
特開平11-032452(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 2 J	1 7 / 0 0
B 6 0 L	5 / 0 0
B 6 0 L	1 1 / 1 8
B 6 0 M	7 / 0 0
H 0 1 F	3 8 / 1 4
H 0 1 M	1 0 / 4 4
H 0 2 J	7 / 0 0