

(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2011-109902

(P2011-109902A)

(43) 公開日 平成23年6月2日(2011.6.2)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
<b>H02J</b>	<b>17/00</b>	<b>(2006.01)</b>	H02J	17/00	A	5G503		
<b>H02J</b>	<b>7/00</b>	<b>(2006.01)</b>	H02J	7/00	P	5H105		
<b>B60L</b>	<b>5/00</b>	<b>(2006.01)</b>	B60L	5/00	B	5H115		
<b>B60M</b>	<b>7/00</b>	<b>(2006.01)</b>	B60M	7/00	X			
<b>B60L</b>	<b>11/18</b>	<b>(2006.01)</b>	B60L	11/18	C			

審査請求 未請求 請求項の数 21 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2010-252236 (P2010-252236)  
 (22) 出願日 平成22年11月10日 (2010.11.10)  
 (31) 優先権主張番号 61/260, 937  
 (32) 優先日 平成21年11月13日 (2009.11.13)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 000005821  
 パナソニック株式会社  
 大阪府門真市大字門真1006番地  
 (74) 代理人 100101683  
 弁理士 奥田 誠司  
 (72) 発明者 菅野 浩  
 大阪府門真市大字門真1006番地 パナ  
 ソニック株式会社内  
 Fターム(参考) 5G503 AA01 BA01 BB01 FA06 GB09  
 5H105 BB05 CC03 CC19 DD10  
 5H115 PG04 PI01 P116 PI29 P006  
 P016 PU01

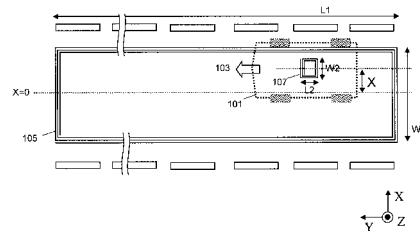
(54) 【発明の名称】 車両用充電システム

(57) 【要約】

【課題】車両の左右方向位置ずれに対して、車両用充電システムの伝送特性が不安定である。

【解決手段】路面側に配置された送電アンテナ105と車両101の底面に配置された受電アンテナ107とが該等しい共振周波数で共振し磁界結合する。送電アンテナ105が位置する領域上に受電アンテナ107が侵入した際に送電がなされる。送電アンテナと受電アンテナとの対向距離Hが、送電アンテナエリア幅W1に対して、 $0.11 \times W1 \leq H \leq 0.26 \times W1$ の範囲内に設定されることにより、安定した伝送特性が得られる。

【選択図】 図1A



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

路面上または路面下に設けられた少なくとも 1 つの送電アンテナと、少なくとも 1 台の車両に設けられた受電アンテナとを含む車両用充給電システムであって、

前記送電アンテナおよび前記受電アンテナは、共振磁界によって互いに結合する共振器対であり、

車両進行方向を Y 方向、前記車両進行方向に垂直な方向を X 方向とするとき、

前記送電アンテナの Y 方向の長さおよび X 方向の長さは、それぞれ、前記受電アンテナの Y 方向の長さおよび X 方向の長さよりも大きく、

前記送電アンテナの X 方向の長さを  $W_1$ 、前記送電アンテナと前記受電アンテナの対向距離を  $H$  とするとき、

$$0.11 \times W_1 \leq H \leq 0.26 \times W_1$$

を満足し、

前記送電アンテナと前記受電アンテナとが対向するときに前記送電アンテナから前記受電アンテナに非接触で電力を供給する車両用充給電システム。

## 【請求項 2】

$$0.12 \times W_1 \leq H \leq 0.22 \times W_1$$

を満足する請求項 1 に記載の車両用充給電システム。

## 【請求項 3】

$$0.15 \times W_1 \leq H \leq 0.19 \times W_1$$

を満足する請求項 2 に記載の車両用充給電システム。

## 【請求項 4】

電源から受けとったエネルギーを RF エネルギーに変換して前記送電アンテナに送出する発振部を有し、

前記車両は、前記受電アンテナが前記送電アンテナから受けとった RF エネルギーを直流エネルギーまたは前記 RF エネルギーよりも周波数の低い交流エネルギーに変換して出力する電力変換部を有する請求項 1 から 3 のいずれかに記載の車両用充給電システム。

## 【請求項 5】

前記送電アンテナと前記受電アンテナとの間の伝送効率を最大化する前記送電アンテナの入力インピーダンスは、前記発振部の出力インピーダンスと一致する請求項 4 に記載の車両用充給電システム。

## 【請求項 6】

前記送電アンテナと前記受電アンテナとの間の伝送効率を最大化する前記受電アンテナの出力インピーダンスは、前記電力変換部の入力インピーダンスと一致する請求項 4 または 5 に記載の車両用充給電システム。

## 【請求項 7】

前記車両は、前記電力変換部が出力する前記直流エネルギーまたは前記交流エネルギーによって動作する負荷を有している、請求項 4 から 6 のいずれかに記載の車両用充給電システム。

## 【請求項 8】

前記負荷の入力インピーダンスは、前記電力変換部の出力インピーダンスと一致する請求項 7 に記載の車両用充給電システム。

## 【請求項 9】

前記少なくとも 1 つの送電アンテナは、第 1 の送電アンテナと第 2 の送電アンテナとを含み、

前記第 1 の送電アンテナと前記受電アンテナとの間の結合係数は、前記第 2 の送電アンテナと前記受電アンテナとの間の結合係数と異なっており、

前記第 1 の送電アンテナと前記受電アンテナとが電力伝送を行うときの前記負荷の入力電圧は、前記第 2 の送電アンテナと前記受電アンテナとが電力伝送を行うときの前記負荷の入力電圧とほぼ等しくなるように設計されている、請求項 7 または 8 に記載の車両用充

10

20

30

40

50

給電システム。

【請求項 10】

前記車両は、二次電池を有し、

前記受電アンテナが前記送電アンテナから受け取ったエネルギーによって前記二次電池を充電する請求項 1 から 9 のいずれかに記載の車両用充給電システム。

【請求項 11】

前記路面に垂直な方向から見たとき、前記受電アンテナの中心部は、前記車両の前記 X 方向における中心線付近に位置している、請求項 1 から 10 のいずれかに記載の車両用充給電システム。

【請求項 12】

前記路面に垂直な方向から見たとき、前記受電アンテナの中心部は、前記車両の前記 Y 方向における中心線付近に位置している、請求項 1 から 11 のいずれかに記載の車両用充給電システム。

【請求項 13】

前記送電アンテナの Y 方向の長さは、前記車両の Y 方向の長さとはほぼ等しい、請求項 1 から 12 のいずれかに記載の車両用充給電システム。

【請求項 14】

前記送電アンテナの Y 方向の長さは、前記車両の Y 方向の長さよりも大きい請求項 1 から 12 のいずれかに記載の車両用充給電システム。

【請求項 15】

前記路面に垂直な方向から見たとき、前記送電アンテナの中心部は、走行レーンの前記 X 方向における中心線付近に位置している、請求項 1 から 14 のいずれかに記載の車両用充給電システム。

【請求項 16】

前記少なくとも 1 つの送電アンテナは、Y 方向に沿って配列された複数の送電アンテナを含み、

前記車両の移動に伴って前記受電アンテナが前記複数の送電アンテナの各々と対向するとき、前記受電アンテナに対向する送電アンテナから前記受電アンテナに順次電力伝送を行う請求項 1 から 15 のいずれかに記載の車両用充給電システム。

【請求項 17】

請求項 1 から 16 のいずれかに記載の車両用充給電システムに使用される車両であって、

前記受電アンテナと、

前記受電アンテナが前記送電アンテナから受け取ったエネルギーによって動作する負荷と

を有する車両。

【請求項 18】

前記負荷は、電気モータである、請求項 17 に記載の車両。

【請求項 19】

内燃機関を動力源とする、請求項 17 または 18 に記載の車両。

【請求項 20】

請求項 1 から 16 のいずれかに記載の車両用充給電システムに使用される送電アンテナ。

【請求項 21】

請求項 1 から 16 のいずれかに記載の車両用充給電システムに使用される受電アンテナと、

前記受電アンテナが前記送電アンテナから受け取った RF エネルギーを直流エネルギーまたは前記 RF エネルギーよりも周波数の低い交流エネルギーに変換して出力する電力変換部とを備える受電システム。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、車両外部から車両へ非接触でエネルギーを供給する車両用充給電システムに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

環境問題への注目が高まる中、電池と電気モータとを用いて走行する電気自動車への期待が高まっている。電気自動車の充給電の方法として、有線接続による方式だけでなく、非接触での無線充給電方式が検討されている。一方、電池重量および電池コストを考慮すると、車両に搭載できる電池容量には限界がある。電池容量の限界は航続距離の限界に直結するため、走行中の車両に対する充給電技術に期待が高まっている。

10

## 【0003】

非接触での電力伝送方式として、特許文献1に記載の共振磁界結合方式が提案されている。この方式は、共振アンテナ間の共振モード間結合を利用するため、従来の電磁誘導方式に比べて、より長距離高効率の電力伝送が可能である。特に共振磁界を利用することにより、共振電界を利用した場合と比較して、周辺生体への影響も回避できるものと考えられている。

## 【0004】

共振磁界結合方式による無線電力伝送方式は、従来の電磁誘導方式と比較して、伝送距離の飛躍的な増大を可能とする。すなわち、共振アンテナ間の結合の強さを示す結合係数  $k$  が各アンテナの減衰定数  $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$  の積の  $1/2$  乗と比較して大きい場合、良好なエネルギー伝送が可能である。共振磁界結合方式による無線電力伝送システムは、結合係数  $k$  が  $1$  よりも小さいものの、共振の低損失性を示す  $Q$  値が高い共振回路を用いることによって伝送効率を高めた電磁誘導システムとみなすことができる。但し、 $k < 1$  である電磁誘導方式とは異なり、共振磁界結合方式では  $k < 1$  であるため、発振部と送電アンテナとの間、および整流部と受電アンテナとの間のブロック間インピーダンス整合を保った状態でしか高効率の電力伝送は生じない。

20

## 【0005】

特許文献2には、特許文献1の技術を車両の充給電に応用した例が開示されている。例えば、駐車中充給電時に、路面に配置された送電アンテナと車両側に配置された受電アンテナとの間に生じる相対的な位置ずれに対して、送電アンテナおよび受電アンテナの複数配置により対応することが開示されている。

30

## 【0006】

また、特許文献3には、電磁誘導方式による車両への電力伝送システムにおいて、主に駐車中充電時の左右方向の駐車位置ずれに対する対策例が開示されている。このシステムでは、受電側、送電側にそれぞれ2つのアンテナを配置し、その振幅と位相とを個別に制御することにより、上記位置ずれに対応している。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0007】

40

【特許文献1】米国特許出願公開第2008/0278264-A1号明細書(図6、図11)

【特許文献2】特開2009-106136号公報

【特許文献3】米国特許出願公開第2008/0265684-A1号明細書(図3)

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0008】

本発明は、車両の走行中充給電、および駐車中充給電の両システムにおいて、送電アンテナと受電アンテナとの間の相対的な位置変化が伝送特性を不安定にする問題を新たに指摘し、これを解決する。

50

## 【0009】

共振磁界結合方式の車両用充給電システムでは、走行中または駐車中の充給電の際に、送電アンテナに対する車両内の受電アンテナの相対位置が車両の進行方向に向かって左右にずれることにより、共振磁界結合方式の電力伝送特性が不安定になる。

## 【0010】

特に、走行中の車両は、走行レーンの中央を走行するだけでなく、走行レーンの端に沿って走行する場合も多い。そのため、走行中の車両の左右方向の相対的な位置ずれの量は、駐車中の車両の左右方向の相対的な位置ずれの量に比べ、大きくなることが想定される。特許文献3は、駐車中の送電アンテナの位置と受電アンテナの位置とが車両進行方向に向かって左右にずれることによる伝送特性の不安定化に対する解決策を開示している。しかしながら、特許文献3に開示された技術では、アンテナ数の増大を招き、コストの点で問題となる。さらに、高効率の充給電が期待できない上、走行中充給電システムへの適用が困難である。

10

## 【0011】

また、駐車中充給電システムにおいても、車両進行方向に向かって左右方向の位置ずれは発生する。左右方向の位置ずれなく停車するよう、運転者に過度の運転技術を要求する制限を課せば、位置ずれは起きない。しかし、そのような制限を課すことは、非接触充給電システムを採用する利点を損ねてしまう。よって、駐車中充給電システムにおいても、左右方向の位置ずれに対して、特性の安定性を保証する仕組みが必要である。しかしながら、特許文献2には、走行中充給電や駐車中充給電に対応するシステムを構成する際に生じる課題、及びその課題を解決する方法は開示されていない。

20

## 【0012】

本発明は、上記従来課題を解決するものである。走行中または駐車中の車両の充給電の際に生じる、特に車両進行方向に向かって左右方向の位置ずれに対して安定な特性を維持しながら、充給電を行うことを可能とする車両用充給電システムを提供する。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0013】

本発明の車両用充給電システムは、路面上または路面下に設けられた少なくとも1つの送電アンテナと、少なくとも1台の車両に設けられた受電アンテナを含む車両用充給電システムであって、前記送電アンテナおよび前記受電アンテナは、共振磁界によって互いに結合する共振器対であり、車両進行方向をY方向、前記車両進行方向に垂直な方向をX方向とするとき、前記送電アンテナのY方向の長さおよびX方向の長さは、それぞれ、前記受電アンテナのY方向の長さおよびX方向の長さよりも大きく、前記送電アンテナのX方向の長さを $W1$ 、前記送電アンテナと前記受電アンテナの対向距離を $H$ とするとき、 $0.11 \times W1 < H < 0.26 \times W1$ を満足し、前記送電アンテナと前記受電アンテナとが対向するとき前記送電アンテナから前記受電アンテナに非接触で電力を供給する。

30

## 【0014】

本発明の車両用充給電システムに使用される車両は、前記受電アンテナと、前記受電アンテナが前記送電アンテナから受け取ったエネルギーによって動作する負荷とを備えている。

40

## 【0015】

本発明の送電アンテナは、前記車両用充給電システムに用いられる。

## 【0016】

本発明の受電システムは、前記車両用充給電システムに使用される受電アンテナと、前記受電アンテナが前記送電アンテナから受け取ったRFエネルギーを直流エネルギーまたは前記RFエネルギーよりも低い周波数の交流エネルギーに変換して出力する電力変換部とを備える。

## 【発明の効果】

## 【0017】

本発明の車両用充給電システムによれば、車両の位置ずれに対して安定した特性の充給

50

電機能を、簡素なシステムで実現することが可能となる。そのため、低コスト化、軽量化が可能となる。また、本発明の車両用充給電システムは安定した充給電特性を提供するため、DC/DCコンバータ、レギュレータなどの回路ブロックを省略することが可能となる。その結果、総合的な給電効率の向上、および充給電時間の短縮が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1A】本発明の実施の形態1における車両用充給電システムの上面模式図

【図1B】本発明の実施の形態1における車両用充給電システムの側面模式図

【図2A】本発明の実施の形態1における車両用充給電システムの等価回路図

【図2B】本発明の実施の形態1における車両用充給電システムの構成ブロック図

10

【図3】本発明の実施の形態1における駐車中充給電システムの上面模式図

【図4】本発明の実施の形態1における走行中充給電システムの上面模式図

【図5】本発明の実施の形態1における送電アンテナが複数配置された例の上面模式図

【図6】本発明の実施の形態1における車両用充給電システムの構成ブロック図

【図7】本発明の実施の形態1の変形例における車両用充給電システムの等価回路図

【図8】実施例1aのインピーダンス変動特性図

【図9】実施例1bのインピーダンス変動特製図

【図10】実施例1aの $X = 0$ におけるY方向の移動に対する送電アンテナの最適インピーダンス変動特性図

【図11】実施例1aの $X = X_0$ におけるY方向の移動に対する受電アンテナの最適インピーダンス変動特性図

20

【発明を実施するための形態】

【0019】

本発明の好ましい実施形態における車両用充給電システムは、主に磁界の近接成分を利用した共振アンテナ間の共振磁界結合によって、車両への充給電を無線で行う。以下、図面を参照しながら本発明の実施の形態を説明する。以下の説明において、同一の構成要素には同じ参照符号を付している。

【0020】

(実施形態1)

本発明の実施形態1における車両用充給電システムは、走行中の車両への充電、給電のうち少なくとも一方を行う走行中充給電システム、または駐車中の車両への充電、給電のうち少なくとも一方を行う駐車中充給電システムとして用いられる。なお、本明細書において、「充電」とは車両内に設けられた二次電池を充電し車両を駆動するための電力を蓄えることを指す。また、「給電」とは車載の駆動用電気モータなどの負荷に電力を供給することを指す。本実施形態の車両用充給電システムは、路面上または路面下に設けられた送電アンテナと、車両に設けられた受電アンテナとを備えている。送電アンテナと受電アンテナとが共振磁界結合することにより、無線で電力が伝送される。

30

【0021】

図1Aは、本実施形態における車両用充給電システムの上面透視模式図である。また、図1Bは、図1Aを側面から見たときの模式図である。説明のために、図1Aに示すXYZ座標を導入する。車両101の前後方向を±Y方向、車両101の進行方向103に向かって左右方向を±X方向、車両101の上下方向を±Z方向とする。特に説明がない場合、送電アンテナ105はXY平面に配置された矩形形状のインダクタを含むものとする。送電アンテナ105の重心を座標原点( $X = Y = Z = 0$ )とし、送電アンテナ105は移動しないものとする。また、受電アンテナ107もXY平面に平行に配置された矩形形状のインダクタを含むものとする。送電アンテナ105のX方向サイズを $W_1$ 、Y方向サイズを $L_1$ とし、受電アンテナ107のX方向サイズを $W_2$ 、Y方向サイズを $L_2$ とする。なお、本明細書においてアンテナのX方向またはY方向のサイズとは、各方向における長さを意味するものとする。また、図1Bに示すように、受電アンテナ107が配置された面のZ座標Hは、送電アンテナ105の配置面を基準とする受電アンテナ107の配置

40

50

面の高さに相当する。

【0022】

後述するように、送電アンテナ105のX方向サイズW1およびY方向サイズL1は、それぞれ受電アンテナ107のX方向サイズW2およびY方向サイズL2よりも大きく設定される。したがって、送電アンテナ105の面積は受電アンテナ107の面積よりも大きく設定される。さらに、車両101のX方向の位置ずれに対して伝送特性の安定性を高めるために、送電アンテナ105と受電アンテナ107との対向距離Hは、後述するように、 $0.11 \times W1 \leq H \leq 0.26 \times W1$ の条件を満足するように設定される。図示される受電アンテナ107は、正方形に近い形状を有しているが、本発明はこの形状に限られるものではない。

10

【0023】

走行中充給電システム、駐車中充給電システムのいずれにおいても、送電アンテナ105はY方向に長い形状を有していることが好ましい。特に、走行中充給電システムにおいては、送電アンテナ105の面積は受電アンテナ107の面積よりも十分大きく設定されることが好ましい。受電アンテナ107の重心のXY座標は、車両101の重心のXY座標と同一に設定されることが好ましいが、必ずしも同一でなくとも本発明の効果は得られる。

【0024】

次に、本実施形態の車両用充給電システムの構成要素を説明する。図2Aは本実施形態の車両用充給電システムに用いられる回路構成の一部を示している。なお、図2Aに示す構成は本実施形態における一例であり、本発明はこの回路構成に限られない。例えば、各回路ブロック間にフィードバック制御の機能ブロックなどを必要に応じて追加してよい。

20

【0025】

本実施形態の車両用充給電システムは、路面に設置された送電部122と車両101に設置された受電部124とを有している。送電部122は、電源112から出力されるエネルギー（電力）を受け取りRFエネルギーに変換して出力する発振部114と、発振部114から出力されたRFエネルギーから共振磁界を発生させる送電アンテナ105とを備えている。受電部124は、送電アンテナ105が発生した共振磁界と結合してRFエネルギーを受け取る受電アンテナ107と、受電アンテナ107が受け取ったRFエネルギーを直流エネルギーに変換し出力する整流部116とを備えている。

30

【0026】

車両101は、電源制御部117、二次電池120および負荷118をさらに有している。二次電池120および負荷118は、整流部116が出力した直流エネルギーによって充電され、または動作する。電源制御部117は、整流部116から負荷118または二次電池120へのエネルギー出力を制御する。電源制御部117はまた、二次電池120に蓄えられた電力を負荷118に供給するための制御も行う。

【0027】

ここで、二次電池120は、どのような二次電池でもよい。例えばリチウムイオン電池、ニッケル水素電池などが利用可能である。負荷118は、電気モータとそれに接続される駆動回路とを含む。また、電気で動作する他の機器を含んでも良い。なお、本実施形態の車両101は、電気モータを動力源とする車両であるが、本発明の車両用充給電システムは、内燃機関を動力源とする車両にも適用可能である。そのような車両に本発明の車両用充給電システムが用いられた場合、例えば無線電力伝送によって受け取った電力を利用して車載の照明などを動作させるガソリンエンジン車などが実現可能である。

40

【0028】

電源112には、商用電源（100V/200V）または大電力を供給可能に設計された給電装置などが用いられる。後段の発振部114への出力エネルギーは直流成分に変換されていることが好ましい。発振部114には、D級、E級、F級などの、高効率且つ低歪な特性を実現できる増幅器を用いることができるし、ドハーティ増幅器を用いることもできる。歪成分を含む出力信号を発生するスイッチング素子の後段に、低域通過フィルタま

50

たは帯域通過フィルタを配置することにより、高効率な正弦波を生成してもよい。整流部 116には、例えば両波整流回路、ブリッジ整流回路、高倍圧整流回路等が適用可能である。また、同期整流方式を用いてもダイオード整流方式を用いても実現可能である。

【0029】

送電アンテナ105および受電アンテナ107は、少なくともインダクタ回路と容量回路とを含んでいる。各アンテナのインダクタ回路は、ループ形状またはスパイラル形状を有している。送電アンテナ105および受電アンテナ107は、所定の周波数 $f_p$ で共振する共振回路となるよう設計されている。各アンテナの容量回路は、チップ容量素子などの集中定数回路素子で実現されていてもよいし、インダクタ配線に沿って分布的に生じる分布定数回路素子として少なくともその一部が実現されていてもよい。

10

【0030】

なお、図2Aでは、送電アンテナ105および受電アンテナ107のいずれにおいても、インダクタ回路と容量回路とが直列接続されているが、必ずしもこの構成である必要はない。各アンテナにおいて、インダクタ回路および容量回路は直列接続されていてもよいし、並列接続されていてもよい。一方のアンテナでは直列接続され、他方のアンテナでは並列接続されていても本実施形態の効果に変わりはない。

【0031】

また、送電アンテナ105および受電アンテナ107は、金属加工により単一配線から構成されていてもよいし、損失を低減するために複数本の撚り線からなるリッツ線を用いて構成されていてもよい。

20

【0032】

受電アンテナ107は、好ましくは車両101の底面に設けられる。受電アンテナ107は、その下面と車両101の底面とが同一平面に位置するように車両内部に格納されていてもよいし、車両底面から下側に突き出した形状で設置されていてもよい。送電アンテナ105は、その表面と路面102とが同一平面に位置するように路面102に設置されていてもよいし、路面102よりも深い位置に埋設されていてもよい。送電アンテナ105は路面102から一定の深さに埋設されていてもよいし、送電アンテナ105の部分によって設置される位置が異なってもよい。

【0033】

本実施形態では、送電アンテナ105および受電アンテナ107を構成する各インダクタ回路の形状は矩形としているが、本発明はこの形状に限定されない。両アンテナは楕円形状でもよいし、 $\pm Y$ 方向に非対称な形状であってもよい。但し、 $X$ 方向の磁界密度分布変動の吸収が、本発明の車両用充給電システムの動作原理である。車両への受電アンテナ107の配置幅が限定された場合、配置幅を最大限利用して、矩形形状とすることが好ましい。各アンテナが矩形形状を有する場合、その形状は厳密に矩形ではなく、角部分で一定以上の曲率を有することが好ましい。急激な配線角度の変化は、電流の集中および周辺空間の磁界密度の集中を招き、好ましくないからである。

30

【0034】

次に、各回路ブロック間のインピーダンス整合について図2Bを参照しながら説明する。

40

【0035】

図2Bは、本実施形態の車両用充給電システムの構成ブロック図と、各回路ブロックの入出力インピーダンスとを示している。ここで、図2Aに記載の構成要素のうち、電源制御部117と二次電池120の回路ブロックは省略している。ここで、送電アンテナ105と受電アンテナ107との間の電力伝送効率を最大化する送電アンテナ105の入力インピーダンスおよび受電アンテナ107の出力インピーダンスを、それぞれ送電アンテナ105の最適入力インピーダンス $Z_{T \times 0}$ および受電アンテナ107の最適出力インピーダンス $Z_{T r 0}$ とする。

【0036】

回路ブロック間のRFエネルギーの多重反射を抑制し、総合発電効率を最適化するために

50

、発振部 114 の出力インピーダンス  $Z_{T0}$  と送電アンテナ 105 の最適入力インピーダンス  $Z_{T \times 0}$  とを一致させることが好ましい（整合条件 1）。同様に、受電アンテナ 107 の最適出力インピーダンス  $Z_{R \times 0}$  と整流部 116 の入力インピーダンス  $Z_{Ri}$  とを一致させることが好ましい（整合条件 2）。さらに、入力インピーダンス  $Z_{Ri}$  で整流部 116 が動作した時の出力インピーダンス  $Z_{Ro}$  と負荷インピーダンス  $R_L$  とを一致させることが好ましい（整合条件 3）。以上の整合条件 1～3 を同時に満足させることにより、伝送効率を最大化することができる。

【0037】

次に、車両への充給電時の無線電力伝送について説明する。

【0038】

車両が移動し、送電アンテナ 105 が設置された領域上に受電アンテナ 107 が侵入すると、送電アンテナ 105 から受電アンテナ 107 への電力伝送が可能になる。車両 101 は、受電アンテナ 107 に伝送された電力から、車両 101 に搭載された二次電池 120 への充電、もしくは車両 101 の駆動回路等の負荷 118 への給電が可能である。負荷 118 への給電により、車両の電気モータや照明などを動作させることができる。

【0039】

本実施形態において、送電アンテナ 105 の面積は受電アンテナ 107 の面積よりも十分大きいため、送電アンテナ 105 を構成するインダクタと受電アンテナ 107 を構成するインダクタとの間の結合係数  $k$  は 1 を大幅に下回る。そのため、従来の電磁誘導方式を用いた場合、高効率の電力伝送は不可能である。本実施形態では、送電アンテナ 105 および受電アンテナ 107 は、共にほぼ同一の共振周波数で共振する共振器対を形成し、両アンテナの  $Q$  値は共に高く設計されている。そのため、インダクタ間の結合係数  $k$  が 1 を大幅に下回っても高い伝送効率の電力伝送が可能となる。

【0040】

次に、送電アンテナ 105 および受電アンテナ 107 の好ましいサイズと配置について説明する。

【0041】

車両用充給電システムには、高精度な位置補正を支援する自動走行（もしくは停車）システムを導入することなく、安定した伝送特性を維持することが求められる。そのためには、送電アンテナ 105 と受電アンテナ 107 との間に相対的な位置ずれが生じた際の伝送特性を把握し、対策を検討する必要がある。以下、 $Y$  方向（車両の前後方向）および  $X$  方向（車両の横方向）の位置ずれに対して安定した伝送特性を維持できるアンテナのサイズと配置について説明する。

【0042】

まず、 $Y$  方向の位置ずれについて説明する。送電アンテナ 105 と受電アンテナ 107 との間の相対的な  $Y$  方向の位置ずれに対し、安定した伝送特性を確保することは重要である。なぜなら、走行中の車両 101 は、送電アンテナ 105 に対して充給電中も進行方向に向かって常に移動するし、駐車する車両も駐車スペースへ進入する際に、前後方向に移動するからである。 $Y$  方向の位置ずれに対してシステムが許容度を有するために、送電アンテナ 105 の  $Y$  方向サイズ  $L_1$  は受電アンテナ 107 の  $Y$  方向サイズ  $L_2$  よりも大きく設定される。すなわち、以下の式 1 を満たす。

$$(式1) \quad L_1 > L_2$$

【0043】

走行中充給電システムにおいては、送電アンテナ 105 の  $Y$  方向サイズ  $L_1$  は好ましくは車両 101 の  $Y$  方向サイズよりも大きい値に設定される。 $L_1$  は、例えば数メートルから数百メートルに設定されることが好ましい。このように、 $L_1$  を  $L_2$  よりも大きくすることにより、送電アンテナ 105 の上を  $Y$  方向に移動する車両 101 に対して安定した充給電特性を維持することが可能となる。

【0044】

また、駐車中充給電システムでは、車両 101 は、駐車スペースに前進しながら、また

10

20

30

40

50

は後進しながら侵入する。運転者が車両101を停止させるときに、送電アンテナ105と受電アンテナ107とが対向する厳密な車両101の位置を意識させないためには、受電アンテナ107の車両101への搭載位置（Y座標）を車両のY座標の中心付近に設定することが好ましい。また、車両設計の自由度を向上させるため、送電アンテナ105のY方向サイズL1を車両101のY方向サイズとほぼ等しい長さに設定することが好ましい。ここで「ほぼ等しい」とは、車両101のY方向サイズに対する送電アンテナ105のY方向サイズL1の割合が20%～300%の範囲内にあることを意味するものとする。図3は、以上の条件を満足する駐車中充給電システムの上図透視模式図である。この構成により、車両前方部底面、車両後方部底面のいずれに受電アンテナ107が配置されても電力伝送が可能となる。

10

【0045】

次に、X方向の位置ずれについて説明する。本発明の車両用充給電システムでは、送電アンテナ105と受電アンテナ107との間の相対的なX方向の位置ずれに対しても安定した伝送特性を確保する必要がある。なぜなら、走行中の車両101は、充給電中もX方向にずれる可能性があるし、駐車する車両も駐車スペースに侵入するたびにX方向がずれることが一般的であるからである。

【0046】

走行中または駐車中の、送電アンテナ105に対する車両101のX方向の相対的な位置ずれに対してシステムが許容性を有するために、送電アンテナ105の幅W1、は受電アンテナ107の幅W2より広く設定される。すなわち、以下の式2を満たす。

20

(式2)  $W1 > W2$

【0047】

また、受電アンテナ107の車両101への搭載位置（X座標）は、車両のX座標の中心付近に設定されることが好ましい。

【0048】

図4は、以上の条件を満たす走行中充給電システムにおいて、車両101が走行中に状態0から状態1へとX方向にずれている例を示している。図示される状態0は、車両101が走行レーンの中央を走行している状態（ $X = 0$ ）である。また、状態1は、車両101が走行レーンの右端に位置し、受電アンテナ107の全面積が辛うじて送電アンテナ105と対向している状態（ $X = X0$ ）である。X0は以下の式3で表される。

30

(式3)  $X0 = (W1 - W2) / 2$

【0049】

したがって、以下の式4の範囲内で車両が移動しても、受電アンテナ107の全面積が送電アンテナ105と対向するため、高効率のエネルギー伝送が可能となる。

(式4)  $-X0 \leq X \leq X0$

【0050】

しかしながら、送電アンテナ105の外径で囲まれた領域および送電アンテナ105の外部の領域の磁界密度の空間分布がX座標に依存していることから、式4の範囲内の位置ずれに対して安定した電力伝送特性を維持することは困難である。すなわち、状態0における送電アンテナの最適入力インピーダンス $ZTx0$ は、状態1における送電アンテナ105の最適入力インピーダンス $ZTx1$ と異なる。同様に、状態0における受電アンテナ107の最適出力インピーダンス $ZRx0$ は、状態1における受電アンテナ107の最適出力インピーダンス $ZRx1$ と異なる。

40

【0051】

ここで、 $ZTx0$ に対する $ZTx1$ の変動比率 $FTx$ 、および $ZRx0$ に対する $ZRx1$ の変動比率 $FRx$ を、それぞれ以下の式5、6で定義する。

(式5)  $FTx = ZTx1 / ZTx0$

(式6)  $FRx = ZRx1 / ZRx0$

【0052】

すると、式5、6で表される $FTx$ 、 $FRx$ がそれぞれ1から逸脱するほど、X方向の

50

位置ずれに対して伝送特性が不安定になる。インピーダンスの変動は、発振部 1 1 4 と送電アンテナ 1 0 5 との間および受電アンテナ 1 0 7 と整流部 1 1 6 との間のエネルギーの反射、不要な電力損失や回路の温度上昇、漏洩ノイズを引き起こす。そのため、受電エネルギーの電圧が設計値とずれる可能性が生じる。その結果、電圧安定のために電源制御部にレギュレータや DC - DC コンバータなどの電圧制御機能を導入せざるを得なくなり、エネルギー利用効率の低下を招く。

【 0 0 5 3 】

本願発明者は、上記の課題を新たに発見し、検討した結果、上記課題によってもたらされる電力伝送特性の不安定性を緩和する条件を導出した。すなわち、送電アンテナ 1 0 5 と受電アンテナ 1 0 7 との対向距離 H は、以下の式 7 の条件を満足するように設定される

10

$$(式7) \quad 0.11 \times W1 \leq H \leq 0.26 \times W1$$

【 0 0 5 4 】

式 7 の条件を満足させることにより、車両 1 0 1 の X 方向の位置ずれに対して、電力伝送特性の不安定性を緩和させることができる。具体的には、図 4 に示される状態 0 から状態 1 へ車両が充給電されながら移動する際に、送電アンテナ 1 0 5 の最適入力インピーダンスと受電アンテナ 1 0 7 の最適出力インピーダンスとの間の変動幅を約 2 1 % 以内に抑えることが可能となる。その結果、負荷 1 1 8 の電圧変動幅を約 1 0 % 以内に抑えることができる（実施例 1 参照）。

【 0 0 5 5 】

20

より好ましくは、以下の式 8 の条件を満たすように各アンテナは構成される。

$$(式8) \quad 0.12 \times W1 \leq H \leq 0.22 \times W1$$

【 0 0 5 6 】

式 8 の条件を満足させることにより、送電アンテナ 1 0 5 の最適入力インピーダンスと受電アンテナ 1 0 7 の最適出力インピーダンスとの間の変動幅を約 1 0 . 2 5 % 以内に抑えることが可能となる。その結果、負荷 1 1 8 の電圧変動幅を約 5 % 以内に抑えることができる。

【 0 0 5 7 】

さらに好ましくは、以下の式 9 の条件を満たすように各アンテナは構成される。

$$(式9) \quad 0.15 \times W1 \leq H \leq 0.19 \times W1$$

30

【 0 0 5 8 】

式 9 の条件を満足させることにより、送電アンテナ 1 0 5 の最適入力インピーダンスと受電アンテナ 1 0 7 の最適出力インピーダンスとの間の変動幅を約 6 . 0 5 % 以内に抑えることが可能となる。その結果、負荷 1 1 8 の電圧変動幅を約 3 % 以内に抑えることができる。

【 0 0 5 9 】

上記の式 7 ~ 9 で示される条件を満足することにより、車両の X 方向の位置ずれに対する伝送特性の安定性を高めることができる。

【 0 0 6 0 】

さらに、駐車中充給電システムにおいては、送電アンテナ 1 0 5 の X 方向サイズは車両幅程度に設計されることが好ましい。また、走行中充給電システムにおいては、送電アンテナ 1 0 5 の X 方向サイズは、車両走行エリアの幅程度の拡がりをもって設計されることが好ましい。送電アンテナ 1 0 5 の幅が車両走行エリアの幅よりも大きい構成では、複数レーンを一台中の送電アンテナでカバーすることになる。その場合、通行車両数の変動による負荷の変動を招く可能性があるため、好ましくない。

40

【 0 0 6 1 】

なお、走行中充給電システムでは、車両は走行レーンの中心軸付近を走行することが多い。そのため、送電アンテナ 1 0 5 は、その中心部が走行レーンの中央に位置するように配置されることが好ましい。

【 0 0 6 2 】

50

以上の条件を満たすようにアンテナのサイズおよび配置を決定することにより、本実施形態の車両用充給電システムでは、車両101のX方向およびY方向の位置ずれに対して、伝送特性を安定化させることが可能となる。

#### 【0063】

以上説明した車両用充給電システムは、一つの送電アンテナ105を備えていたが、送電アンテナ105を複数備えていてもよい。例えば、車両進行方向103に沿って複数の送電アンテナ105からなる送電アンテナ群を路面に配置することができる。図5はそのような構成を示す上面透視模式図である。このような構成は、特に走行中充給電システムにおいて有用である。車両101の走行中、車両101の位置に対向した送電アンテナ105が車両101内の受電アンテナ107に対し連続してエネルギー伝送を行うことにより、走行中の車両101への継続的な充給電が可能となる。

10

#### 【0064】

次に、走行中充給電システムと駐車中充給電システムとの整合性について説明する。

#### 【0065】

本実施形態の車両用充給電システムは、走行中充給電システムに用いられる送電アンテナ105と駐車中充給電システムに用いられる送電アンテナ105とを同時に含んでもよい。さらに、走行中充給電システムの一部を構成する受電部124（受電アンテナ107と整流部116とを含む）は、同時に駐車中充給電システムの受電部124を構成するように設計することが可能である。言い換えれば、走行中にも駐車中にも単一の機器で充給電が可能な機能を車両に付与することができる。

20

#### 【0066】

図6は、両システムにおける、各回路ブロックでのインピーダンスおよび負荷での電流・電圧を示している。なお、図2Aに記載の構成要素のうち、電源制御部と二次電池の回路ブロックは省略している。走行中充給電システムと駐車中充給電システムとでは、送電アンテナ105と受電アンテナ107との間の結合係数 $k$ は異なる。そのため、図示される各パラメータ値は、走行中充給電システムと駐車中充給電システムとでは必ずしも同一の値とはならない。例えば、走行中充給電システムにおける受電アンテナ107の最適出力インピーダンス $Z_{R \times 0\_1}$ は、駐車中充給電システムにおける受電アンテナ107の最適出力インピーダンス $Z_{R \times 0\_2}$ と異なる値であってもよい（以下、「 $\_1$ 」は走行中充給電システム、「 $\_2$ 」は駐車中充給電システムでのパラメータであることを示す）。同様に、発振部114の最適出力インピーダンス $Z_{T o\_1}$ と $Z_{T o\_2}$ 、送電アンテナ105の最適入力インピーダンス $Z_{T \times 0\_1}$ と $Z_{T \times 0\_2}$ 、整流部116の最適入力インピーダンス $Z_{R i\_1}$ と $Z_{R i\_2}$ 、負荷118の最適入力インピーダンス $R_{L\_1}$ と $R_{L\_2}$ とは、それぞれ異なる値をとってよい。整流部116は、 $Z_{R i\_1}$ と $Z_{R i\_2}$ の両方の入力インピーダンスに対して高効率で動作することが好ましい。

30

#### 【0067】

また、負荷118（充電器等）への入力電圧（整流部116からの出力電圧）（ $V_{\_1}$ と $V_{\_2}$ ）は、負荷118の入力電圧の許容範囲内に収まるよう設計することが好ましい。さらに好ましくは、 $V_{\_1}$ と $V_{\_2}$ とはほぼ等しい値となるように設計される。ここで「ほぼ等しい」とは、 $V_{\_1} / V_{\_2}$ の値が0.8~1.2の範囲内にあることを意味するものとする。 $V_{\_1} / V_{\_2}$ の値が0.8~1.2の範囲内である場合、レギュレータやDC-DCコンバータなどの電圧制御機能の動作特性が良好な条件範囲で使用できるため、エネルギー利用効率を高く維持することができる。さらに好ましくは、 $V_{\_1} / V_{\_2}$ の値は0.9~1.1の範囲内に設計される。 $V_{\_1} / V_{\_2}$ の値が0.9~1.1の場合は、対電圧変動特性に優れた電池を用いる場合において、上記電圧制御機能を排除することが可能となる。また、 $V_{\_1} / V_{\_2}$ の値が0.95~1.05の範囲内にある場合は、一般的な電池を用いる場合においても、上記電圧制御機能を排除することが可能となる。さらに、 $V_{\_1} / V_{\_2}$ の値が0.97~1.03の範囲内にある場合は、電池の耐電圧変動特性を向上させることなく容量やコストなどの特性仕様を追求した電池を、電圧制御機能抜きで用いることが可能となり、より優位な効果が生じる。また、上記説明では電池を例に挙げて説明

40

50

したが、動力部などの負荷についても、同様のことが言える。

【0068】

なお、本実施形態では、負荷118に含まれる電気モータは、整流部116から出力される直流(DC)エネルギーによって動作する直流モータであるが、直流モータではなく交流モータを用いることも可能である。交流モータを用いる場合、例えば以下の2つの構成が可能である。第1の構成は、図2Aにおける電源制御部117が直流(DC)から交流(AC)への変換を行い、当該ACエネルギーを交流モータに送出する構成である。この構成においては、交流モータにはACエネルギーを供給するが、二次電池120にはDCエネルギーを供給するように電源制御部117は構成される。第2の構成は、整流部116の代わりに周波数変換部119を用いる構成である。周波数変換部119は、受電アンテナ107が受け取ったRFエネルギーをそれよりも低い周波数の交流(AC)エネルギーに変換する回路である。この第2の構成では、周波数変換部119から出力される交流エネルギーが交流モータに供給される。図7は、第2の構成における回路ブロックの一例を示している。図7に示す構成では、周波数変換部119から出力されるACエネルギーが電源制御部117を介して交流モータ(負荷118)に供給される。一方、二次電池120を充電する際には、電源制御部117は交流(AC)から直流(DC)への変換を行い、DCエネルギーを二次電池120に送出する。周波数変換部119を用いる場合においては、周波数変換部119の入出力インピーダンスを負荷や他の回路ブロックのインピーダンスに整合させることが好ましい。

10

【0069】

また、図7に示す周波数変換部119を用いる場合でも、上記の実施形態と同様、受電アンテナ107は、複数の異なる送電アンテナの各々との間で非接触の電力伝送を行うことが可能である。ここで、1つの送電アンテナと受電アンテナ107との間の結合係数は、他の送電アンテナと受電アンテナ107との間の結合係数と異なってもよい。これらの結合係数が異なる場合であっても、負荷118や二次電池120の入力電圧がほぼ等しくなるようにシステムが設計されていることが好ましい。

20

【0070】

以下、本実施形態の効果を従来技術と比較しながら説明する。

【0071】

本実施形態の車両用充給電では、送電アンテナの面積は受電アンテナの面積よりも十分大きい。このような構成において車両の位置ずれへの対策を講じた技術は、従来文献には開示されていない。本実施形態の車両用充給電システムによれば、車両のX方向、Y方向への位置ずれに対する伝送特性の安定性を共に向上させることができる。

30

【0072】

特許文献2では、駐車中の車両に対する充給電に際して、車両や路面に複数のアンテナを配置することによってX方向の位置ずれに対応している。しかしながら、複数のアンテナの設置は、低コスト化や小型化の障害になるため、好ましくない。さらに、伝送ブロックにアンテナを切り替えるスイッチを新たに導入しなければならないため、スイッチの挿入損失による伝送効率の低下が懸念される。特許文献2にはそのような伝送効率の低下を回避する構成が開示されていない。

40

【0073】

本発明では、送電アンテナから受電アンテナへのエネルギー伝送は、受電アンテナが送電アンテナ上の空間に位置した場合に限定される。これは、両アンテナを構成するインダクタ間の結合係数が極端に低下すると高効率伝送が困難になるからである。

【0074】

一方、電磁誘導方式による特許文献3の構成では、車両の左右方向の位置ずれを改善すべく導入した構成の結果、効率の一層の低下を招くことになってしまう。特許文献3の道路側送電装置の構成では、本発明の送電アンテナの半分の幅のアンテナエレメントが配置されることになる。また、車両側も同様に、限られた車両幅に対して左右2つのアンテナエレメントが配置される。送電側、受電側それぞれ2つのアンテナエレメントにより、4

50

つの組み合わせが考えられる。特許文献3の手法は、いずれの組み合わせでも強い結合となる条件下で、かつ各組み合わせ間の伝送に対し振幅位相制御を個別に行うことによって初めて高効率且つ安定した伝送を提供できる。しかし、実際には4つの結合のうち、少なくとも2つの結合はインダクタ間の相対距離が必ず遠くなる組み合わせにならざるを得ない。特に、車両の横方向の位置ずれが大きくなるほど、全結合が良好な伝送効率を達成することは困難になる。また、各伝送経路の制御を行う制御素子や切替素子の挿入損分だけ伝送効率が低下する問題を回避する手段が開示されていない。

【0075】

また、従来技術には、進行波である電磁波を用いて送電アンテナから受電アンテナへエネルギー伝送する車両用充給電システムもある（例えば、特開2002-152996号公報）。しかし、この従来技術は、共振磁界結合を用いる本発明の車両用充給電システムとは原理が異なる。この従来技術においては、受電アンテナの形状が $W2 > L2$ であっても、本発明の受電アンテナ構成においてもたらされる、左右方向の車両位置ずれに対する許容度向上の効果は見出せない。むしろ、進行波を放射するアンテナにおいて左右方向に開口幅を拡大することは、左右方向の放射半値幅を低減し、位置ずれに対する許容度が低下すると考えられる。よって、本発明の効果は共振磁界結合方式において、送電アンテナのサイズが受電アンテナのサイズに対して大きい場合においてのみ発現する特有の効果である。

10

【実施例1】

【0076】

以下、本発明の実施例1を説明する。

20

【0077】

本発明の有利な効果を実証するべく、図1A、図1Bに示す構成に基づき、車両用充給電システムの実施例1a、1bによる解析を行った。実施例1aでは、 $W1 = 250\text{ cm}$ 、 $L1 = 1000\text{ cm}$ 、 $W2 = L2 = 65\text{ cm}$ とした。実施例1bでは、 $W1$ および $L1$ は実施例1aと同一の値とし、 $W2 = 43.3\text{ cm}$ 、 $L2 = 86.7\text{ cm}$ とした。送電アンテナおよび受電アンテナの共振周波数はともに $500\text{ kHz}$ となるよう設計した。伝送損失を低減させるため、送電アンテナおよび受電アンテナの配線としてリッツ線を採用した。

【0078】

送電アンテナおよび受電アンテナの入出力端子をネットワークアナライザに接続し、小信号入力条件で通過/反射特性を測定し、アンテナ間の伝送効率を最大化する最適インピーダンス値を測定した。図4に示す状態1の配置( $X = X_0$ )で測定を行った後、図4に示す状態0の配置( $X = 0$ )に車両位置を移動させて測定を行った。2回の測定結果から、車両の進行方向に向かって左右方向の位置ずれに対する伝送特性の安定度を見積もった。以上の測定を、 $Y = 0$ の条件で、複数通りの $H$ の値に対して行うことにより、インピーダンス変動特性の $H$ 依存性を評価した。

30

【0079】

表1は、実施例1a、1bにおける評価の結果を示している。また、図8、図9はそれぞれ、実施例1a、1bにおけるインピーダンス変動特性の $H$ 依存性を示している。ここで、 $FTx$ および $FRx$ は、それぞれ送電アンテナおよび受電アンテナのインピーダンス変動を表している。 $FTx$ および $FRx$ の値がゼロに近いほど、 $X$ 方向の位置ずれに対するシステム耐性が優位である。

40

【0080】

【表 1】

H/W1	実施例1a		実施例1b	
	△FTx (%)	△FRx (%)	△FTx (%)	△FRx (%)
9.46	25.97	29.06	26.45	35.51
10.81	14.40	17.64	15.46	20.05
12.16	9.66	9.45	9.66	9.10
13.51	7.03	9.05	8.81	6.15
14.86	5.15	-1.10	5.37	1.98
16.22	5.55	2.52	3.05	-3.46
17.57	-2.45	1.99	-1.84	-5.16
18.92	-1.90	4.26	-4.02	-5.50
21.62	-9.02	-7.40	-9.31	-8.76
25.68	-7.56	-19.06	-12.15	-20.07
28.38	-20.18	-26.46	-16.16	-25.97
33.78	-23.05	-26.26	-25.39	-29.53

## 【0081】

各実施例において、インピーダンス整合を完全に行った場合の最大伝送効率、状態1、状態0で大きな変化はなかった。よって、状態1において伝送電力を最大化した場合の受電電圧  $V_{Ri\_1}$  は状態0での受電電圧  $V_{Ri\_0}$  および  $FRx$  を用いて以下の式10で表される。

$$(式10) V_{Ri\_1} = V_{Ri\_0} \times (FRx)^{0.5}$$

## 【0082】

式10より、負荷または二次電池の電圧変動幅が10%まで許容される場合、 $FRx$  の変動幅は21%までが許容されることになる。表1より、 $H/W1$  の値が式7の条件を満たす範囲内であれば、電圧変動幅を約10%以内にできることがわかる。また、負荷または二次電池の電圧変動幅が5%まで許容される場合、 $FRx$  の変動幅は10.25%までが許容されることになる。この場合、表1より、 $H/W1$  の値が式8の条件を満たす範囲内であれば、電圧変動幅を約5%以内にできることがわかる。また、負荷または二次電池の電圧変動幅が3%まで許容される場合、 $FRx$  の変動幅は6.09%までが許容されることになる。この場合、表1より、 $H/W1$  の値が式9の条件を満たす範囲内であれば、電圧変動幅を約3%以内にできることがわかる。すなわち、式7~9に相当する各Hの範囲において、本発明の車両用充給電システムは安定した伝送特性が得られることが証明された。また、式7~9に相当する各Hの範囲において、 $ZTx$  値の極端な変動がないため、送電アンテナと送信機ブロック間での信号反射を低減できる。そのため、発振部ブロックの回路で用いるデバイスの耐圧特性仕様を過剰に見積もる必要がない。

## 【0083】

次に、実施例1aの構成で  $H = 0.1757 \times W1$  とし、 $X = 0$  及び  $X = X0$  の2状態を保ったまま、車両をY軸方向へ移動させた。図10は、このときのインピーダンス  $ZTx1$  および  $ZTx0$  のY依存性を示している。同様に、図11は、インピーダンス  $ZRx1$  および  $ZRx0$  のY依存性を示している。図10、11において、値は全て  $Y = 0$  の値を基準に規格化した。図10、図11より、Y軸方向の移動に対するインピーダンス変動は、送電側および受電側のいずれの端子においても6%以内に収まっている。したがって、車両進行方向の移動に対しても本発明の車両充給電システムが良好な伝送特性を維持できることが証明された。

## 【0084】

さらに、電源及び発振部を送電アンテナに接続し、整流部および負荷を受電アンテナに接続し、各接続点でインピーダンス整合条件を満足させた。このような構成において、送電アンテナから車両内の二次電池への充電を行うことができた。

## 【0085】

また、 $L1$  を250cmに減じた車両充給電システムのインピーダンス変動特性も同様に測定した。この場合も、上記と同様に式7~9の条件で本発明の効果が得られた。

【産業上の利用可能性】

【0086】

本発明にかかる車両用充給電システムは、電気自動車への走行中充給電システム、駐車中充給電システムとして利用できる。本発明は、電気自動車に限らず、電動バイク、移動ロボット等のあらゆる車両の充給電に応用できる。

【符号の説明】

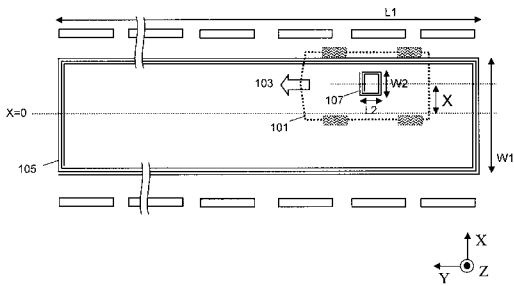
【0087】

- 101 車両
- 102 路面
- 103 車両進行方向
- 105 送電アンテナ
- 107 受電アンテナ
- 112 電源
- 114 発振部
- 116 整流部
- 117 電源制御部
- 118 負荷
- 119 周波数変換部
- 120 二次電池
- 122 送電部
- 124 受電部

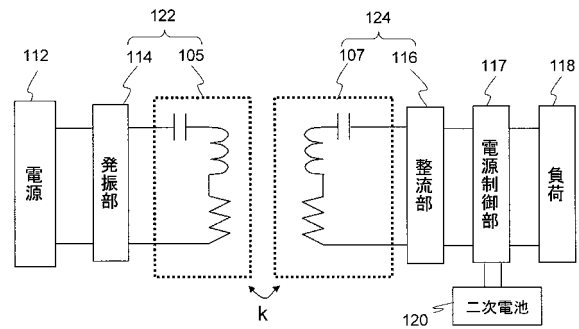
10

20

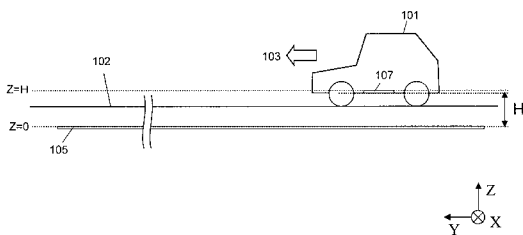
【図1A】



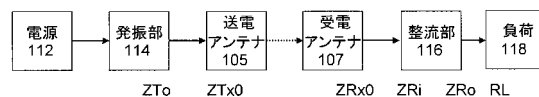
【図2A】



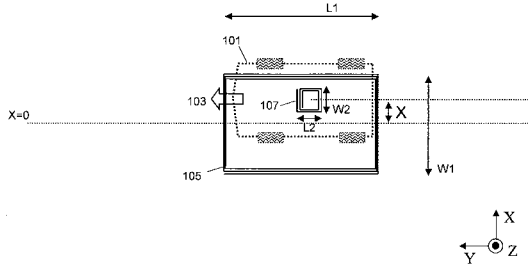
【図1B】



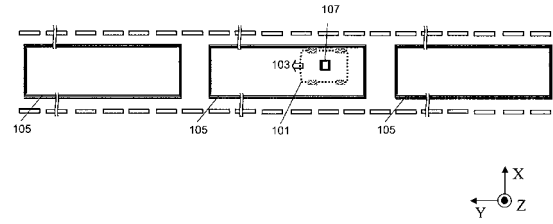
【図2B】



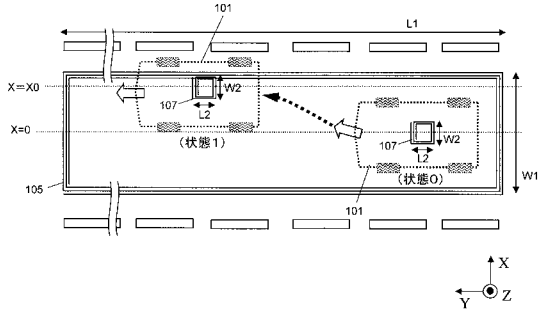
【図3】



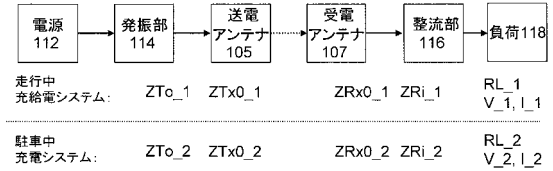
【図5】



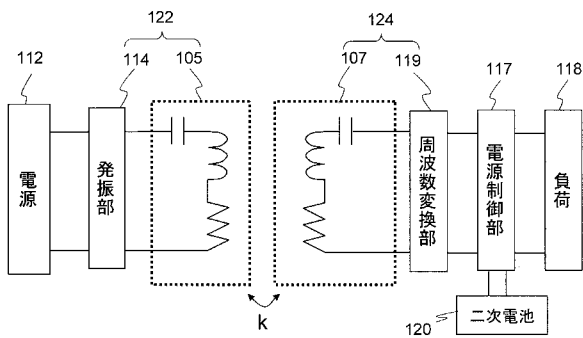
【図4】



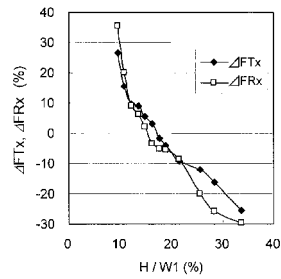
【図6】



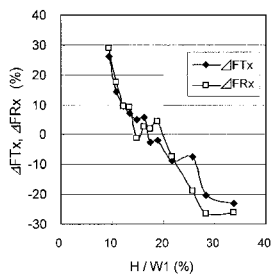
【図7】



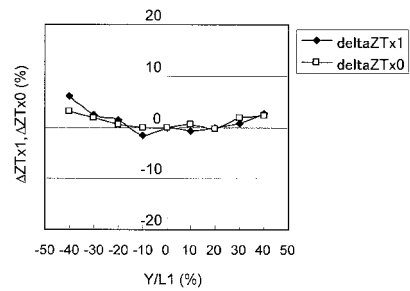
【図9】



【図8】



【図10】



【 図 1 1 】

