

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5718879号  
(P5718879)

(45) 発行日 平成27年5月13日 (2015. 5. 13)

(24) 登録日 平成27年3月27日 (2015. 3. 27)

(51) Int. Cl.

F 1

B 6 0 L 11/18 (2006. 01)

H 0 2 J 17/00 (2006. 01)

H 0 2 J 7/00 (2006. 01)

H 0 1 M 10/46 (2006. 01)

B 6 0 M 7/00 (2006. 01)

B 6 0 L 11/18

H 0 2 J 17/00

H 0 2 J 17/00

H 0 2 J 7/00

H 0 2 J 7/00

C

B

X

P

3 0 1 D

請求項の数 8 (全 28 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2012-240071 (P2012-240071)  
 (22) 出願日 平成24年10月31日 (2012. 10. 31)  
 (65) 公開番号 特開2014-90617 (P2014-90617A)  
 (43) 公開日 平成26年5月15日 (2014. 5. 15)  
 審査請求日 平成25年11月12日 (2013. 11. 12)

(73) 特許権者 000003207  
 トヨタ自動車株式会社  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地  
 (73) 特許権者 504157024  
 国立大学法人東北大学  
 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号  
 (74) 代理人 110001195  
 特許業務法人深見特許事務所  
 (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  
 (72) 発明者 小松 雅行  
 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】 車両の駐車支援装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

非接触で電力を受電する車両の駐車支援装置であって、  
 駐車場に設置された給電装置の送電部のコイルタイプを検知する検知手段と、  
 前記送電部のコイルタイプと前記送電部の位置とに応じて車両の駐車目標位置を設定する目標位置設定手段とを備え、  
 前記目標位置設定手段は、前記検知手段が検知したコイルタイプが、第1軸を取り囲むように巻回した環状コイルと前記第1軸が側面中央部を貫くように前記環状コイルとの位置が定められかつ前記第1軸と交差する第2軸を取り囲むように巻回したソレノイドコイルとを直列接続した構成を有する合成型コイルである場合には、前記車両が搭載する受電部の中心が前記第1軸から前記第2軸に沿って所定距離離れた位置となるように前記駐車目標位置を設定する、車両の駐車支援装置。

【請求項 2】

前記車両が搭載する前記受電部のコイルタイプは、前記環状コイルまたは前記ソレノイドコイルのいずれか一方である、請求項 1 に記載の車両の駐車支援装置。

【請求項 3】

非接触で電力を受電する受電部を含む車両の駐車支援装置であって、  
 前記受電部は、第1軸を取り囲むように巻回した環状コイルと前記第1軸が側面中央部を貫くように前記環状コイルとの位置が定められかつ前記第1軸と交差する第2軸を取り囲むように巻回したソレノイドコイルとを直列接続した構成を有する合成型コイルを含み

、  
駐車場に設置された給電装置の送電部の位置に応じて車両の駐車目標位置を設定する目標位置設定手段を備え、

前記目標位置設定手段は、前記送電部の中心が前記第1軸から前記第2軸に沿って所定距離離れた位置となるように前記駐車目標位置を設定する、車両の駐車支援装置。

【請求項4】

前記送電部のコイルタイプは、前記環状コイルまたは前記ソレノイドコイルのいずれか一方である、請求項3に記載の車両の駐車支援装置。

【請求項5】

前記所定距離は、前記ソレノイドコイルの前記側面中央部から側面端部までの距離以下である、請求項1～4のいずれか1項に記載の車両の駐車支援装置。

10

【請求項6】

前記ソレノイドコイルは、平板の磁性材の周囲に導電線を巻回した構成を有し、

前記ソレノイドコイルは、前記成型コイルにおいて、前記第1軸が前記平板の中央部を貫くように前記環状コイルとの位置が定められる、請求項1～5のいずれか1項に記載の車両の駐車支援装置。

【請求項7】

前記送電部の固有周波数と前記受電部の固有周波数との差は $\pm 10\%$ 以内である、請求項1または3に記載の車両の駐車支援装置。

【請求項8】

20

前記受電部は、前記受電部と前記送電部の間に形成され、かつ特定の周波数で振動する磁界と、前記受電部と前記送電部の間に形成され、かつ特定の周波数で振動する電界との少なくとも一方を通じて、前記送電部から電力を受電する、請求項1または3に記載の車両の駐車支援装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、車両の駐車支援装置、非接触送電装置および非接触受電装置に関し、特に、非接触で電力を受電する車両の駐車を支援する駐車支援装置に関する。

【背景技術】

30

【0002】

近年、接続などの手間が少ないとして、非接触で機器に送受電する技術が注目されている。携帯型機器や電気自動車などの充電に対しても非接触充電が実用化されている。

【0003】

特開2008-288889号公報は、電気自動車などの充電に用いる給電コイルや受電コイルの中央空間に複数の巻線形状のものを組み合わせるコイルを配置することが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

40

【特許文献1】特開2008-288889号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

非接触給電の送電ユニット、受電ユニットに用いるために、複数のタイプのコイルユニットが検討されている。

【0006】

非接触給電では、コイルの形状、巻線方法、磁気コアの形状などによって、コイルユニットに発生する磁束分布またはコイルユニットが受電するのに好適な磁束分布が異なる。対となる送電部と受電部の磁束分布が異なると、効率良く送受電を行なうことができない

50

。送電部と受電部との磁束分布が不一致だからといって全く送受電できないのも不便である。

【 0 0 0 7 】

また、送電ユニット、受電ユニットのコイルタイプの組み合わせによっては、位置ズレがない時よりも位置ズレがあるときのほうが伝送効率が良い場合がある。しかし、コイルタイプごとに車両を誘導する位置を変更すると、ドライバーは駐車枠の中心で車を停止させたり、駐車枠の中心から少しずれた位置で車両を停止させたりしなければならず、駐車

【 0 0 0 8 】

この発明の目的は、複数のコイルタイプの組み合わせを対象としたときに、駐車時にドライバーが統一的な操作で送電ユニットと受電ユニットとの位置合わせができる車両の駐車支援装置、非接触送電装置および非接触受電装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

この発明は、要約すると、非接触で電力を受電する車両の駐車支援装置であって、駐車場に設置された給電装置の送電部のコイルタイプを検知する検知手段と、送電部のコイルタイプと送電部の位置とに応じて車両の駐車目標位置を設定する目標位置設定手段とを備える。目標位置設定手段は、検知手段が検知したコイルタイプが、第1軸を取り囲むように巻回した環状コイルと第1軸がソレノイドコイルの側面中央部を貫くように環状コイルとの位置が定められかつ第1軸と交差する第2軸を取り囲むように巻回したソレノイドコイルとを直列接続した構成を有する合成型コイルである場合には、車両が搭載する受電部の中心が第1軸から第2軸に沿って所定距離離れた位置となるように駐車目標位置を設定する。

【 0 0 1 0 】

好ましくは、車両が搭載する受電部のコイルタイプは、環状コイルまたはソレノイドコイルのいずれか一方である。

【 0 0 1 1 】

この発明は、他の局面では、非接触で電力を受電する受電部を含む車両の駐車支援装置である。受電部は、第1軸を取り囲むように巻回した環状コイルと第1軸がソレノイドコイルの側面中央部を貫くように環状コイルとの位置が定められかつ第1軸と交差する第2軸を取り囲むように巻回したソレノイドコイルとを直列接続した構成を有する合成型コイルを含む。駐車支援装置は、駐車場に設置された給電装置の送電部の位置に応じて車両の駐車目標位置を設定する目標位置設定手段を備える。目標位置設定手段は、送電部の中心が第1軸から第2軸に沿って所定距離離れた位置となるように駐車目標位置を設定する。

【 0 0 1 2 】

好ましくは、送電部のコイルタイプは、環状コイルまたはソレノイドコイルのいずれか一方である。

【 0 0 1 3 】

好ましくは、所定距離は、ソレノイドコイルの側面中央部から側面端部までの距離以下である。

【 0 0 1 4 】

好ましくは、ソレノイドコイルは、平板の磁性材の周囲に導電線を巻回した構成を有する。ソレノイドコイルは、合成型コイルにおいて、第1軸が平板の中央部を貫くように環状コイルとの位置が定められる。

【 0 0 1 5 】

好ましくは、送電部の固有周波数と受電部の固有周波数との差は $\pm 10\%$ 以内である。

好ましくは、受電部は、受電部と送電部の間に形成され、かつ特定の周波数で振動する磁界と、受電部と送電部の間に形成され、かつ特定の周波数で振動する電界との少なくとも一方を通じて、送電部から電力を受電する。

【 0 0 1 6 】

この発明は、さらに他の局面では、非接触送電装置であって、第 1 軸を取り囲むように巻回した第 1 コイルと、第 1 コイルに直列接続され、第 1 軸と交差する第 2 軸を取り囲むように巻回した第 2 コイルとを備える。第 2 コイルは、平板の磁性材の周囲に導電線を巻回した構成を有する。第 2 コイルは、第 1 軸が平板の中央部を貫くように第 1 コイルとの位置が定められる。

【 0 0 1 7 】

この発明は、さらに他の局面では、非接触受電装置であって、第 1 軸を取り囲むように巻回した第 1 コイルと、第 1 コイルに直列接続され、第 1 軸と交差する第 2 軸を取り囲むように巻回した第 2 コイルとを備える。第 2 コイルは、平板の磁性材の周囲に導電線を巻回した構成を有する。第 2 コイルは、第 1 軸が平板の中央部を貫くように第 1 コイルとの位置が定められる。

10

【 0 0 1 8 】

本願発明者の研究により、ソレノイドコイルと環状コイルとを合成した合成コイルにおいては、相手方のコイルがソレノイドコイルか環状コイルかにかかわらず、中心位置が少しずれた位置の方が中心位置を一致させるよりも効率が良いことがわかった（後に図 1 8 で示す）。このため合成コイルを使用する場合には常に中心同士がずれた位置に誘導することを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 9 】

本発明によれば、相手方のコイルタイプが異なる場合でも、ほぼ同じ位置に駐車すればよいので、ドライバーが駐車時に煩雑な思いをせずに済む。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 0 】

【図 1】非接触送電システムの一例を示す全体ブロック図である。

【図 2】共鳴法による送電の原理を説明するための模式的な図である。

【図 3】電力伝送システムのシミュレーションモデルを示す図である。

【図 4】送電部 9 3 および受電部 9 6 の固有周波数のズレと、電力伝送効率との関係を示した図である。

【図 5】固有周波数  $f_0$  を固定した状態で、エアギャップ  $AG$  を変化させたときの電力伝送効率と、図 1 の送電ユニット 2 2 0 中の共鳴コイルに供給される電流の周波数  $f_3$  との関係を示すグラフである。

30

【図 6】電流源または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 7】図 1 に示した電力送受電システム 1 0 の詳細な構成を示す回路図である。

【図 8】送電ユニットおよび受電ユニットの変形例を示した図である。

【図 9】本実施の形態で送電装置の送電ユニットに含まれるコイルの構造を示す斜視図である。

【図 1 0】環状型のコイルユニットを説明するための図である。

【図 1 1】環状型のコイルユニットの磁束の通過経路を説明するための図である。

【図 1 2】ソレノイド型のコイルユニットを説明するための図である。

【図 1 3】ソレノイド型のコイルユニットの磁束の通過経路を説明するための図である。

40

【図 1 4】車両が駐車する場合の状況を説明するための図である。

【図 1 5】送電ユニットのコイルタイプが環状型である場合の、駐車位置のずれと結合係数の関係を示した図である。

【図 1 6】車両側のコイルタイプも送電装置側のコイルタイプも共に環状型である場合の最適駐車位置を示した図である。

【図 1 7】車両側のコイルタイプがソレノイド型であり、送電装置側のコイルタイプが環状型である場合の最適駐車位置を示した図である。

【図 1 8】送電ユニット（一次側）のコイルタイプが合成型であり、受電ユニット（二次側）のコイルタイプが環状型である場合の、駐車位置のずれと結合係数の関係を示した図である。

50

【図 19】図 18 に対応するコイルタイプの組み合わせの場合の最適駐車位置を示した図である。

【図 20】送電ユニット（一次側）のコイルタイプが合成型であり、受電ユニット（二次側）のコイルタイプがソレノイド型である場合の、駐車位置のずれと結合係数の関係を示した図である。

【図 21】図 20 に対応するコイルタイプの組み合わせの場合の最適駐車位置を示した図である。

【図 22】実施の形態 1 において車両と送電装置で実行される制御を説明するためのフローチャートである。

【図 23】実施の形態 2 の非接触送受電システムの動作を説明するための図である。

10

【図 24】実施の形態 2 において車両と送電装置で実行される制御を説明するためのフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0021】

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返さない。

【0022】

〔非接触送受電システムの全体構成〕

図 1 は、非接触送受電システムの一例を示す全体ブロック図である。車両 100 は、駆動源として回転電機を用いる電気自動車为例示されるが、非接触で受電するものであれば、他の自動車であってもよいし、さらに、受電対象は車両でなくてもよい。

20

【0023】

図 1 を参照して、この非接触電力伝送システムは、送電装置 200 と、車両 100 とを備える。送電装置 200 は、電源部 250 と、送電ユニット 220 と、通信部 230 とを含む。車両 100 は、受電ユニット 110 と、整流器 180 と、蓄電装置 190 と、動力生成装置 118 とを含む。

【0024】

電源部 250 は、電源 12 から電力を受けて高周波の交流電力を生成する。電源 12 は、商用電源であっても、独立電源装置であってもよい。送電ユニット 220 は、電源部 250 から高周波の交流電力の供給を受け、受電ユニット 110 へ非接触で電力を伝送する。一例として、送電ユニット 220 は、コイルおよびキャパシタを含む共振回路によって構成される。

30

【0025】

一方、車両 100 において、受電ユニット 110 は、送電装置 200 側の送電ユニット 220 から送出される電力を非接触で受電して整流器 180 へ出力する。一例として、受電ユニット 110 も、コイルおよびキャパシタを含む共振回路によって構成される。

【0026】

整流器 180 は、受電ユニット 110 から受ける交流電力を直流電力に変換し、その変換された直流電力を蓄電装置 190 へ出力することによって蓄電装置 190 を充電する。蓄電装置 190 は、整流器 180 から出力される電力を蓄えるほか、動力生成装置 118 によって発電される電力も蓄える。そして、蓄電装置 190 は、その蓄えられた電力を動力生成装置 118 へ供給する。なお、蓄電装置 190 として二次電池以外にも大容量のキャパシタも採用可能である。

40

【0027】

動力生成装置 118 は、蓄電装置 190 に蓄えられる電力を用いて車両 100 の走行駆動力を発生する。図 1 には特に図示しないが、動力生成装置 118 は、たとえば、蓄電装置 190 から電力を受けるインバータ、インバータによって駆動されるモータ、モータによって駆動される駆動輪等を含む。なお、動力生成装置 118 は、蓄電装置 190 を充電するための発電機と、その発電機を駆動可能なエンジンを含んでもよい。

【0028】

50

この非接触電力伝送システムにおいては、送電装置 200 の送電ユニット 220 の固有周波数は、車両 100 の受電ユニット 110 の固有周波数と同じである。ここで、送電ユニット 220（受電ユニット 110）の固有周波数とは、送電ユニット 220（受電ユニット 110）を構成する電気回路（共振回路）が自由振動する場合の振動周波数を意味する。なお、送電ユニット 220（受電ユニット 110）を構成する電気回路（共振回路）において、制動力または電気抵抗をゼロまたは実質的にゼロとしたときの固有周波数は、送電ユニット 220（受電ユニット 110）の共振周波数とも称される。

【0029】

また、固有周波数が「同じ」とは、完全に同じ場合だけでなく、固有周波数が実質的に同じ場合も含む。固有周波数が「実質的に同じ」とは、たとえば、送電ユニット 220 の固有周波数と受電ユニット 110 の固有周波数との差が、送電ユニット 220 または受電ユニット 110 の固有周波数の 10% 以内の場合を意味する。

【0030】

本実施の形態に係る電力伝送システムにおいては、送電ユニット 220 の固有周波数と、受電ユニット 110 の固有周波数との差は、受電ユニット 110 または送電ユニット 220 の固有周波数の 10% 以下である。このような範囲に各送電ユニット 220 および受電ユニット 110 の固有周波数を設定することで、電力伝送効率を高めることができる。その一方で、固有周波数の差が受電ユニット 110 または送電ユニット 220 の固有周波数の 10% よりも大きくなると、電力伝送効率が 10% より小さくなり、蓄電装置 190 の充電時間が長くなるなどの弊害が生じる。

【0031】

そして、送電ユニット 220 は、送電ユニット 220 と受電ユニット 110 間に形成され、かつ、特定の周波数で振動する磁界と、送電ユニット 220 と受電ユニット 110 間に形成され、かつ、特定の周波数で振動する電界との少なくとも一方を通じて、車両 100 の受電ユニット 110 へ非接触で送電する。

【0032】

このように、送電ユニット 220 と受電ユニット 110 とを電磁界によって共振（共鳴）させることで、送電装置 200 の送電ユニット 220 から車両 100 の受電ユニット 110 へ非接触で電力が伝送される。

【0033】

なお、上記のように、この非接触電力伝送システムにおいては、送電ユニット 220 と受電ユニット 110 とを電磁界によって共振（共鳴）させることで、送電ユニット 220 から受電ユニット 110 へ非接触で電力が伝送される。電力伝送における、このような送電ユニット 220 と受電ユニット 110 との結合を、たとえば、「磁気共鳴結合」、「磁界（磁場）共鳴結合」、「磁場共振（共鳴）結合」、「近接場共振（共鳴）結合」、「電磁界（電磁場）共振結合」、または「電界（電場）共振結合」等という。「電磁界（電磁場）共振結合」は、「磁気共鳴結合」、「磁界（磁場）共鳴結合」、「電界（電場）共振結合」のいずれも含む結合を意味する。

【0034】

送電ユニット 220 と受電ユニット 110 とが上記のようにコイルによって形成される場合には、送電ユニット 220 と受電ユニット 110 とは、主に磁界（磁場）によって結合し、「磁気共鳴結合」または「磁界（磁場）共鳴結合」が形成される。なお、送電ユニット 220 と受電ユニット 110 とに、たとえばメアングライン等のアンテナを各々採用することも可能である。この場合には、送電ユニット 220 と受電ユニット 110 とは、主に電界（電場）によって結合し、「電界（電場）共鳴結合」が形成される。

【0035】

図 2 は、共鳴法による送電の原理を説明するための模式的な図である。

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。

## 【 0 0 3 6 】

具体的には、高周波電源 3 1 0 に一次コイル 3 2 0 を接続し、電磁誘導により一次コイル 3 2 0 と磁氣的に結合される一次自己共振コイル 3 3 0 へ高周波電力を給電する。一次自己共振コイル 3 3 0 は、コイル自身のインダクタンスと浮遊容量とによる LC 共振器であり、一次自己共振コイル 3 3 0 と同じ共振周波数を有する二次自己共振コイル 3 4 0 と電磁場（近接場）を介して共鳴する。そうすると、一次自己共振コイル 3 3 0 から二次自己共振コイル 3 4 0 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 3 4 0 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 3 4 0 と磁氣的に結合される二次コイル 3 5 0 によって取出され、負荷 3 6 0 へ供給される。なお、共鳴法による送電は、一次自己共振コイル 3 3 0 と二次自己共振コイル 3 4 0 との共鳴強度を示す Q 値がたとえば 1 0 0 よりも大きいときに実現される。

10

## 【 0 0 3 7 】

また、本実施の形態に係る電力送受電システムにおいては、送電ユニットと受電ユニットとを電磁界によって共鳴（共振）させることで送電ユニットから受電ユニットに電力を送電している例を示しているが、送電ユニットと受電ユニットとの間の結合係数（ ）は電力伝送が良好となる種々の値を取り得る。

## 【 0 0 3 8 】

なお、図 1 との対応関係については、二次自己共振コイル 3 4 0 および二次コイル 3 5 0 が図 1 の受電ユニット 1 1 0 に対応し、一次コイル 3 2 0 および一次自己共振コイル 3 3 0 が図 1 の送電ユニット 2 2 0 に対応する。

20

## 【 0 0 3 9 】

次に、図 3 および図 4 を用いて、固有周波数の差と電力伝送効率との関係とを解析したシミュレーション結果について説明する。図 3 は、電力伝送システムのシミュレーションモデルを示す図である。電力伝送システム 8 9 は、送電ユニット 9 0 と、受電ユニット 9 1 とを備え、送電ユニット 9 0 は、電磁誘導コイル 9 2 と、送電部 9 3 とを含む。送電部 9 3 は、共鳴コイル 9 4 と、共鳴コイル 9 4 に設けられたキャパシタ 9 5 とを含む。

## 【 0 0 4 0 】

受電ユニット 9 1 は、受電部 9 6 と、電磁誘導コイル 9 7 とを備える。受電部 9 6 は、共鳴コイル 9 9 とこの共鳴コイル 9 9 に接続されたキャパシタ 9 8 とを含む。

## 【 0 0 4 1 】

共鳴コイル 9 4 のインダクタンスをインダクタンス  $L_t$  とし、キャパシタ 9 5 のキャパシタンスをキャパシタンス  $C_1$  とする。共鳴コイル 9 9 のインダクタンスをインダクタンス  $L_r$  とし、キャパシタ 9 8 のキャパシタンスをキャパシタンス  $C_2$  とする。このように各パラメータを設定すると、送電部 9 3 の固有周波数  $f_1$  は、下記の式（ 1 ）によって示され、受電部 9 6 の固有周波数  $f_2$  は、下記の式（ 2 ）によって示される。

## 【 0 0 4 2 】

$$f_1 = 1 / \{ 2 ( L_t \times C_1 )^{1/2} \} \cdots ( 1 )$$

$$f_2 = 1 / \{ 2 ( L_r \times C_2 )^{1/2} \} \cdots ( 2 )$$

図 4 は、送電部 9 3 および受電部 9 6 の固有周波数のズレと、電力伝送効率との関係を示した図である。図 4 においては、インダクタンス  $L_r$  およびキャパシタンス  $C_1$  ,  $C_2$  を固定して、インダクタンス  $L_t$  のみを変化させた場合が示されている。

40

## 【 0 0 4 3 】

なお、このシミュレーションにおいては、共鳴コイル 9 4 および共鳴コイル 9 9 の相対的な位置関係は固定した状態であって、さらに、送電部 9 3 に供給される電流の周波数は一定である。

## 【 0 0 4 4 】

図 4 に示すグラフのうち、横軸は、固有周波数のズレ（ % ）を示し、縦軸は、一定周波数での伝送効率（ % ）を示す。固有周波数のズレ（ % ）は、下記式（ 3 ）によって示される。

## 【 0 0 4 5 】

50

$$(\text{固有周波数のズレ}) = \{(f_1 - f_2) / f_2\} \times 100 (\%) \cdots (3)$$

図4からも明らかなように、固有周波数のズレ(%)が±0%の場合には、電力伝送効率は、100%近くとなる。固有周波数のズレ(%)が±5%の場合には、電力伝送効率は、40%となる。固有周波数のズレ(%)が±10%の場合には、電力伝送効率は、10%となる。固有周波数のズレ(%)が±15%の場合には、電力伝送効率は、5%となる。すなわち、固有周波数のズレ(%)の絶対値(固有周波数の差)が、受電部96の固有周波数の10%以下の範囲となるように各送電部および受電部の固有周波数を設定することで電力伝送効率を高めることができることがわかる。さらに、固有周波数のズレ(%)の絶対値が受電部96の固有周波数の5%以下となるように、各送電部および受電部の固有周波数を設定することで電力伝送効率をより高めることができることがわかる。なお、シミュレーションソフトとしては、電磁界解析ソフトウェア(JMAG(登録商標):株式会社JSOL製)を採用している。

#### 【0046】

ここで、図1の送電ユニット220中の共鳴コイルの周囲に形成される特定の周波数の磁界について説明する。「特定の周波数の磁界」は、典型的には、電力伝送効率と送電ユニット220中の共鳴コイルに供給される電流の周波数と関連性を有する。そこで、まず、電力伝送効率と、送電ユニット220中の共鳴コイルに供給される電流の周波数との関係について説明する。送電ユニット220中の共鳴コイルから受電ユニット110中の共鳴コイルに電力を伝送するときの電力伝送効率は、送電ユニット220中の共鳴コイルおよび受電ユニット110中の共鳴コイルの間の距離などの様々な要因によって変化する。たとえば、送電ユニット220および受電ユニット110の固有周波数(共振周波数)を固有周波数 $f_0$ とし、送電ユニット220中の共鳴コイルに供給される電流の周波数を周波数 $f_3$ とし、受電ユニット110中の共鳴コイルおよび送電ユニット220中の共鳴コイルの間のエアギャップをエアギャップAGとする。

#### 【0047】

図5は、固有周波数 $f_0$ を固定した状態で、エアギャップAGを変化させたときの電力伝送効率と、図1の送電ユニット220中の共鳴コイルに供給される電流の周波数 $f_3$ との関係を示すグラフである。

#### 【0048】

図5に示すグラフにおいて、横軸は、送電ユニット220中の共鳴コイルに供給する電流の周波数 $f_3$ を示し、縦軸は、電力伝送効率(%)を示す。効率曲線L1は、エアギャップAGが小さいときの電力伝送効率と、送電ユニット220中の共鳴コイルに供給する電流の周波数 $f_3$ との関係を模式的に示す。この効率曲線L1に示すように、エアギャップAGが小さい場合には、電力伝送効率のピークは周波数 $f_4$ 、 $f_5$ ( $f_4 < f_5$ )において生じる。エアギャップAGを大きくすると、電力伝送効率が高くなる時の2つのピークは、互いに近づくように変化する。そして、効率曲線L2に示すように、エアギャップAGを所定距離よりも大きくすると、電力伝送効率のピークは1つとなり、送電ユニット220中の共鳴コイルに供給する電流の周波数が周波数 $f_6$ のときに電力伝送効率がピークとなる。エアギャップAGを効率曲線L2の状態よりもさらに大きくすると、効率曲線L3に示すように電力伝送効率のピークが小さくなる。

#### 【0049】

たとえば、電力伝送効率の向上を図るため手法として次のような第1の手法が考えられる。第1の手法としては、エアギャップAGにあわせて、図1に示す送電ユニット220中の共鳴コイルに供給する電流の周波数を一定として、キャパシタのキャパシタンスを変化させることで、送電ユニット220と受電ユニット110との間での電力伝送効率の特性を変化させる手法が考えられる。具体的には、送電ユニット220中の共鳴コイルに供給される電流の周波数を一定とした状態で、電力伝送効率がピークとなるように、キャパシタのキャパシタンスを調整する。この手法では、エアギャップAGの大きさに関係なく、送電ユニット220中の共鳴コイルおよび受電ユニット110中の共鳴コイルに流れる電流の周波数は一定である。なお、電力伝送効率の特性を変化させる手法としては、送電



ユニット 220 と電源部 250 との間に設けられた整合器を利用する手法や、受電側のコンバータを利用する手法などを採用することもできる。

【0050】

また、第2の手法としては、エアギャップAGの大きさに基づいて、送電ユニット220中の共鳴コイルに供給する電流の周波数を調整する手法である。たとえば、図5において、電力伝送特性が効率曲線L1となる場合には、送電ユニット220中の共鳴コイルには周波数が周波数f4または周波数f5の電流を送電ユニット220中の共鳴コイルに供給する。そして、周波数特性が効率曲線L2, L3となる場合には、周波数が周波数f6の電流を送電ユニット220中の共鳴コイルに供給する。この場合では、エアギャップAGの大きさに合わせて送電ユニット220中の共鳴コイルおよび受電ユニット110中の共鳴コイルに流れる電流の周波数を変化させることになる。

10

【0051】

第1の手法では、送電ユニット220中の共鳴コイルを流れる電流の周波数は、固定された一定の周波数となり、第2の手法では、送電ユニット220中の共鳴コイルを流れる周波数は、エアギャップAGによって適宜変化する周波数となる。第1の手法や第2の手法などによって、電力伝送効率が高くなるように設定された特定の周波数の電流が送電ユニット220中の共鳴コイルに供給される。送電ユニット220中の共鳴コイルに特定の周波数の電流が流れることで、送電ユニット220中の共鳴コイルの周囲には、特定の周波数で振動する磁界（電磁界）が形成される。受電ユニット110は、受電ユニット110と送電ユニット220の間に形成され、かつ特定の周波数で振動する磁界を通じて送電ユニット220から電力を受電している。したがって、「特定の周波数で振動する磁界」とは、必ずしも固定された周波数の磁界とは限らない。なお、上記の例では、エアギャップAGに着目して、送電ユニット220中の共鳴コイルに供給する電流の周波数を設定するようにしているが、電力伝送効率は、送電ユニット220中の共鳴コイルおよび受電ユニット110中の共鳴コイルの水平方向のずれ等のように他の要因によっても変化するものであり、当該他の要因に基づいて、送電ユニット220中の共鳴コイルに供給する電流の周波数を調整する場合がある。

20

【0052】

本実施の形態に係る電力伝送システムにおいては、電磁界の「静電磁界」が支配的な近接場（エバネッセント場）を利用することで、送電および受電効率の向上が図られている。図6は、電流源または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6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、「輻射電磁界」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。なお、電磁界の波長を「 $\lambda$ 」とすると、「輻射電磁界」と「誘導電磁界」と「静電磁界」との強さが略等しくなる距離は、 $\lambda/2$ とあらわすことができる。

30

【0053】

「静電磁界」は、波源からの距離とともに急激に電磁波の強度が減少する領域であり、本実施の形態に係る電力伝送システムでは、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、近接する固有周波数を有する送電ユニット220および受電ユニット110（たとえば対のLC共振コイル）を共鳴させることにより、送電ユニット220から他方の受電ユニット110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）を伝送する電磁波に比べて、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。

40

【0054】

[非接触送受電の構成の詳細説明]

図7は、図1に示した電力送受電システム10の詳細な構成を示す回路図である。図7

50

を参照して、車両 100 は、受電ユニット 110 および通信部 160 に加えて、整流器 180 と、充電リレー (CHR) 170 と、蓄電装置 190 と、システムメインリレー (SMR) 115 と、パワーコントロールユニット PCU (Power Control Unit) 120 と、モータジェネレータ 130 と、動力伝達ギヤ 140 と、駆動輪 150 と、制御装置である車両 ECU (Electronic Control Unit) 300 と、電流センサ 171 と、電圧センサ 172 とを含む。受電ユニット 110 は、コイル 111 (以下二次自己共振コイル 111 といい、「共鳴コイル」などと適宜の呼び方をしてもよい) と、コンデンサ 112 と、二次コイル 113 とを含む。

#### 【0055】

なお、本実施の形態においては、車両 100 として電気自動車を例として説明するが、蓄電装置に蓄えられた電力を用いて走行が可能な車両であれば車両 100 の構成はこれに限られない。車両 100 の他の例としては、エンジンを搭載したハイブリッド車両や、燃料電池を搭載した燃料電池車などが含まれる。

#### 【0056】

二次自己共振コイル 111 は、送電装置 200 に含まれる一次自己共振コイル 221 から、電磁場を用いて電磁共鳴により受電する。

#### 【0057】

この二次自己共振コイル 111 については、送電装置 200 の一次自己共振コイル 221 との距離や、一次自己共振コイル 221 および二次自己共振コイル 111 の共鳴周波数等に基づいて、一次自己共振コイル 221 と二次自己共振コイル 111 との共鳴強度を示す Q 値が大きくなり (たとえば、 $Q > 100$ )、その結合度を示す結合係数 ( ) 等が小さくなるようにその巻数やコイル間距離が適宜設定される。

#### 【0058】

コンデンサ 112 は、二次自己共振コイル 111 の両端に接続され、二次自己共振コイル 111 とともに LC 共振回路を形成する。コンデンサ 112 の容量は、二次自己共振コイル 111 の有するインダクタンスに応じて、所定の共鳴周波数となるように適宜設定される。なお、二次自己共振コイル 111 自身の有する浮遊容量で所望の共振周波数が得られる場合には、コンデンサ 112 が省略される場合がある。

#### 【0059】

二次コイル 113 は、二次自己共振コイル 111 と同軸上に設けられ、電磁誘導により二次自己共振コイル 111 と磁氣的に結合可能である。この二次コイル 113 は、二次自己共振コイル 111 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 180 へ出力する。

#### 【0060】

整流器 180 は、二次コイル 113 から受ける交流電力を整流し、その整流された直流電力を、CHR 170 を介して蓄電装置 190 に出力する。整流器 180 としては、たとえば、ダイオードブリッジおよび平滑用のコンデンサ (いずれも図示せず) を含む構成とすることができる。整流器 180 として、スイッチング制御を用いて整流を行なう、いわゆるスイッチングレギュレータを用いることも可能であるが、整流器 180 が受電ユニット 110 に含まれる場合もあり、発生する電磁場に伴うスイッチング素子の誤動作等を防止するために、ダイオードブリッジのような静止型の整流器とすることがより好ましい。

#### 【0061】

なお、本実施の形態においては、整流器 180 により整流された直流電力が蓄電装置 190 へ直接出力される構成としているが、整流後の直流電圧が、蓄電装置 190 が許容できる充電電圧と異なる場合には、整流器 180 と蓄電装置 190 との間に、電圧変換するための DC/DC コンバータ (図示せず) が設けられてもよい。

#### 【0062】

整流器 180 の出力部分には、直列に接続された位置検出用の負荷抵抗 173 とリレー 174 とが接続されている。本格的な充電が開始される前に、送電装置 200 から車両へはテスト用信号として微弱な電力が送電される。このとき、リレー 174 は車両 ECU 3

10

20

30

40

50

00からの制御信号SE3によって制御され、導通状態とされる。

【0063】

電圧センサ172は、整流器180と蓄電装置190とを結ぶ電力線対間に設けられる。電圧センサ172は、整流器180の二次側の直流電圧、すなわち送電装置200から受電した受電電圧を検出し、その検出値VCを車両ECU300に出力する。車両ECU300は、電圧VCによって受電効率を判断し、通信部160を経由して送電装置に受電効率に関する情報を送信する。

【0064】

電流センサ171は、整流器180と蓄電装置190とを結ぶ電力線に設けられる。電流センサ171は、蓄電装置190への充電電流を検出し、その検出値ICを車両ECU300へ出力する。

【0065】

CHR170は、整流器180と蓄電装置190とに電氣的に接続される。CHR170は、車両ECU300からの制御信号SE2により制御され、整流器180から蓄電装置190への電力の供給と遮断とを切替える。

【0066】

蓄電装置190は、充放電可能に構成された電力貯蔵要素である。蓄電装置190は、たとえば、リチウムイオン電池、ニッケル水素電池あるいは鉛蓄電池などの二次電池や、電気二重層キャパシタなどの蓄電素子を含んで構成される。

【0067】

蓄電装置190は、CHR170を介して整流器180と接続される。蓄電装置190は、受電ユニット110で受電され整流器180で整流された電力を蓄電する。また、蓄電装置190は、SMR115を介してPCU120とも接続される。蓄電装置190は、車両駆動力を発生させるための電力をPCU120へ供給する。さらに、蓄電装置190は、モータジェネレータ130で発電された電力を蓄電する。蓄電装置190の出力はたとえば200V程度である。

【0068】

蓄電装置190には、いずれも図示しないが、蓄電装置190の電圧VBおよび入出力される電流IBを検出するための電圧センサおよび電流センサが設けられる。これらの検出値は、車両ECU300へ出力される。車両ECU300は、この電圧VBおよび電流IBに基づいて、蓄電装置190の充電状態(「SOC(State Of Charge)」とも称される。)を演算する。

【0069】

SMR115は、蓄電装置190とPCU120とを結ぶ電力線に介挿される。そして、SMR115は、車両ECU300からの制御信号SE1によって制御され、蓄電装置190とPCU120との間での電力の供給と遮断とを切替える。

【0070】

PCU120は、いずれも図示しないが、コンバータやインバータを含む。コンバータは、車両ECU300からの制御信号PWCにより制御されて蓄電装置190からの電圧を変換する。インバータは、車両ECU300からの制御信号PWIにより制御されて、コンバータで変換された電力を用いてモータジェネレータ130を駆動する。

【0071】

モータジェネレータ130は交流回転電機であり、たとえば、永久磁石が埋設されたロータを備える永久磁石型同期電動機である。

【0072】

モータジェネレータ130の出力トルクは、動力伝達ギヤ140を介して駆動輪150に伝達されて、車両100を走行させる。モータジェネレータ130は、車両100の回生制動動作時には、駆動輪150の回転力によって発電することができる。そして、その発電電力は、PCU120によって蓄電装置190の充電電力に変換される。

【0073】

10

20

30

40

50

また、モータジェネレータ１３０の他にエンジン（図示せず）が搭載されたハイブリッド自動車では、このエンジンおよびモータジェネレータ１３０を協調的に動作させることによって、必要な車両駆動力が発生される。この場合、エンジンの回転による発電電力を用いて、蓄電装置１９０を充電することも可能である。

【００７４】

通信部１６０は、上述のように、車両１００と送電装置２００との間で無線通信を行なうための通信インターフェースである。通信部１６０は、車両ＥＣＵ３００からの、蓄電装置１９０についてのＳＯＣを含むバッテリー情報ＩＮＦＯを送電装置２００へ出力する。また、通信部１６０は、送電装置２００からの送電の開始および停止を指示する信号ＳＴＲＴ，ＳＴＰを送電装置２００へ出力する。

10

【００７５】

車両ＥＣＵ３００は、いずれも図７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入力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。

【００７６】

車両ＥＣＵ３００は、ユーザの操作などによる充電開始信号ＴＲＧを受けると、所定の条件が成立したことに基づいて、送電の開始を指示する信号ＳＴＲＴを、通信部１６０を介して送電装置２００へ出力する。また、車両ＥＣＵ３００は、蓄電装置１９０が満充電になったこと、またはユーザによる操作などに基づいて、送電の停止を指示する信号ＳＴＰを、通信部１６０を介して送電装置２００へ出力する。

20

【００７７】

送電装置２００は、充電スタンド２１０と、送電ユニット２２０とを含む。充電スタンド２１０は、通信部２３０に加えて、制御装置である送電ＥＣＵ２４０と、電源部２５０と、表示部２４２と、料金受領部２４６とをさらに含む。また、送電ユニット２２０は、コイル２２１（以下一次自己共振コイル２２１といい、「共鳴コイル」などと適宜の呼び方をしてもよい）と、コンデンサ２２２と、一次コイル２２３とを含む。

【００７８】

電源部２５０は、送電ＥＣＵ２４０からの制御信号ＭＯＤによって制御され、商用電源などの交流電源から受ける電力を高周波の電力に変換する。そして、電源部２５０は、その変換した高周波電力を一次コイル２２３へ供給する。

30

【００７９】

なお、図７には、インピーダンス変換を行なう整合器が記載されていないが、電源部２５０と送電ユニット２２０の間または受電ユニット１１０と整流器１８０の間に整合器を設ける構成としても良い。

【００８０】

一次自己共振コイル２２１は、車両１００の受電ユニット１１０に含まれる二次自己共振コイル１１１へ、電磁共鳴により電力を転送する。

【００８１】

40

一次自己共振コイル２２１については、車両１００の二次自己共振コイル１１１との距離や、一次自己共振コイル２２１および二次自己共振コイル１１１の共鳴周波数等に基づいて、一次自己共振コイル２２１と二次自己共振コイル１１１との共鳴強度を示すＱ値が大きくなり（たとえば、 $Q > 100$ ）、その結合度を示す結合係数等が小さくなるようにその巻数やコイル間距離が適宜設定される。結合係数の値は限定されるものでなく、電力伝送が良好となる種々の値をとり得る。

【００８２】

コンデンサ２２２は、一次自己共振コイル２２１の両端に接続され、一次自己共振コイル２２１とともにＬＣ共振回路を形成する。コンデンサ２２２の容量は、一次自己共振コイル２２１の有するインダクタンスに応じて、所定の共鳴周波数となるように適宜設定さ

50

れる。なお、一次自己共振コイル 2 2 1 自身の有する浮遊容量で所望の共振周波数が得られる場合には、コンデンサ 2 2 2 が省略される場合がある。

【 0 0 8 3 】

一次コイル 2 2 3 は、一次自己共振コイル 2 2 1 と同軸上に設けられ、電磁誘導により一次自己共振コイル 2 2 1 と磁氣的に結合可能である。一次コイル 2 2 3 は、整合器 2 6 0 を介して供給された高周波電力を、電磁誘導によって一次自己共振コイル 2 2 1 に伝達する。

【 0 0 8 4 】

通信部 2 3 0 は、上述のように、送電装置 2 0 0 と車両 1 0 0 との間で無線通信を行なうための通信インターフェースである。通信部 2 3 0 は、車両 1 0 0 側の通信部 1 6 0 から送信されるバッテリー情報 I N F O、および、送電の開始および停止を指示する信号 S T R T , S T P を受信し、これらの情報を送電 E C U 2 4 0 へ出力する。

10

【 0 0 8 5 】

料金受領部 2 4 6 には充電に先立って、現金、プリペイドカード、クレジットカードなどが挿入される。送電 E C U 2 4 0 は電源部 2 5 0 に微弱電力によるテスト信号を送信させる。ここで、「微弱電力」とは、認証後にバッテリーを充電する充電電力よりも小さい電力、あるいは、位置合わせの際に送電する電力であって、間欠的に送電する電力も含んでも良い。

【 0 0 8 6 】

車両 E C U 3 0 0 はテスト信号を受信するために、リレー 1 7 4 をオン状態とし、C H R 1 7 0 をオフ状態とするように制御信号 S E 2 , S E 3 を送信する。そして電圧 V C に基づいて受電効率および充電効率を算出する。車両 E C U 3 0 0 は、算出した充電効率または受電効率を通信部 1 6 0 によって送電装置 2 0 0 に送信する。

20

【 0 0 8 7 】

送電装置 2 0 0 の表示部 2 4 2 は、充電効率やそれに対応する充電電力単価をユーザに対して表示する。表示部 2 4 2 は、たとえばタッチパネルのように入力部としての機能も有しており、充電電力単価をユーザが承認するか否かの入力を受け付けることができる。

【 0 0 8 8 】

送電 E C U 2 4 0 は、充電電力単価が承認された場合には電源部 2 5 0 に本格的な充電を開始させる。充電が完了すると料金受領部 2 4 6 において料金が精算される。

30

【 0 0 8 9 】

送電 E C U 2 4 0 は、いずれも図 7 には図示しないが C P U、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入力や各機器への制御信号の出力を行なうとともに、充電スタンド 2 1 0 における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。

【 0 0 9 0 】

なお、送電装置 2 0 0 から車両 1 0 0 への電力伝送については、図 3、図 4 で説明した送電ユニット 9 0 および受電ユニット 9 1 についての関係が成立する。図 7 の電力伝送システムにおいては、送電ユニット 2 2 0 の固有周波数と、受電ユニット 1 1 0 の固有周波数との差は、送電ユニット 2 2 0 の固有周波数または受電ユニット 1 1 0 の固有周波数の  $\pm 10\%$  以下である。このような範囲に送電ユニット 2 2 0 および受電ユニット 1 1 0 の固有周波数を設定することで電力伝送効率を高めることができる。一方、上記の固有周波数の差が  $\pm 10\%$  よりも大きくなると、電力伝送効率が  $10\%$  よりも小さくなり、電力伝送時間が長くなるなどの弊害が生じる。

40

【 0 0 9 1 】

車両 1 0 0 は、さらに、送電装置 2 0 0 と通信を行ない、送電ユニット 2 2 0 が車両 1 0 0 の受電ユニット 1 1 0 に適合するか否かの判断結果を表示する表示部 1 4 2 を含む。

【 0 0 9 2 】

図 8 は、送電ユニットおよび受電ユニットの変形例を示した図である。

50

図 8 に示すように、図 7 の電磁誘導コイル 1 1 3 , 2 2 3 を介在させないようにしてもよい。図 8 の構成では、送電装置 2 0 0 には送電ユニット 2 2 0 K が設けられ、車両 1 0 0 には受電ユニット 1 1 0 K が設けられる。

【 0 0 9 3 】

送電ユニット 2 2 0 K は、電源部 2 5 0 に直列的に接続された自己共振コイル 2 2 1 およびキャパシタ 2 2 2 を含む。

【 0 0 9 4 】

受電ユニット 1 1 0 K は、整流器 1 8 0 に直列的に接続された自己共振コイル 1 2 1 およびコンデンサ 1 1 2 を含む。

【 0 0 9 5 】

他の部分の構成については、図 8 の構成は図 7 で説明した構成と同じであるので説明は繰返さない。

【 0 0 9 6 】

[ 送電ユニット、受電ユニットのコイルタイプ ]

送電ユニット、受電ユニットのコイルタイプは代表的には、磁束が中心を通過する中心型（環状型または円型コイルタイプ：Circular Coil Type）と、磁束が一方端から他方端に抜ける両端型（Polarized Coil Type）とがある。両端型は、磁束が通過する方向が車両の前後方向であるか左右方向であるかによって、両端前後型と両端左右型とにさらに分類される。両端型コイルは、ソレノイド型コイルと呼ぶこともある。

【 0 0 9 7 】

以下、本明細書において、中心型または円型コイルのようなコイルを環状型コイルと総称し、両端型コイルのようなコイルをソレノイド型コイルと総称することとする。

【 0 0 9 8 】

図 9 は、本実施の形態で送電装置の送電ユニットに含まれるコイルの構造を示す斜視図である。図 9 を参照して、コイル 2 2 1 は、環状型コイルとソレノイド型コイルとを合成した合成型コイルである。コイル 2 2 1 は、Z 軸を取り囲むように巻回した環状コイル 2 2 1 A と、環状コイル 2 2 1 A に直列接続され、Z 軸と交差する Y 軸を取り囲むように巻回したソレノイドコイル 2 2 1 B とを備える。ソレノイドコイル 2 2 1 B は、平板の磁性材 4 2 1 の周囲に導電線を巻回した構成を有する。ソレノイドコイル 2 2 1 B は、Z 軸が平板の磁性材 4 2 1 の中央部を貫くように環状コイル 2 2 1 A との位置が定められる。

【 0 0 9 9 】

なお、平板の磁性材 4 2 1 の中央部は、平板が矩形である場合には、対角線の交点付近、または平板の対向する一对の辺の midpoint を結んだ線と他の対向する一对の辺の midpoint を結んだ線との交点付近などである。他の材料でも良いが、好ましくは、平板の磁性材 4 2 1 としてフェライトプレートを使用することができる。

【 0 1 0 0 】

なお、平板は必ずしも矩形である必要はなく、矩形の角を丸めたり角を斜めに切り落としたりしたような形状であっても良い。さらに H 型のような形状であっても良い。また、以下は、送電ユニット側に図 9 の合成型コイルを配置する例を示すが、受電ユニット側に合成型コイルを配置しても良い。

【 0 1 0 1 】

次に、環状型のコイルとソレノイド型のコイルの磁束の通過方向について説明する。

図 1 0 は、環状型のコイルユニットを説明するための図である。図 1 0 を参照して、環状型のコイルユニットの例では、送電ユニットは送電用の環状コイル 2 2 1 A を含み、受電ユニットは受電コイル 1 1 1 A を含む。

【 0 1 0 2 】

図 1 1 は、環状型のコイルユニットの磁束の通過経路を説明するための図である。図 1 0、図 1 1 を参照して、環状型のコイルユニットは、円形のコイルの中央部分に磁束が通る。環状型のコイルについては、円形コイルの外形円の中心付近であって、巻線が存在せ

10

20

30

40

50

ず中空となっている部分を中央部と呼ぶことにする。送電用の環状コイル 2 2 1 A の中央部から受電コイル 1 1 1 A の中央部に抜けた磁束は、磁性材 4 1 1 A の内部を外側に向けて通過して、コイル巻線の外側を戻り、磁性材 4 2 1 A の内部を中央部に向けて通過して、送電用の環状コイル 2 2 1 A の中央部に戻る。送電ユニットには交流電流が流れるので、コイルに流れる電流の向きが反転すると磁束の向きも反転する。

#### 【 0 1 0 3 】

図 1 2 は、ソレノイド型のコイルユニットを説明するための図である。図 1 2 を参照して、ソレノイド型のコイルユニットの例では、送電ユニットは送電用のソレノイドコイル 2 2 1 B を含み、受電ユニットは受電コイル 1 1 1 B を含む。送電用のソレノイドコイル 2 2 1 B は、平板状の磁性材 4 2 1 B に巻回される。受電コイル 1 1 1 B は、平板状の磁性材 4 1 1 B に巻回される。

10

#### 【 0 1 0 4 】

図 1 3 は、ソレノイド型のコイルユニットの磁束の通過経路を説明するための図である。図 1 2、図 1 3 を参照して、ソレノイド型のコイルユニットは、磁性材に巻回されたコイルの中央部分（磁性材内部）に磁束が通る。送電用のソレノイドコイル 2 2 1 B の一方端から他方端に向けて磁性材 4 2 1 B の内部を通った磁束は、受電コイル 1 1 1 B の一方端に向かい、受電コイル 1 1 1 B の一方端から他方端に向けて磁性材 4 1 1 B の内部を通り、送電用のソレノイドコイル 2 2 1 B の一方端に戻る。送電ユニットには交流電流が流れるので、コイルに流れる電流の向きが反転すると磁束の向きも反転する。

20

#### 【 0 1 0 5 】

図 1 0 ~ 図 1 3 に示したように、送電側も受電側も複数のコイルタイプが考えられる。送電側と受電側で異なるコイルタイプのユニットで給電される場合も考えられる。異なるコイルタイプ間では送受電が不可能ではないが、最適な条件で送受電ができるように車両の駐車位置をコイルタイプに対応させて調整する必要がある。

#### 【 0 1 0 6 】

図 1 4 は、車両が駐車する場合の状況を説明するための図である。図 1 4 において、車両 1 0 0 A は環状型の受電コイル 1 1 1 A が搭載された車両である。車両 1 0 0 B はソレノイド型の受電コイル 1 1 1 B が搭載された車両である。このとき、充電インフラである送電装置 2 0 0 には、環状型、ソレノイド型、合成型のいずれかの送電ユニット 2 2 0 が設置されている。

30

#### 【 0 1 0 7 】

図 1 5 は、送電ユニットのコイルタイプが環状型である場合の、駐車位置のずれと結合係数の関係を示した図である。図 1 5 においては、縦軸に結合係数が示され、横軸に Y 方向のずれが示されている。なお、Y 方向は、図 9 の Y 軸に沿う方向と同じであり、ソレノイド型のコイルの場合には、Y 軸の周りにコイルが巻回されている。受電ユニットのコイルタイプが環状型である場合のグラフ G 1 と、受電ユニットのコイルタイプがソレノイド型である場合のグラフ G 2 が記載されている。

#### 【 0 1 0 8 】

グラフ G 1 に示すように、受電ユニットのコイルタイプも送電ユニットのコイルタイプも共に環状型である場合には、Y 方向ずれが 0 であるときに結合係数が最大を示している。これに対し、グラフ G 2 に示すように、受電ユニットのコイルタイプがソレノイド型であり、送電ユニットのコイルタイプが環状型である場合には、Y 方向ずれが D 1 であるときに結合係数が最大を示している。これは、車両に搭載するコイルタイプが異なると駐車最適位置が少しずれることを意味する。

40

#### 【 0 1 0 9 】

図 1 6 は、車両側のコイルタイプも送電装置側のコイルタイプも共に環状型である場合の最適駐車位置を示した図である。図 1 7 は、車両側のコイルタイプがソレノイド型であり、送電装置側のコイルタイプが環状型である場合の最適駐車位置を示した図である。

#### 【 0 1 1 0 】

図 1 5 のグラフ G 1 および図 1 6 に示すように、車両側のコイルタイプが環状型であれ

50

ばコイル中心同士が一致する位置が最適駐車位置である。これに対して図 15 のグラフ G 2 および図 17 に示すように車両側のコイルタイプがソレノイド型である場合には、受電ユニットの中心と送電ユニットの中心が一致する位置よりもズレ量 D 1 だけ車両を前進させて駐車した位置が最適駐車位置である。

【 0 1 1 1 】

これでは、車両が搭載する受電ユニットのコイルタイプによって、駐車位置を変える必要があり、ドライバーにとって煩雑である。したがって、いずれのコイルタイプでも同じ駐車位置で最適となることが望ましい。そこで本実施の形態では送電ユニットに、図 9 に示した合成型のコイルタイプを採用する。

【 0 1 1 2 】

図 18 は、送電ユニット（一次側）のコイルタイプが合成型であり、受電ユニット（二次側）のコイルタイプが環状型である場合の、駐車位置のずれと結合係数の関係を示した図である。図 18 においては、縦軸に結合係数が示され、横軸に Y 方向のズレ量が示されている。なお、Y 方向は、図 9 の Y 軸に沿う方向と同じであり、合成型コイルのソレノイドコイル部分は、Y 軸の周りにコイルが巻回されている。受電ユニットのコイルタイプが環状型である場合の実測グラフ G 3 と、シミュレーション値を示すグラフ G 4 が記載されている。

【 0 1 1 3 】

図 18 では、実測結果とシミュレーション結果が良く一致していることがわかる。グラフ G 3 , G 4 に示すように、Y 方向ズレ量が D 2 であるときに結合係数が最大を示している。このズレ量 D 2 は図 15 に示したズレ量 D 1 よりも小さい。

【 0 1 1 4 】

図 19 は、図 18 に対応するコイルタイプの組み合わせの場合の最適駐車位置を示した図である。図 18 のグラフおよび図 19 に示すように、送電装置のコイルタイプが合成型であり、車両側のコイルタイプが環状型であれば、受電ユニットの中心と送電ユニットの中心が一致する位置よりもズレ量 D 2 だけ車両を前進させて駐車した位置が最適駐車位置である。

【 0 1 1 5 】

図 20 は、送電ユニット（一次側）のコイルタイプが合成型であり、受電ユニット（二次側）のコイルタイプがソレノイド型である場合の、駐車位置のずれと結合係数の関係を示した図である。図 20 においては、縦軸に結合係数が示され、横軸に Y 方向または X 方向のずれが示されている。なお、Y 方向は、図 9 の Y 軸に沿う方向と同じであり、合成型コイルのソレノイドコイル部分は、Y 軸の周りにコイルが巻回されている。また、受電ユニットのソレノイド型コイルは、Y 軸と平行な軸の周りにコイルが巻回されている。受電ユニットのコイルタイプがソレノイド型である場合の Y 方向ズレ量の実測グラフ G 5 と、シミュレーション値を示すグラフ G 6 が記載されているが、実測結果とシミュレーション結果が良く一致していることがわかる。グラフ G 5 , G 6 に示すように、Y 方向ずれが D 3 であるときに結合係数が最大を示している。このズレ量 D 3 は図 15 に示したズレ量 D 1 よりも小さく、また図 18 に示したズレ量 D 2 とは略等しい。

【 0 1 1 6 】

なお、図 20 には、参考として X 方向のズレ量と結合係数の関係（シミュレーション値）を示すグラフ G 7 が記載されているが、X 方向のズレ量については、Y 方向のズレほどは結合係数が変化しないので、X 方向のズレ量が概ねゼロ付近であれば受電に適する駐車位置であるといえる。

【 0 1 1 7 】

図 21 は、図 20 に対応するコイルタイプの組み合わせの場合の最適駐車位置を示した図である。図 20 のグラフおよび図 21 に示すように、送電装置のコイルタイプが合成型であり、車両側のコイルタイプが環状型であれば、受電ユニットの中心と送電ユニットの中心が一致する位置よりもズレ量 D 2 だけ車両を前進させて駐車した位置が最適駐車位置である。

10

20

30

40

50



## 【 0 1 1 8 】

本願発明者の研究により、合成型コイルの給電効率のピークは、図 1 8、図 2 0 に示すように相手方のコイルタイプ環状型、ソレノイド型いずれの場合でも、合成型コイルのソレノイド部分の巻回軸方向に所定距離ずれた位置に現れることが明らかになった。ズレ量 D 2 とズレ量 D 3 が略等しいので、図 1 9、図 2 1 を比較すればわかるように、車両に搭載するコイルタイプが異なっても、同じ駐車位置を受電の最適位置とすることが可能である。したがって、合成型のコイルタイプを送電装置に採用することによって、駐車位置を統一することが可能となり、運転者にとって便利になる。

## 【 0 1 1 9 】

## [ 実施の形態 1 ]

図 2 2 は、実施の形態 1 において車両と送電装置で実行される制御を説明するためのフローチャートである。

## 【 0 1 2 0 】

図 1 4、図 2 2 を参照して、車両 1 0 0 では、ステップ S 8 1 0 において、車両 E C U 3 0 0 によって、充電要求の有無が監視されている。ユーザの操作などによる充電開始信号 T R G の入力されたことが検出されると、車両 E C U 3 0 0 は通信部 1 6 0 を経由して送電装置 2 0 0 に充電要求がある旨を送信する。そしてステップ S 8 1 0 からステップ S 8 2 0 に処理が進む。

## 【 0 1 2 1 】

一方、送電装置 2 0 0 では、ステップ S 7 1 0 において、送電 E C U 2 4 0 によって、充電要求の有無が監視されている。車両 1 0 0 の通信部 1 6 0 から充電要求があった旨が送信され、通信部 2 3 0 を経由して送電 E C U 2 4 0 が充電要求を検出すると、ステップ S 7 1 0 からステップ S 7 2 0 に処理が進む。

## 【 0 1 2 2 】

送電装置 2 0 0 ではステップ S 7 2 0 において、送電ユニット 2 2 0 のコイルタイプに関する情報が通信部 2 3 0 によって車両 1 0 0 に向けて送信され、車両 1 0 0 ではステップ S 8 2 0 において送電ユニット 2 2 0 のコイルタイプに関する情報が通信部 1 6 0 によって受信され、ステップ S 8 3 0 において送電ユニット 2 2 0 のコイルタイプが判定される。コイルタイプに関する情報は、たとえば、コイルが環状型か、ソレノイド型か、合成型かといった情報を含む。

## 【 0 1 2 3 】

さらに、ステップ S 8 4 0 において、車両 E C U 3 0 0 は、ステップ S 8 2 0 で受信した送電ユニットのコイルタイプに関する情報に基づいて、送電ユニットのコイルタイプが受電ユニットが受電可能なコイルタイプに適合するか否かを判断する。コイルタイプが適合する場合には、充電可能と判断され、不適合である場合には充電不可能と判断される。

## 【 0 1 2 4 】

ステップ S 8 4 0 においてコイルタイプが不適合であった場合には、ステップ S 9 1 0 に処理が進み、車両 E C U 3 0 0 は、充電不可の判定を確定させ、表示部 1 4 2 に表示させるとともに、送電装置 2 0 0 に判定結果を送信し、車両側の処理はステップ S 9 2 0 で処理終了となる。

## 【 0 1 2 5 】

一方、ステップ S 8 4 0 においてコイルタイプが適合であった場合、すなわち送電装置のコイルタイプに対応可能な受電コイルが搭載されている場合には、ステップ S 8 5 0 に処理が進み、車両 E C U 3 0 0 は、充電可能の判定を確定させ、表示部 1 4 2 に表示させると共に、送電装置 2 0 0 に判定結果を送信する。

## 【 0 1 2 6 】

たとえば、送電装置のコイルタイプが環状型であり、受電コイルが環状型コイルから電力を受電可能なコイルタイプである場合（たとえば、環状型）には受電可能であると判断される。

## 【 0 1 2 7 】

また、送電装置のコイルタイプがソレノイド型であり、受電コイルがソレノイド型コイルから電力を受電可能なコイルタイプである場合（たとえば、ソレノイド型）には受電可能であると判断される。

【 0 1 2 8 】

また、送電装置のコイルタイプが合成型であり、受電コイルが合成型コイルから電力を受電可能なコイルタイプである場合（たとえば、環状型やソレノイド型）には受電可能であると判断される。

【 0 1 2 9 】

送電装置 2 0 0 では、ステップ S 7 3 0 において通信部 2 3 0 によって判定結果が受信され、ステップ S 7 4 0 において送電 E C U 2 4 0 は液晶ディスプレイなどの表示部 2 4 2 に判定結果を表示させる。なお、表示部 2 4 2 への表示に代えて音声で判定結果を運転者に報知しても良い。

10

【 0 1 3 0 】

車両 1 0 0 では、ステップ S 8 5 0 で充電可能表示がされた後には、ステップ S 8 6 0 において、送電装置 2 0 0 のコイルタイプが合成型か否かが判断される。ステップ S 8 5 0 においてコイルタイプが合成型であると判断された場合には、ステップ S 8 7 0 に処理が進み、車両 E C U 3 0 0 は、合成型に対応可能な駐車位置（目標位置）を選択する。この場合、車両に搭載されたコイルタイプが環状型であってもソレノイド型であっても、目標駐車位置は略同じ位置とすることができる。たとえば、送電ユニットの位置を車載カメラ等で認識し、図 1 9 および図 2 1 で説明したように、送電ユニットの中心をソレノイドの巻回軸方向（車両前後方向）に沿って所定距離 D 3（= D 2）ずらした点を受電ユニットの中心に合わせるような駐車位置を目標駐車位置とすることができる。

20

【 0 1 3 1 】

ステップ S 8 6 0 においてコイルタイプが合成型ではないと判断された場合には、ステップ S 8 8 0 に処理が進み、車両 E C U 3 0 0 は、送電装置のコイルタイプに自車のコイルタイプが対応可能な駐車位置（目標位置）を選択する。

【 0 1 3 2 】

ステップ S 8 7 0 または S 8 8 0 で駐車目標位置が選択された後には、車両は、ステップ S 8 8 2 において受信した情報に基づいて表示部 1 4 2 に目標駐車位置を示す枠などを表示する。たとえば、駐車枠をカメラ画像上の白線などから自動で認識し、認識した駐車枠の中に目標駐車位置を示す枠をコイルタイプに基づいて決定してもよい。その場合、駐車枠は自動認識しなくても、ユーザがカメラ画像などを見ながら、矢印キーなどを使用して表示画面上に設定するようにしてもよい。

30

【 0 1 3 3 】

さらにステップ S 8 8 4 に示すように、目標駐車位置に車両を駐車させるための駐車支援制御を行なってもよい。駐車支援制御は、完全に車両を自動で動かすものであってもよいし、ハンドル操作を自動で行ない、前進・後退速度についてはユーザがアクセルペダル等で指示するものであってもよい。また、駐車支援制御は、ハンドル操作量を画面等にし、ハンドル操作はユーザが手動で行なうものであってもよい。

【 0 1 3 4 】

40

駐車位置が確定したら、ステップ S 8 9 0 に処理が進む。ステップ S 8 9 0 において、車両 E C U 3 0 0 は車両に対する充電シーケンスを開始し、ステップ S 9 0 0 において充電処理のルーチンに処理が移動する。

【 0 1 3 5 】

送電装置 2 0 0 では、ステップ S 7 5 0 において、車両からの充電可否判定結果に基づいて充電可能か否かが判断される。ステップ S 7 5 0 において充電不可能であれば、ステップ S 7 8 0 に処理が進み、送電装置 2 0 0 での充電処理は終了する。

【 0 1 3 6 】

ステップ S 7 5 0 において充電可能であれば、ステップ S 7 6 0 に処理が進む。ステップ S 8 9 0 における充電シーケンスを開始に合わせて、車両から送電装置へ充電開始する

50

旨の通信が行なわれ、送電装置側でもステップ S 7 6 0 で充電シーケンスが開始される。そして、ステップ S 7 7 0 において充電処理のルーチンに処理が移動する。

【 0 1 3 7 】

実施の形態 1 では、通信（図 1 4 のメッセージ M 3）によって送電装置のコイル構造等の情報を受信し、送電装置のコイルタイプを判定後、1）充電可能な駐車エリアを決定、2）車両停車位置をユーザへ明示、3）充電シーケンスを開始、のいずれかを実施する車両を説明した。車両から送電装置へのメッセージ M 4 は行なっても行なわなくても良い。

【 0 1 3 8 】

これにより、どのような送電装置であっても、充電実施をスムーズに開始することができ、ユーザの利便性が向上する。

【 0 1 3 9 】

特に、送電装置のコイルタイプが合成型である場合には、駐車位置を車両のコイルタイプに合わせて変えなくてもよいので、ドライバーが駐車位置を間違えにくくすることができる。

【 0 1 4 0 】

実施の形態 1 について、図面を再び参照して総括する。実施の形態 1 に示した車両の駐車支援装置は、駐車場に設置された給電装置の送電ユニット 2 2 0 のコイルタイプを検知する検知手段（図 2 2 : S 8 2 0）と、送電ユニット 2 2 0 のコイルタイプと送電ユニット 2 2 0 の位置とに応じて車両の駐車目標位置を設定する目標位置設定手段（図 2 2 : S 8 6 0 ~ 8 8 0）とを備える。図 7、図 8 の構成では、通信部 1 6 0 が検知手段として動作し、車両 E C U 3 0 0 が目標位置設定手段として動作する。目標位置設定手段は、検知手段が検知したコイルタイプが、図 9 に示すような第 1 軸（Z 軸）を取り囲むように巻回した環状コイル 2 2 1 A と第 1 軸（Z 軸）と交差する第 2 軸（Y 軸）を取り囲むように巻回したソレノイドコイル 2 2 1 B とを直列接続した構成を有する合成型コイルである場合には、車両が搭載する受電ユニット 1 1 0 の中心が図 1 9、図 2 1 に示すように第 1 軸から第 2 軸に沿って所定距離（D 3（= D 2））離れた位置となるように駐車目標位置を設定する。図 9 に示すように、ソレノイドコイル 2 2 1 B は、第 1 軸（Z 軸）がソレノイドコイル 2 2 1 B の側面中央部を貫くように環状コイル 2 2 1 A との位置が定められる。

【 0 1 4 1 】

好ましくは、車両が搭載する受電ユニット 1 1 0 のコイルタイプは、環状コイルまたはソレノイドコイルのいずれか一方である。

【 0 1 4 2 】

好ましくは、図 9 に示すように、ソレノイドコイル 2 2 1 B は、平板の磁性材 4 2 1 の周囲に導電線を巻回した構成を有する。ソレノイドコイル 2 2 1 B は、合成型コイルにおいて、第 1 軸（Z 軸）が平板の中央部を貫くように環状コイル 2 2 1 A との位置が定められる。

【 0 1 4 3 】

[ 実施の形態 2 ]

実施の形態 1 では、送電装置のコイルに関する情報を車両側が受取り、車両側の制御装置が駐車位置を決定する例を説明した。実施の形態 2 では、車両側のコイルに関する情報を送電装置が受取り、送電装置側の制御装置が駐車位置を決定する例を説明する。

【 0 1 4 4 】

図 2 3 は、実施の形態 2 の非接触送受電システムの動作を説明するための図である。

図 2 3 を参照して、車両 1 0 0 A は環状型の受電コイル 1 1 1 A が搭載された車両である。車両 1 0 0 B はソレノイド型の受電コイル 1 1 1 B が搭載された車両である。

【 0 1 4 5 】

車両 1 0 0 A、1 0 0 B は、自車が搭載するコイルユニットのタイプが環状型であるのか、ソレノイド型であるのかを含むメッセージ M 1 を送電装置の通信部 2 3 0 に送信する。環状型、ソレノイド型という各コイルタイプを示す情報は、コイルユニット中をどのように磁束が通るかを表わす磁束通過特性を示す情報の一例である。送信する情報は、磁束

10

20

30

40

50

通過特性を示す情報であれば、他の形式で表現されてもよい。

【 0 1 4 6 】

車両側から送信されたメッセージ M 1 に基づいて、車両が充電インフラで充電可能か否かが判断され、車両に対してその結果を示すメッセージ M 2 が返信される。

【 0 1 4 7 】

このメッセージ M 2 を受信して充電可否を表示部に表示することによって、ユーザは、駐車位置に車両を駐車させなくても、その充電施設で充電が可能か否かを知ることができる。したがって、ユーザが充電施設を利用するか否かを判断する際に便利である。

【 0 1 4 8 】

その際に、実施の形態 2 では、車両が搭載する受電ユニットの位置に合う駐車位置を送電装置が選択し、その位置を車両に連絡することによって車両を案内する。

10

【 0 1 4 9 】

図 2 4 は、実施の形態 2 において車両と送電装置で実行される制御を説明するためのフローチャートである。

【 0 1 5 0 】

図 2 3、図 2 4 を参照して、車両 1 0 0 では、ステップ S 4 1 0 において、車両 E C U 3 0 0 によって、充電要求の有無が監視されている。ユーザの操作などによる充電開始信号 T R G が入力されたことが検出されると、車両 E C U 3 0 0 は通信部 1 6 0 を経由して送電装置 2 0 0 に充電要求がある旨を送信する。そしてステップ S 4 1 0 からステップ S 4 2 0 に処理が進む。

20

【 0 1 5 1 】

一方、送電装置 2 0 0 では、ステップ S 5 1 0 において、送電 E C U 2 4 0 によって、充電要求の有無が監視されている。車両 1 0 0 の通信部 1 6 0 から充電要求があった旨が送信され、通信部 2 3 0 を経由して送電 E C U 2 4 0 が充電要求を検出すると、ステップ S 5 1 0 からステップ S 5 2 0 に処理が進む。

【 0 1 5 2 】

車両 1 0 0 ではステップ S 4 2 0 において、受電ユニット 1 1 0 のコイルタイプに関する情報が通信部 1 6 0 によって送電装置 2 0 0 に向けて送信され、送電装置 2 0 0 ではステップ S 5 2 0 において受電ユニット 1 1 0 のコイルタイプに関する情報が通信部 2 3 0 によって受信され、ステップ S 5 3 0 において送電ユニット 2 2 0 のコイルタイプが判定される。コイルタイプに関する情報は、たとえば、コイルが環状型か、ソレノイド型か、合成型かといった情報を含む。

30

【 0 1 5 3 】

さらに、ステップ S 5 4 0 において、送電 E C U 2 4 0 は、ステップ S 5 2 0 で受信した受電ユニット 1 1 0 のコイルタイプに関する情報に基づいて、受電ユニット 1 1 0 のコイルタイプが送電ユニット 2 2 0 が構成しうるコイルタイプに適合するか否かを判断する。コイルタイプが適合する場合には、充電可能と判断され、不適合である場合には充電不可能と判断される。ここでは、コイルタイプが環状型、ソレノイド型のいずれかであれば充電可能と判断される。

【 0 1 5 4 】

ステップ S 5 4 0 においてコイルタイプが不適合であった場合には、ステップ S 6 1 0 に処理が進み、送電 E C U 2 4 0 は、充電不可の判定を確定させ、表示部 2 4 2 に充電不可表示を表示させると共に、車両 1 0 0 に判定結果を送信し、送電装置 2 0 0 側の処理はステップ S 6 2 0 で処理終了となる。

40

【 0 1 5 5 】

一方、ステップ S 5 4 0 においてコイルタイプが適合であった場合、すなわち車両のコイルタイプが環状型、ソレノイド型のいずれかであり、送電装置の合成型のコイルで対応可能である場合には、ステップ S 5 5 0 に処理が進み、送電 E C U 2 4 0 は、充電可能の判定を確定させ、表示部 2 4 2 に判定結果を表示させると共に、車両 1 0 0 に判定結果を送信する。

50

## 【 0 1 5 6 】

車両 1 0 0 では、ステップ S 4 3 0 において通信部 1 6 0 によって判定結果が受信され、ステップ S 4 4 0 において車両 E C U 3 0 0 は液晶ディスプレイなどの表示部 1 4 2 に判定結果を表示させる。なお、表示部 1 4 2 への表示に代えて音声で判定結果を運転者に報知しても良い。

## 【 0 1 5 7 】

送電装置 2 0 0 では、ステップ S 5 5 0 で充電可能表示がされた後には、ステップ S 5 7 0 において、車両 1 0 0 のコイルタイプが環状型かソレノイド型かに関わらず、略同じ位置を駐車位置（目標位置）として選択する。目標位置は、図 1 9 および図 2 1 に示したようにソレノイド型コイルの巻回軸に沿って所定距離 D 2（＝D 3）だけズレた位置である。

10

## 【 0 1 5 8 】

ステップ S 5 7 0 で駐車位置が選択された後には、ステップ S 5 8 0 に処理が進み、駐車位置がユーザに報知される。たとえば、駐車位置をユーザに知らせるために、駐車枠を光らせてもよいし、車両に駐車位置を示す情報を送信してもよい。

## 【 0 1 5 9 】

続いて、ステップ S 5 9 0 において、送電 E C U 2 4 0 は車両に対する充電シーケンスを開始し、ステップ S 6 0 0 において充電処理のルーチンに処理が移動する。

## 【 0 1 6 0 】

車両側では、ステップ S 4 5 0 において、送電装置からの充電可否判定結果に基づいて充電可能か否かが判断される。ステップ S 4 5 0 において充電不可能であれば、ステップ S 4 8 0 に処理が進み、車両側での充電処理は終了する。

20

## 【 0 1 6 1 】

ステップ S 5 8 5 において車両に駐車位置を示す情報を送信する場合には、車両は、ステップ S 4 5 2 において受信した情報に基づいて表示部 1 4 2 に駐車位置を示す枠などを表示する。さらにステップ S 4 5 4 に示すように、目標駐車位置に車両を駐車させるための駐車支援制御を行なってもよい。駐車支援制御は、完全に車両を自動で動かすものであってもよいし、ハンドル操作を自動で行ない、前進・後退速度についてはユーザがアクセルペダル等で指示するものであってもよい。また、駐車支援制御は、ハンドル操作量を画面等にし、ハンドル操作はユーザが手動で行なうものであってもよい。

30

## 【 0 1 6 2 】

駐車位置が確定したら、ステップ S 4 6 0 に処理が進む。ステップ S 5 9 0 における充電シーケンスの開始に合わせて、車両側にも充電開始を指示する旨の通信が行なわれ、車両側でもステップ S 4 6 0 で充電シーケンスが開始される。そして、ステップ S 4 7 0 において充電処理のルーチンに処理が移動する。

## 【 0 1 6 3 】

以上説明したように、コイルタイプに関する情報を車両から送電装置に送信して送電装置が駐車位置を決定して車両に連絡するようにしても実施の形態 1 と同様な効果が得られる。

## 【 0 1 6 4 】

実施の形態 2 について、図面を再び参照して総括する。実施の形態 2 に示した車両の駐車支援装置は、車両に設置された受電ユニット 1 1 0 のコイルタイプを検知する検知手段（図 2 4：S 5 2 0）と、受電ユニット 1 1 0 のコイルタイプと受電ユニット 1 1 0 の位置とに応じて車両の駐車目標位置を設定する目標位置設定手段（図 2 4：S 5 3 0，S 5 7 0）とを備える。図 7、図 8 の構成では、通信部 2 3 0 が検知手段として動作し、送電 E C U 2 4 0 が目標位置設定手段として動作する。送電装置は、合成型コイルを含む。合成型コイルは、図 9 に示すような第 1 軸（Z 軸）を取り囲むように巻回した環状コイル 2 2 1 A と第 1 軸（Z 軸）と交差する第 2 軸（Y 軸）を取り囲むように巻回したソレノイドコイル 2 2 1 B とを直列接続した構成を有する。

40

## 【 0 1 6 5 】

50

目標位置設定手段は、検知手段が検知したコイルタイプが、環状型またはソレノイド型である場合には、車両が搭載する受電ユニット 110 の中心が図 19、図 21 に示すように第 1 軸から第 2 軸に沿って所定距離 ( $D_3 (= D_2)$ ) 離れた位置となるように駐車目標位置を設定する。図 9 に示すように、ソレノイドコイル 221B は、第 1 軸 (Z 軸) がソレノイドコイル 221B の側面中央部を貫くように環状コイル 221A との位置が定められる。

#### 【0166】

好ましくは、図 9 に示すように、ソレノイドコイル 221B は、平板の磁性材 421 の周囲に導電線を巻回した構成を有する。ソレノイドコイル 221B は、合成型コイルにおいて、第 1 軸 (Z 軸) が平板の中央部を貫くように環状コイル 221A との位置が定めら

10

#### 【0167】

##### [実施の形態 3]

実施の形態 1, 2 では、送電装置側に合成型コイルが配置される例を説明したが、車両の受電装置に合成コイルが配置されても良い。

#### 【0168】

図 15 において車両 100 が合成型のコイルを搭載すれば、送電装置のコイルが環状型のコイルタイプであっても、ソレノイド型のコイルタイプであっても、駐車位置を同じにすることが可能である。このような場合には、送電装置にコイルタイプに関わらず、同じ位置を目標駐車位置として決定することが可能であり、さらにはその目標駐車位置に対し

20

#### 【0169】

実施の形態 3 に示した車両の駐車支援装置は、非接触で電力を受電する受電ユニット 110 を含む図 7, 8 に示すような車両の駐車支援を行なう。受電ユニット 110 は、図 9 に示すような第 1 軸 (Z 軸) を取り囲むように巻回した環状コイル 221A と第 1 軸 (Z 軸) と交差する第 2 軸 (Y 軸) を取り囲むように巻回したソレノイドコイル 221B とを直列接続した構成を有する合成型コイルを含む。受電ユニット 110 に合成型コイルを搭載する場合には、図 9 において交流電源に代えて負荷が接続される。駐車支援装置は、駐車場に設置された給電装置の送電ユニット 220 の位置に応じて車両の駐車目標位置を設定する目標位置設定手段を備える。図 7、図 8 の構成では、送電 ECU 240 または車両

30

#### 【0170】

好ましくは、送電ユニット 220 のコイルタイプは、環状コイルまたはソレノイドコイルのいずれか一方である。

#### 【0171】

好ましくは、図 9 に示すように、ソレノイドコイル 221B は、平板の磁性材 421 の周囲に導電線を巻回した構成を有する。ソレノイドコイル 221B は、合成型コイルにおいて、第 1 軸 (Z 軸) が平板の中央部を貫くように環状コイル 221A との位置が定めら

40

#### 【0172】

なお、本実施の形態は、受電装置が車両である例を示したが、受電装置が携帯型機器の場合であっても、本発明は適用可能である。

#### 【0173】

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、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。

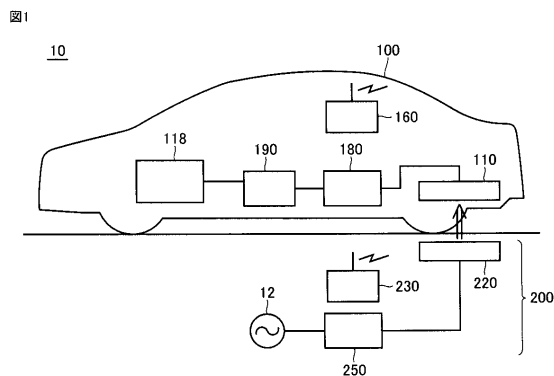
【符号の説明】

【 0 1 7 4 】

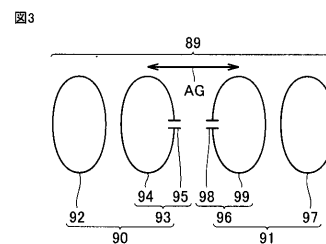
10 電力送受電システム、12 電源、89 電力伝送システム、90, 220, 220K 送電ユニット、91, 110, 110K 受電ユニット、92, 97, 113, 223 電磁誘導コイル、93 送電部、94, 99 共鳴コイル、95, 98, 222 キャパシタ、96 受電部、100, 100B, 100B 車両、111 コイル、111A, 111B 受電コイル、112, 222 コンデンサ、113, 350 二次コイル、118 動力生成装置、121, 221 自己共振コイル、130 モータジェネレータ、140 動力伝達ギヤ、142, 242 表示部、150 駆動輪、160, 230 通信部、171 電流センサ、172 電圧センサ、173 負荷抵抗、174 リレー、180 整流器、190 蓄電装置、200 送電装置、210 充電スタンド、221A 環状コイル、221B ソレノイドコイル、223, 320 一次コイル、240 送電ECU、246 料金受領部、250 電源部、260 整合器、300 車両ECU、310 高周波電源、360 負荷、411A, 411B, 421, 421A, 421B 磁性材、PCU パワーコントロールユニット。

10

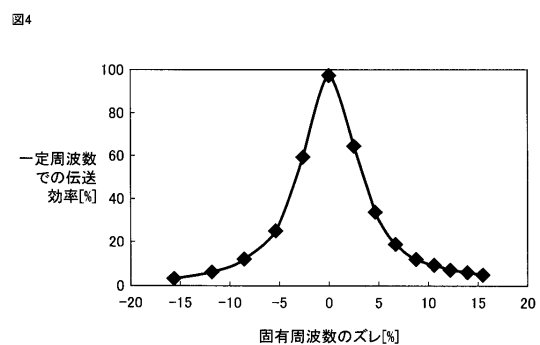
【図1】



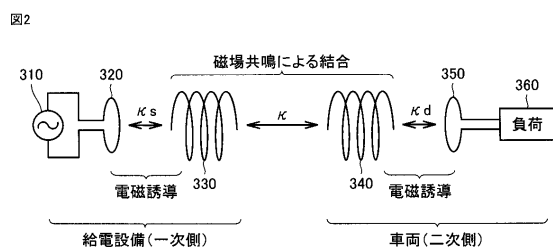
【図3】



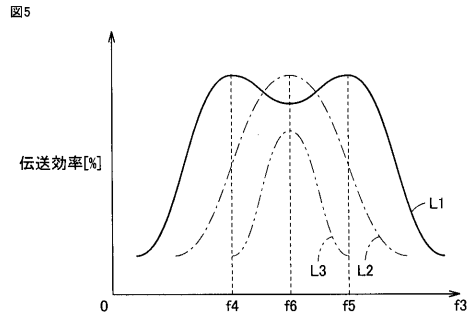
【図4】



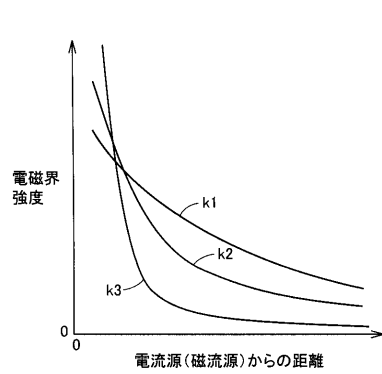
【図2】



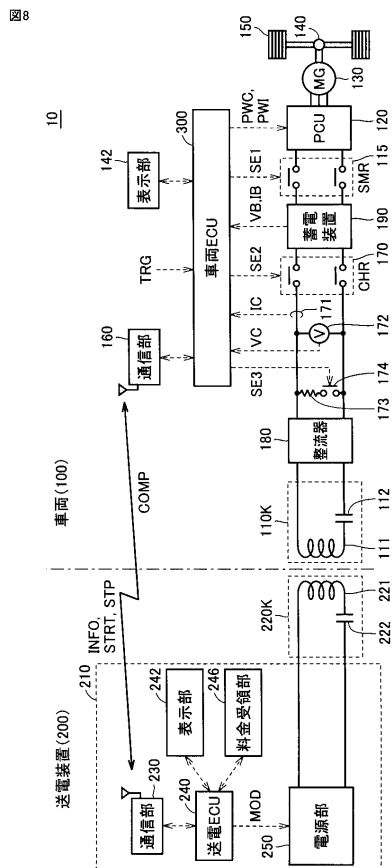
【 図 5 】



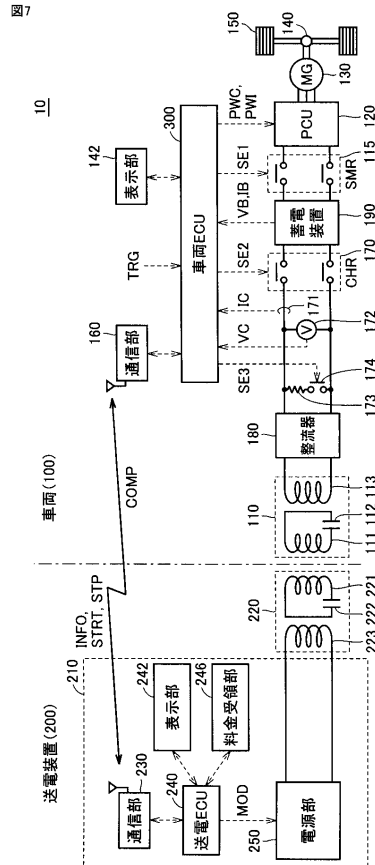
【 図 6 】



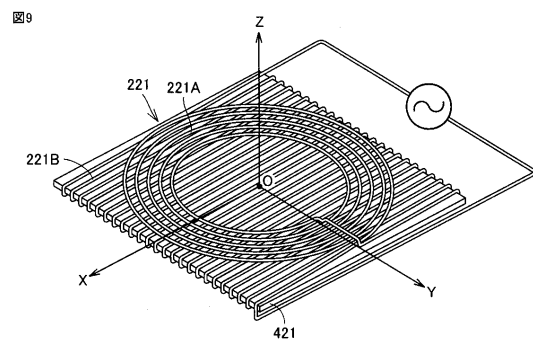
【圖 8】



【 図 7 】



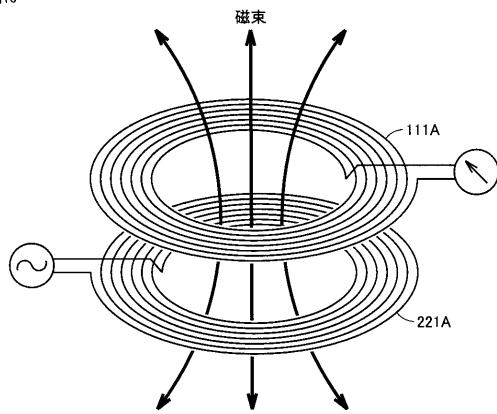
【 図 9 】





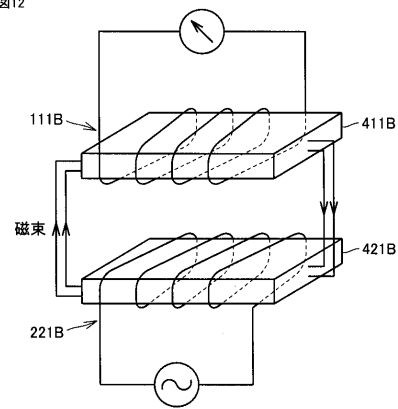
【図10】

図10



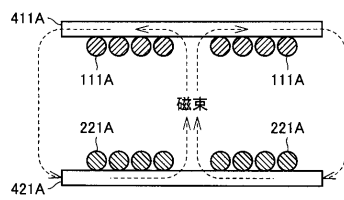
【図12】

図12



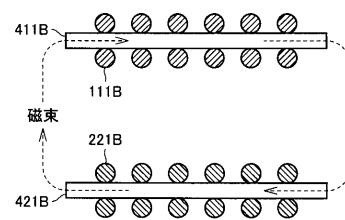
【図11】

図11



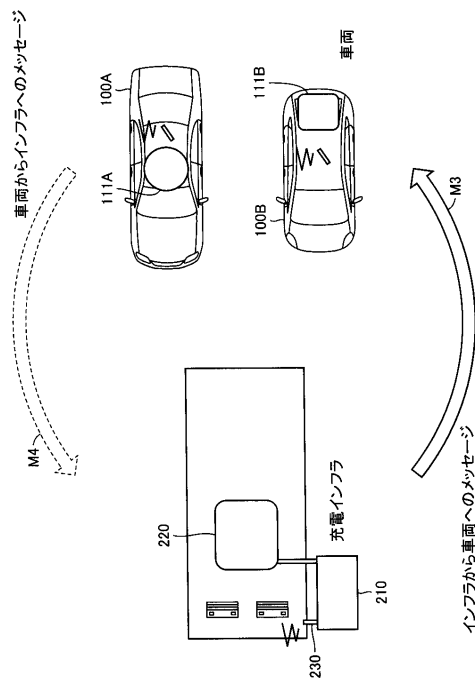
【図13】

図13



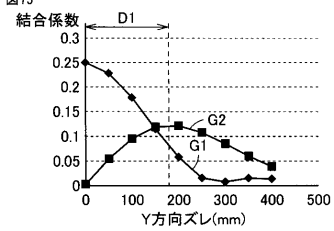
【図14】

図14



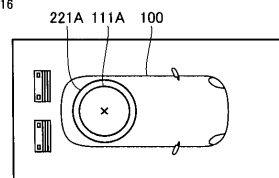
【図15】

図15



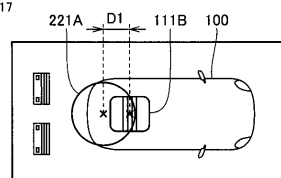
【図16】

図16

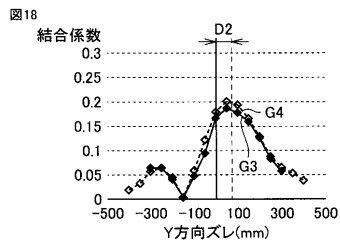


【図17】

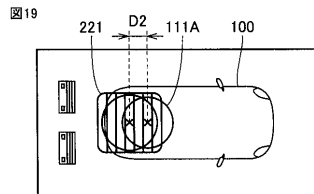
図17



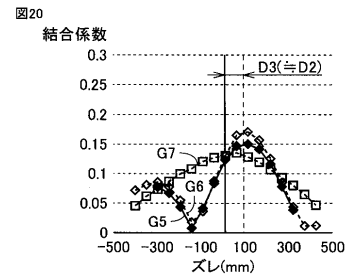
【図18】



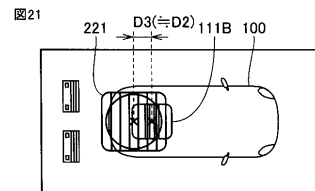
【図19】



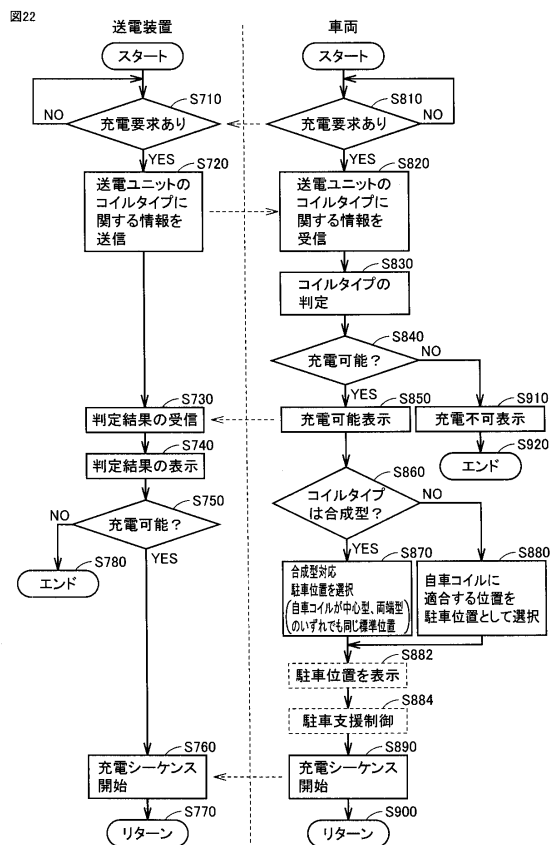
【図20】



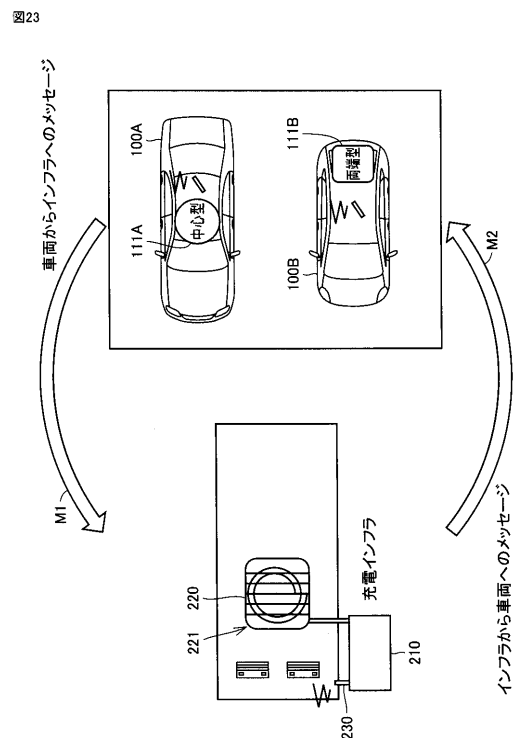
【図21】



【図22】

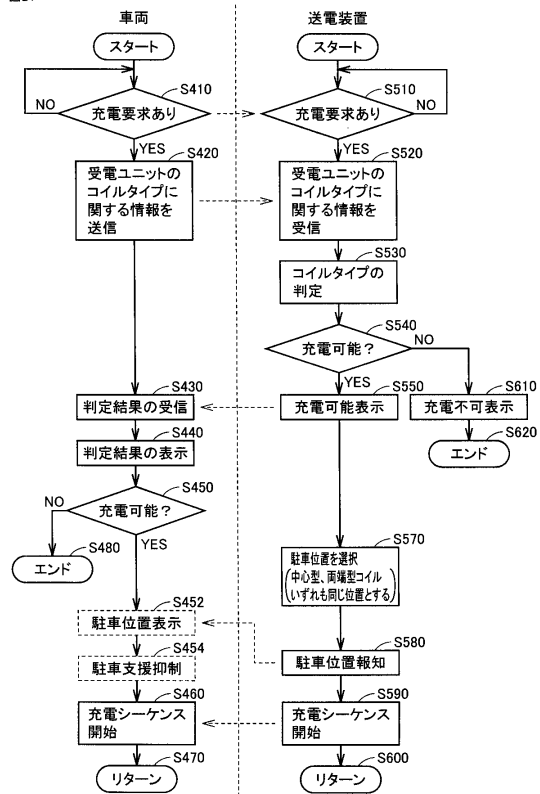


【図23】



## 【図 24】

図24



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I			
<b>B 6 0 L</b>	<b>5/00</b>	<b>(2006.01)</b>	H 0 1 M	10/46	
<b>H 0 1 F</b>	<b>38/14</b>	<b>(2006.01)</b>	B 6 0 M	7/00	X
			B 6 0 L	5/00	B
			H 0 1 F	23/00	B

(72)発明者 松木 英敏  
宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内

(72)発明者 佐藤 文博  
宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内

(72)発明者 田倉 哲也  
宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内

(72)発明者 山口 央人  
宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内

審査官 相羽 昌孝

(56)参考文献 国際公開第2011/145953(WO, A1)  
特開2012-080671(JP, A)  
特表2013-534040(JP, A)  
特開2012-080770(JP, A)  
特開2011-257914(JP, A)  
特開2013-254852(JP, A)  
特開2013-258881(JP, A)  
特開2008-301645(JP, A)  
特開2011-003947(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

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