

(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2017-175703

(P2017-175703A)

(43) 公開日 平成29年9月28日(2017.9.28)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)	
HO2J	50/10	(2016.01)	HO2J 50/10	5G503
HO2J	7/00	(2006.01)	HO2J 7/00	3O1D 5H125
HO2J	7/02	(2016.01)	HO2J 7/02	J
B60L	11/18	(2006.01)	B60L 11/18	C

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2016-56713 (P2016-56713)
 (22) 出願日 平成28年3月22日 (2016. 3. 22)

(71) 出願人 000003067
 TDK株式会社
 東京都港区芝浦三丁目9番1号
 (72) 発明者 福島 則之
 東京都港区芝浦三丁目9番1号TDK株式会社内
 Fターム(参考) 5G503 AA01 AA04 AA06 BA04 BB01
 BB03 CA11 FA06 GB06 GB08
 5H125 AA01 AC12 AC14 AC27 BC30
 DD01 DD02 EE23 FF15 FF16

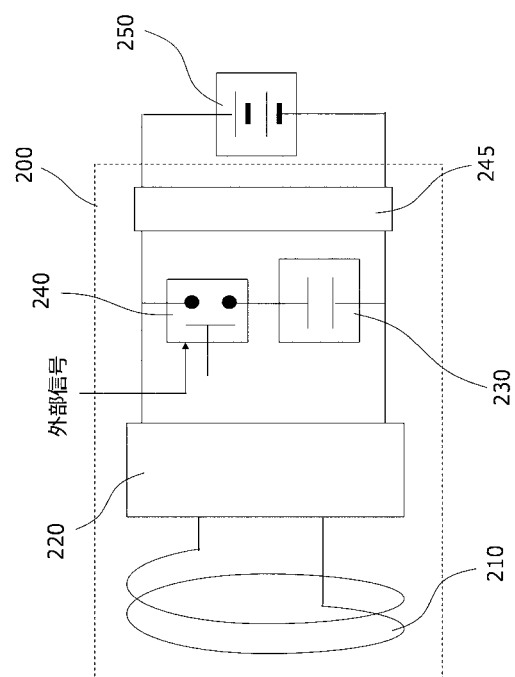
(54) 【発明の名称】 ワイヤレス受電装置及びワイヤレス電力伝送システム

(57) 【要約】

【課題】電気二重層キャパシタとバッテリーを併用して電力を蓄電する際に、電気二重層キャパシタの劣化を抑制したワイヤレス受電装置及びワイヤレス電力伝送システムを提供すること。

【解決手段】バッテリーに蓄えられた電力により駆動力を得る移動体に搭載され、移動体が移動中及び停止中にワイヤレスにて電力を受電可能なワイヤレス受電装置であって、磁界を介して交流電力を受電する受電コイルと、受電コイルが受電した交流電力を直流電力に変換する整流部と、整流部とバッテリーとの間に並列接続され、整流部の出力電力によって蓄電される電気二重層キャパシタと、電気二重層キャパシタとバッテリーとの間に接続され、バッテリーへの電力の調整を行う電力調整部と、移動体が停止中に電力を受電したとき、整流部の出力電力によるバッテリーへの充電を継続し、整流部の出力電力による電気二重層キャパシタへの蓄電を停止する蓄電切替部と、を備えるワイヤレス受電装置。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

バッテリーに蓄えられた電力により駆動力を得る移動体に搭載され、前記移動体が移動中及び停止中にワイヤレスにて電力が受電可能なワイヤレス受電装置であって、

磁界を介して交流電力を受電する受電コイルと、

前記受電コイルが受電した交流電力を直流電力に変換する整流部と、

前記整流部と前記バッテリーとの間に並列接続され、前記整流部の出力電力によって蓄電される電気二重層キャパシタと、

前記電気二重層キャパシタと前記バッテリーとの間に接続され、前記バッテリーへの電力の調整を行う電力調整部と、

前記移動体が停止中に電力を受電したとき、前記整流部の出力電力による前記バッテリーへの充電を継続し、前記整流部の出力電力による前記電気二重層キャパシタへの蓄電を停止する蓄電切替部と、

を備えることを特徴とするワイヤレス受電装置。

10

【請求項 2】

バッテリーに蓄えられた電力により駆動力を得る移動体に搭載され、前記移動体が移動中及び停止中にワイヤレスにて電力が受電可能なワイヤレス受電装置であって、

磁界を介して交流電力を受電する受電コイルと、

前記受電コイルが受電した交流電力を直流電力に変換する整流部と、

前記整流部と前記バッテリーとの間に並列接続され、前記整流部の出力電力によって蓄電される電気二重層キャパシタと、

前記電気二重層キャパシタと前記バッテリーとの間に接続され、前記バッテリーへの電力の調整を行う電力調整部と、

前記電気二重層キャパシタの端子間電圧を検出する電圧検出部と、

前記移動体が停止中に電力を受電し、前記電圧検出部が検出した電圧値が所定の制限閾値を上回ったとき、前記整流部の出力電力による前記バッテリーへの充電を継続し、前記整流部の出力電力による前記電気二重層キャパシタへの蓄電を停止する蓄電切替部と、

を備えることを特徴とするワイヤレス受電装置。

20

【請求項 3】

前記蓄電切替部は、前記電圧検出部が検出した電圧値が前記制限閾値よりも低い蓄電開始閾値を下回ったとき、前記整流部の出力電力による前記電気二重層キャパシタへの蓄電を開始することを特徴とする請求項 2 に記載のワイヤレス受電装置。

30

【請求項 4】

ワイヤレス給電装置と、

請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載のワイヤレス受電装置と、

を備えることを特徴とするワイヤレス電力伝送システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ワイヤレス受電装置及びワイヤレス電力伝送システムに関するものである。

40

【背景技術】

【0002】

近年、電動で移動するEV (Electric Vehicle) やAGV (Automatic Guided Vehicle) などに電力を伝送する手段として、プラグや電源ケーブルを用いないワイヤレス電力伝送技術が注目されている。

【0003】

このようなワイヤレス電力伝送技術においては、給電側から受電側にワイヤレスで電力が伝送されることから、受電装置を搭載する移動体が所定の位置に停止している際に充電を行う停止中充電や受電装置が移動中に充電を行う移動中充電など様々な用途への応用が期待されている。ところで、給電側から受電側に伝送された電力は移動体に搭載されるバ

50

ッテリに蓄えられる。ところが、バッテリーは充電に時間がかかるため、移動体が移動中に充電を行う移動中充電においては、給電側からの給電時間が短いため、バッテリーに十分な電力を蓄えることが難しいといった課題があった。

【0004】

これに対して、特許文献1では、バッテリーとキャパシタを並列に接続し、キャパシタに蓄積した電荷を一定電流以下でバッテリーに供給可能なDC/DC変換器を有し、給電装置から給電された電力を、一旦キャパシタに蓄電し、その後、キャパシタに蓄電された電力をバッテリーに充電することにより、短時間での給電を可能とする技術が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0005】

【特許文献1】特開2011-234551号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献1に開示された技術において、給電装置から給電された電力を蓄電するキャパシタとして大容量で短時間に充電が可能な電気二重層キャパシタを適用した場合、移動体が停止している際に充電を行う停止中充電では、給電装置から給電された電力は電気二重層キャパシタに蓄電され、この電気二重層キャパシタに蓄電された電力によりバッテリーの充電が行われるため、電気二重層キャパシタにはフルチャージ状態でバッテリーを充電するための電圧が印加されることから、電気二重層キャパシタの劣化が進むという課題があった。

20

【0007】

そこで、本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、電気二重層キャパシタとバッテリーを併用して電力を蓄電する際に、電気二重層キャパシタの劣化を抑制したワイヤレス受電装置及びワイヤレス電力伝送システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明に係る本発明に係るワイヤレス受電装置は、バッテリーに蓄えられた電力により駆動力を得る移動体に搭載され、移動体が移動中及び停止中にワイヤレスにて電力が受電可能なワイヤレス受電装置であって、磁界を介して交流電力を受電する受電コイルと、受電コイルが受電した交流電力を直流電力に変換する整流部と、整流部とバッテリーとの間に並列接続され、整流部の出力電力によって蓄電される電気二重層キャパシタと、電気二重層キャパシタとバッテリーとの間に接続され、バッテリーへの電力の調整を行う電力調整部と、移動体が停止中に電力を受電したとき、整流部の出力電力によるバッテリーへの充電を継続し、整流部の出力電力による電気二重層キャパシタへの蓄電を停止する蓄電切替部と、を備えることを特徴とする。

30

【0009】

本発明によれば、ワイヤレス受電装置は、磁界を介して交流電力を受電する受電コイルと、受電コイルが受電した交流電力を直流電力に変換する整流部と、整流部とバッテリーとの間に並列接続され、整流部の出力電力によって蓄電される電気二重層キャパシタと、電気二重層キャパシタとバッテリーとの間に接続され、バッテリーへの電力の調整を行う電力調整部と、移動体が停止中に電力を受電したとき、整流部の出力電力によるバッテリーへの充電を継続し、整流部の出力電力による電気二重層キャパシタへの蓄電を停止する蓄電切替部と、を備えている。ここで、移動体が所定の位置に停止している際に充電を行う停止中充電は、受電装置が移動中に充電を行う移動中充電に比べて、給電側からの給電が長時間行われる。本発明では、移動体が停止中に電力を受電したとき、整流部の出力電力による電気二重層キャパシタへの蓄電が停止されているため、電気二重層キャパシタがフルチャージ状態で長時間継続して電圧が印加されることを防ぐことができる。したがって、電気二重層キャパシタとバッテリーを併用して電力を蓄電する際に、電気二重層キャパシタの劣

40

50

化を抑制することができる。

【0010】

また、本発明に係るワイヤレス受電装置は、バッテリーに蓄えられた電力により駆動力を得る移動体に搭載され、移動体が移動中及び停止中にワイヤレスにて電力を受電可能なワイヤレス受電装置であって、磁界を介して交流電力を受電する受電コイルと、受電コイルが受電した交流電力を直流電力に変換する整流部と、整流部とバッテリーとの間に並列接続され、整流部の出力電力によって蓄電される電気二重層キャパシタと、電気二重層キャパシタとバッテリーとの間に接続され、バッテリーへの電力の調整を行う電力調整部と、電気二重層キャパシタの端子間電圧を検出する電圧検出部と、移動体が停止中に電力を受電し、電圧検出部が検出した電圧値が所定の制限閾値を上回ったとき、整流部の出力電力によるバッテリーへの充電を継続し、整流部の出力電力による電気二重層キャパシタへの蓄電を停止する蓄電切替部と、を備えることを特徴とする。

10

【0011】

本発明によれば、ワイヤレス受電装置は、磁界を介して交流電力を受電する受電コイルと、受電コイルが受電した交流電力を直流電力に変換する整流部と、整流部とバッテリーとの間に並列接続され、整流部の出力電力によって蓄電される電気二重層キャパシタと、電気二重層キャパシタとバッテリーとの間に接続され、バッテリーへの電力の調整を行う電力調整部と、電気二重層キャパシタの端子間電圧を検出する電圧検出部と、移動体が停止中に電力を受電し、電圧検出部が検出した電圧値が所定の制限閾値を上回ったとき、整流部の出力電力によるバッテリーへの充電を継続し、整流部の出力電力による電気二重層キャパシタへの蓄電を停止する蓄電切替部と、を備えている。ここで、移動体が所定の位置に停止している際に充電を行う停止中充電は、受電装置が移動中に充電を行う移動中充電に比べて、給電側からの給電が長時間行われる。本発明では、移動体が停止中に電力を受電し、電気二重層キャパシタの端子間電圧が所定の制限閾値を上回ったとき、整流部の出力電力による電気二重層キャパシタへの蓄電が停止されているため、電気二重層キャパシタがフルチャージ状態で長時間継続して電圧が印加されることを防ぐことができる。したがって、電気二重層キャパシタとバッテリーを併用して電力を蓄電する際に、電気二重層キャパシタの劣化を抑制することができる。

20

【0012】

好ましくは、蓄電切替部は、電圧検出部が検出した電圧値が制限閾値よりも低い蓄電開始閾値を下回ったとき、整流部の出力電力による電気二重層キャパシタへの蓄電を開始するとよい。この場合、電気二重層キャパシタの蓄電量が枯渇することを防ぐことができたため、電気二重層キャパシタの劣化を抑制しつつ、短時間での給電を可能とする電気二重層キャパシタの利用を促進することができる。

30

【0013】

本発明に係るワイヤレス電力伝送システムは、ワイヤレス給電装置と、上記ワイヤレス受電装置と、を備えることを特徴とする。本発明によれば、電気二重層キャパシタとバッテリーを併用して電力を蓄電する際に、電気二重層キャパシタの劣化を抑制したワイヤレス電力伝送システムを得ることができる。

【発明の効果】

40

【0014】

本発明によれば、電気二重層キャパシタとバッテリーを併用して電力を蓄電する際に、電気二重層キャパシタの劣化を抑制したワイヤレス受電装置及びワイヤレス電力伝送システムを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の第1実施形態に係るワイヤレス電力伝送システムをバッテリー及び負荷とともに示す模式図である。

【図2】本発明の第1実施形態に係るワイヤレス電力伝送システムの給電コイル部と給電側共振コンデンサを拡大して示す模式構成図である。

50

【図3】本発明の第1実施形態に係るワイヤレス電力伝送システムの受電コイル部と受電側共振コンデンサを拡大して示す模式構成図である。

【図4】本発明の第1実施形態に係るワイヤレス電力伝送システムのワイヤレス受電装置をバッテリーとともに示す模式図である。

【図5】本発明の第2実施形態に係るワイヤレス電力伝送システムのワイヤレス受電装置をバッテリーとともに示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

本発明を実施するための形態（実施形態）につき、図面を参照しつつ詳細に説明する。なお、説明において、同一要素又は同一機能を有する要素には、同一符号を用いることとし、重複する説明は省略する。

10

【0017】

（第1実施形態）

まず、図1～図4を参照して、本発明の第1実施形態に係るワイヤレス電力伝送システム10の構成について説明する。図1は、本発明の第1実施形態に係るワイヤレス電力伝送システムをバッテリー及び負荷とともに示す模式図である。図2は、本発明の第1実施形態に係るワイヤレス電力伝送システムの給電コイル部と給電側共振コンデンサを拡大して示す模式構成図である。図3は、本発明の第1実施形態に係るワイヤレス電力伝送システムの受電コイル部と受電側共振コンデンサを拡大して示す模式構成図である。図4は、本発明の第1実施形態に係るワイヤレス電力伝送システムのワイヤレス受電装置をバッテリー

20

【0018】

ワイヤレス電力伝送システム10は、図1に示されるように、ワイヤレス給電装置100と、ワイヤレス受電装置200と、を有する。ワイヤレス給電装置100は、地上に配設される給電設備に搭載され、ワイヤレス受電装置200は、移動体500に搭載されている。このワイヤレス電力伝送システム10は、移動体500が移動中に充電を行う移動中充電ならびに移動体500が所定の位置に停止している際に充電を行う停止中充電が可能に構成されている。ここで、ワイヤレス受電装置200が搭載される移動体500は、内蔵のバッテリーに蓄えられた電力により駆動力を得るものである。例えば、移動体500としては、電気自動車（EV）やハイブリッド自動車（HV：Hybrid Vehicle）などの車両が挙げられる。また、ワイヤレス受電装置200が搭載される移動体500は、電気自動車やハイブリッド自動車だけではなく、工場内で物品等を搬送する走行車（AGV）や移動ロボットなども挙げられる。さらに、ワイヤレス受電装置200が搭載される移動体500としては、車輪を持たず、外部の駆動手段によって移動するエレベータにおけるエレベータかごなども挙げられる。なお、本実施形態では、ワイヤレス受電装置200を電気自動車に搭載した例を用いて説明する。

30

【0019】

ワイヤレス給電装置100は、電源110と、インバータ120と、給電コイル部130と、給電側共振コンデンサ133と、を有する。

【0020】

40

電源110は、直流電力を後述するインバータ120に供給する。電源110としては、直流電力を出力するものであれば特に制限されず、商用交流電源を整流・平滑した直流電源、二次電池、太陽光発電した直流電源、あるいはスイッチングコンバータなどのスイッチング電源装置などが挙げられる。

【0021】

インバータ120は、電源110から供給される直流電力を交流電力に変換する機能を有している。本実施形態では、インバータ120は、電源110から供給される直流電力を交流電力に変換し、後述する給電コイル部130に供給する。インバータ120としては、図示しない複数のスイッチング素子がブリッジ接続されたスイッチング回路から構成される。このスイッチング回路を構成するスイッチング素子としては、例えばMOS-F

50

ET (Metal Oxide Semiconductor - Field Effect Transistor) や IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) などが挙げられる。

【0022】

給電コイル部 130 は、インバータ 120 から供給された交流電力を後述する受電コイル部 210 に給電する機能を有する。この給電コイル部 130 は、地中あるいは地面近傍に配置される。本実施形態では、給電コイル部 130 は、図 2 に示されるように、給電コイル 131 と、磁性体 132 と、を有し、絶縁性を有する筐体 134 によってパッケージングされている。なお、給電コイル部 130 は、給電コイル 131 のみから構成されていてもよい。

10

【0023】

給電コイル 131 は、電源 110 からの電力を受けて磁界を発生させる。具体的には、給電コイル 131 は、インバータ 120 から所定の駆動周波数の交流電圧が供給されると、交流電流が流れて交流磁界を発生させる。この給電コイル 131 は、銅やアルミニウムなどの導線を複数撚り合わせたリッツ線を巻回して形成され、形状としては、例えば平面コイルやソレノイドコイルが挙げられる。なお、給電コイル 131 の巻数は、所望の電力伝送効率に基づいて適宜設定される。

【0024】

磁性体 132 は、磁路の磁気抵抗を減らし、コイル間の磁気的な結合を高める作用を有する。つまり、磁性体 132 は、給電コイル 131 が効率良く磁界を発生するための機能を果たす。なお、給電コイル 131 を平面コイルで構成する場合、磁性体 132 は、給電コイル 131 の後述する受電コイル 211 と対向する面とは反対側である給電コイル 131 の背面側に設置され、板状または棒状の磁性材料から構成される。このとき、磁性体 132 と給電コイル 131 の間には、絶縁性のシートが設置されていてもよい。一方、給電コイル 131 をソレノイドコイルで構成する場合、磁性体 132 は、ソレノイドコイルのコイル軸を貫通するように設置され、コアとして機能することとなる。このとき、中空状の絶縁性ポピンに磁性体 132 を挿入し、この絶縁性ポピンの外表面に給電コイル 131 の導線を巻回するようにしてもよい。本実施形態では、図 2 に示されるように、平面コイルから構成される給電コイル 131 と、この給電コイル 131 の背面側であって、給電コイル 131 のコイル軸方向と直交する方向に沿って伸びる板状の磁性体 132 から構成されている。この磁性体 132 としては、比較的透磁率の高いフェライトなどが挙げられる。

20

30

【0025】

給電側共振コンデンサ 133 は、給電コイル 131 と接続されており、給電コイル 131 とともに給電側 LC 共振回路を形成している。給電側共振コンデンサ 133 は、給電側 LC 共振回路の共振周波数を調整する機能を有する。この給電側共振コンデンサ 133 は、給電コイル 131 に直列接続されていてもよく、並列接続されていてもよく、あるいは直並列接続されていてもよい。そして、給電側 LC 共振回路の共振周波数を後述する受電側 LC 共振回路の共振周波数とほぼ等しく構成することで、高効率な磁界共鳴方式のワイヤレス電力伝送を実現することが可能となる。なお、図 2 では、給電側共振コンデンサ 133 は、給電コイル部 130 の筐体 134 から離間して配置されているがこれに限られることなく、給電コイル部 130 の筐体 134 の外表面に設置されていてもよく、給電コイル部 130 の筐体 134 の内部に収納されていても構わない。

40

【0026】

ワイヤレス受電装置 200 は、受電コイル部 210 と、受電側共振コンデンサ 213 と、整流部 220 と、電気二重層キャパシタ 230 と、電力調整部 245 と、蓄電切替部 240 と、を有する。このワイヤレス受電装置 200 は、移動体 500 が移動中であっても停止中であってもワイヤレスにて電力が受電可能に構成されている。

【0027】

受電コイル部 210 は、ワイヤレス給電装置 100 から給電された交流電力を受電する

50

機能を有する。本実施形態では、受電コイル部 210 は、移動体 500 の下部に搭載されることとなる。この受電コイル部 210 は、図 3 に示されるように、受電コイル 211 と、磁性体 212 と、を有し、絶縁性を有する筐体によってパッケージングされている。なお、受電部 210 は、受電コイル 211 のみから構成されていてもよい。

【0028】

受電コイル 211 は、給電コイル 131 が発生させる磁界を介して、給電コイル 131 から交流電力を受電する。具体的には、受電コイル 211 は、給電コイル 131 が発生する交流磁界により、電磁誘導作用による起電力が生じ、この起電力に基づく交流電流が流れる。そして、受電コイル 211 に発生した交流電流は、後述する整流部 220 に供給される。この受電コイル 211 は、銅やアルミニウムなどの導線を複数撚り合わせたリッツ線を巻き回して形成され、形状としては、例えば平面コイルやソレノイドコイルが挙げられる。なお、受電コイル 211 の巻数は、所望の電力伝送効率に基づいて適宜設定される。

10

【0029】

磁性体 212 は、磁路の磁気抵抗を減らし、コイル間の磁気的な結合を高める作用を有する。つまり、磁性体 212 は、給電コイル 131 が発生する交流磁界を効率良く受電コイル 211 に集中させる機能を果たす。なお、受電コイル 211 を平面コイルで構成する場合、磁性体 212 は、受電コイル 211 の給電コイル 131 と対向する面とは反対側である背面側に設置され、板状または棒状の磁性材料から構成される。このとき、磁性体 212 と受電コイル 211 の間には、絶縁性のシートが設置されていてもよい。一方、受電コイル 211 をソレノイドコイルで構成する場合、磁性体 212 は、ソレノイドコイルのコイル軸を貫通するように設置され、コアとして機能することとなる。このとき、中空状の絶縁性ポピンに磁性体 212 を挿入し、この絶縁性ポピンの外表面に受電コイル 211 の導線を巻回するようにしてもよい。本実施形態では、図 3 に示されるように、平面コイルから構成される受電コイル 211 と、この受電コイル 211 の背面側であって、受電コイル 211 のコイル軸方向と直交する方向に沿って伸びる板状の磁性体 212 から構成されている。この磁性体 212 としては、比較的透磁率の高いフェライトなどが挙げられる。

20

【0030】

受電側共振コンデンサ 213 は、受電コイル 211 と接続されており、受電コイル 211 とともに受電側 LC 共振回路を形成している。受電側共振コンデンサ 213 は、受電側 LC 共振回路の共振周波数を調整する機能を有する。この受電側共振コンデンサ 213 は、受電コイル 211 に直列接続されていてもよく、並列接続されていてもよく、あるいは直並列接続されていてもよい。そして、受電側 LC 共振回路の共振周波数を給電側 LC 共振回路の共振周波数とほぼ等しく構成することで、高効率な磁界共鳴方式のワイヤレス電力伝送を実現することが可能となる。なお、図 3 では、受電側共振コンデンサ 213 は、受電コイル部 210 の筐体 214 から離間して配置されているがこれに限られることなく、受電コイル部 210 の筐体 214 の外表面に設置されていてもよく、受電コイル部 210 の筐体 214 の内部に収納されていても構わない。

30

【0031】

整流部 220 は、受電コイル 211 が受電した交流電力を直流電力に整流して、後述する電気二重層キャパシタ 230 及びバッテリー 250 に出力する。整流部 220 を構成する素子としては、トランジスタやダイオード等の半導体素子が挙げられる。例えば、複数のダイオードがブリッジ接続されたブリッジ型回路と、このブリッジ型回路に並列に接続され、整流された電圧を平滑して直流電圧を生成する平滑コンデンサから構成される。ここで、バッテリー 250 は、後述する電気二重層キャパシタ 230 の後段に並列に接続されている。このバッテリー 250 は、移動体 500 に搭載されており、整流部 220 及び後述する電気二重層キャパシタ 211 から出力された直流電力を蓄電し、負荷 270 に必要な電力を供給する。バッテリー 250 としては、内部の化学物質に化学変化を起こさせ電力を蓄積するもので、繰り返し充電可能な電池であれば特に制限されず、例えばリチウムイオン

40

50

二次電池やニッケル水素二次電池などが挙げられる。なお、電気二重層キャパシタ 230 とバッテリー 250 との間にバッテリー 250 への充電電圧及び充電電流を制御する充電器（図示しない）を設けても構わない。負荷 270 としては、バッテリー 250 からの電力供給を受けて移動体 500 の駆動力を発生させるモータなどが挙げられる。

【0032】

電気二重層キャパシタ 230 は、整流部 220 とバッテリー 250 との間に並列に接続されている。この電気二重層キャパシタ 230 は、整流部 220 から出力される直流電力によって蓄電される。ここで、電気二重層キャパシタ 220 は、バッテリー 250 のように内部物質の化学反応により電力を蓄積するものではなく、電気二重層という物理現象を利用して電力を蓄積するものであり、バッテリー 250 に比べてエネルギー密度が低いものの、短時間で大容量の電力を充放電できる特性を有している。

10

【0033】

電力調整部 245 は、電気二重層キャパシタ 230 とバッテリー 250 との間に接続され、バッテリー 250 への電力の調整を行う。具体的には、電力調整部 245 は、整流部 220 あるいは電気二重層キャパシタ 230 から出力された直流電力の電流あるいは電圧を調整し、バッテリー 250 に供給する。この電力調整部 245 としては、抵抗、コイル、コンバータなどが挙げられる。電力調整部 245 が抵抗あるいはコイルから構成される場合、整流部 220 あるいは電気二重層キャパシタ 230 から出力された直流電力の電流を所定電流以下となるように調整し、電力調整部 245 がコンバータから構成される場合、整流部 220 あるいは電気二重層キャパシタ 230 から出力された直流電力の電流あるいは電圧をバッテリー 250 の要求する所望の電流あるいは電圧に調整する。コンバータによって整流部 220 あるいは電気二重層キャパシタ 230 から出力された直流電力の電圧を調整する場合であって、整流部 220 あるいは電気二重層キャパシタ 230 から出力される電圧がバッテリー 250 の要求する電圧より低い場合は昇圧型コンバータが用いられる。一方、コンバータによって整流部 220 あるいは電気二重層キャパシタ 230 から出力された直流電力の電圧を調整する場合であって、整流部 220 あるいは電気二重層キャパシタ 230 から出力される電圧がバッテリー 250 の要求する電圧より高い場合は降圧型コンバータが用いられる。なお、電力調整部 245 が電気二重層キャパシタ 230 とバッテリー 250 との間に挿入されることにより、整流部 220 から出力された直流電力は、電気二重層キャパシタ 230 に先行して蓄電されることとなる。

20

30

【0034】

蓄電切替部 240 は、整流部 220 と電気二重層キャパシタ 230 との間の接続状態を切り替える。すなわち、蓄電切替部 240 は、電気二重層キャパシタ 230 を整流部 220 に導通させて整流部 220 の出力電力を電気二重層キャパシタ 230 に蓄電する状態と、電気二重層キャパシタ 230 と整流部 220 の導通を遮断して整流部 220 の出力電力による電気二重層キャパシタ 230 への蓄電を停止する状態とを切り替える。具体的には、蓄電切替部 240 は、電気二重層キャパシタ 230 に対して直列に接続され、整流部 220 に対して並列に接続されている。本実施形態では、蓄電切替部 240 は、移動体 500 が移動中あるいは停止中であることを示す外部信号が入力されると、外部信号に基づいて、整流部 220 と電気二重層キャパシタ 230 との間の接続状態を切り替える。例えば、蓄電切替部 240 は、移動体 500 が停止中であることを示す外部信号を受けると、整流部 220 と電気二重層キャパシタ 230 との間の接続を遮断する。このとき、受電コイル 211 が電力を受電すると、整流部 220 は電力調整部 245 を介してバッテリー 250 が接続されているため、整流部 220 から出力され電力調整部 245 により電力が調整された直流電力によるバッテリー 250 への充電は継続される。ここで、整流部 220 と電気二重層キャパシタ 230 との間の接続状態とは、電氣的な接続のことを意味する。これにより、移動体 500 が所定の位置に停止している際に充電を行う停止中充電においては、整流部 220 の出力電力による電気二重層キャパシタ 230 への蓄電が停止されているため、電気二重層キャパシタ 230 がフルチャージ状態で長時間継続して電圧が印加されることを防ぐことができる。ここで、移動体 500 が停止中であることを示す外部信号は、

40

50

図示しない制御部により移動体 500 の状態を検知して出力するものである。例えば、制御部が、移動体 500 が備えるトランスミッション（図示しない）がパーキングレンジにあることを検知して外部信号を出力するように構成してもよく、移動体 500 のバッテリー 250 と負荷 270 との間の電力を検知してバッテリー 250 から負荷 270 への電力供給がない状態のときに外部信号を出力するように構成してもよく、移動体 500 が備えるメイン電源（図示しない）の電源停止状態やイグニッションスイッチ（図示しない）のオフ状態を検知して外部信号を出力するように構成してもよく、移動体 500 が備える車輪に回転検知部（図示しない）を設けて車輪が回転していない状態のときに外部信号を出力するように構成しても構わない。本実施形態では、電気自動車のイグニッションスイッチのオフ状態を検知して外部信号を出力する例を用いて説明する。なお、本実施形態では、移動体 500 が停止中であることを条件に蓄電切替部 240 を動作させているがこれに限られることなく、移動体 500 が停止中であって、受電コイル 211 が電力を受電したことを条件に蓄電切替部 240 を動作するように構成してもよい。ここで、受電コイル 211 が電力を受電したことは、受電コイル 211 に発生した電圧あるいは受電コイル 211 を流れる電流に基づいて判定してよい。このように構成される蓄電切替部 240 は、半導体スイッチやリレーなどが挙げられる。

10

【0035】

このような構成を備えることにより、ワイヤレス給電装置 100 からワイヤレス受電装置 200 にワイヤレスにて電力伝送するワイヤレス電力伝送システム 10 が実現される。

20

【0036】

続いて、本実施形態に係るワイヤレス電力伝送システム 10 の充電動作について説明する。

【0037】

まず、移動体 500 が移動中に充電を行う移動中充電について説明する。ワイヤレス受電装置 200 を備えた移動体 500 が、ワイヤレス給電装置 100 が配設されている給電エリアに進入する。移動体 500 が給電エリアを移動中、受電コイル 211 が給電コイル 131 に重なると、給電コイル 131 が発生する磁界を介して受電コイル 211 に電力が伝送される。受電コイル 211 で受電した電力は、整流部 220 によって整流され、整流部 220 から出力された直流電力は、電気二重層キャパシタ 230 および電力調整部 245 を介してバッテリー 250 に供給されることとなる。ここで、整流部 220 から出力された直流電力は、内部抵抗が小さく短時間で電力の充放電が可能な電気二重層キャパシタ 230 に先行して蓄積される。そして、移動体 500 が給電エリアを通過し、受電コイル 211 が給電コイル 131 から離れ受電コイル 211 での電力の受電が終了した後も、電気二重層キャパシタ 230 に蓄えられた電力が電力調整部 245 に出力され、電力調整部 245 により電力が調整された直流電力でバッテリー 250 の充電が行われる。このように電気二重層キャパシタ 230 を備えることで、移動中充電のような短時間での充電にも対応することが可能となる。続いて、移動体 500 が所定の位置に停止している際に充電を行う停止中充電について説明する。移動体 500 が、ワイヤレス給電装置 100 が配設されている給電エリア（所定の位置）に進入、停止し、移動体 500 のイグニッションスイッチがオフとなる。移動体 500 が給電エリアに停止して受電コイル 211 が給電コイル 131 に重なり、移動体 500 のイグニッションスイッチがオフとなると、給電コイル 131 が発生する磁界を介して受電コイル 211 に電力が伝送される。このとき、移動体 500 のイグニッションスイッチのオフ状態を検知して、蓄電切替部 240 に外部信号が入力され、蓄電切替部 240 は、整流部 220 と電気二重層キャパシタ 230 との間の接続を遮断する。そのため、受電コイル 211 で受電し整流部 220 により整流され、整流部 220 から出力された直流電力は電力調整部 245 により電力を調整されたのちバッテリー 250 に供給され、バッテリー 250 の充電が行われる。つまり、蓄電切替部 240 は、移動体 500 が停止中に電力を受電したとき、整流部 220 の出力電力によるバッテリー 250 への充電を継続し、整流部 220 の出力電力による電気二重層キャパシタ 230 への蓄電を停止する。これにより、長時間行われる停止中充電において、電気二重層キャパシタ 2

30

40

50

30がフルチャージ状態で長時間継続して電圧が印加されることを防ぐことができる。したがって、電気二重層キャパシタ230とバッテリー250を併用して電力を蓄電する際に、電気二重層キャパシタ230の劣化を抑制することができる。

【0038】

以上のように、本実施形態に係るワイヤレス電力伝送システム10は、ワイヤレス給電装置100と、ワイヤレス受電装置200とを有し、ワイヤレス受電装置200は、磁界を介して交流電力を受電する受電コイル211と、受電コイル211が受電した交流電力を直流電力に変換する整流部220と、整流部220とバッテリー250との間に並列接続され、整流部220の出力電力によって蓄電される電気二重層キャパシタ230と、電気二重層キャパシタ230とバッテリー250との間に接続され、バッテリー250への電力の調整を行う電力調整部245と、移動体500が停止中に電力を受電したとき、整流部220の出力電力によるバッテリー250への充電を継続し、整流部220の出力電力による電気二重層キャパシタ230への蓄電を停止する蓄電切替部240と、を備えている。ここで、移動体500が所定の位置に停止している際に充電を行う停止中充電は、ワイヤレス受電装置200が移動中に充電を行う移動中充電に比べて、給電側からの給電が長時間を行われるが、本実施形態では、移動体500が停止中に電力を受電したとき、整流部220の出力電力による電気二重層キャパシタ230への蓄電が停止されているため、電気二重層キャパシタ230がフルチャージ状態で長時間継続して電圧が印加されることを防ぐことができる。したがって、電気二重層キャパシタ230とバッテリー250を併用して電力を蓄電する際に、電気二重層キャパシタ230の劣化を抑制することができる。

10

20

【0039】

(第2実施形態)

次に、図5を参照して、本発明の第2実施形態に係るワイヤレス電力伝送システムの構成について説明する。図5は、本発明の第2実施形態に係るワイヤレス電力伝送システムのワイヤレス受電装置をバッテリーとともに示す模式ブロック図である。

【0040】

第2実施形態に係るワイヤレス電力伝送システムは、第1実施形態に係るワイヤレス電力伝送システム10と同様に、ワイヤレス給電装置100と、ワイヤレス受電装置200と、を有する。ワイヤレス給電装置100は、電源110と、インバータ120と、給電コイル部130と、給電側共振コンデンサ133と、を有し、ワイヤレス受電装置200は、受電コイル部210と、受電側共振コンデンサ213と、整流部220と、電気二重層キャパシタ230と、電力調整部245と、蓄電切替部240と、バッテリー250と、電圧検出部260と、を有する。電源110、インバータ120、給電コイル部130、給電側共振コンデンサ133、受電コイル部210、受電側共振コンデンサ213、整流部220、電気二重層キャパシタ230、電力調整部245、バッテリー250の構成は、第1実施形態に係るワイヤレス電力伝送システム10と同様である。第2実施形態に係るワイヤレス電力伝送システムは、電圧検出部260を備えている点、蓄電切替部240の動作の点において、第1実施形態と相違する。以下、第1実施形態と異なる点を中心に説明する。

30

40

【0041】

電圧検出部260は、電気二重層キャパシタ230の端子に接続され、電気二重層キャパシタ230の蓄電電圧を端子間電圧として検知する。すなわち、電圧検出部260は、電気二重層キャパシタ230に蓄電している電力の電圧により、電気二重層キャパシタ230の蓄電状態を認識するものである。この電圧検出部260には、所定の制限閾値が設定されており、電圧検出部260が検出した電圧値が所定の制限閾値を上回ったとき、出力信号を蓄電切替部240に出力する。ここで、制限閾値は、電気二重層キャパシタ230がフルチャージ状態となる直前の電圧値が設定される。なお、電圧検出部260は、分圧回路や電圧検出カレントトランスから構成される。

【0042】

本実施形態では、蓄電切替部240は、移動体500が停止中であることを示す外部信

50

号および電圧検出部 260 からの出力信号が入力されると、整流部 220 と電気二重層キャパシタ 230 との間の接続を遮断する。このとき、受電コイル 211 が電力を受電すると、整流部 220 は電力調整部 245 を介してバッテリー 250 が接続されているため、整流部 220 から出力され電力調整部 245 により電力が調整された直流電力によるバッテリー 250 への充電は継続される。つまり、蓄電切替部 240 は、移動体 500 が停止中に電力を受電し、電圧検出部 260 が検出した電圧値が所定の制限閾値を上回ったとき、整流部 220 の出力電力によるバッテリー 250 への充電を継続し、整流部 220 の出力電力による電気二重層キャパシタ 230 への蓄電を停止する。なお、蓄電切替部 240 の上記以外の構成ならびに動作は、第 1 実施形態と同様である。

【0043】

続いて、本実施形態に係るワイヤレス電力伝送システムの充電動作について説明する。

【0044】

まず、移動体 500 が移動中に充電を行う移動中充電について説明する。ワイヤレス受電装置 200 を備えた移動体 500 が、ワイヤレス給電装置 100 が配設されている給電エリアに進入する。移動体 500 が給電エリアを移動中、受電コイル 211 が給電コイル 131 に重なると、給電コイル 131 が発生する磁界を介して受電コイル 211 に電力が伝送される。受電コイル 211 で受電した電力は、整流部 220 によって整流され、整流部 220 から出力された直流電力は、電気二重層キャパシタ 230 および電力調整部 245 を介してバッテリー 250 に供給されることとなる。ここで、整流部 220 から出力された直流電力は、内部抵抗が小さく短時間で電力の充放電が可能な電気二重層キャパシタ 230 に先行して蓄積される。そして、移動体 500 が給電エリアを通過し、受電コイル 211 が給電コイル 131 から離れ受電コイル 211 での電力の受電が終了した後も、電気二重層キャパシタ 230 に蓄えられた電力は電力調整部 245 により電力を調整されたのちバッテリー 250 に供給され、バッテリー 250 の充電が行われる。このように電気二重層キャパシタ 230 を備えることで、移動中充電のような短時間での充電にも対応することが可能となる。続いて、移動体 500 が所定の位置に停止している際に充電を行う停止中充電について説明する。移動体 500 が、ワイヤレス給電装置 100 が配設されている給電エリア（所定の位置）に進入、停止し、移動体 500 のイグニッションスイッチがオフとなる。移動体 500 が給電エリアに停止して受電コイル 211 が給電コイル 131 に重なり、移動体 500 のイグニッションスイッチがオフとなると、給電コイル 131 が発生する磁界を介して受電コイル 211 に電力が伝送される。このとき、移動体 500 のイグニッションスイッチのオフ状態を検知して、蓄電切替部 240 に外部信号が入力され、移動体 500 が停止中であることを認識するとともに、電圧検出部 260 により電気二重層キャパシタ 230 の端子間電圧が検出される。この状態で、整流部 220 からの直流電力により電気二重層キャパシタ 230 が蓄電されると、電圧検出部 260 が検出した電圧値が所定の制限閾値を上回り、電圧検出部 260 から出力信号が蓄電切替部 240 に出力される。蓄電切替部 240 は、外部信号および出力信号が入力されると、整流部 220 と電気二重層キャパシタ 230 との間の接続を遮断する。そのため、受電コイル 211 で受電し整流部 220 により整流され、整流部 220 から出力された直流電力は電力調整部 245 により電力を調整されたのちバッテリー 250 に供給され、バッテリー 250 の充電が行われる。つまり、蓄電切替部 240 は、移動体 500 が停止中に電力を受電し、電圧検出部 260 が検出した電圧値が所定の制限閾値を上回ったとき、整流部 220 の出力電力によるバッテリー 250 への充電を継続し、整流部 220 の出力電力による電気二重層キャパシタ 230 への蓄電を停止する。これにより、長時間行われる停止中充電において、電気二重層キャパシタ 230 がフルチャージ状態で長時間継続して電圧が印加されることを防ぐことができる。

【0045】

以上のように、本実施形態に係るワイヤレス電力伝送システムは、ワイヤレス給電装置 100 と、ワイヤレス受電装置 200 とを有し、ワイヤレス受電装置 200 は、磁界を介して交流電力を受電する受電コイル 211 と、受電コイル 211 が受電した交流電力を直

10

20

30

40

50

流電力に変換する整流部 220 と、整流部 220 とバッテリー 250 との間に並列接続され、整流部 220 の出力電力によって蓄電される電気二重層キャパシタ 230 と、電気二重層キャパシタ 230 とバッテリー 250 との間に接続され、バッテリー 250 への電力の調整を行う電力調整部 245 と、電気二重層キャパシタ 230 の端子間電圧を検出する電圧検出部 260 と、移動体 500 が停止中に電力を受電し、電圧検出部 260 が検出した電圧値が所定の制限閾値を上回ったとき、整流部 220 の出力電力によるバッテリー 250 への充電を継続し、整流部 220 の出力電力による電気二重層キャパシタ 230 への蓄電を停止する蓄電切替部 240 と、を備えている。ここで、移動体 500 が停止中に電力を受電し、電気二重層キャパシタ 230 の端子間電圧が所定の制限閾値を上回ったとき、整流部 220 の出力電力による電気二重層キャパシタ 230 への蓄電が停止されているため、電気二重層キャパシタ 230 がフルチャージ状態で長時間継続して電圧が印加されることを防ぐことができる。したがって、電気二重層キャパシタ 230 とバッテリー 250 を併用して電力を蓄電する際に、電気二重層キャパシタ 230 の劣化を抑制することができる。

10

【0046】

(第3実施形態)

次に、本発明の第3実施形態に係るワイヤレス電力伝送システムの構成について説明する。

【0047】

第3実施形態に係るワイヤレス電力伝送システムは、第2実施形態に係るワイヤレス電力伝送システムと同様に、ワイヤレス給電装置 100 と、ワイヤレス受電装置 200 と、を有する。ワイヤレス給電装置 100 は、電源 110 と、インバータ 120 と、給電コイル部 130 と、給電側共振コンデンサ 133 と、を有し、ワイヤレス受電装置 200 は、受電コイル部 210 と、受電側共振コンデンサ 213 と、整流部 220 と、電気二重層キャパシタ 230 と、電力調整部 245 と、蓄電切替部 240 と、バッテリー 250 と、電圧検出部 260 と、を有する。電源 110、インバータ 120、給電コイル部 130、給電側共振コンデンサ 133、受電コイル部 210、受電側共振コンデンサ 213、整流部 220、電気二重層キャパシタ 230、電力調整部 245、バッテリー 250 の構成は、第1実施形態に係るワイヤレス電力伝送システム 10 および第2実施形態に係るワイヤレス電力伝送システムと同様である。第3実施形態に係るワイヤレス電力伝送システムは、電圧検出部 260 の動作の点ならびに蓄電切替部 240 の動作の点において、第2実施形態と相違する。以下、第2実施形態と異なる点を中心に説明する。

20

30

【0048】

本実施形態では、電圧検出部 260 には、蓄電開始閾値が設定されており、電圧検出部 260 が検出した電圧値が蓄電開始閾値を下回ったとき、制御信号を蓄電切替部 240 に出力する。ここで、蓄電開始閾値は、制限閾値よりも低い値であって、電気二重層キャパシタ 230 の蓄電量が枯渇する直前の電圧値が設定される。但し、蓄電開始閾値は、使用者の要求や使用環境に応じて任意に設定可能である。なお、電圧検出部 260 の上記以外の構成ならびに動作は、第2実施形態と同様である。

【0049】

また、本実施形態では、蓄電切替部 240 は、電圧検出部 260 からの制御信号が入力されると、整流部 220 と電気二重層キャパシタ 230 との間の接続を導通する。このとき、受電コイル 211 が電力を受電すると、整流部 220 から出力された直流電力は、電気二重層キャパシタ 230 および電力調整部 245 を介してバッテリー 250 に供給されることとなる。つまり、蓄電切替部 240 は、電圧検出部 260 が検出した電圧値が制限閾値よりも低い蓄電開始閾値を下回ったとき、整流部 220 の出力電力による電気二重層キャパシタ 230 への蓄電を開始する。これにより、ワイヤレス電力伝送システムの充電動作中に電気二重層キャパシタ 230 の蓄電量が枯渇することがなくなる。なお、蓄電切替部 240 の上記以外の構成ならびに動作は、第2実施形態と同様である。

40

【0050】

以上のように、本実施形態に係るワイヤレス電力伝送システムは、ワイヤレス給電装置

50

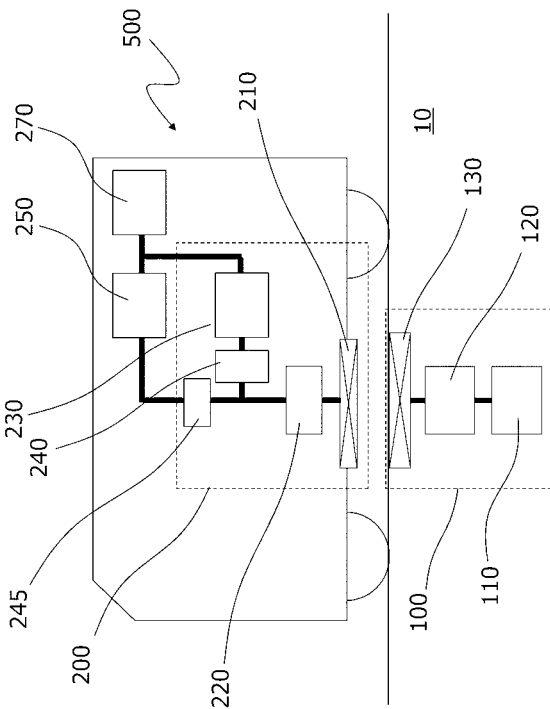
100と、ワイヤレス受電装置200とを有し、ワイヤレス受電装置200において、蓄電切替部240は、電圧検出部260が検出した電圧値が制限閾値よりも低い蓄電開始閾値を下回ったとき、整流部220の出力電力による電気二重層キャパシタ230への蓄電を開始する。そのため、電気二重層キャパシタ230の蓄電量が枯渇することを防ぐことができ、電気二重層キャパシタ230の劣化を抑制しつつ、短時間での給電を可能とする電気二重層キャパシタ230の利用を促進することができる。

【符号の説明】

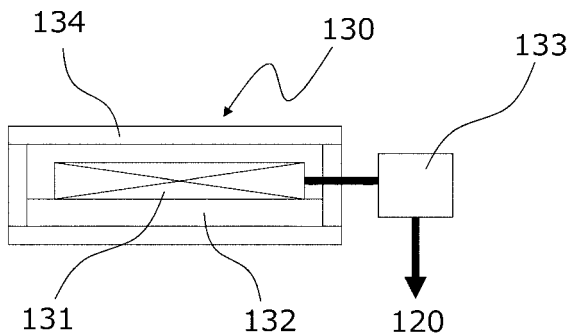
【0051】

10...ワイヤレス電力伝送システム、100...ワイヤレス給電装置、110...電源、120...インバータ、130...給電コイル部、131...給電コイル、132...磁性体、133...給電側共振コンデンサ、134...筐体、200...ワイヤレス受電装置、210...受電コイル部、211...受電コイル、212...磁性体、213...受電側共振コンデンサ、214...筐体、220...整流部、230...電気二重層キャパシタ、240...蓄電切替部、245...電力調整部、250...バッテリー、260...電圧検出部、270...負荷、500...移動体。

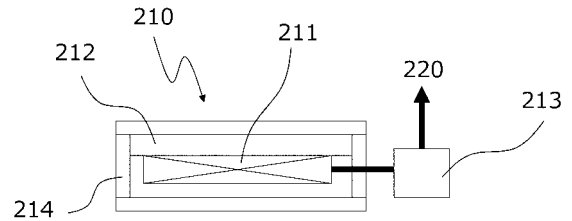
【図1】



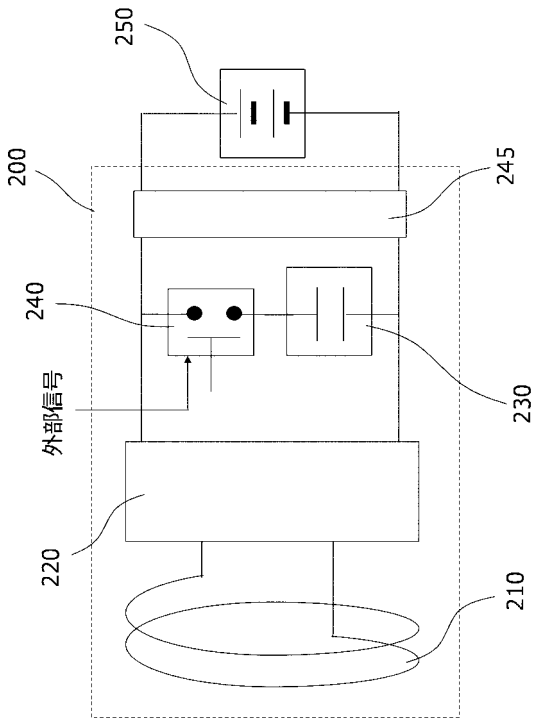
【図2】



【図3】



【 図 4 】



【 図 5 】

