

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6803818号
(P6803818)

(45) 発行日 令和2年12月23日(2020.12.23)

(24) 登録日 令和2年12月3日(2020.12.3)

(51) Int. Cl.		F I			
HO2J	50/12	(2016.01)	HO2J	50/12	
HO2J	7/00	(2006.01)	HO2J	7/00	P
B6OL	53/12	(2019.01)	HO2J	7/00	3O1D
			B6OL	53/12	

請求項の数 8 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2017-170358 (P2017-170358)	(73) 特許権者	000005326
(22) 出願日	平成29年9月5日(2017.9.5)		本田技研工業株式会社
(65) 公開番号	特開2019-47674 (P2019-47674A)		東京都港区南青山二丁目1番1号
(43) 公開日	平成31年3月22日(2019.3.22)	(74) 代理人	100077665
審査請求日	令和1年12月9日(2019.12.9)		弁理士 千葉 剛宏
		(74) 代理人	100116676
			弁理士 宮寺 利幸
		(74) 代理人	100191134
			弁理士 千馬 隆之
		(74) 代理人	100149261
			弁理士 大内 秀治
		(74) 代理人	100136548
			弁理士 仲宗根 康晴
		(74) 代理人	100136641
			弁理士 坂井 志郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電力供給システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

1次側の電源に接続された1次側コイルと、2次側の負荷に接続された2次側コイルとがギャップを隔てて配置され、前記1次側コイルから前記2次側コイルに非接触で電力を供給する電力供給システムにおいて、

前記1次側は、非共振回路であり、

前記2次側は、共振回路を含み、

前記電力供給システムは、前記1次側及び前記2次側のうち、少なくとも一方に設けられ、前記2次側コイルから前記負荷を見たときの負荷抵抗値が無限大となる初期状態から出発し、時間経過に伴って前記負荷抵抗値が低下するように、前記1次側コイルから前記2次側コイルを介した前記負荷への非接触給電を制御する制御手段を有することを特徴とする電力供給システム。

【請求項2】

1次側の電源に接続された1次側コイルと、2次側の負荷に接続された2次側コイルとがギャップを隔てて配置され、前記1次側コイルから前記2次側コイルに非接触で電力を供給する電力供給システムにおいて、

前記1次側及び前記2次側のうち、少なくとも一方に設けられ、前記2次側コイルから前記負荷を見たときの負荷抵抗値と、前記1次側コイルから前記2次側コイルを介した前記負荷への非接触給電時に前記1次側又は前記2次側に生じる電流及び電力との関係を示すデータテーブルを用いて、前記非接触給電を正常に行えているか否かを判定し、その判

定結果に基づいて前記非接触給電を制御する制御手段を有することを特徴とする電力供給システム。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 記載の電力供給システムにおいて、
前記制御手段は、

前記 1 次側に設けられ、前記負荷抵抗値と前記非接触給電時に前記 1 次側に生じる送電電流及び送電電力との関係を示す 1 次側データテーブルを用いて、前記非接触給電を正常に行えているか否かを判定し、その判定結果に基づいて前記非接触給電を制御する 1 次側制御手段と、

前記 2 次側に設けられ、前記負荷抵抗値と前記非接触給電時に前記 2 次側に生じる受電電流及び受電電力との関係を示す 2 次側データテーブルを用いて、前記非接触給電を正常に行えているか否かを判定し、その判定結果に基づいて前記非接触給電を制御する 2 次側制御手段と、

であることを特徴とする電力供給システム。

【請求項 4】

請求項 3 記載の電力供給システムにおいて、

前記 1 次側データテーブルは、前記 1 次側コイルと前記 2 次側コイルとが所定のギャップで正対している状態での前記負荷抵抗値と前記送電電流との関係を示す送電電流特性と、前記正対している状態での前記負荷抵抗値と前記送電電力との関係を示す送電電力特性と、前記送電電流特性に対する前記送電電流及び前記負荷抵抗値の許容範囲である送電電流許容範囲と、前記送電電力特性における前記送電電力及び前記負荷抵抗値の許容範囲である送電電力許容範囲とを含み、

前記 1 次側制御手段は、前記送電電流許容範囲を用いて、前記非接触給電時に生じる実際の送電電流から前記送電電流許容範囲内となる負荷抵抗値の範囲を算出し、一方で、前記送電電力許容範囲を用いて、前記非接触給電時に生じる実際の送電電力から前記送電電力許容範囲内となる負荷抵抗値の範囲を算出し、前記送電電流から算出した負荷抵抗値の範囲と、前記送電電力から算出した負荷抵抗値の範囲との間で一致する領域がある場合に、前記非接触給電を正常に行えていると判定することを特徴とする電力供給システム。

【請求項 5】

請求項 3 又は 4 記載の電力供給システムにおいて、

前記 2 次側データテーブルは、前記 1 次側コイルと前記 2 次側コイルとが所定のギャップで正対している状態での前記負荷抵抗値と前記受電電流との関係を示す受電電流特性と、前記正対している状態での前記負荷抵抗値と前記受電電力との関係を示す受電電力特性と、前記受電電流特性に対する前記受電電流及び前記負荷抵抗値の許容範囲である受電電流許容範囲と、前記受電電力特性における前記受電電力及び前記負荷抵抗値の許容範囲である受電電力許容範囲とを含み、

前記 2 次側制御手段は、前記受電電流許容範囲を用いて、前記非接触給電時に生じる実際の受電電流から前記受電電流許容範囲内となる負荷抵抗値の範囲を算出し、一方で、前記受電電力許容範囲を用いて、前記非接触給電時に生じる実際の受電電力から前記受電電力許容範囲内となる負荷抵抗値の範囲を算出し、前記受電電流から算出した負荷抵抗値の範囲と、前記受電電力から算出した負荷抵抗値の範囲との間で一致する領域がある場合に、前記非接触給電を正常に行えていると判定することを特徴とする電力供給システム。

【請求項 6】

請求項 3 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の電力供給システムにおいて、

前記 1 次側には、前記電源と前記 1 次側コイルとを導通させる 1 次側スイッチがさらに設けられ、

前記 1 次側制御手段は、前記 1 次側スイッチをオンオフさせることにより、前記非接触給電を制御し、

前記 1 次側制御手段が前記 1 次側スイッチをオンオフさせることにより、所定のパターン配列のバルス状の電力が前記 1 次側コイルから前記 2 次側コイルに非接触で供給された

10

20

30

40

50

場合、前記 2 次側制御手段は、前記 2 次側に生じる受電電力が前記パターン配列に応じたパルス状の電力であるか否かを判定することを特徴とする電力供給システム。

【請求項 7】

請求項 6 記載の電力供給システムにおいて、

前記 2 次側には、前記 2 次側コイルに対して、2 次側スイッチと、前記負荷抵抗値の取り得る範囲内の値で任意の固定値に設定された抵抗値の抵抗器との直列回路が並列に接続され、

前記 2 次側制御手段は、前記 2 次側スイッチをオンオフさせることにより、前記 2 次側コイルと前記抵抗器との導通を制御することを特徴とする電力供給システム。

【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の電力供給システムにおいて、

前記 2 次側は、前記 2 次側コイルと、該 2 次側コイルに電氣的に接続されるコンデンサとの共振回路を含み構成されることを特徴とする電力供給システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、1 次側の電源に接続された 1 次側コイルと、2 次側の負荷に接続された 2 次側コイルとがギャップを隔てて配置され、1 次側コイルから 2 次側コイルに非接触で電力を供給する電力供給システムに関する。

【背景技術】

【0002】

1 次側コイルと 2 次側コイルとを磁界によって結合し、1 次側コイルから 2 次側コイルに非接触で電力を供給する非接触給電装置が、例えば、特許文献 1 及び 2 に開示されている。

【0003】

特許文献 1 には、2 次側の電気自動車を受電電力を検出し、通信装置を用いて 2 次側の受電状況を 1 次側の給電装置に送信することにより、該給電装置を制御することが開示されている。

【0004】

特許文献 2 には、特許文献 1 の制御方法では通信装置が必要であるため、電気自動車及び給電装置が共にコスト高になるばかりでなく、通信方式が一致する電気自動車及び給電装置の組み合わせでなければ充電ができないという問題が開示されている。

【0005】

特許文献 2 には、この問題を解決するため、高周波ドライバ、演算装置及び制御装置を備えた給電装置により、1 次側と 2 次側との間で無線通信を行うことなく、高効率の電力伝送を可能にすることが開示されている。この場合、高周波ドライバは、1 次側の交流電源の電力を、磁場を共鳴（共振）させて 2 次側の移動体に送電可能な高周波電力に変換し、1 次側コイルに供給する。演算装置は、高周波ドライバの周波数、送電電流及び送電電圧に基づいて、共鳴法による 1 次側コイルから 2 次側コイルへの電力伝送の等価回路パラメータを推定する。制御装置は、推定された等価回路パラメータから 2 次側コイルの受電電力を推定し、推定した受電電力が最大となるように高周波ドライバを制御する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特許第 4 4 5 3 7 4 1 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 1 2 - 1 5 7 1 2 7 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、特許文献 2 では、通信装置を使わずに 1 次側から 2 次側への非接触の電

10

20

30

40

50

力伝送が可能である一方で、1次側において、交流電源の電圧を所望の周波数に変換するためのインバータが必要となる。

【0008】

そのため、1次側から2次側への非接触の電力伝送により、2次側に配置された二次電池等の負荷に電力を供給して充電を行う際、より簡単な構成及び制御方法、具体的には、1次側にインバータを設けることなく、1次側から2次側に電力供給を行って、負荷を充電することが望ましい。

【0009】

本発明は、このような課題を考慮してなされたものであり、給電側である1次側と、受電側である2次側との間で、給電情報をやりとりすることなく、且つ、1次側にインバータを設けることなく、1次側から2次側の負荷に電力供給を行うことができる電力供給システムを提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、1次側の電源に接続された1次側コイルと、2次側の負荷に接続された2次側コイルとがギャップを隔てて配置され、前記1次側コイルから前記2次側コイルに非接触で電力を供給する電力供給システムに関する。

【0011】

そして、上記の目的を達成するため、本発明に係る電力供給システムは、下記の第1の構成又は第2の構成を有する。

20

【0012】

第1の構成として、前記電力供給システムでは、前記1次側が非共振回路であり、前記2次側が共振回路を含む。また、前記電力供給システムは、前記1次側及び前記2次側のうち、少なくとも一方に設けられ、前記2次側コイルから前記負荷を見たときの負荷抵抗値が略無限大となる初期状態から出発し、時間経過に伴って前記負荷抵抗値が低下するように、前記1次側コイルから前記2次側コイルを介した前記負荷への非接触給電を制御する制御手段を有する。

【0013】

これにより、第1の構成では、給電側の前記1次側と受電側の前記2次側との間で、給電情報等の情報交換を行うことなく、且つ、前記1次側にインバータを用いることなく、簡単な構成で、且つ、低コストで、前記1次側から前記2次側の前記負荷への非接触給電を行うことができる。

30

【0014】

また、前記1次側では、インバータを使用しないので、該1次側を設置するインフラに付帯する交流電源等のベース電源の周波数や電圧をそのまま利用して、電気自動車等の給電対象物に非接触給電を行うことができる。具体的には、一般インフラを利用して前記給電対象物に給電する際、商用電源の周波数(商用周波数)をそのまま利用することが可能である。また、船舶や航空機内で給電対象物に給電する際、該船舶及び航空機内のインフラ周波数をそのまま利用することができる。例えば、前記航空機内では、該航空機内のインフラ周波数である400Hzの周波数をそのまま利用することができる。

40

【0015】

一方、第2の構成として、前記電力供給システムは、前記1次側及び前記2次側のうち、少なくとも一方に設けられ、前記2次側コイルから前記負荷を見たときの負荷抵抗値と、前記1次側コイルから前記2次側コイルを介した前記負荷への非接触給電時に前記1次側又は前記2次側に生じる電流及び電力との関係を示すデータテーブルを用いて、前記非接触給電を正常に行えているか否かを判定し、その判定結果に基づいて前記非接触給電を制御する制御手段を有する。

【0016】

第2の構成においても、第1の構成と同様の効果が得られる。また、第2の構成では、前記1次側と前記2次側との間で、給電情報等の情報交換を行うことなく、前記非接触給

50

電を正常に行えているか否かを判定することができるので、該非接触給電の異常を簡単且つ容易に検知し、検知結果に基づいて、前記非接触給電を適切に制御することが可能となる。

【0017】

上記の第1の構成又は第2の構成において、前記制御手段は、1次側制御手段及び2次側制御手段であればよい。

【0018】

すなわち、前記1次側制御手段は、前記1次側に設けられ、前記負荷抵抗値と前記非接触給電時に前記1次側に生じる送電電流及び送電電力との関係を示す1次側データテーブルを用いて、前記非接触給電を正常に行えているか否かを判定し、その判定結果に基づいて前記非接触給電を制御する。

10

【0019】

一方、前記2次側制御手段は、前記2次側に設けられ、前記負荷抵抗値と前記非接触給電時に前記2次側に生じる受電電流及び受電電力との関係を示す2次側データテーブルを用いて、前記非接触給電を正常に行えているか否かを判定し、その判定結果に基づいて前記非接触給電を制御する。

【0020】

このように、前記1次側と前記2次側のそれぞれに制御手段を設け、給電情報等の情報のやり取りを行うことなく、すなわち、相手方(給電側、受電側)の状況を知ることなく、監視対象(1次側、2次側)の電流及び電力に基づいて、前記非接触給電が正常に行えているか否かを判定するので、該非接触給電を簡単且つ適切に制御することができる。

20

【0021】

ここで、前記1次側データテーブルは、前記1次側コイルと前記2次側コイルとが所定のギャップで正対している状態での前記負荷抵抗値と前記送電電流との関係を示す送電電流特性と、前記正対している状態での前記負荷抵抗値と前記送電電力との関係を示す送電電力特性と、前記送電電流特性に対する前記送電電流及び前記負荷抵抗値の許容範囲である送電電流許容範囲と、前記送電電力特性における前記送電電力及び前記負荷抵抗値の許容範囲である送電電力許容範囲とを含む。

【0022】

この場合、前記1次側制御手段は、前記送電電流許容範囲を用いて、前記非接触給電時に生じる実際の送電電流から前記送電電流許容範囲内となる負荷抵抗値の範囲を算出し、一方で、前記送電電力許容範囲を用いて、前記非接触給電時に生じる実際の送電電力から前記送電電力許容範囲内となる負荷抵抗値の範囲を算出し、前記送電電流から算出した負荷抵抗値の範囲と、前記送電電力から算出した負荷抵抗値の範囲との間で一致する領域があるときに、前記非接触給電を正常に行えていると判定する。

30

【0023】

一方、前記2次側データテーブルは、前記1次側コイルと前記2次側コイルとが所定のギャップで正対している状態での前記負荷抵抗値と前記受電電流との関係を示す受電電流特性と、前記正対している状態での前記負荷抵抗値と前記受電電力との関係を示す受電電力特性と、前記受電電流特性に対する前記受電電流及び前記負荷抵抗値の許容範囲である受電電流許容範囲と、前記受電電力特性における前記受電電力及び前記負荷抵抗値の許容範囲である受電電力許容範囲とを含む。

40

【0024】

この場合、前記2次側制御手段は、前記受電電流許容範囲を用いて、前記非接触給電時に生じる実際の受電電流から前記受電電流許容範囲内となる負荷抵抗値の範囲を算出し、一方で、前記受電電力許容範囲を用いて、前記非接触給電時に生じる実際の受電電力から前記受電電力許容範囲内となる負荷抵抗値の範囲を算出し、前記受電電流から算出した負荷抵抗値の範囲と、前記受電電力から算出した負荷抵抗値の範囲との間で一致する領域があるときに、前記非接触給電を正常に行えていると判定する。

【0025】

50

このように、前記正対している状態の正規の位置に対して前記1次側コイルと前記2次側コイルとの位置ずれが発生する場合や、温度等の周辺環境を考慮して各許容範囲を設定することにより、例えば、多少の位置ずれがある場合でも、許容範囲内にあれば、前記非接触給電を正常に行っていると判定することができる。これにより、前記非接触給電の制御を一層容易に行うことができる。

【0026】

また、前記電源と前記1次側コイルとを導通させる1次側スイッチを前記1次側にさらに設け、前記1次側制御手段が前記1次側スイッチをオンオフさせることにより前記非接触給電を制御してもよい。この場合、前記1次側制御手段が前記1次側スイッチをオンオフさせることにより、所定のパターン配列のパルス状の電力が前記1次側コイルから前記2次側コイルに非接触で供給されたときに、前記2次側制御手段は、前記2次側に生じる受電電力が前記パターン配列に応じたパルス状の電力であるか否かを判定すればよい。これにより、前記非接触給電が可能か否かを容易に判定することができる。

10

【0027】

また、前記2次側には、前記2次側コイルに対して、2次側スイッチと、前記負荷抵抗値の取り得る範囲内の値で任意の固定値に設定された抵抗値の抵抗器との直列回路が並列に接続され、前記2次側制御手段は、前記2次側スイッチをオンオフさせることにより、前記2次側コイルと前記抵抗器との導通を制御してもよい。このように、前記負荷抵抗値の取り得る範囲内の値で任意の固定値に設定された抵抗値の前記抵抗器を用いることにより、前記非接触給電が可能か否かの判定処理を精度よく行うことができる。

20

【0028】

なお、前記2次側コイルと、該2次側コイルに電氣的に接続されるコンデンサとの共振回路を含み前記2次側が構成されることにより、前記1次側が非共振回路で、且つ、前記2次側が前記2次側コイルと前記コンデンサとが直列接続されたN-S方式(N: Non-Resonant, S: Series)、又は、前記2次側が前記2次側コイルと前記コンデンサとが並列接続されたN-P方式(P: Parallel)の非接触給電方式を実現することができる。

【発明の効果】**【0029】**

本発明によれば、給電側である1次側と、受電側である2次側との間で、給電情報をやりとりすることなく、且つ、1次側にインバータを設けることなく、1次側から2次側の負荷に電力供給を行うことができる。

30

【図面の簡単な説明】**【0030】**

【図1】本実施形態に係る電力供給システムの回路図である。

【図2】1次側の送電電流特性及び送電電力特性を示す図である。

【図3】2次側の受電電流特性及び受電電力特性を示す図である。

【図4】図2の送電電流特性及び送電電力特性を用いて生成された1次側データテーブルを示す図である。

【図5】図3の受電電流特性及び受電電力特性を用いて生成された2次側データテーブルを示す図である。

40

【図6】図1の電力供給システムの動作を示すフローチャートである。

【図7】図1の電力供給システムの動作を示すフローチャートである。

【図8】イニシャル処理を示すタイミングチャートである。

【図9】バッテリーへの充電処理を示すタイミングチャートである。

【発明を実施するための形態】**【0031】**

以下、本発明に係る電力供給システムについて好適な実施形態を例示し、添付の図面を参照しながら説明する。

【0032】

50

[本実施形態の構成]

本実施形態に係る電力供給システム 10 は、図 1 に示すように、給電側である 1 次側 12 から受電側である 2 次側 14 に非接触給電（非接触電力伝送）を行うシステムである。

【 0033 】

1 次側 12 は、非共振回路であり、交流電源 16 に対して、1 次側スイッチ 18 を介して 1 次側コイル 20 が接続されている。1 次側スイッチ 18 と 1 次側コイル 20 との間には、1 次側コイル 20 に流れる電流 I_1 （以下、送電電流 I_1 ともいう。）を検出する 1 次側電流センサ 22 が接続されている。また、1 次側コイル 20 に生ずる電圧 V_1 （以下、送電電圧 V_1 ともいう。）を検出する 1 次側電圧センサ 24 が、1 次側コイル 20 に対して並列に接続されている。1 次側スイッチ 18 は、1 次側制御手段としての 1 次側コントローラ 26 から制御信号に基づいてオンオフされるリレーである。

10

【 0034 】

この場合、1 次側電流センサ 22 は、送電電流 I_1 を逐次検出し、検出した送電電流 I_1 に応じた検出信号を 1 次側コントローラ 26 に逐次出力する。また、1 次側電圧センサ 24 は、送電電圧 V_1 を逐次検出し、検出した送電電圧 V_1 に応じた検出信号を 1 次側コントローラ 26 に逐次出力する。1 次側コントローラ 26 は、後述する 1 次側データテーブル 28 を有し、入力された各検出信号（送電電流 I_1 、送電電圧 V_1 ）に基づいて 1 次側 12 の電力 P_1 （以下、送電電力 P_1 ともいう。）を算出し、1 次側データテーブル 28 と送電電流 I_1 及び送電電力 P_1 とに基づいて、1 次側スイッチ 18 のオンオフを制御することにより、1 次側 12 から 2 次側 14 への非接触給電を制御する。

20

【 0035 】

2 次側 14 は、例えば、電気自動車 30 であって、2 次側コイル 32 に対して、負荷である二次電池のバッテリー 34 が接続されている。2 次側コイル 32 は、送電側パッドである 1 次側コイル 20 に対して、所定のギャップを隔てて配置された受電側パッドであり、1 次側コイル 20 から非接触で供給された電力を受電する。

【 0036 】

また、2 次側 14 において、2 次側コイル 32 とバッテリー 34 との間には、共振コンデンサ 36 を介して OBC 38（オンボードチャージャ）が並列に接続されている。そのため、2 次側 14 は、2 次側コイル 32 及び共振コンデンサ 36 等から構成される共振回路を含み構成されている。従って、電力供給システム 10 は、N-S 方式の非接触給電によって、1 次側コイル 20 から 2 次側コイル 32 を介してバッテリー 34 に充電可能である。

30

【 0037 】

OBC 38 は、車載型の充電器であって、接触充電口 40 を備えており、1 次側コイル 20 から 2 次側コイル 32 を介して非接触で供給された電力をバッテリー 34 に充電するか、又は、不図示の外部電源から接触充電口 40 を介して供給される電力をバッテリー 34 に充電する。なお、2 つの充電方法の切り替えは、OBC 38 内部での制御切り替えによって行われる。

【 0038 】

また、2 次側コイル 32 に生ずる電圧 V_2 （以下、受電電圧 V_2 ともいう。）を検出する 2 次側電圧センサ 42 が、2 次側コイル 32 と共振コンデンサ 36 とに対して並列に接続されている。共振コンデンサ 36 の後端と OBC 38 との間には、2 次側コイル 32 に流れる電流 I_2 （以下、受電電流 I_2 ともいう。）を検出する 2 次側電流センサ 44 が接続されている。さらに、OBC 38 からバッテリー 34 に流れる電流 I_3 （以下、充電電流 I_3 ともいう。）を検出する充電電流センサ 46 が、OBC 38 とバッテリー 34 との間には接続されている。さらにまた、バッテリー 34 の電圧 V_3 （以下、充電電圧 V_3 ともいう。）を検出する充電電圧センサ 48 が、バッテリー 34 に対して並列に接続されている。

40

【 0039 】

この場合、2 次側電流センサ 44 は、受電電流 I_2 を逐次検出し、検出した受電電流 I_2 に応じた検出信号を OBC 38 に逐次出力する。また、2 次側電圧センサ 42 は、受電電圧 V_2 を逐次検出し、検出した受電電圧 V_2 に応じた検出信号を OBC 38 に逐次出力

50

する。充電電流センサ46は、充電電流I3を逐次検出し、検出した充電電流I3に応じた検出信号をOBC38に逐次出力する。また、充電電圧センサ48は、充電電圧V3を逐次検出し、検出した充電電圧V3に応じた検出信号をOBC38に逐次出力する。

【0040】

OBC38では、2次側コイル32及び共振コンデンサ36からバッテリー34に向かって、リレーである2次側スイッチ50及び抵抗器52の直列回路と、整流回路54と、第1平滑回路56と、電圧変換回路58と、第2平滑回路60と、DC/DCコンバータ62とが、2次側コイル32に対して並列に接続されている。また、OBC38において、共振コンデンサ36と整流回路54との間には、整流回路54を接触充電口40に接続するか、又は、整流回路54を共振コンデンサ36並びに2次側スイッチ50及び抵抗器52の直列回路に接続するか、を切り替えるための入力切替スイッチ64が設けられている。

10

【0041】

さらに、OBC38には、リレーである2次側スイッチ50及び入力切替スイッチ64と、電圧変換回路58と、DC/DCコンバータ62とを制御する2次側制御手段としての2次側コントローラ66が設けられている。2次側コントローラ66は、後述する2次側データテーブル68を有する。2次側コントローラ66は、OBC38に入力された各検出信号(受電電流I2、受電電圧V2)に基づいて、2次側14の電力P2(以下、受電電力P2ともいう。)を算出し、2次側データテーブル68と受電電流I2及び受電電力P2とに基づいて、2次側スイッチ50、入力切替スイッチ64、電圧変換回路58及びDC/DCコンバータ62を制御することにより、1次側12から2次側14への非接触給電を制御する。

20

【0042】

OBC38において、2次側スイッチ50は、2次側コントローラ66からの制御信号によってオンオフされる。抵抗器52は、2次側コイル32からバッテリー34を見たときの負荷抵抗値Rzの取り得る範囲内の値である任意の固定値に設定された抵抗値(例えば、比較的小さな電流が2次側14の回路に流れるような負荷抵抗値Rzが取り得る範囲内の値のうち、高い側の抵抗値)を有する抵抗器である。

【0043】

なお、負荷抵抗値Rzは、正確には、図1において、2次側コイル32からバッテリー34を見たときに、2次側14における共振コンデンサ36よりも右側部分の負荷インピーダンスの抵抗分(実数成分)をいう。

30

【0044】

整流回路54は、4つのダイオード70から構成されるダイオードブリッジであって、入力切替スイッチ64によって共振コンデンサ36と整流回路54とが接続されているときに、2次側コイル32及び共振コンデンサ36に生じた受電電圧V2を整流する(脈動電圧に変換する)。第1平滑回路56は、コンデンサ72を有し、脈流電圧を平滑化することにより直流電圧を生成する。

【0045】

電圧変換回路58は、スイッチング素子としてのトランジスタ74、コイル76及びダイオード78を有する昇圧チョッパであり、直流電圧を昇圧する。なお、電圧変換回路58は、必要に応じて、力率改善回路の機能を備えてもよい。

40

【0046】

この場合、コイル76及びトランジスタ74の直列回路がコンデンサ72に並列に接続されている。すなわち、トランジスタ74のコレクタ端子がコイル76を介してコンデンサ72の一端に接続され、エミッタ端子がコンデンサ72の他端に接続されている。また、トランジスタ74のコレクタ端子は、ダイオード78のアノード端子に接続されている。トランジスタ74は、2次側コントローラ66からベース端子に供給される制御信号に基づいて、コレクタ端子とエミッタ端子との間がオンオフされる。なお、電圧変換回路58は、降圧チョッパも採用可能であるが、以下の説明では、図1に示すように、昇圧チョ

50

ッパである場合について説明する。

【 0 0 4 7 】

第 2 平滑回路 6 0 は、コンデンサ 8 0 を有する。コンデンサ 8 0 は、ダイオード 7 8 のカソード端子とトランジスタ 7 4 のエミッタ端子との間で並列に接続され、電圧変換回路 5 8 で昇圧された直流電圧を平滑化する。DC / DC コンバータ 6 2 は、入力側がコンデンサ 8 0 と並列に接続され、一方で、出力側がバッテリー 3 4 と並列に接続されている。DC / DC コンバータ 6 2 は、バッテリー 3 4 の充電電圧 V_3 及び充電電流 I_3 が所望の値となるように、第 2 平滑回路 6 0 で平滑化された直流電圧を所望の電圧に変換する。

【 0 0 4 8 】

[1 次側データテーブル 2 8 及び 2 次側データテーブル 6 8]

次に、図 2 ~ 図 5 を参照しながら、1 次側データテーブル 2 8 及び 2 次側データテーブル 6 8 について説明する。

【 0 0 4 9 】

1 次側データテーブル 2 8 は、1 次側 1 2 及び 2 次側 1 4 の相互の状態が正常であるかどうか、具体的には、1 次側コイル 2 0 から 2 次側コイル 3 2 への非接触給電が正常に行えているか否かを、1 次側コントローラ 2 6 が、2 次側 1 4 の状況を知ることなく、1 次側 1 2 の送電電流 I_1 及び送電電力 P_1 から判定する際に利用される。一方、2 次側データテーブル 6 8 は、1 次側 1 2 及び 2 次側 1 4 の相互の状態が正常であるかどうか、具体的には、1 次側コイル 2 0 から 2 次側コイル 3 2 への非接触給電が正常に行えているか否かを、2 次側コントローラ 6 6 が、1 次側 1 2 の状況を知ることなく、2 次側 1 4 の受電電流 I_2 及び受電電力 P_2 から判定する際に利用される。

【 0 0 5 0 】

この場合、1 次側データテーブル 2 8 及び 2 次側データテーブル 6 8 は、下記のように、予め実験により求められ、1 次側コントローラ 2 6 及び 2 次側コントローラ 6 6 に記憶 (設定) される。

【 0 0 5 1 】

この実験は、1 次側コイル 2 0 と 2 次側コイル 3 2 とが所定のギャップ (間隔) で正対する正規の位置にあり、且つ、1 次側スイッチ 1 8 及び 2 次側スイッチ 5 0 がそれぞれオンである場合に、交流電源 1 6 から 1 次側コイル 2 0 に電圧を供給して、1 次側コイル 2 0 から 2 次側コイル 3 2 に非接触で電力を供給することにより行われる。その際、O B C 3 8 に替えて、不図示の電子負荷装置等の負荷抵抗装置を取り付け、抵抗値 (負荷抵抗値 R_z) を略無限大 () から低い値 (0 付近の抵抗値) にまで変化させたときに、変化させた各抵抗値に応じた送電電流 I_1 、送電電圧 V_1 、受電電流 I_2 及び受電電圧 V_2 をそれぞれ取得する。

【 0 0 5 2 】

なお、以下の説明では、負荷抵抗装置の抵抗値が負荷抵抗値 R_z である場合について説明する。また、前述のように、送電電流 I_1 、送電電圧 V_1 、受電電流 I_2 及び受電電圧 V_2 は、それぞれ、1 次側電流センサ 2 2、1 次側電圧センサ 2 4、2 次側電流センサ 4 4 及び 2 次側電圧センサ 4 2 によって検出される。

【 0 0 5 3 】

また、送電電力 P_1 は、負荷抵抗値 R_z 毎に、送電電流 I_1 と送電電圧 V_1 と 1 次側 1 2 の力率 $\cos \theta_1$ とを乗算することにより求められる。一方、受電電力 P_2 は、負荷抵抗値 R_z 毎に、受電電流 I_2 と受電電圧 V_2 と 2 次側 1 4 の力率 $\cos \theta_2$ とを乗算することにより求められる。実際には、1 次側コイル 2 0 と 2 次側コイル 3 2 との間の送受電周波数より十分速いサンプリング速度で、送電電流 I_1 、送電電圧 V_1 、受電電流 I_2 及び受電電圧 V_2 を取得し、取得した電流及び電圧を乗算した瞬時電力の積分値を、送電電力 P_1 及び受電電力 P_2 として算出する。

【 0 0 5 4 】

図 2 には、送電電流 I_1 と負荷抵抗値 R_z との関係を示す特性 (送電電流特性) と、送電電力 P_1 と負荷抵抗値 R_z との関係を示す特性 (送電電力特性) とが図示されている。

図 2 に示すように、送電電流特性は、負荷抵抗値 R_z の低下に伴って、送電電流 I_1 が最大送電電流 I_{1max} にまで増加し、最大送電電流 I_{1max} での負荷抵抗値 R_z よりも低い抵抗値では、送電電流 I_1 が減少する特性を有する。また、送電電力特性は、負荷抵抗値 R_z の低下に伴って、送電電力 P_1 が最大送電電力 P_{1max} にまで増加し、最大送電電力 P_{1max} での負荷抵抗値 R_z よりも低い抵抗値では、送電電力 P_1 が減少する特性を有する。

【 0 0 5 5 】

一方、図 3 には、受電電流 I_2 と負荷抵抗値 R_z との関係を示す特性（受電電流特性）と、受電電力 P_2 と負荷抵抗値 R_z との関係を示す特性（受電電力特性）とが示されている。図 3 に示すように、受電電流特性は、負荷抵抗値 R_z の低下に伴って、受電電流 I_2 が最大受電電流 I_{2max} にまで増加する特性を有する。また、受電電力特性は、負荷抵抗値 R_z の低下に伴って、受電電力 P_2 が最大受電電力 P_{2max} にまで増加し、最大受電電力 P_{2max} での負荷抵抗値 R_z よりも低い抵抗値では、受電電力 P_2 が減少する特性を有する。

10

【 0 0 5 6 】

ところで、上記のように、1次側コイル 20 と 2次側コイル 32 とが正対している状態の正規の位置に対して、1次側コイル 20 と 2次側コイル 32 との位置ずれが発生する場合や、温度等の周辺環境によっては、送電電流特性、送電電力特性、受電電流特性及び受電電力特性が変動する可能性がある。

【 0 0 5 7 】

20

そこで、このような位置ずれや周辺環境を考慮し、図 2 及び図 3 に示す各特性について、図 4 及び図 5 に示すように、該各特性を中心とした一定の許容範囲を設定し、各特性及び各許容範囲を 1次側データテーブル 28 及び 2次側データテーブル 68 として 1次側コントローラ 26 及び 2次側コントローラ 66 にそれぞれ設定（記憶）させる。

【 0 0 5 8 】

図 4 は、送電電流特性に対して一定の許容範囲（送電電流許容範囲 I_1 ）を設定すると共に、送電電力特性に対して一定の許容範囲（送電電力許容範囲 P_1 ）を設定した 1次側データテーブル 28 を図示したものである。図 5 は、受電電流特性に対して一定の許容範囲（受電電流許容範囲 I_2 ）を設定すると共に、受信電力特性に対して一定の許容範囲（受電電力許容範囲 P_2 ）を設定した 2次側データテーブル 68 を図示したものである。

30

【 0 0 5 9 】

なお、実際には、制御処理上、下記のような演算処理によって送電電力 P_1 及び受電電力 P_2 が求められる。まず、1次側コントローラ 26 は、送受電周波数よりも十分高い周波数に応じた所定のサンプリング間隔で、送電電流 I_1 及び送電電圧 V_1 の瞬時値（検出値）をそれぞれ取得する。次に、1次側コントローラ 26 は、取得した送電電流 I_1 及び送電電圧 V_1 の各瞬時値からサンプリング毎の送電電力 P_1 の瞬時値（瞬時電力）を算出する。次に、1次側コントローラ 26 は、交流電源 16 の周波数に応じた 1 周期について、送電電力 P_1 の瞬時電力を加算し、加算した瞬時電力を該周期で除算することにより、瞬時電力の平均値（平均電力）を算出する。これにより、1次側コントローラ 26 は、求めた平均電力を送電電力 P_1 とする。

40

【 0 0 6 0 】

一方、2次側コントローラ 66 は、送受電周波数よりも十分高い周波数に応じた所定のサンプリング間隔で、受電電流 I_2 及び受電電圧 V_2 の瞬時値（検出値）をそれぞれ取得する。次に、2次側コントローラ 66 は、取得した受電電流 I_2 及び受電電圧 V_2 の各瞬時値からサンプリング毎の送電電力 P_2 の瞬時値（瞬時電力）を算出する。次に、2次側コントローラ 66 は、交流電源 16 の周波数に応じた 1 周期について、受電電力 P_2 の瞬時電力を加算し、加算した瞬時電力を該周期で除算することにより、瞬時電力の平均値（平均電力）を算出する。これにより、2次側コントローラ 66 は、求めた平均電力を受電電力 P_2 とする。

50

【 0 0 6 1 】

そして、電力供給システム 10 では、2 次側スイッチ 50 をオフとし、且つ、入力切替スイッチ 64 によって共振コンデンサ 36 と整流回路 54 とを接続した状態で、1 次側コントローラ 26 からの制御で 1 次側スイッチ 18 がオンすると共に、2 次側コントローラ 66 による PWM (Pulse Width Modulation) 制御でトランジスタ 74 がオンオフすることにより、1 次側コイル 20 から 2 次側コイル 32 を介したバッテリー 34 への非接触給電 (充電) が行われる。

【 0 0 6 2 】

この場合、1 次側コントローラ 26 及び 2 次側コントローラ 66 では、それぞれ、1 次側データテーブル 28 及び 2 次側データテーブル 68 を用いて、下記の処理を行うことができる。

10

【 0 0 6 3 】

すなわち、1 次側コントローラ 26 は、1 次側データテーブル 28 内の送電電流許容範囲 I_1 を用いて、1 次側電流センサ 22 が検出した送電電流 I_1 に基づいて、送電電流許容範囲 I_1 内となる負荷抵抗値 R_z の範囲 R_{zi11} 、 R_{zi12} を算出する。また、1 次側コントローラ 26 は、1 次側電流センサ 22 が検出した送電電流 I_1 と、1 次側電圧センサ 24 が検出した送電電圧 V_1 とに基づいて送電電力 P_1 を算出し、1 次側データテーブル 28 内の送電電力許容範囲 P_1 を用いて、算出した送電電力 P_1 に基づいて、送電電力許容範囲 P_1 内となる負荷抵抗値 R_z の範囲 R_{zp1} を算出する。

【 0 0 6 4 】

20

そして、送電電流 I_1 に基づいて算出した負荷抵抗値 R_z の範囲 R_{zi11} 、 R_{zi12} と、送電電力 P_1 に基づいて算出した負荷抵抗値 R_z の範囲 R_{zp1} との間に一致する領域がある場合には、1 次側コイル 20 と 2 次側コイル 32 との相互の結合関係を含め、1 次側 12 及び 2 次側 14 が正常な状態であり、1 次側 12 から 2 次側 14 への非接触給電が正常に行えている状態であると判定する。なお、図 4 では、送電電流 I_1 に基づく負荷抵抗値 R_z の範囲として、最大送電電流 I_{1max} を挟み、右側の範囲 R_{zi11} と、左側の範囲 R_{zi12} との 2 つがある。この場合、右側の範囲 R_{zi11} の一部と、送電電力 P_1 に基づく範囲 R_{zp1} とが重なり合う領域 (範囲 R_{zp1}) が、一致する領域となる。

【 0 0 6 5 】

30

一方、送電電流 I_1 に基づいて算出した負荷抵抗値 R_z の範囲 R_{zi11} 、 R_{zi12} と、送電電力 P_1 に基づいて算出した負荷抵抗値 R_z の範囲 R_{zp1} との間に一致する領域がない場合には、1 次側コイル 20 と 2 次側コイル 32 との相互の結合関係を含め、1 次側 12 及び 2 次側 14 が異常な状態にあり、1 次側 12 から 2 次側 14 への非接触給電が正常に行えていない状態であると判定する。

【 0 0 6 6 】

また、2 次側コントローラ 66 は、2 次側データテーブル 68 内の受電電流許容範囲 I_2 を用いて、2 次側電流センサ 44 が検出した受電電流 I_2 に基づいて、受電電流許容範囲 I_2 内となる負荷抵抗値 R_z の範囲 R_{zi2} を算出する。また、2 次側コントローラ 66 は、2 次側電流センサ 44 が検出した受電電流 I_2 と、2 次側電圧センサ 42 が検出した受電電圧 V_2 とに基づいて受電電力 P_2 を算出し、2 次側データテーブル 68 内の受電電力許容範囲 P_2 を用いて、算出した受電電力 P_2 に基づいて、受電電力許容範囲 P_2 内となる負荷抵抗値 R_z の範囲 R_{zp2} を算出する。

40

【 0 0 6 7 】

そして、受電電流 I_2 に基づいて算出した負荷抵抗値 R_z の範囲 R_{zi2} と、受電電力 P_2 に基づいて算出した負荷抵抗値 R_z の範囲 R_{zp2} との間に、一致する領域がある場合には、1 次側コイル 20 と 2 次側コイル 32 との相互の結合関係を含め、1 次側 12 及び 2 次側 14 が正常な状態であり、1 次側 12 から 2 次側 14 への非接触給電が正常に行えている状態であると判定する。なお、図 5 では、受電電流 I_2 に基づく範囲 R_{zi2} の一部と、受電電力 P_2 に基づく範囲 R_{zp2} の一部とが重なり合っている領域が

50

、一致する領域となる。

【 0 0 6 8 】

一方、受電電流 I_2 に基づいて算出した負荷抵抗値 R_z の範囲 R_{zi2} と、受電電力 P_2 に基づいて算出した負荷抵抗値 R_z の範囲 R_{zp2} との間に、一致する領域がない場合には、1次側コイル 20 と 2次側コイル 32 との相互の結合関係を含め、1次側 12 及び 2次側 14 が異常な状態にあり、1次側 12 から 2次側 14 への非接触給電が正常に行えていない状態であると判定する。

【 0 0 6 9 】

[本実施形態の動作]

以上のように構成される電力供給システム 10 の動作について、図 6 ~ 図 9 を参照しながら説明する。この動作説明では、必要に応じて、図 1 ~ 図 5 も参照しながら説明する。

10

【 0 0 7 0 】

ここでは、二次電池であるバッテリー 34 の充電電圧 V_3 を、安全に充電を行うことができる最高電圧値、すなわち、充電終止電圧 V_{3obj} にすることを制御目標として、1次側 12 から 2次側 14 に非接触給電を行う場合について説明する。なお、安全に充電できる最大電流値は、SOC (State of Charge; 充電率) により変化する値であり、 I_{3obj} とする。

【 0 0 7 1 】

また、2次側コントローラ 66 は、トランジスタ 74 を PWM 制御によってオンオフさせるものとする。ここでは、PWM 制御による制御信号の周期を T とし、トランジスタ 74 のオン時間を T_{on} とする。なお、オン時間 T_{on} を制御することにより、負荷抵抗値 R_z を略無限大 () から 0 付近まで変化させることができ、図 3 及び図 5 に示す受電電流 I_2 及び受電電力 P_2 を制御することができる。

20

【 0 0 7 2 】

図 6 及び図 7 は、1次側 12 及び 2次側 14 (図 1 参照) の制御のフローチャートである。なお、図 6 及び図 7 において、左側のフローは 1次側 12 の制御を示し、右側のフローは 2次側 14 の制御を示す。

【 0 0 7 3 】

まず、運転者がバッテリー 34 を充電すべく、1次側コイル 20 (送電側パッド) と 2次側コイル 32 (受電側パッド) とが対向する位置に電気自動車 30 を停車させ、下車する。この場合、運転者は、双方のパッドが対向する位置にあり、両パッド間に異物等が存在しない状態であるか否かを確認する。

30

【 0 0 7 4 】

ここで、図 6 のステップ S 201 において、運転者は、電気自動車 30 の OBC 38 の図示しないスイッチをオンにし、OBC 38 を起動させる。

【 0 0 7 5 】

これにより、ステップ S 202 において、OBC 38 の 2次側コントローラ 66 は、入力切替スイッチ 64 に制御信号を供給して共振コンデンサ 36 と整流回路 54 とを接続させると共に、2次側スイッチ 50 に制御信号を供給してオンにする。

【 0 0 7 6 】

次のステップ S 203 において、2次側コントローラ 66 は、バッテリー 34 が充電可能な状態であるか否かを確認する。具体的に、2次側コントローラ 66 は、充電電圧センサ 48 が検出した充電電圧 V_3 、及び、充電電流センサ 46 が検出した充電電流 I_3 に基づいて、 $V_3 < V_{3obj}$ 、且つ、 $SOC < 100\%$ であるか否かを確認する。ステップ S 203 で肯定的な判定結果であれば (ステップ S 203 : YES)、2次側 14 では、次のステップ S 204 に進んで待機する。

40

【 0 0 7 7 】

一方、1次側 12 では、ステップ S 101 において、運転者が図示しない 1次側コントローラ 26 のスイッチをオンにし、1次側コントローラ 26 を起動させる。

【 0 0 7 8 】

50

これにより、ステップ S 1 0 2 において、1 次側コントローラ 2 6 は、1 次側スイッチ 1 8 に制御信号を供給してオンオフさせることにより、交流電源 1 6 からの交流電力を、短時間持続するパルスの電力（パルス電力）として 1 次側コイル 2 0 に供給する。これにより、1 次側コイル 2 0 は、2 次側コイル 3 2 にパルス電力を非接触で給電する。前述のように、1 次側コイル 2 0 に対向して 2 次側コイル 3 2 が所定位置に近接している状態では、1 次側コイル 2 0 と 2 次側コイル 3 2 との間の相互インダクタンスにより、1 次側 1 2 及び 2 次側 1 4 には、規定値の送電電力 P 1 及び受電電力 P 2 が生ずる。

【 0 0 7 9 】

そこで、ステップ S 1 0 3 において、1 次側コントローラ 2 6 は、送電電力 P 1 が規定値であるか否かを、1 次側データテーブル 2 8 に基づき判断する。具体的に、1 次側コントローラ 2 6 は、1 次側電流センサ 2 2 が検出した送電電流 I 1 に基づいて負荷抵抗値 R z を参照し、参照した負荷抵抗値 R z と送電電流 I 1 との座標値が、1 次側データテーブル 2 8 の送電電流許容範囲 I 1 内であるか否かを判定する。また、1 次側コントローラ 2 6 は、送電電流 I 1 と、1 次側電圧センサ 2 4 が検出した送電電圧 V 1 とに基づいて送電電力 P 1 を算出し、算出した送電電力 P 1 に基づいて負荷抵抗値 R z をさらに参照し、送電電力 P 1 と負荷抵抗値 R z との座標値が、1 次側データテーブル 2 8 の送電電力許容範囲 P 1 内であるか否かを判定する。そして、参照した各負荷抵抗値 R z が、互いに略等しく、且つ、抵抗器 5 2 の固定された抵抗値と略等しいか否かを判定する。

【 0 0 8 0 】

ステップ S 1 0 3 で肯定的な判定結果であった場合（ステップ S 1 0 3 : Y E S ）、1 次側コントローラ 2 6 は、1 次側コイル 2 0 と 2 次側コイル 3 2 との間で、非接触による電力供給が可能であると判定し、次のステップ S 1 0 4 に進む。ステップ S 1 0 4 において、1 次側コントローラ 2 6 は、ステップ S 1 0 2 、 S 1 0 3 の処理を繰り返し行うか否かを判定する。繰り返し行う場合（ステップ S 1 0 4 : Y E S ）、1 次側コントローラ 2 6 は、ステップ S 1 0 2 に戻り、ステップ S 1 0 2 、 S 1 0 3 の処理を再度行う。

【 0 0 8 1 】

ステップ S 1 0 2 ~ S 1 0 4 の処理が繰り返し行われることにより、図 8 に示すように、例えば、T 1 の時間における T 2 、 T 3 の周期内でパルス状の送電電力 P 1 が発生し、1 次側コイル 2 0 から 2 次側コイル 3 2 に非接触で電力供給が行われる。なお、図 8 では、時点 t 1 で 2 次側コントローラ 6 6 が起動し（ステップ S 2 0 1 ）、時点 t 2 で 1 次側コントローラ 2 6 が起動し（ステップ S 1 0 1 ）、時点 t 3 から時点 t 4 までの時間 T 1 内で、パルス幅 T 4 、 T 5 の 3 つのパルス状の送電電力 P 1 が発生する場合を図示している。また、時間 T 1 内のパルス状の送電電力 P 1 を複数のパルス波形とみなした場合、ステップ S 1 0 2 ~ S 1 0 4 の処理では、「 1 0 0 0 1 0 0 0 1 1 0 0 0 0 」のパターン配列のパルス信号を 1 次側コイル 2 0 から 2 次側コイル 3 2 に送信していると考えられることもできる。

【 0 0 8 2 】

なお、時点 t 4 において、パルス状の送電電力 P 1 の発生を停止させた後（ステップ S 1 0 4 : N O ）、1 次側 1 2 は、次のステップ S 1 0 5 に進んで待機する。

【 0 0 8 3 】

一方、図 6 のステップ S 2 0 4 において、2 次側コントローラ 6 6 は、2 次側コイル 3 2 が 1 次側コイル 2 0 からパルス状の電力を受電したか否かを判定する。そして、2 次側コイル 3 2 がパルス状の電力を受電したと判定した場合（ステップ S 2 0 4 : Y E S ）、次のステップ S 2 0 5 において、2 次側コントローラ 6 6 は、2 次側 1 4 が 1 次側 1 2 との磁界結合により非接触で電力を受電可能であるか否か、さらには、2 次側 1 4 が 1 次側 1 2 に対する磁界結合の相手として、所定の仕様を満たした正規なものであるか否かの認証処理を行う。

【 0 0 8 4 】

ステップ S 2 0 5 では、下記（ 1 ） ~ （ 3 ）の 3 つの判定処理を、並行して、又は、順に、行う。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 5 】

(1) 2 次側データテーブル 6 8 を参照して、受電電流 I_2 に応じた負荷抵抗値 R_z を参照する。次に、受電電圧 V_2 と受電電流 I_2 とに基づいて受電電力 P_2 を算出し、2 次側データテーブル 6 8 を参照して、算出した受電電力 P_2 に応じた負荷抵抗値 R_z を参照する。そして、求めた各負荷抵抗値 R_z が、互いに略等しく、且つ、抵抗器 5 2 の固定された抵抗値と略等しいか否かを判定する。

【 0 0 8 6 】

(2) 1 次側コイル 2 0 に電力 (送電電力 P_1) が供給された際に、2 次側コイル 3 2 で受電される電力 (受電電力 P_2) が 2 次側データテーブル 6 8 から参照される規定値 (受電電力許容範囲 P_2) 内であるか否かを判定する。

10

【 0 0 8 7 】

(3) 1 次側コイル 2 0 に供給された複数のパルス状の電力について、電力が供給されている時間 (状態) を「 1 」、電力が供給されていない時間 (状態) を「 0 」として表わしたときのパターン配列と、該パターン配列のパルス状の電力が 1 次側コイル 2 0 から 2 次側コイル 3 2 に非接触で給電されたときに、2 次側コイル 3 2 で受電される複数のパルス状の受電電力 P_2 について、上記の規定値の電力が供給される時間 (状態) を「 1 」、電力が供給されていない時間 (状態) を「 0 」として表わしたときのパターン配列とが、一致するか否かを判定する。

【 0 0 8 8 】

一例として、(3) の判定処理では、1 次側コイル 2 0 のパルス状の電力のパターン配列が図 8 に示す「 1 0 0 0 1 0 0 0 1 1 0 0 0 0 」である場合、2 次側 1 4 の受電電力 P_2 のパターン配列が「 1 0 0 0 1 0 0 0 1 1 0 0 0 0 」と一致するかを判定する。

20

【 0 0 8 9 】

そして、ステップ S 2 0 5 において、2 次側コントローラ 6 6 は、これらの 3 つの判定処理の結果が全て肯定的な判定結果である場合 (ステップ S 2 0 5 : Y E S)、1 次側コイル 2 0 から非接触で給電された電力を 2 次側コイル 3 2 で受電可能である (2 次側 1 4 が受電可能状態にある) と共に、2 次側 1 4 が 1 次側 1 2 との磁界結合の相手として正規なものであることを認定し、次のステップ S 2 0 6 に進む。

【 0 0 9 0 】

ステップ S 2 0 6 において、2 次側コントローラ 6 6 は、2 次側スイッチ 5 0 をオフした後、次のステップ S 2 0 7 に進んで待機する。

30

【 0 0 9 1 】

一方、ステップ S 1 0 5 において、1 次側コントローラ 2 6 は、1 次側スイッチ 1 8 のオン状態を継続させ、交流電源 1 6 から 1 次側コイル 2 0 に常時通電させる。これにより、1 次側コイル 2 0 から 2 次側コイル 3 2 を介してバッテリー 3 4 に非接触給電を開始させることが可能な状態となり、次のステップ S 1 0 6 に進む。なお、図 8 において、時点 t_4 が、1 次側 1 2 におけるステップ S 1 0 4、及び、2 次側 1 4 におけるステップ S 2 0 6 の状態となる。

【 0 0 9 2 】

ステップ S 2 0 7 において、2 次側コントローラ 6 6 は、ステップ S 2 0 6 で 2 次側スイッチ 5 0 がオフになって以降、十分に長い時間経過している場合に、2 次側 1 4 が正しい受電状態であるか否かを判定する。

40

【 0 0 9 3 】

具体的に、2 次側コントローラ 6 6 は、2 次側データテーブル 6 8 を参照して、受電電流 I_2 に応じた負荷抵抗値 R_z を参照し、一方で、受電電圧 V_2 と受電電流 I_2 とに基づいて受電電力 P_2 を算出し、2 次側データテーブル 6 8 を参照して、算出した受電電力 P_2 に応じた負荷抵抗値 R_z を参照し、参照した各負荷抵抗値 R_z が略等しいか否かを判定する。

【 0 0 9 4 】

ステップ S 2 0 7 で肯定的な判定結果である場合 (ステップ S 2 0 7 : Y E S)、次の

50

ステップS208に進む。ステップS208において、2次側コントローラ66は、トランジスタ74のオン時間Tonを最小単位時間 に設定し、設定した最小単位時間 に応じた制御信号をトランジスタ74のベース端子に供給することにより、トランジスタ74のコレクタ端子とエミッタ端子との間を導通させる、最低限度の通電制御を行う。ここで、オン時間Tonが0を含めてn段階に変更可能である場合、トランジスタ74に対するPWM周期をTとすると、 $T_{on} = T / (n - 1)$ となる。

【0095】

すなわち、2次側コントローラ66は、トランジスタ74のオン時間Tonを最初に最小単位時間 に設定し、該オン時間Tonを最小単位時間 から、2、3、...、n のように、ステップ的に長くする通電制御を行うことができる。このように、2次側コントローラ66は、オン時間Tonを変化させることにより、2次側14の負荷抵抗値Rzを、実質的に、略無限大の状態から出発して、0に向かって変化させることができる。

10

【0096】

なお、図8において、t4～t5の時間帯が、2次側14におけるステップS207の状態であり、時点t5がステップS208となる。

【0097】

次のステップS209において、2次側コントローラ66は、最低限度の通電制御（最小単位時間 でのトランジスタ74のオン）において、2次側14が正しい受電状態であるか否かについて、ステップS207と同様の判定処理を再度行う。ステップS209において、肯定的な判定結果である場合（ステップS209：YES）、図7のステップS210に進む。なお、図8において、時点t6以降の状態が、2次側14のステップS210以降の処理となる。

20

【0098】

なお、前述のステップS203、S205、S207、S209の各判定処理において、否定的な判定結果であった場合（ステップS203、S205、S207、S209：NO）、2次側コントローラ66は、2次側14が電力を非接触で受電可能な状態にはない異常状態にあると判断し、次のステップS211で、2次側14での充電処理を終了させる。すなわち、トランジスタ74及びDC/DCコンバータ62をオフさせる。

【0099】

一方、ステップS106において、1次側コントローラ26は、ステップS105以降、送電電力P1が変化した場合、1次側データテーブル28を用いて送電電流I1に基づいた負荷抵抗値Rzを参照し、一方で、送電電力P1に基づいた負荷抵抗値Rzを参照し、両方の負荷抵抗値Rzが略等しい場合、2次側14において最低限の通電制御が行われていると判断し（ステップS106：YES）、次のステップS107に進む。

30

【0100】

これに対して、2次側コントローラ66は、図7のステップS210において、ステップS207、S209と同様の判定処理を再度行う。これは、上述したイニシャルループ処理を終了し、その後、ステップS210、S212～S216において繰り返し行われる電力追尾ループ処理での異常検知判断をステップS210で行うためである。ステップS210で肯定的な判定結果であった場合（ステップS210：YES）、次のステップS212に進む。

40

【0101】

ステップS212において、2次側コントローラ66は、今回の処理で算出された受電電力P2と、前回の処理で算出された受電電力P2oldとを比較し、 $P2 > P2old$ であるか否かを判定する。ステップS212において肯定的な判定結果である場合（ステップS212：YES）、次のステップS213に進む。なお、 $P2 > P2old$ であるとき、受電電力P2の状態は、図3及び図9に示すように、最大受電電力P2maxに向かってP2oldから単調に増加している状態か、又は、最大受電電力P2maxに一旦到達した後に低下し、その後、最大受電電力P2maxに向かって増加している状態であ

50

るか、のどちらかである。

【0102】

ステップS213において、2次側コントローラ66は、前回の処理がデューティアップ制御、すなわち、トランジスタ74のオン時間 T_{on} を前回よりだけインクリメントする制御であったか否かを判定する。前回の処理がデューティアップ制御であった場合の受電電力 P_2 の状態は、受電電力 P_2 が最大受電電力 P_{2max} に向かって P_{2old} から単調に増加している状態である。

【0103】

従って、ステップS213で肯定的な判定結果である場合（ステップS213：YES）、2次側コントローラ66は、受電電力 P_2 を最大受電電力 P_{2max} に近づけるように、トランジスタ74のオン時間 T_{on} を前回よりもだけインクリメントさせるべく、次のステップS214に進む。

【0104】

ステップS214において、2次側コントローラ66は、バッテリー34の充電電圧 V_3 と充電終止電圧 V_{3obj} とを比較すると共に、充電電流 I_3 とバッテリー34を安全に充電できる最大電流値 I_{3obj} とを比較し、 $V_3 < V_{3obj}$ 且つ $I_3 < I_{3obj}$ であるか否かを判定する。ステップS214が肯定的な判定結果であった場合（ステップS214：YES）、2次側コントローラ66は、充電電流 I_3 及び充電電圧 V_3 が共にバッテリー34を安全に充電できる状態にあると判断し、次のS215に進む。

【0105】

ステップS215において、2次側コントローラ66は、負荷抵抗値 R_z を下げて、受電電流 I_2 及び受電電力 P_2 を増加させるべく、デューティアップ制御（オン時間 T_{on} を前回よりもだけインクリメントする制御）を行い、次のステップS216に進む。

【0106】

ステップS216において、2次側コントローラ66は、受電電力 P_2 の最小状態の経過時間、例えば、図9の $t_{19} \sim t_{20}$ の時間帯のように P_{20} の状態が継続する時間が、規定時間以上であるか否かを判断する。最小状態の経過時間が規定時間未満である場合には（ステップS216：NO）、バッテリー34の充電完了と判断できない状態であるため、2次側コントローラ66は、ステップS210に戻り、バッテリー34への充電を継続させる。

【0107】

従って、ステップS210、S212～S216の処理を繰り返し行うことにより、例えば、図9の時点 $t_{11} \sim t_{13}$ の時間帯において、時間経過に伴い、オン時間 T_{on} のデューティを徐々に増加させながら、受電電力 P_2 及び受電電流 I_2 を増加させると共に、充電が進むにつれて充電電圧 V_3 及びSOCを増加させることができる。受電電力 P_2 等の増加に伴って、送電電力 P_1 も増加する。

【0108】

一方、ステップS210、S212、S213、S214の各判定処理において、否定的な判定結果（ステップS210、S212、S213、S214：NO）となった場合の処理について以下に説明する。

【0109】

ステップS210で否定的な判定結果となった場合（ステップS210：NO）、2次側コントローラ66は、ステップS211に進み、PWM制御を停止する（トランジスタ74のオン時間 T_{on} を0とする）。

【0110】

ステップS212で否定的な判定結果となった場合（ステップS212：NO）、次のS217に進む。このような判定結果となる状態は、図3において、最大受電電力 P_{2max} よりも右側の領域（負荷抵抗値 R_z が高い領域）で、受電電力 P_2 が前回値以下の状態、又は、最大受電電力 P_{2max} よりも左側の領域（負荷抵抗値 R_z が低い領域）で、受電電力 P_2 が前回値以下の状態、のどちらかである。

10

20

30

40

50

【0111】

ステップS217において、2次側コントローラ66は、前回の処理がデューティアップ制御であったか否かを判定する。デューティアップ制御であった場合（ステップS217：YES）、受電電力P2の状態は、図3の最大受電電力P2maxよりも左側の領域で、受電電力P2が前回値以下の状態である。

【0112】

そこで、次のステップS218において、2次側コントローラ66は、受電電力P2が最大受電電力P2maxに近づくように、トランジスタ74のオン時間Tonを前回よりもだけデクリメントし、ステップS216に進む。

【0113】

一方、ステップS217において、前回の処理がデューティアップ制御でなかった場合（ステップS217：NO）、受電電力P2の状態は、図3の最大受電電力P2maxよりも右側の領域で、受電電力P2が前回値以下の状態である。

【0114】

そこで、2次側コントローラ66は、受電電力P2が最大受電電力P2maxに近づくように、トランジスタ74のオン時間Tonを前回よりもだけインクリメントさせるべく、ステップS214～S216の処理を順に行う。

【0115】

また、ステップS213で否定的な判定結果となった場合（ステップS213：NO）、ステップS218に進む。このような判定結果となる状態は、図3において、受電電力P2が最大受電電力P2maxに到達した後に低下し、その後、受電電力P2が増加傾向にあっても、最大受電電力P2maxに到達していない状態である。この場合、2次側コントローラ66は、ステップS218において、受電電力P2を最大受電電力P2maxに近づけるように、トランジスタ74のオン時間Tonを前回よりもだけデクリメントし、その後、ステップS216に進む。

【0116】

さらに、ステップS214で否定的な判定結果となった場合（ステップS214：NO）、ステップS218に進む。このような判定結果となる状態は、充電電圧V3が充電終止電圧V3objに到達した場合、又は、充電電流I3が最大電流値I3objに到達した場合、のいずれかである。

【0117】

従って、ステップS218において、2次側コントローラ66は、充電電圧V3が充電終止電圧V3objに到達した場合には、充電電圧V3が充電終止電圧V3objよりも大きくならないように、トランジスタ74のオン時間Tonを前回よりもだけデクリメントする。また、2次側コントローラ66は、充電電流I3が最大電流値I3objに到達した場合には、充電電流I3が最大電流値I3objよりも大きくならないように、オン時間Tonを前回よりもだけデクリメントする。

【0118】

このようにして、ステップS210、S212～S218の処理を繰り返し行うことにより、すなわち、トランジスタ74のオン時間Tonを前回よりもだけインクリメント又はデクリメントする処理を繰り返すことにより、図3及び図9に示すように、時点t11から時点t14にかけて、受電電力P2が最大受電電力P2maxに次第に近づいていき、時点t14から時点t15までの時間帯では、受電電力P2が最大受電電力P2max近傍で略一定となるように制御される。このような制御により、t11～t15の時間帯では、時間が経過するにつれて、バッテリー34の充電が進み、SOC及び充電電圧V3は徐々に増加する。

【0119】

なお、t11～t13の時間帯では、図9において太い破線で示す最大電流値I3objを制御目標として充電電流I3を追従させる充電処理が行われ、t13～t14の時間帯では、充電電流I3を最大電流値I3objで保持しながら充電電圧V3を増加させる

10

20

30

40

50

充電処理が行われる。

【0120】

その後、時点 t_{14} で、受電電力 P_2 が最大受電電力 P_{2max} 近傍にまで到達した場合、該受電電力 P_2 を最大受電電力 P_{2max} に追従させつつ、受電電圧 V_2 及び受電電流 I_2 がそれぞれ充電終止電圧 V_{3obj} 及び最大電流値 I_{3obj} を超えない程度に、バッテリー 34 が充電される。これにより、 $t_{14} \sim t_{15}$ の時間帯において、充電電流 I_3 は、最大電流値 I_{3obj} から徐々に低下する。

【0121】

一方、SOCが高い領域では、最大電流値 I_{3obj} は、SOCの増加に対して、時点 t_{15} 、 t_{16} 、 t_{17} 、 t_{18} において、ステップ状に低下する。そのため、バッテリー 34 への充電が継続されると、充電電流 I_3 は、最大電流値 I_{3obj} に追従するように変化する。一方、充電終止電圧 V_{3obj} は、時点 t_{15} 、 t_{16} 、 t_{17} 、 t_{18} の順に高い電圧値に設定される。

10

【0122】

このような変化に伴い、トランジスタ 74 のオン時間 T_{on} はデクリメントされ、受電電力 P_2 は、時点 t_{15} 以降、最大受電電力 P_{2max} から低下し、図3の2次側データテーブル 68 における受電電力特性の右側にシフトしていく。その後、充電電圧 V_3 は、100%付近のSOCにおける充電終止電圧 V_{3obj} に到達する。

【0123】

この結果、オン時間 T_{on} はさらにデクリメントされ、時点 t_{19} で充電電流 I_3 (受電電流 I_2) 及び受電電力 P_2 が最小値又は略0にまで減少する。そして、受電電力 P_2 について、規定値以下(最小値又は略0)の状態が規定時間以上継続する場合、例えば、図9において、時点 t_{19} から所定時間経過した時点 t_{20} に到達した場合(ステップ S_{216} : YES)、2次側コントローラ 66 は、バッテリー 34 が満充電(SOC = 100%)になったと判断し、次のステップ S_{219} でバッテリー 34 に対する充電処理を正常終了させる。

20

【0124】

一方、2次側 14 でステップ S_{210} 、 $S_{212} \sim S_{218}$ の処理が繰り返される間、1次側コントローラ 26 は、ステップ S_{107} において、1次側 12 の状態を確認し続ける。具体的には、1次側データテーブル 28 を用いて、送電電流 I_1 に基づいた負荷抵抗値 R_z を参照し、一方で、送電電力 P_1 に基づいた負荷抵抗値 R_z を参照し、両方の負荷抵抗値 R_z が略等しいか否かを確認すると共に、送電電力 P_1 の増加又は減少等の変化が、1次側データテーブル 28 の規定値(送電電力許容範囲 P_1)内であるか否かを確認する。ステップ S_{107} で肯定的な判定結果である場合(ステップ S_{107} : YES)、次のステップ S_{108} に進む。

30

【0125】

ステップ S_{108} において、1次側コントローラ 26 は、2次側 14 で受電電力 P_2 の最小状態が規定時間以上継続していることにより、1次側 12 の送電電力 P_1 についても最小状態が規定時間以上継続している状態にあるか否かを判定する。ステップ S_{108} で肯定的な判定結果である場合(ステップ S_{108} : YES)、次のステップ S_{109} に進む。ステップ S_{109} において、1次側コントローラ 26 は、バッテリー 34 への充電が終了したと判断し、1次側 12 での充電処理を正常終了させる。

40

【0126】

なお、ステップ S_{108} において否定的な判定結果となった場合(ステップ S_{108} : NO)、1次側コントローラ 26 は、ステップ S_{107} 、 S_{108} の処理を繰り返し実行する。

【0127】

また、ステップ S_{103} 、 S_{106} 、 S_{107} において、否定的な判定結果であった場合(ステップ S_{103} 、 S_{106} 、 S_{107} : NO)、1次側コントローラ 26 は、1次側 12 が送電可能な状態にはない異常状態と判断し、ステップ S_{110} で、1次側 12 で

50

の充電処理を終了させる。

【0128】

[本実施形態の効果]

以上説明したように、本実施形態に係る電力供給システム10によれば、1次側12が非共振回路であり、2次側14が共振回路を含む。また、電力供給システム10では、1次側12及び2次側14のうち、少なくとも一方に設けられ、2次側コイル32からバッテリー34を見たときの負荷抵抗値 R_z が略無限大となる初期状態から出発し、時間経過に伴って負荷抵抗値 R_z が低下するように、1次側コイル20から2次側コイル32を介したバッテリー34への非接触給電を制御する制御手段(1次側コントローラ26、2次側コントローラ66)を有する。

10

【0129】

これにより、給電側の1次側12と受電側の2次側14との間で、給電情報等の情報交換を行うことなく、且つ、1次側12にインバータを用いることなく、簡単な構成で、且つ、低コストで、1次側12から2次側14の負荷への非接触給電を行うことができる。

【0130】

また、1次側12では、インバータを使用しないので、該1次側12を設置するインフラに付帯するベース電源としての交流電源16の周波数や電圧をそのまま利用して、電気自動車30等の給電対象物に非接触給電を行うことができる。具体的には、一般インフラを利用して給電対象物に給電する際には、商用電源の周波数(商用周波数)をそのまま利用することができる。また、船舶や航空機内で給電対象物に給電する際には、該船舶及び航空機内のインフラ周波数をそのまま利用することができる。例えば、航空機内では、該航空機内のインフラ周波数である400Hzの周波数をそのまま利用することができる。

20

【0131】

また、本実施形態に係る電力供給システム10では、1次側12及び2次側14のうち、少なくとも一方に設けられ、2次側コイル32からバッテリー34を見たときの負荷抵抗値 R_z と、1次側コイル20から2次側コイル32を介したバッテリー34への非接触給電時に1次側12又は2次側14に生じる電流及び電力との関係を示すデータテーブル(1次側データテーブル28、2次側データテーブル68)を用いて、非接触給電を正常に行っているか否かを判定し、その判定結果に基づいて非接触給電を制御する制御手段(1次側コントローラ26、2次側コントローラ66)を有する。

30

【0132】

この場合でも、上記の構成と同様の効果が得られる。また、この構成では、1次側12と2次側14との間で、給電情報等の情報交換を行うことなく、非接触給電を正常に行っているか否かを判定することができるので、該非接触給電の異常を簡単且つ容易に検知し、検知結果に基づいて、適切に制御することが可能となる。

【0133】

また、1次側12と2次側14のそれぞれに制御手段としての1次側コントローラ26及び2次側コントローラ66を設け、給電情報等の情報のやり取りを行うことなく、すなわち、相手方(給電側、受電側)の状況を知ることなく、監視対象(1次側12、2次側14)の電流及び電力に基づいて、非接触給電が正常に行っているか否かを判定する。これにより、非接触給電を簡単且つ適切に制御することができる。

40

【0134】

さらに、1次側コントローラ26は、1次側データテーブル28内の送電電流許容範囲 I_1 を用いて、非接触給電時に生じる実際の送電電流 I_1 から送電電流許容範囲 I_1 内となる負荷抵抗値 R_z の範囲 R_{zi11} 、 R_{zi12} を算出する。また、1次側コントローラ26は、1次側データテーブル28内の送電電力許容範囲 P_1 を用いて、非接触給電時に生じる実際の送電電力 P_1 から送電電力許容範囲 P_1 内となる負荷抵抗値 R_z の範囲 R_{zp1} を算出する。そして、1次側コントローラ26は、送電電流 I_1 から算出した負荷抵抗値 R_z の範囲 R_{zi11} 、 R_{zi12} と、送電電力 P_1 から算出した負荷抵抗値 R_z の範囲 R_{zp1} との間に一致する領域があるときに、非接触給電を

50

正常に行えていると判定する。

【0135】

一方、2次側コントローラ66においても、2次側データテーブル68内の受電電流許容範囲I2を用いて、非接触給電時に生じる実際の受電電流I2から受電電流許容範囲I2内となる負荷抵抗値Rzの範囲Rzi2を算出する。また、2次側コントローラ66は、2次側データテーブル68内の受電電力許容範囲P2を用いて、非接触給電時に生じる実際の受電電力P2から受電電力許容範囲P2内となる負荷抵抗値Rzの範囲Rzp2を算出する。そして、2次側コントローラ66は、受電電流I2から算出した負荷抵抗値Rzの範囲Rzi2と、受電電力P2から算出した負荷抵抗値Rzの範囲Rzp2との間に、一致する領域があるときに、非接触給電を正常に行えていると判定する。

10

【0136】

このように、正対している状態の正規の位置に対して1次側コイル20と2次側コイル32との位置ずれが発生する場合や、温度等の周辺環境を考慮して各許容範囲を設定することにより、例えば、多少の位置ずれがある場合でも、許容範囲内であれば、非接触給電を正常に行えていると判定することができる。これにより、非接触給電の制御を一層容易に行うことができる。

【0137】

また、1次側コントローラ26が1次側スイッチ18をオンオフさせることにより、所定のパターン配列のパルス状の電力が1次側コイル20から2次側コイル32に非接触で供給されたときに、2次側コントローラ66は、2次側14に生じる受電電力P2がパターン配列に応じたパルス状の電力であるか否かを判定するので、非接触給電が可能か否かを容易に判定することができる。

20

【0138】

また、2次側コントローラ66は、2次側スイッチ50をオンさせた状態で、パルス状の電力が1次側コイル20から2次側コイル32に非接触で供給された場合、2次側14に生じる受電電力P2がパターン配列に応じたパルス状の電力であるか否かを判定し、受電電力P2がパターン配列に応じたパルス状の電力であったときに、2次側スイッチ50をオフさせる。このように、負荷抵抗値Rzの取り得る範囲内の値で任意の固定値に設定された抵抗値の抵抗器52を用いることにより、非接触給電が可能か否かの判定処理を精度よく行うことができる。

30

【0139】

さらに、2次側コイル32と、該2次側コイル32に電氣的に接続される共振コンデンサ36との共振回路を含み2次側14が構成されることにより、1次側12が非共振回路で、且つ、2次側14が2次側コイル32と共振コンデンサ36とが直列接続されたN-S方式、又は、2次側14が2次側コイル32と共振コンデンサ36とが並列接続されたN-P方式の非接触給電方式を実現することができる。

【0140】

なお、本発明は、上述の実施形態に限らず、この明細書の記載内容に基づき、種々の構成を採り得ることは勿論である。

40

【符号の説明】

【0141】

10 ... 電力供給システム	12 ... 1次側
14 ... 2次側	16 ... 交流電源
20 ... 1次側コイル	
26 ... 1次側コントローラ (制御手段、1次側制御手段)	
28 ... 1次側データテーブル	32 ... 2次側コイル
34 ... バッテリ (負荷)	
66 ... 2次側コントローラ (制御手段、2次側制御手段)	
68 ... 2次側データテーブル	

50

【図1】

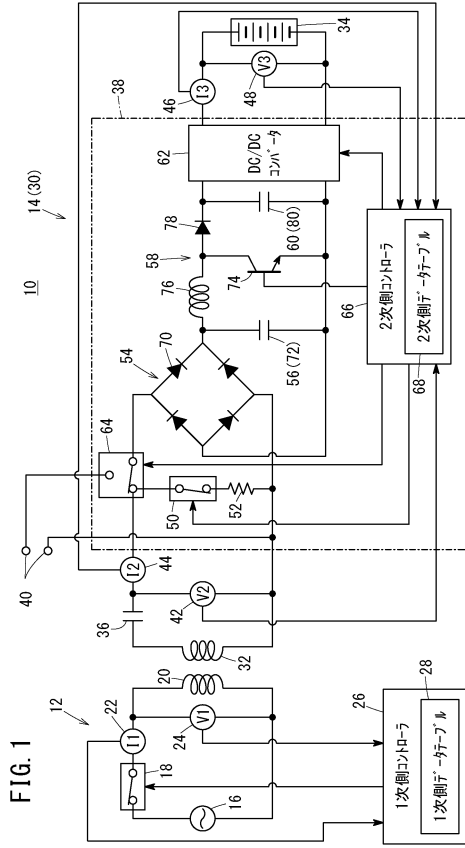


FIG. 1

【図3】

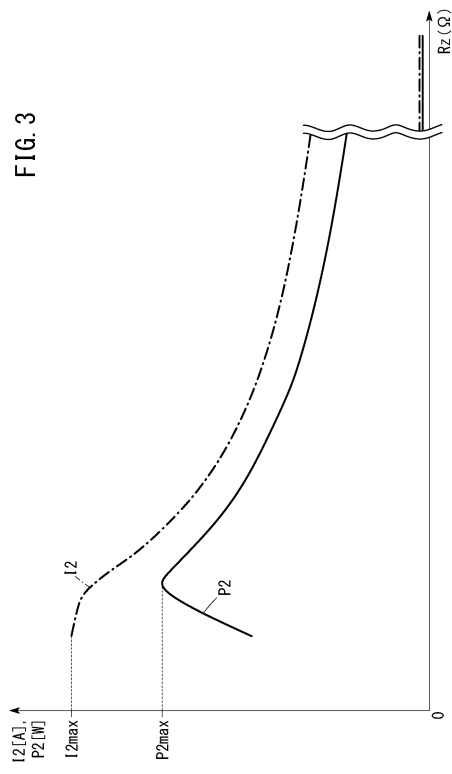


FIG. 3

【図2】

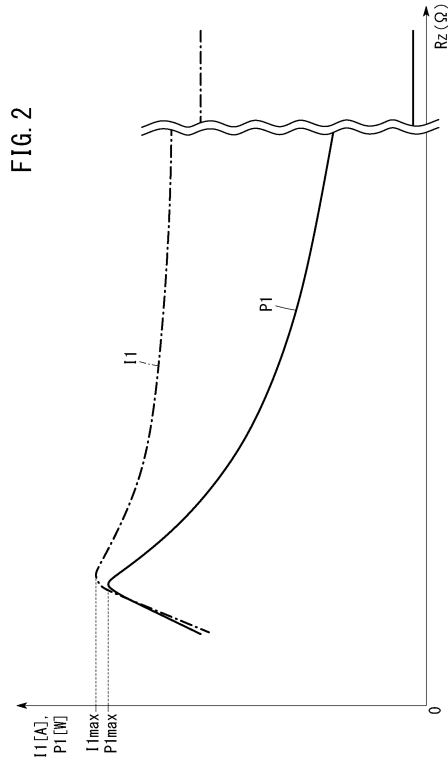


FIG. 2

【図4】

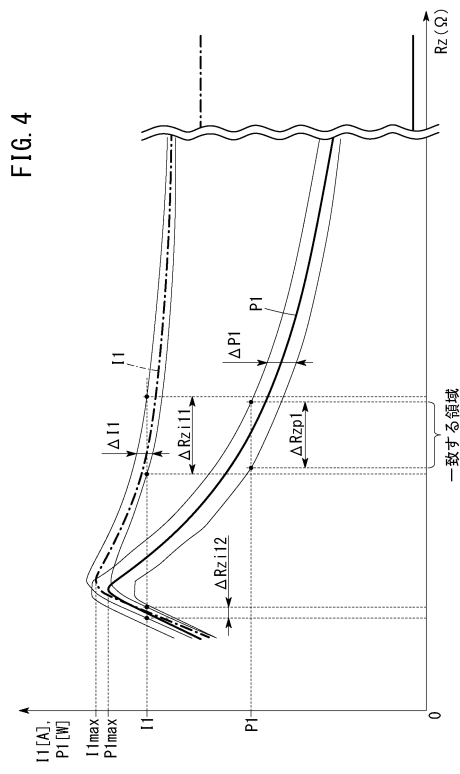
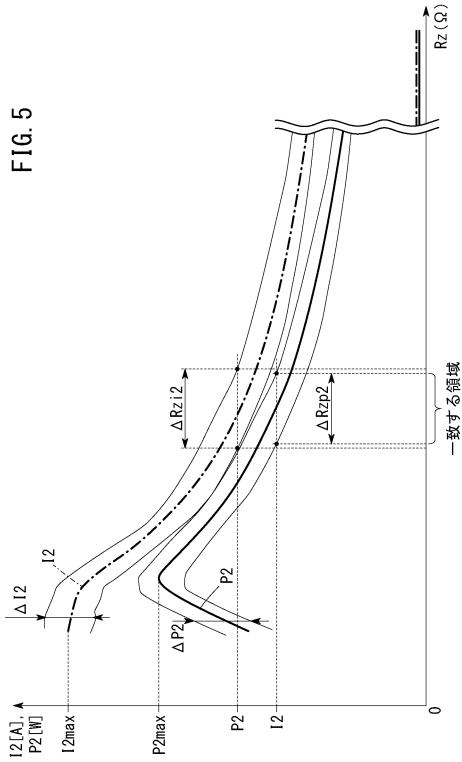


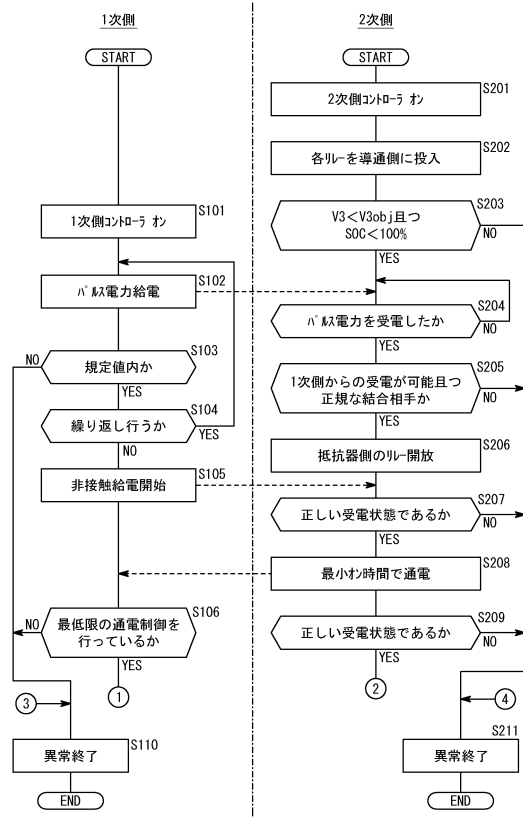
FIG. 4

【図5】



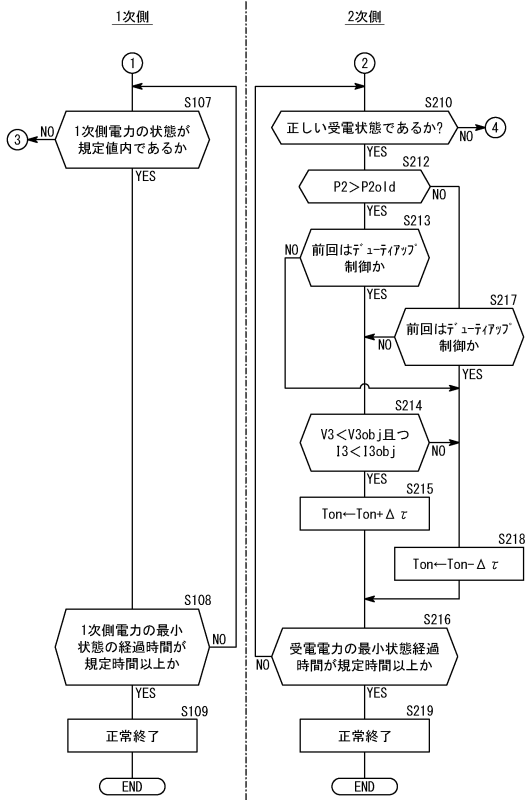
【図6】

FIG. 6



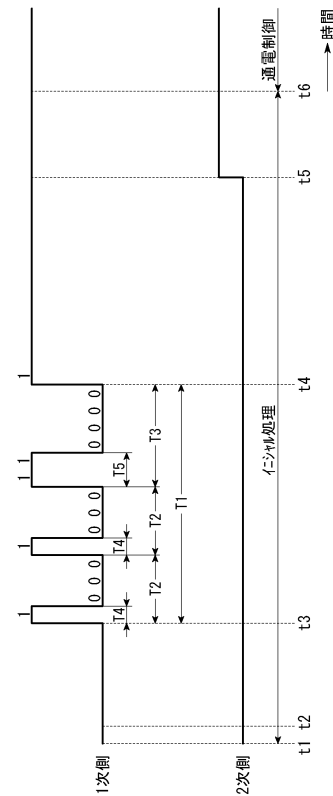
【図7】

FIG. 7

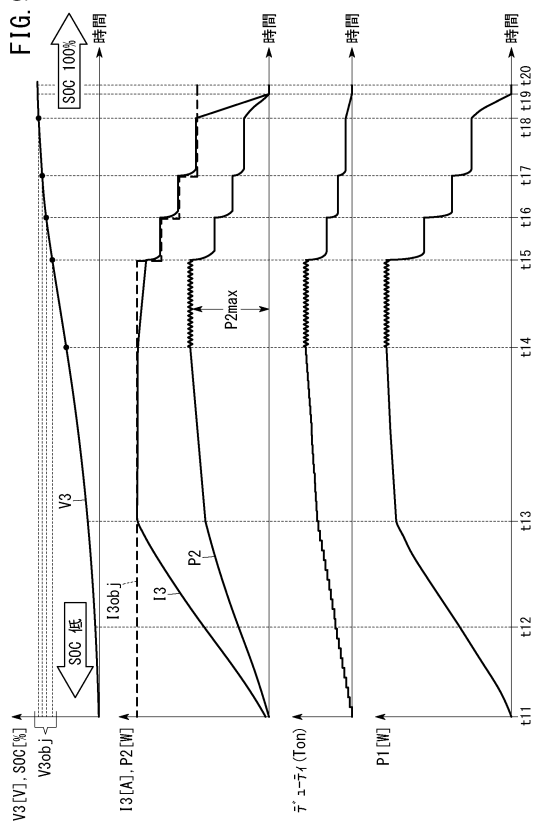


【図8】

FIG. 8



【 図 9 】



フロントページの続き

(74)代理人 100180448

弁理士 関口 亨祐

(74)代理人 100169225

弁理士 山野 明

(72)発明者 金杉 克己

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

審査官 杉田 恵一

(56)参考文献 特開2002-354711(JP, A)

特開2009-106136(JP, A)

特開2012-157127(JP, A)

特開2017-221020(JP, A)

特表2012-521737(JP, A)

中国特許出願公開第102136765(CN, A)

米国特許出願公開第2012/0161541(US, A1)