

(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2016-144236
(P2016-144236A)

(43) 公開日 平成28年8月8日(2016. 8. 8)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)	
HO 2 J	50/00	(2016. 01)	HO 2 J	17/00	B	5 G 5 0 3	
HO 2 J	7/00	(2006. 01)	HO 2 J	7/00	3 O 1 D	5 H 0 3 0	
HO 1 M	10/46	(2006. 01)	HO 1 M	10/46		5 H 7 3 0	
HO 2 M	3/28	(2006. 01)	HO 2 M	3/28	P		
			HO 2 M	3/28	Q		

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2015-16234 (P2015-16234)	(71) 出願人	000004260
(22) 出願日	平成27年1月30日 (2015. 1. 30)		株式会社デンソー
		(74) 代理人	110000604
			特許業務法人 共立
		(72) 発明者	神谷 旭
			愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会
			社デンソー内
		(72) 発明者	大林 和良
			愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会
			社デンソー内
		F ターム (参考)	5G503 AA01 BA01 BB01 CC02 DA07
			DA15 FA06 GB09
			5H030 AS08 BB09 DD18 FF42 FF43
			FF44

最終頁に続く

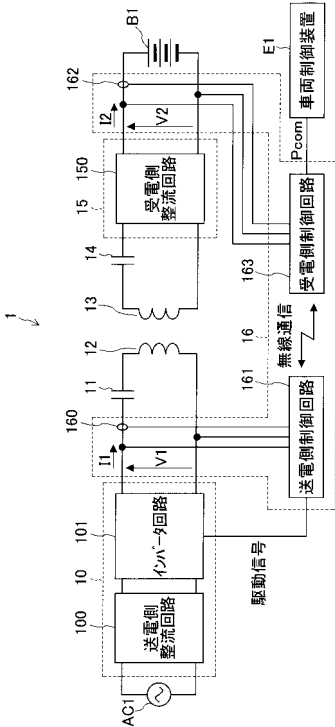
(54) 【発明の名称】 非接触給電装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】インバータ回路のスイッチング素子をPWM制御する場合に問題となるスイッチング損失を抑え、電力の伝送効率を向上させる非接触給電装置を提供する。

【解決手段】送電側制御回路161は、インバータ回路101から送電コイル12に交流が供給されるようにスイッチング素子をPWM制御する。そして、スイッチング素子がターンオンする際に、当該スイッチング素子に流れる電流が0近傍の所定範囲内になるように、インバータ回路101から送電コイル12に供給される交流の周波数を調整する。そのため、スイッチング素子がターンオンする際に、当該スイッチング素子に流れる電流を0付近に抑えられ、スイッチング素子がターンオンする際に発生するスイッチング損失を抑えられる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

スイッチング素子を有し、前記スイッチング素子をスイッチングさせることで入力された直流を交流に変換して出力するインバータ回路（１０１）と、

前記インバータ回路に接続され、前記インバータ回路から交流が供給されることで磁束を発生する送電コイル（１２）と、

前記インバータ回路に接続され、前記インバータ回路から前記送電コイルに交流が供給されるように前記スイッチング素子を P W M 制御する制御回路（１６）と、
を備えた非接触給電装置において、

前記制御回路は、前記スイッチング素子がターンオンする際に、当該スイッチング素子に流れる電流が 0 近傍の所定範囲内になるように、前記インバータ回路から前記送電コイルに供給される交流の周波数を調整することを特徴とする非接触給電装置。

【請求項 2】

前記送電コイルの発生した磁束と鎖交することで交流を発生する受電コイル（１３）と

、
前記受電コイル及び給電対象に接続され、前記受電コイルから供給される交流を直流に変換して前記給電対象に供給する受電回路（１５）と、
を有し、

前記制御回路は、前記受電回路の出力電力の目標値である出力電力目標値又は前記受電回路の出力電流の目標値である出力電流目標値と前記送電コイルと前記受電コイルの結合係数に対する、前記スイッチング素子がターンオンする際に当該スイッチング素子に流れる電流が 0 近傍の所定範囲内になる前記インバータ回路から前記送電コイルに供給される交流の周波数の目標値である周波数目標値の関係を規定した第 1 マップ又は第 1 関係式を有し、入手した前記出力電力目標値又は前記出力電流目標値と、入手した結合係数と、前記第 1 マップ又は前記第 1 関係式に基づいて前記周波数目標値を求め、前記インバータ回路から前記送電コイルに供給する交流の周波数が求めた前記周波数目標値になるように前記スイッチング素子を P W M 制御することを特徴とする請求項 1 に記載の非接触給電装置。

【請求項 3】

前記制御回路は、前記出力電力目標値又は前記出力電流目標値と結合係数に対する、前記インバータ回路から前記送電コイルに供給される交流電圧と交流電流の位相差の目標値である位相差目標値の関係を規定した第 2 マップ又は第 2 関係式を有し、入手した前記出力電力目標値又は前記出力電流目標値と、入手した結合係数と、前記第 2 マップ又は前記第 2 関係式に基づいて前記位相差目標値を求めるとともに、前記インバータ回路から前記送電コイルに供給される交流電圧と交流電流の位相差を検出し、求めた前記位相差目標値と検出した位相差に基づいて前記周波数目標値を補正することを特徴とする請求項 2 に記載の非接触給電装置。

【請求項 4】

前記制御回路は、前記出力電力目標値又は前記出力電流目標値と結合係数に対する、前記インバータ回路から前記送電コイルに供給する交流電圧の目標値である出力電圧目標値の関係を規定した第 3 マップ又は第 3 関係式を有し、入手した前記出力電力目標値又は前記出力電流目標値と、入手した結合係数と、前記第 3 マップ又は前記第 3 関係式に基づいて前記出力電圧目標値を求め、前記インバータ回路から前記送電コイルに供給する交流電圧が前記出力電圧目標値になるように前記スイッチング素子を P W M 制御することを特徴とする請求項 3 に記載の非接触給電装置。

【請求項 5】

前記制御回路は、前記受電回路から前記給電対象に供給される前記受電回路の出力電力又は出力電流を検出し、入手した前記出力電力目標値と検出した出力電力又は求めた前記出力電流目標値と検出した出力電流に基づいて前記出力電圧目標値を補正することを特徴とする請求項 4 に記載の非接触給電装置。

【請求項 6】

前記制御回路は、前記出力電圧目標値に比べ、前記周波数目標値をより頻繁に補正することを特徴とする請求項 5 に記載の非接触給電装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、インバータ回路と、インバータ回路に接続される送電コイルと、インバータ回路に接続され、インバータ回路を制御する制御回路とを備えた非接触給電装置に関する。

【背景技術】

10

【0002】

従来、インバータ回路と、インバータ回路に接続される送電コイルと、インバータ回路に接続され、インバータ回路を制御する制御回路とを備えた非接触給電装置として、例えば以下に示す特許文献 1 に開示されている電力伝送システムがある。

【0003】

この電力伝送システムは、インバータ部と、送電アンテナと、送電制御部とを備えている。インバータ部、送電アンテナ及び送電制御部が、インバータ回路、送電コイル及び制御回路に相当する。

【0004】

インバータ部は、スイッチング素子を有し、スイッチング素子をスイッチングさせることで直流を交流に変換して送電アンテナに供給する。送電アンテナは、交流が供給されることで送電に必要な磁束を発生する。送電制御部は、スイッチング素子をスイッチングさせ、180度通電によってインバータ部から送電アンテナに矩形波状の交流電圧を供給させる。矩形波状の交流電圧が供給されると、送電アンテナに正弦波状の交流電流が流れる。つまり、インバータ部から送電アンテナに矩形波状の交流電圧と正弦波状の交流電流が供給されることになる。送電制御部は、インバータ部から送電アンテナに供給される矩形波状の交流電圧と正弦波状の交流電流の位相差がなくなるように交流の周波数を調整する。これにより、力率が改善され、無効電力を抑えることができる。従って、電力の伝送効率を向上させることができる。

20

【先行技術文献】

30

【特許文献】**【0005】**

【特許文献 1】特開 2013 - 74685 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

ところで、前述した電力伝送システムにおいて、スイッチング素子のオン時間を正弦波状に変化させ PWM 制御することによって、インバータ部から送電アンテナに正弦波状の交流電圧を供給することができる。この場合も、正弦波状の交流電圧と正弦波状の交流電流の位相差をなくすように交流の周波数を調整することで、電力の伝送効率を向上させることができる。しかし、PWM 制御によって正弦波状の交流電圧を供給する場合、交流の 1 周期内でスイッチング素子が複数回スイッチングすることになる。そのため、スイッチング素子がターンオンする際に、スイッチング素子に大きな電流が流れるような事態が発生する。その結果、180度通電によって矩形波状の交流電圧を供給する場合には発生していなかったスイッチング損失が発生し、電力の伝送効率が低下してしまう。

40

【0007】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、インバータ回路のスイッチング素子を PWM 制御する場合に問題となるスイッチング損失を抑え、電力の伝送効率を向上させることができる非接触給電装置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】

50

【 0 0 0 8 】

上記課題を解決するためになされた本発明は、スイッチング素子を有し、スイッチング素子をスイッチングさせることで入力された直流を交流に変換して出力するインバータ回路と、インバータ回路に接続され、インバータ回路から交流が供給されることで磁束を発生する送電コイルと、インバータ回路に接続され、インバータ回路から送電コイルに交流が供給されるようにスイッチング素子を P W M 制御する制御回路と、を備えた非接触給電装置において、制御回路は、スイッチング素子がターンオンする際に、当該スイッチング素子に流れる電流が 0 近傍の所定範囲内になるように、インバータ回路から送電コイルに供給される交流の周波数を調整することを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

10

この構成によれば、スイッチング素子がターンオンする際に当該スイッチング素子に流れる電流を 0 付近に抑えることができる。そのため、スイッチング素子がターンオンする際に発生するスイッチング損失を抑えることができる。従って、インバータ回路のスイッチング素子を P W M 制御する場合に問題となるスイッチング損失を抑え、電力の伝送効率を向上させることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 0 】

【 図 1 】 第 1 実施形態における非接触給電装置の回路図である。

【 図 2 】 図 1 に示す送電側制御回路のブロック図である。

【 図 3 】 図 2 に示す目標値出力部に設定されている第 1 マップを説明するための説明図である。

20

【 図 4 】 図 2 に示す目標値出力部に設定されている第 2 マップを説明するための説明図である。

【 図 5 】 図 2 に示す目標値出力部に設定されている第 3 マップを説明するための説明図である。

【 図 6 】 図 1 に示すインバータ回路の出力電圧及び出力電流の波形図である。

【 図 7 】 従来のように P W M 制御をした場合におけるインバータ回路の出力電圧及び出力電流の波形図である。

【 図 8 】 第 1 実施形態の変形形態における非接触給電装置の回路図である。

【 図 9 】 図 8 における送電側制御回路のブロック図である。

30

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 1 】

次に、実施形態を挙げ、本発明をより詳しく説明する。本実施形態では、本発明に係る非接触給電装置を、電気自動車やハイブリッド車に搭載された車載バッテリーに非接触で送電する非接触給電装置に適用した例を示す。

【 0 0 1 2 】

(第 1 実施形態)

まず、図 1 を参照して第 1 実施形態の非接触給電装置の構成について説明する。

【 0 0 1 3 】

図 1 に示す非接触給電装置 1 は、車両外部の商用電源 A C 1 から車両に搭載された車載バッテリー B 1 (給電対象) に非接触で送電し、車載バッテリー B 1 を充電する装置である。非接触給電装置 1 は、送電回路 1 0 と、送電側共振用コンデンサ 1 1 と、送電コイル 1 2 と、受電コイル 1 3 と、受電側共振用コンデンサ 1 4 と、受電回路 1 5 と、制御回路 1 6 とを備えている。

40

【 0 0 1 4 】

送電回路 1 0 は、商用電源 A C 1 から供給される交流を高周波数の交流に変換して送電コイル 1 2 に供給する回路である。送電回路 1 0 は、送電側整流回路 1 0 0 と、インバータ回路 1 0 1 とを備えている。

【 0 0 1 5 】

送電側整流回路 1 0 0 は、商用電源 A C 1 から供給される交流を整流するとともに昇圧

50

してインバータ回路 101 に供給する回路である。送電側整流回路 100 の入力端は商用電源 AC 1 に、出力端はインバータ回路 101 にそれぞれ接続されている。

【0016】

インバータ回路 101 は、制御回路 16 によって制御され、送電側整流回路 100 から供給される直流を高周波数の交流に変換して送電コイル 12 に供給する回路である。具体的には、4つのスイッチング素子によって構成される周知のHブリッジ回路である。インバータ回路 101 は、4つのスイッチング素子を所定のタイミングでスイッチングさせることで送電側整流回路 100 から供給される直流を高周波数の交流に変換して送電コイル 12 に供給する。インバータ回路 101 の入力端は送電側整流回路 100 の出力端に、出力端は送電側共振用コンデンサ 11 及び送電コイル 12 に、駆動信号入力端は制御回路 16 にそれぞれ接続されている。

10

【0017】

送電側共振用コンデンサ 11 は、送電コイル 12 とともに共振回路を構成する素子である。送電側共振用コンデンサ 11 の一端はインバータ回路 101 の出力端に、他端は送電コイル 12 にそれぞれ接続されている。

【0018】

送電コイル 12 は、インバータ回路 101 から交流が供給されることで交番磁束を発生する素子である。送電コイル 12 は、駐車スペースの地表面の所定位置に設けられている。送電コイル 12 の一端は送電側共振用コンデンサ 11 の他端に、他端はインバータ回路 101 の出力端にそれぞれ接続されている。

20

【0019】

受電コイル 13 は、送電コイル 12 の発生した交番磁束と鎖交することで電磁誘導によって交流を発生する素子である。受電コイル 13 は、駐車スペースに車両を駐車したときに、上下方向に間隔をあけて送電コイル 12 と対向するよう、車両の底部に設けられている。受電コイル 13 の一端は受電側共振用コンデンサ 14 に、他端は受電回路 15 にそれぞれ接続されている。

【0020】

受電側共振用コンデンサ 14 は、受電コイル 13 とともに共振回路を構成する素子である。受電側共振用コンデンサ 14 の一端は受電コイル 13 の一端に、他端は受電回路 15 にそれぞれ接続されている。

30

【0021】

受電回路 15 は、受電側共振用コンデンサ 14 の接続された受電コイル 13 から供給される交流を直流に変換して車載バッテリー B 1 に供給する回路である。受電回路 15 は、受電側整流回路 150 を備えている。

【0022】

受電側整流回路 150 は、受電側共振用コンデンサ 14 の接続された受電コイル 13 から供給される交流を整流し、直流に変換して車載バッテリー B 1 に供給する回路である。受電側整流回路 150 の入力端は受電側共振用コンデンサ 14 の他端と受電コイル 13 の他端に、出力端は車載バッテリー B 1 にそれぞれ接続されている。

【0023】

40

制御回路 16 は、車両制御装置 E 1 から入力される出力電力目標値 P_{com} 、インバータ回路 101 の出力電圧 V_1 及び出力電流 I_1 、受電側整流回路 150 の出力電圧 V_2 及び出力電流 I_2 に基づいてインバータ回路 101 を制御する回路である。ここで、出力電力目標値 P_{com} は、受電側整流回路 150 の出力電力の目標値である。制御回路 16 は、送電側電流センサ 160 と、送電側制御回路 161 と、受電側電流センサ 162 と、受電側制御回路 163 とを備えている。

【0024】

送電側電流センサ 160 は、インバータ回路 101 の出力電流 I_1 を検出し、検出結果を出力する素子である。送電側電流センサ 160 は、インバータ回路 101 と送電側共振用コンデンサ 11 を接続する配線に、配線をクランプするように設けられている。送電側

50

電流センサ 160 の出力端は、送電側制御回路 161 に接続されている。

【0025】

送電側制御回路 161 は、無線通信によって受電側制御回路 163 から受信した出力電力目標値 P_{com} 、受電側整流回路 150 の出力電圧 V_2 及び出力電流 I_2 、自ら検出したインバータ回路 101 の出力電圧 V_1 、送電側電流センサ 160 の検出したインバータ回路 101 の出力電流 I_1 に基づいて、インバータ回路 101 から送電側共振用コンデンサ 11 の接続された送電コイル 12 に高周波数の交流が供給されるようにスイッチング素子を PWM 制御する回路である。送電側制御回路 161 は、スイッチング素子がターンオンする際に、当該スイッチング素子に流れる電流が 0 近傍の所定範囲内になるように、インバータ回路 101 から送電側共振用コンデンサ 11 の接続された送電コイル 12 に供給される交流の周波数を調整する。送電側制御回路 161 の電圧検出端はインバータ回路 101 の出力端に、電流信号入力端は送電側電流センサ 160 の出力端に、駆動信号出力端はインバータ回路 101 の駆動信号入力端にそれぞれ接続されている。

10

【0026】

図 2 に示すように、送電側制御回路 161 は、目標値出力部 161a と、出力電力演算部 161b と、補正值演算部 161c と、目標値補正部 161d と、位相差演算部 161e と、補正值演算部 161f と、目標値補正部 161g と、信号生成部 161h とを備えている。

【0027】

目標値出力部 161a は、入手した出力電力目標値 P_{com} 、入手した送電コイル 12 と受電コイル 13 の結合係数 k 、及び、予め設定されている第 1 マップに基づいて周波数目標値 F_{rq} を求めるブロックである。また、入手した出力電力目標値 P_{com} 、入手した結合係数 k 、及び、予め設定されている第 2 マップに基づいて位相差目標値 $\Delta\theta_{com}$ を求めるブロックでもある。さらに、入手した出力電力目標値 P_{com} 、入手した結合係数 k 、及び、予め設定されている第 3 マップに基づいて出力電圧目標値 $|V_{FF}|$ を求めるブロックでもある。ここで、結合係数 k は、周知の方法、例えば、送電コイル 12 と受電コイル 13 の位置を検出し、検出結果に別途求めたものである。

20

【0028】

図 3 に示すように、第 1 マップは、出力電力目標値 P_{com} と結合係数 k に対する、スイッチング素子がターンオンする際に当該スイッチング素子に流れる電流が 0 近傍の所定範囲内になる周波数目標値 F_{rq} の関係を規定したものである。図 4 に示すように、第 2 マップは、出力電力目標値 P_{com} と結合係数 k に対する位相差目標値 $\Delta\theta_{com}$ の関係を規定したものである。図 5 に示すように、第 3 マップは、出力電力目標値 P_{com} と結合係数 k に対する出力電圧目標値 $|V_{FF}|$ の関係を規定したものである。第 1 ~ 第 3 マップは、実験やシミュレーションによって予め求められ設定されている。

30

【0029】

出力電力演算部 161b は、受電側整流回路 150 の出力電圧 V_2 と出力電流 I_2 から受電側整流回路 150 の実際の出力電力 P_{real} を演算し出力するブロックである。

【0030】

補正值演算部 161c は、出力電力目標値 P_{com} と出力電力演算部 161b の出力する出力電力 P_{real} の偏差を演算するとともに、その偏差を比例、積分演算し、出力電圧目標値 $|V_{FF}|$ を補正するための補正值 $|V_{FB}|$ として出力するブロックである。

40

【0031】

目標値補正部 161d は、目標値出力部 161a の出力する出力電圧目標値 $|V_{FF}|$ に、補正值演算部 161c の出力する補正值 $|V_{FB}|$ を加算して新たな出力電圧目標値 $|V_{com}|$ として出力するブロックである。

【0032】

位相差演算部 161e は、インバータ回路 101 の出力電圧 V_1 を対応する正弦波状の出力電圧に変換した上で、変換した正弦波状の出力電圧とインバータ回路 101 の出力電

50

流 I_1 からインバータ回路 101 の出力電圧と出力電流の実際の位相差 $\Delta\theta$ を演算し出力するブロックである。

【0033】

補正值演算部 161f は、目標値出力部 161a の出力する位相差目標値 $\Delta\theta_{com}$ と位相差演算部 161e の出力する位相差 $\Delta\theta$ の偏差を演算するとともに、その偏差を比例、積分演算し、周波数目標値 $F_{rq} \cdot FF$ を補正するための補正值 $F_{rq} \cdot FB$ として出力するブロックである。

【0034】

目標値補正部 161g は、目標値出力部 161a の出力する周波数目標値 $F_{rq} \cdot FF$ に補正值演算部 161f の出力する補正值 $F_{rq} \cdot FB$ を加算して新たな周波数目標値 $F_{rq} \cdot com$ として出力するブロックである。

10

【0035】

信号生成部 161h は、目標値補正部 161d の出力する新たな出力電圧目標値 $|V_{com}|$ と目標値補正部 161g の出力する新たな周波数目標値 $F_{rq} \cdot com$ に基づいて、インバータ回路 101 のスイッチング素子を PWM 制御するための駆動信号を生成し出力するブロックである。信号生成部 161h は、インバータ回路 101 の出力電圧が出力電圧目標値 $|V_{com}|$ に、インバータ回路 101 の出力する交流の周波数が周波数目標値 $F_{rq} \cdot com$ になるような、インバータ回路 101 のスイッチング素子を PWM 制御するための駆動信号を生成し出力する。具体的には、出力電圧目標値 $|V_{com}|$ を、周波数目標値 $F_{rq} \cdot com$ に応じた周波数の三角波やのこぎり波と比較し、比較結果に基づいて駆動信号を生成し出力する。

20

【0036】

図 1 に示す受電側電流センサ 162 は、受電側整流回路 150 の出力電流 I_2 を検出し、検出結果を出力する素子である。受電側電流センサ 162 は、受電側整流回路 150 と車載バッテリー B1 を接続する配線に、配線をクランプするように設けられている。受電側電流センサ 162 の出力端は、受電側制御回路 163 に接続されている。

【0037】

受電側制御回路 163 は、車両制御装置 E1 から入力された出力電力目標値 P_{com} 、自ら検出した受電側整流回路 150 の出力電圧 V_2 、受電側電流センサ 162 の検出した受電側整流回路 150 の出力電流 I_2 を、無線通信によって送電側制御回路 161 に送信する回路である。受電側制御回路 163 は、送電側制御回路 161 からの要求に応じて、出力電力目標値 P_{com} 、受電側整流回路 150 の出力電圧 V_2 及び出力電流 I_2 の情報を無線通信によって送電側制御回路 161 に送信する。受電側制御回路 163 の出力電力目標値入力端は車両制御装置 E1 に、電圧検出端は受電側整流回路 150 の出力端に、電流信号入力端は受電側電流センサ 162 の出力端にそれぞれ接続されている。

30

【0038】

次に、図 1、図 2、図 6 及び図 7 を参照して第 1 実施形態の非接触給電装置の動作について説明する。

【0039】

駐車スペースに車両を駐車すると、図 1 に示す送電コイル 12 と受電コイル 13 が、上下方向に所定の間隔をあけて対向する。この状態で充電開始ボタン（図略）が押され、充電の開始が指示されると、非接触給電装置 1 は動作を開始する。

40

【0040】

受電側制御回路 163 は、送電側制御回路 161 からの要求に応じて、出力電力目標値 P_{com} 、受電側整流回路 150 の出力電圧 V_2 及び出力電流 I_2 の情報を無線通信によって送電側制御回路 161 に送信する。

【0041】

送電側整流回路 100 は、商用電源 AC1 から供給される交流を整流するとともに昇圧してインバータ回路 101 に供給する。

【0042】

50

送電側制御回路 161 は、出力電力目標値 P_{com} 、受電側整流回路 150 の出力電圧 V_2 及び出力電流 I_2 、インバータ回路 101 の出力電圧 V_1 及び出力電流 I_1 に基づいて、インバータ回路 101 から送電側共振用コンデンサ 11 の接続された送電コイル 12 に高周波数の交流が供給されるようにスイッチング素子を PWM 制御する。

【0043】

図 2 に示す目標値出力部 161a は、入手した出力電力目標値 P_{com} 及び結合係数 k 、並びに、予め設定されている第 1 ~ 第 3 マップに基づいて、周波数目標値 $F_{rq} \cdot FF$ 、位相差目標値 $\Delta \theta \cdot com$ 及び出力電圧目標値 $|V \cdot FF|$ を求める。

【0044】

出力電力演算部 161b は、受電側整流回路 150 の出力電圧 V_2 と出力電流 I_2 から受電側整流回路 150 の出力電力 P_{real} を演算し出力する。補正值演算部 161c は、出力電力目標値 P_{com} と出力電力 P_{real} の偏差を演算するとともに、その偏差を比例、積分演算し、補正值 $|V \cdot FB|$ として出力する。目標値補正部 161d は、出力電圧目標値 $|V \cdot FF|$ に補正值 $|V \cdot FB|$ を加算して新たな出力電圧目標値 $|V \cdot com|$ として出力する。

【0045】

位相差演算部 161e は、インバータ回路 101 の出力電圧 V_1 を対応する正弦波状の出力電圧に変換した上で、変換した正弦波状の出力電圧とインバータ回路 101 の出力電流 I_1 からインバータ回路 101 の出力電圧と出力電流の位相差 $\Delta \theta$ を演算し出力する。補正值演算部 161f は、位相差目標値 $\Delta \theta \cdot com$ と位相差 $\Delta \theta$ の偏差を演算するとともに、その偏差を比例、積分演算し、補正值 $F_{rq} \cdot FB$ として出力する。目標値補正部 161g は、周波数目標値 $F_{rq} \cdot FF$ に補正值 $F_{rq} \cdot FB$ を加算して新たな周波数目標値 $F_{rq} \cdot com$ として出力する。

【0046】

送電側制御回路 161 は、出力電圧目標値に比べ、周波数目標値をより頻繁に補正する。

【0047】

信号生成部 161h は、インバータ回路 101 の出力電圧が出力電圧目標値 $|V \cdot com|$ に、インバータ回路 101 の出力する交流の周波数が周波数目標値 $F_{rq} \cdot com$ になるような、インバータ回路 101 のスイッチング素子を PWM 制御するための駆動信号を生成し出力する。

【0048】

インバータ回路 101 は、4 つのスイッチング素子を駆動信号に従ってスイッチングさせることで送電側整流回路 100 から供給される直流を高周波数の交流に変換して、送電側共振用コンデンサ 11 の接続された送電コイル 12 に供給する。その結果、スイッチング素子がターンオンする際に、当該スイッチング素子に流れる電流が 0 近傍の所定範囲内になるように、インバータ回路 101 から送電側共振用コンデンサ 11 の接続された送電コイル 12 に供給される交流の周波数が調整される。これにより、図 6 に示すように、スイッチング素子がターンオンする際に、当該スイッチング素子に流れる電流を 0 付近に抑えることができる。図 7 に示すような、従来の制御において発生していた、スイッチング素子がターンオンする際に、当該スイッチング素子に大きな電流が流れるような事態を防止することができる。従って、スイッチング素子がターンオンする際に発生するスイッチング損失を抑えることができる。

【0049】

送電側共振用コンデンサ 11 の接続された送電コイル 12 に交流が供給されると、送電コイル 12 は、交番磁束を発生する。

【0050】

受電側共振用コンデンサ 14 の接続された受電コイル 13 は、送電コイル 12 の発生した交番磁束と鎖交することで電磁誘導によって交流を発生する。受電側整流回路 150 は、受電側共振用コンデンサ 14 の接続された受電コイル 13 から供給される交流を整流し

10

20

30

40

50

、直流に変換して車載バッテリー B 1 に供給し、車載バッテリー B 1 を充電する。このようにして、商用電源 A C 1 から車載バッテリー B 1 に非接触で送電することができる。

【 0 0 5 1 】

次に、第 1 実施形態の非接触給電装置の効果について説明する。

【 0 0 5 2 】

第 1 実施形態によれば、送電側制御回路 1 6 1 は、インバータ回路 1 0 1 から送電側共振用コンデンサ 1 1 の接続された送電コイル 1 2 に交流が供給されるようにスイッチング素子を P W M 制御する。そして、スイッチング素子がターンオンする際に、当該スイッチング素子に流れる電流が 0 近傍の所定範囲内になるように、インバータ回路 1 0 1 から送電側共振用コンデンサ 1 1 の接続された送電コイル 1 2 に供給される交流の周波数を調整する。そのため、スイッチング素子がターンオンする際に、当該スイッチング素子に流れる電流を 0 付近に抑えることができる。従って、スイッチング素子がターンオンする際に発生するスイッチング損失を抑えることができる。これにより、インバータ回路 1 0 1 のスイッチング素子を P W M 制御する場合に問題となるスイッチング損失を抑え、電力の伝送効率を向上させることができる。

10

【 0 0 5 3 】

第 1 実施形態によれば、送電側制御回路 1 6 1 は、出力電力目標値 P_{com} と結合係数 k に対する、スイッチング素子がターンオンする際に当該スイッチング素子に流れる電流が 0 近傍の所定範囲内になる周波数目標値 $F_{rq} \cdot FF$ の関係を規定した第 1 マップを有している。そして、入手した出力電力目標値 P_{com} と、入手した結合係数 k と、第 1 マップに基づいて周波数目標値 $F_{rq} \cdot FF$ を求め、インバータ回路 1 0 1 から送電側共振用コンデンサ 1 1 の接続された送電コイル 1 2 に供給される交流の周波数が求めた周波数目標値 $F_{rq} \cdot FF$ になるようにスイッチング素子を P W M 制御する。そのため、スイッチング素子がターンオンする際に、当該スイッチング素子に流れる電流が 0 近傍の所定範囲内になるように、インバータ回路 1 0 1 から送電側共振用コンデンサ 1 1 の接続された送電コイル 1 2 に供給される交流の周波数を確実に調整することができる。

20

【 0 0 5 4 】

第 1 実施形態によれば、送電側制御回路 1 6 1 は、出力電力目標値 P_{com} と結合係数 k に対する位相差目標値 $\Delta \theta \cdot com$ の関係を規定した第 2 マップを有している。そして、入手した出力電力目標値 P_{com} と、入手した結合係数 k と、第 2 マップに基づいて位相差目標値 $\Delta \theta \cdot com$ を求める。さらに、インバータ回路 1 0 1 から送電側共振用コンデンサ 1 1 の接続された送電コイル 1 2 に供給される交流電圧と交流電流の位相差 $\Delta \theta_{real}$ を検出する。その後、求めた位相差目標値 $\Delta \theta \cdot com$ と検出した位相差 $\Delta \theta_{real}$ に基づいて周波数目標値 $F_{rq} \cdot FF$ を補正する。そのため、インバータ回路 1 0 1 から送電側共振用コンデンサ 1 1 の接続された送電コイル 1 2 に供給される交流電圧と交流電流の位相差が何らかの理由によって変動した場合であっても、スイッチング素子がターンオンする際に、当該スイッチング素子に流れる電流が 0 近傍の所定範囲内になるように、インバータ回路 1 0 1 から送電側共振用コンデンサ 1 1 の接続された送電コイル 1 2 に供給される交流の周波数を確実に調整することができる。

30

【 0 0 5 5 】

第 1 実施形態によれば、送電側制御回路 1 6 1 は、出力電力目標値 P_{com} と結合係数 k に対する出力電圧目標値 $|V \cdot FF|$ の関係を規定した第 3 マップを有している。そして、入手した出力電力目標値 P_{com} と、入手した結合係数 k と、第 3 マップに基づいて出力電圧目標値 $|V \cdot FF|$ を求め、インバータ回路 1 0 1 から送電側共振用コンデンサ 1 1 の接続された送電コイル 1 2 に供給する交流電圧が出力電圧目標値 $|V \cdot FF|$ になるようにスイッチング素子を P W M 制御する。そのため、受電側整流回路 1 5 0 の出力電力が出力電力目標値 P_{com} になるようにインバータ回路 1 0 1 から送電側共振用コンデンサ 1 1 の接続された送電コイル 1 2 に供給される交流電圧を確実に制御することができる。

40

【 0 0 5 6 】

50

第1実施形態によれば、送電側制御回路161は、受電側整流回路150の出力電力 P_{real} を検出し、入手した出力電力目標値 P_{com} と検出した出力電力 P_{real} に基づいて出力電圧目標値 $|V_{FF}|$ を補正する。そのため、受電側整流回路150の出力電力が何らかの理由によって変動した場合であっても、出力電力が出力電力目標値 P_{com} になるようにインバータ回路101から送電側共振用コンデンサ11の接続された送電コイル12に供給される交流電圧を確実に制御することができる。

【0057】

送電側制御回路161において、出力電圧目標値を補正することで出力電力の応答性を向上させることができる。一方、周波数目標値を補正することで、周波数の応答性を向上させることができる。しかし、非接触給電装置1の損失を抑えようとした場合、出力電力の応答性を向上させるより、周波数の応答性を向上させた方がより大きな効果を得られる。第1実施形態によれば、送電側制御回路161は、出力電圧目標値に比べ、周波数目標値をより頻繁に補正する。そのため、損失を確実に抑えることができる。

10

【0058】

なお、第1実施形態では、出力電力目標値 P_{com} に基づいて制御を行っている例を挙げているが、これに限られるものではない。出力電力目標値 P_{com} と対応関係を有する、受電側整流回路150の出力電流の目標値である出力電流目標値 I_{com} に基づいて制御を行ってもよい。この場合、図8に示すように、受電側制御回路163による受電側整流回路150の出力電圧の検出が不要になる。また、図9に示すように、図2にあった出力電力演算部161bが不要になる。そして、第1マップ、第2マップ及び第3マップを、出力電流目標値 I_{com} との関係の規定したものにするとともに、補正值演算部161cを、出力電流目標値 I_{com} と出力電流 I_2 に基づいて補正值 $|V_{FB}|$ を求めるものとする。これにより、同様の制御を実現でき、同様の効果を得ることができる。

20

【0059】

第1実施形態では、実験やシミュレーションによって予め求めておいた第1マップ、第2マップ及び第3マップを用いる例を挙げているが、これに限られるものではない。第1マップ、第2マップ及び第3マップに代えて、第1マップ、第2マップ及び第3マップに規定された関係を式で表した第1関係式、第2関係式及び第3関係式を用いるようにしてもよい。

【0060】

30

第1実施形態では、出力電圧目標値 $|V_{FF}|$ 及び周波数目標値 $F_{rq_{FF}}$ を補正している例を挙げているが、これに限られるものではない。変動に対する耐性が低下するが、それが許容範囲内であれば補正しなくてもよい。出力電圧目標値 $|V_{FF}|$ 及び周波数目標値 $F_{rq_{FF}}$ から駆動信号を生成するようにしてもよい。

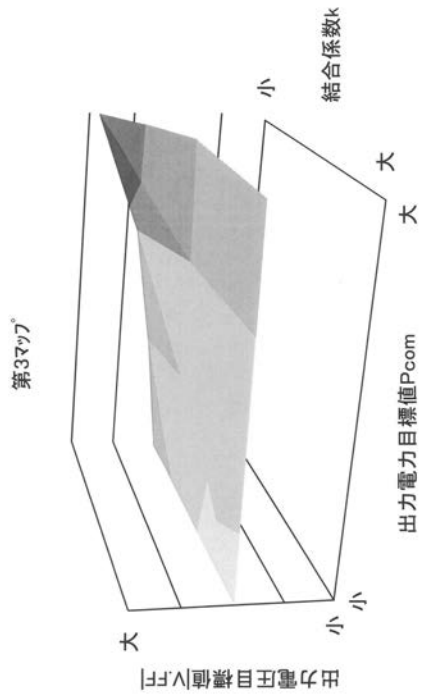
【符号の説明】

【0061】

1・・・非接触給電装置、10・・・送電回路、100・・・送電側整流回路、101・・・インバータ回路、12・・・送電コイル、13・・・受電コイル、15・・・受電回路、150・・・受電側整流回路、16・・・制御回路、161・・・送電側制御回路、163・・・受電側制御回路、E1・・・車両制御装置、AC1・・・商用電源、B1・・・車載バッテリー（給電対象）

40

【 図 5 】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5H730 AA14 AS17 BB27 BB66 CC01 DD02 DD16 EE01 EE59 FD01
FD31 FG05 FG07