

(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2014-220940

(P2014-220940A)

(43) 公開日 平成26年11月20日(2014.11.20)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO2J 7/00 (2006.01)	HO2J 7/00 301D	5G503
HO2J 17/00 (2006.01)	HO2J 17/00 B	
	HO2J 17/00 X	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2013-99486 (P2013-99486)	(71) 出願人	000003078
(22) 出願日	平成25年5月9日 (2013.5.9)		株式会社東芝
			東京都港区芝浦一丁目1番1号
		(74) 代理人	100149803
			弁理士 藤原 康高
		(74) 代理人	100118474
			弁理士 寺脇 秀▲徳▼
		(72) 発明者	竹内 文章
			東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
		(72) 発明者	餅川 宏
			東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

最終頁に続く

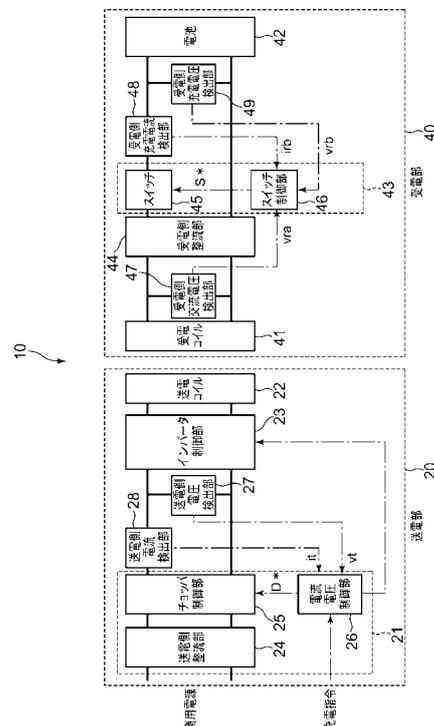
(54) 【発明の名称】 非接触充電システムおよび非接触充電方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】軽量化及び省スペース化が可能であり、充電に最適な電圧、電流を送電部から受電部に供給することが可能な非接触充電方法および非接触充電システムを提供する。

【解決手段】非接触充電システムは、送電部20と受電部40を備え、送電部20は、電流電圧可変部21と送電コイル22を有し、受電部40は受電コイル41と整流部44と電池42と、受電コイル41と電池42の導通を制御するスイッチ45と、スイッチを制御するスイッチ制御部46を有し、スイッチ制御部46は電池42に供給される電圧、電流が所定値になるとスイッチ45に導通を遮断させ、電流電圧可変部21は、スイッチ45が導通を遮断したことによる送電コイル21の電流値低下を検知し、その直前の送電コイル21の電圧値または電流値を記憶し、その後スイッチ45が受電コイル41と電池42とを導通させると、記憶に基づき電圧、電流を送電コイル21に入力する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

送電部と受電部を備える非接触充電システムであって、
前記送電部は、電源に接続し任意の電流値又は電圧値を出力する電流電圧可変部と、
前記電流電圧可変部と導通している送電コイルとを有し、
前記受電部は、前記送電コイルが発する磁場による電磁誘導により電流が流れる受電コイルと、
前記受電コイルに接続している整流部と、
前記受電コイルに前記整流部を介して接続している電池と、
前記受電コイルと前記電池との導通を制御するスイッチと、
前記スイッチの動作を制御するスイッチ制御部を有し、
前記スイッチ制御部は、前記電池の電圧値及び電流値のうち少なくとも一方が予め前記スイッチ制御部に設定された所定の値になったことを検知した時に、前記受電コイルと前記電池との導通を遮断するよう前記スイッチを制御し、前記電流電圧可変部が前記送電コイルに入力されていた電圧値及び電流値のうち少なくとも一方を記憶した後に、前記受電コイルと前記電池とを導通させるよう前記スイッチを制御し、
前記電流電圧可変部は、電圧を徐々に増大させて出力し、前記スイッチが前記受電コイルと電池との導通を遮断したことによる前記送電コイルの電流値の低下を検知し、当該検知に応じて前記送電コイルの電流値が低下する前の前記送電コイルに入力されていた電圧値または電流値のうち少なくとも一方を記憶し、前記記憶に基づく電流値または電圧値を前記送電コイルに入力する非接触充電システム。

10

20

【請求項 2】

前記スイッチ制御部は、前記電池の電流値が予め前記スイッチ制御部に設定された充電既定電流値に達したことを検知した時に、前記受電コイルと前記電池との導通を遮断するよう前記スイッチを制御し、
前記電流電圧可変部は、前記スイッチが前記受電コイルと前記電池との導通を遮断したことによる前記送電コイルの電流値の低下を検知し、当該検知に応じて前記送電コイルの電流値が低下する前の前記送電コイルの電流値を送電最大電流値として記憶し、前記送電最大電流値に基づいて決定される一定の電流値を前記送電コイルに入力する請求項 1 に記載の非接触充電システム。

30

【請求項 3】

前記スイッチ制御部は、前記電池の電圧値が予め前記スイッチ制御部に設定された充電既定電圧値に達したことを検知した時に、前記受電コイルと前記電池との導通を遮断するよう前記スイッチを制御し、
前記電流電圧可変部は、前記スイッチが前記受電コイルと前記電池との導通を遮断したことによる前記送電コイルの電流値の低下を検知し、当該検知に応じて前記送電コイルの電流値が低下する前の前記送電コイルの電圧値を送電最大電圧値として記憶し、前記送電最大電圧値に基づいて決定される一定の電圧値を前記送電コイルに入力する請求項 1 または請求項 2 に記載の非接触充電システム。

40

【請求項 4】

前記送電コイルに対して前記送電最大電圧値に基づく一定の電圧値の入力が開始された後に、
前記スイッチ制御部は、前記電池の電流値が予め前記スイッチ制御部に設定された充電完了電流値に達したことを検知した時に、前記受電コイルと前記電池との導通を遮断するよう前記スイッチを制御し、
前記電流電圧可変部は、前記スイッチが前記受電コイルと前記電池との導通を遮断したことによる前記送電コイルの電流値の低下を検知し、当該検知に応じて前記送電コイルへの電圧の入力を停止する請求項 3 に記載の非接触充電システム。

【請求項 5】

前記電流電圧可変部は前記記憶の後に前記送電コイルへの電圧の入力を停止し、

50

前記スイッチ制御部は、前記送電コイルへの電圧の入力が停止されたことによる受電コイルの電圧値の低下を検知すると、前記受電コイルと前記電池とを導通させるよう前記スイッチを制御する請求項1乃至請求項4に記載の非接触充電システム。

【請求項6】

前記スイッチ制御部は時間を計測することが可能な構成を有し、
前記電池の電圧値及び電流値のうち少なくとも一方が予め前記スイッチ制御部に設定された所定の値になった時点から、前記電流電圧可変部が前記記憶のために必要な時間が経過した後に、前記受電コイルと前記電池とを導通させるよう前記スイッチを制御する請求項1乃至請求項4に記載の非接触充電システム。

【請求項7】

送電部と受電部を備え、
前記送電部は、電源に接続し任意の電圧値又は電流値を出力する電流電圧可変部と、
前記電流電圧可変部と導通している送電コイルとを有し、
前記受電部は、前記送電コイルが発する磁場による電磁誘導により電流が流れる受電部側コイルと、

前記受電コイルに接続している整流部と、
前記受電コイルに前記整流部を介して接続している電池と、
前記受電コイルと前記電池との導通を制御するスイッチと、
前記スイッチの動作を制御するスイッチ制御部とを有する非接触充電装置における非接触充電方法であって、

前記電流電圧可変部は、電圧を徐々に増大させて出力し、
前記スイッチ制御部は前記電池の電流値が予め前記スイッチ制御部に設定された充電既定電流値に達したことを検知して前記受電コイルと前記電池との導通を遮断するよう前記スイッチを制御し、

前記電流電圧可変部は、前記スイッチが前記受電コイルと前記電池との導通を遮断したことによる前記送電コイルの電流値の低下を検知し、当該検知に応じて前記送電コイルの電流値が低下する前の前記送電コイルに流れていた電流値を記憶し前記送電コイルへの電流の入力を停止する充電既定電流値検出ステップと、

前記充電既定電流値検出ステップの後、前記スイッチ制御部は前記受電コイルと前記電池とを導通させるよう前記スイッチを制御し、前記電流電圧可変部は前記送電最大電流値に基づいて決定される一定の電流値を前記送電コイルに入力する定電流充電ステップと、
前記スイッチ制御部は前記電池の電流値が予め前記スイッチ制御部に設定された充電既定電圧値に達したことを検知して前記受電コイルと前記電池との導通を遮断するよう前記スイッチを制御し、

前記電流電圧可変部は、前記スイッチが前記受電コイルと前記電池との導通を遮断したことによる前記送電コイルの電流値の低下を検知し、当該検知に応じて前記送電コイルの電流値が低下する前の前記送電コイルに入力されていた電圧値を記憶し前記送電コイルへの電圧の入力を停止する充電既定電圧値検出ステップと、

前記充電既定電圧値検出ステップの後、前記スイッチ制御部は前記受電コイルと前記電池とを導通させるよう前記スイッチを制御し、前記電流電圧可変部は前記送電最大電圧値に基づいて決定される一定の電流値を前記送電コイルに入力する定電圧充電ステップと、
前記充電既定電圧値検出ステップの後、前記スイッチ制御部は前記電池の電流値が予め前記スイッチ制御部に設定された充電既定電流値に達したことを検知して、前記受電コイルと前記電池を遮断するよう前記スイッチを制御し、

前記電流電圧可変部は前記スイッチが前記受電コイルと前記電池との導通を遮断したことによる前記送電コイルの電流値の低下を検知して、前記送電コイルへの電流の入力を停止する充電完了ステップと、
を備える非接触充電方法。

【請求項8】

前記定電流充電ステップ及び前記定電圧充電ステップにおいて前記スイッチ制御部は、

10

20

30

40

50

前記電流電圧可変部が前記送電コイルへの電圧の入力を停止したことによる前記受電コイルの電圧値の低下を検知し、前記受電コイルと前記電池とを導通させるよう前記スイッチを制御する請求項7に記載の非接触充電方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は非接触充電システムおよび非接触充電方法に関する。

【背景技術】

【0002】

無人搬送車や輸送ロボット等の移動機器の多くは、モータを動力源、電池を電源として使用しており、電池を充電する必要がある。これまで電池の充電は、機器本体から電池を取り外して充電器に接続する方法や、電池を格納している機器本体に充電器のケーブルを接続する等の方法で行なわれてきた。

10

【0003】

近年、非接触電力給電技術が実用化され、前述したような移動機器においても、電池への充電を非接触充電によって行うことが考えられている。非接触充電装置は、電源を有する送電部と電池を有する受電部を備える。非接触充電とは、送電部と受電部の間で端子を介することなく、電力の授受を行なうことである。

【0004】

非接触充電によって充電される移動機器は、非接触充電装置のうち受電部を搭載しており、受電部に組み込まれた電池を電源として動作する。そして、移動装置は電池の充電が必要な場合には送電部付近に移動し、受電部を送電部に接近させることで非接触充電を行なう。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2011-45195号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

電池を電源として動作する移動機器は、使用可能な電力が限られており、動作時間を長くするためには重量をできるだけ低減させる必要がある。そのため、移動機器に搭載される受電部を軽量化させる必要がある。送電部においても、設置箇所の制約を少なくするため、送電部の設置スペースを低減させ、重量を軽量化させる必要がある。

30

【0007】

また、非接触充電を行なう際、受電部と送電部の位置関係には毎回ズレが生じ、送電部が受電部に供給する電力と送電部が受け取る電力との相対関係は、充電のたびに变化する。そのため、充電に最適な電力を電池に供給するために、送電側が受電側に供給する電力は毎回異なる。

【0008】

40

そのため本発明は、軽量化及び省スペース化することが可能であって、充電に最適な電力を送電部から受電部に供給することが可能な非接触充電方法および非接触充電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】

【0009】

上記目的を達成するため、実施形態の非接触充電システムは、送電部と受電部を備える非接触充電システムであって、送電部は、電源に接続し任意の電流値又は電圧値を出力する電流電圧可変部と、電流電圧可変部と導通している送電コイルとを有し、受電部は、送電コイルが発する磁場による電磁誘導により電流が流れる受電コイルと、受電コイルに接続している整流部と、受電コイルに整流部を介して接続している電池と、受電コイルと電

50

池との導通を制御するスイッチと、スイッチの動作を制御するスイッチ制御部を有し、スイッチ制御部は、電池の電圧値及び電流値のうち少なくとも一方が予めスイッチ制御部に設定された所定の値になったことを検知した時に、受電コイルと電池との導通を遮断するようスイッチを制御し、電流電圧可変部が送電コイルに入力されていた電圧値及び電流値のうち少なくとも一方を記憶した後に、受電コイルと電池とを導通させるようスイッチを制御し、電流電圧可変部は、電圧を徐々に増大させて出力し、スイッチが受電コイルと電池との導通を遮断したことによる送電コイルの電流値の低下を検知し、当該検知に応じて送電コイルの電流値が低下する前の送電コイルに入力されていた電圧値または電流値のうち少なくとも一方を記憶し、記憶に基づく電流値または電圧値を送電コイルに入力するものとする。

10

【0010】

また、上記目的を達成するため、実施形態の非接触充電方法は、送電部と受電部を備え、送電部は、電源に接続し任意の電圧値又は電流値を出力する電流電圧可変部と、電流電圧可変部と導通している送電コイルとを有し、受電部は、送電コイルが発する磁場による電磁誘導により電流が流れる受電部側コイルと、受電コイルに接続している整流部と、受電コイルに整流部を介して接続している電池と、受電コイルと電池との導通を制御するスイッチと、スイッチの動作を制御するスイッチ制御部とを有する非接触充電装置における非接触充電方法であって、電流電圧可変部は、電圧を徐々に増大させて出力し、スイッチ制御部は電池の電流値が予めスイッチ制御部に設定された充電既定電流値に達したことを検知して受電コイルと電池との導通を遮断するようスイッチを制御し、電流電圧可変部は、スイッチが受電コイルと電池との導通を遮断したことによる送電コイルの電流値の低下を検知し、当該検知に応じて送電コイルの電流値が低下する前の送電コイルに流れていた電流値を記憶し送電コイルへの電流の入力を停止する充電既定電流値検出ステップと、充電既定電流値検出ステップの後、スイッチ制御部は受電コイルと電池とを導通させるようスイッチを制御し、電流電圧可変部は送電最大電流値に基づいて決定される一定の電流値を送電コイルに入力する定電流充電ステップと、スイッチ制御部は電池の電流値が予めスイッチ制御部に設定された充電既定電圧値に達したことを検知して受電コイルと電池との導通を遮断するようスイッチを制御し、電流電圧可変部は、スイッチが受電コイルと電池との導通を遮断したことによる送電コイルの電流値の低下を検知し、当該検知に応じて送電コイルの電流値が低下する前の送電コイルに入力されていた電圧値を記憶し送電コイルへの電圧の入力を停止する充電既定電圧値検出ステップと、充電既定電圧値検出ステップの後、スイッチ制御部は受電コイルと電池とを導通させるようスイッチを制御し、電流電圧可変部は送電最大電圧値に基づいて決定される一定の電流値を送電コイルに入力する定電圧充電ステップと、充電既定電圧値検出ステップの後、スイッチ制御部は電池の電流値が予めスイッチ制御部に設定された充電既定電流値に達したことを検知して、受電コイルと電池とを遮断するようスイッチを制御し、電流電圧可変部はスイッチが受電コイルと電池との導通を遮断したことによる送電コイルの電流値の低下を検知して、送電コイルへの電流の入力を停止する充電完了ステップと、を備えるものとする。

20

30

【図面の簡単な説明】**【0011】**

- 【図1】第1の実施形態の非接触充電システムのブロック図。
 - 【図2】第1の実施形態の非接触充電方法のタイミングチャート。
 - 【図3】第1の実施形態の非接触充電方法のフローチャート。
 - 【図4】第2の実施形態の非接触充電方法のタイミングチャート。
- 【発明を実施するための形態】**

40

【0012】

以下本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。

【0013】

(第1の実施形態)

以下第1の実施形態について図1乃至図3を参照しながら説明する。図1は第1の実施

50

形態の非接触充電システムのブロック図である。図 2 は第 1 の実施形態の非接触充電方法のタイミングチャートである。図 3 は、第 1 の実施形態の非接触充電方法のフローチャートである。

【 0 0 1 4 】

(構成)

以下に本実施形態の構成について図 1 を用いて説明する。本実施形態における非接触充電装置 1 0 は、商用電源に接続している送電部 2 0 と、無人搬送車や輸送ロボット等の移動機器に搭載される受電部 4 0 とを備える。

【 0 0 1 5 】

まず、送電部 2 0 について説明する。送電部 2 0 は、商用電源の電力を任意の電流値又は電圧値に変換して出力する電流電圧可変部 2 1 と、電流電圧可変部 2 1 と導通している送電コイル 2 2 とを有する。電流電圧可変部 2 1 と送電コイル 2 2 の間にはインバータ制御部 2 3 が設けられている。インバータ制御部 2 3 は、電流電圧可変部 2 1 から入力された直流電圧を任意の周波数の交流電圧に変換し、送電コイル 2 2 に入力する。

10

【 0 0 1 6 】

次に、電流電圧可変部 2 1 について説明する。電流電圧可変部 2 1 は送電側整流部 2 4 とチョッパ制御部 2 5 と電流電圧制御部 2 6 を備える。送電側整流部 2 4 は商用電源から供給された交流電圧を直流電圧に変換する。チョッパ制御部 2 5 には送電側整流部 2 4 によって変換された直流電圧が入力される。チョッパ制御部 2 5 は電流電圧制御部 2 6 によって制御され、任意の電圧値または電流値を出力しインバータ制御部 2 3 に入力する。インバータ制御部 2 3 も電流電圧制御部 2 6 によって稼働が制御される。

20

【 0 0 1 7 】

また、送電部 2 0 はチョッパ制御部 2 5 からインバータ制御部 2 3 に入力される電流値を測定する送電側電流検出部 2 8 と、インバータ制御部 2 3 にかかる電圧値を測定する送電側電圧検出部 2 7 を有する。送電側電流検出部 2 8 が測定した電流値を i_t と呼称し、送電側電圧検出部 2 7 が測定した電圧値を v_t と呼称する。 i_t は送電コイル 2 2 に流れる電流値に相当し、 v_t は送電コイル 2 2 にかかる電圧値に相当する。

【 0 0 1 8 】

電流電圧制御部 2 6 は、送電側電流検出部 2 8 と送電側電圧検出部 2 7 が検出する i_t と v_t を監視している。そして、電流電圧制御部 2 6 は i_t と v_t に基づいてチョッパ制御部 2 5 及びインバータ制御部 2 3 を制御する。

30

【 0 0 1 9 】

次に、受電部 4 0 について説明する。受電部 4 0 は受電コイル 4 1 と、受電コイル 4 1 と導通している電池 4 2 と、受電コイル 4 1 と電池 4 2 との導通を制御するスイッチ部 4 3 とを有する。スイッチ部 4 3 はスイッチ 4 5 とこのスイッチ 4 5 を制御するスイッチ制御部 4 6 を備える。また、送電コイル 2 2 に電流が流れることで送電コイル 2 2 の周囲には磁場が形成され、送電コイル 2 2 周囲の電磁誘導によって受電コイル 4 1 に電流が流れる。

【 0 0 2 0 】

受電コイル 4 1 とスイッチ部 4 3 との間には受電側整流部 4 4 が設けられている。受電側整流部 4 4 は受電コイル 4 1 から入力された交流電圧を直流電圧に変換し、スイッチ部 4 3 を介して電池 4 2 に供給する。

40

【 0 0 2 1 】

また、受電部 4 0 には受電コイル 4 1 にかかる電圧を検出する受電側交流電圧検出部 4 7 と、電池 4 2 の電流値を測定する受電側充電電流検出部 4 8 と、電池 4 2 の電圧を検出する受電側充電電流検出部 4 9 が設けられている。受電側交流電圧検出部 4 7 が測定した電圧値を v_{ra} 、受電側充電電流検出部 4 8 が検出した電流値を i_{rb} 、受電側充電電流検出部 4 9 が検出した電圧値を v_{rb} と呼称する。

【 0 0 2 2 】

スイッチ制御部 4 6 は、受電側交流電圧検出部 4 7、受電側充電電流検出部 4 8 及び受

50

電側充電電流検出部 49 で検出される v_{ra} 、 i_{rb} 、 v_{rb} を監視している。そしてスイッチ制御部 46 は v_{ra} 、 i_{rb} 、 v_{rb} に基づいてスイッチ 45 を制御する。なお、スイッチ 45 が ON 状態であるとき、受電コイル 41 と電池 42 は導通しており、スイッチ 45 が OFF 状態であるとき、受電コイル 41 と電池 42 との導通は遮断されているものとする。

【0023】

ここで、送電コイル 22 と受電コイル 41 の関係について記載する。送電コイル 22 と受電コイル 41 は電磁誘導及び相互誘導により、送電コイル 22 の電圧値と電流値は、受電コイルの電圧値と電流値と相関関係にある。つまり、 v_t と v_{ra} は互いに対応した値であり、 i_t と i_{rb} も互いに対応した値である。

10

【0024】

そのため、受電部 40 で電池の電流値及び電圧値の変化を、送電部 20 における電流値及び電圧値の変化として検出することが可能である。

【0025】

(非接触充電方法)

次に非接触充電方法について図 2 と図 3 を用いて説明する。図 2 において横軸は時刻を示し、縦軸は各部の状態(電圧、電流、スイッチの状態等)を示す。

【0026】

本実施形態の充電は定電流定電圧充電である。定電流定電圧充電では、まず、電池に一定の電流値を保って供給する定電流充電を行なう。そして、定電流充電により電池の電圧が上昇し既定の電圧に達すると、一定の電圧値を保って電池に供給する定電圧充電を行なう。そして電池の電流値が低下し、充電完了電流値に達すると充電を完了させる。

20

【0027】

以下に本実施形態における非接触充電方法を説明する。充電を開始する際、受電部 40 は送電部 20 に接近し、図 1 のように受電コイル 41 と送電コイル 22 は近接している。また、スイッチ 45 は ON 状態となっている。

【0028】

まず、充電開始ステップ S1 について説明する。充電開始時刻を時刻 t_0 とする。時刻 t_0 のとき、電流電圧制御部 26 に充電を開始させる充電指令が入力され、電流電圧制御部 26 はチョッパ制御部 25 に対しデューティ信号 (D^*) を出力し、インバータ制御部 23 に稼働信号を入力する。チョッパ制御部 25 は D^* の強度に基づいて直流電圧を出力し、インバータ制御部 23 を介して、送電コイル 22 に交流電圧を入力する。そして、送電側電圧検出部 27 では D^* に対応する v_t が検出され、送電コイル 22 には v_t に対応する電圧がかかり、受電側交流電圧検出部 47 において v_{ra} が検出される。

30

【0029】

なお、充電指令は、受電部 40 と送電部 20 が充電可能な関係になったことにより、出力されるものとする。例えば、作業員が目視で受電部 40 と送電部 20 が充電可能な位置になったと判断し、充電指令を送電部 20 に出力するものとしてもよい。また、送電部 20 に受電部 40 との位置関係等を把握するためのセンサーを取り付け、センサーが受電部 40 と送電部 20 が充電可能な位置になったことを検出し、充電指令を送電部 20 に出力するものとしてもよい。

40

【0030】

時刻 t_0 以降、電流電圧制御部 26 は D^* を 0 から徐々に増大するように出力する。 D^* が増大するのに合わせて v_t 及び v_{ra} も徐々に増大する。しかし、時刻 t_0 から t_1 の期間においては、 v_{ra} が v_{rb} よりも低いため電池に電流は流れず、受電側充電電流検出部 48 において i_{rb} は検出されない。

【0031】

時刻 t_1 のとき v_{ra} が v_{rb} と等しくなり、時刻 t_1 以降では受電コイル 41 から電池 42 に電流が流れ始め、受電側充電電流検出部 48 において i_{rb} が検出される。送電側電流検出部 28 では i_{rb} に対応する i_t が検出される。電流電圧制御部 26 では、 i

50

t が検出されたことを検知すると、 i_t が徐々に増大するように D^* の強度を徐々に増大させてチョッパ制御部 25 に D^* を入力する。これにより時刻 t_1 以降もチョッパ制御部 25 から出力される電圧は徐々に増大し続け、 i_t も徐々に増大し i_{rb} も増大していく。

【0032】

次に、充電既定電流検出ステップ S2 について説明する。充電の際、電池に過度な電流値を流すことは好ましくないため、充電時に安全に流すことが可能な電流値として充電既定電流値が電池固有に決められている。充電既定電流検出ステップ S2 では、 i_{rb} が充電既定電流値であるときの i_t の値を求めるステップである。

【0033】

時刻 t_2 のとき、 i_{rb} が充電既定電流値に達する。スイッチ制御部 46 にはあらかじめ充電既定電流値が設定されており、スイッチ制御部 46 は i_{rb} が充電既定電流値に達したことを検知すると、スイッチ 45 への指令 S^* を OFF とし、スイッチ 45 を OFF 状態にさせる。すると回路が遮断されて i_{rb} は 0 となり、 i_t も i_{rb} に対応して 0 となる。なお、図 2 において時刻 t_2 のとき、実際には i_t には微弱な励磁電流が流れ続けるが、本実施形態では 0 として説明する。

【0034】

i_t が 0 となると電流電圧制御部 26 は、 i_t が 0 になる直前の i_t を送電最大電流値として記憶する。送電最大電流値は、 i_{rd} が充電既定電流値であるときに対応する i_t の値とほぼ等しい。なお、実際には、電流電圧制御部 26 は i_t が 0 となった時ではなく、 i_t が急激に減少したことを検知し、 i_t が急激に減少する直前の i_t を送電最大電流値として記憶するものとする。または、電流電圧制御部 26 に予め閾値を設定しておき、 i_t が閾値以下となったことを検知して、 i_t が閾値以下となる直前の i_t を送電最大電流値として記憶するものとする。

【0035】

そして、送電最大電流値を記憶した後の時刻 t_3 において、電圧電流制御部 26 は D^* を 0 とし、また、インバータ制御部 23 に停止信号を出力する。 D^* が 0 となったことにより v_t は 0 となり、送電コイル 21 にかかる電圧も 0 となる。送電コイル 21 にかかる電圧が 0 となるため、 v_{ra} も 0 となる。

【0036】

次に定電流充電ステップ S3 について説明する。スイッチ制御部 46 は、時刻 t_3 において v_{ra} が 0 となったことを検知して、スイッチ 45 に ON の指令 S^* を出力する。そして時刻 t_4 において、スイッチ 45 は ON 状態となる。電流電圧制御部 26 は、時刻 t_3 で D^* を 0 とした瞬間からタイマー等で時間を計測しており、時刻 t_5 のときに、 i_t が送電最大電流値の 95% の値となるように D^* を出力し、インバータ制御部 23 に稼働信号を出力し、定電流充電を開始させる。そして、電池 42 には i_t と i_{rb} の対応関係により、充電既定電流値の 95% に当たる電流値が供給される。定電流充電による充電が進むにつれて電池 42 の電圧は上昇していくため、 v_{rb} 及び v_{ra} は上昇し、 v_{rb} に対応して v_t も上昇していく。なお、定電流充電時の i_t は送電最大電流値に基づいて定められていればよく、送電最大電流値の 95% の値には限られない。

【0037】

そして、時刻 t_6 のとき v_{rb} はスイッチ制御部 46 に予め設定された充電既定電圧値に達し、スイッチ制御部 46 は v_{rb} が充電既定電圧値に達したことを検知する。スイッチ制御部 46 はスイッチ 45 への指令 S^* を OFF とし、スイッチ 45 は OFF 状態となる。すると回路が遮断されて i_{rb} は 0 となり、 i_t も i_{rb} に対応して 0 となり、定電流充電が完了する。

【0038】

次に、充電既定電圧検出ステップ S4 について説明する。充電の際、電池に過度な電圧をかけることは好ましくないため、充電時に安全に印加することが可能な電圧値として充電既定電圧値が電池固有に決められている。充電既定電圧検出ステップ S2 では、 v_{rb}

10

20

30

40

50

が充電既定電圧値であるときの v_t の値を求めるステップである。

【0039】

時刻 t_6 において i_t が 0 となると電流電圧制御部 26 は、 i_t が 0 になる直前の v_t を送電最大電圧値として記憶する。送電最大電圧値は、 v_{rb} が充電既定電流値であるときに対応する v_t の値とほぼ等しい。なお、電流電圧制御部 26 は充電既定電流検出ステップ S2 と同様の手段で、 i_t が 0 となったことを検出するものとする。

【0040】

また、受電側充電電圧検出部 49 で検出される v_{rb} は電池 42 の電圧と電池 42 の内部抵抗にかかる電圧値の和である。時刻 t_6 において、スイッチが OFF となり i_{rb} が 0 となるため、電池の電流値が 0 となり、電池の内部抵抗にかかる電圧が 0 となる。そのため時刻 t_6 において v_{rb} は、内部抵抗にかかっていた電圧分だけ充電既定電圧値から低下する。

10

【0041】

そして電流電圧制御部 26 が送電最大電圧値を記憶した時刻 t_7 において、電流電圧制御部 26 は D^* を 0 とし、インバータ制御部 23 に停止信号を出力し、送電コイル 22 への電圧の入力を停止させる。そのため、送電コイル 21 にかかる電圧は 0 となり、 v_{ra} も 0 となる。

【0042】

つぎに定電圧充電ステップ S5 を行なう。スイッチ制御部 46 は、時刻 t_7 において v_{ra} が 0 となったことを検知し、スイッチ 45 に ON の指令 S^* を出力し、時刻 t_8 においてスイッチ 45 は ON となる。電流電圧制御部 26 はタイマー等で、時刻 t_7 で D^* を 0 とした瞬間から時間を計測しており、時刻 t_9 のときに、 v_t が送電最大電圧値の 98% の値となるように D^* を出力し、インバータ制御部 23 に稼働信号を出力し、定電圧充電を開始させる。

20

【0043】

なお、送電コイル 41 を介して電池 42 に供給される電圧である v_t が最大充電電圧値の 98% の値であるため、電池 42 の電流値 i_{rb} も v_{rb} が充電既定電圧値であったときよりも、2% 程度低い値となる。そのため、時刻 t_9 において電池 42 の内部抵抗にかかる電圧値は、充電既定電圧値よりも小さく、時刻 t_9 における v_{rb} は充電既定電圧値よりも小さい値となる。また、定電圧充電による充電が進むにつれて i_{rb} は減少し、内部抵抗にかかる電圧も減少していく。よって、一連の非接触充電のステップにおいて、時刻 t_6 以降で v_{rb} が充電既定電圧以上となることはない。

30

【0044】

なお、定電流充電時の v_t は送電最大電圧値に基づいて定められていればよく、送電最大電圧値の 98% の値には限られない。

【0045】

そして、時刻 t_{10} において、スイッチ制御部 46 は i_{rb} が予めスイッチ制御部 46 に設定された充電完了電流値に達したことを検知し、スイッチ 45 への指令 S^* を OFF とし、スイッチ部 45 は OFF 状態となる。回路が遮断されたことにより i_{rb} は 0 となり、 i_t も i_{rb} に対応して 0 となる。電流電圧制御部 26 は時刻 t_{10} において i_t が 0 となったことを検知すると、時刻 t_{11} において D^* を 0 とし、インバータ制御部 23 に停止信号を出力し、送電コイル 22 への電圧の入力を停止させる。そのため、送電コイル 21 にかかる電圧は 0 となり、送電コイル 42 にかかる電圧も 0 となって v_{ra} も 0 となり、定電圧充電が完了する。

40

【0046】

次に、充電完了ステップ S6 を行なう。スイッチ制御部 46 は、時刻 t_{11} において v_{ra} が 0 となったことを検知し、時刻 t_{12} においてスイッチ 45 に ON の指令 S^* を出力し、スイッチ 45 は ON 状態となる。そして、次の充電に備える。

【0047】

なお、スイッチ制御部 46 は、定電圧定電流充電の一連のステップの内どのステップが

50

行われているか把握することが可能であり、予め設定してある充電既定電流値と充電既定電圧値、充電完了電流値の内、いずれを検出すべきか判断することが可能である。例えば、スイッチ制御部 46 は、充電が開始されるとまず i_{rb} を監視して充電既定電流値を検出する。そして、次に行われるのは定電流充電ステップであると判断して、 v_{rb} を監視し充電既定電圧値を検出する。そして、スイッチ制御部 46 は、充電既定電流値を検出すると、次に行われるのは充電完了ステップであると判断して、 i_{rb} を監視し、充電完了電流値を検出する。

【0048】

(効果)

以下、本実施形態の非接触充電方法および非接触充電システムの効果について記載する。本実施形態の非接触充電方法および非接触充電システムでは、 i_{rb} または v_{rb} が所定の値になったときにスイッチ 46 を OFF とすることで i_t が 0 になるため、送電部 20 は電池の電流が所定の値になったことを検知することができる。また、送電部 20 は i_t が 0 になったときの v_t または i_t の値を求めることで、 i_{rb} または v_{rb} が所定の値になったときの v_t または i_t の値を求めることができる。

10

【0049】

そのため、送電部 20 と受電部 40 に、電池の電圧および電流の値を送受信するための通信器等の構成が無くても、充電に最適な電圧および電流を送電部から受電部に供給することが可能である。そして、通信機等を搭載していない分、従来に比べて受電部 40 の構成を簡素化し、軽量化することが可能である。

20

【0050】

また、送電部 20 は、 i_{rb} または v_{rb} が所定の値となったときの i_t または v_t を検出するため、 i_{rb} と i_t の対応関係および v_{rb} と v_t の対応関係を計算により求める必要がない。そのため、送電部 20 には、 i_{rb} と i_t の対応関係および v_{rb} と v_t の対応関係を算出するための計算機等の構成が必要ない。よって、送電部 20 の構成を簡素化し、設置スペースを低減させ、重量を軽量化することが可能である。

【0051】

また、本実施形態では i_{rb} と i_t の対応関係および v_{rb} と v_t の対応関係を計算により求める必要がないため、計算に要する時間の分だけ、充電にかかる時間を短縮することが可能である。

30

【0052】

また、本実施形態では、電流電圧制御部 26 が送電最大電流値を記憶した後、 v_{ra} が 0 となったことをスイッチ制御部 46 が検出した後に定電流充電が開始される。そのため、定電流充電が開始されるのは、必ず電流電圧制御部 26 が送電最大電流値を記憶した後となる。よって、電池に充電既定電流以上の電流が流れることが無く、充電時の安全性を保つことが可能である。また、定電圧充電の際も同様に、電流電圧制御部 26 が送電最大電圧値を記憶した後定電圧充電が開始されるため、電池に充電既定電圧値以上の電圧になることが無く、充電時の安全性を保つことが可能である。

【0053】

(第2の実施形態)

以下第2の実施形態について図4を用いて説明する。図4は本実施形態の非接触充電方法のタイミングチャートである。なお、第1の実施形態と同一の構成には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。また、本実施形態における非接触充電システムの構成は、第1の実施形態における非接触充電システムと同様であるが、本実施形態におけるスイッチ制御部 46 はタイマー等の時間を計測できる構成を有するものとする。

40

【0054】

(非接触充電方法)

本実施形態における非接触充電方法について図4を用いて説明する。本実施形態における非接触充電方法も第1の実施形態と同様のステップを備える。充電開始ステップ S1 は、第1の実施形態と同様である。

50

【 0 0 5 5 】

充電既定電流検出ステップ S 2 について説明する。時刻 t_2 のとき、 i_{rb} が充電既定電流値に達すると、スイッチ制御部 4 6 はスイッチ 4 5 への指令 S^* を OFF とし、 i_t および i_{rb} は 0 となる。電流電圧制御部 2 6 は、 i_t が 0 になったことを検知し、 i_t が 0 になる直前の i_t を送電最大電流値として記憶する。そして、電流電圧制御部 2 6 は送電最大電流値を記憶した後、送電コイル 2 2 に送電最大電流値以下の電流を入力するようチョッパ制御部 2 5 に D^* を入力する。なお、スイッチ制御部 4 6 は i_{rb} が充電既定電流値になったことを検出した瞬間から、タイマーを作動させ、時間を計測する。

【 0 0 5 6 】

次に定電流充電ステップ S 3 について説明する。スイッチ制御部 4 6 は時間を計測しており、電流電圧制御部 2 6 が送電最大電流値を記憶するために十分な時間が経過した後である時刻 t_4 において、スイッチ 4 5 に ON の指令 S^* を出力する。スイッチ 4 5 は ON 状態となり、時刻 t_5 において i_{rb} および i_t が検出される。電流電圧制御部 2 6 は i_t が検出されると、 i_t が送電最大電流値の 95% の値となるように D^* をチョッパ制御部 2 5 に出力し、インバータ制御部 2 3 に稼働信号を出力し、定電流充電を開始させる。

10

【 0 0 5 7 】

そして、時刻 t_6 において、スイッチ制御部 4 6 は v_{rb} が充電既定電圧に達したことを検知し、スイッチ 4 5 を OFF 状態とさせ、 i_{rb} および i_t は 0 となる。また、スイッチ制御部 4 6 は i_{rb} が充電既定電流値になったことを検出した瞬間から、時間を計測する。

20

【 0 0 5 8 】

次に、充電既定電圧検出ステップ S 4 について説明する。電流電圧制御部 2 6 は、時刻 t_6 において i_t が 0 になったことを検知し、 i_t が 0 になる直前の v_t を送電最大電圧値として記憶する。そして、電流電圧制御部 2 6 は送電最大電圧値を記憶した後、送電コイル 2 2 に送電最大電圧値以下の電圧を入力するようチョッパ制御部 2 5 に D^* を入力する。

【 0 0 5 9 】

次に定電圧充電ステップ S 5 について説明する。スイッチ制御部 4 6 は時間を計測しており、電流電圧制御部 2 6 が送電最大電圧値を記憶するために十分な時間が経過した後である時刻 t_8 において、スイッチ 4 5 に ON の指令 S^* を出力する。スイッチ 4 5 は ON 状態となり、時刻 t_9 において i_{rb} および i_t が検出される。電流電圧制御部 2 6 は i_t が検出されると、 i_t が最大充電電圧値の 98% の値となるように D^* をチョッパ制御部 2 5 に出力し、インバータ制御部 2 3 に稼働信号を出力し、定電圧充電を開始させる。

30

【 0 0 6 0 】

そして、時刻 t_{10} において、スイッチ制御部 4 6 は i_{rb} が充電完了電流値に達したことを検知し、スイッチ 4 5 を OFF 状態にさせ、 i_{rb} および i_t は 0 となる。また、スイッチ制御部 4 6 は i_{rb} が充電完了電流値になったことを検出した瞬間から、時間を計測する。

【 0 0 6 1 】

次に、充電完了ステップ S 6 について説明する。電流電圧制御部 2 6 は、 i_t が 0 になったことを検知し、時刻 t_{11} において送電コイル 2 2 への電流の入力を停止するよう D^* を 0 とし、インバータ制御部 2 3 に停止信号を送信する。そして、スイッチ制御部 4 6 は、電流電圧制御部 2 6 が送電コイル 2 2 への電流の入力を停止させるために十分な時間が経過した後である時刻 t_{12} において、スイッチ 4 5 に ON の指令 S^* を出力し、次の充電に備える。

40

【 0 0 6 2 】

なお、第 1 の実施形態においては、スイッチ制御部 4 6 は、 v_{ra} が 0 になったことを検出することで、スイッチ 4 5 に ON の指令 S^* を出力していた。一方、本実施形態においては、スイッチ制御部 4 6 に予め設定された値をスイッチ制御部 4 6 が検出した時から一定時間後にスイッチ 4 5 に ON の指令 S^* を出力させている。本実施形態では、 v_{ra}

50

を検出する必要がないため、受電側交流電圧検出部が必要ない。

【0063】

また、スイッチ制御部46がスイッチ45にONの指令S*を出力するのは、予め設定された値をスイッチ制御部46が検出した時から一定時間後としたが、予め設定された値をスイッチ制御部46が検出しスイッチ45にONの指令S*を出力した時から一定時間後とするものとしてもよい。

【0064】

(効果)

以下、本実施形態の非接触充電方法および非接触充電システムの効果について記載する。

10

【0065】

本実施形態では、vraを検出する必要がないため、受電側交流電圧検出部を搭載する必要がない。その分、受電部40の構成を簡素化し、軽量化することが可能である。

【0066】

また、本実施形態は、第1の実施形態と同様に、送電部20と受電部40に通信器等の構成が無くても、充電に最適な電圧および電流を送電部から受電部に供給することが可能であり、従来に比べて受電部40の構成を簡素化し、軽量化することが可能である。

【0067】

また、第1の実施形態と同様に、送電部20には、irbとitの対応関係およびvrbとvtの対応関係を算出するための計算機等の構成が必要ないため、送電部20の構成を簡素化し、設置スペースを低減させ、重量を軽量化することが可能である。また、計算に要していた時間の分だけ、充電にかかる時間を短縮することが可能である。

20

【0068】

以上、本発明の実施形態を説明したが、この実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。この実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【0069】

例えば、第1の実施形態および第2の実施形態の充電方法は定電流定電圧充電であったが、定電流充電方法または定電圧充電方法のみを行なうものとしてもよい。

30

【0070】

また、送電部20が接続している電源は商用電源に限られない。例えば、自家発電による電源であるとしてもよい。

【0071】

また、スイッチ制御部46はirbまたはvrbのいずれか一方が予め設定された値となったことを検出してスイッチ45を制御しているが、irbおよびvrbが予め設定された値になったことを検出してスイッチ45を制御するものとしてもよい。

【0072】

また、電流電圧制御部26はvtまたはitの値を記憶するとしたが、記憶する際はvt及びitの両方を記憶するものとしてもよい。

40

【符号の説明】

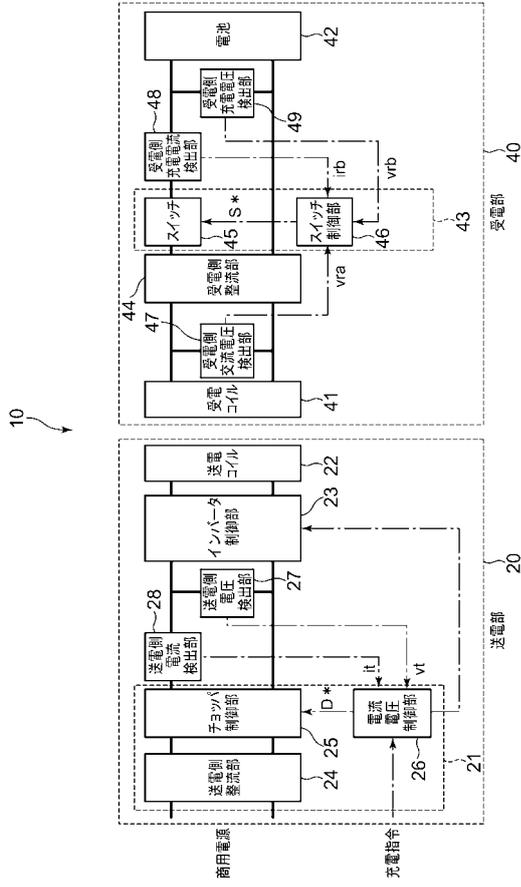
【0073】

- 10・・・非接触充電装置
- 20・・・送電部
- 21・・・電流電圧可変部
- 22・・・送電コイル
- 23・・・インバータ制御部
- 24・・・送電側整流部
- 25・・・チョッパ制御部

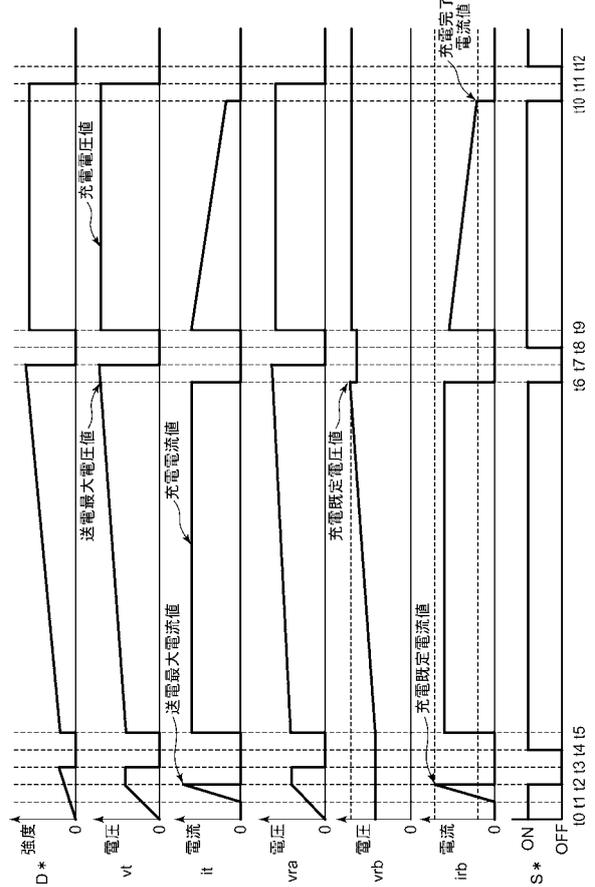
50

26	電流電圧制御部	
27	送電側電圧検出部	
28	送電側電流検出部	
40	受電部	
41	受電コイル	
42	電池	
43	スイッチ部	
44	受電側整流部	
43	スイッチ部	
45	スイッチ	10
46	スイッチ制御部	
47	受電側交流電圧検出部	
48	受電側充電電流検出部	
49	受電側充電電流検出部	
S1	充電開始ステップ	
S2	充電既定電流検出ステップ	
S3	定電流充電ステップ	
S4	充電既定電圧検出ステップ	
S5	定電圧充電ステップ	
S6	充電完了ステップ	20
vt	送電側電圧検出部が検出した電圧値	
it	送電側電流検出器が検出した電流値	
irb	充電側電流検出部が検出した電流値	
vrb	充電側電圧検出部が検出した電圧値	
D*	デューティ信号	
S*	スイッチへの指令	

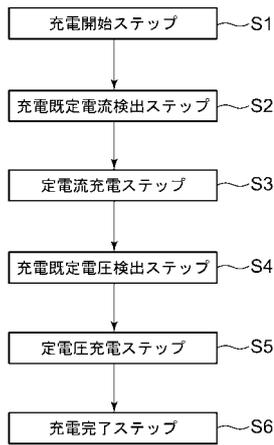
【図1】



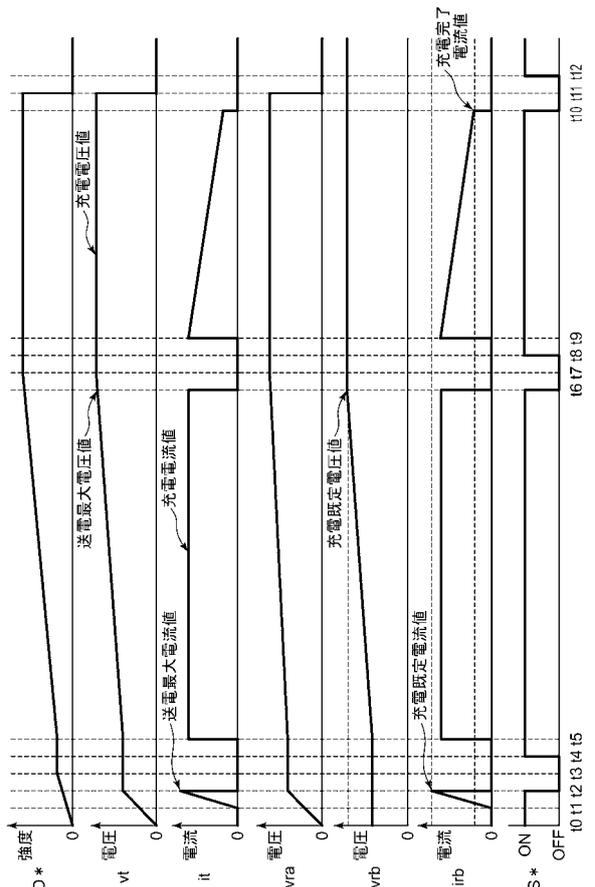
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 松下 晃久
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

(72)発明者 新明 脩平
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

Fターム(参考) 5G503 AA01 BA01 BB01 GB01 GB03 GB06 GB08 GD04 GD06