

(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2012-85519

(P2012-85519A)

(43) 公開日 平成24年4月26日 (2012.4.26)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H02J 7/02 (2006.01)	H02J 7/02 A	5G503
H02J 7/00 (2006.01)	H02J 7/00 P	5H030
H01M 10/44 (2006.01)	H01M 10/44 A	5H125
H01M 10/48 (2006.01)	H01M 10/44 Q	
B60L 11/18 (2006.01)	H01M 10/48 P	

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2011-221759 (P2011-221759)	(71) 出願人	510192916 テスラ モーターズ, インク. アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94 304, パロ アルト, 3500 ディア パーク
(22) 出願日	平成23年10月6日 (2011.10.6)	(74) 代理人	110000659 特許業務法人広江アソシエイツ特許事務所
(31) 優先権主張番号	12/903,388	(72) 発明者	アニル パーヤニ アメリカ合衆国 カリフォルニア州 90 703, セリトス, 19610 ジェフリ ー サークル
(32) 優先日	平成22年10月13日 (2010.10.13)	(72) 発明者	トロイ エー. ネガード アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94 133, サン フランシスコ, 564 グ リーンウィッチ ストリート
(33) 優先権主張国	米国 (US)		最終頁に続く

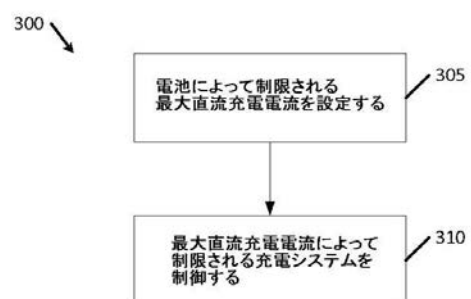
(54) 【発明の名称】 車載型電池充電器の交流電流制御

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】電気自動車の蓄電システムの車載状態での充電の間、供給可能な交流電力の利用を向上、改善する充電システムおよび充電方法。

【解決手段】電気自動車の蓄電システムのための車載状態での充電方法であって、交流電源を用いた方法であり、a) リアルタイムの供給可能な電流／電力を示す制御信号に応じて前記蓄電システムのための最大直流充電電流を設定する工程と、b) 前記蓄電システムに前記最大直流充電電流まで実際の直流充電電流を供給する充電システムを制御する工程と、を含む方法。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電気自動車の蓄電システムのための車載状態での充電方法であって、交流電源を用いた方法であり、

a) リアルタイムの供給可能な電流を表す制御信号に応じて前記蓄電システムのための最大直流充電電流を設定する工程と、

b) 前記蓄電システムに前記最大直流充電電流までの実際の直流充電電流を提供するために充電システムを制御する工程と、
を含むことを特徴とする方法。

【請求項 2】

電気自動車の蓄電システムのための車載状態での充電方法であって、交流電源を用いた方法であり、

a) 前記蓄電システムのための直流ターゲット電圧と、前記蓄電システムのための電圧帰還との差に応じて基準直流電流を定めるために、第 1 のプロセス制御ループを評価する工程を含んでおり、前記第 1 のプロセス制御ループは前記蓄電システムのためのターゲット充電電流とターゲット放電電流との間の範囲内の値に前記基準直流電流を定めるものであり、

b) 充電のために前記蓄電システムに供給される生成された直流電流と、前記基準直流電流との差に応じて制御信号を定めるために第 2 のプロセス制御ループを評価する工程を含んでおり、前記第 2 のプロセス制御ループは供給可能なリアルタイムの交流電流から得られる最大直流充電電流と最大直流放電電流との間の範囲内の値に前記基準直流電流を定めるものであり、

c) 前記直流電流を生成するために前記制御信号に応じて前記電気自動車に搭載された充電器を制御する工程とを含むことを特徴とする方法。

【請求項 3】

交流電源を用いて電気自動車の蓄電システムを充電するための電子回路システムであって、

前記交流電源に接続されており、入力交流電流を生成するエネルギーアクセスシステムと、

このエネルギーアクセスシステムに接続されており、制御信号に応じて実際の直流電流を生成するための充電器と、

前記入力交流電流と、ターゲット直流充電電流と前記実際の直流充電電流の差と、に基づいて前記実際の直流充電電流を調整するように構成された制御器と、
を含む電子回路システム。

【請求項 4】

交流電源を用いて電気自動車の蓄電システムを充電するための電子回路システムであって、

前記交流電源に接続されており、入力交流電流を生成するエネルギーアクセスシステムと、

このエネルギーアクセスシステムに接続されており、制御信号に応じて実際の直流電流を生成するための充電器と、

前記蓄電システムの電圧レベルを測定する電圧センサーと、

前記蓄電システムの充電に使用される前記実際の直流充電電流の大きさを測定する電流センサーと、

前記電流センサーに接続された制御器と、

を備えており、前記制御器は、前記入力交流電流のための最大電流と、前記蓄電システムの予め設定された最大電圧レベルターゲットと前記電圧レベルとの差と、ターゲット直流充電電流と前記実際の直流充電電流との差と、に基づき前記実際の直流充電電流を調整するように構成されていることを特徴とする電子回路システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は概して、電気自動車（EV）の一次蓄電システムのための車載充電システムに関し、更に詳細には係る車載充電器の交流電流制御に関する。

【背景技術】

【0002】

電気自動車その他の車両（例えばフォークリフト、ボートなど）に搭載された従来の充電器や、壁面コンセントに差し込まれる電池充電器を介して充電されるその他の車載型（移動式）蓄電設備は、電池セルの充電を調整するために直流電流を用いることを要求する。係る充電器は、供給可能な交流の壁面電源（AC電源）を全て使用できるわけではなく、これが従来の充電方法の欠点の中核となるものである。

10

【0003】

本発明の実施形態のゴールの一つは、交流の壁面電源を直流の充電電流に変換するときに、充電制御器の直流電流変換効率を除外することである。通常この電流変換効率のための特定の値は各充電システムにおいて測定されず、これにより経費および複雑さを減らすのを助けることができる。従って従来のシステムは、充電システムの各モデルおよび使用のための直流電流変換効率を推定する。各充電システムにおいて、実際の交流電流変換率は推定された効率よりも高くなる可能性が高いが、場合によって低くなり得る。実際の直流電流変換率が推定された効率より低いときに、充電器が交流電流制限回路なしに充電する間、大きすぎる交流電流を流してしまう。多くの要因に依っては、大きすぎる交流電流を流すことによって、適切に保護されていない場合には交流電流ブレーカを遮断し、火災のリスクを増大する等の結果を生じる。実際の交流電流変換率が推定された効率より高い場合、悪影響は減少するが、充電時間が充電全体にとって不必要に増加する。

20

【0004】

これらのリスクを減らすために、直流電流変換効率の推定値は充電システムの固有の製造バリエーションと比較して控え目である。所与の充電システムの実際の直流電流変換率と推定された変換効率との間の差が大きくなればなるほど、これらの従来のシステムの欠点も大きくなる。

【0005】

推定された直流電流変換率が控え目であるという欠点によって更に多くの欠点が生み出される。一例として、控え目な充電システムで電池を充電することで、実際の直流電流変換効率をより正確に反映することができる充電システムと比べて同じ時間の間でより少ないアンペア時が電池に供給される。このことは、同じ充電状態（SOC）を達成するために充電時間を増やすか、同じ時間でSOCを減少させる必要があることを意味する。たとえば、20アンペアで8時間の充電サイクルにおいて、控え目な充電プロファイルが4アンペア少ないアンペア時という結果になり得る。これにより、走行距離が5マイル短くなり得るか、あるいは充電時間が15分増え得る。

30

【0006】

更に、直流電流変換効率の推定値がより控え目になればなるほど、全充電サイクルがより非効率になる。その理由の一つは、充電に関してエネルギー「税」があるということである。すなわち、充電中に作動されるポンプおよびレギュレーターならびにその他の固定された付随的な負荷がある。その充電が長くなるにつれて、この税はより長く適用され、よって充電効率が低下する。一般に、これらの付随的な負荷は一定であり、おそらく約500Wである。電気自動車の充電時間は一般的に4時間から48時間であるが、これは変動するものであり、より長い時間にもより短い時間にもなり得る。これが48時間の場合では、充電器が壁面電源の90%のみを使用するとき、充電プロセスは2, 3kW/時余分に使用し、なぜなら充電時間は4時間延び得るからである（1.1×48時間）。従って、壁面電源の電力を完全には使用しないことで、全体のシステム効率を減少させてしまう。

40

【0007】

50

いくつかの従来のシステムは、制御ループを閉じることによってこの問題に対処するために充電システムに交流電流センサーを用いるが、費用が増大してしまう。他のシステムにおいては電池管理システム（BMS）が交流電流センサーを使用し得るが、BMSから充電器へのセンス電流の伝達を遅延させ、制御ループの不安定性のリスクを増大させてしまう。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

電気自動車の蓄電システムの車載状態での充電の間、供給可能な交流電力の利用を向上、改善する充電システムが必要とされている。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本願は、電気自動車の蓄電システムの車載状態での充電の間、供給可能（利用可能）な交流電力の利用を向上および改善する充電システムのための方法およびシステムを開示するものである。電気自動車の蓄電システムのための車載状態での充電方法の一つは、交流電源を用いた方法であり、a) リアルタイムの供給可能な電流／電力を示す制御信号に応じて前記蓄電システムのための最大直流充電電流を設定する工程と、b) 前記蓄電システムに実際の直流充電電流を前記最大直流充電電流まで供給するために充電システムを制御する工程と、を含んでいる。

【0010】

電気自動車の蓄電システムのための車載状態での別の充電方法は、交流電源を用いた方法であり、a) 前記蓄電システムのための直流ターゲット電圧と、前記蓄電システムのための電圧帰還との差に応じて基準直流電流を定めるために第1のプロセス制御ループを評価する工程を含んでおり、前記第1のプロセス制御ループは前記蓄電システムのためのターゲット充電電流とターゲット放電電流との間の範囲内の値に前記基準直流電流を定めるものであり、b) 充電のために前記蓄電システムに供給される生成された直流電流と前記基準直流電流との差に応じて制御信号を定めるために第2のプロセス制御ループを評価する工程を含んでおり、前記第2のプロセス制御ループは供給可能なリアルタイムの交流電流、電力、あるいは電池のために適当なものから得られる最大直流充電電流と最大直流放電電流との間の範囲内の値に前記基準直流電流を定めるものであり、c) 直流電流を生成するために前記制御信号に応じて前記電気自動車に搭載された充電器を制御する工程とを含んでいる。

【0011】

交流電源を用いて電気自動車の蓄電システムを充電するための一の電子回路システムは、前記交流電源に接続されており、入力交流電流／交流電力を生成するエネルギーアクセスシステムと、このエネルギーアクセスシステムに接続されており、制御信号に応じて実際の直流電流を生成するための充電器と、前記入力交流電流／交流電力の最大値と、ターゲット直流充電電流と前記実際の直流充電電流との差とに基づいて前記実際の直流充電電流を調整するように構成された制御器と、を備えている。

【0012】

交流電源を用いて電気自動車の蓄電システムを充電するための別の電子回路システムは、前記交流電源に接続されており、入力交流電流／交流電力を生成するエネルギーアクセスシステムと、このエネルギーアクセスシステムに接続されており、前記入力交流電流／交流電力からの制御信号に応じて実際の直流電流を生成するための充電器と、前記蓄電システムの電圧レベルを測定する電圧センサーと、前記蓄電システムの充電に使用される前記実際の直流充電電流の大きさを測定する電流センサーと、前記電流センサーに接続された制御器と、を備えており、前記制御器は、前記入力交流電流／交流電力のための最大値と、前記蓄電システムの予め設定された最大電圧レベルターゲットと前記電圧レベルとの差と、ターゲット直流充電電流と前記実際の直流充電電流との差と、に基づき前記実際の直流充電電流を調整するように構成されている。

【0013】

本発明から得られるいくつかの利点は、車載型電池充電器の出力直流電流よりもむしろ入力交流電流の制御から得られる。これらの利点は、特定の実施形態および態様に依って、供給可能な壁面電源の電力を完全に利用することを含み、これにより電池の充電時間および費用を減少させ、電気自動車といった高出力の用途において効率を高めることができる。（従来の直流電流調整システムに必要な固有のマージンは、供給可能な交流電流もしくは交流電力を超えることは不可能であるため、必要ではない。）他の利点は、充電システムが調整ループを閉じるために冗長な直流電流センサー（従来のシステムでは実装され得る）を用いないのでシステムの費用を減らすことができ、システム効率は固定された付随的な負荷を有するこれらのシステムにおいて向上する。供給可能な交流電力を全て使用する

10

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】図1は、交流電流制御型充電システムの一般的な略ブロック図である。

20

【図2】図2は、図1に示したシステムにおいて使用される代表的な制御プロセスである。

【図3】図3は、交流電流制御型充電方法のフローチャートである。

【図4】図4は、図3に示す充電電流設定工程のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0015】

本発明の実施形態は、電気自動車の蓄電システムの車載状態での充電の間、供給可能な交流電流の利用を向上、改善する充電システムのための方法およびシステムを提供するものである。以下の詳細な説明は、当業者が本発明を実施することができるよう記載されており、出願の要件を満たすものである。以下において、「蓄電システム」、「蓄電組立

30

体」、「電池」、「セル」、「ブリック」「電池セル」、「電池セルパック」、「電気二重層コンデンサ」、および「ウルトラキャパシタ」という用語は、相互に置き換えて用いることができ、リチウムイオン（例えば、リン酸鉄リチウム、コバルト酸リチウム、他のリチウム金属酸化物など）、リチウムイオンポリマー、ニッケル金属水素化物、ニッケルカドミウム、ニッケル水素、ニッケル亜鉛、銀亜鉛、または他の充電可能な高エネルギー蓄積タイプ／構成を含む（しかしこれらに限定されない）、様々な異なる再充電可能な電池化学および電池構成を指し得る。一実施形態において、プラグイン式の電気自動車（PHEV，HEV，およびEVなど）のために設計された再充電可能なリチウムイオン電池パックが使用される。

【0016】

40

図1は、交流電流制御型充電システム100の一般的な略ブロック図である。システム100は、車両110の蓄電システム115を充電するための車載充電システム105（例えば電気自動車110に搭載されている）を備えている。電池管理システム（BMS）120は、蓄電システム115の充電を制御するために直流電流センサー125および充電システム105に接続されている。センサー125は、充電システム105から蓄電システム115に供給される実際の直流充電電流を測定する。BMS120は制御信号（iACControl）を充電システム105に供給し、充電システム105はiACAvailable信号をBMS120に供給する。

【0017】

充電システム105は、車載されていない交流電源からの電力を使用する。好ましくは

50

、電源130には、SAE J1772-2009規格（本明細書において援用する）を実装する電気自動車用供給設備（EVSE）が含まれる。この規格は120Vもしくは240Vの単相電気系統のために設計された電力コネクタのための仕様を含む。この電力コネクタは5本のピンを含むものである（ACライン1およびACライン2／中性電力ピン、アースピン、近接検出ピン、および制御パイロットピン）。本発明の好ましい実施形態は、電気自動車と充電器との間の充電レベルを調整する通信線である制御パイロットピンを使用する。他の制御パイロット信号プロトコルも可能であり、本発明の実施形態はこれらの他の制御パイロット信号プロトコルで動作するようにも構成され得る。

【0018】

J1772は、制御パイロット信号が、（1）車両があり、これに接続されていること、（2）供給設備の定格電流をこの車両に送ること、（3）交流電源に電圧を加え、また電流を断つことを可能にすること、および（4）車両の必要換気量を設定すること、を規定している。供給設備の定格電流の送電は本発明の実施形態において使用されるパラメータである。

【0019】

図2は、図1に示すシステム100において用いられる代表的な制御プロセス200である。プロセス200は、第1の制御ループ・フィードバック機構205および第2の制御ループ・フィードバック機構210を含む。これらの機構はここでは比例積分制御器（PI制御器）として表されるが、他の制御器も同様に用いることができる（例えば比例積分微分制御器（PID制御器）およびその他の制御器）。第1のフィードバック機構205は、基準電流を決定するために、蓄電システム115のためのターゲット電圧と、最大電圧（フィードバック）との差を用いる。この基準電流は最大直流放電電流（ $i_{BatDChgTarget}$ ）と直流充電ターゲット電流（ $i_{BatChgTarget}$ ）との間にある。測定される電圧は、蓄電システム115のセル、ブリック、モジュール、パックもしくはその他のユニットであり得る。

【0020】

この基準電流は、第2のフィードバック機構210に供給される。第2のフィードバック機構210は、充電システム105に与えられるコマンドの交流電流制御要求（ライン電流あるいはライン電力）である制御信号を設定するために、この基準電流を蓄電システム115に供給された実際の直流充電電流と比較する。制御信号は、交流電源130からのパイロット信号から決定されるように、最大交流放電電流（ $i_{ACDischarge}$ ）から供給可能な交流電流（ $i_{ACAvailable}$ ）の範囲にわたる。プロセス200は、第1の動作モードにおいて配電網から電池を充電することを意図するだけではなく、第2の動作モードにおいて配電網に電池を放電することも意図する、一般的記載である。第1の動作モードにおいてのみ動作するシステムにおいて、この設定は放電パラメータ（すなわち $i_{BatDChgTarget}$ および $i_{ACDischarge}$ ）をゼロに設定することによって単純化することができる。第2の動作モードにおいて、放電パラメータは蓄電システムからの流れを反映するための負の値である。

【0021】

2つのフィードバック機構についての説明において上述したように、プロセス200において電流の下限として最大直流放電電流がある。多くの実施態様において、この電流は0アンペアであり得る。他の場合には、それは実際の放電電流であり、蓄電システム115からエネルギーを引き出し、係る高性能な電気自動車が配電網の電力を用いる電源デバイスを助けることができるようにする。電気自動車110の外部の電源デバイスおよびプロセスを助けるために蓄電システム115からエネルギーを引き出すことができる。プロセス200はいずれの場合も扱うことができるように本明細書に記載されるように構成することができる。

【0022】

図3は、交流電流制御型充電方法300のフローチャートである。方法300は2つの工程を含んでおり、直流充電電流設定工程305と、それに続く充電システム制御工程3

10

20

30

40

50

10である。工程305は、電池システムによって制限される最大直流充電電流を設定する。これは、交流電流制御セットアップ工程であって、図1に示す充電システム105が供給可能な交流電流を全て使用することができるようにする。工程310は、工程305で設定された適切な電圧レベルで適切な直流充電電流を用いて充電システム105を制御する。実際の直流充電電流は、最大直流充電電流によって制限される。

【0023】

図4は、図3に示された充電電流設定工程305のフローチャートである。工程305は、第1のフィードバックループ評価工程405および第2のフィードバックループ評価工程410を含み、工程405は第1のフィードバック機構205の動作に対応し、工程410は第2のフィードバック機構の動作に対応する。工程405は、直流基準電流を定めるために第1のフィードバック機構を評価する。工程410は、充電システム105に与えられる充電制御信号を定めるために第2のフィードバック機構を評価する。

【0024】

上記のシステムおよび方法は、電気自動車の蓄電システムの車載状態での充電の間、供給可能な交流電力の利用を改善する充電システムの好ましい実施形態において記載された。上述のように、従来の充電システムは直流電流調整を用いており、なぜなら電池は電圧、SOC、および温度に基づいて電流制限を有しているからである。本明細書に開示された本発明の実施形態を用いることによって、実際の直流充電電流は供給可能な交流電力とリンクする。電池は直流電流で充電される必要があるため、従来の電気自動車用充電システムは交流電流の利用を行っていない。本発明の実施形態は蓄電システムを交流電力に接続し、放電動作を改善する。理解を容易にし、説明を簡略化するために、本発明の実施形態は蓄電ユニットにおいてリチウム金属酸化物の技術を用いる実施形態に焦点を当てている。本発明を他の電池技術に適用することも可能である。本明細書の記載において、本発明の実施形態を完全に理解するために、構成要素および／または方法の例などの多くの具体的な詳細が記載されている。しかしながら、当業者は本発明の実施形態を具体的な詳細がなくても実施することができ、他の装置、システム、アセンブリ、方法、構成要素、材料、部品等を用いて実施することができることは当業者にとって理解されよう。他の例において、本発明の実施形態を不明瞭になるのを防ぐため、公知の構造体、材料、動作は詳細に記載されていない。

【0025】

本明細書において「一実施形態」または「特定の実施形態」という記載はその実施形態に関して記載された特定の特徵、構成、または特性が本発明の実施形態の少なくとも一つに含まれ、全ての実施形態に含まれる必要は無いことを意味する。従って、本明細書において「一実施形態において」または「特定の実施形態において」という記載は、必ずしも同じ実施形態を示すものではない。更に、本発明の特定の実施形態の特定の特徵、構造、または特性は一または複数の他の実施形態と適切な態様で組み合わせることができる。本願に記載された本発明の実施形態の他のバリエーションおよび変更も本願の教示に鑑み可能であり、本発明の精神および範囲の一部であると理解されよう。

【0026】

図面に記載された一または複数の要素は、用途によって有益なように、更に分離され、あるいは更に一体化された態様で実施することもでき、除外することもでき、場合によっては動作不能なようになされてもよい。

【0027】

加えて、図面の矢印は例示目的であって、特に明記されない限り、これらに限定されない。更に、「もしくは」「または」という記載は特に明記されない限り、「および／または」の意味である。部品（コンポーネント）または工程の組合せも記載されているものとして考慮される。

【0028】

本発明の実施形態の記載は、本発明を当該記載に厳密に限定するものではない。本発明の特定の実施形態は例示目的で本明細書に記載されており、均等となる様々な変更も本発

10

20

30

40

50

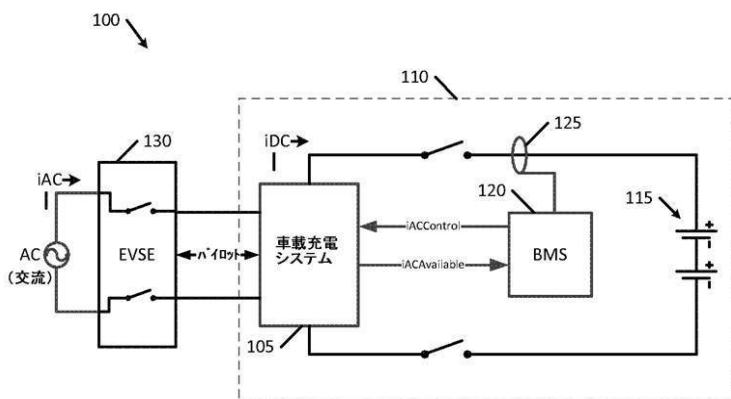
明の精神および範囲内で可能であることは当業者に理解されよう。本発明の上記実施形態の記載に鑑み、これらの変更は本発明に施すことができ、本発明の精神および範囲内に含まれる。

【0029】

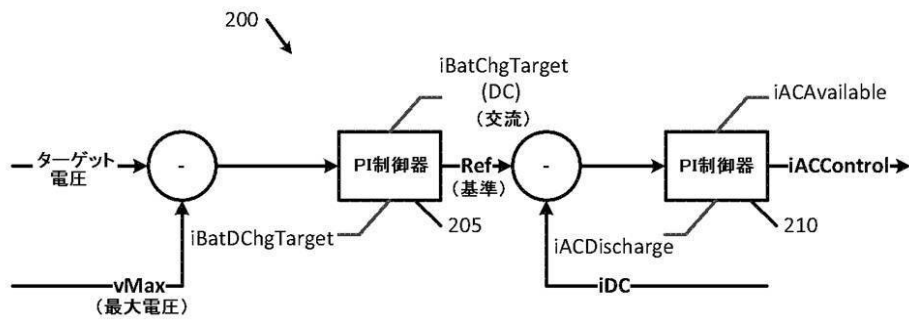
従って、本明細書において本発明が特定の実施形態に関する記載されたが、様々な変更および代用も本発明の目的とするところであり、本発明の実施形態は本発明の精神および範囲から逸脱せずに他の特徴を用いることなく一部の特徴を用いることもできる。従って、多くの変更が特定の状況および材料を本発明の本質的な範囲および精神に適応させるためになすことができる。本発明は、添付の特許請求の範囲、ならびに、本発明を実施するために予想させる最良の形態として開示された特定の実施形態に限定されるものではなく、添付の特許請求の範囲に該当する全ての実施形態および均等物を含むものである。従って、本発明の範囲は、添付の特許請求の範囲によってのみ定められる。

10

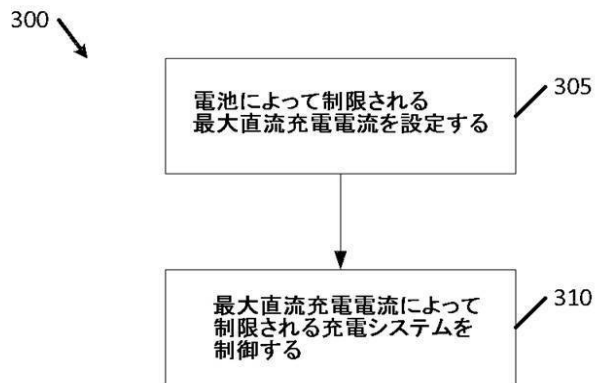
【図1】



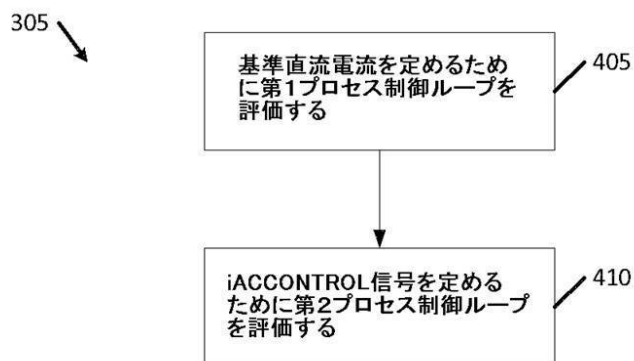
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード (参考)
B 6 0 L 11/18 A

(72)発明者 アンドリュー バグリノ
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 1 1 0, サン フランシスコ, 2 3 6 5 ブリヤント
ストリート

Fターム(参考) 5G503 AA01 BB01 FA06
5H030 AS08 BB01 BB09 FF42 FF43
5H125 AA01 AC12 AC14 AC22 BC01 BC21 EE22 EE23