

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7630229号
(P7630229)

(45)発行日 令和7年2月17日(2025.2.17)

(24)登録日 令和7年2月6日(2025.2.6)

(51)国際特許分類		F I	
H 0 1 M	10/48 (2006.01)	H 0 1 M	10/48 P
G 0 1 R	27/02 (2006.01)	H 0 1 M	10/48 3 0 1
G 0 1 R	31/389(2019.01)	G 0 1 R	27/02 R
H 0 1 M	10/44 (2006.01)	G 0 1 R	31/389
H 0 2 J	7/00 (2006.01)	H 0 1 M	10/44 Q
請求項の数 5 (全35頁) 最終頁に続く			
(21)出願番号	特願2019-524528(P2019-524528)	(73)特許権者	519020524
(86)(22)出願日	平成29年7月20日(2017.7.20)		ベタライト リミテッド
(65)公表番号	特表2019-530189(P2019-530189 A)		イギリス ビー7 4ビービー ウェスト
(43)公表日	令和1年10月17日(2019.10.17)		ミッドランズ パーミンガム ホルト ス
(86)国際出願番号	PCT/GB2017/052143		トリート ファラデー ワーフ イノヴェ
(87)国際公開番号	WO2018/015765	(74)代理人	100094569
(87)国際公開日	平成30年1月25日(2018.1.25)		弁理士 田中 伸一郎
審査請求日	令和2年1月29日(2020.1.29)	(74)代理人	100103610
審判番号	不服2022-20743(P2022-20743/J 1)		弁理士 吉 田 和彦
審判請求日	令和4年12月21日(2022.12.21)	(74)代理人	100109070
(31)優先権主張番号	16386011.7		弁理士 須田 洋之
(32)優先日	平成28年7月21日(2016.7.21)	(74)代理人	100067013
(33)優先権主張国・地域又は機関			弁理士 大塚 文昭
最終頁に続く		(74)代理人	
		最終頁に続く	

(54)【発明の名称】 バッテリー充電システム及び方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のバッテリー充電システムを含む、バッテリーに充電電流を供給するための多相バッテリー充電器であって、

前記バッテリー充電システムの各々は、

正弦波形を有する多相 A C 入力の単相から入力を受け取り、

振動波形を有する電流を共通の出力に供給するように構成され、

前記振動波形の最小値は 0 A 又はほぼ 0 A であり、前記振動波形は、二乗正弦波の形を有し、前記二乗正弦波は、前記 A C 入力の波形を 2 乗したものであり、

前記バッテリー充電システムからの合成出力は、前記充電電流を供給する、
ことを特徴とする多相バッテリー充電器。

10

【請求項 2】

前記振動波形の最小値は、0 . 1 A 未満、0 . 0 1 A 未満、又は 0 . 0 0 1 A 未満である、

請求項 1 に記載の多相バッテリー充電器。

【請求項 3】

振動波形を有する前記電流のピーク間変動は、

1 A よりも大きい、

1 0 A ~ 約 3 0 A、又は

前記バッテリーの容量の 1 0 倍以上、のうち少なくとも 1 つである、

20

請求項 1 又は 2 に記載の多相バッテリー充電器。

【請求項 4】

前記振動波形の振動周期当たり少なくとも 0.5 ms が、少なくとも 1 ms が、少なくとも 5 ms が、又は少なくとも 10 ms が 0 A 又はほぼ 0 A である、
請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の多相バッテリー充電器。

【請求項 5】

バッテリーの充電方法であって、
多相 AC 電源の複数の交流極性出力を各充電電流に変換するステップであって、各交流極性出力は、正弦波形式を有し、かつ前記多相 AC 電源の単相である、ステップと、
前記各充電電流からの合成出力を生成するステップと、
前記バッテリーに前記合成出力を供給するステップと、を含み、
各充電電流は振動波形を有し、前記振動波形の最小値は 0 A 又はほぼ 0 A であり、前記振動波形は、二乗正弦波の形を有し、前記二乗正弦波は、前記多相 AC 電源の各交流極性出力の波形を 2 乗したものである、
ことを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、バッテリーの充電において使用される方法及びシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、(リチウムイオンバッテリーなどの)バッテリーを再充電するための基本的なバッテリー充電システムは、充電式バッテリーの端子に定電力又はパルス電力を付与することができる。通常、リチウムイオンバッテリーの充電サイクルは、バッテリー充電システムが第 1 の充電サイクル期間中に実質的に一定の電流をバッテリーに供給するように制御される初期定電流動作を含むことができる。従来のバッテリー充電システムは、バッテリーの端子間電圧が所定のレベルに達すると、通常はこの第 2 の充電サイクル期間中にこれらの端子間に定電圧又は定電力をもたらすように制御される(すなわち、定電圧充電サイクル動作)。最後に、バッテリーが実質的にフル充電されると充電サイクルを終了し、或いはメンテナンス動作又はスタンバイ動作を維持して、自己放電を補償するために時々バッテリーに電力を供給することができる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ほとんどの従来の充電器は、バッテリーがフル充電の $60\% \sim 80\%$ になると、定電流充電サイクル動作から定電圧充電サイクル動作又は定電力充電サイクル動作に切り替わる。

【0004】

特定の理論に縛られることを望むわけではないが、再充電中のバッテリーの正極から同じバッテリーの負極に移動するイオンは、正極に面した負極の境界又はその付近における(すなわち、固体電解質界面(solid-electrolyte interface: SEI)層における)インターカレーション(挿入)の前にパイルアップ(蓄積)しやすいと考えられている。このパイルアップは、負極におけるイオンのインターカレーションを減速させると考えられ、バッテリーの電気抵抗を高める。

【0005】

また、従来の充電では、一般に SEI 層が成長(すなわち、肥厚)して、最終的に複数回の充電サイクル後に十分に厚くなると、バッテリーの充電容量の低下、ひいてはバッテリーの故障を引き起こすようになる。

【0006】

従来のバッテリー充電システムは、従来の充電サイクルに必要な定電圧動作又は定電力動作と定電流動作とを実現するために比較的複雑な電子回路を使用し、力率補正を行うため

10

20

30

40

50

にさらなる電子回路を必要とする。これらの複雑な電子回路は、数多くの比較的高価な部品を使用する。

【 0 0 0 7 】

従って、従来のバッテリー充電サイクル及びシステムに関連する 1 又は 2 以上の問題点を軽減することが望ましい。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

従って、本発明の 1 つの態様は、バッテリーの充電方法であって、バッテリーに充電電流を供給するステップと、充電中にバッテリーの特性を実質的に継続して特定するステップと、特定されたバッテリーの特性に依存して充電電流の特性を変化させるステップと、を含む方法を提供する。バッテリー特性を実質的に継続して測定することにより、バッテリーに供給される充電電流を、さらに最適なバッテリー充電電流を供給するように実質的にリアルタイムで変化させて、バッテリー充電時間の安全な最小化を可能にする。一般的には、複数のバッテリー特性を特定して、必要な充電電流特性を特定するのに役立つことができる、バッテリー状態に関する情報を提供することができる。任意に、充電電流は、振動する DC 波形を有する。任意に、充電電流は、パルス状の DC 波形を有する。このような時変 DC 充電電流を使用すると、充電プロセスを中断することなくバッテリーの内部インピーダンスなどの特性をさらに容易に測定することができる。効率性のために、波形の少なくとも一部は、実質的に整流された正弦波の形を有する。任意に、波形の少なくとも一部は、実質的に二乗正弦波の形を有する。これらの波形は、力率の高い有利なバッテリー充電をもたらす一方で単純に生成することができる。任意に、この波形は、約 0.5 アンペア未満の、好ましくは約 0.1 アンペア未満の、さらに好ましくは約ゼロアンペアの電流値において発生する最小値を有する。約 0 アンペアの最小値を有する波形を有することにより、バッテリー特性に対する帯電及び / 又は内部電位上昇の影響を抑えることができる。任意に、特定される特性は電流波形から特定される。電流波形は比較的測定が容易であり、さらなるバッテリー特性を特定するために使用することができる。任意に、特定される特性は、少なくとも波形の周波数において特定される。少なくとも波形の周波数で特性を特定することにより、実質的に継続したバッテリー特性のモニタリングが行われ、波形サイクル当たり最低 1 回特性が特定される。これにより、バッテリーのあらゆる過負荷を防ぐために充電電流を頻繁に又は実質的に継続して更新することができる。任意に、特定される特性は、波形の上昇部分の間に特定される。正確さのために、特定される特性は、波形の最小値から開始する測定から特定される。波形の最小値は、測定にとって有利な開始点をもたらして、測定される特性の変化を大きくし、従ってわずかな誤差を低減することができる。任意に、特定される特性は、波形の下降部分の間に特定される。波形の上昇部分に加えて波形の下降部分の間に特性を測定すると、異なる開始点から特性を特定することができ、誤差の検出又は低減に役立つことができる。任意に、この波形は、電圧源の周波数の約整数倍の周波数で供給される。商用電圧源の整数倍で波形を供給すると、力率が高くなって充電効率を高めることができる。任意に、波形は、商用電圧源の周波数の約 2 倍の周波数で供給され、これによってさらに効率的な充電をもたらすことができる。任意に、波形は、商用電圧源の周波数に固定される。商用電圧源の周波数に固定された波形を提供するということは、電流波形の最小値とゼロの電圧波形とが実質的に同時に発生し、これによってさらに高い力率を提供できることを意味する。任意に、特定されるバッテリーの特性は、バッテリーの内部インピーダンスを含む。この内部インピーダンスを用いてバッテリーの状態を示すことができる。任意に、バッテリーの内部インピーダンスは、バッテリーにおける測定された電流の変化及び測定された電圧の変化から特定される。これにより、内部インピーダンスを間接的に測定できるようになる。任意に、特定されるバッテリーの特性は、セルの内部インピーダンスを含む。任意に、特定されるバッテリーの特性は、最大セルインピーダンスを含む。バッテリーが複数のセルを含む場合、セルインピーダンスはセル毎に異なり得る。最もインピーダンスの高いセルは、安全な充電電流の限界を決定する。任意に、特定されるバッテリーの特性はバッテリー温度を含む。任意に、特定されるバッテリーの特性はセル温度を含む。バ

10

20

30

40

50

ッテリ及び／又はセルの温度は、例えば現在使用している充電電流が安全であるかどうかなどの、バッテリー及び／又はセルの状態に関する情報を示すことができる。任意に、様々な特性は、電流平均値、電流最大値、電流振幅、デューティサイクル及び／又は充電モードを含む。これらの電流の特性を変化させると、バッテリーに供給される電力が変化して、バッテリーを安全限度内に維持しながらバッテリーの充電時間を最小化することができる。任意に、方法は、バッテリーが充電していた時間を測定することによってバッテリーが受け取った充電量を特定するステップをさらに含む。これにより、バッテリーの充電状態をモニタすることができる。任意に、バッテリーはリチウムイオンバッテリーである。リチウムイオンバッテリーは幅広い用途で使用されている。本発明の別の態様によれば、バッテリー充電システムであって、バッテリーに充電電流を供給するのに適した電流源と、制御ユニットとを備え、制御ユニットが、充電中にバッテリーの特性を実質的に継続して特定するように構成されるとともに、特定されたバッテリーの特性に依存して充電電流の特性を変化させるように構成されたシステムが提供される。制御ユニットは、実質的に継続して特定されたバッテリーの特性に基づいて充電電流を変化させて、充電にとって効率的であると同時にバッテリーに損傷を与えないように安全限度内に収まる特性を有する充電電流を供給できるようにする。任意に、充電電流は、振動するDC波形として供給される。任意に、充電電流は、パルス状のDC波形として供給される。このような時変DC充電電流を使用すると、充電プロセスを中断することなく、バッテリーの内部インピーダンスなどの特性をさらに容易に測定することができる。任意に、波形の少なくとも一部は、実質的に整流された正弦波の形を有する。任意に、波形の少なくとも一部は、実質的に二乗正弦波の形を有する。これらの波形は、有利なバッテリー充電をもたらす一方で単純に生成することができる。任意に、この波形は、約0.5アンペア未満の、好ましくは約0.1アンペア未満の、さらに好ましくは約ゼロアンペアの電流値において発生する最小値を有する。これにより、バッテリーの特性に対する帯電及び／又は内部電位上昇の影響を抑えることができる。効率性のために、特定される特性は電流波形から特定される。電流波形は比較的測定が容易であり、さらなるバッテリー特性を特定するために使用することができる。安全のために、特定される特性のうちの1つ又は2つ以上は、少なくとも波形の周波数において特定される。任意に、特定される特性のうちの1又は2以上は、波形の周波数の少なくとも2倍において特定される。少なくとも波形の周波数で特性を特定することにより、実質的に継続したバッテリー特性のモニタリングが行われ、波形サイクル当たり最低1回特性が特定される。これにより、バッテリーのあらゆる過負荷を防ぐために充電電流を頻繁に又は実質的に継続して更新することができる。任意に、特定される特性は、波形の上昇部分の間に特定される。正確さのために、特定される特性は、波形の最小値から開始する測定から特定される。波形の最小値は、測定にとって有利な開始点をもたらして、測定される特性の変化を大きくし、従ってわずかな誤差を低減することができる。任意に、特定される特性は、波形の下降部分の間に特定される。波形の上昇部分に加えて波形の下降部分の間に特性を測定すると、異なる開始点から特性を特定することができ、誤差の検出又は低減に役立つことができる。生成を容易にするために、波形は、電圧源の約整数倍の周波数で供給される。任意に、波形は、電圧源の約2倍の周波数で供給される。任意に、波形は、電圧源に固定された周波数で供給される。これにより、力率が高くなって効率が高まる。任意に、電流源はフライバックコンバータを含む。フライバックコンバータを使用して電流波形を生成すると、充電電流を生成するためのバルクコンデンサの要件を低減又は排除することができる。任意に、システムは、電圧測定手段及び／又は電流測定手段をさらに備える。電流及び電圧、又は電流変化及び電圧変化を特定することにより、バッテリーへの電流の供給を中断することなくバッテリーの特性を特定できるようになる。任意に、バッテリーの状態を示すために、1又は2以上の特定されるバッテリーの特性はバッテリーの内部インピーダンスを含む。この内部インピーダンスを用いてバッテリーの状態を示すことができる。任意に、バッテリーの内部インピーダンスは、バッテリーにおける測定された電流の変化及び測定された電圧の変化から特定される。これにより、バッテリーの内部インピーダンスを間接的に特定できるようになる。任意に、特定されるバッテリーの特性は、セルの1又は2以上の内部インピーダ

10

20

30

40

50

ンスを含む。任意に、特定されるバッテリーの特性は、最大セルインピーダンスを含む。バッテリーが複数のセルを含む場合、セルインピーダンスはセル毎に異なり得る。最もインピーダンスの高いセルは、安全な充電電流の限界を決定する。任意に、特定されるバッテリーの特性はバッテリー温度を含む。バッテリー及び／又はセルの温度は、バッテリーの状態に関する情報を示すことができる。任意に、様々な特性は、電流平均値、電流最大値、電流振幅、デューティサイクル及び／又は充電モードのうちの少なくとも１つを含む。これらの電流の特性を変化させると、バッテリーに供給される電力が変化して、バッテリーを安全限度内に維持しながらバッテリーの充電時間を最小化することができる。任意に、システムは、バッテリーが充電していた時間を測定することによってバッテリーが受け取った充電量を特定するように構成されたクロックをさらに備える。これにより、バッテリーの充電状態をモニタ
10
できるようになる。自己学習及び更新を可能にするために、制御ユニットは、複数の特定されたバッテリー特性をデータベース及び／又はルックアップテーブルに記憶するように構成することができる。本発明のさらに別の態様によれば、充電中にバッテリーの内部インピーダンスをモニタする方法であって、バッテリーに時変電流を供給するステップと、電流の変化を実質的に継続して測定するステップと、対応する電圧の変化を実質的に継続して測定するステップと、電流の変化及び対応する電圧の変化からバッテリーの内部インピーダンスを特定するステップと、を含む方法が提供される。任意に、時変電流は、振動するＤＣ
20
波形の形で供給される。任意に、波形の少なくとも一部は、実質的に二乗正弦波の形を有する。これらの波形は、有利なバッテリー充電をもたらす一方で単純に生成することができる。任意に、正確さのために、波形は、約０．５アンペア未満の、好ましくは約０．１アンペア未満の、さらに好ましくは約ゼロアンペアの電流値において発生する最小値を有する。これにより、電流変化及び対応する電圧変化の測定値に対する帯電及び／又は内部電位上昇の影響を小さくすることができる。任意に、インピーダンスは、少なくとも波形の周波数において特定される。これにより、バッテリーインピーダンスの特定が実質的に継続して行われる。任意に、電流の変化及び／又は電圧の変化は、波形の上昇部分の間に測定される。正確さのために、電流の変化及び／又は電圧の変化は、波形の最小値から開始して測定される。波形の最小値は、測定にとって有利な開始点をもたらして、測定される電流の変化を大きくし、従ってわずかな誤差を低減することができる。柔軟性のために、電流の変化及び／又は電圧の変化は、波形の下降部分の間に測定される。本発明のさらに別の態様によれば、振動波形を有する電流を供給するように適合され、波形の最小値が０Ａ
30
又はほぼ０Ａであるバッテリー充電器が提供される。任意に、波形の最小値は０．１Ａ未満であり、さらに好ましくは０．０１Ａ未満であり、さらに好ましくは０．００１Ａ未満である。０Ａ又はほぼ０Ａの波形の最小値を提供することにより、バッテリー内の静電荷及び／又は内部電位の増加を抑えることができる。任意に、ピーク間電流は１Ａよりも大きく、好ましくは約１０Ａ～約３０Ａである。大きなピーク間電流を供給すると、インピーダンス測定の精度を高めることができる。正確さのために、波形の振動周期当たり少なくとも０．５ｍｓが、好ましくは少なくとも１ｍｓが、さらに好ましくは少なくとも５ｍｓが、さらに好ましくは少なくとも１０ｍｓが０Ａ又はほぼ０Ａである。正確さのために、波形の振動周期当たり、周期の少なくとも０．５％が、好ましくは少なくとも１％が、さらに好ましくは少なくとも５％が、さらに好ましくは少なくとも１０％が０Ａ又はほぼ０Ａ
40
である。任意に、複数のバッテリー充電システムが設けられ、各バッテリー充電システムは、多相入力の単相から入力を受け取って共通の出力を生成するように構成される。本発明のさらに別の態様によれば、バッテリーの充電方法であって、ＡＣ電源をバッテリーへの充電電流に変換するステップを含み、電流が振動波形を有し、波形の最小値が０Ａ又はほぼ０Ａである方法が提供される。任意に、この波形は、本発明の他の態様に関連して上述した波形のうちの１つ又は２つ以上に従う。別の態様によれば、バッテリーに充電電流を供給するためのバッテリー充電器であって、スイッチモード電力変換器と、スイッチング周波数及び／又はデューティサイクルを変化させて所望の波形の電流を供給するように適合されたコントローラと、を備えるバッテリー充電器が提供される。スイッチング周波数及び／又はデューティサイクルを変化させることにより、供給される電流が時間と共に変化することが
50

でき、これによって所望の波形を有する電流を供給できるようになる。特定の波形を用いたバッテリー充電は、バッテリーによる電流取り込みの最適化、バッテリー加熱の低減、バッテリー正常性の評価、バッテリー充電時間の短縮及びバッテリー耐用年数の最適化を含む複数の理由で有用となり得る。コントローラは、スイッチモード電力変換器の1又は2以上のデューティサイクル後にスイッチング周波数及び/又はデューティサイクルを変化させるように適合することができる。スイッチング周波数及び/又はデューティサイクルを比較的頻繁に変化させることにより、滑らかな波形を実現することができる。コントローラは、滑らかな波形のために、スイッチモード電力変換器の各デューティサイクル後にスイッチング周波数及び/又はデューティサイクルを変化させるように適合することができる。コントローラは、AC電源の電圧振動に依存してスイッチング周波数及び/又はデューティサイクルを変化させるように適合することができる。これにより、振動する電流波形を効率的に生成することができる。依存性に起因して高い力率を達成することができる。これにより、大型の重いものとなり得る力率補正ハードウェアの必要性を避けることができる。コントローラは、AC電源の各電圧振動中にスイッチング周波数及び/又はデューティサイクルを複数回、好ましくは各電圧振動中に少なくとも3回、好ましくは少なくとも10回、さらに好ましくは各電圧振動中に少なくとも100回、さらに好ましくは各電圧振動中に少なくとも800回変化させるように適合することができる。これにより、良好な電圧振動の複製を可能にすることができる。正確さのために、バッテリー充電器は、コントローラにAC電源の電圧の指標を提供するように適合された電圧センサをさらに含むことができる。正確さのために、電圧センサは、少なくともコントローラがスイッチング周波数を変化させるのと同様の頻度で電圧を検知するように適合することができる。スイッチング周波数及び/又はデューティサイクルは、AC電源の整流された(好ましくは、全波整流された)電圧振動に依存して変化することができる。整流は振動数を倍増させるとともに、振動によって極性が変化しないことを保証することができ、このことは電圧振動に依存してスイッチング周波数を変化させるために有利である。所望の波形はAC電源の周波数の約整数倍の周波数を有し、好ましくはAC電源の周波数の約2倍の周波数を有することができる。これにより、特に高い力率を有する振動電流波形をとりわけ効率的に生成することができる。効率性のために、所望の波形は、AC電源の周波数に固定することができる。所望の波形は、正弦波、全波整流された正弦波、二乗正弦波、又はこれらの組み合わせとすることができる。これらの波形は、有利なバッテリー充電をもたらす一方で単純に生成することができる。スイッチモード電力変換器は、フライバックトランスとすることができる。フライバックトランスは、好適なスイッチング周波数及び/又はデューティサイクル範囲に対応することができる。有効性のために、スイッチモード電力変換器は、臨界導通モードで動作するように適合することができる。スイッチング周波数及び/又はデューティサイクルは、1kHz~1000kHzの範囲内で、好ましくは10kHz~500kHzの範囲内で、さらに好ましくは40kHz~200kHzの範囲内で変化することができる。この範囲は、50又は60Hzの典型的な商用電源周波数及び100又は120Hzの整流された周波数よりも比較的高く、従って25Hz~150Hzの周波数を有する所望の波形の円滑な生成を可能にすることができる。適応性のために、コントローラは、バッテリーへの所望の最大充電電流に依存してスイッチング周波数及び/又はデューティサイクルを変化させるように適合することができる。所望の最大充電電流は、バッテリー温度、バッテリー電圧、バッテリー電流、バッテリー電圧の変化、バッテリー電流の変化、バッテリーインピーダンス、充電時間及び蓄積されたバッテリー充電量のうちの1つ又は2つ以上に依存することができる。これらは、とりわけ比較的大きな又は小さな充電電流が有利となり得る条件又は状況を示すことができる。コントローラは、バッテリーに供給される最小充電電流が1A未満であるように、好ましくは0.1A未満であるように、さらに好ましくは0.01A未満であるように、さらに好ましくは約0Aであるようにスイッチング周波数及び/又はデューティサイクルを変化させるように適合することができる。これにより、ヒステリシス効果を低減して有利なバッテリー挙動及び充電を可能にすることができる。コントローラは、バッテリーに供給されるピーク間電流が1Aよりも大きいように、好

10

20

30

40

50

ましくは約10A～約30Aであるようにスイッチング周波数及び／又はデューティサイクルを変化させるように適合することができる。これにより、過度に大きく危険な電流を使用せずにリチウムイオンバッテリー、ハンドヘルド装置のバッテリーなどのバッテリーの効果的な充電を可能にすることができる。バッテリー充電器は、電力変換器からの出力電流を平滑化するように適合された平滑器をさらに備えることができる。複数のバッテリー充電器の各々は、多相入力に接続されるように構成して共通の出力に接続することができる。これにより、整流された波形から滑らかな波形を生成することができる。滑らかな波形は効果的な充電を可能にすることができるので、バッテリーの充電に有利である。別の態様によれば、バッテリーの充電方法であって、スイッチモード電力変換器を用いてAC電源をバッテリーへの充電電流に変換するステップを含み、スイッチング周波数及び／又はデューティサイクルが所望の波形に依存して変化する方法が提供される。スイッチング周波数及び／又はデューティサイクルを変化させることにより、供給される電流が時間と共に変化することができ、これによって所望の波形を有する電流を供給できるようになる。特定の波形を用いたバッテリー充電は、バッテリーによる電流取り込みの最適化、バッテリー加熱の低減、バッテリー正常性の評価、バッテリー充電時間の短縮及びバッテリー耐用年数の最適化を含む複数の理由で有用となり得る。スイッチング周波数及び／又はデューティサイクルは、スイッチモード電力変換器の1又は2以上のデューティサイクル後に、好ましくは各デューティサイクル後に変化させることができる。スイッチング周波数を比較的頻繁に変化させることにより、滑らかな波形を実現することができる。スイッチング周波数及び／又はデューティサイクルは、AC電源の電圧振動に依存して変化することができる。これにより、振動電流波形を効率的に生成することができる。依存性に起因して高い力率を達成することができる。これにより、大型の重いものとなり得る力率補正ハードウェアの必要性を避けることができる。スイッチング周波数及び／又はデューティサイクルは、AC電源の各電圧振動中に複数回、好ましくは各電圧振動中に少なくとも3回、好ましくは少なくとも10回、さらに好ましくは少なくとも100回、さらに好ましくは各電圧振動中に少なくとも800回変化することができる。これにより、良好な電圧振動の複製を可能にすることができる。正確さのために、方法は、AC電源の電圧を検知するステップと、電圧に依存してスイッチング周波数及び／又はデューティサイクルを変化させるステップとをさらに含み、好ましくは少なくともスイッチング周波数が変化する頻度で電圧を検知するステップを含むことができる。スイッチング周波数及び／又はデューティサイクルは、1kHz～1000kHzの範囲内で、好ましくは10kHz～500kHzの範囲内で、さらに好ましくは40kHz～200kHzの範囲内で変化することができる。この範囲は、50又は60Hzの典型的な商用電源周波数及び100又は120Hzの整流された周波数よりも比較的高く、従って25Hz～150Hzの周波数を有する所望の波形の円滑な生成を可能にすることができる。スイッチング周波数及び／又はデューティサイクルは、AC電源の整流された（好ましくは、全波整流された）電圧振動に依存して変化することができる。整流は振動数を倍増させるとともに、振動によって極性が変化しないことを保証することができる。このことは電圧振動に依存してスイッチング周波数を変化させるために有利である。適応性のために、スイッチング周波数及び／又はデューティサイクルは、バッテリーへの所望の最大充電電流に依存して変化することができ、任意に所望の最大充電電流は、バッテリー温度、バッテリー電圧、バッテリー電流、バッテリー電圧の変化、バッテリー電流の変化、バッテリーインピーダンス、充電時間及び蓄積されたバッテリー充電量のうちの1つ又は2つ以上に依存する。これらは、とりわけ比較的大きな又は小さな充電電流が有利となり得る条件又は状況を示すことができる。スイッチング周波数及び／又はデューティサイクルは、バッテリーに供給される最小充電電流が1A未満であるように、好ましくは0.1A未満であるように、さらに好ましくは0.01A未満であるように、さらに好ましくは約0Aであるように変化することができる。これにより、ヒステリシス効果を低減して有利なバッテリー挙動及び充電を可能にすることができる。スイッチング周波数は、バッテリーに供給されるピーク間電流が1Aよりも大きいように、好ましくは約10A～約30Aであるように変化することができる。別の態様によれば、以下の特徴のうちの1つ又は2

10

20

30

40

50

つ以上を含むバッテリー充電システムが提供される。

- ・トランスが、好ましくは第 1 の一次巻線及び / 又は第 1 の二次巻線を含む。
- ・一次スイッチ素子が、好ましくは電源からトランスの第 1 の一次巻線などに供給される電流を制御するように構成される。
- ・端子が、トランスの第 1 の二次巻線などから電力を受け取るように構成されて、充電すべきバッテリーに接続されるように構成される。
- ・制御サブシステムが、一次スイッチ素子の動作を制御するように構成される。
- ・制御サブシステムが、トランスが約 1 A よりも大きなピーク間電流を有する電流波形を有する電力を端子に供給するように一次スイッチ素子を制御するよう構成される。
- ・制御サブシステムが、電流波形を用いて、充電すべきバッテリーの電気インピーダンスを特定するように構成される。
- ・制御サブシステムが、特定された充電すべきバッテリーの電気インピーダンスに少なくとも部分的に基づいて一次スイッチ素子を制御するように構成される。
- ・電流波形が、約 60 Hz よりも高い、好ましくは約 100 Hz ~ 120 Hz の周波数を有する。
- ・電流波形が、約 10 A ~ 約 30 A のピーク間電流を有する。
- ・電流波形が、約 0 A の低電流とピーク電流との間で変化する。
- ・電流波形が、電源の周波数の実質的に 2 倍の周波数を有する。
- ・一次スイッチ素子が、特定された充電すべきバッテリーの電気インピーダンスに少なくとも部分的に基づいて変化する周波数及び / 又はデューティサイクルに従って動作する。
- ・トランスに供給される電流の 1 又は 2 以上のパルスのエンベロープが、実質的に電源の電圧波形に従う。
- ・トランスがフライバックトランスである。
- ・充電すべきバッテリーの電気インピーダンスが、約 60 Hz よりも高い、好ましくは約 100 Hz ~ 約 120 Hz の周波数において特定される。
- ・トランスが、整流された AC 電源に接続可能ある。
- ・制御サブシステムが、トランスが実質的に整流された正弦波形電流及び / 又は一定の二乗平均平方根正弦波形を有する電流波形の電力を端子に供給するように一次スイッチ素子を制御するよう構成される。
- ・制御サブシステムが、トランスが AC 電源の電圧の周波数の実質的に 2 倍の周波数を有する電流波形の電力を端子に供給するように一次スイッチ素子を制御するよう構成される。
- ・制御サブシステムが、時間と共に変化する周波数でオン状態とオフ状態との間で作動するように一次スイッチ素子を制御するよう構成される。
- ・制御サブシステムが、AC 電源の電圧の大きさ及び / 又はバッテリー電流の大きさ及び / 又はバッテリー電圧の大きさに依存する周波数でオン状態とオフ状態との間で作動するように一次スイッチ素子を制御するよう構成される。

【0009】

別の態様によれば、以下の特徴のうちの 1 又は 2 以上を含むバッテリー充電システムの動作方法が提供される。

- ・バッテリー充電システムが、好ましくは第 1 の一次巻線及び第 1 の二次巻線を含むトランス変圧器を含む。
- ・バッテリー充電システムが、好ましくは電源から第 1 の一次巻線に供給される電流を制御するように構成された一次スイッチ素子を含む。
- ・端子が、トランスの第 1 の二次巻線から電力を受け取るように構成されて、充電すべきバッテリーに接続されるように構成される。
- ・制御サブシステムが、一次スイッチ素子の動作を制御するように構成される。
- ・トランスが約 1 A よりも大きなピーク間電流を有する電流波形を有する電力を端子に供給するように一次スイッチ素子を制御する。
- ・電流波形を用いて、充電すべきバッテリーの電気インピーダンスを特定する。
- ・特定された充電すべきバッテリーの電気インピーダンスに少なくとも部分的にさらに基づ

10

20

30

40

50

いて一次スイッチ素子を制御する。

- ・一次スイッチ素子を制御することが、電流波形が約 60 Hz よりも高い、好ましくは約 100 Hz ~ 120 Hz の周波数を有するように一次スイッチ素子を制御することを含む。
- ・一次スイッチ素子を制御することが、電流波形が約 10 A ~ 約 30 A のピーク間電流を有するように一次スイッチ素子を制御することを含む。
- ・一次スイッチ素子を制御することが、電流波形が約 0 A の低電流とピーク電流との間で変化するように一次スイッチ素子を制御することを含む。
- ・一次スイッチ素子を制御することが、電流波形が電源の周波数の実質的に 2 倍の周波数を有するように一次スイッチ素子を制御することを含む。
- ・一次スイッチ素子を制御することが、特定された充電すべきバッテリーの電気インピーダンスに少なくとも部分的に基づいて一次スイッチ素子の周波数及び / 又はデューティサイクルを変化させるように一次スイッチ素子を制御することをさらに含む。
- ・一次スイッチ素子を制御することが、トランスに供給される電流の 1 又は 2 以上のパルスのエンベロープが実質的に電源の電圧波形に従うように一次スイッチ素子を制御することを含む。
- ・充電すべきバッテリーの電気インピーダンスが、約 60 Hz よりも高い、好ましくは約 100 Hz ~ 120 Hz の周波数において特定される。

【0010】

本明細書で使用する DC は、好ましくは一定の極性を有する電圧及び / 又は電流を意味する。DC 電圧及び / 又は電流は、例えばパルス状の波形、振動する波形、又は別様に变化する波形の形で時間的に変化することができる。スイッチモード電力変換器では、スイッチング周波数を変化させるとデューティサイクルが変化し、この逆もまた同様である。スイッチング周波数の変化は、デューティサイクルを変化させることによって実現することができる、この逆もまた同様である。本明細書においてスイッチング周波数の変化について言及する場合には、これをデューティサイクルの変化に置き換えることができる。本発明は、実質的に本明細書で説明するような、及び / 又は図を参照しながら例示するようなバッテリー充電器及び / 又はバッテリー充電システムにまで及ぶ。本発明は、実質的に本明細書で説明するような、及び / 又は図を参照しながら例示するようなバッテリーの充電方法にまでも及ぶ。本発明は、実質的に本明細書で説明するような、及び / 又は図を参照しながら例示するようなバッテリーのインピーダンスの特定方法にまでも及ぶ。

【0011】

本明細書で説明するあらゆる装置の特徴は方法の特徴として提供することもでき、この逆もまた同様である。本明細書では、ミーンズプラスファンクションの機能を、これらの機能の対応する構造面から別様に表現することもできる。

【0012】

本発明の 1 つの態様におけるあらゆる特徴は、本発明の他の態様にあらゆる適切な組み合わせで適用することができる。具体的には、方法の態様を装置の態様に適用することができ、その逆もまた同様である。さらに、1 つの態様におけるいずれかの、一部の及び / 又は全部の特徴を、他のいずれかの態様におけるいずれかの、一部の及び / 又は全部の特徴にあらゆる適切な組み合わせで適用することもできる。

【0013】

また、本発明のいずれかの態様において説明し定義する様々な特徴の特定の組み合わせを単独で実装及び / 又は供給及び / 又は使用することもできると理解されたい。

【0014】

以下の例示的な図面を参照しながら本発明をほんの一例として説明する。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図 1 a】従来のバッテリー充電中に起きていると思われることを概略的に示す図である。

【図 1 b】従来のバッテリー充電中に起きていると思われることを概略的に示す図である。

【図 2】本発明の実施形態を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 3 a】実施形態の動作中における電流及び電圧のグラフ表現である。

【図 3 b】実施形態の動作中における電流及び電圧のグラフ表現である。

【図 3 c】実施形態の動作中における電流及び電圧のグラフ表現である。

【図 3 d】実施形態の動作中における電流及び電圧のグラフ表現である。

【図 3 e】実施形態の動作中における電流及び電圧のグラフ表現である。

【図 3 f】実施形態の動作中における電流及び電圧のグラフ表現である。

【図 4】いくつかの実施形態によるバッテリー充電システム及びその一部を示す図である。

【図 5】いくつかの実施形態によるバッテリー充電システム及びその一部を示す図である。

【図 6】いくつかの実施形態によるバッテリー充電システム及びその一部を示す図である。

【図 7】いくつかの実施形態によるバッテリー充電システム及びその一部を示す図である。

【図 8】いくつかの実施形態による、充電サイクル中にフライバックトランスの第 1 の一次巻線を流れる電流を示す図である。

【図 9】いくつかの実施形態による、充電サイクル中にフライバックトランスの第 1 の一次巻線を流れる電流を示す図である。

【図 10】いくつかの実施形態による、充電サイクル中にフライバックトランスの第 1 の一次巻線を流れる電流を示す図である。

【図 11 a】バッテリーに供給される電流、バッテリー端子間の電圧、及び抽出されたリップル電圧信号のグラフ表現である。

【図 11 b】バッテリーに供給される電流、バッテリー端子間の電圧、及び抽出されたリップル電圧信号のグラフ表現である。

【図 11 c】バッテリーに供給される電流、バッテリー端子間の電圧、及び抽出されたリップル電圧信号のグラフ表現である。

【図 12】バッテリーを充電するための段階的手順を示す図である。

【図 13】使用中の単一セルバッテリー制御ユニットの概略例を示す図である。

【図 14】使用中のマルチセルバッテリー制御ユニットの概略例を示す図である。

【図 15】いくつかの実施形態のバッテリー充電器への三相入力 of の概略例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

本明細書で使用する「バッテリー (battery)」という用語は、電荷の蓄積及びその放電後の再充電を行うことができる 1 又は 2 以上のセルを意味するものであると解釈されたい。バッテリーが複数のセルを含む場合には、これらのセルを回路内で互いに接続してバッテリーを形成することができる。回路は、(セルが互いに直列に接続された) 直列回路、(セルが互いに並列に接続された) 並列回路、(セルが互いに直列に接続され、この直列に接続されたセルの複数のグループが互いに並列に接続された) 直並列回路、又はこのような回路のいずれかの組み合わせとすることができる。

【0017】

本明細書で使用する「バッテリー (の) 端子 (battery terminals、battery terminal、terminal of a battery、terminals of a battery)」という用語は、バッテリーが 1 又は 2 以上の回路に電力を供給できるようにする、及び / 又はバッテリーを再充電するためにバッテリーに電力を供給できるようにする電気端子又はバッテリー端子を意味するものであると解釈されたい。

【0018】

本明細書では、「陰極 (anode)」という用語と「負極 (negative electrode)」という用語とを実質上同義的に使用しており、これらの用語については、あるセルの陰極を形成するそのセルの内部部品を意味するものであると解釈されたい。同様に、本明細書では「陽極 (cathode)」及び「正極 (positive electrode)」という用語を実質上同義的に使用しており、これらの用語については、あるセルの陽極を形成するそのセルの内部部品を意味するものであると解釈されたい。

【0019】

10

20

30

40

50

「バッテリー」を参照しながら本発明の実施形態を説明するが、本発明は、典型的には単一セルの動作及び単一セルにおけるプロセスを参照するものであり、複数のセルを含むバッテリーは、対応する複数の陰極及び陽極を有することができ、バッテリーの各セルにおいて同様の動作及びプロセスが発生し得ると理解されるであろう。

【００２０】

本明細書で説明するバッテリー（従って、セル）はリチウムイオンバッテリー（又はセル）とすることができるが、本発明の実施形態は、他の形態のバッテリー（及びセル）と共に使用できることも想定される。

【００２１】

図１ａ及び図１ｂを参照すると、ここでも特定の理論に縛られることを望むわけではないが、これらの図には、定電流動作を用いた従来の充電サイクル中にバッテリー内で起きていると思われることを概略的に示す。

【００２２】

図１ａ及び図１ｂから分かるように、バッテリー１はセル１１を含み、このセル１１は、電解質１１５内に陰極１１１及び陽極１１２を含む。陰極１１１と陽極１１２との間にはセパレータ１１３が位置することができる。陰極１１１は、バッテリー１の負端子１２に電氣的に接続することができ、陽極１１２は、バッテリー１の正端子１３に電氣的に接続することができる。

【００２３】

陰極１１１の境界又はその付近には、固体電解質界面（ＳＥＩ）層１１４が位置する。

【００２４】

バッテリー１の充電中には、バッテリー１の端子１２、１３間に電圧が付与されて、陽極１１２からセパレータ１１３及び電解質１１５などを通じて陰極１１１にイオン３が移動し、ＳＥＩ層１１４を通じて陰極１１１にインターカレートするようになる（当然ながら、放電中にはバッテリー１内のイオン３の流れは逆方向になる）。

【００２５】

従来の定電流動作中の充電サイクル下では、イオン３が、ＳＥＩ層１１４に供給されるほど素早く陰極１１１にインターカレートすることはできないと考えられる。従って、陰極１１１の境界又はその付近に（すなわち、ＳＥＩ層１１４の領域内に）イオン３のパイルアップが生じる。このパイルアップを図１ｂに概略的に示す。

【００２６】

本明細書で説明するように、さらにこれによってバッテリー１内の電気抵抗が増し、及び／又はＳＥＩ層１１４の成長が引き起こされと考えられる。これによって充電サイクル中にバッテリー１のさらなる加熱が引き起こされ、バッテリー１を充電できる速度、使用できる充電サイクルの性質、充電プロセスの効率、充電プロセスの安全性、及び／又は充電容量が許容レベル未満に低下する前にバッテリー１が受けることができる充電サイクル回数の観点からのバッテリーの耐用年数にもさらに影響が及ぶと考えられる。

【００２７】

従って、図２に示す本発明の実施形態は、バッテリー１に充電電流とも呼ばれる電流を供給するように構成されたバッテリー充電システム１００を含み、この電流は、平均電流が概ね非ゼロである変動振幅の波形、及び平均電流が実質的に一定の波形とすることができる（この波形は、例えば実質的に正弦波とすることができる）。好適な波形のさらなる例は、振動するＤＣ波形又はパルス状のＤＣ波形を含む。このような波形は、例えば所望の波形の電流を供給すべくスイッチング周波数を変化させるように適合された、コントローラと連動するスイッチモード電力変換器によって供給することができる。

【００２８】

図３ａ～図３ｃには、ＲＭＳ電圧が約８５Ｖである商用電源１０２の場合の、いくつかの実施形態のバッテリー充電システム１００によってバッテリー１に供給される電流（図３ａ）と、商用電源１０２の電圧（図３ｂ）と、電源から得られる電流（図３ｃ）とを示す。図３ｄ～図４ｆには、ＲＭＳ電圧が約２６５Ｖである商用電源１０２の場合の、いくつか

10

20

30

40

50

の実施形態のバッテリー充電システム 100 によってバッテリー 1 に供給される電流 (図 3 d) と、商用電源 102 の電圧 (図 3 e) と、電源から得られる電流 (図 3 f) とを示す。

【0029】

バッテリー充電システム 100 によってバッテリー 1 に供給される電流の周波数は、概ねバッテリー充電システム 100 への電源の周波数の約 2 倍とすることができ、及び / 又はバッテリー充電システム 100 によってバッテリー 1 に供給される電流は、実質的に供給電圧の波形の整流形態 (例えば、全波整流形態) に対応する波形を有することができる。バッテリー 1 に供給される電流の周波数は、例えば 100 Hz 又は 120 Hz とすることができる。バッテリー 1 に供給される電流の大きさは、概ねバッテリー 1 に供給されるピーク電流に相当することができる。

10

【0030】

従って、本発明の実施形態では、バッテリー充電システム 100 を、上述したような充電サイクル中の第 1 の動作においてバッテリー 1 に電力を供給するように構成することができる。バッテリー充電システム 100 は、例えば実質的に定電圧又は定電力の電力が供給される同じ充電サイクル中の第 2 の動作においてバッテリー 1 に電力を供給するように構成することもできる。

【0031】

図 3 a ~ 図 3 c 及び図 4 a ~ 図 4 c の例から分かるように、電源電圧 (V_{ac}) は、多くの国で利用可能な商用 AC 電源電圧に典型的なものとすることができ、その電圧及び周波数は国によって異なることができる (例えば、85 ~ 265 V RMS、50 ~ 60 Hz)。従って、 V_{ac} は、典型的には 0 V を中心とする正弦波の形を有する。バッテリー 1 に供給される電流 (I_{bat}) は、 V_{ac} の周波数に関連する周波数の波形を有することができ、この周波数は、例えば実質的に V_{ac} の周波数の 2 倍、又は V_{ac} の周波数の約整数倍とすることができる。本明細書で説明するように、バッテリー 1 に供給される電流 (I_{bat}) は非ゼロの平均値を有することができ (すなわち、0 A からオフセットすることができ)、概ね正弦波の形を有することができる。電流 (I_{bat}) は、概ね供給電圧 V_{ac} の全波整流波形の形を有することができ、従っていくつかの実施形態では、例えば波形の下側ピークが図 4 a 及び図 4 b に示すよりも鋭角になり得る。

20

【0032】

バッテリー 1 に供給される電流 I_{bat} の波形は、低電流 (すなわち、この波形の最低電流) とピーク電流 (すなわち、この波形の最高電流) との間で変化することができる。低電流は、実質的に 0 A とすることができ、ピーク電流は、約 1 A ~ 約 30 A、約 10 A ~ 約 30 A、又は約 20 A ~ 約 30 A とすることができる。バッテリー 1 に供給される電流 I_{bat} のピーク間変動 (すなわち、ピーク電流と低電流との間の差分) は、約 1 A 超、約 10 A 超、約 20 A 超、又は約 30 A 超とすることができる。一般に、このピークバッテリー充電電流は、バッテリーの容量の約 10 倍である。例えば、使用するバッテリーは 2.6 Ah である。従って、ピーク電流は約 26 アンペアであり、約 16 アンペアの平均バッテリー充電電流をもたらす。

30

【0033】

電流 I_{bat} の波形は、低電流とピーク電流との間で振動を繰り返すことができる。いくつかの実施形態では、この波形が実質的に滑らかな波形である。いくつかの実施形態では、この波形が実質的に全波整流された正弦波の形状である。いくつかの実施形態では、この波形の一部が整流された正弦波の形を有し、一部が正弦二乗波 (sine squared wave) の形を有する。例えば、波形の最大値の周辺の波形部分は、実質的に整流された正弦波の形を有することができ、波形の最小値周辺の波形部分は、実質的に正弦二乗波 (本明細書では、二乗正弦波とも呼ぶ) の形を有することができる。

40

【0034】

充電中にバッテリー 1 に非ゼロの平均電流波形 (I_{bat}) を供給すると、上述したようなイオンのパイルアップの低減に役立つと考えられる。さらに、これによって充電サイクル中のバッテリー 1 の電気抵抗が減少する。これによってバッテリー 1 の充電効率が改善され、充

50

電プロセス中に発生する熱が減少し、全体的な充電電流を高めてバッテリー 1 をさらに安全に充電できるようになる。また、バッテリー 1 の相対的充電レベルがいくつかの従来の充電サイクルを用いた場合よりも高く（例えば、総充電容量の 80 % 又はそれよりも高く、或いは総充電容量の 90 % 又はそれよりも高く、或いは総充電容量の 90 % ~ 95 % に）なるまで充電サイクルの第 1 の動作を使用することができる。

【 0 0 3 5 】

実際に、いくつかの実施形態では、充電サイクルの第 2 の動作を完全に省くこともできる。

【 0 0 3 6 】

いくつかの実施形態は、バッテリー 1 の自己放電を補償するための電力が時々（例えば、定期的に）バッテリー 1 に供給される充電サイクルの第 3 の動作を含むことができる。

10

【 0 0 3 7 】

理解されるように、バッテリー充電システム 100 は、複数の異なる形で実装することができる。しかしながら、いくつかの実施形態では、以下で明らかになるように、本明細書で説明する特定の実施形態に従ってバッテリー充電システム 100 を実装することによってさらなる利点を達成することもできる。

【 0 0 3 8 】

図 4 ~ 図 7 を参照しながらバッテリー充電システム 100 の実施形態をさらに詳細に説明する。

【 0 0 3 9 】

20

バッテリー充電システム 100 のいくつかの実施形態は、フライバックトランス（本明細書では、フライバックコンバータとも呼ぶ）101 を含むことができる。フライバックトランス 101 は、商用電源 102 に電氣的に接続されるように構成することができる。商用電源 102 は、供給電圧 V_{ac} で電力を供給する AC 商用電源とすることができる。バッテリー充電システム 100 は、商用電源 102 から電力を受け取って商用電源 102 からの電力を整流してフライバックトランス 101 に供給するように構成された整流器回路 103 を含むことができる。

【 0 0 4 0 】

商用電源 102 とフライバックトランス 101 との間には、バッテリー充電システム 100 の電磁干渉フィルタ 104 を電氣的に接続することができる。いくつかの実施形態では、電磁干渉フィルタ 104 と整流器回路 103 とを組み合わせることで単一の回路にすることができる。

30

【 0 0 4 1 】

バッテリー充電システム 100 は、スナバ回路 105 をさらに含むことができる。スナバ回路 105 は、商用電源 102 とフライバックトランス 101 との間に、具体的には電磁干渉フィルタ 104 及び / 又は整流器回路 103 とフライバックトランス 101 との間に接続することができる。スナバ回路 105 は、フライバックトランス 101 の一次スイッチ素子 101a に損傷を与える恐れがある電圧スパイクを減衰させるように、及び / 又はフライバックトランス 101 からの電流を再循環させるように構成することができる。

【 0 0 4 2 】

40

フライバックトランス 101 の一次スイッチ素子 101a は、商用電源 102（並びに整流器回路 103 及び / 又は電磁フィルタ 104 及び / 又はスナバ回路 105 など）からフライバックトランス 101 の第 1 の一次巻線 101b への電力の供給を制御するように構成される。

【 0 0 4 3 】

フライバックトランス 101 は、第 1 の二次巻線 101c をさらに含み、第 1 の一次巻線 101b を流れる電流の流れは、第 1 の二次巻線 101c に電流の流れを誘発するように構成される。

【 0 0 4 4 】

第 1 の二次巻線 101c は、フライバックトランス 101 から出力された電力（すなわ

50

ち、第1の二次巻線101cに誘発された電流)を整流するように構成された出力整流器回路106に電氣的に接続される。

【0045】

バッテリー充電システム100は、バッテリー1の端子12、13に接続されるように構成された端子107を含む(いくつかの実施形態では、バッテリー充電システム100の端子107を、バッテリー1の端子12、13に選択的に接続されるように構成することができる)。バッテリー充電システム100の端子107は、第1の二次巻線101cに電氣的に接続される。この接続は出力整流器回路106を介し、従って出力整流器回路106は、第1の二次巻線101cによって出力された電力を整流して(バッテリー充電システム100の端子107に接続された)バッテリー1に供給するように構成される。

10

【0046】

いくつかの実施形態では、出力整流器回路106が、トランジスタ素子(例えば、MOSFET)などの1又は2以上のスイッチ素子を含む同期整流器回路である。

【0047】

いくつかの実施形態では、バッテリー充電システム100が、バッテリー充電システム100の第1の二次巻線101cと端子107との間に電氣的に接続された平滑回路108を含むことができる。平滑回路108は、バッテリー充電システム100の端子107に(同様に、バッテリー1に)供給される電力の電流及び/又は電圧をフィルタ処理及び/又は平滑化するように構成される。

【0048】

いくつかの実施形態では、平滑回路108が、1又は2以上のコンデンサ及び/又はインダクタを含むことができる。いくつかの実施形態では、バッテリー充電システム100の端子107間に1又は2以上のコンデンサが設けられて並列に接続され、コンデンサバンクを形成するようになる。平滑回路108の一部としてのコンデンサバンクを含むことも又は含まないこともできるいくつかの実施形態では、平滑回路108が、バッテリー充電システム100の第1の二次巻線101cと端子107の一方との間に直列に接続された少なくとも1つのインダクタを含む。

20

【0049】

平滑回路108の1又は2以上のコンデンサは、1又は2以上の高分子電解コンデンサを含むことができ、小さな内部抵抗を有して高リップル電流が可能である。

30

【0050】

いくつかの実施形態では、バッテリー充電システム100が、バッテリー充電システム100の端子107の一方又は両方を少なくとも第1の二次巻線101cとの電氣的接続から遮断する一方で、上記の又は各端子107を出力整流器回路106及び/又は平滑回路108(又はその一部)との電氣的接続から遮断することもできる遮断スイッチ109をさらに含むことができる。

【0051】

バッテリー充電システム100は、制御サブシステム110をさらに含むことができる。制御サブシステム110は、例えばフライバックトランス101(例えば、その一次スイッチ素子101a)、整流器回路103、出力整流器回路103及び遮断スイッチ109のうちの1つ又は2つ以上を含むバッテリー充電システム100の動作を制御するように構成される。

40

【0052】

制御サブシステム110は、それぞれがバッテリー充電システム100及び/又はバッテリー1の動作に関連する1又は2以上の特性を測定及び/又は特定するように構成された1又は2以上のセンサ回路及び/又はセンサ素子をさらに含むことができ、従ってこれらの1又は2以上のセンサ回路及び/又はセンサ素子から受け取った情報に少なくとも部分的に基づいてバッテリー充電システム100の動作を制御することができる。例えば、充電電流の特性は、例えばバッテリーインピーダンスなどの、充電中に実質的に継続して特定される特性に依存して変化することができる。

50

【 0 0 5 3 】

1又は2以上のセンサ回路及び/又はセンサ素子は、設けられている場合には整流器回路103による整流後の電圧とすることができる商用電源102の電圧を検知するように構成された電源電圧センサ回路1111を含むことができる。電源電圧センサ回路1111は、制御サブシステム110の他の部品が使用できるレベルまで電圧を低下させるように構成された電位分割器回路を含むことができる。

【 0 0 5 4 】

1又は2以上のセンサ回路及び/又はセンサ素子は、フライバックトランス101の第1の一次巻線101bに供給される電流を検知するように構成された一次巻線電流センサ回路1112を含むことができる。一次巻線電流センサ回路1112は、例えばシャント回路を含むことができる。一次巻線電流センサ回路1112は、一次スイッチ素子101aを通過して第1の一次巻線101bから接地又は商用電源102に流れる電流を検知するように構成することができる。

10

【 0 0 5 5 】

1又は2以上のセンサ回路及び/又はセンサ素子は、バッテリー充電システム100の端子107間の電圧 V_{bat} を、従ってバッテリー充電システム100に接続されたバッテリー1の端子12、13間の電圧を検知するように構成されたバッテリー端子電圧センサ回路1113を含むことができる。バッテリー端子電圧センサ回路1113は、制御サブシステム110の他の部品が使用できるレベルまで電圧を低下させるように構成された電位分割器回路を含むことができる。

20

【 0 0 5 6 】

1又は2以上のセンサ回路及び/又はセンサ素子は、バッテリー充電システム100の端子107の少なくとも一方に供給される又はこれらの端子から戻される電流を、従ってバッテリー充電システム100に接続されたバッテリー1に供給される電流を検知するように構成されたバッテリー端子電流センサ回路1114を含むことができる。バッテリー端子電流センサ回路1114は、例えばシャント回路を含むことができる。バッテリー端子電流センサ回路1114は、出力整流器回路106を通過してバッテリー充電システム100の端子107からフライバックトランス101の第1の二次巻線101cに流れる電流を特定するように構成することができる。

【 0 0 5 7 】

いくつかの実施形態では、制御サブシステム110が、一次又は入力側コントローラ1115と、二次又は出力側コントローラ1116とを含むことができる。一次側コントローラ1115は、光カプラ回路1117を含むことができる通信チャネルを介して出力側コントローラ1116に及び/又はその逆に通信するように構成することができる。光カプラ回路1117は、一次側及び二次側コントローラ1115、1116を電氣的に絶縁したままこれらのコントローラ1115、1116間の通信を可能にするように構成することができる。従って、理解されるように、光カプラ回路1117は、一次側コントローラ1115によって制御される発光ダイオードと、二次側コントローラ1116に接続されたフォトトランジスタとを含むことができる。

30

【 0 0 5 8 】

いくつかの実施形態では、フライバックトランス101の一部として第2の一次巻線又は第1の「バイアス」巻線101dが設けられる。第2の一次巻線101dは、第1の一次巻線101bに関連して、第1の一次巻線101bを流れる電流が第2の一次巻線101dにも電流を誘発するように構成することができる。従って、第2の一次巻線101dに誘発された電力を使用して、例えば一次側コントローラ1115などの、制御サブシステム110の1又は2以上の部品に電力を供給することができる。一次側コントローラ1115への正しい電力供給を保証するように、第1のバイアス回路101eを設けることもできる。本明細書では、第2の一次巻線101dからの出力の電圧を「一次バイアス電圧」 $V_{bias-primary}$ と呼ぶ。また、第2の一次巻線又は第1のバイアス巻線は、フライバックトランスの磁気状態を検出し、従ってフライバックコンバータの臨界導通動作モード

40

50

(critical conduction mode of operation)を保証するために使用される。

【0059】

いくつかの実施形態では、フライバックトランス101が、第2の二次巻線101g、又は第2の「バイアス」巻線を含むことができる。第2の二次巻線101gは、第1の一次巻線101bに関連して、第1の一次巻線101bを通過する電流が第2の二次巻線101gにも電流を誘発するように構成することができる。従って、第2の二次巻線101gに誘発された電力を使用して、例えば二次側コントローラ1116などの、制御サブシステム110の1又は2以上の部品に電力を供給することができる。二次側コントローラ1116への正しい電力供給を保証するように、第2のバイアス回路101fを設けることもできる。本明細書では、第2の二次巻線101gからの出力の電圧を「二次バイアス電圧」 $V_{bias-secondary}$ と呼ぶ。

10

【0060】

図示の実施形態では、表現を単純にするために第1及び第2のバイアス回路101e及び101fを複数の部品で示している。しかしながら、これらの回路は、それぞれの単一の回路又は接続部とすることもできると理解されるであろう。

【0061】

二次側コントローラ1116は、バッテリー充電システム100の端子107間の電圧を表す信号（例えば、バッテリー端子電圧センサ回路1113からの出力）をバッテリー端子基準電圧と比較するように構成される。

20

【0062】

二次側コントローラ1116は、バッテリー充電システム100の端子107の少なくとも一方に供給される又はこれらの端子から戻される電流を表す信号（例えば、バッテリー端子電流センサ回路1114からの出力）をバッテリー基準電流と比較するようにさらに構成することができる。

【0063】

二次側コントローラ1116は、バッテリー充電システム100の動作モードを決定するためにこれらの電圧及び/又は電流比較の結果を使用するように構成することができる。この動作モードは、充電サイクルの第1、第2又は第3の動作のうちのどれを使用すべきであるかを決定することを含むことができる。いくつかの実施形態では、複数の充電モード及び/又はデューティサイクルを利用することができる。

30

【0064】

いくつかの実施形態では、二次側コントローラ1116を、例えばバッテリー1の温度又はこれを表すパラメータを検知して適宜に信号を出力するように構成されたバッテリー温度センサ1118から、バッテリー1の温度を示す信号を受け取るように構成することができる。これらの実施形態の二次側コントローラ1116は、（上述した1又は複数の比較の使用に加えて、又はこれとは別に）このバッテリー1の温度を示す信号を用いて、充電サイクルの複数の動作のうちのどれを使用すべきであるかを決定することができる。

【0065】

従って、二次側コントローラ1116は、制御信号Cを出力するように構成される。この制御信号Cは（例えば、光プラ回路1117を介して）一次側コントローラ1115に通信することができ、一次側コントローラ1115は、本明細書で説明するようにこの制御信号Cを用いてフライバックトランス101の動作を制御することができる。

40

【0066】

二次側コントローラ1116は、1又は2以上の所定の条件が発生した場合に遮断スイッチ109を動作させるようにさらに構成することができ、これらの条件は、バッテリー1に供給された又はバッテリー1から受け取られた特定の電流が所定の閾値電流を上回り又は下回ること、及び/又はバッテリー1の端子12、13間の電圧が所定の閾値電圧を上回り又は下回ること、及び/又はバッテリー温度が所定の閾値温度を下回り又は上回ることのうちの1つ又は2つ以上を含むことができる。

50

【 0 0 6 7 】

二次側コントローラ 1 1 1 6 は、バッテリー充電システム 1 0 0 の端子 1 0 7 に（すなわち、端子 1 0 7 に接続されたバッテリー 1 に）供給される電流を示す信号の出力、及び／又は出力整流器回路 1 0 6 を流れる電流を示す信号に基づいて、（同期整流器回路とすることができる）出力整流器回路 1 0 6 の動作を制御するように構成することができる。理解されるように、この信号は、バッテリー端子電流センサ回路 1 1 1 4 からの出力とすることができる。いくつかの実施形態では、二次側コントローラ 1 1 1 6 が、フライバックトランス 1 0 1 がバッテリー充電システム 1 0 0 の端子 1 0 7 に放電を行っている時に出力整流器回路 1 0 6 を作動させてオン状態にし、フライバックトランス 1 0 1 が端子 1 0 7 に放電を行っていない時に出力整流器回路 1 0 6 を停止させてオフ状態にするように構成される。

10

【 0 0 6 8 】

一次側コントローラ 1 1 1 5 は、フライバックトランス 1 0 1 の動作を、具体的には一次スイッチ素子 1 0 1 a の作動を制御するように構成される。一次側コントローラ 1 1 1 5 は、制御信号 C、第 1 の一次巻線 1 0 1 b に供給される電流を表す信号（例えば、一次巻線電流センサ回路 1 1 1 2 の出力）、整流器回路 1 0 3 による整流後の商用電源 1 0 2 の電圧（ V_{ac} ）を表す信号（例えば、電源電圧センサ回路 1 1 1 1 の出力）、及びバイアス整流回路よりも前の AC バイアス電圧 V_{bias} のうちの 1 つ又は 2 つ以上に少なくとも部分的に基づいてフライバックトランス 1 0 1 の動作を制御するように構成される。

【 0 0 6 9 】

一次側コントローラ 1 1 1 5 は、フライバックトランス 1 0 1 を臨界導通動作モードで動作させるように構成される。

20

【 0 0 7 0 】

従って、一次側コントローラ 1 1 1 5 は、フライバックトランス 1 0 1（例えば、巻線 1 0 1 b、1 0 1 c、1 0 1 d 及びこれらのいずれかのコア内）に蓄積されたエネルギーが消散し、すなわちバッテリー充電システム 1 0 0 の端子 1 0 7 及びバッテリー 1 に供給された（又は別様に失われた）と判断された時点で、（商用電源 1 0 2 から第 1 の一次巻線 1 0 1 b に電力が流れるように）一次スイッチ素子 1 0 1 a を作動させてオン状態にするように構成することができる。

【 0 0 7 1 】

一次スイッチ素子 1 0 1 a がオン状態の時には、第 1 の一次巻線 1 0 1 b に電力が供給されてフライバックトランス 1 0 1 に蓄積されたエネルギーが増大し、さらにこのエネルギーが、第 1 の二次巻線 1 0 1 c を介してバッテリー充電システム 1 0 0 の端子 1 0 7 及び端子 1 0 7 に接続されたいずれかのバッテリー 1 に電力として供給されるようになる。

30

【 0 0 7 2 】

一次側コントローラ 1 1 1 5 は、第 1 の一次巻線 1 0 1 b に供給される電流を表す信号が商用電源 1 0 2 の電圧を表す信号及び制御信号 C に依存する値に達すると、（商用電源 1 0 2 から第 1 の一次巻線 1 0 1 b に電力が流れるのを実質的に防止又は阻止するように）一次スイッチ素子 1 0 1 a をオフ状態に作動させるようにさらに構成することができる。

【 0 0 7 3 】

従って、一次側コントローラ 1 1 1 5 は、時間と共に変化するスイッチング周波数（すなわち、オン状態とオフ状態との間で切り替わる周波数）を有するように一次スイッチ素子 1 0 1 a を作動させるよう構成することができる。

40

【 0 0 7 4 】

一次側コントローラ 1 1 1 5 は、第 1 の一次巻線 1 0 1 b を流れる電流が、商用電源 1 0 2 の電圧（又は整流後の商用電源電圧）に概ね従うことができるエンベロップを有するように一次スイッチ素子 1 0 1 a を作動させることができる。第 1 の一次巻線 1 0 1 b を流れる電流は、このエンベロップ内で様々な周波数及び／又はデューティサイクルでパルス化することができ（これらの周波数及び／又はデューティサイクルは、電流の大きさを決定する）、これらの周波数及び／又はデューティサイクルは、一次スイッチ素子 1 0 1

50

aの作動によって制御される。図8に、第1の一次巻線101bに供給される電流のグラフ表現及びこの電流のエンベロープを示す。図9及び図10には、異なる時点でこのエンベロープの一部を形成する電流のパルスを示す。

【0075】

従って、最初の期間中には一次スイッチ素子101aの作動周波数（従って、第1の一次巻線101b内の電流）が比較的高く（例えば、図9を参照）（及び／又はデューティサイクルが比較的低く）、電流のエンベロープの大きさが増すにつれて作動周波数が低下し（例えば、図10を参照）（及び／又はデューティサイクルが高くなり）、その後に電流のエンベロープの大きさが減少するにつれて再び作動周波数が高くなる（例えば、図9を参照）（及び／又はデューティサイクルが低くなる）ことができる。従って、一次スイッチ素子の作動周波数及び／又は作動デューティサイクルは時間と共に変化し、いずれかの所与の時点における周波数及び／又はデューティサイクルは、その時点における電源電圧 V_{ac} の大きさに依存する。

【0076】

この一次側コントローラ1115及び一次スイッチ素子101aの動作は、（0.9又はそれ以上とすることができる）力率の改善を保証するのに役立つ。

【0077】

いくつかの実施形態では、一次側コントローラ1115を、図7に示すような回路を用いて実装することができる。この実施形態では、一次側コントローラ1115が、商用電源102の電圧を表す信号を受け取って制御信号Cを用いてこの信号を減衰又は増幅するように構成された可変利得増幅器1115aを含む。この可変利得増幅器1115aからの出力は、一次側コントローラ1115の第1の比較器1115bに（例えば、その非反転入力に）受け渡される。第1の比較器1115bの反転入力には、第1の一次巻線101bに供給される電流を表す信号を受け渡すことができる。第1の比較器1115bの出力は、一次側コントローラ1115のセットリセットフリップフロップ1115cのリセット入力に接続することができる。バイアス電圧（又はバイアス電圧を表す信号）は、一次側コントローラ1115の第2の比較器1115dの反転入力に接続することができる。第2の比較器1115dの非反転入力、接地に接続することができる。第2の比較器1115dの出力をセットリセットフリップフロップ1115cのセット入力に接続し、セットリセットフリップフロップ1115cの出力を一次スイッチ素子101aに接続して一次スイッチ素子101aの作動を制御することができる。

【0078】

いくつかの実施形態では、一次スイッチ素子101aがパワーMOSFETなどのトランジスタ素子であり、このような実施形態では、セットリセットフリップフロップ1115cの出力を、一次スイッチ素子を形成するMOSFETのゲートに接続することができる。

【0079】

いくつかの実施形態では、フライバックトランス101が、漏れインダクタンスを低減するために4つの交互的な巻線を有することができるギャップ付フェライトコアフライバックタイプのものである。フライバックトランス101は、例えばコア当たり最大150Wで動作するように構成された高周波トランス101とすることができる。

【0080】

第1のバイアス回路101eは、一次コントローラサブシステム110に電力を供給するために、1又は2以上の高速整流器ダイオードを含むことができる。

【0081】

フライバックトランス101の動作周波数、例えば一次スイッチ素子101aのスイッチング周波数は、約40kHz～約200kHzの間で変動することができる。

【0082】

理解されるように、多くの従来のバッテリー充電システム100は、出力整流器回路106においてショットキー整流器ダイオードを使用する。しかしながら、本発明のいくつか

10

20

30

40

50

の実施形態では、同期整流器を使用することによってこのショットキー整流器ダイオードの必要性を排除し、コストの削減、効率の向上、ヒートシンクの必要性の排除、及び回路に必要な物理的空間の削減を行うことができる。

【0083】

コントローラサブシステム110は、平均的なバッテリー充電システム100の端子107に（同様に、バッテリー1に）供給される電流が約16Aになるように構成することができる。コントローラサブシステム110は、バッテリー充電システム100の端子107に（同様に、バッテリー1に）供給される電流が0A～30Aの間で変動するように構成することができる。

【0084】

コントローラサブシステム110は、バッテリー充電システム100の端子107間の電圧を示す信号が約4Vに到達し又はこれを上回った場合、及び/又は端子107からバッテリー1が切断された場合に、遮断スイッチ109がオフ状態に作動するように構成することができる。

【0085】

いくつかの実施形態では、二次側コントローラ1116が、一次側コントローラ1115の動作を制御するように構成されたマスタコントローラとして機能し、従って一次側コントローラはスレーブコントローラと呼ぶことができる。このような実施形態では、二次側コントローラ1116を、バッテリー充電システム100の外部の1又は2以上のシステムと通信してバッテリー充電システム100の動作の1又は2以上の態様を制御するように構成することができる。

【0086】

二次側コントローラ1116（及び一次コントローラ1116）は、充電中に、特定されたバッテリーの特性に依存して充電電流の特性を変化させるように構成することができる。特定されるバッテリーの特性及び充電電流の特性の例については後述する。

【0087】

いくつかの実施形態では、制御サブシステム110が、バッテリー1の電気インピーダンスをモニタするように構成される。バッテリー1を充電するために充電システム100が供給するバッテリー1への充電電流は、少なくとも部分的にバッテリー1の電気インピーダンスに基づくことができる。従って、充電電流の特性は、特定されたバッテリー1の電気インピーダンスに依存することができる。

【0088】

上述したように、いくつかの実施形態では、二次側コントローラ1116を、バッテリー充電システム100の動作モードを決定するように構成することができる。従って、二次側コントローラ1116は、バッテリー1の電気インピーダンスをモニタし、この情報を用いて充電システム100によるバッテリー1への電流供給の態様を制御するように構成された二次側コントローラ1116とすることができる。

【0089】

具体的に言えば、いくつかの実施形態では、二次側コントローラ1116が、バッテリー充電システム100の端子107の少なくとも一方に供給される又はこれらの端子から戻される電流 I_{bat} を表す信号（例えば、バッテリー端子電流センサ回路1114からの出力）を受け取るように構成される。これとは別に、又はこれに加えて、二次側コントローラ1116は、充電電流波形供給の一部の最中に、バッテリー充電システム100の端子107の少なくとも一方に供給される又はこれらの端子から戻される電流の変化を表す信号を受け取るようにも構成される。このような電流変化の例は、ピーク（最大）充電電流とトラフ（最小）充電電流との間の差分とすることができる。最小電流がゼロアンペアである実施形態では、この差分が最大測定電流に等しい。

【0090】

本明細書で説明する電流波形に従って、端子107に接続されたバッテリー1に電流 I_{bat} を供給すると、バッテリーの電気インピーダンス Z_{bat} の結果として、バッテリー1の端子12

10

20

30

40

50

、１３間の電圧がリップル化するようになる。このことを、 I_{bat} を示す図１１a、及び本発明のいくつかの実施形態の使用例におけるバッテリー１の端子１２、１３間の電圧 V_{bat} を示す図１１bで確認することができる。

【００９１】

従って、二次側コントローラ１１１６は、バッテリー充電システム１００の端子１０７間の電圧を表す信号（例えば、バッテリー端子電圧センサ回路１１１３からの出力）を使用して、これらの端子１０７に（端子１２、１３によって）接続されたバッテリー１の電気インピーダンス Z_{bat} を特定するように構成することができる。

【００９２】

具体的に言えば、二次側コントローラ１１１６は、バッテリー充電システム１００の端子１０７間の電圧を表す信号を第１の期間にわたって受け取るように構成することができる。二次側コントローラ１１１６は、この信号のＤＣ成分（従って、この信号が表す電圧）を特定するように構成することができる。この特定は、例えばこの信号の第１の期間にわたる平均値を求め、この値をＤＣ成分として解釈することによって行うことができる。次に、このＤＣ成分を信号から減算して、バッテリー充電システム１００の端子１０７間（従って、接続されたバッテリー１の端子１２、１３間）のリップル電圧 V_{bat} を表す電圧リップル信号を生成する。この信号は、リップル電圧の信号表現を向上させるために増幅及び／又はフィルタ処理することができる。例えば、リップル電圧の周波数は、端子１０７の少なくとも一方に供給される又はこれらの端子から戻される電流の周波数と実質的に同一であると予想され、従って１又は２以上のフィルタを使用して、この周波数を上回る及び／又は下回るリップル電圧信号の周波数成分を減衰させることができる。電圧リップル信号の例は、例えば図１１cで確認することができる。

【００９３】

二次側コントローラ１１１６は、バッテリー充電システム１００の端子１０７に接続されたバッテリー１の電気インピーダンスを入手するために、リップル電圧 V_{bat} を表す信号をこれらの端子１０７の少なくとも一方に供給される又はこれらの端子から戻される電流 I_{bat} の変化を表す信号で除算するように構成することができる。

【００９４】

いくつかの実施形態では、バッテリー充電システム１００の端子１０７の少なくとも一方に供給される又はこれらの端子から戻される電流 I_{bat} が、（本明細書に示す波形に従って０Aに戻る前に）０Aからピーク（最大）電流まで変化することができる。従って、 I_{bat} を表す信号は、実質的に I_{bat} を表す信号に相当することができ、そのようなものとして使用することができる。しかしながら、いくつかの実施形態では、 I_{bat} が、さらに低い非ゼロの値とピーク電流との間で変化する。従って、いくつかの実施形態では、 I_{bat} が I_{bat} に等しくない。このような実施形態では、二次側コントローラ１１１６を、端子１０７に供給された又は端子１０７から受け取られた電流 I_{bat} を表す信号から I_{bat} を特定するように構成することができる。

【００９５】

図１１a及び図１１bには、充電の進行に伴うバッテリー端子の電流及び電圧を示す。バッテリーが充電されるにつれてベースライン電圧は着実に増加し、振動する入力電流によってリップルの重なりが生じる。所与の時点におけるバッテリーのインピーダンスの特定には電圧のリップルしか関連せず、従ってこのリップルを電圧ベースラインの増加とは別に評価する。図１１cは、電圧リップルの図である。リップルの大きさを特定するには、例えば線形ベースライン電圧を電圧曲線と整合させ、このベースラインからの逸脱を評価する。この逸脱は、平坦なリップルを示す。その後、この平坦なリップルを評価して、電圧に対するインピーダンスの影響を特定することができる。リップル電圧の大きさをバッテリー電流の大きさを除算すると、インピーダンスの大きさが分かる。別の例では、一定期間における電圧信号の平均値を求めてこれを電圧信号から減算し、この値もやはりベースライン電圧とは異なるリップルを示す。振動しない安定した充電の場合には、バッテリー電圧が着実に増加し、バッテリーのインピーダンスを示す信号を利用することはできない。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 6 】

一般に、バッテリーの充電中には、バッテリーの内部インピーダンス及びバッテリーの内部バッテリー電圧を直接測定することはできない。電流の変化を電圧の変化で除算することにより、内部バッテリー電圧を知る必要なくバッテリーのバッテリー内部インピーダンスを特定することができる。

【 0 0 9 7 】

二次側コントローラ 1 1 1 6 は、上記のプロセスを定期的に使用してバッテリー 1 の電気インピーダンスを特定するように構成することができる。いくつかの実施形態では、二次側コントローラ 1 1 1 6 が、バッテリー充電システムの端子 1 0 7 に供給された又はこれらの端子から受け取られた電流を表す信号の周波数と実質的に等しい周波数でバッテリー 1 の電気インピーダンスを特定するように構成される。換言すれば、二次側コントローラ 1 1 1 6 は、バッテリー充電システム 1 0 0 の端子 1 0 7 に供給された又はこれらの端子から受け取られた電流を表す信号のピーク毎に 1 度バッテリー 1 の電気インピーダンスを特定し、これによってバッテリー 1 の電気インピーダンスを実質的に継続して効果的に特定するように構成することができる。

10

【 0 0 9 8 】

いくつかの実施形態では、二次側コントローラ 1 1 1 6 を、少なくともバッテリー充電システムの端子 1 0 7 に供給された又はこれらの端子から受け取られた電流を表す信号の周波数と実質的に等しい周波数でバッテリー 1 の電気インピーダンスを特定し、これによってバッテリー 1 の電気インピーダンスを実質的に継続して効果的に特定するように構成することができる。このような実施形態では、二次側コントローラ 1 1 1 6 を、 I_{bat} を表す信号の上昇又は下降するピーク間変動を使用してバッテリー 1 のインピーダンスを特定するように構成することができる。

20

【 0 0 9 9 】

いくつかの実施形態では、二次側コントローラ 1 1 1 6 が、約 1 0 0 H z の周波数で、約 1 0 0 H z ~ 1 2 0 H z の周波数で、約 1 2 0 H z の周波数で、1 0 0 H z ~ 2 0 0 H z の周波数で、約 2 0 0 H z の周波数で、1 2 0 H z ~ 2 4 0 H z の周波数で、約 2 4 0 H z の周波数で、又はこれらの範囲の上限と下限のいずれかの組み合わせでバッテリー 1 のインピーダンスを特定するように構成される。

【 0 1 0 0 】

理解されるように、いくつかの実施形態では、バッテリー 1 のインピーダンスの特定が絶対的に周期的なものではあるが、充電サイクル中に I_{bat} の変化を引き起こすように二次側コントローラ 1 1 1 5 を構成できる周波数に関しては実質的に継続的なものであり、これについては以下を参照されたい。この特定は、バッテリーのインピーダンスが正確には充電電流波形の周波数で特定されず、充電サイクル中に I_{bat} の変化を引き起こすように二次側コントローラ 1 1 1 5 を構成できる周波数に関して実質的に継続的な周波数で特定される場合にも依然として効果的に当てはまると理解されるであろう。

30

【 0 1 0 1 】

バッテリー 1 に供給される電流の変化及び電圧の変化は、電流波形の上昇中の電流部分中に測定することができる。電流波形の最小値は、これらの特性を測定するのに有利な開始点をもたらすことができる。これとは別に、又はこれに加えて、これらの変化は、電流波形の下降中の電流部分において測定することもできる。波形の上昇部分及び下降部分の両方でこれらの特性が測定されると、二次側コントローラ 1 1 1 5 は、エラーが存在するかどうかを判断するためにこれらの結果を比較することができる。

40

【 0 1 0 2 】

制御サブシステム 1 1 0 は、ルックアップテーブル 1 1 1 9 を含むことができる。このルックアップテーブル 1 1 1 9 は、制御サブシステム 1 1 0 の又は制御サブシステム 1 1 0 がアクセスできるコンピュータ可読媒体 1 1 1 9 a に記憶することができる。いくつかの実施形態では、ルックアップテーブル 1 1 1 9 を二次側コントローラ 1 1 1 6 の一部とすることができ、又は二次側コントローラ 1 1 1 6 がアクセスできるものとすることがで

50

きる。

【 0 1 0 3 】

ルックアップテーブル 1 1 1 9 は、バッテリー状態及び / 又は充電状態と充電モードとの相関性を示す情報を記憶することができる。従って、制御サブシステム 1 1 0 (例えば、二次側コントローラ 1 1 1 6) は、ルックアップテーブル 1 1 1 9 を使用して、制御サブシステム 1 1 0 が利用できるバッテリー 1 に関する特定された特性に基づいて、バッテリー 1 の適切な充電モードを決定することができる。

【 0 1 0 4 】

これらの制御サブシステム 1 1 0 (例えば、二次側コントローラ 1 1 1 6) が利用できる特定される特性は、 I_{bat} 、 V_{bat} 、 I_{bat} 、 V_{bat} 及び Z_{bat} のうちの 1 つ又は 2 つ以上を含むことができる。この情報は、バッテリーの温度 T_{bat} を含むこともできる。バッテリーが複数のセルを含む実施形態では、制御サブシステムが、完全なバッテリー特性に加えて又はその代わりに各セルについてのこれらの特性を利用することができる。

10

【 0 1 0 5 】

いくつかの実施形態では、制御サブシステム 1 1 0 (例えば、二次側コントローラ 1 1 1 6) が利用できる情報が、例えば制御サブシステム 1 1 0 に通信されるバッテリー識別子によって特定できるバッテリー 1 の識別情報を含むことができる。バッテリー識別子は、例えばこのバッテリー 1 に固有の又は実質的に固有の識別子 (シリアル番号など)、或いはこのバッテリー 1 のメーカー、このバッテリー 1 のモデル又はこのバッテリー 1 の構成に固有又は実質的に固有のさらに一般的な識別子とすることができる。このアイデンティティは、バッテリー 1 から制御サブシステム 1 1 0 に (例えば、これらの間の通信リンクを介して) 送信される 1 又は 2 以上の信号によって制御サブシステム 1 1 0 (例えば、二次側コントローラ 1 1 1 6) に通信することも、或いはユーザが手動で入力することもできる。

20

【 0 1 0 6 】

制御サブシステム 1 1 0 は、クロックなどの時間測定手段をさらに含むことができる。この手段は、バッテリー 1 が充電していた時間を測定するために使用することができる。バッテリー 1 が充電していた時間を充電電流に関して積分することにより、バッテリーに供給された全電荷を求めることができる。この積分は、例えば数值的に行うことができる。全電荷は、バッテリー 1 の充電状態を判断するために使用することができる。

【 0 1 0 7 】

30

制御サブシステム 1 1 0 (例えば、二次側コントローラ 1 1 1 6) は、利用可能な特定された特性 (上記を参照) を使用して、バッテリー 1 の現在の充電状態及び / 又は正常性を判断することができる。理解されるように、バッテリー 1 の正常性は、バッテリー 1 の (電荷を保持する能力などの) 正しい動作の尺度である。バッテリー 1 の現在の充電状態は、バッテリー 1 の現状又はバッテリーの充電状態 ($S.O.C.$) と別様に呼ぶこともできる。これらは、バッテリー 1 に供給される充電電流を変化させるべきかどうか、及びどのように変化させるべきかを判断するために使用することができる。

【 0 1 0 8 】

いくつかの実施形態では、バッテリーインピーダンスを特定するのではなく、代わりに電流の変化 I_{bat} 及び電圧の変化 V_{bat} を直接使用してバッテリーの現在の充電状態及び / 又は正常性を判断し、従って充電電流を変化させるべきかどうか、及びどのように変化させるべきかを判断することができる。

40

【 0 1 0 9 】

いくつかの実施形態では、ルックアップテーブル 1 1 1 9 が、制御サブシステム 1 1 0 (例えば、二次側コントローラ 1 1 1 6) が利用できる特定された特性 (上記を参照) に基づいて、一次スイッチ素子 1 0 1 a の動作のためのデューティサイクル及び / 又は周波数を提供する。いくつかの実施形態では、ルックアップテーブル 1 1 1 9 が、バッテリー 1 の状態及び / 又は正常性についての所望の I_{bat} の指標を提供するために使用される。ルックアップテーブル 1 1 1 9 は、例えば C (上記を参照) を提供することができる。ルックアップテーブルには、電流平均値、電流最大値、電流振幅、デューティサイクル及び / 又

50

は充電モードなどの他のバッテリー充電電流の特性を提供することもできる。

【0110】

例えば、完全に放電されたバッテリー1は比較的電気インピーダンスが大きくなり、従ってルックアップテーブル1119は、バッテリー1を過熱させるリスク、及び/又はバッテリー1を別様に損傷するリスクを防ぐために比較的小さな I_{bat} を指定することができる。同様に、ルックアップテーブル1119は、特定されたインピーダンスが小さい場合には比較的大きな I_{bat} を指定することもできる。

【0111】

上記の制御サブシステム110の動作についての説明では、バッテリー1の電気インピーダンスのモニタリングを参照した。上述したように、上記の説明は、このバッテリー1の1又は2以上のセル11の電気インピーダンスをモニタするものであると解釈されたい。

10

【0112】

いくつかの実施形態では、バッテリー1が複数のセル11を含む。このような実施形態では、バッテリー1の各セル11に対して上記の動作を実行して各セル11のインピーダンスを特定することができ、バッテリー1の複数のセル11について特定された情報に基づいて充電モードを決定することができる。

【0113】

フライバックコンバータ101を参照しながら本発明の実施形態を説明したが、異なるトポロジのコンバータを使用してこれらの及びその他の実施形態を実装することもできると理解されるであろう。このようなコンバータは、高周波動作（例えば、40kHz~200kHzの範囲における動作）が可能である。

20

【0114】

本明細書では、単一のバッテリー充電システム100について説明した。しかしながら、互いに並列に接続されて同じ端子107に電流(I_{bat})を供給するように構成された複数のこのようなバッテリー充電システム100を提供することもできると理解されるであろう。このような構成では、全てのバッテリー充電システム100を共通の制御サブシステム110によって制御することができる。いくつかの実施形態では、このような構成が、各バッテリー充電システム100のための一次側コントローラ1115を含むこともできるが、全ての一次側コントローラ1115の動作を制御するように構成された単一の二次側コントローラ1116を含むこともできる。

30

【0115】

理解されるように、実施形態は、バッテリーの電気インピーダンスを特定するために I_{bat} をさらに操作する必要なくバッテリー1の電気インピーダンスを頻繁に特定できるようにする波形を有する電流 I_{bat} を供給する。換言すれば、バッテリーを充電するために使用されてバッテリー1を充電するための主電流を形成する電流（すなわち、充電電流）を使用してバッテリーの電気インピーダンスを特定することができる。この電流は、例えばバッテリーの電気インピーダンスを特定するために一定の又は実質的に一定の主充電電流に意図的に加えられる比較的小さな電流とは異なる。このような仮想的構成では、バッテリー1の電気インピーダンスを特定できる最大周波数が、本発明のいくつかの実施形態のものよりもはるかに低くなり得る。また、小さな電流は、バッテリー1の充電にそれほど寄与しない（例えば、数百ミリアンペアレベルのものにすぎない）。従って、このような小さな電流は主充電電流の一部を形成せず、電流の変化がバッテリー1の充電に影響を与える大きさであることによって主充電電流の一部を形成する本発明のいくつかの実施形態の電流 I_{bat} とは異なる。

40

【0116】

いくつかの実施形態では、制御サブシステム110が、遠隔サーバ210と通信するように構成される。この通信は、ローカルエリアネットワーク及び/又はワイドエリアネットワークなどの、インターネットを含むことができる通信ネットワークを介することができる。遠隔サーバ210は、例えばルックアップテーブル1119又はその一部を記憶することができる。いくつかの実施形態では、遠隔サーバ210がコンピュータ可読媒体1

50

119aを含む。いくつかの実施形態では、制御サブシステム110が、ルックアップテーブル1119の少なくとも一部を（例えば、ローカルコンピュータ可読媒体1119aに）ダウンロードするように構成される。制御サブシステム110（例えば、二次側コントローラ1116）は、遠隔サーバ210にルックアップテーブル1119の全体又は一部を要求するように構成することができ、バッテリー1に関する情報を遠隔サーバ210にアップロードすることもできる。

【0117】

遠隔サーバ210は、ルックアップテーブル1119を維持するように構成することができ、この維持は、制御サブシステム110からバッテリー1又はバッテリー1のタイプに関する情報を受け取り、この情報に基づいてルックアップテーブル1119を更新することを含むことができる。この維持は、この特定のバッテリー1及び/又はこのバッテリー1のタイプについて（例えば、バッテリー1の構成、このバッテリー1のメーカー及び/又はモデルに基づいて）ルックアップテーブルを更新することを含むことができる。遠隔サーバ210は、ルックアップテーブル1119を使用してバッテリー充電システム100の動作の1又は2以上の態様を最適化するようにルックアップテーブル1119又はその一部を修正するために、受け取った複数のバッテリー1に関する情報を照合するように構成することができ、このことは、バッテリー1に最大充電量が蓄積されることを保証し、バッテリー1の最大耐用年数（すなわち、充電サイクル数）を保証し、及び/又はバッテリー充電システム100による最も効率的な電力の使用を保証することを含むことができる。

【0118】

図12に、バッテリーを充電するための段階的手順を示す。この手順は、高い電力効率をもたらしてバッテリー充電時間を安全に最小化するように意図される。

1. 初期化

- ・バッテリーのタイプ（全バッテリー電圧 V_{bat} 及び容量 C_{bat} ）を認識
- ・データベースを調べてバッテリーの充電状態（ $S.O.C.$ ）を推定
- ・データベースを調べて最大許容セル電圧 V_{cell_max} を特定
- ・全てのセル電圧 V_{cell_open} を測定
- ・データベースを調べて初期バッテリー充電電流 $I_{bat(av)}_{initial}$ を特定

2. 充電開始

- ・クロックを起動
- ・整流された正弦波電流波形及び $I_{bat(av)}_{initial}$ を用いて充電を開始

3. 測定

- ・各個々のセルにおいて、その充電電流波形の底部における電圧及びバッテリー電流を測定
- ・測定値 V_{cell_bottom} 及び I_{bat_bottom} を記憶
- ・各個々のセルにおいて、その充電電流波形の頂部における電圧及びバッテリー電流を測定
- ・測定値 V_{cell_top} 及び I_{bat_top} を記憶

4. 計算

- ・差分 $V_{cell} = V_{cell_top} - V_{cell_bottom}$ を計算
- ・差分 $I_{bat} = I_{bat_top} - I_{bat_bottom}$ を計算
- ・各個々のセルのインピーダンス $Z_{cell} = V_{cell} / I_{bat}$ を計算

5. フル充電

- ・（最大インピーダンスを有する）最弱セル Z_{weak_cell} を割り当て
- ・ Z_{weak_cell} に従って、データベースを調べて最大安全バッテリー充電電流 $I_{bat_max_safe}$ を特定
- ・バッテリー充電を継続し、上記を全て継続的に測定して計算し、充電器の電位を最大に利用してバッテリー充電時間を安全に最小化
- ・各個々のセルの温度 T_{cell} を継続的に測定

6. 停止

- ・データベースを継続的に調べ、最高温度セル T_{cell_max} に従って V_{cell_max} 及び $I_{bat_max_safe}$ を修正

・最初のセルの電圧が V_{cell_max} に到達したら充電を停止

7. 管理

- ・時間アンペア積分を計算し、バッテリーによって受け取られる全電荷を指定
- ・バッテリーの $S.O.C.$ を表示
- ・データベースに情報を記憶

【0119】

例えばコントローラ/制御ユニットのメモリに記憶されたルックアップテーブル内に存在し得る特定されたバッテリーの特性をデータベースに記憶すると、バッテリー充電システムは、これらの特性を相関させて、将来的に他のバッテリーの充電及び/又は同じバッテリーの再充電に使用できるようにすることができる。

10

【0120】

特定された特性は、例えばこれらの特性をこの特定のバッテリーに関連付けることができる識別データと共に記憶することができる。将来的にこの特定のバッテリーを充電する際には、これらの特性を用いてバッテリー状態及び/又は必要な充電電流特性を特定することができる。

【0121】

これとは別に、又はこれに加えて、特定された特性を記憶したものをデータセットに集約して、ここからバッテリー特性の相関性をバッテリーのクラス及び/又はタイプについて特定することもできる。同じタイプ及び/又はクラスのバッテリーを充電する際には、これらの相関性を使用して、バッテリー状態及び/又は必要な充電電流特性を特定/推定することができる。

20

【0122】

特定された特性を記憶し、これらの特性を使用して将来的なバッテリー充電事象に役立てることにより、このシステムは自己学習型であると言える。

【0123】

図13に、使用中の単一のセルバッテリー制御ユニットの概略例を示す。二次コントローラ(マスタCPU)は、フライバックコンバータなどの電流源を駆動して、例えば整流された正弦波形などの振動するDC波形を有する電流などの、ライン周波数の約2倍の充電電流(I_{cell})を用いてバッテリーセルを充電する。この直接的(すなわち、常に正)ではあるが時間的に変化する電流は、約0.5アンペア未満の、好ましくは約0.1アンペア未満の、さらに好ましくは約0アンペアの最小値と、約30アンペアの最大値とを有することができる。

30

【0124】

この「リップル」バッテリー充電電流は、バッテリーの内部インピーダンス Z_{cell} に起因してリップルバッテリーセル電圧 V_{cell} を生じる。バッテリー内部インピーダンス Z_{cell} は、例えばバッテリーセルの充電状態、バッテリーセルの温度 T_{cell} 、バッテリーセルの電圧 V_{cell} 、及びバッテリーセルの履歴に依存することができる。

【0125】

このリップルバッテリー電圧 V_{cell} をフィルタ処理して増幅し、これを用いてバッテリー状態情報を二次コントローラに転送することができる。このリップルバッテリー電圧を I_{cell} (及び/又は、充電電流の最小値がゼロでない場合には電流の変化 I_{cell}) と共に使用して Z_{cell} を計算することができる。コントローラは、この情報をバッテリーセル温度 T_{cell} 及びバッテリーセル電圧 V_{cell} などの他の特定された特性と共に使用して、ルックアップテーブルから適切な充電モードを選択する。この時、二次コントローラは、バッテリーセルの状況に応じて、例えば一次コントローラのデューティサイクルを変更することによって充電電流の特性を変化させることができる。

40

【0126】

例えば、バッテリーを完全放電すると、バッテリーの内部インピーダンスが増加することができる。二次コントローラは、リップル充電電流と、この電流が誘発する電圧リップルとを使用して、バッテリーインピーダンスを計算する。その後、二次コントローラは、ルック

50

アップテーブルから必要な充電モードを決定する。ルックアップテーブルは、バッテリーセルの過熱及び／又は損傷を避けるために異なる充電モードが必要であることを示す。二次コントローラは、デューティサイクルが低い別の充電モードを一次コントローラに送信し、これによってバッテリー充電電流を低下させる。

【0127】

事実上、バッテリーセル自体が、充電にとって最良のモードがどれであることを絶えず「判断」する。

【0128】

図14に、使用中のマルチセルバッテリー制御ユニットの概略例を示す。この例では、バッテリーが、並列及び／又は直列に配置された n 個のセルを含む。この例は、各セル間の電圧 $V_{cell(i)}$ 、各セル間の電圧の変化 $\Delta V_{cell(i)}$ 、及び各セルの温度 $T_{cell(i)}$ が測定される点を除き、図13に関連して上述した例と同様に機能する。電流 I_{cell} は、各セルを通じて同じである。全てのセルからの測定値は、電流 I_{cell} （及び／又は、電流の変化 ΔI_{cell} ）と共に二次コントローラに受け渡される。各セルのバッテリー内部インピーダンス $Z_{cell(i)}$ は、電流（又は電流の変化）をそのセル間の電圧の変化 ΔV_{cell} で除算することによって計算することができる。

【0129】

コントローラは、この情報を使用してルックアップテーブルから最適なバッテリー充電モードを選択し、全てのバッテリーセルの状況を考慮して一次コントローラのデューティサイクルを変更する。

【0130】

本発明のいくつかの実施形態では、整流された正弦波電流を用いてバッテリーを充電し、この充電方法に付きものの電圧リップルを（電流と共に）用いてセルの内部インピーダンスを測定する。これにより、セルの内部インピーダンスを実質的に継続してモニタすることでき、コントローラが内部インピーダンスの計算を通じてバッテリーの正常性を継続的にモニタして充電モードをオンザフライで変更できるようになる。

【0131】

いくつかの実施形態では、一次コントローラを使用してバッテリー充電電流を制御する。一次コントローラは、プログラマブルチップ素子で構成される。一次コントローラは、以下を検知する。

- ・高電圧分割器を通じたグリッド入力電圧
- ・一次MOSFETソースに接続された一次電流シャントを流れるフライバック一次電流
- ・絶縁型光カプラを通じて一次コントローラから到来する制御信号
- ・フライバックトランスからのバイアス電圧

【0132】

回路は、以下のように構成されて機能する。

1. プログラマブルチップ内の可変利得増幅器を通じて、高電圧分割器の後のグリッド入力電圧を制御信号によって増幅又は減衰する。
2. この増幅器の出力を、プログラマブルチップ内の比較器の非反転入力に供給する。
3. この比較器の反転入力に（一次MOSFETソースに接続された）一次電流シャントからの電圧を接続する。
4. この比較器からの出力は、プログラマブルチップ内のセットリセットフリップフロップへのリセット信号である。
5. プログラマブルチップ内の別の比較器の反転入力にフライバックトランスのバイアス巻線からの出力を接続する。
6. この比較器の非反転入力を接地させる。
7. この比較器からの出力は、フリップフロップへのセット信号である。
8. フリップフロップの出力を一次パワーMOSFETのゲートに接続する。

【0133】

従って、一次パワーMOSFETへのゲート信号は、

10

20

30

40

50

・フライバックトランスに蓄積された全てのエネルギーがバッテリーに供給された時に開始し、

・（一次MOSFETソースに接続された）一次電流シャントの電圧が、（高電圧分圧器によって）分割されて（絶縁型光カプラを通じて一次コントローラから到来する）制御信号によって増幅又は減衰された入力電圧の値に到達した時に、終了することができる。

【0134】

このようにして、グリッド電流をグリッド電圧（PFCコンバータ）と同相にすることができる。制御信号は、グリッド入力電圧、一次ピーク電流、バッテリー電圧、バッテリー電流、バッテリー温度に従って、（やはり別のプログラマブルチップである）一次コントローラによって形成される。

10

【0135】

いくつかの実施形態では、多相入力301と出力302との間に複数のバッテリー充電システム100を並列に接続することによって多相充電器300を提供することができる。従って、いくつかのこのような実施形態では、多相充電器300が、（例えば、本明細書で説明したような）複数のバッテリー充電システム100を含むことができる。バッテリー充電システム100は、多相入力301の相毎に設けることができる。従って、三相多相入力301を有する三相システムでは、多相充電器300内に3つのバッテリー充電システム100を設けることができる。

【0136】

各バッテリー充電システム100は、多相入力301の単相と出力302との間に電氣的に接続することができる。いくつかの実施形態では、出力302が、多相入力301の全てのバッテリー充電システム100に共通する。従って、各バッテリー充電システム100の端子107を接続して（共通の接地及び共通の充電端子を有することができる）共通の出力302を提供することができる。従って、いくつかの実施形態では、多相充電器300のバッテリー充電システム100からの合成出力が、本明細書で説明したような充電電流を供給することができる。従って、多相充電器300のバッテリー充電システム100は、この効果を達成するように制御することができる。従って、各バッテリー充電システム100の制御サブシステム110（設けられている場合）は、通信可能に結合することができる。いくつかの実施形態では、多相入力301が、約200～約800V_{RMS}の入力電圧を供給する。出力301は、約100～約800V_{DC}とすることができる。

20

30

【0137】

本明細書及び特許請求の範囲において「備える、含む（comprises及びcomprising）」という用語、並びにその変化形を用いている場合には、特定の特徵、ステップ又は整数が含まれることを意味する。これらの用語は、他の特徵、ステップ又は構成要素の存在を除外するものとして解釈すべきではない。

【0138】

上記の説明、又は以下の特許請求の範囲、或いは添付図面に開示する特徵は、これらの特定の形で、或いは開示する機能を実行する手段、又は開示する結果を達成する方法又は処理の観点から示すものであり、本発明をこれらの様々な形態で実現するために、必要に応じて別個に利用することも、又はこのような特徴のあらゆる組み合わせで利用することもできる。

40

【符号の説明】

【0139】

- 1 バッテリー
- 3 イオン
- 4 電圧
- 11 セル
- 12 負端子
- 13 正端子
- 111 陰極

50

- | | |
|-------|---------------------|
| 1 1 2 | 陽極 |
| 1 1 3 | セパレータ |
| 1 1 4 | 固体電解質界面 (S E I) 層 |
| 1 1 5 | 電解質 |

【図面】

【 図 1 a 】

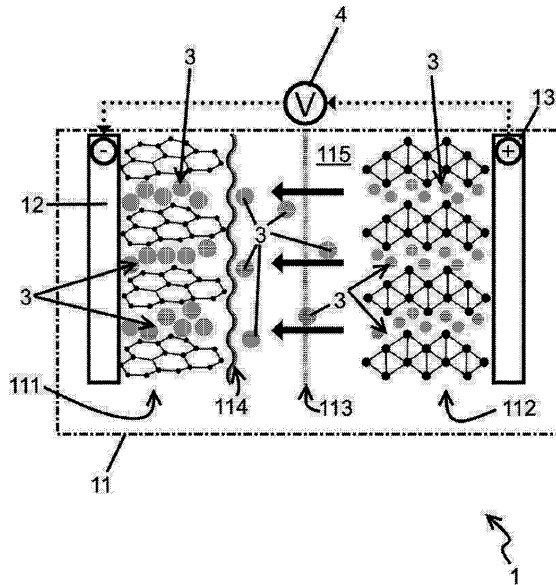


Figure 1a

【 図 1 b 】

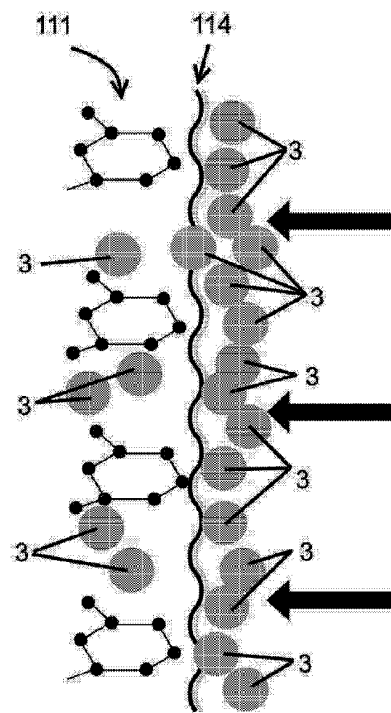


Figure 1b

【 図 2 】

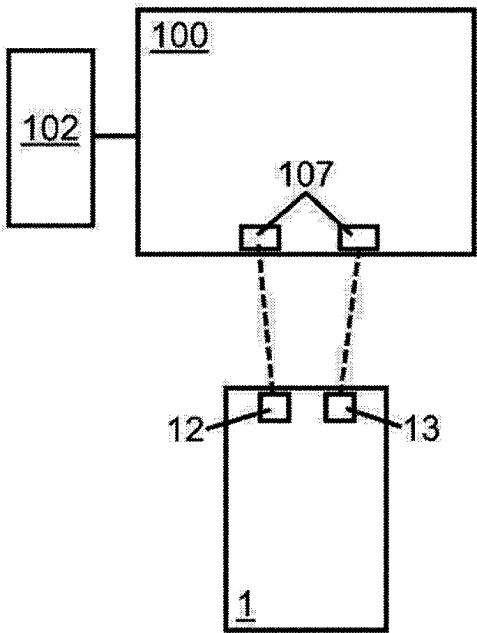
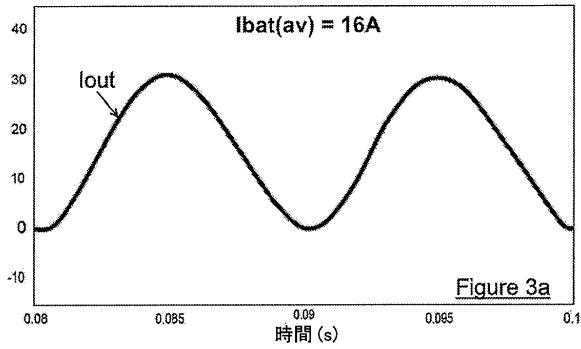


Figure 2

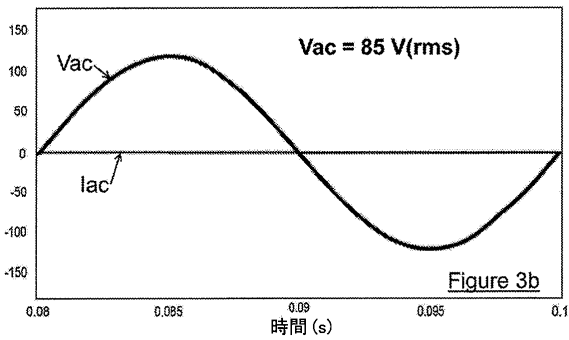
【 図 3 a 】



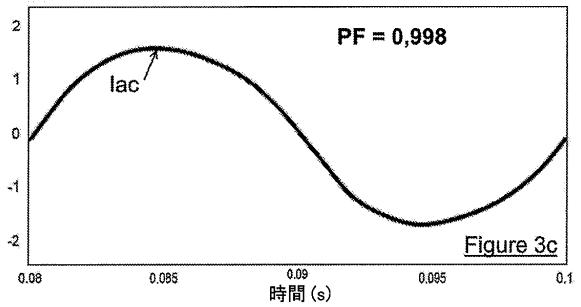
10

20

【 図 3 b 】



【 図 3 c 】

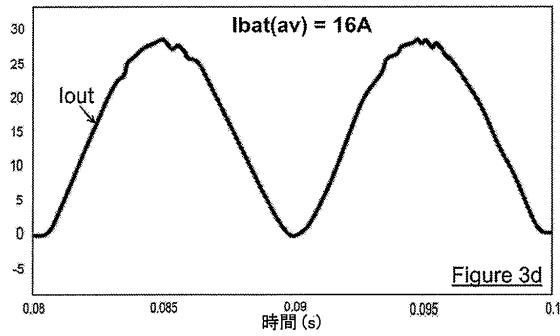


30

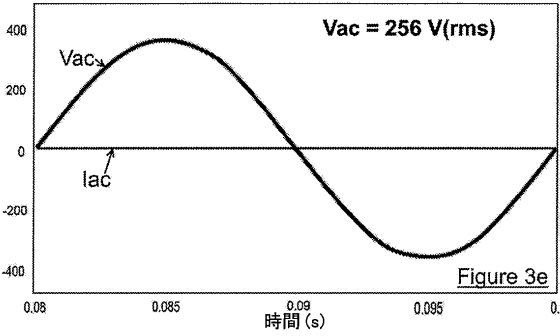
40

50

【図 3 d】

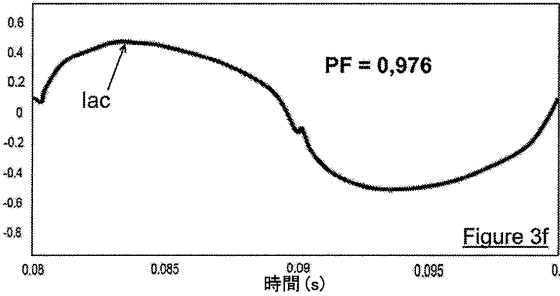


【図 3 e】

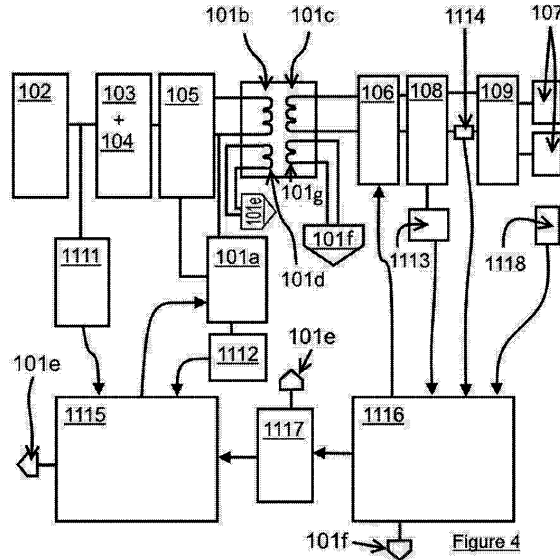


10

【図 3 f】



【図 4】



20

30

40

50

【 図 5 】

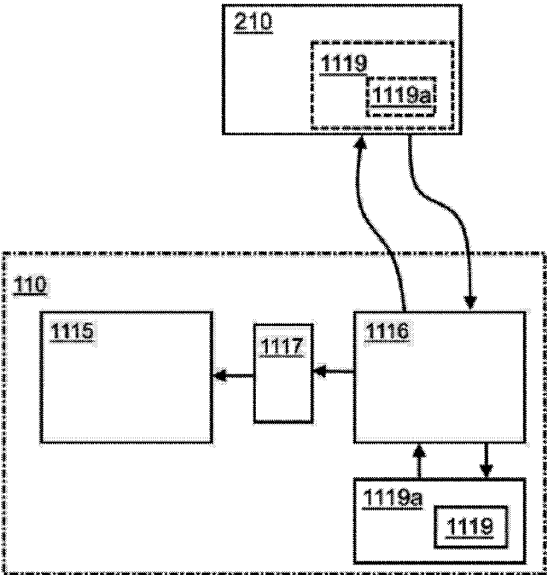


Figure 5

【 図 6 】

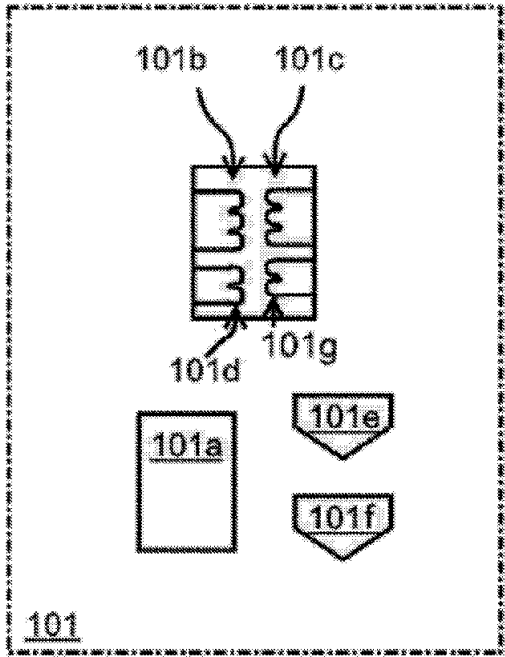


Figure 6

【 図 7 】

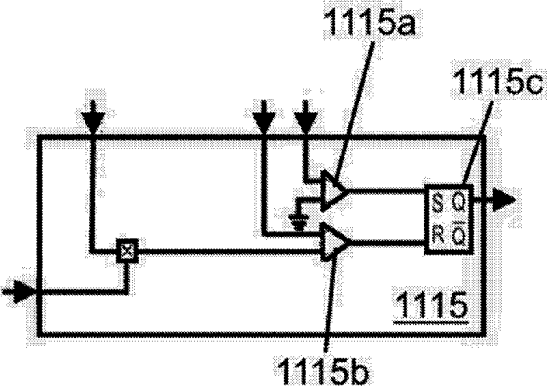


Figure 7

【 図 8 】

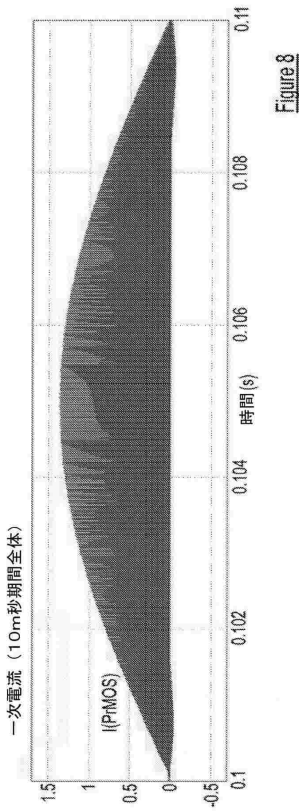


Figure 8

10

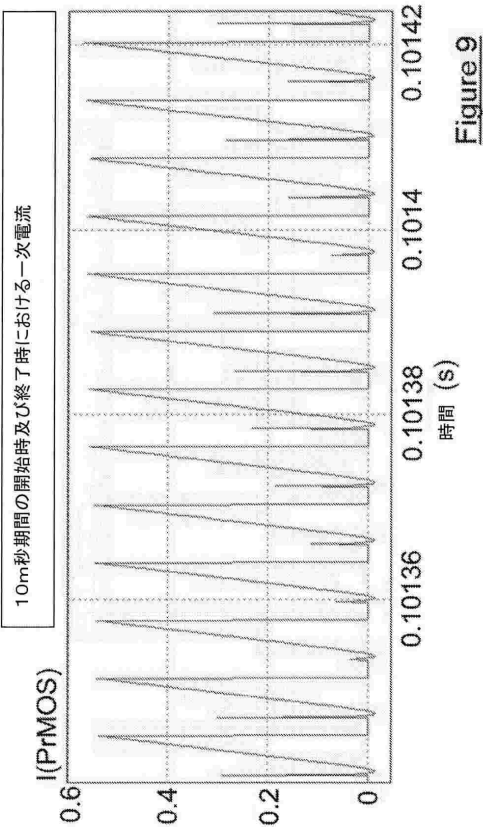
20

30

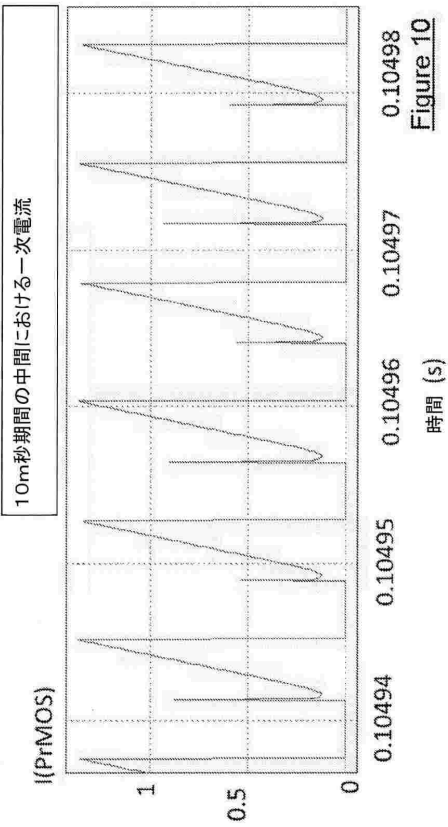
40

50

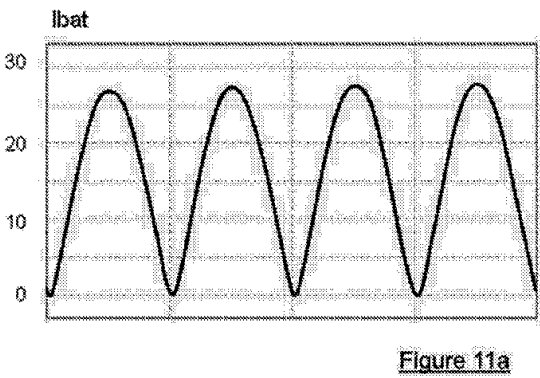
【図 9】



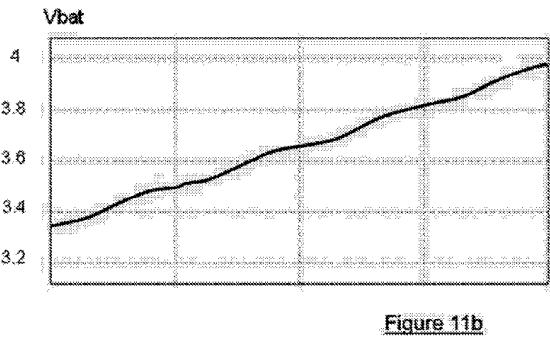
【図 10】



【図 11 a】



【図 11 b】



10

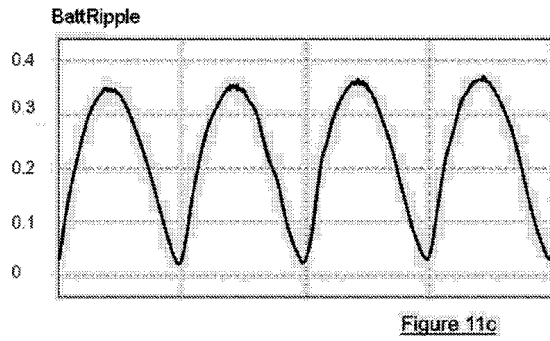
20

30

40

50

【図 1 1 c】



【図 1 2】

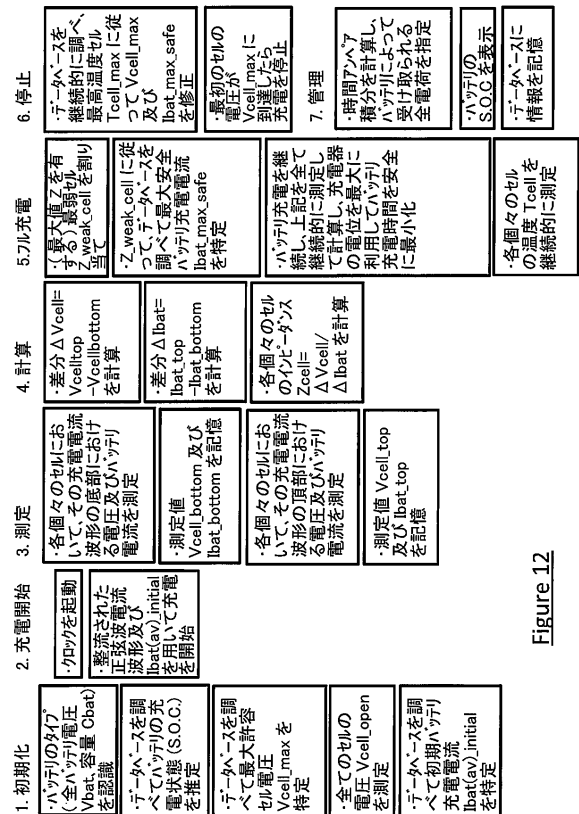
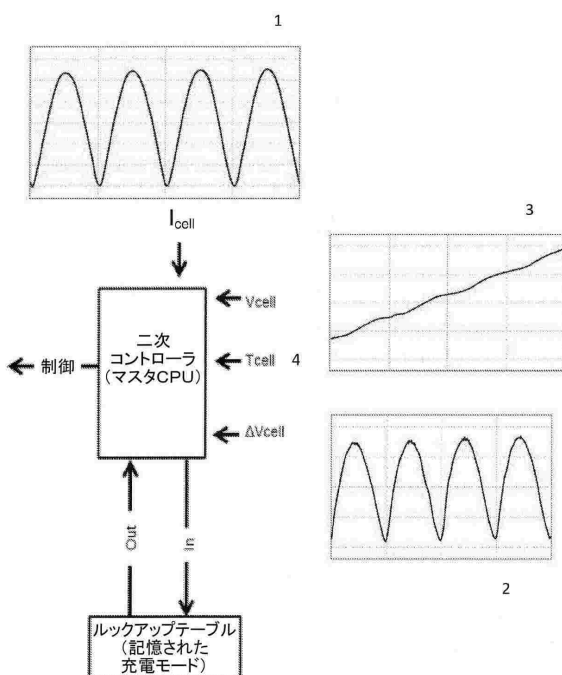


Figure 12

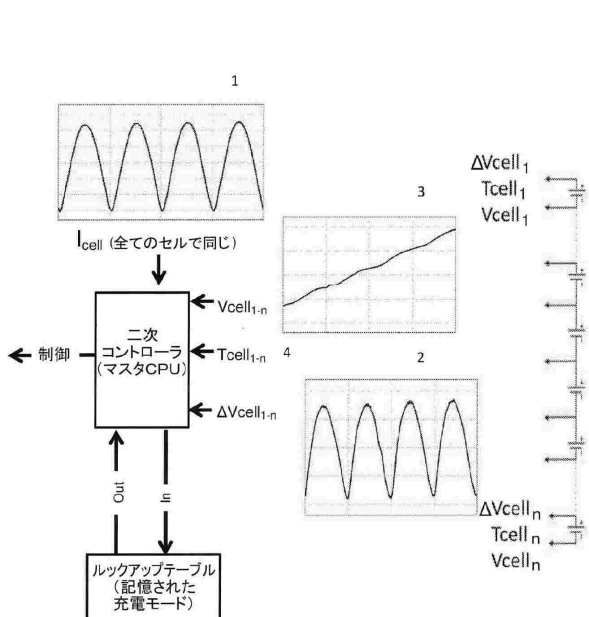
【図 1 3】

Figure 13



【図 1 4】

Figure 14



10

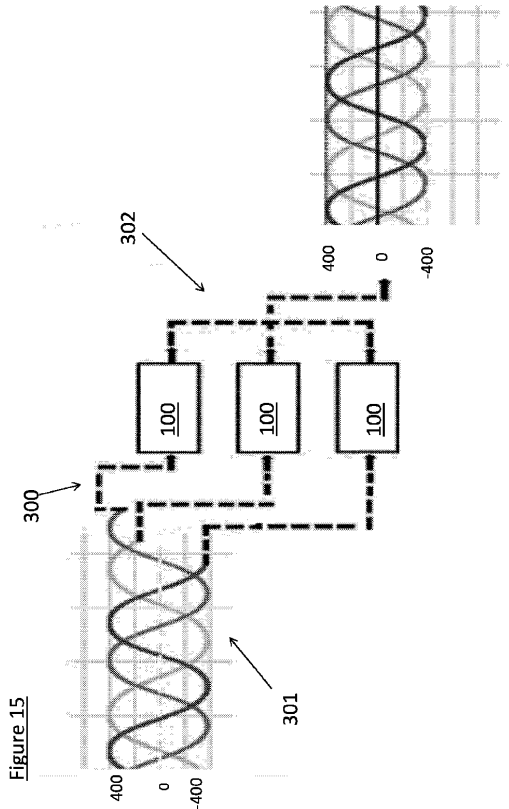
20

30

40

50

【 図 1 5 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

H 0 2 J

7/00

Q

欧州特許庁(EP)

(31)優先権主張番号 1612874.6

(32)優先日 平成28年7月25日(2016.7.25)

(33)優先権主張国・地域又は機関

英国(GB)

西島 孝喜

(74)代理人

上杉 浩

(74)代理人 100120525

弁理士 近藤 直樹

(74)代理人 100139712

弁理士 那須 威夫

(74)代理人 100121979

弁理士 岩崎 吉信

(72)発明者 ブレサス スタヴロス

イギリス ビー7 4ビービー ウェスト ミッドランズ パーミンガム ホルト ストリート ファラ
デー ワーフ イノベーション キャンパス ベタライト リミテッド内

(72)発明者 パーネル レイ

イギリス ビー7 4ビービー ウェスト ミッドランズ パーミンガム ホルト ストリート ファラ
デー ワーフ イノベーション キャンパス ベタライト リミテッド内

合議体

審判長 千葉 輝久

審判官 高野 洋

審判官 丸山 高政

(56)参考文献 特開2011-211889(JP,A)

特開昭54-95330(JP,A)

特開2007-311107(JP,A)

国際公開第2016/050392(WO,A1)

米国特許出願公開第2015/0023064(US,A1)

米国特許出願公開第2016/0121740(US,A1)

特開平9-7641(JP,A)

特開平6-113474(JP,A)

特開2012-228034(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H01M10/42-10/48

H02J7/00-7/12

H02J7/34-7/36

G01R31/389

G01R27/02