

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5941722号
(P5941722)

(45) 発行日 平成28年6月29日 (2016. 6. 29)

(24) 登録日 平成28年5月27日 (2016. 5. 27)

(51) Int. Cl.		F I			
H02J	1/00	(2006.01)	H02J	1/00	306K
H02J	1/12	(2006.01)	H02J	1/12	
H02M	3/00	(2006.01)	H02M	3/00	H
G05F	1/00	(2006.01)	G05F	1/00	E

請求項の数 10 外国語出願 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2012-70210 (P2012-70210)	(73) 特許権者	500520743
(22) 出願日	平成24年3月26日 (2012. 3. 26)		ザ・ボーイング・カンパニー
(65) 公開番号	特開2012-205501 (P2012-205501A)		The Boeing Company
(43) 公開日	平成24年10月22日 (2012. 10. 22)		アメリカ合衆国、60606-2016
審査請求日	平成27年3月16日 (2015. 3. 16)		イリノイ州、シカゴ、ノース・リバーサイド・プラザ、100
(31) 優先権主張番号	13/072, 769	(74) 代理人	100109726
(32) 優先日	平成23年3月27日 (2011. 3. 27)		弁理士 園田 吉隆
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100101199
			弁理士 小林 義敦
		(72) 発明者	マーティネッリ, ロバート マシュー
			アメリカ合衆国 カリフォルニア 925
			62, マリエータ, ベアー クリーク
			ドライヴ サウス 22586

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アナログ充填制御によるシーケンシャルシャントレギュレータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも一つの電源からの電流の第 1 のサブセットを離散量で切り換えて、第 1 の電流をエレクトリカルバスに提供するように操作可能な少なくとも一つの電源スイッチと、
前記少なくとも一つの電源からの電流の第 2 のサブセットをアナログ量で供給して、第 2 の電流を前記エレクトリカルバスに提供するように操作可能な少なくとも一つの電流可変スイッチと、
制御装置であって、

前記少なくとも一つの電源スイッチと前記少なくとも一つの電流可変スイッチとを制御して、前記離散量と前記アナログ量とを制御して、前記エレクトリカルバス上の負荷に前記第 1 の電流と第 2 の電流の和をほぼ一致させるように制御し、

前記少なくとも一つの電源スイッチが、前記エレクトリカルバスに電流を提供しているか否かを示すオンまたはオフの信号を有する、前記少なくとも一つの電源スイッチの状態信号を監視し、

アナログ PWM 誤差信号を前記状態信号に基づいて生成し、

前記アナログ量を前記アナログ PWM 誤差信号に基づいて制御する、ように操作可能な制御装置と、
を備えたシーケンシャルシャントレギュレータ。

【請求項 2】

前記電流をアースに分路するように前記少なくとも一つの電源スイッチがさらに操作可

10

20

能な、請求項 1 に記載のシーケンシャルシャントレギュレータ。

【請求項 3】

前記少なくとも一つの電流可変スイッチが少なくとも一つの可変電圧コンバータを備えた、請求項 1 に記載のシーケンシャルシャントレギュレータ。

【請求項 4】

前記少なくとも一つの可変電圧コンバータが少なくとも一つの可変昇圧コンバータを備えた、請求項 3 に記載のシーケンシャルシャントレギュレータ。

【請求項 5】

前記少なくとも一つの電源及び前記電気リカルバスをさらに備えた、請求項 1 に記載のシーケンシャルシャントレギュレータ。

【請求項 6】

前記少なくとも一つの電源が少なくとも一つの太陽電池パネルを備えた、請求項 1 に記載のシーケンシャルシャントレギュレータ。

【請求項 7】

シーケンシャルシャントレギュレーション方法であって、

第 1 の電流を少なくとも一つの電源から電気リカルバスに切り替える少なくとも一つの電源スイッチを制御することと、

制御された電流を前記少なくとも一つの電源から前記電気リカルバスに供給するように操作可能な少なくとも一つの電流可変スイッチを制御することと、

前記少なくとも一つの電源が、複数の電流源を有し、該少なくとも一つの電源から複数の電流を受け取ることと、

前記複数の電流の第 1 のサブセットを離散量で切り換えて第 1 の電流を前記電気リカルバスに提供することと、

前記複数電流の第 2 のサブセットをアナログ量で供給して、第 2 の電流を前記電気リカルバスに提供することと、

前記離散量と前記アナログ量とを制御して、前記電気リカルバス上の負荷に前記第 1 及び第 2 の電流の和をほぼ一致させることと、

前記少なくとも一つの電源スイッチが、前記電気リカルバスに電流を提供しているか否かを示すオンまたはオフの信号を有する、前記少なくとも一つの電源スイッチの状態信号を監視することと、

アナログ PWM 誤差信号を前記状態信号に基づいて生成することと、

前記アナログ量を前記アナログ PWM 誤差信号に基づいて制御することと、を含む方法。

【請求項 8】

前記第 1 の電流をアースに切り替えるように前記少なくとも一つの電源スイッチがさらに操作可能であり、前記少なくとも一つの電流可変スイッチが少なくとも一つの可変電圧コンバータを備えており、前記少なくとも一つの可変電圧コンバータが少なくとも一つの可変昇圧コンバータを備えている、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

アナログ充填制御によるシーケンシャルシャントレギュレータを使用する電気システムの調整方法であって、

複数の電流源から複数の電流を受け取ることと、

第 1 の電流を電気リカルバスに供給するため、前記電流の第 1 のサブセットを離散量で切り替えることと、

第 2 の電流を前記電気リカルバスに供給するため、前記電流の第 2 のサブセットをアナログ量で供給することと、

前記第 1 の電流と前記第 2 の電流の和が前記電気リカルバス上の負荷とほぼ一致するように、前記離散量と前記アナログ量を制御することと

少なくとも一つの電源スイッチの状態信号を監視することであって、前記状態信号は、前記少なくとも一つの電源スイッチが前記電気リカルバスに電流を提供しているか否

10

20

30

40

50

かを示すオンまたはオフの信号を有する、状態信号を監視することと、
アナログPWM誤差信号を前記状態信号に基づいて生成することと、
前記アナログ量を前記アナログPWM誤差信号に基づいて制御することと、
を含む方法。

【請求項10】

電流源が少なくとも一つの太陽電池パネルを含み、
前記電流の前記第2のサブセットをアナログ量で供給するため、電圧コンバータを制御するステップをさらに含む、
請求項9に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示の実施形態は概して、電気システムに関する。より詳しくは、本開示の実施形態は安定化電気システムに関する。

【背景技術】

【0002】

一部の電力システムは、電力を供給するため、組み合わせて作動する複数の電源を備えている。例えば、宇宙船及び衛星の用途では、一揃いの太陽電池パネルの電力は負荷に適合しているか又はアースに分路されていなければならない。負荷の変化に応じて、アースに分路される電力量は変えることができる。

【発明の概要】

【0003】

パルス幅変調(PWM)制御のシーケンシャルシャントレギュレータのスイッチシステム及び方法は開示されている。電源スイッチは、第一の電流を電源から電気トリカルバスに切り替えるように制御される。さらに、電流可変スイッチは、制御された電流を電源から電気トリカルバスに供給する。

【0004】

一つの実施形態では、シーケンシャルシャントレギュレータは、電流を電源から電気トリカルバスに切り替えるように操作可能な電源スイッチを備えている。さらに、電流可変スイッチは、制御された電流を電源から電気トリカルバスに供給するように操作可能であり、制御装置は、電源スイッチ及び電流可変スイッチを制御するように操作可能である。

【0005】

別の実施形態では、シーケンシャルシャントレギュレーション方法は、電源スイッチを制御して第一の電流を電源から電気トリカルバスに切り替える。この方法はさらに、制御された電流を電源から電気トリカルバスに供給するように操作可能な電流可変スイッチを制御する。

【0006】

さらに別の実施形態では、アナログ充填制御によるシーケンシャルシャントレギュレータを使用して電気システムを調節する方法は、一又は複数の電流源から電流を受け取る。この方法はさらに、電気トリカルバスに第一の電流を供給するため、電流の第一サブセットを離散量に切り替え、又電気トリカルバスに第二の電流を供給するため、電流の第二サブセットをアナログ量で供給する。この方法はまた、離散量及びアナログ量を制御して、第一の電流と第二の電流の合計を電気トリカルバス上の負荷にほぼ一致させることができる。

【0007】

この概要は、詳細な説明においてさらに後述する単純化した形式の概念の選択を導入するために提供されている。この概要は、請求された要件の重要な特徴または本質的な特徴を特定することを意図したものではなく、請求された要件の範囲を決定する補助として用いられることも意図していない。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】**【 0 0 0 8 】**

本開示の実施形態のより完全な理解は、以下の図面と併せて詳細な説明及び請求の範囲を参照することにより得ることができる。ここで、図面に関して、同様の要素には同様の参照番号を付している。図面は、幅、範囲、縮尺、又は本開示の適用性を制限することなく、本開示の理解を促進するために提供されている。図面は必ずしも縮尺通りには作成されていない。

【 0 0 0 9 】

【図 1】図 1 は、本開示の実施形態による電源スイッチバンク及び制御装置を示す、例示的な PWM 制御シーケンシャルシャントレギュレータの図解である。

10

【図 2】図 2 は、本開示の実施形態による電源スイッチバンク及び図 1 の制御装置の動作を示す、例示的なグラフの図解である。

【図 3】図 3 は、本開示の実施形態による図 1 の制御装置の例示的な機能ブロック図の図解である。

【図 4】図 4 は、本開示の実施形態による PWM 制御シーケンシャルシャントレギュレーションプロセスを示す、例示的なフロー図の図解である。

【図 5】図 5 は、本開示の実施形態によるアナログ充填制御による PWM 制御シーケンシャルシャントレギュレータを使用する電気システム調節プロセスを示す、例示的なフロー図の図解である。

【発明を実施するための形態】

20

【 0 0 1 0 】

以下の詳細説明は本来的に典型例であり、本開示又は本開示の実施形態の用途及び使用を制限することを意図していない。具体的な機器、技術、及び用途の説明は、例としてのみ提供されている。本明細書で説明している実施例の修正は当業者に容易に理解されるものであり、本明細書で定義されている一般的原理は、本開示の精神及び範囲から逸脱することなく、他の実施例及び用途に適用することができる。本開示は、請求の範囲と一致する範囲が与えられるべきであり、本明細書で説明及び提示されている実施例に限定されない。

【 0 0 1 1 】

本開示の実施形態は、機能及び/又は論理ブロックコンポーネント及び様々な処理手順の観点から本明細書に記載され得る。このようなブロックコンポーネントは、特定の機能を実施するために構成された任意の数のハードウェア、ソフトウェア、及び/又はファームウェアによって実現され得ることが理解されるものとする。簡潔にするため、電源スイッチ、アナログ及びデジタル回路設計、及びシステム（ならびにシステムの個々の操作コンポーネント）の他の機能面に関連する従来の技術及びコンポーネントは、本明細書では詳細に説明されないことがある。さらに、当業者は、本開示の実施形態が各種のハードウェア及びソフトウェアと併せて実行可能であることを、及び本明細書に記載されている実施形態が本開示の実施形態の一例にすぎないことを、理解するものとする。

30

【 0 0 1 2 】

本開示の実施形態は、実際の非限定的な用途、すなわち有人及び無人の宇宙船又は衛星のエレクトリカルバスとの関連で本明細書に記載されている。しかしながら、本開示の実施形態はこのような宇宙船又は衛星の用途に限定されておらず、本明細書に記載の技術は他の用途でも利用され得る。例えば、限定するものではないが、実施形態は、有人及び無人の航空機、船舶、自動車、建物、列車、潜水艦、各種の電圧変換の用途及び回路などに、適用可能である。

40

【 0 0 1 3 】

この説明を読んだ後では、当業者には自明となるように、以下は本開示の例及び実施形態であり、これらの実施例によって操作が限定されることはない。他の実施形態も利用可能であり、本開示の典型的な実施形態の範囲から逸脱することなく構造的な変更を行うことができる。

50

【 0 0 1 4 】

本開示の実施形態は、安定化バスシステム上の負荷によって引き起こされる負荷電流にほぼ一致する電流を供給するため、太陽電池アレイストリング又は他の電源など任意の数の電源を操作する安定化バスシステムに回路を提供する。電源の第一サブセットは、負荷電流の機能として、エレクトリカルバスに順次連結されている（例えば、全電流又は電流なし）。電源の第二サブセットは、アナログ電流を供給するアナログ方式で制御され、順次連結された電源の能力と負荷電流との差を供給する。このようにして、電源によって供給される電流は負荷電流にほぼ一致させることができる。

【 0 0 1 5 】

図 1 は、本開示の実施形態による電源スイッチバンク及び制御装置を示す、例示的な PWM シーケンシャルシャントレギュレータ（システム 1 0 0）の図解である。システム 1 0 0 は、制御装置 1 0 2、エレクトリカルバス 1 0 4、複数の電源スイッチ（PWR スイッチ 1 ~ 8）などの電源スイッチバンク、電源スイッチ（PWR スイッチ 1 ~ 8）を複数の電源 1 0 8 に連結する複数の連結ライン（SA 1 ~ SA 8）、複数の PWM 制御スイッチ 1 ~ 3、PWM 制御スイッチ 1 ~ 3 を複数の電源 1 0 8 に連結する複数の連結ライン（SA 9 ~ SA 1 1）、及び負荷 1 2 2 を備えている。図 1 に示した実施形態では 8 個の PWR スイッチ、3 個の PWM 制御スイッチ、及び 1 1 個の連結ラインが使用されているが、システム 1 0 0 の操作に適した任意の数のスイッチ及び連結ラインを使用することもできる。本明細書では、電源と電流源はどちらでも使用することができる。

【 0 0 1 6 】

制御装置 1 0 2 は、バス電圧信号 1 0 6、PWR スイッチ（SW）ステータス信号 1 1 2（電源スイッチのステータス信号）、及び電源テレメトリ（SA TM）信号 1 1 6 を受信する。バス電圧信号 1 0 6 はバス基準電圧信号 1 1 0 と比較され、バス電圧信号 1 0 6 とバス基準電圧信号 1 1 0 からなる電圧誤差信号 2 0 2（図 2）などの電圧誤差信号が算出される。バス基準電圧信号 1 1 0 は、エレクトリカルバス 1 0 4 の所望の電圧を提示するもので、例えば、限定するものではないが、校正済み電圧源、制御装置 1 0 2 によって設定された制御済み電圧源などによって生成され得る。

【 0 0 1 7 】

電圧誤差信号 2 0 2 は、誤差増幅器（図示せず）の出力電圧となることがあり、エレクトリカルバス 1 0 4 に供給されるバス電流 I_{BUS} に比例することがある。バス電圧信号 1 0 6 がバス基準電圧信号 1 1 0 を下回る場合、電圧誤差信号 2 0 2 は増加する。電圧誤差信号 2 0 2 の増加に反応して、制御装置 1 0 2 は、電流が負荷電流以上になったときに、負荷 1 2 2 に供給されるバス電流 I_{BUS} を発生させる。バス電圧信号 1 0 6 がバス基準電圧信号 1 1 0 を上回る場合、電圧誤差信号 2 0 2 は減少する。電圧誤差信号 2 0 2 の減少に反応して、制御装置 1 0 2 は、電流が負荷電流以下になったときに、エレクトリカルバス 1 0 4 に供給されるバス電流 I_{BUS} を発生させる。このようにして、バス電流 I_{BUS} は負荷電流にほぼ一致し、バス電圧信号 1 0 6 はバス基準電圧信号 1 1 0 にほぼ一致する。

【 0 0 1 8 】

制御装置 1 0 2 はさらに、電圧誤差信号 2 0 2 を一連の電圧閾値と比較し、エレクトリカルバス 1 0 4 に供給されるバス電流 I_{BUS} が負荷電流にほぼ一致するまで、PWR スイッチ制御モジュール 3 1 0（図 3）を有効な PWR スイッチ 1 ~ 8 に順次割り当てる。電圧誤差信号 2 0 2 が定常状態に達した場合、電圧誤差信号 2 0 2 は電流が負荷電流にほぼ一致したときにバス電流 I_{BUS} を発生させる電圧にほぼ等しくなることがある。制御装置 1 0 2 は、PWR SW ドライブ 1 1 4 を介して、PWR スイッチ 1 ~ 8 を制御及び駆動する。

【 0 0 1 9 】

制御装置 1 0 2 は、PWR スイッチ 1 ~ 8 の PWR SW ステータス信号 1 1 2 を監視し、電源 1 0 8 からエレクトリカルバス 1 0 4 まで供給される電流に比例するアナログ PWM 誤差信号 1 1 8 を発生させる。このようにして、電圧誤差信号 2 0 2 から PWR S

Wステータス信号 1 1 2 が減算されて、アナログ PWM 誤差信号 1 1 8 が生成される。アナログ PWM 誤差信号 1 1 8 は、PWM 制御スイッチ 1 ~ 3 によって電源 1 0 8 から供給される電流量を制御し、エレクトリカルバス 1 0 4 上の負荷 1 2 2 にほぼ一致するように、電源 1 0 8 の少なくとも一つから 4 A を供給する。

【 0 0 2 0 】

PWR スwitch 制御モジュール 3 1 0 によって、電源 1 0 8 の一つがエレクトリカルバス 1 0 4 に連結、又はエレクトリカルバス 1 0 4 から分離され、アース 1 2 0 に分路されるたびに、PWM 制御スイッチ 1 ~ 3 に送られるアナログ PWM 誤差信号 1 1 8 を再度一箇所に集めることが必要になることがある。アナログ PWM 誤差信号 1 1 8 は、PWM 制御スイッチ 1 ~ 3 を制御するために再度一箇所に集められ、エレクトリカルバス 1 0 4 上の負荷 1 2 2 にほぼ一致するように必要な電流を供給する。

10

【 0 0 2 1 】

エレクトリカルバス 1 0 4 は、例えば、限定するものではないが、宇宙船用電力バス、衛星用電力バス、船舶用電力バス、自動車用電力バス、電力グリッドエレクトリカルバス、バッテリーバス、有人及び無人宇宙船用バス、有人及び無人航空機用バス、建物用バス、列車用バス、潜水艦用バス、各種電圧変換用途及び回路などを備えることができる。

【 0 0 2 2 】

PWM 制御スイッチ 1 ~ 3 は、第一 PWM スwitch (PWM スwitch 1)、第二 PWM スwitch (PWM スwitch 2)、及び第三 PWM スwitch (PWM スwitch 3) を備えた電流可変スイッチである。PWM 制御スイッチ 1 ~ 3 の各々は、以下でより詳しく説明するように制御された電流及び/又は制御された電圧で、電源 1 0 8 からエレクトリカルバス 1 0 4 まで電力を供給するように操作可能である。PWM 制御スイッチ 1 ~ 3 は、例えば、限定するものではないが、可変電圧コンバータ、可変昇圧コンバータ、可変降圧コンバータ、少なくとも一つの可変昇圧コンバータを有する少なくとも一つの可変電圧コンバータなどを備えることができる。

20

【 0 0 2 3 】

電源スイッチ (PWR スwitch 1 ~ 8) は、連結ライン (S A 1 ~ S A 8) を介して電源 1 0 8 をエレクトリカルバス 1 0 4 に連結するように操作可能である。エレクトリカルバス 1 0 4 のバス電流 I_{BUS} にほぼ比例する離散レベルで、制御装置 1 0 2 の電圧閾値モジュール 3 0 8 (図 3) などのコンパレータは状態を変更して、連結ライン S A 1 ~ S A 8 を介してエレクトリカルバス 1 0 4 へ連結されている任意の数の電源 1 0 8 を増減する。このように、PWR SW ステータス信号 1 1 2 は、エレクトリカルバス 1 0 4 に連結されている任意の数の電源 1 0 8 を示すように変化する。

30

【 0 0 2 4 】

電源 1 0 8 は、例えば、限定するものではないが、太陽電池パネル、太陽電池アレイストリング、燃料電池、バッテリー、発電機、衛星用電源、宇宙船用電源、航空機用電源、船舶用発電機、列車用電源、太陽電池及びエンジン駆動式で長期間飛行可能な航空機ならびに宇宙船 (有人及び無人) 用電源、反応炉用超高温熱電対などを備えることができる。

【 0 0 2 5 】

負荷 1 2 2 は、例えば、限定するものではないが、電子デバイス、モーター、ヒーター、出力分配システム、電気器具、付加的なエレクトリカルバスなどを備えることができる。負荷 1 2 2 は、エレクトリカルバス 1 0 4 を介して電源 1 0 8 に連結され得る。

40

【 0 0 2 6 】

図 2 は、本開示の実施形態による図 1 の電源スイッチ (PWR スwitch 1 ~ 8) 及び制御装置 1 0 2 の動作を示す、例示的なグラフ (グラフ 2 0 0) の図解である。グラフ 2 0 0 は第一プロット 2 2 6、第二プロット 2 2 8、及び第三プロット 2 3 0 を示す。

【 0 0 2 7 】

第一プロット 2 2 6 は、電圧誤差信号 2 0 2 によって提示される誤差電圧と PWM 誤差電圧信号 2 0 4 (図 1 のアナログ PWM 誤差信号 1 1 8) と関係を、負荷電流比例電圧 V_{1cp} の関数として示している。負荷電流比例電圧 V_{1cp} は、例えば、負荷 1 2 2 の負

50

荷電流に比例する電圧であってもよい。バス電流 I_{BUS} は、PWRスイッチ 1 ~ 8 及び PWM制御スイッチ 1 ~ 3 から電気リカルバス 104 に供給される全電流を有する。負荷電流比例電圧 V_{LCP} は、例えば、限定するものではないが、バス電流 I_{BUS} の 0.1 倍の信号であってもよい。電圧誤差信号 202 はバス電流 I_{BUS} に比例している。したがって、図 2 に示したように、例えば、電圧誤差信号 202 が 0 V から 11 V まで増加する際に、バス電流 I_{BUS} は 0 A から 110 A まで増加する。

【0028】

PWM誤差電圧信号 204 は、PWM制御スイッチ 1 ~ 3 によって電気リカルバス 104 に供給される複合 PWM電流 I_{PWM} に比例している。例えば、図 2 に示したように、PWM誤差電圧信号 204 が 12 V から 0 V まで減少し、複合 PWM電流 I_{PWM} が 0 A から 30 A まで増加するように、PWM誤差電圧信号 204 は 12 V から 2 V までの範囲で有効となる。

【0029】

第二プロット 228 は、PWRスイッチ 1 ~ 8 の各々の PWR SWドライブ 114 の各駆動ラインによって生成される駆動電圧 210 ~ 224 を、負荷電流比例電圧 V_{LCP} の関数として示している。

【0030】

第三のプロット 230 は、複合 PWR電流 I_{PWR} 、複合 PWM電流 I_{PWM} とバス電流 I_{BUS} との関係を、負荷電流比例電圧 V_{LCP} の関数として示している。複合 PWR電流 I_{PWR} は PWRスイッチ 1 ~ 8 によって電源 108 から供給され、複合 PWM電流 I_{PWM} は PWMスイッチ 1 ~ 3 によって電源 108 から供給され、又バス電流 I_{BUS} は複合 PWR電流 I_{PWR} と複合 PWM電流 I_{PWM} の和になっている。

【0031】

第二プロット 228 は、第一プロット 226 及び第三プロット 230 と共に、電圧誤差信号 202、PWM誤差電圧信号 204 と、PWR SW駆動ライン 114 の各駆動ラインによって生成される PWRスイッチ 1 ~ 8 の各駆動電圧 210 ~ 224 との関係を、負荷電流比例電圧 V_{LCP} の関数として示している。例えば、バス電流 I_{BUS} (図 1) が 20 A に達すると、第一の PWRスイッチ 1 の駆動電圧 210 が 0 V に変化することで示されているように、第一の PWRスイッチ 1 はオフになり、第一の PWRスイッチ 1 は電気リカルバス 104 に 10 A を供給する。第一の PWRスイッチ 1 の駆動電圧 210 が 0 V に変化すると、PWM誤差電圧信号 204 はほぼ瞬間的に 4 V だけ (例えば、4 V から 8 V に) 増加し、PWM制御スイッチ 1 ~ 3 によって供給される複合 PWM電流 I_{PWM} での 10 A の補正に対応する。

【0032】

この例では、バス電流 I_{BUS} が 20 A から 90 A まで増加する際に、第二プロット 228 のプロセスは 8 回反復される。90 A では、PWRスイッチ 1 ~ 8 すべてが、電気リカルバス 104 に複合 PWR電流 I_{PWR} を供給する。90 A ~ 110 A の間の負荷電流に関しては、電源 108 (例えば、太陽電池アレイストリング) に連結されている連結ライン SA1 ~ SA8 のすべてが電気リカルバス 104 に全電流を供給するまで、PWM制御スイッチ 1 ~ 3 は電気リカルバス 104 への電流の追加供給を継続する。このようにして、電源 108 は、電気リカルバス 104 上の負荷 122 にほぼ一致させるのに必要となるバス電流 I_{BUS} を供給する。PWM制御スイッチ 1 ~ 3 の各々は、既に述べた制御された電流及び / 又は制御された電圧で、電源 108 から電気リカルバス 104 に電力を供給する。

【0033】

図 3 は、本開示の実施形態による図 1 の制御装置 102 の例示的な機能ブロック図 (システム 300) の図解である。システム 300 は一般に、プロセッサモジュール 302、メモリモジュール 304、テレメトリモジュール 306、電圧閾値モジュール 308、PWRスイッチ制御モジュール 310、及び PWMスイッチ制御モジュール 312 を備えている。これらのモジュールは、ネットワークバス 314 を介して相互に連結され、通信を

10

20

30

40

50

行うことができる。

【 0 0 3 4 】

プロセッサモジュール 3 0 2 は、機能、技術を実行するように構成されている処理ロジック、及びシステム 3 0 0 の操作に関連する処理タスクを含む。特に、処理ロジックは本明細書に記載されているシステム 3 0 0 を支援するように構成されている。例えば、プロセッサモジュール 3 0 2 は、バス電圧信号 1 0 6、PWR SWステータス信号 1 1 2、及びシステム 1 0 0 の電源テレメトリ (S A T M) 信号 1 1 6 などの信号を受信し、これらの信号をテレメトリモジュール 3 0 6 などに送信することができる。

【 0 0 3 5 】

別の例では、プロセッサモジュール 3 0 2 は、電流サブセットの離散量だけでなく、電源 1 0 8 の別の電流サブセットのアナログ量を制御し、以下で図 5 の検討に関連してより詳細に説明するように、これらの電流サブセットの合計がエレクトリカルバス 1 0 4 上の負荷 1 2 2 ほば一致するように制御することができる。さらに、プロセッサモジュール 3 0 2 は、バス基準電圧信号 1 1 0、電圧閾値などにアクセスするようにメモリモジュール 3 0 4 にアクセスする。

【 0 0 3 6 】

プロセッサモジュール 3 0 2 は、汎用プロセッサ、連想メモリ、デジタル信号プロセッサ、特定用途向け集積回路、フィールドプログラマブルゲートアレイ、任意の好適なプログラマブル論理素子、離散ゲート又はトランジスタ論理、離散ハードウェアコンポーネント、又はこれらの任意の組み合わせ、と共に実施、又は実現することが可能で、本明細書に記載されている機能を実行するように設計されている。

【 0 0 3 7 】

このように、プロセッサは、マイクロプロセッサ、制御装置、マイクロコントローラ、ステートマシンとして実現することができる。プロセッサはまた、計算装置の組み合わせとして、例えば、デジタル信号プロセッサとマイクロプロセッサとの組み合わせ、デジタル信号プロセッサコアと連動する一又は複数のマイクロプロセッサ、又は他の類似の構成として実施することもできる。

【 0 0 3 8 】

メモリモジュール 3 0 4 は、システム 3 0 0 の操作を支援するようにメモリがフォーマット化されたデータ記憶領域であってもよい。メモリモジュール 3 0 4 は、以下に述べる方法でシステム 3 0 0 の機能性を支援するために必要となるデータを保存、保持、及び供給するように構成されている。前記データは、例えば、限定するものではないが、電圧誤差信号 2 0 2、バス基準電圧信号 1 1 0、電圧閾値などを含むことができる。実用的な実施形態では、メモリモジュール 3 0 4 は、例えば、限定するものではないが、不揮発性記憶装置 (不揮発性半導体メモリ、ハードディスク装置、光ディスク装置など)、ランダムアクセス記憶装置 (例えば、S R A M、D R A M)、又は公知となっている他の任意の形態の記憶媒体を含むことができる。

【 0 0 3 9 】

メモリモジュール 3 0 4 は、プロセッサモジュール 3 0 2 に連結され、例えば、限定するものではないが、データベースなどを保存するように構成することができる。さらに、メモリモジュール 3 0 4 は、データベースを更新するためのテーブルを含むデータベースの動的更新を行うことができる。メモリモジュール 3 0 4 はまた、プロセッサモジュール 3 0 2、オペレーティングシステム、アプリケーションプログラム、プログラムの実行時に使用される一時的なデータなどによって実行されるコンピュータプログラムを保存することもできる。

【 0 0 4 0 】

メモリモジュール 3 0 4 は、プロセッサモジュール 3 0 2 がメモリモジュール 3 0 4 との間で情報の読み書きを行えるように、プロセッサモジュール 3 0 2 に連結することができる。例えば、プロセッサモジュール 3 0 2 及びメモリモジュール 3 0 4 は、各特定用途向け集積回路 (A S I C) 内に常駐することができる。メモリモジュール 3 0 4 はまた、

10

20

30

40

50

プロセッサモジュール 302 に統合することもできる。一実施形態において、メモリモジュール 304 は、プロセッサモジュール 302 によって実行される命令の実行中に、一時的な変数又はその他の中間的な情報を保存するためのキャッシュメモリを含むことができる。

【0041】

テレメトリモジュール 306 は、バス電圧信号 106、PWR スイッチステータス信号 112、及び電源テレメトリ (S A T M) 信号 116 を受信する。バス電圧信号 106 はバス基準電圧信号 110 と比較され、バス電圧信号 106 とバス基準電圧信号 110 との差分からなる電圧誤差信号 202 が算出される。

【0042】

電圧閾値モジュール 308 は電圧誤差信号 202 を一連の電圧閾値と比較し、電圧誤差信号 202 によってエレクトリカルバス 104 に供給される電流が負荷電流に等しくなるまで、PWR スイッチ制御モジュール 310 に指令を出して PWR スイッチ 1 ~ 8 を有効にする。前記一連の電圧閾値は、例えば、限定するものではないが、2 V、3 V、4 V、5 V、6 V、7 V、8 V、9 V などを含んでいてもよい。

【0043】

PWR スイッチ制御モジュール 310 は、PWR SW ドライブ 114 (図 1) を介して PWR スイッチ 1 ~ 8 を制御及び駆動する。

【0044】

PWM スイッチ制御モジュール 312 は PWR スイッチ 1 ~ 8 の PWR SW ステータス信号 112 を監視し、PWM 制御スイッチ 1 ~ 3 によってエレクトリカルバス 104 に供給される電流に比例するアナログ PWM 誤差信号 118 を生成する。電圧誤差信号 202 から PWR SW ステータス信号 112 が減算されて、PWM 制御スイッチ 1 ~ 3 によって供給される電流量を制御する PWM 誤差信号 118 が生成される。上述のように、太陽電池アレイストリングなどの電源 108 の一つがエレクトリカルバス 104 に連結、又はエレクトリカルバス 104 から分離され、PWM スイッチ制御モジュールによってアース 120 に分路されるたびに、PWM 制御スイッチ 1 ~ 3 に連結されたアナログ PWM 誤差信号 118 を再度一箇所に集めることが必要になることがある。PWM 制御スイッチ 1 ~ 3 を制御するため、アナログ PWM 誤差信号 118 は再度一箇所に集められ、エレクトリカルバス 104 上の負荷 122 (図 1) への対応に必要な電流を追加供給する。

【0045】

図 4 は、本開示の実施形態によるシーケンシャルシャントレギュレーションプロセス 400 を示す、例示的なフロー図の図解である。プロセス 400 に関連して実行される各種のタスクは、ソフトウェア、ハードウェア、ファームウェア、又はこれらの組み合わせによって、機械的に実行され得る。プロセス 400 が、任意の数の付加的又は代替的タスク、必ずしも図解した順に実行する必要のない図 4 に示したタスクを含み得ること、及びプロセス 400 が、本明細書には詳細に記述されていない付加的な機能性を有するより包括的な手続き又はプロセスに組み込まれ得ることを理解されたい。

【0046】

例示を目的として、プロセス 400 の以下の説明は図 1 及び 3 に関連して上述の要素を参照することができる。実用的な実施形態では、プロセス 400 の一部は、制御装置 102、エレクトリカルバス 104、PWM 制御スイッチ 1 ~ 3、電源スイッチ (PWR スイッチ 1 ~ 8)、連結ライン (S A 1 ~ S A 11) など、システム 100 及び 300 の異なる要素によって実行され得る。プロセス 400 は、図 1 及び 3 に示した実施形態と同様の機能、材料、及び構造を有していてもよい。そのため、共通の特徴、機能、及び要素は、本明細書に重複して記述しないこともある。

【0047】

プロセス 400 は、少なくとも一つの電源 108 からエレクトリカルバス 104 に第一の電流を切り替える少なくとも一つの PWR スイッチ 1 ~ 8 など、少なくとも一つの電源スイッチの制御によって開始することができる (タスク 402)。

【 0 0 4 8 】

プロセス 4 0 0 は、少なくとも一つの電源 1 0 8 から電気バス 1 0 4 に制御された電流を供給するように操作可能な P W M 制御スイッチ 1 ~ 3 など、少なくとも一つの電流可変スイッチの制御によって継続することができる (タスク 4 0 4)。

【 0 0 4 9 】

図 5 は、本開示の実施形態によるアナログ充填制御によるシーケンシャルシャントレギュレータを使用する電気システム調節プロセス 5 0 0 を示す、例示的なフロー図の図解である。プロセス 5 0 0 に関連して実行される各種のタスクは、ソフトウェア、ハードウェア、ファームウェア、又はこれらの任意の組み合わせによって機械的に実行することができる。プロセス 5 0 0 が、任意の数の付加的又は代替のタスク、必ずしも図解した順に実行する必要のない図 5 に示したタスクを含み得ること、及びプロセス 5 0 0 が、本明細書には詳細に記述されていない付加的な機能性を有するより包括的な手続き又はプロセスに組み込まれ得ることを理解されたい。

10

【 0 0 5 0 】

例示を目的として、プロセス 5 0 0 の以下の説明は図 1 及び 3 に関連して上述の要素を参照することができる。実用的な実施形態では、プロセス 5 0 0 の一部は、制御装置 1 0 2、電気バス 1 0 4、P W M 制御スイッチ 1 ~ 3、複数の電源スイッチ (P W R スイッチ 1 ~ 8)、複数の連結ライン (S A 1 ~ S A 1 1) など、システム 1 0 0 及び 3 0 0 の異なる要素によって実行され得る。プロセス 5 0 0 は、図 1 及び 3 に示した実施形態と同様の機能、材料、及び構造を有していてもよい。そのため、共通の特徴、機能、及び要素は、本明細書に重複して記述しないこともある。

20

【 0 0 5 1 】

プロセス 5 0 0 は、電源 1 0 8 などの複数の電流源から複数の電流を受け取ることによって開始することができる (タスク 5 0 2)。

【 0 0 5 2 】

プロセス 5 0 0 は、電流の第一サブセットを離散量に切り替えることによって、電気バス 1 0 4 への第一の電流 (例えば、複合 P W R 電流 I_{PWR}) の供給を継続することができる (タスク 5 0 4)。電流の第一サブセットは、例えば、限定するものではないが、各連結ライン S A 1 ~ S A 8 によって電気バス 1 0 4 へ順次連結されている電源 1 0 8 (例えば、太陽電池パネル又は太陽電池アレイストリング)の第一の部分によって、負荷 1 2 2 の負荷電流の関数として供給される電流を含んでいてもよい。例えば、限定するものではないが、第一サブセットは、それぞれ 1 0 A の電流を有し、S A 1 及び S A 2 の連結ラインを介して電気バス 1 0 4 に連結されている第一及び第二の太陽電池アレイストリングからの電流を含んでいてもよい。

30

【 0 0 5 3 】

この例では、P W R S W ステータス信号 1 1 2 がビット表記 0 0 1 1 1 1 1 1 に対応している場合、第一の電流に対応する離散量は $2 \times 10 A = 20 A$ となる。このビット表記では、0 は電気バス 1 0 4 に電流を供給するスイッチを示し、1 は電気バス 1 0 4 に電流を供給しないスイッチを示す。したがって、0 0 1 1 1 1 1 1 は P W R スイッチ 1 ~ 2 が電気バス 1 0 4 に電流を供給し、P W R スイッチ 3 ~ 8 が電気バス 1 0 4 に電流を供給していないことを示す。

40

【 0 0 5 4 】

プロセス 5 0 0 は、電流の第二サブセットをアナログ量で供給することによって、電気バス 1 0 4 への第二の電流 (例えば、複合 P W M 電流 I_{PWM}) の供給を継続することができる (タスク 5 0 6)。第二サブセットは、例えば、限定するものではないが、各連結ライン S A 9 ~ S A 1 1 を介して電気バス 1 0 4 へ同時に連結されている電源 1 0 8 の第二の部分によって、電流負荷の関数として供給される電流を含んでいてもよい。例えば、限定するものではないが、第二サブセットは、それぞれ 1 0 A の電流を有し、S A 9、S A 1 0、及び S A 1 1 の連結ラインを介して電気バス 1 0 4 に連結されている第一、第二、及び第三の太陽電池アレイストリングからの電流を含

50

んでいてもよい。

【 0 0 5 5 】

PWMスイッチを約50%で操作することにより、エレクトリカルバス104に流れる及びエレクトリカルバス104で受け取る第二の電流のアナログ量は $3 \times 5 \text{ A} = 15 \text{ A}$ となり得る。この例では、電源108の第一の部分に連結しているPWRスイッチ1~2は、エレクトリカルバス104への20Aからなる第一の電流を離散量で供給する。またこの例では、電源108の第二の部分に連結しているPWM制御スイッチ1~3、エレクトリカルバス104への15Aを有するアナログ量での第二の電流を供給する。したがってこの例では、エレクトリカルバス104へ供給されるバス電流 I_{BUS} などの合計電流は35Aになる。

10

【 0 0 5 6 】

エレクトリカルバス104上の負荷122の負荷電流が39Aまで増加した場合、第二の電流を19Aに増やすため、制御装置102はPWM制御スイッチ1~3のデューティサイクルを増加させることになる。同様に、負荷電流が41Aまで増加した場合、制御装置102は第一の電流を30Aまで増やすため、電源108の追加電源を開放するようにPWRスイッチ1~8の追加電源スイッチに指令を出すことがあり、又制御装置102は第二の電流を11Aまで減らすため、PWM制御スイッチ1~3のデューティサイクルを減少させることになる。

【 0 0 5 7 】

プロセス500は、制御装置102が離散量及びアナログ量を制御することによって、第一の電流と第二の電流の合計をエレクトリカルバス104上の負荷122にほぼ一致するように継続することができる(タスク508)。例えば、既に述べたように、負荷122の負荷電流が35Aから39Aに増加した場合、エレクトリカルバス104にアナログ量で19Aを供給するため、制御装置102はPWM制御スイッチ1~3を制御してそのデューティサイクルを増加させる。このようにして、バス電流 I_{BUS} は、アナログ量の19Aに加えて、2個の電源から供給される離散量の20A($2 \times 10 \text{ A} = 20 \text{ A}$)を含んでおり、39Aの負荷電流にほぼ一致する。

20

【 0 0 5 8 】

上述の例から、負荷電流が35Aから41Aに増加した場合、制御装置102はPWRスイッチ1~8を制御して電源108から追加電流を開放し、各連結ラインSA1~SA8を介して3個の電源の離散量30Aからなる第一の電流をエレクトリカルバス104に供給する。したがって上述の例では、PWM制御スイッチ1~3によって連結ラインSA9~SA11から供給される第二の電流はその結果アナログ量で11Aまで減少する。このようにこの実施例では、バス電流 I_{BUS} は、3個の電源から供給される30Aの離散量からなる第一の電流と、11Aのアナログ量からなる第二の電流を含み、41Aの負荷電流にほぼ一致する。

30

【 0 0 5 9 】

プロセス500は、PWM制御スイッチ1~3の一つなどの可変電圧コンバータを制御する制御装置102によって、アナログ量による電流の第二サブセットの供給を継続することができる(タスク510)。電圧コンバータは、例えば、限定するものではないが、可変電圧コンバータ、可変昇圧コンバータ、可変降圧コンバータ、少なくとも一つの昇圧コンバータを有する少なくとも一つの可変電圧コンバータなどを、備えることができる。

40

【 0 0 6 0 】

プロセス500は、電源スイッチ(PWRスイッチ1~8)のステータス信号112(PWR SWステータス信号112)を監視する制御装置102によって継続することができる(タスク512)。

【 0 0 6 1 】

プロセス500は、ステータス信号112(PWR SWステータス信号112)に基づいてアナログPWM誤差信号118を生成する制御装置102によって継続することができる(タスク514)。

50

【 0 0 6 2 】

プロセス 5 0 0 は、アナログ P W M 誤差信号 1 1 8 に基づいてアナログ量を制御する制御装置 1 0 2 によって継続することができる（タスク 5 1 6）。アナログ P W M 誤差信号 1 1 8 は、電源 1 0 8（電流源）からエレクトリカルバス 1 0 4 に供給される電流に比例することがある。既に説明したように、電圧誤差信号 2 0 2 から P W R S W ステータス信号 1 1 2 が減算されて、アナログ P W M 誤差信号 1 1 8 が生成される。

【 0 0 6 3 】

プロセス 5 0 0 は、少なくとも一つの電源スイッチ（P W R スイッチ 1 ~ 8）によって、少なくとも一つの電流をアース 1 2 0 に分路する制御装置 1 0 2 によって継続される（タスク 5 1 8）。

【 0 0 6 4 】

このようにして、本開示の実施形態は、エレクトリカルバス 1 0 4 上の負荷 1 2 2 などの負荷に切り替えられた電源 1 0 8 などの電源システムに対して、電圧調節を行う。

【 0 0 6 5 】

上記の説明は、「結合された」または「連結された」要素又はノード又は機構を意味する。本明細書で使用しているように、明示的に別段の定めがない限り、「結合された」は一つの要素 / ノード / 機構が他の要素 / ノード / 機構に直接結び付けられていること（あるいは直接通信を行うこと）を意味し、必ずしも機械的に結び付けられている必要はない。同様に、明示的に別段の定めがない限り、「連結された」は一つの要素 / ノード / 機構が他の要素 / ノード / 機構に直接又は間接的に結び付けられていること（あるいは直接的又は間接的に通信を行うこと）を意味し、必ずしも機械的に結び付けられている必要はない。したがって、図 1 及び 3 は要素、付加的な介入要素、装置、機構又はコンポーネントを本開示の実施形態に提示することができる。

【 0 0 6 6 】

本明細書で使用されている用語及び表現、ならびにこれらの変化形は、明示的に別段の定めがない限り、限定的なものではなく変更可能であると解釈すべきものとする。前述の例として、「含む」という語は「含み、限定するものではなく」などの意味であるとして読解しなければならない。「例」という語は検討の中で項目の実施例を提供する際に使用されるもので、それらを網羅する又は限定するリストではない。また、「従来の」、「伝統的な」、「通常の」、「標準の」、及び同様の意味を有する語は、前述の項目を所定の期間に限定している又は一定の時点において利用可能な項目に限定していると解釈すべきではなく、現在又は将来のある時点において利用可能又は既知となる従来の、伝統的な、通常の、又は標準的な技術を網羅すると読解すべきである。

【 0 0 6 7 】

同様に、接続詞「及び」で結び付けられているグループ内の項目は、各項目及び全項目がグループ内にあることを要求していると読解すべきではなく、明示的に別段の定めがない限り「及び / 又は」として読解すべきである。同様に、接続詞「又は」で結び付けられているグループ内の項目は、グループ間の相互排他性を要求していると読解すべきではなく、明示的に別段の定めがない限り「及び / 又は」として読解すべきである。さらに、本開示の項目、要素又はコンポーネントは単数形で説明または特許請求されることがあるが、単数形への限定が明示的に定められていない限り、複数形はその範囲内にあると意図される。「一又は複数の」、「少なくとも」、「限定しないが」などの範囲を拡張する語及び語句を読解する際には、このような範囲拡張の表現がないと範囲を狭めることが意図されている又は要求されていることを意味すると解釈すべきではない。

【 0 0 6 8 】

他の実施形態、たとえば、電圧コンバータが可変昇圧コンバータを含む実施形態も可能である。

複数の電源スイッチのステータス信号を監視するステップと、
ステータス信号に基づいて P W M 誤差信号を生成するステップと、
アナログ P W M 誤差信号に基づいてアナログ量を制御するステップと

をさらに含む実施形態。

【0069】

アナログPWM誤差信号が電流源からエレクトリカルバスに供給される電流に比例している実施形態。

【0070】

電圧誤差信号からステータス信号が減算され、アナログPWM誤差信号を生成する実施形態。

【0071】

少なくとも一つのスイッチを使用して少なくとも一つの電流をアースに分路することをさらに含む実施形態。

また、本願は以下に記載する態様を含む。

(態様1)

電流を少なくとも一つの電源からエレクトリカルバスに切り替えるように操作可能な少なくとも一つの電源スイッチと、

制御された電流を前記少なくとも一つの電源から前記エレクトリカルバスに供給するように操作可能な少なくとも一つの電流可変スイッチと、

前記少なくとも一つの電源スイッチと前記少なくとも一つの電流可変スイッチとを制御するように操作可能な制御装置と

を備えたシーケンシャルシャントレギュレータ。

(態様2)

前記電流をアースに分路するように前記少なくとも一つの電源スイッチがさらに操作可能な、態様1に記載のシーケンシャルシャントレギュレータ。

(態様3)

前記少なくとも一つの電流可変スイッチが少なくとも一つの可変電圧コンバータを備えた、態様1に記載のシーケンシャルシャントレギュレータ。

(態様4)

前記少なくとも一つの可変電圧コンバータが少なくとも一つの可変昇圧コンバータを備えた、態様3に記載のシーケンシャルシャントレギュレータ。

(態様5)

前記少なくとも一つの電源及び前記エレクトリカルバスをさらに備えた、態様1に記載のシーケンシャルシャントレギュレータ。

(態様6)

前記少なくとも一つの電源が少なくとも一つの太陽電池パネルを備えた、態様1に記載のシーケンシャルシャントレギュレータ。

(態様7)

シーケンシャルシャントレギュレーション方法であって、

第一の電流を少なくとも一つの電源からエレクトリカルバスに切り替える少なくとも一つの電源スイッチを制御するステップと、

制御された電流を前記少なくとも一つの電源から前記エレクトリカルバスに供給するように操作可能な少なくとも一つの電流可変スイッチを制御するステップと

を含む方法。

(態様8)

複数の電流源から複数の電流を受け取るステップと、

前記第一の電流を前記エレクトリカルバスに供給するため、前記電流の第一サブセットを離散量で切り替えるステップと、

第二の電流を前記エレクトリカルバスに供給するため、前記電流の第二サブセットをアナログ量で供給するステップと、

前記第一の電流と前記第二の電流の合計が前記エレクトリカルバス上の負荷とほぼ一致するように、前記離散量と前記アナログ量を制御するステップと

をさらに含む、態様7に記載の方法。

10

20

30

40

50

(態様 9)

前記第一の電流をアースに切り替えるように前記少なくとも一つの電源スイッチがさらに操作可能であり、前記少なくとも一つの電流可変スイッチが少なくとも一つの可変電圧コンバータを備えており、前記少なくとも一つの可変電圧コンバータが少なくとも一つの可変昇圧コンバータを備えている、態様 7 に記載の方法。

(態様 10)

アナログ充填制御によるシーケンシャルシャントレギュレータを使用する電気システムの調整方法であって、

複数の電流源から複数の電流を受け取るステップと、

第一の電流をエレクトリカルバスに供給するため、前記電流の第一サブセットを離散量で切り替えるステップと、

第二の電流を前記エレクトリカルバスに供給するため、前記電流の第二サブセットをアナログ量で供給するステップと、

前記第一の電流と前記第二の電流の合計が前記エレクトリカルバス上の負荷とほぼ一致するように、前記離散量と前記アナログ量を制御するステップとを含む方法。

(態様 11)

電流源が少なくとも一つの太陽電池パネルを含み、

前記電流の前記第二サブセットをアナログ量で供給するため、電圧コンバータを制御するステップをさらに含む、

態様 10 に記載の方法。

【符号の説明】【 0 0 7 2 】

1 0 0、3 0 0 システム

1 0 2 制御装置

1 0 4 エレクトリカルバス

1 0 6 バス電圧信号

1 0 8 電源

1 1 0 バス基準電圧信号

1 1 2 P W R S Wステータス信号

1 1 4 P W R S Wドライブ

1 1 6 電源テレメトリ信号

1 1 8 アナログ P W M 誤差信号

1 2 0 アース

1 2 2 負荷

2 0 0 グラフ

2 0 2 電圧誤差信号

2 0 4 P W M 誤差電圧信号

2 1 0、2 1 2、2 1 4、2 1 6、2 1 8、2 2 0、2 2 2、2 2 4 駆動電圧

2 2 6 第一プロット

2 2 8 第二プロット

2 3 0 第三プロット

3 0 2 プロセッサモジュール

3 0 4 メモリモジュール

3 0 6 テレメトリモジュール

3 0 8 電圧閾値モジュール

3 1 0 P W R スイッチ制御モジュール

3 1 2 P W M スイッチ制御モジュール

3 1 4 ネットワークバス

4 0 0、5 0 0 プロセス

10

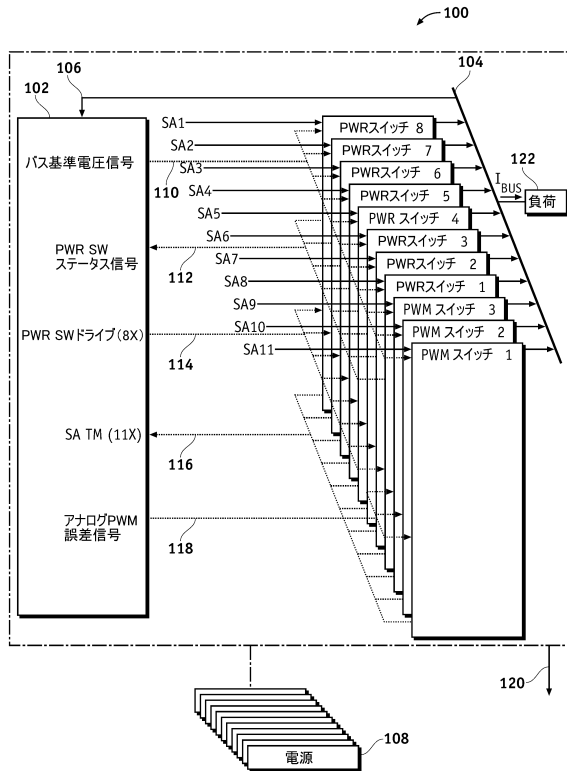
20

30

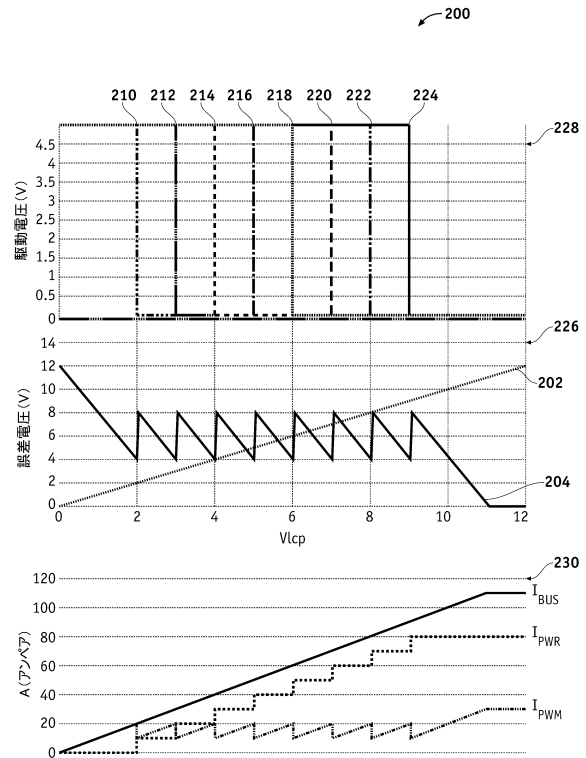
40

50

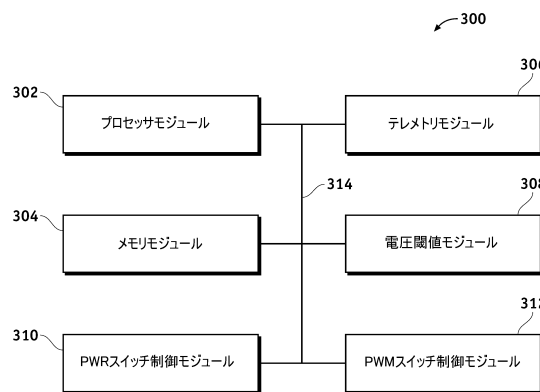
【図 1】



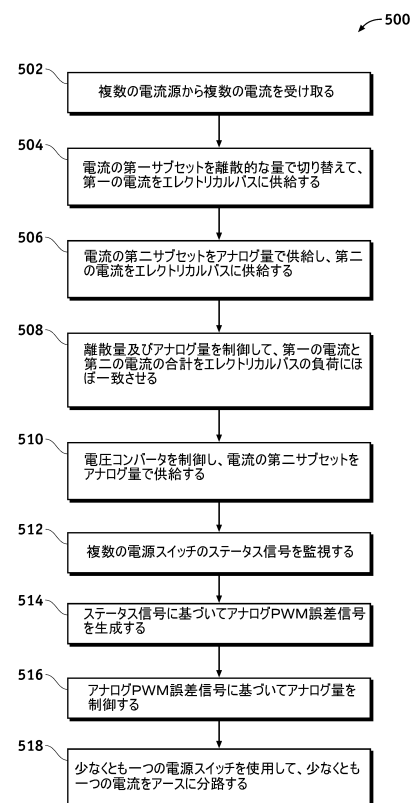
【図 2】



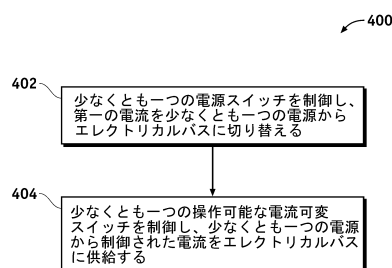
【図 3】



【図 5】



【図 4】



フロントページの続き

審査官 宮本 秀一

(56)参考文献 米国特許第07777367(US, B2)
特表2004-511868(JP, A)
米国特許出願公開第2004/0251885(US, A1)
特表2002-530036(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G05F1/00-1/10、
1/445、
1/56、
1/613、
1/618
H02J1/00-1/16、
13/00
H02M3/00-3/44