

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6203422号
(P6203422)

(45) 発行日 平成29年9月27日 (2017.9.27)

(24) 登録日 平成29年9月8日 (2017.9.8)

(51) Int. Cl.	F I
HO2J 3/38 (2006.01)	HO2J 3/38 130
HO2S 10/00 (2014.01)	HO2S 10/00
HO2J 7/35 (2006.01)	HO2J 7/35 A
HO2S 50/00 (2014.01)	HO2S 50/00

請求項の数 15 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2016-555354 (P2016-555354)	(73) 特許権者	516247155
(86) (22) 出願日	平成27年3月3日 (2015.3.3)		ソーラーリティックス インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2017-514431 (P2017-514431A)		SOLARLYTICS, INC.
(43) 公表日	平成29年6月1日 (2017.6.1)		アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94
(86) 国際出願番号	PCT/US2015/018552		596 ウォルナット クリーク エヌ
(87) 国際公開番号	W02015/134549		カリフォルニア ブルヴァード 1990
(87) 国際公開日	平成27年9月11日 (2015.9.11)		エイス フロア
審査請求日	平成28年9月1日 (2016.9.1)	(74) 代理人	100073184
(31) 優先権主張番号	61/947, 326		弁理士 柳田 征史
(32) 優先日	平成26年3月3日 (2014.3.3)	(74) 代理人	100090468
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 佐久間 剛
(31) 優先権主張番号	62/022, 087		
(32) 優先日	平成26年7月8日 (2014.7.8)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電場を複数の太陽パネルに印加する方法及びシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

1つ又は複数の光起電デバイスを管理する方法であって、
スイッチの第1のポートを、複数の光起電デバイスから選択された第1の光起電デバイスに結合できるようにするステップと、

前記スイッチの第2のポートを、前記第1の光起電デバイスによって駆動される負荷に結合できるようにするステップと、

前記スイッチの第3のポートを電圧源に結合できるようにするステップであって、前記スイッチは、前記第1の光起電デバイスと前記電圧源との間に電流路を提供する第1の位置及び前記第1の光起電デバイスと前記負荷との間に前記電流路を提供する第2の位置で動作することができ、前記第1の位置と前記第2の位置は周波数及び持続時間のうちの少なくとも一方を制御することにより切り換えられる、第3のポートを電圧源に結合できるようにするステップと、

前記電圧源によって生成される電圧信号であって、前記スイッチが前記第1の位置にあるとき、前記第1の光起電デバイスにわたり外部電場を生成する正の大きさの一連の電圧パルスと、前記スイッチが前記第2の位置にあるとき、隣り合う電圧パルスの間の状態であって、前記電圧源と前記負荷との間に電氣的絶縁を提供する第2の状態とを有する電圧信号を前記第1の光起電デバイスに印加するステップと、
を含み、

前記電圧信号は前記第1の光起電デバイスによって生成された既存の電圧の上に重ねら

10

20

れることを特徴とする、方法。

【請求項 2】

第 2 のスイッチの第 1 のポートを、前記複数の光起電デバイスから選択された第 2 の光起電デバイスに結合できるようにするステップと、

前記第 2 のスイッチの第 2 のポートを、前記第 1 の光起電デバイス及び前記第 2 の光起電デバイスによって駆動される前記負荷に結合できるようにするステップと、

前記第 2 のスイッチの第 3 のポートを前記電圧源に結合できるようにするステップであって、前記第 2 のスイッチは、前記第 2 の光起電デバイスと前記電圧源との間に電流路を提供する第 1 の位置及び前記第 2 の光起電デバイスと前記負荷との間に前記電流路を提供する第 2 の位置において動作することができる、電圧源に結合できるようにするステップと、

10

前記電圧源によって生成された前記電圧信号を前記第 1 の光起電デバイス及び前記第 2 の光起電デバイスの両方に同時に印加するステップであって、前記スイッチ及び前記第 2 のスイッチが前記第 1 の位置にある場合、前記一連の電圧パルスは、前記第 1 の光起電デバイス及び前記第 2 の光起電デバイスの両方にわたり前記外部電場を生成し、前記スイッチ及び前記第 2 のスイッチが前記第 2 の位置にある場合、隣り合う電圧パルスの間の状態である前記第 2 の状態は、前記電圧源と前記負荷との間に電氣的絶縁を提供する、印加するステップと

を更に含む、請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 3】

前記スイッチの前記第 1 のポートを前記第 1 の光起電デバイスに結合できるようにするステップは、双投スイッチの第 1 のポートを前記第 1 の光起電デバイスに結合できるようにするステップを含む、請求項 1 又は 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記双投スイッチに結合されるスイッチコントローラを介して、前記第 1 の位置と前記第 2 の位置とを切り換える周波数及び持続時間のうちの少なくとも一方を制御するステップを更に含む、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

前記スイッチに結合されるスイッチコントローラを介して、前記第 1 の位置と前記第 2 の位置とを切り換える周波数及び持続時間のうちの少なくとも一方を制御するステップを更に含む、請求項 1 または 2 に記載の方法。

30

【請求項 6】

前記一連の電圧パルスの任意の電圧降下を軽減するデバイスを前記負荷と前記第 1 の光起電デバイスとの間に結合できるようにするステップを更に含む、請求項 1 から 5 の何れか一項に記載の方法。

【請求項 7】

前記電圧信号を印加するステップは、調整可能な電圧信号を前記第 1 の光起電デバイスに印加するステップを含む、請求項 1 から 6 の何れか一項に記載の方法。

【請求項 8】

前記スイッチの前記第 1 のポートを前記第 1 の光起電デバイスに結合できるようにするステップは、前記スイッチの前記第 1 のポートを、直列結合構成および／または並列結合構成で配置された前記複数の光起電デバイスから選択された前記第 1 の光起電デバイスに結合できるようにするステップを有する、請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の方法。

40

【請求項 9】

1 つまたは複数の光起電デバイスを管理するシステムであって、

第 1 の電圧切り換え手段であって、前記複数の光起電デバイスから選択された第 1 の光起電デバイスに結合できる第 1 のポートと、前記第 1 の光起電デバイスによって駆動される負荷に結合できる第 2 のポートと、電圧源に結合できる第 3 のポートと、を有する第 1 の電圧切り換え手段を備え、

前記第 1 の電圧切り換え手段は、前記第 1 の光起電デバイスと前記電圧源との間に電流

50

路を提供する第1の位置および、前記第1の光起電デバイスと前記負荷との間に電流路を提供する第2の位置において動作するよう適合され、且つ、周波数と持続時間のうち少なくとも一方に応じて前記第1の位置と前記第2の位置とが切り換えられるよう適合されたものであり、

前記電圧源により生成された電圧信号は前記第1の光起電デバイスに印加され、前記電圧信号は、前記電圧切り換え手段が前記第1の位置にあるとき前記第1の光起電デバイスにわたり外部電場を生成する正の大きさの一連の電圧パルスを含み、前記電圧切り換え手段が前記第2の位置にあるとき、隣り合う電圧パルスの間の状態であって、前記電圧源と前記負荷との間に電氣的絶縁を提供するための第2の状態とを含み、

前記電圧信号は、前記第1の起電デバイスによって生成された既存の電圧の上に重ねられる、

ことを特徴とする、システム。

【請求項10】

第2の電圧切り換え手段であって、前記複数の起電デバイスから選択された第2の光起電デバイスに結合できる第1のポートと、前記第1の起電デバイスおよび前記第2に起電デバイスによって駆動される前記負荷に結合できる第2のポートと、前記電圧源に結合できる第3のポートと、を含み、第2の電圧切り換え手段をさらに備え、

前記第2に電圧切り換え手段は、前記第2の起電デバイスと前記電圧源との間に電流路を提供する第1の位置および、前記第2の起電デバイスと前記負荷との間に電流路を提供する第2の位置において動作可能であり、

前記電圧源によって生成される前記電圧信号は、前記第1の光起電デバイスと前記第2の光起電デバイスの両方に同時に印加され、前記第1の電圧切り換え手段と前記第2の電圧切り換え手段とが前記第1の位置にあるとき、前記一連の電圧パルスは、前記第1の光起電デバイスと前記第2の光起電デバイスの両方にわたり外部電場を生成するものであり、前記第1の電圧切り換え手段と前記第2の電圧切り換え手段とが前記第2の位置にあるとき、隣り合う電圧パルスの状態である前記第2の状態は、前記電圧源と前記負荷との間に電氣的絶縁を提供するものである、

ことを特徴とする、請求項9に記載のシステム。

【請求項11】

前記第1の電圧切り換え手段は、双投スイッチを含むことを特徴とする、請求項9または10に記載のシステム。

【請求項12】

前記第1の電圧切り換え手段に結合されるスイッチコントローラをさらに備え、

前記スイッチコントローラは、前記第1の位置と前記第2の位置を切り換える周波数及び持続時間のうちの少なくとも一方を制御するものである、

ことを特徴とする、請求項9から11のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項13】

前記一連の電圧パルスの任意の電圧降下を軽減するデバイスであって、前記負荷と前記複数の光起電デバイスとの間に結合されるデバイスをさらに備えることを特徴とする、請求項9から12の何れか一項に記載のシステム。

【請求項14】

前記電圧源は、前記第1の光起電デバイスに調整可能な電圧信号を印加するものであることを特徴とする、請求項9から13の何れか一項に記載のシステム。

【請求項15】

前記複数の光起電デバイスは直列結合構成および／または並列結合構成に配置されることを特徴とする、請求項9から14の何れか一項に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【関連出願の相互参照】

【0001】

本願は、2014年2月21日に出願された米国仮特許出願第61／943, 127号

10

20

30

40

50

明細書の利益を主張する、2015年2月20日に出願された米国特許出願第14/628,079号明細書、2014年2月21日に出願された米国仮特許出願第61/943,134号明細書、2014年3月3日に出願された米国仮特許出願第61/947,326号明細書、及び2014年7月8日に出願された米国仮特許出願第62/022,087号明細書の一部継続であり、それらの利益を主張するものであり、これらの開示は参照により本明細書に援用される。

【技術分野】

【0002】

本開示は、一般的には光起電デバイスに関し、より詳細には、例えば、太陽電池にわたり外部電場を印加して調整することにより、1つ又は複数の太陽電池の電力又は生成エネルギー及び全体効率を最大にするシステム及び方法に関する。

10

【背景技術】

【0003】

太陽電池（光起電電池とも呼ばれる）は、「光起電効果」として知られるプロセスにより、光のエネルギーを電気に直接変換する電気デバイスである。光に露出されると、太陽電池は、いかなる外部電圧源にも取り付けられずに、電流を生成し、サポートすることができる。

【0004】

最も一般的な太陽電池は、図1に示される太陽電池100内の半導体材料等の半導体材料（例えば、シリコン）から製作されるp-n接合110からなる。例えば、p-n接合110は、p型シリコンのより厚い層の上にn型シリコンの超薄層からなる薄いウェーハを含む。これらの2つの層が接触する場所において、太陽電池100の上面近傍で電場（図示せず）が生成され、高電子濃度の領域（p-n接合110のn型側）から低電子濃度の領域（p-n接合110のp型側）への電子の拡散が生じる。

20

【0005】

p-n接合110は、2つの導電性電極101aと101bとの間に封入される。上部電極101aは、入射（太陽）放射線を透過するか、又は太陽電池100の上部を全体的には覆わない。電極101a、101bは、直列結合される外部負荷30に接続された抵抗金属半導体接点として機能することができる。抵抗性のみが示されるが、負荷30は抵抗成分及び反応成分の両方を含むこともできる。

30

【0006】

光子が太陽電池100に衝突すると、光子は、太陽電池材料を直線で透過する—これは一般に、光子のエネルギーがより低い場合に生じる—か、太陽電池の表面から反射されるか、又は好ましくは、太陽電池材料に吸収される—光子エネルギーがシリコンバンドギャップよりも高い場合—電子-正孔対を生成する。

【0007】

光子が吸収される場合、光子のエネルギーは太陽電池材料内の電子に与えられる。通常、この電子は荷電子帯にあり、近傍の原子間の共有結合において強く結合され、したがって、遠くに移動することができない。光子によって電子に与えられたエネルギーは、電子を伝導帯に「励起」させ、伝導帯では、電子は太陽電池100内で自在に動き回ることができる。電子が前に一部であった共有結合はここでは、1つ少ない電子を有する—これは正孔として知られている。共有結合の欠損の存在により、近傍の原子の結合電子は正孔内に移動することができ、別の正孔を後に残す。このようにして、正孔も太陽電池100を通して効率的に移動することができる。したがって、太陽電池100に吸収された光子は、可動電子-正孔対を生成する。

40

【0008】

可動電子-正孔対は、電極101a、101bに向かって拡散又はドリフトする。通常、電子は、負電極に向かって拡散／ドリフトし、正孔は正電極に向かって拡散／ドリフトする。キャリア（例えば、電子）の拡散は、キャリアが電場によって捕捉されるまで、ランダム熱運動に起因する。キャリアの拡散は、太陽電池100の活性場にわたり確立され

50

る電場によって駆動される。薄膜太陽電池では、電荷キャリア分離の支配的なモードは、薄膜太陽電池の厚さ全体を通して延びる p-n 接合 110 の静電場によって駆動されるドリフトである。しかし、活性領域に電場が略ないより厚い太陽電池の場合、電荷キャリア分離の支配的なモードは拡散である。少数キャリアの拡散長（すなわち、光子生成キャリアが再結合される前に移動することができる長さ）は、より厚い太陽電池では長くなければならない。

【0009】

最終的に、p-n 接合 110 の n 型側に生成され、p-n 接合 110 によって「収集」され、n 型側に掃引される電子は、電力を外部負荷 30 に提供し（電極 101a を介して）、太陽電池 100 の p 型側に戻る（電極 101b を介して）ことができる。p 型側に戻ると、電子は、p 型側の電子-正孔対として生成されるか、又は n 型側から p-n 接合 110 にわたり掃引された正孔と再結合することができる。

10

【0010】

図 1 に示されるように、電子-正孔対は、電子-正孔対が生成されるポイントから電子-正孔対が電極 101a、101b において収集されるポイントまで回り道を移動する。電子-正孔対が移動する経路は長いため、電子又は正孔が別の正孔又は電子と再結合する十分な機会が存在し、再結合は、任意の外部負荷 30 への電流の損失を生じさせる。別の言い方をすれば、電子-正孔対が生成されるとき、キャリアの 1 つは p-n 接合 110 に到達し（収集キャリア）、太陽電池 100 によって生成される電流に寄与し得る。代替的には、キャリアは、セル電流に正味の寄与を有さずに再結合することができる。電荷再結合は、量子効率（すなわち、太陽電池 100 場合、電流に変換される光子の割合）を下げ、したがって、太陽電池 100 の全体効率を下げる。

20

【0011】

太陽電池のコストを低減し、効率を増大させる最近の試みは、太陽電池に使用される様々な材料及び様々な製作技法をテストすることを含む。別の手法は、p-n 接合 110 の周囲に形成される空乏領域を強化して、太陽電池 100 を通る電荷キャリアの移動を強化しようと試みる。例えば、1991 年 5 月 3 日に出願され、Hingorani らに付与された特許文献 1（「Hingorani」）及び 2010 年 12 月 3 日の出願日への優先権を主張する 2011 年 12 月 2 日に出版され、Fornage に付与された特許文献 2（「Fornage」）を参照のこと。これらの開示は全体的に、参照により本明細書に援用される。

30

【0012】

しかし、太陽電池 100 を通る電荷キャリアの移動を強化するこれらの従来の手法では、太陽電池 100 の基礎構造を変更する必要がある。Hingorani 及び Fornage は、例えば、変更された太陽電池構造を使用する太陽電池に外部電場を印加することを開示している。外部電場を印加するには、電場を誘導する電極間に電圧を印加する必要がある（以下の式 2 を参照して更に詳細に説明する）。太陽電池 100 の基礎構造を変更しない場合、電圧を太陽電池 100 の既存の電極 101a、101b に印加すると、外部負荷 30 を通して印加電圧が短絡する。別の言い方をすれば、太陽電池 100 の電極 101a、101b への電圧の印加は、外部電場を生成し、電荷キャリアの移動を強化するには非効率である。したがって、Hingorani 及び Fornage に開示される手法等の従来の手法では、太陽電池 100 のベースに 1 組の外部（且つ電氣的に絶縁された）電極を挿入すること等により、太陽電池 100 の基礎構造を変更する必要がある。この手法には幾つかの欠点がある。

40

【0013】

例えば、外部電極は、製作プロセス中に太陽電池 100 に配置されなければならない。外部電極を既存の太陽電池又はパネルに追加導入することは略不可能である。製作プロセスへのこの変更は、製造コストを大幅に増大させるとともに、製造歩留まりを大幅に低減する。さらに、太陽電池 100 の前側、すなわち入射側を覆うように外部電極を配置することは、太陽電池 100 に達する光エネルギーを低減させ、それにより、生成される電力

50

出力を低下させる。

【0014】

更なる欠点として、太陽電池100の電力出力の大幅な改善をもたらすために、かなりの電圧を太陽電池100の外部電極に印加しなければならない。例えば、Fornageは、印加される電場を効率的にし、太陽電池100の電力出力を増大させるために、約「1,000代」のボルトの電圧を外部電極に供給しなければならないことを開示している。この電圧の大きさは、サービス提供に特殊な訓練と、既存又は新しい太陽パネル配備に現在存在していない追加の高電圧機器及び配線とを必要とする。例として、外部電極と太陽電池100との間の絶縁層は、高い印加電圧に耐えるのに十分でなければならない。絶縁層の不具合が生じる場合、太陽電池100のみならず、故障した太陽電池に直列接続又は並列接続された全ての太陽電池100及び外部負荷30も破損する大きなリスクがある。

10

【0015】

更なる欠点として、太陽電池100の典型的な設置は、太陽電池100の電力出力に影響し得る、追加の配線、外部ハードウェア等の追加の要因を導入し得る。例えば、複数の太陽電池100は一緒に結合されて（直列及び／又は並列で）、太陽パネル10（図2A～図2Dに示される）を形成することができる。次に、各太陽パネル10は、並列、直列、又はそれらの組合せを含め、本明細書に記載される任意の適する手段を使用して結合することができる。図2A～図2Dを参照して、少なくとも1つの太陽パネル10を使用する典型的な設置構成を示す。

20

【0016】

太陽パネル10は、並列（図2A）、直列（図2B）、又はそれらの組合せ（図2C）で接続することができる。図2A～図2Cのそれぞれでは、太陽パネル10は、インバータ31等の負荷を駆動することができる。図2Aは、太陽パネル10の直列結合を示す。図2Bを参照すると、太陽パネル10は、直列に接続されて示され、インバータ31を駆動する。図2Cは、並列及び直列の両方で接続された太陽パネル10の代替の設置を示す。更に別の実施形態では、図2Dは、設置一通常、多くの住宅設備で見られる一各太陽パネル10がそれ自体のインバータ31に接続される一を示す。

【0017】

太陽電池100及び太陽パネル10を接続する各方法は、電気特性／挙動及び接続された太陽パネル10の対応する電力出力を変える異なる配線及び設置方法を必要とする。太陽電池の効率を上げる従来の努力は、複数の太陽電池100及び／又は複数の太陽パネル10を接続する様々な方法等の設置障害を説明することは希である。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0018】

【特許文献1】米国特許第5,215,599号明細書

【特許文献2】米国特許第8,466,582号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0019】

上記に鑑みて、従来の太陽電池システムの上述した障害及び欠陥を解消するために、電子－正孔対の可動性の増大投の効率及び電力出力を増大させる改善された太陽電池システム及び方法が必要とされている。

【課題を解決するための手段】

【0020】

本開示は、少なくとも1つの光起電デバイスの電力出力を最適化するシステム並びにそのシステムを使用する方法及び製作する方法に関する。本明細書に開示される第1の態様によれば、光起電デバイスを管理する方法が記載され、本方法は、

電圧信号の第1の構成要素を選択された光起電デバイスに印加するステップであって、

50

第1の構成要素は、選択された光起電デバイスにわたり外部電場を生成するオン状態を表す、第1の構成要素を印加するステップと、

電圧信号の第2の構成要素であって、オフサイクルを表す第2の構成要素を選択された光起電デバイスに印加するステップとを含む。

【0021】

開示される方法の幾つかの実施形態では、本方法は、上記第1の光要素を選択された光起電デバイスに印加するステップと同時に、第1の構成要素を第2の選択された光起電デバイスに印加するステップと、

上記第2の構成要素を選択された光起電デバイスに印加するステップと同時に、第2の構成要素を第2の選択された光起電デバイスに印加するステップとを更に含む。

10

【0022】

開示される方法の幾つかの実施形態では、上記第1の構成要素を印加するステップは、高電圧の時変電圧パルスを電圧パルサ回路から印加するステップを含み、上記第2の構成要素を印加するステップは、電圧パルサ回路を遮断するステップを含む。

【0023】

開示される方法の幾つかの実施形態では、本方法は、選択された光起電デバイスによって生成された既存の電圧の上に第1の構成要素を重ねるステップを更に含み、上記第1の構成要素を重ねるステップは任意選択的に、上記電圧パルサ回路と選択された光起電デバイスとの間に結合される上昇注入回路を介して、第1の構成要素に負の参照を生成するステップを含む。

20

【0024】

開示される方法の幾つかの実施形態では、上記第1の構成要素を印加するステップは、電圧源と選択された光起電デバイスとの間に配置されるスイッチの第1の位置において、電圧源と光起電デバイスとを接続するステップを含み、上記第2の構成要素を印加するステップは、スイッチの第2の位置において、電圧源と選択された光起電デバイスとを切断するステップを含む。

【0025】

本明細書に開示される別の態様によれば、少なくとも1つの光起電デバイスを管理する方法が記載され、本方法は、

30

電圧パルサを選択された光起電デバイスに結合できるようにするステップと、

電圧パルサによって生成される電圧信号であって、選択された光起電デバイスにわたり外部電場を生成する第1の状態と、オフサイクルを表す第2の状態とを有する電圧信号を選択された光起電デバイスに印加するステップとを含む。

【0026】

開示される方法の幾つかの実施形態では、本方法は、上昇注入回路を電圧パルサと選択された光起電デバイスとの間に結合して、第1の状態に負の参照を提供できるようにする選択された光起電デバイスにわたり外部電場を生成する第1の状態と、オフサイクルを表す第2の状態とを有する、電圧信号を更に含む。

40

【0027】

開示される方法の幾つかの実施形態では、本方法は、電圧信号を第2の選択された光起電デバイスを印加するステップを更に含み、上記電圧信号を任意選択的に第2の選択された光起電デバイスに印加するステップは、上記電圧信号を選択された光起電デバイスに印加するステップと同時に行われる。

【0028】

開示される方法の幾つかの実施形態では、本方法は、第2の電圧パルサ回路を第2の選択された光起電デバイスに結合して、同時に、第1の状態及び第2の状態を提供する第2の時変電圧パルスを第2の選択された光起電デバイスにわたり提供できるようにするステ

50

ップを更に含む。

【0029】

開示される方法の幾つかの実施形態では、上記電圧信号を印加するステップは、調整可能な電圧を選択された光起電デバイスに印加するステップを含む。

【0030】

開示される方法の幾つかの実施形態では、本方法は、電圧パルサに結合される制御回路を介して、第1の状態及び第2の状態の周波数及び持続時間のうちの少なくとも一方を制御するステップを更に含む。

【0031】

本明細書に開示される別の態様によれば、1つ又は複数の光起電デバイスを管理する方法が記載され、本方法は、

10

スイッチの第1のポートを選択された光起電デバイスに結合できるようにするステップと、

スイッチの第2のポートを、選択された光起電デバイスによって駆動される負荷に結合できるようにするステップと、

スイッチの第3のポートを電圧源に結合できるようにするステップであって、スイッチは、選択された光起電デバイスと電圧源との間に電流路を提供する第1の位置及び選択された光起電デバイスと負荷との間に電流路を提供する第2の位置で動作することができる、第3のポートを電圧源に結合できるようにするステップと、

電圧源によって生成される電圧信号であって、スイッチが第1の位置にあるとき、選択された光起電デバイスにわたり外部電場を生成する第1の状態と、スイッチが第2の位置にあるとき、電圧源と負荷との間に電氣的絶縁を提供する第2の状態とを有する電圧信号を選択された光起電デバイスに印加するステップとを含む。

20

【0032】

開示される方法の幾つかの実施形態では、本方法は、

第2のスイッチの第1のポートを第2の選択された光起電デバイスに結合できるようにするステップと、

第2のスイッチの第2のポートを、選択された光起電デバイス及び第2の選択された光起電デバイスによって駆動される前記負荷に結合できるようにするステップと、

30

第2のスイッチの第3のポートを電圧源に結合できるようにするステップであって、第2のスイッチは、第2の選択された光起電デバイスと電圧源との間に電流路を提供する第1の位置及び第2の選択された光起電デバイスと負荷との間に電流路を提供する第2の位置において動作することができる、電圧源に結合できるようにするステップと、

電圧源によって生成された電圧信号を選択された光起電デバイス及び第2の選択された光起電デバイスの両方に同時に印加するステップであって、スイッチ及び第2のスイッチが第1の位置にある場合、第1の状態は、選択された光起電デバイス及び第2の選択された光起電デバイスの両方にわたり外部電場を生成し、スイッチ及び第2のスイッチが第2の位置にある場合、第2の状態は、電圧源と負荷との間に電氣的絶縁を提供する、印加するステップと

40

を更に含む。

【0033】

開示される方法の幾つかの実施形態では、上記スイッチの第1のポートをできるようにするステップは、双投スイッチの第1のポートを選択された光起電デバイスに結合できるようにするステップを含む。

【0034】

開示される方法の幾つかの実施形態では、本方法は、双投スイッチに結合されるスイッチコントローラを介して、第1の位置と第2の位置とを切り換える周波数及び持続時間のうちの少なくとも一方を制御するステップを更に含む。

【0035】

50

開示される方法の幾つかの実施形態では、本方法は、第1の構成要素の任意の電圧降下を軽減するデバイスを負荷と選択された光起電デバイスとの間に結合できるようにするステップを更に含む。

【0036】

開示される方法の幾つかの実施形態では、電圧信号を印加するステップは、調整可能な電圧を選択された光起電デバイスに印加するステップを含む。

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】従来技術の太陽電池の実施形態を示す例示的な上部レベル断面図である。

【図2A】図1の太陽電池を使用する従来技術の太陽パネルアレイの一実施形態を示す例示的な上部レベルブロック図である。

10

【図2B】各太陽パネルが直列結合される、図1の太陽電池を使用する従来技術による太陽パネルアレイの代替の実施形態を示す例示的なブロック図である。

【図2C】各太陽パネルが直列及び並列の両方で結合される、図1の太陽電池を使用する従来技術による太陽パネルアレイの代替の実施形態を示す例示的なブロック図である。

【図2D】各太陽パネルが負荷に直接結合される、図1の太陽電池を使用する従来技術による太陽パネルアレイの代替の実施形態を示す例示的なブロック図である。

【図3】太陽電池管理システムの実施形態を示す例示的な上部レベルブロック図である。

【図4】太陽パネルアレイが、図2Aに示される構成に従って並列に配線され、スイッチを通して電圧源に結合される、図3の太陽電池管理システムの実施形態を示す例示的なブロック図である。

20

【図5】太陽パネルアレイが、図2Aに示される構成に従って並列に配線され、電圧パルサ回路に結合される、図3の太陽電池管理システムの代替の実施形態を示す例示的なブロック図である。

【図6】太陽パネルアレイが、図2Bに示される構成に従って直列結合される、図4の太陽電池管理システムの代替の実施形態を示す例示的なブロック図である。

【図7】図6の太陽電池管理システムの各太陽パネルにわたる電圧に相對する印加電圧 V_{APP} を示すグラフである。

【図8】太陽パネルアレイのうちの1つ又は複数が、1つ又は複数のスイッチを通して電圧源に結合される、図6の太陽電池管理システムの代替の実施形態を示す例示的なブロック図である。

30

【図9】太陽パネルアレイのうちの1つ又は複数が、1つ又は複数のスイッチを通して電圧源に結合される、図4の太陽電池管理システムの別の代替の実施形態を示す例示的なブロック図である。

【図10】太陽パネルアレイのうちの1つ又は複数が、図2Dに示される構成に従って直列及び並列の両方で配線され、スイッチを通して電圧源に結合される、図4の太陽電池管理システムの別の代替の実施形態を示す例示的なブロック図である。

【図11】太陽パネルアレイのうちの1つ又は複数が、1つ又は複数のスイッチを通して電圧源に結合される、図10の太陽電池管理システムの別の代替の実施形態を示す例示的なブロック図である。

40

【図12A】図2Eの太陽パネルアレイと協働する図4の太陽電池管理システムの代替の実施形態を示す例示的なブロック図である。

【図12B】図2Eの太陽パネルアレイと協働する図4の太陽電池管理システムの代替の実施形態を示す例示的なブロック図である。

【図13】太陽パネルアレイが、図2Bの太陽パネルアレイに従って直列に配線される、図5の太陽電池管理システムの代替の実施形態を示す例示的なブロック図である。

【図14】図13の太陽電池管理システムの各太陽パネルにわたる電圧に相對した印加電圧 V_{APP} を示すグラフである。

【図15A】太陽パネルアレイのうちの1つ又は複数が、1つ又は複数の電圧パルサに結合される、図13の太陽電池管理システムの代替の実施形態を示す例示的なブロック図で

50

ある。

【図 1 5 B】太陽パネルアレイのうちの 1 つ又は複数が、1 つ又は複数の電圧パルスに結合される、図 1 3 の太陽電池管理システムの代替の実施形態を示す例示的なブロック図である。

【図 1 6】太陽パネルアレイが、図 2 C に示される構成に従って配線される、図 5 の太陽電池管理システムの代替の実施形態を示す例示的なブロック図である。

【図 1 7 A】太陽パネルアレイが、図 2 D に示される構成に従って配線される、図 5 の太陽電池管理システムの代替の実施形態を示す例示的なブロック図である。

【図 1 7 B】太陽パネルアレイが、図 2 D に示される構成に従って配線される、図 5 の太陽電池管理システムの代替の実施形態を示す例示的なブロック図である。

【図 1 8】図 5 の太陽電池管理システムと併用されるパルス上昇回路の実施形態を示す例示的な回路図である。

【発明を実施するための形態】

【0038】

図が一定の縮尺で描かれておらず、同様の構造又は機能の要素が一般に、図全体を通して、例示のために同様の参照番号によって表されることに留意されたい。図が、好ましい実施形態の説明の促進のみを意図することにも留意されたい。図は、説明される実施形態のあらゆる態様を示しているわけではなく、本開示の範囲を限定しない。

【0039】

現在利用可能な太陽電池システムは、光起電電池の電力出力を最大にすることができないため、電子-正孔対の可動性を増大させ、半導体材料での再結合電流を低減する太陽電池システムは、太陽パネルとして構成された太陽電池の効率及び電力出力を増大させる等のために、望ましい太陽電池システムを提供するとともに、多種多様な太陽電池システムのベースを提供することができる。この結果は、図 3 に示されるような太陽電池管理システム 300 により、本明細書に開示される一実施形態により達成することができる。

【0040】

図 3 を参照すると、太陽電池管理システム 300 は、多種多様な光起電デバイスとの併用に適する。一実施形態では、太陽電池管理システム 300 は、図 1 に示される太陽電池 100 との併用に適することができる。例えば、太陽電池 100 は、結晶シリコンのウェーハベース電池（第一世代）、非晶質シリコン電池を含む薄膜太陽電池（第二世代）、及び／又は第三世代電池等の太陽電池の任意の適する世代を表すことができる。太陽電池管理システム 300 は有利なことに、構造的変更及び関連する欠点なしで、任意の世代の太陽電池 100 と併用することができる。

【0041】

別の実施形態では、太陽電池管理システム 300 は、図 2 A ～図 2 D に示される太陽パネル 10 等の複数の太陽電池 100 との併用に適することができる。上述したように、複数の太陽電池 100 を一緒に結合して（直列及び／又は並列）、太陽パネル 10 を形成することができる。太陽パネル 10 は、地面搭載、屋根搭載、ソーラー追跡システム、固定ラック等を介して支持構造体（図示せず）に搭載することができ、地上用途及び衛星搭載用途の両方に利用することができる。同様に、太陽電池管理システム 300 は有利なことに、太陽パネル 10 の構造的変更及び関連する欠点なしで、任意の世代の太陽パネル 10 と併用することができる。

【0042】

図 3 に示されるように、光起電デバイス 200 は電場 250 と協働する。幾つかの実施形態では、電場 250 の極性は、光起電デバイス 200 内の電極 101 a、101 b（図 1 に示される）の極性と同じ方向又は逆の方向のいずれかで印加することができる。例えば、電場 250 を光起電デバイス 200 内の電極 101 a、101 b の極性と同じ方向で印加する場合、電場 250 は、光起電デバイス 200 内の電子-正孔対に作用して、 e^-E 又は h^+E を電子又は正孔にそれぞれかけ、それにより、各電極に向けた電子及び正孔の可動性を加速化させる。代替的には、電場 250 の極性が逆になる場合、光起電デ

バイス 200 内の電子－正孔対の可動性は低減し、それにより、光起電デバイス 200 内の再結合電流を増大させる。したがって、光起電デバイス 200 の効率は、光起電デバイス 200 の電力出力の管理等のために、所望に応じて低減することができる。

【0043】

さらに、光起電デバイス 200 に印加される電場 250 は、所望に応じて静的又は時変であることができる。電場 250 は、時変である場合、非ゼロの時間平均大きさを有する。別の言い方をすれば、電子及び正孔への正味の力は非ゼロであり、光起電デバイス 200 の電子－正孔対の可動性の増大を提供する。

【0044】

太陽電池管理システム 300 は、図 4 に示されるスイッチ 55 の使用を含め、本明細書に記載される任意の適する手段を使用して、外部電圧 V_{AP} を光起電デバイス 200 に印加することができる。図 4 を参照すると、光起電デバイス 200 は、示される太陽電池 100 及び／又は太陽パネル 10 等の任意の数の光起電デバイスを表すことができる。太陽パネル 10 は、並列に配線されて示され（図 2A にも示される）、単極双投（又は三路）スイッチ等のスイッチ 55 に接続される。しかし、図 6 及び図 8～図 12 を参照して考察するように、太陽パネル 10 は、直列、直列及び並列の組合せ、及び互いから独立して配線することもできる。一実施形態では、スイッチ 55 は、電圧源 50 及び外部負荷 R_L （例えば、インバータ 31 として示される）にも結合される。インバータ 31 は、抵抗性構成要素及び反応性構成要素の両方を含むことができる。幾つかの実施形態では、インバータ 31 は、DC 電圧及び電流を AC 電圧及び電流に変換することができ、これは通常、従来の AC 送電網の電圧及び周波数と互換性を有する。インバータ 31 の出力周波数及び AC 電流／電圧の振幅は、国、ロケーション、及び地域送電要件に基づくことができる。

【0045】

電圧源 50 は、理想的な電圧源、被制御電圧源等を含め、定電圧を維持する任意の適する手段を含むことができる。しかし、幾つかの実施形態では、電圧源 50 は、可変の調整可能な出力（例えば、時変電圧）を有することができる。スイッチ制御デバイス（又はコントローラ）45 がスイッチ 55 に結合されて、太陽パネル 10 への接続の持続時間及び／又は電圧源 50 とインバータ 31 との切り換え等の切り換えの周波数を制御する。スイッチコントローラ 45 は、一定の切り換え持続時間 D 及び切り換え周波数 f で動作するように予め設定することができる。幾つかの実施形態では、電圧源 50 によって印加される電圧 V_{AP} の大きさ、接続の持続時間 D 、及び／又は切り換えの周波数 f は、予め設定してもよく、且つ／又は負荷の状況に基づいて変更されてもよい。

【0046】

例えば、スイッチ 55 は、第 1 の位置（図 4 のスイッチ 55 において矢印で示されるように）において、太陽パネル 10 を電圧源 50 に接続する。第 1 の位置で接続される場合、電圧源 50 は、電圧を太陽パネル 10 の電極 101a、101b（図 1 に示される）にわたり電圧 V_{AP} を印加し、電場 250 を各太陽パネル 10 にわたり誘導する（図 3 に示される）。電場 250 が太陽パネル 10 にわたり確立されると、スイッチ 55 は、第 2 の位置において太陽パネル 10 をインバータ 31（すなわち、負荷 R_L ）に接続するように切り替わる。したがって、電圧源 50 は、太陽パネル 10 及びインバータ 31 に同時に接続せずに、電場 250 を提供することができる。したがって、外部電圧 V_{AP} の印加は、負荷 R_L （例えば、インバータ 31）に電圧源 50 から直接電流を消費させない。

【0047】

太陽パネル 10 への電場 250 の印加は、太陽パネル 10 が続けて、第 2 の位置においてインバータ 31 に接続される場合、所定量だけ太陽パネル 10 の電流及び電力出力を増大させることができる。所定量は、太陽パネル 10 に入射する光の強度、電圧源 50 によって太陽パネル 10 に印加される電圧 V_{AP} 、太陽パネル 10 の厚さ、電圧源 50 が太陽パネル 10 に接続される周波数 f 、及び第 1 の位置と第 2 の位置との切り換えプロセスのデューティサイクルに依存し、デューティサイクルは、太陽パネル 10 が電圧源 50 に接続される時間量を切り換え時間 $1/f$ で除算（すなわち、周波数 f で乗算するか、又は

10

20

30

40

50

信号の全周期で除算)したものとして定義される。切り換え持続時間 D 、切り換え周波数 f 、及びデューティサイクルが全て、任意の2つの数量の定量化により、第3の数量の特定が可能のように相互に関連する数量であることに留意されたい。例えば、切り換え周波数及びデューティサイクルの指定により、切り換え持続時間 D を特定することができる。例えば、高強度光状況下では、電力出力の改善は約20%であることができ、低光状況下では、50+%であることができる。

【0048】

図4に示される実施形態は有利なことに、追加の外部電極を含むように太陽パネル10及び／又は太陽電池100を変更する必要なく、電場250を光起電デバイス200に提供する。

10

【0049】

幾つかの実施形態では、キャパシタ41、インダクタ42、及び／又は電池43等のエネルギー貯蔵デバイスをインバータ31の前に配置して、スイッチ55が第1の位置にある間、インバータ31によって見られる任意の電圧降下を軽減することができる。したがって、スイッチ55が第1の位置にあり、電場250が太陽パネル10にわたり確立されているとき、インバータ31(すなわち、負荷)が太陽パネル10から切断されている間、エネルギー貯蔵デバイスは、エネルギーをインバータ31に供給して、この切り換え期間中、電流が流れている状態を保つ。別の言い方をすれば、エネルギー貯蔵デバイスは、太陽パネル10がインバータ31から切断されている間、放電することができる。

【0050】

20

したがって、電圧源50からの定電圧—これは電場250を生成する—は、太陽パネル10の電力出力を改善するために、常に印加される必要はない。例えば、持続時間切り換え時間 D が公称10~2000nsであり、 V_{APP} が公称100~500+ボルトであり、切り換え周波数 f が20μ秒である場合、公称0.1~10%のデューティサイクルを使用することができる。インダクタ42、キャパシタ41、及び／又は電池43は、太陽パネル10が切断され、電場250が太陽パネル10にわたり配置されて、インバータ31の出力を降下させないようにしている間、十分な放電を提供するのに十分なサイズのものが選ばれる。

【0051】

図5は、図3の太陽電池管理システム300の代替の実施形態を示す。図5を参照すると、光起電デバイス200は、示されたような太陽電池100及び／又は太陽パネル10等の任意の数の光起電デバイスを表すことができる。示されるように、太陽パネル10は並列に配線される(図2Aにも示される)が、直列並びに図13及び図15~図17を参照して考察されるようなそれらの任意の組合せで配線することもできる。

30

【0052】

高電圧パルス生成器等の電圧パルサ60が、時変電圧パルスを太陽パネル10のうちの1つ又は複数にわたり印加することができる。一実施形態では、電圧パルスの持続時間 D_p は、短い—公称で10~2000ns—ことができ、大きさは高い—公称で100~500+ボルト—であることができる。図5に示される実施形態では、印加電圧、パルス幅、及びパルス反復率は、選択された動作条件下で最適な性能を提供する所定のレベルに固定される。例えば、電圧パルスは、約1000nsの持続時間 D_p を有することができ、この電圧パルスは、1/ f の周期で繰り返される。電圧パルスの持続時間 D_p 及び電圧パルスの周波数 f は、電圧インバータ31内のインダクタのリアクタンスが電圧パルサ60に対して高いインピーダンスを提示するように選ばれ、この高いインピーダンスは、太陽パネル10の電極101a、101b(図1に示される)にわたり、インバータ31によって短絡されない高電圧を生成させることができる。

40

【0053】

さらに、直列インダクタ(図示せず)をインバータ31の入力に配置することができ、直列インダクタは、インバータ31への電流入力を取り扱い、電圧パルスがインバータ31の抵抗構成要素によって減衰されない(又は事実上短絡しない)ように、RFチョーク

50

として機能する。デューティサイクル（パルスがオンである時間／パルスがオフである時間）は公称で0.1～10%であることができる。

【0054】

光起電デバイス200に課される電場250の強度は、光起電デバイス200の厚さ、光起電デバイス200の材料及び誘電率、光起電デバイス200の最大絶縁破壊電圧等の光起電デバイス200の構造の関数である。

【0055】

上述したように、光起電デバイス200は、任意の数の太陽電池100及び／又は太陽パネル10を含むことができ、各太陽電池100及び太陽パネル10は、例えば、並列、直列、及び／又はそれらの組合せで結合される。幾つかの実施形態では、選択された光起電デバイス200への電場250の印加は、光起電デバイス200の構成の多様性を説明することができる。

10

【0056】

図2A～図2Dを参照して考察される各設置選択肢において、太陽電池管理システム300は、外部電圧 V_{APP} を光起電デバイス200に印加することができる。例えば、図4のスイッチ55を使用して、太陽電池管理システム300は、外部電圧 V_{APP} を、直列（図2Bに示される）並びに直列及び並列の両方（図2Cに示される）で接続された太陽パネル10に印加することもできる。図6を参照すると、太陽パネル10は、直列に配線され、図4の単極双投（又は三路）スイッチ等のスイッチ55に接続される。一実施形態では、スイッチ55は、電圧源50及び外部負荷 R_L （例えば、インバータ31等）にも結合される。

20

【0057】

図6では、各太陽パネル10にわたって印加される電場250（図3に示される）は、所定の最小電場 E_{min} を超えなければならない。したがって、各太陽パネル10に印加される印加外部電圧 V_{APP} は、所定の最小印加電圧 V_{min} を超えなければならない。幾つかの実施形態では、各太陽パネル10に印加される外部電圧 V_{APP} はまた、太陽パネル10への電圧遮断及び破損又は少なくとも、太陽パネル10の1つ又は複数の太陽電池100への破損を回避するために、最大印加電圧 V_{max} 未満でなければならない。別の言い方をすれば、式1は、印加外部電圧 V_{APP} の上限及び下限を表す。

$$V_{max} > V_{APP} > V_{min} > k V_p \quad (\text{式1})$$

30

【0058】

式1中、 V_p は、太陽パネル10の電圧出力であり、 k は構成での k 番目のパネルである。印加外部電圧 V_{APP} と式1の最小／最大印加電圧との関係が維持される限り、スイッチ55は、太陽パネル10にわたり電場250を効率的に印加することができる。

【0059】

図7は、スイッチ55が第2の位置にある間の、図6に示される各連続太陽パネル10にわたり（例えば、ノードAからノードB、C、・・・、Nにわたり）測定された電圧に相対する外部電圧 V_{APP} を示す。図7に示されるように、各太陽パネル10にわたる電圧は、太陽パネル10の電圧出力だけ増大する。例えば、各太陽パネル10は、約24ボルトである電圧を生成し、ノードAと任意の測定ノードとの間で測定される電圧は、約 $k \times 24$ ボルトであり、ここで、 k は、電圧が測定されている太陽パネル10の数である。式1の不等式を満たすことができない場合、図6に示される実施形態は、追加のスイッチ55を含むように変更することができる。例えば、一実施形態では、図8に示されるように、第2のスイッチ55（スイッチ55b）を一連の太陽パネル10に結合することができる。しかし、所望に応じて、2つ以上のスイッチ55（すなわち、スイッチ55a、55b、・・・、55n）を太陽パネル10に結合することができる。

40

【0060】

図8を参照すると、トグルスイッチ72を電圧源50と k 個の太陽パネル10の各群との間に追加することができる。図を簡易化するために、説明のみを目的として、図8の異なるポイント間の相互接続は、縁取られた大文字A及びBで示されており、AはAに結合

50

し、BはBに結合する。トグルスイッチ72は、単極単投（二路）スイッチを表すことができる。特に、トグルスイッチ72は、N個の入力ポート及び1個の出力ポートを含むことができる。トグルスイッチ72は、オン状態及びオフ状態を更に定義する。オン状態では、N個の入力ポートの全ては、単一の出力ポートに同時に接続される。オフ状態では、いずれの入力ポートも単一の出力ポートに接続されない。トグルスイッチ72は、スイッチコントローラ45によってアクティブ化することができ、スイッチコントローラ45は、スイッチ55a、55b等も制御する。図8に示されるように、トグルスイッチ72は、スイッチ55a、55bが第1の位置（図4を参照して考察したように）にある場合、電圧源50にリターン電気路を提供する。トグルスイッチ72は、スイッチ55a、55bが電圧源50に接続され、電場250（図3に示される）が太陽パネル10に印加される場合、アクティブ化（オン状態）される。トグルスイッチ72は、太陽パネル10がインバータ31に電力を提供している間、非アクティブ化（オフ状態）される。

10

【0061】

好ましい実施形態では、スイッチ制御デバイス45は、トグルスイッチ72が同時にオン状態にアクティブ化される間、スイッチ55a、55bが第1の位置に同時に配置され、電圧源50に接続されるように同期することができる。同様に、スイッチコントローラ45は、スイッチ55a、55bを第2の位置に同時に配置するとともに、トグルスイッチ72を非アクティブ化（オフ状態）する。幾つかの実施形態では、キャパシタ41、インダクタ42、及び／又は電池43等のエネルギー貯蔵デバイスをインバータ31の前に配置して、スイッチ55a、55bが第1の位置にある間、インバータ31が受ける任意の電圧降下を軽減することができる。

20

【0062】

図4を参照して考察したように、太陽電池管理システム300は、外部電圧 V_{APP} を、並列接続された太陽パネル10に印加することもできる。図9を参照すると、2つ以上のスイッチ55をスイッチコントローラ45によって制御することができる。好ましい実施形態では、スイッチ55a、55bのそれぞれは、スイッチコントローラ45によって同期することができ、同時に接続及び切断される。前と同様に、キャパシタ41、インダクタ42、及び／又は電池43等のエネルギー貯蔵デバイスは、インバータ31の前に配置され、スイッチ55a、55bが第1の位置にある間、インバータ31が受ける任意の電圧降下を軽減することができる。

30

【0063】

図4のスイッチ55を使用して、太陽電池管理システム300は、外部電圧 V_{APP} を、直列及び並列の両方で接続された太陽パネル10（図2Cに示される）に印加することもできる。図10を参照すると、太陽パネル10のうちの2つ以上が直列に配線されて示されている。次に、直列配線太陽パネル10は並列に相互接続される。直列及び並列に配線される太陽パネル10の数は、所望に応じて予め選択することができる。

【0064】

図10に示されるように、1つ又は複数のスイッチ55が使用されて、太陽パネル10にわたり電場250（図3に示される）を印加することができる。2つ以上のスイッチ55が使用される場合、太陽パネル10は図11に示されるように配線することができる。図11を参照すると、直列配線太陽パネル10は、並列に配線され、次に、スイッチ55a、55bに相互接続される。好ましい実施形態では、スイッチコントローラ45は、スイッチ55a、55bを同期させて、インバータ31から同時に切断する。同様に、スイッチコントローラ45は、スイッチ55a、55bの両方を電圧源50に同時に接続する。幾つかの実施形態では、キャパシタ41、インダクタ42、及び／又は電池43等のエネルギー貯蔵デバイスは、インバータ31の前に配置されて、スイッチ55a、55bが第1の位置にある間、インバータ31が受ける任意の電圧降下を軽減することができる。

40

【0065】

更に別の実施形態では、太陽電池管理システム300は、多くの住宅設備で通常見られる太陽パネルと協働することができる—この場合、太陽パネル10のそれぞれはそれ自体

50

のインバータ 31 に接続される（図 2 D に示される）。図 1 2 A 及び図 1 2 B を参照すると、スイッチ 55 は、多くの方法で太陽パネル 10 と協働することができる。一実施形態では、図 1 2 A は、インバータ 31 に集積されたスイッチ 55、電圧源 50、及びスイッチコントローラ 45 を示す。インバータ 31 は通常、電源に接続されるため、キャパシタ 41 はインバータ 31 内に配置することができる。代替的には、図 2 D に示されるように、複数の太陽パネル 10 は通常、組み合わせて使用され、キャパシタ 41 が使用されないように、それぞれはそれ自体のインバータ 31 に結合される。幾つかの実施形態では、各インバータ 31 は他の全てのインバータ 31 から独立して動作し、それにより、スイッチ 55 はインバータ 31 間で同期されない。したがって、選択された太陽パネルでの電力の瞬間的な降下は、複数の太陽パネル 10 及びインバータ 31 からの電力品質に目立つほどには影響しない。

10

【0066】

図 1 2 A に示される実施形態は有利なことに、任意の新しい太陽パネル配備をターゲットにすることができる。代替の実施形態では、図 1 2 B を参照すると、太陽パネル 10 及びインバータ 31 の各対は、それ自体のスイッチ 55 a ～ 55 n を含むことができる。各スイッチ 55 は、スイッチコントローラ 72 によって制御される中央スイッチ 46 及び電圧源 50 に接続される。

【0067】

中央スイッチ 46 は、2 つの同時出力を各太陽パネル 10、各スイッチ 55、及び各インバータ 31 に提供することができる。中央スイッチ 46 からの第 1 の出力は、A 1、B 1、・・・、N 1 を含み、図 4 を参照して考察したように、各スイッチ 55 を第 1 の位置にアクティブ化させる。外部電圧 V_{APP} は、A 2、B 2、・・・、N 2 を含む中央スイッチ 46 の第 2 の出力を通して電圧源 50 から印加される。

20

【0068】

スイッチコントローラ 72 は、中央スイッチ 46 を通して、選択されたスイッチ 55 を一度に 1 つずつアクティブ化し、外部電圧 V_{APP} を電圧源 50 から太陽パネル 10 及びインバータ 31 の各対に直列に印加する。個々の各スイッチ 55 のデューティサイクルは低い—通常、2 % 未満—ため、スイッチコントローラ 72 は、多数のスイッチ 55、太陽パネル 10、及びインバータ 31 を制御し駆動する。

【0069】

各パネルに印加される電圧が V_{min} よりも大きい限り、電圧源 50 を複数の太陽パネル 10 に切り換え接続することからスイッチコントローラ 72 を除外するこの実施形態に限定されない。代替の実施形態では、2 つ以上のスイッチコントローラ 72 を追加することができ、各スイッチコントローラ 72 は、所定数の太陽パネル 10 を受け持つ。各スイッチコントローラ 72 は独立して挙動することができる。

30

【0070】

図 5 を参照して上述したように、太陽電池管理システム 300 は、太陽パネル 10 の幾つかの構成で、電圧パルサ 60 を使用して光起電デバイス 200 に外部電圧 V_{APP} を印加することもできる。図 1 3 を参照すると、電圧パルサ回路 60 は、直列に配線された太陽パネル 10 に接続される。上述したように、式 1 の不等式が満たされる限り、電圧パルサ 60 は図 1 4 に示されるように挙動する。図 1 4 は、直列になった各連続太陽パネル 10 にわたる電圧（ノード B、C、・・・、N での太陽パネル 10 のそれぞれへのノード A にわたり測定される）に相対する外部電圧 V_{APP} を示す。図 1 4 に示されるように、各太陽パネル 10 での電圧は、太陽パネル 10 の電圧出力だけ増大する。例えば、各太陽パネル 10 は、約 24 ボルトの電圧を生成し、任意の太陽パネル 10 にわたり（ノード A からノード B、C、・・・、N まで）測定される電圧は約 $k \times 24$ ボルトであり、ここで、 k は、電圧が測定されている太陽パネル 10 の数である。式 1 の不等式を満たすことができない場合、図 1 3 に示される実施形態は、追加の電圧パルサ 60 を含むように変更することができる。

40

【0071】

50

図5を参照すると、1組の太陽電池100又は太陽パネル10にわたる電場250の強度を最大にするために、太陽管理システム300は、太陽電池100又は太陽パネル10それら自体のそれぞれによって生成されているDC電圧を考慮する。一実施形態では、上昇注入回路90（図18に示される）等の高電圧上昇回路が電圧パルサ60と共に使用されて、電圧パルスを太陽パネル10それら自体のDC電圧の上に重ねることができる。太陽パネル10によって生成されるDC電圧の上への電圧パルサ60からの電圧パルスのこの重ね合わせは、太陽パネル10によって運ばれる正DC電圧に等しい注入高電圧パルス信号の負参照を生み出すことによって行うことができる。

【0072】

図18を参照すると、上昇注入回路90は、キャパシタ91を含み、インダクタ92と協働し、キャパシタ91が太陽パネル10によって運ばれる電圧に等しい電荷を保持できるようにする。キャパシタ91及びインダクタ92は、キャパシタ94及び95を通して電圧パルサ60に接続された注入高電圧パルス信号の上昇負参照を生み出す。電圧パルサ60からの正の参照は、ダイオード93を通して接続され、ダイオード93は、太陽パネル10に接続するインターフェース及びインバータ31に接続するインターフェースに接続される正電圧線に逆バイアス保護を提供する。電圧パルサ60からの電圧パルスがインバータ31により短絡されないようにRF絶縁を提供するため、及び上昇注入回路90とインバータ31との間に接続される他の太陽パネル10間にRF絶縁を更に提供するために、インダクタ96及び97をインバータ31と電圧パルサ60との間に直列に配置して、RFチョークを任意の高電圧パルスに提供することができる。インダクタ96及び97は、インダクタにわたって通る、電圧パルサ60からの任意の電圧パルスを減衰させ、電圧パルサ60をインバータ31に向かう回路の残りの部分から絶縁する。

【0073】

図18に示されるように、インダクタ92は、高リアクタンス保護を注入高電圧パルス信号に提供し、信号がキャパシタ91にフィードバックされないようにする。その結果は、太陽パネル10によって運ばれたDC電圧の上にあり、DC電圧と共に立ち上がり立ち下がる注入高電圧パルス信号であり、それにより、電圧パルスを最大にする。

【0074】

好ましい実施形態では、上昇注入回路90は、各電圧パルサ60と幾つかの太陽パネル10との間のインターフェースの部分として組み込むことができる。

【0075】

幾つかの実施形態では、図15Aに示されるように、2つ以上の電圧パルサ60を所定数の太陽パネル10に使用することができる。図15Aを参照すると、太陽パネル10は、直列及び並列の両方で配置され、電圧パルサ60と相互接続される。各電圧パルサ60は、k個のパネルを受け持ち、インバータ31に相互接続される。幾つかの実施形態では、図6及び図8～図11において上述された切り換えシステムと同様に、2つ以上の電圧パルサ60の使用は同期することができる。しかし、図15Aに示される実施形態では、2つ以上の電圧パルサ60の使用は有利なことに、異なる電圧パルサ60間の同期を必要としない。各電圧パルサ60からの電圧パルスは、相互接続される1組の太陽パネル10にとって局所的であるため、電圧パルスの印加はインバータ31の出力に影響しない。

【0076】

直列に配線された太陽パネル10に複数の電圧パルサを実施する別の実施形態を図15Bに示す。図15Bを参照すると、電圧パルサ60は、直列スイッチ70を介して各太陽パネル10に接続される。直列スイッチ70は、図15Bに示されるように、k個の太陽パネル10を結合するN個の出力ポートを含むことができる。図15Bに示される実施形態では、図を簡易化するために、例示のみを目的として、回路内の異なるポイント間の相互接続は、大文字A1及びB1で示され、A1はA1に接続し、B1はB1に接続し、以下同様である。

【0077】

直列スイッチ70は、電圧パルサ60に接続された1つの入力ポートを含む。直列スイ

10

20

30

40

50

ッチ70のN個の出力ポートは、一度にk個のパネル10にわたり電圧パルサ60を接続する。一例では、直列スイッチ70は、電圧パルサ60を出力ポートA1及びA2に接続する。電圧パルサ60は、外部電圧 V_{APP} を太陽パネル1～kにわたり印加する。直列スイッチ70は、電圧パルサ60を出力A1及びA2から切断し、電圧パルサ60を出力B1及びB2に接続する。アクティブ化される場合、電圧パルサ60は、直列配線された太陽パネル10のその脚部内のk個のパネルにわたり電圧パルス V_{APP} を印加する。同様にして、直列スイッチ70は、全てのポートを通して循環し、印加電圧 V_{APP} を一度にk個のパネルに印加する。直列内のn個全ての太陽パネル10に電圧パルス V_{APP} が印加された後、直列スイッチ70はリードA1及びA2に再接続し、プロセスが繰り返される。このようにして、単一の電圧パルサ60を利用して、電圧パルス V_{APP} を多数の太陽パネル10に印加することができる。電圧パルスのデューティサイクルは低い—通常2%未満—ため、単一の電圧パルサ60は複数の太陽パネル10を制御することができる。

10

【0078】

図16を参照すると、電圧パルサ60は、図2Cを参照して上述したように直列及び並列の両方で配線された太陽パネル10と協働する。電圧パルサ60は、2k個の太陽パネル10とインバータ31とにわたり接続される。大半の状況では、大半の太陽パネル10で見られる直列のシャント抵抗の大きさ($>>1M\Omega$)は、電圧パルサ60が多数の太陽パネル10と協働できるようにする。

【0079】

20

図17A及び図17Bは、太陽パネル10の典型的な住宅設備と協働する電圧パルサ60を示す。一実施形態では、図17Aを参照すると、電圧パルサ60は、太陽パネル10にわたり接続されたインバータ31に集積される。

【0080】

図17Bは、太陽パネル10の典型的な住宅設備と協働し、各太陽パネル10と、直列スイッチ70を介して中央電圧パルサ60に接続されるインバータ31とを含む代替の実施形態を示す。中央電圧パルサ60は、電圧パルス V_{APP} を直列スイッチ70を通して各太陽パネル10に直列に印加する。図17Bの直列スイッチ70は、 $N \times 1$ スイッチとして示されている。直列スイッチ70は、図17Bに示されるように、電圧パルサ60に接続される1つの入力ポートと、個々の各太陽パネル10にわたり接続されるN個の出力ポートとを有する。直列スイッチ70は、一度に1つずつ、電圧パルサ60を各パネル10にわたり接続する。

30

【0081】

一例では、直列スイッチ70は、電圧パルサ60を出力ポートA1及びA2に接続する。アクティブ化される場合、電圧パルサ60は、電圧パルス V_{APP} を、直列スイッチ70に結合された、選択された太陽パネル10にわたり印加する。次に、直列スイッチ70は、電圧パルサ60を出力ポートA1及びA2から切断し、電圧パルサ60を出力ポートB1及びB2に接続する。ここでも、アクティブ化される場合、電圧パルサ60は電圧パルス V_{APP} を、直列スイッチ70に結合された、選択された別の太陽パネル10にわたり印加する。同様にして、直列スイッチ70は全てのアクティブポートを通して循環し、一度に電圧パルス V_{APP} を選択された太陽パネル10に印加する。n個全ての太陽パネル10に電圧パルス V_{APP} が印加された後、直列スイッチ70は出力ポートA1及びA2に再接続し、プロセスが繰り返される。このようにして、単一の電圧パルサ60を利用して、電圧パルス V_{APP} を多数の太陽パネル10に印加することができる。電圧パルスのデューティサイクルは非常に低い—通常2%未満—ため、単一の電圧パルサ60は多数の太陽パネル10及びインバータ31を制御することができる。

40

【0082】

各パネルに印加される電圧が V_{min} よりも大きい限り、電圧パルスを複数の太陽パネルに同時に切り換えることから中央高電圧パルス生成器を除外するこの実施形態に限定されない。高電圧パルススイッチを複数の太陽パネル10に同時に印加する選択肢が存在す

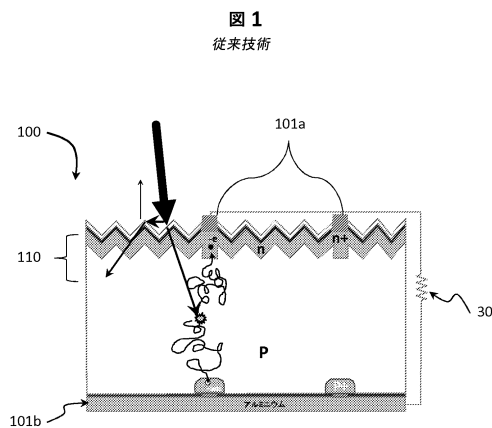
50

るが、好ましい実施形態は、直列等で太陽パネル10間を切り換える単一の電圧パルサ60を含む。太陽パネル10の数が大きくなる場合、追加の電圧パルサ60及び直列スイッチ70を追加することができ、各電圧パルサ60は幾つかの太陽パネル10を受け持つ。

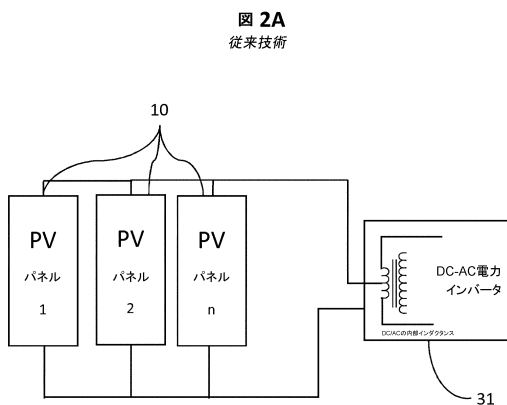
【0083】

記載した実施形態は、様々な変更及び代替の形態を受けやすく、その特定の例が図面において例として示され、本明細書において詳細に説明されている。しかし、記載された実施形態が、開示される特定の形態又は方法に限定されるべきではなく、逆に、本開示が、全ての変更、均等物、及び代替を包含するべきであることを理解されたい。

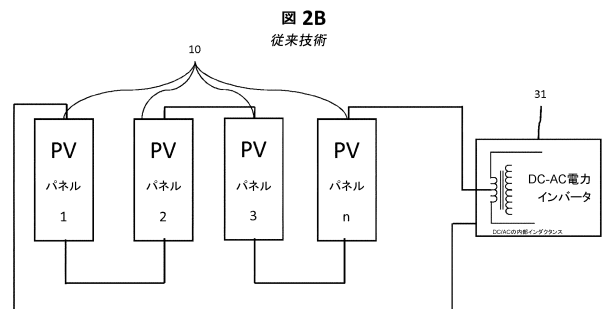
【図1】



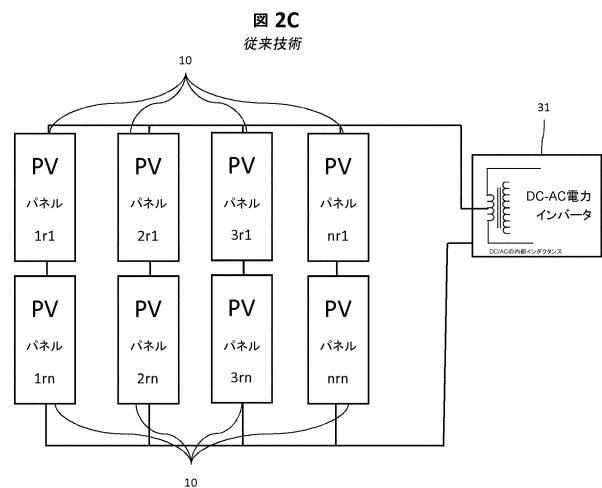
【図2A】



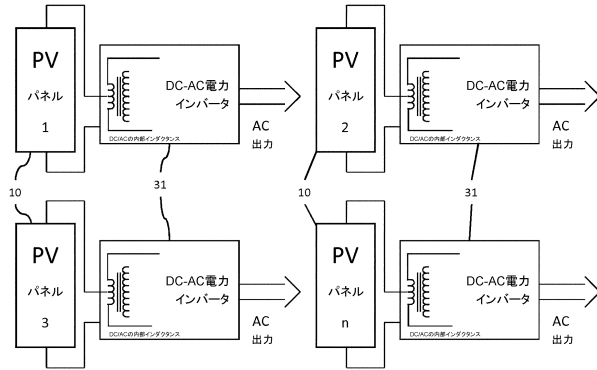
【図2B】



【図2C】

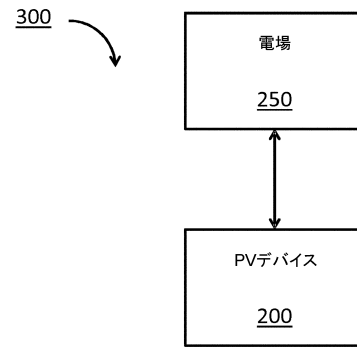


【図 2 D】

図 2D
従来技術

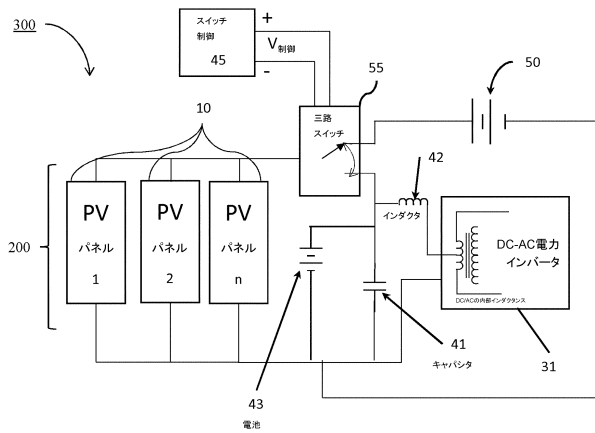
【図 3】

図 3



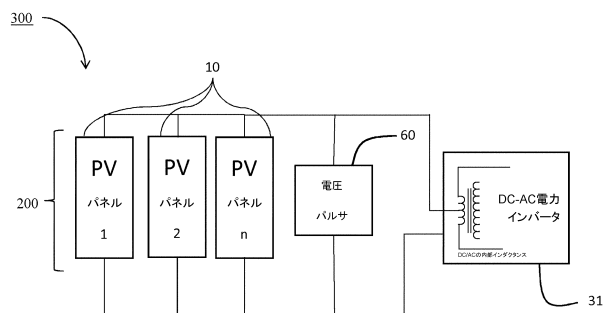
【図 4】

図 4



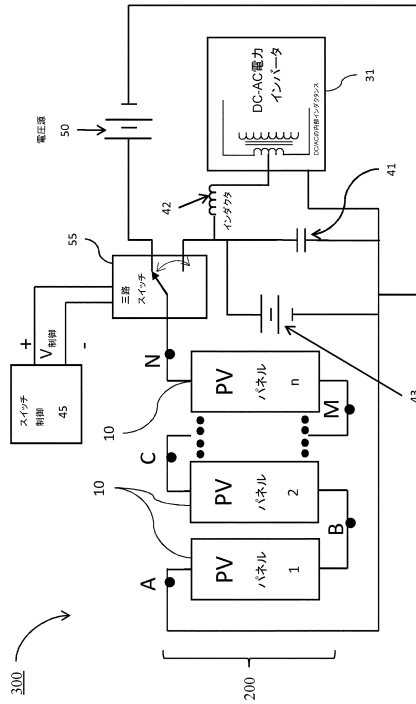
【図 5】

図 5



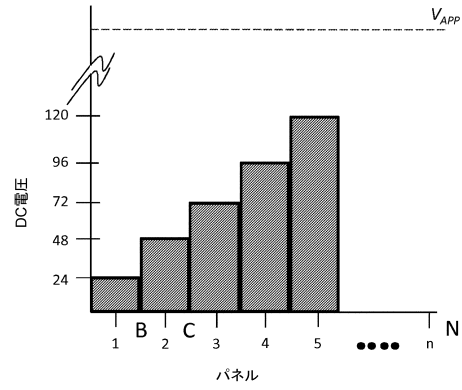
【図 6】

図 6



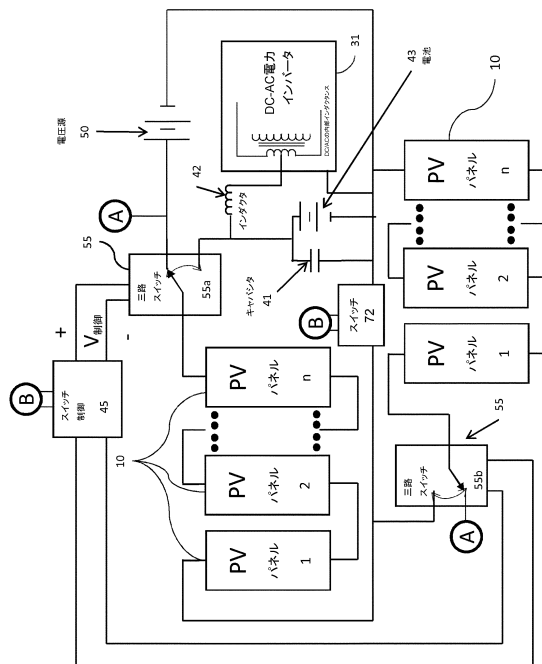
【図 7】

図 7



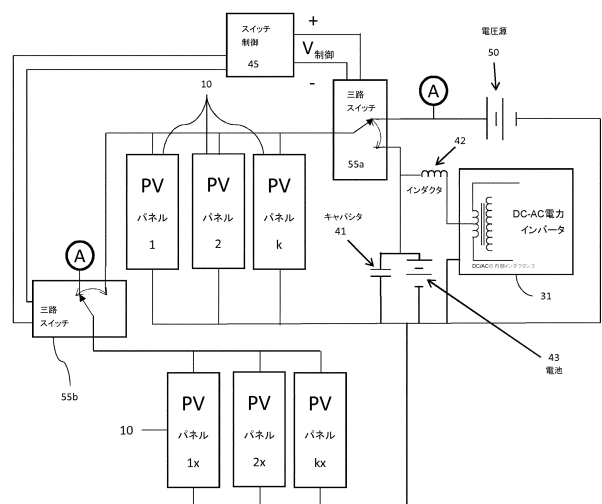
【図 8】

図 8

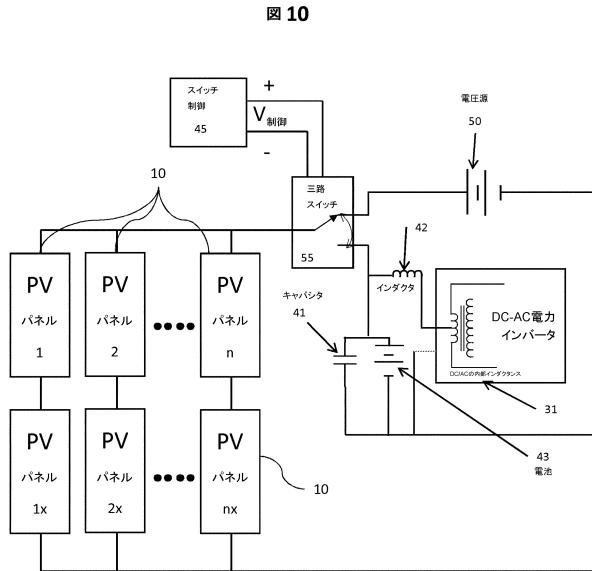


【図 9】

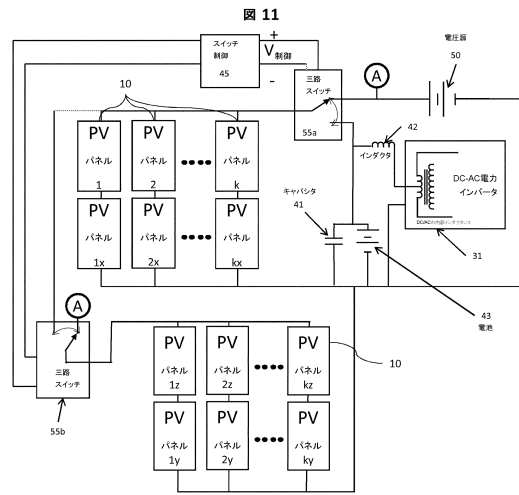
図 9



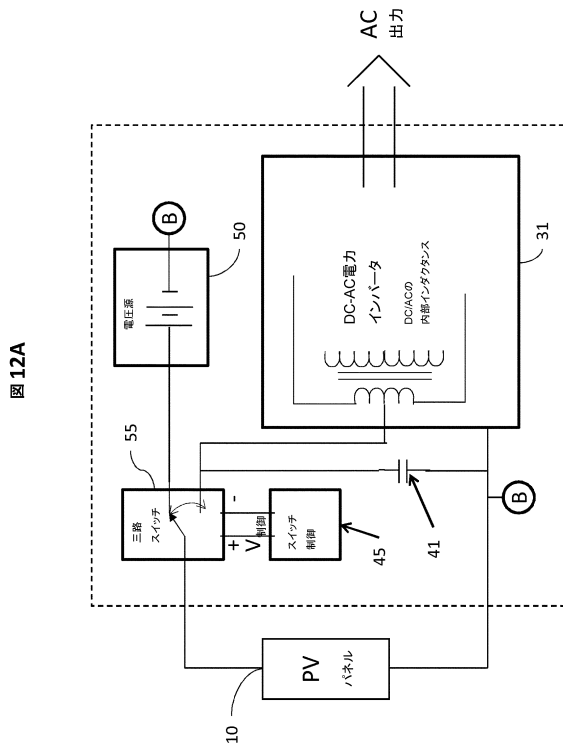
【図 10】



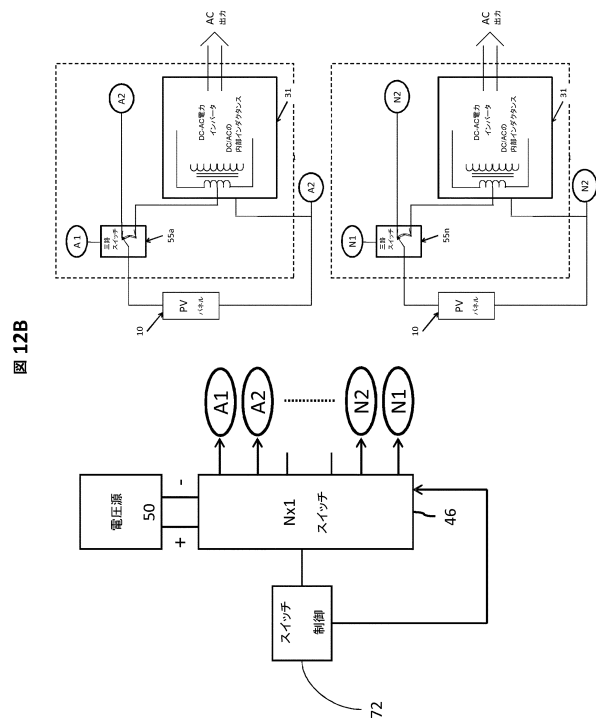
【図 11】



【図 12 A】

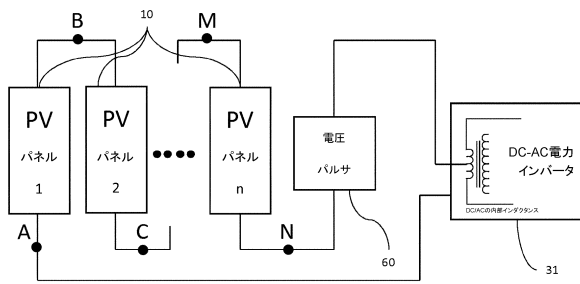


【図 12 B】



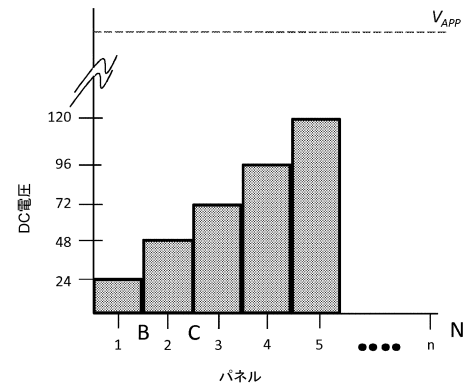
【図 13】

図 13



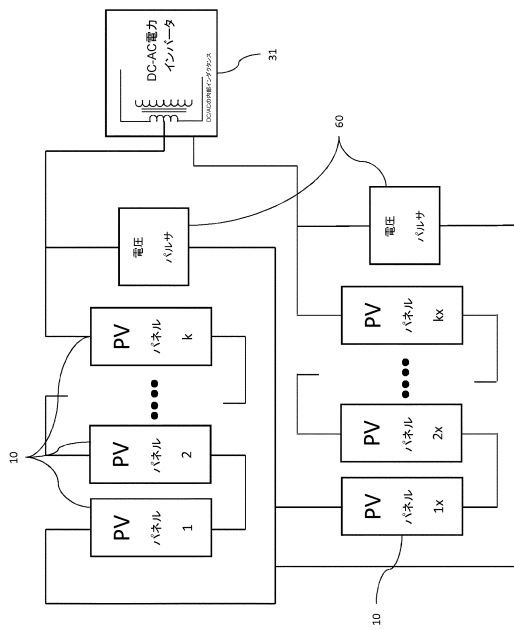
【図 14】

図 14



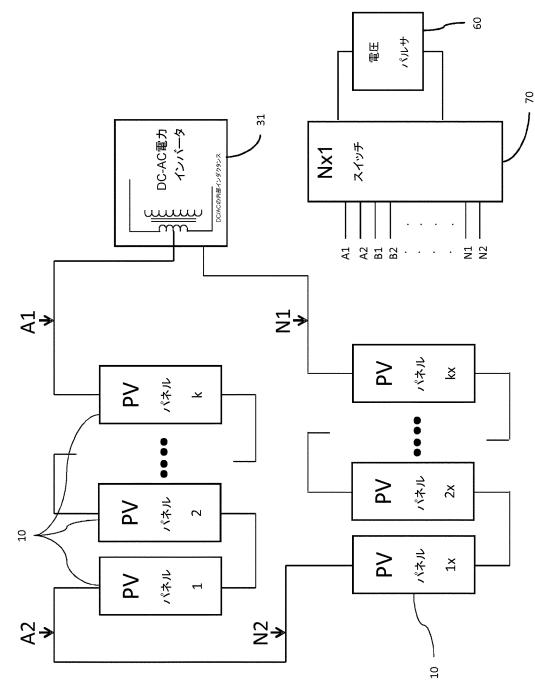
【図 15 A】

図 15A



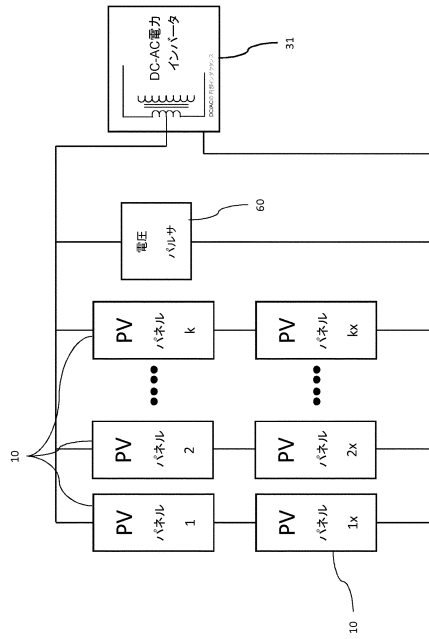
【図 15 B】

図 15B



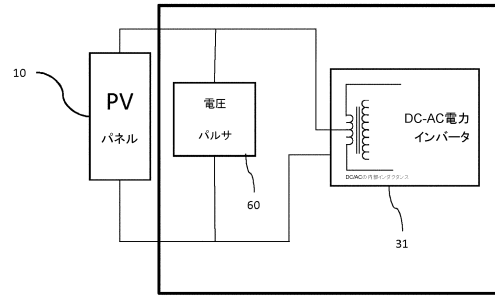
【図 16】

図 16



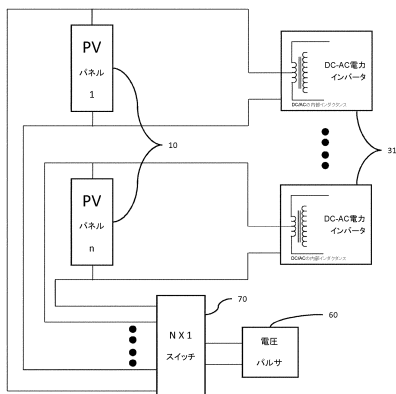
【図 17 A】

図 17A



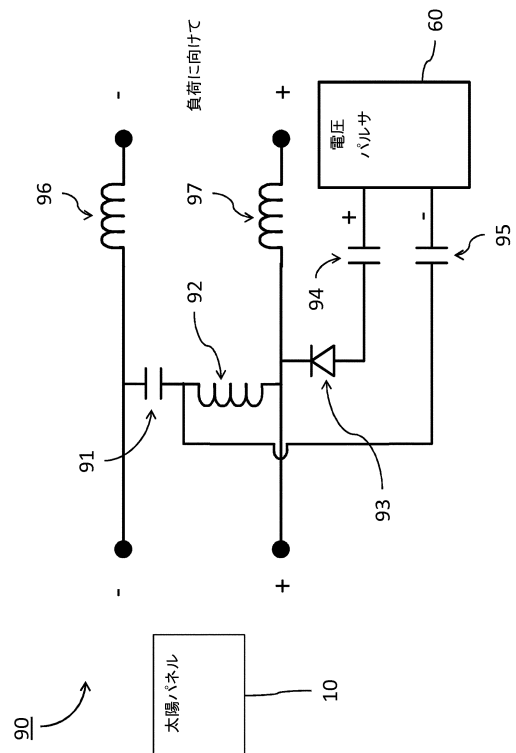
【図 17 B】

図 17B



【図 18】

図 18



フロントページの続き

(31)優先権主張番号 14/628,079

(32)優先日 平成27年2月20日(2015.2.20)

(33)優先権主張国 米国(US)

早期審査対象出願

(72)発明者 マクナマラ, ロバート ピー

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 1 3 6 サンノゼ タトラ コート 8 3 6

(72)発明者 レイモンド, ダグラス エム

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 5 5 0 リヴァーモア ベイ メドウズ コート 3 1
4 4

審査官 田中 慎太郎

(56)参考文献 特開平10-173215 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J 3/00-5/00

H02J 7/35

H02S 10/00

H02S 50/00