

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第3630967号
(P3630967)

(45) 発行日 平成17年3月23日(2005.3.23)

(24) 登録日 平成16年12月24日(2004.12.24)

(51) Int.Cl.⁷
H01L 31/042
H02J 7/35

F I
H01L 31/04
H02J 7/35

R
E

請求項の数 28 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願平10-852	(73) 特許権者	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成10年1月6日(1998.1.6)	(74) 代理人	100090538 弁理士 西山 恵三
(65) 公開番号	特開平10-270739	(74) 代理人	100096965 弁理士 内尾 裕一
(43) 公開日	平成10年10月9日(1998.10.9)	(72) 発明者	黒神 誠路 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤ ノン株式会社内
審査請求日	平成13年9月21日(2001.9.21)	(72) 発明者	竹原 信善 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤ ノン株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願平9-8656		
(32) 優先日	平成9年1月21日(1997.1.21)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 太陽電池アレイおよび太陽光発電装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

太陽電池ストリングを複数並列に接続した太陽電池アレイにおいて、前記太陽電池ストリングの定格電圧を2種類以上有し、前記太陽電池ストリングを構成する太陽電池モジュールの直列数を少なくとも2種類以上有しており、前記太陽電池アレイの電圧－電力特性が1つの電力ピークを有することを特徴とする太陽電池アレイ。

【請求項2】

前記2種類以上の定格電圧は、前記太陽電池ストリングを構成する太陽電池セルの一つあたりの定格電圧の少なくとも整数倍分異なることを特徴とする請求項1記載の太陽電池アレイ。

【請求項3】

前記太陽電池ストリングはそれぞれ少なくとも2つの直列化された太陽電池モジュールからなり、前記太陽電池モジュールそれぞれの大きさは同じであることを特徴とする請求項1記載の太陽電池アレイ。

【請求項4】

前記太陽電池ストリングを構成する太陽電池セルの直列数を2種類以上有することを特徴とする請求項1記載の太陽電池アレイ。

【請求項5】

太陽電池モジュール直列数がn個、(n+m)個、(n+2m)個、…、及び(n+Am)個(ただしn、m、Aは正の整数)の太陽電池ストリングを有することを特徴とする請

求項 1 記載の太陽電池アレイ。

【請求項 6】

太陽電池モジュール直列数が n 個の太陽電池ストリングと $(n + 1)$ 個の太陽電池ストリングを有することを特徴とする請求項 1 記載の太陽電池アレイ。ただし、 n は正の整数。

【請求項 7】

前記太陽電池ストリングの少なくとも 1 つは、同じ定格電流をもち異なる定格電圧を有する 2 種類以上の太陽電池モジュールを有することを特徴とする請求項 1 記載の太陽電池アレイ。

【請求項 8】

前記複数の太陽電池ストリングは 1 つの設置面に設置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の太陽電池アレイ。 10

【請求項 9】

前記複数の太陽電池ストリングは複数の設置面に設置されており、且つそれぞれの太陽電池ストリングは単一の設置面に設置されていることを特徴とする請求項 1 記載の太陽電池アレイ。

【請求項 10】

前記複数の太陽電池ストリングはそれぞれ同じ種類の太陽電池モジュールからなり、且つ太陽電池アレイ全体では 2 種類以上の太陽電池モジュールを有することを特徴とする請求項 9 記載の太陽電池アレイ。

【請求項 11】

同一の設置面に設置された複数の太陽電池ストリングの定格電圧がそれぞれ等しく、且つ該定格電圧は他の設置面に設置された太陽電池ストリングの定格電圧と異なることを特徴とする請求項 9 記載の太陽電池アレイ。 20

【請求項 12】

前記太陽電池アレイの太陽電池セルがアモルファスシリコン太陽電池であることを特徴とする請求項 1 記載の太陽電池アレイ。

【請求項 13】

前記太陽電池ストリングを構成する太陽電池モジュールが建材一体型太陽電池モジュールであることを特徴とする請求項 1 記載の太陽電池アレイ。

【請求項 14】

同じ種類の太陽電池モジュールからなることを特徴とする請求項 1 記載の太陽電池アレイ。 30

【請求項 15】

太陽電池ストリングを複数並列に接続した太陽電池アレイであって、前記太陽電池ストリングの定格電圧を 2 種類以上有し、前記太陽電池ストリングを構成する太陽電池モジュールの直列数を少なくとも 2 種類以上有しており、前記太陽電池アレイの電圧－電力特性が 1 つの電力ピークを有する太陽電池アレイと、該太陽電池アレイに接続された電力制御装置とを備えており、前記電力制御装置は入力電圧範囲を有し、前記 2 種類以上の太陽電池ストリングの定格電圧はそれぞれ前記入力電圧範囲内であることを特徴とする太陽光発電装置。 40

【請求項 16】

前記 2 種類以上の定格電圧は、前記太陽電池ストリングを構成する太陽電池セルの一つあたりの定格電圧の少なくとも整数倍分異なることを特徴とする請求項 15 記載の太陽光発電装置。

【請求項 17】

前記太陽電池ストリングはそれぞれ少なくとも 2 つの直列化された太陽電池モジュールからなり、前記太陽電池モジュールそれぞれの大きさは同じであることを特徴とする請求項 15 記載の太陽光発電装置。

【請求項 18】

前記太陽電池ストリングを構成する太陽電池セルの直列数を 2 種類以上有することを特徴 50

とする請求項 1 5 記載の太陽光発電装置。

【請求項 1 9】

太陽電池モジュール直列数が n 個、 $(n+m)$ 個、 $(n+2m)$ 個、…、及び $(n+Am)$ 個（ただし n 、 m 、 A は正の整数）の太陽電池ストリングを有することを特徴とする請求項 1 5 記載の太陽光発電装置。

【請求項 2 0】

太陽電池モジュール直列数が n 個の太陽電池ストリングと $(n+1)$ 個の太陽電池ストリングを有することを特徴とする請求項 1 5 記載の太陽光発電装置。ただし、 n は正の整数。

【請求項 2 1】

前記太陽電池ストリングの少なくとも 1 つは、同じ定格電流をもち異なる定格電圧を有する 2 種類以上の太陽電池モジュールを有することを特徴とする請求項 1 5 記載の太陽光発電装置。

【請求項 2 2】

前記複数の太陽電池ストリングは 1 つの設置面に設置されていることを特徴とする請求項 1 5 に記載の太陽光発電装置。

【請求項 2 3】

前記複数の太陽電池ストリングは複数の設置面に設置されており、且つそれぞれの太陽電池ストリングは単一の設置面に設置されていることを特徴とする請求項 1 5 記載の太陽光発電装置。

【請求項 2 4】

前記複数の太陽電池ストリングはそれぞれ同じ種類の太陽電池モジュールからなり、且つ太陽電池アレイ全体では 2 種類以上の太陽電池モジュールを有することを特徴とする請求項 2 3 記載の太陽光発電装置。

【請求項 2 5】

同一の設置面に設置された複数の太陽電池ストリングの定格電圧がそれぞれ等しく、且つ該定格電圧は他の設置面に設置された太陽電池ストリングの定格電圧と異なることを特徴とする請求項 2 3 記載の太陽光発電装置。

【請求項 2 6】

前記太陽電池ストリングを構成する太陽電池モジュールが建材一体型太陽電池モジュールであることを特徴とする請求項 1 5 記載の太陽光発電装置。

【請求項 2 7】

同じ種類の太陽電池モジュールからなることを特徴とする請求項 1 5 記載の太陽光発電装置。

【請求項 2 8】

前記電力制御装置は前記太陽電池アレイの出力電力が最大となるよう制御することを特徴とする請求項 1 5 記載の太陽光発電装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、太陽光発電装置の太陽電池アレイ構成に関する。

【0002】

【従来の技術】

今日、地球環境に対する意識の高まりから、クリーンなエネルギー源である太陽光発電装置に大きな期待が寄せられている。最近では、一般住宅向け太陽光発電系統連系装置が従来より安価になってきており、今後ますますの普及が期待されている。

【0003】

太陽光発電装置を構築する場合には、太陽電池モジュールの特性に応じて、所望の電圧が得られるように太陽電池モジュールの直列に接続して太陽電池ストリングを構成し、所望の出力容量が得られるよう太陽電池ストリングを並列に接続して、太陽電池アレイを構成

10

20

30

40

50

する。

【0004】

系統連系装置では、太陽電池の出力先である系統連系インバータの入力電圧に応じて、太陽電池モジュールの直列数の選択可能範囲が決まる。また、太陽電池を設置する場所の広さから最大の太陽電池モジュールの設置枚数が決まり、最大設置可能な太陽電池出力容量も決まる。これらを元に所望の容量が得られるように、太陽電池モジュールの直列数Aと太陽電池ストリングの並列数Bを決定し、A直列×B並列の太陽電池アレイを構成する。従来、各ストリングを構成する太陽電池モジュールの数Aはすべてのストリングで等しくし、各太陽電池ストリングの定格電圧が等しくなるように設定することが常識とされていた。

10

【0005】

(1) 例えば、図6のように太陽電池モジュールが51枚設置可能な屋根設置の場合について考える。インバータの入力電圧範囲と太陽電池モジュールの特性から、選択可能な直列数が9から15の範囲であるとする。実際に設置可能な太陽電池モジュール枚数は、51以下の9、10、11、12、13、14、15のいずれかの倍数となる。これより、最大設置可能な太陽電池モジュールは50枚となり、その配置は例えば図6(a)のようになる。太陽電池モジュールを10直列して太陽電池ストリング151、152、153、154、155を構成し、これら5つの太陽電池ストリングを並列接続して太陽電池アレイを構成する。太陽電池モジュール1個分の空きエリアにはダミーモジュール4を設置する。

20

【0006】

(2) また別の例として、図8のように太陽電池モジュールを南面、東面および西面の屋根に設置する場合について考える。太陽電池モジュールとしてキャノン製建材一体型太陽電池モジュールSR-02を用いて、一文字葺きにて設置する。屋根面の形状と上記モジュールの葺き方により、各屋根面に最大設置可能な太陽電池モジュールの枚数は、南面の設置面Aに73枚、東面の設置面Bに14枚、西面の設置面Cに14枚となる。ここで、インバータとしてキャノン製SI-04を用いるとすると、インバータの入力電圧範囲と太陽電池モジュールの特性から、選択可能な太陽電池モジュールの直列数は10から20の範囲となる。実際に各屋根面に設置可能な太陽電池モジュール枚数は、10から20までのいずれかの数値の倍数となる。これより、最大設置枚数となるのは、14直列×5並列の構成(太陽電池ストリング11'~15')の場合であり、70枚を設置できる。東面および西面は、それぞれ14直列×1並列(16'、17')の構成となり、各々14枚を設置できる。全体としては14直列×7並列の構成となる。南面には太陽電池モジュール3枚分の空きエリア18ができるが、そこにはダミーモジュールを設置する。

30

【0007】

また、別の装置の構成方法として、設置面で太陽電池アレイの構成を分けて、各太陽電池アレイにインバータを用意する方法がある。南面を18直列×4並列の構成で一つの太陽電池アレイとして、1台のインバータを接続する。東面と西面は、どちらも14直列で太陽電池ストリングを構成できるので、あわせて14直列×2並列の太陽電池アレイを構成し、別の1台のインバータに接続する。このように、2つの太陽電池アレイを構成し、それぞれにインバータを接続する。

40

【0008】

また、上記構成方法において、東面と西面で構成された太陽電池アレイを、各屋根面をそれぞれ1つの太陽電池アレイとすることもできる。この場合、東面用および西面用のインバータをそれぞれ用意して接続する。つまり、3つの太陽電池アレイとなるよう構成し、それぞれにインバータを接続する。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、上記方法では以下の問題点を有する。できるだけ多くの太陽電池を設置して太陽電池からの出力を大きくしたいと考えても、従来は各太陽電池ストリングの定格出力を

50

等しくする、あるいはストリングを構成する太陽電池モジュールの数をそろえていたため、設置可能面すべてを活用できない場合が有った。前述の従来例（１）では、太陽電池モジュール５１枚分の設置可能場所あるのに、アレイ構成の都合からそのうち５０枚しか設置できず、残り１モジュール分は設置できない。前述の従来例（２）では南面に太陽電池モジュール７３枚分の設置可能場所あるのに、アレイ構成の都合からそのうち７０枚しか設置できず、残り３モジュール分は設置できない。

【００１０】

また、屋根材一体型太陽電池モジュールでは、空きのモジュールの場所には太陽電池モジュールと同じ形状で太陽電池セルが使用されていないダミーモジュールが屋根材として設置されるが、色合いが異なる場合があり、屋根のデザイン上好ましくない。雨じまいの機能

10

【００１１】

従来例（１）において、設置可能な枚数でデザインを優先して図６（ｂ）のように４８枚の太陽電池モジュールを設置することも可能であるが、この場合設置可能枚数から３枚分ほど少なくなり、出力容量は更に小さくなる。

【００１２】

また、設置面の形状が長方形ではない所、例えば寄棟屋根みたいに台形の場合がある。この場合、太陽電池ストリングの出力端子が設置面の端に位置しないので、配線が分かりにくく作業も行いにくい。

20

【００１３】

また、太陽電池アレイを複数に分けて複数のインバータを各アレイに接続する従来例（２）においては、余分にインバータが必要であり、その分高価になる。また、太陽電池アレイの出力容量がインバータ容量と比べてかなり小さい場合には、インバータの変換効率が低下して、得られる電力量が低下する。

【００１４】

本発明の目的は、太陽電池の設置可能エリアに太陽電池アレイの出力容量を最大に設計でき、また、デザイン上好ましい構成が可能である設計自由度が高く、また、低コストな装置構成となる太陽電池アレイを提供することである。また、設置・配線の行い易いアレイ構成方法を提供することである。

30

【００１５】

【課題を解決するための手段】

本発明は、太陽電池ストリングを複数並列に接続した太陽電池アレイにおいて、前記太陽電池ストリングの定格電圧を２種類以上有し、前記太陽電池ストリングを構成する太陽電池モジュールの直列数を少なくとも２種類以上有しており、前記太陽電池アレイの電圧－電力特性が１つの電力ピークを有することを特徴とする太陽電池アレイとする。

また、本発明は、太陽電池ストリングを複数並列に接続した太陽電池アレイであって、前記太陽電池ストリングの定格電圧を２種類以上有し、前記太陽電池ストリングを構成する太陽電池モジュールの直列数を少なくとも２種類以上有しており、前記太陽電池アレイの電圧－電力特性が１つの電力ピークを有する太陽電池アレイと、該太陽電池アレイに接続された電力制御装置とを備えており、前記電力制御装置は入力電圧範囲を有し、前記２種類以上の太陽電池ストリングの定格電圧はそれぞれ前記入力電圧範囲内であることを特徴とする太陽光発電装置とする。

40

【００１６】

（作用）

一般に特性の異なる太陽電池ストリングを並列に組み合わせるとＩＶカーブのマッチングが取れないことにより、いわゆるＩＶミスマッチ損失が生じる。ここで言う「損失」とは太陽電池ストリングを並列に組み合わせた後の太陽電池アレイの最大出力が、個別の太陽電池ストリングの最大電力の和よりも小さくなる、ということを指し、以下の式で定義される。

50

【0017】

IV ミスマッチ損失 $= 1 - [(\text{太陽電池アレイの最大電力}) / (\text{個別の太陽電池ストリングの最大電力の和})]$

【0018】

そのため従来は太陽電池ストリングを構成する太陽電池モジュールの数を（一部のストリングのみで）増やしたとしても、それに見合うだけの利得が得られないと考えられていた。その為、太陽電池のアレイを構成する場合、定格電圧の同じ太陽電池ストリングを並列接続していた。

【0019】

しかし、筆者らは研究から、太陽電池ストリングの電圧が若干異なっても出力低下は非常に小さいことを見出した。 10

【0020】

これは、以下の理由による。各太陽電池ストリングの最適動作点電圧のずれが比較的小さく、太陽電池アレイの電圧－電力特性曲線がピークを一つだけ有するような場合では、太陽電池アレイの最適動作点電圧が各太陽電池ストリングの最適動作点電圧の間に位置することになる。その結果、各太陽電池ストリングの最適動作点電圧からみた太陽電池アレイの最適動作点電圧に対する電圧ずれ量は、各太陽電池ストリング間の電圧ずれ量より小さくなる。これにより、電圧ずれによる電力低下は抑制される。特に太陽電池の最適動作点付近での電圧－電力特性の形状がなだらかである場合、電圧ずれ量が小さくなった割合よりも電力低下の割合はより抑制され、 IV ミスマッチによる電力低下は実用上問題無いレベルに抑えられる。 20

【0021】

この事を図20を参照して説明する。2つの太陽電池ストリング1及び2の電圧－電力特性が201、202で示されている。いま両者の最適動作点電圧の差は ΔV である。動作電圧が最適動作点電圧よりも ΔV だけずれた場合の出力を考えると、ストリング1では $\Delta P0$ 、ストリング2では $\Delta P2$ だけ低下する。一方太陽電池ストリング1及び2を並列に接続して太陽電池アレイを構成した場合の電圧－電力特性が203で示されている。いま太陽電池アレイの最大出力電圧は、太陽電池ストリング1及び2の最大出力電圧の中間値であるとする。すると、各ストリングの最適動作電圧とアレイの最適動作電圧のずれ量は $\Delta V/2$ であり、ストリング間の最適動作点電圧のずれ量 ΔV にくらべて半分となる。これにより電圧のずれによる電力低下は抑制される。太陽電池ストリング1をアレイに組み込んだ場合の電力低下量を見てみると、ストリング1は最適動作点よりも $\Delta V/2$ だけずれた点で、 $\Delta P3$ だけ小さい電力で動作することになる。これに対してストリング1が ΔV だけずれた点で動作する場合、即ち $\Delta P2$ だけ小さい電力で動作する場合と比べると、前述の $\Delta P3$ は $\Delta P2/2$ よりも小さい。同様に、ストリング2の電力低下量 $\Delta P1$ は $\Delta P0/2$ よりも小さい。つまり、電力の低下量は電圧のずれ量に比べて相対的に抑えられることが分かる。このことは、特に本図のように電圧－電力曲線のピークがなだらかな場合（FFの小さい素子の場合）に当てはまるものである。 30

【0022】

太陽電池モジュールが複数の設置面に設置される太陽電池アレイの場合、太陽電池ストリングを同一の設置面の太陽電池モジュールにより構成することにより、太陽電池ストリング中の各太陽電池モジュールの最適動作点電流が同じとなり、時々刻々と変化する日照条件の中でいつも IV ミスマッチ損失が極力抑制される。 40

【0023】

また、アモルファスシリコン太陽電池であれば、最適動作点付近での電圧－電力特性の形状がなだらかであり、特に電力低下が抑制され、より適している。

【0024】

特に太陽電池ストリングの電圧が太陽電池モジュール1個分異なる程度であれば、 IV ミスマッチ損失は非常に小さく抑えられ非常に好ましい。また太陽電池モジュール直列数が1直列異なることを許容した太陽電池ストリングを用いて太陽電池アレイを構成すること 50

により、従来アレイ構成不可能な太陽電池モジュールの設置枚数においてもアレイ構成可能となる。事実上あらゆる太陽電池モジュール設置枚数でもアレイ構成でき、設計自由度がきわめて大きくなる。これによりほとんどの出力容量の太陽電池アレイを構成することができる。

【0025】

なお、太陽電池モジュール直列数が1直列異なる場合では、普通太陽電池アレイの電圧－電力特性曲線のピークは1つのみとなる。また、電圧－電力特性曲線のピークが1つとなるのは、直列数の大きいものと小さいものの比で大体分かるので、これを用いてもよい。また、種々のケースについて電圧－電流特性を合成して調べてもよい。また、事前に調べておきデータベース化しておいてもよい。

10

【0026】

また、設置される太陽電池モジュール数がアレイ構成からの制約がなくなり、デザイン上好ましい形で太陽電池モジュールを設置できる。屋根材一体型太陽電池などの建材一体型太陽電池の場合、太陽電池設置面の全体に太陽電池モジュールを設置でき、特に好ましい。

【0027】

また、太陽電池ストリングを同じ定格電流をもち異なる定格電圧を有する2種類以上の太陽電池モジュールを用いる構成では、ストリング電圧が若干異なっても電力低下がほとんど無いのは先述の通りである。また、1種類の太陽電池モジュールでは配置できなかったエリアにも種類の違い太陽電池モジュールを設置でき、太陽電池アレイの出力容量を大きくでき、また、デザイン上も今まで太陽電池モジュールがなかったエリアにも太陽電池モジュールを敷きつめられ好ましい。

20

【0028】

また、同じ設置面の太陽電池ストリングを同じ種類の太陽電池モジュールにより構成し、少なくとも1つの他の設置面の太陽電池ストリングを前記太陽電池モジュールと異なる種類のものを用いる構成では、各設置面に適した太陽電池モジュールを選択でき、太陽電池アレイの出力容量を大きくでき、デザイン上も一つの設置面が同じ太陽電池モジュールに統一されるので好ましい。

【0029】

また、前記電力変換手段が前記太陽電池アレイの出力電力が最大となるよう制御する太陽光発電装置においては以下のとおりである。いま、ある設置面の太陽電池ストリングを合わせたものを太陽電池サブアレイと呼ぶとする。太陽電池サブアレイの定格電圧が異なる場合には、日射条件の変化（例えば1日での日射の入射角度の変化）により太陽電池アレイの出力電力が最大となる電圧も変化する。そこに、電力変換手段に太陽電池アレイの出力電力が最大となるよう制御する、いわゆるMPPT制御を行うことにより、変化する最大出力動作電圧を追従して太陽電池アレイから常に最大出力が引き出され、より多くの電力を得ることができる。

30

【0030】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して、本発明の実施例を説明する。

40

【0031】

（実施例1）

図1に本発明が適用される太陽光装置の構成の一例を示す。

【0032】

太陽電池アレイ1は、所望の電圧が得られるよう太陽電池モジュールを直列接続して太陽電池ストリングを構成し、所望の出力容量が得られるよう太陽電池ストリングを並列接続して太陽電池アレイ1を構成する。太陽電池モジュールのセルの種類としてアモルファスシリコン、微結晶シリコン、多結晶シリコン、単結晶シリコンあるいは化合物半導体などを用いたものがある。太陽電池モジュールの形態として、瓦棒葺きタイプや横葺きタイプなどの屋根材一体型や従来からあるアルミフレーム付きタイプなどが種々の形態がある。

50

【0033】

太陽電池アレイ1の出力電力は電力変換装置2を介して負荷3に供給される。電力変換装置2としては、パワートランジスタ、パワーMOSFET、IGBT、GTOなどの自己消弧型スイッチングデバイスを用いたDC/DCコンバータ、自励式DC/ACインバータなどがある。この電力変換装置2は、ゲートパルスのオン/オフを制御することで電力潮流、入出力電圧、出力周波数などを制御できる。

【0034】

負荷3として、電熱負荷や電動機負荷あるいは商用交流系統およびそれらの組合せがある。

【0035】

次に、図2を用いて本発明の太陽電池アレイ構成について説明する。

【0036】

図2は従来の図6と同じ太陽電池設置エリアで、キャノン製屋根材一体型アモルファスシリコン太陽電池モジュールBS-03を51枚設置できる。使用するキャノン製系統連系インバータSI-01もしくはSI-02とすると、前記インバータの入力電圧範囲と前記太陽電池モジュールの電圧から、選択可能な太陽電池モジュールの直列数が9から15の範囲となる。

【0037】

太陽電池アレイ1は、4つの太陽電池ストリングからなり、太陽電池ストリング101は12個の太陽電池モジュールが直列接続され、太陽電池ストリング102、103、104のそれぞれは13個の太陽電池モジュールが直列接続されている。もちろん、太陽電池モジュールの直列数は前述の選択可能範囲に入っている。

【0038】

図3は、各太陽電池ストリングと太陽電池アレイの電圧-電力特性を示しており、横軸は電圧、縦軸は電力である。図中の(b)は太陽電池モジュール12直列の太陽電池ストリング、(c)は太陽電池モジュール13直列の太陽電池ストリング、(a)は12直列の太陽電池ストリングを1つと13直列の太陽電池ストリングを3つ並列に接続した太陽電池アレイの電圧-電力特性である。太陽電池アレイの最適動作点電圧は12直列の太陽電池ストリングと13直列の太陽電池ストリングの間にあり、その位置はおおよそ12直列と13直列の太陽電池ストリングの数の割合の逆数となっている。また電力ピークは一点のみである。

【0039】

ある日射条件と温度の時の出力電力をみると、本構成の太陽電池アレイでは2739Wである。この時のIVミスマッチ損失は0.44%となり非常に低く抑えられている。従来の10直列×5並列のアレイ構成で太陽電池モジュールを50枚設置する場合では同条件下での出力は2697Wとなる。よってこの条件下では従来より出力は42W増加している。また従来の他のアレイ構成の12直列×4並列で48枚の太陽電池モジュールを設置する場合、同条件下での出力は2589Wである。よって本アレイ構成は従来より出力が150W増加している。

【0040】

このように、太陽電池アレイ構成時のIVミスマッチ損失をよく抑えながら、設置可能なエリアの全面に太陽電池モジュールを設置することができる。これにより、太陽電池アレイの出力容量を大きくでき太陽電池からの電力供給を増やすことができる。また、太陽電池を全面に設置できダミーモジュールなど設置する必要がなく、デザイン上好ましい。特に屋根材一体型太陽電池モジュールではデザイン上非常によい。また、太陽電池ストリングを構成する太陽電池モジュールの直列数を1直列のみ違えるように構成したことにより、IVミスマッチ損失が必要よく抑制される。更に、アモルファスシリコン太陽電池を用いることにより、IVミスマッチ損失が非常に抑えられる。

【0041】

(実施例2)

10

20

30

40

50

図4に、本発明の太陽電池アレイを用いた太陽電池モジュールの設置の一例を示す。これは設置面の形状は寄棟屋根などにあるような台形の場合である。ここには、キャノン製屋根材一体型アモルファスシリコン太陽電池モジュールBS-04を図中のように84枚設置できる。系統連系インバータとして、キャノン製SI-01もしくはSI-02を使用する。前記インバータの入力電圧範囲と前記太陽電池モジュールの電圧から、選択可能な太陽電池モジュールの直列数が18から30の範囲となる。この条件の中で本発明を適用した太陽電池アレイは、太陽電池モジュールを26直列した太陽電池ストリング111、28直列した太陽電池ストリング112、30直列した太陽電池ストリング113の3つのストリングを並列して構成される。

【0042】

ある日射条件および温度の場合の太陽電池アレイおよび各太陽電池ストリングの電圧－電力特性を図5に示す。横軸が電圧、縦軸が電力である。(a)がこの実施例で構成した太陽電池アレイ、(b)は太陽電池モジュール13直列の太陽電池ストリング111、(c)は太陽電池モジュール14直列の太陽電池ストリング112、(d)は太陽電池モジュール15直列の太陽電池ストリング113の電圧－電力特性である。この条件時のアレイの出力は2239Wであった。一方、図7に示すような従来のアレイ構成により太陽電池モジュール28直列の太陽電池ストリング171、172、173の3つを並列に接続するものでは、同条件下では、2265Wの出力となる。よって、IVミスマッチ損失は1.15%となり、出力特性のマッチングのずれによる電力低下は実際上問題ないレベルに抑えられる。

【0043】

各太陽電池ストリングの出力端は、従来は図7のように他の列にまたがって配置されていた。本実施例のアレイ構成の場合、各太陽電池ストリングはそれぞれ横一列に配置することができ、出力端子は左右の両端に位置する。これにより、配線が非常に分かり易くなり、設置作業も容易になる。

【0044】

このように、設置面の形状にあわせて各太陽電池ストリングの直列数を n 、 $n+m$ 、…、 $n+Am$ のように構成することにより、IVミスマッチ損失を抑えながらも、各太陽電池ストリングの出力端を端に配置でき、配線が非常に分かり易くなり、設置作業も容易となる。この他にも、例えば、太陽電池アレイをA直列×B並列と構成できる太陽電池モジュール設置枚数でも、本発明の太陽電池モジュール直列数の異なる構成により、太陽電池ストリング数を減らすことができる。これによって、IVミスマッチ損失が生じるが、太陽電池ストリング数が減少し、また、太陽電池ストリングの電圧が高くなることで配線損失が減少する。よって、トータルの損失が減少して、より多くの出力が得られるアレイ構成も可能である。また、太陽電池のストリング数を減らすことにより、太陽電池ストリングからの接続ケーブルの使用数を減らすことができ、設置時のコストを低減することができる。また、通常、太陽電池と電力変換装置の間に各太陽電池ストリングの出力を並列接続して電力変換装置へ出力する接続箱(直流集電箱)を設けるが、同様に接続箱の回路数を減らすことができ、より安価な接続箱を使用でき、設置時のコストを低減することができる。

【0045】

(実施例3)

図9は従来例(2)(図8)と同じ太陽電池設置エリアで、キャノン製屋根材一体型アモルファスシリコン太陽電池モジュールSR-02を南面に73枚、東面および西面にそれぞれ14枚ずつ設置できる。使用するキャノン製系統連系インバータSI-04とすると、前記インバータの入力電圧範囲と前記太陽電池モジュールの電圧から、選択可能な太陽電池モジュールの直列数が10から20の範囲となる。

【0046】

太陽電池アレイは、7つの太陽電池ストリング11～17から構成される。太陽電池ストリング11～15は南面である設置面Aに設置され、太陽電池ストリング16は東面であ

10

20

30

40

50

る設置面Bに設置され、太陽電池ストリング17は西面である設置面Cに設置される。この時の太陽電池モジュールの設置枚数は101枚となる。設置面Aの太陽電池ストリング11および12は14個の太陽電池モジュールが直列接続され、太陽電池ストリング13、14および15のそれぞれは15個の太陽電池モジュールが直列接続されている。設置面Bの太陽電池ストリング106および設置面Cの太陽電池ストリング17は14個の太陽電池モジュールが直列に接続されている。もちろん、太陽電池モジュールの直列数は前述の選択可能範囲に入っている。

【0047】

図10は、ある日射条件での各太陽電池ストリングと太陽電池アレイの電圧－電力特性を示しており、横軸は電圧、縦軸は電力である。図中の(b)は太陽電池モジュール14直列の太陽電池ストリングの合成の電圧－電力特性、(c)は太陽電池モジュール15直列の太陽電池ストリングの合成の電圧－電力特性、(a)は14直列の太陽電池ストリングと15直列の太陽電池ストリングを並列に接続した太陽電池アレイの電圧－電力特性である。

10

【0048】

設置面A、BおよびCの日射条件は異なり、各日射条件に応じた出力特性をもつ。そして、太陽電池モジュールが14直列接続された設置面Aの太陽電池ストリング11および12、設置面Bの太陽電池ストリング16並びに設置面Cの太陽電池ストリング17の合成の出力特性は図2(b)となる。また、太陽電池モジュールが15直列接続された設置面Aの太陽電池ストリング13、14及び15の合成の出力特性は図2(c)のようになる。

20

【0049】

この時の太陽電池アレイの最大出力は2473Wである。この時のIVミスマッチ損失は0.46%となり非常に低く抑えられている。この損失は他の装置損失、例えば太陽電池モジュール表面の汚れ損失(これは3%~10%と言われている)と比べても大変小さいもので、実質的には問題無いレベルである。従来の14直列×7並列のアレイ構成で太陽電池モジュールを98枚設置する場合(モジュール3枚分の空きエリア151ができる)では同条件下での出力は2410Wとなる。よってこの条件下では従来より出力が63W、割合にして2.61%増加している。

【0050】

このように、複数の設置面に設置する太陽電池アレイにおいて、同一設置面に太陽電池ストリングを構成し、太陽電池ストリングの太陽電池モジュールの直列数を2種類以上組み合わせることにより、太陽電池アレイ構成時のIVミスマッチ損失をよく抑えながら、設置可能なエリアの全面に太陽電池モジュールを設置することができる。これにより、太陽電池アレイの出力容量を大きくでき太陽電池からの電力供給を増やすことができる。また、太陽電池を全面に設置できダミーモジュールなど設置する必要がなく、デザイン上好ましい。特に屋根材一体型太陽電池モジュールではデザイン上非常によい。また、太陽電池ストリングを構成する太陽電池モジュールの直列数を1直列のみ違えるように構成したことにより、IVミスマッチ損失がよく抑制される。更に、アモルファスシリコン太陽電池を用いることにより、IVミスマッチ損失が非常に抑えられる。

30

【0051】

(実施例4)

図11に、本発明の太陽電池アレイを用いた太陽電池モジュールの設置の一例を示す。ここには、キャノン製屋根材一体型アモルファスシリコン太陽電池モジュールSR-03を図中のように150枚設置できる。系統連系インバータとして、キャノン製SI-04を使用する。前記インバータの入力電圧範囲と前記太陽電池モジュールの電圧から、選択可能な太陽電池モジュールの直列数が13から27の範囲となる。この条件の中で本発明を適用して以下のような太陽電池アレイを構成する。南面である設置面Dに太陽電池モジュールを14直列した太陽電池ストリング21、22、23、24、25、26および27を構成する。東面である設置面Eに太陽電池モジュールを13直列した太陽電池ストリング28、29、30および31を構成する。

40

50

【0052】

ある日射条件での太陽電池アレイおよび各太陽電池ストリングの電圧－電力特性を図12に示す。横軸が電圧、縦軸が電力である。(b)は太陽電池モジュール14直列の太陽電池ストリング21～27の合成の電圧－電力特性、(c)は太陽電池モジュール13直列の太陽電池ストリング28～31の合成の電圧－電力特性、(a)が太陽電池アレイ全体の電圧－電力特性である。この時のアレイの出力は2760Wであった。

【0053】

一方、図13に示すような従来のアレイ構成により太陽電池モジュール13直列の太陽電池ストリング21'～31'を11並列するもの(モジュール6枚分の空きエリア32ができる)では、同条件下では、2642Wの出力となる。よってこの条件下では従来と比べて出力は118W、割合にして4.46%増加する。また、IVミスマッチ損失は0.53%となり、出力特性のマッチングのずれによる電力低下は他の装置損失と比べて非常に小さいもので、實際上問題ないレベルに抑えられる。

10

【0054】

各太陽電池ストリングの定格電圧は同一設置面において等しくなるように構成してある。設置作業時の接続確認および出力確認のために行う電圧チェックの際には、同じ設置面の太陽電池ストリングは同じ基準値でよく、可否の判断がしやすい。これにより、設置作業も容易になる。

【0055】

このように、同一設置面の太陽電池ストリングの定格電圧を同じとなるようにし、設置間で定格電圧が異なるように構成することにより、IVミスマッチ損失を抑え、出力電力が増加し、また、確認作業も間違いなく行え、設置作業も容易となる。

20

【0056】

また、南面と北面に太陽電池アレイを設置する場合に、上記のように同一設置面の各太陽電池ストリングの定格電圧を等しくし、南面の定格電圧を北面の定格電圧より若干高く、例えば1モジュール分高く構成することもできる。このような構成により、南面の温度が北面よりも高くなり最大出力動作電圧が低下することにより、実際の最大出力動作電圧の差が小さくなり、さらにIVミスマッチ損失を抑制することができる場合もある。

【0057】

(実施例5)

30

図14に、本発明の太陽電池アレイを用いた太陽電池モジュールの設置の一例(切妻屋根)を示す。ここには、キャノン製屋根材一体型アモルファスシリコン太陽電池モジュールSR-01を図中のように76枚設置できる。系統連系インバータとして、キャノン製SI-04を使用する。前記インバータの入力電圧範囲と前記太陽電池モジュールの電圧から、選択可能な太陽電池モジュールの直列数が5から10の範囲となる。この条件の中で本発明を適用して以下のような太陽電池アレイを構成する。東面である設置面Fに太陽電池モジュールを10直列した太陽電池ストリング41、42、43および44を構成する。西面である設置面Gに太陽電池モジュールを9直列した太陽電池ストリング45、46、47および48を構成する。

【0058】

40

ある日射条件での太陽電池アレイおよび各太陽電池ストリングの電圧－電力特性を図15に示す。横軸が電圧、縦軸が電力である。(b)は太陽電池モジュール10直列の太陽電池ストリング41～44の合成の電圧－電力特性、(c)は太陽電池モジュール9直列の太陽電池ストリング45～48の合成の電圧－電力特性、(a)が太陽電池アレイ全体の電圧－電力特性である。この時のアレイの出力は3649Wであった。

【0059】

一方、図16に示すような従来のアレイ構成により太陽電池モジュール13直列の太陽電池ストリング(41'～48')を11並列するもの(モジュール4枚分の空きエリア49ができる)では、同条件下では、3499Wの出力となる。よってこの条件下では従来と比べて出力は150W、割合にして4.29%増加する。また、IVミスマッチ損失は

50

1. 1%となるが、出力特性のマッチングのずれによる電力低下は他の装置損失と比べるととても小さいもので、實際上問題ないレベルに抑えられる。

【0060】

また、本実施例の設置例では、東面（設置面F）と西面（設置面G）の日射量が朝夕で大きくなる。朝方は東面での発電量が多くなりアレイの最大出力動作電圧が東面の太陽電池ストリングの最大出力動作電圧に近づく。夕方は西面での発電量が多くなりアレイの最大出力動作電圧が西面の太陽電池ストリングの最大出力動作電圧に近づく。このように、東面と西面の発電量の割合の違いにより、太陽電池アレイの最大出力動作電圧は変化する。この観点からも、電力変換装置に太陽電池アレイの出力が最大となるように太陽電池アレイの動作点を制御する、いわゆるMPPT制御を搭載すると、より多くの電力が得られよ

10

【0061】

（実施例6）

図17に、本発明の太陽電池アレイを用いた太陽電池モジュールの設置の一例を示す。ここには、図中のように設置面Hにはキャノン製屋根材一体型アモルファスシリコン太陽電池モジュールSR-02を84枚、設置面IにはSR-03を40枚設置できる。系統連系インバータとして、キャノン製SI-04を使用する。前記SR-02を用いる場合には前記インバータの入力電圧範囲から、選択可能な太陽電池モジュールの直列数が10から20の範囲となる。前記SR-03を用いる場合には前記インバータの入力電圧範囲から、選択可能な太陽電池モジュールの直列数が13から27の範囲となる。この条件の中

20

【0062】

ある日射条件での太陽電池アレイおよび各太陽電池ストリングの電圧－電力特性を図18に示す。横軸が電圧、縦軸が電圧である。（b）は太陽電池モジュールSR-02が14直列の太陽電池ストリング51～56の合成の電圧－電力特性、（c）は太陽電池モジュールSR-03の20直列の太陽電池ストリング57～58の合成の電圧－電力特性、（a）が太陽電池アレイ全体の電圧－電力特性である。この時のアレイの出力は2831Wであった。

30

【0063】

一方、従来のアレイ構成によると、図19に示すように設置面Hには太陽電池モジュールSR-02を12直列・7並列（51'～57'）と構成し、設置面Iには太陽電池モジュールSR-02を12直列・2並列（58'、59'）と構成し、太陽電池アレイとしては12直列・9並列となる。設置面Iの左右の空きエリアが本実施例より広がっている。この太陽電池アレイでは同じ条件下では2691Wの出力となる。よってこの条件下では従来と比べて出力は140W、割合にして5.20%増加する。また、IVミスマッチ損失は0.34%となるが、他の装置損失と比較すると非常に小さいものであり、實際上問題ないレベルに抑えられる。

40

【0064】

また、同一設置面が同じ種類の太陽電池モジュールにて構成されているので、同一設置面の外観が統一感がとれ、美観上すぐれる。

【0065】

このように、各太陽電池ストリングを同一設置面の太陽電池モジュールにより構成し、太陽電池ストリングの定格電圧を2種類以上組み合わせ、同一設置面には同じ種類の太陽電池モジュールを選択し、太陽電池アレイ全体では太陽電池モジュールを2種類以上組み合

50

わせるよう算出するように構成することにより、I Vミスマッチ損失を抑えながら出力電力が増加し、また、同一設置面の外観が統一感がとれ美観上すぐれる。

【0066】

上記例では、同一設置面で同じ定格電圧を持つように構成したが、同一設置面の太陽電池ストリングの定格電圧が2種類以上あってもよい。

【0067】

なお、上述の実施例は本発明の好適な実施の一例ではあるがこれに限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々変形実施可能である。

【0068】

【発明の効果】

10

以上のように、本発明の太陽電池アレイでは、以下の効果を有する。

【0069】

(1) 全ての太陽電池モジュール枚数でアレイ構成可能であり、設計自由度が極めて高くなる。

【0070】

これにより、設置可能場所の全面に無駄なく太陽電池を敷き詰めることができ、太陽電池アレイの出力を大きくすることができる。

【0071】

(2) また、設置可能場所の全面に太陽電池があり、ダミーモジュールなど無く、デザイン面で優れる。

20

【0072】

(3) 各太陽電池ストリングを構成する直列数を太陽電池モジュール1個分のみ違うようにアレイ構成することにより、I Vミスマッチ損失を極めて低く抑えることができ、より出力を多くとれる。

【0073】

(4) 設置面の形状に合わせて太陽電池モジュールの直列数を n 、 $n+m$ 、 $\dots$ 、 $n+Am$ とすることにより、各太陽電池ストリングの出力端を設置面の端に配置でき、配線がわかりやすく且つ配線作業も行いやすい。

【0074】

(5) また、アモルファスシリコン太陽電池を用いることにより、その電圧－電力特性の形状が緩やかなことから、I Vミスマッチ損失をより少なくできる。

30

【0075】

(6) 建材一体型太陽電池モジュールでは、屋根デザインなどにあわせて太陽電池を設置することができ、デザイン上、美観上優れる。

【0076】

(7) 定格電流が同じで定格電圧の異なる太陽電池モジュールを用いることにより、従来太陽電池が置けなかった隙間のエリアにも設置でき、より多くの出力を得ることができる。

【0077】

(8) 同一設置面には同じ種類の太陽電池モジュールを選択し、太陽電池アレイ全体では太陽電池モジュールを2種類以上組み合わせることにより、同一設置面で外観の統一感がとれ美観上すぐれる。

40

【0078】

(9) 電力変換手段でのMPPT制御により、日射変動による定格電圧毎の出力比の変動に伴う最大出力動作電圧の変動をも追尾でき、効率的に電力で得られる。

【0079】

このように、本発明は大変有用であり、特に、建材一体型太陽電池モジュールを用いる場合はその効果は非常に大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の太陽電池アレイを用いた太陽光発電装置の概要を示す図である。

50

- 【図 2】 本発明の太陽電池アレイを用いた太陽電池アレイの一例を示す図である。
 【図 3】 本発明の太陽電池アレイの電圧－電力特性の一例を示す図である。
 【図 4】 本発明の太陽電池アレイを用いた太陽電池アレイの他の例を示す図である。
 【図 5】 本発明の太陽電池アレイの電圧－電力特性の他の例を示す図である。
 【図 6】 本発明と比較する従来の太陽電池アレイの一例を示す図である。
 【図 7】 本発明と比較する従来の太陽電池アレイの他の例を示す図である。
 【図 8】 従来の太陽電池アレイを用いた太陽電池アレイの一例を示す図である。
 【図 9】 本発明の太陽電池アレイを用いた太陽電池アレイの一例を示す図である。
 【図 10】 本発明の太陽電池アレイの電圧－電力特性の一例を示す図である。
 【図 11】 本発明の太陽電池アレイを用いた太陽電池アレイの一例を示す図である。
 【図 12】 本発明の太陽電池アレイの電圧－電力特性の一例を示す図である。
 【図 13】 従来の太陽電池アレイを用いた太陽電池アレイの一例を示す図である。
 【図 14】 本発明の太陽電池アレイを用いた太陽電池アレイの一例を示す図である。
 【図 15】 本発明の太陽電池アレイの電圧－電力特性の一例を示す図である。
 【図 16】 従来の太陽電池アレイを用いた太陽電池アレイの一例を示す図である。
 【図 17】 本発明の太陽電池アレイを用いた太陽電池アレイの一例を示す図である。
 【図 18】 本発明の太陽電池アレイの電圧－電力特性の一例を示す図である。
 【図 19】 従来の太陽電池アレイを用いた太陽電池アレイの一例を示す図である。
 【図 20】 スtring間の電圧ずれ量と、電力の低下の関係を説明する図である。

10

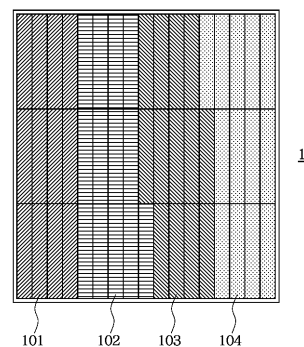
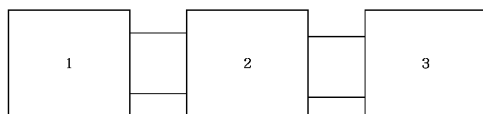
【符号の説明】

20

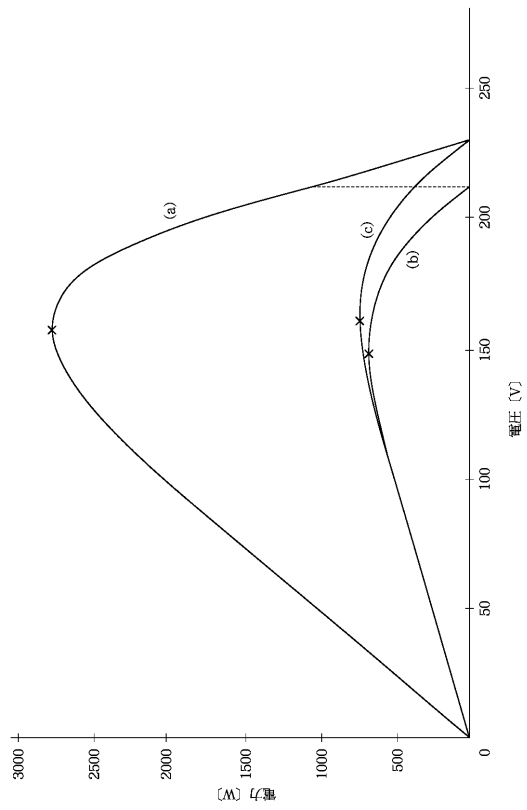
- 1 太陽電池アレイ
- 2 電力変換装置
- 3 負荷
- 4 ダミーモジュール

【図 1】

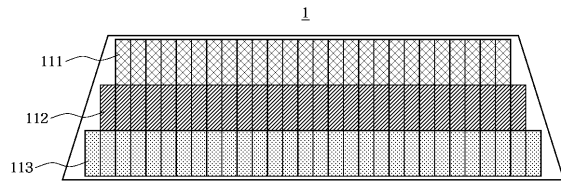
【図 2】



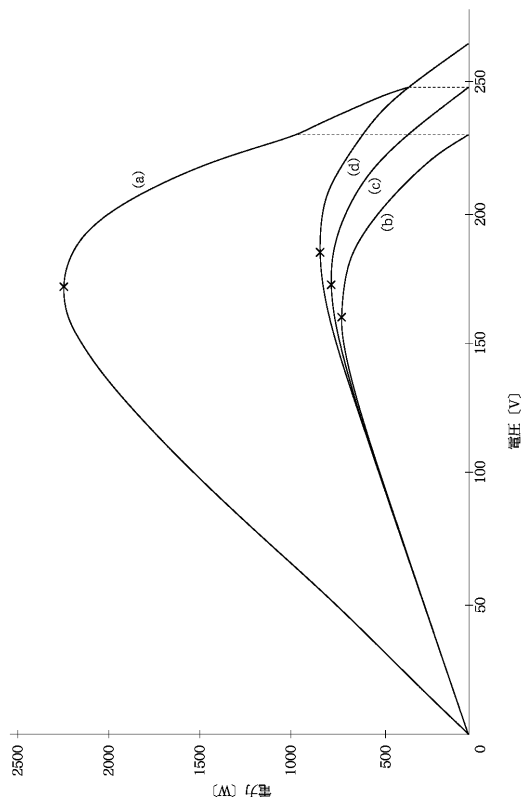
【図 3】



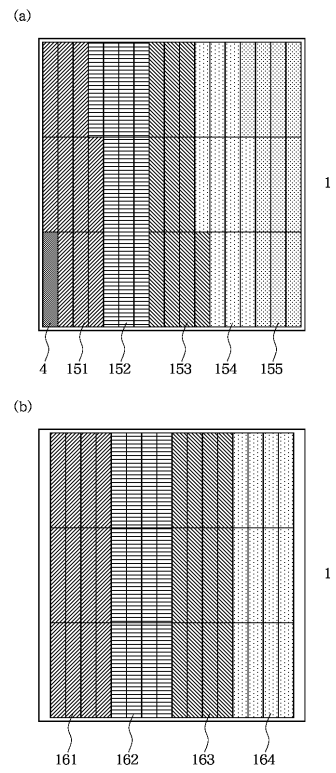
【図 4】



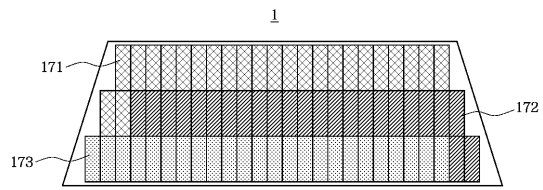
【図 5】



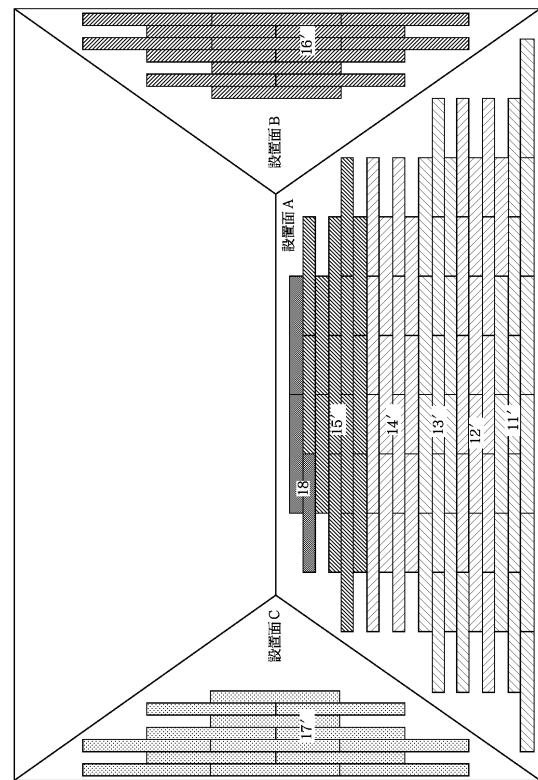
【図 6】



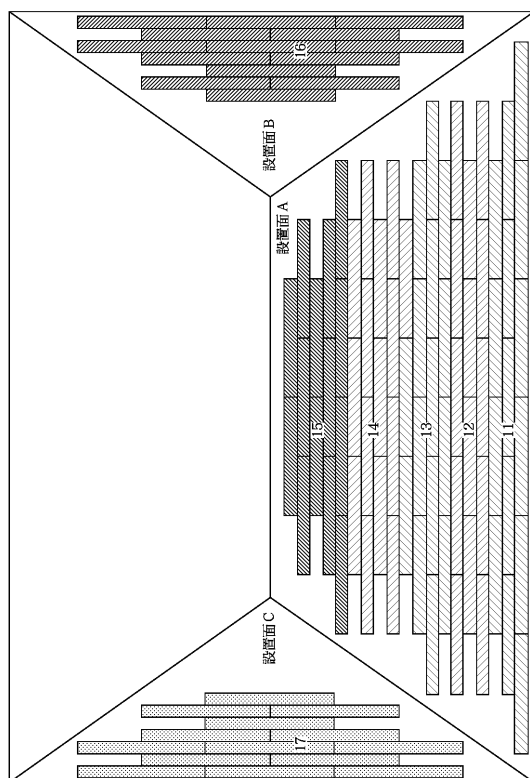
【図 7】



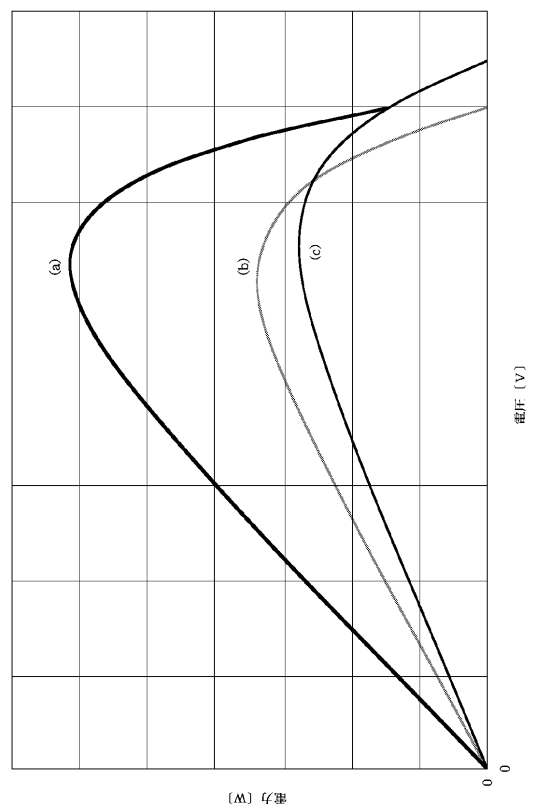
【図 8】



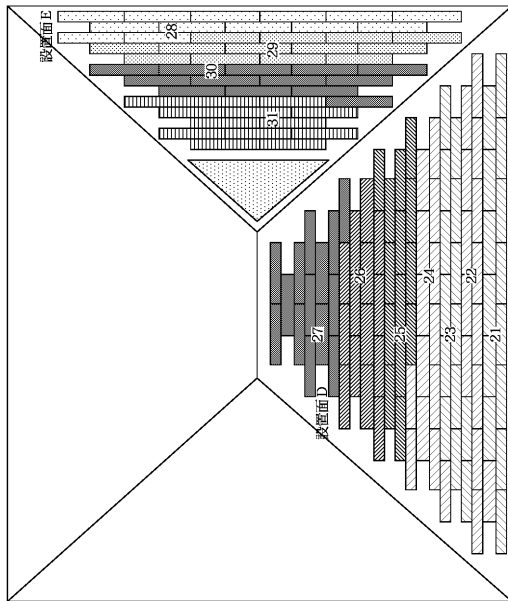
【図 9】



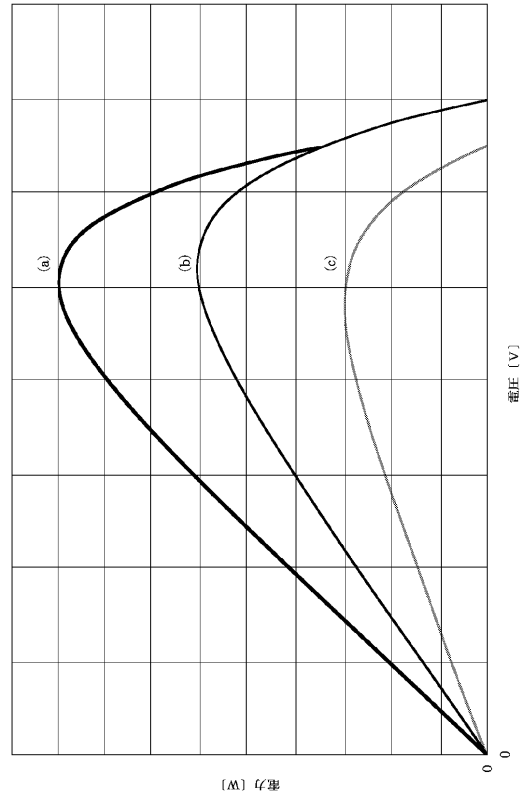
【図 10】



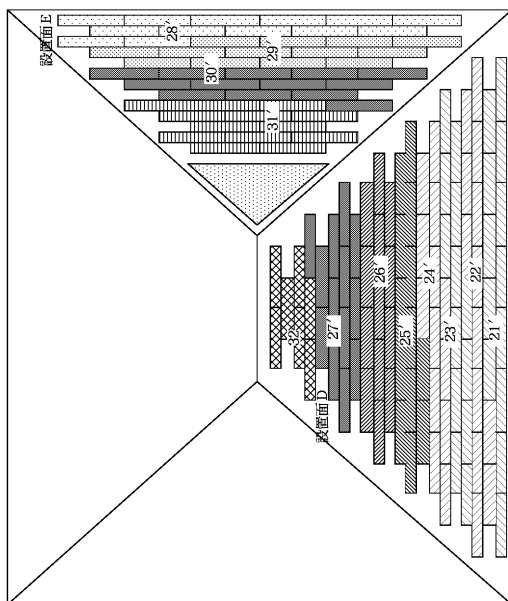
【図 1 1】



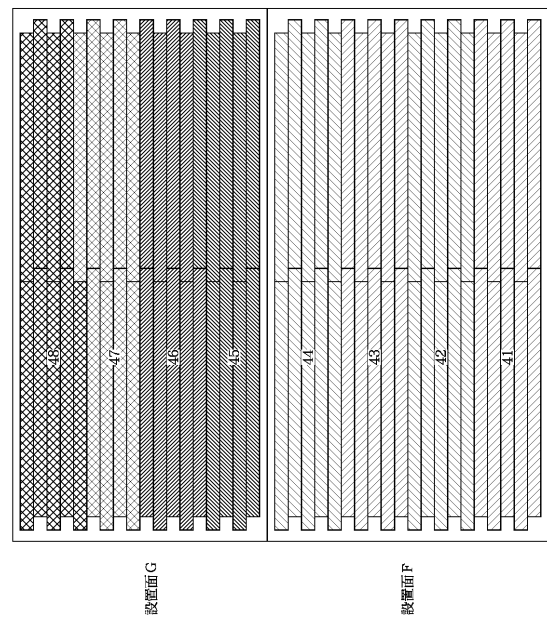
【図 1 2】



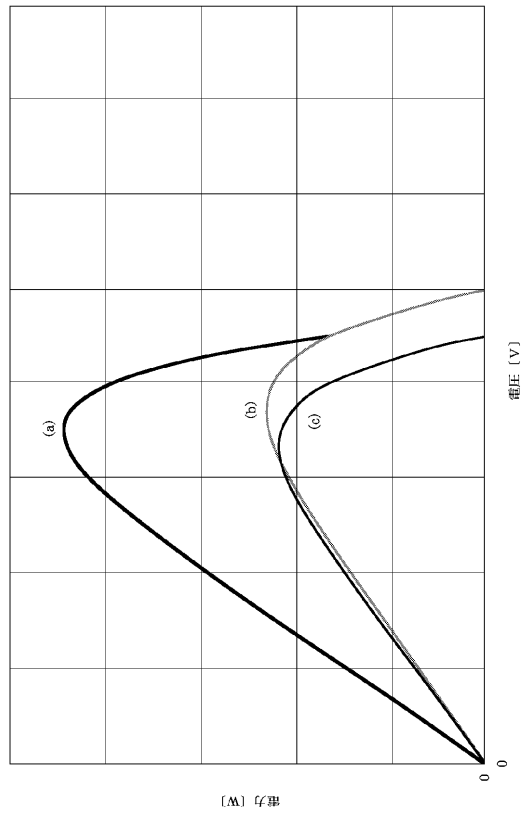
【図 1 3】



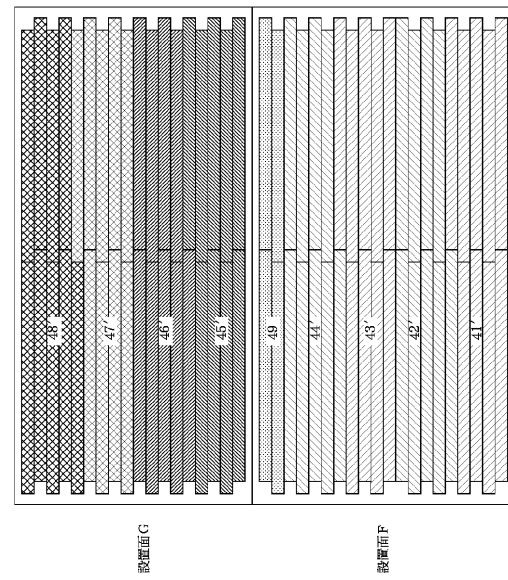
【図 1 4】



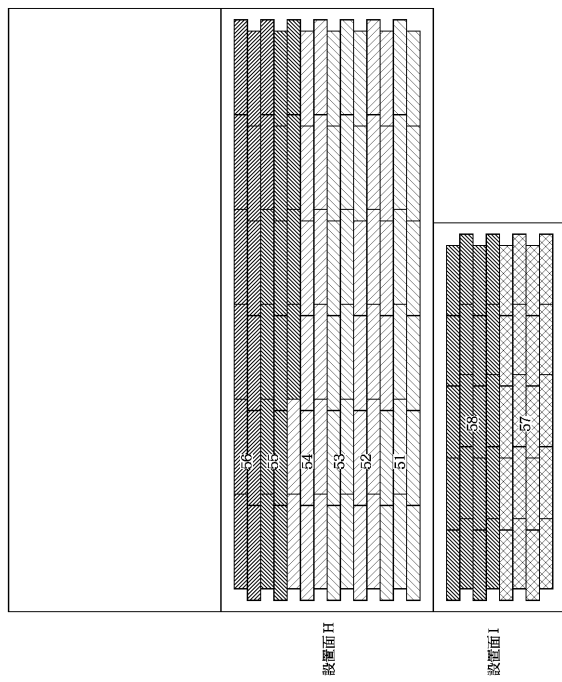
【図 1 5】



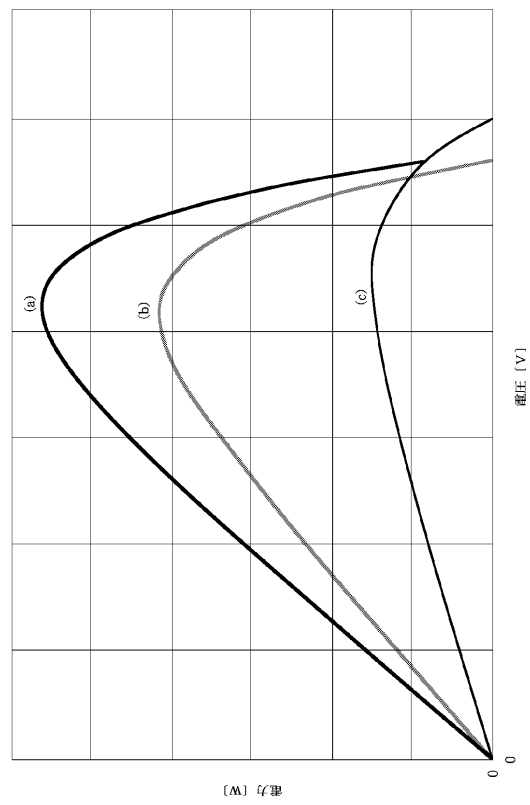
【図 1 6】



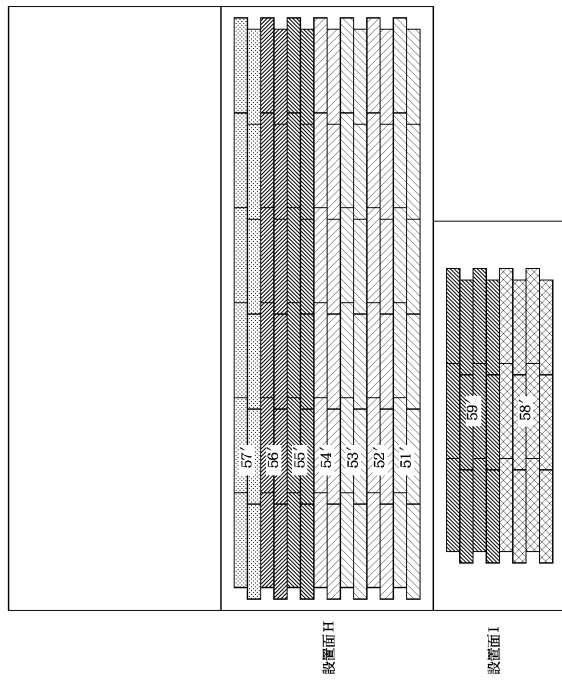
【図 1 7】



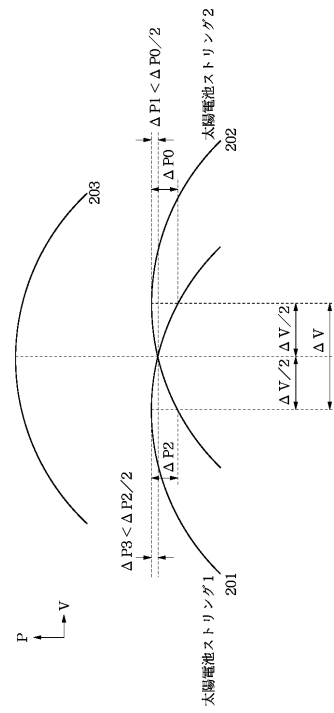
【図 1 8】



【図 19】



【図 20】



フロントページの続き

(72)発明者 真鍋 直規
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社内

審査官 濱田 聖司

(56)参考文献 欧州特許出願公開第751576 (EP, A1)
特開平6-311651 (JP, A)
特開平8-70533 (JP, A)
特開平8-46231 (JP, A)
特開平9-117077 (JP, A)
特開平7-22639 (JP, A)
特開平4-271180 (JP, A)
特開平9-261949 (JP, A)
特開平9-294340 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
H01L 31/04-31/078