

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-281480
(P2004-281480A)

(43) 公開日 平成16年10月7日(2004.10.7)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 31/04	HO 1 L 31/04	2 G O O 3
GO 1 R 31/26	GO 1 R 31/26	5 F O 5 1

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2003-67461 (P2003-67461)	(71) 出願人	301021533 独立行政法人産業技術総合研究所 東京都千代田区霞が関1-3-1
(22) 出願日	平成15年3月13日(2003.3.13)	(72) 発明者	小柳 理正 茨城県つくば市東1-1-1 独立行政法人産業技術総合研究所つくばセンター内
		(72) 発明者	小島 猛 茨城県つくば市東1-1-1 独立行政法人産業技術総合研究所つくばセンター内
		(72) 発明者	柳澤 武 茨城県つくば市東1-1-1 独立行政法人産業技術総合研究所つくばセンター内
		(72) 発明者	中原 乾志 茨城県つくば市東1-1-1 独立行政法人産業技術総合研究所つくばセンター内 最終頁に続く

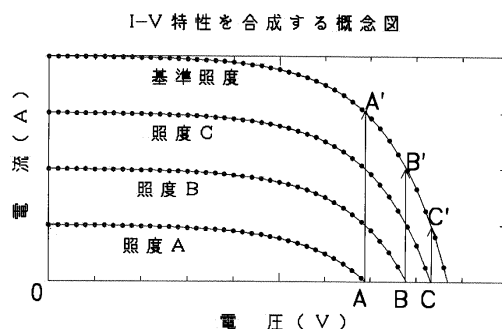
(54) 【発明の名称】 太陽電池の I - V 特性取得方法

(57) 【要約】

【課題】 直流電源を用いることなく、屋外に設置された太陽電池の I - V 特性を取得できるようにする。

【解決手段】、ある基準照度（例えば、1 sun）とその照度より低い照度（A、B、C・・・）における I_{sc} と V_{oc} の組から、基準照度における I - V 特性を次のようにして合成することができる。まず、I - V 特性図上において、基準照度について、 $(0, I_{sc})$ 、 $(V_{oc}, 0)$ をプロットする。次に、照度 A について、基準照度での短絡電流との差電流 $I_{sc} - I_{sc}(A)$ を算出し、 $(V_{oc}(A), I_{sc} - I_{sc}(A))$ (A 点) をプロットする。同様に、照度 B、C に関して、 $(V_{oc}(B), I_{sc} - I_{sc}(B))$ (B 点)、 $(V_{oc}(C), I_{sc} - I_{sc}(C))$ (C 点) をプロットする。同様にして、基準照度より低い照度に関して多数の点をプロットし、各プロット点を繋いで滑らかな曲線が得られるようにする。このようにして作成された曲線が、合成された基準照度における I - V 特性である。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

異なる複数の照度とそれぞれの照度での短絡電流を測定すると共に異なる複数の照度とそれぞれの照度での開放電圧を測定し、その測定結果に基づいて基準照度と基準照度より低い照度である第 1 ~ 第 n (n は正の整数) 照度における短絡電流と開放電圧との測定値の組を得、 I - V 特性図上において、基準照度での短絡電流と開放電圧とをプロットし、第 k (k = 1、2、・・・、n) 照度の開放電圧を電圧値、基準照度での短絡電流から第 k 照度での短絡電流を減算した値を電流値とする点をプロットし、各プロット点を連結することにより基準照度の I - V 特性を得ることを特徴とする太陽電池の I - V 特性取得方法。

10

【請求項 2】

短絡電流または開放電圧の前記測定値が、現実の測定値または現実の測定値の補間値であることを特徴とする請求項 1 に記載の太陽電池の I - V 特性取得方法。

【請求項 3】

短絡電流または開放電圧を測定する際に、光照射に先立って被測定太陽電池を一旦短絡させることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の太陽電池の I - V 特性取得方法。

【請求項 4】

被測定太陽電池上での照度が変化する光源の光を照射しつつ、照度をモニタすると共に短絡電流または開放電圧を測定することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の太陽電池の I - V 特性取得方法。

20

【請求項 5】

前記光源が、複数の減光板が着脱される定常光源またはソーラシミュレータであることを特徴とする請求項 4 に記載の太陽電池の I - V 特性取得方法。

【請求項 6】

前記光源がフラッシュ光源またはストロボ光源であることを特徴とする請求項 4 に記載の太陽電池の I - V 特性取得方法。

【請求項 7】

前記フラッシュ光源を用いて測定を行う直前にダミー発光が行われることを特徴とする請求項 6 に記載の太陽電池の I - V 特性取得方法。

【請求項 8】

前記フラッシュ光源またはストロボ光源の輝度が上昇する時間帯でのみ測定を行うことを特徴とする請求項 6 または 7 に記載の太陽電池の I - V 特性取得方法。

30

【請求項 9】

短絡電流または開放電圧の測定をディジタイザを用いて行うことを特徴とする請求項 6 から 8 のいずれかに記載の太陽電池の I - V 特性取得方法。

【請求項 10】

短絡電流および開放電圧を、前記フラッシュ光源またはストロボ光源をそれぞれ複数回閃光させて複数回測定することを特徴とする請求項 6 から 9 のいずれかに記載の太陽電池の I - V 特性取得方法。

【請求項 11】

照度のモニタを、太陽電池を用いて行うことを特徴とする請求項 1 から 10 のいずれかに記載の太陽電池の I - V 特性取得方法。

40

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、太陽電池の I - V 特性取得方法に関し、特に屋外の設置現場において直流電源を使用することなく得ることのできる太陽電池の I - V 特性取得方法に関するものである。

【0002】**【従来の技術】**

50

太陽光発電システムが大量に普及したことにより、長時間環境に暴露された太陽電池モジュールの故障・劣化診断の必要性が高くなってきている。従来、屋外に設置した太陽電池モジュールのI-V特性を測定する場合、測定対象モジュールを取り外し、屋内において測定を行うことが一般的であった。

このような従来の測定方法は以下の手順を経て行われる。

- 1 モジュールを設置現場から取り外す。
- 2 モジュールを測定現場まで運ぶ。
- 3 モジュールを測定する。
- 4 モジュールを設置現場まで運ぶ。
- 5 モジュールを設置現場に取り付ける。

10

而して、3のモジュールの測定は、リード線の抵抗や電流計の内部抵抗の影響を排除するために、負荷として可変直流電圧源を接続して行う(例えば、非特許文献1参照)。

【0003】

【非特許文献1】

桑野幸徳著「太陽電池とその応用」パワー社、1985年6月25日、pp.43-44

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

上述したように、従来の測定方法は、重量が大きく大面積の太陽電池モジュールの取り外し、運搬、組み立ての作業が必要となるため、多くの工数がかかり、大規模で長時間の作業を要することになる。そこで、モジュールを取り外すことなく設置現場において測定を行うことが検討されているが、この測定方法によると、一般的には足場の悪いモジュール設置現場に重量の大きい可変直流電圧源を運搬し設置しなければならない。

20

本発明の課題は、上述した従来技術の問題点を解決することであって、その目的は、太陽電池モジュールを取り外すことなく、かつ、直流電源を用いることなく、太陽電池のI-V特性を取得できるようにすることである。

【0005】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するため、本発明によれば、異なる複数の照度とそれぞれの照度での短絡電流を測定すると共に異なる複数の照度とそれぞれの照度での開放電圧を測定し、その測定結果に基づいて基準照度と基準照度より低い照度である第1～第n(nは正の整数)照度における短絡電流と開放電圧との測定値を得、I-V特性図上において、基準照度での短絡電流と開放電圧とをプロットし、第k(k=1、2、・・・、n)照度の開放電圧を電圧値、基準照度での短絡電流から第k照度での短絡電流を減算した値を電流値とする点をプロットし、各プロット点を連結することにより基準照度のI-V特性を得ることを特徴とする太陽電池のI-V特性取得方法、が提供される。

30

【0006】

そして、好ましくは、短絡電流または開放電圧の測定値が、現実の測定値または現実の測定値の補間値である。また、好ましくは、被測定太陽電池上での照度が変化する光源の光を照射しつつ、照度をモニタすると共に短絡電流または開放電圧を測定する。また、一層好ましくは、前記光源がフラッシュ光源である。そして、前記フラッシュ光源の輝度が上昇する時間帯でのみ測定を行う。

40

また、好ましくは、短絡電流または開放電圧の測定をディジタイザを用いて行う。さらに、好ましくは、照度のモニタを、被測定太陽電池と同種の太陽電池を用いて行う。

【0007】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明の、複数の照度における短絡電流 I_{sc} と開放電圧 V_{oc} の組からI-V特性を合成する方法を説明する概念図である。周知のように、特殊な例外を除き、太陽電池の異なった照度に対するI-V特性は、照度差に対応する I_{sc} 分だけ電流軸方向に平行移動すれば、近似的に互いに重なる。この特徴を利用すれば、ある基準照度(例えば、 1 sun)とその照度より低い照度(A、B、C・・・)における I_{sc} と V_{oc} の組か

50

ら、基準照度における $I - V$ 特性を次のようにして合成することができる。まず、 $I - V$ 特性図上において、基準照度について、 $(0, I_{sc})$ 、 $(V_{oc}, 0)$ をプロットする。次に、照度 A について、基準照度での短絡電流との差電流 $I_{sc} - I_{sc}(A)$ を算出し、 $(V_{oc}(A), I_{sc} - I_{sc}(A))$ (A 点) をプロットする。同様に、照度 B 、 C に関して、 $(V_{oc}(B), I_{sc} - I_{sc}(B))$ (B 点)、 $(V_{oc}(C), I_{sc} - I_{sc}(C))$ (C 点) をプロットする。同様にして、基準照度より低い照度に関して多数の点をプロットし、各プロット点を繋いで滑らかな曲線が得られるようにする。このようにして作成された曲線が、合成された基準照度における $I - V$ 特性である。

【0008】

本発明による $I - V$ 特性合成に必要な手順は、次の通りである。

1 フラッシュ光源のような被測定太陽電池上での照度が変化する光源の光を照射し、照度と I_{sc} 、照度と V_{oc} の関係を別々に測定する。その際に、光モニタを用いて I_{sc} 、 V_{oc} の測定と同期させて照度の測定を行う。

2 $I - V$ 特性を得ようとする照度 (基準照度) とそれ以下の照度 (分割照度) での I_{sc} 、 V_{oc} の組を求める。その際に、求める照度での I_{sc} 、 V_{oc} の測定値が存在していない場合には、補間を行うことによって求める。補間が一次補間で済むように 1 で得られる測定値が十分に多い (照度間隔が十分に細かい) ことが望ましい。

3 $I - V$ 特性図上において、基準照度の $(0, I_{sc})$ 、 $(V_{oc}, 0)$ をプロットすると共に、各分割照度について、その照度での V_{oc} 点を、基準照度の短絡電流からその照度での短絡電流を減じた分だけ持ち上げた点をプロットする (図 1 参照)。

4 得られた各プロットを繋いでいくことにより、任意の基準照度に対する $I - V$ 特性を合成する。

【0009】

図 2 は、照度と I_{sc} との関係、照度と V_{oc} との関係を測定する本発明の一実施の形態の測定システムを示す概略構成図である。フラッシュ光源 1 から放射された光 2 を試料 3 上に照射すると共に照度を検出する光モニタ 4 上にも照射する。そして、ディジタル 5 を用いて照度とその照度での短絡電流 I_{sc} を測定する。また、ディジタル 5 を用いて照度とその照度での開放電圧 V_{oc} を測定する。それらの測定は例えば $10 \mu s$ の時間間隔で行い、1 回の閃光に対して複数回の測定を行う。この測定において、特に V_{oc} の測定においては、照度の下降領域では、照度と試料の出力とが大きく分離する。このため、少なくとも V_{oc} の測定においては、照度の上昇領域のみで測定を行うことが望ましい。

【0010】

滑らかに $I - V$ 特性を合成できるようにするためには多くの照度 (分割照度) での測定値が必要となる。1 回のフラッシュ光源の閃光により十分な数の測定データを得るためには測定の間隔を短くするかあるいは照度上昇が緩やかに行われるようにすればよい。しかし、いずれの方法も技術的に困難である場合には、 I_{sc} と V_{oc} との測定をそれぞれ複数回フラッシュ光源を閃光させて行い、十分な数の測定データを得るようにすればよい。

本発明による $I - V$ 特性の取得方法は、別々の負荷条件下で測定した I_{sc} と V_{oc} との光応答特性を、照度を媒介にして関連付ける方法である。この処理を精度よく行うためには、両者の測定に用いるフラッシュ光の波形が揃っていることが望ましい。ところが、この波形はフラッシュ光源の電源の充電時間により変化するため、波形安定化のためには次のようなプロセスをコンピュータ制御により行うことが望ましい。

10 秒充電 (待機) 放電 (ダミー発光)

10 秒充電 (待機) 放電 (測定用発光)

この処理により、フラッシュ光波形のピーク値のバラツキを数%以内の範囲に収め、波形を安定化させることができる。

なお、特に開放電圧を測定する際には、直前の光照射により太陽電池内に蓄積電荷が残っている可能性がある。したがって、特に開放電圧を測定する際には、測定前に電極間を一旦短絡して蓄積電荷を放電しておくことが望ましい。

10

20

30

40

50

本実施の形態において、光モニタ 4 には太陽電池が用いられる。特に、照度測定と I_{sc} (または V_{oc}) 測定との分光感度ずれやタイミングずれを少なくするには、光モニタ 4 に試料と同種の太陽電池を用いることが好ましい。

本実施の形態は、フラッシュ光源を用いるものであったが、これに代えストロボ光源を用いてもよい。

【0011】

図 3 は、照度と I_{sc} との関係、照度と V_{oc} との関係を測定する本発明の他の実施の形態の測定システムを示す概略構成図である。定常光源 6 から放射された光を、交換可能な減光板 7 を通して試料 3 上に照射すると共に照度を検出する光モニタ 4 上にも照射する。減光板 7 は、複数枚用意されており、それぞれの減光率は異なっている。そして、減光板 7 を交換しつつ低速電圧測定器 8 を用いて照度とその照度での短絡電流 I_{sc} を測定する。また、減光板 7 を交換しつつ低速電圧測定器 8 を用いて照度とその照度での開放電圧 V_{oc} を測定する。

10

定常光源 6 の出力を一定として減光板のみにより照度を調整するようにしてもよいが、定常光源 6 の光出力を数段階に切り換えることができるようにし、その切り換えと減光板の交換の組み合わせにより照度調整を行うようにしてもよい。また、定常光源と減光板との組み合わせに代え、ソーラシミュレータを用いてもよい。

なお、図 2、図 3 に示す測定システムにおいて、短絡電流は、試料の電極間に低抵抗 (例えば、 0.1Ω) を接続し、電極間の電圧を測定することにより検出し、開放電圧は、試料の電極間を開放し、電極間の電圧を測定することにより検出する。

20

【0012】

上記のようにして被測定太陽電池の任意の照度における $I-V$ 特性を合成することができるが、このことが可能であるのは、 I_{sc} と照度とが線形関係にあるという前提条件が満たされているからである。この前提条件が満たされていることは以下のように示される。太陽電池の $I-V$ 特性は、以下の基本方程式で与えられる。

$$I = I_{ph} - I_0 \left[\exp \left\{ q (V + R_s I) / n k T \right\} - 1 \right] - (V + R_s I) / R_{sh} \quad \dots (1)$$

但し、 I と V は電流と電圧、 I_{ph} は光電流、 I_0 は逆方向飽和電流、 R_s と R_{sh} は直列抵抗と並列抵抗、 n はダイオード性能指数である。(1) 式において、 $I = I_{sc}$ 、 $V = 0$ とおくと、(2) 式に示すように I_{sc} が求まる。

30

$$I_{sc} = I_{ph} - I_0 \left[\exp \left\{ q (R_s I) / n k T \right\} - 1 \right] - (R_s I) / R_{sh} \quad \dots (2)$$

通常、結晶系太陽電池においては、(2) 式において、第 1 項に対し第 2 項、第 3 項は無視できるほど小さく、 $I_{sc} = I_{ph}$ と近似できる。 I_{ph} は照度に比例するから、 I_{sc} も照度に比例する。実測データにおいても、 I_{sc} 対照度の線形性は非常によい (図 6 参照)。

【0013】

【実施例】

小型の単結晶シリコン系太陽電池モジュール ($I_{sc} = 2 \text{ A}$ 、 $V_{oc} = 20 \text{ V}$) について、図 2 に示す測定システムにより測定を行った。光源は Xe フラッシュランプ、測定器は 16 ビットディジタイザである。10 秒充電し、ダミー発光の後、10 秒充電して測定用発光を行い、 $10 \mu\text{s}$ の時間間隔で I_{sc} の光応答を測定した。同様にして V_{oc} の光応答を測定した。各測定の前には、電極間を一旦短絡してモジュールの蓄積電荷を放電した。測定結果を図 4 と図 5 に示す。 $10 \mu\text{s}$ の時間間隔では、 I_{sc} と V_{oc} の光応答測定をそれぞれ 1 回ずつ行うのみでは、得られる測定データの不足が見込まれるので、それぞれ 5 回ずつ測定した。これにより、 $10 \mu\text{s} / 5 (= 2 \mu\text{s})$ の時間間隔で測定を行った場合に近い結果が得られるものと期待される。それらのトータルの測定結果を図 6 に示す。但し、図 6 では各測定値の最大値が 1 に正規化されている。

40

この測定結果に基づいて合成した 5 種の照度における $I-V$ 特性を図 7 に示す。それぞれの照度において滑らかな $I-V$ 特性曲線が得られている。この合成された $I-V$ 特性から

50

得られた各種パラメータを表 1 に示す。

【 0 0 1 4 】

【表 1】

照度(sun)	Isc(A)	Voc(V)	Pmax(W)	FF
0.4	1.005	20.91	12.45	0.5921
0.8	1.828	21.52	27.71	0.7039
1.2	2.551	21.82	41.03	0.7369
1.6	3.270	21.98	54.57	0.7591
2.0	3.940	22.07	67.55	0.7765

10

【 0 0 1 5 】

表 1 に示す各パラメータは、Voc がやや高めにてた以外は、いずれも照度変化に対して妥当な値を示しており、本発明による方法が十分に実用性のあるものであることを示している。

【 0 0 1 6 】

以上好ましい実施の形態、実施例について説明したが、本発明はこれら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内において適宜の変更が可能なものである。本発明は、屋外に設置された太陽電池の劣化評価、故障診断に有利に適用されるが、それに限定されるものではなく工場での簡易な出荷検査等にも適用できるものである。

20

【 0 0 1 7 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明は、フラッシュ光のような照度の変化する光源を用いて各照度におけるIscとVocとをそれぞれ別個に測定し、IscとVocとの光応答特性を、照度を媒体として関連付けてI-V特性を合成するものであるので、屋外に設置された太陽電池を取り外したり運搬したりすることなく、かつ、重量の大きい直流電源を使用することなく、簡易な方法で太陽電池のI-V特性を、したがって太陽電池の各種のパラメータを取得することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明によるI-V特性の合成方法を説明する概念図。

30

【図 2】本発明の一実施の形態の測定システムを示す概略図。

【図 3】本発明の他の実施の形態の測定システムを示す概略図。

【図 4】本発明の一実施例のIscの測定結果を示す特性曲線図。

【図 5】本発明の一実施例のVocの測定結果を示す特性曲線図。

【図 6】本発明の一実施例のIscとVocの測定結果を示す特性曲線図。

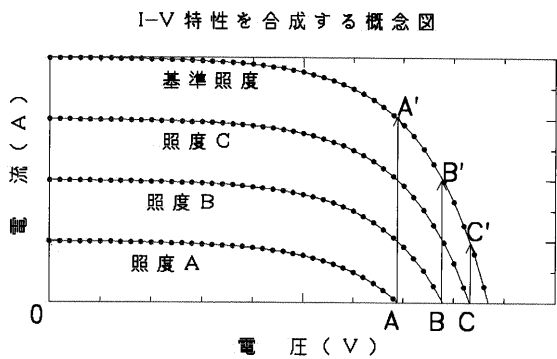
【図 7】本発明の一実施例により得られたI-V特性図。

【符号の説明】

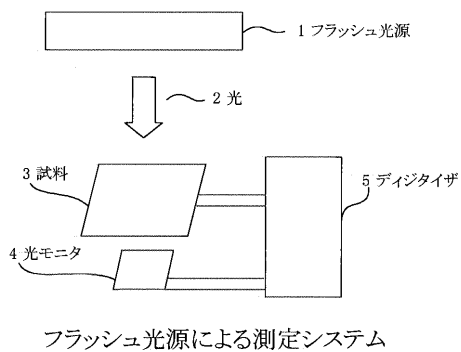
- 1 フラッシュ光源
- 2 光
- 3 試料
- 4 光モニタ
- 5 デジタイザ
- 6 定常光源
- 7 減光板
- 8 低速電圧測定器

40

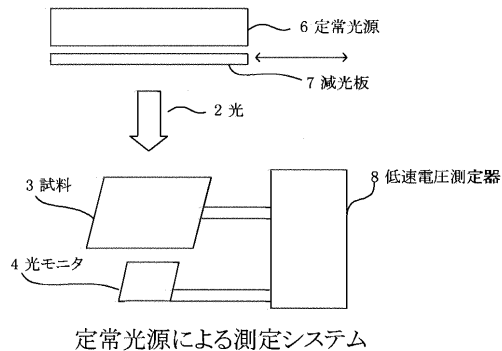
【 図 1 】



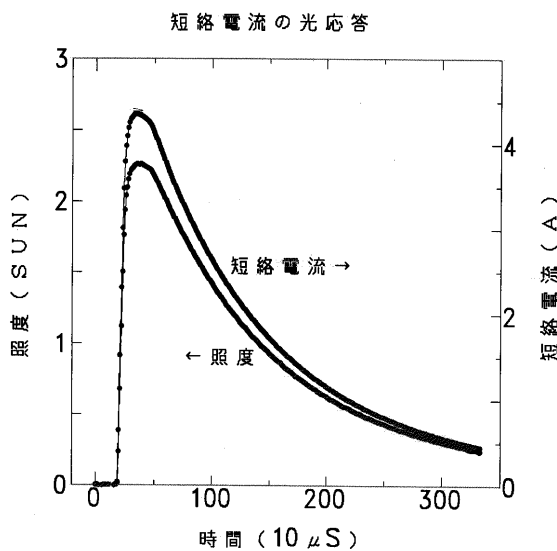
【 図 2 】



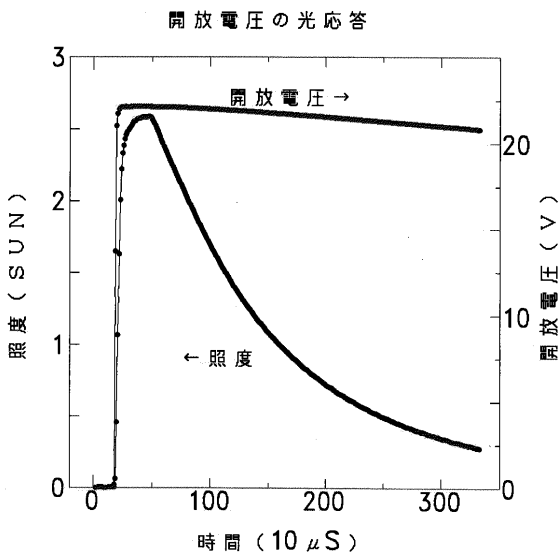
【 図 3 】



【 図 4 】

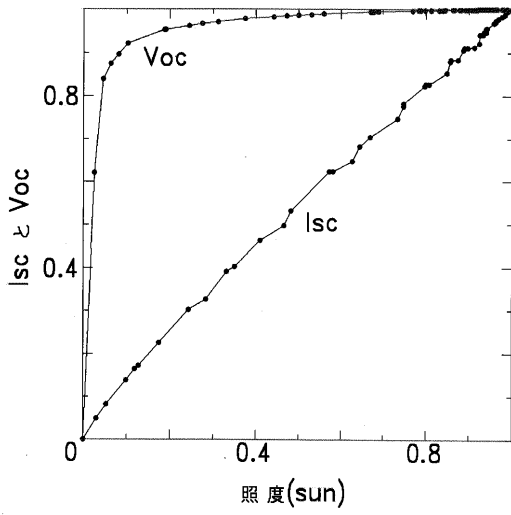


【 図 5 】



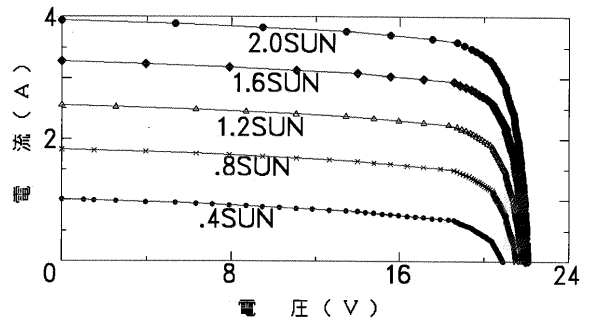
【 図 6 】

Isc と Voc の対照度特性



【 図 7 】

フラッシュランプ使用時の I-V 特性合成例



フロントページの続き

Fターム(参考) 2G003 AA06 AB01 AH00 AH04
5F051 AA02 KA09