(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3647209号
(P3647209)
(45)発行日　平成17年5月11日(2005.5.11)　(24)登録日　平成17年2月18日(2005.2.18)

(51)Int.Cl.[7]　F I
H01L 31/04　H01L 31/04　K

請求項の数 6　(全 16 頁)

(21)出願番号　特願平9-174890
(22)出願日　平成9年6月30日(1997.6.30)
(65)公開番号　特開平11-26785
(43)公開日　平成11年1月29日(1999.1.29)
審査請求日　平成13年6月26日(2001.6.26)

(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
(74)代理人　100088096
弁理士　福森　久夫
(72)発明者　吉野　豪人
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
(72)発明者　大塚　崇志
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

審査官　濱田　聖司

最終頁に続く

(54)【発明の名称】太陽電池特性の測定方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

太陽電池の受光面の一部にのみ光を照射した状態で該太陽電池の電圧・電流特性を調べる第１の工程と、

前記太陽電池の受光面に全く光を照射しない状態で該太陽電池の電圧・電流特性を調べる第２の工程と、

前記第２の工程で得られた各電圧における電流値に、前記第１の工程において受光面のうち光が照射されなかった領域（以下、暗領域と呼ぶ）の、全受光面に対する割合を、乗じて暗領域に相当する太陽電池の電圧・電流特性を求める第３の工程と、

前記第１の工程で得られた各電圧における電流値から、前記第３の工程で得られた各電圧における電流値を、同電圧同士減じて前記暗領域の電圧・電流特性の影響を除去し、前記第１の工程において受光面のうち光の照射された領域（以下、明領域と呼ぶ）が単独で切り離された状態に相当する太陽電池の電圧・電流特性を求める第４の工程と、

を備えたことを特徴とする太陽電池特性の測定方法。

【請求項２】

前記第４の工程で得られた各電圧における電流値に、前記太陽電池の全受光面の、前記第１の工程において明領域に対する割合を、乗じて該太陽電池の全受光面に光照射した場合の太陽電池の電圧・電流特性を求める第５の工程を備えたことを特徴とする請求項１に記載の太陽電池特性の測定方法。

【請求項３】

太陽電池の受光面の一部にのみ光を照射した状態で該太陽電池の電圧・電流特性を調べる第１の工程で得られた太陽電池の電圧・電流特性に対して、該太陽電池の直列抵抗成分による電位降下を補正する第2の工程と、

前記太陽電池の受光面に全く光を照射しない状態で該太陽電池の電圧・電流特性を調べる第3の工程で得られた太陽電池の電圧・電流特性に対して、該太陽電池の直列抵抗成分による電位降下を補正する第4の工程と、

前記第4の工程で得られた各電圧における電流値に、前記第１の工程における暗領域の全受光面に対する割合を乗じて暗領域に相当する太陽電池の電圧・電流特性を求める第5の工程と、

前記第2の工程で得られた各電圧における電流値から、前記第5の工程で得られた各電圧における電流値を、同電圧同士減じて前記暗領域の電圧・電流特性の影響を除去し、前記第１の工程において明領域が単独で切り離された状態に相当する太陽電池の電圧・電流特性を求める第6の工程と、

前記第6の工程で得られた太陽電池の電圧・電流特性に対して、該太陽電池の直列抵抗成分による電位降下を与え、改めて前記第１の工程において明領域が単独で切り離された状態に相当する太陽電池の電圧・電流特性を求める第7の工程とを備えたことを特徴とする太陽電池特性の測定方法。

【請求項４】

太陽電池の受光面の一部にのみ光を照射した状態で該太陽電池の電圧・電流特性を調べる第１の工程で得られた太陽電池の電圧・電流特性に対して、該太陽電池の直列抵抗成分による電位降下を補正する第2の工程と、

該太陽電池の受光面に全く光を照射しない状態で該太陽電池の電圧・電流特性を調べる第3の工程で得られた太陽電池の電圧・電流特性に対して、該太陽電池 の直列抵抗成分による電位降下を補正する第4の工程と、

前記第4の工程で得られた各電圧における電流値に、前記第１の工程における暗領域の全受光面に対する割合を乗じて暗領域に相当する太陽電池の電圧・電流特性を求める第5の工程と、

前記第2の工程で得られた各電圧における電流値から、前記第5の工程で得られた各電圧における電流値を同電圧同士減じて前記暗領域の電圧・電流特性の影響を除去し、前記第１の工程において明領域が単独で切り離された状態に相当する太陽電池の電圧・電流特性を求める第6の工程と、

前記第6の工程で得られた各電圧における電流値に、該太陽電池の全受光面の、前記第１の工程においての明領域に対する割合を乗じて該太陽電池の全受光面に光照射した場合の太陽電池の電圧・電流特性を求める第7の工程と、

前記第7の工程で得られた太陽電池の電圧・電流特性に対して、該太陽電池の直列抵抗成分による電位降下を与え、改めて該太陽電池の全受光面に光照射した場合の太陽電池の電圧・電流特性を求める第8の工程とを備えたことを特徴とする太陽電池特性の測定方法。

【請求項５】

太陽電池の受光面を複数の領域に分割し、該複数の領域に対して前記第1の工程乃至第4の工程を実施し、該複数の領域ごとに太陽電池の電圧・電流特性を求める第5の工程と、

前記第5の工程により複数の領域ごとに得られた太陽電池の電圧・電流特性を、各電圧値に対応する全ての電流値同士加えて、該太陽電池の全受光面に光照射した場合の太陽電池の電圧・電流特性を求める第6の工程とを備えたことを特徴とする請求項１に記載の太陽電池特性の測定方法。

【請求項６】

太陽電池の受光面を複数の領域に分割し、該複数の領域おのおのに対して、その領域にのみ光を照射した状態で該太陽電池の電圧・電流特性を調べる第１の工程で得られた太陽電池の電圧・電流特性に対して、該太陽電池の直列抵抗成分による電位降下を補正する第2の工程と、

前記太陽電池の受光面に全く光を照射しない状態で該太陽電池の電圧・電流特性を調べる第3の工程で得られた太陽電池の電圧・電流特性に対して、該太陽電池の直列抵抗成分による電位降下を補正する第4の工程と、

前記第4の工程で得られた各電圧における電流値に、前記第１の工程における暗領域の全受光面に対する割合を乗じて暗領域に相当する太陽電池の電圧・電流特性を求める第5の工程と、

前記第2の工程で得られた各電圧における電流値から、前記第5の工程で得られた各電圧における電流値を同電圧同士減じて前記暗領域の電圧・電流特性の影響を除去し、前記第１の工程において明領域が単独で切り離された状態に相当する太陽電池の電圧・電流特性を求める第6の工程を実施することで、該複数の領域ごとに太陽電池の電圧・電流特性を求める第7の工程と、

前記第7の工程により複数の領域ごとに得られた太陽電池の電圧・電流特性を、各電圧値に対応する全ての電流値同士加えて、該太陽電池の全受光面に光照射した場合の太陽電池の電圧・電流特性を求める第8の工程と、

前記第8の工程で得られた太陽電池の電圧・電流特性に対して、該太陽電池の直列抵抗成分による電位降下を逆補正する第9の工程とを備えたことを特徴とする太陽電池特性の測定方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【産業上の利用分野】

本発明は、太陽電池特性の測定方法に係る。より詳細には、有効照射面積を有する光源の確保が困難なほど面積の大きな太陽電池の光電変換特性の測定が、小さな照射面積の光源を用いて可能となる太陽電池特性の測定方法に関する。

【０００２】

【従来の技術】

近年、太陽光を利用する太陽電池による発電方法は、放射能汚染や地球温暖化等の問題を誘起することなく、また太陽光は地球上の至る所に降り注いでいるためエネルギー源の地域的な偏りが少なく、更には複雑で大型の設備を必要とせずに比較的高い発電効力が得られる等の観点から、今後の電力需要の増大に対応でき、かつ、環境破壊を引き起こすことがないクリーンな発電方式として注目を集めるとともに、実用化に向けて様々な研究開発がなされている。

【０００３】

上記太陽電池の研究開発では、太陽電池自体の作製技術はもとより、作製された太陽電池の出力特性を適宜評価する技術も重要な開発課題である。

【０００４】

この太陽電池の出力特性を評価する手段としては、太陽電池の電圧対電流特性（以下、電圧・電流特性と記す）を調べる方法が最も一般的に使われている。図２は、この電圧・電流特性を調べる装置の一例を示す模式図である。図２において、２０１は被測定体である太陽電池、２０２は直流電源、２０３は電流ケーブル、２０４は電流計、２０５は電圧計、２０６は電圧ケーブル、２０７はコンピュータ、２０８は光源、２０９はシャッターである。

【０００５】

図２の装置では、直流電源２０２は電流ケーブル２０３および電流計２０４を介して太陽電池２０１と接続している。直流電流２０２としては、一般的に両極性直流電源あるいは電子負荷等が用いられる。また、電圧計２０５は電圧ケーブル２０６を介して太陽電池２０１と接続している。電流計２０４および電圧計２０５はコンピュータ２０７で制御される。光源２０８からは、ＪＩＳ規格等に準拠した光量１sun、スペクトルＡＭ１．５に設定された特性測定用の基準光が、太陽電池２０１に対して照射される。太陽電池２０１に対する光の照射および遮蔽は、シャッター２０９の開閉をコンピュータ２０７で制御して行う。

【０００６】
以下では、上述した装置を用いて太陽電池の電圧・電流特性を調べる方法について述べる。
【０００７】
まず、光源２０８のウォームアップおよび基準光量の調整を行い、光源が点灯して、かつ、シャッター２０９が閉じた状態とする。次に、被測定体である太陽電池２０１を設置する。そしてシャッター２０９を開き、太陽電池２０１の全面に基準光が照射する。この状態にてコンピュータ２０７の指令により直流電源２０２は電圧を発生する。発生した電圧値は太陽電池２０１の種類によって異なり、適宣最適発生電圧を定める。
【０００８】
実際の測定手順としては、直流電源２０２が発生した電圧を徐々に変えながら、太陽電池２０１の電力取り出し端子にかかる電圧を電圧計２０５にて、又、その時の電流を電流計２０４にて読み、これらの測定値をコンピュータ２０７のメモリーに格納してゆく。
【０００９】
必要な範囲における電圧の発生を終えたならば、シャッター２０９を閉じ、太陽電池２０１を取り外す。コンピュータ２０７のメモリーに格納された電圧・電流特性のデータは、適当なソフトウェアにてグラフ化などの処理を行う。
【００１０】
図３は、上記手順によって得られた太陽電池の電圧・電流特性の一例を示すグラフである。図３において、横軸Ｖは電圧を、縦軸Ｉは電流を示す。図３におけるＣは、測定された電圧・電流特性をプロットした点同士を結んで得られる曲線である。そして、曲線Ｃ上にある点Ｋは電圧と電流の積が最大となる点、すなわち最大の電力を取り出すことの可能な点であり、通常最適動作点と呼ばれる。そして、このとき取り出せる最大電力が太陽電池２０１の出力とされる。
【００１１】
ところで、近年、太陽電池は急速に普及しつつあり、例えば一般家屋の屋根上に設置されたり、あるいは遠隔地における実用電源として架台上に設置されて用いられることが多い。このような設置工事の際の作業工数を減らすという観点から、太陽電池１枚あたりの面積が増大する傾向にある。これに伴い、太陽電池の面積に相当する大面積の基準光を発生できる光源が必要となるが、その光源の確保は著しく困難な状況にある。
【００１２】
通常、上記光源としてはキセノンランプが最も多く使用されており、これを備えたソーラーシミュレータが装置として用いられている。しかしながら、ソーラーシミュレータは大面積になるにつれて加速度的に高価になってくる。この価格の増大は、ソーラーシミュレータを構成するエアマスフィルター、エンデーサーレンズ等が大型化することに伴って製作が困難になること、加えてランプ用電源が甚だしく大容量化する等の理由による。実用的には、定常光型のソーラーシミュレータでは、約５０ｃｍ角程度の照射面積を有する光源を備えたものが現在の市場では最大規模である。光源として機能するランプの点灯状態をパルス点灯としてランプ用電源の小容量化を図り、１ｍ角程度の照射面積を持つシミュレータも存在するが、電源以外の部品は基本的に定常光型と変わることはないのでやはり極めて高価である。
【００１３】
上述したとおり、光源が高価になるため太陽電池の製造コストも高くなる傾向にあった。このため、安価に大面積な太陽電池特性の測定ができる方法が切望されていた。また、実際に１ｍ角程度を大きく超える面積を持つ太陽電池に対しては、このような照射面積を持つ光源が存在しないため、事実上、太陽電池特性の測定が不可能であった。
【００１４】
【発明が解決しようとする課題】
本発明は、大面積の太陽電池特性を、太陽電池の面積より小さな照射面積の光源を用いて求めることが可能な測定方法を提供することを目的とする。

【００１５】
【課題を解決するための手段】
本発明に係る太陽電池特性の測定方法は、太陽電池の受光面の一部にのみ光を照射した状態で該太陽電池の電圧・電流特性を調べる第１の工程と、前記太陽電池の受光面に全く光を照射しない状態で該太陽電池の電圧・電流特性を調べる第２の工程と、前記第２の工程で得られた各電圧における電流値に、前記第１の工程において受光面のうち光が照射されなかった領域（以下、暗領域と呼ぶ）の、全受光面に対する割合を、乗じて暗領域に相当する太陽電池の電圧・電流特性を求める第３の工程と、前記第１の工程で得られた各電圧における電流値から、前記第３の工程で得られた各電圧における電流値を、同電圧同士減じて前記暗領域の電圧・電流特性の影響を除去し、前記第１の工程において受光面のうち光の照射された領域（以下、明領域と呼ぶ）が単独で切り離された状態に相当する太陽電池の電圧・電流特性を求める第４の工程と、を備えたことを特徴としている。
【００１６】
この測定方法によれば、太陽電池の面積に依存せず、太陽電池内の所望の領域における特性を容易に測定できる。また、大面積な光源が不要なため、安価な測定が可能となる。
【００１７】
上記特徴において、前記第４の工程で得られた各電圧における電流値に、前記太陽電池の全受光面の、前記第１の工程においての明領域に対する割合を乗じて該太陽電池の全受光面に光照射した場合の太陽電池の電圧・電流特性を求める第５の工程を備えたことにより、太陽電池の全受光面の面積より小さな光照射面積の光源でも、太陽電池特性を容易に測定できる。
【００１８】
また、本発明に係る太陽電池特性の測定方法は、太陽電池の受光面の一部にのみ光を照射した状態で該太陽電池の電圧・電流特性を調べる第１の工程で得られた太陽電池の電圧・電流特性に対して、該太陽電池の直列抵抗成分による電位降下を補正する第2の工程と、前記太陽電池の受光面に全く光を照射しない状態で該太陽電池の電圧・電流特性を調べる第3の工程で得られた太陽電池の電圧・電流特性に対して、該太陽電池の直列抵抗成分による電位降下を補正する第4の工程と、前記第4の工程で得られた各電圧における電流値に、前記第１の工程における暗領域の全受光面に対する割合を乗じて暗領域に相当する太陽電池の電圧・電流特性を求める第5の工程と、前記第2の工程で得られた各電圧における電流値から、前記第5の工程で得られた各電圧における電流値を、同電圧同士減じて前記暗領域の電圧・電流特性の影響を除去し、前記第１の工程において明領域が単独で切り離された状態に相当する太陽電池の電圧・電流特性を求める第6の工程と、前記第6の工程で得られた太陽電池の電圧・電流特性に対して、該太陽電池の直列抵抗成分による電位降下を与え、改めて前記第１の工程において明領域が単独で切り離された状態に相当する太陽電池の電圧・電流特性を求める第7の工程と、を備えたことを特徴としている。
【００１９】
この測定方法によれば、太陽電池の直列抵抗成分の補正が行われるため、太陽電池の面積に依存せず、太陽電池内の所望の領域における特性を高い精度で測定できる。また、大面積な光源が不要なため、安価な測定も可能である。
【００２０】
上記特徴において、太陽電池の受光面の一部にのみ光を照射した状態で該太陽電池の電圧・電流特性を調べる第１の工程で得られた太陽電池の電圧・電流特性に対して、該太陽電池の直列抵抗成分による電位降下を補正する第2の工程と、該太陽電池の受光面に全く光を照射しない状態で該太陽電池の電圧・電流特性を調べる第3の工程で得られた太陽電池の電圧・電流特性に対して、該太陽電池の直列抵抗成分による電位降下を補正する第4の工程と、前記第4の工程で得られた各電圧における電流値に、前記第１の工程における暗領域の全受光面に対する割合を乗じて暗領域に相当する太陽電池の電圧・電流特性を求める第5の工程と、前記第2の工程で得られた各電圧における電流値から、前記第5の工程で得られた各電圧における電流値を同電圧同士減じて前記暗領域の電圧・電流特性の影響

を除去し、前記第１の工程において明領域が単独で切り離された状態に相当する太陽電池の電圧・電流特性を求める第6の工程と、前記第6の工程で得られた各電圧における電流値に、該太陽電池の全受光面の、前記第１の工程においての明領域に対する割合を乗じて該太陽電池の全受光面に光照射した場合の太陽電池の電圧・電流特性を求める第7の工程と、前記第7の工程で得られた太陽電池の電圧・電流特性に対して、該太陽電池の直列抵抗成分による電位降下を与え、改めて該太陽電池の全受光面に光照射した場合の太陽電池の電圧・電流特性を求める第8の工程と、を備えたことにより、太陽電池の直列抵抗成分の補正が行われるため、太陽電池の全受光面の面積より小さな光照射面積の光源でも、太陽電池特性を高い精度で測定できる。

【００２１】

さらに、本発明に係る太陽電池特性の測定方法は、太陽電池の受光面を複数の領域に分割し、該複数の領域に対して前記第1の工程乃至第4の工程を実施し、該複数の領域ごとに太陽電池の電圧・電流特性を求める第5の工程と、前記第5の工程により複数の領域ごとに得られた太陽電池の電圧・電流特性を、各電圧値に対応する全ての電流値同士加えて、該太陽電池の全受光面に光照射した場合の太陽電池の電圧・電流特性を求める第6の工程とを備えたことにより、太陽電池特性の場所ムラが大きな場合でも、太陽電池の全受光面の太陽電池特性を容易に測定できる。

【００２２】

またさらに、本発明に係る太陽電池特性の測定方法は、太陽電池の受光面を複数の領域に分割し、該複数の領域おのおのに対して、その領域にのみ光を照射した状態で該太陽電池の電圧・電流特性を調べる第１の工程で得られた太陽電池の電圧・電流特性に対して、該太陽電池の直列抵抗成分による電位降下を補正する第2の工程と、前記太陽電池の受光面に全く光を照射しない状態で該太陽電池の電圧・電流特性を調べる第3の工程で得られた太陽電池の電圧・電流特性に対して、該太陽電池の直列抵抗成分による電位降下を補正する第4の工程と、前記第4の工程で得られた各電圧における電流値に、前記第１の工程における暗領域の全受光面に対する割合を乗じて暗領域に相当する太陽電池の電圧・電流特性を求める第5の工程と、前記第2の工程で得られた各電圧における電流値から、前記第5の工程で得られた各電圧における電流値を同電圧同士減じて前記暗領域の電圧・電流特性の影響を除去し、前記第１の工程において明領域が単独で切り離された状態に相当する太陽電池の電圧・電流特性を求める第6の工程を実施することで、該複数の領域ごとに太陽電池の電圧・電流特性を求める第7の工程と、前記第7の工程により複数の領域ごとに得られた太陽電池の電圧・電流特性を、各電圧値に対応する全ての電流値同士加えて、該太陽電池の全受光面に光照射した場合の太陽電池の電圧・電流特性を求める第8の工程と、前記第8の工程で得られた太陽電池の電圧・電流特性に対して、該太陽電池の直列抵抗成分による電位降下を逆補正する第9の工程と、を備えたことにより、太陽電池の直列抵抗成分の補正が行われるため、太陽電池特性の場所ムラが大きな場合でも、太陽電池の全受光面の太陽電池特性を高い精度で測定できる。

【００２３】

【発明の実施の形態】

以下では、本発明に係る太陽電池特性の測定方法について具体的に説明する。

【００２４】

（太陽電池特性の測定装置）

図１は、本発明の測定方法を実施する装置の一例を示す概略図である。図１において、１０１は光源、１０２はマスク、１０３は上下動装置、１０４は太陽電池、１０５は試料台、１０６はケーブル、１１０、１１１は駆動部、１１２は架台である。

【００２５】

光源１０１は、太陽電池１０４に対して測定用規準光を照射する機能を有し、その内部にはシャッターユニットが内蔵されている。

【００２６】

マスク１０２は、太陽電池１０４への光照射領域を厳密に規定するために用いる。マスク

１０２の太陽電池１０４に接触する面は、太陽電池１０４に損傷を与えない為のラバー等を設けることが好ましい。また光源１０１単体での有効光照射面積は、マスク１０２の切り欠き部よりわずかに大きく、マスク１０２の外寸を越えてないように設定される。

【００２７】

上下動装置１０３は、マスク１０２を太陽電池１０４へ密着させる時、及び光源１０１とマスク１０２を水平方向に移動させるとき、マスク１０２を上昇させるときに用いられる。

【００２８】

太陽電池１０４は、試料台１０５の上に配置される。また、必要に応じて不図示のクランプ等により試料台１０５に固定して、太陽電池特性の測定中に試料台１０５上で移動するのを防止する。また、太陽電池１０４はケーブル１０６によって不図示の特性測定用電源等に繋がっている。図１における特性測定用の機材および結線は、図２に示した従来の電圧・電流特性の測定装置と全く同じであるので省略する。

【００２９】

駆動部１１０は光源１０１とマスク１０２を図面上の左右方向（Ｘ軸方向とする）に移動するために、また駆動部１１１は光源１０２とマスク１０２を図面上の奥手前方向（Ｙ軸方向とする）に移動するために、それぞれ用いられる。

【００３０】

架台１１２は、光源１０１、マスク１０２、上下動装置１０３、Ｘ軸方向の駆動部１１０およびＹ軸方向の駆動部１１１から構成される測定装置を、床面上に設置するために用いる。

【００３１】

上述した図１の測定装置が図２に示した装置と異なる点は、図２の装置では光源２０８の光照射領域が太陽電池２０１の全領域に相当するのに対して、図１の装置では太陽電池１０４の一部に相当することである。

【００３２】

（太陽電池の暗特性と太陽電池の一部を光照射した場合の明特性）

以下では、図１の装置を用いて、本発明に係る太陽電池特性の測定方法を実施する際の手順について述べる。

【００３３】

（１）光源１０１は電源を投入した後、必要なウォームアップ時間を経過し、不図示の光源シャッターが閉じている状態とする。また、室温は太陽電池特性の測定に適切な温度、具体的には２５℃程度に保持する。このような条件下で、まず太陽電池１０４を試料台１０５上に載せ、必要に応じて不図示のクランプ等により固定する。そして、ケーブル１０６を結線する。

【００３４】

（２）太陽電池１０４に光があたらないように、あるいは、実質的に１sunに対して無視し得る光量まで太陽電池１０４を含む試料台１０５近辺を暗くする。

【００３５】

（３）上記（２）の状態で、図２に示した電圧・電流特性の測定装置を用い、太陽電池の暗状態における電圧・電流特性（以降”暗特性”と略記）を測定する。図４に示した曲線Ａが、暗特性の一般的な測定結果である。但し、ここで測定された暗特性は、太陽電池の全面積に対するものである。

【００３６】

（４）次に、太陽電池１０４の光照射状態での電圧・電流特性を調べる。ここでは、太陽電池を４ブロックに分割して測定することにする。４ブロックに分割して考えるのは説明のための一例であり、実際に適用する場合の分割数は太陽電池１０４と光源１０１およびマスク１０２の面積の大小関係によって適宜選択されるものである。

【００３７】

図５は、太陽電池の受光面を４ブロックに分割して考えて測定する場合の模式図である。

図５において、５０１は太陽電池、５０２はマスク、Ｂ１～Ｂ４は４分割に想定したブロックである。不図示の光源は、マスク５０２より紙面手前側に、太陽電池５０１およびマスク５０２と対向した位置に設ける。

【００３８】

（５）上下動装置１０３を用いてマスク１０２を太陽電池１０４に接触しない高さまで上昇させた後、駆動部１１０および１１１を用いて、図５に示したＢ１ブロックの位置となるように、図１のマスク１０２（図５の５０２）および光源１０１を移動する。

【００３９】

（６）上下動装置１０３を用いてマスク１０２を太陽電池１０４に密着させる。この時マスク１０２と太陽電池１０４間に隙間が生じないように密着させる必要がある。この状態で不図示のシャッターを開き、太陽電池１０４のＢ１ブロックにのみ光照射し、他ブロックが暗状態における電圧・電流特性（以降「B1明,B2,B3,B4暗特性」と略記する）を測定した。図６は、その測定結果である。

【００４０】

（７）上記「Ｂ１明,Ｂ２,Ｂ３,Ｂ４暗特性」の測定後、不図示のシャッターを閉じ、Ｂ１ブロックへの光照射を停止した。

【００４１】

（８）その後、上下動装置１０３、駆動部１１０、１１１を用いて、光源１０１およびマスク１０２を図５のＢ２ブロック上まで移動させ、上記工程（６）と同様にして、太陽電池１０４のＢ２ブロックにのみ光照射し、他ブロックが暗状態における電圧・電流特性（以降「B2明,B1,B3,B4暗特性」と略記する）を測定した。

【００４２】

（９）さらに、上記工程（７）と（８）に相当する手順を繰り返すことによって、太陽電池１０４のＢ３ブロックにのみ光照射し、他ブロックが暗状態における電圧・電流特性（以降「B3明,B1,B2,B4暗特性」と略記する）と、太陽電池１０４のＢ４ブロックにのみ光照射し、他ブロックが暗状態における電圧・電流特性（以降「B4明,B1,B2,B3暗特性」と略記する）と、を測定した。

【００４３】

（１０）すべてのブロックの測定を終えたならば、シャッターを閉じ、マスク１０２を上昇させ、ケーブル１０６をとり外し、太陽電池１０４を試料台から降ろした。

【００４４】

図６は、測定した「B1明,B2,B3,B4暗特性」～「B4明,B1,B2,B3暗特性」の４つの電圧・電流特性を示したグラフである。ここでは４本の特性曲線が重なっている。この結果は、太陽電池１０４の特性が面方向に亘って均一であることを示している。これに対して、太陽電池１０４の特性が面方向に亘って充分に均一でない時には、４本の曲線は完全に重ならない結果がえられる。

【００４５】

しかしながら、上記手順でえられた太陽電池の一部にのみ光照射した特性は、Ｂ１～Ｂ４の各ブロックを完全に切り離し、各々のブロックごとに測定した特性とは異なる。何故ならば、実際には例えば「B1明,B2,B3,B4暗特性」は、Ｂ１ブロックだけを完全に切り離して測定した特性と、残りのＢ２～Ｂ４の３ブロックの暗特性とを、同電圧時の電流値同士を重ね合わせたものになっているからである。

【００４６】

この結果は、Ｂ１ブロックとＢ２～Ｂ４の３ブロックとが電気的に並列接続されていることに起因する。図７は、この様子を示した回路図である。図７において、７０１は光照射されているＢ１ブロックであり、７０２は暗状態にあるＢ２～Ｂ４の３ブロックに相当する。ここで、７１０はＢ１ブロックに照射する光であり、７２０は電圧・電流特性の測定機につながる端子である。勿論、Ｂ１ブロック７０１とＢ２～Ｂ４の３ブロック７０２は電気的回路の説明上分けたのであって外見上は１つの太陽電池である。従って、外部から測定できる特性は、Ｂ１ブロックの電流値に、Ｂ２～Ｂ４の３ブロックの電流値を加えた

ものになる。
【００４７】
（光照射したブロックが完全に切り離された状態に相当する明特性）
以下では、「B1明,B2,B3,B4暗特性」～「B4明,B1,B2,B3暗特性」の４つの電圧・電流特性と、全てのブロックを暗状態として得られた暗特性から、各ブロックが完全に切り離された状態に相当する電圧・電流特性を計算する方法を述べる。
【００４８】
まず、図４の曲線Ａに示した暗特性は４ブロック分の暗特性なので、すべての電圧における電流値を３／４にした曲線Ｂを求める。この曲線Ｂは、３ブロック分の暗特性を示す曲線である。
【００４９】
この曲線Ｂを改めて図８に描いたものが図８の曲線Ｄである。そして、「B1明,B2,B3,B4暗特性」の曲線を改めて図８に描いたものが図８の曲線Ｐである。すでに述べたように、「B1明,B2,B3,B4暗特性」の曲線Ｐは、未知のＢ１ブロックのみを切り離した状態で測定した特性（以降「Ｂ１明特性」と略記する。以降同様に命名）に、３ブロック分の暗特性曲線Ｄを、各電圧時の電流値同士加えたものになっている。従って、「Ｂ１明特性」は、各電圧ごとに「B1明,B2,B3,B4暗特性」の電流値から、３ブロック分の暗特性の電流値を引いたものになる。この手続きによって得られた「Ｂ１明特性」を表す曲線が図８の曲線Ｌ１である。
【００５０】
（太陽電池の全面に光照射した場合の特性）
以下では、太陽電池全体の電圧・電流特性を求める方法を述べる。
【００５１】
上記の「Ｂ１明特性」を求めた方法をＢ２～Ｂ４の３ブロックにも適用して、「Ｂ２明特性」、「Ｂ３明特性」および「Ｂ４明特性」を求める。図８の曲線Ｌ２～Ｌ４はこれら３つの特性曲線である。曲線Ｌ１～Ｌ４は、面方向で特性の均一な太陽電池では同じ曲線となり図８のように重なるが、面方向で特性にムラのある場合には重ならない。
【００５２】
そして、４つの明特性を、同電圧時の電流同士加えたものが最終的に求めたい太陽電池の全面に光照射した場合の特性（図７の曲線Ｌ）である。
【００５３】
以上説明したように、太陽電池に対して部分的に光照射したときの特性および暗特性から、太陽電池全面に光照射した時の特性を求めることができる。そして、曲線Ｌにおける電圧と電流の積の最大値を求めることによって、太陽電池全面に光照射した場合の出力がえられる。実際には、上述した同電圧時の電流値同士を加減算などを行う作業はコンピュータ処理が好適に用いられる。
【００５４】
一般的、太陽電池に面方向のムラがある場合には、上述したように各ブロックごとの明特性を各々求めた後で加算する必要がある。これに対して、太陽電池の特性の面方向のムラが事実上無視し得る場合、あるいは求める出力の精度がそれ程重要でない場合には、例えば「Ｂ１明特性」の電流値を４倍したものを簡易的に全面光照射時の特性と見なしても構わない。この場合にはブロックＢ１として太陽電池の例えば中央１カ所のみを測定すれば良い。
【００５５】
（太陽電池のブロック分割方法）
上述した考え方を拡張し、例えば太陽電池を９カ所のブロックに分けて考えて３カ所のブロックのみ明特性を求め、その結果をもとに全面光照射時の特性を計算する等の簡略化を必要に応じておこなっても良い。
【００５６】
なお、上記計算の手順では各ブロックごとに明特性を一度算出した後、各明特性を加算す

る方法をとったが、計算自体は種々の変形が可能である。例えば計算の手順として、各ブロックの明特性を算出する前に、「B1明,B2,B3,B4暗特性」～「B4明,B1,B2,B3暗特性」の４つの電圧・電流特性をまず加算し、その後４ブロック分の暗特性の電流値を３倍した特性を差し引いても良く、この場合の方が計算量を軽減できる。

【００５７】

また、上記説明では、太陽電池受光面の面積を光照射面の４倍という整数値にしたが、この比率は任意であって必ずしも整数値でなくとも良い。この場合の例を図９に示す。

【００５８】

図９は、太陽電池受光面を６ブロックに分割して考えて測定する場合の分割例を示す模式図である。図９において、９０１は太陽電池、９０２はマスクである。また、Ｂ１～Ｂ６は分割して考えるブロックを示す。この場合ブロックＢ１，Ｂ２，Ｂ４，Ｂ５の面積はマスクの切り抜き面積、すなわち光照射面積と同じであるが、ブロックＢ３，Ｂ６は異なっている。しかし、この場合も光照射面積の中で太陽電池が存在する箇所のみを改めて有効光照射面積と考えて計算を行えば良い。

【００５９】

（太陽電池が有する電気的な直列抵抗成分の補正）

上述した方法により、太陽電池の一部分に光照射したときの明特性と、暗特性とから全面光照射特性を求めることできるが、更に厳密な結果を求めたい場合には以下に示す補正を施すことが望ましい。

【００６０】

太陽電池には電気的な直列抵抗成分が存在する。図１０は、この状態を示す等価回路である。図１０において、１００１は直列抵抗成分のない理想的な太陽電池、１００２は直列抵抗成分、１００３は特性測定用ケーブルである。

【００６１】

図２に示した太陽電池２０１は、直列抵抗成分のない理想的な太陽電池１００１と直列抵抗成分１００２から構成されている。従って、図２の電圧・電流特性の測定機で計測された電圧は、理想的な太陽電池１００１の出力電圧から、その時直列抵抗成分１００２流れる電流による電位降下を差し引いた電圧である。

【００６２】

一方、本発明に係る太陽電池特性の測定方法において、計算の元となる特性は同電圧において暗特性、明特性等ですべての電流値が異なっている。しかし、光照射の状況に応じて実際に特性が変化しているのは、直列抵抗成分のない理想的な太陽電池１００１であるから、厳密には各々の特性を直列抵抗成分の補正を入れて考える必要がある。

【００６３】

具体的には、暗特性と太陽電池の一部にのみ光照射した時の特性から、直列抵抗成分１００２による電位降下を差し引いた特性を算出する。実際の計算としては、電圧・電流特性を構成する各ポイントごとの電圧値に、その時の電流値と直列抵抗成分の積を加えたものを、改めてその点の電圧値とする。図１１は、この直列抵抗成分の補正処理を示すグラフである。

【００６４】

図１１において、曲線Ｄは暗特性を、曲線Ｄ′は直列抵抗成分による電位降下を補正した後の暗特性を示す。また、曲線Ｐは太陽電池の一部にのみ光照射した時の明特性であり、曲線Ｐ′は曲線Ｐに対して直列抵抗成分による電位降下を補正した後の明特性である。そして、補正後の暗特性を示す曲線Ｄ′と太陽電池の一部にのみ光照射した時の明特性を示す曲線Ｐ′とから求めたものが、全面照射したときの特性を示す曲線Ｌ′である。さらに、曲線Ｌ′を電圧計（図２-２０５に相当）で実測可能な特性としたものが、改めて直列抵抗成分による電位降下をつけ加えた（逆補正した）ものが曲線Ｌである。

【００６５】

上記手順によって得られた曲線Ｌが、実際に外部で測定できる特性となる。内部抵抗成分による電圧降下の補正は厳密に全面光照射時の出力を求めたい場合には必要であるが、そ

の為の計算量が増大するという問題もあり、精度を要求しない場合には必ずしも行わなくとも良い。

【００６６】

また、直列抵抗成分は例えば太陽電池を形成する透明電極、下地電極等の直列抵抗の要因を足し合わせたものと定義しても良いし、あるいは各々の特性を示す曲線の傾きから直列抵抗性成分を求めて適用しても良い。

【００６７】

【実施例】

以下に実施例をあげて本発明をより詳細に説明するが、本発明がこれら実施例に限定されることはない。

【００６８】

（実施例１）

本例では、１０ｃｍ角の太陽電池の暗特性と、１０ｃｍ角の太陽電池における中央部５ｃｍ角にのみ光照射して測定した明特性とを用い、次に示す計算を行って太陽電池の全面が光照射されたときの特性を求めた。すなわち、１０ｃｍ角太陽電池の特性は面方向には均一であると仮定し、光照射部は１カ所のみとした。

【００６９】

太陽電池特性の測定には図１の装置を、光源１０１としては大きさが１５ｃｍ角、有効照射面積が２２５ｃｍ^{2}のものを用いた。マスク１０２は外径が２０ｃｍ角で、中心部に５ｃｍ角の光透過部となる切り欠きを有する。太陽電池１０４としては、１０ｃｍ角のトリプル構造アモルファス・シリコン太陽電池を用いた。

【００７０】

太陽電池１０４を試料台１０５に載置して、上述した本発明に係る方法によって太陽電池特性を求めた。表１にその結果を示した。

【００７１】

（実施例２）

本例では、１０ｃｍ角の太陽電池を５ｃｍ角ごとの４つのブロックに分け、各ブロックごとに特性の測定を行い、次に太陽電池の特性に面方向のムラがあるという前提で、各ブロックの特性を把握した後に全ブロックの特性を足しあわせて全面光照射時の特性を求めた点が実施例１と異なる。

【００７２】

他の点は、実施例１と同様とした。

本例の方法によって得られた結果は、表１に示した。

【００７３】

（実施例３）

本例では、太陽電池の内部抵抗成分による電位降下を補正し、太陽電池の全面が光照射されたときの特性を求めた点が実施例２と異なる。

【００７４】

他の点は、実施例２と同様とした。

本例の方法によって得られた結果は、表１に示した。

【００７５】

（比較例）

本例では、太陽電池特性を測定する際に図１のマスク１０２を用いず、１０ｃｍ角の太陽電池全面に光照射する状態で特性の測定をした点が実施例１と異なる。　すなわち、本例の方法は、太陽電池の受光面全面に光照射して測定する従来の測定方法に相当する。

【００７６】

他の点は、実施例１と同様とした。

本例の方法によって得られた結果は、表１に示した。

【００７７】

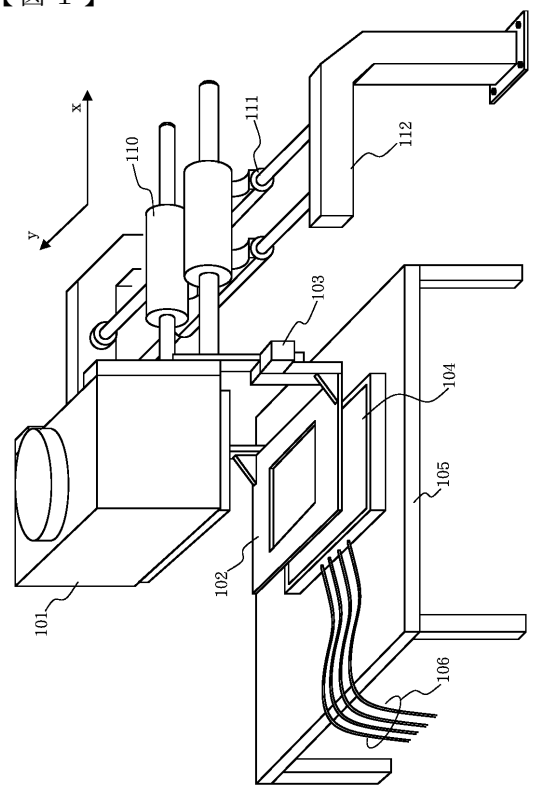
【表１】

	最大出力（W）	開放電圧（V）	短絡電流（A）
実施例１	０．８１５	２．０６	０．５９１
実施例２	０．８０４	２．０６	０．５７８
実施例３	０．７８７	２．０４	０．５７８
比較例	０．７８８	２．０４	０．５７６

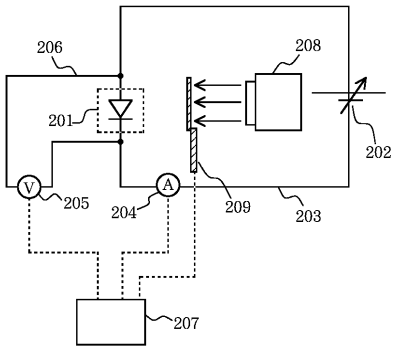
【００７８】
表１は、上述した各実施例と比較例において得られた太陽電池特性の結果である。表１から、次に示すことが分かった。
【００７９】
（ａ）実施例１は、比較例に対して最大出力で３．４％程度、開放電圧で０．０２Ｖ大きい。
（ｂ）実施例２は、比較例に対して最大出力で２％程度大きい。また、短絡電流は比較例の短絡電流とほぼ等しい。この短絡電流の結果は、太陽電池特性の面方向の特性ムラが計算結果に反映されたためと判断できる。
（ｃ）実施例３は、最大出力、開放電圧、短絡電流のいずれの値も比較例と良く一致した。この結果は、太陽電池の内部抵抗成分による電位降下を補正した効果と考えられる。
【００８０】
以上の結果から、本発明に係る太陽電池特性の測定方法を用いることにより、光源より大きな面積を有する太陽電池においても、太陽電池特性が正確に測定できることが分かった。
【００８１】
なお、実施例１～３及び比較例では１０ｃｍ角という比較的小さな太陽電池を試料として用いたが、これは比較例において従来の太陽電池特性の測定方法を実施して、本発明に係る太陽電池特性の測定方法を用いた場合の結果との整合性を検証するためである。
【００８２】
【発明の効果】
以上説明したように、本発明によれば、対応する有効照射面積を持つ光源の確保が困難な大面積の太陽電池の特性を、太陽電池の面積より小さな照射面積の光源を用いて測定することが可能となる。
【００８３】
また、光源を小型化することにより、太陽電池特性の測定装置に要する費用の削減が可能となり、その結果太陽電池自体の生産コストを引き下げることができるため、安価な太陽電池の供給が可能となる。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明に係る太陽電池特性の測定方法を実施する装置の一例を示す斜視図である。
【図２】本発明に係る太陽電池特性の測定方法を実施する装置の一例を示す模式図である。
【図３】本発明に係る太陽電池の電圧・電流特性の一例を示すグラフである。

【図４】本発明に係る太陽電池の暗状態における電圧・電流特性（暗特性）の一例を示すグラフである。
【図５】太陽電池の受光面を４ブロックに分割して考えて測定する場合の模式図である。
【図６】太陽電池の１ブロックにのみ光照射し、他ブロックが暗状態における電圧・電流特性を示すグラフである。
【図７】光照射部と暗部の電気的接続状態を示した回路図である。
【図８】本発明に係る太陽電池特性の測定方法における計算過程を示すグラフである。
【図９】太陽電池の受光面を６ブロックに分割して考えて測定する場合の分割例を示す模式図である。
【図１０】太陽電池に電気的な直列抵抗成分が存在する状態を示す等価回路である。
【図１１】本発明に係る太陽電池特性の測定方法における計算過程に、内部抵抗成分による直流抵抗の補正を加えた場合を示すグラフである。
【符号の説明】
１０１　光源、
１０２　マスク、
１０３　上下動装置、
１０４　太陽電池、
１０５　試料台、
１０６　ケーブル、
１１０、１１１　駆動部、
１１２　架台、
２０１　被測定体である太陽電池、
２０２　直流電源、
２０３　電流ケーブル、
２０４　電流計、
２０５　電圧計、
２０６　電圧ケーブル、
２０７　コンピュータ、
２０８　光源、
２０９　シャッター、
５０１　太陽電池、
５０２　マスク、
７０１　太陽電池の光照射部、
７０２　太陽電池の暗部、
７２０　端子、
９０１　太陽電池、
９０２　マスク、
１００１　直列抵抗成分のない理想的な太陽電池、
１００２　直列抵抗成分、
１００３　ケーブル。

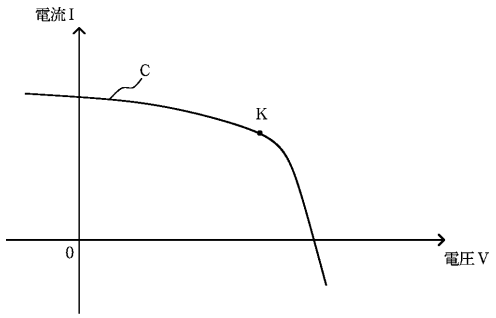
【図１】


x
y
110
111
112
103
104
105
102
101
106

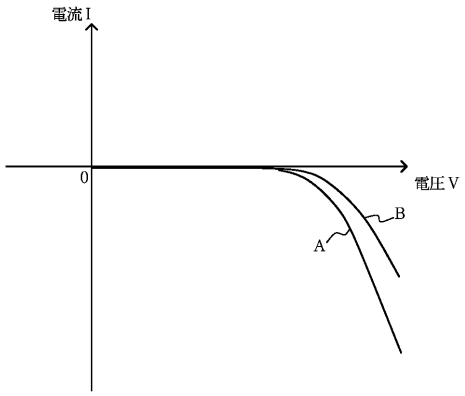
【図２】


206
208
201
202
V
205
A
204
209
203
207

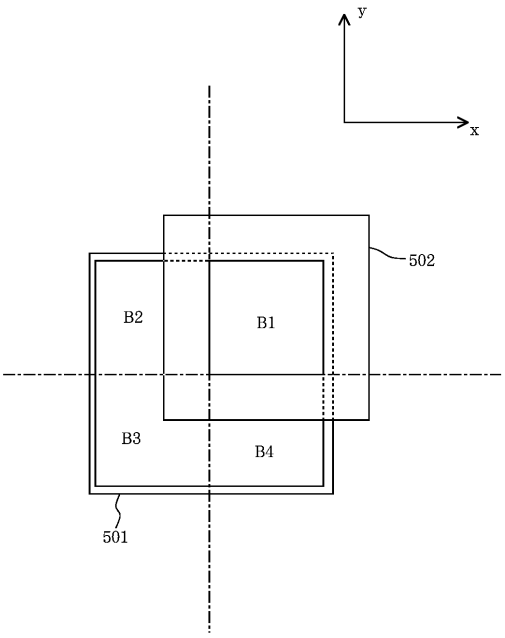
【図３】


電流Ｉ
C
K
0
電圧Ｖ

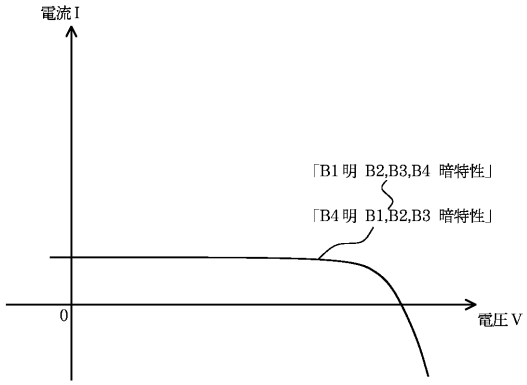
【図４】


電流Ｉ
0
電圧Ｖ
B
A

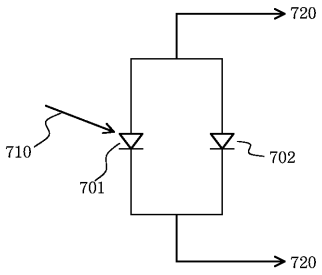
【図５】


y
x
502
B2
B1
B3
B4
501

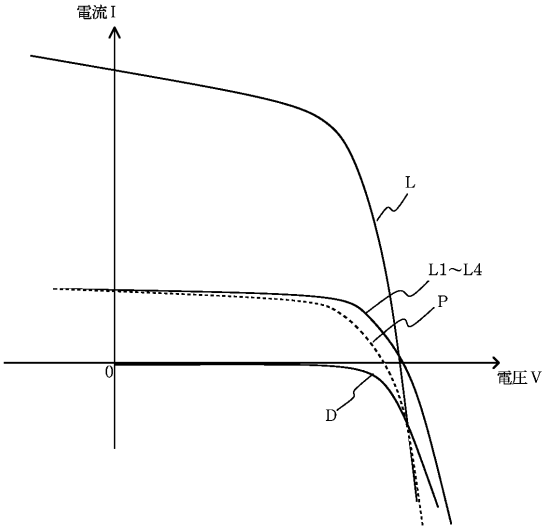
【図６】



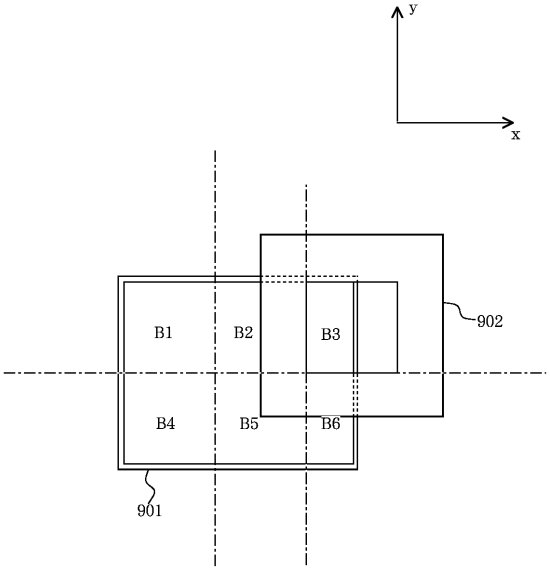
【図７】



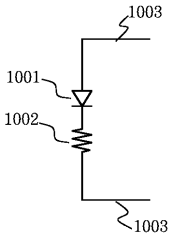
【図８】



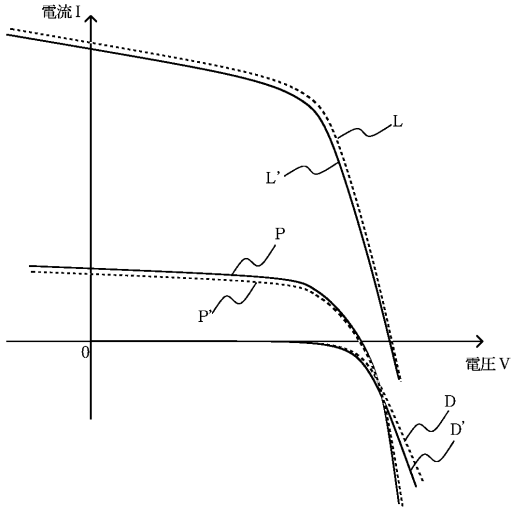
【図９】



【図１０】



【図１１】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平９－４３３０３（ＪＰ，Ａ）
特開昭５９－４０５８８（ＪＰ，Ａ）
米国特許第３６３０６２７（ＵＳ，Ａ）
特開平８－６４６５３（ＪＰ，Ａ）
実開昭５０－９７３７６（ＪＰ，Ｕ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
H01L 31/04-31/078
G01R 31/26