

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5376504号
(P5376504)

(45) 発行日 平成25年12月25日(2013.12.25)

(24) 登録日 平成25年10月4日(2013.10.4)

(51) Int.Cl. F 1
GO 1 W 1/12 (2006.01) GO 1 W 1/12 D

請求項の数 5 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2008-323006 (P2008-323006)	(73) 特許権者	304027349
(22) 出願日	平成20年12月18日(2008.12.18)		国立大学法人豊橋技術科学大学
(65) 公開番号	特開2010-145254 (P2010-145254A)		愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1
(43) 公開日	平成22年7月1日(2010.7.1)	(74) 代理人	100084342
審査請求日	平成23年12月9日(2011.12.9)		弁理士 三木 久巳
早期審査対象出願		(72) 発明者	桶 真一郎
			愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1 国立 大学法人豊橋技術科学大学内
		(72) 発明者	滝川 浩史
			愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1 国立 大学法人豊橋技術科学大学内
		(72) 発明者	杉山 智美
			愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1 国立 大学法人豊橋技術科学大学内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 日射計測装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

日射を計測すべき対象区画内に2個以上の光電変換センサモジュールを間隔を有して接続したセンサモジュール群を配置し、前記センサモジュール群を構成する光電変換センサモジュールは直列又は直並列に接続されていて、その両端に並列に接続された抵抗で構成され、前記抵抗の両端に発生する電圧が計測され、この電圧からオームの法則に基づき短絡電流値が得られ、前記短絡電流値が影に遮蔽されない1個の光電変換センサモジュールの短絡電流値又はその近くになるように前記抵抗の抵抗値が選定され、前記センサモジュール群の短絡電流により、又は前記短絡電流の変換量により前記日射を計測することを特徴とする日射計測装置。

【請求項2】

前記光電変換センサモジュールが、1つ以上の光電変換センサから構成される請求項1に記載の日射計測装置。

【請求項3】

前記光電変換センサが太陽電池、フォトダイオード、フォトトランジスタ、焦電素子又は光電セルの1種以上からなる請求項2に記載の日射計測装置。

【請求項4】

前記日射は、日射強度 (W/m^2)、照度 (lx)、光量子束密度 ($\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$)、太陽光依存性抵抗 ()、太陽光発電電力 (kW/m^2) 又は太陽熱集熱量 (kW/m^2) の1つ以上である請求項1~3のいずれかに記載の日射計測装置。

【請求項 5】

前記センサモジュール群の配置形式が、分散配置型及びノ又は集合配置型である請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の日射計測装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、太陽光の日射計測技術に関し、更に詳細には、気象及び夜間以外の要因によって一時的に影が発生する環境下における日射計測装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

日射を集光して日射エネルギーを利用する例としては、日射を多数の鏡面により一点に集光して、生じる高温により熱供給を行う太陽炉、広範囲に設置された多数の太陽電池により日射を集光して発電を行う太陽光発電装置、日射に照射された集熱器に水を導入して加熱することにより温水を得る太陽熱温水器、並びにガラスなどの透明部材により形成された建築物内に日射を受光して、前記建築物内の環境を制御する温室等が挙げられる。

【0003】

これらの日射エネルギー利用手段を使用する際には、注意すべき点が存在する。それは、日射は年中において一定ではなく、時刻、季節及び気象により変化することである。従って、常時に、日射強度を測定することにより、これらの日射エネルギー利用手段から得られる発熱量、発電量及び光量などを確認しなければならない。発熱量及びノ又は発電量が必要量より低下した場合には、他のエネルギー供給手段を作動させてエネルギーを補給するか、又は前記日射エネルギー利用手段に接続される装置類の使用を減少或いは停止する必要が生じる。

【0004】

例えば、太陽炉においては、日射が減少する際に、予備加熱機構を作動させるか、又は熱供給を停止しなければならない。又、太陽光発電装置においては、日射が減少する際には、電力を確保するために他の電力発生装置を併用するか、或いは前記太陽光発電装置に接続された前記電気装置の作動出力を低減するか、前記電気装置を完全に停止することが必要となる。更に、太陽熱温水器においては、日射が減少する際には、温水量を確保するために予備加熱機構を作動させるか、或いは温熱の供給を低減又は停止する必要がある。加えて、温室においては、日射が減少する際には、前記温室内において生育される植物が日射低下時における温度及び光量の低下に耐性を有さないものである場合には、前記温室内における温度及び照射量を確保するため、予備光源及び予備加熱機構を作動させる必要がある。

【0005】

これらの日射エネルギー利用手段に接続された装置を、全て手動で制御を行うことは、原理的には可能であるが、非工業的である。工業的有用性を付随させるためには、これらの装置の制御の自動化が不可欠である。この自動化を実現させるためには、日射計測装置により日射を測定し、測定された日射量を制御装置へ送信し、前記制御装置に予備装置類の作動及び前記日射エネルギー利用手段に接続された装置の作動出力の低下或いは作動の停止を行わせることが必要となる。換言すると、日射エネルギー利用手段の自動制御を行うためには、日射計測装置が不可欠となる。

【0006】

日射を計測するための計測装置に関しては、多くの提案事例があり、多種のセンサ、演算方法、および機器構成を採用することにより、多様な特徴を持たせている。

【0007】

たとえば、特開平 8 - 3 2 7 1 4 9 号公報（特許文献 1）においては、日射センサやタイマを組み合わせることで、自動的に夜を検出することを可能としている。又、特開 2 0 0 4 - 0 4 5 2 5 9 号公報（特許文献 2）においては、光検出器が検出する照射光の受光強度を、所定の補正演算式を用いることにより、光検出器の受光面に垂直な方向の受光強

10

20

30

40

50

度に補正して日照・日射に関する気象量を測定することが記載されている。更に、特開平05-066153号公報(特許文献3)においては、魚眼レンズにより集光を行うことにより、直射及び散乱日射光を測定することが記載されている。その他、非特許文献としては、桶真一郎、松崎洋三、福重直行、見目喜重、滝川浩史、榊原建樹：「Siフォトダイオード型直達日射計の試作とその性能評価」、太陽エネルギー、Vol.32, No.3, pp.49-55(2006)(非特許文献1)においては、センサとしてSiフォトダイオードを用いることにより、従来の熱電対を用いる場合よりも、日射変動に対して高速に応答することが可能な日射計が提案されている。

【特許文献1】特開平8-327149号公報

【特許文献2】特開2004-045259号公報

10

【特許文献3】特開平05-066153号公報

【非特許文献1】桶真一郎、松崎洋三、福重直行、見目喜重、滝川浩史、榊原建樹：「Siフォトダイオード型直達日射計の試作とその性能評価」、太陽エネルギー、Vol.32, No.3, pp.49-55(2006)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかし、これまでに提案された日射計測装置は、いずれも重大な欠点を有していた。それは、なんらかの原因によって発生した一時的且つ過渡的な影が受光部の一部あるいは全部を遮蔽すると、前記装置が曇天又は夜間と誤判断して、誤作動を生じる可能性が存在することである。

20

【0009】

日射エネルギー利用手段の周辺に建材、建築物又は運搬車等が存在すると、これらに由来する一時的且つ過渡的な影が、時間帯に応じてセンサを遮蔽してしまい、このセンサが計測する日射量が実際の日射量よりも低くなる。この影によるセンサの遮蔽は、前記日射エネルギー利用手段を建築物が周辺に全く存在しない土地に設置しない限り、回避が困難である。この影によるセンサの遮蔽により、制御装置が誤作動を起こしてしまい、エネルギーの浪費及び前記利用手段及び接続装置類の破損等の損害をもたらす。

【0010】

本発明者は、従来技術において、一時的且つ過渡的な影による影響を排除できる日射計測装置が存在するかどうかを検索したが、このような日射計測装置は一切発見できなかった。

30

【0011】

図21は、前記日射エネルギー利用手段として温室を使用した例において、従来の日射計測装置を使用した場合の、一時的且つ過渡的な影による影響を示す時間経過概要図である。図21に示されるように、もし電信柱1が温室2の付近にあれば、太陽3の相対的な移動により、或る時間において、電信柱の影4が光電変換センサモジュール4を遮蔽する可能性がある。この場合においては、実際に温室2内へ照射される日射と、光電変換センサモジュール5が計測する日射が相違することになる。影による光電変換センサモジュール5への光量の低下を、光電変換センサモジュール5が日射の低下として誤認するので、環境保持用の装置が誤作動してしまう。

40

【0012】

このような一時的且つ過渡的な影に由来する誤作動による重大な障害としては、エネルギーの浪費の他に、過度な照射及び温度上昇による栽培植物の商品価値の低下、果てには栽培植物の枯死等の大損害がある。従って、温室環境制御に用いられる日射計測装置は、雲の動きや時間経過に伴う太陽高度及び位置の変化による日射変動を検出すべきであり、建築物、建築物の骨組み、及び外部の建築物などによって発生する一時的且つ過渡的な影の影響による日射変動を検出すべきではない。

【0013】

日射計測装置を屋外に設置する場合には、上記のような一時的且つ過渡的な影が発生し

50

ない場所に設置することは可能である。しかし、温室など、屋内における日射状況の把握が重要な場合には、日射計測装置を屋内に設置する必要がある。従って、日射計測装置を設置できる場所が限定され、屋外の建築物などによる影を回避できなくなる可能性が生じる。更に温室の骨組み等の建材による影に遮蔽される可能性も生じる。

【0014】

図22は、光電変換センサモジュール5を温室2内に設置した場合における斜視図である。ここにおいては、温室2の屋内を、破断線20により可視化している。図22においては、光電変換センサモジュール5は、温室2内に設置された支柱21上に設置されているが、この他にも光電変換センサモジュール5を梁22上に設置する場合、及び光電変換センサモジュール5を屋根から針金により吊す場合などもある。何れの場合においても、
10 温室内の建材に由来する影による遮蔽を回避するのは困難である。温室2においては、梁22、格子23及び柱24などの建材が必然的に存在する。これらの建材はガラスなどの透明材質では構成できず、アルミ、木、鉄などの堅固な材質を必要とする。従って、建材が影を発生することは必然である。又、これらの建材は丸形、角形、H型及びL型などの数々の形状のものが混在されて使用されていて、更に前記建材上においてはネジ及びボルトなどの突起物が存在するので、発生する影の形状は不規則なものとなり、前記影による光電変換センサモジュール5の影の回避は一層困難なものとなる。

【0015】

上記においては温室を例として記述したが、他の日射エネルギー利用手段においても、
20 一時的且つ過渡的な影による周辺装置の誤作動は、無視できない障害及び損害をもたらす。

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明は、上記の課題を解決するために成されたものであり、本発明は、2つ以上の隔離された光電変換センサモジュールからなる光電変換センサモジュール群を備える。従って、1つ以上の光電変換センサモジュールが一時的且つ過渡的な影に遮蔽された場合においても、前記影が前記光電変換センサモジュール群の範囲より小さい場合には、少なくとも1つの光電変換センサモジュールが前記影を回避することができる。この前記影を回避した光電変換センサモジュールの計測値を優先的に測定することにより、前記影が存在しない場合と同程度の計測値を得ることができるので、前記影による影響を排除することができる。
30

【0017】

従って、本発明の第1の形態は、日射を計測すべき対象区画内に2個以上の光電変換センサモジュールを接続したセンサモジュール群を配置し、前記センサモジュール群に気象及び夜間以外の要因に起因した影が発生した場合に少なくとも1個の光電変換センサモジュールに前記影が生じないように前記センサモジュール群を構成した日射計測装置である。

【0018】

本発明の第2の形態は、第1の形態において、前記センサモジュール群を構成する光電変換センサモジュールは直列に接続されていて、前記センサモジュール群の短絡電流により、又は前記短絡電流の変換量により前記日射を計測する日射計測装置である。
40

【0019】

本発明の第3の形態は、第1又は2の形態において、前記光電変換センサモジュールが、1つ以上の光電変換センサから構成される日射計測装置である。

【0020】

本発明の第4の形態は、第3の形態において、前記光電変換センサが太陽電池、フォトダイオード、フォトトランジスタ、焦電素子又は光導電セルの1種以上からなる日射計測装置である。

【0021】

本発明の第5の形態は、第1～4の形態のいずれかにおいて、前記日射は、日射強度(

10

20

30

40

50

W/m²)、照度 (lx)、光量子束密度 (μmol · m⁻² · s⁻¹)、太陽光依存性抵抗 ()、太陽光発電電力 (kW/m²) 又は太陽熱集熱量 (kW/m²) の 1 つ以上である日射計測装置である。

【 0 0 2 2 】

本発明の第 6 の形態は、第 1 ~ 5 の形態のいずれかにおいて、前記センサモジュール群の配置形式が、分散配置型及び / 又は集合配置型である日射計測装置である。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 3 】

本発明の第 1 の形態によれば、2 個以上の光電変換センサモジュールを使用するので、気象及び夜間以外の要因に起因した影により 1 個の光電変換センサモジュールが遮蔽された場合においても、残る 1 個以上の光電変換センサモジュールにより日射を検知でき、従って影の有無に依存されずに、実際の日射を探知できる。従って、影による誤作動を生じることが無く、確実な日射エネルギー利用手段の自動制御を行うことができる。

10

【 0 0 2 4 】

ここにおける光電変換センサとは、個々の光電変換素子を指し、例えば、太陽電池、フォトダイオード、フォトトランジスタ、焦電素子又は光導電セルなどが具体例として列挙される。

【 0 0 2 5 】

光電変換センサモジュールは、1 個の光電変換センサを用いるか、或いは複数の光電変換センサを並列及び / 又は直列接続することにより形成される。光電変換センサが複数存在する場合は、これらの光電変換センサが相互に近接し、且つ電気接続されていることにより光電変換センサモジュールとなる。光電変換モジュールは前記日射エネルギー利用手段上の 1 点に存在すると見なされ、前記 1 点における日射を計測する。光電変換センサ 1 個のみでも光電変換センサモジュールとして機能する。しかし、複数の光電変換センサを近接させて電気接続することにより、日射測定 of 感度などが向上する利点を得られる。

20

【 0 0 2 6 】

光電変換センサモジュール群を形成するには、上記光電変換センサモジュール 2 個又はそれ以上を電気接続することが必要である。この光電変換センサモジュール群においては、センサモジュール 1 個が一時的且つ過渡的な影により遮蔽されても、残る 1 個以上のセンサモジュールが前記影により遮蔽されない必要がある。従って、少なくとも 1 個のセンサモジュールが前記影を回避するためには、前記センサモジュールは相互に十分な間隔を有する必要があり、1 点に集中してはならない。

30

【 0 0 2 7 】

気象及び夜間に起因した影は、前記日射エネルギー利用手段を全て遮蔽する。この影は、前記センサモジュールも遮蔽するが、この遮蔽されたセンサモジュールが計測する日射量は前記日射エネルギー利用手段に照射する日射量と同様である。従って、気象及び夜間に起因した影は、測定される日射量の誤測を生じることはない。

【 0 0 2 8 】

その反面、気象及び夜間に起因しない影とは、建築物及び運搬車などに由来する一時的且つ過渡的な影であり、この影は前記日射エネルギー利用手段よりも小さいので、前記利用手段の一部しか遮蔽しない。従って、前記影が前記センサモジュールを遮蔽しても、前記利用手段を完全に遮蔽しないので、計測値が実際の日射量より低下する。従って、気象及び夜間に起因しない影は、計測される日射量の誤測を生じる。この誤測を防止するために、複数の光電変換センサモジュールが必要となる。

40

【 0 0 2 9 】

本発明の日射計測装置は、日射を計測するための計測装置であって、2 つ以上の光電変換センサモジュールで構成されており、計測装置の出力する計測値が、計測装置の一部分に発生する一時的且つ過渡的な影の影響によって変動しないようにできる点が、従来装置よりも優れている。

【 0 0 3 0 】

50

本発明の第2の形態によれば、光電変換センサモジュールが直列に接続され、光電変換センサモジュール群の短絡電流を利用して日射を計測するので、複雑な回路を使用せずに、一時的且つ過渡的な影により遮蔽されていないセンサモジュールからの信号を実際の日射を示すものとして検知できる。この特性は、光電変換センサとして太陽電池を使用する際に、最も有用である。

【0031】

光電変換センサモジュールとして太陽電池を使用する際には、太陽電池を直列に接続して光電変換センサモジュール群である太陽電池群を形成し、それぞれの太陽電池と並列にバイパスダイオードを接続する。太陽電池は定電流源であるので、太陽電池群全体に一樣に日射が照射されている場合、太陽電池群の短絡電流は個々の太陽電池の短絡電流と等しい。影などによって太陽電池群を形成する一部の太陽電池が遮蔽された場合、遮蔽された太陽電池の短絡電流は他の太陽電池の短絡電流よりも低下する。しかし、バイパスダイオードが接続されているため、太陽電池群の短絡電流は、遮蔽された太陽電池の短絡電流低下の影響を受けず、短絡電流が最大である太陽電池の短絡電流値をとる。従って、太陽電池がそれぞれ一時的且つ過渡的な影により発電量が低下しても、太陽電池群によって得られる短絡電流値は前記影に遮蔽されない太陽電池の短絡電流値となるので、一時的且つ過渡的な影に影響されない日射計測装置を作成できる。

10

【0032】

短絡電流とは、並列に抵抗を接続して、太陽電池或いは太陽電池群の両極を短絡することにより得られる電流である。この短絡電流値は、前記抵抗の抵抗値が十分低ければ、前記太陽電池或いは前記太陽電池群から得られる電流値と同様である。従って、前記太陽電池群から短絡電流値を得ることにより、一時的且つ過渡的な影に影響されずに日射量を計測することができる。

20

【0033】

太陽電池で構成されたセンサモジュール及びセンサモジュール群の出力は、その両端に接続した抵抗の両端に発生する電圧を計測することにより、オームの法則に基づき、短絡電流値を得る。このとき、用いられる抵抗値を、太陽電池で構成されたセンサモジュールの動作点が短絡電流値近くになるように選定することが好ましい。

【0034】

前記太陽電池群から直接得られる物理量は、電流であり、即ち太陽電池発電電力である。しかし、日射などの光照射は、日射強度、照度、および光量子束密度などの物理量で表示されることが慣例である。従って、前記電流を慣用性がより高い物理量に変換する必要が生じる。この太陽電池群から直接得られる物理量を変換した物理量に変換量である。

30

【0035】

センサモジュール群から出力される電流値 i_{sc} を日射 I に換算するためには、式(1)を使用する。

$$I = K \cdot i_{sc} \quad (1)$$

【0036】

上式における変換係数 K は、使用する太陽電池の種類および計測対象とする日射の種類(日射強度、照度、および光量子束密度)に応じて、事前に定めておくことが好ましい。

40

【0037】

上式に基づいて電流値を計測値に変換する際には、日射計測装置内部に設置される変換器を用いるか、あるいは、日射計測装置外部に接続される変換装置を用いることが好ましい。

【0038】

本発明の第3の形態によれば、光電変換センサモジュールが、1つ以上の光電変換センサから構成されるので、1つの光電変換センサの特性が低すぎる場合において、1つ以上のセンサを組み合わせることで光電変換センサモジュールとすることにより、得られる特性を高めることができる。

【0039】

50

ここにおける光電変換センサとは、個々の光電変換素子を指し、例えば、太陽電池、フォトダイオード、フォトトランジスタ、焦電素子又は光導電セルなどを示す。

【0040】

光電変換センサモジュールは、1個の光電変換センサを用いるか、或いは複数の光電変換センサを並列及び/又は直列接続することにより形成される。光電変換センサが複数存在する場合は、これらの光電変換センサが相互に近接し、且つ電気接続されていることにより光電変換センサモジュールとなる。光電変換モジュールは前記日射エネルギー利用手段上の1点に存在すると見なされ、前記1点における日射を計測する。

【0041】

光電変換センサ1個のみでも光電変換センサモジュールとして機能する。しかし、複数の光電変換センサを近接させて電気接続することにより、日射測定 of 感度などが向上する利点を得られる。例えば、起電力の弱い太陽電池しか入手できず、各個の太陽電池から得られる電流が実用に耐えられないほど低い場合、これらの太陽電池を並列に接続することにより、実用に十分な電流を得ることができる。

10

【0042】

本発明の第4の形態によれば、光電変換センサとして、太陽電池、フォトダイオード、フォトトランジスタ、焦電素子又は光導電セルの1種以上を使用できるので、センサの入手の容易性及び使用時に要求される特性に応じて、光電変換センサを任意に選択し、光電変換センサモジュール群の設計に柔軟性を与えることができる。

【0043】

20

前記太陽電池としては、単結晶シリコン型太陽電池、多結晶シリコン型太陽電池、微結晶シリコン型太陽電池、アモルファスシリコン型太陽電池、薄膜シリコン型太陽電池、ハイブリッド型(HIT型)太陽電池、多接合型太陽電池、球状シリコン型太陽電池、GaAs系太陽電池、CIS系太陽電池、CZTS太陽電池、CdTe-CdS系太陽電池、InP系太陽電池、SiGe系太陽電池、Ge太陽電池、ZnO/CuAlO₂太陽電池(透明太陽電池)、色素増感太陽電池、有機薄膜太陽電池及び量子ドット型太陽電池等を使用できる。

【0044】

前記フォトダイオードとしては、シリコンフォトダイオード、ゲルマニウムフォトダイオード、InGaAs系フォトダイオード、InP系フォトダイオード、PbS系フォトダイオード、ショットキーフォトダイオード及びアバランシェフォトダイオード等を使用できる。

30

【0045】

前記フォトトランジスタとしては、シリコンフォトトランジスタ、ゲルマニウムフォトトランジスタ、InGaAs系フォトトランジスタ及びInP系フォトトランジスタ等を使用できる。

【0046】

前記焦電素子としては、チタン酸ジルコン酸鉛焦電素子、直列内部接続型熱電堆及び並列内部接続型熱電堆等を使用できる。

【0047】

前記光導電セルとしては、CdS系光導電セル、CdSe系光導電セル、PbS系光導電セル、GeCu系光導電セル及びシリコン光導電セル等が使用できる。

40

【0048】

本発明の第5の形態によれば、日射を計測する手段として、日射強度、照度、光電子束密度、太陽光依存性抵抗、太陽光発電電力又は太陽熱集熱量の1つ以上を使用できるので、日射として測定できる物理量に柔軟性を持たせることができる。

【0049】

光電変換センサとして太陽電池を使用する場合は、太陽光発電電力が最適である。前記センサとしてフォトダイオード及び/又はフォトトランジスタを使用する場合は、太陽光発電電力或いは光電子束密度が最適である。前記センサとして焦電素子を使用する場合は、太陽熱集熱量が最適である。前記センサとして光導電セルを使用する場合は、太陽光依存性抵抗が最適である。日射強度及び照度は、これらのセンサにより直接に測定できない

50

が、日射量として広く認知されているので、前記測定量を換算して変換量を得ることにより、既に存在するデータとの比較を可能にする。

【0050】

本発明の第6の形態によれば、光電変換センサモジュール群の形態として、分散配置型及び/又は集合配置型を使用できるので、装備する建物の形状における利用可能な領域及び予想される影の形状等に応じて前記センサモジュール群の形状を設計できる。

【0051】

分散配置とは、光電変換センサモジュールが2 m以上の間隔を有する様に配置されることである。ここにおける間隔は、屋外における大きな建設物などによる影の影響を回避するために好適である。このような分散配置型は、一時的且つ過渡的な影の大小による影響を受けにくいという長所を有する。

10

【0052】

集合配置とは、半径2 mの範囲内に複数の光電変換センサモジュールが配置されることである。ここにおける半径は、屋内に存在する建材及び照明具などによる影の影響を回避するのに好適である。例としては、光電変換センサモジュールを碁盤目状に配置するマトリックス配置が挙げられる。前記光電変換センサモジュールが形成する形状が1面であり、1点ではないので、一時的且つ過渡的な影が十分小さい場合は、この影が光電変換センサモジュール群を全て遮蔽することはない。従って、前記センサモジュール群内の少なくとも1個の光電変換センサモジュールから正確且つ的確な日射量が得られる。このような集合配置型は、影が大きい場合には、センサモジュール群が完全に遮蔽されて使用できない反面、必要とする配線が短いので、建設費が低下し、且つ信頼性が向上する。

20

【0053】

温室の骨組み等によって発生する直線的な形状をした影を想定する場合、光電変換センサモジュール群にかかる影の最小幅を d_{s1} とすると、影の最小幅方向の延長線上に位置する最も離れた2つの光電変換センサモジュールの最小間隔 d が、上記 d_{s1} よりも大きい場合には、前記センサモジュール群内の少なくとも1個の光電変換センサモジュールから正確且つ的確な日射量が得られる。

【0054】

温室に使用される建材において最大の横幅を有する柱の d_{s1} が30 cmとすると、上記 d を最小30 cmとする必要がある。但し、柱による影の影響を回避することにより、格子による影のみを対象とする場合には、格子の d_{s1} が5 cmとすると、上記 d が最小5 cmとなる。即ち、格子による影の影響を回避するためには、光電変換センサモジュール間の間隔を最小5 cmとすることが望ましい。また、集合配置型の例として、例えば、縦50 mm×横50 mmの大きさの光電変換センサモジュール9枚を、30 mmの間隔で縦・横にそれぞれ3枚ずつ、同一平面上に配置する場合、センサモジュール群の大きさは縦210 mm×横210 mmとなり、縦方向・横方向ともに最大110 mmの幅の影の影響を回避することができる。また、縦20 mm×横80 mmの大きさの光電変換センサモジュール25枚を、縦は50 mmの間隔で、横は30 mmの間隔で、それぞれ5枚ずつ、同一平面上に配置する場合、センサモジュール群の大きさは縦300 mm×横520 mmとなり、縦方向は最大260 mmの幅の影の影響を回避することができ、横方向は最大360 mmの幅の影の影響を回避することができる。

30

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0055】

本発明における日射計測装置は、一時的且つ過渡的な影による影響を受けることなく、正確且つ的確な日射強度を測定することを目的にする。この目的を達成するため、直列及び/又はは並列に接続された1つ以上の太陽電池で構成される光電変換センサモジュールを使用し、2つ以上の前記光電変換センサモジュールを直列に接続し、短絡電流を測定できるように配線を行い、光電変換センサモジュール群を編成する。

【0056】

図1は2個以上の光電変換センサモジュール5、6及び7が分散設置されて形成された

50

光電変換センサモジュール群の一時的且つ過渡的な影による影響を示す時間経過概要図であり、図 2 1 との比較図でもある。電信柱 1 による影が太陽 3 に依存して移動し、或る時間帯において電信柱 1 による影が光電変換センサモジュール 5 を遮蔽する。しかし、他の光電変換センサモジュール 6 及び 7 が同時に影により遮蔽されないので、正確且つ的確な日射を検知することができる。

【 0 0 5 7 】

図 1 における光電変換センサモジュール群は、光電変換センサモジュール 5、6 及び 7 が分散配置されることにより形成される。このような分散配置型は、一時的且つ過渡的な影の大小による影響を受け難いという長所を有する。

【 0 0 5 8 】

図 2 は、2 個以上の光電変換センサモジュール 5、6 及び 7 が集合配置されて形成された光電変換センサモジュール群の一時的且つ過渡的な影による影響を示す時間経過概要図である。このような集合配置型は、必要とする配線が短いので、建設費が低下し、且つ信頼性が向上するという長所を有する。

【 0 0 5 9 】

図 3 は、光電変換センサモジュール複数個が集合配置されて形成された光電変換センサモジュール群 3 0 を温室屋内に設置した場合における斜視図である。ここにおいては、温室 2 の屋内を、破断線 2 0 により可視化している。設置場所を適切に選択することにより、柱や梁などの極大な建材による影を回避することができるので、格子などの細身な建材による影による影響のみを考慮すれば良いことになる。もし格子の幅が 5 c m であれば、光電変換センサモジュール群 3 0 内の光電変換センサモジュールの間隔が最小 5 c m であれば良いことになる。上記したとおり、前記光電変換センサモジュールの間隔 d が対象とする建設物の幅 d_s よりも短ければ良い。

【 0 0 6 0 】

図 4 は、光電変換センサモジュール 8 内における光電変換センサ 9 の接続方法を示すブロック図である。複数の光電変換センサ 9 は、直列及びノ又は並列に接続されて、光電変換センサモジュール 8 を形成する。複数の光電変換センサ 9 をこのように接続することにより、得られる感度などを向上させることができる。但し、光電変換センサ 9 が一個で十分な特性を示す場合には、光電変換センサ 9 一個により光電変換センサモジュール 8 を形成することもできる。

【 0 0 6 1 】

図 5 は、本発明の日射計測装置の全体構造を示すブロック図である。本発明の日射計測装置 1 0 は、2 つ以上の光電変換センサモジュール 8 からなる光電変換センサモジュール群 1 1 とその両端に並列に接続された抵抗 1 2 で構成され、抵抗の両端に発生する電圧を、計測値として出力する。この電圧から、オームの法則に基づき、短絡電流値を得る。また、電圧値を日射強度、照度、および光量子束密度に変換する変換器を内蔵あるいは外部接続する。2 つ以上の前記センサモジュールのうち、少なくとも 2 つは直列に接続される。前記センサモジュールの両端に接続される抵抗の抵抗値は、全センサモジュールの短絡電流値を読み取れるよう、十分に小さい値とする。

【 0 0 6 2 】

図 6 は、光電変換センサモジュール群である太陽電池群において、直列接続された 2 個の光電変換センサモジュールである太陽電池の内 1 個を影が遮蔽することにより、電流 - 電圧特性曲線がどのように変化するかを示す概念図である。ここにおいては、太陽電池は 2 個両方ともバイパスダイオードを装備しているものと仮定する。

【 0 0 6 3 】

図 6 C は、2 個の太陽電池の内 1 個を影が完全に遮蔽する場合の電流 - 電圧特性曲線 1 5 である。この場合は、バイパスダイオードの抵抗による影響を除いて、1 個の太陽電池のみが存在する場合における電流 - 電圧特性曲線と差異はない。太陽電池は定電流電源として作動するので、電圧が或る数値まで上昇するまで、電流は殆ど変化しない。しかし、電圧が一定以上になると、電流が急速に低下する。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 4 】

図 6 A は、2 個の太陽電池が何れにも影により遮蔽されない場合の電流 - 電圧特性曲線 1 3 である。先に記述したように、太陽電池は定電流電源として作動するので、太陽電池が 2 個直列に接続されても、電流は変化しない。しかし、電流が急速に低下するまでの電圧が、太陽電池が 1 個の場合と比べて 2 倍になる。

【 0 0 6 5 】

図 6 B は、2 個の太陽電池の内 1 個を影が半分遮蔽する場合の電流 - 電圧特性曲線 1 4 である。この場合においては、一定の電圧までは、電流は殆ど変化しない。しかし、或る電圧まで上昇すると、電流は急速に半分に低下する。ここにおける電圧は、太陽電池が 1 個しかない場合において、電流が急速に低下する電圧とほぼ同様である。この段階における電流は、影により遮蔽された太陽電池の起電力に依存する。更に電圧が一定以上まで上昇すると、電流は急速に零に低下する。ここにおける電圧は、影により遮蔽されない太陽電池 2 個が直列接続された場合において、電流が急速に低下する電圧とほぼ同様である。

10

【 0 0 6 6 】

注目すべき点は、図 6 A ~ C の何れの場合も、短絡電流は変化しないことである。同一の抵抗値を有する抵抗を図 6 A ~ C に示される回路に並列に接続すると、抵抗の電流 - 電圧特性曲線 1 6 が、図 6 A ~ C 上で、同一の電流値及び電圧値において、電流 - 電圧特性曲線 1 3 ~ 1 5 と交差する。これらの交差点が、太陽電池群の動作点 1 7 ~ 1 9 である。1 個の太陽電池を遮蔽する影の状態に係わらず、影に遮蔽されていない太陽電池の起電力に由来する電流値が得られるので、太陽電池群における日射の最高値を検出できることになる。このような特性を得るためには、抵抗の電流 - 電圧特性曲線 1 6 の傾斜が十分に大きいことが必要であり、この為には、前記抵抗の抵抗値が十分に低いことが要求される。

20

【 0 0 6 7 】

ここにおいては、太陽電池即ち光電変換センサモジュールは、全て同じ光起電特性即ち光応答特性を有するものと仮定している。しかし、光応答特性が異なる光電変換センサモジュールにより光電変換センサモジュール群が形成された場合には、電流 - 電圧特性曲線における予期が難しい不規則性などの不都合が生じるので、できるだけ光電変換センサモジュールの光応答特性を均一にすることが好ましい。

【 0 0 6 8 】

光電変換センサモジュール群を形成する光電変換センサモジュールの光応答特性が相互に異なっている場合には、前記光電変換センサモジュール及び/または光電変換センサモジュールを形成する光電変換センサのうち、光応答に対する応答が大きいものの一部を制御することにより、前記光電変換センサモジュール群を形成する全ての光電変換センサモジュールの光応答特性が同様になるようにする。

30

【 0 0 6 9 】

前記制御の方法としては、例えば、紙、粘着テープ、金属板、プラスチック板、インク、粘土などによる個々のモジュールの物理的遮断、及び電気回路による個々のモジュールの電氣的制御などが具体例として列挙される。

【 0 0 7 0 】

[実施例 1 : 影に一部遮蔽された光電変換センサモジュール群]

40

単結晶シリコン型太陽電池 1 個を光電変換センサ且つ光電変換センサモジュールとし、これらの太陽電池 3 個を直列に接続して光電変換センサモジュール群を作成した。これらの太陽電池の内、1 個は面積の 1 / 4 を遮蔽し、1 個は面積の 1 / 2 を遮蔽し、残る 1 個は未遮蔽とした。

【 0 0 7 1 】

図 7 は、複数の単結晶シリコン型太陽電池が直列接続された太陽電池モジュールの一部に影が発生している場合の電流 - 電圧特性である。このとき、短絡電流値は 0.55A であり、変化しない。これは、太陽電池が等価的に定電流源で表されるからである。したがって、電圧が十分に低い動作点において電流を測定すれば、一時的且つ過渡的な影が発生していても、あたかも前記影が発生していないかのような電流値が得られる。例えば、並列抵

50

抗を18にした場合、作動電圧が10Vとなり、作動電流が短絡電流と同じ値の0.55Aとなるので、影により変動しない作動電流が得られる。

【0072】

又、日射強度の強弱の、光電変換センサモジュール群への影響について実験を行った。本実験におけるそれぞれの日射強度において、起電力の異なる単結晶シリコン型太陽電池群を使用したので、短絡電流と日射強度は、比例関係とはならなかった。本実験は、日射強度の強弱にも係わらずに、本発明が有用であるかどうかを調査するために実行したものである。

【0073】

図8は、日射強度が0.73 kW/m²である場合における影の影響を示す電流 - 電圧特性図である。上のプロットから順に、影無し(A)、影有り(B)である。日射強度が0.73 kW/m²の場合においては、短絡電流が3.3Aであり、電流が急激に低下する電圧が約4.2Vである。従って、並列抵抗を1.3以下にすることにより、一時的な影に影響されない作動電流が得られる。

10

【0074】

図9は、日射強度が0.68 kW/m²である場合における影の影響を示す電流 - 電圧特性図である。上のプロットから順に、影無し(A)、影有り(B)である。日射強度が0.68 kW/m²の場合においては、短絡電流が2.4Aであり、電流が急激に低下する電圧が約3.2Vである。従って、並列抵抗を1.3以下にすることにより、一時的な影に影響されない作動電流が得られる。

20

【0075】

図10は、日射強度が0.5 kW/m²の場合における影の影響を示す電流 - 電圧特性図である。上のプロットから順に、影無し(A)、1/3影(B)、2/3影(C)である。又、影無しの場合の電流 - 電圧特性曲線(推定)(D)も含めている。日射強度が0.5 kW/m²の場合においては、短絡電流が3.4Aであり、電流が急激に低下する電圧が約3Vである。従って、並列抵抗を0.9以下とすることにより、一時的な影に影響されない作動電流が得られる。

【0076】

このように、本発明は、日射強度の変動にも係わらず、一時的な影に影響されずに、測定日射が最大である光電変換センサモジュールからの日射量を、正しい日射量として探知できる。従って、直列接続された太陽電池から短絡電流を得れば、常に太陽電池群の内の最高値を得られるので、一時的且つ過渡的な影に影響されずに、常に的確な日射量を検知できる。

30

【0077】

[実施例2：太陽電池の短絡電流と日射強度の線形関係]

正確な日射を測定するためには、一時的且つ過渡的な影による短絡電流の無影響だけでは不十分であり、前記短絡電流と日射強度が明確に対応することが必要である。より好ましくは、式(1)の使用が可能となるために、前記短絡電流と前記日射強度が線形関係を有することである。

【0078】

本実施例においては、数種類の太陽電池による短絡電流を測定し、同時に熱電堆を使用して日射強度を測定し、これらの数値の関連性を評価した。

40

【0079】

図11は、日射強度の変動がゆるやかな晴天日における日射強度系列図である。午前5時頃から正午に至るまでの日射強度の上昇及び正午から午後7時(19時)頃に至るまでの日射強度の低下が順調に進行することが理解できる。

【0080】

図12~15は、晴天日における太陽電池の短絡電流値と日射強度との関係を示す相関グラフである。使用した太陽電池は、図12においては単結晶シリコン型であり、図13においては多結晶シリコン型であり、図14においてはアモルファスシリコン型であり、

50

図 15 においては、ハイブリッド型 (HIT 型) である。

【0081】

これらの図から、太陽電池の短絡電流値と日射強度との間には、線形な関係があることがわかる。したがって、太陽電池の短絡電流値を計測することにより、日射強度を算出することが可能である。

【0082】

図 16 は、日射強度が激しく変動した晴天・曇天日における日射強度系列図である。図 11 と比較して、日射強度の変化が急激且つ不規則であることが理解できる。

【0083】

図 17 ~ 20 は、晴天・曇天日における太陽電池の短絡電流値と日射強度との関係を示す相関グラフである。使用した太陽電池は、図 17 においては単結晶シリコン型であり、図 18 においては多結晶シリコン型であり、図 19 においてはアモルファスシリコン型であり、図 20 においては、ハイブリッド型 (HIT 型) である。

10

【0084】

これらの図から、日射強度が激しく変動した場合には、太陽電池の短絡電流値と日射強度との線形性が低下することがわかる。しかしながら、これは、日射強度を計測した日射計のセンサである熱電堆が熱電対で構成されているため、応答速度が遅く、実際の日射強度の激しい変化に追従していなかったからである。したがって、太陽電池を用いた日射計測は、日射強度が激しく変動した晴天・曇天日にも適用できる。

【0085】

20

本実施例におけるデータからも理解できるように、太陽電池の短絡電流と日射強度の関係は、天候には関係なく、日中における全範囲内において線形であり、従って式 (1) を用いて短絡電流から日射強度を計算することは非常に容易である。この為、太陽電池を日射強度の測定に容易に使用でき、測定から得られた数値を有用に温室管理などに応用できる。

【産業上の利用可能性】

【0086】

日射エネルギー利用手段における電力・熱需要の推測・予測のためには、日射計測が不可欠である。よって、園芸農業など、温室を利用した農業においては、温室内の日射状況を把握することが不可欠である。

30

【0087】

本日射計測装置は、使用するセンサが太陽電池であるので安価であり、普及が期待できる。また、温室内の日射状況を把握する際に問題となる温室建材及び外部建築物の一時的且つ過渡的な影の影響も受けない。

【0088】

また、本日射計測装置は気象・エネルギー分野において重要な指標である日射強度、環境・建築分野において重要な指標である照度、農業分野において重要な指標である光量子束密度を計測することができるので、これらの各分野における利用が期待される。

【図面の簡単な説明】

【0089】

40

【図 1】2 個以上の光電変換センサモジュール 5、6 及び 7 が分散設置されて形成された光電変換センサモジュール群の影による影響を示す時間経過概要図である。

【図 2】2 個以上の光電変換センサモジュール 5、6 及び 7 が集合配置されて形成された光電変換センサモジュール群の影による影響を示す時間経過概要図である。

【図 3】光電変換センサモジュール複数個が集合配置されて形成された光電変換センサモジュール群を温室屋内に設置した場合における斜視図である。

【図 4】光電変換センサモジュール内における光電変換センサの接続方法を示すブロック図である。

【図 5】本発明の日射計測装置の全体構成を示すブロック図である。

【図 6】光電変換センサモジュール群である太陽電池群において、直列接続された 2 個の

50

太陽電池の内 1 個に影が遮蔽することによる、電流 - 電圧特性曲線の変化を示す概念図である。

【図 7】実施例 1 において、3 個の単結晶シリコン型太陽電池が直列接続された太陽電池モジュールの電流 - 電圧特性図である。

【図 8】実施例 1 において、日射強度が 0.73 kW/m^2 である場合における影の影響を示す電流 - 電圧特性図である。

【図 9】実施例 1 において、日射強度が 0.68 kW/m^2 である場合における影の影響を示す電流 - 電圧特性図である。

【図 10】実施例 1 において、日射強度が 0.5 kW/m^2 の場合における影の影響を示す電流 - 電圧特性図である。

10

【図 11】実施例 2 における、日射強度の変動がゆるやかな晴天日の日射強度時系列例である。

【図 12】実施例 2 における、日射強度の変動がゆるやかな晴天日の単結晶シリコン型太陽電池の短絡電流値と日射強度との相関グラフである。

【図 13】実施例 2 における、日射強度の変動がゆるやかな晴天日の多結晶シリコン型太陽電池の短絡電流値と日射強度との相関グラフである。

【図 14】実施例 2 における、日射強度の変動がゆるやかな晴天日のアモルファスシリコン型太陽電池の短絡電流値と日射強度との相関グラフである。

【図 15】実施例 2 における、日射強度の変動がゆるやかな晴天日のハイブリッド型 (HIT 型) 太陽電池の短絡電流値と日射強度との相関グラフである。

20

【図 16】実施例 2 における、日射強度が激しく変動した晴天・曇天日の日射強度時系列例である。

【図 17】実施例 2 における、日射強度が激しく変動した晴天・曇天日の単結晶シリコン型太陽電池の短絡電流値と日射強度との相関グラフである。

【図 18】実施例 2 における、日射強度が激しく変動した晴天・曇天日の多結晶シリコン型太陽電池の短絡電流値と日射強度との相関グラフである。

【図 19】実施例 2 における、日射強度が激しく変動した晴天・曇天日のアモルファスシリコン型太陽電池の短絡電流値と日射強度との相関グラフである。

【図 20】実施例 2 における、日射強度が激しく変動した晴天・曇天日のハイブリッド型 (HIT 型) 太陽電池の短絡電流値と日射強度との相関グラフである。

30

【図 21】従来の日射計測装置において、影による影響を示す時間経過概要図である。

【図 22】光電変換センサモジュールを温室内に設置した場合における斜視図である。

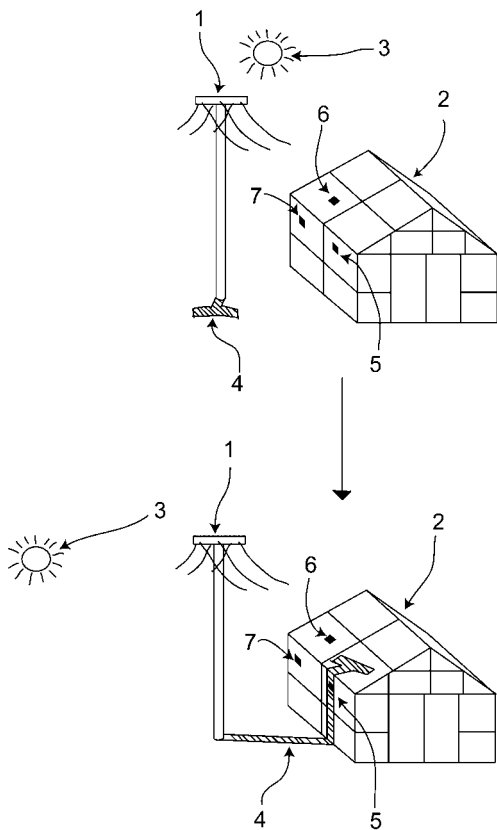
【符号の説明】

【0090】

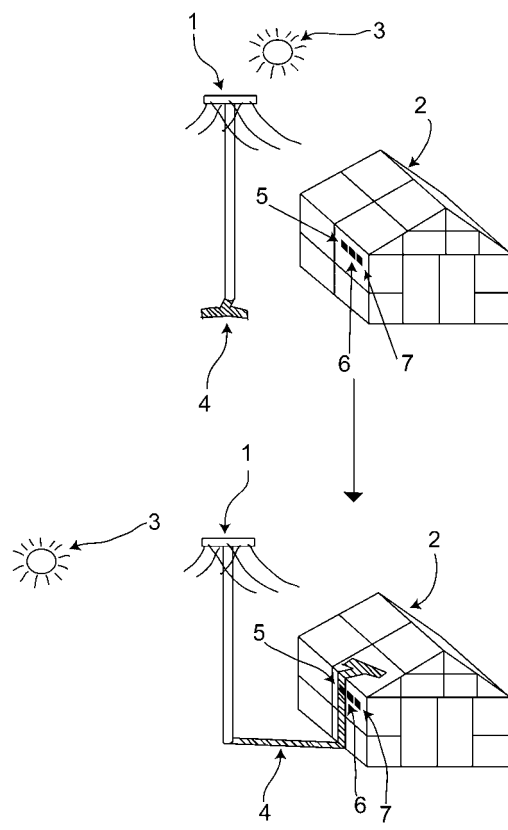
- | | | |
|----|---------------------------------|----|
| 1 | 電信柱 | |
| 2 | 温室 | |
| 3 | 太陽 | |
| 4 | 電信柱の影 | |
| 5 | 光電変換センサモジュール | |
| 6 | 光電変換センサモジュール | 40 |
| 7 | 光電変換センサモジュール | |
| 8 | 光電変換センサモジュール | |
| 9 | 光電変換センサ | |
| 10 | 日射計測装置 | |
| 11 | 光電変換センサモジュール群 | |
| 12 | 抵抗 | |
| 13 | 直列接続された太陽電池の電流 - 電圧特性曲線 | |
| 14 | 1 個の太陽電池が半分遮蔽された場合の電流 - 電圧特性曲線 | |
| 15 | 1 個の太陽電池が完全に遮蔽された場合の電流 - 電圧特性曲線 | |
| 16 | 抵抗の電流 - 電圧特性曲線 | 50 |

- 1 7 直列接続された太陽電池及び抵抗の動作点
- 1 8 1 個の太陽電池が半分遮蔽された場合の動作点
- 1 9 1 個の太陽電池が完全に遮蔽された場合の動作点
- 2 0 破断線
- 2 1 支柱
- 2 2 梁
- 2 3 格子
- 2 4 柱
- 3 0 集合配置型の光電変換センサモジュール群

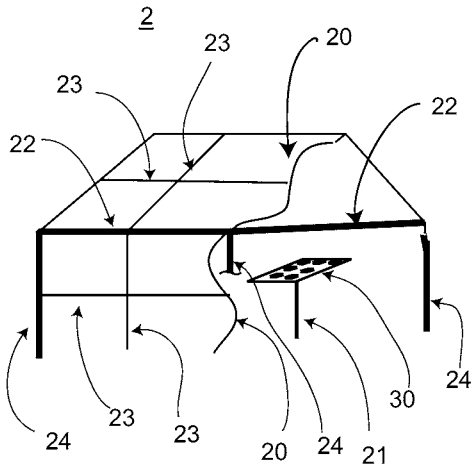
【 図 1 】



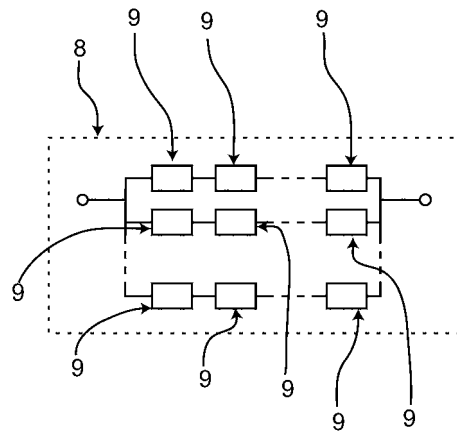
【 図 2 】



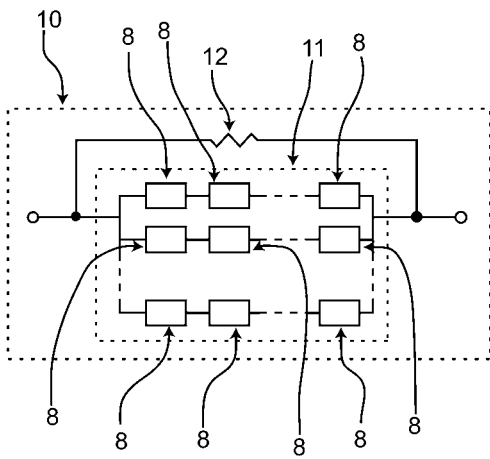
【図3】



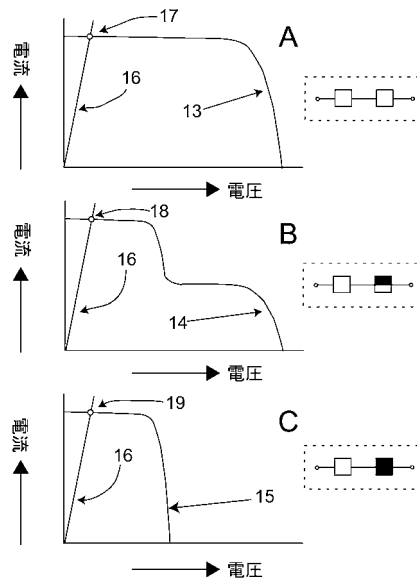
【図4】



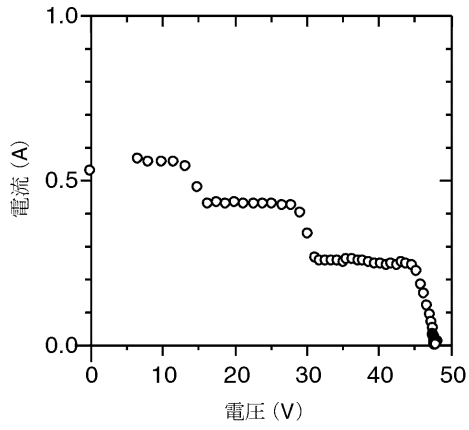
【図5】



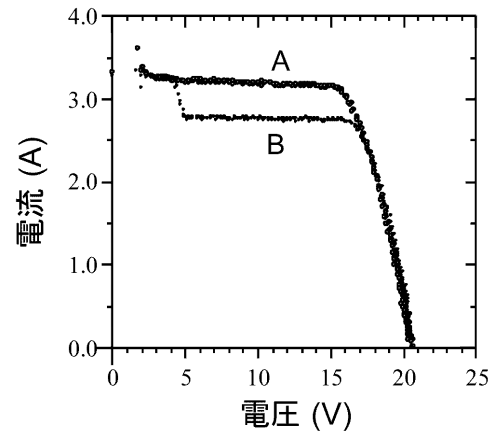
【図6】



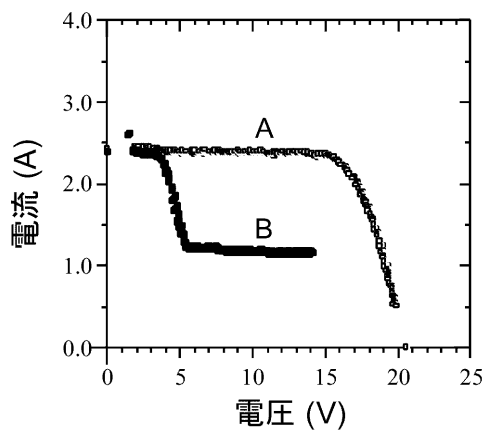
【 図 7 】



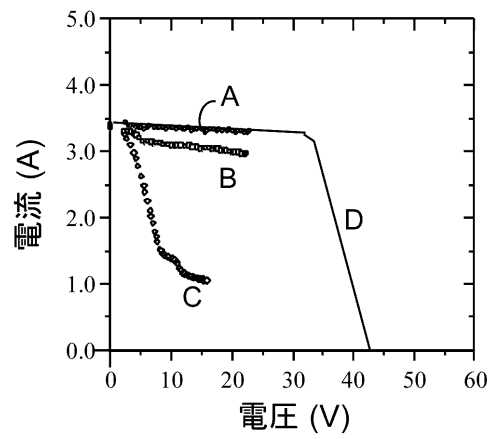
【 図 8 】



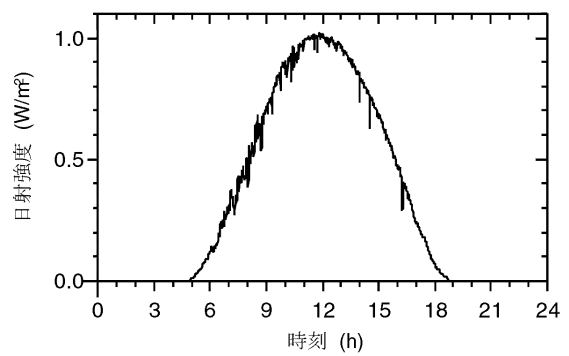
【 図 9 】



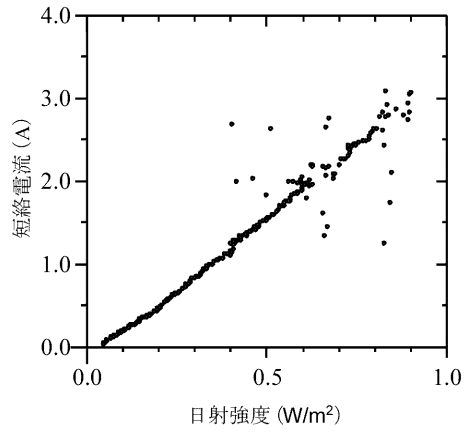
【 図 10 】



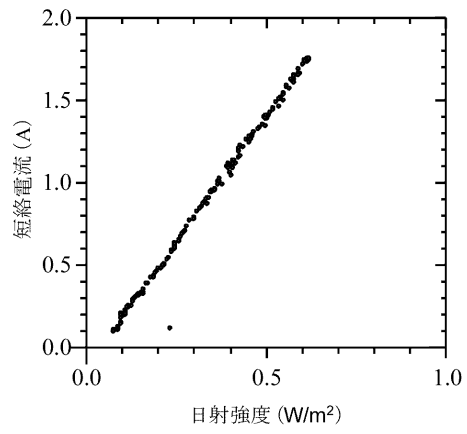
【 図 11 】



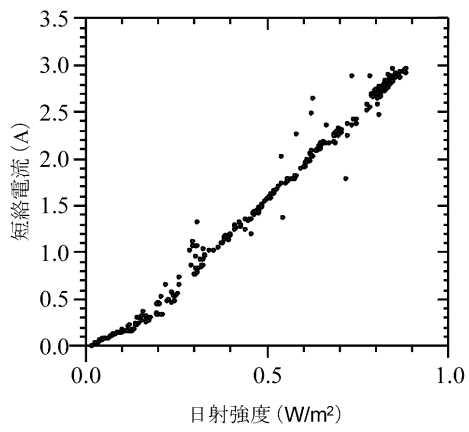
【 図 1 2 】



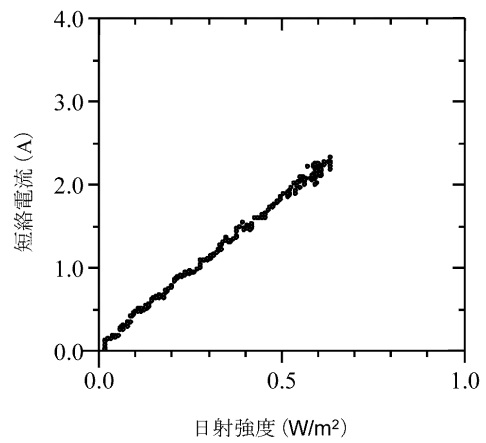
【 図 1 3 】



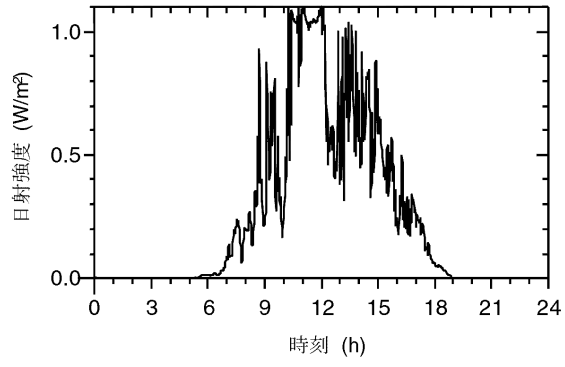
【 図 1 4 】



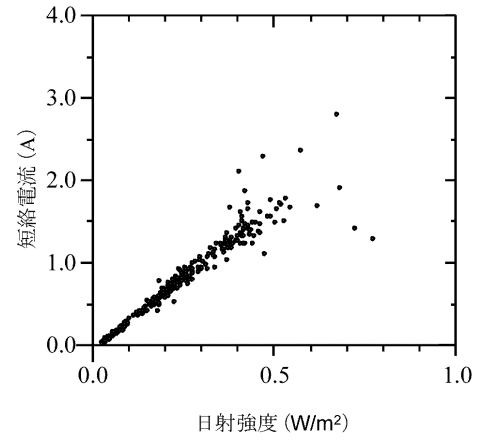
【 図 1 5 】



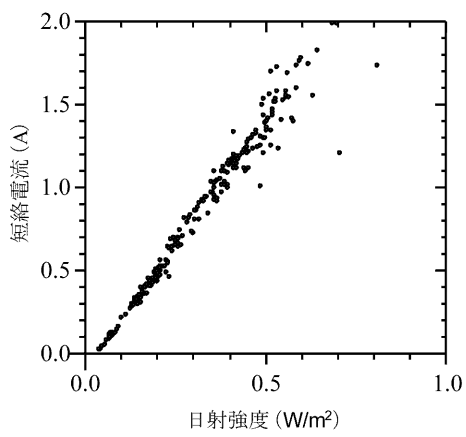
【 図 1 6 】



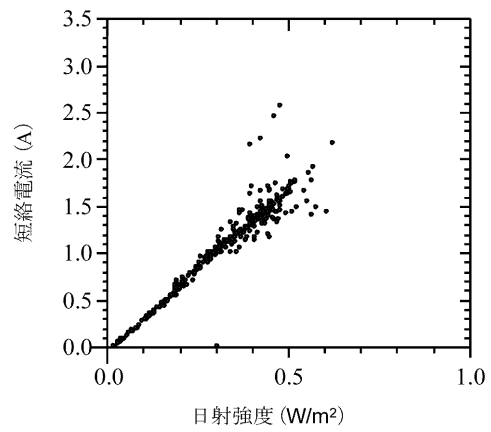
【 図 1 7 】



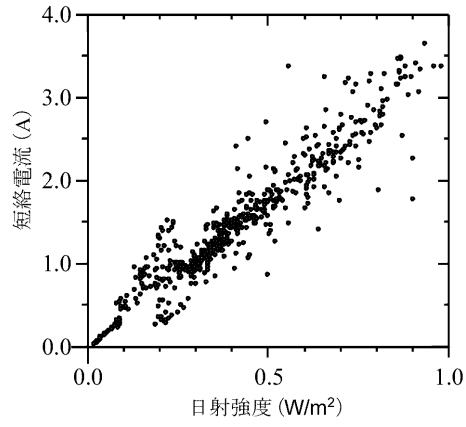
【 図 1 8 】



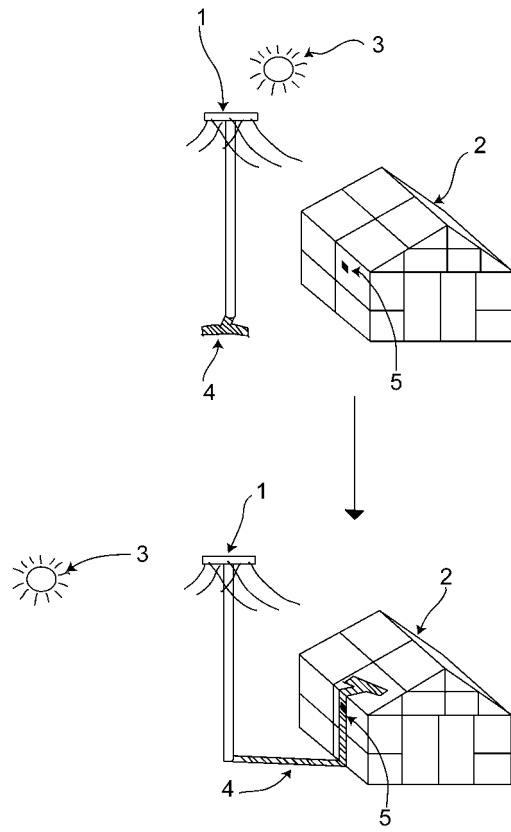
【 図 1 9 】



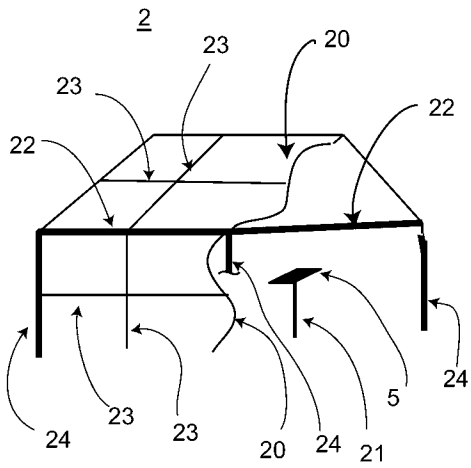
【図 20】



【図 21】



【図 22】



フロントページの続き

審査官 田中 秀直

- (56)参考文献 特開2005-077215(JP,A)
特開2008-298620(JP,A)
特開2008-014939(JP,A)
特開2007-003390(JP,A)
特開2008-224571(JP,A)
特開平60-100729(JP,A)
特開平07-174628(JP,A)
実開昭55-109880(JP,U)
実地応用のための気象観測技術, 1976年 5月15日, P. 86, 87

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01W 1/12
JSTPlus(JDreamIII)