



膜構造物用太陽電池とその応用

著者	松本 俊郎, 藤田 寿之, 河田 米栄, 多賀 正, 南 宏和, 多賀 正夫
引用	大阪府立工業高等専門学校研究紀要, 1990, 24, p.31-34
URL	http://doi.org/10.24729/00007871

膜構造物用太陽電池とその応用

松本俊郎*, 藤田寿之*, 河田米栄*, 多賀正**, 南宏和**, 多賀正夫***

A Solar Module Fixed to Membrane Structures and its Application

Toshiro MATSUMOTO*, Toshiyuki FUJITA*, Yoneei KAWATA*, Tadasi TAGA**
Hirokazu MINAMI**, Masao TAGA***

ABSTRACT

The purpose of this study is to approach the applicability of solar cell to membrane structure and to show example of the utility system. The membrane structure is made of the flexible materials and the module of solar cell on the market is comparatively heavy and rigid. The material of membrane will be damaged by wind, rain or snow when the modules had been fixed on the membrane structure. The cell is single crystal silicon solar cell, which is 1/4 circle of 50mm in radius. The optimum method for the reinforcement of cell and the performances of cell were described. When each cell was filled in the thin layer of FRP, the maximum electric power was obtained. The conversion efficiency was about 10%. The module was made of 34 cells and was covered with PVC film. A side of module was 500mm. As application of the membrane structure, the outdoor lighting system was developed. The storage battery of this system is charged by the solar cells. When the intensity of solar radiation was smaller than the constant voltage, a fluorescent light is put on.

Key Word: Solar Cell, Solar Module, Membrane Structure, Photovoltaic Performance

1. はじめに

近年太陽電池の製造技術の発展はめざましく、ポリエステルフィルム基板やステンレス基板上に太陽電池を形成することにより、フレキシブルな太陽電池モジュールが作成されるようになった。しかし大きな発電電力を太陽電池によって得るには、その必要とする面積が大きくなる。このような大面積を作成するための従来の建築方法では、コンクリートや鋼材を用いており、多くの建設日数と費用がかかっていた。ここではこの欠点を有しない新しい方法として、膜構造物にフレキシブルな太陽電池モジュールを取付けることにより発電機能を持たせることが考えられる。

膜構造物は限定された短期間内での利用や、砂漠・孤島等建築資材の運搬が困難な所での利用には大いに有用性が発揮される。一般に、膜構造物は、風や雪による圧力を受ける。すなわち柔軟な材料で作られている膜構造物は金属などに比較して大きく伸びる。現在商用太陽電池モジュールは金属基板上に設置されており、これを膜構造物に設定すると破損される危険性が大きい。従って、

膜構造物の動きに追従しうる太陽電池モジュールの作成が必要である。

そこで本研究では、膜構造物用に、雨、風及び紫外線から守る太陽電池保護材料及び太陽電池のモジュールを作成する方法の検討を行なった。太陽電池素子はシリコン学結晶でできたものを用い、半径50mmの円板を1/4にして取扱いやすくした。繊維強化プラスチック (FRP) で素子を包みこむことが最も太陽放射光に対し出力電力が大きく、低価格ですむことがわかった。変換効率を検討した結果約10%であった。この素子を34枚用いて導線によって接続し、それぞれをPVCフィルムで保護してフレキシブルに動くようにモジュールを作成した。さらに太陽電池モジュールを取り付けた膜構造物を組みこんだ太陽電池システム及びその応用例について述べた。太陽放射光は夜間や天候により得られない場合があるので、二次電源として蓄電池を用いることにし、屋外蛍光灯の点灯用電源及び制御コンピュータ電源とした。光センサーにより太陽放射光の強さを常にモニターし、あらかじめ設定された電圧以下になると蛍光灯が点灯するようになっており、これらの機能は、実際に作成されたシステムで確認された。

1990年4月9日受理

* 機械工学科 (Dept. of Mechanical Eng.)

** 太陽工業㈱ (Taiyo Kogyo Corp.)

*** 近畿大学理工学部 (Kinki Univ.)

2. 膜構造物用太陽電池のモジュール

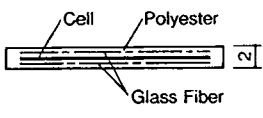
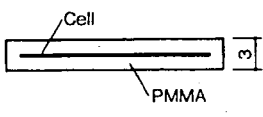
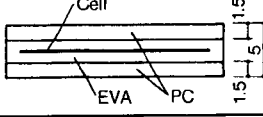
2.1 太陽電池保護材料

膜構造物は、風、雨あるいは雪によって曲げられたり動揺を受ける。商用の太陽電池モジュールは剛性を持たせるため金属基板上に設置され重量も比較的大きくなっており、このままで膜構造物に使用すると、それ自身が破れたりする危険性が高い。そのため、太陽電池素子そのものを保護する適切な材料を見いだすことが必要である。Table.1 に太陽電池保護材料の種類とその比較を行った結果を記す。

の厚みを有している。出力電圧の比較結果によると28°C、入射強度 100 mw/cm² のもとで得られたデータであるが、短絡電流 (Isc) は、PC + EVA の材料で最大値を示し、また開放電圧 (Voc) でも大きい値が得られた。他方、最大電力 (Pmax) はFRP の場合が最も大きくしかも価格的に最も安くつくことがわかった。従ってFRP を用いて太陽電池素子を保護することにした。

Fig.1 に FRP の場合の各種入射エネルギーに対する

Table.1 太陽電池素子保護材料の性能に関する比較

Material	Construction	Output			Cost
		Isc (mA)	Voc (mV)	Pmax (mW)	
Fiber Reinforced Plastics FRP		529	581	189	○
Poly Metyl Methacrylate PMMA		528	579	188	△
Poly Carbonate + Ethylene Vinyl Acetate PC + EVA		542	582	172	×

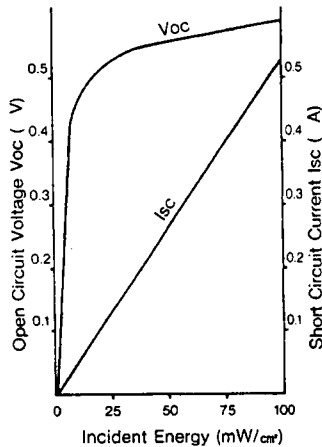


Fig.1 FRPで保護された太陽電池素子の発電特性

表1において繊維強化プラスチック (FRP) は厚さ 2mm でこの中に太陽電池素子が埋没されている。ポリメチルメタアクリレート (PMMA) は、厚さ 3mm でできており、最後のポリカーボネイトとエチレンビニールアセテート (PC + EVA) で構成されるセルは全体で 5mm

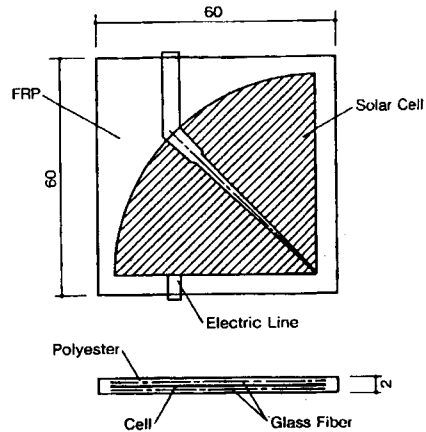


Fig.2 太陽電池素子の形状

開放電圧 Voc 及び短絡電流 Isc の測定結果を示す。図より Isc は、直線的に、Voc は指数関数的に増加することがわかる。エネルギー変換効率は約 10% であった。

Fig.2 に FRP で保護された太陽電池素子を示す。素子そのものは、シリコン単結晶でできており、半径 50mm の円板を 1/4 にして用いている (シャープ 株 NT122W) FRP

の形状は、1辺60mmの正方形で厚みは2mmを有しポリエステルでおおわれている、電極も同時に保護板によって固定されている。

2.2 太陽電池のモジュール

Fig. 3 は各FRPで保護された太陽電池をPVCフィルム内に入れ、全体で34枚をもって1モジュールとした様子を示す、各太陽電池素子間は電極導線によって接続されている、大きさは1辺500mmの正方形となっている。

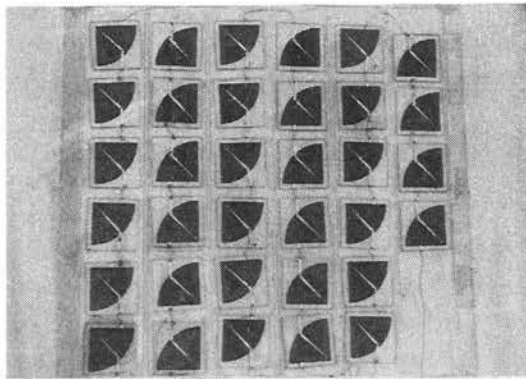


Fig. 3 太陽電池のモジュール

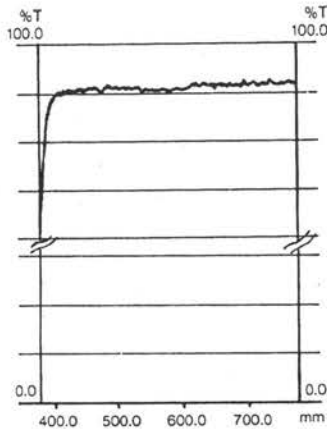


Fig. 4 PVCフィルムの分光透過率 (T)

Fig. 4 にPVC の透明被覆フィルムを分光計によって測定した場合の分光透過率を示す。図において、PVCフィルムは、波長400nmから780nmの範囲において、約90%の透過特性を有し紫外線の透過率は低いことがわかる。電極導線は膜構造物のねじりや動揺によってしわができ切断の危険性が予想されるので、しわに関する疲労度をMIT型試験機により実験した。1kgの張力をかけて、半径5mmのチャックで両端を固定した。実験結果は4000

回で切れた。しかし、実際上半径5mmに相当する曲げが膜構造物に生じることは稀であるのでこの構造で十分実用に耐えると判断される。

3. 太陽電池モジュールを有する膜構造物の発電システムへの応用

3.1 屋外照明システム

このシステムは商用電源のない地域において照明が必要な場合に有用である。概略図をFig. 5に、ブロック図をFig. 6に示す。蓄電池は太陽電池によってその電

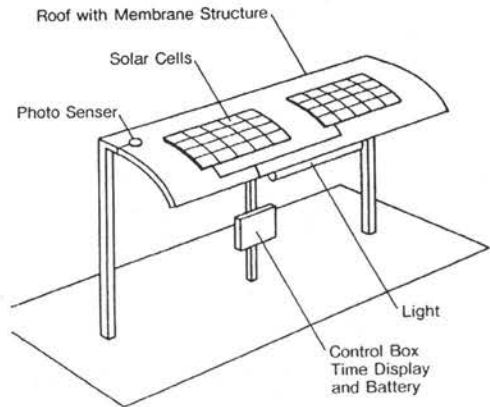


Fig. 5 屋外照明システムの概略図

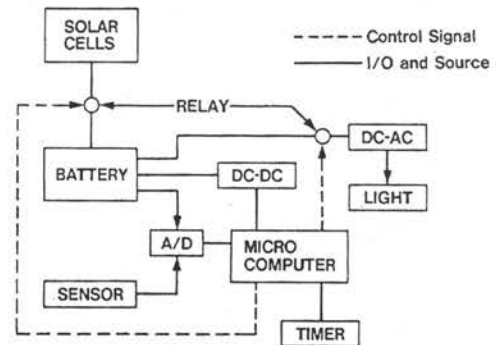


Fig. 6 屋外照明システムのブロック図

力が供給される。蓄電池の電圧はコンピュータによって測定され、定められた値を基準にして、太陽電池と蓄電池間のリレーをON/OFFしている。太陽の放射光強度は光センサーにより測定され一定値を越えると、照明光が消灯するようにリレーが作動される。逆に、夕方になったり、日中天候が悪化して光センサーの出力電圧が下がると、クレーが作動して照明光が点灯する。ここで負荷の電力消費量及び作動時間を定めて、照明光は、1日当たり6時間点灯するとして、3.6W、マイコンについ

ては、24時間、0.05 W、AD変換器については、24時間、0.02 Wとする。1時間当りの平均消費電力量は1.12 Wとなる。他方、このシステムを大阪のような1年間の日射時間が1796¹⁾のような場所に配置されたとすると、太陽電池1モジュールの出力は、6.4 Wとなり、3モジュールあれば上述の消費電力量をまかなえる太陽電池の基準発電量17.5 Wを達成できることがわかる。また、もし2日間にわたって日射量が得られなくてもこのシステムが作動するように蓄電池容量を検討すると、12 V、24 AHのものが適切であることがわかる。Fig. 7は、実際例を示しており太陽電池モジュールは膜構造物の屋根の上に設置されている。

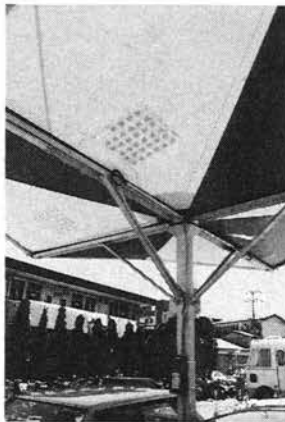


Fig. 7 屋外点灯システムの実例

3.2 可動型車庫上屋システム

これは、商用電源のない駐車場に長期間資材運搬用の台車を置いて雨や風から保護するためのもので、Fig. 8に全体構造を示す。車庫の屋根は、ジャバラ構造の膜で作成され(図ではカバーでおおわれている)モーターによって開閉が行なわれる。このモーターの電源として、蓄電池が用意され開閉によって消費された電力量を太陽電池モジュールによって補充するように作成されている。膜構造物は高さ2.5 m、幅3 m、長さ15 mの大きさである。

4. ま と め

膜構造物に発電機能を持たせて商用電源のない地域において短期間に少ない材料で必要な電力量を供給できる



Fig. 8 可動型車庫上屋システム

ように、太陽電池素子そのものの保護と太陽電池モジュールの作成法に関する研究を行なった。その結果、フレキシブルで膜構造物の動きによく追従し、しかも紫外線の透過を防ぎ、太陽電池素子を接続する導線の強度も十分なものを作成した。これらのシステムの実例を屋外点灯システム及び資材運搬用台車ジャバラ膜構造物の開閉システムについて示した。

謝辞 太陽電池の性能測定に協力いただいたシャープ㈱ならびに、太陽電池の保護膜の作成に協力いただいた三井デュボン㈱、樹脂加工㈱に感謝の意を表す。

参 考 文 献

- (1) 桑野幸徳, 太陽電池とその応用 (パワー社, 1985)