

ルミウォールの開発とその応用

Development and Application of Illuminating Solar Panel Lumiwall

三宮 仁 棚村 浩匡 立花 伸介 山下 勝也 古城 勝利
Hitoshi Sannomiya Hiromasa Tanamura Shinsuke Tachibana Katsuya Yamashita Katsutoshi Kojo

藤本 信二郎 小川 佳代子 野元 克彦 富田 孝司
Shinjiro Fujimoto Kayoko Ogawa Katsuhiko Nomoto Takashi Tomita

要 旨

太陽電池市場は急速に拡大しつつあるが、現在の主な用途は発電した電気を電力会社に売電することである。このような売電目的以外へのまったく新しい用途展開を図ったものがルミウォールである。太陽電池とLEDを組み合わせることで、発電と発光機能を一台のモジュールに集約化し、創エネルギーと省エネルギーという特長を併せ持つ次世代の照明システムを開発した。本稿ではルミウォールの機能、構造、システム、用途展開について述べる。

The solar cell market is expanding rapidly. The major use of a solar cell is selling the generated electricity to an electric power company. The Illuminating Solar Panel "Lumiwall", does not aim at sale of such generated electricity, but aims at a new use. By combining solar cell modules and LEDs, Lumiwall has realized the functions of power generation and luminescence in a module. Lumiwall is a next-generation lighting system with the features of energy creation and energy saving. This article reviews the function, the structure, the system, and the use of Lumiwall.

まえがき

近年、光を透過する機能を持った採光型太陽電池モジュールが、建築物のトップライト、キャノピー、窓といった部分に採用され始めているが、ルミウォールはこのような採光機能を一歩推し進め、発光機能を内蔵した次世代の機能性建材である。これまでの太陽電池が、光を電気に変える単一の機能を持つのに対し、ルミウォールは、昼の光を夜の光に変えるという新しいコンセプトの商品である。

ルミウォールの名称は、イルミネーションのルミから光るという機能を連想させ、ウォールは壁という意味から平面パネルであることを想起させることに由来しており、光る壁という意味になる。ウォールは単に壁という意味だけではなく、建材として用いられることもイメージさせる。これまでは単なるガラスであったエリアを、昼は発電と採光、夜は発光という機能を持たせることにより、新しい空間演出を実現するものである。以下にルミウォールの特長を示す。

①発電、採光、発光機能を1台のモジュールに集約化

- ②高輝度白色LEDをマトリクス上に配置した点光源・面発光パネル
- ③アモルファス太陽電池と比較して、出力が約50%アップした結晶薄膜シースルータンデム太陽電池を採用
- ④太陽電池とLEDを強化ガラスで挟み込んだ構造で、建材として使用可能な高強度設計
- ⑤標準サイズ以外にも建築物に合わせて対応可能な合わせガラス構造

上記の特長は機能的なものであるが、建材として用いられるためには、意匠的に優れたものであることも併せて要求される。電球や蛍光灯もガラスの中に発光体が封入されたものであるが、ルミウォールは外観上、ガラスと一体化した大型の平面発光体である。デザイン的には全面均一に光るバックライトのようなものではなく、点光源であるLEDの特色を生かし、多数を平面状に配列することにより面発光を実現している。ガラス素材の持つ透明感を生かしつつ、その内部に配置された数百個の高輝度白色LEDと太陽電池により、これまでにない斬新な外観を実現している。

1. ルミウォールの機能

ルミウォールは図 1-1、図 1-2に示すように、昼は発電と採光、夜は発光という機能を持っている。

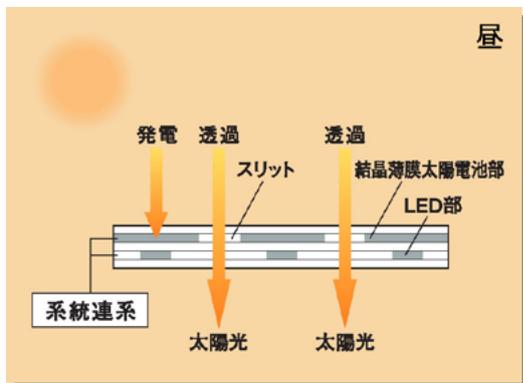


図 1-1 昼間の動作概念図

Fig.1-1 Schematic diagram of the operation at day.

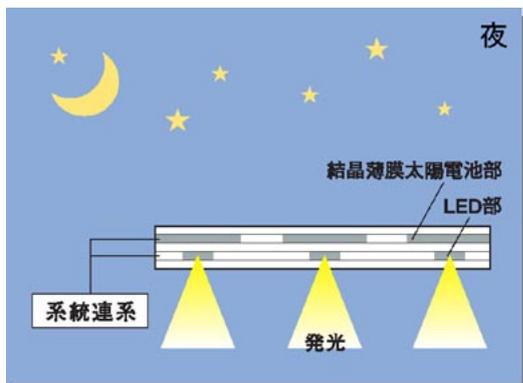


図 1-2 夜間の動作概念図

Fig.1-2 Schematic diagram of the operation at night.

図2の写真で右側が太陽電池面、左側が発光(LED)面である。太陽電池は従来のアモルファス太陽電池よりも出力が約50%アップした結晶薄膜シースルータンデムセルを使用している。この太陽電池の発電エリアのうち10%が加工により除去されており、光が太陽電池を透過する構造となっている。そのため昼間は図 1-1のように発電および採光という機能を持って



図2 ルミウォール外観写真

Fig.2 Appearance photograph of Lumiwall.

いる。発電した電気は系統連系によって売電され、夜間になると商用系統から電気を買電してLEDを発光させる。太陽電池の最大出力は35W、LEDの消費電力は14Wである。南向きの日当たりの良い場所に設置すれば、平均的には太陽電池が発電した電気約7時間の発光が可能である。

2. ルミウォールの構造

ルミウォールの構造を図3に示す。薄膜太陽電池とLEDが強化ガラスでサンドイッチされた構造になっている。ガラス、太陽電池、LEDはそれぞれ樹脂で接着、封止された構造となっており、長期間の屋外での使用に耐え、建材としての強度を持った合わせガラス構造である。基本サイズは、985mm×620mm×16mmであるが、面積、厚さ(強度)等をカスタマイズすることも可能である。

薄膜太陽電池部

薄膜太陽電池はアモルファスシリコン太陽電池と結晶薄膜太陽電池の積層構造となっており、従来のアモルファスシリコンタイプと比較すると、約50%の出力UPを実現している。出力が向上した理由は、結晶薄膜太陽電池ではアモルファスシリコン太陽電池が利用できなかった赤外領域の光を利用できるため、太陽光のエネルギーがより有効に利用できるようになったことによる。

また、シースルー(半透明)の外観を実現するために、薄膜太陽電池は光を透過する細かなスリットが設けられている。太陽電池の発電エリアに占めるスリットの割合を開口率と呼んでいるが、標準で10%である。スリットの幅が100ミクロン程度と非常に細くて多数設けられているために、少し離れたところから見れば全体が半透明であるかのように見える。

このようなシースルータイプの薄膜太陽電池は、従来のアモルファスシリコンでも可能であったが、変換効率が3~5%と低かったため、太陽電池としての性能が低すぎるという欠点があった。それに対し結晶薄膜タイプでは太陽電池エリアの効率が約7%と高く実用レベルの変換効率と言える。

LED部

LED部は透明な基板に、LEDをマトリクス状にほぼ等間隔で配列したものである。高輝度白色LEDは、青色LEDチップと蛍光体を用いて疑似白色を発光するものである。白色LEDは、①高輝度、②長寿命、③省エネルギー、④直流で発光、⑤サイズが小さい、⑥水銀を用いないなどの特長があり、次世代の光源として注目されている。現状では蛍光灯よりも発光効率が低く、コストも高いことから照明分野には限定的な使用しか

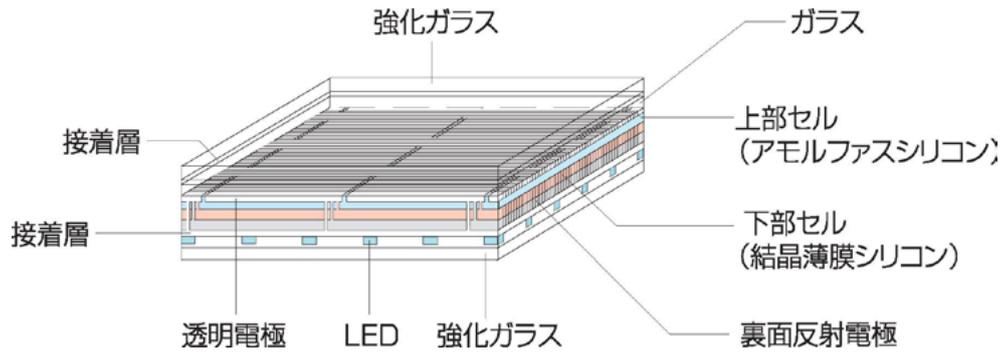


図3 ルミウォール構造概略図
Fig.3 Structural schematic diagram of Lumiwall.

されていないが、最近では携帯電話を始め、様々な用途で使用されるようになってきている。コストダウンも進んでおり、将来的には蛍光灯に変わる光源として期待されている。

ルミウォールは、太陽電池とLEDが図3に示したように1台のモジュールとなっているが、その中には蓄電池は含まれておらず、太陽電池部とLED部は電気的には完全に独立した構造となっている。LEDが発光したとき、ガラスと空気の界面で反射した光が損失となるが、LEDの裏面には薄膜太陽電池の高反射金属面があるので、再度発光面に光を戻すことが可能である。また、太陽電池はLED部分への直射日光を遮り、紫外線に対する保護機能の役割も果たしている。

3. ルミウォールのシステム

ルミウォールは住宅用の太陽光発電システムと同様に、系統連系システムを想定している。すなわち、昼間に発電した電気は電力会社に売電し、夜間の発光時は

逆に買電する仕組みである。このようなシステムとしたのは、ルミウォールを設置する場所として比較的大型の建築物、例えば駅、ホテル、アーケード、その他商業施設をターゲットとしたためであり、日没からある特定の時間まで必ず発光することが求められる場所を想定しているからである。

系統連系システムでは、発電した電気を直流から交流に変換するパワーコンディショナーという装置が必要であるが、容量の小さいものでも1.5kWなので、ルミウォールは最低40台程度の設置が必要となる

ルミウォールの簡単なシステム構成図を図4に示す。太陽電池で発電した電気はパワーコンディショナーを通して商用系統に接続されており、発光は商用系統からAC/DCコンバータを通してLEDに電気が供給される。

4. ルミウォールの応用展開

新しいマーケットとして拡大が期待されるBIPV

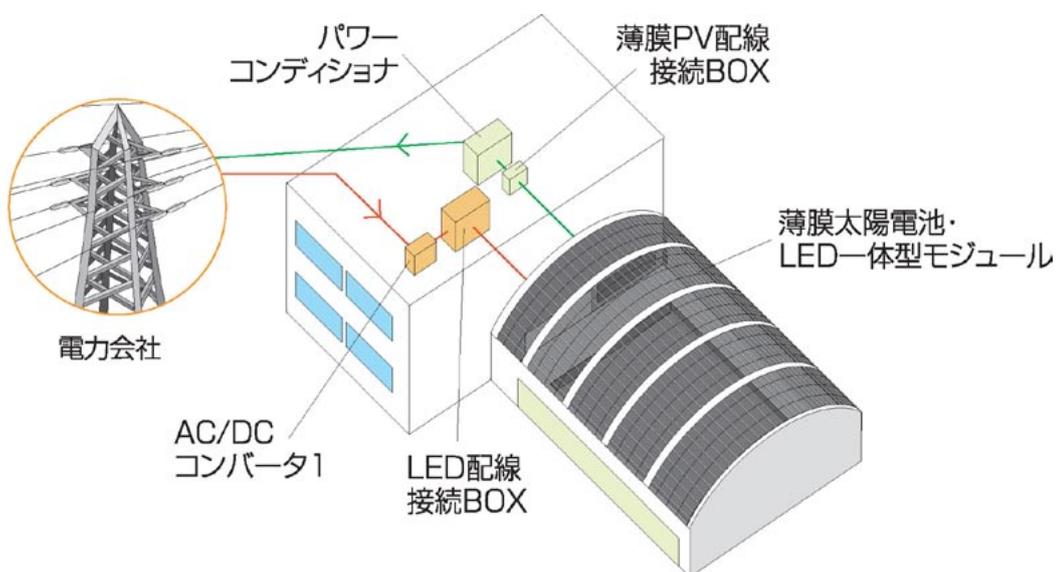


図4 ルミウォールのシステム構成図
Fig.4 Schematic diagram of Lumiwall system.

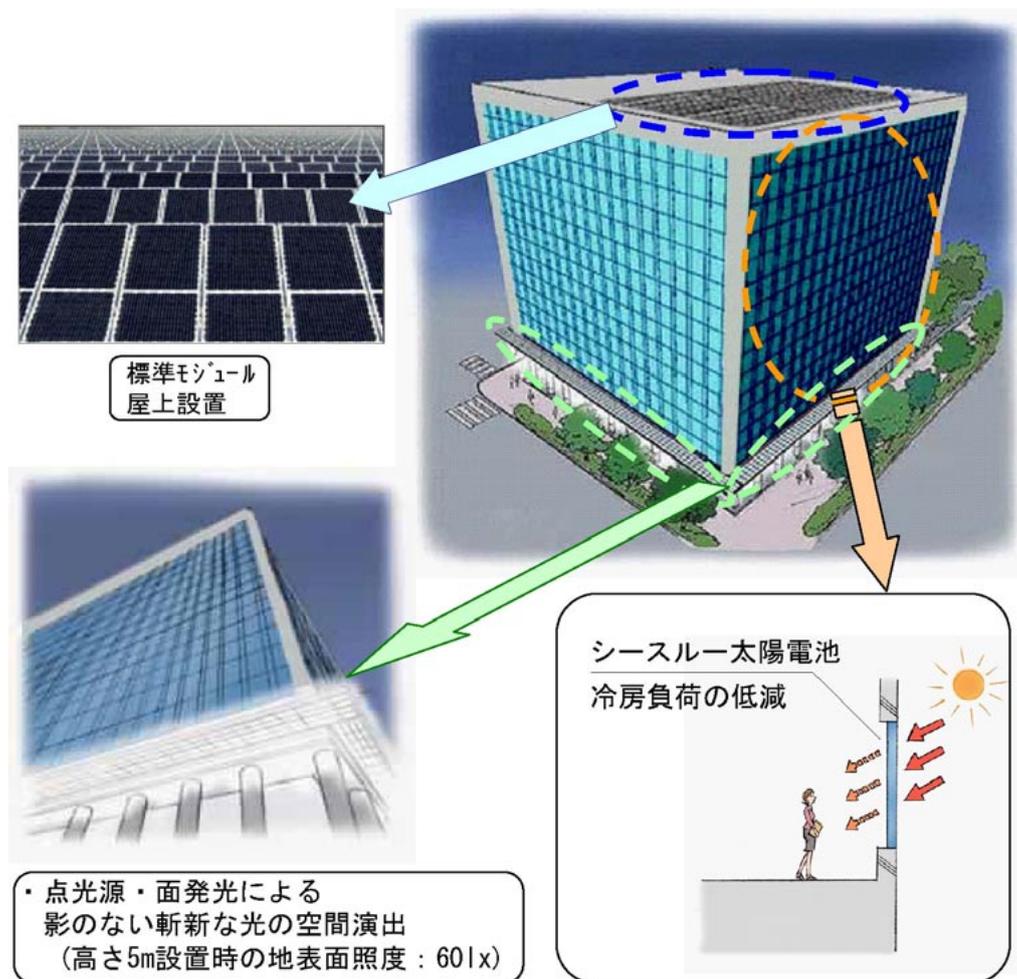


図5 BIPVにおけるルミウォールの応用
Fig.5 Application of Lumiwall in BIPV.

(building integrated PhotoVoltaics)市場では、ルミウォールをアクセント的に用い、採光型太陽電池や住宅用に用いられる標準型の太陽電池モジュールを組み合わせて設置するのが有効な方法と考えられる。図5に概念図を示す。

ここでルミウォールは、低層階のひさし部分や、建物のガラスカーテンウォール部分への設置を想定している。窓には薄膜シースルー太陽電池、屋上には変換効率の高い結晶型太陽電池モジュールなどで構成し、環境に優しく付加価値の高い建築物が考えられる。

図6-1, 2, 3, 4にルミウォールの設置例を示す。これは建物の玄関のひさし部分に設置した例である。昼間は図6-2のように採光がとれるので適度な明るさが確保でき、夜は図6-3のように玄関照明となる。ルミウォールの設置位置は地上から約5mであり、地表面での照度は約60lxである。この程度の明るさがあれば十分新聞の文字も読み取ることが可能である。LED自体は地表面に向かって発光するので、ほとんどの光は下向きになるが、ガラスと空気の界面で反射した光

の一部は、太陽電池のスリット部分を通り抜けて上部に届く。

全体の光量からすれば1～2%程度しかないと思われるが、夜間になって上部からみると図6-4のように全体に光って見える。設置場所が上から見える場所であれば、イルミネーションとして建物のアクセントになると思われる。

むすび

以上ルミウォールの機能、構造、システム、用途展開について述べてきたが、ルミウォールはまだ発展途上の製品である。様々な用途に向けた新しいバリエーションが多数考えられ、ハードだけではなく、これまでの太陽電池モジュールでは考える必要のなかった、ソフトウェアも含めたシステムを構築する必要がある。今後、新しい太陽電池の応用として様々な建築物への導入が期待される。



図 6-1 設置事例の写真

Fig. 6-1 Photograph of the installation example.



図 6-2 昼間における下側からの写真

Fig. 6-2 Photograph from the bottom at day.



図 6-3 夜間における下側からの写真
Fig. 6-3 Photograph from the bottom at night.

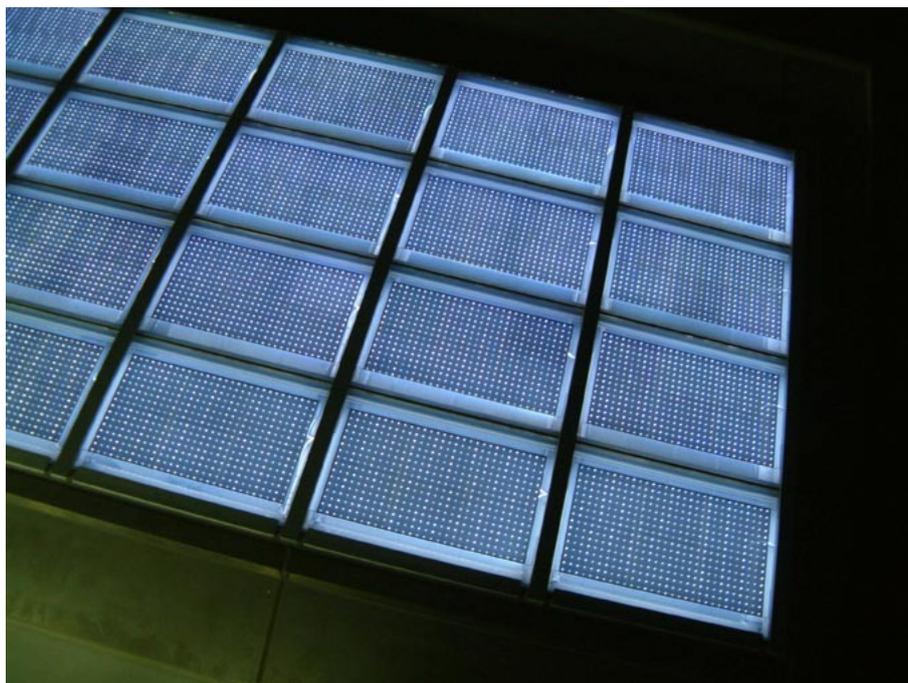


図 6-4 夜間における上側からの写真
Fig. 6-4 Photograph from the top at night.

参考文献

- (1) 三宮:昼光の新たな利用技術-採光型太陽電池, 照明学会誌10月号, p.784 (2004)
- (2) K.Kishimoto et.al., "Device Performances and Simulations for Several Kinds of Large-Scale Thin Film Silicon Solar Cell Modules-Introduction of Super See-Through Thin Film Solar Cell Module and Applications", 20th Euro PVSEC (Barcelona,2005 June)
- (3) 三宮,立花ほか:採光型薄膜太陽電池の開発, 設計工学9月号, p.12 (2001)
- (4) 三宮,梅本ほか:採光型太陽電池モジュール, シヤープ技報8月号, p.81 (2000)

(2005年9月28日受理)