

太陽電池式白色 LED 内照型道路標識の開発

田中 武*・荒川 裕巳**・藤原 勝則***・湯尻 照****

(平成13年10月26日受理)

Development of Road Sign Illuminated by Using the White Light Emitting Diode with the Solar Cell

Takeshi TANAKA, Hiromi ARAKAWA, Katsunori FUJIWARA and Akira YUJIRI

(Received Oct. 26, 2001)

Abstract

Development of road sign illuminated by using the white light emitting diode with the solar cell was demonstrated. This road sign was consisted of the solar cell, road sign, controller, and the battery and was installed along the National Road 2 on middle of March 1999. After installation of this road sign, this road sign was illuminated from sundown to sunrise without supplying the commercial electric power. Since this road sign illuminated by using the white light emitting diode with the solar cell was able to install without the commercial electric power, this system was one of the most promising road sign system in the future.

Key Words: LED, road sign, solar cell, white LED

1. ま え が き

近年、ますます省エネが叫ばれている中、視認性の高い内照型道路標識においても例外なく、電源のあるところ問わず自家発電で全点灯することが要求されている。道路標識においての必要な条件は、何メートルも前から標識の内容を確認でき、運転手に対してまぶしさを与えず、装置の寿命の長い等¹⁾が挙げられる。

また、太陽光発電の利用形態として、他の電力系統に接続せずに用いる独立型、電力系統(商用系統)に並列に接続する系統連系型、系統連系の変形で、電力系統が災害等でダウンした時に、システムを系統から切り離し、太陽電池と蓄電池で一定時間電気を供給できる防災型がある²⁾。

本研究では、道路標識の条件を満足する発光ダイオード(LED)と導光板(バランスボード)³⁾および、太陽電池を組み合わせた視認性の高い内照型道路標識を作成したの

で報告する。

2. 太陽電池式白色 LED 内照型道路標識の各部の説明

太陽電池式白色 LED 内照型道路標識の構成について検討する。この標識は、日中の太陽の出ている間、太陽電池を用いて発電し、バッテリーに充電する。その蓄えられたエネルギーを用いて、夜間内照型道路標識を発光させることである。太陽電池式内照型道路標識の構成図(図1)を示し、各部の働きについて検討する。

2.1 太陽電池

太陽電池の特徴は、太陽光のエネルギーは無尽蔵である、クリーンなエネルギー源である、いろいろな規模の発電に利用可能、使う場所で発電するなどの特徴がある⁴⁾。太陽電池は、地上に降り注ぐ太陽エネルギーを、電気エネルギー

*広島工業大学工学部電子・光システム工学科

**[†]荒川

***広島工業大学工学部電子・光システム工学科研究生

****広島工業大学工学部電気・デジタルシステム工学科

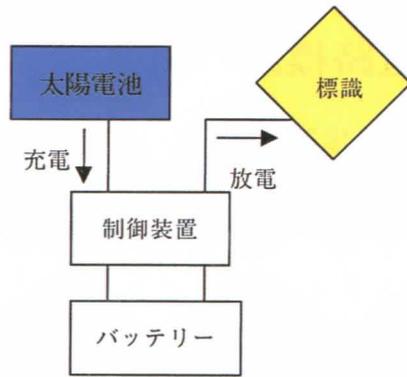


図1 太陽電池式内照型道路標識の構成図

に変換する発電装置であり、そのため、入射エネルギーが希薄であり、気象条件により発電量が変化する、蓄電機能が無い、直流である等の留意点がある⁴⁾。

太陽電池の発電原理を説明するために、基本原理である光起電力効果を図2に示す。

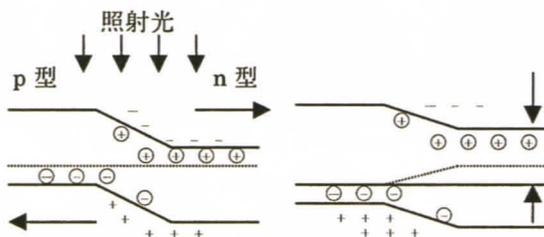


図2 太陽電池の発電原理

pn接合の空乏層部分に太陽光が照射されると、光照射による電子-正孔対が空乏層に形成され、空乏層内の電位の傾きにより、正孔はp型層に、電子はn型層に移動する。その結果、pn接合に電位差が発生する。その発生した電位差を用いるのが太陽電池である。また、太陽電池の種類としては、シリコン半導体系と化合物半導体系に分けられる。現在、発電用として実用化されているのは、単結晶および多結晶シリコン半導体が大部分で、変換効率は10～15%である²⁾。

日本における年間の最適傾斜日射量は、平成7年度の平均は1400kWh/m²程度であり、最高は約1600kWh/m²、最低は約1200kWh/m²である²⁾。太陽電池の効率を10%と仮定すると、太陽電池の発電量は140kWh/m²である。このことから、日本国内で本標識を設置する場合、太陽電池の発電量は±30%程度なので、設置位置よりも設置場所の周囲の環境、日陰のつき方等が重要である。また、一日で見た場合の日射量も時間とともに変化し、大阪市の地球環境センターに設置した20kW太陽光発電装置では4月の晴天時の一日の日射量と発電量の関係を図3²⁾に示す。7時ごろから発電を開始し、12時ごろにピークとなり、19時には停止し、時間軸に対しほぼ正規分布になる。したがって、夜間に太陽電池式白色LED内照型道路標識を点

灯するタイミングは、太陽電池の出力を測定すること、すなわち、周囲の（太陽）エネルギー密度により得ることができる。

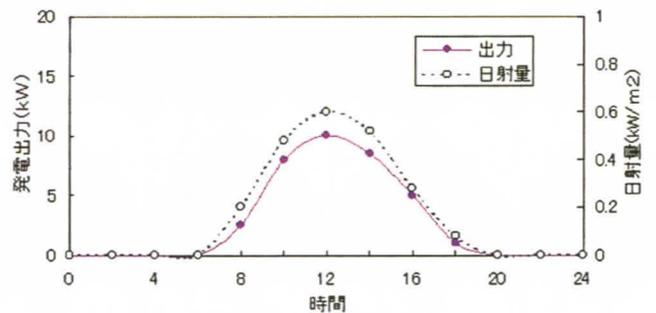


図3 日射量と発電出力の時間推移

2.2 内照型道路標識

内照型道路標識を検討するために、標識用照度計算にあたっての留意点を下記に示す¹⁾。1. 夜間点灯時において、前面おおむね150mから標識板面が認識できること。2. 板面の照度ムラの少ないこと。3. 板面に輝きが無いこと。板面が全体的に又は部分的に輝くことは標識を著しく見えにくいものにする。部分的な輝きは、照明器具及び光源の選択で改善できる場合がある。4. 灯器から出る明かりが道路上の運転手にまぶしさを与えないこと。5. 照明器具の保安が容易で、光源の寿命が長いこと。6. 安定器その他の電気特性が良好で、電圧変動、温度変化等に耐えるものであることである。そこで、透過性の良いアクリル板に特殊印刷加工（網点印刷）または、スリット加工を施したバランスボード⁴⁾を内照型道路標識に用いた。バランスボードにおいて、アクリル板の両面サイドもしくは片側サイドに直進性の高い白色LED光源を配置し、光源から近い部分では光の乱反射率を抑制し、遠くなるほど拡散反射率を高めるような特殊印刷加工を行った。この特殊加工により白色LED光源からの遠近に関わらず標識面全体を明るく均一に発光させることが可能になった。このバランスボードの特徴を下記に示す。1. 標識面全体の光にムラがない。2. 輝度が高く、非常に明るい。3. 面発光ができる。4. 厚さが5mm～24mm程度の薄型です。5. 消費電力の少ない経済設計である。

また、バランスボードの光源には、白色LEDを用いている。白色LED (Light Emitting Diode, 発光ダイオード) は、赤色、緑色、青色、のLEDを組み合わせたもの、青色LEDと蛍光体材料を組み合わせたもの等がある。LEDは、pn接合ダイオードに電流を流すことにより発光し、蛍光灯、白熱電球等に比べ、小形、長寿命、低消費電力等の特徴を持っている。

2.3 バッテリー

太陽電池は、地上に降り注ぐ太陽光を、電気エネルギーに変換する発電機であり、蓄電機能が無く直流であるので、発電素子からの電気の受け皿としての電池が必要であり⁵⁾、次の三つが考えられる。1) 蓄電池、乾電池などの純電池を使用する場合、2) 電気二重層電池を使用する場合、3) 蓄電池と電気二重層電池を併用する場合。これらの外装後のエネルギー密度を表1に示す。エネルギー密度およびコストから、太陽電池式白色 LED 内照型道路標識においては、鉛蓄電池を用いることにした。

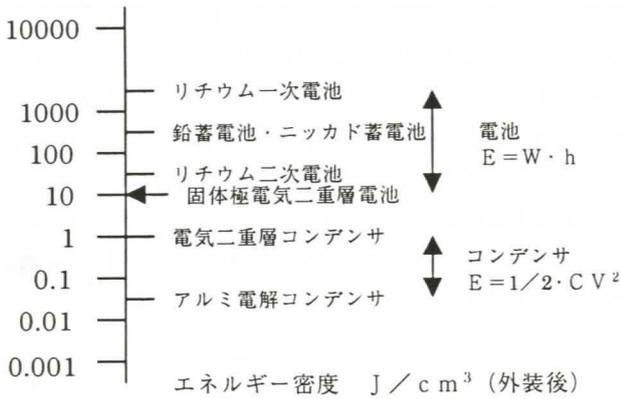


表1 競合部品とのエネルギー密度の比較

2.4 制御装置

太陽電池式白色 LED 内照型道路標識において、制御装置の役割は、日中は、太陽電池により発電した電力を、制御装置を介してバッテリーに充電し、夜間になるとバッテリーから制御装置を介して標識に電力が送られる。太陽電池は、負荷により出力電圧と電流が変化するので、発電した電力をバッテリーに高效率で充電するために制御装置が必要である。さらに、夜間等に標識を点灯するため、太陽電池の出力の低下を検知し、標識に電力を送る等を、制御装置を用いて行う。

3. 太陽電池式白色 LED 内照型道路標識の実際の構成

太陽電池式白色 LED 内照型道路標識の実際の構成を図4に示す。

太陽電池(最大出力動作電流 3.10A, 最大出力動作電圧 17.4V)を二枚設置しており、この太陽電池の概観図を図5に示す。

標識では、白色 LED (300球) を用いており、その概観図を図6に示す。制御装置としては、充放電コントローラーを用いており、HVD (充電停止電圧): 14.4V, HVR (充電開始電圧): 13.7V, LVR (放電開始電圧): 14.2V, LVD (放電停止電圧): 11.3V に設定し、N.L.T. (夜間点灯時間設定) を行っている。以上より太陽電池式白色 LED 型道路標識の開発ができた。

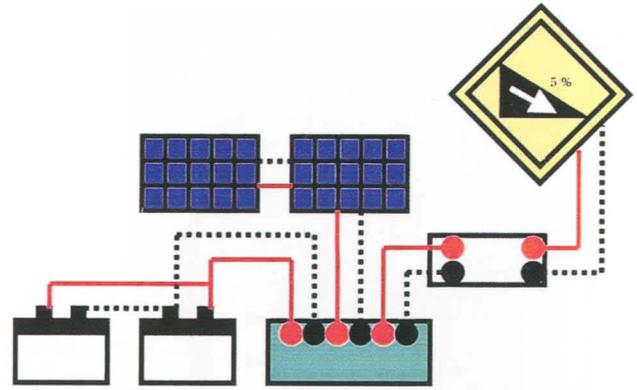


図4 太陽電池式白色 LED 内照型道路標識の実際の構成図

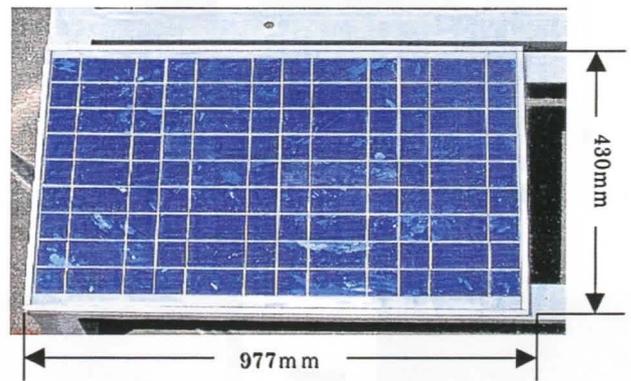


図5 太陽電池の概観図

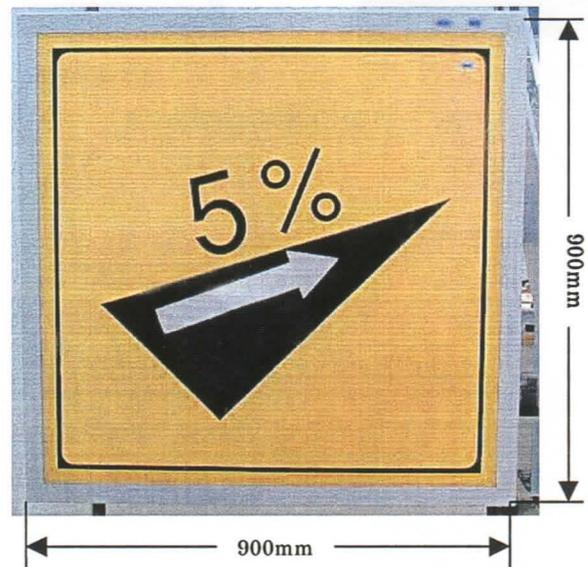


図6 標識の概観図

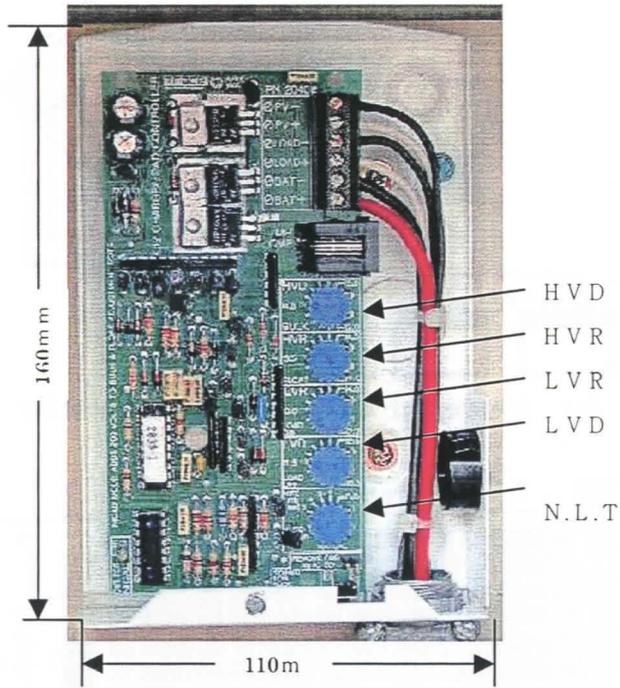


図7 制御装置の内部

この標識の点灯時および消灯時の写真を図8に示す。標識全体に均一に発光していることが観察された。

本研究で開発した太陽電池式白色LED内照型道路標識は、平成11年3月中旬に国道2号線豊田郡本郷町付近日名内峠に実際に設置され、日没とともに点灯し、日の出とともに消灯している。

4. ま と め

太陽電池式白色LED内照型道路標識は、電力線の無い場所においても、視認性を上げるために、標識の夜間点灯が可能になることを示した。日本国内の高速道路、国道を始めとする道路等において、多量の標識等が設置されており、電力線の有無に関係なく設置できる本システムは、有用なシステムであることが示唆された。今後は、更にこのシステムの消費電力を低下させる技術を開発、すなわち、LEDの発光制御回路、標識の発光部分等の開発を行って行きたいと思う。

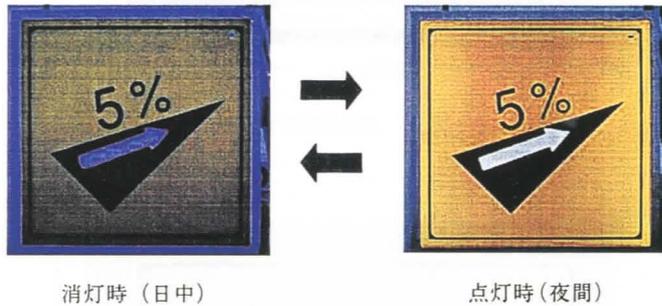


図8 点灯時と消灯時の標識の写真

文 献

- 1) '95道路標識ハンドブック (建設省道路局・警察庁交通局監修)
- 2) HYPERLINK
 “<http://www.nedo.go.jp/intro/taiyo/>”
<http://www.nedo.go.jp/intro/taiyo/>
- 3) HYPERLINK
 “<http://www.fuchu.or.jp/~arakawa/>”
<http://www.fuchu.or.jp/~arakawa/>
- 4) 桑野幸徳, 武岡明夫, “太陽電池活用ガイドブック”, パワー社。
- 5) 山本重雄, “ソーラー電池のはなし”, 日刊工業新聞社。