

遠距離用 LED ビーム光源

室内秀仁*

抄 録

LED を使用した大型の並行光ビーム光源の製品は少なく、従来型の放物面ミラーを用い並行光を出力する製品はほとんどない。そこで LED を用いたビーム光源を試作し新分野の LED 製品の開発に取り組んだ。最大限の光の強度を得るため、入手可能な LED の中で単位面積当たりの光束が最も大きい製品を選択した。冷却にはグラファイト系のカーボン素材を表面に用い芯材には銅板を使用し放熱部を構成した。強力な冷却を行うため大容量のクーリングファンを用いた。LED 基板はフレキシブル銅基板を使用し熱伝導の高い両面テープでグラファイト放熱材に接着した。熱伝導性両面テープの性能不足のためカーボン放熱板の性能が生かし切れていないがある程度性能を出すことができた。

1 はじめに

とくしま産業振興機構では新分野進出研究会を充足させ3つのテーマで研究を行った。本研究はその1つであり LED を使用し並行光として使用可能な大型のビーム光源の開発・実用化を目指すものである。LED をタングステン電球のようにフィラメントと考え可能な限り LED 部を小型化しミラーを用いビーム光源を作成する研究を行った。

2 方法

LED は NICHIA-NS9W153M (Vf10.5V, If350mA) を 40 個使用した。カタログ値での光束は 14000lm となる。基板には表面、裏面がそれぞれ 35 μ m, 70 μ m の銅板に 25 μ m の絶縁層で構成されているパナソニック電工製の R-F775 を使用した。カーボン材には株式会社サーモグラフィティクス製のグラファイト構造を持つコンポロイド CC を使用した。熱伝導率は 1700W/mk である。構造の断面は図 1, 図 2 で示すとおり芯材として 5mm 厚の銅板を使用し、その周りに 2mm 厚のカーボン素材を 4 面から張り 9mm 角柱を構成した。その表面に図 3 のように LED を実装した銅基板を両面テープ (3M 社製 VHB 厚さ 100 μ) で接着した。この LED ユニットの楕円面ミラーに配置しビーム光源を作成した。放物面ミラーは加工が必要であったため今回は使用しなかった。LED の高密度実装のため単位面積当たりの発生熱量も大きく定格での投入電力は 120W になる。冷却

用として大容量ファン (600W) を使用した。

カーボン材の端には 600W の冷却容量を持つ大型のファンを取り付け冷却する。ミラーには放物面ミラーを使用する予定であったが、今回は直径 300mm 焦点距離 f1 50mm, f2 800mm の楕円面ミラー (エドモンドオプティクス社製) を使用した。

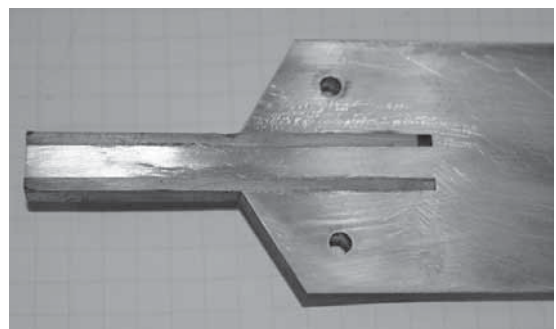


図 1 作成中の銅芯とカーボン材 (高さ方向のみ)
5mm の銅板に 2mm 厚のカーボン材を挿入。
さらに銅板の両面にカーボン材を積層し 9mm 角とする。

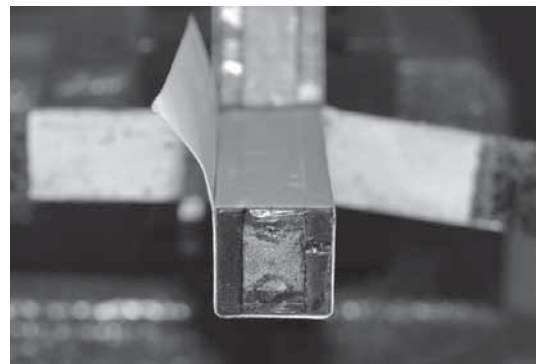


図 2 両面テープの接着
複合角柱に高熱伝導性の両面テープを張り合わせた。

*材料技術課



図3 完成したLED光源

LED基板を接着し配線を行った。2mm厚のグラファイトCCが銅芯を四角に囲んでいる。

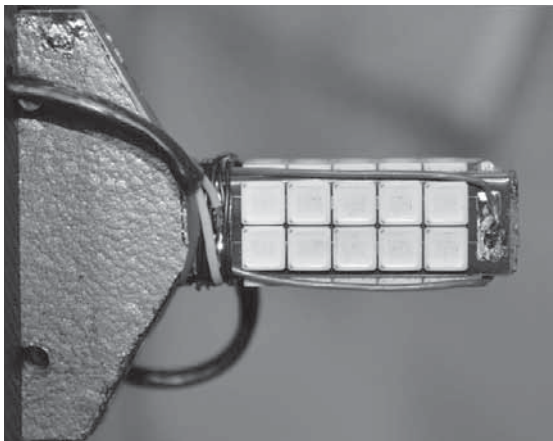


図4 横から見たLED光源
グラファイトCCがうろこ状に見える。

ミラーの取り付け等はアクリルをレーザーカットしたものと3Dプリンターで樹脂成型を行ったものを使用した。

3 結果

カーボン素材の取り扱いが非常に難しく今回の材料に割れが入っているため、完全な冷却性能を発揮していないが定格の60%程度の電力で点灯が可能となっている。図5は東京ビッグサイトでの点灯の様子である。

天井に水銀灯が点灯しているが30mの距離に対し50Wの投入電力でも充分明るく投光可能であった。点灯時の銅基板温度が85℃に対しカーボン材は55℃と温度差が大きくさらに銅芯は10℃さらに低温であった。



図5 投光実験

東京ビッグサイトの高さ30mの天井に照射わかりやすくするため8列のLED像が見えるままにしている。

4 考察

LEDを実装した銅基板とカーボン材の温度差が30度程度ありこの原因は基板の接着に用いた両面テープの性能が十分でないことが判明した。さらに芯材の銅とカーボン材にも10℃の温度差が存在した。これらのことからLEDとカーボン材等の熱伝導を可能な限り向上させることが可能であればLEDの定格駆動も十分可能と考えられる。放熱については投入した電力が50-60Wであったため準備した600Wのクーラはファンを回す必要はなかったが3度程度の冷却の向上が見られた。

本研究はLEDの放熱についての研究が主となったが、商品化の際には均質な照射パターンが必要でありミラーの放物面鏡の適用や光源の均質化等についても検討が必要になると考えられる。

5 まとめ

楕円面ミラーを用いた遠距離用LEDビーム光源を試作した。カーボン素材と薄い銅基板を組み合わせ高密度なLED基板でも定格の60%の電力が投入可能であった。さらに性能を向上させるためには銅基板とカーボン材の温度差をできるだけ少なくすることが必要である。

参考文献

“コンポロイド：1700W/mk 超高熱伝導グラファイト複合素材”， <http://www.thermo-graphitics.com/>