

# 発光半導体素子の寿命予測法の確立と選別装置の開発 (第1報)

萩原 茂・阿部 治・今津 千竹

## Establishment of an estimating method and development of an automatic sorting machine for Light Emitting Diode's operation life time (1st report)

Shigeru HAGIHARA, Osamu ABE and Chitake IMAZU

### 要 約

白色LED (GaN系)、高輝度赤色LED (InGaAlP系 中心波長700nm)、赤色LED (GaAlAs系 中心波長660nm) および黄緑色LED (GaP系 中心波長570nm) に20mAの電流を流して発光させ、約700時間までの光出力の経時変化を計測した。その結果、黄緑色LEDの光出力の経時変化は、発光開始初期に著しい低下が見られ、その後は緩やかに低下していくことがわかった。また、黄緑色LEDの光出力の初期値を基準とした場合の変動率は、時間の平方根とほぼ比例関係にあることがわかった。そこで、黄緑色LEDの寿命予測法について評価検討を行った。

### Abstract

We investigated optical output variations per hour until 700 hours of white (GaN-based), bright red (InGaAlP-based, wavelength 700nm), red (GaAlAs-based, wavelength 660nm) and yellow green (GaP-based, wavelength 570nm) LEDs with 20mA current. As the test result, we found that optical output variations per hour of yellow green LEDs dropped greatly in early after light emitting and then decreased gradually. We also found that relative optical output variations per hour of yellow green LEDs were nearly proportional to square root of hour. So we investigated an estimating method for LED's operation life time of yellow green LEDs.

### 1. 緒 言

少ない電気エネルギーの供給によって光を発する半導体素子は、電子機器の電照表示や音楽CDなどの読み取りに広く用いられている。近年では、インターネット需要に対処する高速光通信用半導体レーザーの需要が急増している他、白色発光や紫外線発光が可能な発光ダイオードが開発されたことで携帯電話や液晶パネルのバックライト、植物育成用の光源、微量分析装置の光源などに使われている<sup>1)</sup>。また、交通信号機や自動車のストップランプなどの高輝度用途にも用いられ、発光半導体素子の需要はここ数年間増加し続けている。

発光半導体素子は、電球などに比べて小型、長寿命であるが、生産時の品質のばらつきによって、発光特性や寿命が大きく異なる欠点がある。人工衛星や光通信、分析機器に使用される半導体レーザー (LD) や、信号機、画像表示装置などに用いられる発光ダイオード (LED) では、高い信頼性が要求され、性能と寿命のばらつきが問題となっている。

本研究では、発光半導体素子の寿命を予測する手法を開発し、生産される発光半導体素子を予測寿命の長さによって分類する選別装置を開発することを目的とした。発光半

導体素子の光出力は、使用開始から約200時間までの間に急激な低下が見られる<sup>2)</sup>。それ故、精密な用途では出力が安定するまで連続発光 (エージング処理) を行っている。本研究では、エージング処理を行いながら、光出力を計測し、素子の劣化の進行度合いを見極めることによって寿命予測法の確立を目指す。

本年度は、発光半導体素子の光出力特性を計測し、発光半導体素子の劣化の進行度を予測する手法を評価検討した。

### 2. 実験方法

#### 2-1 試験素子

実験に使用した発光半導体素子は、白色、高輝度赤色、赤色および黄緑色の4種類の表面実装型の上面発光LEDである。各LEDの特性をTable 1に示す。

Table 1 The properties of LEDs

	White	Bright Red	Red	Yellow Green
Composition	GaN	InGaAlP	GaAlAs	GaP
Wavelength	—	700nm	660nm	570nm
Absolute Max. Forward Current	30mA	20mA	25mA	20mA
Forward Voltage (at 20mA)	3.7V	2.2V	1.7V	2.2V
No. of samples	2	4	4	4

2-2 光出力の計測システム

各LEDに20mAの電流を流し、光出力を計測するシステムを作製した。概要図をFig. 1に示す。LEDに通電するための回路は、ガラスエポキシ基板上に作製した。可変抵抗(SM-4W 日本電産コパル社製)を接続した各LEDを並列に接続し、それぞれに20mAの電流を流すために可変抵抗を調節した。電源には、松定プレジジョン社製直流電源PLE-36-3を使用し、定電圧をかけた。光出力の計測には、アドバンテスト社製光パワーメータTQ8215を使用した。

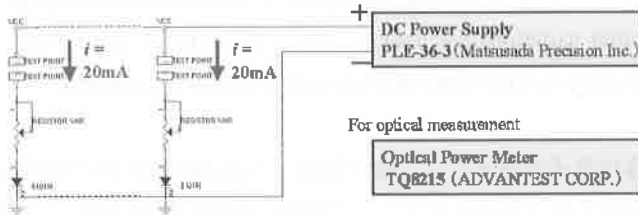


Fig. 1 The outline of the measuring system for LED's optical output

LEDからの光出力をもれなく計測するために、LEDの周りに囲いを設置し、光パワーメータの受光ユニットに計測用の治具を取り付けた。計測は、温度管理は特にしていない部屋で暗幕を張り、外部から光が入らないようにして行った。治具の概要図をFig. 2に、LEDの周りの囲いと発光の様子をFig. 3に示す。また光出力計測システムの様子をFig. 4に示す。

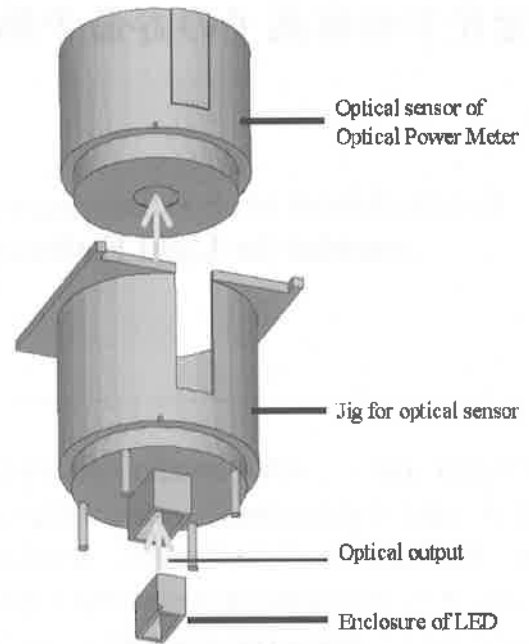


Fig. 2 Schematic view of a jig for optical measurement

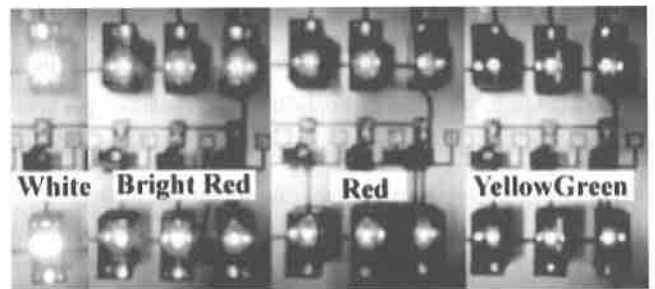


Fig. 3 LED's and enclosures

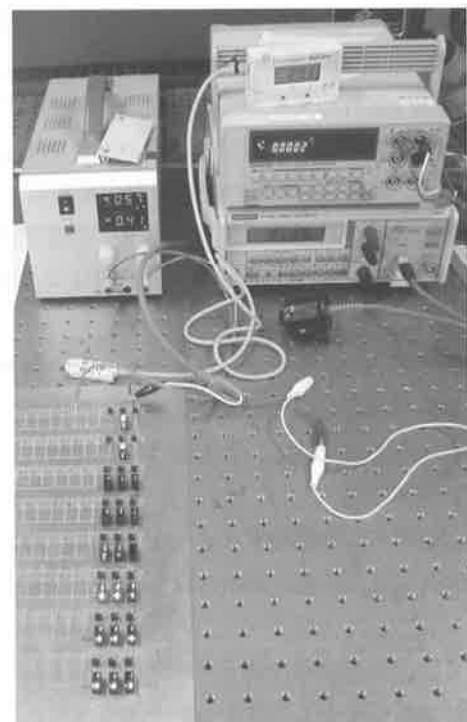


Fig. 4 The measuring system for LED's optical output

### 3. 結果および考察

#### 3-1 黄緑色LEDの光出力特性

Fig. 5 に黄緑色LEDの光出力の経時変化を示す。発光開始から700時間までのデータであり、温度と湿度も合わせて示している。4個のサンプルのデータをYG1からYG4として表示している。全てのサンプルで、発光開始初期に光出力の著しい低下が見られ、その後は緩やかに低下していきることがわかる。

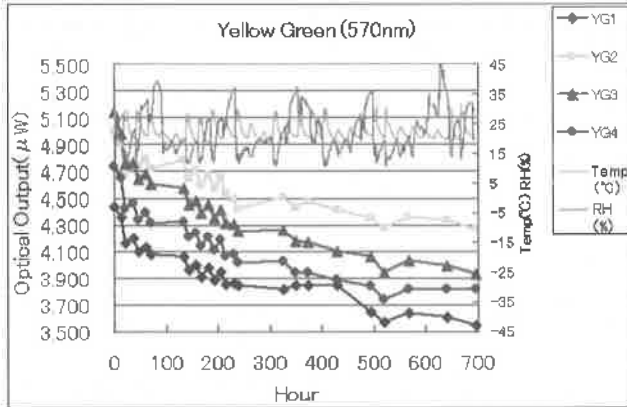


Fig. 5 Optical output variation per hour of yellow green LEDs

Fig. 6 は光出力の変動率を、時間の平方根でプロットしたものである。発光開始から約700時間までは、光出力の変動率と時間の平方根が、ほぼ比例関係にあることがわかる。光出力の減少が最も緩やかなYG2と、減少が最も大きいYG3について、近似直線を併せてプロットした。この関係が700時間以降においても続くのであれば、LEDの寿命予測が可能となる。なおLEDの寿命は、その光出力が50%となる時間とし、その時間を近似直線から予測したものを、Table 2 に示す。YG2では約7597時間となり、YG3では約2547時間となった。引き続き計測を行い、予測した寿命の検証を行う計画である。

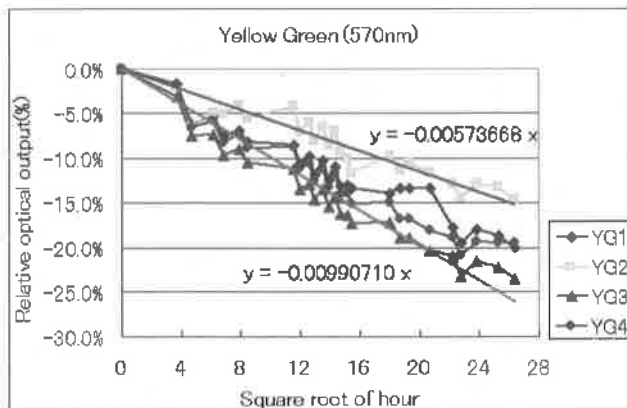


Fig. 6 Relative optical output variation per square root of hour of yellow green LEDs

Table 2 Estimated life time of yellow green LEDs

	YG1	YG2	YG3	YG4
Estimated life time (hour)	4083	7597	2547	3406

#### 3-2 白色、赤色および高輝度LEDの光出力特性

Fig. 7, Fig. 8 およびFig. 9 に、白色、赤色および高輝度赤色LEDの光出力の経時変化をそれぞれ示す。発光開始から700時間までのデータであり、温度と湿度も合わせて示している。白色LEDのデータはW1からW2、赤色LEDのデータはR1からR4、高輝度赤色LEDのデータはBR1からBR4として表示している。いずれのサンプルでも光出力に数%程度の微小な変動は見られたが、大きな減少は見られなかった。

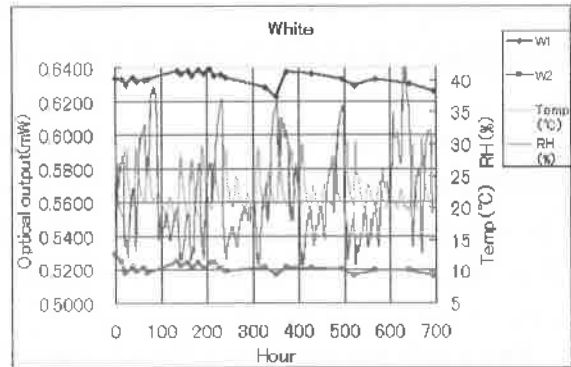


Fig. 7 Optical output variation per hour of white LEDs

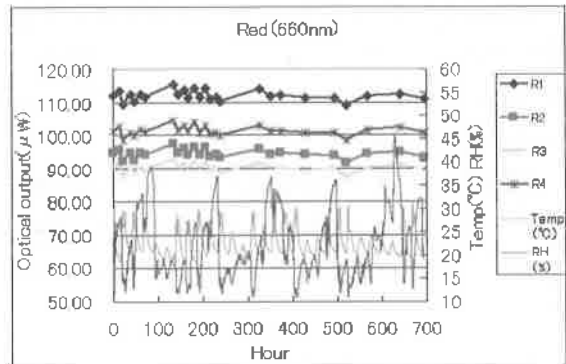


Fig. 8 Optical output variation per hour of red LEDs

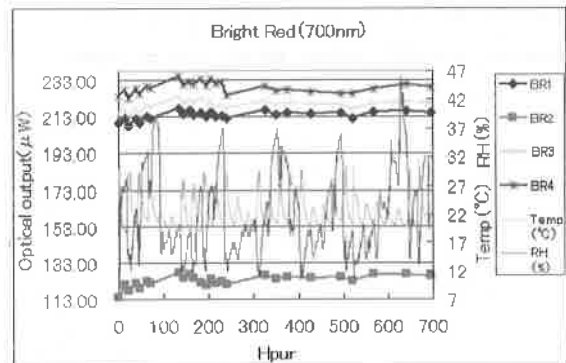


Fig. 9 Optical output variation per hour of bright red LEDs

微小な変動については、黄緑色LEDにおいても見られたが、これは、20mAの電流を流すために使用した可変抵抗の抵抗値が温度変化の影響を受け、電流値が変動し、光出力が安定しないためだと思われる。計測は、温度管理を特にしていない部屋で行ったため、温度および湿度の変化が大きかったことがグラフからもわかる。また、白色、赤色および高輝度赤色LEDの光出力の経時変化は、黄緑色LEDと比較して小さく、電流値の変動の影響を受けやすい可能性もある。今後は、微小な変化を検出するために、温度依存性の小さい定電流ダイオードを使用するなどの改良を行い、安定化した光出力の微小な変化を計測する実験を行う計画である。

#### 4. 結 言

発光半導体素子の光出力特性を計測し、発光半導体素子の劣化の進行度を予測する手法を評価検討し、以下の成果を得た。

- 1) LEDに20mAの電流を流して発光させ、その光出力の約700時間までの経時変化を計測した。
- 2) 黄緑色LEDの光出力の経時変化において、発光開始初期に光出力の著しい低下が見られ、その後は緩やかに低下していくことがわかった。
- 3) 黄緑色LEDの光出力の初期値を基準とした場合の変動率は、約700時間までは発光時間の平方根とほぼ比例関係にあることがわかった。この関係から寿命を予測した。
- 4) 白色、高輝度赤色、赤色のLEDについては、光出力の大きな減少が見られなかった。
- 5) 各LEDに20mAの電流を流すために、可変抵抗を使用した。抵抗値が温度変化の影響を受け、電流値が変動し、光出力が安定しない場合があることがわかった。

#### 参考文献

- 1) 奥野保男：発光ダイオード，産業図書，p.159（2003）
- 2) 庄野弘晃：信学技報，Vol.99，No.454，p.13-18（1999）