

発光ダイオード(LED)の高輝度化・多色化に伴いディスプレイ市場は年々広がり、特に屋外での応用が増えている。また屋内市場でも2色タイプから、フルカラー化への移行が進められている。RGB(赤、緑、青)発光タイプのTLMM700 A1Uは赤色LEDランプ、緑色LEDランプ、青色LEDランプを1:2:1の割合で一つの画素を構成している。16×32個配列した表示部と、この駆動回路とを組み合わせると、最大1,677万色の表示を行うことができる。

緑色LEDにピーク発光波長が562nmのInGaAlPを用いることにより色度図上でCRTの緑の座標に比較的近い値になっている。赤色LED(660nm)、青色LED(450nm)と組み合わせると、特別な色変換をしなくても白色で700cd/m<sup>2</sup>の輝度で表示を行うことができる。

The share of LED display panels in the display market is growing in line with the improved brightness and color variations of LED lamps. The TLMM700 A1U RGB type color LED dot matrix module is useful for video image displays. One dot element of the TLMM700 A1U contains one red LED lamp, two green LED lamps, and one blue LED lamp.

A display panel of 16 x 32 dot matrix elements plus a control circuit can realize up to 16 million color variations. The peak spectrum of the green LED lamp is 562 nm using InGaAlP material. The TLMM700 A1U(SC), which consists of red LED lamps (660 nm), green LED lamps, and blue LED lamps (450 nm), displays similar color images to a CRT display.

## 1 まえがき

大画面のLED表示板の需要が高まり、LEDの長寿命化などの利点を生かして制御監視パネルやビデオ表示パネルへと市場が広がっている。現在、新しい材料によるLEDの開発も進んでおり、最近になって青色発光LEDが発表されて、LED表示パネルもフルカラー化の時代に入ってきた。

ここでは、LEDの応用とともに注目されている大型テレビ用LEDドットマトリックスモジュール(LDMM)について紹介する。

## 2 LEDの高輝度化とその応用

### 2.1 LEDの高輝度化の歴史

LEDの高輝度化の歴史を図1に示す。LEDは素子の構造と製造方法の改革により、段階的に明るくなってきた。代表的な赤色LED材料のGaAlAsではシングルヘテロ(SH)、ダブルヘテロ(DH)構造のように、発光に寄与する電子と正孔とのキャリア密度が高くなる素子構造に改良して、高輝度化が達成されてきた。また高輝度LEDで、従来は発光色を変えるために材料・製造方法を変えていた。これに対して、InGaAlPによるMOCVD(Metal organic

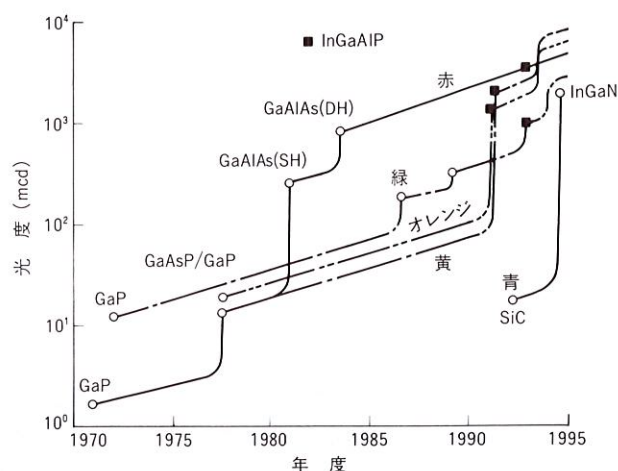


図1. LEDの高輝度化の歴史 LEDは素子材料、構造などの改革により段階的に高輝度化が実現されてきた。InGaN(青)は日亜化学工業(株)による。

History of improvements in LED brightness

chemical vapor deposition)法が量産化段階になってから、同じ製造装置において混晶比を変えるだけで赤色～緑色での高輝度のLEDを得ることができるようになった。

### 2.2 LEDの応用例

LEDは屋内・屋外のさまざまな用途で使用されている。なかでも赤色LEDが1cdを超えるようになってか

ら、屋外のサインボード、表示機などでの応用が盛んになってきている。以下に代表的な応用例を紹介する。

- (1) 屋外情報表示板 高輝度・長寿命の利点を生かして屋外での情報表示板として利用されている。図2は道路表示板の例である。



図2. 道路表示板におけるLEDの使用例 2色発光LEDランプを使用している。

LED road display

- (2) 自動車の補助用ストップランプ 米国での法例化に伴い、わが国でも自動車の補助用ストップランプとして図3のようなCHMSL (Center-High-Mounted Stop Lamp)に多用されている。この例のCHMSL用LEDランプはInGaAlPによる発光波長が623 nmのもので、この波長では世界最高光度レベルのLEDチップを使用している。

- (3) 運行表示板 LEDをマトリックス状に並べて、これを選択的に駆動させるユニットであるLDMMを使用して、文字、アニメーション、さらにはビデオ画

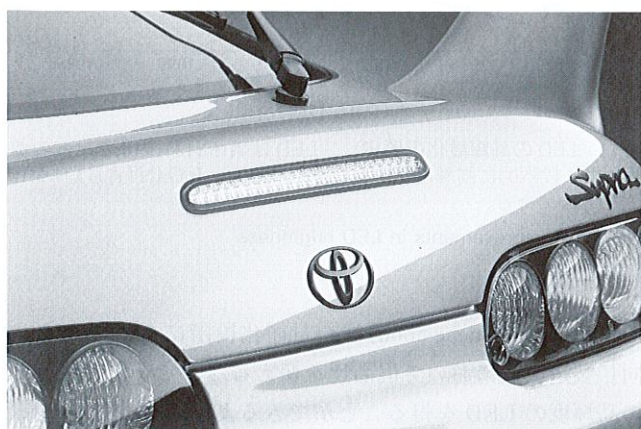


図3. 自動車の補助用ストップランプ 自動車のCHMSLに使用されるようになった。

Center high-mounted stop lamp (CHMSL) for car

面の表示用にLEDが採用されている。なかでも空港や駅などの運行表示板では赤・緑の2色発光タイプによって早くからLED化が進められており、大画面のものも増えている。

### 3 RGB 発光 LDMM

高輝度青色LEDが発表され、20世紀中には実現できないであろうといわれてきたLEDによるフルカラー表示化が実現した。ここでは、RGB発光タイプのLDMMについて説明する。

#### 3.1 構成

図4にRGB発光タイプTLMM700 A1Uの構造を示す。TLMM700 A1Uは、それぞれφ3 mmの赤色LEDランプ、緑色LEDランプ、青色LEDランプを1:2:1の割合で一つの画素を構成し、これを16×32画素配列させた表

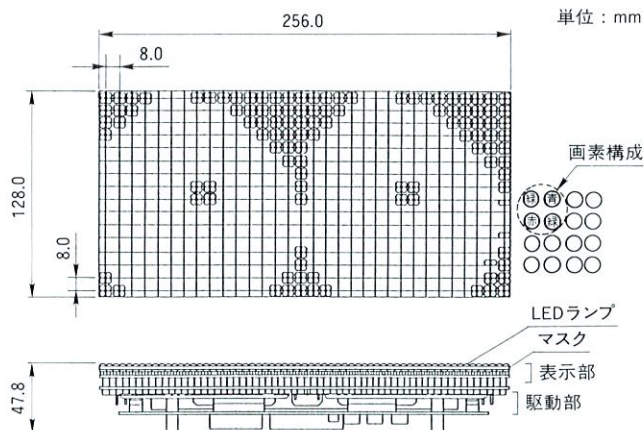


図4. TLMM700A1Uの構造 赤色LED1個、緑色LED2個、青色LED1個で1画素とし、16×32画素配列してある。

Structure of TLMM700 A1U

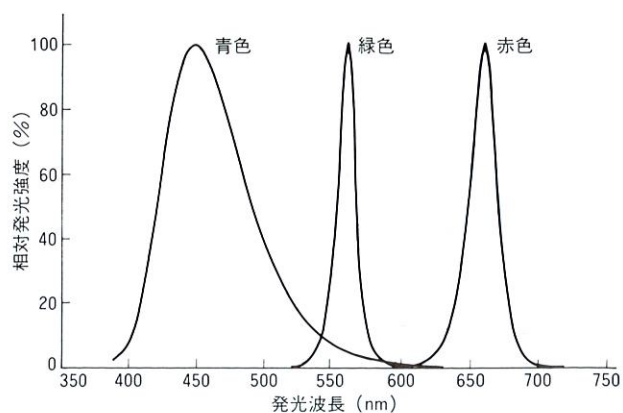


図5. 各LEDの代表的な発光スペクトル 各発光色のピーク強度を100%とした場合の代表的な発光スペクトルを示す。

Typical wavelength profiles of red, green, and blue LEDs



示部とこれを駆動するための回路とから構成されている。各LEDの発光スペクトル例を図5に示す。表示部は16×16画素ごとに独立させており、おのこのLEDを実装する印刷回路基板(PCB)と、LEDをドライブするためのドライバ回路を搭載したPCBとで構成されている。この二つの表示ユニットはフレームを挟んで、制御回路が搭載されたPCBと組み合わせている。また、コントラストを高めるために各LEDランプをしきる構造の黒色のマスクを取り付けている。

### 3.2 制御回路

図6にこのLDMMの構成を示す。駆動回路部は1/16のダイナミックドライブ回路と、各色8ビットで表示ドット分の容量をもつRAM、およびこのデータから256階調制御を行う回路とスキャン信号を生成するカウンタとデコーダなどにより構成されている。これにより1,677万色で表示を行うことができる。

この回路では、リアルタイムにRAMに取り込んだデータから階調制御パルスが発生させ、LEDを点灯させるものである。そのためVGA(Video Graphic Array)モードを想定すると各HS(Horizontal Sync.)信号間で制御するためにμ秒以下でLEDの点灯を制御することが必要である。したがって、ドライバのスイッチング特性を高めて、入力データに対する輝度のリニアリティ特性を考慮する必要がある。

デジタル処理画像表示パネルの階調制御方式としてはPDP(Plasma Display Panel)のようにサブフィールドを設

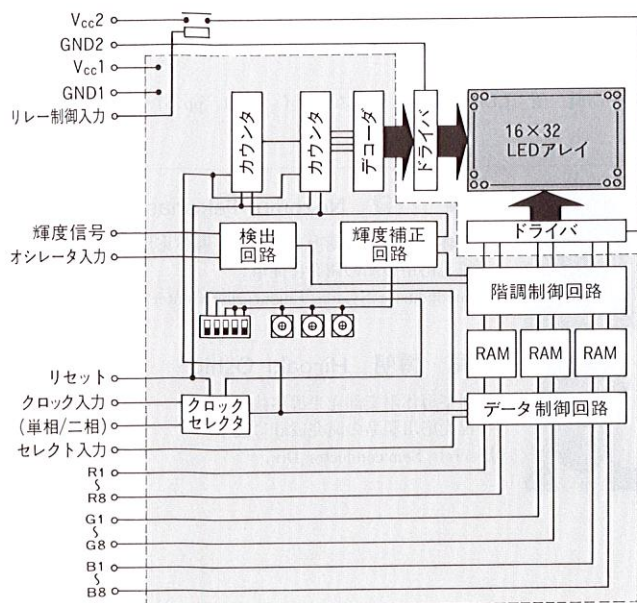


図6. TLMM700 A1Uの制御回路構成 色ごとに8ビットの入力データを用い256階調制御して表示する。

Block diagram of TLMM700 A1U

けて入力信号のビットごとの重みに対して輝度を設定したフィールドを8枚程度高速で切り換える方式もある。しかしながら、一般に大画面を形成した際に視線の移動によってフィールドの切れ目が問題になることが指摘されている。これに対してこのLDMMはHS期間内で行ごとの階調制御を行い、これを1フレーム間に30回以上繰り返す(秒間30フレームの場合900スキャン/秒)ものであるため、大画面を形成した際でも階調制御に対しての問題は避けることができる。

このLDMMの $\gamma$ 値はおよそ0.83である。したがって、NTSC(現行テレビ方式)の逆 $\gamma$ 補正前の信号に対して、 $\gamma=1.2$ にすることにより良好なリニアリティをもつ表示が得られることになる。ただし、実際には低階調部分の非線形特性を考慮してブラックレベルの調整をする必要がある。なお、NTSCの逆 $\gamma$ 補正値=0.45を含めるとLDMMに対しての逆 $\gamma$ 補正値はおよそ $1.2 \div 0.45 = 2.67$ となり、システム設計にあたって考慮する必要がある。

### 3.3 表示色

LDMMの表示色例を図7に示す。相関色温度7,000Kを得るためには赤：緑：青=1：5：1程度の比となる。SC(Source C)規格のものは、出荷時にこの比になるようにあらかじめ輝度が設定されており、パソコンからの出力を利用する際に設計が簡単になり、特別な色変換を行わなくとも白色で700cd/m<sup>2</sup>の輝度で表示を行うことができる。また、緑色LEDにピーク発光波長が562nmのInGaAlPを用いていることにより、従来主流であった発光波長(567nm)のGaPのLEDに比べて、色度図上で

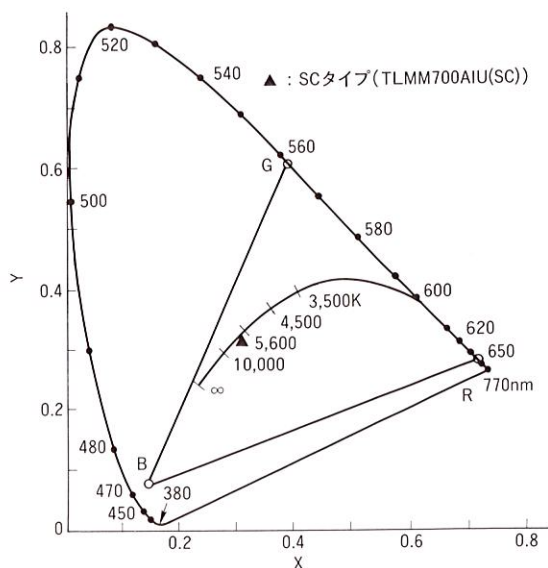


図7. TLMM700 A1U(SC)の表示色 ▲で示す座標は各色に対する入力データを最大にした場合の白色表示座標。

Chromaticity diagram of TLMM700 A1U(SC)



CRTの緑の座標に比較的近い。これにより画像表示としては良質の表示を得られるようになった。図8に表示例を示す。色再現性を吟味するうえでは、NTSCの表示色に対して色変動を抑えることが必要であるが、三原色のうちの他の二色のマイナス成分を加えることにより、色空間誤差を最小にするようにする方法が提案されている。

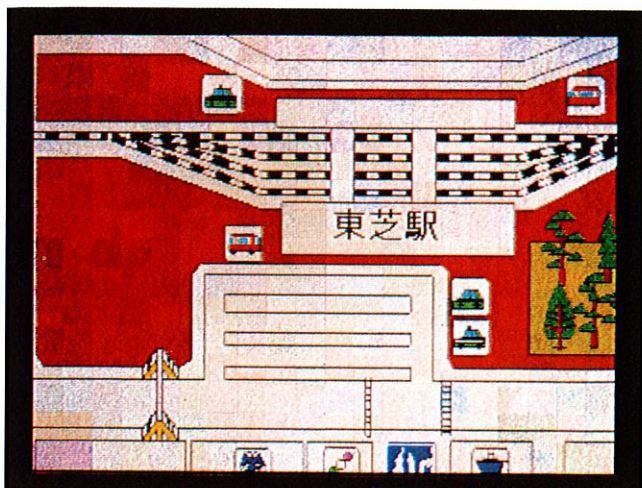


図8. フルカラーLEDドットマトリックスモジュールによる表示例  
パソコンで作成した画面をCRTの画素と1:1対応で表示させたものである。

Illustration of full-color display using LED dot matrix module

#### 4 LED パネルの市場

一般のテレビではCRT、小型の制御用監視盤などには液晶、大画面の場合はCRTプロジェクタが使用されていることが多い。大型になると蛍光表示管方式のものが使われ、球場などで使用される超大型の場合は陰極線管・カラー電球タイプの実績もある。現在の価格と輝度、およびLEDで構成した場合のパネルの品位から考えて、画素ピッチは8~20mm程度での需要が増えていくものと考えられる。

これよりも小型のもので、特に2mmピッチ以下のものについては、モノシリックのフルカラーLEDの開発を待っての展開と考える。また特に100mm程度の厚みのパネルも形成されていることから、高所に取り付けられる薄型化の要求が強い用途には有力である。

#### 5 今後の課題

(1) 短波長の緑色LEDの高輝度化 一般に使用されている緑色LEDについては $\lambda_p=565\sim567\text{nm}$ 程度のものである。これは上述の波長でGaP系の高輝度LEDが得られているためである。しかしながらフルカラー用の画素を構成する緑色LEDとしては555nm程度、そして、すでに報告されているが、520nm付近の純緑色がもっとも期待される。短波長の緑色高輝度LEDの開発・量産化はフルカラー化を展開していくためのかぎといえることができる。

ほかにも、各LED間の光度・発光波長のばらつきを抑えるための高品位化、高輝度のLEDを採用することによるさらなる低消費電力化が課題である。

#### 6 あとがき

LEDの応用例として単純なものからフルカラータイプのLDMMまでを紹介した。今後、LEDの利点を生かして大型・小型の両方面でのフルカラー化が進むものと考えられる。

#### 文 献

- (1) H亜化学工業(株): NLPB320 技術資料
- (2) 高橋 望: LED パネル, O plus E, No.173, pp.88-94(1994)
- (3) 高橋 望, 他: LEDドットマトリックスモジュール, 東芝レビュー, 44, 12, pp.981-983(1989)
- (4) 太田 登: 色彩工学, 東京電機大学出版局, pp.63-113, pp.184-186(1993)
- (5) 池田宏明, 他: LEDパネルでフルカラー画像再現するための色彩情報変換の最適手法の案, テレビジョン学会誌, 45, 1, pp.71-76(1991)
- (6) (株)東芝: フルカラーLEDシステム テクノレインボーパンフレット
- (7) 高橋 望: フルカラーLEDディスプレイへの展開, エレクトロニクス, pp.38-41(1994)
- (8) 高橋 望: LED パネル, ディスプレイ, 2, 1, pp.51-58(1996)



高橋 望 Nozomu Takahashi

半導体システム技術センター光半導体応用技術部主務。  
可視光応用製品の開発に従事。  
Semiconductor System Engineering Center



押尾 博明 Hiroaki Oshio

個別半導体事業部光半導体技術部。  
可視光応用製品の開発設計に従事。  
Discrete Semiconductor Div.