

## LEDとLEDドライバ

### 1. LEDの特性

LEDは発光ダイオードと呼ばれるように、ダイオードと同じ電気特性を持ちます。順方向電圧に関しては、発光色によって大きく異なります。現在、照明、バックライトとして普及が拡大している白色LEDは、青色LED十蛍光体の組み合わせのものが多いようです。青色LEDがベースですので順方向電圧は、2.5～4V程度となります。また、赤、緑などの他の発光色LEDと比較して、順方向電圧が高いことに加えて、順方向電圧が電流によって変化が大きい(内部抵抗分が大きい)傾向があります。(図1)

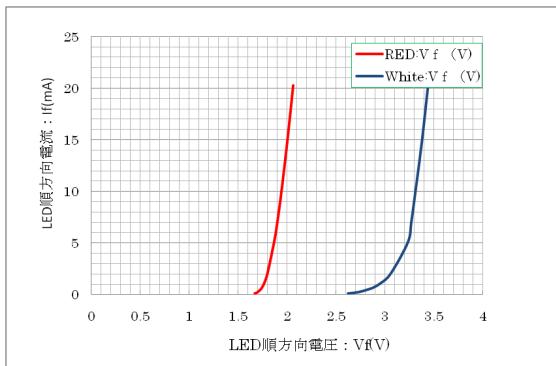


図1 白色LEDの順方向電圧 vs 電流特性の例

### 2. LEDドライバの調光動作

LEDはダイオードとしての特性を持つため、定電流によって駆動します。定電流で駆動するのは、輝度、色度を一定に保つことが主な目的です。もちろん電流値だけでは、輝度、色度を両立することはできません。LEDドライバは、色度を定電流値で調整し、輝度はその電流をPWMのデューティ比を可変することで両立できるようになっています。一般的に定電流値を調整するのがアナログ調光、デューティ比を調整するのがPWM調光と呼ばれます。アナログ調光は使用するLEDの定格電流範囲内で行われ、PWM調光は数10Hz～数100Hz程度となっています。(図2)

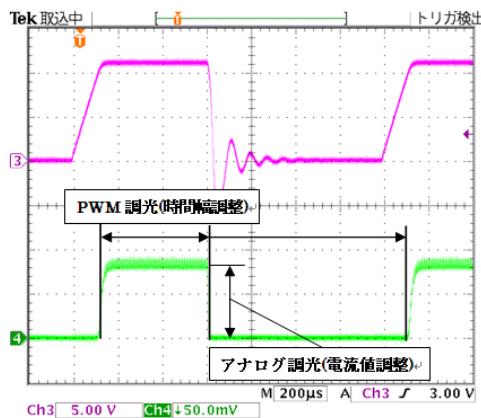


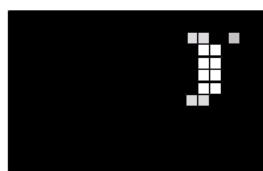
図2 LEDドライバの動作波形  
(上:ドライバ出力電圧 下:LED電流)

### 3. 液晶ディスプレイ用LEDバックライトの調光

LEDドライバの調光動作で色度と輝度の両立は、家庭用照明用途では重要視されないこともあります。液晶バックライトのような用途では非常に重要となります。液晶バックライトにおいて色度を調整することは、発色に関わりますし、それが輝度によって変化してしまっては、ディスプレイの用をなしません。また、色度についてはLEDの個体差でもバラつきが大きいと言われており、これを解決するためにはLEDを選別するか、定電流制御を少ない単位で調整可能な形(LEDの直列数よりも並列数を増やす形)にするものと思われます。

輝度については、これまで画面全体の輝度を一定とし、省エネや個人の好みで調整する程度でした。昨今、省エネのためにLEDがバックライトに採用され始めたところですが、今後は高画質化と省エネを両立するためにバックライトの輝度を積極的に制御することがトレンドとなってくるでしょう。その技術のひとつ局所輝度制御(Local dimming)では、表示する画像の暗い部分はより暗く、明るい部分はより明るくなるように局所でバックライトの輝度を制御します(下図参照)。これにより、コントラスト性能を上げることが可能となります。また、液晶で積極的に輝度調整をせず(透過率の高いところで使用する)、バックライトで積極的に輝度調整を行うことでコントラスト性能はそのままで、消費電力削減する場合もあります。

いずれの技術もどれくらいの領域範囲で輝度調整を行っているのか、各社とも企業秘密である状況ですが、LEDの並列数(輝度調整領域数)が多くなってしまうことには、想像に難くないでしょう。



バックライト



表示画像

図3 局所輝度制御(ローカルディミング)の例

### 4. LEDと電子負荷の違い

LEDの順方向電圧特性を、電子負荷装置で模擬するとなると定電圧(CV)モードを適用することが考えられます。CVモードは、負荷電流を調整して供給側のインピーダンス(LEDドライバ出力インピーダンスなど)を利用して、負荷端子の電圧が一定になるよう動作するモードです。このモードでLEDの順方向電流が大きく流れ出す電圧と一致させ、LEDの順方向電圧特性が模擬できるかのように思われますが、これまでの電子負荷装置ではある条件下では、期待通りの動作とは程遠いものとなります。

図1をご覧ください。PWM調光時の実LEDと電子負荷装置との端子電圧比較です。実LEDと比較すると電圧が立ち上がって一定となっている値を超えて電子負荷装置

のCVモードの応答が遅いためにオーバーシュートしています。また、負荷端子間に入るC成分が電圧の立ち上がりに影響を与えていることもわかります。PWM調光が行われるような条件下では、電子負荷装置をLEDの代替えとして使用するのは難しいと思われます。

さらに白色LED(青色LED)を模擬するとなると、LEDの特性についての記事でも記載している通り、抵抗分が目立つ特性であるため、それを模擬してほしいという要求がでてきます。このため、高速CVモードに加えてCRモードが同時に動作するCV+CRモードを有する負荷装置がLEDドライバの試験には最適であるといえます。このCRモードは、LEDドライバのスイッチング周波数に起因するリップル電流を模擬する形となりますので、通常数10kHz～数100kHz程度の応答速度が必要とされますが、これまでの電子負荷装置ではここまで帯域をもっているものはほとんどありません。

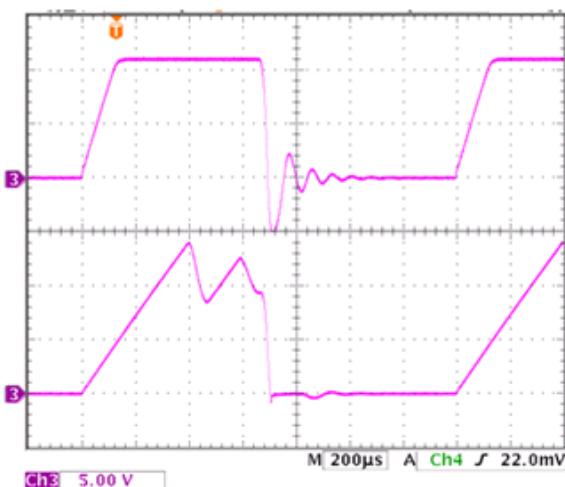


図5 PWM調光時の電子負荷装置の挙動例  
(上:実LED順方向電圧 下:電子負荷端子電圧)

## 5. 多チャンネルLEDエミュレータLE-3060

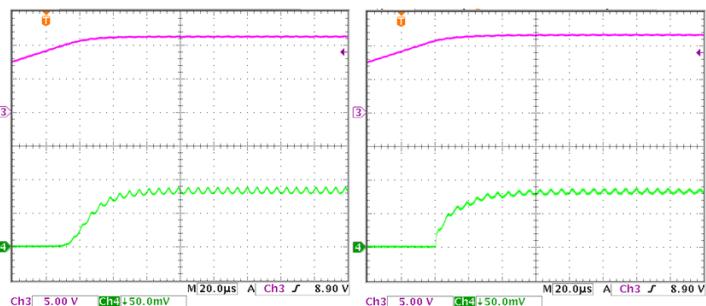


LEDエミュレータLE-3060(写真)はLEDの順方向電圧特性をエミュレートするための高速CV+CRモードをもった電子負荷装置です。応答速度は、100kHz以上であり多くのスイッチングタイプ(もちろんリニアタイプも)LEDドライバに対応できます。これまでの実LEDや抵抗ではなく、エミュレータで評価検査が可能になることにより容易に自動化できるなど様々なメリットが生まれます。図5は実際のLED動作波形とLEDエミュレータの動作波形となっており、違いが無いことがおわかりいただけます。

またLEDエミュレータLE-3060は、小容量、多チャンネル絶縁対応となっており、最大200チャンネルまで拡張可能です。バックライト用途では、数10mA程度の高輝度LEDが使用され、エミュレータとして必要とされる負荷容量は、直列数を考慮してもチャンネルあたり10W程度となります。また、前述されているように色度、輝度の関係か

ら、LED並列数(=チャンネル列数)が多くなりますが、各チャンネル間は絶縁されていますので、各種LEDドライバ回路方式に対応できることになります。これから、LEDエミュレータLE-3060はバックライト用途において、評価、検査装置として非常にマッチしているエミュレータであるということができます。

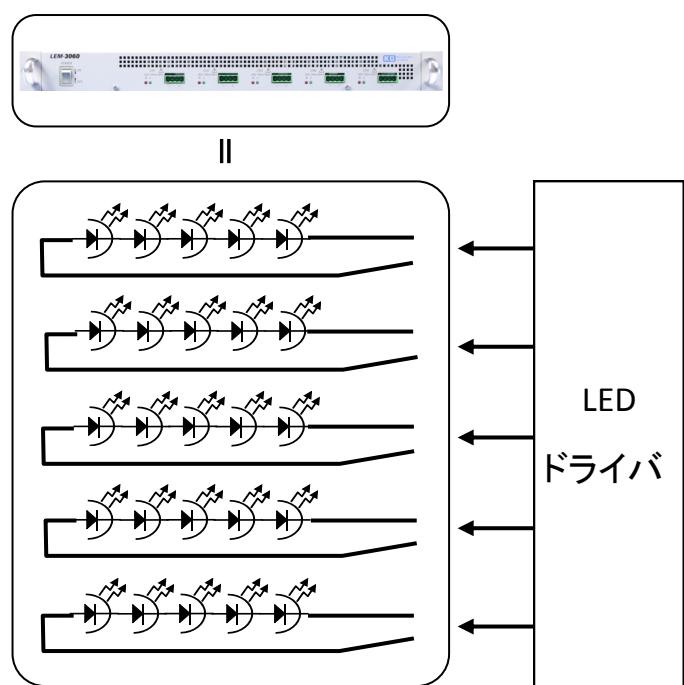
図5 実LED(左)とLEDエミュレータ(右)の動作波形比較



(上:電圧波形 下:電流波形)

### ※LEDエミュレータの接続例

下図のように1台のLE-3060で5並列ストリングスの模擬試験が可能です。



2010年4月12日

株式会社計測技術研究所