

## 第7章 Appendix

### 電子負荷装置も LED 対応に進化 LED照明用電源のためのLEDエミュレータ

大辻 悦尚  
Etsunao Ohtsuji

昨今の地球環境問題への意識の高まりのなか、光源としてLEDの普及が急速に進んでいます。今後はLED発光部と電源回路…LED用電源の標準化や部品化が進んでいくと予想されます。

そして部品化が進むと、部品自体の評価検証の確立が重要です。LED照明用電源の評価において実負荷…LEDを用意するだけでは、限定的な評価になりかねません。利便性を考えると、汎用電源装置などの評価に使用されている「電子負荷」を使つての評価検証が望ましいと思われます。

ここでは、LED照明用電源のための電子負荷といえるLEDエミュレータを紹介します。

#### ● LED照明用電源の特徴

スイッチング電源など汎用電源装置の測定・評価に、写真1に示すような電子負荷装置が使用されていることはご存知だと思います。実験室では単純に抵抗器を負荷にするケースもあるでしょうが、定量的かつスピーディに評価するには電子負荷の利用がお勧めです。

しかし、この電子負荷は汎用電源の測定・評価を目的としているため、一般には測定モードが定電圧(CV)モード、定電流(CC)モード、抵抗(CR)モードのいずれかからの選択になっています。ところが電源の負荷としてのLEDの特性は、第7章の図4でも示されているように、1.5～3.5Vという順方向電圧 $V_F$ をもったダイオード特性になっていて、非線形特性です。

一般にLED照明用電源回路はLEDの輝度や色度

を一定に保つために定電流出力で駆動します。特にTVバックライトや調光機能に対応した照明では、ちらつきを抑えるために高速応答性を要求します。

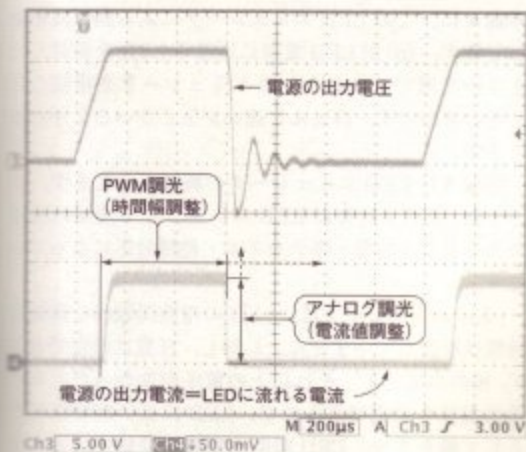
写真2に示すように、色度は定電流の大きさ…振幅で調整し、輝度はその電流をPWMのデューティ比を可変することで両立できるようになっています。PWMの周波数は数十～数百Hz程度です。

#### ● 一般の電子負荷をLED照明用電源に使用すると

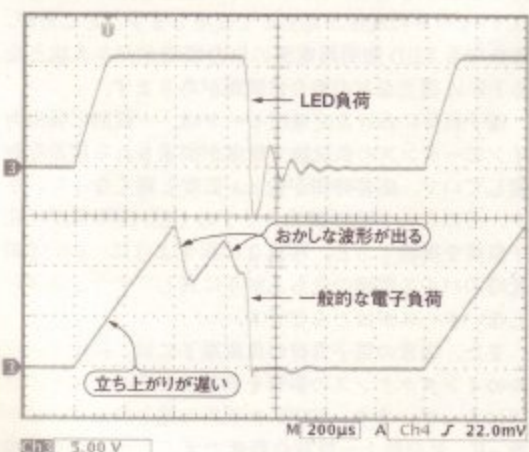
LED照明用電源において負荷となるLEDは、ダイオード特性をもった非線形特性で、抵抗の特性とは異なります。LED照明用電源の負荷として線形負荷の抵抗を接続すると、非線形負荷のときより安定な特性



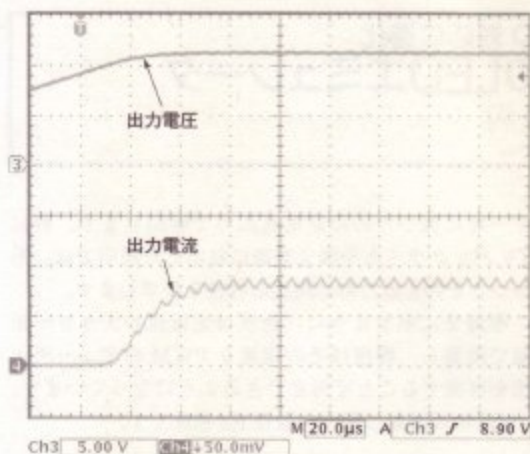
〈写真1〉一般の電源装置の測定・評価に使用される電子負荷の一例



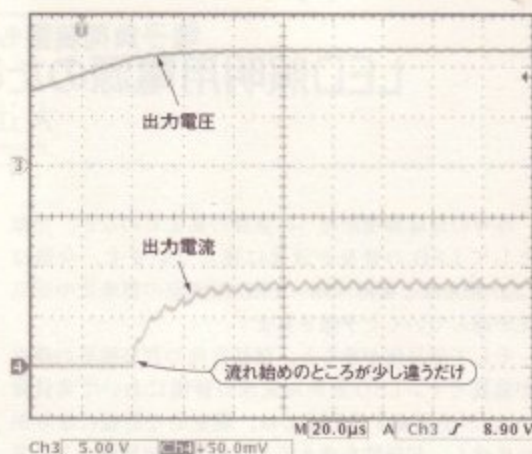
〈写真2〉LED照明用電源における調光時の波形



〈写真3〉LED照明用電源の出力電圧波形



(a) 実際のLED負荷を接続したとき



(b) LEDエミュレータを接続したとき

〈写真4〉LED照明用電源の出力電圧・電流波形



〈写真5〉LEDエミュレータLE-3060の概観〔(株)計測技術研究所〕

にみえてしまうので、ふさわしくありません。

加えて、LED照明用電源の出力には小容量コンデンサが接続されていることが多く、電源OFF時に電圧が残っている傾向があります。この条件を電子負荷の抵抗(CR)モードや定電圧(CV)モードで作り出すのは困難です。

通常、LED照明用電源の負荷として一般の電子負荷を接続する場合、LEDの順方向電圧特性を定電圧(CV)モードの電圧と見立てて使用します。ところが、これでもLED照明用電源の出力電流がパルス状となるPWM調光などの場合に問題があります。

電子負荷における定電圧モードは、一般的に低出力インピーダンスの供試物で精度が要求される用途を想定していて、応答時間が数ms程度と遅くなっています。そのためPWM調光タイプのLED照明電源に電子負荷を接続すると、写真3に示すように、PWM調光時のパルス電流の立ち上がりに対して十分な応答をしないケースがほとんどです。

また、通常の電子負荷の負荷端子には、接続ケーブルのインダクタンスの影響を抑制するためにCRが並列に入っています。300Wクラスの電子負荷で、Cが数 $\mu$ F、Rが数十～数百 $\Omega$ 程度です。このCRが写真3のようにLED照明用電源の立ち上がりを遅くする

方向に働くのです。LED用電源の回路方式によっては、起動時に過電流保護回路が働いてしまい、起動できない場合もあります。

#### ● LED照明用電源の電子負荷(LEDエミュレータ)

LED照明用電源のための電子負荷として、LED電源用に定電圧(CV)モードを高速化し、負荷端子間のCやRの値を小さくしたものが用意されています。写真4に、このLEDエミュレータによる動作波形を示します。(a)がLED電源に実際のLEDを接続したときの波形で、(b)がLEDエミュレータを接続したときの波形です。ほとんど違いが生じないことがわかります。

写真5にLEDエミュレータの概観を示します。このLED用電子負荷はLEDバックライト用途に使用できるよう小容量・多チャネル・絶縁対応になっています。

LEDエミュレータは、LEDの指数関数的な非線形特性は模擬していません。しかし、任意に指定できる $V_F$ 相当の電圧と、それ以上の電圧が加わったときの動作抵抗を設定できるので、LEDに近い非線形負荷として働きます。LED照明用電源の評価に最適な電子負荷といえます。