



第4章 電池用の昇圧タイプから 1 A 以上の大電流タイプまで

LED ドライブ回路のいろいろ

高橋 光
Akira Takahashi

小型、長寿命、低消費電力などの特長を持つLEDは、次世代の光源としてさまざまな分野への応用が期待されています。近年のめざましい性能向上によって、**100 lm/W** を越える発光効率を持つものや、消費電力が5 W を越える高出力なものなどが製品化されており、従来光源の置き換えとしてLEDの採用を検討する流れが加速しています。

このように大きな注目を浴びるLEDですが、均一な発光を得るためには考慮すべき点も多く、苦勞されている技術者も多いのではないのでしょうか。

所望の発光を得るために複雑な制御を採用し、消費電力の増大を招いてしまっては本末転倒です。

LEDの特長を最大限に生かすためには、その特性を理解し、アプリケーションに応じて適切な駆動回路を選択することが不可欠です。

本章では、前半で効率良く均一な発光を得るためのLEDの駆動方法について解説し、後半ではLEDドライバを用いた応用回路例を紹介します。

LED は定電流回路で駆動する

LED (Light Emitting Diode) はその名のとおりダイオードの一種であり、電流を流すためにはある閾値以上の電圧を印加する必要があります。この電圧を**順電圧** (以下 V_F) と呼び、白色LEDでは3~4 V 程度の値です。 V_F の大きさは製造上のばらつきや温度変化で変動するため (図1)、LEDを定電圧で駆動するのは困難です。

印加電圧が V_F を越えるとLED電流は急激に増加します (図2)。LEDに流すことができる最大電流はLEDごとに決まっており、これを越えた電流を流すと破損や著しい寿命の低下を引き起こす恐れがあります。このため、LEDの駆動制御は**定電流回路**で行い、必ず定格電流内で点灯させる必要があります。

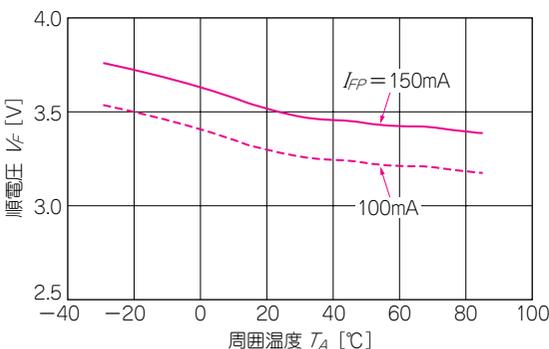
光量調整はPWMが良い

LED発光時の光量は、流れる電流に対応して変化します。

図3は、順電流-相対光束特性の一例です。電流が増えると光量も増加しますが、その関係は必ずしも比例ではありません。また、LEDは**流れる電流でそのスペクトル(色)が変化する**という特性があります (図4)。

項目	記号	条件	標準値	最大値	単位
順電圧	V_F	$I_F=350\text{mA}$	3.6	4.0	V

(a) LEDメーカーの提供する順電圧 (V_F) のスペック

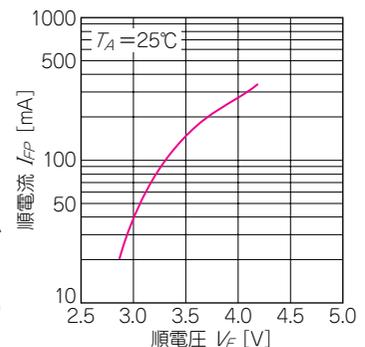


(b) 周囲温度-順電圧特性

図1⁽¹⁾ 白色LED NJSW036A(日亜化学工業)の順電圧の仕様と周囲温度-順電圧特性

同電流での V_F は製造時や温度変化によって変動する

図2⁽¹⁾ 白色LED NJSW036Aの順電圧-順電流特性
印加電圧が V_F を越えるとLED電流は急激に増加する



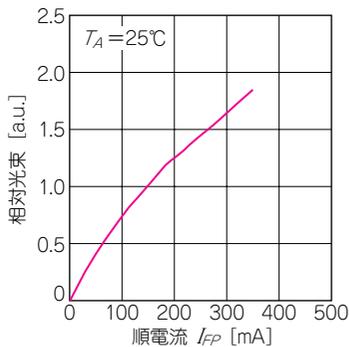


図3(1) 白色LED NJSW036Aの順電流-相対光束特性
電流が増えると光量も増加するが、比例関係ではない

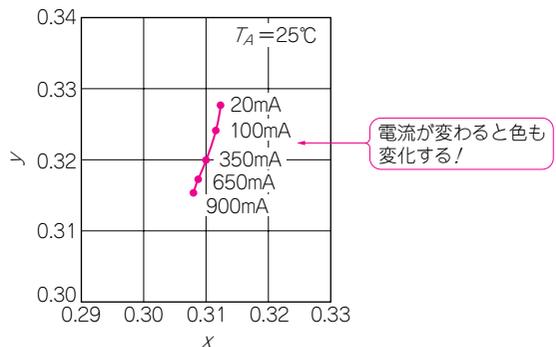


図4(1) 白色LED NJSW036Aの順電流-色度特性
流れる電流で色が変化する

特に多くの白色LEDでは、チップより発光される青色の光と、チップを覆う蛍光体より発光される黄色の光を混色して白色を得ているため、**電流が変化すると混色のバランスも変化し、単色のLEDと比較して顕著に色が変化してしまいます。**

このため電流による光量の調整は、発光色を一定に保つ必要があるような用途では使用することができません。

発光色を一定に保ったまま光量の調整を行う方法として、**PWM(Pulse Width Modulation)**を用いた調光がよく知られています。

人間の目は、周期的に速い速度で明るさが変化してもそれを認識することができず、周期内での明るさの平均値で常時点灯しているように錯覚します。この特徴を利用したのがPWMによる調光です。

図5はPWMを用いた調光の概念を表しています。LEDをPWM信号に同期して高速に点灯/消灯することで調光を行います。このときの点灯と消灯の時間割合(**デューティ・サイクル**)が、観測者の感じる明るさを決定します。デューティ・サイクルが大きいほど、観測者はより明るいと感じることになります。点灯のタイミングでLEDに流れる電流は常に一定なので、この方法によって得られる光の色は明るさによって変化しません。

光を観測するのが人間である場合、このPWM調光の周波数は**200 Hz**もあれば十分です。センサなど人間以外の物が光を観測する場合には、その応答特性を考慮して調光周波数を選択することが必要です。

高速に点灯と消灯を繰り返した光源は、観測者には点灯の割合に応じた一定の光量の光に感じられる

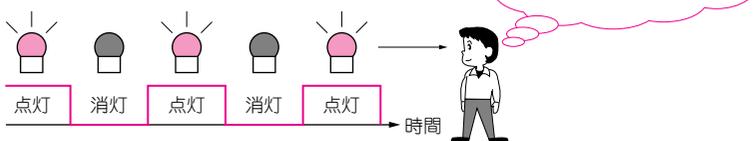


図5 PWM調光の概念
LEDをPWM信号に同期して高速に点灯/消灯することで調光を行う

最適なLEDの駆動回路を考える

ここまで述べてきたLEDの特性を考慮して、最適なLED駆動回路とはどのようなものであるかについて考えます。

LEDは電流を流して発光を得る電子デバイスなので、その駆動には当然適切な電源が必要となります。使用できる電源の電圧はシステムによってあらかじめ決められているのが一般的でしょう。

これに対して、LEDを点灯させるためにはLEDごとに決まった順電圧(V_F)を与える必要があることはすでに述べたとおりです。多くの場合、駆動に使用する電源電圧とLEDの V_F の値は一致しないので、適切な電圧変換回路が必要であることが分かります。

また、安全に安定した発光を得るためには、LEDに流れる電流を一定に保つ**定電流回路**が必要です。

さらに、PWM方式による調光に対応するために、この定電流回路は外部信号を受けて電流を高速にON/OFFする機能を備えているべきです。

以上より、最適なLED駆動回路は図6のように表現することができます。

①は**電圧変換回路**で、電源より与えられた電圧をLEDの V_F に応じた適切な電圧に変換します。②は定電流源でLEDに一定の電流を供給し、さらに外部より与えられるPWM信号入力を受けてLEDに流れる電流を高速にON/OFFします。

LED駆動回路の目的は当然LEDを点灯させること