

豆電球と発光ダイオード

1 ねらい

豆電球は、形状が同じでも加える電圧、流れる電流にはいろいろな種類があり、それを知って使わなければならない。

また、日常生活では発光ダイオード（LED（Light Emitting Diode））が急速に普及してきている。消費電力が小さい、長寿命、安価などの長所があり、近い将来、小学校の教科書にも今までの豆電球に替わって登場すると言われている。しかし、数々の長所はあるものの、動作させるにはその特性を知らなければならず、豆電球に比べて扱いにくい面もある。そこで、LEDの特性を調べて使用方法を理解する。



2 豆電球の種類と留意点

(1) 豆電球の形式

学校で使われる豆電球は、口金が10mmのねじ式のもの（E10という形式）がほとんどである。強力ライトなどには差込式の口金のも（P13.5Sという形式）も多い。



(2) 豆電球の電圧、電流の規格

豆電球には、1.5V（乾電池1個）、2.5V（乾電池2個）、3.8V、4.8V、6.3V用など、いろいろな電圧に対応したものがある。口金のガラス部分に近いところの規格（印刷のものや刻印のものがある）を読み取って、誤りの無いように使用しなければならない。間違えると、切れたり点かなかったりする。乾電池2個用のものが2.5Vになっているのは、実際に乾電池2個に豆電球を接続した場合、2.5V程度しかかかっていないからである（「乾電池の種類と特徴」の項参照）

また、電流についても注意が必要で、0.3Aが多いが、0.15Aや0.5A、1.0Aのものもある。同じ電圧の場合、電流が小さいものは暗く、電流が大きいものは明るい。

（電力（＝電圧×電流）が大きいほど明るい。）

(3) 電圧の規格について

電圧の規格は決まっているが、1.5V用の豆電球に乾電池を2個直列につないでもすぐには切れない。非常に明るいので、乾電池の直列接続の威力を印象づける目的で敢えて行うこともありえる。

各種の豆電球が、どれくらいの電圧まで耐えるかについては別の表に示す。

3 LEDの特徴と使い方

(1) LEDのメリット

LEDの特徴は低消費電力、長寿命、安価である。

① 低消費電力…明るいLEDでも、一般に流す電流は10～30mA（0.01～0.03A）であり、豆電球（0.3A程度）の10分の1以下である。効率よく電気エネルギーを光に変えるので、発熱も少ない。

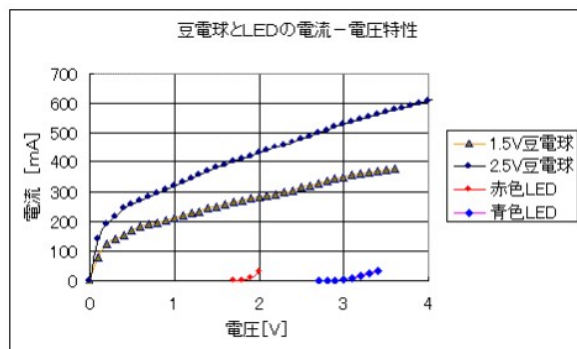
② 長寿命…寿命は、数万～10万時間と言われている。連続で数年～15年ほどであり、ときどき点灯させるのであれば半永久的である。ただし、定格以上の大きな電流を流すと、寿命は短くなり、短期間で切れてしまう。

③ 安価…電子部品店では、一般的なものは1個数円、高輝度のものでも1個数十円で購入できる。構造が簡単なので、機械で短時間に大量生産できる。

(2) LEDの電圧－電流特性

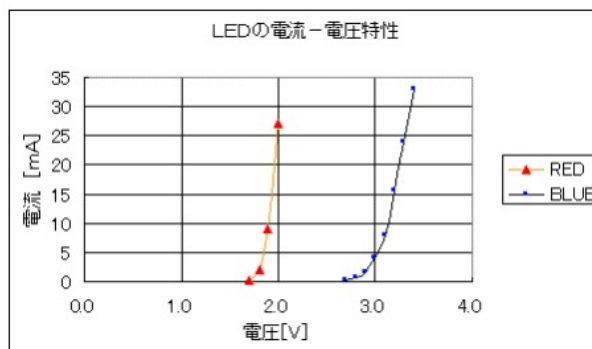
LEDに電圧をかけていっても、電圧が低い間は電流が流れない。ところが、ある電圧を超えると急激に大きな電流が流れ始め、寿命が短くなってしまふ。これは半導体の特徴である。豆電球では、形としては逆の特性で、高い電圧をかけると電流は増加しにくくなる。

豆電球とLEDの電圧と電流の関係



豆電球では、電圧が高くなると、電流の増加量が少なくなる。
また、LEDの電流が小さい。

LEDの電圧と電流の関係を拡大



LEDでは、電圧が高くなると電流が急激に大きくなる。
赤と青では適正な電流を流す電圧が異なる。

(3) 電流制限抵抗の使用

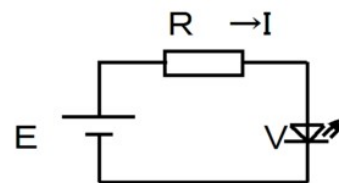
(2) のような特徴があるため、LEDを使用するには、適切な電圧・電流にコントロールする必要がある。その為に使用するのが電流制限抵抗である。今、動作電圧がV、動作電流をI、電源電圧をE、電流制限抵抗の抵抗値をRとすると、

$$E = V + I R$$

$$\text{移項して } I R = E - V$$

が成り立ち、必要な抵抗値は右のとおりである。

$$R = \frac{E - V}{I}$$



電流制限抵抗を入れることによって、電圧が少し変化した場合でも、大きな電流変化がないようにコントロールされる。例えば、電圧が上がって電流が大きくなると、抵抗の電圧も上昇し、電圧変化をほとんど相殺するため、電流変化は小さい。すなわち、電流制限抵抗は、電圧変化に対する緩衝機能もはたしている。

(4) 整流作用

LEDはダイオードの一種であるから、電流が流れる方向が決まっている。乾電池を接続する向きを間違えると点灯しない。それでも大きな電圧をかけると破損するので、注意を要する。

4 手回し発電器による実験

(1) 豆電球に接続

6.3V用の豆電球を手回し発電機に接続し、ハンドルを回して点灯させてみる。

(手回し発電機を一生懸命回すと10V以上の電圧になる。2.5Vの豆電球では、児童が電球を切らせてしまうことが多いので、6.3Vが適当である。2.5Vのものを使う場合は、余り速く回さないように指示する。)

- ハンドルを回すのに力が要することから、電気を起こすために仕事が必要なことが分かる。
- 電球を2個、3個と並列に接続すると、ハンドルが非常に重くなり、仕事をしていることがより実感できる。

(2) 発光ダイオードに接続

手回し発電器に高輝度発光ダイオードと200Ω程度の抵抗を直列に接続し、ハンドルを回してみる。また、反対にも回してみる。

- ハンドルが非常に軽いこと、すなわち消費エネルギーが小さいことが分かる。
- 回し方を逆にすると発光ダイオードが点灯しないので、接続する向きがあることが分かる。

