

ダイオードの絶対温度に比例する物理量を利用した温度測定システム

A temperature measurement system based on a physical quantity of a diode that is proportional to absolute temperature

兵庫教育大院 ○劉 悦, 小山 英樹

Hyogo Univ. of Teacher Educ., °Liu Yue, Hideki Koyama

E-mail: koyama@hyogo-u.ac.jp

1. はじめに

ダイオードの電流-電圧特性の温度依存性を利用した温度計の製作が教育の分野でも試みられている^{1,2)}。通常は一定電流下での電圧の変化を利用するが、これは原点を通らない直線であるため温度校正は2点で行う必要があり、室温とは異なる温度に制御する装置が別途必要になる。今回われわれは、ダイオードの電流-電圧特性の傾きの逆数 (dV/dI) が絶対温度に比例すること³⁾を利用した、温度校正が1点で済む簡易な温度測定装置を作製することを試みた。教育現場での利用を考え、簡単な回路とプログラムでパソコンを利用した測定ができるよう、微小信号の測定にもかかわらずDC測定で実現することを目指した。

2. 原理

逆方向飽和電流より電流 I が十分大きい領域では

$$\frac{dV}{dI} = \frac{nk}{qI} T \quad (n: \text{理想係数}, k: \text{ボルツマン定数}, q: \text{素電荷})$$

となり、 I が一定であれば dV/dI は絶対温度 T に比例する。

3. 結果

さまざまなダイオードを用いて、10 ~ 50 °C の範囲で電流一定の条件のもと、 dV/dI の温度依存性を測定した。 $I = 0.1 \text{ mA}$ で測定した結果の一部を Fig. 1 に示す。全体的な傾向として、シリコン pn 接合ダイオードやショットキーダイオード、赤~緑の輝度の比較的低い LED、および高輝度の赤色 LED において良好な比例関係が見られたが、青や緑の高輝度 LED では dV/dI が温度にあまり依存しないという結果が得られた。そこで輝度のそれほど高くない赤色 LED (MV5754A, 25 mcd) を用いて温度測定システムを試作した。回路図を Fig. 2 に示す。安価で容易に制御ができる基板 (USB-IO2.0) を用いて LED に差約 25 μA の2つの電流を流し、その電圧差 (室温で約 13 mV) を自作 A/D 変換回路を通してパソコンに取り込むようにしている。微小な電圧を測定するため高精度のオペアンプを使用し、A/D 変換器は16ビットのものを自作した。現在のところ、10 ~ 50 °C の範囲で誤差約 5°C 以内で測定が可能であることを確認している。

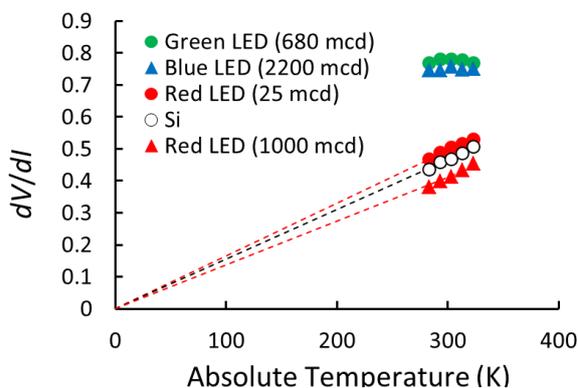


Fig.1 Temperature dependence of dV/dI

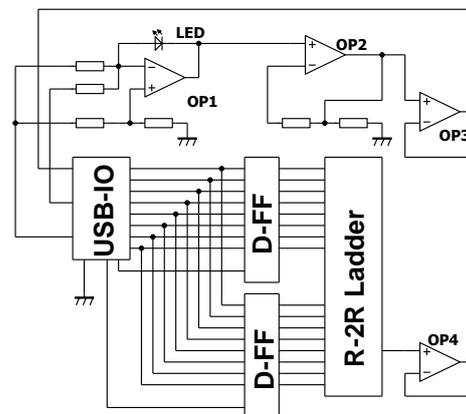


Fig.2 Circuit diagram

- 1) 西岡正泰, 伊藤康明: 物理教育, 第26巻, 第2号, pp.133-136 (1978)
- 2) 西村尚大, 小山英樹, 森山潤: 第73回応用物理学会学術講演会 12p-PB2-22 (2012)
- 3) 高嶋徳明, 木村光照: 電気学会論文誌 E, 第127巻, 第6号, pp.328-332 (2007)