

平成 13 年 4 月 13 日

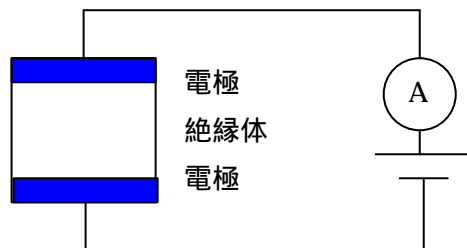
松浦研究室

宿題の提出期限 宿題 1 : 4 月 20 日まで
宿題 2 : 5 月 7 日まで

ゼミの復習

Thermally Stimulated Current (TSC) method

素子構造

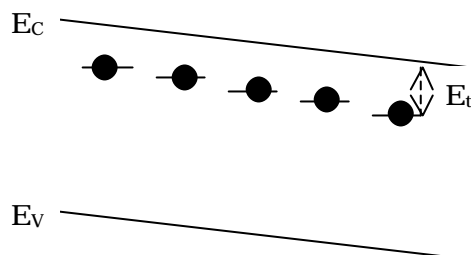


測定方法

1. 高温で高電圧を印加し、電流を流す。(このとき、絶縁体内のすべてのトラップに電荷が捕獲されると考える。トラップの面密度を N_t 、電極面積を S とすると、捕獲された電荷は qN_tS である。)
2. 印加電圧を低くして、できるだけ早く低温 T_0 にする。
3. 一定の昇温率 (β) で測定温度を上げながら、電流 $I_{TSC}(t)$ を測定する。

物理現象

低温での状態 (すべてのトラップに電子が捕獲されている状態)



温度が上がることにより、トラップに捕獲されている電子が伝導帯に熱励起され、電流 $I_{TSC}(t)$ となる。

宿題1 $I_{\text{TSC}}(t)$ が

$$I_{\text{TSC}}(T) = I_0 \exp \left[-\frac{E_t}{kT} - \frac{v_t}{\beta} \int_{T_0}^T \exp \left(-\frac{E_t}{kT} \right) dT \right] \quad (1)$$

と表せることを証明せよ。

ヒント

1. トラップから熱的に放出される電子の割合を

$$e_t(T) = v_t \exp \left(-\frac{E_t}{kT} \right) \quad [\text{s}^{-1}] \quad (2)$$

とすると、1秒間にトラップから放出される電子の数は、

$$n_t(t) e_t(T) \quad (3)$$

である。ただし、 $n_t(t)$ は、トラップに捕獲されている電子の面密度である。

2. 電流は、ある断面積を1秒間に通過する電気量である。(トラップから放出されたすべての電子は、すぐに電極から出て行くとする。)

3. 温度と時間との関係は、

$$T = T_0 + \beta t \quad (4)$$

である。

4. トラップに捕獲されている電子の変化は、電子がトラップから熱的に放出されることで起こるため、rate equation は

$$\frac{dn_t(t)}{dt} = -n_t(t) e_t(T) \quad (5)$$

である。0秒(温度 T_0)から t 秒(温度 T)までの範囲を考えて、この微分方程式を解き、 $n_t(t)$ を求める。ただし、 $n_t(0) = N_t S$ である。

宿題2 I_0 、 E_t 、 v_t 、 β をパラメータとして、(1)式から $I_{\text{TSC}}(t)$ を計算し、グラフ表示と計算結果をファイルに保存できるWindows用アプリケーションを、Borland C++ Builderを用いて作成すること。(できない場合は、C言語またはBASICを用いて、計算し、保存するプログラムを作成し、Plot32等のグラフ表示用アプリケーションを用いて結果を示すこと。)