

(1) まず電気伝導率 σ について考える。 σ はキャリア濃度 n に比例し

$$\sigma = nq\mu \quad (1)$$

と書ける。 $q = \pm e$ 、 μ はキャリアの移動度（易動度）である。

つぎに熱伝導率 κ について考える。熱を伝えるものとしてはキャリアと格子振動が存在する。このことを踏まえると熱伝導率は

$$\kappa = \kappa_{ph} + \kappa_e \quad (2)$$

と書ける。キャリア熱伝導率 κ_e と電気伝導率は比例関係にあり (Wiedemann-Franz 則)

$$\kappa_e = LT\sigma \quad (3)$$

という関係がある。ここで L はローレンツ数とよばれる物質によらない定数 ($2.5 * 10^{-8} V^2 K^{-2}$)、 T は絶対温度である。また、 κ_{ph} はキャリア濃度には依存していない。

電気伝導率 σ 、ゼーベック係数の波数 \mathbf{k} 、 j 番目のバンドにある伝導キャリアの数を $f_j(\mathbf{k}, T)$ とすると。熱平衡状態では Fermi-Diac1 分布に従うとして

$$f_j^{(0)} = \frac{N_j}{\exp\{\beta(E_j + \epsilon_j(\mathbf{k}) - \mu) + 1\}} \quad (4)$$

$$\epsilon_j(\mathbf{k}) = \sum_{\alpha=1}^3 \frac{\hbar^2 k_{\alpha}^2}{2m_{j\alpha}} \quad (5)$$

と表される。 $(\beta = 1/k_B T, \mu$ は化学ポテンシャル、 E_j は伝導帯の底のエネルギー、 $\epsilon_j(\mathbf{k})$ は各方向ごとの有効質量を用いた運動エネルギーである。)

参考文献

- ・ 太田恵三 (1973) 『磁気工学の基礎 II』 共立全書
- ・ 近桂一郎・安岡弘志 (2001) 『実験物理学講座 6 磁気測定 I』 丸善
- ・ <http://web.tuat.ac.jp/katsuaki/hosei/Jiseinyumon.pdf>
- ・ <http://www.ne.phen.mie-u.ac.jp/misc/LLG8.pdf>
- ・ http://home.sato-gallery.com/research/JEMEA_WG_text20160122.pdf
- ・ <http://www.murata.com/ja-jp/products/sensor/magnetic/basic/effect>
- ・ http://home.hiroshima-u.ac.jp/tmatsu/Matsumura/Research_files/trnsprt.pdf
- ・ <http://supercon.nims.go.jp/matprop/Hall-effect.pdf>
- ・ <https://www.jstage.jst.go.jp/article/materia/48/2/4855/pdf>