

Mn ドープ GaAs 中の最近接ホッピング伝導に対するホール因子

Hall factor for nearest-neighbor hopping conduction in Mn-doped GaAs

○梶川 靖友 (島根大 総理工)

○Y. Kajikawa (Shimane Univ.)

E-mail: kajikawa@riko.shimane-u.ac.jp

[はじめに] 不純物帯におけるホッピング伝導に対するホール効果については、古くからのモデルがある[1]が、測定結果との対比は十分にはなされていない。今回、Wolos ら[2]が報告した Mn ドープ GaAs 試料のホール測定結果を、不純物帯を含めた2バンドモデルで解析した。[解析モデル] 価電子帯での伝導については、イオン化不純物散乱とフォノン散乱を考慮し、緩和時間近似により導電率 σ_v およびホール因子 A_v を計算した。一方、不純物帯での伝導については、導電率は $\sigma_{ib} = eN_{SA}^{(0)}\mu_{ib}$ とした。ここで、 $N_{SA}^{(0)}$ は中性の浅いアクセプタ濃度、 μ_{ib} は最近接ホッピング伝導によるドリフト移動度で $\mu_{ib} = \mu_{ib0}(T_0/T)^{3/2}\exp(-T_0/T)$ とした[1]。また、ホール因子は $A_{ib} = (k_B T/J)\exp(T_{0H}/T)$ とした。補償ドナー濃度、浅いアクセプタおよび深いアクセプタの濃度とイオン化エネルギーのほか、 μ_{ib0} , J , T_0 , T_{0H} をフィッティングパラメータとして、導電率及びホール正孔濃度、ホール移動度のフィッティングを行った。

[解析結果および考察] Wolos ら[2]の Mn ドープ GaAs 試料のうち 300K でのホール正孔濃度 $p_H(300K) = 6.4 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ の試料の測定結果について、 $\sigma T^{3/2}$ および $p_H = (eR_H)^{-1}$ のアレニウスプロットをそれぞれ図 1(a)および(b)に、計算結果と比較して示す。図 1(b)からわかるように、不純物帯でのホール因子 A_{ib} が温度に強く依存し、低温で非常に大きくなるため、Wolos ら[2]がホール因子を考慮しない解析により求めた

浅いアクセプタ濃度 N_{SA} は、真の値の数十倍になっていたことがわかった。また、正三角形格子での非断熱的パーコレーションモデルでは $T_{0H}/T_0 = 2/3$ である[1]のに対し、今回、Wolos ら[2]の Mn ドープ GaAs 試料のうち4個についてフィッティングより求めた結果、 N_{SA} の増加につれ、 T_{0H}/T_0 は1.5から1.15へと変化した。実際には、結晶は正三角形格子でなく、ホッピングも非断熱的ではないためと考えられる。

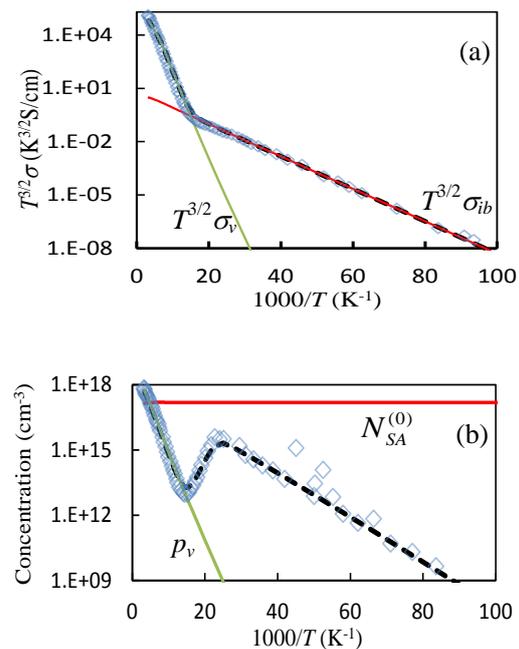


Fig. 1 Comparison of the calculated results with the experimental data [2] of (a) $\sigma T^{3/2}$ and (b) the Hall carrier concentration $p_H(T)$ for a Mn-doped GaAs sample with $p_H(300K) = 6.4 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$.

[1] P. Nagels, *The Hall Effect and its Application* (Plenum, 1980), pp. 253-280.

[2] A. Wolos *et al.*, *Phys. Status Solidi C* **6**, 2769 (2009).