

3. Ge-Si合金のサイクロトロン共鳴と電流磁気効果

阪大理 大塚エイ三

§ 1. まえおき

GeにSiを15%まで混ぜた、いくつかの混晶についてのサイクロトロン共鳴とHall効果の実験結果を報告する。Siが15%というのは、伝導帯の底がL1点から Δ 点に移る、つまりGe型からSi型に移る交叉域¹⁾で、それよりGe側で実験を行なったということである。もっともHall効果の方はp-型試料について行なったので、価電子帯が対象であり、Ge側であるということ、サイクロトロン共鳴の場合ほど意識する必要はない。

§ 2. サイクロトロン共鳴

これについての詳細はすでに発表してある²⁾ので、ここでは省略する。結論だけをいえば、Siの組成比が増すにつれ、電子、正孔ともに有効質量の異方性が減少する。Siが4.23%以下のところでは、電子の共鳴線の幅は、不純物による以外は思ったほど影響をうけないようである ($\sigma_{\text{Si}} < 10^{-17} \text{ cm}^2$ at 4.2°K)。Si以外の不純物の影響は大きく、このためか、混晶にしない場合に比して、共鳴線の強度そのものがきわめて弱く、これが測定の障碍となっている。

§ 3. 高温域におけるHall効果と関連事象

とくにp型の合金試料をえらび、 77°K 以上でのHall易動度を温度の関数として求めた。この領域では、散乱機構は格子振動に支配される。易動度を

$$\mu_H = aT^{-n}$$

と書いた場合の温度の指数 n をSiの組成百分比に対してプロットするとFig. 1のようになる。さきにLevitas³⁾が多結晶合金について求めた結果と大むね一致し、単結晶の特殊性はこの事に関する限り現われない。なお図は省略するが、 μ_H の絶対値もSiの組成比を増すにつれ、漸次減少する。

次にHall易動度とドリフト易動度の比 μ_H/μ_d を温度に対してプロットする

と Fig. 2 のようになる。ただし μ_d を直接には測れないので、77°K で μ_H と一致するものとし、それ以上の温度では伝導度から μ_d を求めた。 μ_H/μ_d は Si の組成比の増加につれ、温度に無関係になるらしいことがわかる。 μ_H/μ_d の温度依存性は、価電子帯の二帯モデルで説明できるということになっており⁴⁾、p 型 Si でこれが観測されないのは、試料が不完全だからといわれているが、筆者は必ずしもこの解釈を素直には受取っていない。なぜなら、不完全さという意味では、3% Si を含む合金などは、市販される p 型 Si の良質のものに比べれば、はるかに悪い試料であろうが、それでも p 型 Ge に近い μ_H/μ_d の温度依存性をもっている。 μ_H/μ_d が 1 に近くなるのは、不完全性だけによるものかどうか未だ疑問の余地がある。⁵⁾

この問題に関連して、Hall 係数の磁場依存性も各試料について測定したが、Si の組成比が増すにつれ、依存性はゆるやかになる。

§ 4. 低温域における Hall 効果

Fig. 3 は 3% Si を含む合金の Hall 係数を、低温域まで測定した結果を示す。面白いのは 0.002 eV の活性化エネルギーをもつ不純物中心が観測にかかる点で、その濃度は全アクセプター数より 1 桁程度下である。3% という Si の組成比と、配位数が 4 という事情を考えると、これは 4 つの隣接原子 (Ge) のうち 1 つが Si におきかわったアクセプターを想起させる。しかし 0.002 eV という活性化エネルギーの成因が何であるかは速断できない。いずれにせよ、Ge に Si を適当量融合させることにより、人為的に浅い不純物準位をつくることができれば、遠赤外の検出器などに有用な役割を果すことになるだろう。

文 献

- (1) E. R. Johnson & S. M. Christian: Phys. Rev. 95 (1954) 550.
- (2) E. Otsuka, S. Nagata & K. Murase: J. Phys. Soc. Japan 20 (1955) 727.
- (3) A. Levitas: Phys. Rev. 99 (1955) 1810.
- (4) R. K. Willardson, T. C. Harman & A. C. Beer: Phys.

大塚エイ三

Rev. 96 (1954) 55.

- (5) A. C. Beer はその著 Galvanomagnetic Effects in Semiconductors, Supplement 4 to Solid State Physics 中で, 超高純度の p 型 Si では p 型 Ge と類似の現象が見出されたと主張している。

図 説 明

Fig. 1. Hall 易動度の温度依存性を表わす指数が, Si の組成百分比に対して変化する様子を示す。○は本実験で, ×は Levitas³⁾ による多結晶合金の実験結果。

Fig. 2. Hall 易動度とドリフト易動度の比。

ただし 77°K で規格化してある。

Fig. 3. Ge (97%) Si (3%) における Hall 係数の温度変化。0.002 eV の活性化エネルギーをもった浅い不純物準位がきわめて明瞭にとらえられている。NA1 はこの準位をもつ不純物中心の濃度, HA2 はそれ以外のアクセプター濃度。

Fig. 1 大 塚

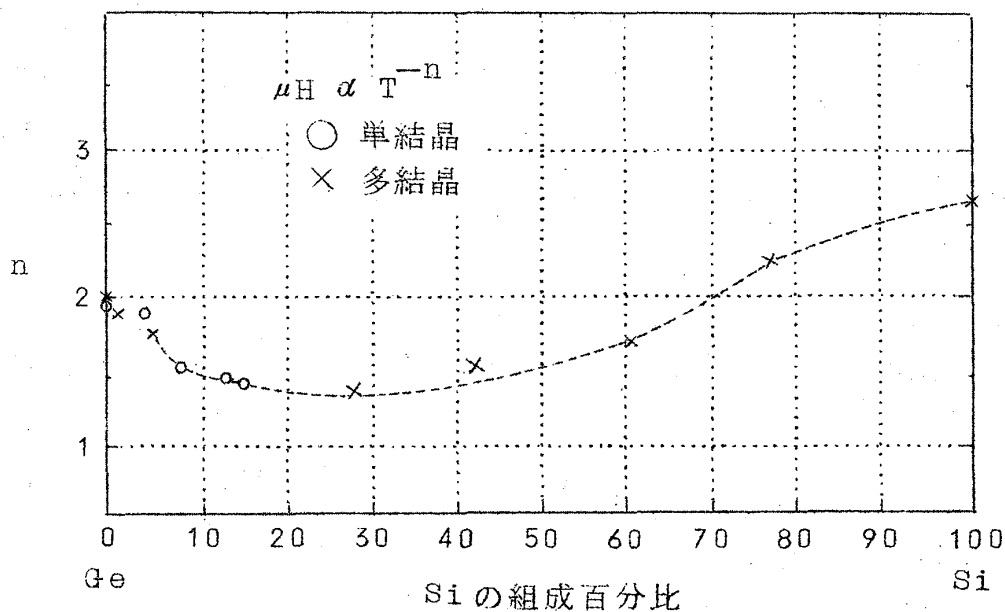


Fig. 2 大塚

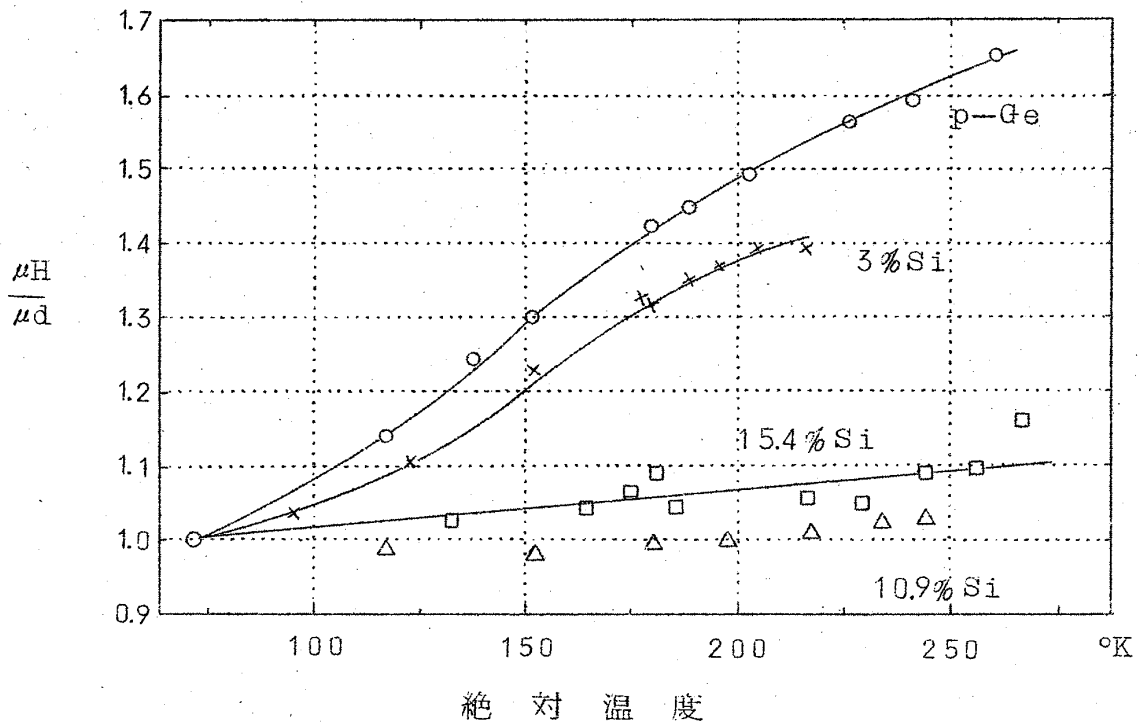


Fig. 3 大塚

