

論文の内容の要旨

単原子層超伝導の研究：半導体表面上の Tl-Pb 合金 (Study of one-atom-layer superconductors; Tl-Pb alloy on semiconductor surfaces)

氏名 中村 友謙

本研究は、Si、Ge 基板上に 4 種類の(Tl, Pb)合金系単原子層物質をエピタキシャル成長させ、うち 1 種類については走査トンネル顕微鏡/分光 (STM/STS) による超伝導特性を報告する。また、残り 3 種については電気伝導測定による超伝導転移を報告し、それぞれの特性について議論する。

Si(111)- $\sqrt{3}\times\sqrt{3}$ -(Tl, Pb)については STM/STS 測定の結果、スペクトルの形状から異方的でノードレスな超伝導ギャップを持つと考えられる。また、BCS 比を計算すると $2\Delta/k_B T_c \sim 8.6$ であり、フォノン機構の超伝導体であるならば強結合超伝導体であることを示唆している。磁場を印加した測定では、渦糸中心でディップ構造が観測された。このディップ構造は電気伝導による臨界磁場 $H_{c2} \sim 0.67$ T より大きな磁場領域でも存在し、 ~ 2.0 T で消失する。ディップ構造の起源として銅酸化物超伝導体に見られるような擬ギャップや複数のフェルミ面を持つことによるマルチバンド効果が考えられる。しかし、どちらも決定的であるとは言えず、ディップ構造の起源を確定するためにはさらなる実験が必要である。

Ge(111)- $\sqrt{3}\times\sqrt{3}$ -(Tl, Pb)、Ge(111)- 3×3 -(Tl, Pb)、Si(111)- 4×4 -(Tl, Pb)について電気伝導測定を行い、初めて超伝導転移を観測した。転移温度はそれぞれ、2.03 K、0.83 K、0.80 K と求められた。Ge(111)- $\sqrt{3}\times\sqrt{3}$ -(Tl, Pb)については、転移温度以下での低温領域で臨界磁場の増強が観測された。このようなふるまいは強結合超伝導体もしくは 2 ギャップ超伝導体において観察されている。強結合効果に由来する現象である場合、Si 基板では臨界磁場の増強がみられないことから、基板のフォノンがクーパー対の形成に関わっている可能性が示唆される。また、2 成分 GL 理論によるフィッティング曲線は臨界磁場の温度依存性をよく再現し、Ge(111)- $\sqrt{3}\times\sqrt{3}$ -(Tl, Pb)が 2 つのオーダーパラメータを持つことを示唆している。 $\sqrt{3}\times\sqrt{3}$ 超構造に更に Pb を蒸着して得られる Ge(111)- 3×3 -(Tl, Pb)と Si(111)- 4×4 -(Tl, Pb)については、

$\sqrt{3}\times\sqrt{3}$ 超構造の場合よりも転移温度が低下した。この理由として、そもそもの転移温度が低い場合と余剰 T1 がディスオーダーとしてはたらく、転移温度を抑制している可能性の 2 つが考えられる。