

7. 経路積分とモンテカルロ法による 波動関数の計算

高橋 龍 士

ファインマンプロパゲーターの正準形式による表現と経路積分による表現は、たとえ時刻を虚数にしても、等式で結ぶことができます。しかもこの等式はある極限をとると、ハミルトン演算子の基底状態の固有関数を経路積分で計算する式が得られます。この経路積分をモンテカルロ法によって計算して固有関数を求めよう、というのがこの論文のテーマです。

実際の計算においては、いろいろな方法が考えられます。それぞれの方法の利点や問題点などを調べていきたいと思います。

8. InAs/CVD-SiO₂ 界面 n 型反転層 における電気伝導

高柳 功

p 型 InAs(111)B 面に CVD 法で SiO₂ を成長させ、InAs/SiO₂ 界面の n 型反転層二次元電子系の電気伝導率と、表面平行磁場と垂直磁場で磁気伝導率の測定を行い、スピン-軌道相互作用を含む局在効果による磁気伝導率を観測した。現在の理論によれば二次元電子系ではスピン-軌道散乱の異方性から、垂直磁場においては負の磁気伝導率は現れない。しかし、実験結果は二次元電子系においても負の磁気伝導率が現れる事を証明した。著者は平行磁場磁気伝導率を Maekawa and Fukuyama の理論で解析し、非弾性散乱時間の温度依存性等を決定した。また、InAs 表面では弾性散乱時間が Si-MOS 等に比べて短いので、77 K でも弱局在の温度領域であり正の磁気伝導率等の局在効果が観測される事が実験と解析において示された。

多サブバンド状態の磁気伝導率も観測した。電子濃度が大きい ($2.7 \times 10^{17} \text{ m}^{-2}$) 試料の磁気伝導率は単一サブバンドよりも、3 サブバンド状態であり各サブバンドで局在が起きているとして解析した方が良く実験を再現する事が解った。著者はまた CVD-SiO₂ を絶縁膜にしてドリフトの少ない InAs MISFET を作製し、電気伝導率や磁気伝導率の電子濃度依存性も測

定した。その結果、垂直磁場磁気伝導率の大きさが電子濃度 $1.5 \times 10^{16} \text{ m}^{-2}$ 当たりで急激に減少する事と、同じ電子濃度で平行磁場磁気伝導率の大きさにも変化が現れる事を観測した。この現象は多サブバンド状態における、局在効果に対するサブバンド間散乱の影響であると解釈された。

9. Si-MOS 2次元電子系の負磁気抵抗における 非弾性散乱時間と谷間散乱の研究

長 島 直 樹

(001)面上の Si-MOS 2次元電子系の負磁気抵抗効果を、 $T = 0.5 \sim 4.2 \text{ K}$ の温度範囲、 $N_s = 0.4 \sim 11 \times 10^{16} \text{ m}^{-2}$ の電子濃度範囲で測定し、川畑の負磁気抵抗理論を用いて解析した。測定によって得られた非弾性散乱時間 τ_e の電子濃度依存性は、高電子濃度側で上のサブバンドの影響と思われる急激な減少を示す。実験においては、上のサブバンドの存在を確かめるために、サブバンド間の準位を、(1) 基板バイアス電圧を加える、(2) 基板の不純物濃度が異なる試料を用いる、という2つの方法を用いて変化させ、その影響を調べた。その結果、実験は定性的に上のサブバンドの存在で説明され、表面散乱や谷間散乱の影響では説明されない事を示した。また非弾性散乱時間の温度変化を観察する事により、上のサブバンドに電子が入り始める電子濃度は

$$N_{\text{dep}} \sim 4.5 \times 10^{10} \text{ cm}^{-2}, \sim 2 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$$

のとき、それぞれ

$$N_s \sim 3.2 \times 10^{16} \text{ m}^{-2}, \sim 4.5 \times 10^{16} \text{ m}^{-2}$$

であるとする事ができる。これらの値は、Stern の Hartree 計算による値に近く、Vinter の交換及び相関相互作用を含んだ計算結果より小さい。また、非弾性散乱時間の理論と実験を比較する事により、理論の \ln 項による依存性が現在よりも小さくあるべきである事が示される。谷間散乱については実験は電子濃度が増加すると共に谷間散乱が増加する様子を示し、これは定性的な予想と一致する。