

単層 Fe-MgF₂ グラニューラー薄膜を用いた単電子トランジスタの特性評価

Evaluation of Single-Electron Transistor Characteristics of

Fe-MgF₂ Single-Layer Granular Thin Films

北大院情報 ○浅井 佑基, 癸師 貴幸, 福地 厚, 有田 正志, 高橋 庸夫

Graduate School of IST, Hokkaido Univ.

○Yuki Asai, Takayuki Gyakushi, Atsushi Tsurumaki-Fukuchi, Masashi Arita, and Yasuo Takahashi

E-mail: yuki-asai@eis.hokudai.ac.jp

単電子トランジスタ (Single-Electron Transistor: SET) は、低消費電力・高機能性が可能な将来の集積デバイスとして応用が期待されている。SET の単電子島を作製する方法として、グラニューラー薄膜を利用する手法がある。グラニューラー薄膜は微小なトンネル接合とナノドットがネットワーク上に複雑に連結した構造をもち、その SET 特性はドット分散状況によって大きく変化すると予測される。本研究では、異なる Fe 膜厚を有する単層 Fe-MgF₂ グラニューラー薄膜を用いて作製した SET の特性評価を通じて、Fe ナノドットの分散状況が SET 特性に及ぼす影響について評価した。

SiO₂(200 nm)/Si(001)基板上に長さ $L = 50 \sim 400$ nm のギャップをもつ電極 (Au/Cr) を EB リソグラフィとリフトオフプロセスにより作製した。その後、高真空 EB 蒸着装置を用いてギャップ電極間に MgF₂(45 nm)/Fe($t_{\text{Fe}} = 1.7 \sim 3.0$ nm) グラニューラー薄膜を成膜した。グラニューラー薄膜の幅は $W = 600$ nm である。作製した試料に対して $T = 8$ K で電気特性を評価した。

Fig. 1(a) にコンダクタンスの平均 Fe 膜厚 t_{Fe} 依存性を示す。 t_{Fe} が減少するにつれてドット径が減少しクーロンブロッケイドが大きく作用し、またドット数 (トンネル接合数) が増大するため、コンダクタンスは大きく減少する。クーロン振動特性を Figs. 1(b), (c) に示す。測定試料の多くで Fig. 1(b) に代表される複雑な振動特性が得られた。一方で振動周期が等周期かつ振幅が一定となる振動特性も得られ [Fig. 1(c)]、また振動ピークがフェルミ分布を仮定したフィッティングによく一致する振動特性も確認できた [Fig. 1(d)]。Fig. 1(a) 中の赤いプロットは、Fig. 1(c) と同等の特性が得られた試料を示す。これらは約 $10^{-8} \sim 10^{-6}$ S ($t_{\text{Fe}} = 2.4 \sim 2.9$ nm) の範囲に位置している。したがって、 t_{Fe} の増加とともに一定の割合で 8K ではクーロンブロッケイドが観測できない大きなドットが増えて、ごく少数の Fe ナノドットが電気特性に対して支配的となる構造をとることが示唆される。

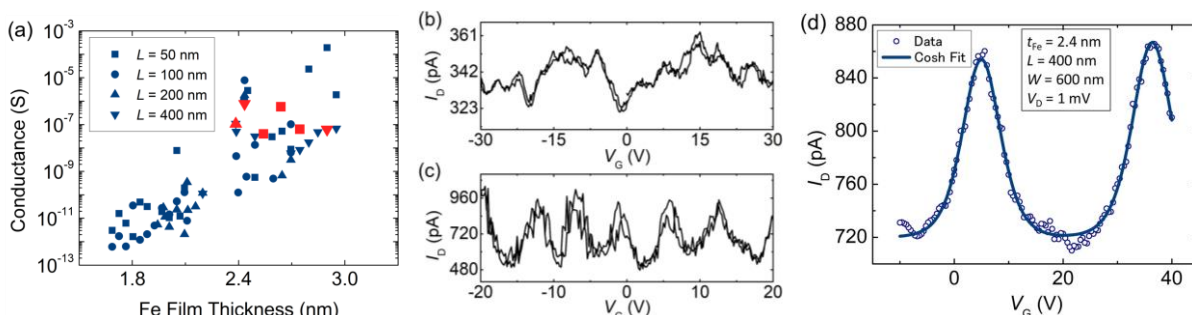


Fig. 1. (a) Fe film thickness dependence of the device conductance. Coulomb oscillations observed for the devices with (b) $t_{\text{Fe}} = 2.4$ nm, $L = 400$ nm, $V_D = 3$ mV and (c) $t_{\text{Fe}} = 2.5$ nm, $L = 50$ nm, $V_D = 20$ mV. (d) Coulomb oscillation peaks fitted using the Fermi-Dirac distribution function.