

異なる SiO₂ 下地層上に形成したナノドットアレイの電気特性比較Comparison of Transport Characteristics of Nanodot Arrays
Formed on Two Different SiO₂ Underlayers

北大院情報 〇谷澤 涼太, 天野 郁馬, 癡師 貴幸, 福地 厚, 有田 正志, 高橋 庸夫
Graduate School of IST., Hokkaido Univ.

〇Ryota Tanizawa, Ikuma Amano, Takayuki Gyakushi, Atsushi Tsurumaki-Fukuchi, Masashi Arita,
and Yasuo Takahashi

E-mail: ryota4064@eis.hokudai.ac.jp

ナノドットアレイを応用した単電子デバイス(Single-Electron Device: SED)は、低消費電力・高性能性を有する集積デバイスとして期待できる。単層ナノグラニューラ膜はその候補であり、数百個以上のドットを含む系において明瞭な電流振動が観測されたとの報告がある[1]。その際、デバイスの高温動作にはドットの微細化と隣接配置が必要であり、ドットサイズ・数密度の制御性向上が求められる。これに関連して我々は、下地層の表面状態を変えることにより電気特性を制御できるとの結果を得ている[2]。この背景を踏まえ、本研究ではより詳細な検討を行うために、表面状態が異なる2種類の SiO₂/Si 基板上に一連のデバイスを1つのバッチで同時に作製し、その電気特性を評価、比較した。

基板として、熱酸化 SiO₂ (200 nm)/Si および、その上層にスパッタリングにより SiO₂ (10 nm)を堆積させた基板を用いた。各基板上に 10 μm のギャップをもつ Au/Cr 電極を作製し、高真空 EB 蒸着により電極間に MgF₂ (45 nm)/Fe (Fe 膜厚 = 1.0 ~ 3.8 nm)ナノドットアレイを蒸着した。Fig. 1 に高真空 EB 蒸着の概略図を示す。蒸着時に特殊形状シャッターを回転させることにより、Fe 膜厚は、①から④の位置に向かって、連続的に厚くなるように蒸着することが可能である。本研究では Batch 1 として①, ③の位置に熱酸化 SiO₂ を下地層とする基板を配置し、②, ④の位置にスパッタ SiO₂ を下地層とする基板を配置して蒸着を行った。また、Batch 2 では上記の基板位置を入れ替え、同様の蒸着を行った。

Fig. 2 に、室温におけるデバイスの抵抗値の Fe 膜厚依存性を示す。● (熱酸化 SiO₂)、▲ (スパッタ SiO₂) の抵抗値は基板による違いを明瞭に示しており、2, 3 桁の抵抗値の差異がバッチばらつきで無いことを示している。得られた結果は、両基板上のデバイスを別バッチで作製した過去の結果[2]とも一致する。これは下地層を選択することで Fe 膜のドットサイズ・ドット密度が制御可能であることを示している。蒸着原子は下地層表面のダングリングボンドと結合しやすいと言われている[3]。スパッタ SiO₂ 上にはより多くのダングリングボンドが存在しており、それらが Fe ドットの核形成の起点となることで、よりサイズが小さく・高密度なドットアレイを形成できると考えられる。また、この結果は SiO₂ 下地層形成時のスパッタパワーには依存せず、150 W と 35 W では抵抗値に差異は生じなかった。これは良好な再現性をもって Fe-MgF₂ 膜形成が可能であることを示唆している。

本研究の一部は文科省 D-DRIVE-HU、ナノテクプラットフォーム (北大) の支援を受けて実施したものである。

[1] T. Gyakushi, *et al.*, *Thin Solid Films*, **704**, 138012 (2020).

[2] I. Amano, *et al.*, *33rd Internat. Microproc. Nanotechnol. Conf.*, 2020-22-9 (2020).

[3] K. D. Brommer, *et al.*, *Surf. Sci.*, **314**, 57 (1994).

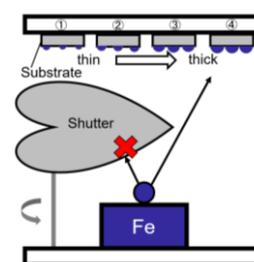


Fig. 1. Schematic diagram of the EB deposition system used in this work. As the position of the substrate changes from “1” to “4”, the deposited Fe film thickness increases.

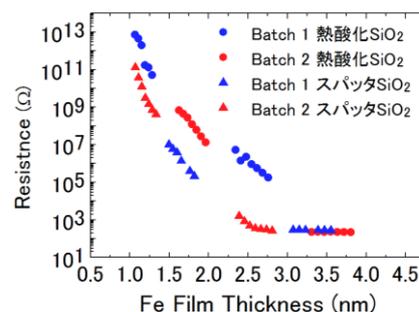


Fig. 2. Dependence of the resistance of the fabricated devices on the Fe film thickness.