

# 原子層堆積絶縁膜の被覆による金属単電子トランジスタの安定性改善

## Stability Improvement of Metallic Single-Electron Transistors by a Cover of Atomic Layer Deposited Insulating Film

○(M2) 岩田 賢明<sup>1</sup>, (B4) 坂本 剛<sup>2</sup>, (D3) Alka Singh<sup>3</sup>, 佐藤 弘明<sup>4</sup>, 猪川 洋<sup>4</sup>

GSIST, Shizuoka Univ.<sup>1</sup>, Eng., Shizuoka Univ.<sup>2</sup>, GSST, Shizuoka Univ.<sup>3</sup>, RIE, Shizuoka Univ.<sup>4</sup>

°Yoshiaki Iwata<sup>1</sup>, Go Sakamoto<sup>2</sup>, Alka Singh<sup>3</sup>, Hiroaki Satoh<sup>4</sup>, Hiroshi Inokawa<sup>4</sup>

E-mail: inokawa.hiroshi@shizuoka.ac.jp

金属からなる単電子トランジスタ (SET: single-electron transistor) は、半導体からなる SET に比べ寄生抵抗が小さいため超高周波デバイスとして有望である。しかし、金属 SET は電荷オフセットドリフトが大きく動作が不安定という欠点がある。そこで、本研究では、金属 SET の安定性改善のための保護膜として原子層堆積法 (ALD: atomic layer deposition) による絶縁膜に着目し [1]、その評価を行った。まず 4 種類の堆積温度で ALD Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 膜を絶縁膜とした MOS ダイオードを作製し、絶縁破壊電界、二乗平均面粗さ (RMS)、誘電率を測定した (Table. 1)。堆積温度が増加するにつれて、絶縁破壊電界が小さくなる結果が得られた。また、面粗さは堆積温度が 300°C のデバイスだけ大きい値となった。Fig. 1 に MOS ダイオードの IV 特性を示す。堆積温度が増大するにつれ、リーク

電流が増大し始める電圧が明らかに低下している。面粗さも合わせて考えると、温度の上昇により局所的に薄い部分が生じていると推察される。上記

の結果から、安定性向上のために SET に被覆する ALD 膜の堆積温度は 100°C を選択した。Fig. 2 に作製した金属 SET の構造を、Fig. 3 に 1 時間おきに測定したクーロン振動特性をそれぞれ示す。4 時間の経過によるドリフトは 0.2e 程度であり、金属 SET としては安定であることが示唆される。

[1] H. Shimada et al., ACS Appl. Nano Mater. 2021, 4, 2, 1401–1410.

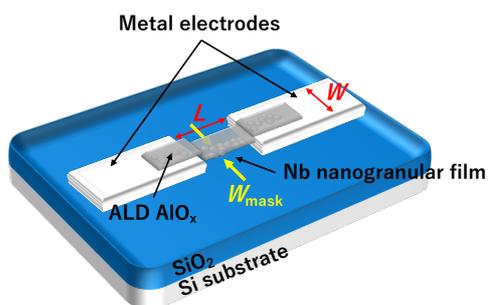


Fig. 2 Structure of the fabricated SET.

Table. 1 ALD Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> film characteristics.

ALD film deposition temperature	100°C	150°C	200°C	300°C
Dielectric breakdown electric field [MV/cm]	3.4	2.9	2.2	2.0
RMS[nm]	0.1386	0.1348	0.1077	0.2276
Relative permittivity of Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.162	5.938	6.304	(5.217)

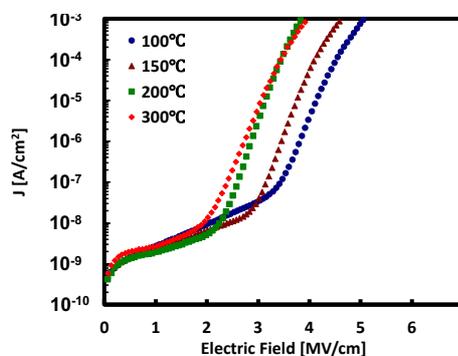


Fig. 1 IV characteristics of MOS diodes.

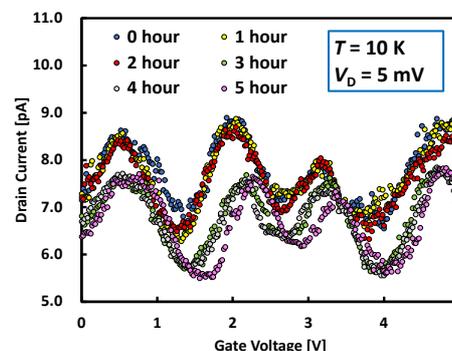


Fig. 3 Time evolution of Coulomb oscillation.