

## 単一電子電荷計読み出しを使った微小メモリセル

NEC基礎研究所, CREST JST\* 馬場雅和, 中村泰信, 安井孝成\*, 蔡 兆申

Small memory cell utilizing SET readout

Masakazu Baba, Yasunobu Nakamura, Takanari Yasui\*, and Jaw-Shen Tsai

NEC Fundamental Res. Labs., CREST JST\*

我々はアルミ単一電子トランジスタが室温でも十分な電荷分解能を持つことをこれまで示して来た。今回この特性をメモリの読み出し部に使った室温動作を目指した単一/少数電子メモリを二つ紹介する。一つは記憶部に自己組織化微小トンネル接合アレー（金・チオール系）を利用し、簡易に作製が可能な単一電子トラップ型メモリであり、もう一つは記憶部に強誘電体を使った不揮発性に優れたメモリである。

微小トンネル接合・金属島の2次元アレーを自己組織的に形成する金微粒子・有機分子系を使って単一電子トラップ型メモリセルを試作した。記憶部に、直径数nmのものが容易に得られる金微粒子の2次元アレーを用い、読み出しにアルミSETを用いた構造である。金微粒子2次元アレーは、電極を形成した基板に、チオール・3APTS処理を行い有機分子SAMを形成した後、金微粒子を堆積し、金の制御電極に数個の金微粒子が並んで接続している自己組織化微細構造を形成した(図1)。図2にゲート特性を示す。制御電圧によるクーロン振動特性を打ち消すために、制御電圧とゲート電圧を同時に掃印して測定した。0から電圧を増加させていくと、書き込まれた電荷によりアルミSETにクーロン変調が生じ、高電圧側では電子の書き込みピークW1, W2, W3が観察される。次に、電圧を減少させていくと、低電圧側で電子の引き出しが行われ、読み出しピークR1, R2, R3が観察され、安定したヒステリシスが現れ、メモリ動作が確認された。また、電子の放出特性の温度依存性より、単一電子トラップ型であることを確認した。このメモリセルは自己組織化構造を使用しており、簡易に作製が可能である。

一方、強誘電体は、一般的に高不揮発性であり、さらにFowler-Nordheim (FN) 型メモリに比べて高耐久性が期待できる。電荷蓄積部として強誘電体 (PZT) を用いた単一電子メモリセル (図3) の試作を行い、低温 (10 K以下) 評価測定を開始した。構造は、Si酸化膜基板上に、PZT薄膜 (埋込み書き込み電極を含む) / Si酸化絶縁膜/アルミSETで構成されている。書き込み電圧を印加すると、強誘電体中での電荷移動を示唆する不規則な位相変動が、アルミSETのクーロン変調に観測された。その不規則性は電圧の増加に伴い増大し、電界により誘起される強誘電体微小ドメインの分極反転が、空間的かつ時間的に不規則に生じていると考えられる。これは抗電界以下での電荷移動であり、これまでにこのような微視的なレベルでの観測例は無かった。



図1金微粒子(10 nm)を用いたSETメモリ

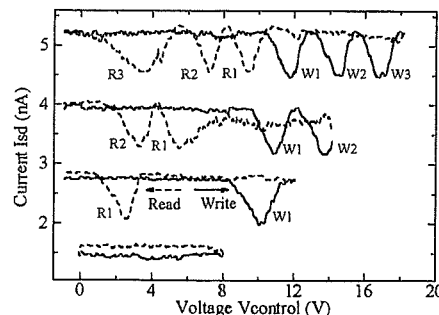


図2メモリ素子特性(T = 4 K)

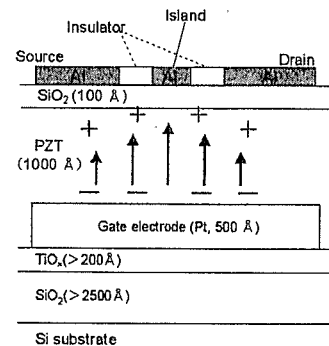


図3強誘電体SETメモリー・断面構造