

コロイダルナノドット単粒子膜を用いた 有機メモリトランジスタの特性に対するドットサイズの影響

The effect of dot size on the performance of organic memory transistors with monolayer
of colloidal nano-dots

○中野 史堀、宇野 和行、田中 一郎 (和歌山大システム工)

○Fumihoru Nakano, Kazuyuki Uno, Ichiro Tanaka (Wakayama Univ.)

E-mail: sl63035@center.wakayama-u.ac.jp

【はじめに】われわれは Fig.1 に示すような半導体コロイダルナノドット(ND)の単粒子膜をフローティングゲートに用いた有機メモリトランジスタ(OMT)を検討している。この OMT ではゲートに正の電圧を加えることにより、閾値電圧(V_{th})が正の方向に大きくシフトするメモリ効果が得られる⁽¹⁾。これは Fig.2 に示すように有機半導体層から ND 内に電子がトンネルして、トラップされたことによるものと考えられる⁽²⁾。このメモリ効果のメカニズムを解明することで、OMT の書き込み時間や保持時間を改善できると考え、今回は ND のサイズの違いによって OMT のメモリ特性がどのように変化するかを検討した。

【実験方法】 n^+ -Si/SiO₂ 基板にバッファ層としてポリメタクリル酸メチル(PMMA)をスピコート法により成膜した。その PMMA 薄膜上にフローティングゲート層として PbS ND 単粒子膜を水平付着法により形成した。その後、ND 表面の配位子を除去する処理を行った。さらに PbS ND 単粒子膜上に半導体層としてペンタセンを真空蒸着法により成膜した。最後に、ソース・ドレイン電極として金をマスク蒸着した。そして、ソース・ドレイン電極を接地し、ゲート電極に一定時間書き込み電圧を加えた。その後、OMT の伝達特性から V_{th} のシフト量(ΔV_{th})を測定した。

【結果と考察】コア径が 2.3 nm と 5.2 nm の二種類の ND を用意してそれぞれ OMT を作製して比較した。Fig.3 にその飽和量で規格化した ΔV_{th} の書き込み時間依存性を示す。コア径の大きい ND の方が、 ΔV_{th} の立ち上がりが速く、短時間で飽和することが分かる。また、Fig.4 には、書き込み終了から読み出しまでの時間(Interval time)によって ΔV_{th} が減少する様子を示す。コア径の大きい ND の方が減少が遅く、メモリの保持時間が長いことが分かる。これらの結果は、我々が提案したメモリ効果のモデルにおいて、ND サイズが大きいほど伝導帯のエネルギー準位が低下してトンネル障壁が狭くなるためと考えられる。

【謝辞】本研究は JSPS 科研費(基盤研究(C):15K05986)の助成を受けたものです。

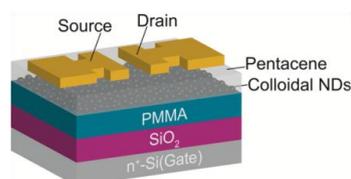


Fig.1. Schematic illustration of OMTs.

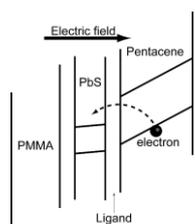


Fig.2. Proposed model for memory effect.

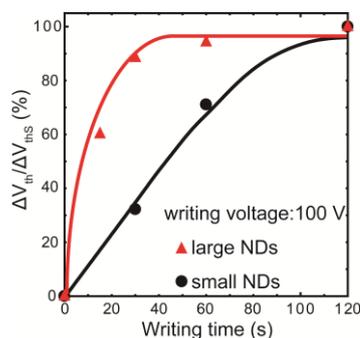


Fig.3. Writing characteristics.

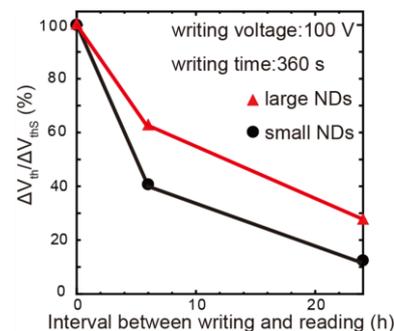


Fig.4. Retention characteristics.

⁽¹⁾K.Kajimoto, K.Uno, and I.Tanaka, Physica E **42**, 2816 (2010).

⁽²⁾K.Kajimoto, D.Matsui, K.Uno, and I.Tanaka, Jpn.J.Appl.Phys.**52**, 05DC04 (2013).