

SPM 酸化を用いて作製したシリコン・テンプレートと量子ドットの位置制御

Silicon template processed by SPM oxidation and position control of quantum dot

横浜国大 工学府¹, 理研² ○酒井 鉄平¹, 中嶋 聖介^{1,2}, 向井 剛輝¹

Yokohama National University Graduate School of Engineering¹, RIKEN²

○T. Sakai¹, S. Nakashima^{1,2}, K. Mukai¹,

E-mail: mukai@ynu.ac.jp

【はじめに】量子ドット(QD)の位置制御が可能になれば、量子回路等の作製に応用することができる。我々は、走査型プローブ顕微鏡(SPM)による陽極酸化で作製したシリコン・テンプレートを用いて、化学合成によって得た QD をトラップすることを提案している^[1]。今回、よりサイズが小さく、高アスペクト比をもつナノホールの作製を目指し、酸化条件の詳細な検討、及び反応性イオンエッチング(RIE)の適用を行った。更に、試作したナノホールによる QD のトラップ実験を行った。

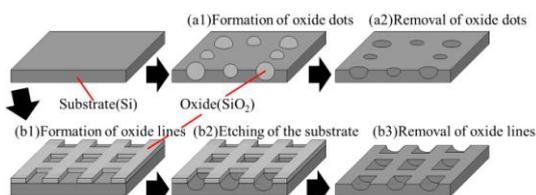


Fig.1 Method of preparing nano holes (a)positive type method, (b)negative type method

【実験】 Fig.1 に、今回検討した二通りのナノホール作製方法を示す。ポジ型法では、基板-Tip 間距離、SPM 動作モード、Tip 先端形状を、ネガ型法では、パターン幅や、RIE によるエッチング時間を検討した。また、トラップ実験には PbS-QD 用いた。

【結果】ポジ型法では、各種条件の検討の結果、これまでで最小の直径約 13nm、高さ約 1nm の SiO₂ ドットの作製に至った。QD のトラップのためにはアスペクト比ができるだけ 1 に近いナノホールが望ましい。しかし、酸化物の直径と深さが緩やかな比例関係にあるため、実現が困難であることが見込まれた。

ネガ型法では、ウェットエッチングを利用した場合、サイドエッチが避けられないために、たとえば一辺が 45nm、深さ約 0.4nm 程度のナノ

ホールが限界であった。そこで、ドライエッチングを用いたナノホールの作製を行った。RIE では、パターンサイズによることなく、エッチング時間によってアスペクト比を制御することができた (Fig. 2)。その結果、ウェットエッチングでは得られない高アスペクト比をもつナノホールの作製に至った。今後、パターンやエッチング条件を更に検討することで、望ましいナノホールを実現できる可能性があると考えている。

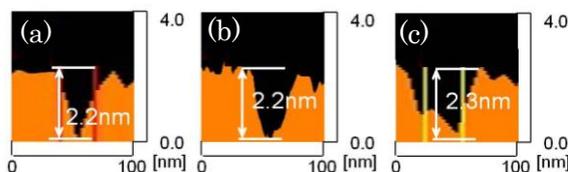


Fig.2 AFM images of nano hole: (a)width 30nm, (b)width 40nm, (c)width 50nm.

Fig.3 は試作したナノホールを用いた QD トラップ実験の結果である。QD の直径は 5~6nm 程度であり、これが数個程度、ナノホール内にトラップされている様子が確認された。ホールサイズとアスペクト比の改善により、今後トラップする QD の個数を減らせると考えている。

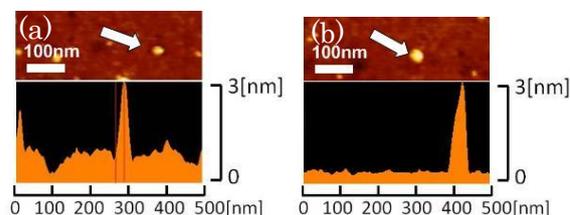


Fig.3 AFM images of trapped QDs in a nano hole prepared by (a)positive and (b)negative type method.

【参考文献】 [1] 酒井他, 2012 年春季第 59 回応用物理学関連連合講演会, 17p-A6-14.