Si (110)-16×2 再構成構造による Si ナノドットの形状規格化

Shape uniformization of Si-nanodots by Si(110)-16×2 reconstructed structure

原子力機構先端研，°矢野 雅大，保田 諭，朝岡 秀人
JAEA ASRC , °Masahiro Yano, Satoshi Yasuda, and Hidehito Asaoka
E-mail: yano.masahiro@jaea.go.jp

はじめに

半導体ナノドットは特異な光学的･電子的性質を示すため注目を集めている。しかし、均一な形状のナノドット作製には煩雑な工程が必要であり、製造コストを増加させる。均一な形状のナノドットを作製するためには、ナノドットが成長する過程において、その側面の方位を決定することが重要である。形成される面方位を簡便に操作するために、我々は Si(110)-16×2 再構成構造に注目した。この構造はステップが等間隔に並ぶため、この上に形成されるアイランド端面の方位に強く影響する。等価な面方位が常に現れれば、この上に作製されるナノドットの形状を規格化することが可能になる。

本研究では、Si(110)上極薄酸化膜が熱分解する過程で形成される Si ナノドットを 16×2 再構成構造によって規格化することを目的とした。このナノドットは酸化膜を形成した Si 基板を加熱するだけで形成できるが、その形状のコントロールは達成されていない。ナノドットの形状は走査型トンネル顕微鏡(STM)を用いて室温で観測した。

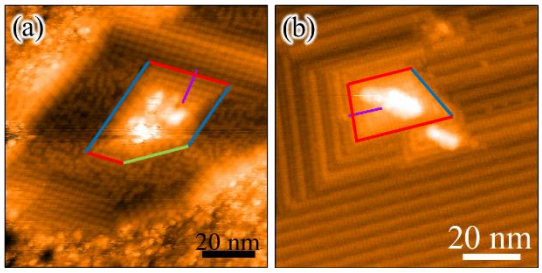

図 1. (a)1×1, (b)16×2 構造上で作製したナノドットの STM 像. 赤、青、緑線はそれぞれ<112>, <332>, <552>に平行な底面を囲む辺を示す.

結果および考察

図 1 に Si(110)上に作製したナノドットの STM 像を示す。平坦な 1×1 構造上に作製したナノドットは五角錘で、底面を囲む各辺は<112>, <332>, <552>の 3 方位になった[図 1(a)]。同じ方位の辺に接する側面は、底面に対する角度が等しいため結晶学的に等価な面である。また、ナノドットの成長に伴って底辺の画数が多くなることが確認された。一方、16×2 構造上に作製したナノドットは四角錘で、底面を囲む辺の内 3 辺が<112>、1 辺が<332>に平行になった[図 1(b)]。ナノドットは異なる方位の 16×2 構造どうしのドメインバウンダリーに形成され、ナノドットの<112>に平行な辺は 16×2 構造のステップになっている。これは、16×2 構造のステップがナノドットの側面の面方位を決定していることを示唆する。

それぞれの構造上においてナノドットの底面を囲む辺が各方位と平行になる確率を調べた[図 2]。1×1 構造上では確率に大きな差は無いが、16×2 構造上では 75%以上の確立で<112>と平行になった。これは 16×2 構造がテンプレートとなって画一的な形状の Si ナノドットが形成されていることを示す。

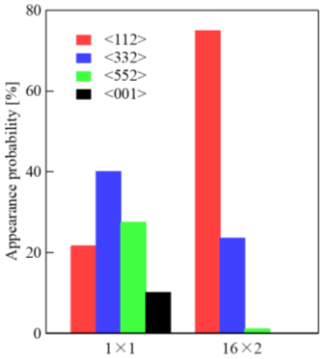

図 2. ナノドットの底面を囲む辺が各方位と平行になる確率