

Si{111}ピラミッド構造表面の創製と評価

Creation and investigation of the Si{111} pyramid surface structures

¹阪大産研、²奈良先端大物質創成、³大連交通大学

○服部 梓¹、Aydar Irmikimov²、東 嵩晃²、高橋 駿太²、郭 方准³、服部 賢²、田中 秀和¹

¹ISIR, Osaka Univ., ²NAIST, ³Dalian Jiaotong Univ.

○A. N. Hattori¹, A. Irmikimov², T. Higashi², S. Takahashi², F. Z. Guo³, K. Hattori²,
H. Tanaka¹

E-mail: a-hattori@sanken.osaka-u.ac.jp

シリコン(Si)デバイスの3次元(3D)ナノ構造化が10 nm オーダーまで進行する中、3D デバイスの性能向上のためには原子レベル(~0.1 nm)での形状制御が必要となってくる。3D 化しても材料成長は常に表面で始まるので、立体表面は構造的および物理的特性の決定において重要な役割を果たす。我々は空間的にデザインした3D 試料を用意し、原子レベルで精密に制御された立体表面である「側面」や「ファセット斜面」の創製、表面構造評価を初めて実現し[1-3]、さらに立体構造に由来する特性の評価に取り組んでいる[3]。3D 試料上では、立体上の面間をつなぐ領域(エッジ)で薄膜などの接続が必然的に不連続になるため、3D 構造由来の物性の発現[3]が期待される。本研究では典型的な3D 試料として、4つの{111}ファセット面で形成されるSi{111}ピラミッド構造を創製し、その表面構造の清浄化と超構造の創製、またピラミッド上に金属の蒸着を行い立体由来の物性評価に取り組んだ。

市販のSi(100)基板上にフォトリソグラフィー技術とドライ、ウェットエッチングを用いて{111}傾斜面を持つ3D 傾斜Si 試料を作製した。3D 傾斜試料上には、4種類の{111}傾斜面と(100)表面が存在する。作製したピラミッド構造のSEM 像をFigs. 1(a)および1(b)に示す。ピラミッドサンプルはSi(100)に対して約55°の傾斜を持つ平坦な4面で構成されており、4つの面間に明瞭な稜線が形成されている。この試料をUHV 中の~1200°C でフラッシングを行いLEED 観察したところ、Fig. 1(c)に示すような奇妙な7×7 回折構造が観察された。これはLEED パターンが異なる方向を向く4つの{111}面からの回折像の重ね合わせとなっているためである。これらのSEM 像、LEED 像は、作製したピラミッド構造が4つの独立した立体面からなり、そのすべての面が原子レベルで秩序化した超構造を有していることを証明している。我々は、このピラミッド上に金属吸着超構造表面を作製することにも成功しており、発表では詳細な構造やその物性についても報告する。

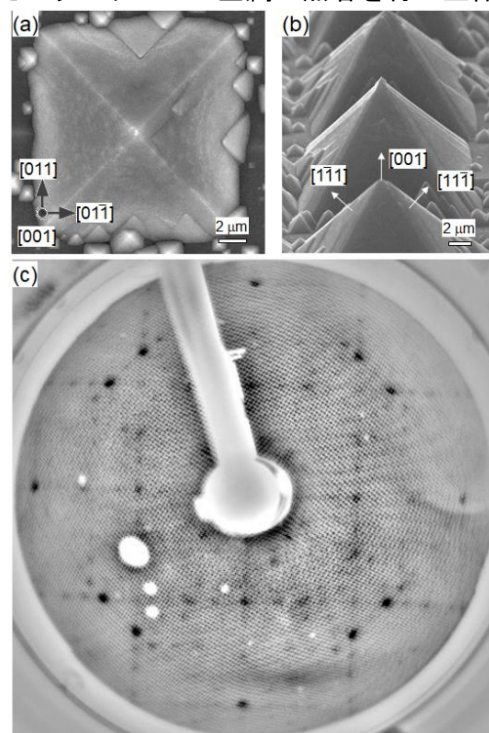


Fig. 1: Typical (a) top-view and (b) cross-view SEM images for Si{111} pyramid sample. (c) A LEED pattern for the {111} pyramid sample at $E_p=104.1$ eV. Ensemble of four 7×7 diffraction patterns were observed.

参考文献[1] A. N. Hattori et al., Surf. Sci. 644 (2016) 86. [2] A. N. Hattori et al., Appl. Phys. Express 9 (2016) 085501. [3] S. Takemoto et al., Jpn. J. Appl. Phys., 57 (2018) 085503.