

原子レベル制御 Si{111}ファセット端で 3 次元立体接合した金の伝導特性評価

Electric transport properties for three-dimensional angular-interconnects of Au wires crossing facet edges of atomically-flat Si{111} surfaces

¹ 阪大産研、² JST さきがけ、³ 奈良先端大物質創成○服部 梓^{1, 2}、竹本 昌平³、服部 賢³、大門 寛³、田中 秀和¹¹ ISIR, Osaka Univ., ² JST-PRESTO, ³ NAIST○A. N. Hattori^{1, 2}, S. Takemoto³, K. Hattori³, H. Daimon³, and 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形状の制御だけでなく、その立体構造上に施された金属電極配線の高性能

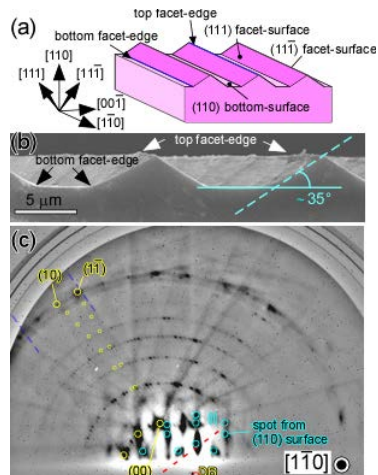


Fig. 1: (a) A schematic and (b) cross-sectional SEM image for of a {111} faceted sample. (c) RHEE pattern for the {111} faceted sample.

化も必須である。立体構造に由来する伝導特性を明らかにするためには、抵抗上昇の要因となるラフネスなどの乱れがない精密に制御された試料が必要である。しかし試料作製の困難さなどから、これまでに原子レベルで精密に制御された 3D 立体上の金属配線の伝導特性評価はなされていない。

我々はSiの異方性エッチングと超高真空(UHV)中での表面作製技術の組み合わせた独自創製技術の確立[1, 2]により、Si{100}2×1、{110}16×2、{111}7×7の側面超構造創製と、反射高速電子回折(RHEED)などを用いた原子レベル構造観察に成功している。今回は、Figure 1(a)に示すような表面に対して傾斜のある傾斜{111}面に注目し、原子レベルで平坦かつ欠陥のない3次元構造創出を初めて実現し、これを基板とし作製した金細線の伝導特性を調べ、3次元立体構造に由来した抵抗上昇を明らかにした。

市販のSi(110)基板上にフォトリソグラフィ技術とドライ、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、2種類の{111}傾斜面と(110)表面が存在し、表面に対し35.3°の傾斜角をもつ平坦な傾斜面と、[-110]方向のステップが形成されている (Fig. 1(b))。この試料をUHV中の~1200°Cでフラッシングを行いRHEED観察したところ、ダイレクトビーム(DB)の直上に表面からの16×2、左上に傾斜(11-1)面からの7×7回折パターン(Fig. 1(c))が観察され、表面、傾斜面ともに原子レベルで制御できている。

Figure 2に3D傾斜Si上の10 nm厚さの金細線の伝導特性結果を示す。ファセット端に平行(赤)な場合と比べ垂直(青)方向の伝導では3-10倍の抵抗値が上昇することが分かった。これはファセット同士をつなぐファセット端をまたぐ際にファセット端で伝導電子の散乱が起き、ファセット端で抵抗が1-2桁上昇するためであると考えられる[3]。

参考文献[1] A. N. Hattori et al., Surf. Sci. 644 (2016) 86. Express 9 (2016) 085501. [3] S. Takemoto et al., in-press.

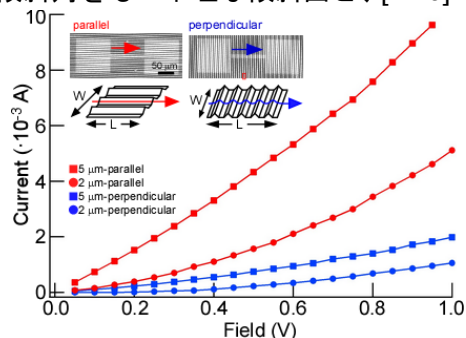


Fig. 2: Current vs. voltage curves of Au wires grown on the Si{111} faceted sample at 100 K in the parallel (red) and perpendicular (blue) configurations (insets).

[2] A. N. Hattori et al., Appl. Phys.