

金属蒸着シリコン細路部の局所溶融による 突起構造の液相エピタキシャル結晶成長

Liquid phase epitaxy of silicon protrusions on a metal deposited silicon wafer,
fabricated near a narrow path fused by DC heating

鈴木高専¹, 北陸先端大², 西村 高志¹, 富取 正彦²

Suzuka college¹, JAIST², Takashi Nishimura¹, Masahiko Tomitori²

E-mail: takashi@elec.suzuka-ct.ac.jp

1. はじめに

半導体表面を高温加熱して原子拡散や表面溶融を促し, 表面微細結晶を自己組織的に形成する研究が行われてきた。しかし, 高温加熱ではステップバンチが起こるなど, 特徴的な結晶構造を平坦な面上に形成することは困難であった。一方, 我々は, Si 表面を局所融解させて, その溶融 Si を特定領域へ移動・堆積させて液相エピ成長させることで, 特徴的構造をもつ微細結晶を成長させた^{1,2,3}。この局所溶融液相エピ成長を大面積マイクロパターン形成プロセスに応用するために, パターニングされた細路をもつ基板を通電加熱することで基板を局所多点同時加熱する手法を検討している。今回, 実験モデルとしてスケールの大きい 1 mm 幅程度の細路パターン (Fig.1(a)) における局所溶融液相エピ成長を調べたので報告する。

2. 実験方法

Si(111)面ウェーハを長辺が<-1 -1 2>方向とする短冊状 (12×4×0.38 mm) に切り出した。その中央より<1 1 -2> 方向に 1 mm の位置に幅 1 mm で長さ 1 mm の細路をマイクログラインダーで加工した (Fig. 1(a))。その Si 基板の左右端の上面に通電加熱用のモリブデン (Mo) 電極を接触させた。この状態で Si 基板に Mo を 2 nm 蒸着後, 超高真空下で 2 電極を介して細路を通電加熱し, 細路が溶融して融け切るまで加熱した。

3. 結果と考察

細路部を通電加熱すると 15 A 程度で細路が溶融破断され, 細路があった左右の表面に突起構造が形成された (Fig. 2)。突起は基板背面にはなく, 上面のみに形成された。細路の右側の突起は高さ 409 μm, 長さ 2178 μm, 左側の突起は高さ 314 μm, 長さ 1005 μm であった。突起表面 (Fig. 2(a)) の組成を EDX 分析すると Si のみが検出された。一方, 突起先端部 (Fig. 2(b)) には Mo が析出していた。通電加熱時の表面温度を放射温度計で測定すると, 細路部が 1000 °C のとき, 細路左右は 970 °C 程度であり, 細路部が最も温度が高かった。発熱量が少ない幅 4 mm の Si 基板部分の寸法は, 細路の右側で長さ 3.5 mm, 左側で長さ 2 mm であった。そのため細路右側の温度はわずかに低く, 右側の Mo 電極付近で 941 °C, 左側で 951 °C であった。この温度差のために Si 表面融液の表面張力が右側で大きくなり, 融液の多くが細路右側に流れ長い突起構造を形成したと推測している。ただし, 表面融液の移動にはエレクトロマイグレーションが寄与するとの報告もある。現在, 形成機構の検討を進めている。

4. 参考文献

- (1) T. Nishimura and M. Tomitori, Jpn. J. Appl. Phys. **59** (2020) 085501.
- (2) T. Nishimura and M. Tomitori, Jpn. J. Appl. Phys. **58** (2019) 025501.
- (3) T. Nishimura and M. Tomitori, Appl. Phys. Lett. **109** (2016) 121601.

謝辞 本研究は科研費 (21K04912) を受けて実施した。

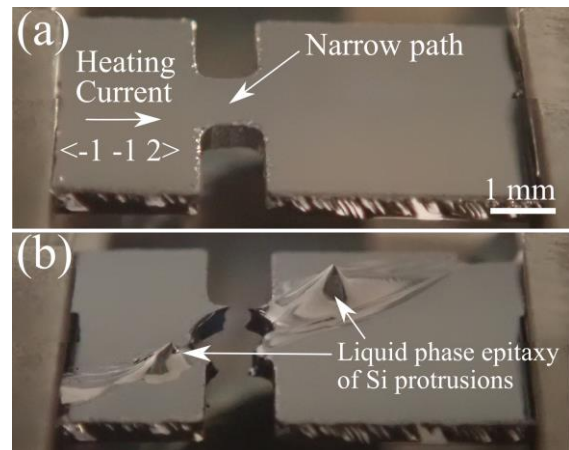


Fig. 1 Optical images of the Si(111) wafer.
(a) Narrow path was heated via DC heating.
(b) Fabrication of the two Si protrusions .

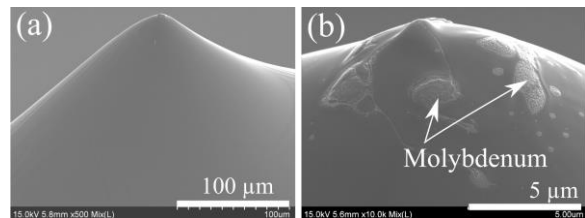


Fig. 2 Magnified SEM images of the top of the protrusions on the 2-nm Mo deposited Si wafer.