

公益財団法人 立松財団 御中

様式 2021A1,A2,B

2022年 3月1日

所属: 鈴鹿工業高等専門学校

氏名: 西村高志



2019年度 助成 研究終了 報告書

※ゴシック文字で記入下さい。

研究テーマ	局所表面融液エピタキシャル結晶成長による新しい半導体表面極微パターンニング技術の開発
研究の結果	<p>本研究では、シリコン(Si)表面の局所領域で形成した表面融液を局所電磁界印加、金属原子蒸着、基板結晶異方性、エレクトロマイグレーション(電界または電子流の方向へ弱帯電した表面原子が移送される現象)を利用しながら、液相エピタキシャル結晶成長(液相エピ成長)させ特異な微小結晶の自己組織的成長を目指した。さらに、表面に周期的エッジ構造を持つSi基板に対して、規則配列された複数の突起結晶を同時に液相エピ成長させる方法の開拓を目指した。</p> <p>(1) 基板結晶方位と金属蒸着が局所表面融液エピ成長へ与える影響の解明 (Takashi Nishimura and Masahiko Tomitori 2020 Jpn. J. Appl. Phys. 59 085501) 二種類のSi基板面方位Si(111)とSi(100)を用いて局所表面融液からの液相エピ成長の基板方位依存性を調べた。その結果、シリサイドの結晶核を起点として<111>方向にエピ成長が進み、Si(111)面では円錐形の微細結晶が形成し、Si(100)面では円錐の側面<111>方位にさらに小円錐が成長した微細結晶が成長した。また、シリサイド結晶核はSi(100)内部では先端部より数μmの特定の位置に常に存在していた。以上の成果より、基板面方位と結晶核により局所表面融液エピ成長を制御できる可能性を示せた。</p> <p>(2) 周期的エッジ構造を持つSi基板における局所表面融液エピ成長の研究 (Takashi Nishimura and Masahiko Tomitori 2021 Jpn. J. Appl. Phys. 60 126506) Si(111)基板へ正方格子パターン(一辺50μm, 高さ5μm, 100μmピッチ)を形成し、このパターンをジュール加熱により表面熔融させた。その結果、パターンエッジ部のみが熔融し結晶成長することで高さ10μm程度の突起結晶が成長した。しかし、ステップバンチングも生じて表面の平坦さが失われてしまい、そのため特徴的な微細結晶アレイの形成は困難であると判断した。そこで周期的な微細結晶を局所表面融液エピ成長で形成する手法として新たに細路構造を用いた結晶成長法を考案した。この手法の基礎実験として幅1mmの細路パターンをSi(111)ウェーハへ形成して研究を進めた結果、細路の上面のみを加熱しつつ、細路をジュール加熱すると熔融した細路が上面でのみ(裏面でない)結晶成長する現象を発見した。現在、この成果を踏まえて周期的な細路構造を持つ基板にて周期的微細結晶の表面融液からの結晶成長法の研究を進めている。</p> <p>(3) 高電磁界印加が局所表面融液エピ成長へ与える影響の解明(未発表) CZ法などのSiバルク結晶成長ではSi融液に磁界を印加すると融液に対流が生じて結晶成長に良好な効果を与えることが報告されている。そこで表面融液からの結晶成長でも電磁界印加により融液が応答し特徴的な結晶が成長する可能性があり研究を進めた。Si基板へ$\pm 3\text{ kV/mm}$の高電界を印加しつつ表面を局所的に熔融させて結晶成長させたが電界場に対する応答は確認できなかった。また、Si基板へ表面磁束3Tのネオジウム磁石を5mmの距離で近づけつつ表面融液をジュール加熱により形成すると、融液が磁束の影響で流れる効果を確認できた。流れの方向はジュール電流の方向と磁束の方向によるローレンツ力の方向であった。この成果は表面融液が帯電していることを意味し磁界によるローレンツ力で制御可能であることを示唆している。現在、さらに詳細に表面融液の磁界応答を調べている。</p>

研究発表 (実績)	<p>【論文】</p> <ol style="list-style-type: none">1. T.Nishimura and M.Tomitori: Fabrication of Si protrusions by local melting of a narrow current path on a Si wafer via resistive heating, Japanese Journal of Applied Physics, 60, 126506, 2021 年.2. T.Nishimura and M.Tomitori: Silicon protrusions with caps containing precipitates of iron silicides fabricated via liquid-phase epitaxy under a temperature distribution with a local maximum caused by applied tensile stress, Japanese Journal of Applied Physics, 59, 085501-1-025501-9, 2020 年. <p>【学会発表】</p> <p>西村 高志, 富取 正彦, 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, 第 82 回応用物理学会秋季学術講演会 2021 年 9 月 10 日.</p>
--------------	--

提出期限：研究期間終了後、すみやかに助成金の「必要経費使途明細書」「領収書」と合わせて提出下さい。
年度をまたぐ場合は毎年3月末日までに、途中経過をご記入の上、報告願います。