

公益財団法人 立松財団 御中
様式 2021C

2023年 8月 9日

所属:名古屋大学物質プロセス工学専攻
宇佐美黒川伊藤研究室

氏名: 佐藤 剛志



2023 年度 助成 海外調査研究終了報告書

渡航目的	イタリアナポリで開催される ICCGE-20 にて研究成果を口頭発表ならびにパルマでの学会付属のサマースクールに参加するため。
渡航日程と 海外での成果 (発表・調査など)	<p>【渡航日程】 ・7/23 - 7/28 ISSCG-18 (Parma, Italy) ・7/31 - 8/4 ICCGE-20 (Naples, Italy)</p> <p>【成果】 ISSCG-18 では座学にて講義を受講した。ここでは結晶成長の基礎から、Bulk crystal、nanocrystal growth などのメカニズムについて幅広い講座が開講され、その授業の全てに出席した。また、研究室訪問では、CVD 装置や VPE 装置、FIB・TEM 装置の見学を行い、装置への理解を深めるとともに、欧州の実験環境の一部を調査できた。 ICCGE-20 においては、「SiGe epitaxial growth via pulsed laser annealing of Al-Ge pastes on Si」というタイトルで口頭発表を行った。質問も二ついただいたことから、興味を持った聴講者も多かった印象がある。特に、発表後に行った粉末からの結晶化を目指す研究者との議論は分野が近いこともあり、パルスレーザーの条件についての議論やお互い読んでいる論文を紹介するなど、今後の自身の研究の発展に意義あるものとなった。</p> 
研究内容の概要	<p>SiGeSn材料は高い電気的特性と光学的特性を持つ材料として期待されているが、Snの平衡固溶限界(約 1%程度)を超えるため、非平衡プロセスが必要とされている。ナノ秒パルスレーザーを用いた加工は非平衡系であり、高いエネルギーが短時間で局所的に加えられ、非常に速い速度で冷却されるために素材内部や表面が瞬間的に非平衡状態になる。そのような非平衡状態では、材料の物理的・化学的な性質が変化し、新たな物性を持つ材料の作製につながる可能性がある。しかし、レーザー加工は非線形、非平衡、開放系の物理が組み合わさる複雑な系^[1]であり、単純な加工条件最適化は容易ではないと考えられている。</p> <p>また、我々は、従来微細加工に利用されている超短パルスレーザーと太陽電池の BSF 層形成に利用されている Al ペースト印刷技術^[2,3]を融合して、Si 基板上に Si 系結晶の成長にチャレンジしている。従来レーザーによる半導体結晶作製というのは CVD 法や MBE 法によって作製された結晶に対してのレーザー照射を行う例^[4,5]が多い。しかし、我々の実験系では太陽電池作製手法を応用し Si 基板にペーストをスクリーン印刷し、レーザーアニールするだけで比較的簡便にエピタキシャル成長させることができるという点が強みである。また、本研究では上述したようにパラメータが無数に存在するために、一度に大量の条件で実験を行えるようなナノ秒パルスレーザーアニール装置を用いて高ハイスループット実験を可能にしている点にも独創性がある。強度、パルス幅を変えた条件を一枚のシリコン基板上に作製し、効率的な依存性調査を可能にしている。以上の点を踏まえて、本研究ではレーザーの加工条件と結晶成長の関係性にスポットを当てて研究を行った。Si 基板上に異なる2種類のペーストを塗布したサンプルに対して結晶成長におけるパラメータ依存性の観察を行い、その成果を報告した。本研究の成果は、今後の超短パルスレーザーを用いた微細領域での半導体結晶作製、ならびに Sn の平衡固溶限界を超えるような準安定結晶の作製に繋がると考えている。</p> <p>今回の研究では、効率的にレーザーパラメータ依存性調査を行うために Si 系結晶の中で全率固溶型合金である SiGe 結晶を作製した。SiGe 結晶について得られた成果を応用して今後 SiGeSn 三元系や SiSn、GeSn 結晶といった Sn を含む結晶作製にチャレンジしていきたいと考えている。</p> <p>[1] 小林洋平 他、「レーザーアブレーションの学理解明と次世代レーザー加工に向けた自動計測技術開発」 [2] J. M. Choi <i>et al.</i>, <i>Prog. Photovoltaics Res. Appl.</i> 27, 1092-1103 (2019). [3] K. Tsuji <i>et al.</i>, <i>Mater. Chem. Phys.</i> 270, 124833 (2021). [4] K. Moto <i>et al.</i>, <i>Appl. Phys. Lett.</i> 108, 262105 (2016). [5] O. Aktas <i>et al.</i>, <i>ACS Appl. Mater. Interfaces</i> 12, 9457 (2020).</p>