

## 二国間交流事業 共同研究報告書

令和4年4月15日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

[代表者所属機関・部局]  
東京工業大学・物質理工学院  
[職・氏名]  
助教・長谷川 馨  
[課題番号]  
JPJSBP1 20193207

1. 事業名 相手国:フランス(振興会対応機関:MEAE-MESRI)との共同研究

2. 研究課題名

(和文) 急速エピタキシーで生成した単結晶薄層 Si の半導体特性評価と太陽電池化

---

(英文) Carrier lifetime analysis and solar cell fabrication of 40  $\mu\text{m}$ -thick monocrystalline Si by rapid epitaxy on a seed layer with nanometer-level smoothed surface

---

3. 共同研究全実施期間 2019年4月1日 ~ 2022年3月31日 (3年0ヶ月)

4. 相手国代表者(所属機関・職・氏名【全て英文】)

INSA Lyon・Associate Professor・Alain Fave

5. 委託費総額(返還額を除く)

本事業により執行した委託費総額		980,000 円
内訳	1年度目執行経費	980,000 円
	2年度目執行経費	0 円
	3年度目執行経費	- 円

6. 共同研究全実施期間を通じた参加者数(代表者を含む)

日本側参加者等	6名
相手国側参加者等	5名

\* 参加者リスト(様式 B1(1))に表示される合計数を転記してください(途中で不参加となった方も含め、全ての期間で参加した通算の参加者数となります)。

7. 派遣・受入実績

	派遣		受入
	相手国	第三国	
1年度目	0	0	2(0)
2年度目	0	0	(0)
3年度目	0	0	(0)
4年度目	-	-	-(-)

\* 派遣・受入実績(様式 B1(3))に表示される合計数を転記してください。

派遣:本委託費を使用した日本側参加者等の相手国及び相手国以外への渡航実績(延べ人数)。

受入:相手国側参加者等の来日実績(延べ人数)。カッコ内は本委託費で滞在費等を負担した内数。

## 8. 研究交流実績の概要・成果等

### (1)研究交流実績概要(全期間を通じた研究交流の目的・研究交流計画の実施状況等)

単結晶 Si 太陽電池の低コスト化には、Si ウェハの薄層化が有力であり、その手法として、2 層多孔化(DLPS)した単結晶ウェハ上にエピタキシーを行い剥離する手法が研究されている。東工大グループは、ゾーンヒーティング(ZHR)法によってナノレベルに平滑化した DLPS 上に、早稲田大学で開発された急速蒸着法(RVD)を行うことで、数分で 40  $\mu\text{m}$  の単結晶 Si を作成するプロセスを確立し、平滑化によって結晶の欠陥密度をウェハに近いレベルまで低減できることが明らかになったが、太陽電池に向けた薄膜Siの特性評価、太陽電池化は未検討であった。今回の共同研究は、作成した薄膜Siの太陽電池特性を評価するため、原子層体積(ALD)によるパッシベーションおよびキャリアライフタイム測定を試みることに、また、太陽電池化に向けた検討を共同で行うことを目的とした。また、双方の研究室が行っていた、ペロブスカイト層、あるいは多孔質Si層をトップセルとしたタンデム太陽電池に向けた検討、情報交換を目的とした。

### (2)学術的価値(本研究交流により得られた新たな知見や概念の展開等、学術的成果)

作製した薄膜Siのライフタイム測定の結果、200  $\mu\text{s}$  前後と、薄膜であることを考慮するとウェハと同等の品質が確認された。一方、金属、酸素などの不純物が混入し、物性に影響を与えている可能性も示唆された。(東工大)によって、2020 年度新たに、より高速で、かつ不純物の混入を少なくするコンセプトで RVD 装置の設計を試み、Si の蒸着試験を行った。

また、タンデム化に向けた Si ボトムセル/TiO<sub>2</sub> 界面層に関する研究、多孔質 Si をトップセルとするタンデム太陽電池に向けた、多孔質 Si へのパッシベーションプロセスに関して議論を行った。

### (3)相手国との交流(両国の研究者が協力して学術交流することによって得られた成果)

2019 年度に、相手国の代表者 Alain Fave、参加者 Celine Chevalier が来訪し、ZHR による平滑化法(東工大)、RVD による蒸着法(早大)のプロセスをそれぞれ見学し、その上で、薄膜単結晶 Si のパッシベーションおよびライフタイム評価のプロセス、さらに薄層Siを用いて単結晶Si太陽電池を製造するプロセスに関して、東工大、早大(研究協力者)とともに議論した。

2021 年度は、当方の参加者 Panus Sundarapura が、本研究に関連して多孔質Siを発電層とする太陽電池に関する研究内容に関して議論を行った(渡航し、ライフタイム測定等の技術を経験する予定であった)。

### (4)社会的貢献(社会の基盤となる文化の継承と発展、社会生活の質の改善、現代的諸問題の克服と解決に資する等の社会的貢献はどのようにあったか)

再生可能エネルギーを主力電源とする脱炭素化エネルギー社会に向けて、さらなる太陽光発電の低コスト化は必須課題といえる。その課題に対して、両国の技術をベースに技術交流を図り、共同研究、議論の持続が可能となった。

### (5)若手研究者養成への貢献(若手研究者養成への取り組み、成果)

本学側代表者(長谷川)の渡航はかなわなかったが、2019 年度においてフランス側代表者らが渡航し、太陽電池の作成に関する議論を行った。また、当方側の Panus Sundarapura らを中心に、多孔質Siを発電層とする太陽電池に関する議論を行った。

共同の成果として、学生が登壇した4件の国際学会の講演を行った。

### (6)将来発展可能性(本研究交流事業を実施したことにより、今後どのような発展の可能性が認められるか)

薄膜Si太陽電池に限らず、多孔質Siおよびペロブスカイト層をトップセルとしたタンデム太陽電池の作成、評価や、計算化学を用いた材料、デバイスのシミュレーションといった理論的検討など、次世代太陽電池に関する

多数の研究に関して、双方の学生、研究者をメンバーとした連携の検討を継続している。

(7)その他(上記(2)～(6)以外に得られた成果があれば記述してください)

例:大学間協定の締結、他事業への展開、受賞、産業財産権の出願・取得など

特になし