

最先端・次世代研究開発支援プログラム
事後評価書

研究課題名	太陽電池用高品質・高均質シリコン多結晶インゴットの成長技術の開発
研究機関・部局・職名	東北大学・金属材料研究所・准教授
氏名	藤原 航三

【研究目的】

現在広く実用に供されるシリコン多結晶太陽電池の効率は、理論限界の半分程度しか実現できていない。本研究では、変換効率の改善のため高品質化した Si 多結晶のインゴット成長技術の開発を目指し、以下の2つの課題に取り組んだ。

1) 高品質・高均質 Si 多結晶インゴットの成長技術の開発

2) Si の融液成長メカニズムの解明

1) では、結晶粒サイズや欠陥などの多結晶組織が制御された高品質・高均質 Si 多結晶インゴットの新規結晶成長技術を開発し、本技術により作製した Si 多結晶を用いて従来の多結晶太陽電池を超える特性を得ることを目標とした。

2) では、Si 多結晶が Si 融液から成長する過程で生じる現象を学術的に解明し、多結晶の融液成長メカニズムに関する学理を構築することを目標とした。

【総合評価】

	特に優れた成果が得られている
○	優れた成果が得られている
	一定の成果が得られている
	十分な成果が得られていない

【所見】

① 総合所見

当初の計画とおり順調に研究は進捗し、特に結晶成長制御と成長機構の解明・新たな結晶評価技術の開発について、重要な知見が得られている。さらに変換効率の測定において18%を超える高い値を得ている。その得られた試料組織との関連性の解明、さらにそれを基にした多結晶 Si 材料の作製プロセスへのフィードバックもなされ、概ね当初の目的が達成できたと判断される。

最終的には、得られた本成果を基に低コストの太陽電池用高性能多結晶 Si の実用化へのスケールアップはもちろんのこと、他の高機能多結晶材料の開発への展開に対する指針を活かした波及効果も十分期待できる。

② 目的の達成状況

・所期の目的が

(全て達成された ・ 一部達成された ・ 達成されなかった)

提案計画に対して、結晶成長制御と成長機構の解明・結晶品質評価法の確立等予定とおり重要な知見が得られている。20 cm矩形インゴットの作製も完了済である。

更なる結晶のスケールアップを図るための結晶成長時の温度勾配と成長速度について、明確な提案が望まれるものの太陽電池としての特性評価においても18%を超える変換効率を達成したことは、高く評価できる。電池メーカーとの協働関係もでき上がっており、既に評価済の結晶の均質性とそれらの太陽電池変換効率との関連性の明確化、さらにそれらをベースとしたフィードバックが適切になされ、ほぼ当初の目的は、達成されたと考えられる。

③ 研究の成果

・これまでの研究成果により判明した事実や開発した技術等に先進性・優位性が
(ある ・ ない)

・ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果が
(創出された ・ 創出されなかった)

・当初の目的の他に得られた成果が (ある ・ ない)

一方向成長や配向制御は多結晶材料の作製においては普遍的な技術課題の一つであり、本研究課題では大粒径結晶よりなる多結晶組織の作製と結晶中の欠陥・不純物の制御方法を実用レベルの大きさの結晶作製で実現し、その機構を明らかにしたことは高く評価できる。

特筆すべき成果としては、本知見は、Siに限らず他の結晶材料にも通用できるユニバーサルなものであること、また、評価技術としてのCMR法では、結晶の品質パラメータと太陽電池の変換効率との相関性の予測を可能とする方法となりうることなど、当初のインゴットの成長技術の開発だけに拘らず、多結晶Si用太陽電池の材料開発上、非常に有効な技術であると判断できる。

④ 研究成果の効果

・研究成果は、関連する研究分野への波及効果が
(見込まれる ・ 見込まれない)

・社会的・経済的な課題の解決への波及効果が
(見込まれる ・ 見込まれない)

特性を制御された結晶育成技術、初期成長過程の粒サイズ・配向性・不純物偏折等は様々な材料で重要であり、これらの点を、Siを通して実用サイズで明確化したことは学術・工学的にも有益となる。また太陽電池用Si多結晶体の作製技術の革新が強く望まれている中、本研究課題で得られるような低コストで高変換効率の太陽電池の実現は世界中でしのぎを削って研究・開発製造が行われている現在、社会・組織的な面でも波及効果が大きい。

⑤ 研究実施マネジメントの状況

・適切なマネジメントが (行われた ・ 行われなかった)

研究初期の東日本大震災の影響も最小限としての研究推進は、適切なマネジメントの表れと判断できる。研究の根幹となる製造法及び結晶品質評価法等の特許取得も適切に行われている。最後はメーカーによる太陽電池の作製であるが、これも協働体制ができていることから適切にマネジメントされているものと判断できる。

また、論文発表 18 件、会議発表 18 件という数字は、概ね適切に成果発表が行われたと判断できる。国民との科学・技術対話 3 回の実施も一応の評価できる値と判断する。