

# 集光型球状Si太陽電池の作製と高効率化に関する研究

岡本 親扶

球状Si太陽電池の基板である球状Siは、熔融Siから直接製造できるため、結晶系Si太陽電池で材料ロスを生じていたウエハ加工時のSiインゴットからの切り出しと、研磨処理を省く事ができる。また球状Si太陽電池をA-corn型の反射鏡の中央に配置する集光型球状Si太陽電池は球状Siが疎に配置されるため、省材料化を見込める。結果、集光型球状Si太陽電池では低コスト化が期待される。本論文では、集光型球状Si太陽電池作製技術と、滴下法で製造した直径1mmの球状Siより作製された球状Si太陽電池の電氣的欠陥と結晶性の相関解析、高効率化手法について述べる。

滴下法で製造される球状Siの結晶成長は単結晶Siインゴットの成長とは異なり、種結晶を使用せず急冷状態で落下中2秒間に行われる。結果、球状Siは至る所で結晶核が発生し、任意の方向に成長するため多結晶になる。また急冷によって発生するストレスが原因で結晶欠陥が分布すると考えられる。球状Si太陽電池の電氣的欠陥分布と太陽電池特性の相関をElectron Beam Induced Current (EBIC)によって評価した。結果、結晶粒内の欠陥が主な特性低下原因であること、pn接合上の欠陥がリーク電流の原因であること、結晶粒が弱い欠陥をもつことを確認した。また電氣的欠陥箇所をFocused Ion Beam (FIB)によって取り出し、Transmission Electron Microscope (TEM)で観察する方法で、特性低下原因と結晶性との相関を同定する事に成功した。この結果、転位や微結晶粒といった結晶欠陥を観察した。これらが球状Si太陽電池の特性低下原因であると断定できた。

球状Si太陽電池の高効率化には、欠陥の不活性化や除去を行う必要がある。まず欠陥不活性化技術であるRFプラズマによる水素処理を行った。結果、処理後に太陽電池特性が向上した。またEBIC、FIB、TEMを組み合わせる事で、水素処理は転位箇所には効果的ではなく微結晶粒に効果的である事を明らかにした。さらなる高効率化のためには結晶欠陥の除去が必要である。そのために球状Siを徐冷状態にし、緩やかな結晶成長を実現する事ができる減圧状態への滴下を試みた。減圧球状Si太陽電池では転位や微結晶粒といった結晶欠陥を除去する事ができた。結果、球状Si太陽電池として変換効率11.1%を達成した。しかし減圧滴下球状Siの結晶粒界付近ではいまだ転位が確認された。これは滴下法では任意方向の結晶成長ため、結晶粒界付近ではストレスが緩和できないためである。今後、結晶成長方向制御を行うことが必要である。