

課題番号 : F-14-NU-0087  
利用形態 : 共同研究  
利用課題名(日本語) : ラジカル注入型源によるシリコン薄膜  
Program Title (English) : Silicon thin films deposited by radical-injection plasma sources  
利用者名(日本語) : 布村正太  
Username (English) : S. Nunomura  
所属名(日本語) : 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 つくばセンター つくば東事業所  
Affiliation (English) : National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

### 1. 概要(Summary)

微結晶シリコン薄膜をもちいた多接合型薄膜シリコン太陽電池は、大面積化が容易でフレキシブル基板応用に注目が集まっている。その構造から数 $\mu\text{m}$ 厚さの微結晶シリコン堆積が要求され、その生産性向上には高速成膜が不可欠である。そのため、堆積前駆体ラジカルのフラックスの増加と同時に、Hラジカルの増加が最適膜質を得るには要求される。このようにHラジカルの要求に対して、ラジカル注入型プラズマ源に着目した。ナノプラットによりHラジカル注入型プラズマCVD法を利用し、従来型に比べてSiH<sub>4</sub>流量を上げて高い成膜速度で微結晶シリコンシリコン薄膜堆積を行った。高い成長速度にもかかわらず、優れた結晶化度が得られることを見いだした。そこで、Hラジカル注入型プラズマ源で微結晶シリコン薄膜を成膜し、その薄膜に太陽電池構造を製作して、電気的特性を評価した。

### 2. 実験(Experimental)

・利用した主な装置

60MHz励起プラズマ CVD 装置

・実験方法

実験条件は、基板温度 200°C、圧力 9 Torr、プラズマ励起 60MHz 電源電力 200 W、電極-基板間距離 10 mm、H<sub>2</sub> 流量 500 sccm を固定して、SiH<sub>4</sub> 流量を 9~25 sccm の間で変化させて、プラズマ CVD 法によりガラス基板上へシリコン薄膜を、従来型とHラジカル注入型の双方で成膜した。成膜後に、薄膜上にくし歯状電極をAl蒸着により作成して電流-電圧(IV)特性を取得した。また、段差計により薄膜厚さを求めて成膜速度を、ラマン分光法により薄膜の結晶性を、電子スピン共鳴(ESR)により薄膜の欠陥密度を、X線結晶回折(XRD)により薄膜の配向性を評価している。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

従来型ならびにHラジカル注入型で成膜したSi薄膜の結晶化度のSiH<sub>4</sub>流量依存性について、まず調べた。その結果、SiH<sub>4</sub>流量の増加とともに結晶化度が徐々に減少して、完全なアモルファスに変化した。最適な製膜条件により、太陽電池構造を製作する微結晶シリコン薄膜を成膜した。その結果をFig.1に示す。



Fig.1 A photograph of a thin film of microcrystalline Si deposited with the radical injection plasma source.

電流-電圧(IV)測定により取得した光導電率と暗導電率の比から計算した光感度をSiH<sub>4</sub>流量依存性について調べた。水素ラジカル注入型は高いSiH<sub>4</sub>流量において微結晶からアモルファスへ転移が見られ、従来型に比較してもほぼ同程度の光感度を示した。このことは水素ラジカル注入型プラズマCVD装置を用いて成膜したシリコン薄膜が高速成膜においても十分な変換効率を得られることを示唆していることがわかった。

### 4. その他・特記事項(Others)

・共同研究者:堀勝(名古屋大学大学院工学研究科)

### 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

### 6. 関連特許(Patent)

なし。