

課題番号 : F-14-NU-0088  
 利用形態 : 共同研究  
 利用課題名(日本語) : シリコン薄膜太陽電池の開発  
 Program Title (English) : Development of silicon thin film solar cells  
 利用者名(日本語) : 沢田郁夫  
 Username (English) : I. Sawada  
 所属名(日本語) : 東京エレクトロン US ホールディングス  
 Affiliation (English) : Tokyo Electron U. S. Holdings, Inc.

### 1. 概要(Summary)

薄膜シリコン太陽電池の製造には、低温で大面積に成膜可能な SiH<sub>4</sub>/H<sub>2</sub> プラズマ化学気相堆積法が主に用いられている。これまで、H ラジカルと成膜前駆体のフラックス比が非常に重要なパラメータであり、その理由は H ラジカルが成膜前駆体の表面拡散を促進するなどの役割があるためである。近年、高速にデバイスグレードの膜を成膜できる高圧枯渇法とよばれる方法が注目されている。しかしながら、数 Torr 程度の高圧においては絶対密度計測に基づいた H ラジカルの挙動についての議論は十分になされていない。そこで本共同研究では、高圧における H ラジカルの絶対密度を計測し、SiH<sub>4</sub>/H<sub>2</sub> プラズマ中の気相ラジカルとシリコン薄膜の膜質との関係性を解明することを目的とした。

### 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

VHF(60 MHz)容量結合型プラズマ CVD 装置を用いた。実験条件は、VHF 電力 400 W、圧力 9 Torr (1200 Pa)、基板温度 250°C、電極基板間距離 10 mm、H<sub>2</sub> 流量 500 sccm とし、SiH<sub>4</sub> 流量を 7-15 sccm と変化させた。XeCl エキシマレーザー励起の 2 台の色素レーザーを用いて、二光子共鳴四波混合過程によって VUV 光を発生させ、真空紫外レーザー吸収分光法(VUVAS)により H ラジカルを計測した。(Fig. 1) H ラジカルフラックスは H ラジカル絶対密度と並進温度から、成膜前駆体フラックスは成膜速度から見積もった。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

H ラジカルフラックスと成膜前駆体フラックスの SiH<sub>4</sub> 流量依存性を示す。SiH<sub>4</sub> 流量を増加させたとき、H ラジカルフラックスはほぼ一定、成膜前駆体フラックスは線形的に増えた。またラマン分光法を用いた計測により、微結晶

シリコンからアモルファスシリコンへの転移開始点は SiH<sub>4</sub> 流量が 11sccm 付近、すなわちフラックス比 70 であることが分かった。太陽電池としての最適な微結晶シリコン薄膜は転移開始点付近で得られる。この結果より、フラックス比が 70 程度において良好な膜質の微結晶シリコン薄膜が得られることが分かった。

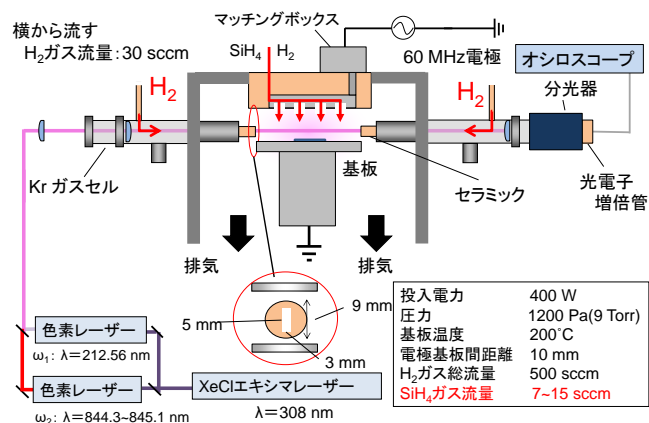


Fig.1 An illustration of the experimental setup for vacuum ultraviolet absorption spectroscopy (VUVAS).

### 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)
- ・参考文献

(1) Kenji Ishikawa, Yusuke Abe, Atsushi Fukushima, Ya Lu, Sho Kawashima, Keita Miwa, Keigo Takeda, Hiroki Kondo, Makoto Sekine, and Masaru Hori, The 41st International Conference On Metallurgical Coatings & Thin Films (ICMTCF), (May 2, 2014) B2-7.

### 6. 関連特許(Patent)

なし。