

誘導結合型プラズマを用いて発生させた水素ラジカル によるクロシラン系原料の分解

Decomposition of chlorosilane source by hydrogen radical generated by inductively coupled plasma

¹ 物材機構、² 法政大、³ 筑波大[○] 堤 大耀^{1,2}、岡本 裕二^{1,3}、石垣 隆正²、角谷 正友¹

¹ NIMS, ² Hosei Univ., ³ Tsukuba Univ. [○] D. Tsutsumi^{1,2}, Y. Okamoto^{2,3}, T. Ishigaki¹, M. Sumiya²

E-mail: daikit27253tb@gmail.com

【はじめに】シリコン太陽電池の原料である高純度シリコンはシーメンス法によって製造される。原料の SiHCl_3 と水素ガスの還元反応でシリコンが得られるが、実際には熱分解反応が優先的に進み副生成物として SiCl_4 が生成する。この結果、シリコン収率は 25% と低くなる。これまで我々はパルスプラズマと熱フィラメント法で発生させた水素ラジカルを用いシリコン収率の向上を試みてきた^[1]。現行のシーメンス法は大気圧下で行われており、実用化には大気圧下で発生させた水素ラジカルを外部から反応炉へ供給する必要がある。本研究ではまず低圧下でパルスプラズマ法を用いて発生させた水素ラジカルによるクロシラン系原料の分解効果を確認した。また、反応の大気圧下に向け、様々な条件で発生させた水素ラジカル濃度を測定したので報告する。

【実験方法】水素ラジカルを発生させるために大気圧でもプラズマを発生できる誘導結合型プラズマ装置 (㈱プラズマコンセプト東京) を用いた。生成した水素ラジカルとキャリアガスである Ar、 SiCl_4 原料を反応室にそれぞれ独立に供給し反応を行った。水素ラジカルによる SiCl_4 分解は、 SiCl_4 原料及び生成物である HCl の分圧の変化を四重極型質量分析計 (MKS e-View⁺) を用いて測定することにより判断した。また、この装置のプラズマの出口側に直径 6 cm、長さ 60 cm のパイプを取り付け内部に WO_3 ドープガラスを設置した。 WO_3 ドープガラスは水素ラジカルにより還元され、透明から濃紺色に変化する。UV-VIS により 600nm の透過度を測定することで、この変色度合いを測定し、水素ラジカル濃度を算出した^[2]。

【結果】図 1 にプラズマ生成に用いる電力を変化させた場合の SiCl_4 、 SiCl_3 および生成物である HCl の分圧の変化を示す。電力が 50W の時は全ての分圧において大きな変化は見られなかった。電力を 100 W に増加させると、HCl 分圧の増加、また原料である SiCl_4 分圧の減少が確認された。電力を増加していくにつれ、分圧の増減は大きくなっていった。HCl が増加し、原料である SiCl_4 が減少していることから、100 W 付近からシリコン生成反応が得られた。パルスプラズマを用いて発生させた水素ラジカルを外部から導入することによっても安定な SiCl_4 原料が分解されることを確認できた。

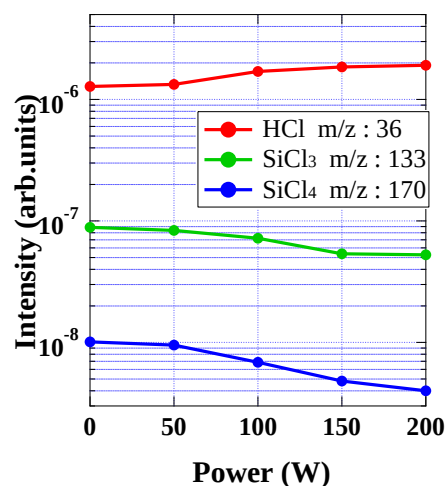


図 1 Q-mass で測定した SiCl_4 及び HCl 分圧変化のプラズマ発生電力依存性。

【謝辞】本研究の一部は JST-STREPS の支援により行われた。

[1] M. Sumiya et al., J. of Phys. Conf. Series **441**, 012003 (2013).

[2] T. Morimoto et al., Jpn. J. Appl. Phys. **44**, 732-735 (2005)