

水素プラズマによる固体 Si からのオンサイト Si_2H_6 生成

On-site Si_2H_6 gas generation from solid Si by hydrogen plasma

阪大院工, [○](M2) 浜中 恵一, 谷口 大介, 垣内 弘章, 安武 潔, 大参 宏昌

Osaka Univ, [○]K. Hamanaka, D. Taniguchi, H. Kakiuchi, K. Yasutake, and H. Ohmi

E-mail: hamanaka@ms.prec.eng.osaka-u.ac.jp / ohmi@prec.eng.osaka-u.ac.jp

1. 緒 言

シランガスは、エピタキシャル Si 膜の形成や半導体デバイス製造に不可欠であり、現代の情報化社会を支える基盤材料となっている。とりわけ熱 CVD 用の原料ガスとしての Si_2H_6 は、 SiH_4 と比較して低温側で成膜速度が高く、さらには形成される Si 膜の結晶性の向上も可能であることから、高付加価値な成膜前駆体として使用されている。しかし、これらのシラン系原料ガスは毒性および自然発火性を有しており、高压ガスを保持・使用する際には、種々の高価な設備の導入が必要となる。このような背景から、我々はこれまで廉価で無毒な固体 Si と水素を原料とし、マイクロ波水素プラズマを用いてシランガスをオンサイト生成する技術を開発し、 SiH_4 の生成量向上を目指した研究を行ってきた[1]。これまでの研究結果から、本手法で固体 Si から生成したシランガスには SiH_4 の他 Si_2H_6 がオンサイト生成されていることが明らかとなっている。そこで本報告では、 SiH_4 に比べて高付加価値な Si_2H_6 の高効率生成を目指し、投入電力やプラズマギャップ等の条件を変化させた際の Si_2H_6 生成挙動を気相赤外吸収分光法により調査するとともに、ボンベからの SiH_4 ガスをプラズマ中に供給した際の Si_2H_6 生成挙動と比較することで、本手法での Si_2H_6 生成メカニズムについて考察した。

2. 実験方法

水素プラズマの生成には、プラズマの大面积化と原料ガスのプラズマ滞在時間の短時間制御が同時に実現可能なスリット型のプラズマ源を適用した[1]。20°C の冷却水を循環させた銅製の治具に Si 原料を設置し、スリット状の狭ギャップを形成した。このギャップ中に、石英窓を介して 2.45 GHz のマイクロ波電力を印加し、プラズマを生成した。プラズマ通過後のオンサイト生成シランガスを下流側に設置したガス分析用フーリエ変換型赤外吸収分光装置 (FT-IR) に供給し、赤外吸収スペクトルを取得した。また、プラズマ生成治具に Si 原料を設置せず、ボンベから SiH_4 ガスを供給した際の Si_2H_6 生成特性についても検討した。

3. 結果及び考察

Fig.1 に、 SiH_4 と Si_2H_6 の吸光度、ならびに各ガスの吸光度比のプラズマギャップ依存性を示す。ギャップの減少に伴い各ガスの吸光度と強度比は単調増加した。この結果は、プラズマギャップの縮小が Si_2H_6 の生成効率の上昇に寄与することを意味している。この様な結果が得られた原因として、プラズマギャップの減少により、プラズマの比表面積が大きくなり、プラズマ気相反応に対するプラズマ/固体原料界面 (即ち Si 原料表面) での反応の寄与が大きくなったためと考えられる。

4. 結 言

マイクロ波水素プラズマと固体 Si を用いた Si_2H_6 のオンサイト生成を試みた。その結果、 Si_2H_6 の高効率生成には、十分な Si エッチングレート、生成 Si_2H_6 の再分解抑制、および Si 原料表面での反応の寄与を増大させることが重要であると示唆された。

[1] N. Takei et al., J. Phys. D: Appl. Phys. **51**, (2018) 245203.

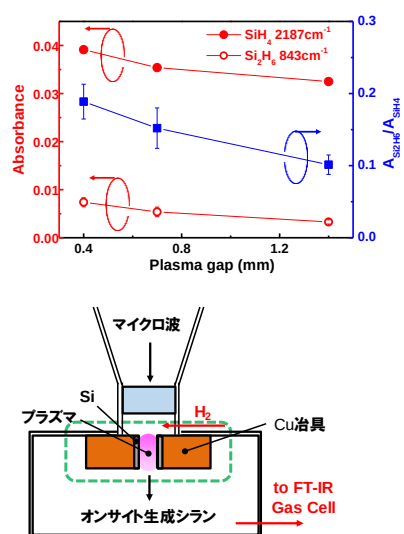


Fig.1 SiH_4 and Si_2H_6 absorbance and their ratio as a function of plasma gap (top). Schematic of experimental apparatus (bottom).