

原料回転を利用した水素プラズマ誘起 SiH₄ 生成反応の高効率化

Improvement of reaction efficiency on hydrogen plasma induced SiH₄ generation by using a Si source rotation

阪大院工¹, JST CREST² ○桑岡裕太¹, 山田高寛^{1,2}, 垣内弘章^{1,2}, 安武潔^{1,2}, 大参宏昌^{1,2}
 Osaka Univ.¹, JST CREST² ○Y. Kuwaoka¹, T. Yamada^{1,2}, H. Kakiuchi^{1,2}, K. Yasutake^{1,2}, and H. Ohmi^{1,2}
 E-mail : ohmi@prec.eng.osaka-u.ac.jp

1. 緒言

我々は、金属級 Si (Metallurgical grade Si: MG-Si) を用いて高純度 Si 材料を生成する新規手法として、リモート型大気圧プラズマ化学輸送法 (APECT 法) を提案している[1]。本手法では、水素プラズマ中の原子状水素によって MG-Si をエッチングすることで、SiH₄ 分子の生成反応が基本となる。水素による Si のエッチングレートは、著しい温度依存性を示すことが分かっており[2]、高速エッチングを実現するためには、エッチング時の Si 基板表面温度の最適化が重要となる。一方、本手法では、反応種となる原子状水素密度の高密度化のため投入電力を増大させると、プラズマ加熱による効果が顕著となるため、裏面試料台からの熱吸収では最適温度の維持が難しく、投入電力の増加の効果を顕在化させることが困難であった。

そこで、我々は回転原料式シラン生成装置を開発し、SiH₄ 生成反応の高効率化を試みた。本装置では、原料の回転運動により局在化したプラズマ中での原料の滞在時間を制御することで、プラズマ加熱と回転による空冷効果のバランスにより表面温度の最適化が期待できる。今回は、原料回転機構が、シラン生成反応に与える影響を調べた結果を報告する。

2. 実験方法

本実験に用いた電極は、水冷機構を備えた二重管構造を有しており、電極中心のパイプから水素が供給される構造となっている。マスフローコントローラにより水素流量を 5 slm に設定し、エッチング時間 20 min、プラズマギャップ 0.5 mm を基本的な条件とし、電力、シリコン厚み、原料回転数などをパラメータとし、エッチング量の依存性を調べた。さらに、原料回転時のプラズマ曝露による Si 基板表面温度の変化を調査するため、Si 原料上に太さ 80 μm のシース熱電対を接着し、試料回転時の表面温度変化を測定した。なおエッチング量の評価は、電子天秤により行なった。

3. 結果及び考察

図1に、エッチング量の回転数依存性を示す。図より、回転数が 30 rpm 近傍の場合にエッチング量が最大となることがわかる。これは、低回転数の場合には表面温度が最適温度以上に上がりすぎるためエッチングレートが低下し、高回転数の場合には、表面温度が最適温度に達しなかったためと考えられる。そこで、このことを確認するため、原料表面温度の回転数依存性を 0~30 rpm の間で調べたところ、回転数の上昇につれ、表面温度が低下することが分かった。ここで、エッチング量が最大を示した回転数 30 rpm 時には、被エッチング箇所温度は、60 °C 近傍となっていることが明らかとなった。

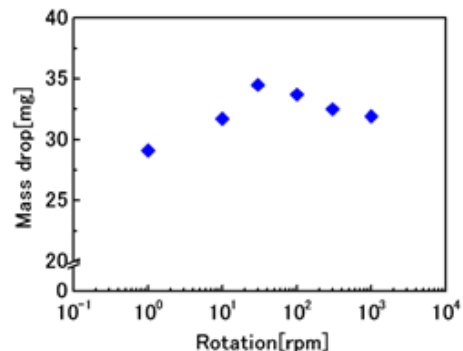


図1：エッチング量の回転数依存性

4. 結言

Si 原料の表面温度を、効率良く最適値に維持可能な原料回転式 SiH₄ 生成装置を開発した。回転数調整によるエッチング速度の依存性を調べたところ、回転数 30 rpm で最大となり、このときの表面温度は約 60 °C 程度であった。これらの結果より、本機構を用いることで、表面温度をシリコンエッチング反応の最適温度に維持できることがわかった。

【参考文献】

- [1] H. Ohmi et al., Jpn. J. Appl. Phys. 50 (2011) 08JD01-1-6
- [2] S. Veprek, et al., J. Vac. Sci. Technol. 26 (2008) 313