

# 高圧マイクロ波水素プラズマによる Si 高速エッチングにおける プラズマ分布の評価

## Characterization of Plasma Distribution in High-Rate Etching of Si by High-Pressure Microwave Hydrogen Plasma

阪大院工<sup>1</sup>, 阪大工<sup>2</sup>, JST CREST<sup>3</sup> ○山田 高寛<sup>1,3</sup>, 山田 浩輔<sup>1</sup>, 足立 昂拓<sup>2</sup>, 大参 宏昌<sup>1,3</sup>,  
垣内 弘章<sup>1,3</sup>, 安武 潔<sup>1,3</sup>

Osaka Univ.<sup>1</sup>, JST CREST<sup>2</sup> ○Takahiro Yamada<sup>1,2</sup>, Kosuke Yamada<sup>1</sup>, Takahiro Adachi<sup>1</sup>,  
Hiromasa Ohmi<sup>1,2</sup>, Hiroaki Kakiuchi<sup>1,2</sup>, and Kiyoshi Yasutake<sup>1,2</sup>

E-mail: yamada.takahiro@prec.eng.osaka-u.ac.jp

再生可能エネルギー源である Si 太陽電池の普及を推進するため、価格の削減が求められている。我々は高圧近傍の高圧水素プラズマを用いた金属級 Si の高速エッチングによる SiH<sub>4</sub> ガス生成を提案し、太陽電池用 Si 材料の原料となる SiH<sub>4</sub> ガスの低環境負荷かつ安価な新規製造方法の開発を行っている[1]。本手法では、高密度に原子状 H を発生させるとともに、図 1 に示すようにパイプ状電極を通じて H<sub>2</sub> ガスをプラズマ中に直接供給している。この H<sub>2</sub> ガス供給によるプラズマ状態への影響はまだ十分に解明されていない。前回、我々は発光分光計測により基板-電極間の原子状 H 密度に分布があることを報告した[2]。今回は、各種プロセスパラメータ(電力、圧力、H<sub>2</sub> ガス流量など)による原子状 H 密度分布への影響および SiH<sub>4</sub> 分解との関係について報告する。

マイクロ波水素プラズマによる Si 高速エッチングは、基板-電極間を 0.5 mm 程度の狭ギャップとし、~100 Torr の高圧条件において行われた。水素プラズマの発光スペクトルは、スリットで制限した狭ギャップ内の各領域からのプラズマ発光を分光器で取得した。原子状 H 密度分布は、Ar ガス : 1 % を添加した水素プラズマの発光スペクトルにアクチノメトリを適用して見積った。また熱流体解析によるシミュレーションから H<sub>2</sub> ガス供給による狭ギャップ内の流速分布や圧力分布を見積った。

発光スペクトルにおける H<sub>α</sub> 線(656.3 nm)と ArI 線(750.4 nm)の発光強度の比較から、原子状 H 密度が電極側から基板側に向けて増加することを確認した。この傾向は、電極からプラズマ中に供給された H<sub>2</sub> ガスが基板に到達するまでの滞在時間において、H<sub>2</sub> 分子の解離が進行した結果であると考えられる。一方、SiI(288.2 nm)発光輝線も観測され、発生した SiH<sub>4</sub> 分子の一部が分解していることが確認された。この SiI 線強度は、原子状 H 密度の分布とは対照的に電極側に向けて増加した。これは H<sub>2</sub> ガスの供給による流速分布の形成によりギャップ内に圧力差が生じ、エッチングにより基板近傍で発生した SiH<sub>4</sub> 分子の一部がプラズマ中を電極側に移動したため、滞在時間の増加により SiH<sub>4</sub> 分解が進行したことが原因であると考えられる。このようなガス流れの形成は高圧条件下で特に考慮すべき現象であることから、効率的な SiH<sub>4</sub> 生成を実現するためにはガス流れの制御が必要である。

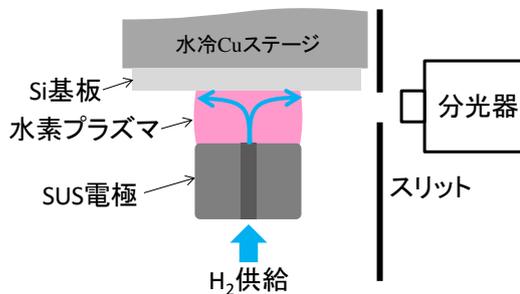


図1 エッチング処理の概略図

[1] H. Ohmi, T. Yamada, H. Kakiuchi, and K. Yasutake, Jpn. J. Appl. Phys. **50** (2011) 08JD01.

[2] 山田高寛, 山田浩輔, 大参宏昌, 垣内弘章, 安武潔, 2013 年春季応物講演会 28a-A5-5.