

表面処理用水素プラズマにおける水素原子の物理化学

布村正太*1、片山博貴*2、吉田功*3

1) 産業技術総合研究所、2) パナソニック、3) 太陽光発電技術研究組合

研究の目的と概要

- 産業用途の各種プラズマプロセスでは、**水素原子**が**気相反応**及び**表面反応**で重要な役割を担う。
- 例えば、**太陽電池用シリコンウエハのパッシベーション**に水素原子は必須。しかし、最適な供給方法及び供給量について十分な知見が得られていない。
- そこで、本研究では、**真空紫外吸収分光法**を用いて、水素原子密度の絶対量を決定し、**シミュレーション**との比較により、水素原子の生成・損失過程を考察。

プロセスプラズマ中の水素原子の役割

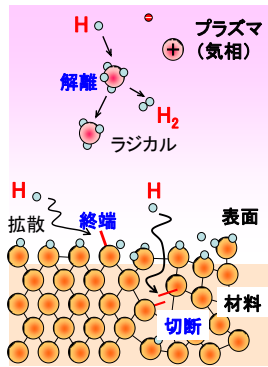
水素系プラズマは、表面処理、成膜、エッチング等で広く利用。

例えば、シリコン系の成膜

- 気相中での原料ガスの解離
($H + SiH_4 \Rightarrow SiH_3 + H_2$)
⇒成膜前駆体種
- 表面反応・DB終端
($H + Si-db \Rightarrow SiH$)
⇒結晶化促進
- 膜内部への拡散
⇒構造緩和

エッチング

- 選択剤・側壁保護膜等の制御
- 基板(ウエハ)内部への拡散
⇒ボンド切断、欠陥生成



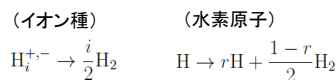
プラズマシミュレーションのモデル

●基本方程式

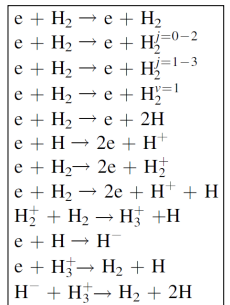
- 連続の式(質量保存式)
- 運動量保存式
- エネルギー保存式
- ポアソンの式

※上述の式を連立し、数値解析的に定常解を求め。

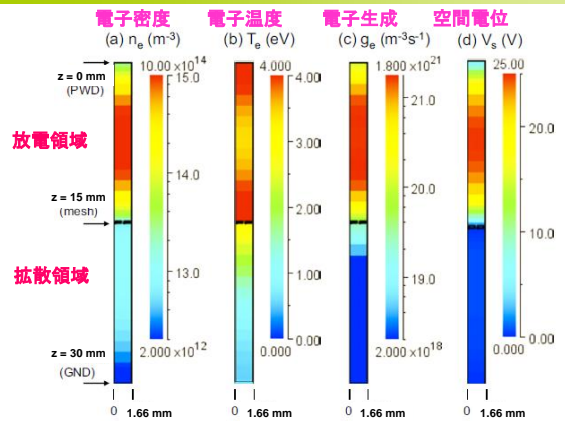
●考慮した表面反応



●考慮した気相反応



プラズマシミュレーションの結果



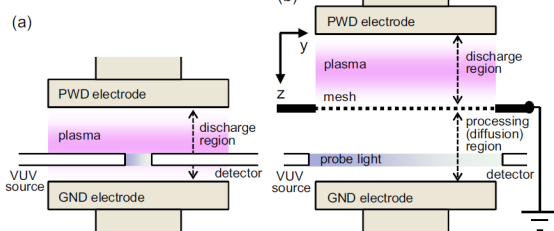
実験装置の概略

放電形態と放電条件:

- 容量結合型高周波放電 (60 MHz)
- ガス: H_2 (25 sccm)
- 圧力: 0.1-2 Torr
- 放電電力: 2-100 W (128p)

メッシュ(中間電極)のサイズ

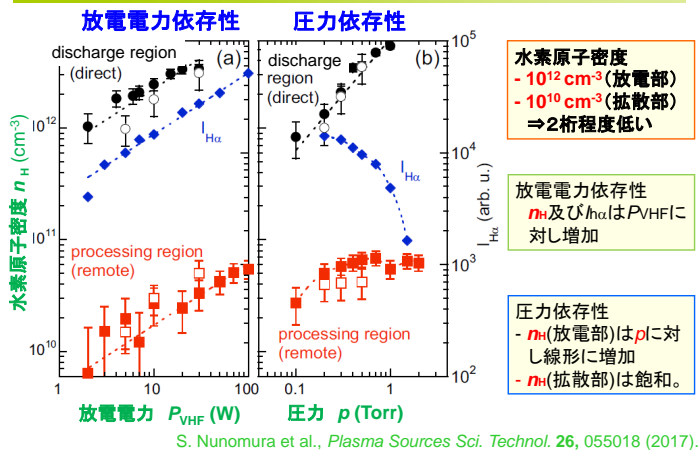
- 厚み: 0.2 mm
- 空孔サイズ: 0.3 mm角
- 開口率: 36%



ダイレクト(ダイオード)配置
⇒プラズマ(放電中)の水素原子

リモート(トライオード)配置
⇒拡散領域の水素原子

水素原子密度の測定結果



まとめと謝辞

- 表面パッシベーション用途のプロセスプラズマ中の水素原子の発生と損失を調査した。
 - 生成 : 電子衝突解離 ($e + H_2 \Rightarrow 2H$)
 - イオン-親分子反応 ($H_2^+ + H_2 \Rightarrow H + H_3^+$)
 - 損失 : 電極や基板表面での再結合
- 真空紫外吸収分光法より、水素原子密度を決定。
 - (放電部) $\sim 10^{12} \text{ cm}^{-3}$
 - (拡散部) $\sim 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ ⇒放電部より2桁程度低い
- 謝辞: 科研費(課題番号24540546, 15K04717)の助成を受け実施されました。関係各位にこの場を借りて感謝いたします。