



## 中性原子発生装置を搭載した次世代半導体プロセス 装置の開発

メタデータ	言語: jpn 出版者: 室蘭工業大学SVBL 公開日: 2008-03-24 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 福田, 永 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10258/411">http://hdl.handle.net/10258/411</a>

## 中性原子発生装置を搭載した次世代半導体プロセス装置の開発

著者	福田 永
雑誌名	サテライト・ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー年報
巻	4
ページ	74-75
発行年	2002
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10258/411">http://hdl.handle.net/10258/411</a>

## 中性原子発生装置を搭載した次世代半導体プロセス装置の開発

室蘭工業大学 電気電子工学科 福田 永

### 1. はじめに

次世代のスーパーコンピュータや大容量サーバーでは、超高速マイクロプロセッサやシステム LSI が要求される。そのため駆動素子である MOFET では 1 ナノメートル (nm) 以下のゲート酸化膜が必要となる [1]。従来の半導体製造において、熱、光やプラズマなどを主たる励起源とした半導体プロセス技術が用いられてきた。しかし、これらは表面反応に要するエネルギーに比べ格段にエネルギーが大きいと、ナノレベルの単位で薄膜成長を行うことが困難であった。本研究において、国内半導体ベンチャー企業の協力を得て、世界で初めて表面波励起プラズマを用いた大型中性原子発生装置の開発に成功した。この装置を用いることにより、一原子層毎に極薄シリコン酸化膜形成が実現可能となった。

### 2. 中性原子発生装置

この装置は、本学の総合研究棟半導体クリーンルーム内に設置されている (図 1)。今回開発した中性原子発生装置は、2.45 GHz のマイクロ波が 12 インチ径 (300 mm) 領域に均一に導入できるようテーパー (コーン) 形状の導波管構造を採用している [2]-[4]。本装置は高誘電体 ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  および  $\text{AlN}$  など) 窓材で反応チャンバーと導波部を分離させている。本装置は、マイクロ波励起により TM01 モードの表面波プラズマが発生するよう設計されている。高誘電体窓材を使用する理由は、誘電体窓材表面上の限られた空間においてのみ高密度のプラズマが発生できるようにするためである。プラズマは窓に対し垂軸方向で指数関数的に減衰する。一方、

中性原子は寿命が長いので長距離拡散する。それゆえ中性原子のみ基板に照射できる。さらに、プラズマ発光モードに回転を与え、投入電力に対しプラズマ密度が比例して増加するようマイクロ波導入部に改良を施した。

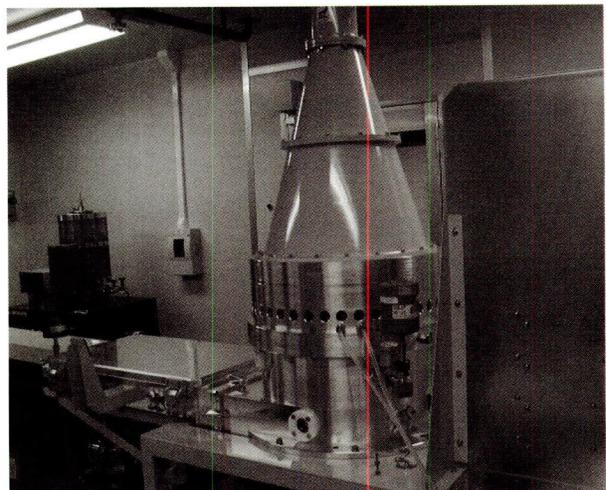


図 1 中性原子発生装置 (総合研究棟 7 階半導体クリーンルーム内に設置)

### 3. 中性原子発生装置の評価

図 2 はマイクロ波励起により酸素プラズマを発生させた場合の電子密度を測定した結果を示している。カットオフを越える  $10^{11} \text{ cm}^{-3}$  以上の高密度プラズマが発生していることがわかる。一方、プラズマの電子温度は 2.5 eV 以下と低い (図 3)。さらに、軸方向での電子温度を測定すると、誘電体窓表面から 5 cm 以上離れるとプラズマは急速に減衰している (図 4)。従って誘電体表面近傍のみに高密度プラズマが発生し、軸方向ではカットオフ密度以下に減衰していることがわかる。これらのことから誘電体窓上で表面波プラズマが発生していると判断できる。さら

に、イオン密度の約 1000 倍を越える中性原子が生成されていることも確認されている。

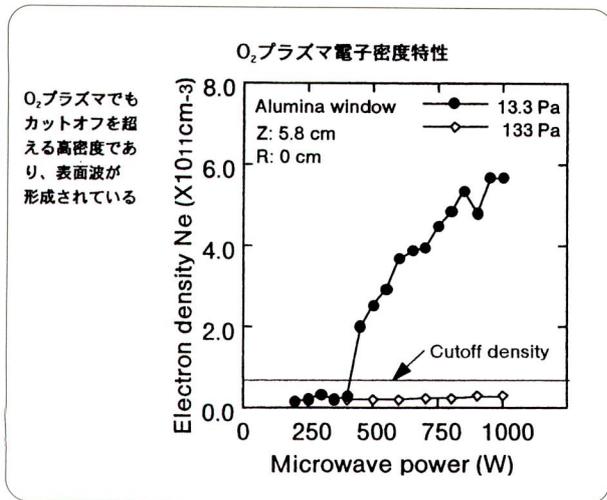


図2 酸素プラズマ電子密度特性

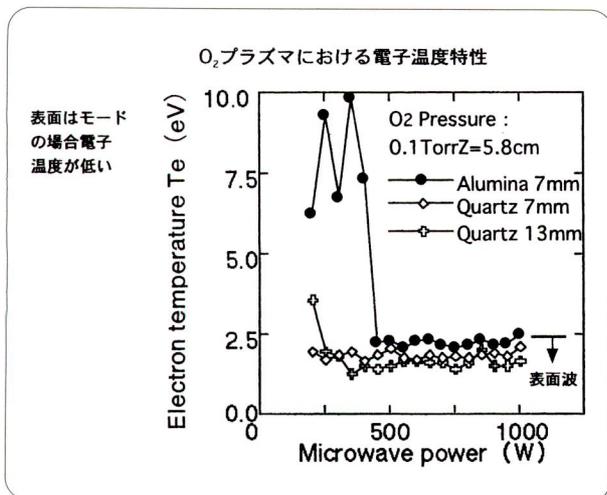


図3 酸素プラズマの電子温度特性

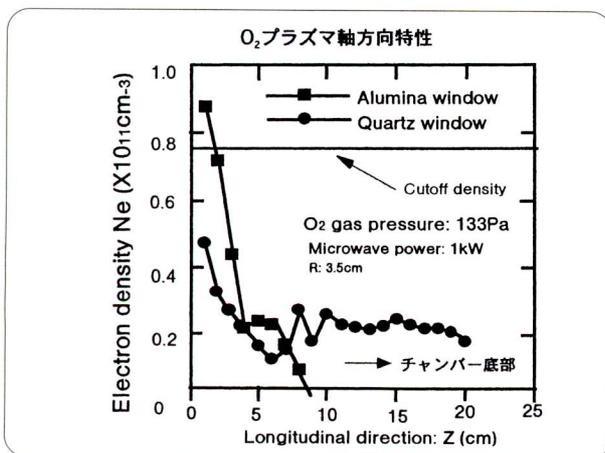


図4 酸素プラズマの軸方向特性

#### 4. おわりに

半導体ベンチャー企業と協力して次世代半導体プロセスに適用できる大型中性原子発生装置を共同開発した。酸素プラズマによる実験で、カットオフ密度を越える高密度プラズマが発生していることを確認した。また垂直軸方向でプラズマの急速な減衰が見られ、中性原子のみの照射が可能であることを確認した。今後、量産機への対応として、12インチ径の大口径シリコンウエハ上で均一に反応が行えること、量産のためウエハ自動搬送できること、さらには連続成膜プロセスが行えるクラスター構造であることが要求される。本研究では、これまでの技術蓄積を活かし、上記のコンセプトを実現できる新しい装置の設計に着手している。上記の計画において、本学より基本および周辺特許を出願し、それと平行して半導体デバイスメーカーおよび半導体装置メーカーとの連携を強化してゆく。本研究での成果は、次世代 ULSI に向けて新しい半導体プロセス技術を開拓することのみならず、国内外の半導体産業の競争力強化に繋がると確信している。

#### 参考文献

- [1] 廣瀬全孝編、次世代 ULSI プロセス技術、リアライズ社、pp. 218, 2000 年。
- [2] K. Shinagawa, H. Shindo, K. Kusaba, T. Koromogawa, J. Yamamoto and M. Furukawa, Jpn. J. Appl. Phys., vol. 40, Pt. 1, No. 10, pp. 5856-5860, 2001.
- [3] K. Kusaba, K. Shinagawa, M. Furukawa, K. Kawamura and H. Shindo, Jpn. J. Appl. Phys., vol. 40, Pt. 2, No. 11A, pp. L1179-L1186, 2001.
- [4] K. Shinagawa, H. Shindo, K. Kusaba, J. Yamamoto and M. Furukawa, Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 40, Pt. 1, pp. 1224-1229, 2002.