

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 12498 号
------	---------------

氏 名 根岸 伸幸

### 論文題目

大規模集積回路プラズマプロセスにおける微細パターン形状制御の研究

(Study on control of fine patterning in ULSI plasma processes)

### 論文審査担当者

主査 名古屋大学  
委員 名古屋大学  
委員 名古屋大学  
委員 名古屋大学  
委員 名古屋大学

教授 堀 勝  
教授 豊田 浩孝  
教授 大野 哲靖  
教授 秦 誠一  
特任教授 石川 健治

## 論文審査の結果の要旨

根岸伸幸氏提出の論文「大規模集積回路プラズマプロセスにおける微細パターン形状制御の研究」は、大規模集積回路製造に用いられている、酸化シリコン薄膜および有機感光レジストを対象にして、先端プラズマ技術を用いて、これらの絶縁薄膜の超微細パターン形状を行い、その反応機構の解明と制御方法について、学術かつ実用的な成果をまとめたものであり、全6章から構成されている。

第1章は序論で、大規模集積回路デバイスの製造プロセスにおいて、半導体を取り巻く情勢や微細加工プロセスにおけるプラズマエッチング技術の研究開発の歴史と現状を概観し、本論文の目的と意義、そして構成について述べている。

第2章では、高アスペクト比コンタクト加工におけるポーイング現象について研究を進めている。特に、高アスペクト比のホール内部で生じる多様な反応機構について、入射する中性ラジカルや荷電粒子のイオンの挙動とホールの側壁で誘起されて生じる、それらの相互反応を粒子レベルで明らかにしている。プラズマエッチングの条件によって、これらの反応は複雑に変化するが、ポーイング形状とその反応を系統的に洞察することで、ポーイング発生機構とその制御方法を明らかにするなど、極めて優れた研究成果が述べられている。

第3章は、高アスペクト比コンタクト加工におけるボトム形状異常について、その発生要因を追求している。電氣的な要因、物理的な要因、化学反応的な要因の3つの観点から、ホール内で生じる原子レベルでのエッチング反応を詳細に解析し、ボトム形状異常が生じる本質を明らかにした点で、後世に残る成果として高く評価することができる。

第4章は、コンタクトホール加工において、プラズマによるArFレジストパターンマスクへの損傷について述べている。微細パターン形成において、最も大きな問題としてクローズアップされている、微細パターンマスクの形状損傷について、エッチング時のフルオロカーボン膜の堆積が、損傷を誘起する主要因であることを突き止め、その解決策を提案するに至っている。

第5章は、微細レジストパターンのトリミングが、非対称になる問題について、その機構を解明している。トリミングに重要な化学作用を及ぼしている酸素原子密度分布を傾斜プラズマによって変化させたときのトリミングの形状と酸素密度の入射フラックス分布の関係を明らかにし、数値計算を基にして、ウエハレベルでの酸素ラジカルの不均一な空間分布が、マイクロなパターンにおいても同様に形状の不均一性をもたらすことをはじめて解明した。

第6章では、本研究の結果を総括し、今後の課題および展望について述べている。

以上のように、本研究では、大規模集積回路製造の根幹を支えている絶縁膜のプラズマエッチングによって生じる様々な課題に対して、粒子レベルで反応を解析するとともに、その解決策をも提示した。これらの知見は、現在の大規模集積回路製造装置やプロセス技術に活用されるに至っている。したがって、これらの成果は、学術上、又工業上寄与するところが極めて大きい。よって、本論文提出者根岸伸幸氏は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格があるものと判断した。