

主 論 文 要 旨

| | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----|--------|
| 報告番号 | 甲 第 号 | 氏 名 | 濱岡 福太郎 |
| 主論文題目： 2周波容量結合型プラズマによるモールドイング下での Si 深堀エッチングの形状発展モデリング | | | |
| <p>(内容の要旨)</p> <p>本研究では、2周波容量結合型プラズマ(2f-CCP) エッチャーを用いたシリコンのマイクロスケールエッチングにおける、ウエハ上のマイクロスケールパタン形状とプラズマインターフェース構造およびエッチング形状の相関を、数値シミュレーションを用いて明らかにした。</p> <p>第1章では、本研究の動機とその背景について解説した。</p> <p>第2章では、周期定常状態の容量結合プラズマ (CCP) の二次元時空間構造をシミュレートするための計算手法である、緩和連続モデル(RCT Model) の概略を論じた。支配方程式系、境界条件の取り扱いおよび数値解法の手法について示した。</p> <p>第3章では、シリコンのマイクロスケールエッチングで広く利用されている SF_6/O_2、2周波容量結合型プラズマ (2f-CCP) について周期定常のプラズマ2次元時空間構造を計算した。この結果、そのプラズマ構造は典型的な負イオンプラズマの特性を示した。また、エッチングに寄与するイオンとして SF_5^+、O_2^+および中性ラジカル分子として F、SF_5 が支配的であること、また、主に基底状態の酸素原子 $O(^3P)$ がシリコン表面に側壁保護膜を形成することを明らかにした。</p> <p>第4章では、マイクロスケールオーダのホールパタンとプラズマインターフェース構造の相関関係 (プラズマモールドイング効果) を明らかにするために、ホールパタンをシリコンウエハ上に仮定して、リアクター全域のプラズマ構造を境界条件として、その近傍のプラズマ構造を再計算する手法を開発し、ホールパタン近傍のプラズマ構造を考察した。その結果、ホールパタン上部のポテンシャル分布では、プラズマモールドイングの深さ依存性はほとんど見られず、その影響の有無は、ホール深さよりもホール直径に強く依存していることを明らかにした。これより、シース厚がホール直径よりも一桁以上長いときプラズマモールドイングの影響を無視できることを明らかにした。</p> <p>第5章では、SF_6/O_2 2周波容量結合型プラズマ (2f-CCP) においてマイクロスケールパタン存在化におけるシリコンエッチング形状を、数値シミュレーションにより明らかにした。シリコンのエッチングのための、正イオンによる物理エッチング、中性ラジカル分子による自発的エッチング、保護膜生成過程およびプラズマモールドイングの影響を含んだシミュレーションモデルを開発した。プラズマモールドイングはシース領域から入射してきたイオンの輸送に大きく影響を及ぼし、エッチレートに位置依存症が生じる。ここでは、角度分布が歪んだイオンの異常入射により底部コーナーの保護膜が主に除去される。結果的に、プラズマモールドイングの影響下では底部コーナーにおいてエッチングが促進され、エッチ形状の異方性が低下してしまうことを明らかにした。</p> <p>第6章は結論であり、本研究の成果を総括している。</p> <p style="text-align: right;">以上</p> | | | |