

豊橋技術科学大学長 殿

平成 19年 11月 20日

審査委員長 木曾 祥秋






論文審査及び最終試験の結果報告書

このことについて、下記の結果を得ましたので報告いたします。

学位申請者	崔 <sup>チュエ</sup> 仙 <sup>セン</sup> 鎔 <sup>ヨウ</sup>	学籍番号	第 0 4 9 4 0 5 号
申請学位	博士(工学)	専攻名	環境・生命工学専攻
論文題目	2.45GHzプラズマを用いたPFCsガスの放電及びエッチング特性		
公開審査会の日	平成 19年 11月 20日		
論文審査の期間	平成19年10月10日～平成19年11月20日	論文審査の結果	合格
最終試験の日	平成 19年 11月 20日	最終試験の結果	合格

論文内容の要旨  
半導体の高密度化及びウェーハの大面积化に伴い、半導体製造工程におけるプラズマの診断・制御の研究が必要不可欠であり、本論文は、高密度・大口径・大面积の利点を持つスロットアンテナ型2.45GHzマイクロウェブ表面波プラズマを用いて、アルゴンガス放電中のPFCsガス (CF<sub>4</sub>、C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>、HFC-134a) の分解特性をラングミュアプローブと四重極型質量分析器を用いて診断し、その結果に基づいてシリコンウェーハのエッチング実験を行い、両者の相関性を論じている。第1章では、半導体製造プロセスにおけるプラズマ利用の現状と問題点をまとめるとともに、本研究の目的を述べている。第2章では、アルゴンガス単独またはPFCsガス/Arに対し、プラズマパワーと圧力を変化させて電子温度、電子密度、イオン密度、電子エネルギー分布等を、ラングミュアプローブを用いて測定し、PFCsの分解メカニズムを明らかにしている。第3章では、2章と同様な実験条件で四重極質量分析器を用いてPFCsの解離・イオン化エネルギー、ラジカル濃度、陽イオン密度の測定を行っている。その結果、四重極質量分析器での陽イオン密度の変化とラングミュアプローブでのイオン密度の変化傾向が一致していることを明らかにしている。第4章では2章と3章での実験結果を基に、パターンを形成したシリコンウェーハのエッチング実験を行い、バイアス電圧を制御することでエッチング速度の制御が可能であることを明らかにするとともに、主活性種はCF<sub>3</sub><sup>+</sup>とFであることを示している。第5章では、本研究の成果と今後の課題をまとめている。

審査結果の要旨  
本論文は、半導体の高密度化及びウェーハの大面积化に伴い、半導体製造工程におけるプラズマの診断・制御が重要であること、これらの研究がまた初期段階であることを認識し、高密度・大口径・大面积に有利なスロットアンテナ型2.45GHzマイクロウェブ表面波プラズマを用いて、アルゴンガス放電中にCF<sub>4</sub>、C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>、HFC-134aガスを供給して、その分解特性を、ラングミュアプローブと四重極型質量分析器を用いた電子温度、電子密度、イオン密度、電子エネルギー分布、解離・イオン化エネルギー、ラジカル濃度、陽イオン密度の測定から、プラズマ診断と制御を行っている。さらに、シリコンウェーハのエッチング実験を行い、プラズマ診断結果との相関関係を明らかにし、エッチングの最適条件及びそのメカニズムを明らかにしたことは実用化に貢献できる有用な知見を示している。PFCsガスの分解生成物であるラジカルやイオン等とラングミュアプローブで測定した電子温度、電子密度、イオン密度、電子エネルギー分布を用いてその相関関係を明らかにしたことは本研究の独創的な点であり、工学的にも評価できる。また、これらの結果に基づいてシリコンウェーハにパターンを形成しエッチング実験を行ったことは世界的にも例が少ない研究であり、今後、他のエッチングプロセスへの応用に多くの知見を示しており、工学的にも応用性が高い。本論文で明らかにした一連の結果は、今後の半導体エッチングプロセスを効果的に制御する方法として半導体産業に寄与するところが大きいと判断される。  
以上により、本論文は博士(工学)の学位論文に相当するものと判定した。

審査委員  
木曾 祥秋  北田 敏廣  金 熙濬 

(注) 論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。