

学位論文及び審査結果の要旨

氏名 高橋 至直

学位の種類 博士(工学)

学位記番号 工府博甲第625号

学位授与年月日 令和2年9月30日

学位授与の根拠 学位規則(昭和28年4月1日文部省令第9号)第4条第1項及び横浜国立大学学位規則第5条第1項

学府・専攻名 工学府・機能発現工学専攻

学位論文題目 半導体材料分野における一フッ化塩素ガスの製造プロセスとエッチング反応性に関する研究

論文審査委員	主査	横浜国立大学	教授	羽深 等
		横浜国立大学	教授	奥山 邦人
		横浜国立大学	教授	岡崎 慎司
		横浜国立大学	准教授	金井 俊光
		横浜国立大学	講師	相原 雅彦

論文及び審査結果の要旨

ハロゲンハライドの一つである一フッ化塩素(CIF)については、その反応性が穏やかであることを利用して新たな応用例が期待される。一フッ化塩素ガスを半導体材料に関わる産業分野に応用するためには、高純度で製造して供給する方法が必要である。そこで、本論文では、一フッ化塩素ガスを製造し供給する方法を開発すると共に、三フッ化塩素ガス、フッ素ガスと塩素ガスとエッチング速度を比較し、利用方法を研究した。本論文は五章から構成されており、各章の概要は以下の通りである。

第一章では、ハロゲン、インターハロゲンガス等を利用したエッチング技術とクリーニング技術について概説し、既往の研究についてまとめた。産業においてはエッチング及びクリーニングを従来より微細な精度で行う用途が期待されること、一フッ化塩素ガスの高純度ガスを供給する技術が求められることを整理した。本研究では、一フッ化塩素ガスを高純度で製造して供給する方法を開発すること、一フッ化塩素ガスの反応性を利用する用途を把握することを目的とした。

第二章では、一フッ化塩素ガスの産業利用のために、ガスの製造及び供給方法に着目し、①三フッ化塩素ガスと塩素ガスによる製造法、②フッ素ガスと塩素ガスによる製造法を検

討した。純度 99%以上のガスを製造し、シリンダー充填またはその場で製造して供給する方法を報告する。

第三章では、シリコン半導体デバイスに利用される SiO_2 薄膜、 SiN 薄膜、 poly-Si 薄膜に着目し、一フッ化塩素ガス、三フッ化塩素ガス、フッ素ガスと塩素ガスによるエッチング速度を比較した。一フッ化塩素ガスは、 300°C 以上において SiN の SiO_2 に対する選択比を実効的に無限大にしてエッチングできること、高温域までエッチング速度を制御し易いことが分かった。

第四章では、炭化珪素 (SiC) 半導体デバイスに利用されるアモルファス SiC 、 4H-SiC に着目し、一フッ化塩素ガス、三フッ化塩素ガス、フッ素ガス、塩素ガスによるエッチング速度を比較し、反応性を調査した。その結果から、一フッ化塩素ガスは、三フッ化塩素およびフッ素ガスよりも反応性が適度に穏やかであるために、比較的高い温度において制御可能な速度で炭化珪素材料をエッチングできることを見出した。

第五章では、本研究で得られた知見をまとめ、結論及び今後の発展性について述べた。

- ・ 令和2年7月29日13時より双方向オンライン方式により学位論文発表会を、令和2年7月29日14時40分より双方向オンライン方式により審査委員全員出席のもとに学位論文審査委員会を開催した。
 - ・ 慎重審議の結果、博士学位論文として十分な内容を有していることから、合格と判定した。
 - ・ 学位論文の審査における質疑応答により、博士論文に関連する分野の科目について博士（工学）の学位を得るにふさわしい学力を有すると判定した。
 - ・ 外国語の学力については、英語論文を執筆していることから、充分であることが確認された。
 - ・ 著作権保護への配慮は十分であることを確認した。
 - ・ 修了に必要な単位は取得済みである。
- 以上により最終試験は合格であると判定した。