

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 11890 号
------	---------------

氏 名 劉 沢 鉞

論 文 題 目

Study on plasma etching of GaN at high temperatures for damageless fabrication of next-generation power devices
(次世代パワーデバイスにおける窒化ガリウムの低ダメージ加工に向けた高温プラズマエッチングに関する研究)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	堀 勝
委員	名古屋大学	特任教授	関根 誠
委員	名古屋大学	教授	宮崎 誠一
委員	名古屋大学	教授	豊田 浩孝
委員	名古屋大学	准教授	本田 善央
委員	中部大学	教授	中村 圭二

論文審査の結果の要旨

劉沢鉞氏提出の論文「Study on plasma etching of GaN at high temperatures for damageless fabrication of next-generation power devices (次世代パワーデバイスにおける窒化ガリウムの低ダメージ加工に向けた高温プラズマエッチングに関する研究)」は、次世代のGaNパワーデバイスのプラズマエッチングに関して、基板温度を高温にしてエッチングすることによって、低損傷のGaNの加工ができることを発見するとともに、その表面反応機構について、学術かつ実用的な成果をまとめたものであり、全7章から構成されている。

第1章は序論で、パワーデバイスにおけるプラズマ加工技術の研究開発の現状を概観し、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、本研究に用いたプラズマエッチング装置、プラズマ計測法および表面の分析手法の原理を示している。

第3章は、GaNのプラズマエッチングにおいて、そのイオン、光、ラジカルが損傷に与える影響を評価し、基板温度を400℃近傍まで上昇させることによって、化学組成を変化させずに低損傷でGaNをエッチングできることを見出した成果について述べている。これまで、高温でエッチングした例はないため、この発見は、GaNの低損傷エッチング技術のブレークスルーであり、極めて重要な成果である。

第4章では、400℃近傍において、エッチングの時間やイオンエネルギーが損傷に与える影響について、詳細に調べている。その結果、イオンエネルギーを低くすることによって、98.8%まで損傷を回復させることができることを明らかにした。この結果は、従来困難であったGaNの低損傷プラズマエッチングが可能であることを示唆しており、次世代の加工プロセスの開発にとって極めて重要な指針を与えている。

第5章では、500℃近傍において、プラズマ中の光によって発生するダメージについて、その生成機構を詳細に調べている。特に、塩素ガスプラズマ中の波長258 nmの紫外線によって、表面から3.2 nmの深さにおいて、GaNの化学結合の解離が促進され、高温エッチング中の損傷が促進されることを突き止めている。

第6章では、プラズマ中の光とラジカルとの反応に注目し、両者の相乗作用とGaNの表面荒れの関係を調べている。その結果、真空紫外光と紫外光と塩素ラジカルとの相乗反応によって、表面荒れを抑制することができることを見出し、その表面反応機構に関するモデルを構築した。この成果は、今後のプラズマエッチング技術に学術的かつ工業的に大きな貢献を成すものである。

第7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、従来のGaNのプラズマエッチングプロセスにおける大きな課題としてクローズアップされてきたGaNの低損傷プラズマエッチングにおいて、基板温度を400℃近傍の高温として、イオンエネルギーを低くすることで低損傷加工技術を確立した。さらに、高温におけるGaNエッチング表面反応機構を解明し、新たなエッチングモデルを提示した。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、本論文提出者劉沢鉞氏は博士(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。