

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 13136 号
------	---------------

氏 名 谷 出 敦

論 文 題 目

Study on new plasma processes for growth and etching of GaN thin films
(GaNの新しいプラズマ成膜及び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	教授	大野 哲靖
委員	名古屋大学	准教授	本田 善央
委員	名古屋大学	特任教授	関根 誠
委員	名古屋大学	特任教授	石川 健治
委員	中部大学	教授	中村 圭二

論文審査の結果の要旨

谷出敦氏提出の論文「Study on new plasma processes for growth and etching of GaN thin films (GaNの新しいプラズマ成膜及びエッチングに関する研究)」は、窒化ガリウム (GaN) パワーデバイス製造プロセスにおいて、将来の技術革新としてプラズマを導入した新しい成膜とエッチング技術を提案し、その実用の可能性を探索するとともに、プロセス科学としての重要な指針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、GaNパワーデバイスにおける製造プロセスの位置づけを概観し、現状及び将来のデバイスを実現するための課題を挙げて、プラズマプロセスの導入の必要性を示すとともに、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の計測技術、その解析手法および薄膜の評価技術の原理を述べている。

第3章では、比較的低温 (500°Cから750°C) で、有機金属系のガスを用いずに、塩素、水素、窒素、アルゴンガスを用いて、GaNをエピタキシャル成膜できる新しい装置として、二つのソースを有する活性スパッタリングシステムを提案している。本装置において、プロセスパラメーターを変化させて、GaNのエピタキシャル成長に取り組んだ結果、670°CでGaNのエピタキシャル成長に成功した。膜質や表面形状は十分ではないが、GaNを低温で形成できることを示した結果は、内外の国際会議において、高く評価されている。

第4章では、多様なパラメーターの高精度の制御の下で、塩素と水素ガスとの最適な混合によって、600°Cで、高い結晶構造を有するGaNの成長に成功した。特に、真空紫外吸収分光法を用いることによって、N/Ga比が53のときに、良好な結晶が成功することを世界で初めて明らかにした。実用化には、さらなる改善が必要であるが、Ga/N比と結晶との相関を明らかにした成果は、学術的に、極めて重要な値を提示している。

第5章では、GaN膜の低損傷エッチング技術として、300°C近辺での高温エッチングに挑戦している。塩素ガス中に三塩化ボロンガスを導入し、入射するイオンのエネルギーを制御した結果、ほぼ垂直形状で、GaNの加工に成功した。さらに、室温近傍の通常のエッチングに比べて、プラズマによる損傷が極めて小さいことも見出した。これらの知見は、GaNのパワーデバイスの加工に、高温エッチングが有効であることを示唆するものであり、応用面での新たな技術を示すものである。さらに、エッチング中の活性種の情報やエッチング表面の化学組成を精密に計測することで、高温エッチングにおけるエッチング機構を解明している。

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、GaNパワーデバイスプロセスとして、成膜とエッチング技術における課題に挑戦し、有機金属ガスを用いずに、比較的低温でGaNを成膜できることを明らかにした。さらに、高温でのエッチングは、垂直形状の実現とプラズマ誘起損傷が小さくなることを見出し、これらの反応モデルを提示することに成功した。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と判断できる。よって、本論文提出者である谷出敦氏は博士 (工学) の学位を受けるに十分な資格があると判断した。