

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲	第 10602 号
------	-----	-----------

氏 名 盧 翌

論 文 題 目

Study on plasma-enhanced metal-organic chemical
vapor deposition for future gallium nitride devices
(次世代窒化ガリウム系デバイスのためのプラズマ励起有機金属化学
気相成長法に関する研究)

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	豊田 浩孝
委員	大阪大学	教授	節原 裕一

論文審査の結果の要旨

慮翌氏提出の論文: Study on plasma-enhanced metal-organic chemical vapor deposition for future gallium nitride devices (次世代窒化ガリウム系デバイスのためのプラズマ励起有機金属化学気相成長法に関する研究)は、プラズマを用いた窒化ガリウム (GaN) およびシリコン酸化膜の低温成長を実現することで、次世代のパワーデバイスの開発に向けたプロセスイノベーションを起こすための薄膜成長プロセスについて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の特徴とそのパワーデバイスに応用するためのプロセス及びデバイス構造に関する研究の現状と問題点を概観し、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、本論文で使用したプラズマ装置、プラズマ診断装置及び表界面解析装置の原理について述べている。

第3章では、熱を用いたプロセスでは GaN の成長に多量のアンモニアガスを使用することがコスト等の面から問題であったため、VHF 帯の周波数によって励起した窒素と水素ガスからなる高密度プラズマ薄膜成長装置を試作した。その中に原料ガスとしてテトラメチルガリウムガスを導入して、種々の条件を変化させた結果、800 °C の低温で GaN のエピタキシャル成長に成功した。結晶の質はあまり高くないものの、アンモニアガスを用いずに低温で GaN のエピタキシャル成長を示した成果は、非常に高く評価されている。また、発光分光法でプラズマ特性を診断した結果、ガリウムに関するスペクトルが観測され、プラズマ中で原料ガスが過度に解離していることが分かった。

第4章では、第3章で得られた知見を基にして、さらに結晶性を高くするために装置の改造を行い、原料ガスの過度の解離を抑制する構造の装置を製作した。この結果、結晶性の高い GaN のエピタキシャル成長に成功した。さらに、成長条件の最適化、得られた GaN の成長表面の解析を行い、低温で GaN を成長させるためのプロセスに対する知見を明らかにした。この成果は、GaN をアンモニアフリーで低温成長でき、パワーデバイスへの応用の可能性を初めて示したものである。

第5章は、パワーデバイスにおいて重要となるシリコン酸化膜を低温で形成するために、プラズマで支援したシリコン酸化膜の原子層成長法に取り組んでいる。酸素ラジカルと原料ガスを交互に導入して、シリコン酸化膜を原子層毎で成長させることに成功した。さらに、その成長過程を赤外反射吸収分光法でその場観察し、酸素ラジカルが原料ガスの炭化水素基を効率よく除去し、高品質のシリコン酸化膜を低温で形成できる原子層堆積法を確立した。

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、本論文では、プラズマプロセスによって次世代パワーデバイスのブレイクスループロセスとなる GaN のエピタキシャル低温成長とシリコン酸化膜の原子層低温堆積に成功するとともに、デバイスへの応用に必要な知見を明らかにした。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、本論文提出者慮翌氏は博士 (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。