SIMS による GaN 結晶中の低濃度炭素の測定

Evaluation of Low Concentration Carbon in GaN by SIMS

ナノサイエンス(株)[1], EAG, Inc.[2]
°新宮一恵 [1], 大渕真澄 [1], Richard A. Hockett[2] , Larry Wang[2]
Nano Science Co.[1], EAG, Inc.[2]
°K. Shingu[1], M. Obuchi[1], R. A. Hockett[2], L. Wang[2]
E-mail: kshingu@eag.com

【はじめに】窒化ガリウムは（GaN)、発光デバイス分野及びパワーデバイス分野などで現在盛んに研究開発が進んでいる材料であり、高品質な GaN 基板やエピタキシャル層の研究も加速している。炭素不純物は GaN の n 型ドーパントを補償するとされており、GaN の電子デバイスに必要とされる高品質の低キャリア n-GaN を実現するためには 1x10^{16}/cm^{3} 以下の炭素濃度の制御が課題である。[1)] しかしながら、低濃度炭素を測定出来る手法は限られており、現状は SIMS 分析で 1～3 x 10^{15} が検出下限で実際には 15 乗/cm^{3} 台の炭素濃度を正確に測定出来ていない。炭素、酸素等の大気成分元素は、測定装置内のバックグラウンドが結果に影響するため、低濃度測定ではバックグラウンドの制御と測定条件が重要となる。本研究では、SIMS 分析の測定条件の最適化による 14 乗台/cm^{3} 台の炭素濃度を正確に測定する方法の検討と検出下限低減を検討した。

【実験と結果】評価試料は、GaN 基板上に石英フリーHVPE により n-GaN 層を成長したものを用い、炭素が低濃度と予測された 6 種の試料を通常の Depth Profile モードとラスター変化法 [2),3)]で測定した。1x10^{15}atoms/cm^{3} 以下の炭素濃度が予測されていたが、C の Depth Profile データでは、2 試料において 1x10^{16} 前後で炭素が検出されたが、4 試料では約 2x10^{15} の検出下限で差が見られなかった。(Fig.1）これらをラスター変化法で測定し、バックグラウンドの影響を排除した真の炭素濃度（Table1）を決定し、試料間差も確認できた。この条件下での検出下限は 1x10^{14}atoms/cm^{3} であった。当日は、酸素バルク分析による検出下限向上にも言及する。

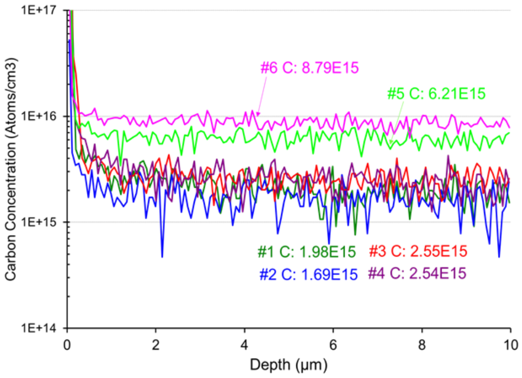

Fig1：C Depth Profile

Sample	C (x10^{15}atoms/cm3)	
	Depth profile mode	Raster change mode
# 1	2.0	0.70
# 2	1.7	0.39
# 3	2.6	0.88
# 4	2.5	0.38
# 5	6.2	2.6
# 6	8.8	3.7

Table1：Depth profile とラスター変化法による C 濃度の比較

【謝辞】GaN 試料の提供と助言をいただいた(株)サイオクスの藤倉序章、堀切文正両氏に感謝致します。

【参考文献】 1) T. Tanaka, et al., in Japanese Journal of Applied Physics 54, 041002 (2015)
2) A. Ishitani, et al., in Proceedings of the international Conference on Materials and Process Characterization for VLSI (ICMPC'88), 1988, p. 124.
3) L. Wang, in "Materials Science Form Vols. 457-460 (2004), p 771

© 2018年 応用物理学会