

β -Ga₂O₃ 単結晶：込めた思いと今後の期待

β -Ga₂O₃ single crystal: a starting point and future expectation

物材機構¹, (株)光波(元)², 早大³ ○島村清史¹, ガルシア・ビジョラ¹, 青木和夫², 一ノ瀬昇³

NIMS¹, Koha Co., Ltd.², Waseda Univ.³ K. Shimamura¹, E.G. Villora¹, K. Aoki², N. Ichinose³

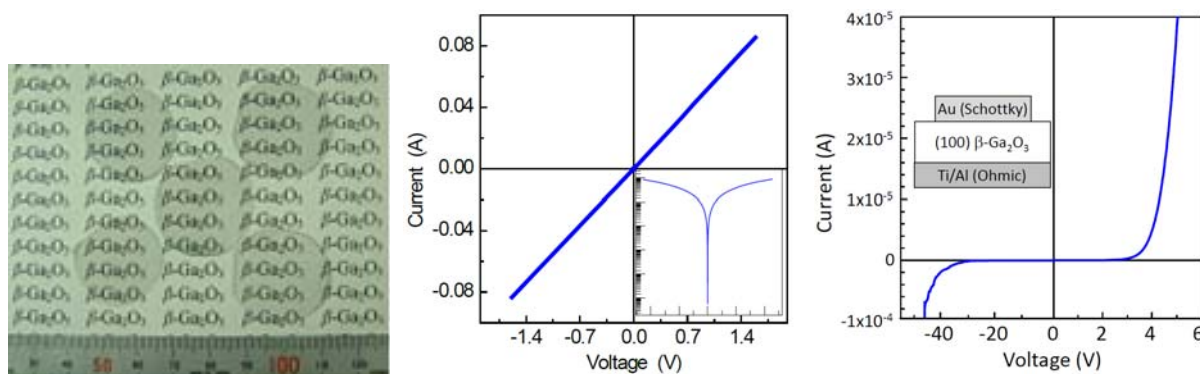
E-mail: SHIMAMURA.Kiyoshi@nims.go.jp

2002 年、我々は新しいワイドバンドギャップ半導体材料として酸化ガリウム (β -Ga₂O₃) 単結晶を提案し、以来、その実現に向けて努力してきた。ここでは我々の提案が意図したもの、目指したものを、我々が行った開発の歴史と共に紹介したい。

2001 年 12 月、東北大学に在籍していた島村は、早稲田大学・一ノ瀬教授（当時）、株式会社光波・荒川社長（当時）、同・青木専務（当時）に、新しい半導体材料、特にワイドバンドギャップを持つ半導体材料として、酸化ガリウム単結晶を開発することを提案し、即決をいただいた。これが酸化ガリウム単結晶開発の出発点である。なおここで島村が提示した酸化ガリウム単結晶はガルシア氏が FZ 法で製作したものである。

ここで目指したのは、「新しい半導体材料」としての酸化ガリウム単結晶、である。半導体は Si、GaAs、InP などが歴史を作ってきたように、融液成長により大型・高品質単結晶が育成可能であることが生産性、コストの面で重要であった。しかしいわゆるワイドギャップ半導体は、GaN、SiC で見られるごとく、融液成長ができないため、気相成長が主流であった。そこで我々が目指したのは、融液成長が可能なワイドギャップ半導体である。更に、半導体材料、となるためには、欠陥などではなくドーパントによる導電性制御が可能であること、オーミック・ショットキー電極を有すること、切断・研磨による加工が可能であり、化学的・物理的に安定であること、バンドギャップ制御が可能であること、薄膜成長が可能であることなど、多くの要件が必要となる。これらの要件を満たし、「半導体材料」になり得る材料として酸化ガリウムを見出し、かつ、酸化ガリウムを「半導体材料」足らしめるべく、各種要件の実現を目指し、研究開発を行った。

当時は GaN による青色 LED、白色 LED が開発されて間もなくのことであり、ワイドバンドギャップ半導体、透明導電性酸化物に関する研究が多くなされていた。特に GaN の対抗馬として ZnO が破竹の勢いで研究されていた時代である。そうした中、酸化ガリウムに夢を託し、我々は出発した。



Figs.: (left) cut and polished over 1 inch size β -Ga₂O₃ single crystal wafers, (center) I - V characteristic of Ti electrode on a β -Ga₂O₃ conductive wafer (in semilogarithmic scale in the inset), (right) I - V characteristic of the first Au/ β -Ga₂O₃ Schottky barrier diode.