

Al₂O₃/n-Ga₂O₃ MOS ダイオード**Al₂O₃/n-Ga₂O₃ MOS diodes**情報通信研究機構¹, JST さきがけ², タムラ製作所³, 光波⁴○東脇 正高^{1,2}, ダイワシガマニ キルシナムルティ¹, 佐々木 公平^{1,3},倉又 朗人³, 増井 建和⁴, 山腰 茂伸³NICT¹, JST PRESTO², Tamura Corp.³, Koha Co., Ltd.⁴○Masataka Higashiwaki^{1,2}, Daivasigamani Krishnamurthy¹, Kohei Sasaki^{1,3},Akito Kuramata³, Takekazu Masui⁴, Shigenobu Yamakoshi³

E-mail: mhigashi@nict.go.jp

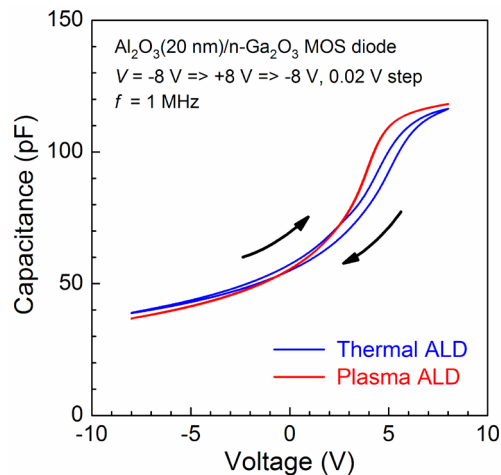
酸化ガリウム(Ga₂O₃)は、そのワイドギャップに起因する物性、および単結晶基板の量産性などから、次世代パワーデバイス用途に非常に魅力的な新半導体材料である。しかしながら、実際のデバイス応用を見据えた研究開発に関しては、これまで手付かずと言える状況であった。我々は現在、世界に先駆けて Ga₂O₃ パワーデバイスの研究開発に取り組んでいる。その第一歩として、単結晶 n 型 Ga₂O₃ をチャネルとする MESFET を作製し、そのトランジスタ動作の実証に世界で初めて成功した[1]。今後、更なるトランジスタの性能向上のために、Al₂O₃ 膜をゲート絶縁膜とする Ga₂O₃ MOS トランジスタの開発を予定している。今回、この目的に向けた次の一歩として、原子層堆積法(ALD)により Al₂O₃ 膜を n 型 Ga₂O₃ 単結晶基板上に堆積した MOS ダイオードを試作し、その電気的特性を評価したので報告する。

Al₂O₃/n-Ga₂O₃ MOSダイオード試作には、10 mm角のSiドープn型β-Ga₂O₃単結晶基板を用いた。その基板上に、酸化剤にH₂Oを用いるサーマルモード、酸素プラズマを用いるプラズマモードの2種類のALD成膜方法により、それぞれAl₂O₃薄膜を堆積した2つの試料を作製した。両モードともに、Al₂O₃薄膜の成膜温度は250°C、膜厚は20 nmである。デバイスプロセスとしては、まず基板裏面にオーミックカソード電極を作製した。基板裏面全面に、BCl₃ガスによる反応性イオンエッチング(RIE)処理を施し、続いてTi(20 nm)/Au(200 nm)を蒸着した。このRIE処理により、電極特性はショットキーからオーミックに変化し、コンタクト抵抗の大幅な低減が得られることが確認済みである[1]。次に、基板表面に堆積したAl₂O₃膜上にレジストパターンニングを行い、続いてAu(250 nm)を蒸着、リフトオフして、直径200 μmの円形アノード電極を作製した。

図に、上述 2 種類の ALD 成膜方法によりそれぞれ作製した Al₂O₃/n-Ga₂O₃ MOS ダイオードの、周波数 1 MHz における容量-電圧(C-V)特性カーブを示す。電圧は、-8 V ⇒ +8 V ⇒ -8 V の順に掃引した。なお、C-V 特性から見積もられた n 型 Ga₂O₃ 基板の電子濃度は、両試料共に $n=3 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ であった。図に示すように、サーマルモードにより成膜した試料では小さなヒステリシスが観測される。一方、プラズマモードで成膜した試料ではヒステリシスはほとんど観測されず、掃引の行きと帰りで測定カーブがほぼ重なっている。また、電流-電圧特性から評価したリーク電流も、順方向、逆方向ともに、プラズマ ALD 成膜した試料の方が格段に小さかった。これらの結果から、プラズマ ALD 成膜により作製したダイオードの方が、サーマル ALD 成膜によるものよりも、高品質な Al₂O₃ 薄膜および MOS 界面が形成出来ていると考えられる。

本研究の一部は、NEDO 委託研究「省エネルギー革新技术開発事業／挑戦研究」として実施した。また一部、JST さきがけ研究の一環として行われたものである。

[1] M. Higashiwaki et al., Appl. Phys. Lett. 100, 013504 (2012).

C-V curves of Al₂O₃/n-Ga₂O₃ MOS diodes