

Al₂O₃ および HfO₂/水素終端ダイヤモンド界面の周波数分散特性

Frequency dispersion properties at Al₂O₃ and HfO₂/H-terminated diamond interfaces

物材機構, °小出 康夫, 劉 江偉, 廖 梅勇, 井村 将隆, 大里 啓孝, 渡辺 英一郎, 津谷大樹

NIMS, °Y. Koide, J. Liu, M. Y. Liao, M. Imura, H. Osato, and E. Watanabe

E-mail: koide.yasuo@nims.go.jp

【はじめに】近年、次世代パワーエレクトロニクス材料としてダイヤモンドが注目されている。これまでダイヤモンドの水素終端表面を伝導チャネルとして、原子層堆積 (ALD) 法により作製された Al₂O₃ ゲート絶縁膜を用いて、ドレイン電流 1A/mm 以上の高電流 MOS トランジスタの開発が早大および NTT グループより報告されている。また水素終端表面のシート正孔濃度は 1E14 cm⁻² に達することが知られており、高濃度正孔を制御するための大きな誘電率 (k) を持ったゲート絶縁膜および構造の開発も重要な研究課題と我々は考えている。高性能な誘電体/ダイヤモンド構造の開発を目標として、我々は ALD 法を用いた Al₂O₃ および HfO₂ 膜、またスパッタリング法を用いた HfO₂ および LaAlO₂ 膜を組み合わせたスタックゲート構造、有機金属化合物成長 (MOVPE) 法を用いて成長させた AlN 膜を利用したヘテロ接合構造のトランジスタ特性を報告してきた。このようなゲート界面でのキャリア濃度制御性は、誘電薄膜内の欠陥準位や界面準位に強く依存されるため、それらの挙動を調べることによって、誘電体材料の開発指針を導くことが重要である。今回、Al₂O₃ および HfO₂ ゲート絶縁膜を用いたダイヤモンド MOS ダイオードの静電容量の周波数分散特性を調べたので報告する。

【実験方法】マイクロ波励起 CVD 法によって Ib(100)ダイヤモンド基板上に成長させた水素終端ダイヤモンド層上に、ALD 法により Al₂O₃ および HfO₂ ゲート絶縁膜約 30nm をそれぞれ 80 から 150°C で堆積させた。オーム性電極およびゲート電極には Au/Pt/Pd を用い、リフトオフ法により円形プレーナ型の MOS ダイオードを作製した。

【結果および考察】図 1 に、ALD 法により作製した Al₂O₃ および HfO₂/ダイヤモンド MOS ダイオードにおけるゲート電圧 (V_G)-5V の正孔蓄積状態におけるゲート容量 (C_m) の周波数依存性を示す。

Al₂O₃ 膜および HfO₂ 膜ともに低周波数では一定値を持つが、高周波数領域では周波数増加とともに減少する顕著な周波数分散特性を示す。低周波数領域の静電容量は誘電体容量を反映しており、より大きな k を持つ HfO₂ 膜の方が Al₂O₃ 膜に較べて静電容量が大きい。静電容量が減少し始める周波数は Al₂O₃ 膜の方が HfO₂ 膜に較べて高い。これらの周波数分散特性は Al₂O₃ および HfO₂ 膜内のトラップ準位やダイヤモンド界面での界面準位の応答に対応していると考えられる。

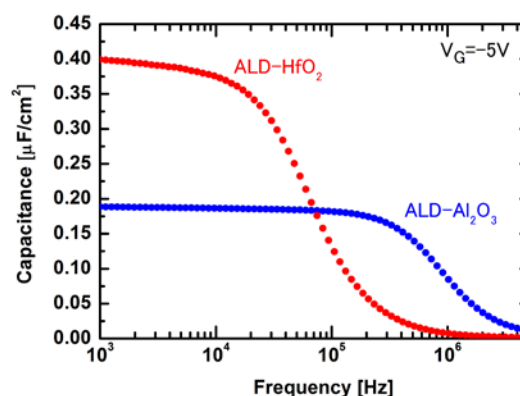


図 1. ALD 法により堆積させた Al₂O₃ および HfO₂/ダイヤモンド MOS ダイオードの静電容量の周波数分散特性。