

課題番号 : F-16-NM-0002
利用形態 : 技術代行
利用課題名 (日本語) : ダイヤモンド半導体素子の開発
Program Title (English) : Researches on diamond semiconductor devices
利用者名 (日本語) : 梅沢 仁
Username (English) : H. Umezawa
所属名 (日本語) : 国立研究開発法人 産業技術総合研究所
Affiliation (English) : National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

1. 概要 (Summary)

ダイヤモンドは SiC、GaN と共にワイドギャップ半導体として知られているが、その中でも高いキャリア飽和速度や移動度、低い比誘電率や物質中最大の熱伝導率をもち、かつ他のワイドギャップ材料の数倍の絶縁破壊電界を持つとされている。そのため既存材料では難しかった高温環境でも動作でき、高速で低損失な次々世代パワーデバイス材料として期待されている。Si や SiC が母材を酸化して得られる絶縁膜、主に SiO₂ を利用して電気伝導性を制御し機能付与しているのに対し、ダイヤモンドは炭素による単元素半導体であることから、酸化による絶縁膜形成が不可能であり、SiO₂ や Al₂O₃ などの絶縁膜を別途薄膜形成する必要がある。そこで今回、ダイヤモンド上への Al₂O₃ の利用を検討するため、ダイヤモンド上への Al₂O₃ の形成及び金属/絶縁膜/金属 (MIM) 構造の形成によって電気特性を評価した。

2. 実験 (Experimental)

【利用した主な装置】

- 原子層堆積装置

【実験方法】

ダイヤモンドは高圧合成法 (High pressure high temperature, HPHT) により合成した (001) ダイヤモンドを用いた。表面はスカイフ法により鏡面研磨を行い、平均表面粗さ Ra を 1nm 以下とした。酸による洗浄で表面付着した酸化物、有機物、金属汚染物を除去した。ダイヤモンド上には Al₂O₃ を直接形成し、絶縁膜の付着性を評価した。Al₂O₃ の形成には原子層堆積装置 (ALD) を用い、ソースガスとしてトリメチルアルミニウム (TMA) を用いた。パルス時間は 0.1s、パージ時間を 4s とした。成膜温度は 120°C とし、サイクル数 394cycle にて 30nm の成長を行った。電気的特性を評価するための MIM 構造は Si 上に

形成した Ti/Au 上に Al₂O₃ を形成し、さらに上部電極として Ti/Au を形成して電気測定を行った。Al₂O₃ の形成条件として、120°C、1348cycle とし、100nm の厚さとなるように成膜を行った。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

ダイヤモンド上に形成した Al₂O₃ の付着性評価は光学顕微鏡 (微分干渉顕微鏡) にて行った。観察では剥離、クラックなどは見られず、ダイヤモンドへの良好な付着がみられた。MIM 構造における電気特性評価の結果を Fig. 1 に示す。1MHz までの周波数に対してほぼ一定の容量特性を示しており、比誘電率は 9.8 程度であった。

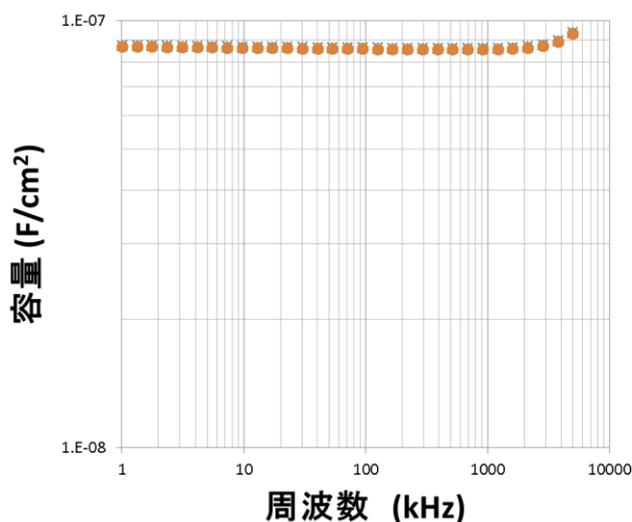


Figure 1. Frequency dependence of MIM structure

4. その他・特記事項 (Others)

なし

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

なし

6. 関連特許 (Patent)

なし