

課題番号 : F-17-AT-0097
利用形態 : 技術代行
利用課題名(日本語) : ゲート絶縁膜導入によるプラズモニック THz デテクタの検出感度向上
Program Title(English) : Improving Responsivity of Plasmonic THz Detectors by Introduction of Gate Insulating Layer
利用者名(日本語) : 佐藤昭, 細谷友崇
Username(English) : A. Satou, T. Hosotani
所属名(日本語) : 東北大学電気通信研究所
Affiliation(English) : Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University
キーワード/Keyword : 成膜・膜堆積、原子層堆積装置[FlexAL]、HEMT

1. 概要(Summary)

高感度な THz 波デテクタ実現のため、非対称二重回折格子ゲート構造 (Asymmetric Dual-Grating-Gate; A-DGG) を設けた InP 系高電子移動度トランジスタ (High-Electron-Mobility Transistor; HEMT) ベースのプラズモニックデテクタが研究されている [1]。InP-HEMT は、その高電子移動度から 100 GHz 超の高速変調応答が期待できる。一方で、ゲートがショットキー接合であることから、光電流がゲートにリークすることによって THz 光検出感度の低下が懸念される。本研究では、原子層堆積 (Atomic Layer Deposition) ALD によって A-DGG HEMT デテクタにゲート絶縁膜を導入し、ゲートリーク電流を抑制することにより、THz 検出感度の向上を図る。今回は、デテクタの InP エッチストップ層上部へ HfO₂ あるいは Al₂O₃/HfO₂ 絶縁膜を堆積するにあたり、ALD サイクル数と堆積膜厚の関係を検証するとともに、HfO₂ 絶縁膜についてはサーマル ALD 成膜とプラズマ ALD 成膜による膜質の違いを検証した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

原子層堆積装置[FlexAL]

【実験方法】

ALD 装置を用いて InP 基板上に HfO₂ 及び Al₂O₃ を堆積させ、TEM にて膜厚を測定した。本実験はデバイス試作までの前準備であるため、エピ構造の無い半絶縁 InP 基板に、実績のある Si 基板に対するデポレシブを用い、デポサイクル数と膜厚との関係性を検証した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

各膜種及び成膜方法における、デポサイクル数と TEM での測定膜厚を Table 1 に示す。

Table 1. Measured thicknesses of ALD-grown HfO₂ and Al₂O₃ with different conditions.

Film type	Deposition type	Number of deposition cycles	Measured thickness [nm]	Thickness on Si [nm]
HfO ₂	Plasma	8	2.25	1
HfO ₂	Plasma	16	3.41	2
HfO ₂	Plasma	40	7.07	5
HfO ₂	Thermal	10	1.41	1
HfO ₂	Thermal	20	2.36	2
HfO ₂	Thermal	40	4.94	5
Al ₂ O ₃	Thermal	4	unmeasurable	0.4
Al ₂ O ₃	Thermal	8	unmeasurable	0.8
Al ₂ O ₃	Thermal	16	2.22	1.6

デポサイクル数と InP 基板上での各種膜厚との関係性を知ることが出来た。サーマルでの HfO₂ については、実績のある Si 基板上でのデポとほぼ同じ膜厚となった。Al₂O₃ については、薄すぎるため TEM での測定は一番厚い 16 デポサイクルのサンプルしか行えなかったが、Si と概ね近い値となった。これらのことから、Si 基板に対するデポレシブが InP 基板でも有効であることが分かり、HfO₂/Al₂O₃ 絶縁膜を用いた A-DGG HEMT 試作への見通しを立てることが出来た。

4. その他・特記事項(Others)

- ・関連文献 : [1] Y. Kurita *et al.*, APL **104**, (2014) 251114.
- ・絶縁膜厚測定にあたり、東北大学金属材料研究所材料分析研究電顕室所有の電子顕微鏡を利用した。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

なし。