

ワイドギャップ異種半導体ヘテロ接合とデバイス展開

Widegap Semiconductor Heterojunction and Device Application

物材機構 ○小出康夫, 井村将隆, 劉 江偉, 廖 梅勇

NIMS °Y. Koide, M. Imura, J. Liu, M. Liao

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

我が国は電力エネルギー供給体制を見直す段階に入っており、ベストミックスされた分散型発電とスマートグリッドの普及が進む方向にある。これら電力変換が頻々に行われる電力供給システム構築に向けて、パワーデバイスの更なる高性能化が切望されている。次世代パワー半導体材料として、市場拡大が期待される炭化シリコン (SiC) および窒化ガリウム (GaN)、更には次々世代材料として酸化ガリウム (Ga₂O₃) およびダイヤモンドが注目されている。パワーデバイスの市場適用範囲は、高速化の指標として動作周波数を横軸に、大容量化の指標として出力容量を縦軸に議論され、高速化と大容量化を同時に実現することが高性能化の目指すべき方向である。本講演では、次々世代と考えられるダイヤモンド半導体を活かすための方策として我々が進めてきている異種半導体ヘテロ接合とデバイス展開に絞って報告する。表 1 に、我々が進めてきた AlN /ダイヤモンドヘテロ接合トランジスタの性能を高誘電率薄膜ゲートトランジスタと比較することによって示す。有機金属化合物気相成長 (MOVPE) 法により成長させた AlN をゲート構造に用い、ダイヤモンドに正孔チャネルを形成させたヘテロ接合の試作に初めて成功した。その後スパッタリング法による AlN と ALD 法による Al₂O₃ からなるスタックゲート構造によって、ドレイン電流の改善がはかられ、高誘電率薄膜ゲートと同等レベルのドレイン電流が得られている。

表 1. NIMS で開発されたダイヤモンドヘテロ接合 FET の性能まとめ。[] は文献を示す。

	Gate Structure	D/E-mode	I _{SD,max} (mA/mm)	g _m (mS/mm)	V _{TH} (V)	J _{leak} (A/cm ²)
1	MOVPE-AlN [1,2]	D	−1.3	0.45	0.2 ± 0.2	-
2	SD-AlN/ALD-Al ₂ O ₃ [3]	E	−8.89	6.83	−0.22 ± 0.1	<10 ^{−5}
3	SD-AlN/ALD- -Al ₂ O ₃ [3]	D	−58	8	2.3 ± 0.1	<10 ^{−4}
4	SD-ZrO ₂ /ALD-Al ₂ O ₃ [4]	D	−29.3	10.1	1.4 ± 0.1	<10 ^{−4}

【参考文献】

1) M. Imura, R. Hayakawa, E. Watanabe, Y. Koide, and H. Amano, Physica Status Solidi-Rapid Research Letters, **5**, No.3, 125-127 2011.

2) M. Imura, R. Hayakawa, H. Ohsato, E. Watanabe, D. Tsuya, T. Nagata, M. Liao, Y. Koide, J. Yamamoto, K. Bane, M. Iwaya, H. Amano, Diamond Relat. Mater., **24**, 206-209, (2012).

3) R.G. Banal, M. Imura, J. Liu, Y. Koide, J. Appl. Phys. **120**, 115307 (2016).

4) J-W. Liu, M-Y. Liao, M. Imura, A. Tanaka, H. Iwai, Y. Koide, Sci. Reports, **4**, 6395-1 (2014).