

窒化アルミニウム系ショットキーバリアダイオードの低損失化

東京大学大学院工学系研究科電気系工学専攻 講師 前田 拓也

持続可能な社会の実現に向けて、電力利用の高効率化(損失低減)が強く求められています。窒化ガリウム(GaN)や炭化ケイ素(SiC)に代表されるワイドギャップ半導体は、物理・化学的に堅牢強固な性質を有しており、非常に高い絶縁破壊電界を有しています。そのため、デバイスの耐圧維持層を薄膜化・高ドーピング濃度にしても高い電圧に耐えることができます。そのため、高耐圧かつ低損失なパワーデバイス材料として注目を集めており、既に実用化も進んでいます。

近年、窒化アルミニウム(AIN)が高耐圧で高温動作可能な電子デバイス材料として注目され始めました。下図にそれぞれの半導体の物性値表、および耐圧維持層の理想耐圧とオン抵抗のトレードオフ関係を示します。AINは絶縁破壊電界が12 MV/cm程度と予想されており、GaNやSiCを凌駕するパワーデバイスが実現可能であると考えられます。

AIN系パワーデバイスの課題として、不純物ドーピングによるキャリア密度の制御が容易ではないこと、および、金属/AIN接合における障壁高さが大きいこと良好なオーミック特性を得るのが容易ではないことが挙げられます。これらの課題に対し、本研究では、AINとGaNの「混晶」技術を活用することで、分極効果によるキャリア密度の制御やバンドギャップの縮小によるコンタクト抵抗の実現を目指します。これらによって、AIN系デバイスの低損失化技術を確立することを目指します。

	Si	4H-SiC	GaN	AIN
バンドギャップ (eV)	1.12	3.26	3.42	6.1
絶縁破壊電界 (MV/cm)	~0.3	~3	~3	~12
電子移動度 (cm ² /V·s)	1400	1000	1500	~300
比誘電率 (-)	11.8	10.3	10.4	9
熱伝導率 (W/cm·K)	1.5	3.3-4.9	2.5	3.6

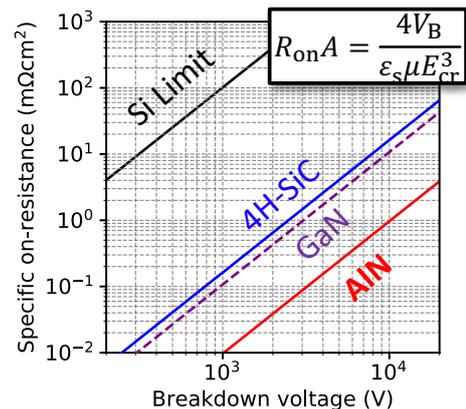


図: 各種半導体の物性値表と耐圧維持層の理想耐圧・オン抵抗のトレードオフ関係。

【実用化が期待される分野】

AIN系パワーデバイスは電気自動車や鉄道などの電力変換や地底掘削や宇宙などの高温環境などにおける電子機器での実用化が期待されています。