

## 酸化ガリウム系パワー半導体が量産化段階に

### ◆2020年NEDO省エネルギー技術開発賞で6テーマを表彰

2020年12月、NEDOは20年度「NEDO省エネルギー技術開発賞」を発表した。この賞は「戦略的省エネルギー技術革新プログラム」（12年度～22年度）で行った研究開発のうち、省エネルギーに寄与する革新的な技術開発の成果を挙げた事業者を表彰するものだ。今回は6テーマ10事業者が表彰された（表1）。

表1 省エネルギー技術開発賞受賞名とテーマ、事業者の抜粋 出典；NEDO

受賞名	受賞テーマ名	受賞者
NEDO省エネルギー技術開発賞理事長賞 (最優良事業者)	コランダム構造酸化ガリウムGa <sub>2</sub> O <sub>3</sub> を用いた600V耐圧SBDの開発	FLOSFIA
NEDO省エネルギー技術開発賞 優良事業者賞	革新的省エネルギー技術により製造した再生炭素繊維使用機能性自動車部材の開発と自動車の軽量化	カーボンファイバーリサイクル工業など
	低温廃熱利用を目的としたハスクレイ蓄熱材及び高密度蓄熱システムの開発	高砂熱学工業など
	革新的省エネルギー次世代積層遮熱フィルムの開発	東レ

### ◆ワイドギャップパワーデバイス半導体に用いられる酸化ガリウム

理事長賞（最優秀事業者）はFLOSFIAの酸化ガリウム（Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）系SBD（ショットキーバリアダイオード）が受賞した。この素子はパワーデバイスに用いられる。パワーデバイスは低炭素社会実現のための電力利用効率の向上のキーデバイスの1つであり、電力の交流直流を変換したり、交流の周波数や電圧を変換したりする半導体素子だ。エアコンや冷蔵庫のインバーターがよく知られるが、周波数、電圧を変換してモーターの回転数を自由に調節することで省エネ運転を可能とする。直流運転では電流制御で回転数を変更するが、抵抗で発熱して無駄が大きくなる。従来のパワー半導体はシリコン系が中心だったが、近年はSiCやGaNのワイドギャップ半導体材料が拡大しており、さらに高性能の材料としてGa<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が注目されている（表2）。SiCやGaNはSiと比較してバンドギャップ、絶縁破壊電界が大きいことが特徴だ。破壊電界が大きいので絶縁層の膜厚を薄くでき、そのため抵抗が小さくなるため、損失を小さくすることが可能になる。SiCは大きな単

結晶を得ることが困難で、大型ウェハーの製造が難しかったが、現在は改善し、電車やハイブリッド車のパワーデバイスに使用されてきている。GaNはウェハーの製造が難しく、Siウェハー上に薄膜製膜したものが実用化されているが、大電流が流せる縦型構造も開発されている。Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>はSiCやGaNよりもさらにバンドギャップ、絶縁破壊電界が大きいので、SiCの約1/10もの低損失化が期待できる。しかし熱伝導率は小さいので放熱など熱マネジメントには工夫が必要だ。

表2 各ワイドギャップ半導体材料の物性 緑；長所 赤；欠点

	SiC	GaN on Si	Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Si
バンドギャップ (eV)	3.3	3.4	4.8-4.9	1.1
絶縁破壊電界 (MV/cm)	2.5	3.3	8 (推定)	0.3
飽和速度10 <sup>7</sup> (cm/s)	2.2	2.7		1.0
熱伝導率 (W/cmK)	4.9	2.0	0.1~0.2	1.5

各種資料を元にARC作成

京都大学発ベンチャーであるFLOSFIAは、ミスト状溶液を用いて、金属酸化膜や金属膜、有機膜などさまざまな薄膜を成膜する「ミストドライ法」をコア技術としており、今回のSBDもこの手法によりプロセスやデバイス構造などの開発を行った。この手法は真空装置を必要とせず、大気圧下での製膜が可能で、安価に製造できる。家庭用など比較的小容量の電源用SBDの量産を開始する。

#### ◆今後大きく成長することが予想される酸化ガリウム系パワーデバイス

富士経済は世界のパワー半導体の30年までの市場予測を20年6月に発表した。これによると19年には2兆9,141億円であった市場規模が、30年には4兆2,652億円に達すると予測している。なかでも、19年のGa<sub>2</sub>O<sub>3</sub>市場は、ほぼ皆無だが、30年には590億円まで大きく立ち上がる。この額は同年のGaN系の倍のレベルだ。タムラ製作所が東京農工大と立ち上げたノベルクリスタルはGa<sub>2</sub>O<sub>3</sub>ウェハーの量産に成功し、Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>系のパワー半導体を21年から量産する方針だ。パワーデバイス用ワイドギャップ半導体は日本の存在感がまだ大きな分野で、省エネ、低炭素社会の実現には欠かせない重要技術だ。なかでも電力変換の効率化・小型化がより期待できるGa<sub>2</sub>O<sub>3</sub>系半導体の今後の動向に注目したい。

【松田英樹】