

# 「次世代ワイドバンドギャップ半導体向けパワーモジュールパッケージの開発」

(概要)

SiC(Silicon Carbide)等のワイドバンドギャップ半導体は、Siと比較して低損失、高耐圧、高速スイッチング動作および高温動作が可能という特徴があることから、次世代パワーデバイスとして期待されている。一方で、ワイドバンドギャップ半導体の性能を発揮するために、パワーモジュールパッケージの高耐熱化、低寄生インダクタンス化、低熱抵抗化がきわめて重要な課題となる。この課題を解決するため小型高性能パワーモジュール FLAP(Flat Low Advance Power package)を開発したので成果について紹介する。

(企業発表者) 大分デバイステクノロジー株式会社 開発部 部長 杉木 昭雄

(公設試発表者) 大分県産業科学技術センター 電子・情報担当 研究員 首藤 高德

## 1. 成果品（製品）紹介

通常のパワーモジュール汎用パッケージでは、SiC・GaN・Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>のような、高性能デバイスでの使用には不向きであった。弊社が開発した次世代型パワーモジュール汎用パッケージ FLAP は、これらの問題を解決し、体積・熱抵抗・パッケージインダクタンスなどの指標において従来品より大きく改善した。今後、EV や産業用モーター向けインバーターとしての利用が期待される。

開発した FLAP と従来構造パワーモジュールの諸元を表 1 に示す。SiC チップには Wolf Speed 社製 SiC-MOSFET 1200 V、16 mΩ を使用した。定格電圧、電流は FLAP と従来構造パワーモジュールについてトランジスタ部で同じ 1200 V - 300 A とした。

開発した FLAP は従来構造パワーモジュールと比較して、パッケージ体積は 91%低減、寄生インダクタンス  $L_s$  は 92%低減、熱抵抗  $R_{th-j-c}$  は 81%低減することができた。

表1.パワーモジュールパッケージの諸元

Package	FLAP	Conventional
		
Dimensions [mm]	71×40×5	147×60×18
Encapsulant	Transfer molding	Silicone gel
Transistor	SiC-MOSFE 3parallel, 300A	SiC-MOSFET 3parallel, 300A
FWD	Body diode 3parallel, 300A	SiC-SBD 3 parallel, 150A
Rate voltage	1200 V	1200 V
$T_{c\_max}$	200°C	150°C
$T_{j\_max}$	175°C	175°C
$R_{th-j-c}$	0.022°C/W	0.116°C/W
$L_s$	4.4 nH	58 nH

## 2. 開発背景（テーマとの出会い、人との出会い等）、苦労話など

パワーデバイス事業を開始したのは2013年ごろで、すでにSi デバイスは世間で一般的に普及しており自社として特色を出すためSiC デバイスを搭載したパワーモジュール技術開発に着手。このころ、つくばの産総研 TPEC(つくばパワーエレクトロニクスコンステレーション)との出会いがあり、ここで開発されたSiC-MOSFET を使った実装技術開発に参加し技術力を蓄積し、技術移転を受けて自社でパワーモジュールの開発と製造を行うようになった。

しかし、Si デバイスが搭載されたパワーモジュールパッケージにSiC をそのまま適用してもSiC の性能をうまく引き出すようなレイアウトができない、誤動作が起こるといった技術的な問題があった。特に高温動作(175°C付近)を行うためには、ダイボンド材に金属ナノ焼結接合の適用を検討する必要があった。この課題を解決するため、大分県産業科学技術センターとの共同研究を通じて種々の接合材を検証し、高温動作への対応が可能となった。

これをきっかけにSiC等の高性能なパワーデバイスを搭載できるFLAPの開発が加速、約3年ほどでFLAPの開発を進めることができた。

### 3. 製品化までのプロセス、体制など

FLAPの開発は以下の共同研究等の体制で、組立に関わるプロセス技術の確立を行い、半導体試作事業へ展開した。

#### ①大分県産業科学技術センター

大分県産業科学技術センターとの共同研究により、FLAPの高耐熱接合材料の分析、評価を進めた。

#### ②先進パワーエレクトロニクス研究センター

産総研つくばの先進パワーエレクトロニクス研究センターと TPEC 共同研究の枠組みで、SiC デバイスの提供を受け、FLAP の高耐熱にかかわる信頼性評価を進めた。

#### ③大分県 LSI クラスタ形成推進会議

大分県 LSI クラスタのグローバルニッチトップ補助金を活用し、FLAP の試作と評価を行った。

### 4. 製品化、販売に成功したポイント

脱炭素化や持続可能な社会の実現に向けて、消費電力の低減や EV 化を進めるうえで、パワーエレクトロニクスへの期待が大きく、Si デバイスから SiC、GaN デバイスの適用検討も活発になってきている。SiC、GaN デバイスへの転換に際して、パワーモジュールパッケージは、従来より小型で、性能を十分に発揮できる製品開発の期待が高まってきている。

FLAP はこうした期待に応え得る小型化や高耐熱性などの性能を有しており、現在は、新規のパワーデバイスパッケージ検討での引き合いを多数いただくようになった。

### 5. 今後の展開、波及効果など

SiC、GaN 等の次世代デバイスの展開が 2025 年～2030 年を目処に進められようとしている。主に EV 化の流れによりパワーデバイスも Si から SiC、GaN デバイスへの転換が期待されており、EV を中心として、産業機器、エアコン等のパワーエレクトロニクス機器にも広がっていくと考えられている。

大分デバイステクノロジーとしては、FLAP を次世代デバイス展開の汎用パッケージとしてお客様に提案を行い、どこよりも早くパワーエレクトロニクス機器への SiC、GaN デバイス適用化を進め、ひいては量産獲得を目指す。

#### 発表者紹介（企業）

大分デバイステクノロジー株式会社

開発部 杉木 昭雄

中小企業でありながら、最先端デバイスである SiC、GaN の実装に特化したパワーモジュールパッケージを開発できたことは、半導体後工程メーカーとして誇りに感じております。

今後も半導体パッケージ開発を通じてパワエルの発展に貢献をしていく所存でございます。

#### 発表者紹介（公設試）

大分県産業科学技術センター

研究員 首藤 高德

この共同研究により、私の専門分野である半導体についての技術や知見の範囲が広がったこと、また、最先端の開発に少しでも関わることが出来たことは大変嬉しく思います。

今後も県内企業の半導体の技術開発等の取り組みに貢献できるように努力していきます。

#### 企業情報

■名称：大分デバイステクノロジー株式会社 ■代表者：代表取締役 安部 征吾  
■創業：1970 年 07 月 ■資本金：24,000,000 円 ■従業員数：140 人(2022 年 8 月)  
■所在地：〒870-1203 大分県大分市大字野津原 1660 番地  
■TEL：097-588-1153 ■FAX：097-588-1156 ■URL：<https://www.odt.co.jp/>

#### ■主力商品

半導体アセンブリ事業、半導体試作・開発サポート事業、半導体前工程事業、省エネ機器保守事業