



—進化するパワーエレクトロニクス— 新時代の熱・信頼性設計/評価技術

◇ 日時 : 2017年12月22日(金)9:55~17:25 (展示会 9:30~16:00)
◇ 場所 : 大阪大学吹田キャンパス 医学部・銀杏会館 阪急・三和ホール
(大阪府吹田市山田丘2-1, 大阪モノレール・彩都線「阪大病院前」駅下車 徒歩5分)
<http://www.office.med.osaka-u.ac.jp/icho/icho-jp.html>

SiC や GaN などの先進パワー半導体が低損失と言っても、損失はゼロにならない。また、これら半導体を用いた機器は、より一層の高電力密度化が目指されており、損失による発熱密度は従来以上に厳しいものとなる。パワーデバイスの高温動作が可能とはいえ、熱設計が不十分では正常に動作する周辺回路は実現できない。本研究会のオールセッションでは、熱の伝達、拡散、除去技術と、熱が関与する劣化の評価技術や対策技術について、各要素におけるトレードオフ関係の理解を深めながら議論する。

ポスターセッションではSiを含む先進パワーデバイスを適用することを想定したディスクリートデバイス、パワーモジュール、インバータやコンバータの新技术(実装、回路、材料、評価・解析技術)について広く討論する。



阪急・三和ホール

..... プログラム

- | | |
|---|--------------------|
| 1. 開会の挨拶 | 9:55~10:00 |
| | 舟木 剛 (世話人代表) |
| 2. 基調講演: 次世代パワーモジュールのための耐熱実装技術
~焼結接合の可能性と展開~ | 10:00~10:45 |
| | 菅沼 克昭 (大阪大学) |

パワー半導体の接合技術は、デバイス機能の品質と厳しい環境における動作を実現する信頼性を左右する重要な技術である。パワー半導体には様々な異相界面があり、製造においてはそれぞれを最適な状態で再現性良く形成することで、優れたパフォーマンスが得られる。これらの中でダイアタッチ技術は、ダイの構造接合だけでなく、ダイで発生する熱を効率的に逃がし、デバイス構造によっては大電流を流すなど大きな役割を担っている。従来から、ダイアタッチには、高鉛系の高温はんだや導電性接着剤が用いられてきた。パワー半導体の信頼性確保においては、当然のことながらボイドや亀裂などの欠陥形成は、極力抑えることが望まれる。現実的にボイドを皆無にすることは難しく、従来製品ではそれほど厳しい要求は課せられなかった。しかし、ワイドバンドギャップパワー半導体のダイアタッチは、著しく上がる電力密度により発生する高い熱を効率的に放熱板に流す重要な役目を担う。特に、半導体のジャンクションの真下に大きなボイドが形成されたとすれば、放熱への大きな障害になり、亀裂を引き起こすなど信頼性へ深刻な影響が及ぶ可能性は否めない。熱抵抗の少ない実装技術の確立が望まれている。

ワイドバンドギャップパワー半導体に適用可能なダイアタッチ技術には、Au系、Zn系などの鉛フリー高温はんだ、(Cu, Ni)-Sn系などの液相拡散(Transient Liquid Phase: TLP)接合、導電性接着剤、ナノからミクロンサイズへ及ぶ金属粒子焼結接合、AgやCuなどのシートを用いた金属膜固相接合などがあるが、中でもパフォーマンスとコストに優れたAuやCuの粒子を用いた焼結接合が注目を集めている。本講演では、焼結接合の現状と可能性を中心に最新の技術をまとめ、併せてセラミックス絶縁基板を含めた実装技術について紹介する。

- | | |
|--|--------------------|
| 3. 基調講演: プラグインHEV・電気自動車向け高出力密度インバータ技術
~SiCデバイス適用見据えて~ | 10:45~11:30 |
|--|--------------------|

中津 欣也 (日立製作所)

近年、市場が急拡大しているPHEV/EV車では、電池を大量に積み込むため電動駆動システムの小型化や軽量化、更には低損失化が求められています。ドライバーの低燃費・省エネ志向は、EVの普及と共に益々高まり、高効率化技術の進歩が必須な市場と変化しつつあります。インバータの小型化、低損失化のためのキーデバイスであるパワーモジュールには、半導体デバイス、実装、冷却など様々な技術分野の研究成果が結集されており、両面冷却パワーモジュール等の革新技術の適用が進んでいます。

本講演では、これまで開発された低損失化、小型化に必要な要素技術を紹介すると共に、最新のパワーモジュールとそれを用いたインバータの開発状況を紹介し、今後の動向について報告する。

4. SiCを用いた両面冷却パワーモジュール

11:30~12:00

～小型/高出力化と熱/応力設計～

杉浦 和彦 (デンソー)

環境への意識の高まりから自動車の電動化が加速している。優れた特性を持つSiCやGaNなどのWBG (ワイドバンドギャップ) 半導体パワーデバイスを用いた小型軽量、高出力、高効率および高温動作可能なパワーモジュールの車両への搭載が期待されている[1]。車載のニーズを実現するためにはSiCの優れたデバイス性能を活用できる実装技術やパッケージ技術の進化が必要であり、熱および応力設計が重要となる。

本報告ではSiCを用いた小型・高出力密度SiCパワーモジュールによるポテンシャル検証例の紹介と両面冷却パワーモジュールの熱/応力設計の課題と対応について、国際会議、エレクトロニクス実装学会にて発表した内容も含めて報告する。

5. パワーモジュールの放熱性・信頼性向上技術

12:00~12:30

～エポキシ封止技術を中心として～

大井 健史(三菱電機)

エポキシ封止技術を適用したパワーモジュールを中心に、放熱性および信頼性向上技術について説明する。エポキシ封止型モジュールは、ゲル封止型モジュールと比べて、接合部の応力緩和による長寿命化が可能などのメリットがある。三菱電機は、1990年代にトランスファーモールド (エポキシ封止) 技術を適用したパワーモジュール

(DIPIPM) を市場に投入し、その後、放熱性、信頼性技術の向上により、エポキシ封止技術を車載用、産業用モジュールに展開してきた。モールド型モジュールの高放熱・高信頼化技術、エポキシ封止技術のケース型モジュールへの適用技術、直接冷却型モジュール技術の概要について説明する。

昼休み (12:30~13:30)

6. ポスターセッション(会場: 大会議室)

13:30~15:00

コーヒープレーク (15:00~15:20)

7. 絶縁基板とベースプレート等基体との先進接合技術

15:20～15:50

～更なる高放熱化・高耐熱化・高信頼性化を実現～

大井 宗太郎（三菱マテリアル）

最新のパワーモジュールでは、高放熱化の要求が高まっており、絶縁基板として厚銅DBC基板が、ベースプレートとして銅板が用いた構造が採用されている。これらの接合には、Sn-Ag系等のはんだ材が用いられているが、素子動作温度の上昇に伴い、信頼性確保が困難になりつつあり、より耐熱性の高い高信頼性の接合方法が求められている。

本報告では、歪み易く、加工硬化しにくい特徴を持つ高純度アルミ材を回路層に使用したDBA®基板と銅ベースプレート等基体を、固相拡散接合法を用いて直接接合したCu付きDBA基板構造を採用することにより、-40/175°Cの厳しい冷熱サイクル条件においても接合部の信頼性を確保可能なことを示すとともに、本技術を活用した次世代のパワーモジュール構造を紹介する。また、-45/200°Cのより厳しい冷熱サイクル条件に対して有効な接合技術改善アプローチの一例を示す。

8. パワーデバイスの高耐熱化を見据えた 200°Cオーバー熱衝撃試験

15:50～16:20

青木 雄一（エスペック）

パワー半導体の信頼性評価に必要な試験項目の中でも、熱衝撃試験（温度サイクル試験）について重要視される高温対応を踏まえて最近の試験動向を紹介する。次世代パワー半導体では250°Cから300°Cの高温環境や熱衝撃に対して耐久性が求められるが、半導体チップ単体だけでなく、パッケージされた実装状態、モジュールなど、より実使用に近い状態での信頼性評価試験が必要となる。このような実使用状態を踏まえた熱衝撃試験（温度サイクル試験）が行われている。

9. GaN・SiC 時代の過渡熱抵抗測定

16:20～16:50

～パワーサイクル試験への応用～

原 智章（メンター・グラフィックス・ジャパン）

GaNやSiCなどのワイドバンドギャップ（WBG）半導体はSiに置き換わる材料として注目されている。GaNとSiを比較すると、熱伝導率が約2倍、バンドギャップが約3倍であることからGaNの方が高温動作可能といえる。一見Siよりも熱設計が簡単になるような錯覚を覚えるが、その長所をシステムの小型化に使われてしまう為、熱設計はむしろより過酷になっている。その為、WBG半導体ではSi以上に熱解析が重要である。過渡熱抵抗測定・構造関数による放熱経路の解析がSi同様にWBG半導体でも可能かどうか検証した。また、GaNにおいては、新しい測定モードを使えば測定ができることを見出した。

10. パワーデバイス信頼性試験の国際標準化動向

16:50～17:20

～パワーサイクル試験/SiC・GaNの信頼性試験技術～

山口 浩二（富士電機）

パワーデバイスはクリーンエネルギーや省エネの基幹部品として伸長が期待されている。また、車載分野では電動化が加速され益々パワーデバイスの需要が高まってきている。一方で品質水準や信頼性に対する要求も年々厳しくなっており、更にパワーデバイスユーザーからの要求も多様化している。

今回、JEITAではパワーモジュールをメインに信頼性試験方法を標準化した。またパワーモジュールの寿命を決めるパワーサイクル試験については今後、国際標準化していく予定である。パワーサイクル試験については試験回路や試験方法の差で大きく寿命が異なることから、現状の問題点と国際標準化の方向性について解説する。

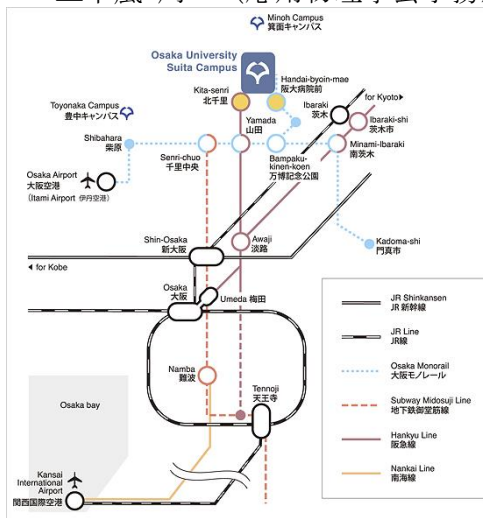
SiCやGaN等のWBGパワーデバイスも今後、伸長が予測されている。JEITAでは化合物WGを2015年に発足し、化合物パワー半導体の故障モード及び信頼性試験方法について標準化を推進している。具体的な化合物パワーデバイス固有の故障モードを明確化するとともに、化合物パワー半導体の信頼性試験方法ガイドラインとして制定し、化合物半導体を市場で安心して使用できる環境を提供する。

土田 秀一（分科会幹事長）

- **講演受付:** 募集はポスター講演 24 件。トピックは Si を含む先進パワー半導体を適用したディスクリットデバイス、パワーモジュール、変換器等の新技术（実装、回路、材料、評価・解析技術）です。分野を熱設計と信頼性設計に限定しません。概要（50 字程度）を添えて、[WEB 講演受付システム](#)*¹から申し込み。締切り 11 月 30 日。採択通知は 12 月 1 日までに連絡、[予稿](#)（4 ページ以内）提出締切り 12 月 6 日。
 - **出展・広告受付:** 一小間（テーブルトップ展示）50,000 円。募集 14 小間。予稿集 2 冊進呈。予稿集広告（モノクロ A 4）1 ページ無料掲載。研究会参加 2 名可。予稿集広告は 1 ページ 4,000 円。申し込みは [WEB 展示・広告受付システム](#)から。受付締切り 11 月 30 日。
 - **参加登録:** 定員 200 人。[WEB 参加受付システム](#)から参加登録をお願いします。登録締切り 12 月 20 日。12 月 11 日の登録状況でテキスト印刷部数を決定しますので、以後の登録ではテキストを当日お渡しできない可能性があります。お早めにご登録下さい。
 - **参加費:**（テキスト代・消費税込）当日会場にてお支払いください。
先進パワー半導体分科会会員* 2,000 円、分科会学生会員 1,000 円、一般 4,000 円、一般学生 1,000 円
*先進パワー半導体分科会賛助会員所属の方は先進パワー半導体分科会会員扱いとします。
- *最新の開催案内は先進パワー半導体分科会のホームページ <http://annex.jsap.or.jp/adps/>をご覧ください。

問合せ先:

舟木 剛	（大阪大学）	TEL: 06-6879-7709, e-mail: funaki@eei.eng.osaka-u.ac.jp
谷本 智	（日産アーク）	TEL: 046-867-5118, e-mail: s-tanimoto@nissan-arc.co.jp
五十嵐 周	（応用物理学会事務局）	TEL: 03-3828-7723, e-mail: divisions@jsap.or.jp



会場までのアクセス



学内案内図

応用物理学会 先進パワー半導体分科会

..... 第 9 回研究会 ポスターセッション・プログラム

(2017 年 12 月 22 日, 13:30~15:00, 銀杏会館・大会議室)

P01: パワーデバイス用高熱伝導窒化ケイ素基板の開発

草野 大（日本ファインセラミックス）

P02: ピラー状 IMC を分散させた高耐久 Pb フリーはんだ接合の開発

中田 裕輔（カルソニックカンセイ）

P03: 高温動作 SiC パワーモジュールに向けた ZnAl はんだ検証

谷澤 秀和（産業技術総合研究所, サンケン電気）

P04: めっき技術を用いた Cu-Sn 合金接合材料の検討

檜山 優莉香 (メテック)

P05: 無加圧接合用焼結 Cu ダイボンド材料の開発

—パワーデバイスにおける焼結 Cu 接合層の信頼性評価— 須鎌 千絵 (日立化成)

P06: Tjmax 200°Cパワーサイクルに耐久する疲労抑制構造 SiC モジュール

野津 浩史 (産業技術総合研究所)

P07: 熱硬化イミド系ナノコンポジット材料と銀焼結型ダイアタッチ材を用いた

SiC パッケージの高温耐久性 杉岡 卓央 (日本触媒)

P08: インホイールモータ搭載 SiC パワーモジュールの高信頼化

山下 真理 (日産アーク)

P09: 高耐熱パワーモジュール用実装材料開発

井口 知洋 (東芝)

P10: NEDO-SIP 『インバータ機電一体 40 kW インホイールモータシステム技術開発』

高密度・高耐熱・低 LS ハーフブリッジ SiC パワーモジュール 谷本 智 (日産アーク)

P11: SiC-MOSFET ボディダイオードの通電劣化に関する検討

尾崎 智浩 (大阪大学大学院)

P12: SiC-MOSFET の高温動作における損失分析

佐藤 伸二 (産業技術総合研究所)

P13: SiC-MOSFET のパワーサイクル試験におけるジャンクション温度推定方法の検証

鈴木 達広 (日産アーク)

P14: 双方向 H ブリッジ昇降圧コンバータとロードスイッチのゲート駆動に関する一検討

井上 研 (大阪大学工学研究科)

(注): 上記には講演者のみ掲載、共著者は省略。