



「次世代パワー半導体モジュール

～デバイスの真価を発揮させる実装技術～」

- ◇ 日時 : 2017年4月12日(水)9:55~17:00 (展示会 9:30~16:00)
 - ◇ 場所 : 東工大大岡山キャンパス 西9号館2階 デジタル多目的ホール
(東京都目黒区大岡山 2-12-1, 東急大井町線・目黒線「大岡山」駅下車 徒歩5分)
- <http://www.dst.titech.ac.jp/outline/facility/hall.html>

パワー半導体デバイスはSiからSiC、GaNへと実用化が進んでいるが、実装技術がその真価を発揮できるか否かを左右し、電気特性だけでなく劣化や寿命、ユニットの体格まで律する。更に、実装技術では要素間の摺り合わせが重要で、例えばデバイスの動作周波数に応じて寄生インダクタンスの低減と、その速度に追従できる受動デバイスが必要となる。また動作温度に応じて耐熱性(高温耐性と熱疲労耐性)が必要になる。

本研究会では、モジュールの設計から劣化現象、寄生インダクタンス、CやLといった受動デバイス、耐熱接合・封止技術、高熱伝導絶縁基板までと、実装技術の全体から個別要素まで幅広く取り上げ、かつその分野の最先端を集める。



..... プログラム

1. 開会の挨拶 9:55~10:00
谷本 智 (世話人代表)
2. 基調講演: 先端 SiC パワーモジュール技術 10:00~10:45
～低インダクタンス、低熱抵抗、高信頼性対応～
高橋 良和、堀 元人、池田 良成 (富士電機)

SiC デバイスの特長である低オン抵抗、低スイッチング損失、高温での動作が可能、という性能を活かしたパワーモジュールの構造と実装技術に関して説明する。ダイオード部に SiC-SBD (Schottky Barrier Diode)を実装した 3300V/1200A-SiC ハイブリッドモジュールでは、現行 Si モジュールに比べて大幅な低損失化とフットプリントサイズの低減および高信頼性を実現している。また、All-SiC モジュールでは高周波化に対応可能な低インダクタンス、小型化に対応可能な低熱抵抗、高温での連続動作を保障する高温領域を含めた高信頼性を実現した。これらの先端 SiC パワーモジュールの適用例として高速鉄道用インバータ、メガソーラー用 PCS(Power Conditioning System)、環境対応インバータについても概説する。

3. 基調講演: パワー半導体を支える実装技術と将来動向 10:45~11:30
今井 博和 (デンソー)

車載用パワー半導体製品は、高出力かつ限られたスペースへの搭載性が求められ、小型化や高放熱性を追求し、機電一体化を進めている。両面放熱パワーカードは、それに応えるソリューションの一つであり、その進化は今なお継続中である。今後、デバイスの Si から SiC への進化に伴い、その周辺の実装技術や材料の対応が必須となるが、その実用化にはコストも重要な課題と捉える。また、パワー半導体製品に限らず、車載半導体センサや ASIC の実装には、今後さらにシビアな耐環境性が求められるため、これまで潜在していた因子が顕在化することを懸念し、構えていきたい。



4. ～次世代パワーモジュールの熱設計・劣化評価に向けて～ SiC パワーデバイスに対応した過渡熱解析技術

11:30～12:00
加藤 史樹（産総研）

インバータ等の電力変換器は小型・高性能化が求められており、そこに組み込まれる次世代パワーモジュールへの期待として、SiC パワーデバイスの高温動作の特徴を生かした高パワー密度パッケージ技術の開発が求められている。高温動作パワーモジュールでは従来に比べて、より高度な熱設計・熱対策が必要となる。本講演では過渡熱抵抗解析技術を用いた SiC パワーモジュールの熱抵抗内訳評価およびモジュール劣化評価について紹介する。

5. ～パワーモジュール性能を左右～ 高耐熱・低インダクタンス構造を如何に実現するか 12:00～12:30 鈴木 達広、山下 真理、森 哲也、荒木 祥和、谷本 智（日産アーク）、 飯塚 祥太、赤津 観（芝浦工大）

スイッチング損失の低減を図るため、高速なスイッチングを可能にする低インダクタンス SiC インバータモジュールを提案している。平板を重ねた構造であるインターリーブ構造とすることでインダクタンスを低減できることをシミュレーションにて確認し、実際に作製したモジュールにおいてインダクタンスが計算値とほぼ同等な 2.5nH であることを確かめた。また、ホットプレート上でダブルパルス試験を行い、200℃でスイッチング動作が可能であることを確かめた。

昼休み（12:30～13:30）

6. パワーデバイスを活かすコンデンサの適用技術 13:30～14:00 西山 茂紀（村田製作所）、舟木 剛、井上 研（大阪大学）

ワイドバンドギャップパワー半導体の性能を十分に引き出すためには受動部品の一つであるコンデンサの進化が必須である。そこで、コンデンサ群（平滑コンデンサ、スナバコンデンサ）の定数が SiC パワーモジュールのスイッチング性能に与える影響について実回路での検証を行った。その結果、CR スナバの常数を最適化することにより、同等のサージ電圧となる条件においてリングングと損失を大幅に低減できる事が実証できた。

7. PCU用リアクトルの進化 ～圧粉磁心による小型化と鉄損低減～ 14:00～14:30 服部 毅（豊田中央研究所）

ハイブリッド自動車の PCU(パワーコントロールユニット)に用いられる昇圧コンバータ用リアクトルは、モータの高出力化と電池削減による低コスト化を両立させる役割を担っている。従来、そのコア材料には電磁鋼板が用いられていたが、低コスト化のため圧粉磁心に着目し、3 つの新技术 ①高密度成形技術、②粉末形状制御技術、③絶縁皮膜技術により、代替を可能にした。圧粉磁心は、粉末の粒度や組成等の制御により高周波化も可能であり、部品の小型化にも適している。

8. 次世代パワーモジュール用新規接合材料の開発 14:30～15:00 ～無加圧接合用焼結 Cu ダイボンド材料～ 江尻 芳則（日立化成）

放熱性・耐熱性に優れるパワーデバイス用ダイボンド材の開発が不可欠となっている。無加圧で接合可能な Cu ペーストを適用した結果、Cu, Ni, Ag および Au 電極に対し高い接合強度が得られた。また、接合した焼結 Cu は、1000 サイクル以上の TCT(Thermal Cycle Test)耐性(-40℃⇔200℃)を示し、高鉛はんだと比較して、優れたパワーサイクル寿命が得られた。さらに、Cu クリップの接合(Cu-Cu 接合)が可能で、接続信頼性に優れた接続構造体の提案が可能であることが分かった。

9. 次世代パワー半導体に向けたモールド封止材料技術 15:00～15:30 ～高温動作、高機能化に向けて～ 辻 隆行、續 貴徳、浅野 卓也（パナソニック）

大容量パワーモジュールは小型化や信頼性向上のため、ゲル封止に代わってモールド封止タイプが適用され始めている。SiC デバイスの採用により従来の Si デバイスよりも動作温度や定格電圧を上げることが期待されており、より高いガラス転移温度をもち、高温で使用しても劣化せず、熱応力の低減にも配慮した高耐熱封止材料が必要とされる。本講演では 200℃耐熱対応の高耐熱エポキシ樹脂を用いた封止材料の設計技術と、将来必要と考えられる封止材料技術について概説する。

