

パワーモジュールの電気絶縁信頼性に関する調査専門委員会
設置趣意書

電気学会 誘電・絶縁材料技術委員会

1. 目的

近年、省エネや地球環境保護の観点からパワーエレクトロニクスへの注目が高まっている。家電製品のインバータ制御や、エレベータ、電鉄車両、電気自動車などが代表例としてあげられ、今後は航空機の電動化も検討されている。これらの電力の変換・制御の中心的な役割をパワー半導体デバイスが担っており、複数個のパワー半導体を配線してパッケージ化したものがパワーモジュールである。このパワーモジュールの開発には、小型化、高密度化、高効率化、高信頼性などが必要であり、その際の問題の一つが電気絶縁の信頼性である。現行のパワーモジュールには数 100V クラスから数 1,000V クラスがある。そのような低圧クラスと高圧クラスでは絶縁破壊モードが異なる可能性があるが、一般的な評価方法で対応しているのが現状である。

そこで、電気絶縁信頼性の評価方法のニーズ調査は、更なる高電圧向けのパワーモジュール開発のためには非常に重要となる。一方、新規パワーモジュール開発には新しい絶縁材料（基板や封止材など）が求められており、その候補となりうる材料も現れつつある。しかし、その新材料のポテンシャルは未知数なところもあり、適用可能性のための評価技術も確立されていない。これらの現状をしっかりと捉え、パワーモジュール開発に必要な評価技術動向と新規絶縁材料の適用可能性を検討するため、首記調査専門委員会を発足させたい。

2. 背景および内外機関における調査活動

パワーモジュールの小型化・高電圧化・特殊環境下（高・低温、ストレス繰り返し、低気圧、など）利用が進んでいるため、高電界電気現象の理解が益々重要となってくる。例えば、電力機器ではこれまで交流電圧を用いた絶縁評価が主流であり、その技術をパワーモジュールに転用している状況である。しかし、実際のパワーエレクトロニクス機器内部では交流のみならず、直流およびその反転、繰り返しインパルス電圧に曝されており、その高電界電気現象は非常に複雑になると思われるが、未解明な部分も多い。

他方、材料メーカーは、評価技術を十分に持ち合わせていないにも関わらず、特性把握が必要となっている。

電気学会の中では、これまでに関連する調査専門委員会として、インバータサージ関係の調査専門委員会が開催され、それらの成果として電気学会技術報告第 1218 号、1407 号があるが、これらはモーター側のアプローチであり、インバータ発生源であるパワーモジュールに関する委員会は皆無である。

現在、パワーデバイスの実装技術に関しては、種々の学会などで検討会やコンソーシアムなどが進められている。しかし、パワーモジュールの電気絶縁技術に関する調査活動はほとんど無い。首記調査専門委員会が新しい取り組みとなり、これを電気学会 誘電・絶縁材料技術委員会の傘下で始めることは適切であり、産業界に与えるインパクトも大きいと予想される。

3. 調査検討事項

- (1) 最新のパワーモジュール技術開発動向
(用途, 構造, 電圧・電界クラスなどを文献レベルで調査)
- (2) パワーモジュール用絶縁材料の信頼性評価技術
(高温下, 大電流下, ヒートサイクル, 絶縁特性, 空間電荷, 微小電流, 部分放電, 複合ストレス, 機械的・電氣的長期寿命, 高温加湿バイアス試験, 高周波加速の等価性, 単体試験/製品試験, など)
- (3) パワーモジュールに適用可能性のある最新の絶縁材料
(セラミック基板, 樹脂基板, 封止材, など)

上記の調査検討項目を踏まえ, 予定する3年間の活動における合計12回の会合では, 一般の情報交換と並行して, 毎回特定のテーマを設定して専門家(委員外を含む)の講演を企画する。講演活動においては, 研究会相当の資料を作成し, その後の研究会資料や技術報告書の作成に資する。さらに, 海外の技術開発・研究動向も調査すべく, 参考文献をレビューし, 最新情報を委員会内で共有する。

4. 予想される効果

以上の研究背景や調査活動を踏まえて, 当委員会では, これらをお互いに切磋琢磨していくことも含め, 鋭意整理検討していくが, その途中においても近未来の技術開発項目を明らかにして発信していくとともに, 最終的には提言を含む技術情報を総括する。

5. 調査期間

平成30年(2018年)12月～平成33(2021年)11月(3ヵ年)

6. 委員会の構成(職名別の五十音順に配列)

職名	氏名	(所属)	会員・非会員区分
委員長	小迫 雅裕	(九州工業大学)	会員
委員	大森 弘貴	(住友電気工業株式会社)	非会員
同	亀井 伸人	(RIMTEC 株式会社)	会員
同	門脇 一則	(愛媛大学)	会員
同	熊田 亜紀子	(東京大学)	会員
同	栗本 宗明	(名古屋大学)	会員
同	大幸 裕介	(名古屋工業大学)	非会員
同	瀧 久幸	(三菱電機株式会社)	非会員
同	谷口 克己	(富士電機株式会社)	会員
同	三宅 弘晃	(東京都市大学)	会員
同	村上 義信	(豊橋技術科学大学)	会員
幹事	早瀬 悠二	(富士電機)	会員
幹事	岸 直哉	(日本ゼオン)	会員

*今後の公募により増加あり。総数10数名～20数名を予定。

7. 活動予定

委員会 4回/年 幹事会 1回/年 研究会 2回/3年

8. 報告形態 (調査専門委員会は必須)

技術報告書の作成をもって成果報告とする

以上