

SiC と GaN と共に発展するパワーエレクトロニクスにおけるシステムインテグレーション技術
調査専門委員会 設置趣意書

半導体電力変換技術委員会

1. 目的

電力変換装置では、効率、パワー密度（小型化）、高性能化、低コスト化、低ノイズ化などのそれぞれを高めることと同時に、様々な用途やニーズに合わせて上記の各要求項目を最適化することも重要になっている。これまでは、回路や熱、EMI などの各設計は技術者の経験に頼るところが多く、一方向かつ五月雨式に行っていた。これに対して、「システムインテグレーション」の概念では、各設計が互いに連携（連成）し、トレードオフの関係を見出しながら調整して総合的に最適化するものであり、世界的に注目されつつある。

一方、電力変換装置の中核部品であるパワーデバイスにおいては SiC や GaN が注目され、PCS や鉄道などへの実用化も始まり、その他の様々な分野への展開も期待されている。例えば、自動車分野では高周波・低損失・高温動作といった SiC の特長を活かして、小型・軽量化を目指した研究開発が行われており、モーターなどの機械装置に電力変換回路を内蔵あるいは一体化させる技術も報告されている。

このように、急速なパワーデバイスの進歩と実用化が進む中、本調査専門委員会では関連する技術者や研究者が一同に会して、SiC や GaN およびそれらを適用した電力変換装置とシステムインテグレーション技術における最新の研究開発および実用化の状況を調査、検討する。部品からシステムレベルまでの研究のあり方、将来の可能性について協同で議論し、今後のパワーエレクトロニクスの発展に寄与することを目的とする。

2. 背景および内外機関における調査活動

北米では CPES (Center for Power Electronics Systems)、欧州では ECPE (European Center for Power Electronics) がそれぞれ企業と大学とでコンソーシアムを組み、最新の SiC や GaN などを活用したシステムインテグレーション技術の研究開発が行なわれている。また、ECPE の主催による国際学会 CIPS (International Conference on Integrated Power Electronics Systems) も開催され、世界的に重要な技術となっている。さらに、最近では Google と IEEE が主催したコンテスト (Little Box Challenge) に多くの企業や研究機関が参加し、インバータの大幅な小型化を実現するための技術として SiC や GaN およびシステムインテグレーションが用いられ大きな注目を集めている。

一方、電気学会では「半導体電力変換装置のパッケージング技術協同研究委員会」(平成 19 年 6 月から平成 21 年 5 月)を設置し、代表的なアプリケーション(自動車・鉄道、家電、産業、スイッチング電源)におけるパッケージング技術の現状と今後の技術課題および展望について調査した。その後、「パワーエレクトロニクスにおけるシステムインテグレーション技術調査専門委員会」(平成 22 年 1 月から平成 23 年 12 月)では、システムインテグレーションを設計・部品・EMI・サーマルマネジメントの技術要素に分類し、現状と今後の方向性を俯瞰した。さらに、「機械技術と融合・進化するパワーエレクトロニクスシステムインテグレーション技術調査専門委員会」(平成 25 年 3 月から平成 28 年 2 月)では、技術分野ごと(主回路・受動部品・駆動回路・制御回路・センサー・パワーデバイス・実装・冷却)の今後の展望やロードマップを示した。

しかし、平成 22 年 1 月に設置した「パワーエレクトロニクスにおけるシステムインテグレーション技術調査専門委員会」以降、各技術分野にフォーカスした調査は行われているが、主要アプリケーションに対

してのSiCやGaNの実用化例や要求される技術についての調査は必ずしも十分に行われていない。ここ数年でSiCやGaNの性能や信頼性は大幅に向上し、実用化も急速に進んでいる中、ここで改めてSiCやGaNおよびそれらを活用したシステムインテグレーション技術を調査、分析することは喫緊の課題である。

3. 調査検討事項

自動車、鉄道、PCS・産業、スイッチング電源、家電などの主要アプリケーションにおいて以下を調査、検討する。

- ・ SiCやGaNパワーデバイスの最新技術と将来の展望
- ・ SiCやGaNパワーデバイスを適用したシステムインテグレーション技術の最新研究開発事例の調査、分析
- ・ 上記アプリケーションにおけるシステムインテグレーションの重要基盤技術、関連技術の抽出
- ・ システムインテグレーション技術の将来への発展の可能性分析
- ・ 今後のシステムインテグレーション技術の調査研究の在り方、方法についての検討

4. 予想される効果

関連する広範な技術者や研究者が多様な視点から調査することにより、以下の効果が期待できる。

- ・ SiCやGaNパワーデバイスの技術進歩と将来の可能性、およびそれに伴うシステムインテグレーションに関する最新技術が明らかになる
- ・ システムインテグレーション技術を構成する技術分野、研究の方向性が明らかになる
- ・ システムインテグレーション技術を本格的に調査研究するための指針・課題が明らかになる
- ・ 自動車、鉄道、PCS・産業、スイッチング電源、家電製品などへの適用事例を参考に、各アプリケーションにおけるシステムインテグレーション技術のロードマップが明らかになる

5. 調査期間

平成30年(2018年)4月～平成33年(2021年)3月

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	三野 和明	(村田製作所)	会員
委員	岩谷 一生	(TDKラムダ)	会員
委員	植木 浩一	(LG Japan Lab)	会員
委員	小谷 和也	(東芝)	会員
委員	ゴータックチャン	(豊田中央研究所)	会員
委員	凶子 祐輔	(日産自動車)	会員
委員	田中 三博	(ダイキン工業)	会員
委員	長井 真一郎	(ポニー電機)	会員
委員	中尾 一成	(福井工業大学)	会員
委員	中村 孝	(福島SiC応用技研)	非会員
委員	永吉 謙一	(豊田自動織機)	会員
委員	芳賀 浩之	(新電元工業)	会員

委員	平川 三昭	(FOMM)	会員
委員	廣川 貴之	(パナソニック)	会員
委員	舟木 剛	(大阪大学)	会員
委員	船渡 寛人	(宇都宮大学)	会員
委員	馬淵 雄一	(日立製作所)	非会員
委員	宮脇 慧	(長岡パワーエレクトロニクス)	会員
委員	椋木 康滋	(東京工業大学)	会員
委員	山本 真義	(名古屋大学)	会員
委員	和田 圭二	(首都大学東京)	会員
幹事	伊東 淳一	(長岡技術科学大学)	会員
幹事	小林 雅志	(トヨタ自動車)	非会員
幹事補佐	磯部 高範	(筑波大学)	会員

その他公募により追加予定

7. 活動予定

委員会 4回/年 幹事会 1～2回/年

8. 報告形態

技術報告および産業応用部門大会または全国大会のシンポジウムをもって成果報告とする。