

交流電源にインタフェースされる電力変換システム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

カーボンニュートラルやさらなる省エネルギー化を目指した動きが世界的に加速しており、電力系統や電力変換システムにさらなる技術発展もしくは変革が求められている。再生可能エネルギーの大量導入とそれに伴う電力系統安定化のための蓄電システムの拡充、自動車のEV化に伴う充電インフラ整備やV2Xシステムの実用、5G・6Gやクラウドを用いたICT機器のデータ通信量の飛躍的な増加など、これまでよりもさらに早いスピードで電力変換システムの在り方が変容している。半導体電力変換技術委員会では、交流電源にインタフェースされる電力変換技術について継続して調査活動を行ってきたが、前委員会が終了して4年が経過しており、また、パワーエレクトロニクス分野の学術論文数が増加の一途であることを鑑みて、本調査専門委員会では、今一度、交流電源にインタフェースされる電力変換回路、制御、実用化技術について網羅的に調査し、体系的に整理分類する。これら最新技術動向の調査、整理を通じて、交流電源にインタフェースされる電力変換技術の将来の方向性について議論し、今後の技術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

前述のように、近年では電力変換システムのさらなる革新や用途によっては変革が求められており、パワー半導体デバイスの高性能化やその使いこなし技術、高効率・大容量蓄電システム、SST (Solid State Transformer) や直流配電システムなどに付随する系統間の電力潮流制御やFRT技術、FPGAなどを用いた高速デジタル制御技術、回路・制御技術により受動素子を小型軽量化・高信頼化する方式、回路・制御技術によりノイズや高調波を低減する方式など、電力変換システムのさらなる高性能化に向けた様々な技術開発が進んでいる。また、これまではパワー半導体デバイスの耐圧の制限や、回路技術、直列接続技術の制約から導入が進んでいなかった6.6kV系などの高圧への自励式変換器の直接連系も実用されるようになってきている。これらの変化に伴い、系統連系に係る規格やガイドラインに追加や変更が生じる動きがあることも考えられる。

半導体電力変換技術委員会では、これまでに以下の調査専門委員会を立ち上げて、交流電源にインタフェースされる各種電源装置に関する調査活動を行ってきた。

- (1) 交流電源インターフェイス用電力変換器技術調査専門委員会（第1回AIF(調)、平成16年7月～平成18年6月)において中小電力容量の交流電源インタフェース用電力変換器の技術動向を調査した。
- (2) 交流電源インターフェイス用コンバータ技術調査専門委員会（第2回AIF(調)、平成19年10月～平成21年9月)において有効電力の融通を目的とした整流器、回生・系統連系インバータに的を絞って技術動向を調査した。
- (3) 商用電源にインターフェイスされる電力変換システム技術調査専門委員会、(第3回AIF(調)、平成22年11月～平成24年10月)において産業分野別に電力変換器の技術動向を調査し横断的に整理分類した。
- (4) 交流電源にインタフェースされるパワーエレクトロニクス回路技術調査専門委員会、(第4回

AIF(調),平成25年11月～平成27年10月)において蓄電デバイスを系統連系するシステムを中心に調査した。

- (5) 交流電源にインタフェースされる電力変換回路および制御技術調査専門委員会, (第5回AIF(調),平成30年4月～令和2年3月)において系統連系する電力変換回路技術, 制御技術, 実用化技術をアプリケーション毎に調査, 整理した。

上記の通り, 半導体電力変換技術委員会では, 交流電源にインタフェースされる電力変換器の回路技術, 制御技術を継続的に調査し詳細に動向を把握しておくべき重要技術の一つと位置付け, 平成16年(2006年)から継続して調査活動を行ってきた。第1回では網羅的に最新の技術動向を調査し, 第2回以降では有効電力融通, 産業分野別の技術動向, 蓄電デバイス応用, アプリケーション毎の実用化技術を中心とした技術動向調査が行われている。前調査専門委員会である第5回の調査活動が終了した令和2年(2020年)から4年が経過しており, また, パワーエレクトロニクス分野や電力系統を取り巻く状況がこれまでよりも急速に変化しているため, 交流電源にインタフェースされる電力変換器の回路技術, 制御技術を今一度網羅的に調査し, 体系的に分類, 整理することは喫緊の課題である。

また, 上記の他にもいくつかの交流電源にインタフェースされる電力変換技術に関連する調査専門委員会が調査活動を行ってきている。「応用拡大に向けたマルチレベル電力変換技術調査専門委員会(令和4年9月～令和7年8月)」では, 系統連系する回路, 制御技術を一部扱っているが, あくまでマルチレベル電力変換回路技術に特化した調査となっており, 交流電源にインタフェースされる電力変換技術全般を調査するものではない。また, 「ワイドバンドギャップ半導体素子により適用が拡大する配電系統向けパワーエレクトロニクスおよびシステム技術に関する調査専門委員会(令和2年3月～令和5年2月)」では, 配電系統に連系される電力変換技術が調査されているが, その特徴から電力系統自体の制御技術を主眼に置いたものとなっており, 必ずしも電力変換回路技術自体に着目して整理されているわけではない。

3. 調査検討事項

本調査専門委員会では, 低圧, 高圧を問わず交流電源に接続されるAC-DC電力変換器およびAC-DC電力変換器を備えたシステムを対象にして主に回路技術, 制御技術, 実用化技術を調査範囲とする。前委員会である「交流電源にインタフェースされる電力変換回路および制御技術調査専門委員会(第5回)」では, 詳細な回路技術および制御技術に着目していたが, 昨今, 様々な新しい電力変換システムが実用化されていることを鑑みて, 回路技術はもちろん, 実装や実用化技術, インタフェースされる周囲のシステムやそれらの広域的な制御技術なども含んだ電力変換システムを主な調査対象とする点に前委員会との相違がある。また, 電力系統自体の制御を主目的とした回路・制御技術(STATCOMなど)は調査範囲外とするが, 電力系統同士のインタフェースを目的とした機器(SSTや交流系統に連系されるHVDC機器など)は調査対象とする。具体的には下記の内容を行う。

(1) 調査範囲

1. 再生可能エネルギーを中心とした系統連系インバータに用いられる回路・制御技術
2. 情報通信機器や家電, 民生機器を中心とした電源に用いられる回路・制御技術(電力が単方向)
3. UPSやESSなどの蓄電機能を有する機器に用いられる回路・制御技術
4. V2Xなど移動体や運輸に関連する系統連系機器に用いられる回路・制御技術
5. SSTや交流系統との連系を含んだHVDC, 直流配電システムなどの電力系統用機器に用いられる回路・制御技術

また, 以下のキーワードは近年の技術動向から調査対象として注目すべき技術と位置付け, 上記5種のア

アプリケーションの分類に加えて詳細項目として調査文献にタグ付けすることで、各技術をさらに詳細に整理する。

- (a) ノイズ、高調波抑制技術
- (b) 高周波（主にMHz以上を扱うもの）
- (c) 受動素子（主に回路・制御技術により受動素子を小型軽量化、高信頼化するもの）
- (d) デジタル制御技術（デジタル制御の特徴を陽に生かして高性能化するもの）
- (e) 高効率化技術
- (f) ソフトスイッチング（ZVS, ZCS, ZVZCS）
- (g) マルチレベル, 多直並列, 多重化技術
- (h) 規格関係（系統連系規定、FRT要件などにおける新しい展開に関係するもの）

(2) 調査対象

国内外の学術論文, 企業が出版している技報など

(3) 調査方法

調査結果を上記のアプリケーション別に整理分類して利点・課題などを明確にし、現在の動向、将来の方向性を議論する。

4. 予想される効果

上記の調査活動により、交流電源にインタフェースされる電力変換に関する最新の技術動向を体系的に整理して公開することにより、次の効果が期待できる。

- (1) 交流電源にインタフェースされる電力変換の研究開発の方向性と実用化の現状が明確になる。
- (2) 交流電源にインタフェースされる電力変換技術の各種方式の特徴, 利点, 課題, 技術的優位性が明らかになり, 今後の研究開発において新しい方式の創出を促す。
- (3) アプリケーション毎に技術動向を整理することで, 横断的な検討が期待できる。(例えば, 100V電源を対象にした機器に用いられている技術の着眼を, 400V電源を対象にした機器へ展開する)

5. 調査期間

2024年（令和6年）4月～2027年（令和9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	小原 秀嶺	(横浜国立大学)	会員
委員	石倉 祐樹	(村田製作所)	会員
同	今岡 淳	(名古屋大学)	会員
同	大沼 喜也	(長岡パワーエレクトロニクス)	会員
同	郭 中為	(新電元工業)	会員
同	木口 龍雅	(富士電機)	会員
同	久保田 洋平	(東芝キャリア)	会員
同	中西 俊貴	(電力中央研究所)	会員
同	中山 暁斗	(三菱電機)	会員
同	芳賀 仁	(静岡大学)	会員

同	比嘉 隼	(明電舎)	会員
同	横山 智紀	(東京電機大学)	会員
同	吉田 正伸	(高知工業高等専門学校)	会員
幹 事	小池 直希	(ポニー電機)	会員
同	高木 一斗	(GSユアサ)	会員

7. 活動予定

委員会 4回/年

8. 報告形態 (調査専門委員会は必須)

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開催をもって成果報告とする。