

交流電源用インターフェイスコンバータの 応用技術

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編

目 次

1. はじめに	3	4. 情報通信分野の技術動向	23
2. 瞬低・停電補償分野の技術動向	5	4.1 はじめに	23
2.1 はじめに	5	4.2 情報通信用電源を取り巻く環境	23
2.2 回路方式・分類	5	4.3 情報通信用電源の構成（回路方式）	24
2.3 大型 UPS	6	4.4 情報通信システムに適した給電方式	27
2.4 小型 UPS	11	4.5 まとめ	28
2.5 瞬低対策装置	13	5. 産業機器・輸送機器分野の技術の動向	30
2.6 おわりに	14	5.1 まえがき	30
3. 電力系統用変換器の技術動向	16	5.2 輸送機における技術動向	30
3.1 まえがき	16	5.3 産業機器における技術動向	33
3.2 大容量高電圧変換器の技術動向	16	5.4 まとめ	35
3.3 発電機と接続する電力系統用変換器	18	6. 集積化を志向した新しい回路技術動向	37
3.4 メガソーラの動向	20	6.1 はじめに	37
3.5 家庭用燃料電池システムの技術動向	20	6.2 集積化に適した回路	37
3.6 まとめ	21	6.3 集積化に適した電力変換回路の個別技術	37
		6.4 まとめ	41

交流電源インターフェイス用コンバータ技術 調査専門委員会委員

委員長 西田保幸(千葉工業大学)
幹事 大熊康浩(富士電機ホールディングス)
和田圭二(首都大学東京)
幹事補佐 奥井芳明(山洋電気)
委員 伊東淳一(長岡技術科学大学)
伊東洋一(サンケン電気)
井上重徳(日立製作所)
江口政樹(シャープ)
木村紀之(大阪工業大学)
久保田善一(京三製作所)
黒川不二雄(長崎大学)
齋藤真(芝浦工業大学)
佐藤之彦(千葉大学)
重枝秀紀(鉄道総合技術研究所)
清水敏久(首都大学東京)

委員 周藤龍(新電元工業)
住吉真一郎(パナソニック)
竹下隆晴(名古屋工業大学)
田本貞治(ユタカ電機製作所)
長井真一郎(ポニー電機)
藤田英明(東京工業大学)
船渡寛人(宇都宮大学)
星伸一(東京理科大学)
枘川重男(東京電機大学)
松本剛幸(サンケン電気)
宮田博昭(日立製作所)
森治義(三菱電機)
山本真義(島根大学)
横山智紀(東京電機大学)
吉田修(日新電機)
吉野輝雄(東芝三菱電機産業システム)

1. はじめに

1.1 まえがき

商用電源を中心とする交流電源に接続されインターフェイスとしての機能を果たす半導体電力変換器に関しては従来から多様な研究が行われてきた。とりわけ近年は電源高調波電流の抑制や交流電源側の力率改善,あるいは電力回生などの要求仕様に対応するために,パワーMOSFET や IGBT などの自励式スイッチングデバイスを使用した PWM (Pulse Width Modulation:パルス幅変調)制御技術の適用が一般的になってきた。さらに,用途毎に特化した技術要素が付加されて,各種製品の多彩な展開に寄与している。その一方で,技術要素が用途や産業分野に特化することによる技術交流の停滞や技術の散逸も起こっており,研究開発の効率低下を招く弊害を危惧する声も聞かれる。その対策として,「各種交流電源とのインターフェイス部をつかさどる半導体電力変換器」(交流電源インターフェイス)と言う横断的な視点に立ってそれぞれの有用な技術要素について調査を行い,適用分野に特有な技術要素と共通となりうる技術要素について整理することは更なる高機能化,高電力密度化,低価格化はもとより,今後のパワーエレクトロニクス技術の一層の普及と新分野への展開には非常に有用である。

中小電力容量の交流電源インターフェイス用電力変換器の技術動向を調査・抽出・整理分類することにより,次世代の変換器技術の発展に資することを目的として,首都大学東京・清水敏久委員長の下,28名の委員によって「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) (Alternative Interface))が設置され,2年間の調査活動を行って所期の目的を達し平成2006年6月に終了した。この第1回 AIF では航空機や船舶などの内部交流電源等を視野に入れた各種の交流電源に接続される多種多様な変換器,すなわち有効電力を融通する整流器と回生・系統連系インバータおよび UPS (無停電電源装置:Uninterruptible Power Supply または Uninterruptible Power System) やマトリックスコンバータを扱った。さらに,基本波無効電力を融通する SVC (Static var Compensator) と STATCOM (Static Synchronous Compensator),系統の高調波を補償する電力用アクティブフィルタも調査対象に加えた。また,これらの回路方式に有用な電力用半導体デバイスと特徴的な制御手法も調査対象として,「横断的な視点に立ってそれぞれの有用な技術要素について調査を行い,適用分野に特有な技術要素や共通となりうる技術要素について整理」がなされた。これらの調査結果は,電気学会技術報告1096号「電力変換の交流電源インターフェイス技術」として2007年7月に発行された。

第1回 AIF の活動結果を受けて平成2007年10月~2009年9月に設置された「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)では,第1回 AIF

の調査対象が広範であったために行う事ができなかったより深い調査を,交流電源インターフェイス用コンバータとしての中心的存在である「有効電力の融通を目的とした整流器と回生・系統連系インバータ」に的を絞って行った。さらには交流電源として機能するインバータ技術や応用機器なども含めた交流電源システムにおける電力変換器としての最新技術動向も調査し,これらの分野における将来技術の発展動向を探ってきた。この結果を,2009年9月に三重大学にて開催された電気学会産業応用部門大会シンポジウムを開催し,多数の聴講者に対して講演を行った。さらに,2010年2月には北海道大学において電気学会北海道支部講習会を開催し,本委員会の調査結果の報告を行った。本報告書はこれらの講演内容を基にして取りまとめたものである。以下に各章の概要を示す。

1.2 瞬低・停電補償分野の技術動向

データセンター等の重要負荷を交流電源の瞬停や停電から保護する装置である瞬低(瞬時電圧低下)補償装置や無停電電源装置は,交流電源インターフェイス機能を持った機器でもある。瞬低補償装置や無停電電源装置について,「回路方式・分類」,「UPS」,「瞬停補償装置」について調査しその内容を取り纏めている。

1.3 電力系統用変換器の技術動向

パワー半導体素子の発展に伴って kW 級から数十 MW 級の電力系統用変換器の研究開発が盛んに行われている。具体的には,大容量高電圧変換器の研究開発動向,6.6kV 系統用電力変換器のトランスレス化の研究例,交流発電機と電力系統とのインターフェイス変換器の最近の研究例,直流発電システムを電力系統に連系するシステムの例として急激に導入が進んでいるメガソーラ(大規模太陽光発電システム)の開発例,さらに将来導入が進むと考えられる家庭用燃料電池のインターフェイス技術の研究例を調査しその内容を取り纏めている。

1.4 情報通信分野の技術動向

急速に進歩を遂げ現代生活に深く浸透している情報通信技術(Information and Communication Technology: ICT)を支え,高信頼性,高効率が特に要求される情報通信用電源について,取り巻く環境,回路方式,給電方式(特に最近注目されているデータセンター等の直流給電方式)について調査しその内容を取り纏めている。

1.5 輸送機・産業機器分野の技術動向

輸送機・産業機器ではモータ駆動用インバータが広く用いられており,その回路構成や制御手法の研究開発が盛んにおこなわれている。一方,この種の電力変換システムではインバータの直流電圧を維持・確立するための整流回路も欠かせない。そこで,「電気鉄道地上設備」,「航空機用電源」,「電気自動車用急速充電器」,「RF(Radio