

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

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
調査専門委員会編

目 次

1. 総論	3	4.2 関連法規の動向	22
1.1 はじめに	3	4.3 住宅用 PCS の技術動向	23
1.2 調査対象と調査方針	3	4.4 産業用 PCS の技術動向	26
1.3 応用分野別の調査範囲	4	4.5 SiC パワーデバイス応用の動向	30
1.4 他の分野への応用考察	4	4.6 太陽光パネルの動向	30
1.5 おわりに	4	4.7 燃料電池の系統連系技術動向	30
2. 産業分野における技術動向	5	4.8 おわりに	31
2.1 はじめに	5	5. 新システム・特殊電源及び要素技術	
2.2 高効率化・高密度化・大容量化の適用状況	5	における技術動向	32
2.3 最新技術動向	8	5.1 はじめに	32
2.4 部品技術・実装技術	12	5.2 加速器用電源	32
2.5 おわりに	13	5.3 核融合炉応用	33
3. 家電分野における技術動向	14	5.4 特殊応用	34
3.1 はじめに	14	5.5 自励 HVDC	35
3.2 エアコンにおける動向	14	5.6 要素技術	36
3.3 IH 機器における動向	16	5.7 おわりに	37
3.4 LED 照明における動向	17	6. 他分野への応用考察	38
3.5 充電器における動向	19	6.1 はじめに	38
3.6 AV 機器における動向	20	6.2 各分野における要素技術の抽出結果	38
3.7 おわりに	20	6.3 要素技術の展開および変化例	39
4. 新エネルギー分野における技術動向	22	6.4 他分野への展開の可能性	41
4.1 はじめに	22	6.5 おわりに	41

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 調査専門委員会委員

委員長 伊 東 洋 一(サンケン電気)
幹 事 奥 井 芳 明(山 洋 電 気)
長井真一郎(ポ ニ ー 電 機)
幹事補佐 山 本 真 義(島 根 大 学)
加 藤 康 司(サンケン電気)
委 員 井 上 重 徳(株式会社日立製作所)
大 田 悟(東芝三菱電機産業システム)
木 船 弘 康(東京海洋大学)
黒川不二雄(長 崎 大 学)
郷 田 崇(株式会社京三製作所)
大 井 一 伸(明 電 舎)
齋 藤 真(芝浦工業大学)
清 水 敏 久(首都大学東京)
周 藤 龍(新電元工業株式会社)
住吉真一郎(パナソニック)
竹 下 隆 晴(名古屋工業大学)

委 員 西 田 保 幸(千葉工業大学)
芳 賀 仁(長岡技術科学大学)
平 木 英 治(山 口 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)
宮 田 博 昭(日立製作所)
村 瀬 剛(三井金属エンジニアリング)
吉 田 正 伸(高知工業高等専門学校)
田 本 貞 治(ユタカ電機製作所)
横 山 智 紀(東京電機大学)
江 口 政 樹(シャ ー プ)
木 村 紀 之(大阪工業大学)
岩 谷 一 生(T D K ラ ム ダ)
萩 原 誠(東京工業大学)
平 尾 敬 幸(富士電機株式会社)
鈴 木 明 夫(富士電機株式会社)

1. 総論

1.1 はじめに

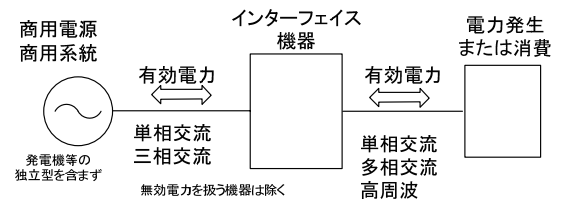
交流電源にインターフェイスされる各種電源装置において、半導体電力変換技術を応用した電力変換器については、従来から多くの研究が行われてきた。電源高調波電流の抑制や小型軽量化などの要求に対応するために、パワー MOSFET や IGBT などの高周波スイッチング可能な素子を使用した回路の適用が一般化した。最近では、産業分野毎に特化した要求（コストや信頼性、耐環境性など）を満足するためにその分野独自の要素技術が付加されている。同じ要素技術であっても応用分野により、有用性が異なる。たとえば、ソフトスイッチング技術や電流形変換器は特定の産業分野により実用化されている。加えて、交流から直流に変換(AC-DC 変換)した後、直流から直流に変換(DC-DC 変換)するものや、AC-DC 変換を並列に行うもの、これらの組み合わせにより電源システムを構成するものなど、応用分野によってさまざまである。

応用分野により変換器技術が独自に発展することで、その技術が細分化し、枝分かれしている。各分野間の技術情報交流がなくなりつつある。相互の研究成果が活用できないことや、同じような課題を協力して研究できない。研究開発の効率が低下する恐れがある。これを回避するために、交流電源とのインターフェイスをつかさどる半導体電力変換技術について過去すでに 2 回、調査が行われている⁽¹⁾⁽²⁾。しかし、これらの委員会では、まだ調査していない分野や、すでに調査したが技術発展が速い分野があり、継続して調査する必要がある。さらに各応用分野別に技術動向の調査をすることに加えて、応用分野を横断する視点に立ち、調査結果から、共通基盤となる要素技術や他の分野でも有用な技術を明確にしなければならない。

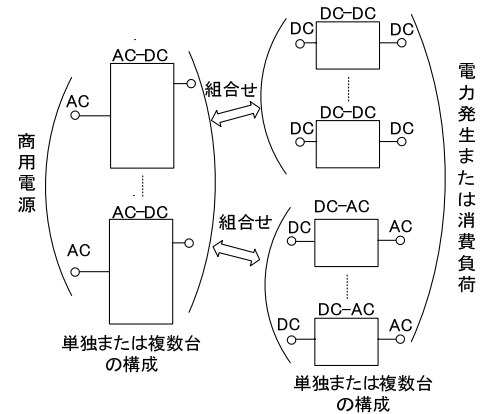
本調査専門委員会では、次世代の電力変換器技術の発展に寄与することを目的として、次のことを実施した。商用電源に直接 インターフェイスされる変換器に DC-DC 変換器または DC-AC 変換器を組み合わせる構成される電源システムについて、2010 年 11 月～2012 年 10 月の期間、応用分野別に最近の技術動向を調査した。2 か月に 1 回、合計 12 回の会合を開き、調査内容を報告、討論し、理解を深めた。さらに要求性能毎（応用分野を横断的に）に整理分類した。そして、他の分野への応用を考察した。以上、これらの結果を報告書としてまとめた。

1.2 調査対象と調査方針

図 1 に本委員会で調査する対象を示す。商用電源にインターフェイスされる機器の定義は、大規模電力系統に接続される機器であり、有効電力を積極的に制御する機器とす



(a) 商用電源インターフェイスの定義



(b) AC-DC 変換および DC-DC 変換等の電源システム

図 1. 調査対象とするインターフェイス機器・システム

る。航空機用電源や独立の分散型電源に接続されるものや、無効電力を扱うアクティブフィルタ、高調波補償装置等は調査対象から除く。AC-DC 変換器に加えて DC-DC や DC-AC 変換器を組み合わせる構成されるものや機器が複数組み合わせられて構成されるシステムは調査対象とする。

調査方針として、

- (1) 応用分野毎に、過去 2 回の委員会で調査されていない分野を調査する。ただし、すでに調査された分野であっても、技術の発展が著しい分野については、継続調査を行う。
- (2) 既知の回路でも新しい分野への適用事例や、課題解決のための技術発展があるものは調査する。たとえば、ダイオード整流回路でも冷却技術や実装技術を開発し小型化、低コスト化を行い、いままでは使われていなかった分野で使うことができた事例など。
- (3) ある応用分野において議論されている課題や評価指標について、応用分野を横断しての調査は行わない。たとえば、現状、高効率変換器の研究分野では電力密度 W/CC が一つの評価指標となっているが、応用分野では、必ずしもそのような議論がされておらず、調査がむずかしい。
- (4) 電気学会が定義されている用語を使用する⁽³⁾。しかし、本委員会では最新の技術を調査しているため、定まっていない用語が多々ある。この場合は、論文の用語をそのまま用いることにする。たとえば、