

パワーコンバータに用いられる受動部品の研究・開発および製作技術 協同研究委員会 設置趣意書

半導体電力変換技術委員会

1. 目的

パワーコンバータはパワーデバイスを中心とした各種の部品で構成されており、パワーデバイスの発展と共にコンバータの性能も向上してきた。特に昨今の SiC や GaN などのワイドバンドギャップ半導体を利用した新形のパワーデバイスの性能向上は目を見張るものがあり、これによってパワーコンバータの目覚ましい特性改善が期待されている。ところで、パワーコンバータの特性改善にはトランス、インダクタ、キャパシタなどの受動部品の特性改善も必須であるが、SiC や GaN などの利用によるパワーデバイスの顕著な特性改善に対して受動部品の特性改善が追いついていない現状が露見しつつある。そこで本協同研究委員会では、受動部品の専門家とパワーコンバータの専門家が一同に会して、これまでの受動部品の特性改善・開発の経緯や現時点に於ける問題点とその解決策を調査・議論しながら、来る近い将来に於けるパワーコンバータの目覚ましい特性改善に対応する為の受動部品の研究・開発および製作技術について調査・検討して次世代のパワーコンバータ技術の発展に寄与する事を目的とする。

2. 背景および内外機関に於ける調査活動

各種パワーコンバータに於いて受動部品は重要な構成要素であるが、パワーデバイスの特性改善とそれをキャッチアップする為のパワーコンバータ主回路構成やシステム技術についての議論が優先されて来たために、受動部品の現状や特性改善についての体系的調査や具体的技術開発が後回しにされてきた感がある。

トランス、インダクタ、キャパシタといった受動部品はパワーエレクトロニクスの黎明期から利用されており、パワーコンバータの進化と共に進化して来てはいるが、商用周波数で利用されるこれら受動部品は別として、パワーコンバータ用としての受動部品についての電気学会産業応用部門での具体的調査研究はこれまで無かったようである。さらに、SiC や GaN などのワイドバンドギャップ半導体を利用した新形のパワーデバイスの利用によるパワーコンバータの特段の特性改善が見込まれるようになった現在、受動部品の特段の特性改善がなされない場合には受動部品がパワーコンバータの特性改善のボトルネックとなる懸念が顕在化している。

半導体電力変換技術委員会傘下の「交流電源にインター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」(AIF-4) や「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」(PSI-II) 等でも受動部品について扱ってはいるが、調査対象項目が多岐に渡っており、必ずしも受動部品についての十分な議論・調査はされていない。

毎年5月にドイツ・Nuremberg で開催される PCIM(Power Conversion and Intelligent Motion)-Europe では、昨年の Advisory Board Meeting (PCIM-Europe の展示会・国際会議の技術面の運営について審議する場)にて代表の Dr. Leo Lorenz (ECPE(European Center of Power Electronics)の代表でもある) から「SiC や GaN デバイスの利用によるパワーコンバータの目覚ましい特性改善が望めるようになった現在、受動部品の特性改善が今後の焦点と考えられるので今後は受動部品について注視したい。については受動部品界の expert 2 名に Board Member に既に加わって頂いており、さらに追加する予定である。」との方針が打ち出され、今年5月開催の PCIM-Europe-2017 では、従来から開設されていた受動部品に関する一般セッション(「Passive Components and New Materials」(質疑含み 30分×3~4件))に加えて、二つの特別セッション(「SPECIAL SESSION: Passive Components」(質疑含み 30分×4件), 「SPECIAL SESSION:

Capacitors」(質疑含み 30 分×4 件))を設置するなど重点技術項目として位置づけている。

また、ISPSD-2016 (The 28th IEEE International Symposium on Power Semiconductor Devices and ICs) (2016/6/12-16 に Prague, Czech Republic で開催) の PLENARY SPEECH でスイス連邦工科大学の Prof. J. Kolar は「The Ideal Switch is Not Enough」とのタイトルで、「スイッチの特性は十分に高まったが、受動部品特性が追いついておらず、これがボトルネックとなっているため、今後は受動部品の特性改善が重要」と訴えている。

受動部品の特性改善が今後は重要との認識は内外の関係研究者の共通認識となっており、上記の通りヨーロッパでは具体的な動きが見られる。我が国でもこれにいち早く対応して後れを取らない様にする事が肝要である。

上記の様な技術的環境にあつて、半導体電力変換技術委員会傘下にて関係する専門家が一同に会して、現在のパワーコンバータに利用されている受動部品の特性等について技術的調査を実施する事と、それを土台として、これから盛んになると予想される超高周波スイッチングパワーコンバータの実用化に向けての受動部品の有るべき姿や特性改善のあるべき道筋を調査・議論する事は肝要である。

3. 調査検討事項

(1) 調査範囲

パワーコンバータ全般に利用されているインダクタ、トランス、キャパシタ、他(ブスバーなどの導体、絶縁体)を調査の対象とする。また、可能な限りこれら受動部品を利用するパワーコンバータの種類毎に特徴的技術要素・項目についても調査する。

(2) 調査対象

これまでのパワーコンバータ系で実施されてきた調査専門委員会や協同研究委員会で調査対象として来たパワーコンバータに関する学会等(国内外)の論文、雑誌、特許を調査対象としつつ、本協同研究委員会の目的にかなう新たな情報ソース委員を必要に応じて加え、その協力を得て調査する。

(3) 調査方法

毎回の委員会において、インダクタ、トランス、キャパシタ、他(ブスバーなどの導体、絶縁体)に分けて調査文献を整理分類しつつ、ディスカッションや意見・情報交換の機会を多く設け、その結果を取り纏める。

本委員会のテーマは新規テーマであり、受動部品の研究・開発および製作技術について議論を行う。議論の結果が技術報告としてまとめずらい内容になる可能性が高いため協同研究委員会とする。

4. 予想される効果

これまで各種パワーコンバータに利用されている受動部品についての体系的調査はほとんど行われていないので、本調査内容を取り纏めた情報を公開する事でパワーコンバータ用受動部品の現状と今後に向けての技術的課題が明確になり、次の事が期待できる。

- (1) パワーコンバータに利用されている受動部品についての現状と技術的課題についての情報がパワーコンバータのアプリケーション毎に整理体系化された形で提供されるために、三位一体である「パワーコンバータに利用される受動部品側」、「受動部品を利用するパワーコンバータ側」、「受動部品とパワーコンバータの組合せ」の面で技術習得・技術開発効率が向上する。
- (2) 受動部品に関する今後検討すべき各種および各技術領域に於ける技術課題が明確になり、今後の受動部品の技術開発の加速に貢献する。

5. 調査期間

平成 29 年(2017 年)7 月～平成 31 年(2019 年)6 月の 2 年間

6. 委員会の構成（敬称略・委員(A)はアカデミア側委員，委員(I)はインダストリー側委員）

職名	氏名（所属）	会員・非会員区分
委員長	西田 保幸（千葉工業大学）	会 員
委員 (I)	相牟田 京平（日立金属）	会 員
同 (I)	石川 睦雄（二和電気）	会 員
同 (A)	石飛 学（奈良工業高等専門学校）	会 員
同 (A)	小笠原 悟司（北海道大学）	会 員
同 (A)	折川 幸司（北海道大学）	会 員
同 (I)	恩田 謙一（日本ケミコン）	非会員
同 (I)	河野 健二（日本テキサス・インスツルメンツ）	非会員
同 (A)	木村 紀之（大阪工業大学）	会 員
同 (A)	佐藤 宣夫（千葉工業大学）	会 員
同 (A)	清水 敏久（首都大学東京）	会 員
同 (A)	関屋 大雄（千葉大学）	会 員
同 (A)	竹下 隆晴（名古屋工業大学）	会 員
同 (I)	寺園 勝志（安川電機）	会 員
同 (I)	長井 真一郎（ポニー電機）	会 員
同 (I)	仲野 陽（アルプス電気）	会 員
同 (I)	西山 茂紀（村田製作所）	会 員
同 (A)	芳賀 仁（長岡技術科学大学）	会 員
同 (A)	藤崎 敬介（豊田工業大学）	会 員
同 (A)	梶川 重男（東京電機大学）	会 員
同 (A)	丸田 英徳（長崎大学）	非会員
幹事	小澤 正（日本ケミコン）	会 員
同	茂木 進一（神戸市立工業高等専門学校）	会 員
幹事補佐	魏 秀欽（千葉工業大学）	会 員

公募により若干名の委員の追加を予定（参加順）。

7. 活動予定

委員会 4回／年， 見学会 1～2回／年

8. 報告形態

産業応用部門大会におけるシンポジウムの開催

9. 活動収支予算

収入：委員負担金 4,000円×24名 = 96,000 円

支出：会議費 12,000円×8回 = 96,000 円

合計：収入－支出 = 0円

以上