The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	補助共振転流スナバを用いたソフトスイッチングパルス幅変調電力変換回路とその特性評価に関する研究
Author(s)	平木, 英治
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44625
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

氏　　名　平木英治（ひらき えいじ）

博士の専攻分野の名称　博　士（工　学）

学位記番号　第　18898　号

学位授与年月日　平成16年3月25日

学位授与の要件　学位規則第4条第2項該当

学位論文名　**補助共振転流スナバを用いたソフトスイッチングパルス幅変調電力変換回路とその特性評価に関する研究**

論文審査委員　（主査）
教　授　高井　幹夫

（副査）
教　授　奥山　雅則　　教　授　岡本　博明
山口大学大学院理工学研究科教授　中岡　睦雄

論文内容の要旨

近年、太陽光発電、風力発電、燃料電池などの新エネルギー発生形態やコジェネレーションなど既存エネルギーの有効利用技術が注目されている。これら新しいエネルギー技術を現有の電力ネットワークに接続するには、スイッチングモードで動作する半導体電力変換回路インターフェイスが必要となる。しかしながら従来技術であるハードスイッチング電力変換技術では、スイッチング周波数の高周波化に伴う電力損失の増大、電圧サージ・電流サージによる電磁ノイズの発生、また高 *dv/dt*・高 *di/dt* による漏れ電流や局所的絶縁破壊といった数多くの問題点が顕在化している。これらを解決する手法として、半導体電力変換回路に共振スナバを組み込み、パワー半導体デバイスの印加電圧もしくは電流がゼロという条件下で低 *dv/dt*・低 *di/dt* かつ低損失なスイッチング動作を行う、ソフトスイッチング電力変換技術が脚光を浴びている。

本論文は、新エネルギーインターフェイスの主流をなす数 kW から数十 kW 級の出力電力範囲を対象とした三相電圧形正弦波 PWM 半導体電力変換回路の高性能化を目的とし、単純な制御系、電力変換効率の向上、電磁ノイズの低減という観点から、補助共振転流スナバ回路技術に立脚する三種類の新しいソフトスイッチング化手法（Type Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ）を提案している。これら三種類の提案手法について特徴と動作原理を概説し、回路設計方法を示し数 kW 級ミニモデル器の試作実験およびシミュレーション解析を行った結果、Type ⅠおよびⅡはこれまで提案されてきたソフトスイッチング回路で必要な直流部電圧中性点維持用のケミカルキャパシタ、さらに共振スナバ制御用の電流制御系が不要な単純構成でソフトスイッチング動作を実現可能であることを示した。またハードスイッチング電力変換回路との比較検討を行い、Type Ⅱは 18 kW 出力時で 2.4%の電力変換効率向上を見込めることを示し、Type Ⅲは 2 MHz-10 MHz の周波数帯域で最大 20 dB の電磁ノイズ低減効果を得ることができた。

以上のことから、提案する手法を用いた新しい三相電圧形ソフトスイッチング正弦波 PWM 半導体電力変換回路は、次世代の新エネルギーインターフェイスにふさわしいものといえる。

論文審査の結果の要旨

太陽光発電、風力発電、燃料電池など地球環境に優しい次世代のエネルギー発生源と現有の電力系統を連係するイ

ンターフェイスとなる数kWから数十kWの出力範囲を持つ三相電圧形正弦波パルス幅変調半導体電力変換回路を対象とした、ソフトスイッチング電力変換回路技術に関する研究成果をまとめたものである。

従来技術であるハードスイッチング半導体電力変換回路につきまとうスイッチング損失の増大、電磁ノイズの発生といった問題点を効果的に解決する方策として、回路の電気共振現象を利用して損失や電磁ノイズを低減するソフトスイッチング技術が注目されているが、正弦波パルス幅変調半導体電力変換回路のソフトスイッチング化回路トポロジーは、これまでにもいくつか報告はあるものの、回路構成や制御法が複雑になるなど実用化が困難であった。

本論文では、これまで提案されてきたソフトスイッチング電力変換回路で必要であった直流電圧中性点維持用のケミカルキャパシタが不要な補助共振転流スイッチングブロックスナバ方式を提案し、単純な回路・制御構成でソフトスイッチング動作を実現可能なことをシミュレーション解析により明らかにしている。また単純な回路・制御構成を維持した上で、共振動作時に流れる共振電流の一部を電源に回生する高周波回生トランス形補助共振転流リンクスナバ方式を提案し、ハードスイッチング電力変換回路と比較して18kW出力時で2.4%の電力変換効率向上を見込めることを試作実験とシミュレーションにより明らかにしている。さらにゼロ電圧・ゼロ電流スイッチング（ZVS&ZCS）による完全なソフトスイッチング動作を達成可能なZVZCSハイブリッド補助共振転流リンクスナバ方式を提案し、2 MHz-10 MHzの周波数帯域で最大20 dBの電磁ノイズ低減効果を得ることができることを実験により示し、ノイズフィルタレス化による小型低コスト化の可能性を示している。

これらの結果から、提案するソフトスイッチング手法を用いた新しい三相電圧形ソフトスイッチング正弦波パルス幅変調半導体電力変換回路は、どれも単純な回路構成と制御系で実現可能な、次世代の新エネルギーインターフェイスとして有望な回路トポロジーであるといえる。

以上のように、本論文はパワーエレクトロニクスに新しい知見を与え、次世代の電力変換応用技術に大きく寄与するものであり、博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。