

平成13年12月25日

電子・情報工学専攻	
申請者氏名	高野博司

紹介教官氏名	星 鐵太郎 教授
--------	----------

論文要旨 (博士)

論文題目	医用高出力スイッチング電源システムとその高性能化に関する研究
------	--------------------------------

本論文は、診断用 X 線装置、X 線コンピュータ断層装置 (X 線 CT 装置)、磁気共鳴イメージング装置 (MRI 装置) に代表される医用画像診断システムに適用される大容量対応の電源装置に関し、その高出力化、高効率化、高速応答化、ダウンサイジング化、及びこれら電源装置のデジタル制御法、回路動作解析手法について述べている。

第 1 章では、まず本論文の背景と目的、その意義についてまとめている。

第 2 章では、デジタル制御スイッチングモード電力変換回路とそのシステムの動作解析が可能な、新しいコンピュータ援用シミュレーション手法について述べている。このシミュレーション法は、アクティブパワースイッチとダイオードスイッチの代わりに時変抵抗モデルを用いた回路方程式と、インダクタとキャパシタに関する状態方程式と、この回路方程式を状態方程式に変換する代数演算法に基づいている。

第 3 章では、医用 X 線高電圧装置用共振タンク高周波 AC リンク DC-DC コンバータの高周波高電圧トランスの等価回路モデルと回路定数の算定法について述べている。

第 4 章では、定格出力 30 kW から 100 kW の医用 X 線高電圧装置として設計された、高周波高電圧トランスリンク直列、並列、直並列共振インバータ形 DC-DC コンバータの特性を比較検討している。その特徴は、本来は有害である高周波高電圧トランスの寄生回路パラメータを上記 3 種類の共振トポロジーに有効に利用していることにある。

第 5 章では、医用 X 線高電圧装置として、高周波高電圧リンクトランスの寄生回路パラメータを利用した非共振 PWM DC-DC コンバータについて、上記直並列共振 DC-DC コンバータと比較しながら電力変換効率の改善効果を中心にその特性を評価している。

第 6 章では、双方向スイッチと電圧クランプダイオードを用いた補助共振ブリッジレッグスナバ・ソフトスイッチングインバータ形 DC-DC コンバータを提案し、医用 X 線高電圧装置に適用した例について述べている。ここでは電圧クランプダイオードトポロジーを導入して、補助インダクタや配線インダクタンスに蓄えられたエネルギーによって生じるサージ電圧から双方向スイッチを保護する新しい回路方式を議論している。またこの電圧クランプダイオードを用いた共振ブリッジレッグスナバの各種回路方式を提案している。

第 7 章では、管電圧の高速下降特性を得て無効 X 線による被曝を低減可能な、高電圧パワー半導体ハイブリッドスイッチングモジュール方式高速パルス透視 X 線発生システムについて述べている。

第 8 章では、高速 MRI システム用高出力傾斜磁場電源装置として、4 並列フルブリッジ形高出力 PWM 電流増幅回路について述べている。この傾斜磁場電源装置には、目標遅延と負荷回路モデルフィードフォワード、デッドタイム補償機能を備えた位相進み補償制御、高分解能 PWM 信号発生回路、低ノイズ高分解能 A/D コンバータ、並列処理形デジタル制御回路などの新しいデジタル技術を導入している。

第 9 章では、本研究によって与えられた新しい成果を総括し、今後の研究課題と技術動向、新しい展開について言及している。