（様式課程博士３）

学 位 論 文 の 要 旨

専　攻　名	物質生産工学	ふりがな 氏　　名	あ べ こうすけ 阿 部 孔 介
学位論文題目	高降圧比を有する多相式コンバータに関する研究		

近年の急速な情報量増加に伴い，コンピュータやサーバー等に代表されるIT機器の消費電力が非常に大きくなってきている。経済産業省によると，IT機器の消費電力は2006年時点で国内総発電量の約5%であるのに対し，2025年には20%まで増加するといった予想結果が得られており，同省では，2025年におけるIT機器の予測消費電力の４割削減を目標とした「グリーンITプロジェクト」を進めている。また，民間企業では，インテル社やグーグル社等に代表される情報通信関連メーカ各社で"Climate Savers Computing Initiative"と呼ばれる非営利団体を組織し，IT機器用電源システムの電力効率を90%以上に高めることを目標として掲げている。

現在のIT機器用電源システムには，商用電源(AC100～200V)から中間バス電圧(例：DC12V)を作る絶縁型AC-DC変換回路(AC-DCコンバータ)と，中間バス電圧からメモリや各種IC用の電源電圧を生成する非絶縁型DC-DC変換回路(DC-DCコンバータ)が用いられている。電源システムの電力変換効率を高めるためには，コンバータ毎の効率向上が不可欠となるが，マイクロプロセッサ(MPU)と呼ばれるLSI用DC-DCコンバータの電力変換効率が最も低いため，このMPU用電源の効率向上がIT機器用電源システムにとって重要な課題となっている。

MPU用電源には，低電圧大電流出力，及び急速な負荷電流変動に対する出力電圧の高速応答特性（例：1V±50mV / 100A[100A/μs]）が求められており，現在では，多相式コンバータが広く用いられている。このコンバータは，複数個の降圧形コンバータを並列接続し，各相のスイッチング動作の位相をずらして駆動させる電源方式であり，相数を増やすことによって大電流出力に対応することが可能となる。しかしながら，高速応答特性を実現するためにコンバータ回路に用いるフィルタのインダクタンスを小さくすると，回路内を流れるリプル電流が増加するため，特に軽負荷時の電力変換効率が低下する。このリプル電流を低減するためにスイッチング周波数を高めた場合，スイッチング損失が増加するため高周波化にも限界がある。これらの問題に加えて，多相式コンバータでは，各相の電流のばらつきを抑える電流バランス制御も必要となり，これらは部品点数の増加や制御回路の複雑化を招く要因となっている。

本研究では，これらの問題点を改善するためコンバータ回路に分圧用キャパシタを追加した新しい多相式コンバータを提案し，本提案方式の有用性を明らかにすることを目的としている。従来大きな高周波電流が流れる回路に直列に小さな容量のキャパシタを挿入することは，電力損失の観点から避けられていた。一方，近年の電源用キャパシタは積層セラミック型にみられるように，低損

（注）和文2,000字又は英文800語以内　　　　続紙　有☑　無□

（様式課程博士８）

学位論文審査結果の要旨

専　　　　攻	物質生産工学専攻	氏　　　名	阿 部　孔 介
論　文　題　目	高降圧比を有する多相式コンバータに関する研究		
主　　　　査	准教授　　鍋島　隆		
審　査　委　員	教　授　　益子　洋治		
審　査　委　員	教　授　　小川　幸吉		
審　査　委　員	名誉教授　中野　忠夫		
審　査　委　員	教　授　　村田　勝昭		

審査結果の要旨（1000字以内）

近年のコンピュータやサーバー等に代表されるIT機器の急速な普及に伴い，これらの電子機器による消費電力増大に一層の拍車がかかっている。そのためIT機器に用いられる電源システムに対しても高い電力変換効率のものが求められている。現在，これらの電源回路には複数の降圧形コンバータを並列接続した多相式コンバータが広く用いられているが，低電圧大電流化に伴う電力変換効率の低下や各相の電流バランス制御による制御系の複雑化等の問題が課題として残されている。

本論文は，多相式コンバータを低電圧大電流化した場合に問題となる電力変換効率低下の改善を目的として，コンバータ回路に分圧用キャパシタを追加した新しい多相式コンバータを提案し，実験と動作解析によりその有用性を明らかにしたものである。

まず，２相式コンバータのスイッチ回路にキャパシタを挿入した回路をスイッチの状態に応じて等価回路で表し，定常解析により本方式が従来の降圧形回路に比べ２倍の降圧比が得られることを明らかにしている。また，挿入したキャパシタによりスイッチ素子にかかる電圧が半減するためスイッチング損失が低減されることが詳細な解析で示され，実験により検証されている。次いで，キャパシタに充放電される電荷量と各相の出力電圧の関係から，本方式が各相の出力電流が電流帰還制御を行わずとも自動的にバランスされる機能を有していることが明らかにされ，実験により検証されている。更に，３相以上の多相式コンバータにおける応用回路を示すと共に，新たなスイッチ駆動回路の開発を行うことにより，相数倍の高降圧比を有する多相式コンバータの実用的な回路方式が提案され，３相式コンバータの場合についてその有用性を明らかにしている。

以上の研究成果は多相式コンバータの電力変換効率の改善に対し一つの解決策を与えるものであると共に，電流バランス制御を不要とすることは制御系の簡素化と電源システムの信頼性を高めることにつながり，電子回路，電子機器工学に寄与するところが大きい。また，論文審査会，論文公聴会における著者の説明は明確であり，質問に対しても的確に回答がなされた。よって，本論文は博士（工学）の学位に値するものと認められる。