

Title	自動車用電源システムに適用するマイクロインバータ I C向け横型パワーデバイスの高性能化に関する研究
Author(s)	白木, 聡
Citation	大阪大学, 2015, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/52137
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

論文内容の要旨

氏 名 (白 木 聡)	
論文題名	自動車用電源システムに適用するマイクロインバータ IC 向け横型パワーデバイスの高性能化に関する研究
論文内容の要旨	
<p>本論文は、「自動車用電源システムに適用するマイクロインバータ IC 向け横型パワーデバイスの高性能化に関する研究」に関する研究成果をまとめたものであり、以下の 7 章で構成する。</p> <p>第 1 章では、本研究の背景、自動車業界における課題と本研究の目的について述べた後、本論文の構成の概略を述べる。自動車業界では、エネルギー問題および CO₂ 削減問題の解決のため、現在、環境対応車の開発に取り組んでいるが、今後、自動車用電源システムの高効率化が不可欠となる。本論文では、自動車用電源システムのあるべき姿を追求するため、ハイブリッド自動車/電気自動車向けの高電圧補機システムを提案し、そのシステムに適用するマイクロインバータ IC 向け横型パワーデバイスの高性能化を行っている。ここでは、本研究の位置づけをまとめた。</p> <p>第 2 章では、現状の自動車用電源システムの構成と要素技術を説明して、開発経緯と現状課題を述べる。また、補機システムの高効率化を実現するために重要となるマイクロインバータ IC の現状と要素技術についても述べる。現状課題である補機システムの高効率化のためには、バッテリー電圧を高電圧化することによって、電流を低減して、損失を低減する高電圧補機システムが有望であることを提案し述べる。</p> <p>第 3 章から第 5 章では、マイクロインバータ IC に搭載される横型パワーデバイスの高性能化に関する研究について述べる。</p> <p>第 3 章では、マイクロインバータ IC 向け横型パワーデバイスの高耐圧化に着目し、従来技術の課題を述べた上で、マイクロインバータ IC の高耐圧化に必要な新規要素技術の提案と実験的に検証した結果について述べる。高耐圧化には、SOI 基板の Box 界面の高濃度層追加とフィールドプレート技術を進化させることで、電界緩和を促進することが有効であることを示している。また、低耐圧素子を直列接続して、定常状態と過渡状態を考慮した設計をすることも有効であることを示している。</p> <p>第 4 章では、マイクロインバータ IC 向け横型パワーデバイスの低損失化に着目し、従来技術の課題を述べた上で、マイクロインバータ IC の低損失化に必要な新規要素技術の提案とシミュレーションにて検証した結果について述べる。低損失化には、トレンチ Box 層の追加により、電界緩和を促進しダイナミックアバランシェを抑制できるため、横型 Diode のリカバリ損失および横型 IGBT のターンオフ損失の低減に有効であることを示している。</p> <p>第 5 章では、マイクロインバータ IC 向け横型パワーデバイスの高サージ耐量化に着目し、従来技術の課題を述べた上で、マイクロインバータ IC の高サージ耐量化に必要な新規要素技術の提案と実験的に検証した結果について述べる。高サージ耐量化には、キャリア引き抜き構造を採用して、横型 Diode における電子引き抜き効果を促進し、かつホール注入抑制も可能となるため、蓄積電荷を抑制できることを明らかにした。その結果、高速ターンオフ動作において、ダイナミックアバランシェを抑制できるため、リカバリ電流による素子破壊防止に対して有効であることを示している。</p> <p>第 6 章では、マイクロインバータ IC によるモータドライブの従来技術の課題を述べた上で、モータ制御に必要な要素技術について述べる。さらに、本研究にて提案した技術を搭載したマイクロインバータ IC とモータ制御技術を組み合わせ、インバータの高効率化を実験的に検証した結果について述べる。本研究にて提案したマイクロインバータ IC と簡易センサレス制御を組み合わせることによって、高電圧補機システムの高効率化および小型化が実現可能であることを示している。</p> <p>第 7 章では、本研究で得られた成果についてまとめている。</p> <p>以上のように、本論文では、ハイブリッド自動車/電気自動車の電源システムとして、高電圧補機システムを提案して、高効率化および小型化が実現可能であることを明らかにした。また高電圧補機システムに適用するマイクロインバータ IC 向け横型パワーデバイスの高性能化が、高電圧補機システムの高効率化と小型化に貢献しており、横型パワーデバイスの高性能化に関して重要な技術的知見も得ることができた。</p>	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (白 木 聡)			
	(職)	氏 名	
論文審査担当者	主 査	教授	舟木 剛
	副 査	教授	伊瀬 敏史
	副 査	教授	高井 重昌
	副 査	教授	谷野 哲三
	副 査	教授	白神 宏之
	副 査	准教授	三浦 友史
	副 査	准教授	杉原 英治
論文審査の結果の要旨			
<p>本論文は、「自動車用電源システムに適用するマイクロインバータIC向け横型パワーデバイスの高性能化に関する研究」に関する研究成果をまとめたものであり、以下の7章で構成されている。</p> <p>第1章では、本研究の背景、自動車業界における課題と本研究の目的について述べた後、本論文の構成の概略を述べ、本研究の位置づけをまとめている。</p> <p>第2章では、現状の自動車用電源システムの構成と要素技術および、補機システムの高効率化を実現するために重要となるマイクロインバータICの現状と要素技術について述べている。補機システムの高効率化には、バッテリー電圧の高電圧化によって、電流を低減して、損失を低減する高電圧補機システムが有望であることを提案している。</p> <p>第3章では、マイクロインバータICの高耐圧化に必要な新規要素技術の提案と実験的に検証した結果について述べている。高耐圧化には、SOI基板のBox界面の高濃度層追加とフィールドプレート技術を進化させることで、電界緩和を促進することが有効であることを示した。また、低耐圧素子を直列接続して、定常状態と過渡状態を考慮した設計をすることも有効であることを示している。</p> <p>第4章では、マイクロインバータICの低損失化に必要な新規要素技術の提案とシミュレーションにて検証した結果について述べている。低損失化には、トレンチBox層の追加により、電界緩和を促進しダイナミックアバランシェを抑制できるため、横型Diodeのリカバリ損失および横型IGBTのターンオフ損失の低減に有効であることを示している。</p> <p>第5章では、マイクロインバータICの高サージ耐量化に必要な新規要素技術の提案と実験的に検証した結果について述べている。高サージ耐量化にキャリア引き抜き構造を採用して横型Diodeにおける電子引き抜き効果を促進するとともにホール注入を抑制し、蓄積電荷を抑制できることを明らかにしている。その結果、高速ターンオフ動作においてダイナミックアバランシェを抑制し、リカバリ電流による素子破壊防止に対する有効性を示している。</p> <p>第6章では、提案した技術を搭載したマイクロインバータICとモータ制御技術を組み合わせて、インバータの高効率化を実験的に検証した結果について述べている。提案したマイクロインバータICと簡易センサレス制御を組み合わせることによって、高電圧補機システムの高効率化および小型化が実現可能であることを示している。</p> <p>第7章では、本研究で得られた成果についてまとめている。</p> <p>以上のように、本論文では、ハイブリッド自動車／電気自動車の電源システムとして、高電圧補機システムを提案して、高効率化および小型化が実現可能であることを明らかにしている。また高電圧補機システムに適用するマイクロインバータIC向け横型パワーデバイスの高性能化が、高電圧補機システムの高効率化と小型化に貢献しており、横型パワーデバイスの高性能化に関して重要な技術的知見も得ている。以上のように、これらの研究成果は、自動車用パワーエレクトロニクス技術の進展に貢献するものである。</p> <p>よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。</p>			