

高周波電力変換器への 次世代パワー半導体デバイスの実装技術 およびその応用技術



研究背景

Si(シリコン)デバイスの性能を上回るSiC(炭 化珪素)・GaN(窒化ガリウム)などの次世代パ ワー半導体デバイスが盛んに開発・研究



● 鉄道 ● 自動車 ● 航空機 <u>高周波用途</u> ● 電源装置 ● 無線伝送 SiC ● 通信機器 調 Si GaN 動作周波数 <u>材料毎のパワーデバイス活用領域予想</u> ● 電力系統・鉄道などの高電圧用途

<u>高耐圧•大電力用途</u>

● 自動車・航空機などの高温環境用途

技術的課題

に発揮できない

配線インダクタンスや浮遊容量などの 寄生成分により、

スイッチング特性が悪化

● スイッチング速度の低下 ● スイッチング損失の増加

サージ電圧の上昇



SiC・GaNなどの高速動作特性を十分



<u>寄生成分を考慮したハーフブリッジインバータ</u>

次世代パワー半導体デバイス 適用に向けて実装技術の向上が 必要不可欠

電源装置・通信機器などの高周波用途

研究目的

次世代パワー半導体デバイスの性能を最大限に引き出すために、寄生成分を抑制し、電力変換器のスイッチング特性・高周波特性を改善 次世代パワー半導体デバイス普及のために、高速動作特性を活かした応用技術を提案



		<u> </u>	
構成	4層,厚銅基板(300 μm)	4層,標準銅箔厚(35 μm)	
寸法 [mm]	$200 \times 130 \times 2.4$	$100 \times 100 \times 0.6$	
導体間距離 [mm]	0.4	0.2	
配線インダクタンス [nH]	24.0	12.0	



超高速モータへの応用

効率・メンテナンス性の観点から, PWMインバータを用いたACモータ駆 動システムが広く利用

従来のモータドライブシステムでは, 電流制御性や電磁ノイズ・システム効 率の観点から、20 kHz以上での高周 波スイッチングが求められていない



Three-phase

rectifier

Commercial

power supply

}##

Davamatav	Value		
rarameter	Model B	Model C	Model D
Total stray inductance [nH]	12.0	19.5	12.5
Stray capacitance C _{p-n} [pF]	1350	474	1010
Stray capacitance C_{o-n} [pF]	95.0	1.9	9.5

パワー半導体デバイスのスイッチングにより、

インバータのスイッチング動作に伴い

電流にスイッチングリプルが重畳

Test

motor

所望の電圧・電流となる矩形波電圧を出力

PWM

inverter

Contr

<u>PWMインバータを用いたACモータ駆動システムの一例</u>



SiC•GaNの高速動作特性を活かした応用技術を検討

研究室で開発した低寄生成分SiCインバータ





<u>研究室で開発した100,000 rpm超高速モータ</u> Unit

Gap sensor



▶ 高速モータの低インダクタンス特性

▶ 次世代パワー半導体デバイス適用によるインバータ損失の低減 🚽 寄生成分の低減効果

→ <u>高周波スイッチング</u>によるモータドライブシステムのシステム効率改善に期待