

# 白物家電用モータドライバIC SIM6890Mシリーズの開発

## Development of the Motor Driver IC SIM6890M Series

前川 祐也\*  
Yuya Maekawa

陳 相 鎬\*  
Sangho Jin

**概要** 近年、新興国の経済発展に伴い世界のエネルギー需要が拡大を続けており、エネルギー利用の効率化は世界共通の認識となっている。白物家電市場においても世界的に急速な省エネ化の動きになっており、これまで非インバータであった製品もインバータ化が進んでいる。電圧事情が悪く、電源電圧変動の大きい地域でもインバータ化製品が使用されるようになり、モータドライバICに対しては、電源電圧変動時でも破壊しないよう高耐圧化の需要がある。また、エアコン、冷蔵庫においては、設定温度到達時間を短縮するため、より大きなパワーでモータドライバICを駆動するトレンドがあり、熱破壊を防止するため、高精度な温度モニタ機能の要求がある。以上の市場要求を満たすべくSIM6890Mシリーズを開発した。

SIM6890Mシリーズでは、ICに内蔵する出力パワー MOSにSJ-MOSを採用することで市場要求である600V耐圧品をラインアップした。

制御部のMICは、従来技術のMIC内温度モニタ機能に対して設計変更をすることで、高精度のパッケージ温度モニタを実現した。また、MICは最新の微細化プロセスを使用し、チップサイズのシュリンクを行っている。

### 1. まえがき

白物家電市場において世界的に急速な省エネ化の動きがある。特に、これまでインバータ化白物家電が普及していなかった新興国でも、政府による省エネ規制が始まり、インバータ化白物家電の普及が加速し、モータドライバICにとっても大きな市場として急成長している。新興国の中には電圧事情が悪い地域が多く、モータドライバICへ要求されることとして、電源電圧変動時でも破壊しないようにパワー素子の高耐圧化がある。

搭載するパワー素子はMOSとIGBTの2種類となっているが、従来品のSIM6800Mシリーズ（※以降、従来品と記述）においてMOSの耐圧は多くが500V、IGBTの耐圧は600Vとなっており、MOSは市場要求の600Vラインアップを満たせていなかった。従来品はプレーナMOSを使用しているが、耐圧の600V化をプレーナMOSプロセスで実現する場合、オン抵抗の増加、チップサイズの拡大となり、搭載可能チップサイズ制約からラインアップ可能な最大電流定格が小さくなってしまう。そのため、高耐圧かつ微細化の新たなプロセスが必要となる。

また、白物家電のインバータ化が既に普及している日本等では、より高性能、高効率を目指す動きが続いている。その中で、近年モータドライバICに強く望まれることとして、高精度のパッケージ温度モニタ機能がある。例としてエアコンや冷蔵庫では、電源ONから設定温度に到達するまでの時間を短縮する「急速モード」が機能として導入されており、起動時にモータドライバICに流れる電流が大きくなる傾向となってくる。そのためモータドライバICの使用温度範囲が高温側に広がることから、モータドライバICの熱破壊を防止するため、高精度なパッケージ温度モニタ機能が望まれる。

その他に、白物家電市場の急速な成長に伴い近年モータドライバICに望まれることとして、安定供給、セットメーカー側の設計容易さ等もある。

### 2. 市場要求を満たす製品開発

SIM6890Mシリーズとして前項で述べた市場要求を満たす製品開発に着手した。

開発にあたっては、幅広い電流定格がラインアップされ様々な白物家電用途に展開されている中容量パッケージの従来品SIM6800Mシリーズをベースに特性改善およ

\*デバイス事業本部 技術本部 IPM事業部 開発2課

び機能改善を行うこととした。

開発コンセプトは大きく3つある。1つは、高耐压化のためMOSをSJ-MOSに置き換え、600V耐压化を実現しつつもチップサイズシュリンク効果を用い電流定格ラインアップを拡大する。

2つ目は、高精度パッケージ温度モニタを実現するため、MIC内温度モニタ機能を従来技術から改良し構成する。これにより、チップサーミスタをパッケージ内に取り込むより低コストかつ製造容易さを狙う。

3つ目は、MICプロセスを最新の微細化プロセスへ置き換え、チップサイズをシュリンクしつつ温度モニタ機能を含めた高機能化を行う。

### 2.1 高耐压 SJ-MOS の搭載

SIM6890Mシリーズでは、低オン抵抗を維持しつつ高耐压設計が可能なSJ-MOSを搭載することで市場要求である600V耐压を満たすMOSをラインアップした。

図1に従来500V耐压プレーナMOSと新規600V耐压SJ-MOSのチップサイズ比較を示す。どちらも同じ電流定格(2.5A/2.0Ω typ)であり、SJ-MOSに置き換えることで、高耐压化を行いながらも約40%のチップサイズシュリンクすることができた。これにより、従来シリーズのMOS製品ではチップサイズの制約から最大3A定格品までのラインアップだったが、新製品では5A定格品までのラインアップすることができた。

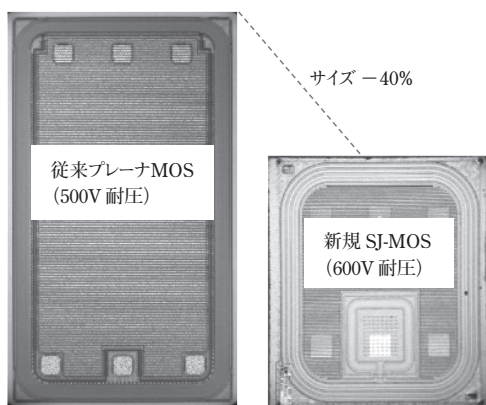


図1 プレーナMOSとSJ-MOSのチップサイズ比較

一般的に、SJ-MOSはスイッチングスピードが速く、リカバリー時のノイズが大きいとされている。ノイズは音鳴り、振動、誤動作の要因となるため、SIM6890Mシリーズでは低ノイズ性を重視した特性としている。

図2に他社SJ-MOS製品とのターンオン時SW波形比較を示す。SIM6890Mシリーズに搭載されるSJ-MOSはリカバリー時のキャリア排出スピードが遅い特徴から、他社SJ-MOS製品に比べ緩やかなリカバリー特性となっ

ており、低ノイズ特性に繋がっている。これにより、ノイズ対策が難しいモータ内蔵や低ノイズを望むセットメーカーへの展開が容易となる差別化を実現している。

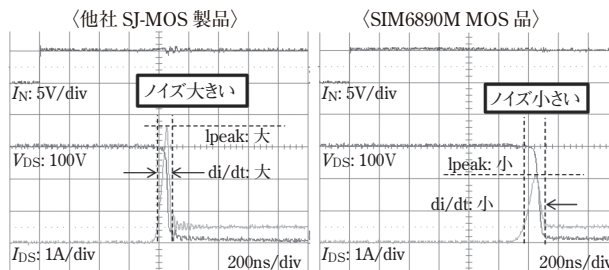


図2 ターンオン時SW波形比較

### 2.2 MIC内温度モニタ機能の高精度化

図3にパッケージ温度をモニタする方法として、チップサーミスタを用いる方法と従来技術のMIC内温度モニタ機能を用いる方法を各々の特徴と共に示す。

チップサーミスタ方式に比べMIC内温度モニタ機能は、MIC内の素子バラツキの影響から温度モニタ出力電圧のバラツキが比較的大きくなるため、その結果、セットメーカーのマイコンにて検出する温度の精度が劣ってしまう。

しかしながら、出力電圧温度特性が線形でありセットメーカーにとって温度制御が容易という利点や部品点数削減による部材コストの低減と製造工数の削減の利点がある。

	チップサーミスタ	従来技術におけるMIC内温度モニタ機能
温度特性	× 非線形	○ 線形(制御容易)
温度モニタ精度	○ 良い(±2~3℃)	× 悪い(±7℃)
コスト	× 高い	○ 安い
温度モニタ出力電圧温度特性		

図3 パッケージ温度をモニタする2つの方法

SIM6890シリーズでは従来の温度モニタ機能の弱点である温度検出精度の悪さを払拭し、全てにおいて優れた高精度な温度モニタ機能を実現した。

その結果、SIM6890Mシリーズでは温度検出精度±3℃とチップサーミスタ方式と同等の精度にてMIC内温度

モニタ機能を実現できた。図4にSIM6890Mシリーズの温度モニタ出力温度特性を示す。

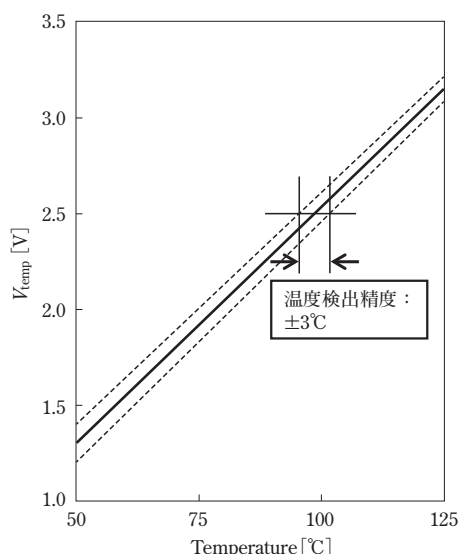


図4 SIM6890Mシリーズ温度モニタ出力温度特性

### 2.3 微細化プロセスによるMICチップシュリンク

図5に従来品と新製品SIM6890MのMICチップサイズ比較を示す。SIM6890Mシリーズでは、MICを最新の微細化プロセスへ置き換えたことにより、温度モニタ機能を含めた高機能化を行いつつMICチップトータルサイズを従来品より21%シュリンクできた。

最新の微細化プロセスでは、酸化膜厚の薄厚化によりコンデンサ素子やMOS素子のサイズシュリンクをしていることや、プロセスルールの微細化が可能になったことから、素子集積度が向上している。

微細化プロセスによる素子集積度の向上を活用し、今後更なるMICの高機能化を目指し、優位性のある差別化を行う。

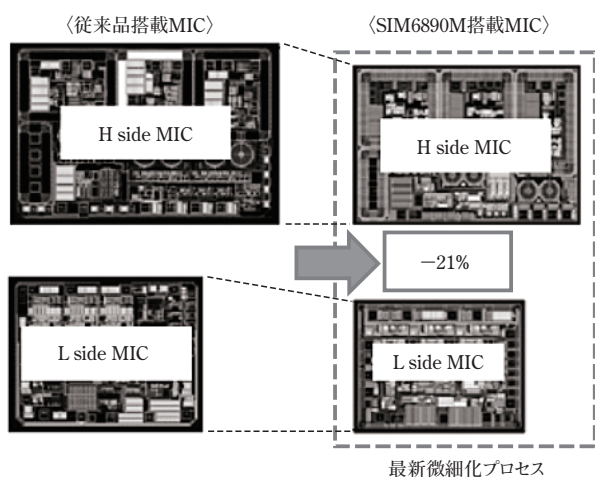


図4 従来品と新製品の搭載MICチップサイズ比較

### 3. 製品概要

製品の構造は、パワーチップ、それを制御するH side MICとL side MIC、電流整流用ブートストラップダイオードの4種のチップをリードフレーム上へマウントし、高熱伝導樹脂でモールドしている。搭載されるパワーチップはSJ-MOSまたはIGBT/FRDとなる。

チップーチップ間およびチップーフレーム間は細線ワイヤを使用し電気的な接続を行っている。

パッケージサイズは、従来品から引き続き、縦14.8mm×横36.0mm×厚み4.0mmとなる。

生産拠点として、MICチップはアメリカ、台湾の2拠点、パワーチップは国内、海外合わせて4拠点、組立は国内、中国、韓国の3拠点と複数備え、災害時等でも安定的に供給できる体制としている。

図6にSIM6890Mシリーズの内部ブロック図を示す。保護機能は、従来品と同様に、UVLO、OCP、TSDを搭載している。L side MIC内に構成された温度モニタ出力機能 (Thermal Monitor) により高精度のパッケージ温度検出を提供できる。

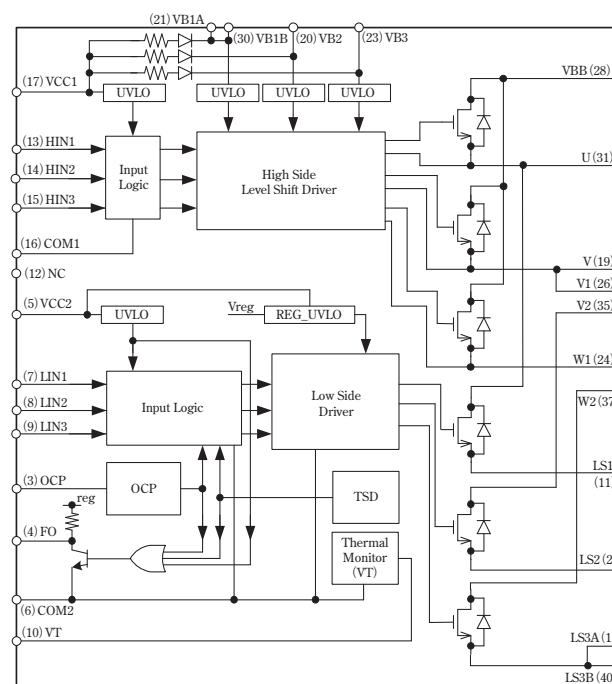


図6 SIM6890Mシリーズ内部ブロック図

表1にSIM6890Mシリーズの主な仕様を示す。SIM6890Mシリーズでは以下の項目の特性改善を行っている。

- 過電流保護トリップ電圧値および精度  
従来品：1.0V±10% → 新製品：0.5V±8%
- 過電流保護保持時間  
従来品：25μs (min) → 新製品：5.0ms (min)

表1 SIM6890Mシリーズの主な仕様

項目	記号	仕様値					単位	条件
		SIM6891M	SIM6893M	SIM6894M	SIM6892M	SIM6896M		
出力パワー素子	—	SJMOS			IGBT		—	
定格出力耐圧	$V_{CES}$	600					V	
定格出力電流	$I_o$	2.5	5.0	3.0	5.0	3.0	A	
IGBT出力飽和電圧 (typ/max)	$V_{CE(SAT)}$	—	—	—	1.75/2.2	1.8/2.3	V	$I_c$ =定格出力電流 $I_o$
MOSFET オン抵抗 (typ/max)	$R_{ds(on)}$	2.0/2.5	0.45/0.60	1.3/1.5	—	—	$\Omega$	$I_d$ =定格出力電流 $I_o \div 2$
絶縁耐圧 (min)	$V_{iso}$	1500					Vrms	裏面—リード端子間 AC1分間
端子間隔	$P$	1.778					mm	
熱抵抗 (接合—ケース間)	$R_{(j-c)}$	3.6					$^{\circ}C/W$	全素子動作
熱抵抗 (接合—周囲間)	$R_{(j-a)}$	25.0					$^{\circ}C/W$	全素子動作
ブートストラップ電源低下保護電圧	$V_{UVHL}$	10.0 $\pm$ 1.0					V	
	$V_{UVHH}$	10.5 $\pm$ 1.0					V	
制御電源低下保護電圧	$V_{UVLL}$	11.0 $\pm$ 1.0					V	
	$V_{UVLH}$	11.5 $\pm$ 1.0					V	
過熱保護動作および解除温度*	$T_{DH}$	150 $\pm$ 15					$^{\circ}C$	
	$T_{DL}$	120 $\pm$ 15					$^{\circ}C$	
過電流保護トリップ電圧	$V_{trip}$	0.5 $\pm$ 8%					V	
過電流保護保持時間 (min/typ)	$T_{ocp}$	5/10					ms	

\*Low side MICの温度であり、パワーチップの温度ではありません。

過渡状態ではLow side MICとパワーチップの温度差が大きくなるので、この機能で熱破壊防止を保証するものではありません。

過電流保護トリップ電圧精度の縮小および精度の改善により、電流検出用シャント抵抗損失低減および検出電流精度改善による効率的なモータ回転制御を提供できる。また、過電流保護保持時間の拡張により、アブノーマルの、上下同時オン指令が入力端子へ継続的に印加される等により繰り返し過電流保護モードとなったとしても破壊に至ることはなく、高圧白物家電で致命的な音鳴り破壊やパッケージ破裂破壊のリスクを低減できる。

#### 4. むすび

新製品SIM6890Mシリーズは、市場要求であるパワー素子の高耐圧化、高精度な温度モニタ機能を実現する製品となった。また、安全性をより高めるための優位性ある機能改善、急速成長する白物市場への追従を可能とする定格ラインアップ拡大および設計容易化、安定供給を可能とする生産拠点複数化も実現した。以上より、SIM6890Mシリーズは従来品からより一層様々な白物家電用途、様々な地域で用いられやすい製品へと生まれ変わることができた。

今後、IGBTにおいても微細化プロセスをリリースし電流定格の更なる拡大を行っていく。そして従来のSIM製品ではカバーできなかった大容量領域の白物製品へ展開していく。