

車載用第 4 世代ハイサイド型 IPS 「F5112H」

“F5112H,” 4th-Generation High-Side IPS for Automotive Applications

張 艶争* ZHANG, Yanzheng

豊田 善昭* TOYODA, Yoshiaki

森澤 由香* MORISAWA, Yuka

近年、自動車の電子制御化に伴って電装システムの大規模化が進み、搭載する半導体への高信頼性、高機能化、低消費電流の要求が高まっている。

エンジンやトランスミッション、ブレーキなどの電装システムには、IPS (Intelligent Power Switch) が使われている。この IPS は、出力段のパワー MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor) と制御・保護回路を同一のチップ上に集積化したものであり、電源側に半導体デバイスを、グランド側に負荷を配置するハイサイド型 IPS と、この配置を逆にしたローサイド型 IPS がある。電装システムには、大規模化が進む中で高い安全性が必要であり、高度な冗長性が求められている。これまでは、バッテリーと電装システムをつなぐスイッチには、接点リレーや保護機能なしの単体 MOSFET が主に用いられていた。しかし、接点リレーは耐久性が半導体ほど高くなく、また、単体の MOSFET には、電装システムに異常が発生した際に自己保護がかけられないという課題があった。

これに対して、富士電機のハイサイド型 IPS は、自己保護機能とともに状態出力端子を備えているので、電装システムの異常時に瞬時に保護をかけることができ、かつ異常であることをマイコン (CPU) に伝達してシステムの冗長性を高めるための制御に反映することができる。バッテリーと電装システムをつなぐアプリケーションでは、バッテリーの消費を抑える必要があるため、従来品よりも消費電流を低減した車載用第 4 世代ハイサイド型 IPS 「F5112H」を開発した。

1 製品概要

図 1 に、F5112H の外観、外形図および端子配列を示す。第 4 世代 IPS のデバイス技術やプロセス技術^{(1),(2)}によって、出力段パワー MOSFET を従来のプレーナゲート MOSFET からトレンチゲート MOSFET に変更した。また、回路部は要素デバイス自体の微細化に加え、多層配線技術を適用することで、チップ面積を削減した。さら

* 富士電機株式会社電子デバイス事業本部事業統括部自動車電装技術部

* 富士電機株式会社電子デバイス事業本部開発統括部デバイス開発部

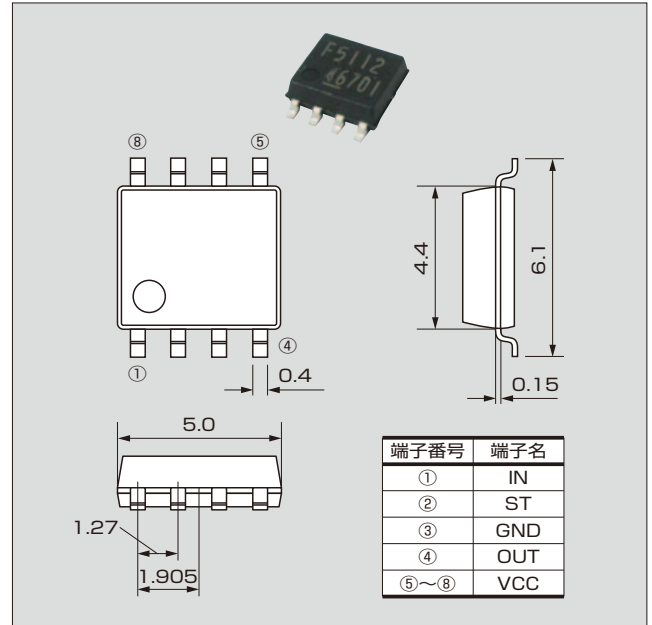


図 1 「F5112H」の外観・外形図・端子配列

に、従来品と比較して消費電流を大幅に低減 (対従来品比 93% 減) した。

2 特性

F5112H の回路ブロック図を図 2 に、内部電源回路図を図 3 に、絶対最大定格を表 1 に、電気的特性を表 2 に示す。また、次の機能を搭載している。

- (a) 過熱・過電流・負荷短絡保護機能
- (b) 低電源電圧動作保証 (4.5 V 以上)

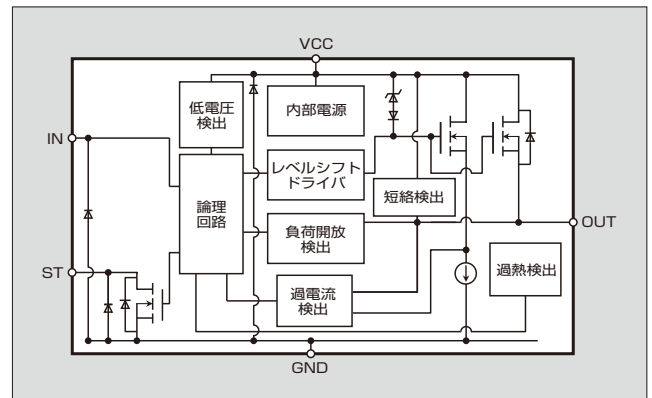


図 2 「F5112H」の回路ブロック図

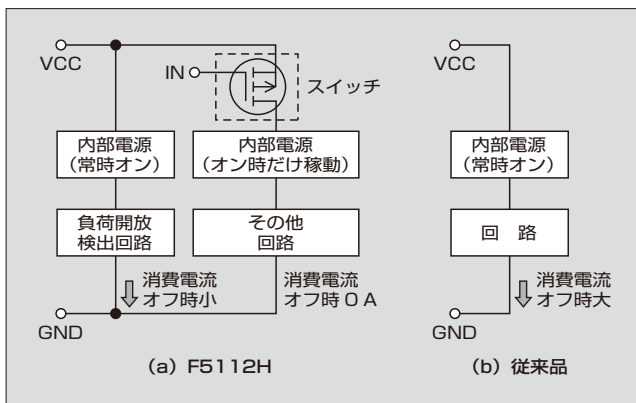


図3 「F5112H」の内部電源回路図

表1 「F5112H」の絶対最大定格

項目	記号	条件	定格
電源電圧 (V)	$V_{cc(1)}$	Pulse 250 ms	50
	$V_{cc(2)}$	DC	-0.3~+35
出力電流 (A)	I_D	DC, 内部制限値による	2
消費電力 (W)	P_D	DC, *	2
入力電圧 (V)	$V_{IN(1)}$	DC, $R_{IN}=0\Omega$	-0.3
	$V_{IN(2)}$	DC	7
入力電流 (mA)	I_{IN}	DC	±10
ステータス電圧 (V)	$V_{ST(1)}$	DC, $R_{ST}=0\Omega$	-0.3
	$V_{ST(2)}$	DC	7
ステータス電流 (mA)	I_{ST}	DC	±10
L負荷耐量 (mJ)	E_{cl}	$T_j=150^\circ\text{C}, V_{cc}=13\text{V}, V_{IN}=5\text{V}, L=50\text{mH},$ Single pulse, $dV_{OUT}/dt \leq 5\text{V}/\mu\text{s}$	25
接合部温度 (°C)	T_j	—	175
保存温度 (°C)	T_{stg}	—	-55~+175

* ガラスエポキシ4層基板 (10×5×1.2 (mm)) 実装時

- (c) L 負荷クランプ機能
- (d) 負荷状態出力端子 (ST)
- (e) 負荷開放検出機能

F5112Hは、消費電流の最大値を従来品の3mAから200μAに低減している。図3に示すように、従来品はIN信号の状態に関係なく、VCC端子にバッテリーが接続されると全ての内部電源が動作する設計となっていた。F5112Hでは、IN信号がオフのときに負荷開放検出回路以外は内部電源が動作しないように電源切断用スイッチを設けた。これにより、バッテリーと電装システムをつなぐアプリケーションの要求である消費電流の低減を実現した。

表2 「F5112H」の電気的特性

項目	記号	条件	規格値	
			最小	最大
動作電源電圧 (V)	V_{cc}	$T_j=-40\sim+175^\circ\text{C}$	4.5	16
低電圧検出 (V)	UV_1	$V_{IN}=5\text{V}$	2	4.3
低電圧復帰 (V)	UV_2	$V_{IN}=5\text{V}$	2.2	4.5
消費電流 (静止電源電流) (mA)	$I_{cc(L)1}$	$R_L=10\Omega, V_{IN}=0\text{V}$	—	0.2
	$I_{cc(L)2}$	OUTオープン $V_{IN}=0\text{V}$	—	0.2
動作電源電流 (mA)	$I_{cc(H)}$	$V_{IN}=5\text{V}, R_L=1\text{k}\Omega$	—	5
入力スレッシュホールド電圧 (V)	$V_{IN(H)}$	$V_{cc}=4.5\sim16\text{V}, R_L=10\Omega$	3.0	—
	$V_{IN(L)}$		—	1.5
入力電流 (μA)	$I_{IN(H)}$	$V_{IN}=5\text{V}$	5	70
	$I_{IN(L)}$	$V_{IN}=0\text{V}$	-10	10
オン抵抗 (Ω)	$R_{DS(on)}$	$I_L=1.5\text{A}, T_j=25^\circ\text{C}$	—	0.12
		$I_L=1.5\text{A}, T_j=175^\circ\text{C}$	—	0.27
出力リーク電流 (mA)	I_{OH}	$V_{OUT}=V_{cc}, V_{IN}=0\text{V}$	—	2
	I_{OL}	$V_{OUT}=0\text{V}, V_{IN}=0\text{V}$	-0.24	—
過電流検出 (A)	I_{OC}	$V_{cc}=13\text{V}, V_{IN}=5\text{V}$	2	7
過電流モード下ピーク電流 (A)	$PeakI$	$V_{cc}=13\text{V}, V_{IN}=5\text{V}$	—	45
過電流モード下周期 (ms)	Per		—	3
過電流モード下デューティ (%)	$Duty$		—	20
過熱検出 (検出) (°C)	T_{trip1}	$V_{IN}=5\text{V}$	—	207
過熱検出 (復帰) (°C)	T_{trip2}		175	—
オン時伝達遅延時間 (μs)	t_{ACCON}	$V_{cc}=13\text{V}, R_L=10\Omega, V_{IN}=5\text{V}-0\text{V}$	—	140
オフ時伝達遅延時間 (μs)	t_{ACCOFF}		—	140
ターンオン時間 (μs)	t_r		—	200
ターンオフ時間 (μs)	t_f		—	100
ステータス電圧Lレベル (V)	$V_{ST(L)}$	$V_{IN}=0\text{V}, R_L=10\Omega, I_{st}=0.6\text{mA}$	—	0.5
ステータスリーク電流 (μA)	I_{STleak}	$V_{IN}=5\text{V}, R_L=10\Omega, V_{st}=7\text{V}$	—	10
ステータスディレイ (μs)	$t_{ST(on)}$	$V_{cc}=13\text{V}, R_L=10\Omega, V_{IN}=5\text{V}-0\text{V}, V_{st}=5\text{V}$	—	200
	$t_{ST(off)}$		—	200
L負荷クランプ電圧 (V)	V_{clamp}	$V_{IN}=0\text{V}, I_L=1.0\text{A}, L=10\text{mH}$	-(50 - $V_{cc})$	-(60 - $V_{cc})$
負荷開放検出電圧 (V)	V_{OH}	$V_{IN}=0\text{V}, V_{ST}=L\rightarrow H$	4	—
負荷開放復帰電圧 (V)	V_{OL}	$V_{IN}=0\text{V}, V_{ST}=H\rightarrow L$	—	1.6

参考文献

- (1) 蔦坂浩志ほか. 車載用第4世代IPS「F5100シリーズ」. 富士電機技報. 2012, vol.85, no.6, p.440-444.
- (2) Toyoda, Y. et al. “60 V-Class Power IC Technology for an Intelligent Power Switch with an Integrated Trench MOSFET”. ISPSD 2013, p.147-150.

発売時期

2016年6月

お問い合わせ先

富士電機株式会社電子デバイス事業本部
事業統括部自動車電装技術部スマートパワーデバイス課
電話 (0263) 28-8718





*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。