

3V~12V電流制限ホットスワップコントローラ オートリトライ及びDualSpeed/BiLevel障害保護付

概要

MAX4271/MAX4272/MAX4273は、3V~12Vホットスワップコントローラです。これらのデバイスを使用すると、通電中のバックプレーンに安全に回路カードを着脱できます。

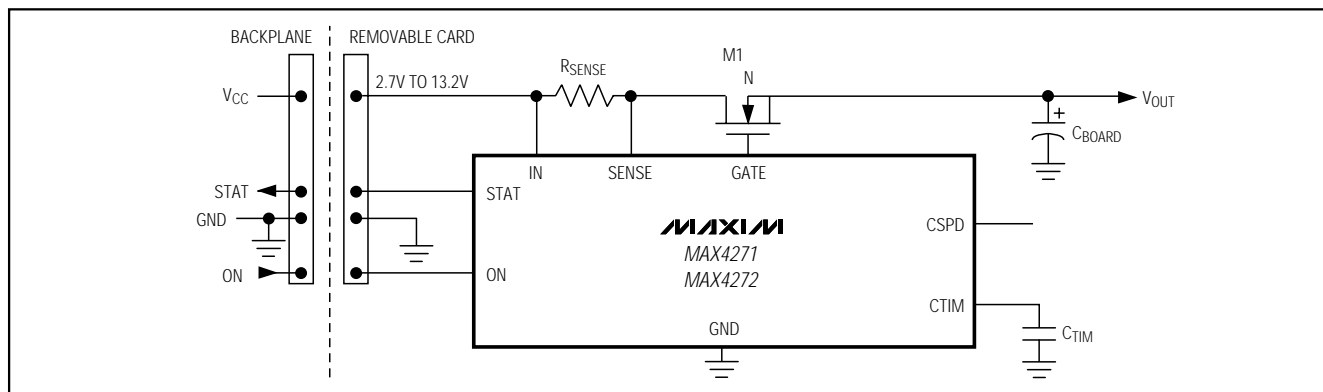
回路カードの放電したフィルタコンデンサにより通電中のバックプレーンは低インピーダンスになります。バックプレーンから大きなインラッシュ電流が流れると、回路カードのコネクタや部品が焼けたり、バックプレーンの電源電圧が一時的に低下してシステムリセットが生じる場合があります。このホットスワップコントローラファミリは、基板を差し込んだ時の電流を所定のリミットに制御することによってこうした問題を防ぎ、システムが安全に安定化することを可能にします。スタートアップサイクルが完了すると、2つの内蔵コンパレータが短絡、負荷グリッチ及び過電流状態に対するDualSpeed/BiLevel™保護を提供します。障害からの回復は、ラッチ解除(MAX4271)、オートリトライ(MAX4272)又はプログラム法(MAX4273)によって行われます。

MAX4271ファミリは、部品点数と設計時間を削減するために多くの機能を内蔵しています。内蔵チャージポンプが低コスト外部N-FETへのゲートドライブを提供します。スタートアップ電流レギュレーション及び電流グリッチ保護等の内蔵機能により、外付タイミング抵抗及びコンデンサが削除されています。また、障害状態を表示するためのオープンドレインの状態出力及び可変過電流応答時間も提供されています。

MAX4271(ラッチ付障害保護)及びMAX4272(オートリトライ障害保護)は省スペースの8ピンSOPパッケージ、MAX4273(フル機能)は省スペースの16ピンQSOPパッケージ及び16ピンSOPパッケージで提供されています。全ての製品は拡張温度範囲で規格化されており、絶対最大定格が15Vであるために基板取りはずし時の誘導性キックバックへの保護が強化されています。

DualSpeed/BiLevelはMaxim Integrated Productsの商標です。

標準動作回路



特長

- ◆ 最小限の外付部品で+3V~+12V電源の安全なホットスワップを提供
- ◆ ユニークな電流レギュレーション構造により、N-FETのリニアモード時間を最小限に抑制
- ◆ オートリトライ機能(MAX4272/MAX4273)
- ◆ DualSpeed/BiLevel電流制限により、電流グリッチ及び短絡に対する保護を提供
- ◆ パワーオンRESET(MAX4273)
- ◆ 最大定格15Vにより基板取りはずし時の誘導性キックバックへの保護が強化
- ◆ 内部チャージポンプが外部NチャンネルMOSFETのゲートドライブを生成
- ◆ 状態出力ピンが障害/安全状態を表示
- ◆ パッケージ: 省スペース8ピンSOP、16ピンQSOP

アプリケーション

ベースステーション	ネットワークルーター 及び交換機
RAID	
リモートアクセスサーバー	ISDN

型番

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX4271ESA	-40°C to +85°C	8 SO
MAX4272ESA	-40°C to +85°C	8 SO
MAX4273EEE	-40°C to +85°C	16 QSOP
MAX4273ESE	-40°C to +85°C	16 SO

ピン配置はデータシートの最後に記載されています。

3V~12V電流制限ホットスワップコントローラ オートリトライ及びDualSpeed/BiLevel障害保護付

MAX4271/MAX4272/MAX4273

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

IN to GND	+15V	Current into INC, ON (Note 2)	±2mA
STAT, OUTC, LLMON, AUXVCC to GND	-0.3V to +14V	Current into Any Other Pin	±50mA
GATE to GND	-0.3V to (V _{IN} + 8.5V)	Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C)	
GATE to LLMON (Note 1)	-1V to +8.5V	8-Pin SO (derate 5.9mW/°C above +70°C)	471mW
INC, ON to GND (Note 2)	-1V to +14V	16-Pin QSOP (derate 8.3mW/°C above +70°C)	667mW
CEXT to GND	-8.5V to (V _{IN} + 0.3V)	16-Pin SO (derate 8.7mW/°C above +70°C)	696mW
CSPD, CTON,		Operating Temperature Range	-40°C to +85°C
REF to GND	-0.3V to the lower of (V _{IN} + 0.3V) or +12V	Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
VSENSE, RTH, CTIM to GND	-0.3V to (V _{IN} + 0.3V)	Lead Temperature (soldering, 10s)	+300°C

Note 1: GATE can be pulled below LLMON, but current must be limited to 2mA.

Note 2: INC and ON can be pulled below ground. Limiting the current to 2mA ensures that these pins are never lower than about -0.8V.

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{IN} = +2.7V to +13.2V, T_A = -40°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at V_{IN} = +5V and T_A = +25°C.) (Note 3)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS	
POWER SUPPLIES								
Input Voltage Range	V _{IN}			2.7		13.2	V	
Supply Current	I _O	V _{ON} = V _{IN}			0.6	1	mA	
CURRENT CONTROL								
Slow Comparator Threshold	V _{SC,TH}	V _{IN} - V _{SENSE}	T _A = +25°C	45	50	55	mV	
			T _A = T _{MIN} to T _{MAX}	43.5		56		
Slow Comparator Response Time	t _{CSPD}	CSPD = floating		10	20	40	μs	
		CSPD = 100nF to GND		10	20	40	ms	
Fast Comparator Threshold	V _{FC,TH}	MAX4273 only	5kΩ on RTH to V _{IN}	T _A = +25°C	45	50	55	mV
			75kΩ on RTH to V _{IN}	T _A = T _{MIN} to T _{MAX}	43.5		56	
				T _A = +25°C	675	750	825	
			T _A = T _{MIN} to T _{MAX}	650		840		
		RTH = GND		180	200	220		
		MAX4271/MAX4272						
Fast Comparator Response Time	t _{FCD}	10mV overdrive, from overload condition to gate discharging			350		ns	
SENSE Input Bias Current	I _{B,SENSE}	V _{SENSE} = V _{IN}			0.2	10	μA	
MOSFET DRIVER								
Startup Period (Notes 4, 5)	t _{START}	MAX4271/MAX4272 C _{TIM} = 100nF		21	31	41	ms	
		MAX4273 C _{TION} = 100nF		21	31	41		
		No capacitor			5.5		μs	
Gate Charge Current	I _{GATE}	GATE = IN (Note 6)			100		μA	

3V ~ 12V電流制限ホットスワップコントローラ オートリトライ及びDualSpeed/BiLevel障害保護付

MAX4271/MAX4272/MAX4273

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{IN} = +2.7V$ to $+13.2V$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted. Typical values are at $V_{IN} = +5V$ and $T_A = +25^{\circ}C$.) (Note 3)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Slow Turn-Off Time	$t_{SLOW,OFF}$	Time from trigger to $V_{GATE} < 0.1V$ (triggered by either the ON input or the slow comparator), $C_{GATE} = 1000pF$ to GND		60		μs
Fast Turn-Off Time	$t_{FAST,OFF}$	Time from current overload to $V_{GATE} < 0.1V$ (triggered by the fast comparator, during normal operation), $C_{GATE} = 1000pF$ to GND		15		μs
Maximum Gate Protection Voltage		Voltage at which internal zener clamp circuitry is triggered, measured with respect to V_{IN} (MAX4271/MAX4272), measured with respect to V_{LLMON} (MAX4273)		6.7	7.5	V
Minimum Gate Drive Voltage		Measured with respect to V_{IN} , $I_{GATE} = 8.5\mu A$	$V_{IN} \geq 5V$	5		V
			$V_{IN} \geq 2.7V$	2.7		
Gate Discharge Current	$I_{GATE,DIS}$	During fast discharge, due to a fast comparator fault in normal operation	0.4	1	2.75	μA
		During startup (current regulation provided by fast comparator)	25	70	195	
		During normal discharge, due to a slow comparator fault in normal mode, or by ON going low	75	200	550	
LLMON Overvoltage Threshold		Startup is initiated only after V_{LLMON} is less than this voltage (MAX4273)	0.1			V
GATE Overvoltage Threshold		Startup is initiated only after V_{GATE} is less than this voltage	0.1		0.6	V
LLMON Impedance		Impedance to GND, after a fault (MAX4273)		1		$k\Omega$
REFERENCE (MAX4273)						
Output Voltage	V_{REF}	No load, $V_{IN} = 5V$	1.164	1.2	1.236	V
Line Regulation	$\Delta V_{REF, LINE}$	$2.7V \leq V_{IN} \leq 13.2V$, no load		1	8	mV
Load Regulation	$\Delta V_{REF, LOAD}$	$I_{REF} = 0$ to $100\mu A$, $V_{IN} = 5V$		0.6	3	mV
ON AND RESET COMPARATORS						
Threshold Voltage		$V_{IN} = 5V$, rising threshold at ON or INC	0.575	0.6	0.625	V
Hysteresis	V_{HYST}			3		mV
Power-Supply Rejection Ratio	PSRR	$2.7V \leq V_{IN} \leq 13.2V$			± 1	mV/V
Propagation Delay	$t_{D,COMP}$	10mV overdrive, ON going positive or negative, INC going negative		10		μs
		INC going positive	100	150	200	ms

3V~12V電流制限ホットスワップコントローラ オートリトライ及びDualSpeed/BiLevel障害保護付

MAX4271/MAX4272/MAX4273

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{IN} = +2.7V$ to $+13.2V$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted. Typical values are at $V_{IN} = +5V$ and $T_A = +25^{\circ}C$.) (Note 3)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Voltage Range		Input can be driven to the absolute maximum limit without false output inversion	-0.1		13.2	V
Input Bias Current	$I_{B,COMP}$			0.001	1	μA
ON Pulse Width Low (Note 7)	$t_{RESTART}$	To unlatch a fault MAX4271, MAX4273 with $C_{TIM} = IN$	20			μs
DIGITAL OUTPUTS (STAT, OUTC)						
Output Leakage Current		$V_{STAT} \leq 13.2, V_{OUTC} \leq 13.2$			1	μA
Output Voltage Low	V_{OL}	$I_{SINK} = 1mA$			0.4	V
RETRY TIMING (MAX4272, MAX4273)						
Retry Timeout Period	t_{RETRY}	100nF capacitor on C_{TIM} (Note 5)	0.5	1	2	s
Default Retry Timeout Period	t_{RETRY} (default)	$C_{TIM} =$ no connection		176		μs
UNDERVOLTAGE LOCKOUT (UVLO)						
Threshold	V_{UVLO}	Startup is initiated when this threshold is exceeded at IN	2.25		2.67	V
Hysteresis	$V_{UVLO,HYST}$			100		mV
Delay	$t_{D,UVLO}$	Time the input voltage must exceed undervoltage lockout before startup is initiated	100	150	200	ms

Note 3: All devices are 100% tested at $T_A = +25^{\circ}C$. All temperature limits are guaranteed by design.

Note 4: Startup period is the time during which the slow comparator is ignored and the fast comparator regulates the sense current. It is measured from the time ON is brought high.

Note 5: Inferred from test with $C_{TIM} = 1nF$.

Note 6: The current available at GATE is a function of V_{GATE} (see *Typical Operating Characteristics*).

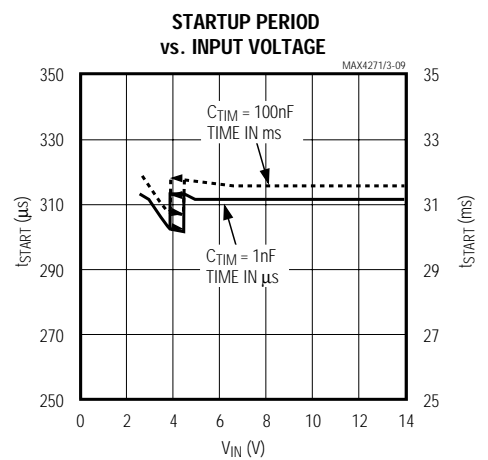
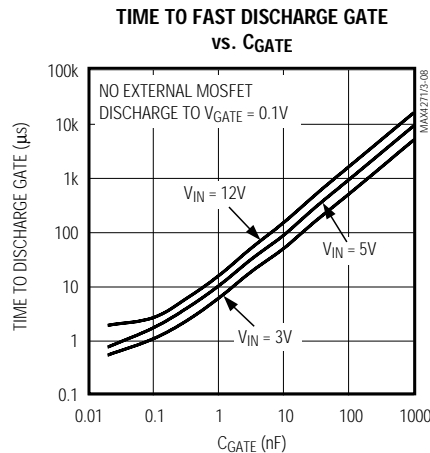
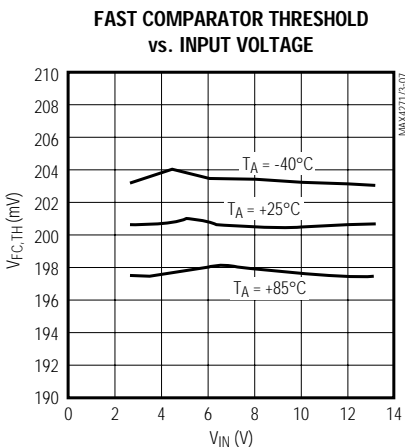
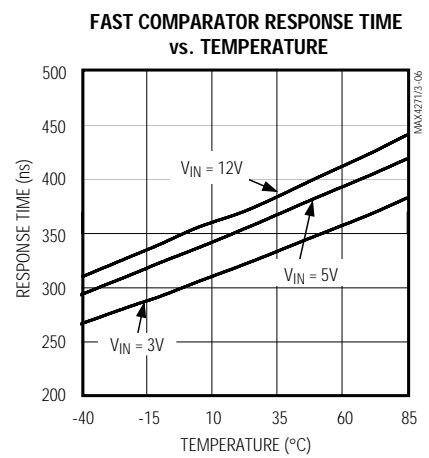
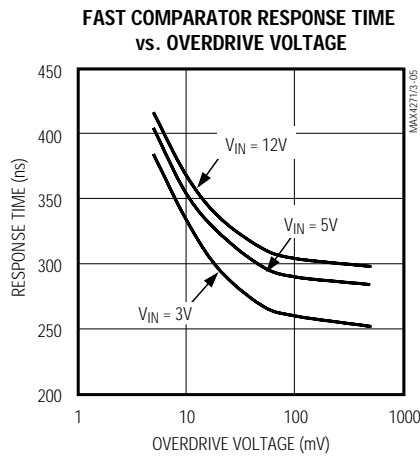
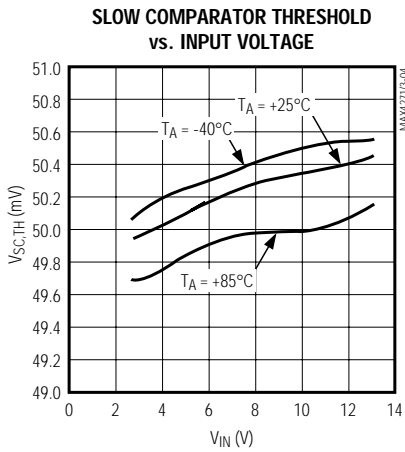
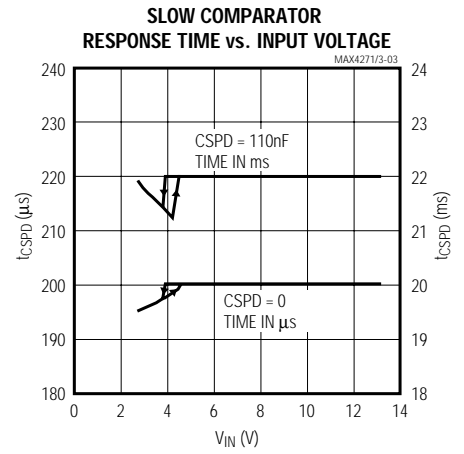
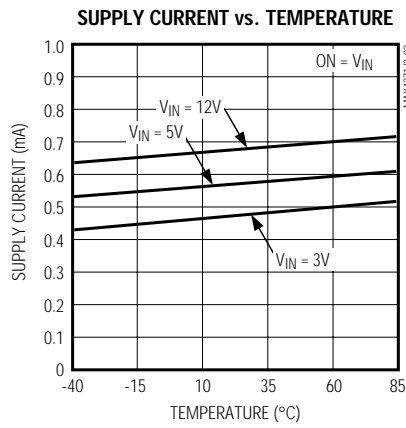
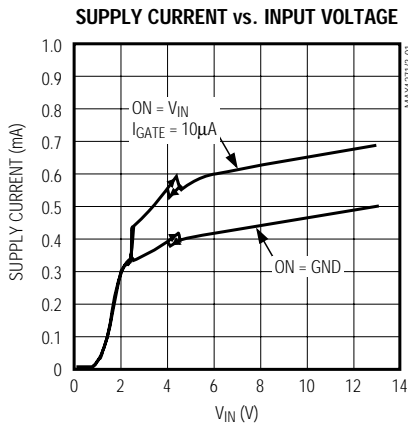
Note 7: Guaranteed by design.

3V ~ 12V電流制限ホットスワップコントローラ オートリトライ及びDualSpeed/BiLevel障害保護付

標準動作特性

($V_{IN} = 5V$, $R_{SENSE} = 100m\Omega$, $C_{BOARD} = 47\mu F$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

MAX4271/MAX4272/MAX4273

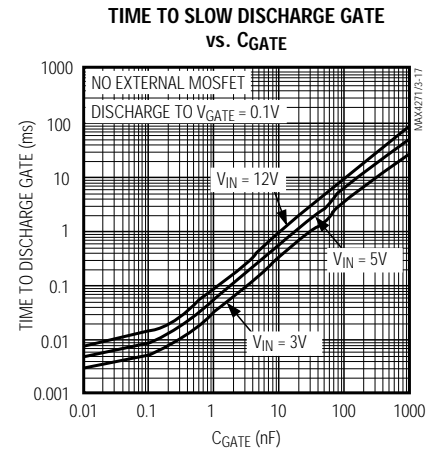
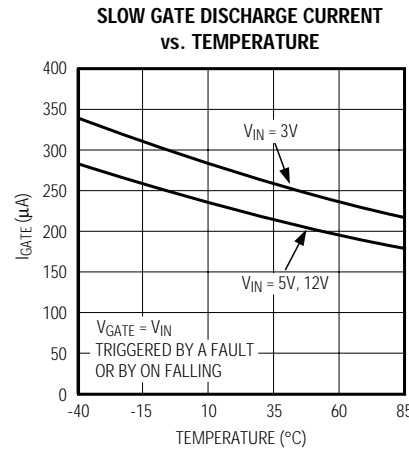
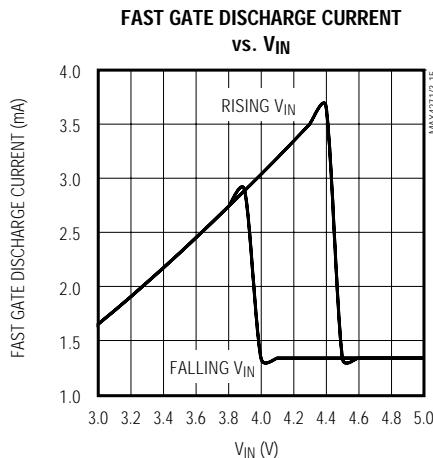
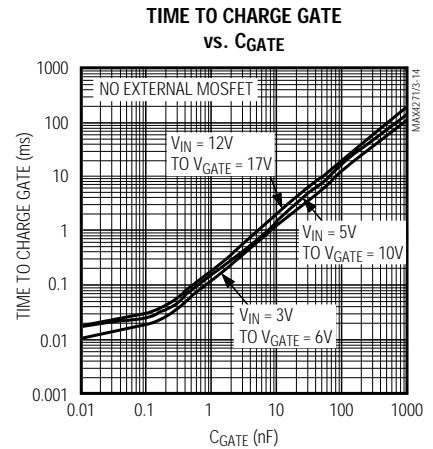
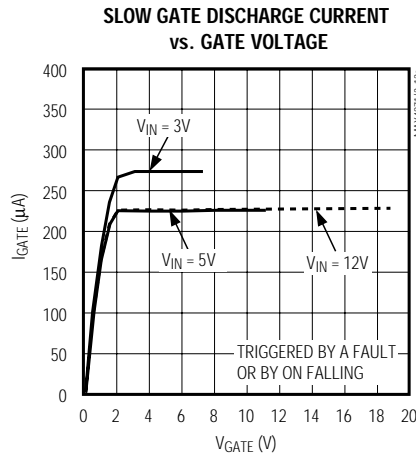
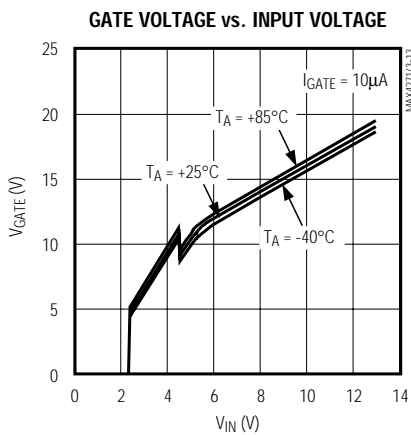
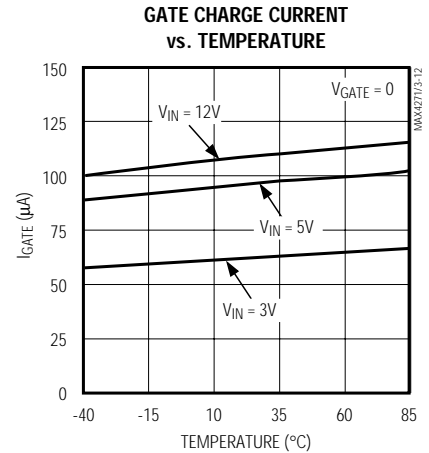
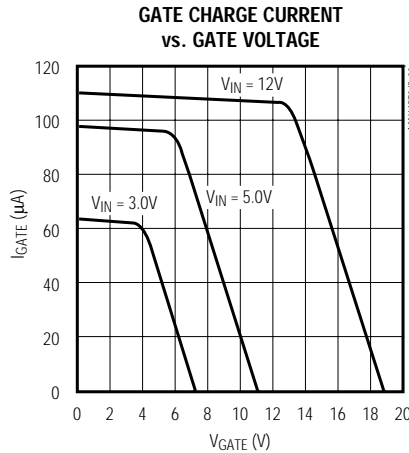
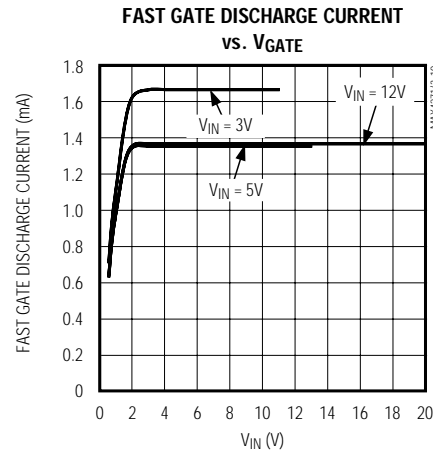


3V~12V電流制限ホットスワップコントローラ オートリトライ及びDualSpeed/BiLevel障害保護付

MAX4271/MAX4272/MAX4273

標準動作特性(続き)

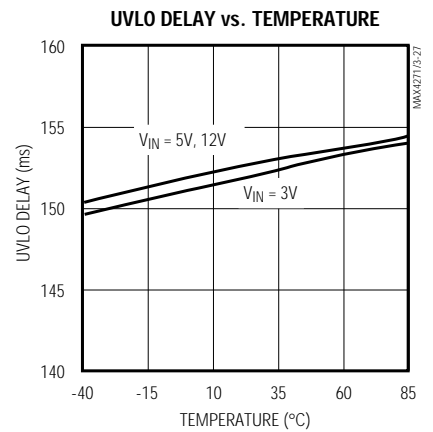
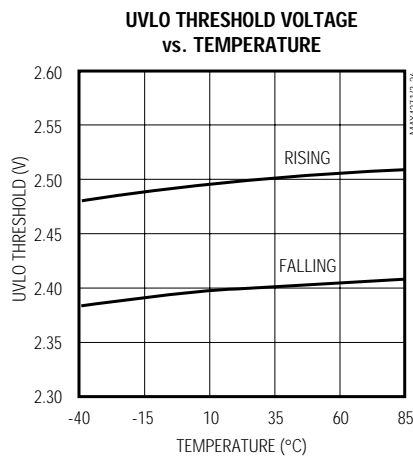
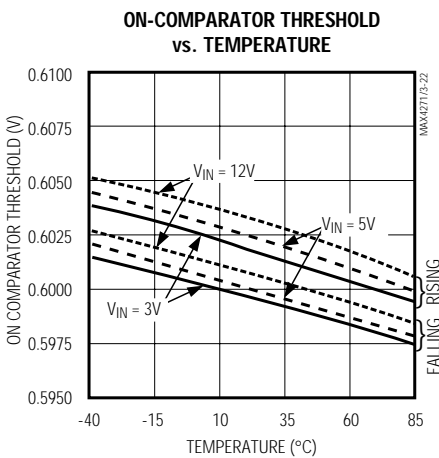
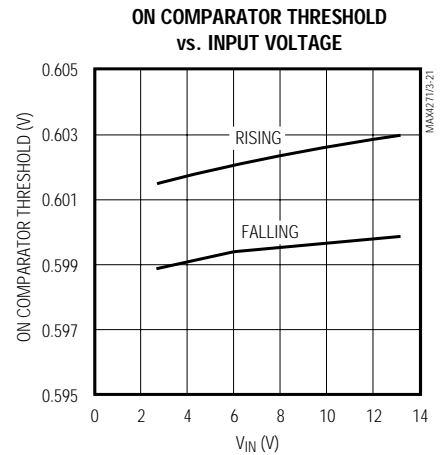
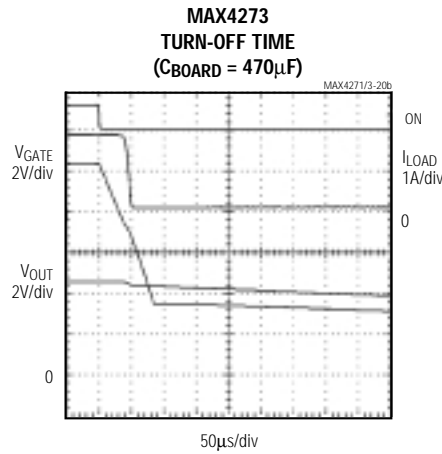
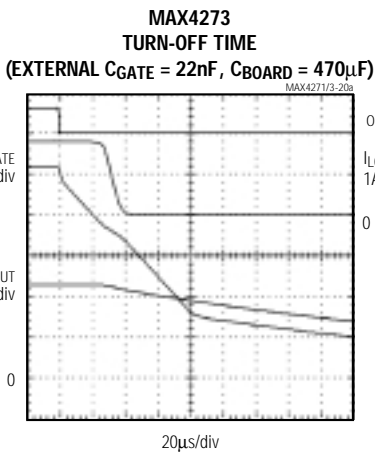
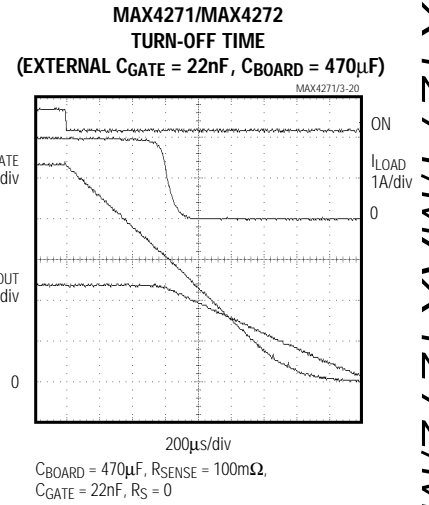
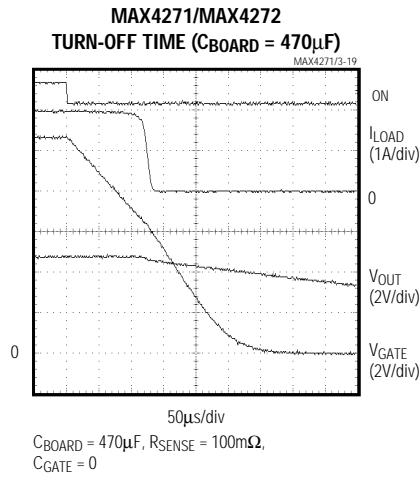
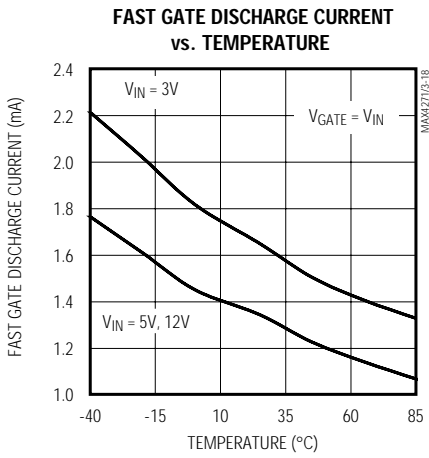
($V_{IN} = 5V$, $R_{SENSE} = 100m\Omega$, $C_{BOARD} = 47\mu F$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



3V ~ 12V電流制限ホットスワップコントローラ オートリトライ及びDualSpeed/BiLevel障害保護付

標準動作特性(続き)

($V_{IN} = 5V$, $R_{SENSE} = 100m\Omega$, $C_{BOARD} = 47\mu F$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

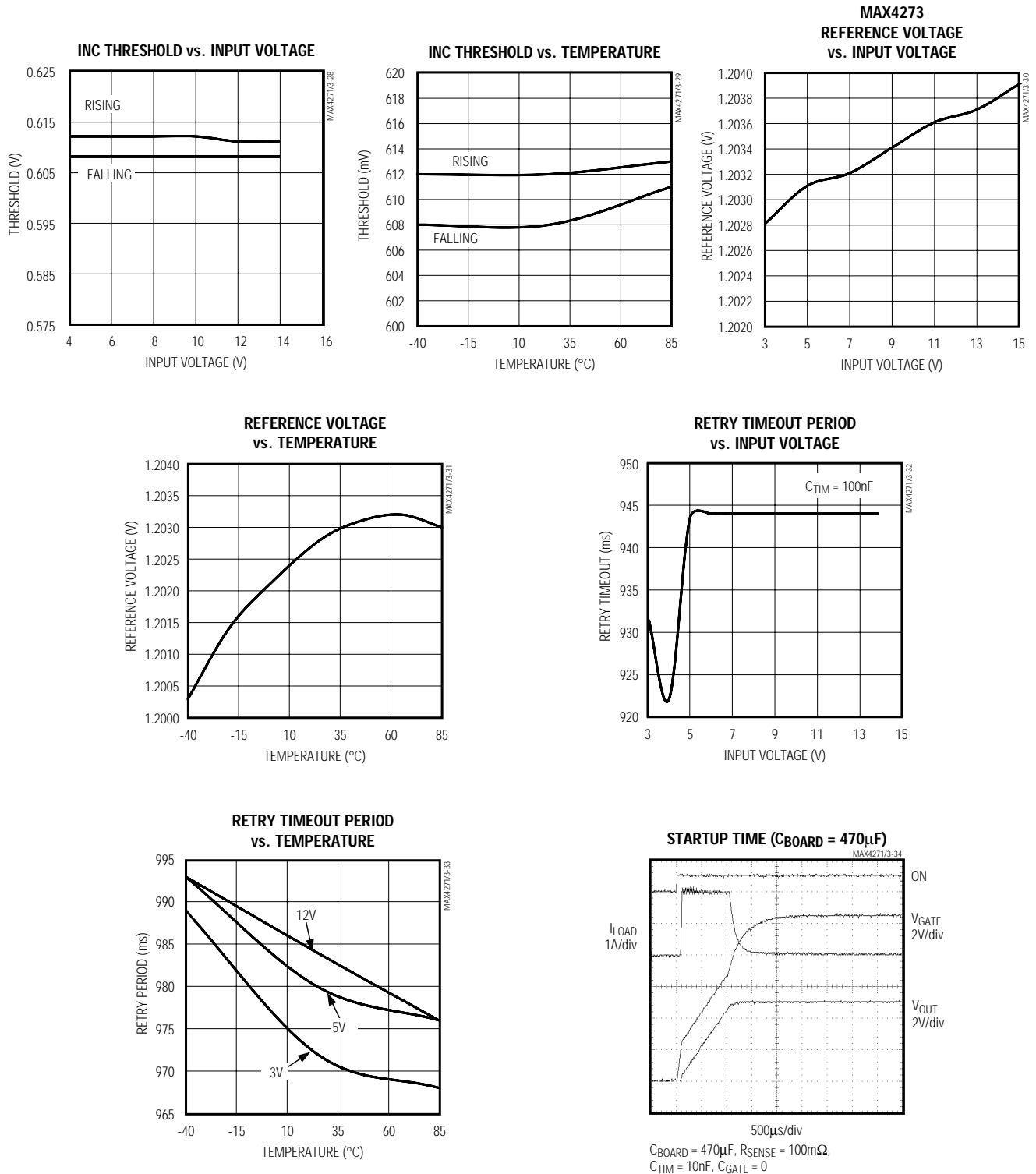


MAX4271/MAX4272/MAX4273

3V~12V電流制限ホットスワップコントローラ オートリトライ及びDualSpeed/BiLevel障害保護付

標準動作特性(続き)

($V_{IN} = 5V$, $R_{SENSE} = 100m\Omega$, $C_{BOARD} = 47\mu F$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

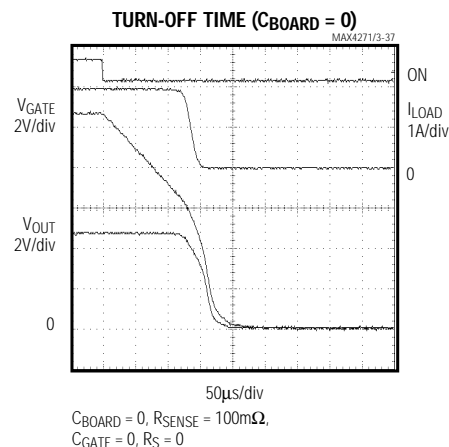
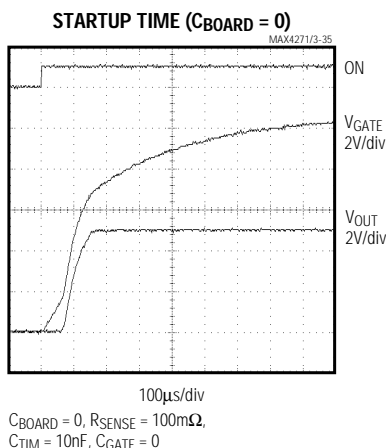


MAX4271/MAX4272/MAX4273

3V~12V電流制限ホットスワップコントローラ オートリトライ及びDualSpeed/BiLevel障害保護付

標準動作特性(続き)

($V_{IN} = 5V$, $R_{SENSE} = 100m\Omega$, $C_{BOARD} = 47\mu F$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



端子説明

端子			機能
MAX4271 MAX4272	MAX4273	名称	
—	1	RTH	電流検出スレッシュホールド設定入力。RTHと V_{IN} の間に抵抗を接続すると、高速コンパレータのスレッシュホールドが設定されます。0.1µFで V_{IN} にバイパスして下さい。RTHを V_{IN} に接続すると、スタートアップ時の電流レギュレーション及び高速コンパレータがディセーブルされます。RTHをGNDに短絡するとスレッシュホールドが200mVになります。「高速コンパレータのスレッシュホールド」を参照して下さい。
—	2	AUXVCC	補助電源入力。短絡切換え用の電源入力。これを使用するには、1µFコンデンサをAUXVCCとGNDの間に接続して下さい。使用しない場合はフローティングにしておいて下さい。「補助V _{CC} 」を参照して下さい。
1	3	IN	電源電圧入力。+2.7V~+13.2V電源に接続して下さい。絶対最大定格は15Vです。
2	4	SENSE	電流検出抵抗電圧入力。 R_{SENSE} はINとSENSEの間に接続されます。
3	5	GATE	ゲートドライブ出力。外部Nチャンネルパストランジスタのゲートに接続して下さい。
—	6	CEXT	外部ゲート容量接続。CEXTとGATEの間にコンデンサを接続すると、ゲート充電時間が増加します。高速コンパレータ障害中、このピンは放電を速くするためにハイインピーダンスになります。
—	7	LLMON	負荷ラインモニタ。外部NチャンネルMOSFETのソースに接続して下さい。外部FETは、負荷電圧が100mV未満である場合にのみターンオンします。
4	8	GND	グラウンド
—	9	CTON	スタートアップタイム入力。フローティングにしておくか、あるいはCTONとGNDの間にタイミングコンデンサを接続して下さい。「スタートアップ及びリトライタイム」を参照して下さい。
5	10	CSPD	低速コンパレータの速度設定。フローティングにしておくか、あるいはCSPDとGNDの間にタイミングコンデンサを接続して下さい。「低速コンパレータタイム設定」を参照して下さい。

3V~12V電流制限ホットスワップコントローラ オートリトライ及びDualSpeed/BiLevel障害保護付

MAX4271/MAX4272/MAX4273

端子説明(続き)

端子			機能
MAX4271 MAX4272	MAX4273	名称	
6	11	CTIM	スタートアップ及びリトライタイマ入力。MAX4272のスタートアップ時間及びオートリトライ時間(32xスタートアップ時間)、MAX4273のオートリトライ時間のみ、及びMAX4271のスタートアップ時間のみを制御します。フローティングにしておくか、あるいはCTIMとGNDの間にタイミングコンデンサを接続して下さい。INに接続するとラッチ付モードになります(これによりMAX4273のオートリトライが阻止されます)。「スタートアップ及びリトライタイマ」を参照して下さい。
7	12	STAT	状態出力。ハイの場合、スタートアップが障害なしに完了したことを示します(表1)。STATはオープンドレイン出力です。
8	13	ON	ONコンパレータ入力。ハイに接続すると通常動作になり、ローに接続するとMOSFETが強制的にオフになります。コンパレータのスレッシュホールド $V_{TH,ON}=0.6V$ であるため、シャットダウン機能を正確に制御できます。障害の後でラッチを解除するには、ONを少なくとも $20\mu s$ の間パルス的にローにして下さい(MAX4273のラッチモード、又はMAX4271)。オートリトライ中、負のパルスは無視されます(MAX4273のオートリトライモード、又はMAX4272)。「ON及び遅延コンパレータ」を参照して下さい。
—	14	REF	1.2Vリファレンス出力。コンデンサでGNDにバイパスしないで下さい。
—	15	INC	未使用のコンパレータ入力。OUTCを制御します。
—	16	OUTC	未使用のコンパレータ出力。OUTCは、INCがハイになった150ms後でハイになります。OUTCはINCがローになった直後にローになります。OUTCはオープンドレイン出力です。

詳細

MAX4271/MAX4272/MAX4273は、ラインカードが通電中のバックプレーンに挿入されるホットスワップアプリケーション用に設計されたサーキットブレーカICです。通常の場合、通電状態のバックプレーンにカードが差し込まれると、カードの放電したフィルタコンデンサにより低インピーダンスになるためメイン電源が一時的に落ち込むことがあります。MAX4271/MAX4272/MAX4273は、バックプレーン又は着脱可能なカードに装備するように設計されており、インラッシュ電流の制限と短絡保護を提供します。これは、外部NチャネルMOSFET、外部電流検出抵抗及び2つの内蔵コンパレータによって実現されています。図1及び2に、本デバイスのファンクションダイアグラムを示します。

いくつかの重要なパラメータのタイミング及び電圧レベルを外付抵抗、外付コンデンサ又はピンストラップによって調整できます。タイミング部品はオプションです(タイミング部品がない場合、本製品は「Electrical Characteristics」に示すように公称値に設定されます)。調整可能なパラメータを以下に挙げます。

- 電流リミットスレッシュホールド
- 低速コンパレータ応答時間
- スタートアップタイマ
- 高速コンパレータスレッシュホールド

- オートリトライタイムアウト期間(過電流発生後でデバイスがシャットダウンする時間)
- シャットダウン設定(ラッチ付/オートリトライ)
- 電流過負荷スレッシュホールド

スタートアップモード

スタートアップ期間は、CTIM(MAX4271/MAX4272)又はCTON(MAX4273)により設定します(「スタートアップ及びリトライタイマ」を参照)。スタートアップ期間は、以下の3つの条件が満たされると開始されます。

- 1) V_{IN} がUVLOスレッシュホールドを超えてから150ms経過(「低電圧ロックアウト」を参照)し、
かつ
 - 2) $V_{ON} > 0.6V$ になってから $10\mu s$ 後、
かつ、
 - 3) デバイスがすでにリトライモードでなくなっている。
- スタートアップ中、低速コンパレータはディセーブルされ、インラッシュ電流制限は次の2つの方法で行われます。
- 1) 外部MOSFETのゲート電圧を制御することにより負荷への電流の増加を遅くすること、
又は
 - 2) 外部電流検出抵抗の両端の電圧を制御することにより負荷への電流を制限すること。

3V~12V電流制限ホットスワップコントローラ オートリトライ及びDualSpeed/BiLevel障害保護付

MAX4271/MAX4272/MAX4273

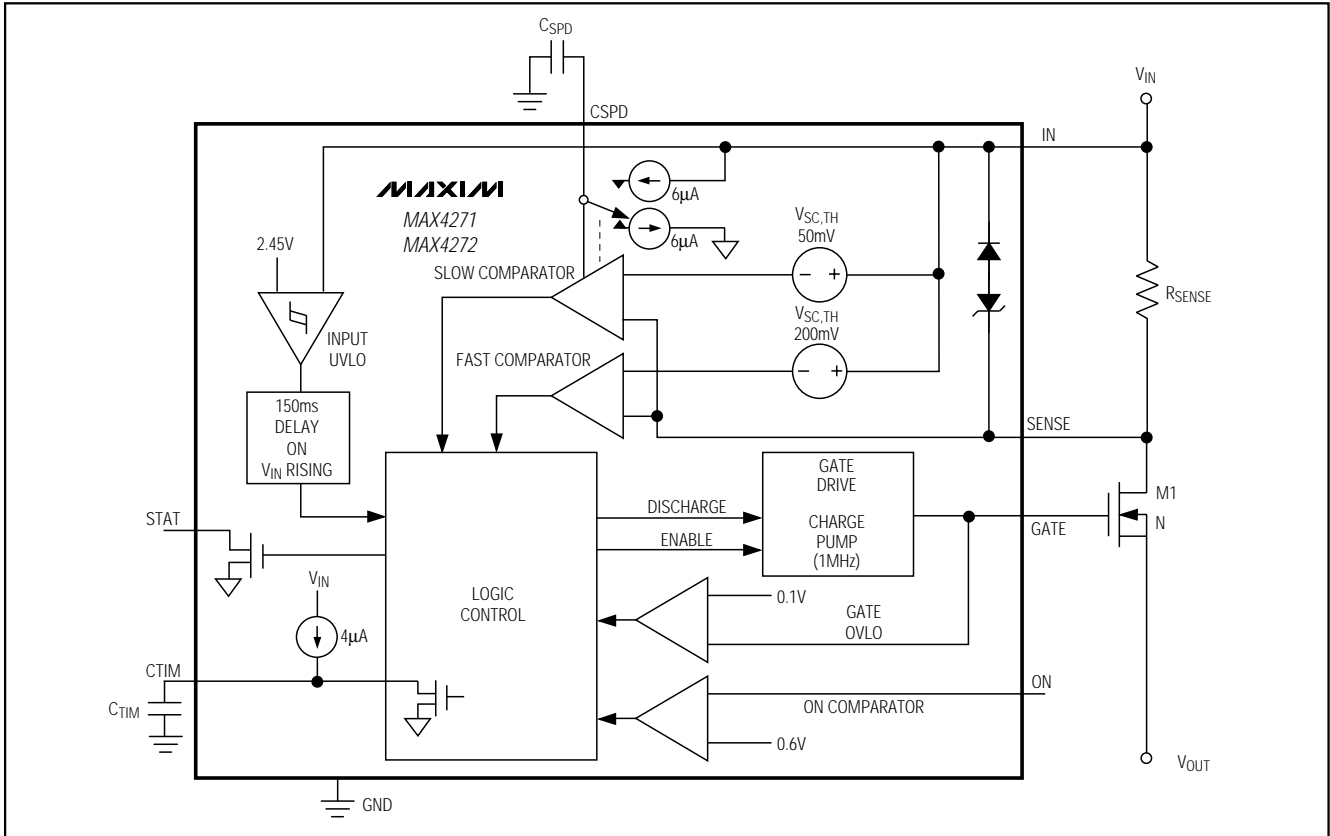


図1. MAX4271/MAX4272のファンクションダイアグラム

他のサーキットブレーカICと異なり、MAX4271/MAX4272/MAX4273は、スタートアップ時に過電流が発生した場合にN-FETを完全にオフにしないで電流をプリセットレベルに制御します。

スタートアップモードにおいて、ゲートドライブ電流は100μAに制限されており、ゲート電圧が上がるにつれて減少します(「標準動作特性」のゲート充電電流対ゲート電圧のグラフを参照)。これにより、コントローラはゆっくりとMOSFETをエンハンスしていきます。高速コンパレータが過電流を検出すると、ゲート電圧は70μAの固定電流で一時的に放電され、この放電は検出抵抗(RSENSE)を流れる負荷電流がスレッシュホールド以下に減少するまで続きます。これにより、スタートアップ中のインラッシュ電流が効果的に制御されます。図3にスタートアップ波形を示します。障害状態が存在しない場合は、スタートアップ期間の最後にSTATがハイになります。

通常動作(DualSpeed/BiLevel)

通常動作(スタートアップ期間が終了した後)における保護は、障害状態が発生した時に外部MOSFETをターンオフすることによって与えられます。DualSpeed/BiLevel障害保護機能は、スレッシュホールドと応答時間の異なる2つのコンパレータを使用することにより負荷電流を監視します。

- 1) 低速コンパレータ。このコンパレータは応答時間が外部設定(20μs~数秒)され、スレッシュホールド電圧は固定50mVです。低速コンパレータは小振幅の一時的な電流グリッチを無視します。過電流状態が長く継続すると、障害が検出されてMOSFETゲートがゆっくりと放電されます。
- 2) 高速コンパレータ。このコンパレータは応答時間が350nsに固定されており、スレッシュホールド電圧が200mVと高くなっています(MAX4273では50mV~750mVの範囲で可変)。高速コンパレータは、短絡等の大振幅を検出した後直ちにMOSFETをターンオフします。

3V~12V電流制限ホットスワップコントローラ オートリトライ及びDualSpeed/BiLevel障害保護付

MAX4271/MAX4272/MAX4273

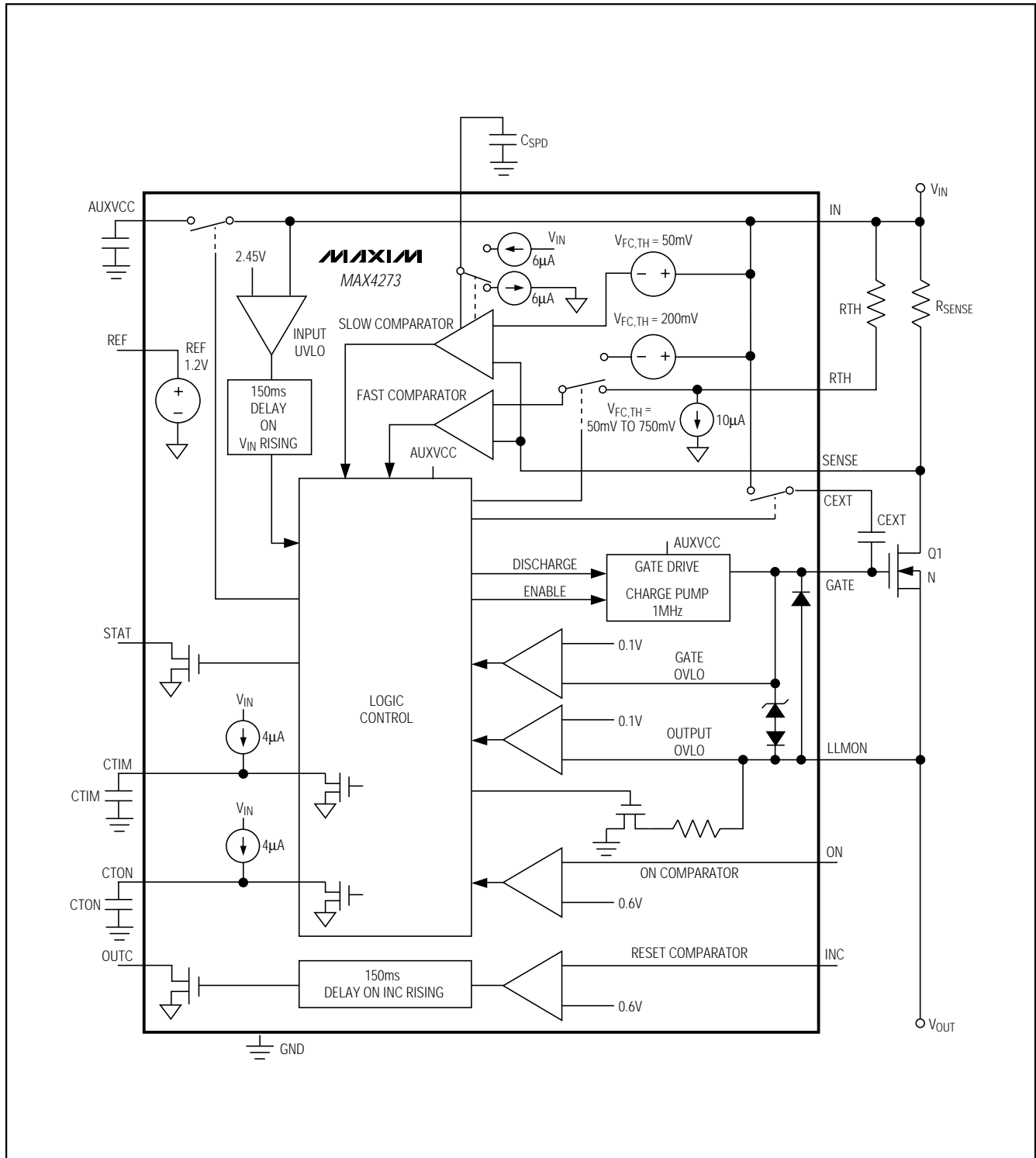


図2. MAX4273のファンクションダイアグラム

3V~12V電流制限ホットスワップコントローラ オートリトライ及びDualSpeed/BiLevel障害保護付

いずれの場合も、障害を検出すると、状態ピン(STAT)がローになり、MAX4273の場合はLLMONとGNDの間の1kΩ抵抗を通じて出力電圧が放電していきます。障害後、MAX4271はラッチオフ状態に留まり、MAX4272はリトライモードになります。MAX4273の場合はラッチ又はリトライモードを選択できます。図4に障害状態の波形を示します。

BiLevel障害保護

低速コンパレータ

低速コンパレータは、スタートアップ時に外部MOSFETをオンにする時にディセーブルされます。これにより、カードを差し込んだ時に基板コンデンサを充電する通常より大きなインラッシュ電流が無視されます。

通常動作時(スタートアップ完了後)に低速コンパレータが過電流を検出すると、ゲート容量を200μAの電流で放電することにより外部MOSFETをターンオフします。低速コンパレータのスレッシュホールドは50mVに設定されており、デフォルトディレーは20μs(CSPDがフローティングの時)です。これにより、電源グリッチとノイズを無視できます。応答時間は、CSPDに外付コンデンサを付けることにより延長できます(図10)。

過電流状態が連続的でない時、スレッシュホールドよりも高い期間とスレッシュホールドよりも低い期間の差が20μs(又は外部設定値)よりも大きくないとデバイスはトリップしません。電流がスレッシュホールドよりも高い時、CSPDは6μAの電流ソースで充電されます。CSPDがトリップポイントの1.2Vまで充電されると、

障害が検出されます。つまり、デューティサイクルが50%よりも大きいパルス電流(即ち、電流がスレッシュホールドレベルを超えている時間が>50%)は、たとえ電流が低速コンパレータの設定応答時間より長い間スレッシュホールドを上回ることがなくても障害状態とみなされます。

放電速度は、N-FETのゲート容量及びGATEにおける外部容量に依存します。MAX4273の場合、CEXTは接続された状態に留まり、ここまでの容量は同じ電流によって放電される必要があります。これによって放電時間が増加します。障害状態が検出されると、STATピンがローになり、デバイスはリトライ又はラッチモードになります。

高速コンパレータ

高速コンパレータは動作モードによって異なる挙動を示します。

スタートアップ時、高速コンパレータはシンプルな電流レギュレータの一部となります。検出された電流がスレッシュホールドを上回ると、ゲートは70μAの電流ソースで放電されます。検出された電流がスレッシュホールド以下に低下すると、チャージポンプは再びオンになります。高速コンパレータとチャージポンプの伝播遅延のため、検出された電流はスレッシュホールドの近くで上下します。ゲート電圧はほぼ鋸歯状になり、負荷電流は20%のリプルを示します。このリプルは、GATEとGNDの間にコンデンサを追加することによって低減できます。

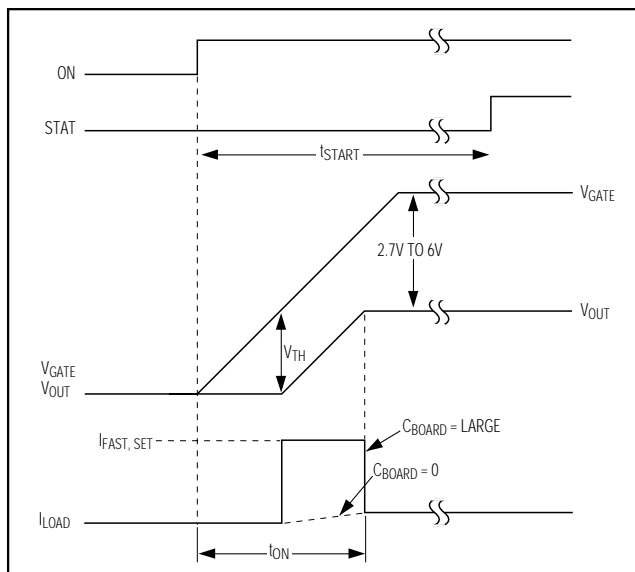


図3. スタートアップ波形

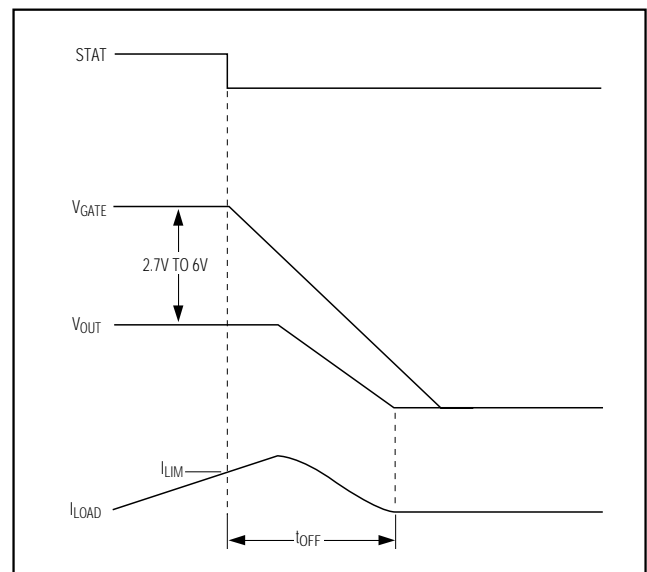


図4. 障害状態への応答

3V~12V電流制限ホットスワップコントローラ オートリトライ及びDualSpeed/BiLevel障害保護付

MAX4271/MAX4272/MAX4273

検出された電流がスタートアップタイムの終了後もまだ高い場合、MOSFETゲートは以下のように完全に放電されます。

通常動作(スタートアップ後)において、高速コンパレータは緊急オフスイッチとして使用されます。負荷電流が高速コンパレータのスレッシュホールドに達すると、デバイスは直ちにMOSFETを強制的にオフにします。この状態は、ひどい電流過負荷又は完全短絡があった時に発生します。高速コンパレータの応答時間は350nsで、1mAの電流でGATEを放電します。ゲート容量が1000pF、ゲート電圧が12Vとして、MOSFETは12 μ s以内にオフになります。スタートアップ時間を遅らせるためにGATEとGNDの間に容量を追加すると、ターンオフ時間も長くなります。

MAX4273の場合、高速放電中にCEXTはハイインピーダンスになります。これにより、GATEとCEXTの間にコンデンサが使用されていてもGATEの実効容量が減少し、MOSFETの迅速なターンオフが可能になります。そして、これにより、高速放電速度に影響を与えることなくMOSFETの充電時間を調整できます(低速充電速度には影響します)。

MAX4271/MAX4272の高速コンパレータのスレッシュホールドは、低速コンパレータスレッシュホールドの4倍(200mV)に設定されています。MAX4273の高速コンパレータのスレッシュホールドは、RTHをGNDに接続すると200mVに設定され、RTHをINに接続するとディセーブルされ、INに外付抵抗を接続することにより可変になります(「高速コンパレータのスレッシュホールド(RTH)」を参照)。

ラッチ付/オートリトライ

MAX4271のMOSFETドライバは障害状態の後ラッチオフされた状態になり、ONピンに負方向のパルスが来てリセットされるまでこの状態に留まります。MAX4272は障害状態の後で周期的にターンオンされます。タイムアウト期間はCTIMに接続される外付タイミングコンデンサによって決まります。MAX4273はラッチ付モード又はリトライモードを選択できるように

なっています。CTIMをINに接続するとラッチ付モードになり、CTIMに外付コンデンサを接続することでリトライタイムアウトが設定されます。

障害後にリスタートするには、ONを20 μ s(min)の間パルス的にローにして下さい(MAX4271/MAX4273のラッチ付モード)。オートリトライ中、負のパルスは無視されます(MAX4273のオートリトライモード、又はMAX4272)。

CTIMのコンデンサは、MAX4272のリトライタイムアウト期間(過電流発生後で素子がシャットダウンする時間)に影響します。リトライタイムアウト期間は、スタートアップ時間の32倍に固定されています。これは、短絡時に外部MOSFETの電力消費を最小限に抑えるためです(「MOSFETの熱の考慮」を参照)。これは、障害状態時にラッチオフされるデバイスの場合には問題になりません。その場合デバイスはオンにするコマンドが来るまでオフ状態に留まるためです。MAX4273がリトライモードに設定されている場合、スタートアップタイムコンデンサ(CTON)とリトライタイムアウトコンデンサ(CTIM)が別々になっています。これにより、ユーザはスタートアップ時間とリトライタイムアウト期間の比を変更することができます。

状態出力

状態出力は、デバイスが下記の状態の時にローになるオープンドレイン出力です。

- UVLO遅延期間中
- スタートアップ時
- 強制オフ(ON < 0.6V)
- 過電流状態
- リトライタイムアウト期間中(ラッチ付デバイスの場合はラッチオフ)

STATは、デバイスが通常モードで障害が存在しない時だけハイになります(表1)。図5にSTATのタイミング図を示します。

表1. 状態出力の真理値表

IN UVLO DELAY PERIOD	PART IN STARTUP	ON PIN	OVERCURRENT CONDITION	PART IN RETRY-TIMEOUT PERIOD (OR LATCHED OFF DUE TO OVERCURRENT CONDITION)	STAT PIN (STATUS)
Yes	X	X	X	X	Low
X	Yes	X	X	X	Low
X	X	Low	X	X	Low
X	X	X	Yes	X	Low
X	X	X	X	Yes	Low
No	No	High	No	No	High

3V~12V電流制限ホットスワップコントローラ オートリトライ及びDualSpeed/BiLevel障害保護付

過/低電圧ロックアウト

UVLOは、 V_{IN} の入力電圧がロックアウトスレッシュホールド (2.25V min)を超えた状態が少なくとも150ms続くまで、MAX4271/MAX4272/MAX4273が外部MOSFETをターンオンするのを防ぎます。UVLOは、外部MOSFETのゲート駆動電圧が不十分になるのを防ぎます。150msのタイムアウトは、基板が完全にバックプレーンに差し込まれ、 V_{IN} が安定するのを保証します。INにおいてUVLOスレッシュホールドを下回る電圧トランジェントが発生すると、デバイスがリセットされてスタートアップシーケンスが始まります。

これらのデバイスは、障害状態の後で放電が完了していない場合にデバイスがリスタートするのを防ぐ過電圧ロックアウト(OVLO)も備えています。リスタートするには、 V_{GATE} が0.1Vより低く放電されている必要があります。さらに、MAX4273のLLMONピンは負荷ラインを1k Ω のプルダウン抵抗で放電し、負荷電圧が0.1Vを下回るまでスタートアップを阻止します。

MAX4271/MAX4272は出力電圧を監視しないため、基板容量がまだ充電状態の時にでもスタートアップシーケンスを始めることができます。

基板容量が大きかったり、スタートアップ期間が短かったりすると、MAX4272が1つのスタートアップ期間で完全に充電しないことがあります。この場合、MAX4272はデューティサイクルが t_{ON} 、期間が $t_{ON} + t_{RETRY}$ で定義されるバーストでコンデンサを充電することにより対応します。リトライタイムアウト中に抵抗性負荷や電流負荷が基板容量を過度に放電しない限り、何回かのリトライの後で充電が完了します。この機能は、LLMONがフローティングになっているか、あるいはGNDに接続されている場合のMAX4273にも適用されます。充電バーストが反復しないように、 t_{ON} タイマが基板容量の完全な充電に必要な最小時間を超えていることを確認して下さい(「部品の選択」を参照)。

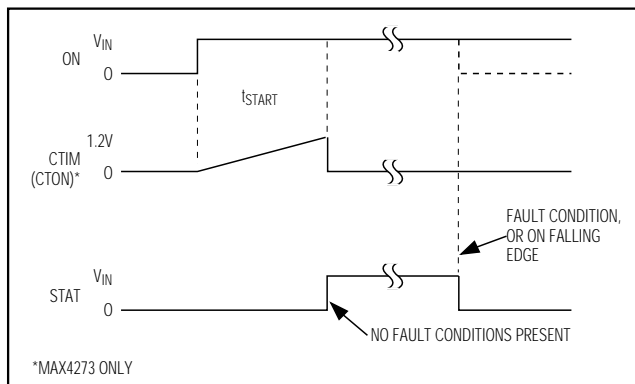


図5. 状態出力(STAT)タイミング図

ゲート過電圧保護

新世代のMOSFETはゲート・ソース電圧(V_{GS})の絶対最大定格が $\pm 8V$ になっています。これらのMOSFETを保護するため、MAX4271/MAX4272は内部ツェナーダイオードによってゲート・ドレイン電圧を(MAX4273の場合はゲート・ソース電圧を)+7.5Vに制限しています。負の V_{GS} に対する保護は施されていません(MAX4271/MAX4272)。GATEが出力電圧よりも速くGNDに放電される可能性がある時は、図6に示すように外付小信号保護ダイオード(D1)を使用できます。MAX4273は内部に保護ダイオードを備えています。

アプリケーション情報

部品の選択

NチャンネルMOSFET

外部NチャンネルMOSFETは、アプリケーションの電流レベルに応じて選択して下さい。表2に推奨部品を示します。完全負荷における電圧降下を小さくしてMOSFET

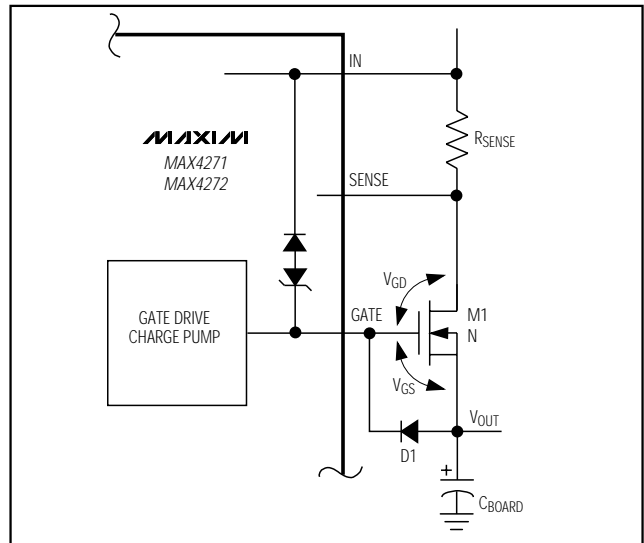


図6. 外部ゲート・ソース保護

表2. 推奨されるNチャンネルMOSFET

PART NUMBER	MANUFACTURER	DESCRIPTION
IRF7413	International Rectifier	11m Ω , 8 SO, 30V
IRF7401		22m Ω , 8 SO, 20V
IRL3502S		6m Ω , D2PAK, 20V
MMSF3300	Motorola	20m Ω , 8 SO, 30V
MMSF5N02H		30m Ω , 8 SO, 20V
MTB60N05H		14m Ω , D2PAK, 50V
FDS6670A	Fairchild	10m Ω , 8 SO, 30V
NDS8426A		13.5m Ω , 8 SO, 20V
FDB8030L		4.5m Ω , D2PAK, 30V

3V~12V電流制限ホットスワップコントローラ オートリトライ及びDualSpeed/BiLevel障害保護付

MAX4271/MAX4272/MAX4273

の電力消費を制限するため、MOSFETは $R_{DS(ON)}$ が十分に小さなものを選んで下さい。 $R_{DS(ON)}$ が大きいと、基板がパルスのな負荷を持っていたり、完全負荷において外部低電圧リセットも似たをトリガする時に出力リップルが生じる可能性があります。オートリトライモードのデバイスのスタートアップ時に基板上的短絡状態を許容するようにデバイスの電力定格を選んで下さい(「MOSFET熱的考慮」を参照)。

MAX4271/MAX4273をラッチ付モードで使用する場合は、 $R_{DS(ON)}$ が大きくて電力定格の小さなMOSFETも可能です。MOSFETは、シングルショットのパルスであればパッケージの定格よりも高い電力消費に耐えることができます。また、インラッシュ電流制限はゲート dv/dt を制限することによって達成されているため、ゲート容量の小さなMOSFETを使う必要はありません。表3に推奨メーカ及び部品を示します。

検出抵抗

低速コンパレータのスレッシュホールド電圧は50mVに設定されています。最大通常動作電流を超える電流レベルで50mVの電圧降下を生じる検出抵抗を選んで下さい。標準的に、過負荷電流は通常負荷電流の1.2~1.5倍に設定して下さい。高速コンパレータのスレッシュホールドは200mVに設定されています。これにより、障害電流リミットは過負荷電流リミットの4倍に設定されます。MAX4273の高速コンパレータのスレッシュホールドは、50mV~750mVの間で設定することができます。詳細については表4を参照して下さい。

検出抵抗の電力定格はデバイスの構成に従って選んで下さい。リトライモードが選択されていない場合は $P_{RSENSE} = (I_{OVERLOAD})^2 \times R_{SENSE}$ 、リトライが選択されている場合は $P_{RSENSE} = (I_{FAULT})^2 \times R_{SENSE} \times (t_{ON}/t_{RETRY})$ です。

高速コンパレータのスレッシュホールド(RTH)(MAX4273)高速コンパレータのスレッシュホールドは、RTHに接続されている外付抵抗によって決まります。50mV~750mVの範囲のスレッシュホールド電圧を選択するために、図7に従って5k Ω ~75k Ω の抵抗値を使用して下さい。

200 Ω ~5k Ω の範囲の抵抗値は推奨できません。高速コンパレータのスレッシュホールド電圧を50mVよりも低く設定すると、低速コンパレータの動作が実質的に無視されます。MAX4273の高速コンパレータは、RTHピンを $V_{IN}(V_{IN} - 25mV)$ 以下に短絡することによってディセーブルすることができます。RTHをグランドに接続するとスレッシュホールドが内部で200mVに設定されます。

スタートアップ及びリトライタイマ(CTIM、CTON)スタートアップ(t_{START})及びリトライ(t_{RETRY})タイマは、CTIM及びCTONに接続されたコンデンサによって決まります。CTIMに接続されたコンデンサは、3つのデバイスに対して以下に示す2つの機能を持っています。

DEVICE	CTIM FUNCTION
MAX4271	Startup time
MAX4272	Startup time and sets retry timer
MAX4273	Sets retry timer

表3. 部品メーカ

COMPONENT	MANUFACTURER	PHONE	WEB
Sense Resistors	Dale-Vishay	402-564-3131	www.vishay.com
	IRC	704-264-8861	www.irctt.com
MOSFETS	Fairchild	888-522-5372	www.fairchildsemi.com
	International Rectifier	310-322-3331	www.irf.com
	Motorola	602-244-3576	www.mot-sps.com/ppd/

表4. 電流レベル対 R_{SENSE}

R_{SENSE} (m Ω)	PART NUMBER	OVERLOAD THRESHOLD SET BY SLOW COMPARATOR (A)	FAULT CURRENT THRESHOLD SET BY FAST COMPARATOR (A)
10	MAX4271/MAX4272	5	20
	MAX4273	5	5 to 75
50	MAX4271/MAX4272	1	4
	MAX4273	1	1 to 15
100	MAX4271/MAX4272	0.5	2
	MAX4273	0.5	0.5 to 7.5

3V~12V電流制限ホットスワップコントローラ オートリトライ及びDualSpeed/BiLevel障害保護付

CTONにより、MAX4273のMOSFETを完全にターンオンするために許される最大時間が決まります。ターンオン時間(t_{ON})及び t_{RETRY} のデフォルト値(それぞれ10 μ sと320 μ s)は、これらのピンをフローティングにしておくを選択されます。これらは最小値でもあります(この値は制御されず、浮遊容量に依存します)。これより長いタイミングは、コンデンサのサイズにより図8にしたがって決まります。また、スタートアップ及びリトライタイミングパラメータを記載した表5によって知ることもできます。

t_{ON} タイマは、MOSFETをエンハンスして負荷コンデンサを完全に充電するのに十分な長さにして下さい。

スタートアップシーケンスを完了する方法は2つあります。ケースAは、電流制限機能を使用せず、ゲートdv/dtを制限することによってMOSFETをゆっくりターンオンするスタートアップシーケンスです。ケースBは、電流制限機能を使用し、大インラッシュ電流を防ぎつつできるだけ速くMOSFETをターンオンします。

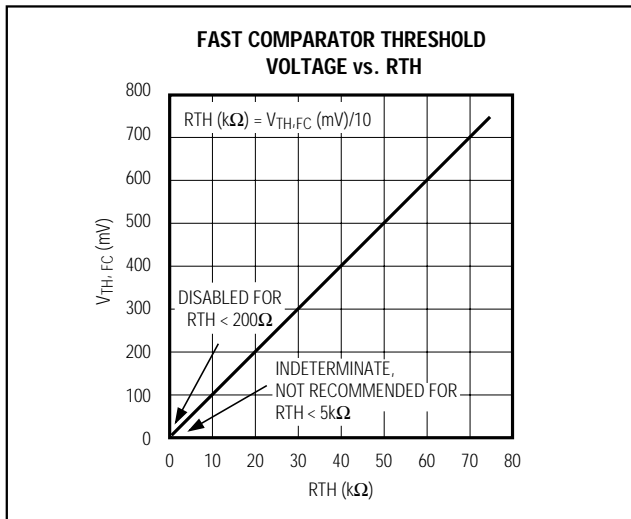


図7. 高速コンパレータのスレッシュホールド対RTH

ケースA:電流レギュレーションなしのスタートアップ
高速コンパレータの電流リミットに達することなくMOSFETがターンオンする場合があります。

- 1) 基板容量(C_{BOARD})が小さければインラッシュ電流が小さくなります。
- 2) ゲート容量が大きければMOSFETはゆっくりとターンオンします。
- 3) 高速コンパレータをディセーブルすることができます(MAX4273のみ)。

いずれの場合も、 t_{ON} はターンオン(t_{ON})はMOSFETをエンハンスするために必要な電荷によってのみ決定されます。実質的には、ゲート充電電流が小さいと、出力電圧のdv/dtが制限されます。この時間はGATEとGNDの間(MAX4271/MAX4272)(図9)又はGATEとCEXTの間に外付コンデンサを接続することによって延長できます。外部ゲート容量がMOSFETのゲート容量よりも非常に大きい場合、ターンオン時間はこの外部ゲート容量によってほぼ決まります。表6に、GATEに外付コンデンサがある状態とない状態で推奨MOSFETをエンハンスするために必要なタイミングを示します。図3には、関係する波形及びタイミング図を示します(「標準動作特性」の「ゲート充電時間対 C_{GATE} 」及び「 $C_{BOARD} = 0$ の時のスタートアップ時間」を参照)。ゲート容量が大きいとターンオフ時間(t_{OFF})も長くなることに注意して下さい(但し、MAX4273の高速障害の時を除きます)。

外付ゲートコンデンサを使用しない場合、 R_S は必要ありません。 R_S は C_{GATE} が大きくて C_{BOARD} が小さい時に発生することがあるMOSFETの自己発振を防ぎます。

メーカーの仕様に記載されている電気的特性は以下のとおりです。

FDS6670A: $C_{ISS} = 3200\text{pF}$, $Q_T(\text{MAX}) = 50\text{nC}$, $R_{DS(\text{ON})} = 8.2\text{m}\Omega$

IRF7401: $C_{ISS} = 1600\text{pF}$, $Q_T(\text{MAX}) = 48\text{nC}$, $R_{DS(\text{ON})} = 22\text{m}\Omega$

MMSF5N03HD: $C_{ISS} = 1200\text{pF}$, $Q_T(\text{MAX}) = 21\text{nC}$, $R_{DS(\text{ON})} = 40\text{m}\Omega$

表5. スタートアップ及びリトライタイミングパラメータ

PART	t_{ON}		t_{RETRY}	
	DEFAULT (μ s)	EXTERNALLY SET	DEFAULT (μ s)	EXTERNALLY SET
MAX4271	10	$t_{ON}(\text{ms}) = 0.31 \times \mathbf{CTIM}(\text{nF})$	No retry available	
MAX4272	10	$t_{ON}(\text{ms}) = 0.31 \times \mathbf{CTIM}(\text{nF})$	320	$t_{RETRY}(\text{ms}) = 32 \times t_{ON} = 10 \times \mathbf{CTIM}(\text{nF})$
MAX4273*	10	$t_{ON}(\text{ms}) = 0.31 \times \mathbf{CTON}(\text{nF})$	320	$t_{RETRY}(\text{ms}) = 10 \times \mathbf{CTIM}(\text{nF})$

*MAX4273 retry feature disabled by connecting CTIM to V_{IN} .

3V~12V電流制限ホットスワップコントローラ オートリトライ及びDualSpeed/BiLevel障害保護付

MAX4271/MAX4272/MAX4273

表6. 「過電流なし」ターンオンタイミング(電流リミットなしのスタートアップ)

DEVICE	CGATE (nF)	MOSFET tON (ms)			MOSFET tOFF (ms)		
		VIN = 3V	VIN = 5V	VIN = 12V	VIN = 3V	VIN = 5V	VIN = 12V
Fairchild FDS6670A	0	0.22	0.16	0.19	0.07	0.13	0.145
	22	2.3	2	3.2	0.54	1.1	1.95
International Rectifier IRF7401	0	0.175	0.130	0.16	0.075	0.13	0.16
	22	1.9	1.8	3.5	0.54	1.1	2.0
Motorola MMSF5N03HD	0	0.101	0.074	0.073	0.033	0.067	0.085
	22	2.0	1.8	3.2	0.470	1.0	1.95

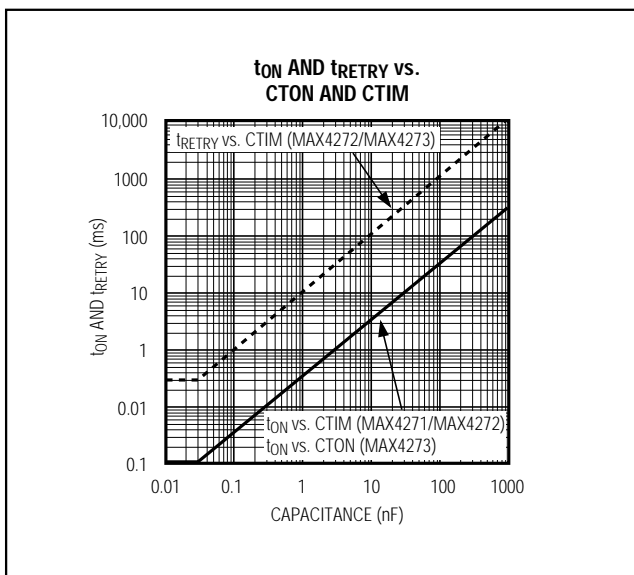


図8. スタートアップ及びリトライタイムアウト

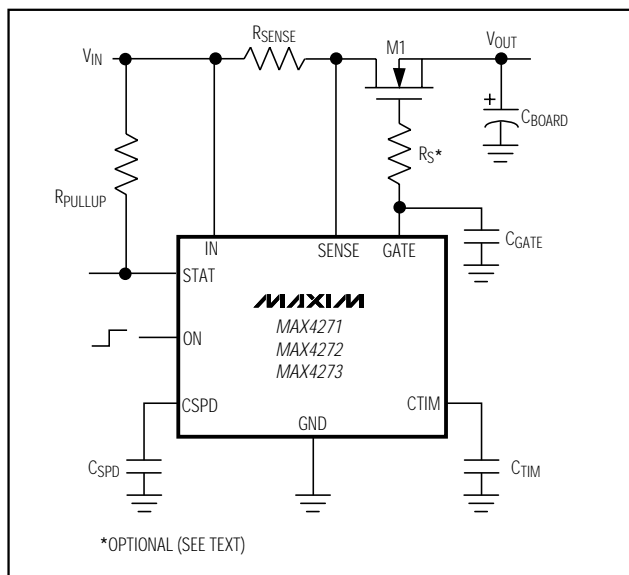


図9. 外付コンデンサを使用した動作

ケースB：電流レギュレーションを使用したスタートアップ

V_{OUT}における基板容量(C_{BOARD})が大きいアプリケーションにおいては、インラッシュ電流に起因するR_{SENSE}両端の電圧降下が高速コンパレータのスレッシュホールド(V_{FC,TH})を超えます。この場合、C_{BOARD}を充電する電流は一定とみなすことができ、ターンオン時間は次式で決まります。

$$t_{ON} = C_{BOARD} \times V_{IN} / I_{FAST,SET}$$

ここで、最大負荷電流I_{FAST,SET} = V_{FC,TH}/R_{SENSE}です。図3に電流レギュレーションがある時のターンオントランジェントの波形及びタイミング図を示します(「標準動作特性」の「C_{BOARD} = 470μFの時のスタートアップ時間」を参照)。この条件で動作している時、外付ゲートコンデンサは必要ありません。GATEとGNDの間に外付ゲートコンデンサを付けると安定化電流のリプルが減少しますが、ゲートディレイ(t_d)が長くなるためにt_{OFF}が長くなります(図4)。

実際のスタートアップ時間は、ケースAとケースBの2つのうちの長い方によって決まります。出力電圧がセトリングするために十分な時間を保証するため、スタートアップタイム(t_{START})を2 × t_{ON}に設定して下さい。また、デバイスのパラメータのばらつきも考慮に入れて下さい。

リトライ

リトライタイムにより、障害検出後にICがスタートアップシーケンスを再開するまでのデッドタイムが決まります。この機能はMAX4272/MAX4273に備わっています。

リトライタイムの値を選択する前に、どのくらいの長さの一時的な大電流障害状態が存在するのかを調べて下さい。永久的な障害の場合、オートリトライは実質的にデューティサイクルがt_{ON}/t_{RETRY}で電流がI_{FAST,SET}の電流パルスをもSOFETに強制的に流すこととなります。このため、リトライを直ちに行う必要性和、MOSFETの放電能力に対応するために必要な基板

3V~12V電流制限ホットスワップコントローラ オートリトライ及びDualSpeed/BiLevel障害保護付

スペースとの間のバランスを慎重に考慮しなければなりません(「熱的考慮」を参照)。MAX4272のデューティサイクルは1/32に固定されていますが、MAX4273の場合はCTIMとCTONを独立に選ぶことによって変更できます。

もう一つの外付ゲート容量(CEXT)

GATEに外付ゲート容量を接続できます。これにより、MOSFETをエンハンスするために必要な時間が増え、出力立ち上がり時間がさらに制限されます。MAX4271/MAX4272の場合は、外付コンデンサをGATEとGNDの間に接続して下さい。MAX4273の場合は、外付コンデンサをGATEとCEXTあるいはGNDの間に接続することができます。CEXTにコンデンサが接続されている場合、低速コンパレータ障害中はグラウンドに放電されますが、高速コンパレータ障害中はフローティングのままです。これにより、重大な障害時に外部MOSFETを速くターンオフすることができます。(CEXTはVINにバイアスされているため、非極性コンデンサを使用して下さい。) GATEとCEXTの間の容量には、安定化電流のリプルを減少させる働きは殆どありません。GATEとGNDの間に小さなコンデンサ(5nF)を追加して下さい。「標準動作特性」の「充電及び放電時間対CGATE」のグラフを参照して下さい。

低速コンパレータの応答時間(CSPD)

低速コンパレータのスレッシュホールドは50mVに設定されており、応答時間はCSPDに接続された外付コンデンサによって決まります(図10)。

このピンをフローティングにしておくことにより、最小応答時間の20μs(typ)に設定されます。この時間は内部で決定されているため、CSPDの浮遊容量(100pFまで)には影響されません。

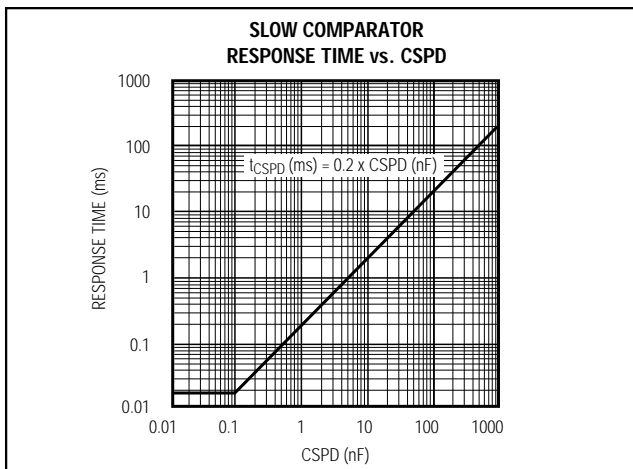


図10. 低速コンパレータの応答時間対CSPD

低速コンパレータの応答時間は、通常動作の負荷トランジェントよりも長く設定して下さい(「低速コンパレータ」を参照)。

ON及びリセットコンパレータ

MAX4271/MAX4272/MAX4273のON/OFF機能は、ONコンパレータによって制御されています。ONコンパレータは、温度監視又は予備のUVLOとして使用できる高精度電圧コンパレータです。MAX4273は未使用の遅延コンパレータも備えています。このコンパレータは電圧監視、電源シーケンス又はオンカード・マイクロプロセッサ用のパワーオンリセット信号の発生用に使用できます(図12)。これらのコンパレータのスレッシュホールド電圧は $V_{REF}/2 = 0.6V$ 、ヒステリシスは3mV(typ)に設定されています。

未使用のコンパレータのOUTC出力はオープンドレイン出力で、コンパレータの入力電圧(INC)がスレッシュホールド電圧よりも低くなるとローになります。そして、電圧がスレッシュホールドを超えた後150msでハイインピーダンスになります。負方向のエッジに対する遅延は10μsです。

図13に、MOSFET等の外部デバイスの温度を正確に監視するためにMAX4273を使用する例を示します。この構成では、未使用のコンパレータの出力をONコンパレータの入力に接続することにより、UVLOを高いレベルに設定します。

ONコンパレータは入力電圧(VON)がスレッシュホールド電圧を上回るとスタートアップを開始し、電圧がスレッシュホールドを下回るとMOSFETをターンオフします。伝播遅延はハイ方向もロー方向も10μsです。ONコンパレータは(CTIM = VINの時)、障害状態の後でMAX4271/MAX4273をリセットするために使用することもできます(「ラッチ付/オートリトライ」を参照)。

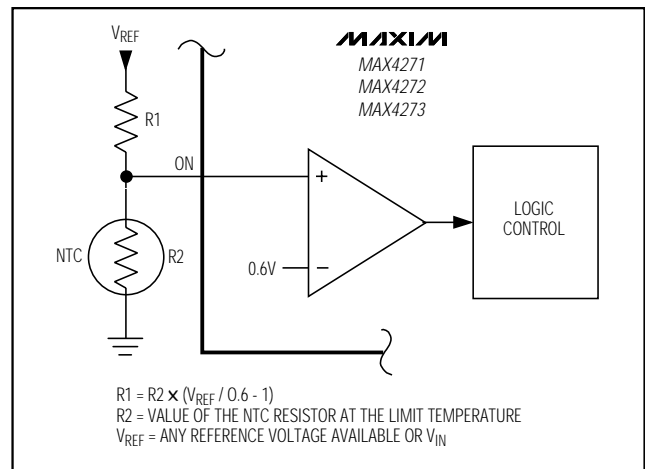


図11. 温度監視及び保護

3V~12V電流制限ホットスワップコントローラ オートリトライ及びDualSpeed/BiLevel障害保護付

MAX4271/MAX4272/MAX4273

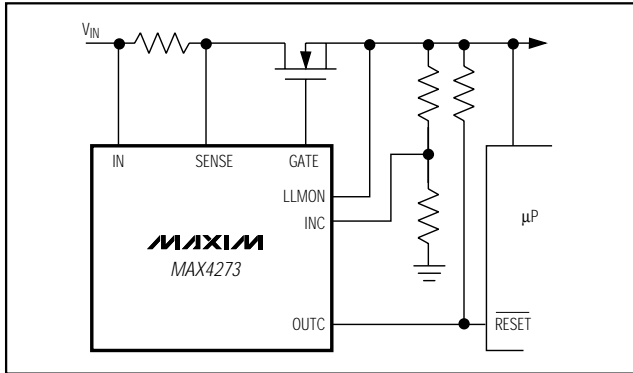


図12. パワーオンリセット

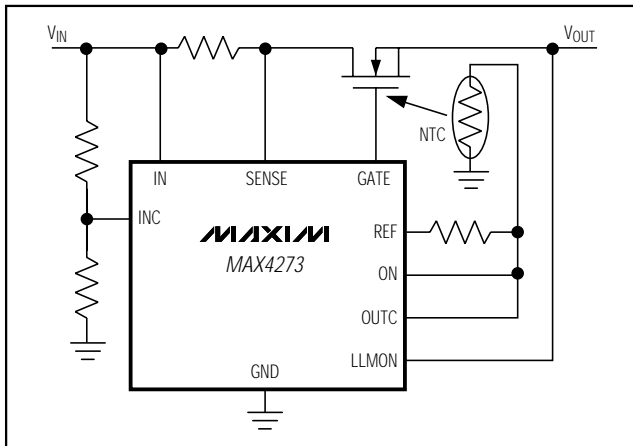


図13. パワーオンリセット及び温度

ONとINCコンパレータ入力及びSTATとOUTCは、 V_{IN} に関係なく独立に最大14Vまでプルアップすることができるため、デジチェーン接続をしても内部保護ダイオードを通じてターンオンされることがありません。アプリケーションによっては、リードをずらしたコネクタを使うことが有用です。図14において、全ての接続が完了した後で初めてONピンは着脱可能基板を強制的にパワーアップします。

補助 V_{CC}

MAX4273には補助 V_{CC} があり、基板上に短絡が生じている時にデバイスが動作するために必要な入力電圧を維持するために使用されます。短絡が発生すると、メインシステム電源電圧が低下して、MAX4273がゲートドライブを作動状態に保って外部MOSFETをターンオフするために必要な電圧が得られない場合があります。障害が除去されないと、システムは引き続き短絡状態に留まる可能性があります。

1 μ FコンデンサをAUXVCCピンとGNDの間に接続して下さい。このコンデンサはMOSFETがターンオフしてメイン電源が回復するまでゲートドライブに必要な

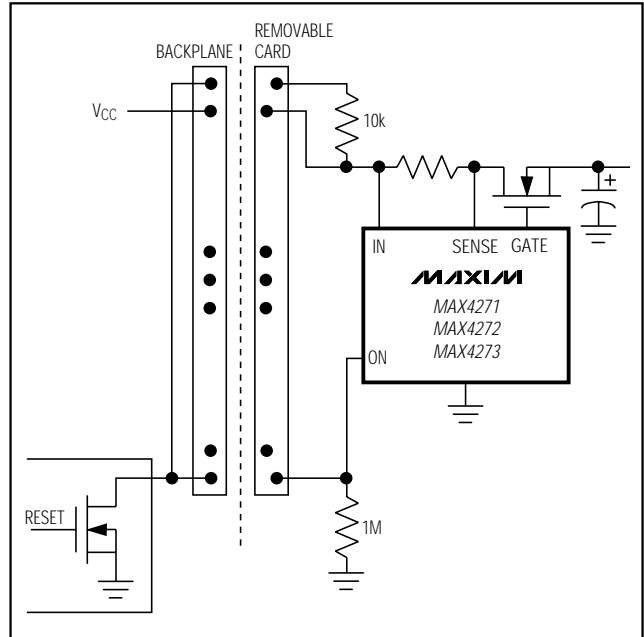


図14. フェイルセーフコネクタ

エネルギーを供給します。通常動作において、この1 μ Fコンデンサは V_{IN} から内部スイッチを通じて充電されます。

最大負荷容量

MAX4271/MAX4272/MAX4273はバックプレーン上で使用することにより、着脱可能カードの挿入時に電流を安定化できます(図16)。これにより、カードにホットスワップ保護機能が内蔵されていなくても、入力容量の異なる複数のカードを同じスロットに挿入することが可能になります。

MAX4271/MAX4272/MAX4273の電流制限機能は、CTIMによって設定されるスタートアップ期間中に作動します。 V_{IN} がカード上のトレースでONに接続されていれば、スタートアップ期間をトリガすることができます。 t_{START} がタイムアウトになった時には負荷容量が充電されていなければなりません。さもないと障害状態が検出されます。固定CTIMでスタートアップを保証するには、 t_{START} が基板容量を充電するために必要な時間よりも長くなければなりません。最大負荷容量は次式で計算されます。

$$C_{BOARD} < t_{START} \times I_{FAST,SET} / V_{IN}$$

入力トランジェント

インラッシュ及び障害状態の発生中は、 V_{IN} における電圧がUVLOよりも高くなければなりません。基板上で短絡状態が発生すると、障害電流が高速コンパレータの電流リミットよりも大きくなる可能性があります。ゲート

3V~12V電流制限ホットスワップコントローラ オートリトライ及びDualSpeed/BiLevel障害保護付

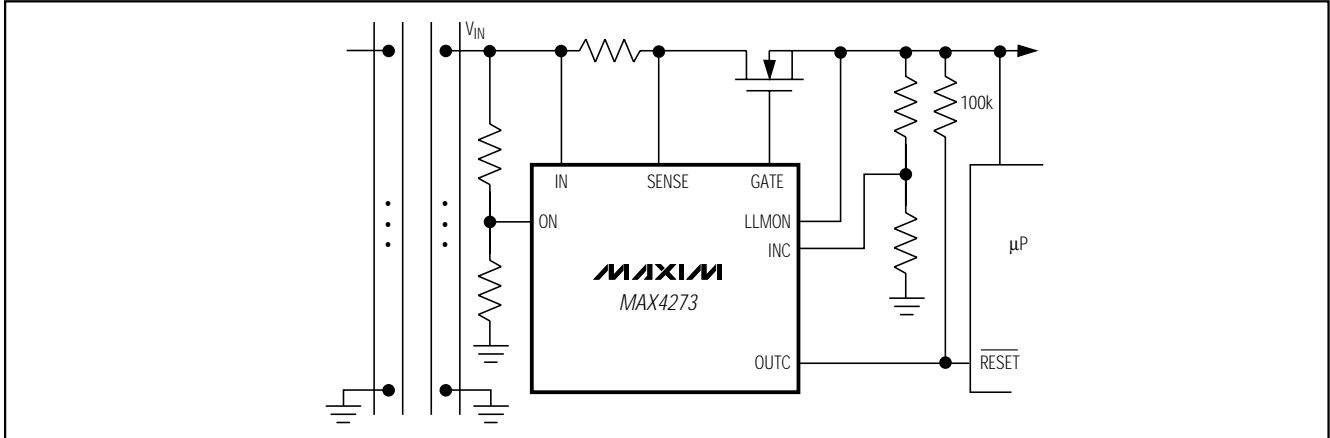


図15. 可変低電圧ロックアウト及び出力電圧リセットジェネレータ

電圧は直ちに放電されますが、MOSFETは $V_{GS} < V_{TH}$ になるまで完全にオフではないことに注意して下さい。メインシステム電源がUVLOよりも低く落ち込むと、MAX4271/MAX4272/MAX4273は電源が回復した時に150msの遅延の後で強制的にデバイスをリスタートします。メインシステム電源は、過剰な電圧降下を生じずにこの障害電流を供給する能力を持っていることが必要です。

MOSFETは非常に短時間でターンオフされるため、 dv/dt はかなり大きくなります。障害の除去に起因する電圧トランジェントを制限するために、外部カードに電源を供給するバックプレーンのインダクタンスはかなり小さくしなければなりません。入力を小さなコンデンサでバイパスすることにより、こうしたトランジェントに起因する疑似UVLOトリップを軽減できます。

MOSFETの熱的考慮

通常動作中、MOSFETは殆ど電力を消費しません。これは完全にターンオンされており、 $R_{DS(ON)}$ が最小限であるためです。通常動作における電力消費は $P_D = (I_{LOAD})^2 \times R_{DS(ON)}$ です。ターンオン及びターンオフの過渡的状態においてはかなりの電力が消費されます。設計の際は、基板上で連続的な短絡障害が存在する最悪の条件を考慮に入れる必要があります。2つのケースを考慮する必要があります。

- 1) 障害の後でデバイスがラッチされた状態におけるシングルターンオン(MAX4271又はMAX4273をラッチ付モードで使用する場合)。
- 2) 連続的な自動的リトライ(MAX4272又はMAX4273をリトライモードで使用する場合)。

グラウンドへの出力短絡に必要な最大過渡的熱抵抗(単位: $^{\circ}C/W$)を求めるには次式を使って求めて下さい。

$$Z_{\theta JA}(\max) = (T_{JMAX} - T_A) / (V_{IN} \times I_{FAST, SET})$$

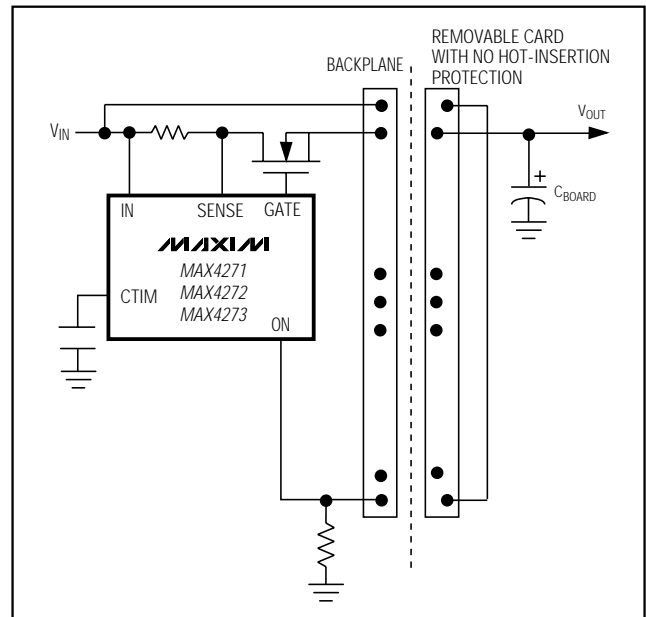


図16. MAX4271/MAX4272/MAX4273をバックプレーンに使用

MOSFETメーカはパッケージの規格化過渡的熱抵抗($Z_{\theta JA}$)の曲線を用意しているのが普通です(図17)。MOSFETの熱インピーダンスを求めるには、 t_{START} をパルス幅として使い、ラッチモードの製品にシングルパルス曲線を用いるか、もしくは、MAX4272にデューティサイクル=0.03曲線を選択します(デューティサイクルは32:1に固定してあります)。必要とされる $Z_{\theta JA}$ がパッケージのその値よりも小さい場合は、 t_{START} と $I_{FAST, SET}$ を小さくして、MOSFETのヒートシンクを使うか、熱特性の良いどちらかを選んで下さい。

3V~12V電流制限ホットスワップコントローラ オートリトライ及びDualSpeed/BiLevel障害保護付

MAX4271/MAX4272/MAX4273

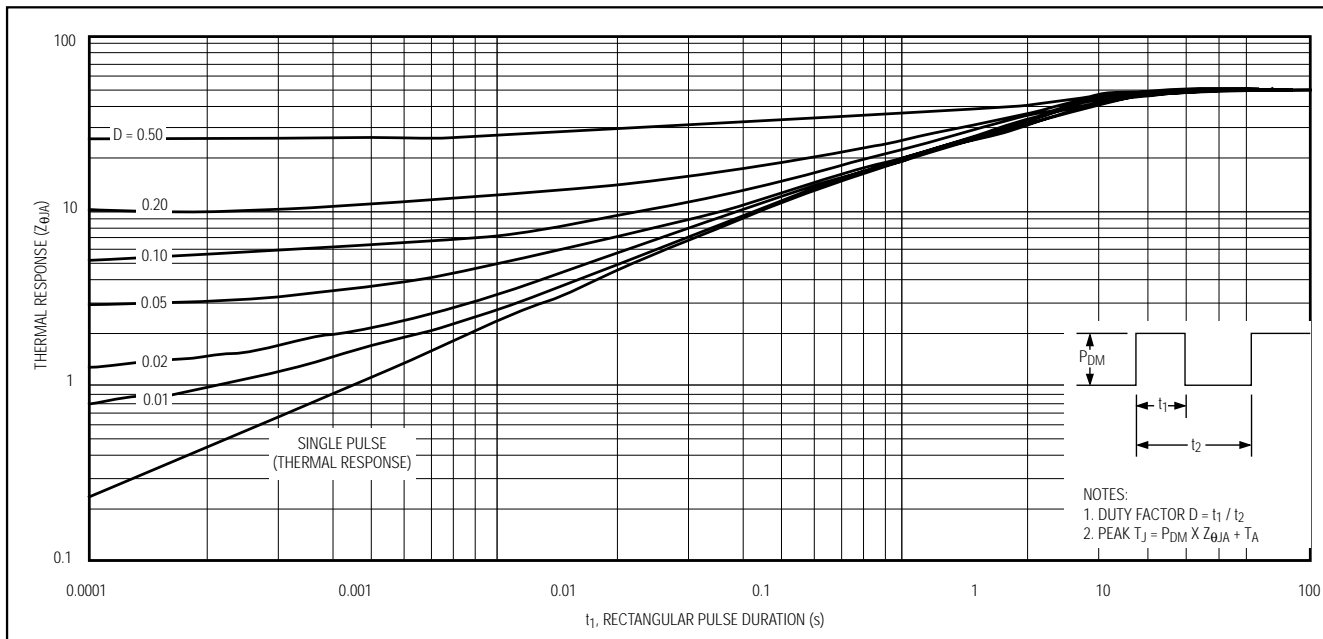


図17. 最大有効過渡的熱インピーダンスの曲線例(IRF7413Aより) 接合部から周囲温度

MAX4273がリトライモードの時、デューティサイクルは調整することができます。MOSFETの $Z_{\theta JA}$ 曲線と t_{START} パルス幅を使って、最大デューティサイクルDを選んで下さい。リトライ時間のは次式で求められます。

$$t_{RETRY} = t_{START} / D$$

CTIMの所与の t_{RETRY} を決定するには図8を用いて下さい。

設計の手順(MAX4273)

条件：

- 1000 μ Fカードへのホットスワップ5V電源
- MOSFET IRF7413A: $R_{DS(ON)} = 0.0135\Omega$
- 動作電流 = 4A
- 過負荷電流 = 5A
- システム電流制限 = 10A
- リトライ イネーブル

手順：

1) 電流センス抵抗を選択する：

低速コンパレータスレッシュホールド = 50mV

過負荷電流 = 5A

電流センス抵抗値 = $50\text{mV}/5\text{A} = 10\text{m}\Omega$

デバイスは、立上がり後負荷電流が5A以上の状態が20 μ s続くとスローフォールトを始めます。

2) 高速コンパレータ・スレッシュホールド(RTH)を設定する。

MOSFETのパルス排流(電流消費)制限は58Aです。電流制限を設定する上で、もう一つ考慮しなければならないのは、システム側の要求です。システムは58Aの負荷性過渡があると、システムがグリッチしてしまうことがあります。この例では、負荷性過渡は10Aに制限されます：

システム電流制限 = 10A

電流センス抵抗 = 10m Ω

高速コンパレータスレッシュホールド = 10m Ω x 10A = 100mV

図7からRTHを選択する。RTH = 10k Ω

3) スタートアップタイムを設定する。

立上がり電流 = システム電流制限 = 10A

$V_{IN} = 5\text{V}$

$C_{BOARD} = 1000\mu\text{F}$

$t_{ON} = 1000\mu\text{F} \times 5\text{V} / 10\text{A} = 500\mu\text{s}$

保護周波数帯の二分の一をスタートアップタイムに与えます。

$t_{START} = 2 \times t_{ON} = 1.0\text{ms}$

図8から、 $C_{TON} = 3000\text{pF}$

4) リトライ・タイムアウトを選択する。

$V_{IN} = 5\text{V}$

$I_{MAX} = 10\text{A}$

ピーク接合部温度、 $T_J = 150\text{ }^\circ\text{C}$

ピーク周囲温度、 $T_A = 85\text{ }^\circ\text{C}$

3V~12V電流制限ホットスワップコントローラ オートリトライ及びDualSpeed/BiLevel障害保護付

MAX4271/MAX4272/MAX4273

グラウンドへの短絡に必要なMOSFETの熱抵抗を計算して下さい。

$$Z_{\theta JA} = (150^{\circ}\text{C} - 85^{\circ}\text{C}) / (5\text{V} \times 10\text{A}) = 1.30^{\circ}\text{C/W}$$

$t_{\text{START}} = 1\text{ms}$ をパルス幅として使い、デューティサイクルを決定するのに図17を用います。デューティサイクルは約0.01以下になるはずですが、これは、 $t_{\text{RETRY}} = t_{\text{START}} / 0.01 = 100\text{ms}$ を意味しています。図8から、 $C_{\text{TIM}} = 10\text{nF}$ となります。

レイアウト上の考慮

本スイッチの出力障害状態に対する応答時間の速さを活用するには、全てのトレースをできるだけ短くし、大電流トレースの寸法を大きくして望ましくない寄生インダクタンスの影響を低減することが重要です。MAX4271/MAX4272/MAX4273は、カードのコネクタの近くに配置して下さい。グラウンドプレーンを使用して、インピーダンス及びインダクタンスを小さくして下さい。電流検出抵抗のトレースをできるだけ短くし(<10mm)、ケルビン接続を使用することにより、正確な電流検出を保証して下さい(図18)。

出力が短絡していると、外部MOSFETの両端の電圧降下が大きくなります。このため、スイッチの電力消費が増加し、チップ温度も高くなります。表面実装パッケージで放熱をよくするためには、MOSFETパッケージの直下の基板の両面に2つの銅パッドを配置して下さい。ビアを通じてこれら2つのパッドをグラウンドプレーンに接続し、大きな銅取付パッドを基板の上面に取り付けて下さい。

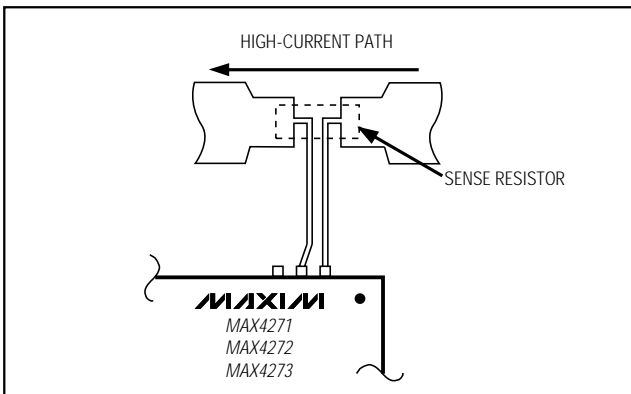
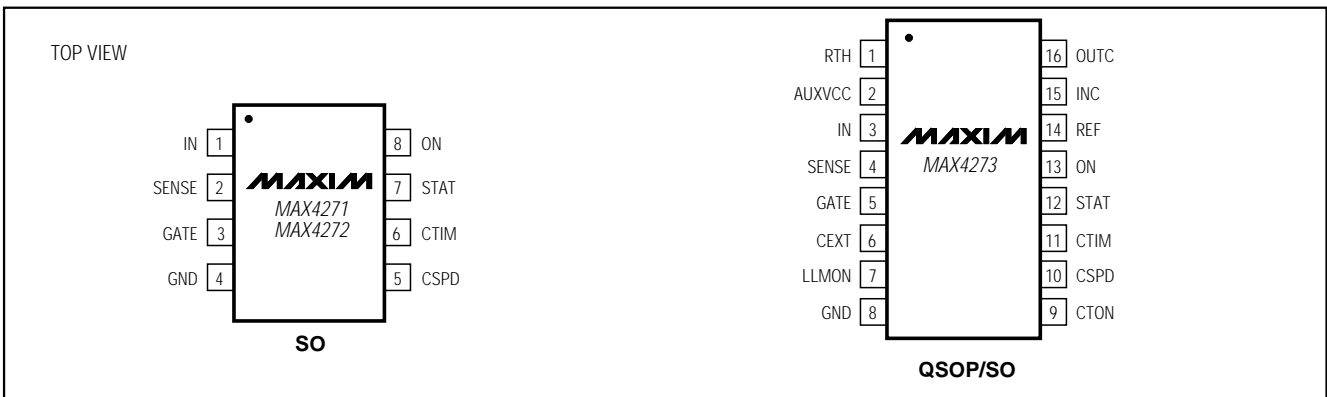


図18. 電流検出抵抗用のケルビン接続

ピン配置

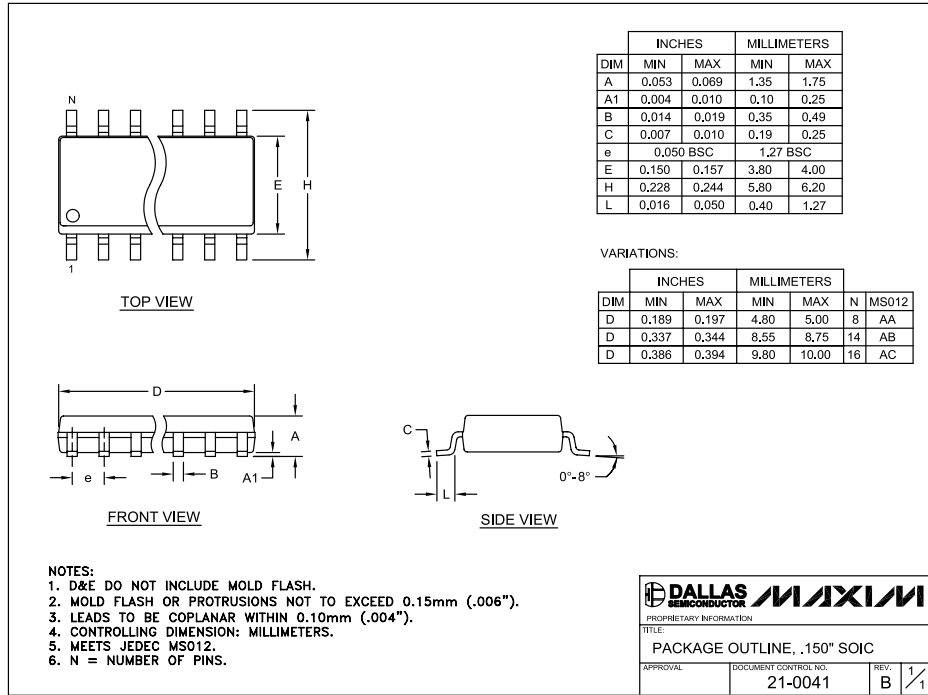


3V~12V電流制限ホットスワップコントローラ オートリトライ及びDualSpeed/BiLevel障害保護付

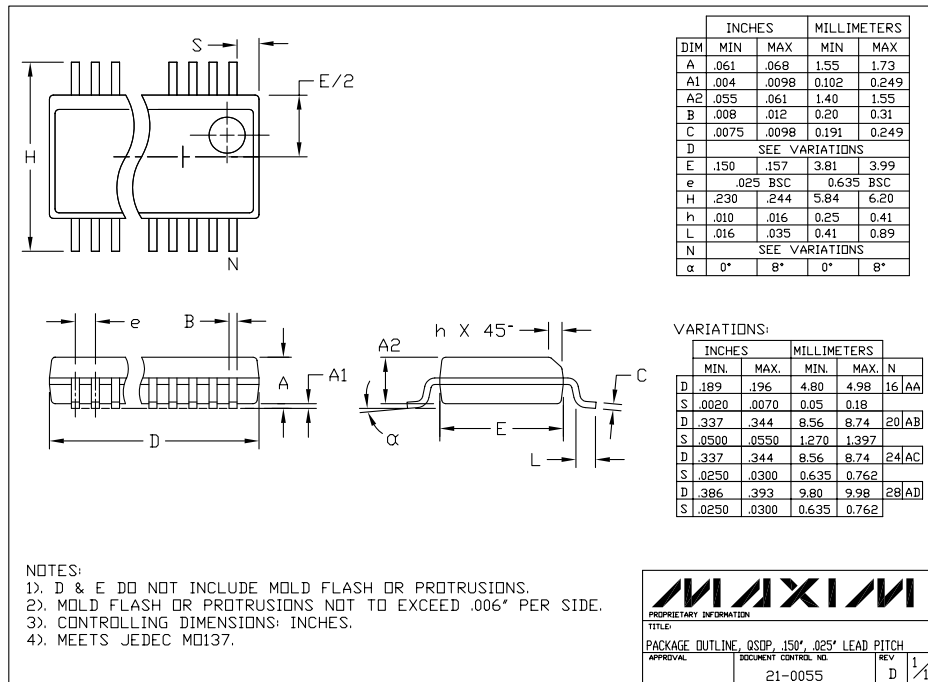
MAX4271/MAX4272/MAX4273

パッケージ

(このデータシートに掲載されているパッケージ仕様は、最新版が反映されているとは限りません。最新のパッケージ情報は、www.maxim-ic.com/ja/packagesをご参照下さい。)



SOIC EPSS



QSOIP EPSS

マキシム・ジャパン株式会社

〒169-0051東京都新宿区西早稲田3-30-16(ホリゾン1ビル)
 TEL. (03)3232-6141 FAX. (03)3232-6149

マキシム社では全体がマキシム社製品で実現されている回路以外の回路の使用については責任を持ちません。回路特許ライセンスは明言されていません。マキシム社は随時予告なしに回路及び仕様を変更する権利を保留します。

24 _____ Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600