

TMCS1170 小型 QFN パッケージ、過電流保護機能搭載、285kHz ホール エフェクト電流センサ

1 特長

- 小型 3mm × 3mm 低プロファイル QFN パッケージ
- 高い連続電流能力: 60A_{RMS}
 - 低損失の 0.6mΩ 導体
- ±100V 機能絶縁
- 電流センスの精度
 - 感度誤差: 1% (標準値)
 - 感度誤差: ±2.85%, T_A = 25°C ~ 125°C
 - オフセット誤差: ±15mV, T_A = 25°C ~ 125°C
 - オフセット寿命ドリフト: ±20mV
- 外部の磁界に対する高い耐性
- 過電流検出機能を内蔵
 - 信号帯域幅: 285kHz
 - 出力伝搬遅延: 300ns
 - 過電流検出応答: 1.3μs
- 動作電源電圧範囲: 3V ~ 5.5V
- 双方向および単方向の電流センシング
- 複数の感度オプション:
 - 26.4mV/A ~ 200mV/A の範囲

2 アプリケーション

- ロボット
- モータ制御
- ソーラー エネルギー
- 電源
- 過電流保護

3 説明

TMCS1170 は、小型 QFN パッケージに封入された、100V の機能絶縁を備えたガルバニック絶縁型ホール効果電流センサです。入力電流に比例する出力電圧により、優れた直線性と、あらゆる感度オプションで低ドリフトを実現しています。ドリフト補償を内蔵したシグナル コンディショニング回路は、システム レベルのキャリブレーションを必要とせず、温度範囲全体にわたって 2.85% 未満の最大感度誤差を達成しており、寿命シフトは 3% 未満です。

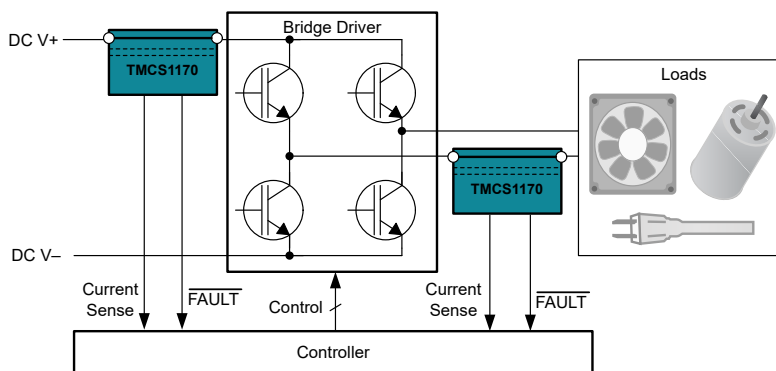
AC または DC 入力電流は内部導体を通して磁界を生成し、内蔵のオンチップ ホール効果センサにより測定します。コアレス構造のため、磁気コンセンタレータは不要です。差動ホール センサは、外部の浮遊磁界による干渉を排除します。導体抵抗が小さいので、測定可能な電流範囲が最大 ±60A まで拡大すると同時に、電力損失を最小化し、放熱要件を緩和できます。内蔵シールドにより、優れた同相除去と過渡耐性を実現しています。

固定感度とすることで、デバイスは 3V ~ 5.5V の単一電源で動作でき、レシオメトリック誤差をなくし、電源ノイズ除去を向上させています。このデバイスは、ソリューション サイズが小さく、電流供給能力があり、周囲磁界除去機能を備えているため、狭いスペースで電流を監視するのに理想的なソリューションです。

パッケージ情報 (1)

部品番号	パッケージ	パッケージ サイズ(2)
TMCS1170	VAP (VQFN, 12)	3mm × 3mm

- (1) 供給されているすべてのパッケージについては、[セクション 12](#) を参照してください。
- (2) パッケージ サイズ (長さ × 幅) は公称値であり、該当する場合はピンも含まれます。



代表的なアプリケーション



目次

1 特長	1	8.3 機能説明	19
2 アプリケーション	1	8.4 デバイスの機能モード	21
3 説明	1	9 アプリケーションと実装	22
4 デバイスの比較	3	9.1 使用上の注意	22
5 ピン構成および機能	4	9.2 代表的なアプリケーション	22
6 仕様	5	9.3 電源に関する推奨事項	25
6.1 絶対最大定格.....	5	9.4 レイアウト	25
6.2 ESD 定格.....	5	10 デバイスおよびドキュメントのサポート	27
6.3 推奨動作条件.....	5	10.1 デバイス サポート.....	27
6.4 熱に関する情報.....	5	10.2 ドキュメントのサポート.....	27
6.5 絶縁仕様.....	6	10.3 ドキュメントの更新通知を受け取る方法.....	27
6.6 電気的特性.....	6	10.4 サポート・リソース.....	27
6.7 代表的特性.....	8	10.5 商標.....	27
7 パラメータ測定情報	11	10.6 静電気放電に関する注意事項.....	27
7.1 精度パラメータ.....	11	10.7 用語集.....	27
7.2 過渡応答パラメータ.....	14	11 改訂履歴	27
7.3 安全動作領域.....	15	12 メカニカル、パッケージ、および注文情報	27
8 詳細説明	19	12.1 テープおよびリール情報.....	30
8.1 概要.....	19	12.2 メカニカル データ.....	32
8.2 機能ブロック図.....	19		

4 デバイスの比較

デバイス	基準電圧	感度	リニア動作範囲 ^{(1) (2)}	故障トリップレベル
TMCS1170B7F	1.65V	132mV/A	±10A	±10A
TMCS1170B9F	1.65V	90mV/A	±14.7A	±14.7A
TMCS1170B3F	1.65V	44mV/A	±30A	±30A
TMCS1170B1F	1.65V	26.4mV/A	±50A	±50A
TMCS1170A8F	2.5V	200mV/A	±10A	±10A
TMCS1170A6F	2.5V	100mV/A	±20A	±20A
TMCS1170A4F	2.5V	66mV/A	±30A	±30A
TMCS1170A2F	2.5V	40mV/A	±50A	±50A
TMCS1170C5F	0.5V	80mV/A	50A	50A

- (1) リニア動作範囲は、広い電源許容誤差で最大のデバイス互換性が得られるように規定されています。最大リニア動作範囲は、熱的制限ではなく、実際の電源許容範囲と出力リニア動作スイング範囲によって制限されます。最大リニア動作範囲を計算するには、[セクション 8.3.5](#) を参照してください。
- (2) 電流レベルは、許容される連続 DC/RMS および過渡ピーク電流の両方の安全動作領域を常に下回り、デバイスの熱制限を超えないようにする必要があります。「[安全動作領域](#)」セクションを参照してください。

TMCS1170B1FQVAPR

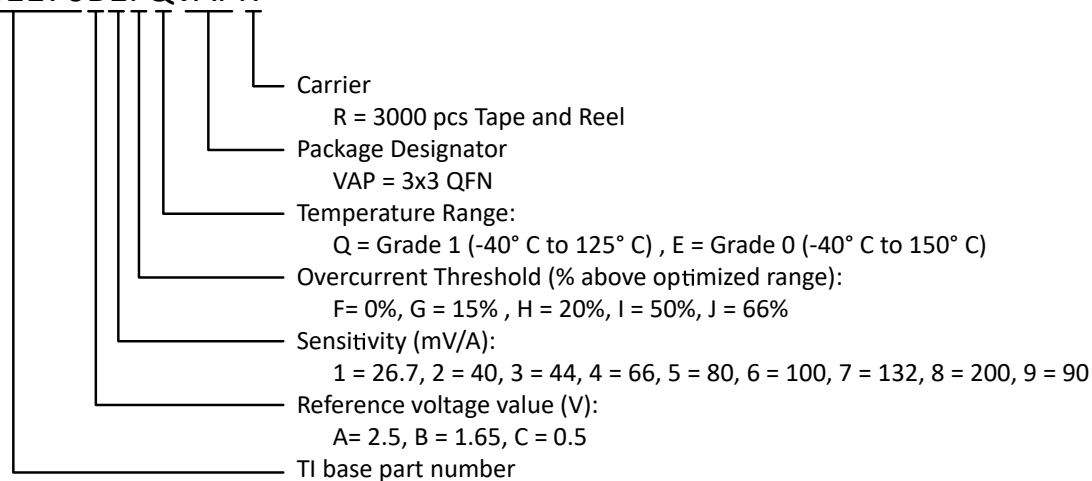


図 4-1. 型番ネーミング 記号

5 ピン構成および機能

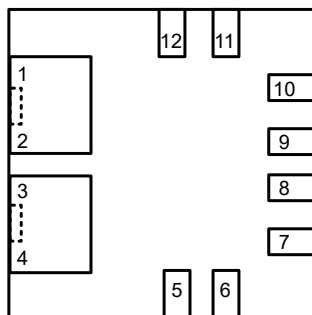


図 5-1. VAP パッケージ 12 ピン VQFN 上面図

表 5-1. ピンの機能

ピン		タイプ	説明
番号	名称		
1,2	IN+	アナログ入力	入力電流の正のピン。これらのピンに流れ込む正の電流を測定します。
3,4	IN-	アナログ入力	入力電流の負のピン。これらのピンから流れ出る正の電流を測定します。
5	GND	アナログ	グランド。アナログ グランド プレーンに接続します。
6	FAULT	デジタル出力	オープンドレイン、アクティブ Low 過電流出力。過電流スレッショルドを超えると、このピンは Low になります。過電流状態は透過状態であり、過電流状態が解消されると High になります。
7-10	N.C.	接続なし	内部接続なしアプリケーションの必要に応じてフローティングのままにすることも、グランドに接続することもできます。
11	VOUT	アナログ出力	検出された電流を表す出力電圧。ゼロ電流出力電圧は、選択したデバイスによって異なります。
12	VS	アナログ	電源接続において、デバイスに電力を供給するために選択されたデバイスに応じて 3.0V ~ 5.5V 電源を使用できます。

6 仕様

6.1 絶対最大定格

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り) ⁽¹⁾

		最小値	最大値	単位
V _S	電源電圧	GND - 0.3	6	V
	アナログ出力	GND - 0.3	(V _S) + 0.3	V
	デジタル出力			
T _J	接合部温度	-65	165	°C
T _{stg}	保存温度	-65	165	°C

- (1) 「絶対最大定格」の範囲外の動作は、デバイスの永続的な損傷の原因となる可能性があります。「絶対最大定格」は、これらの条件において、または「推奨動作条件」に示された値を超える他のいかなる条件でも、本製品が正しく動作することを意味するものではありません。「絶対最大定格」の範囲内であっても「推奨動作条件」の範囲外で使用すると、デバイスが完全に機能しない可能性があり、デバイスの信頼性、機能、性能に影響を及ぼし、デバイスの寿命を縮める可能性があります。

6.2 ESD 定格

		値	単位
V _(ESD)	静電放電	人体モデル (HBM)、ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 準拠 ⁽¹⁾	V
		デバイス帯電モデル (CDM)、ANSI/ESDA/JEDEC JS-002 準拠 ⁽²⁾	

- (1) JEDEC のドキュメント JEP155 に、500V HBM では標準の ESD 管理プロセスで安全な製造が可能であると規定されています。
(2) JEDEC のドキュメント JEP157 に、250V CDM では標準の ESD 管理プロセスで安全な製造が可能であると規定されています。

6.3 推奨動作条件

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

		最小値	公称値	最大値	単位
V _{IN+} , V _{IN-}	入力電圧	-100		100	V _{PK}
V _S	動作電源電圧	3	5	5.5	V
T _A ⁽¹⁾	自由空気での動作温度	-40		125	°C

- (1) 入力電流の安全動作領域は、接合部温度によって制限されます。推奨条件は、TMCS1170EVM との併用に基づくものです。周囲温度が上昇すると、入力電流定格が低下します。

6.4 熱に関する情報

熱評価基準 ⁽¹⁾		TMCS1170 ⁽²⁾	単位
		VAP	
		10 ピン	
R _{θJA}	接合部から周囲への熱抵抗	34	°C/W
R _{θJC(top)}	接合部からケース (上面) への熱抵抗	58.7	
R _{θJB}	接合部から基板への熱抵抗	1.7	
Ψ _{JT}	接合部から上面への特性パラメータ	17.3	
Ψ _{JB}	接合部から基板への特性パラメータ	28	

- (1) 従来および最新の熱評価基準の詳細については、『半導体および IC パッケージの熱評価基準』アプリケーション ノートを参照してください。
(2) デバイスが TMCS1170EVM に取り付けられているときに適用されます。詳細については、「安全動作領域」セクションを参照してください。

6.5 絶縁仕様

パラメータ	テスト条件	値	単位
一般			
V_{IOWM}	最大基本絶縁動作電圧	ピン 1 ~ 2 とピン 3 ~ 10 の間に印加される電圧	100 V_{DC}

6.6 電気的特性

TMCS1170AxF および TMCS1170Cx F において $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_S = 5\text{V}$ 、TMCS1170BxF において $V_S = 3.3\text{V}$ (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
入力						
R _{IN}	入力導体の抵抗	IN+ から IN- へ		0.6		mΩ
R _{IN}	入力導体抵抗の温度ドリフト	T _A = -40°C～+125°C		1.9		μΩ/°C
I _{IN,MAX}	最大連続スイッチ電流 ⁽¹⁾	T _A = 25°C		60		A _{RMS}
		T _A = 125°C		35		
出力						
S	感度	TMCS1170x1x		26.4		mV/A
		TMCS1170x2x		40		
		TMCS1170x3x		44		
		TMCS1170x4x		66		
		TMCS1170x5x		80		
		TMCS1170x9x		90		
		TMCS1170x6x		100		
		TMCS1170x7x		132		
		TMCS1170x8x		200		
e _S	感度誤差	0.05V ≤ V _{OUT} ≤ V _S - 0.2V		±1		%
S _{drift}	温度による感度誤差	0.05V ≤ V _{OUT} ≤ V _S - 0.2V、T _A = 25°C ～ 125°C		±1	±2.85	%
		0.05V ≤ V _{OUT} ≤ V _S - 0.2V、T _A = -40°C ～ 25°C		±2.2		%
S _{drift, life}	感度の寿命ドリフト	0.05V ≤ V _{OUT} ≤ V _S - 0.2V		±0.6	±3	%
e _{NL}	非直線性誤差	V _{OUT} = 0.1V～V _S - 0.1V		±0.1		%
V _{OUT, 0A}	ゼロ電流出力電圧	TMCS1170Ax F、I _{IN} = 0A、双方向、V _S = 5.0V		2.5		V
		TMCS1170Bx F、I _{IN} = 0A、双方向、V _S = 3.3V		1.65		
		TMCS1170Cx F、I _{IN} = 0A、単方向		0.5		
V _{OE}	出力電圧オフセット誤差	TMCS1170xx F、V _{OUT,0A} 、I _{IN} = 0A		±4	±12	mV
		TMCS1170xx F、V _{OUT,0A} 、I _{IN} = 0A、T _A = 25°C～125°C		±6	±15	mV
		TMCS1170xx F、V _{OUT,0A} 、I _{IN} = 0A、T _A = -40°C～25°C		±4	±40	mV
I _{OS, life}	オフセット寿命ドリフト	出力換算、I _{IN} = 0A		±6	±20	mV
PSRR	電源除去比	出力換算、V _S = 3V ～ 5.5V、DC	40	53		dB
CMRR	同相除去比	入力換算、DC ～ 60Hz		8		μA/V
CMFR	同相の磁界を除去	均一外部磁場、入力換算、DC ～ 1kHz		5	20	mA/mT
	入力ノイズ密度	入力換算、全帯域幅		235		μA/√Hz
C _{L,MAX}	最大容量性負荷	V _{OUT} から GND		4.7		nF
	短絡出力電流	V _{OUT} の GND への短絡、V _S への短絡		30		mA
Swing _{V_S}	V _S 電源レールまでスイング	R _L = 10kΩ ～ GND、T _A = -40°C ～ 125°C		V _S - 0.02	V _S - 0.05	V
Swing _{GND}	GND までスイング			5	10	mV

TMCS1170AxF および TMCS1170CxF において $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_S = 5\text{V}$ 、TMCS1170BxF において $V_S = 3.3\text{V}$ (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
帯域幅と応答						
BW	アナログ帯域幅	-3dB ゲイン		285		kHz
SR	スルー レート ⁽²⁾	最終値の 10% から 90%、1V 出力ステップ、100ns 入力ステップに達する間の変化の出力レート ⁽²⁾		1		V/ μs
t_r	応答時間 ⁽²⁾	入力と出力が最終値の 90% に達するまでの時間、100ns の入力ステップ、1V の出力遷移 ⁽²⁾		1.2		μs
t_{pd}	伝搬遅延 ⁽²⁾	入力と出力が最終値の 10% に達するまでの時間、100ns の入力ステップ、1V の出力遷移 ⁽²⁾		300		ns
	電流過負荷復帰時間			600		ns
過電流を検出						
	過電流しきい値エラー	$T_A = -40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$		± 8		%
	過電流ヒステリシス	過電流トリップ スレッシュホールドのパーセンテージ		15		%
	過電流検出応答時間	I_{IN} ステップ = 測定された I_{OC} の 120%、 $R_{PULLUP} = 1\text{k}\Omega$		0.8	1.3	μs
OC_{OL}	FAULT ピンのプルアップ電圧	$I_{OL} = 3\text{mA}$ 、 $T_A = -40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$	GND	0.07	0.2	V
電源						
V_S	電源電圧	$T_A = -40^\circ\text{C} \sim +125^\circ\text{C}$	3.0		5.5	V
I_Q	静止時電流	$T_A = -40^\circ\text{C} \sim +125^\circ\text{C}$		5.5	7	mA
	パワーオン時間	$V_S > 3\text{V}$ から有効な出力までの時間		500		μs

- (1) 接合部温度によって熱的に制限されます。デバイスがこのデバイス評価基板に取り付けられているときに適用されます。詳細については、「[安全動作領域](#)」セクションを参照してください。
- (2) デバイスの過渡応答の詳細については、「過渡応答」セクションを参照してください。

6.7 代表的特性

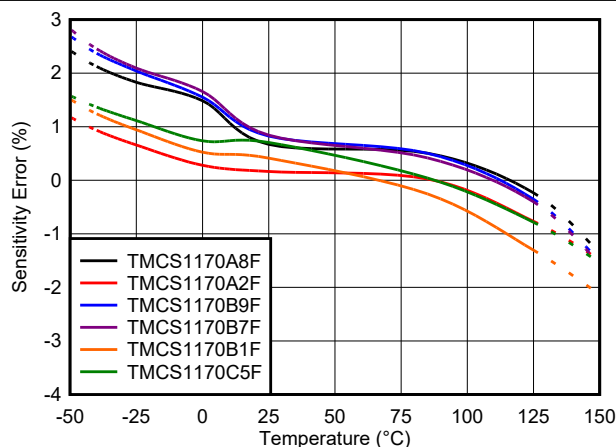


図 6-1. 感度誤差と温度との関係

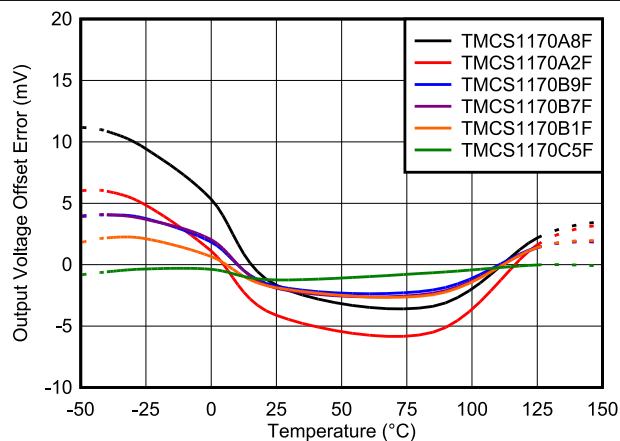


図 6-2. オフセット誤差と温度との関係

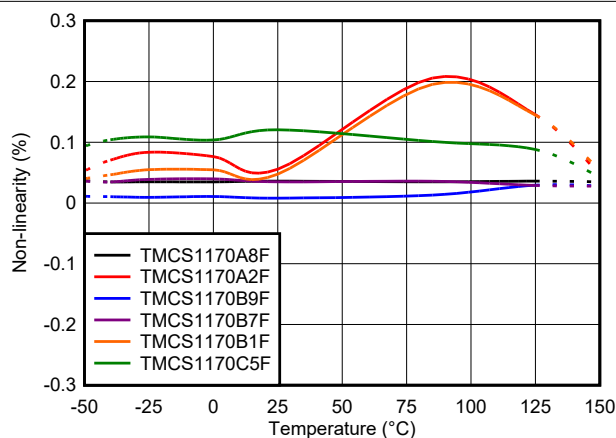


図 6-3. 非線形性線性と温度との関係

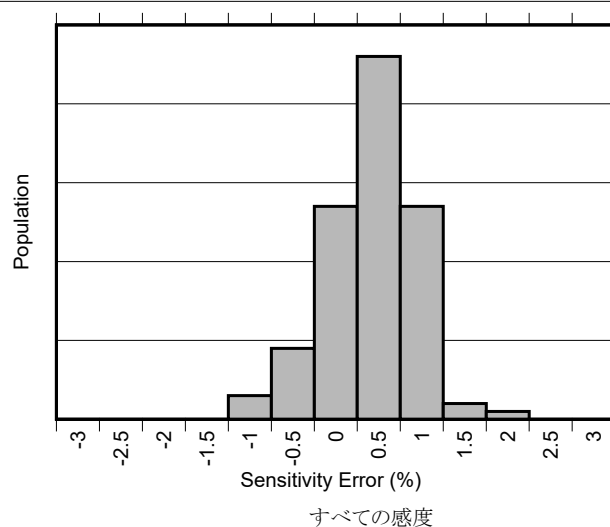


図 6-4. 感度誤差の製品分布

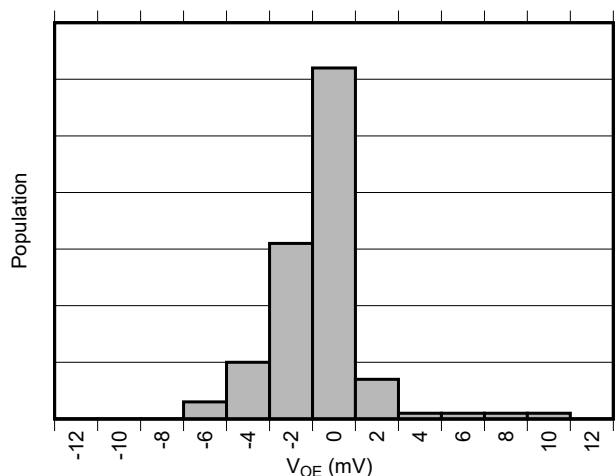


図 6-5. オフセット誤差の製品分布

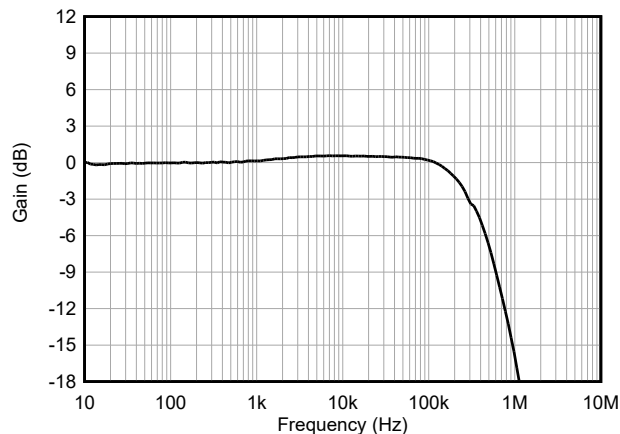


図 6-6. 感度と周波数との関係、すべての感度は 1Hz に正規化

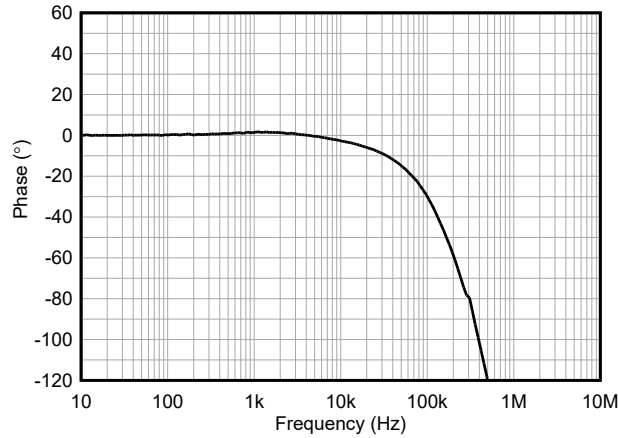


図 6-7. 位相と周波数との関係、すべての感度

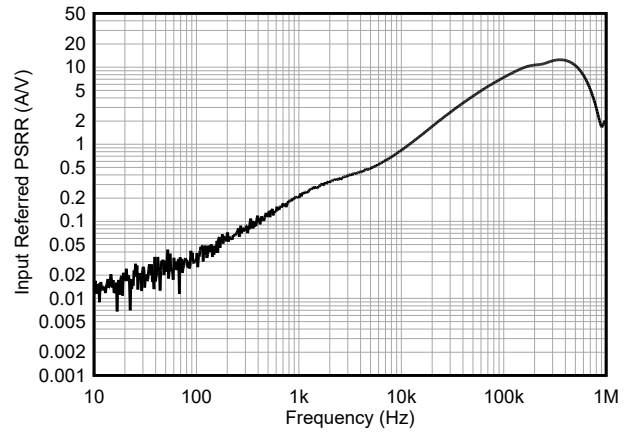


図 6-8. PSRR と周波数との関係

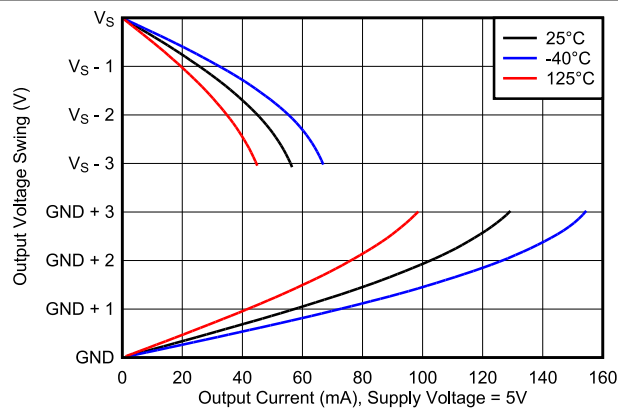


図 6-9. 出力スイングと出力電流との関係

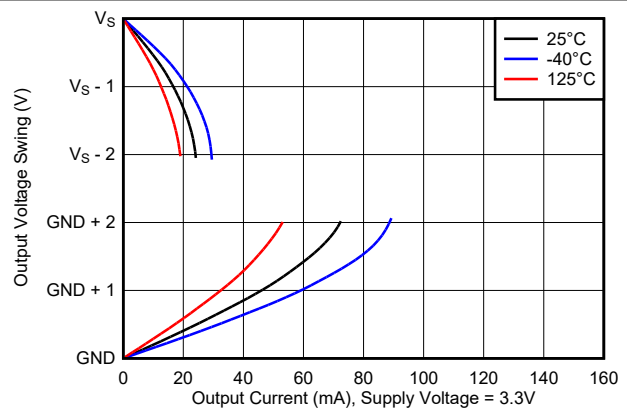


図 6-10. 出力スイングと出力電流との関係

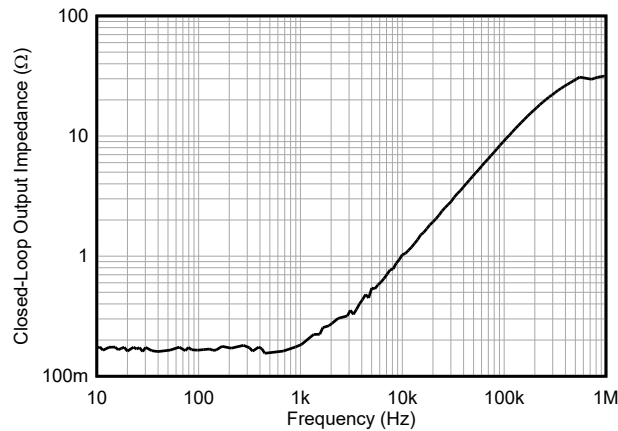


図 6-11. 出カインピーダンス 対 周波数

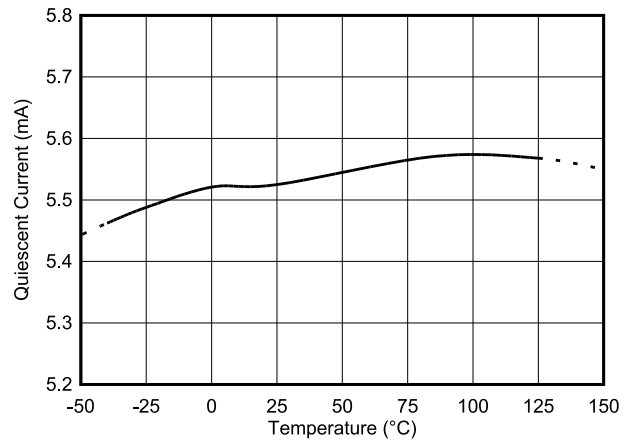


図 6-12. 静止電流と温度との関係

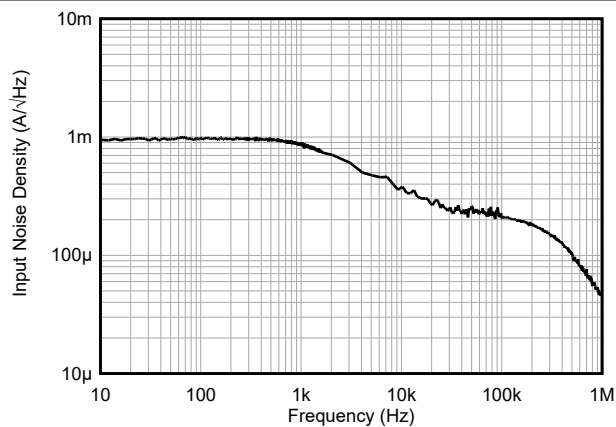


図 6-13. 入力換算ノイズと周波数との関係

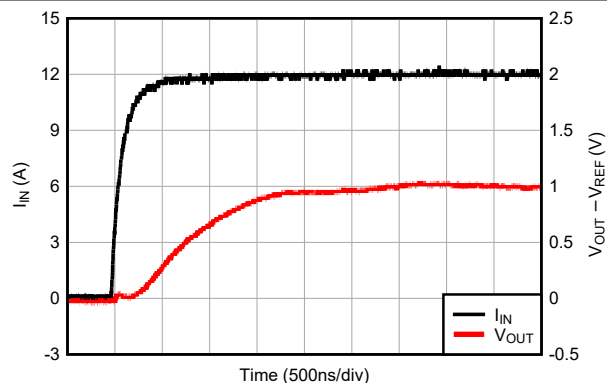


図 6-14. 電圧出力ステップ応答、立ち上がり

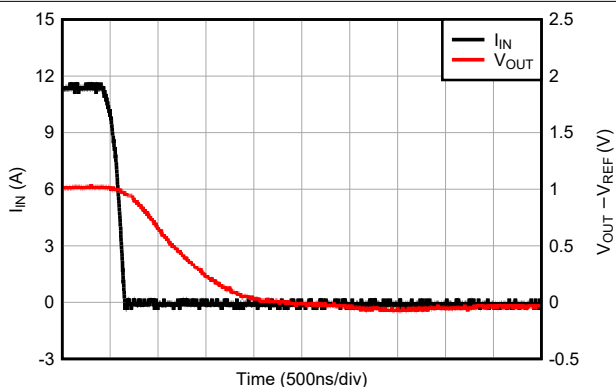


図 6-15. 電圧出力ステップ応答、立ち下がり

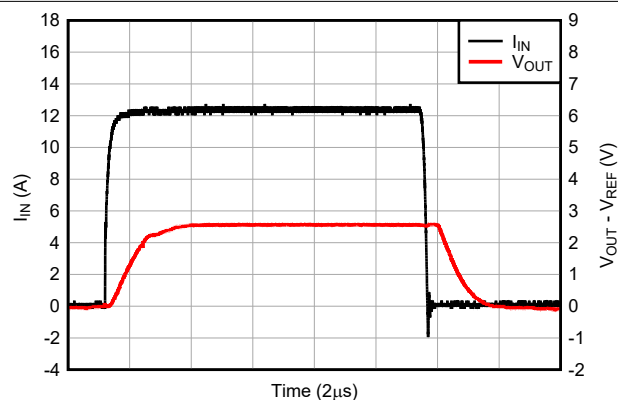


図 6-16. 過電流パラメータ

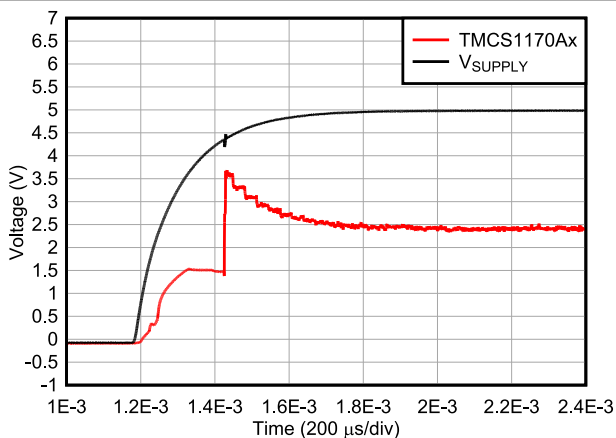


図 6-17. スタートアップ過渡応答

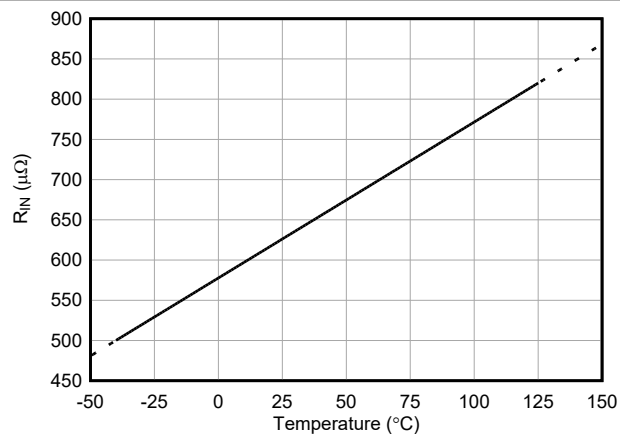


図 6-18. 入力導体の抵抗と温度との関係

7 パラメータ測定情報

7.1 精度パラメータ

TMCS1170 の理想的な 1 次伝達関数は、式 1 で与えられます。ここで、出力電圧は入力電流の線形関数です。デバイスの精度は、伝達関数パラメータの誤差項と、単純化された線形モデルに存在しない付加的な誤差項を生み出す非理想性の両方によって定量化されます。すべてのデバイス誤差項を含む合計誤差の計算例については、「合計誤差の計算例」を参照してください。

$$V_{OUT} = S \times I_{IN} + V_{OUT,0A} \quad (1)$$

ここで、

- V_{OUT} はアナログ出力電圧です。
- I_{IN} は絶縁入力電流です。
- S は、デバイスの感度です。
- $V_{OUT,0A}$ はデバイスのバリエーションのゼロ電流出力電圧です。

7.1.1 感度誤差

感度は、入力導体電流の変化によるセンサ出力電圧の比例的な変化です。この感度は、センサの 1 次伝達関数の勾配です(図 7-1 を参照)。TMCS1170 の感度は、高精度を実現するために工場テストおよびキャリブレーションされています。

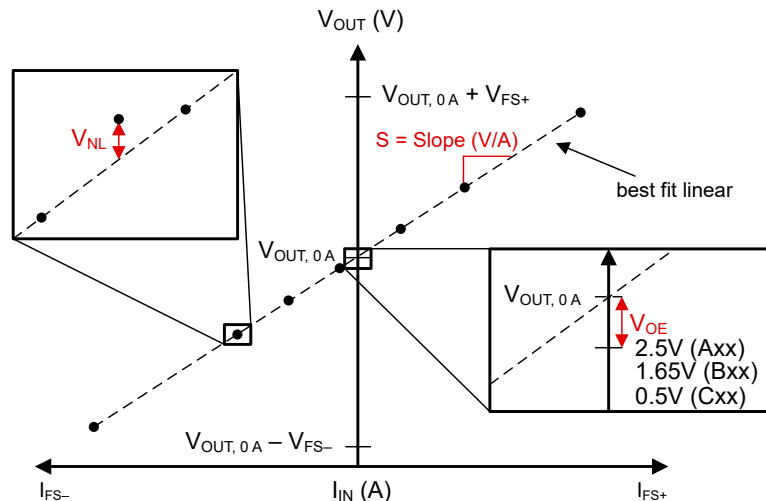


図 7-1. 感度、オフセット、非直線性誤差

感度誤差 e_S は、理想的な感度からの偏差であり、理想的な感度と測定した感度のベストフィットの偏差として式 2 で定義されます。

$$e_S = \frac{(S_{fit} - S_{ideal})}{S_{ideal}} \quad (2)$$

ここで、

- e_S は感度誤差です。
- S_{fit} はベストフィットの感度です。
- S_{ideal} は理想的な感度です。

感度寿命ドリフト $S_{drift,life}$ は、デバイスの寿命全体にわたる動作および環境ストレスによる感度の変化であり、寿命全体にわたる感度のワーストケース変化率として報告されます。

7.1.2 オフセット誤差

オフセット誤差は、入力電流がゼロのときの理想的な出力からの偏差であり、ほとんどの場合、低い入力電流レベルで測定精度が制限されます。オフセット誤差は、出力基準としてオフセット電圧誤差、または入力基準としてオフセット電流オフセット誤差と呼ぶことができます。デバイスの感度で除算すると、出力電圧オフセット誤差 V_{OE} は入力電流オフセット誤差 I_{OS} と呼ばれます (式 3 を参照)。入力を基準とするオフセット誤差 (RTI) を使用すると、オフセット誤差と入力電流をより直接的に比較可能です。オフセット誤差が入力に対して電流オフセット誤差 I_{OS} 、または電圧オフセット誤差 V_{OE} として参照されているかにかかわらず、オフセット誤差は単一の誤差の発生源であり、入力換算または出力換算の誤差の計算に 1 回のみ含める必要があります。

$$I_{OS} = \frac{V_{OE}}{S} \quad (3)$$

図 7-1 に示すように、TMCS1170 の出力電圧オフセット誤差 V_{OE} は、ゼロ電流出力電圧 $V_{OUT,0A}$ と固定内部基準電圧 V_{REF} との差です (式 4 を参照)。

$$V_{OE} = V_{OUT,0A} - V_{REF} \quad (4)$$

出力オフセット誤差 V_{OE} には、ホール センサの磁気オフセット誤差、信号チェーンのオフセット電圧誤差、内部のゼロ電流出力基準電圧 V_{REF} のオフセット誤差が含まれます。内部リファレンスの値は、選択したデバイス番号 TMCS1170Axx、TMCS1170Bxx、または TMCS1170Cxx に応じて、それぞれ 2.5V、1.65V、または 0.5V です。

7.1.3 非直線性誤差

非線形性は、出力電圧が入力電流と線形の関係からどれだけ離れているかを示します。非直線性電圧は、図 7-1 に示すように、パラメータに基づいて、ベストフィットラインからの最大電圧偏差です (式 5 参照)。

$$V_{NL} = V_{OUT,meas} - [(I_{meas} \times S_{fit}) + V_{OUT,0A}] \quad (5)$$

ここで、

- $V_{OUT,meas}$ は、ベストフィットからの偏差が最大になる出力電圧です。
- I_{meas} ベストフィットからの偏差が最大になる入力電流です。
- S_{fit} は、デバイスのベストフィットの感度です。
- $V_{OUT,0A}$ は、デバイスのゼロ電流出力電圧です。

TMCS1170 の非直線性誤差は、フルスケール出力範囲 V_{FS} に対するパーセンテージとして指定されます (式 6 参照)。

$$e_{NL} = 100\% \times \frac{V_{NL}}{V_{FS}} \quad (6)$$

7.1.4 電源除去比

TMCS1170 の電源除去比 (PSRR) は出力を基準としており、電源電圧の変動によるデバイス出力の変化を反映しています。式 7 を使用して、TMCS1170Axx および TMCS1170Cxx バリエーションにおける電源変動によって発生する出力換算誤差を計算します。式 8 を使用して、TMCS1170Bxx バリエーションにおける電源変動によって発生する入力換算オフセット誤差を計算します。

$$e_{PSRR A,C} = 10^{-\frac{PSRR}{20}} \times (V_S - 5V) \quad (7)$$

$$e_{PSRR B} = 10^{-\frac{PSRR}{20}} \times (V_S - 3.3V) \quad (8)$$

ここで、

- PSRR は、出力換算の電源除去比 (dB) です。
- V_S は動作電源電圧です。

7.1.5 同相信号除去比

同相除去比 (CMRR) は、デバイスの絶縁入力への電圧変化による実効入力電流誤差を定量化します。磁気結合、および電流信号のガルバニック絶縁の関係で、TMCS1170 は入力同相電圧の除去比が非常に高くなっています。式 9 を使用し、入力同相電圧 V_{CM} からの誤差の寄与を計算します。

$$e_{CMRR} = CMRR \times V_{CM} \quad (9)$$

ここで、

- CMRR は、入力換算の同相除去 ($\mu A/V$) です。
- V_{CM} は、デバイスの入力における動作 AC または DC 電圧です。

7.1.6 外部磁場エラー

TMCS1170 は、隣接する大電流が流れる導体、付近のモーター、磁石、またはその他の浮遊磁界の発生源によって生成される外部の磁界による干渉を抑制します。同相モード磁界除去 (CMFR) は、浮遊磁界によって引き起こされる、実効入力換算誤差を定量化します。式 10 を使用して、浮遊外部磁界 B_{EXT} による誤差の寄与を計算します。

$$e_{Bext} = B_{EXT} \times CMFR \quad (10)$$

ここで、

- B_{EXT} は、外部磁界の強度 (MT 単位) です。
- CMRF は同相モード磁界除去比 (mA/mT) です。

7.2 過渡応答パラメータ

重要な TMCS1170 過渡ステップ応答パラメータを、図 7-2 に示します。伝搬遅延 t_{pd} は、入力電流波形が最終値の 10% に達してから、出力電圧 V_{OUT} が最終値の 10% に達するまでの時間です。応答時間 t_r は、出力電圧で 1V の変化を引き起こすのに十分な入力電流ステップについて、入力電流が最終値の 90% に達してから、出力電圧が最終値の 90% に達するまでの時間です。スルーレート SR は、出力電圧の大信号応答であり、十分に高速な入力電流ステップにおいて、出力電圧が最終値の 10% から 90% に達する間の変化率として定義されます。

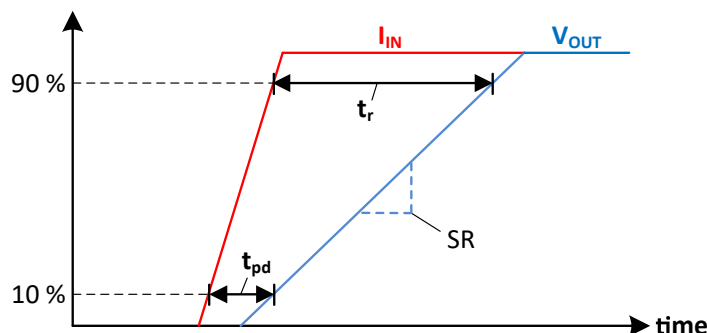


図 7-2. 過渡ステップ応答

7.2.1 CMTI、同相電圧過渡耐性

CMTI は、デバイスへの入力の立ち上がり / 立ち下がりに電圧ステップが存在しても、出力信号に大きな外乱を引き起こさない能力です。このデバイスは、同相モード入力ステップ 40V/ns において図 7-3 に示されているように、出力信号が 200mV を超える擾乱を 1μs より長く受けない最大同相モード遷移速度として規定されています。同相遷移の後に十分なフィルタリングまたはブランキング期間があれば、規定された CMTI よりも高いエッジ レートをサポートできます。

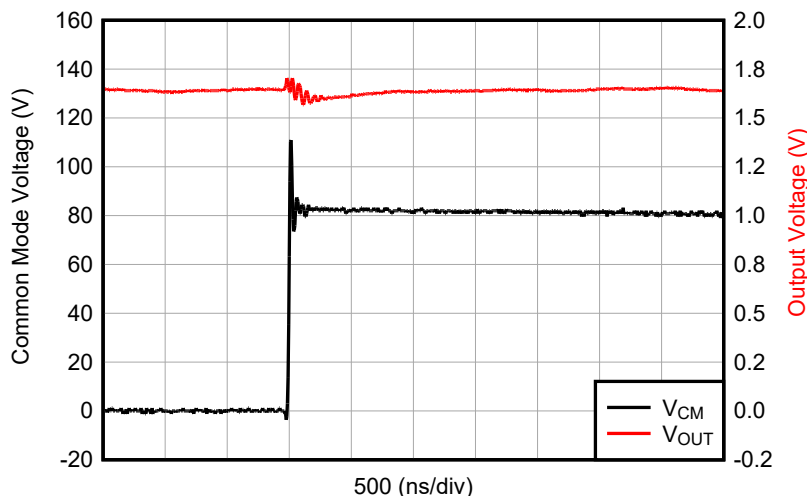


図 7-3. 同相の過渡応答

7.3 安全動作領域

TMCS1170 の絶縁入力電流の安全動作領域 (SOA) は、入力導体の消費電力による自己発熱で制限されます。使用事例によっては、SOA は最大接合部温度の超過、リードフレーム内のジュール発熱、非常に大きな電流におけるリードフレーム ヒューズなど、複数の条件によって制限されることがあります。これらのメカニズムは、入力電流の振幅と持続時間、および周囲の熱条件によって大きく異なります。

電流の SOA は、熱環境とシステム レベルのプリント基板 (PCB) の設計に大きく依存します。デバイスから周囲の環境への熱伝達は、気流、周囲温度、PCB の構造と設計など複数の熱変数の影響を受けます。すべての定格は、[TMCS1170EVM](#)、または同等の PCB 設計で、指定された周囲温度条件で気流のない状態で取り付けられたシングル TMCS1170 デバイス用です。デバイスの使用プロファイルは、システムの動作が想定される熱環境において、連続電流導通時の SOA 範囲を満たす必要があります。

7.3.1 連続 DC または正弦波 AC 電流

デバイスのパッケージと PCB の最長熱時間定数は秒単位です。したがって、1Hz を超える周波数を持つ連続 DC または正弦波 AC 周期波形は、RMS 連続電流レベルに基づいて評価できます。連続電流能力は、動作が予測される動作時周囲温度範囲に大きく依存します。デバイスを [TMCS1170EVM](#) に取り付けた場合の最大連続電流処理能力を、[図 7-4](#) に示します。周囲温度が高くなると、接合部から周囲への熱伝達が減少し、リードフレームでの消費電力が増加するため、電流能力が低下します。アプリケーションの熱設計を改善すると、より高温で大電流にも SOA を拡張できます。大きく重い銅製の電源プレーンを使用する、ボード上に空気を流す、デバイスにヒートシンク構造を追加する、のいずれかの方法で、熱性能を向上できます。

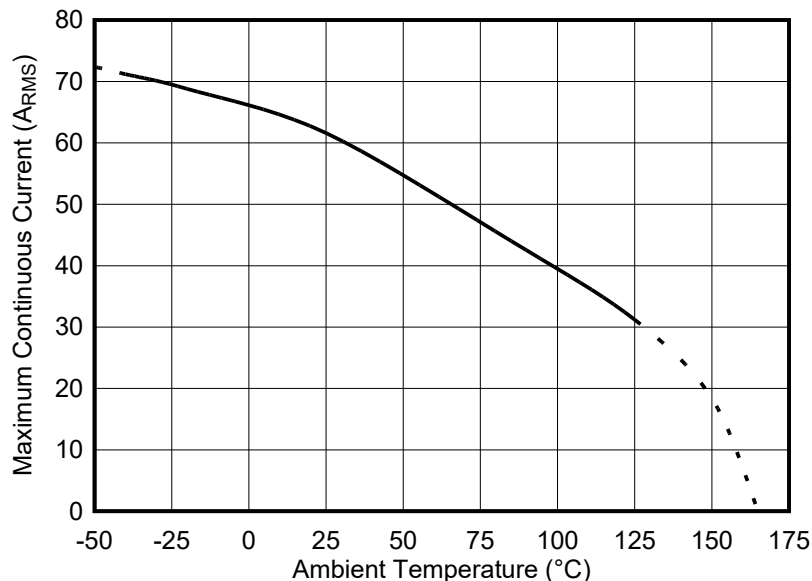


図 7-4. 最大連続 RMS 電流と周囲温度との関係

7.3.2 反復的なパルス電流 SOA

大電流と無電流がパルスとして交互に発生するアプリケーションでは、許容される能力がリードフレーム内の短時間加熱によって制限されます。TMCS1170 は、特定の条件では大きな範囲の電流に耐えられますが、パルス イベントが繰り返される場合、電流レベルがパルス電流の SOA と RMS 連続電流制限の両方を満たす必要があります。パルスの持続時間、デューティ サイクル、周囲温度はすべて、反復パルス イベントの SOA に影響を及ぼします。図 7-5、図 7-6、図 7-7、図 7-8 に、TMCS1170EVM のテスト結果に基づく反復ストレス レベルを示します。このレベルでは、パラメータ性能と絶縁完全性は、複数の周囲温度においてストレス後も影響を受けません。高いデューティ サイクルまたは長いパルス期間では、この制限値は式 11 で定義される RMS 値について、連続電流 SOA に近付きます。

$$I_{IN,RMS} = I_{IN,P} \times \sqrt{D} \quad (11)$$

ここで、

- $I_{IN,RMS}$ は RMS 入力電流レベルです。
- $I_{IN,P}$ はパルス ピーク入力電流です。
- D はパルスのデューティ サイクルです。

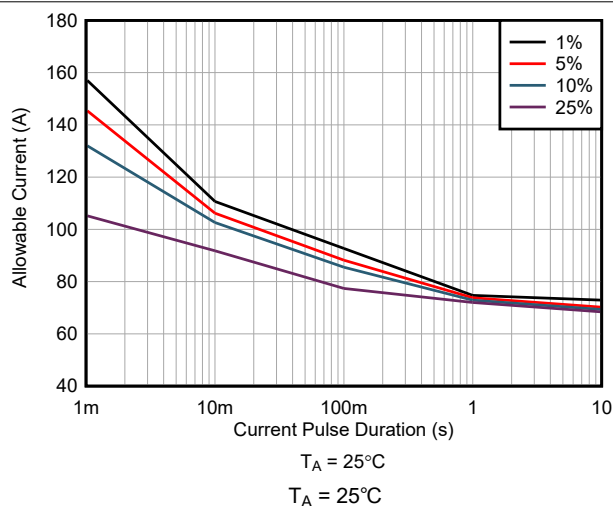


図 7-5. 最大反復パルス電流とパルス期間との関係

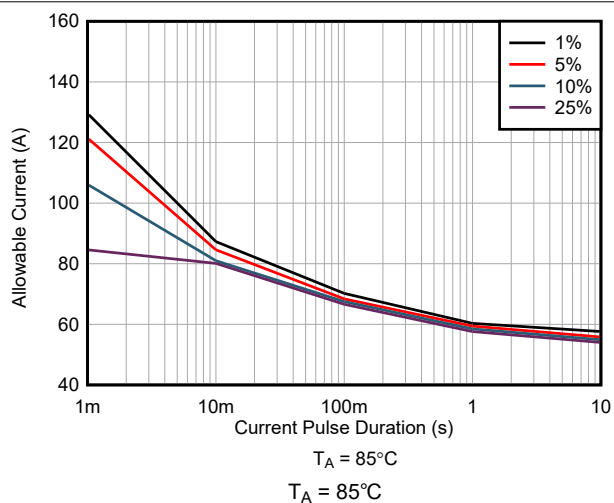


図 7-6. 最大反復パルス電流とパルス期間との関係

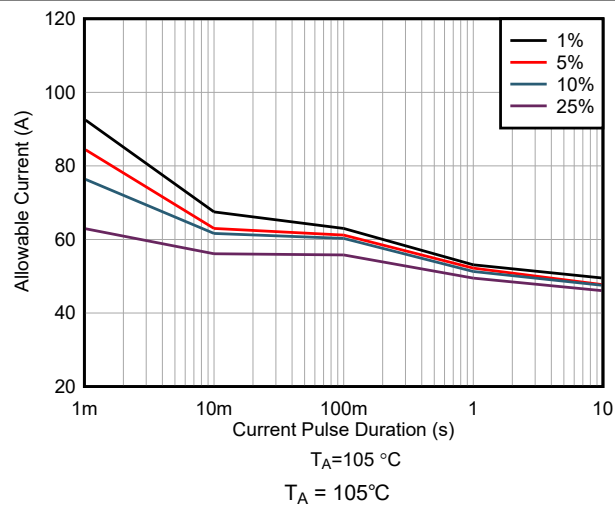


図 7-7. 最大反復パルス電流とパルス期間との関係

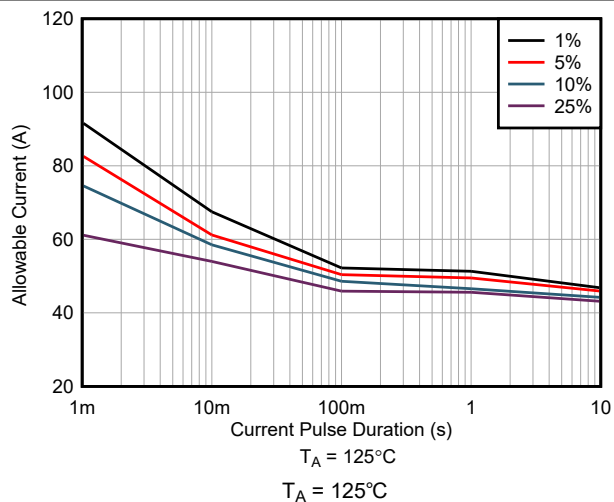


図 7-8. 最大反復パルス電流とパルス期間との関係

7.3.3 単一イベント電流機能

持続時間の短い単一の大電流イベントは、TMCS1170 で許容されます。これは、接合部温度がパルスの時間内に熱平衡に達しないためです。単一の電流パルス イベントにおける、デバイスの短絡時間の曲線を、図 7-9 に示します。ここで、リードフレームの抵抗はストレスの後で変化します。このレベルに達するのはリードフレームの溶断イベントが起きる前ですが、これは短時間の SOA の上限と考える必要があります。長時間のパルスの場合、電流能力は、指定された周囲温度で連続 RMS 制限に近づきます。

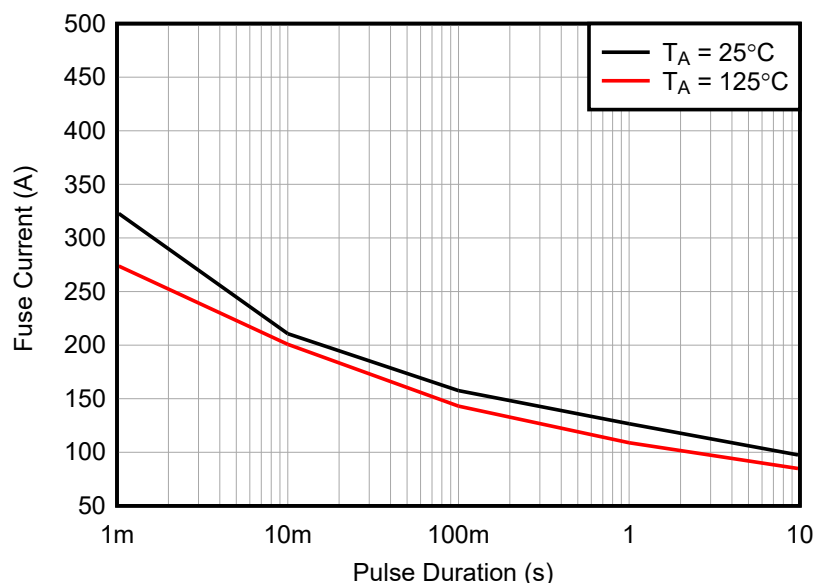


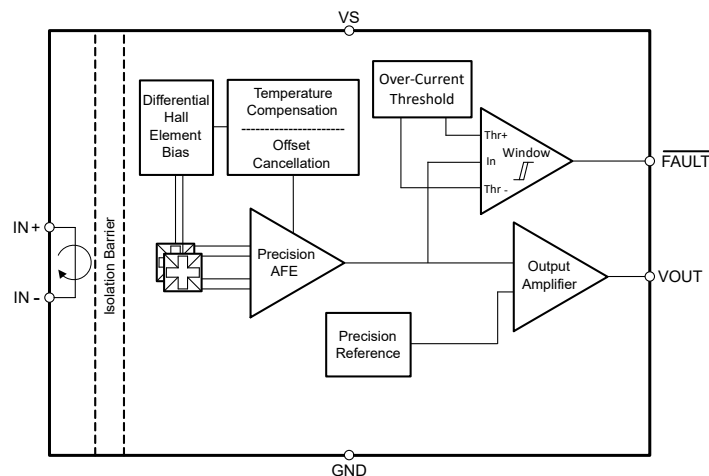
図 7-9. シングル パルスのリードフレーム能力

8 詳細説明

8.1 概要

TMCS1170 は、100V の機能絶縁、周囲磁界除去、高電流通過能力を小型 3mm × 3mm QFN パッケージで実現したホール エフェクト電流センサです。単方向と双方向の両方の電流測定に対応できる、多くのデバイスオプションが用意されています。入力電流は、絶縁入力電流ピン間の導体を通ります。この導体は室温における 0.6mΩ 抵抗を持ち、TMCS1170EVM と同等の熱設計のプリント基板と併用した場合、125°C 周囲温度において最大 30A_{RMS} の連続電流に対応します。低抵抗のリードフレーム パスにより、別の電流測定手法に比べて消費電力が低減し、高電圧側に外部の受動部品、絶縁電源、制御信号を必要としません。入力電流によって生成される磁界はホール センサによって検出され、高精度の信号チェーンによって増幅されます。このデバイスは、AC 電流と DC 電流の両方の測定に使用でき、帯域幅は 285kHz です。複数の固定感度デバイス オプションから選択でき、±10A ~ ±50A の幅広い双方向リニア電流検出範囲と、最大 50A の単方向リニア電流検出範囲を提供します。TMCS1170 は、3V ~ 5.5V の低電圧電源で動作し、高精度と温度安定性を実現するよう最適化されており、動作温度範囲全体にわたってオフセットと感度の両方を補償します。

8.2 機能ブロック図



8.3 機能説明

8.3.1 電流入力

TMCS1170 への入力電流は、パッケージリードフレームの絶縁高電圧側を通過して、IN+ ピンと IN- ピンに入力および出力されます。パッケージを流れる電流によって、入力電流に比例する磁界が発生します。この磁界は、内蔵のオンチップ高精度ホールセンサによって測定されます。入力電流によって生成される磁界のみが測定されるため、入力電圧のスイッチング パススルーは回路に制限されます。この構成により、電流センサ出力の信号歪みなしで、高電圧過渡の電流を直接測定できます。リードフレーム導体は、抵抗が低く、正の温度係数を有します。

8.3.2 入力絶縁

TMCS1170 構造上、入力導体とホール センサ ダイが分離されているため、高電圧入力側のパッケージピン 1、2 と 3、4 の間と、低電圧出力側のパッケージピン 5 ~ 12 の間には、機能絶縁が実現します。

8.3.3 環境磁界除去

TMCS1170 は、過酷な環境において高精度の電流測定を行うよう設計されています。浮遊磁界による干渉への耐性があるため、大電流を流す配線、モータ巻線、インダクタ、その他の浮遊磁界の誤った生成源に近接して使用できます。TMCS1170 には、外部の浮遊磁界による干渉を除去するように戦略的に配置され、構成された差動ホールセンサが組み込まれています。周囲磁界除去 (AFR) はホール素子のマッチングとパッケージのリードフレーム結合のみによって制限されているため、浮遊磁界による誤差を低減できます。

8.3.4 内部リファレンス電圧

TMCS1170 は、ゼロ電流出力電圧 $V_{OUT,0A}$ を決定する内部リファレンスを備えています。全体の電流センシングのダイナミックレンジは、[デバイスの比較](#)の表に示されている 3 つの異なるゼロ電流出力電圧オプションから選択することで最適化できます。[式 12](#)、[式 13](#)、[式 14](#)に記載されているこれらのゼロ電流リファレンス オプションは、3.0V ~ 5.5V の範囲のさまざまな電源電圧を使用して、双方向または単方向の電流を測定するためのものです。

$$\bullet \quad \text{TMCS1170Axx} \rightarrow V_{OUT,0A} = V_{REF} = 2.5V \quad (12)$$

$$\bullet \quad \text{TMCS1170Bxx} \rightarrow V_{OUT,0A} = V_{REF} = 1.65V \quad (13)$$

$$\bullet \quad \text{TMCS1170Cxx} \rightarrow V_{OUT,0A} = V_{REF} = 0.5V \quad (14)$$

8.3.5 電流検出の測定可能範囲

ゼロ電流基準電圧 $V_{OUT,0A}$ と、デバイスの感度 S 、および電源電圧 V_S によって、[デバイスの比較](#)表に記載されている TMCS1170 線形入力電流測定範囲が決まります。[式 15](#)に示すように、最大リニア出力電圧 $V_{OUT,max}$ は電源電圧より 100mV 低く制限されます。[式 16](#)に示すように、最小線形出力電圧 $V_{OUT,min}$ はグランドより 100mV 高い電圧に制限されます。

$$V_{OUT,max} = V_{S,min} - 100mV \quad (15)$$

$$V_{OUT,min} = 100mV \quad (16)$$

全体の最大ダイナミックレンジは、出力電圧を感度 S で除算することで、最小および最大の線形入力電流範囲までの線形出力電圧スイングを参照し、適切なデバイスを選択することで最適化できます ([式 17](#) および [式 18](#)を参照)。

$$I_{IN,max+} = \frac{(V_{OUT,max} - V_{OUT,0A})}{S} \quad (17)$$

$$I_{IN,max-} = \frac{(V_{OUT,0A} - V_{OUT,min})}{S} \quad (18)$$

ここで、

- $I_{IN,max+}$ は線形測定可能な最大の正の入力電流です。
- $I_{IN,max-}$ は線形測定可能な最大の負の入力電流です。
- S は、デバイスのバリエーションの感度です。
- $V_{OUT,0A}$ は適切なゼロ電流出力電圧です。

8.3.6 過電流検出

TMCS1170 は、高速かつ高精度なアナログ信号応答に加えて、高速デジタル過電流応答も備えています。過電流検出 (OCD) 回路は、コンパレータ出力を供給します。この出力を使用すると、警告またはシステム シャットダウンをトリガして、短絡、モーターのストール、その他のシステム状態に起因する過剰な電流による損傷を防止できます。高速デジタル過電流検出応答は、注文可能な型番で示されるように内部で固定されています。双方向デバイスと単方向デバイスの両方で、フルスケール測定範囲の約半分から最大 2 倍の範囲で任意の値をトリップするオプションが利用可能です。

図 8-1 に、過電流デジタル出力の $\overline{\text{FAULT}}$ 応答がアクティブ Low であることを示します。双方向デバイスで入力電流が $\pm I_{OC}$ を超えると、高速 $\overline{\text{FAULT}}$ ピンが Low になります。 $\overline{\text{FAULT}}$ ピンが通常の High 状態にリセットされる前に、入力電流はヒステリシス電流 I_{Hys} よりも大きい値で $\pm I_{OC}$ 内に戻る必要があります。

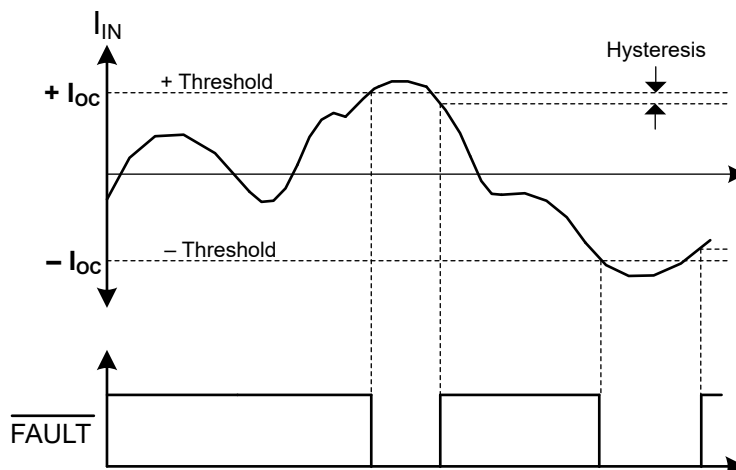


図 8-1. 過電流検出図

8.4 デバイスの機能モード

8.4.1 パワーダウンの動作

デバイスは本質的にガバナック絶縁されているため、「[絶対最大定格](#)」表の制限をどのピンでも超えない限り、デバイスのパワーダウンについて考慮はほとんど必要ありません。絶縁バリアの能力を超過しない限り、動作時に絶縁型電流入力と低電圧信号チェーンをデカップリングできます。これらはどちらも、もう一方のシャットダウン時に電圧を供給できるからです。絶縁入力がアクティブな高電圧信号またはシステムに接続されている間は、低電圧電源をパワーダウンできます。

9 アプリケーションと実装

注

以下のアプリケーションのセクションにある情報は、TI コンポーネントの仕様に含まれるものではなく、TI は、その精度も完全性も保証いたしません。個々の目的に対する製品の適合性については、お客様の責任で判断していただくことになります。また、お客様は自身の設計実装を検証しテストすることで、システムの機能を確認する必要があります。

9.1 使用上の注意

TMCS1170 の主な機能セットには、絶縁型電流測定が必要なあらゆるアプリケーションで大きな利点があります。

- 機能絶縁により、入力電圧過渡に対する優れた耐性が得られます。
- ホールベースの測定により、高電圧 (HV) 側の電源が不要になり、システムレベルのソリューションを簡素化できます。
- 入力電流パスが低インピーダンスの導体を流れるため、消費電力が最小化されます。
- 優れた精度と低い温度ドリフトにより、システム性能を犠牲にせず、マルチポイント キャリブレーションを不要にできます。
- 動作電源電圧範囲が広いので、単一のデバイスが幅広い電圧レベルで機能できます。

これらの利点により、絶縁型電流で高精度の電流測定を行う必要がある、すべてのアプリケーションで、システムレベルの性能向上と複雑性の最小化を実現できます。具体的な例と設計要件については、次のセクションで詳しく説明します。

9.2 代表的なアプリケーション

モーター位相などの誘導性負荷電流のインライン検出は、制御システムの性能に大きな利点があり、高度な制御アルゴリズムと診断を最小限の後処理で実現できます。インライン検出の主な課題は、電流センサが負荷を駆動する全 HV 電源レベルの PWM 過渡にさらされることです。パッケージ内のホール効果電流センサトポロジが本質的に絶縁されていることは、この課題を克服し、高い同相耐性を実現するとともに、高電圧のモーター ドライブ レベルと低電圧の制御回路との間を絶縁するのに役立ちます。このようなアプリケーションで TMCS1170 を使用し、三相モーターによる誘導性負荷を駆動する方法を、図 9-1 に示します。

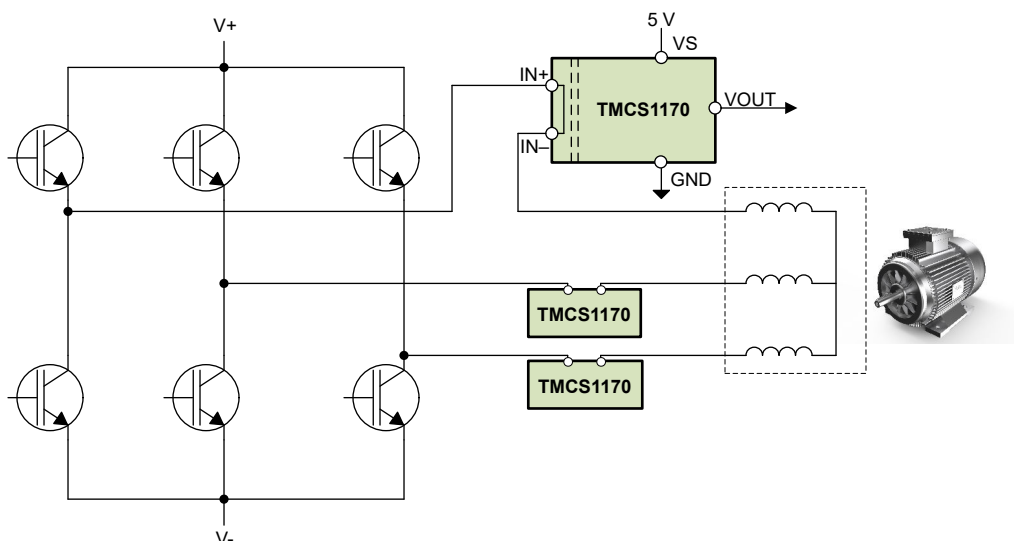


図 9-1. インライン モーターの位相電流の検出

9.2.1 設計要件

三相電流センシングアプリケーションの場合は、予期される電流範囲全体にわたって線形検出を行い、デバイスが動作時の熱的制約の範囲内にあることを確認します。単一の **TMCS1170** を、必要に応じて、使用して各相の電流を測定することができます。この例では、多少の電源変動を含めるため、公称電源電圧は **5V** ですが、最小値は **4.9V** にします。最大出力スイングは **TMCS1170** の仕様に応じて定義されており、フルスケール電流測定値として $\pm 20A$ が必要です。

表 9-1. アプリケーション設計要件の例

設計パラメータ	数値の例
$V_{S, \text{nom}}$	5V
$V_{S, \text{min}}$	4.9V
$I_{IN, \text{FS}}$	$\pm 20A$

9.2.2 詳細な設計手順

TMCS1170 を使用するための主要な設計パラメータは、必要な測定電流レベルと選択した電源電圧に基づいて、最適な感度バリエーションです。このインライン位相電流アプリケーションの例では正と負の電流を測定するため、双方向バリエーションを選択します。**TMCS1170** は、ゼロ電流出力電圧 $V_{OUT,0A}$ を決定する高精度の内部基準電圧を備えています。**TMCS1170Axx** バリエーションの内部基準電圧は、ゼロ電流出力電圧 $V_{OUT,0A} = 2.5V$ であり、**5V** 電源で使用する時の双方向電流測定を目的としています。**TMCS1170Bxx** バリエーションの内部基準電圧は、ゼロ電流出力電圧 $V_{OUT,0A} = 1.65V$ であり、**3.3V** 電源で使用する時の双方向電流測定を目的としています。**ADC** でのノイズと統合についてさらに検討することもできますが、それはこのアプリケーション設計例の範囲外です。**TMCS1170** 出力電圧 V_{OUT} は、で定義される入力電流 I_{IN} に比例します [式 19](#)。出力オフセットは $V_{OUT,0A}$ で設定されます。

$$V_{OUT} = (I_{IN} \times S) + V_{OUT,0A} \quad (19)$$

この検出設計では、デバイスの感度を最大化するとともに、予期される電流入力範囲について線形測定を維持することを目標とします。**TMCS1170** は、電源に対する正のスイング、またはグランドに対する負のスイングのいずれかによって制限される、線形測定可能な電流範囲を持っています。動作マージンを考慮に入れるため、前述の定義済みの最小電源電圧 $V_{S, \text{min}} = 4.9V$ を検討してください。以前のパラメータから、最大線形出力電圧 $V_{OUT, \text{max}}$ は [式 20](#) で定義され、最小線形出力電圧 $V_{OUT, \text{min}}$ は [式 21](#) で定義されます。

$$V_{OUT, \text{max}} = V_{S, \text{min}} - 100mV \quad (20)$$

$$V_{OUT, \text{min}} = 100mV \quad (21)$$

このサンプル アプリケーションの設計パラメータを、計算される出力範囲とともに [表 9-2](#) に示します。

表 9-2. サンプル アプリケーションの設計パラメータ

設計パラメータ	数値の例
$V_{OUT, \text{max}}$	4.8V
$V_{OUT, 0A}$	2.5V
$V_{OUT, \text{max}} - V_{OUT, 0A}$	2.3V

これらの設計パラメータから、 $V_{OUT,0A} = 2.5V$ について $\pm 2.3V$ の最大正のリニア出力電圧スイングが得られます。この線形範囲を **TMCS1170** 最も有効に活用する感度バリエーションを特定するには、[式 22](#) を使用して双方向電流の最大電流範囲 $\pm I_{IN, \text{max}}$ を計算します。

$$I_{IN, \text{max}} = \frac{(V_{OUT, \text{max}} - V_{OUT, 0A})}{S} \quad (22)$$

ここで、

- S は、関連 **AxA** バリエーションの感度です。

表 9-3 は、TMCS1170 の各ゲイン バリエーションについて、それぞれに適切な感度に対する計算を示しています。

表 9-3. 2.3V の正の出力スイングによる最大フルスケール電流範囲

バリエーション	感度	$I_{IN,max}$
TMCS1170A2x	40mV/A	57.5A
TMCS1170A4x	66mV/A	34.8A
TMCS1170A6x	100mV/A	23A
TMCS1170A8x	200mV/A	11.5A

一般に、必要なフルスケール電流範囲を超えて、最も低い最大入力電流範囲を実現できるように、最も感度の高いバリエーションを選択します。23A の最大線形測定可能範囲は、要求される 20A のフルスケール電流範囲より大きいので、この例の設計パラメータについては、感度が 100mV/A の TMCS1170A6x が適切な選択です。

9.2.3 アプリケーション曲線

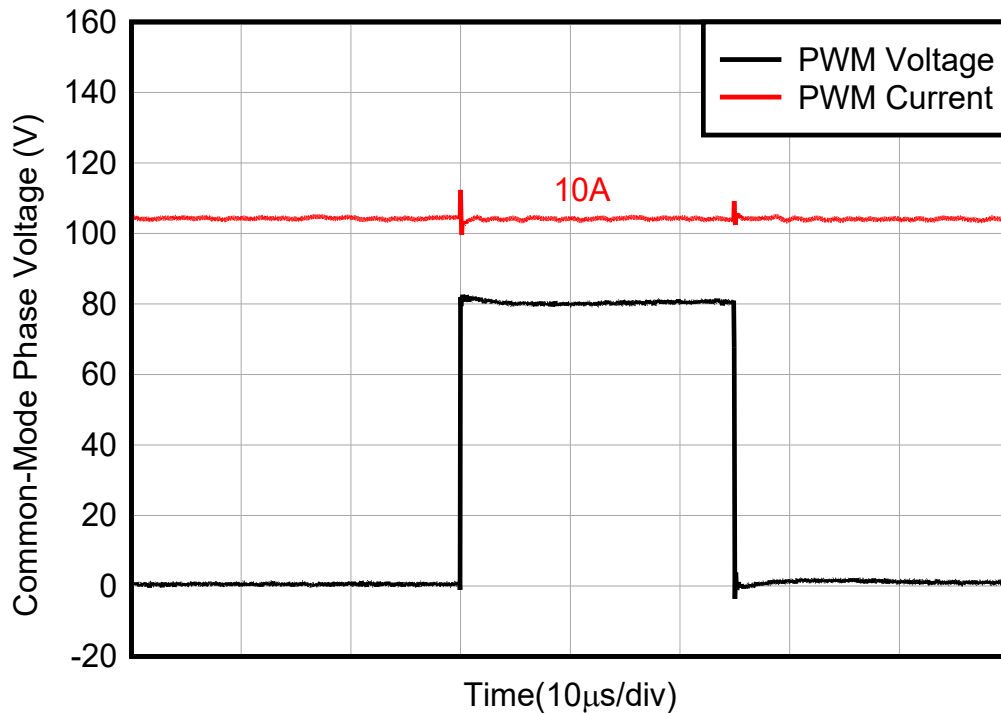


図 9-2. インライン モーター電流検出の入力および出力信号

9.3 電源に関する推奨事項

TMCS1170 の電源 (V_S) は低電圧絶縁側にのみ必要で、絶縁電流入力と独立してアナログ回路に電力を供給します。 V_S は、アナログ出力 V_{OUT} のフルスケール出力範囲を決定し、3V ~ 5.5V の任意の電圧で供給できます。TMCS1170 ゼロ電流出力電圧は、内部で算出されるため、最高の測定精度を得るため、ノイズと温度範囲全体にわたって安定性の両方に対して電源パスを最適化するように注意してください。電源パスのノイズをフィルタリングするには、 V_S ピンと GND ピンとの間に 0.1μF の低 ESR デカップリング コンデンサを、デバイスの電源ピンおよびグランド ピンとできるだけ近い場所に配置します。ノイズが多い、または高インピーダンスの電源を補償するには、デカップリング容量を増やします。

TMCS1170 の電源 V_S は、入力を通る電流とは無関係にシーケンシングできます。ただし、 V_S が推奨動作電圧に達してからアナログ出力が有効になるまでに、パワーオン遅延が発生します。このパワーオン時間中に、出力が高インピーダンスのリセット状態からアクティブ駆動状態に移行するにつれて、出力電圧 V_{OUT} は GND と V_S の間で遷移できます。この動作を回避する必要がある場合は、入力電流を流す前に、電源オン時間よりも長い時間安定した電源電圧 V_S が供給されます。

9.4 レイアウト

9.4.1 レイアウトのガイドライン

TMCS1170 は、3 オンスの銅プレーンを使用する TMCS1170EVM で連続電流処理能力が規定されています。この電流能力は基本的に、デバイスの最大接合部温度と熱環境、主に PCB のレイアウトと設計によって制限されます。デバイスの電流処理能力と熱安定性を最大化するため、熱能力を最適化できるよう PCB のレイアウトと構造に注意してください。TMCS1170EVM の設計および構造以外で熱性能を向上させる作業により、周囲環境への熱伝達が大きくなり、連続電流能力が向上する可能性があります。PCB の放熱性能を向上させるため重要なポイントを示します。

- 入力電流パスと絶縁型電源プレーンおよび信号の両方に、大きな銅のプレーンを使用します。
- 重い銅の PCB 構造を使用します。
- 絶縁型電流入力の周囲に、ファームを経由して熱を発生させます。

- PCB の表面全体に空気を流します。

9.4.2 レイアウト例

図 9-3 に示すレイアウト例は、『[TMCS1170EVM ユーザー ガイド](#)』に記載されています。デバイスの性能は、このレイアウトの熱特性と磁気特性をターゲットにしており、大きな銅プレーンが熱特性を強化すると同時に、端子コネクタからデバイスの入力ピンへの最適な電流フローを実現します。

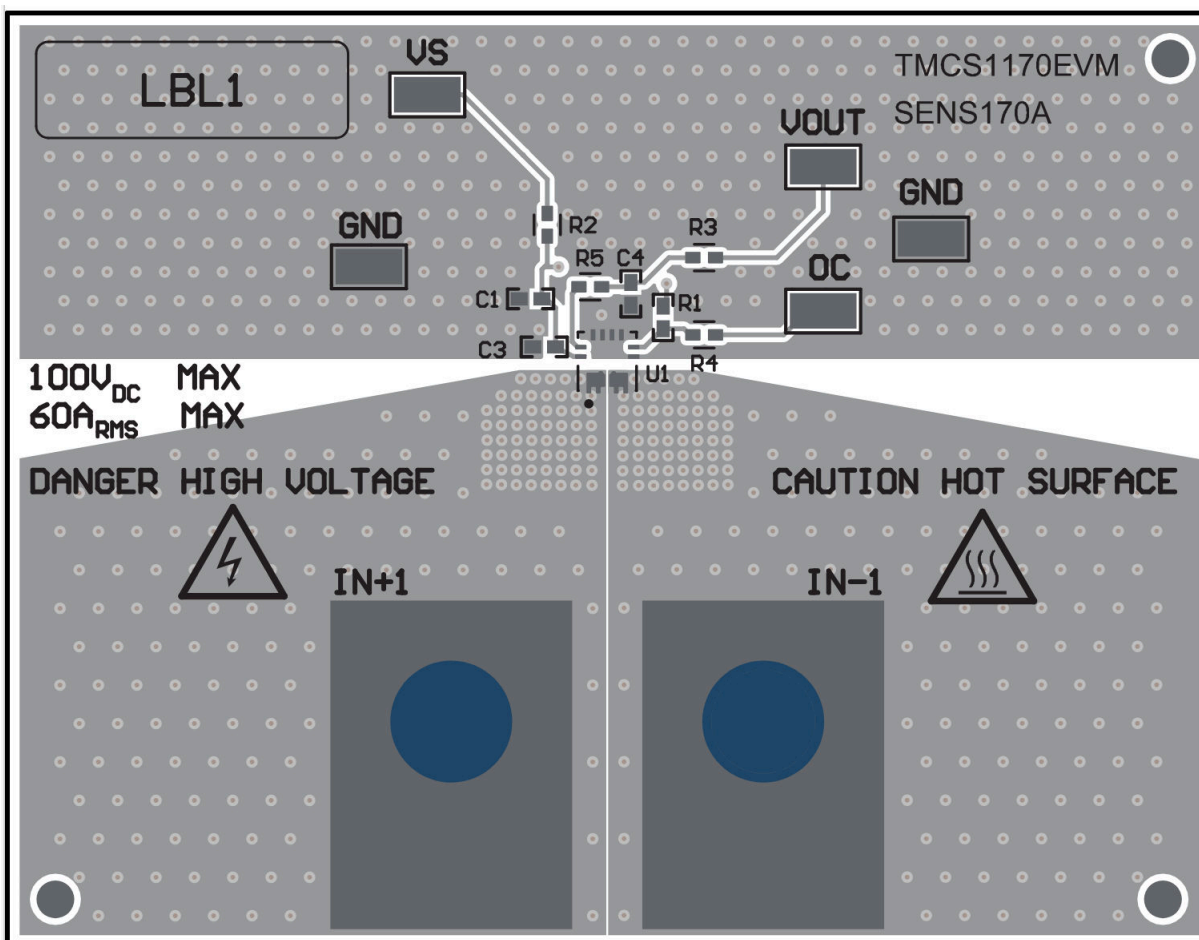


図 9-3. 推奨されるボード レイアウト

10 デバイスおよびドキュメントのサポート

10.1 デバイス サポート

10.1.1 開発サポート

開発ツールのサポートについては、以下を参照してください。

- [TMCS1170xEVM](#)

10.2 ドキュメントのサポート

10.2.1 関連資料

関連資料については、以下を参照してください。

- テキサス インスツルメンツ、『[TMCS1170xEVM ユーザー ガイド](#)』
- テキサス インスツルメンツ、『[絶縁の用語集](#)』

10.3 ドキュメントの更新通知を受け取る方法

ドキュメントの更新についての通知を受け取るには、www.tij.co.jp のデバイス製品フォルダを開いてください。[通知] をクリックして登録すると、変更されたすべての製品情報に関するダイジェストを毎週受け取ることができます。変更の詳細については、改訂されたドキュメントに含まれている改訂履歴をご覧ください。

10.4 サポート・リソース

テキサス・インスツルメンツ E2E™ サポート・フォーラムは、エンジニアが検証済みの回答と設計に関するヒントをエキスパートから迅速かつ直接得ることができる場所です。既存の回答を検索したり、独自の質問をしたりすることで、設計に必要な支援を迅速に得ることができます。

リンクされているコンテンツは、各寄稿者により「現状のまま」提供されるものです。これらはテキサス・インスツルメンツの仕様を構成するものではなく、必ずしもテキサス・インスツルメンツの見解を反映したものではありません。テキサス・インスツルメンツの[使用条件](#)を参照してください。

10.5 商標

テキサス・インスツルメンツ E2E™ is a trademark of Texas Instruments.

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

10.6 静電気放電に関する注意事項



この IC は、ESD によって破損する可能性があります。テキサス・インスツルメンツは、IC を取り扱う際には常に適切な注意を払うことを推奨します。正しい取り扱いおよび設置手順に従わない場合、デバイスを破損するおそれがあります。

ESD による破損は、わずかな性能低下からデバイスの完全な故障まで多岐にわたります。精密な IC の場合、パラメータがわずかに変化するだけで公表されている仕様から外れる可能性があるため、破損が発生しやすくなっています。

10.7 用語集

[テキサス・インスツルメンツ用語集](#) この用語集には、用語や略語の一覧および定義が記載されています。

11 改訂履歴

資料番号末尾の英字は改訂を表しています。その改訂履歴は英語版に準じています。

日付	改訂	注
June 2026	*	初版リリース

12 メカニカル、パッケージ、および注文情報

以降のページには、メカニカル、パッケージ、および注文に関する情報が記載されています。この情報は、指定のデバイスに使用できる最新のデータです。このデータは、予告なく、このドキュメントを改訂せずに変更される場合があります。本データシートのブラウザ版を使用されている場合は、画面左側のナビゲーションをご覧ください。

付録：パッケージ・オプション

パッケージ情報

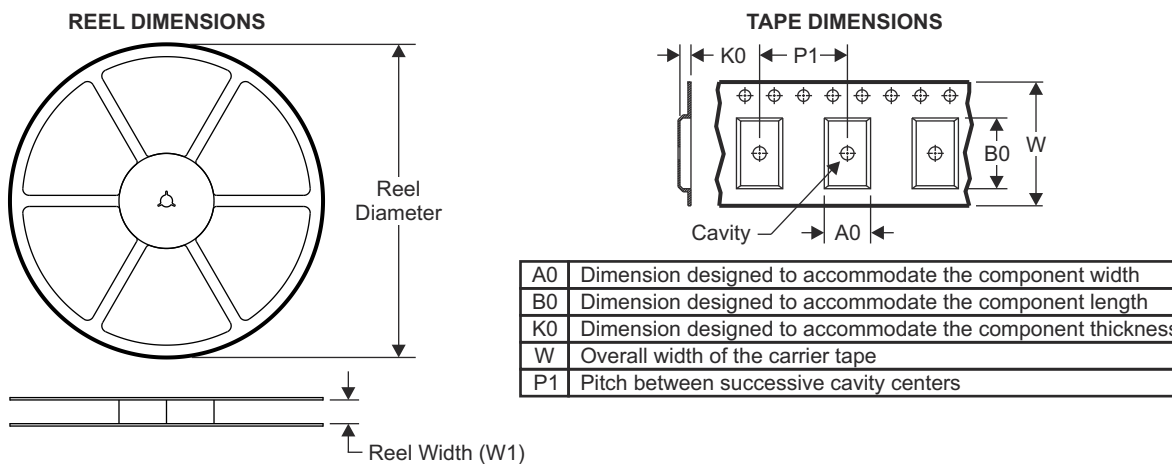
注文可能な型番	ステータス (1)	資料の タイプ (2)	パッケージ ピン数	パッケージ数量 キ ャリア	RoHS (3)	リード端子の仕上げ/ ボールの原材料 (4)	MSL 定格/ピークリフロ ー (5)	動作温度 (°C)	部品マーキング (6)
TMCS1170A2FQVAPR	プレビュー	量産出荷中	VQFN-HR(VAP) 12	3000 大口径の T&R	あり	SN	レベル-1-260C-UNLIM	-40～125	1170A2
TMCS1170A4FQVAPR	プレビュー	量産出荷中	VQFN-HR(VAP) 12	3000 大口径の T&R	あり	SN	レベル-1-260C-UNLIM	-40～125	1170A4
TMCS1170A6FQVAPR	プレビュー	量産出荷中	VQFN-HR(VAP) 12	3000 大口径の T&R	あり	SN	レベル-1-260C-UNLIM	-40～125	1170A6
TMCS1170A8FQVAPR	アクティブ	量産出荷中	VQFN-HR(VAP) 12	3000 大口径の T&R	あり	SN	レベル-1-260C-UNLIM	-40～125	1170A8
TMCS1170B1FQVAPR	プレビュー	量産出荷中	VQFN-HR(VAP) 12	3000 大口径の T&R	あり	SN	レベル-1-260C-UNLIM	-40～125	1170B1
TMCS1170B3FQVAPR	プレビュー	量産出荷中	VQFN-HR(VAP) 12	3000 大口径の T&R	あり	SN	レベル-1-260C-UNLIM	-40～125	1170B3
TMCS1170B7FQVAPR	アクティブ	量産出荷中	VQFN-HR(VAP) 12	3000 大口径の T&R	あり	SN	レベル-1-260C-UNLIM	-40～125	1170B7
TMCS1170B9FQVAPR	アクティブ	量産出荷中	VQFN-HR(VAP) 12	3000 大口径の T&R	あり	SN	レベル-1-260C-UNLIM	-40～125	1170B9
TMCS1170C5FQVAPR	プレビュー	量産出荷中	VQFN-HR(VAP) 12	3000 大口径の T&R	あり	SN	レベル-1-260C-UNLIM	-40～125	1170C5

- (1) **ステータス:**ステータスの詳細については、TI の [製品ライフ サイクル](#) をご覧ください。
- (2) **資料のタイプ:**指定された量産開始前部品はプロトタイプ/検証用デバイスであり、実生産向けに承認またはリリースされたものではありません。テストおよび最終プロセス (品質保証、信頼性性能テスト、プロセス認証が含まれますが、これに限定されるものではありません) がまだ完了していない可能性があるほか、さらなる変更が加えられたり、中止される可能性もあります。注文可能になっている場合、その購入はチェックアウト時に新たな免責条項の対象となるものとします。また、これは早期内部評価のみを目的としたものです。これらの商品は、いかなる保証もなしで販売されています。
- (3) **RoHS 値:**はい、いいえ、RoHS 免除。詳細情報および値の定義については、[TI RoHS に関する声明](#) を参照してください。
- (4) **リード端子の仕上げ/ボールの原材料:**部品には複数の材料仕上げオプションがある場合があります。複数の仕上げオプションは、縦罫線で区切られています。リード端子の仕上げ / ボールの原材料の値が最大列幅に収まらない場合は、2 行にまたがります。
- (5) **MSL 定格/ピークリフロー:**湿度感度レベルの定格、および半田付けのピーク (リフロー) 温度です。部品が複数の耐湿性定格を持つ場合、JEDEC 規格で最低レベルのみを示しています。プリント基板上に部品を取り付けるために使用する実際のリフロー温度については、出荷ラベルをご確認ください。
- (6) **部品マーキング:**ロゴ、ロットトレースコード情報、または環境カテゴリに関する追加マークが部品に記載されることがあります。複数の部品マーキングが括弧の中に記載されています。括弧内で「～」で区切られた 1 つの部品マーキングのみが部品に表示されます。行がインデントされている場合は、前行の続きということです。2 行合わせたものが、そのデバイスの部品マーキング全体となります。

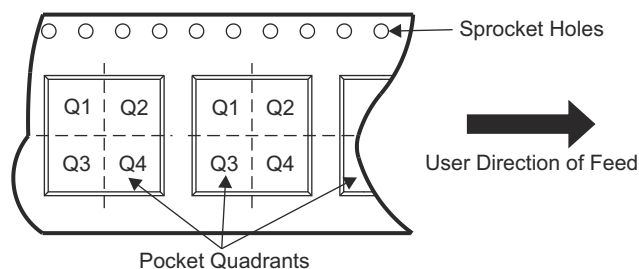
重要なお知らせと免責事項:このページに掲載されている情報は、発行日現在のテキサス・インスツルメンツの知識および見解を示すものです。テキサス・インスツルメンツの知識および見解は、第三者によって提供された情報に基づいており、そのような情報の正確性について何らの表明および保証も行うものではありません。第三者からの情報をより良く統合するための努力は続けております。テキサス・インスツルメンツでは、事実を適切に表す正確な情報を提供すべく妥当な手順を踏み、引き続きそれを継続してゆきますが、受け入れる部材および化学物質に対して破壊試験や化学分析は実行していない場合があります。テキサス・インスツルメンツおよび テキサス・インスツルメンツのサプライヤは、特定の情報を機密情報として扱っているため、CAS 番号やその他の制限された情報が公開されない場合があります。

いかなる場合においても、そのような情報から生じた TI の責任は、このドキュメント発行時点での TI 製品の価格に基づく TI からお客様への合計購入価格 (年次ベース) を超えることはありません。

12.1 テープおよびリール情報

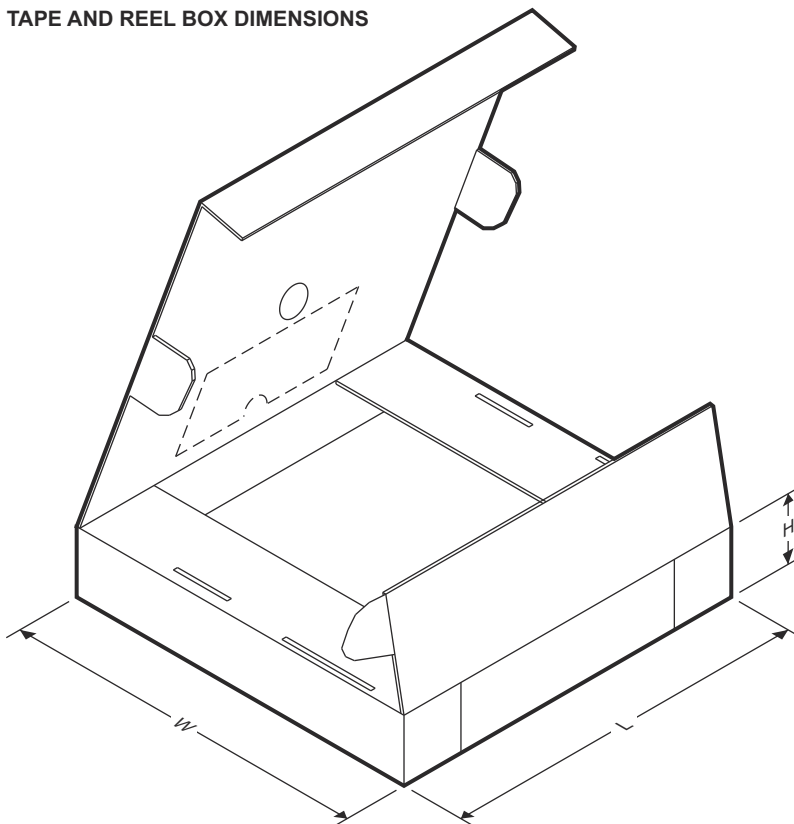


QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE



デバイス	パッケージ タイプ	パッケージ 図	ピン	SPQ	リール 直径 (mm)	リール 幅 W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	ピン 1 の 象限
TMCS1170A2FQVAPR	VQFN-HR	VAP	12	3000	330	12.4	3.3	3.3	1.1	8	12	Q2
TMCS1170A4FQVAPR	VQFN-HR	VAP	12	3000	330	12.4	3.3	3.3	1.1	8	12	Q2
TMCS1170A6FQVAPR	VQFN-HR	VAP	12	3000	330	12.4	3.3	3.3	1.1	8	12	Q2
TMCS1170A8FQVAPR	VQFN-HR	VAP	12	3000	330	12.4	3.3	3.3	1.1	8	12	Q2
TMCS1170B1FQVAPR	VQFN-HR	VAP	12	3000	330	12.4	3.3	3.3	1.1	8	12	Q2
TMCS1170B3FQVAPR	VQFN-HR	VAP	12	3000	330	12.4	3.3	3.3	1.1	8	12	Q2
TMCS1170B7FQVAPR	VQFN-HR	VAP	12	3000	330	12.4	3.3	3.3	1.1	8	12	Q2
TMCS1170B9FQVAPR	VQFN-HR	VAP	12	3000	330	12.4	3.3	3.3	1.1	8	12	Q2
TMCS1170C5FQVAPR	VQFN-HR	VAP	12	3000	330	12.4	3.3	3.3	1.1	8	12	Q2

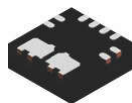
TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



デバイス	パッケージタイプ	パッケージ図	ピン	SPQ	長さ (mm) ⁽¹⁾	幅 (mm)	高さ (mm)
TMCS1170A2FQVAPR	VQFN-HR	VAP	12	3000	367	367	35
					346	346	33
TMCS1170A4FQVAPR	VQFN-HR	VAP	12	3000	367	367	35
					346	346	33
TMCS1170A6FQVAPR	VQFN-HR	VAP	12	3000	367	367	35
					346	346	33
TMCS1170A8FQVAPR	VQFN-HR	VAP	12	3000	367	367	35
					346	346	33
TMCS1170B1FQVAPR	VQFN-HR	VAP	12	3000	367	367	35
					346	346	33
TMCS1170B3FQVAPR	VQFN-HR	VAP	12	3000	367	367	35
					346	346	33
TMCS1170B7FQVAPR	VQFN-HR	VAP	12	3000	367	367	35
					346	346	33
TMCS1170B9FQVAPR	VQFN-HR	VAP	12	3000	367	367	35
					346	346	33
TMCS1170C5FQVAPR	VQFN-HR	VAP	12	3000	367	367	35
					346	346	33

(1) 注文可能な部品には、2 種類のボックス サイズがあります。

12.2 メカニカル データ

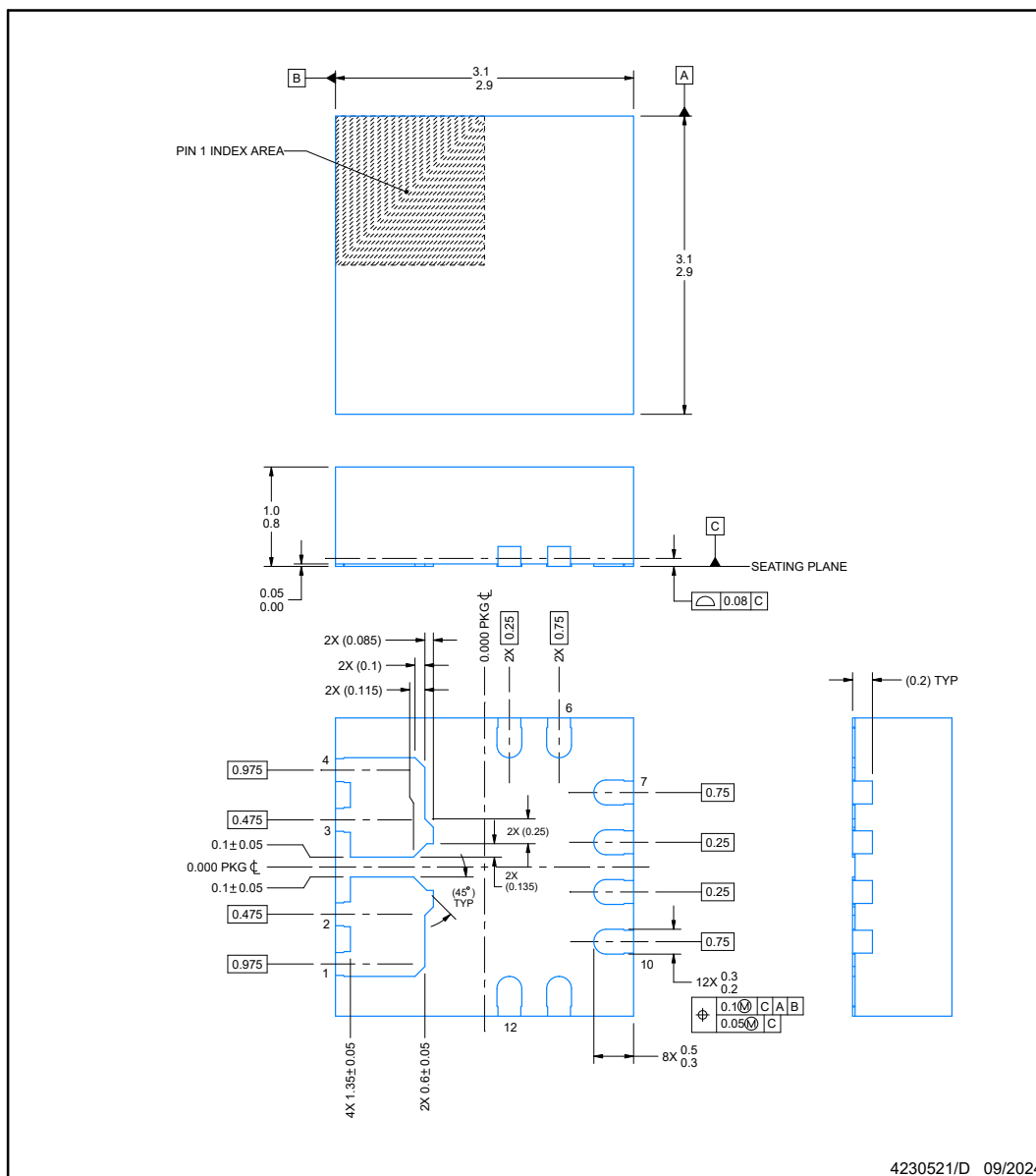


VAP0012A

PACKAGE OUTLINE

VQFN-HR - 1 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



NOTES:

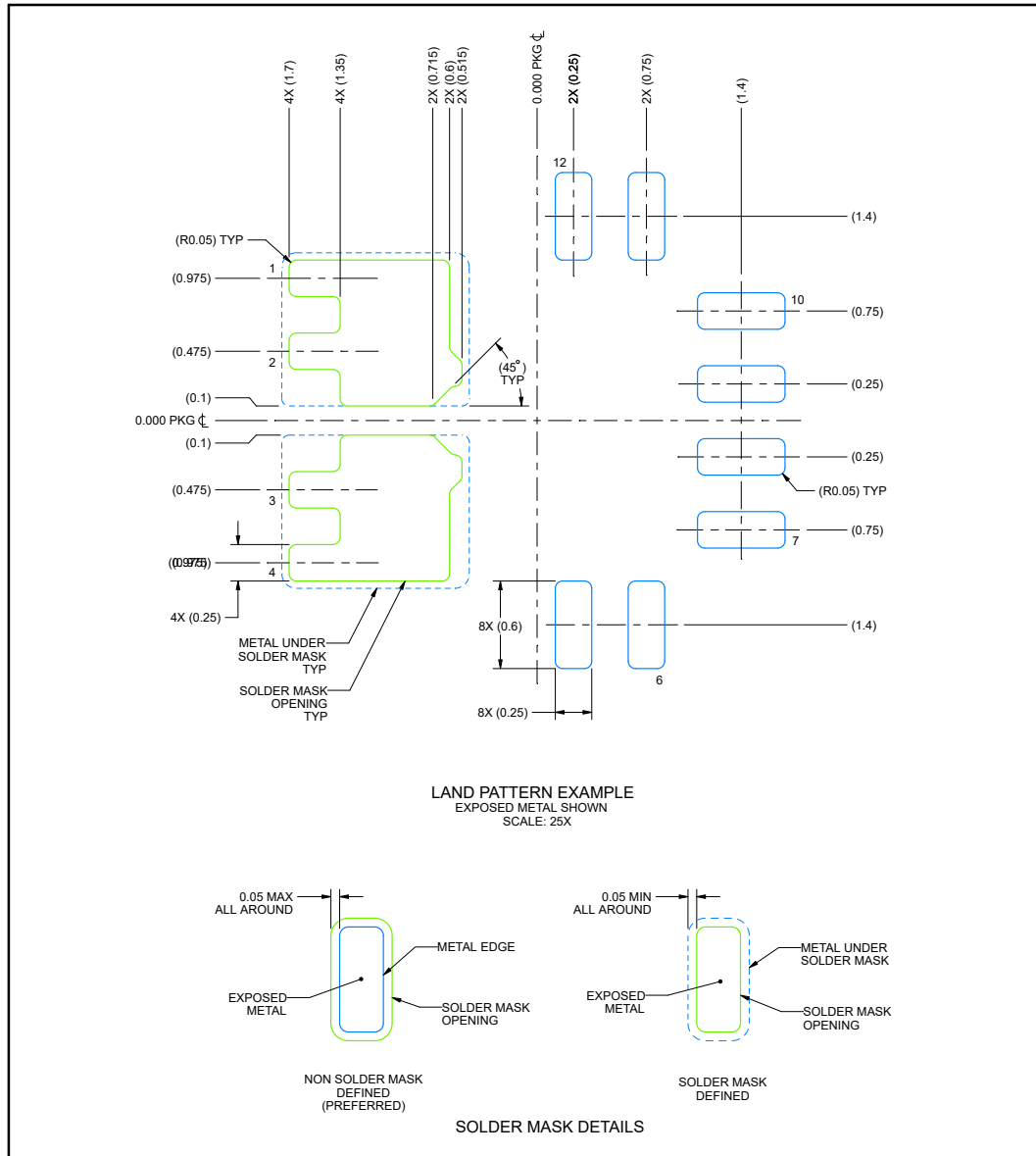
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.

EXAMPLE BOARD LAYOUT

VAP0012A

VQFN-HR - 1 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



NOTES: (continued)

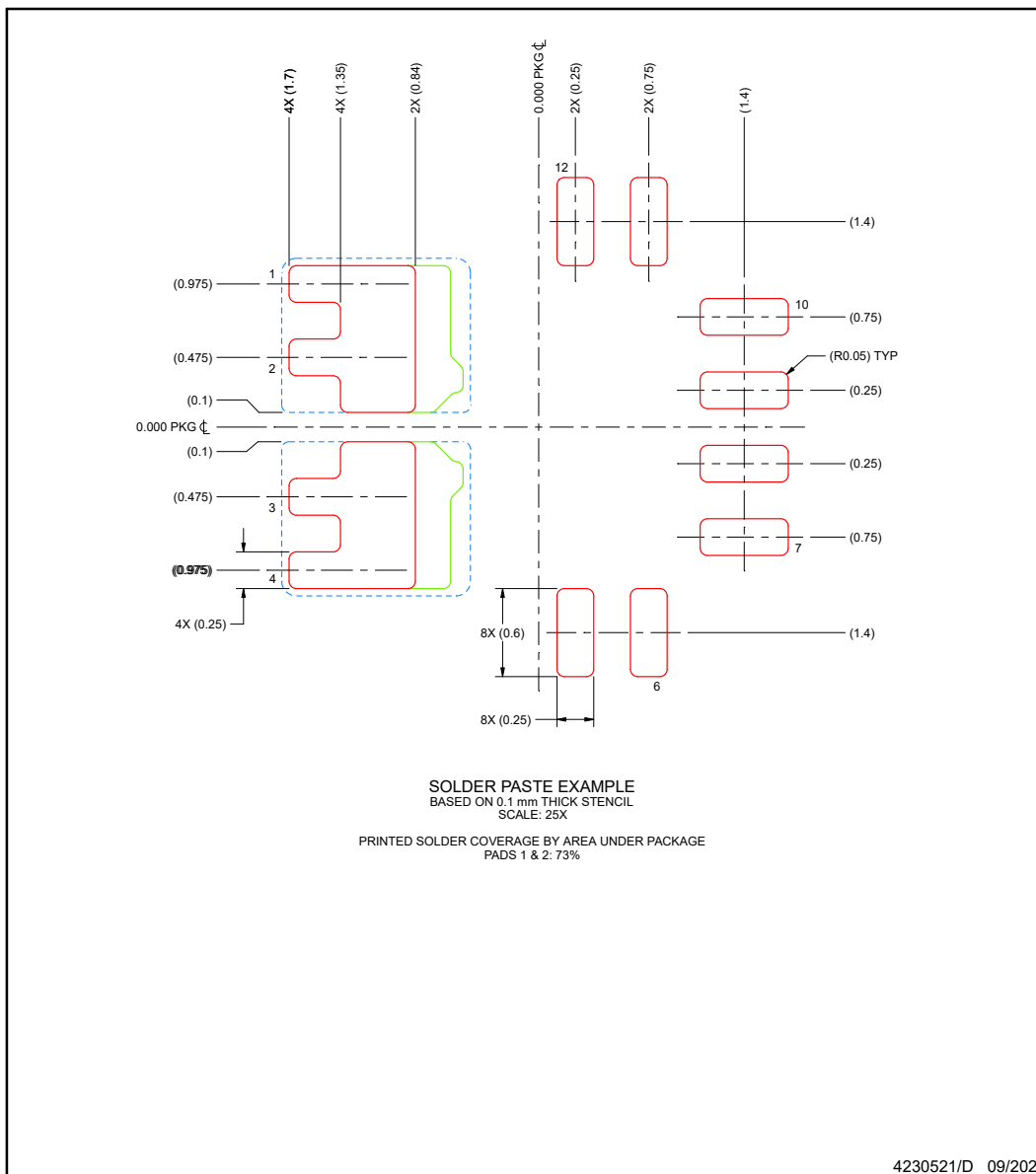
3. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 (www.ti.com/lit/slue271).

EXAMPLE STENCIL DESIGN

VAP0012A

VQFN-HR - 1 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



NOTES: (continued)

4. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.

PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package Pins	Package qty Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
TMCS1170A8FQVAPR	Active	Production	VQFN-HR (VAP) 12	3000 LARGE T&R	-	Call TI	Call TI	-40 to 125	
TMCS1170B7FQVAPR	Active	Production	VQFN-HR (VAP) 12	3000 LARGE T&R	-	Call TI	Call TI	-40 to 125	
TMCS1170B9FQVAPR	Active	Production	VQFN-HR (VAP) 12	3000 LARGE T&R	-	Call TI	Call TI	-40 to 125	

⁽¹⁾ **Status:** For more details on status, see our [product life cycle](#).

⁽²⁾ **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.

⁽³⁾ **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the [TI RoHS Statement](#) for additional information and value definition.

⁽⁴⁾ **Lead finish/Ball material:** Parts may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.

⁽⁵⁾ **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.

⁽⁶⁾ **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

Important Information and Disclaimer: The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含みいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとし、TI は一切の責任を拒否します。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI はその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TI や第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、[TI の販売条件](#)、[TI の総合的な品質ガイドライン](#)、[ti.com](https://www.ti.com) または TI 製品などに関連して提供される他の適用条件に従い提供されます。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。TI がカスタム、またはカスタマー仕様として明示的に指定していない限り、TI の製品は標準的なカタログに掲載される汎用機器です。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案する場合も、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月