

## Application Brief

# TMCS1143 ホール エフェクト電流センサの IEC 61000-4-5 サージ耐性テストの詳細



## 概要

IEC 61000-4-5 規格は、サージ耐性テスト手順を定義しており、落雷やスイッチング過渡が電気 / 電子機器に及ぼす影響をシミュレートします。この資料では、IEC 61000-4-5 で規定されている厳しい条件の下で、多様なアプリケーション (特にエネルギー インフラ) で使用される一般的なホール エフェクト電流センサ TMCS1143 の、サージ電流耐性性能についての包括的な調査を詳細に説明します (ここで提示する情報は、DVF パッケージの TMCS114x ファミリのデバイスにも適用可能です)。この資料では、テスト設定、パラメータ、観測された動作について検討し、最終的には、この重要な規格で定義されているサージ事象 (最大 20kA) に対するデバイスの耐性能力を明確に評価します。

## IEC 61000-4-5 およびサージ現象について

IEC 61000-4-5 は、直接または間接的な落雷によるサージや、電源システム内のスイッチング過渡によるサージをシミュレートします。これらのサージには、次のような特徴があります。

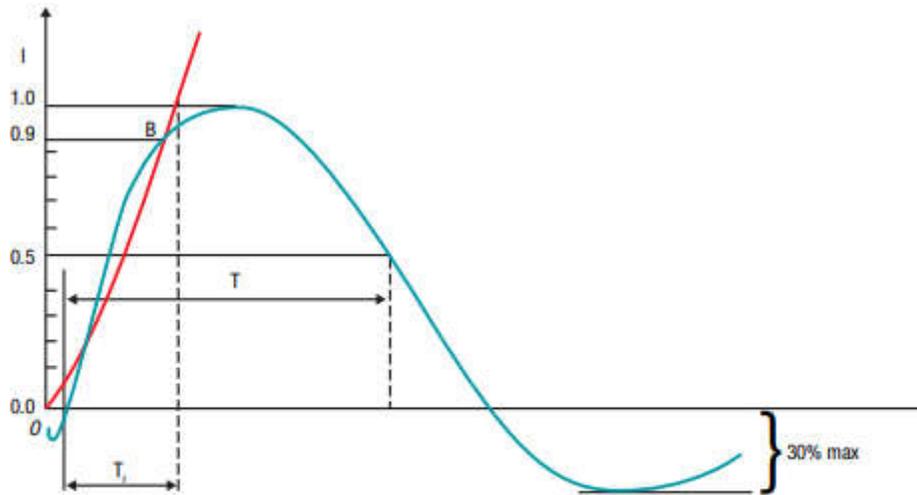
- **高電圧および大電流:** サージとは、電圧と電流が急激かつ一時的に増加する現象です。
- **高速な立ち上がり時間:** サージは非常に急速にピーク値へと達するため、部品の過渡応答が試されます。
- **短い持続時間:** 非常に強力であるものの、通常は極めて短時間であり、数マイクロ秒しか持続しません。
- **極性:** サージは正負いずれの極性にもなり得るため、実世界の両タイプの事象を反映します。

この規格では、予想される暴露環境やテスト対象のポート (電力、信号、制御) に基づいて、さまざまなサージ波形とテストレベルが規定されています。主要なパラメータには、サージ電圧 (通常 0.5kV ~ 4kV ピーク)、サージ電流 (通常 0.5kA ~ 8kA ピーク)、立ち上がり時間 (通常 50ns ~ 1.2μs)、パルス幅 (通常 50μs ~ 230μs) などが含まれます。サージに対する保護が十分でない場合、部品の損傷、システムの誤動作、データの損失につながる可能性があります。そのため、IEC 61000-4-5 で定義されているサージ耐性テストは、電子機器の堅牢性を検証するには不可欠です。

## テストレベルおよび検討事項

TMCS1143 デバイスは、以下のさまざまなテストレベルで評価されました。

- **電流レベル:** 印加するサージ電流は 12kA から開始し、20kA まで 1kA レベル刻みでテストを実施しました。電流レベルごとに別のサンプル デバイスを用いて行っています。
- **繰り返し回数:** 各テストレベルで、正方向および負方向のサージをそれぞれ 5 回ずつ、合計 10 パルス印加しました。パルス間の時間間隔は約 1 分です。
- **動作条件:** TMCS1143 は、電源電圧を印加しない状態で、室温にてテストされました。
- **電流波形および持続時間:** IEC 61000-4-5 で定義される 8/20 $\mu$ s 電流波形は、フロントタイムが約 8 $\mu$ s、半値時間が約 20 $\mu$ s となっています。(図 1 参照)。図 2 に、実際のテスト波形の例を示します。



Front time:  $T_r = 8\mu\text{s} \pm 20\%$   
 Time to half-value:  $T = 20\mu\text{s} \pm 20\%$

### Short circuit current waveform

図 1. サージ電流波形

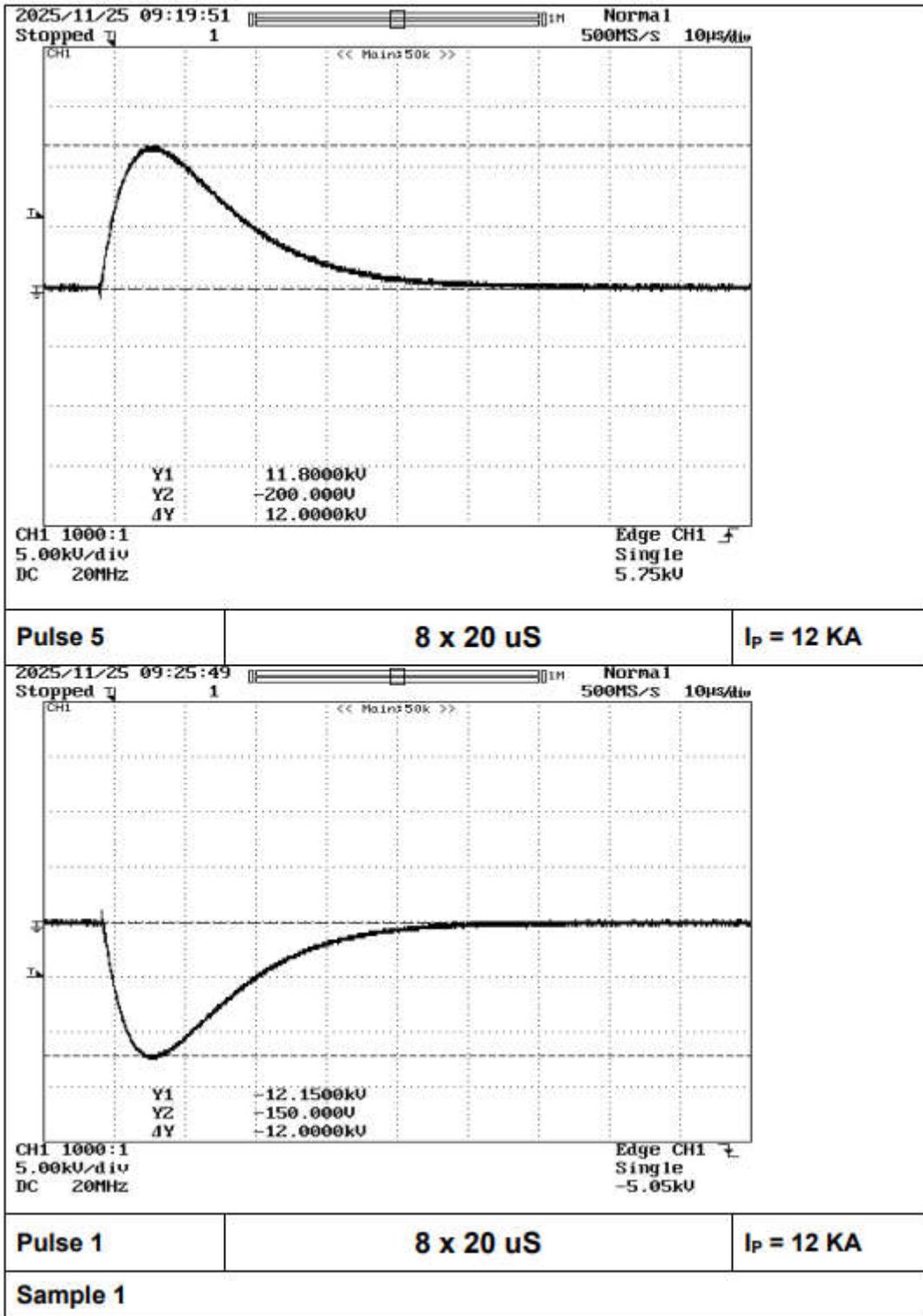


図 2. 実際のテスト波形

## テスト設定および方法

TMCS1143 のサージ耐性テストは、IEC 61000-4-5 仕様で定義されている電流波形に準拠して、制御されたラボ環境で実施しました。テスト設定のブロック図を、[図 3](#) に示します。標準化されたテスト設定が採用され、以下の主要部品で構成されています。

- **サージジェネレータ:** IEC 61000-4-5 で定義されている波形 (8/20 $\mu$ s の電流波形を含む) を生成できるキャリブレーション済みサージジェネレータ。
- **テスト基板:** TMCS1143 は、寄生インダクタンスおよび寄生容量の最小化を特に考慮せず、標準の TMCS1143 評価基板に実装されました。この基板には、サージジェネレータおよび監視機器用の接続ポイントが備わっています。
- **監視機器:**
  - **オシロスコープ (Yokogawa DL7100):** テスト対象デバイス (DUT) に注入されるサージ波形 (電圧と電流) を監視するために使用。
  - **電流プローブ (Pearson 5664):** TMCS1143 の入力ピンを流れる電流の測定に使用。
- **デバイステスト:** TMCS1143 デバイスにストレスを加える前に、これらをテスト基板に実装し、自動テスト設計で検証しました。ストレス印加前のデータは記録、保存され、ストレス印加後のデータとの比較に用いられました。ストレス印加中、デバイスの IN+ ピンにサージ電流が印加されました。

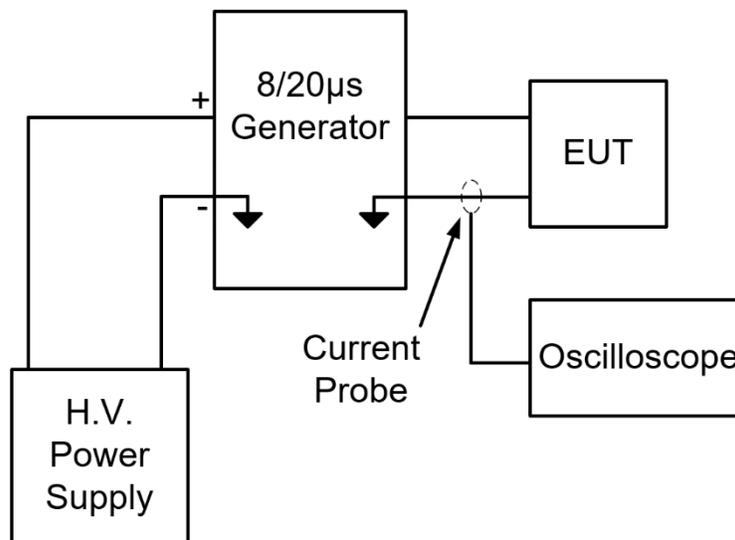


図 3. サージ電流テスト設定のブロック図

## テストにおける観測事項

サージ耐性テストにより、TMCS1143 の性能に関する重要な知見が得られました。

- **物理的損傷:** 印加したいずれの電流レベルでも、テストしたすべてのデバイスにおいて、物理的損傷は確認されませんでした。各デバイスのストレス印加前後の画像を撮影しましたが、両者の間に目に見える違いはありませんでした。  
図 4 は、サンプル デバイスのストレス印加前後の画像です。

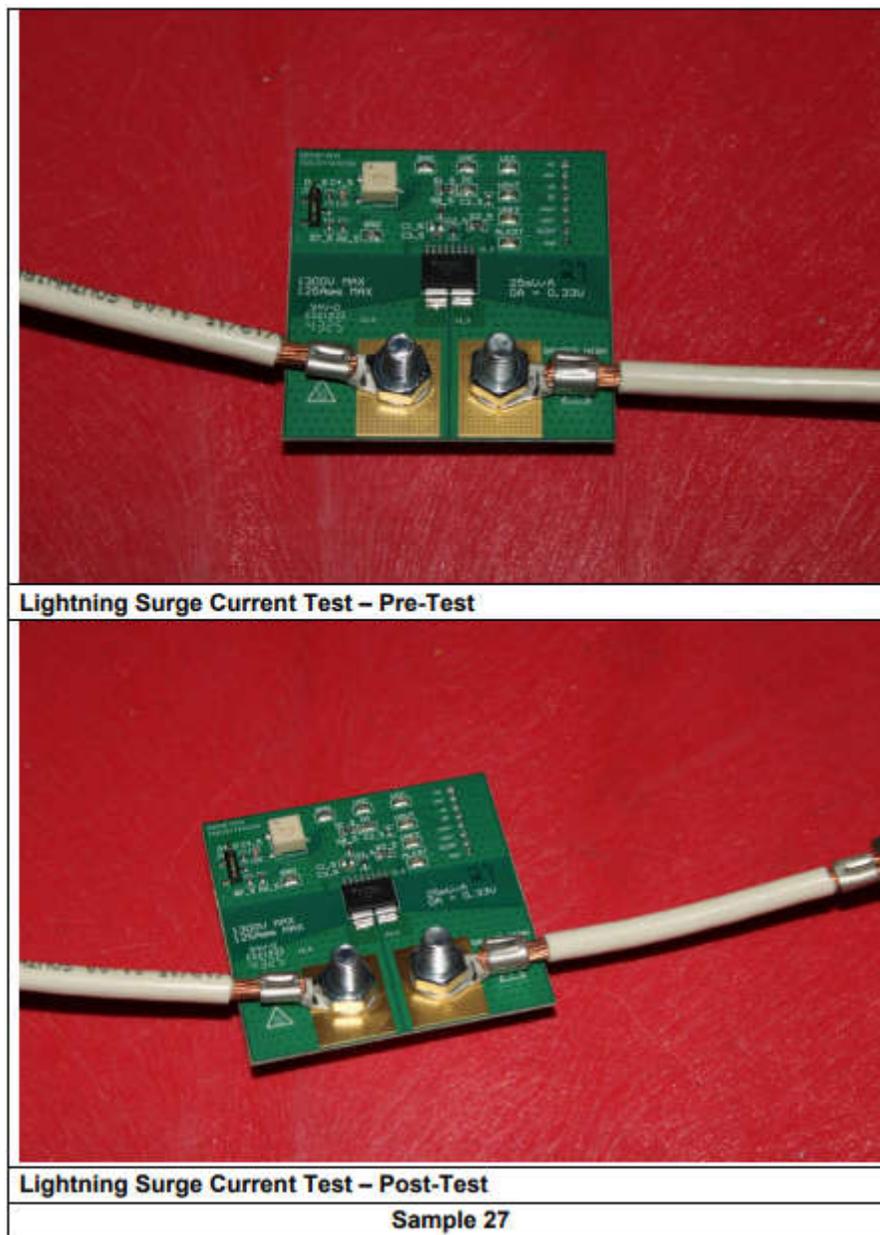


図 4. ストレス印加前後の PCB 画像

- **電気的性能:** ストレス印加前後のデータ間で最も顕著な性能変化が観測されたのは、入力導体抵抗 (DUT のリードフレーム、アダプタカード、半田、ケーブル、ハードウェア、インターコネクタなど)、感度誤差、オフセット誤差であり、20kA のストレスを印加したユニットで最大の変化が発生しました。これらのパラメータで明確な変化が見られたものの (特に 20kA のテストレベルで)、ストレス印加後のテストにおいても、すべてのデバイスが仕様限界内で動作していました。また、その他のパラメータについては、ストレステスト前後で顕著な変化は観測されませんでした。テストした各サージ電流レベルにおいて、ストレステスト前後で取得したサンプルユニットの平均測定値は、表 1 に示されています。

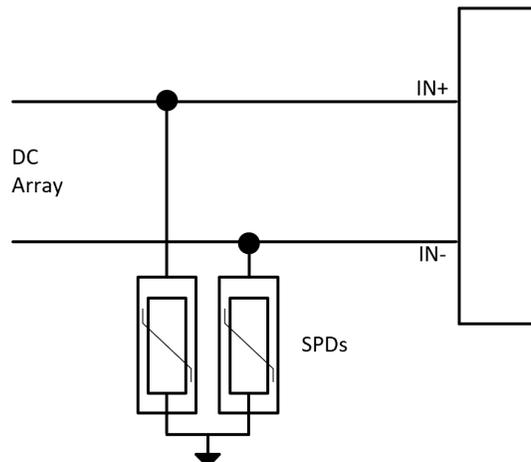
**表 1. ストレス印加前後のテスト データ**

サージレベル (kA)	ユニット	入力導体抵抗 (mΩ)		感度誤差 (%)		オフセット誤差 (mV)	
		前	後	前	後	前	後
12	1 ~ 3	70.69	74.04	-0.16	-0.13	-0.23	-0.24
13	4 ~ 6	70.68	77.25	-0.16	-0.11	-0.37	-0.37
14	7 ~ 9	72.50	74.73	-0.15	-0.17	-0.04	-0.09
15	10 ~ 12	72.28	72.55	-0.11	-0.11	-0.02	-0.07
16	13 ~ 15	72.02	82.72	-0.12	-0.16	-0.23	-0.30
17	16 ~ 18	73.45	87.17	-0.09	-0.10	-0.24	-0.26
18	19 ~ 21	72.31	83.44	-0.10	-0.14	-0.04	-0.09
19	22 ~ 24	75.87	90.48	-0.10	-0.09	-0.30	-0.28
20	25 ~ 27	75.50	93.65	-0.11	0.43	-0.04	0.19

### 緩和策および設計上の検討事項

TMCS1143 を搭載したシステムのサージ耐性を高めるために、以下の緩和策を推奨します。

- 外部サージ保護:** システムの入力に、金属酸化バリスタ (MOV) や過渡電圧サプレッサ (TVS ダイオード) などの外部サージ保護デバイス (SPD) を用いることで、TMCS1143 に達する前にサージ電流を効果的にシャントできます。十分なサージ電流処理能力を持つ適切な SPD を選択することが重要です。図 5 に、これらのデバイスの実装方法についての基本的なブロック図を示します。サージ保護デバイスを用いた設計の詳細および情報については、『ソーラーシステムでインパッケージ ホール エフェクト電流センサを使用する際の設計上の検討事項』のセクション 5 を参照してください。


**図 5. SPD 回路例のブロック図**

- スナバ ネットワーク:** 誘導性負荷にスナバ ネットワークを並列に接続することで、誘導性キックバックによるエネルギーを吸収し、サージ イベント時に TMCS1143 にかかるストレスを低減できます。
- 適切なグラウンディングおよびシールドディング:** 堅牢なグラウンディング方式を実装し、シールド ケーブルを利用することで、電磁干渉 (EMI) の影響を最小限に抑え、サージ耐性を向上させることができます。

## まとめ

IEC 61000-4-5 サージ耐性テストの結果、TMCS1143 は多くのアプリケーションで求められる堅牢性レベルを備えていることが確認されました。特に、ソーラー インバータや電力変換システムなどのエネルギー インフラ アプリケーションで一般的に見られる、最大 20kA までの電流レベルに対応しています。外部 SPD、スナバ ネットワーク、堅牢なグラウンディング 手法などの適切なサージ保護技術を組み込むことで、システム設計者は TMCS1143 を使用したシステム全体のサージ耐性を大幅に向上させ、厳しい電気環境でも信頼性の高い動作を確保できます。特定のストレス条件下におけるデバイスの制限を明確に理解することで、よりの確な設計選択が可能になり、長期的な性能の確保にも役立ちます。

## 商標

すべての商標はそれぞれの所有者に帰属します。

## 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むいかなる保証も、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、

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](#) 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