

Application Brief

絶縁認証規格の明確化: フォトカプラとフォトカプラ エミュレータの比較



Andrew Jackiw, Michael Schultis, Saleem Marwat

概要

従来のフォトカプラは、LED とフォトダイオードを使用して絶縁を実現します。LED ベースのフォトカプラは、2007 年から発効している国際的なフォトカプラ規格である IEC 60747-5-5 に準拠して認証されています。現行版 (2.0) への更新は 2020 年に公開されました。

TI の新しいフォトカプラ エミュレータは、二酸化ケイ素 (SiO₂) 絶縁技術を使用して絶縁を実現しています。この結果、フォトカプラ エミュレータとデジタル アイソレータは、2020 年 9 月に国際デジタル アイソレータの規格となった別の規格 (IEC 60747-17) の認証を受けています。

新しいデジタル アイソレータ規格 (IEC 60747-17) には、フォトカプラ規格 (IEC 60747-5-5) よりも厳格化した詳細なテスト要件が多数存在します。フォトカプラ エミュレータとデジタル アイソレータは、デバイスの性能と機能について包括的に理解するための基準として評価を受けています。

IEC 60747-17 と IEC 60747-5-5 の比較の概要

図 1 に、デジタル アイソレータ規格 (IEC 60747-17) とフォトカプラ規格 (IEC 60747-5-5) の比較の概要を示します。IEC 607 47-17 の仕様の詳細については、[\[FAQ\] 高電圧絶縁パラメータ](#)を参照してください。

Criteria / Parameter	IEC 60747-17 (Digital Isolator Standard)	IEC 60747-5-5 (Optocoupler Standard)
Max surge isolation voltage (in oil) (V_{IOSM}) Max impulse voltage (in air) (V_{IMP})	<ul style="list-style-type: none"> Reinforced surge test voltage = $1.3 \times V_{IMP}$ Basic surge test voltage = $1.3 \times V_{IMP}$ Reinforced surge minimum = 10 kV 50 surge strikes (bipolar, 25 each polarity) 	<ul style="list-style-type: none"> V_{IMP} not defined in the standard Reinforced surge test voltage = 10 kV Basic surge test voltage = Not specified Reinforced surge minimum = 10 kV 50 surge strikes (bipolar, 25 each polarity)
Partial discharge initial test voltage ($V_{INI(b)}$) – Method b (Production test)	$V_{INI(b)} = 1.2 \times V_{IORM}$	$V_{INI(b)}$ not defined in the standard
Partial discharge measuring test voltage ($V_{PD(M)}$)	Reinforced = $1.875 \times V_{IORM}$ Basic = $1.5 \times V_{IORM}$	Reinforced = $1.875 \times V_{IORM}$ Basic = $1.5 \times V_{IORM}$
Time Dependent Dielectric Breakdown (TDDB) Test to determine Working voltage (V_{IORM})	Test defined in the standard and supplier needs to provide data to VDE for approval	TDDB not defined in the standard.
Minimum rated lifetime	Reinforced = 20 years x 1.5 (safety margin) Basic = 20 years x 1.2 (safety margin)	Minimum rated lifetime not defined in the standard.
Failure rate over lifetime	Reinforced = < 1 ppm Basic = $< 1,000$ ppm	Failure rate over lifetime not defined in the standard.

図 1. 絶縁規格の比較 — IEC 60747-17 と IEC 60747-5-5

詳細

最大インパルス電圧 (V_{IMP})

IEC 60747-17 は、油中と空気中の絶縁性能を区別するため、デジタル アイソレータの絶縁性能を油中 (V_{IOSM}) と空気中 (V_{IMP}) の両方でテストすることを規定しています。フォトカプラ規格である IEC 60747-5-5 では、両方のパラメータを規定していません。

デバイスのテストを油中で実行する場合、パッケージ全体でアーク放電が発生する可能性はありません。アプリケーションの絶縁性能は正確には表現されず、空気中 (V_{IMP}) もテストされません。デジタル アイソレータの仕様では、空気中絶縁テスト用の V_{IMP} と、油中絶縁テスト用の V_{IOSM} が定義されています。一方でフォトカプラの仕様では V_{IOSM} のみが規定されており、デバイスのテストを空気中と油中のいずれで実行するかは規定されていません。

デバイスのテストを油中で実行する場合、パッケージ全体でアーク放電が発生する可能性はありません。アプリケーションの絶縁性能は正確には表現されず、空気中 (V_{IMP}) もテストされません。デジタル アイソレータの仕様では、空気中絶縁テスト用の V_{IMP} と、油中絶縁テスト用の V_{IOSM} が定義されています。フォトカプラの仕様では V_{IOSM} のみが規定されており、デバイスのテストを空気中と油中のいずれで実行するかは規定されていません。

IEC 60747-17 では、 V_{IMP} を、デジタル アイソレータのシステム性能についてお客様が理解する利点と定義しています。 V_{IMP} およびその他の IEC 60747-17 関連仕様については、データシートの『絶縁仕様』セクションを参照してください。 V_{IMP} の詳細については、『FAQ 最大インパルス電圧 (V_{IMP}) とは』を参照してください。

次のセクションでは、2 つの規格の主な違いについて説明します：

部分放電試験 (製造試験): 手法 B のテスト

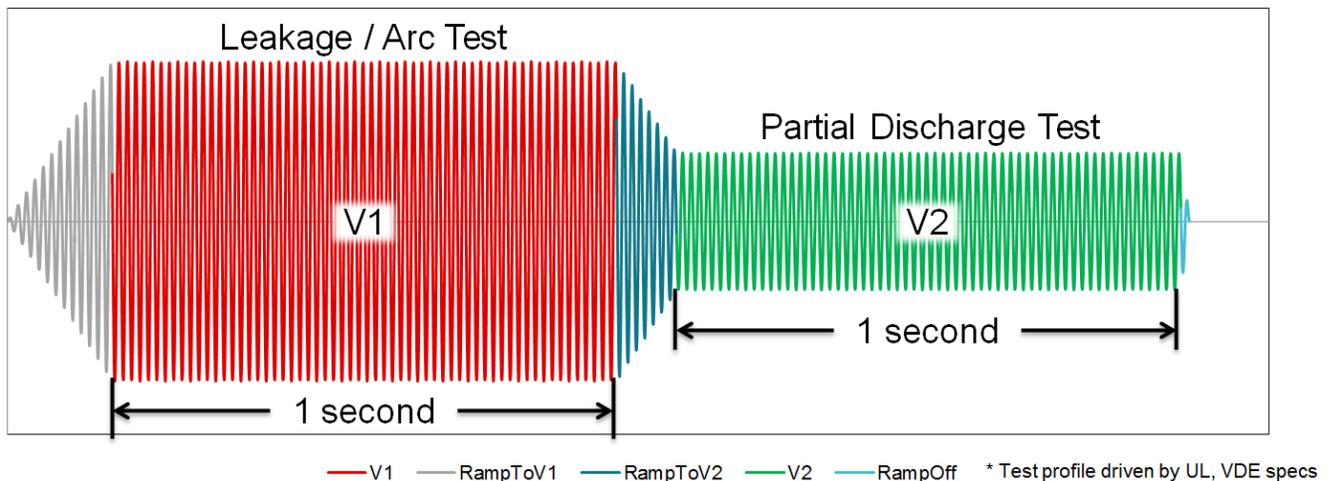


図 2. 手法 B のテスト波形

デジタル アイソレータとフォトカプラ エミュレータの部分放電は、手法 b を使用してテストしています。図 2 に、IEC 60747-17 規格で定義されている手法 B1 テスト波形の例を示します。ここで、 V_1 はリーケージテストが実施される電圧で、 V_2 は部分放電テストが実行される電圧です。

絶縁パラメータは、手法 B を使用したテストに従って、製造時にテストされます。デジタル絶縁デバイスは、以下の手順により製造時にテストされます。

- 1 秒間 $1.2 \times V_{IOTM}$ で、その後 1 秒間 $1.875 \times V_{IORM}$ で行われます。
 - フォトカプラは、1 秒間 $1.875 \times V_{IORM}$ でのテストのみを規定しています。
- たとえば、絶縁定格 $3.75kV_{RMS}$ のアイソレータの場合、以下でテストが行われます。
 - 強化絶縁型アイソレータは、 $6.36kV_{PK}$ AC 50Hz および 60Hz でテストされており、その後、 $1.33kV_{PK}$ AC 50Hz または 60Hz でテストされています。
- フォトカプラは、1 秒間 $1.2 \times V_{IOTM}$ での初期ストレス電圧 (V_{ini}) なしで、 $1.875 \times V_{IORM}$ でのテストのみ必要です。

デジタル アイスレータ規格には、より厳格な試験条件が設けられています。

経時絶縁破壊 (TDDB) テスト

TDDB テストでは、アイスレータの誘電体材料に関連する平均寿命が特定されます。TDDB は、高温で誘電体全体に電界を印加することで加速されます。

- TI は数百個のユニットにわたって TDDB テストを実施しています。
- フォトカプラ規格では、TDDB 寿命試験は必要ありません。

TDDB テスト方法の詳細については、『[高電圧信号の絶縁品質と信頼性の実現](#)』を参照してください。

まとめ

IEC 60747-17 によって厳格なテストが実施されていることで、TI は絶縁バリアの耐用期間、堅牢性、信頼性の点で高い信頼性を有しています。IEC 60747-17 の追加仕様では、従来のフォトカプラ規格である IEC 60747-5-5 と比較して、デバイスの性能と絶縁能力の全体像を示すこともできます。

重要なお知らせと免責事項

テキサス・インスツルメンツは、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、テキサス・インスツルメンツ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テキサス・インスツルメンツ製品の選定、(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、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テキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツ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。テキサス・インスツルメンツ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、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかるテキサス・インスツルメンツ製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用されるテキサス・インスツルメンツ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。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、テキサス・インスツルメンツはそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated