

フォトカプラーの安全規格

概要

本資料はフォトカプラーに関わる安全規格について、部品規格および装置規格の観点で頻出する用語と事例をまとめたものです。

目次

1.	規格体系	3
2.	部品規格と装置規格	4
3.	安全規格概要	7
3.1	UL 1577	7
3.2	EN 60747-5-5 (IEC 60747-5-5)	7
3.3	IEC 62368-1.....	8
3.4	IEC 60335-1.....	8
3.5	UL 508	9
4.	安全規格の規定の中で使用される主なパラメータまたは用語	10
4.1	過電圧カテゴリ Over voltage category.....	10
4.2	汚染度 Pollution degree	11
4.3	CTI 値 Comparative Tracking Index	11
4.4	絶縁の種類.....	12
4.5	絶縁保護クラス	12
5.	フォトカプラーにおける構造パラメータ	13
5.1	絶縁耐圧	13
5.2	空間距離	14
5.3	沿面距離：	14
5.4	絶縁物厚：	15
5.5	沿面・空間距離に対してのフォトカプラーの適合事例.....	15
6.	さいごに	16
	製品取り扱い上のお願ひ.....	18

フォトカプラーは電気的な「絶縁」を重要な機能とするデバイスで、発光素子と受光素子を光透過性の絶縁物を介してパッケージ化したものです。応用の一例がスイッチング電源です。スイッチング電源は液晶テレビなどの家電機器やMFP(複合機)などの事務機器の商用電源機器に組み込まれています。この電源の一次、二次間の信号伝達の目的で使用されるフォトカプラーは、人体に対する感電を防ぐために安全規格による規制を受けることになります。安全規格は国際規格をもとに各国ごとに制定されています。代表的なものにドイツのVDE規格やDIN規格、米国のUL規格などがあります。本資料では安全規格の概要について説明します。

1. 規格体系

電気、電子、通信などの分野では、IEC(国際電気標準会議)により国際標準が定められています。また、この国際標準・規格を基に電圧など地域ごとの事情を加味して制定されるものが地域標準です。さらに、各国ごとにこのIECや地域標準に基づき安全規格が制定されています(図 1.1)。これら規格の認証を得るためには各国の認証機関に申請を行い、各規格に基づく試験に合格する必要があります。

- 世界標準(IEC)規格 : 全世界の標準として加盟各国が協議して制定された規格
IEC(International Electrotechnical Commission)
- 地域標準 : IEC に基づき、地域ごとの事情を加味しながら、地域単位に標準化された規格
例 ; ヨーロッパ規格(EN 規格)など EN(European Norm)
- 国別規格など : IEC 規格、地域標準規格に基づき各国ごとに制定された規格
例 ; UL(アメリカ), DIN(ドイツ)など

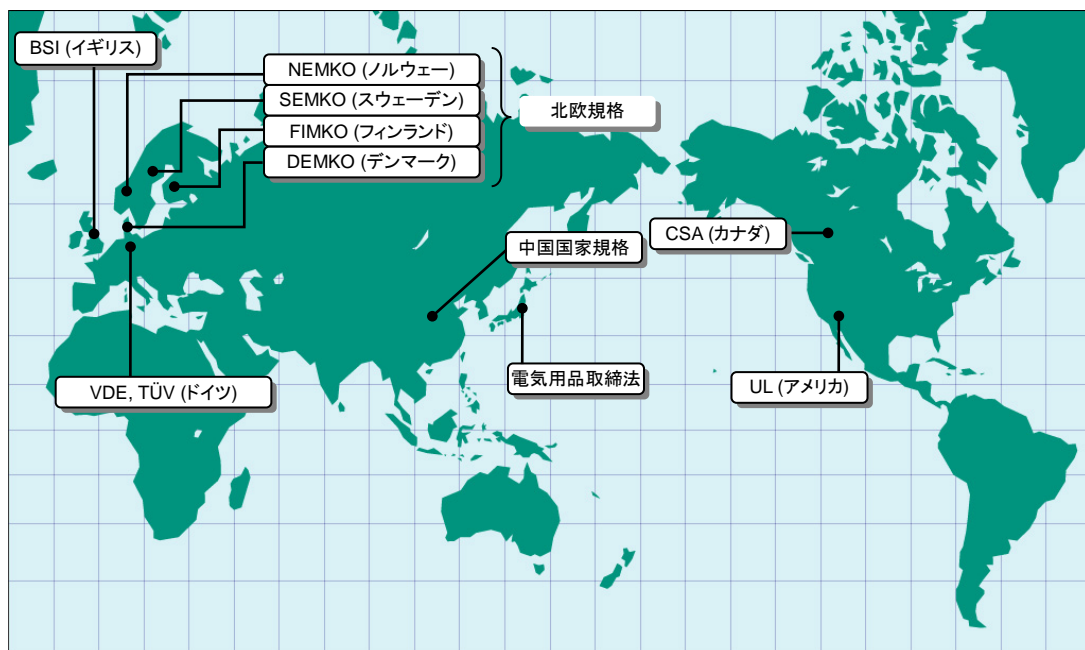


図 1.1 世界の主な認証機関と規格

次に代表的な認証機関について簡単に触れてみます。

UL : Underwriters Laboratories Inc. は材料から製品までの様々な安全に関する規格策定、試験、認証を行っています。UL から製品安全の認証を受けた製品には UL マークが表示されます。アメリカに対して電気製品や電気部品を含む製品を輸出する場合、この UL 認定を取得している必要がある場合がほとんどです。フォトカプラーの部品規格である UL 1577 では高電圧印加時の絶縁破壊の有無により絶縁性能を規定しています。

CSA : Canadian Standard Association(カナダ規格協会) はカナダにおける電気機器等の安全性について規定しています。カナダの各州法により、商用電源に接続する機器は CSA に適合している必要があります。アメリカとカナダは MRA(Multi Recognition Agreement)締結により相互承認が可能となっています。UL にてカナダ向けの認証を受けた製品はこの相互承認により CSA と同等に認証され、それを示す cUL マークを使用する事が出来ます。東芝は多くのフォトカプラーでこの cUL 認定を取得しています。

VDE : Verband Der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V (ドイツ電気技術者連合) はドイツの民間機関で、独自の VDE 規格の制定やドイツの国家規格(DIN 規格)などの適合検査、認証を行っています。フォトカプラーの部品規格である DIN EN 60747-5-5 (旧 DIN VDE 0884)では部分放電試験によりフォトカプラーの絶縁性能を規定しています。東芝フォトカプラーで VDE 認定を受けている製品はこの EN 60747-5-5 の認定を取得しています。また EN 60747-5-5 取得時のオプションとして EN 60065, EN60950-1, EN 62368-1 を取得している製品もあります。

SEMKO : Svenska Elektriska Materialkontroll Anstalten(スウェーデン電気機器検査協会)はスウェーデンの電気製品の規格制定・製品認証を行う機関で、東芝フォトカプラーで SEMKO 認定を受けている製品では EN 60065, EN 60950-1 の認定を取得しています。

CQC : China Quality Certification center 中国品質認証センターは中国の認証機関であり、CCC 認証(中華人民共和国内に輸入される製品に対する中国国家規格適合管理制度)を中心に、中国国家規格への適合検査、承認を行っています。東芝フォトカプラーで CQC 認証を取得している製品では GB4943.1 (IEC 60950-1 MOD*), GB8898 (IEC 60065 MOD*)の認定を取得しています。

*MOD とは IEC 規格の修正を意味しています。国家規格の制定に際して国際規格の構成が反映されており、構成の変更は両規格の技術的内容と構成の比較が容易に行えることが可能な場合のみ許可されます。

2. 部品規格と装置規格

設計、製造の立場から安全規格を見ると、装置規格と部品規格に分類できます。フォトカプラーが関わる主な装置規格、部品規格の例を表 2.1 に示します。

装置規格は装置の安全性を考慮して制定された規格で、主なものでは事務機器などを含む情報技術機器に適用される IEC 60950-1 やオーディオ・ビデオ類などに適用される IEC 60065 に基づく地域標準と国別規格がありますが、これらの多くは、2020 年 12 月 20 日までに IEC 62368-1 に基づく地域標準と国別規格への移行にともない失効になりました。IEC 62368-1 の中では、絶縁により分離する部分間に対して絶縁耐量や物理的な距離などが規定されており、その絶縁部分に使用されるフォトカプラーではこれらの要求に対する試験を受けて認定を取得しています。

一方、部品規格は部品単体に対する規格で、フォトカプラーに関する規格としては UL 1577, IEC 60747-5-5 が挙げられます。これら規格では入出力間の絶縁性能を測る試験方法と、判定基準が全く異なって定義されています。部品規格と装置規格は基本的に独立していますが、装置規格の IEC 62368-1 では部品規格の IEC 60747-5-5 を取得する事で強化絶縁に対するカプラー内部の 0.4mm の絶縁物厚要求を免除するなど規格の一部内容に関しては相互性が認められる場合があります。これら規格の詳細は次の第 3 項で述べます。

表 2.1 装置規格と部品規格

対象製品		国際標準	地域標準 (EN : 欧州標準)	国別規格 (アメリカ、カナダ、ドイツ、中国など)
装置	情報技術機器	IEC 60950-1	EN 60950-1 (2020年12月失効)	DIN EN 60950-1(2020年12月失効) BS EN 60950-1 (2020年12月失効) 中国 GB4943.1 など
	オーディオ・ビデオ類	IEC 60065	EN 60065 (2020年12月失効)	DIN EN 60065 (2020年12月失効) BS EN 60065 (2020年12月失効) 中国 GB8898 など
	IT 機器	IEC 62368-1	EN IEC 62368-1	DIN EN 62368-1 など
	家庭用電気機器安全	IEC 60335-1	EN 60335-1	DIN EN 60335-1 など
	インバータ装置	IEC 61800-5	EN 61800-5	DIN EN 61800-5 など
	太陽発電システム	IEC 62109-1	EN 62109-1	DIN EN 62109-1 など
	産業制御機器	IEC 61010-1	EN 61010-1	DIN EN 61010-1 など
	低電圧システム	IEC 60664-1	EN 60664-1	DIN EN 60664-1 など
部品	フォトカプラー	IEC 60747-5-5	EN 60747-5-5	DIN EN 60747-5-5
		-	-	UL 1577 CSA component acceptance notice No.5A (CA5A)
	磁気/容量結合方式カプラー	IEC 60747-17	-	DIN VDE V 0884-11: 2017-01

*UL1577, CA5A は IEC60747-5-5 と絶縁試験の規格内容が異なります。

IEC 60950-1 : Information technology equipment - Safety - Part 1: General requirements

IEC 60065 : Audio, video and similar electronic apparatus - Safety requirements

IEC 62368-1 : Audio/video, information and communication technology equipment - Part 1:
Safety requirements

IEC 60335-1 : Household and similar electrical appliances - Safety - Part 1:
General requirements

IEC 61800-5-1 : Adjustable speed electrical power drive systems - Part 5-1:
Safety requirements - Electrical, thermal and energy

- IEC 62109-1 : Safety of power converters for use in photovoltaic power systems - Part 1:
General requirements
- IEC 61010-1 : Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and
laboratory use - Part 1: General requirements
- IEC 60664-1 : Insulation coordination for equipment within low-voltage systems - Part 1:
Principles, requirements and tests
- IEC 60747-5-5 : Semiconductor devices - Discrete devices - Part 5-5:
Optoelectronic devices – Photocoupler
- IEC 60747-17 : Semiconductor devices - Part 17: Magnetic and capacitive coupler for basic and
reinforced insulation

3.2 項でも述べますが、特に IEC 60747-5-5 においては部品規格として部分放電試験を課しています。産業系装置規格に代表される IEC 61800-5, IEC 62109-1, IEC 61010-1 などは装置規格としても部分放電試験が課されますので、それら装置に採用されるフォトカプラーにおいても部分放電試験に対応した製品が選ばれています。また、磁気結合/容量結合方式のカプラーを対象とする初めての国際標準として IEC 60747-17 が 2020 年 9 月に発行されました。

安全規格への適合性は各国の安全認証機関にて判定され認定書が発行されます。フォトカプラーで部品の認証として取得する主な安全規格を表 2.2 に示します。なお、フォトカプラーの安全規格はその用途に応じて製品別に取得していますので、製品を選択される際は東芝デバイス&ストレージ株式会社のホームページや個別データシートで取得している安全規格をご確認ください。

表 2.2 フォトカプラーで取得する主な安全規格

取得機関	安全規格	取得認定内容
UL	UL 1577 CA5A (cUL)	絶縁耐圧などを基に認定されています。
VDE	DIN EN 60747-5-5 EN 62368-1	部分放電試験などを基に認定されています。
CQC	GB4943.1 GB8898	絶縁距離や絶縁抵抗・絶縁耐力試験などを基に認定されています。

3. 安全規格概要

本項では、フォトカプラーに対し適用させることを求められる部品規格の中で中心になる UL 1577, と EN 60747-5-5 について、および部品搭載される機器の装置規格として適用対象になることが多い IEC 62368-1 と IEC 60335-1、メカニカルリレー（メカリレー）と SSR (Solid State Relay、当社フォトリレーも SSR の一種) を対象とした UL 508 (NRNT) ^[注 2] についてその概要を説明します。

3.1 UL 1577

UL 1577 では絶縁耐圧試験法(Dielectric Strength Test)を用い、高電圧印加時の絶縁破壊の有無によって判定する試験を行います。通常は 1 分間、50Hz または 60Hz の AC 正弦波電圧に対する入出力間絶縁耐量の規定であり、入出力間に定常的に印加される電圧に対する安全動作を規定するものではありません。東芝フォトカプラーの絶縁耐圧 BVs は UL 1577 に基づいて試験を行っています。

3.2 EN 60747-5-5 (IEC 60747-5-5)

EN 60747-5-5 では部分放電試験法(Partial Discharge Test)を用い、高電圧印加時の部分コロナ放電による発生電荷が 5pC 以下であることを基準として絶縁性能を判定する試験を行います。例えば図 3.1(b)の電圧条件で全数試験でフォトカプラーに印加され、発生電荷 < 5pC の検出判定が必要です。したがって、EN 60747-5-5 に対応した製品は部分放電試験を実施する必要があり、東芝フォトカプラーにおいてはその試験は通常の出荷試験内容に追加で実施されます。

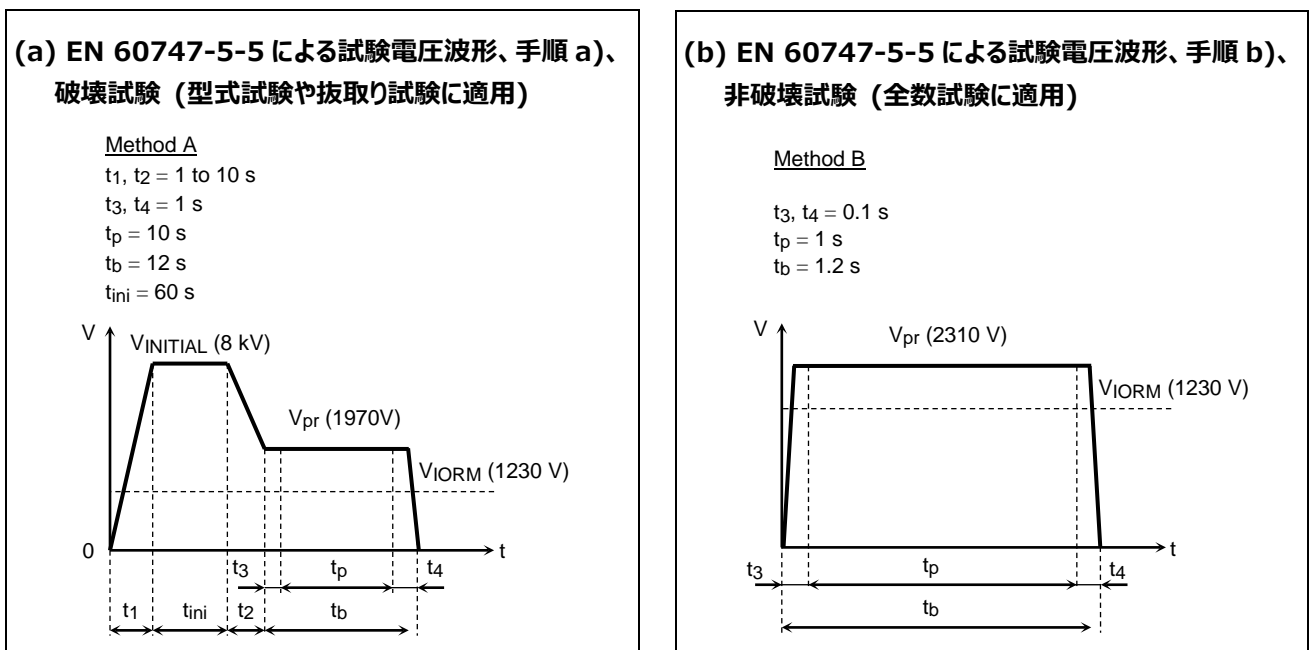


図 3.1 EN 60747-5-5 による試験電圧波形(TLP5751H の場合)

EN 60747-5-5 認定の対応製品は通常の出荷試験に部分放電試験を追加する必要がある為、東芝では EN 60747-5-5 認定品を次のように運用しています。

- (1) EN 60747-5-5 の要求試験を適用したものは、オプション (D4)または(V4) 仕様として統一した呼称を付与します。
- (2) オプション (D4)/(V4) 仕様品には表 3.1 に示すような統一した製品名を付与します。
- (3) DIP や SO6L 等の沿面・空間距離 6.4mm 以上の保証が可能なパッケージ品には(D4), SO4/SO6 等の沿面・空間距離 5mm 以下の面実装パッケージ品には(V4)の品名を付与します。

表 3.1 オプション (D4) / (V4)仕様品の呼び方

<p>例 1: DIP8 パッケージ</p> <p>一般品 TLP352 (TP1,F) → TLP352 (D4-TP1,F)</p> <p style="margin-left: 40px;">D4 : EN 60747-5-5 オプション指定</p> <p style="margin-left: 40px;">TP1: テーピング仕様</p> <p style="margin-left: 40px;">F : [[G]]/ RoHS COMPATIBLE</p> <p>ただし、安全規格のセット申請に際しては、従来どおり標準形名を使用してください。</p> <p>例: TLP352(D4-TP1,F) → TLP352</p> <p>例 2: SO6 パッケージ</p> <p>一般品 TLP2368(TPL,E) → TLP2368(V4-TPL,E)</p> <p style="margin-left: 40px;">V4 : EN60747-5-5 オプション指定</p> <p style="margin-left: 40px;">TPL: テーピング仕様</p> <p style="margin-left: 40px;">E : [[G]]/ RoHS COMPATIBLE</p> <p>ただし、安全規格のセット申請に際しては、従来どおり標準形名を使用してください。</p> <p>例: TLP2368(V4-TPL,E) → TLP2368</p>
--

3.3 IEC 62368-1

IEC 62368-1 は情報機器などに適用される安全規格で、機器の使用者や保守者に対する感電や障害等の危険性を減らすために規定されています。その安全確保に必要な手段の一つがフォトカプラーなどによる絶縁です。絶縁部品に対しては沿面距離、空間距離などの物理的なパラメータが要求されますが、これらは電気機器が設置される環境や使用する絶縁材料の分類などにより異なる値で設定されています。これは電気機器が使用される環境によって必要な保護レベルが変わる為です。設置環境は主に IEC 60664-1 にて規定されており、次の第 4 項以降でこれらの分類の概要と東芝フォトカプラーの適用事例を示します。

3.4 IEC 60335-1

IEC 60335-1 は家庭用の電気機器などに適用される安全規格(装置規格)で、絶縁部には表 3.2 の電圧にて絶縁試験が課されます。なお、この絶縁電圧は 50Hz または 60Hz の正弦波 1 分間で定義されています。当社のフォトカプラーはこれらの絶縁電圧に見合った豊富なラインアップを揃えております。

表 3.2 IEC 60335-1 における絶縁試験電圧

定格電圧	基礎絶縁	付加絶縁	強化絶縁
安全特別低電圧(SELV) <25Vac/60Vdc	500 Vac	—	—
≤ 130V	1000 Vac	1500 Vac	2500 Vac
> 130V	1000 Vac	2750 Vac	3750 Vac

3.5 UL 508

UL 508 は、その規格の中で部品規格が細かく定義されています。

PLC や各種工業用制御機器のグローバルメーカーは、UL 508 認定品として販売しています。

- UL 508 認証ユニットの例 -

PLC、電源ユニット、UPS、保護ユニット、コネクタ、ソケット、センサーコントローラーなど

このユニット認証の中には、UL 508 によって定義された部品も含まれています。

特に、メカニカルリレーや SSR などのスイッチ機器は、部品として UL 508 を取得することが求められます。ロジックカプラーのような一般的なフォトカプラーはこの範囲ではありませんが、SSR に属するフォトリレーは認証取得が必要となります。

ソリッドステートリレー (SSR) 内の樹脂温度制約が 105 °C 上限^[注 1]と定義されています。

今回対象のフォトリレー (SSR の一種) は、NRNT^[注 2] に対応し、この温度上限まで使用することが可能です。

当社 UL 認定製品を使用することで、UL 規格に準拠した制御機器の製造はもちろんのこと、SSR の温度設計マージンを確保することが可能です。

[注 1] プラスチック (エポキシ) での温度制約

[注 2] 産業用制御スイッチ、非モーター負荷のためのソリッドステート制御装置

4. 安全規格の規定の中で使用される主なパラメータまたは用語

電気機器の安全性は使用される環境や使用される電圧クラス等によって異なるため、フォトカプラーを選択するには適用する機器がどのクラスに分類され、どのパラメータが要求されるかを確認する必要があります。安全規格内ではそれらを分類する各種パラメータが規定されています。本項ではフォトカプラーと装置規格の適合性を見ていく場合にその関わり度合いが大きいパラメータまたは用語の説明を行います。装置規格においては IEC 60664-1 の規定を引用、適用されることが多く、その定義に基づいた説明になります。

IEC 60664-1 : Insulation coordination for equipment within low-voltage systems - Part 1:
Principles, requirements and tests

4.1 過電圧カテゴリ Over voltage category

交流主電源からは電気機器の通常の動作電圧以上の過電圧が印加される可能性があり、その電圧の大きさは電源電圧や設置状況により変わります。設置される機器への過電圧に対する保護として、電気機器を4つの過電圧カテゴリに分類し過渡電圧を設定しています。

過電圧カテゴリ I : 建物に配線されたコンセント等に接続された機器の二次回路

過電圧カテゴリ II : 建物に配線されたコンセント等に接続された機器の一次回路。一般的な家電機器などが該当します。

過電圧カテゴリ III : 建物の分電盤、および分電盤からコンセント等への配線に接続された機器。産業系機器の大半が該当します。

過電圧カテゴリ IV : 分電盤から外側、例えば柱上変圧器から分電盤までの間の配線に接続される機器で、電力量メータなどが該当します。

過電圧カテゴリが高くなるほど過電圧にさらされる危険性が高まります。過電圧カテゴリ IV は送電線からの高電圧にさらされる可能性のある部分に設置される機器で、電力量メータなどが該当します。過電圧カテゴリ III では分電盤などの保護回路により過電圧が低減されます。一般にエアコンなどの固定設備は過電圧カテゴリ III に設置されることを想定して設計されています。コンセントに差し込むタイプの家庭用の電気機器、例えばテレビや冷蔵庫などは通常過電圧カテゴリ II に分類されます。一般にこれらの機器は過電圧カテゴリ III に該当する過電圧には耐量が不足する為、分電盤からの配線に直接接続する事はできません。

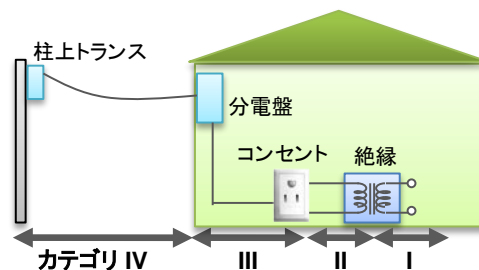


図 4.1 過電圧カテゴリの概要図

表 4.1 過渡電圧の許容値

公称電圧 V_{rms}	過渡電圧の許容値 unit:[V]			
	カテゴリ I	カテゴリ II	カテゴリ III	カテゴリ IV
50	330	500	800	1500
100	500	800	1500	2500
150	800	1500	2500	4000
300	1500	2500	4000	6000
600	2500	4000	6000	8000
1000	4000	6000	8000	12000

4.2 汚染度 Pollution degree

電気機器の使用環境による汚染度を分類した項目です。汚染度が高いほど絶縁に対する環境は厳しくなる為、沿面距離・空間距離などのパラメータに対してより高いレベルが要求されます。

汚染度 1 : 汚染が無い、または乾燥した非伝導性の汚染だけが発生する。

例：ほこりや湿気などが侵入しないようにシール、あるいはポッティングされた製品環境

汚染度 2 : 非導電性の汚染だけが発生する。ただし、結露による一時的な導電性は予想される。

例：オフィスや家庭などの環境

汚染度 3 : 導電性の汚染が発生する。または、結露により導電性となる乾燥した非導電性汚染が生じる。

例：工場の製造現場などの環境

汚染度 4 : 導電性のほこり、または雨もしくは雪によって持続的な導電性が生じる。

例：屋外環境

4.3 CTI 値 Comparative Tracking Index

トラッキングとは絶縁材料の表面において微小放電の繰り返しで炭化導電路が形成され絶縁破壊する現象を示します。IEC 60112 においては指定の条件で絶縁材料の表面に塩化アンモニウム溶液を滴下しトラッキングが起きない最大電圧を CTI 値といい、IEC 60664-1 ではこの CTI 値により成形材料をグループ化しています。東芝フォトカプラーが主に使用している絶縁材料は材料グループ IIIa です。

材料グループ I : CTI 600 以上

材料グループ II : CTI 400 以上 600 未満

材料グループ IIIa : CTI 175 以上 400 未満

材料グループ IIIb : CTI 100 以上 175 未満

IEC 60664-1 : Insulation coordination for equipment within low-voltage systems - Part 1:
Principles, requirements and tests

IEC 60112 : Method for the determination of the proof and the comparative tracking indices
of solid insulating materials

4.4 絶縁の種類

前項までの3つは絶縁に影響を与える環境に関する分類定義です。絶縁の構造の種類で IEC60950-1 などでは5種類の定義でクラス分けされています。

- ・機能絶縁 : 機器の本来の機能のためにのみ必要となる絶縁。感電から保護するものではないが、発火の発生の可能性を低減させることがある。
- ・基礎絶縁 : 感電に対して基本的な保護となる絶縁。
- ・付加絶縁 : 基礎絶縁が破壊した場合の感電に対する危険性を減少させるため、基礎絶縁に追加して設けられる独立した絶縁。
- ・二重絶縁 : 基礎絶縁と付加絶縁の双方からなる絶縁。
- ・強化絶縁 : 感電からの危険に対して二重絶縁によるものと同等の保護を与える単一の絶縁。


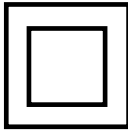
4.5 絶縁保護クラス

感電に関する保護に関して、IEC 60950-1 などでは機器は次のようにクラス分けされます。

- クラス I : 感電に対する保護が基礎絶縁で施されており、かつその基礎絶縁が破損した場合の安全措置として、人が接触する可能性のある導電性部分が建物配線中の保護接地に接続されている機器。
- クラス II : 感電に対する保護が基礎絶縁のみではなく、基礎絶縁と付加絶縁とからなる二重絶縁または強化絶縁によって分離された機器。
- クラス III : 感電に対する保護が SELV 回路からの電源供給に基づいており、危険電圧を発生しない機器。

クラス I 機器は保護接地されている必要があり、恒久的に接続される機器には保護接地端子を示すマーキングが必要になります(表 4.2)。クラス II 機器は基礎絶縁が故障した場合でも付加絶縁によって安全性が確保される必要があります。このクラスの機器は通常それを示すマーキングがされます。例えば日本の一般家庭の2穴コンセントに接続するような機器が挙げられますが、日本では定格電圧が AC150V 以下の機器にはクラス 0 という分類が認められる場合がありますので必ずしも全ての家電にこのマークが付けられるわけではありません。ノートパソコンの AC アダプタのように入力電圧の範囲が広い製品を確認してみるとこのマーキングを見つけることができます。クラス III 機器は SELV(安全特別低電圧回路)からの電源に基づいている為、危険電位が存在しないとして感電に関する要求はされません。

表 4.2 4.5 絶縁保護クラスのマーキング

クラス I 保護接地を示すマーク	クラス II を示すマーク
	

5. フォトカプラーにおける構造パラメータ

絶縁により分離する部分に対して物理的な距離が要求され、この距離はこれまでに挙げたような環境や絶縁の種類により決められています。フォトカプラーにおけるこれらの構造パラメータの定義を表 5.1、図 5.1 に示します。

表 5.1 構造パラメータ

構造パラメータ	説明
絶縁耐圧(Isolation Voltage)	入力-出力端子間の絶縁耐量を示す電圧
沿面距離(Creepage Distance)	絶縁物質に沿った 2 つの導体間(入力-出力間)の最短距離
空間距離(Clearance Distance)	空気中で 2 つの導体間(入力-出力間)の最短距離
絶縁物厚(Internal isolation thickness)	2 つの導体間(入力-出力間)に存在する絶縁物の最小厚み

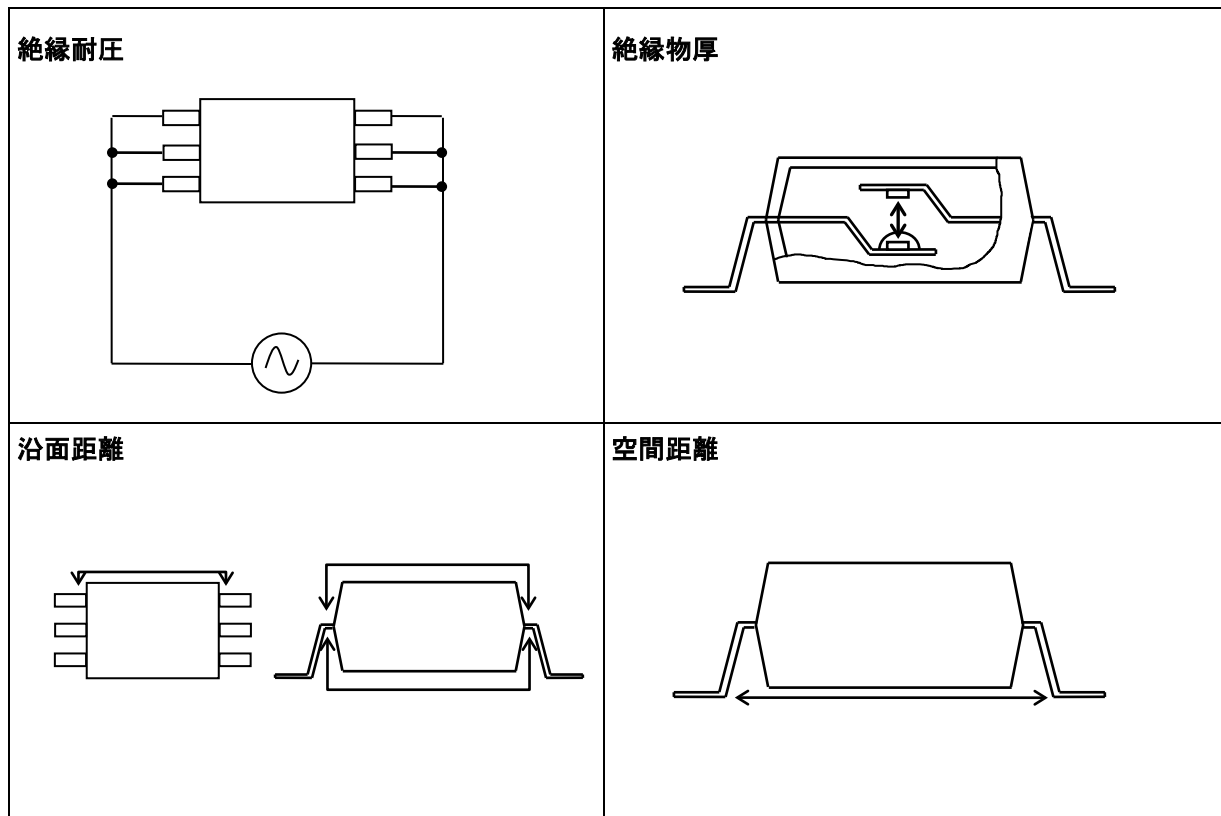


図 5.1 構造パラメータ

5.1 絶縁耐圧

AC 50Hz または 60Hz の正弦波、またはピーク値に等しい直流電圧で試験し絶縁破壊が無い事を確認します。試験電圧は主に絶縁の種類(基礎絶縁、強化絶縁など)と動作電圧で決定されます。

5.2 空間距離

空間距離・沿面距離はこれまでに述べた設置カテゴリや汚染度を含む様々な条件によって決定されます。情報機器系と産業機器系の主要な装置規格は IEC 60664-1 での定義に基づき 4.1 項で述べた過電圧カテゴリに応じて最小空間距離がそれぞれ定義されていますが、情報機器系の IEC 62368-1 では表 5.2 のようになります。絶縁に対する条件が厳しくなるほど、より長い距離が要求されます。また、高度 2000m 以上の高地で使用される場合には規定の係数を考慮する必要があります。GB4943.1-2011 では 2000m 以上 5000m 未満の高地で使用される機器に対しては地上の空間距離を 1.48 倍にすることを規定しています。

表 5.2 IEC 62368-1 での定義に基づく最小空間距離

Unit: [mm]

過電圧カテゴリ	公称 AC 主電源電 Vrms	基礎絶縁	強化絶縁
II (情報機器など)	150	0.5	1.0
	300	1.5	3.0
	400	3.0	5.5
III (産業機器など)	600 (400, 690 も含む)	5.5	8.0

※汚染度 2 の場合

5.3 沿面距離：

沿面距離はフォトカプラーの場合パッケージ外側に沿った距離となるため、その距離を決める条件にパッケージ材料の CTI 値(材料グループ)が含まれます。また、沿面距離は前項で述べた空間距離以上となることを要求されます。東芝フォトカプラーで使用される材料はグループ IIIa なので、IEC 62368-1 での定義に基づきまた材料グループ IIIa の場合、最小沿面距離は表 5.3 のようになります。通常、強化絶縁に必要とされる空間距離は基礎絶縁に要求される距離の 2 倍となります。

表 5.3 IEC 62368-1 での定義に基づく最小沿面距離

Unit: [mm]

動作電圧(最大) Vrms	基礎絶縁	強化絶縁
160	1.6	3.2
200	2.0	4.0
250	2.5	5.0
320	3.2	6.4
400	4.0	8.0
630	6.3	12.6
800	8.0	16.0

汚染度 2, 材料グループ IIIa。上記表の中間に位置する電圧の場合は沿面距離を線形補間できる。

5.4 絶縁物厚：

例えば装置規格 IEC 62368-1 の場合、機能絶縁、基礎絶縁に対しては絶縁物厚の要求はありませんが付加絶縁、強化絶縁に対しては絶縁物厚 0.4mm 以上が必要です。ただし IEC 60747-5-5 に適合すると絶縁物厚の要求が不問となります。一方、他の装置規格では絶縁物厚 0.4mm が必要な場合もありますので、当社は強化絶縁への対応として絶縁物厚 0.4mm を保証した製品を多数リリースしています。




5.5 沿面・空間距離に対するフォトカプラーの適合事例

当社フォトカプラー 5Mbps クラス 高速 IC カプラーの代表製品で例を挙げます。

小型パッケージ製品群の一つとして、沿面・空間距離 5mm (最小)を保証している SO6 パッケージ品 TLP2355 があります。パッケージ設計の最適化により、小型でありながら高い電圧クラスでご使用いただける SO6 品のラインアップを拡充しています。またさらに高い電圧クラスに対しては沿面・空間距離 8mm 保証した SO6L(TLP2745) と、SO6L の LF4 リードフォーミング(TLP2745(LF4)) をラインアップしています。

SO6 パッケージの TLP2355 と、SO6L および SO6L(LF4)パッケージの TLP2745 および TLP2745(LF4) は、その製品特性は同等ですので必要な安全クラスによって製品をお選びいただけます。

表 5.4 パッケージの種類と沿面・空間距離

パッケージ	製品名	沿面距離	空間距離	絶縁物厚
SO6 	TLP2355	5.0 mm	5.0 mm	0.4 mm
SO6L 	TLP2745	8.0mm	8.0mm	0.4 mm
SO6L(LF4) 	TLP2745 (LF4)	8.0mm	8.0mm	0.4 mm

これまでに述べた装置規格 IEC 62368-1 を例にした場合の、沿面距離、空間距離、絶縁物厚の要求と表 5.4 で取り上げた 5Mbps クラスの高速 IC カプラー製品の適用推奨を表 5.5 にまとめます。SO6 の TLP2355 では絶縁物厚 0.4mm を保証しており、強化絶縁、動作電圧 250Vrms のシステムまで対応する事ができます。将来のシステムの設計変更などへの対応が出来る柔軟性を持った製品です。

また、強化絶縁の場合、SO6L の TLP2745 で動作電圧 400Vrms までのシステムに対応することができます。

表 5.5 装置規格 IEC 62368-1 の場合の沿面距離、空間距離、絶縁物厚の要求と高速 IC カプラー製品の適用対応例

過電圧カテゴリ II, 汚染度 2, 材料グループ IIIa, 強化絶縁

Unit:[mm]

動作電圧(最大) Vrms	沿面距離	空間距離	絶縁物厚	推奨製品
150	3.0	1.0	0.4	TLP2355
200	4.0	3.0	0.4	TLP2355
250	5.0	3.0	0.4	TLP2355
300	6.0	3.0	0.4	TLP2745
400	8.0	5.5	0.4	TLP2745(LF4)

6. さいごに

本資料では安全規格の概要をまとめました。安全規格では電気機器を設置する環境や動作電圧クラスによりフォトカプラーに対する要求パラメータも変化します。本資料で述べた内容の他にも別の条件が規定されている場合や例外などがありますので、フォトカプラーを選択する場合には搭載する電気機器の仕様を元に必ず最新の安全規格の原文をご確認ください。

変更履歴

バージョン情報	日付	変更内容
Rev. 1.0	2014-08-25	初版
Rev. 2.0	2018-03-26	改訂
Rev. 3.0	2018-04-06	改訂 (表 3.2)
Rev. 4.0	2021-03-15	改訂

製品取り扱い上のお願

株式会社東芝およびその子会社ならびに関係会社を以下「当社」といいます。
本資料に掲載されているハードウェア、ソフトウェアおよびシステムを以下「本製品」といいます。

- 本製品に関する情報等、本資料の掲載内容は、技術の進歩などにより予告なしに変更されることがあります。
- 文書による当社の事前の承諾なしに本資料の転載複製を禁じます。また、文書による当社の事前の承諾を得て本資料を転載複製する場合でも、記載内容に一切変更を加えたり、削除したりしないでください。
- 当社は品質、信頼性の向上に努めていますが、半導体・ストレージ製品は一般に誤作動または故障する場合があります。本製品をご使用頂く場合は、本製品の誤作動や故障により生命・身体・財産が侵害されることのないように、お客様の責任において、お客様のハードウェア・ソフトウェア・システムに必要な安全設計を行うことを願います。なお、設計および使用に際しては、本製品に関する最新の情報（本資料、仕様書、データシート、アプリケーションノート、半導体信頼性ハンドブックなど）および本製品が使用される機器の取扱説明書、操作説明書などをご確認の上、これに従ってください。また、上記資料などに記載の製品データ、図、表などに示す技術的な内容、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例などの情報を使用する場合は、お客様の製品単独およびシステム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断してください。
- 本製品は、特別に高い品質・信頼性が要求され、またはその故障や誤作動が生命・身体に危害を及ぼす恐れ、膨大な財産損害を引き起こす恐れ、もしくは社会に深刻な影響を及ぼす恐れのある機器（以下“特定用途”という）に使用されることは意図されていませんし、保証もされていません。特定用途には原子力関連機器、航空・宇宙機器、医療機器（ヘルスケア除く）、車載・輸送機器、列車・船舶機器、交通信号機器、燃焼・爆発制御機器、各種安全関連機器、昇降機器、発電関連機器などが含まれますが、本資料に個別に記載する用途は除きます。特定用途に使用された場合には、当社は一切の責任を負いません。なお、詳細は当社営業窓口まで、または当社 Web サイトのお問い合わせフォームからお問い合わせください。
- 本製品を分解、解析、リバースエンジニアリング、改造、改変、翻案、複製等しないでください。
- 本製品を、国内外の法令、規則及び命令により、製造、使用、販売を禁止されている製品に使用することはできません。
- 本資料に掲載してある技術情報は、製品の代表的動作・応用を説明するためのもので、その使用に際して当社及び第三者の知的財産権その他の権利に対する保証または実施権の許諾を行うものではありません。
- 別途、書面による契約またはお客様と当社が合意した仕様書がない限り、当社は、本製品および技術情報に関して、明示的にも黙示的にも一切の保証（機能動作の保証、商品性の保証、特定目的への合致の保証、情報の正確性の保証、第三者の権利の非侵害保証を含むがこれに限らない。）をしておりません。
- 本製品には GaAs（ガリウムヒ素）が使われています。その粉末や蒸気等は人体に対し有害ですので、破壊、切断、粉砕や化学的な分解はしないでください。
- 本製品、または本資料に掲載されている技術情報を、大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的、あるいはその他軍事用途の目的で使用しないでください。また、輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」等、適用ある輸出関連法令を遵守し、それらの定めるところにより必要な手続を行ってください。
- 本製品の RoHS 適合性など、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問い合わせください。本製品のご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用ある環境関連法令を十分調査の上、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、当社は一切の責任を負いかねます。

東芝デバイス&ストレージ株式会社

<https://toshiba.semicon-storage.com/jp/>