

Application Note

高電圧アプリケーションの安全性要件と絶縁のニーズを理解する 第 1 部:さまざまな安全規格を区別し、安全性要求事項の基本原則を理解する



Severi Zhou, Yang Wu, Saminah Chaudhry

概要

絶縁型部品は、危険な電圧からユーザーを保護するため、高電圧 (HV) アプリケーションで広く使用されています。しかし、適切な絶縁素子を選ぶために、絶縁耐圧や動作電圧、空間距離、沿面距離、安全規格といった重要な検討事項を理解することは、時として混乱を招く場合があります。このアプリケーション ノート シリーズでは、HV (高電圧) アプリケーションに関する安全要件と絶縁のニーズ、対応する安全規格を満たすためにシステム全体の絶縁を設計する方法、最後に適切な絶縁型デバイスを選定する方法を理解するのに役立ちます。このシリーズは 3 つのパートで構成されています。第 1 部では、さまざまな安全規格を区別し、安全性要求事項の基本原則を理解することに焦点を当てています。シリーズのその他の部分については、[第 2 部:ISO デバイスの選定および空間距離の明確化に関する主な検討事項](#)、および [第 3 部:太陽光発電および ESS システムの安全規則設計例](#)を参照してください。

目次

1 概要.....	2
2 さまざまな安全規格を区別.....	2
2.1 安全規格を管轄する機関の階層関係.....	2
2.2 安全規格のタイプ.....	3
2.3 例 – 太陽光発電およびエネルギー ストレージ システム (ESS) の安全規格.....	5
3 システム アプリケーションにおける安全性規格の役割の理解.....	6
3.1 安全性要求事項の目的.....	6
3.2 安全絶縁のレベル.....	7
3.3 例 – 1500V スtring インバータの安全性要件.....	8
4 まとめ.....	9
5 参考資料.....	10

商標

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

1 概要

現在、さまざまな HV パワー エレクトロニクス アプリケーションにおいて、絶縁はシステム設計におけるきわめて重要な要素となっています。そのアプリケーションは、太陽光発電、蓄電システム、産業用オートメーション、モータードライブ、医療機器、電源装置、ハイブリッド車など多岐にわたります。安全保護のために適切なアイソレータを選択することは、多くの場合、設計者にとって難解で混乱を招く作業となります。設計者は製品の安全性要求事項に基づき、空間距離、沿面距離、絶縁耐圧、動作電圧、認証、電気工学 (EE) 規格といった最も重要な検討事項を特定し、適切な絶縁デバイスを決する必要があります。

この決定プロセスを明確にするため、本アプリケーション ノートでは以下の点に焦点を当てています。

- 各種安全規格における階層関係、種類、および違いの明確化
- 規格の基本原則と具体的な安全要件の解説

本アプリケーション ノートでは、太陽光発電用インバータの絶縁設計を具体例として挙げ、その知見を他の HV アプリケーションへどのように応用できるかについて解説します。

注

なお、「アイソレーション (solation)」と「インサレーション (Insulation)」という用語はしばしば混同して使用されます。厳密には、アイソレーションは 2 つのシステムまたは電圧レベル間の「分離」を指し、インサレーションはその分離に用いられる実際の「絶縁体」を指します。しかし、本アプリケーション ノートのシリーズ内では、これらの用語は同じ意味として扱います。

2 さまざまな安全規格を区別

以下のデータシートのリストは、各ガバナンス機関のさまざまな規格を満たす絶縁型部品を搭載したデバイスの例として使用できます。

- デジタル アイソレータ: [ISO644x 汎用、基本および強化型クワッド チャネル デジタル アイソレータ](#)
- 絶縁型ゲートドライバ: [UCC23513, 4A ソース, 5-A シンク, 5.7kVRMS オプトコンパチブル シングル チャネル絶縁ゲートドライバ](#)

これらの資料には、最初のページに多くの異なる安全関連認証が記載されています。これらの認証規格の一部を以下に示します。

- 安全関連認証:
 - DIN EN IEC 60747-17: 半導体デバイス - 第 17 部: 基本絶縁および強化絶縁用の磁気および容量性カプラ (VDE 0884-17: 第 17 部: 基本絶縁および強化絶縁用の磁気および容量カプラ)
 - UL 1577 部品認定プログラム: 光アイソレータ
 - IEC 62368-1: オーディオ/ビデオ、情報及び通信技術機器 – 第 1 部: 安全性要求事項
 - IEC 61010-1: 測定、制御、および実験用の電気機器の安全性要求事項 – 第 1 部: 一般要求事項
 - IEC 60601-1: 医療用電気機器 – 全部品
 - GB 4943.1: オーディオ/ビデオ、情報及び通信技術機器 – 第 1 部: 安全性要求事項

非常に多くのさまざまな証明書や基準が存在するため、意思決定プロセスの開始時の感覚が一般的です。したがって、ガバナンス機関のこれらの階層的関係と、安全規格の種類を、システムレベルまたは部品レベルで理解することが重要です。

2.1 安全規格を管轄する機関の階層関係

図 2-1 に、規制機関を管轄する安全規格の階層的な関係を示します。

- 第 1 レベル。
 - International Electrotechnical Commission (IEC) は、パワー エレクトロニクス業界で認められた標準化機関です。この標準化機関は、一般的な安全要求事項として、さまざまなアプリケーションのための国際的な電気規格を構築および公開しています。
- 第 2 レベル。

- 国または地域はそれぞれ、個別の基準と解釈を実施し、結果として特定地域の規格を公開できます。これらの地域規格は通常、第3レベルの IEC 規格と互換性があります。もちろん、これらの準拠機関は、IEC 規格を参照せずに、独立して規格を生成できます。
- 第3レベル。
 - 対応するテストと証明書の発行を完了する地域の認証機関または機関。

第2レベルの管轄機関の例は次のとおりです。

- 米国およびカナダの USA/Canada Safety Standard (UL/CSA)
 - UL/CSA は、安全規格のテストと認証を担当する機関です
- ドイツの Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (VDE)
 - Technischer Überwachungsverein (TÜV) と VDE は、安全規格のテストと認証を担当する機関です
- 中国認証認可監督管理委員会 (CNCA) と Guojia Biaozhun (GB)
 - 中国品質認証センター (CQC) は、安全規格のテストと認証を担当します

特定の国または地域で販売または使用されているパワー エレクトロニクス製品またはシステムは、地域規格を満たす必要があります。

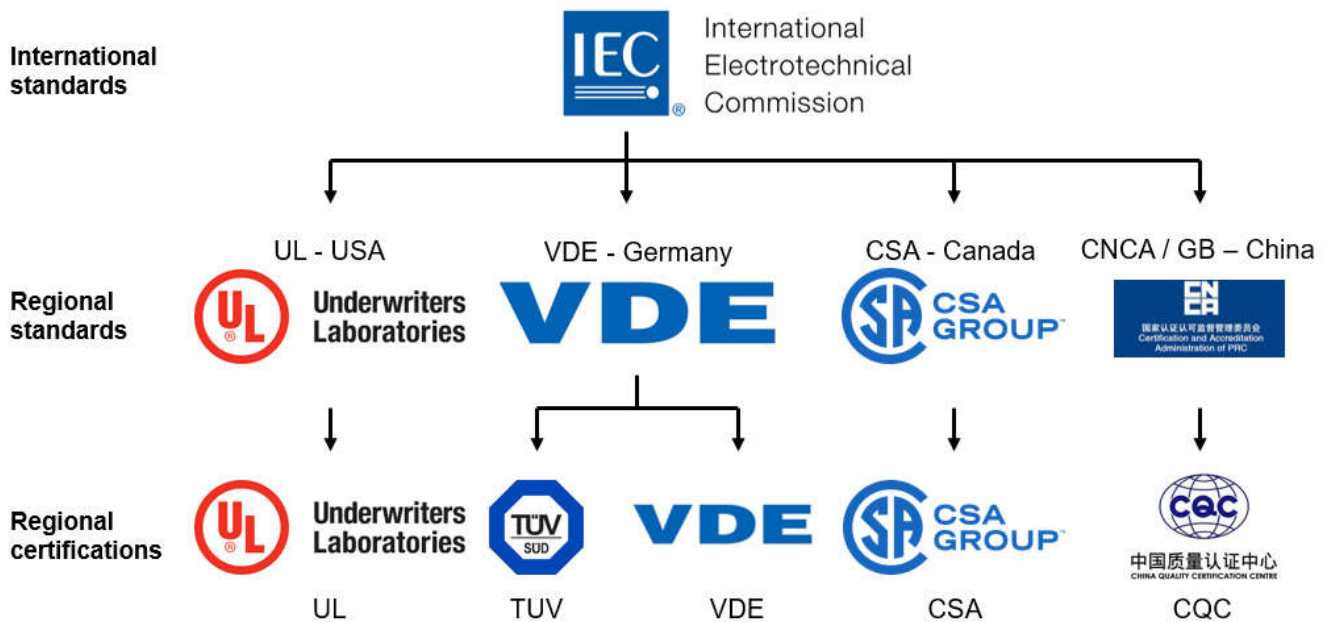


図 2-1. 安全規格を管轄する機関の階層関係

2.2 安全規格のタイプ

安全規格によって、安全の種類が異なります。目標に応じて、これらの規格は一般的に次の 3 つのタイプに分類されます。

- システムおよび機器の規格
- 構成部品の規格
- 調整とサポートの規格

2.2.1 システムおよび機器の規格

システムと機器に関する規格は、最終製品内でシステム動作の安全性を制御するための制御規格です。この規格は、絶縁、加圧ガスなど、さまざまな安全上の懸念を対象としています。例えば、IEC 62477-1 規格はパワー エレクトロニクスコンバータ システムおよび機器、IEC 62109-1 規格は太陽光発電システムで使用されるパワー コンバータ、IEC 61010-1 規格は医療機器、IEC 60950 規格は情報技術機器です。システムおよび機器の規格では、特定の条件に対して性能レベル (空間距離や浴面距離など) を設定しています。例えば太陽光発電システムの場合、IEC 62109-1 規格では、システムの設計で満たす必要がある空間距離と浴面距離の最小値 (アイソレータ、PCB、高電圧に関連するその他の部品な

ど)を必要とします。したがって、システムおよび機器の規格は、システムの安全要件に基づいて部品の仕様も決定します。そのため、システムおよび機器の規格の評価には、関連部品の規格の評価が含まれます。

2.2.2 構成部品の規格

構成部品の規格の目的は、さまざまなアプリケーションで使用できる特定の構成部品を評価することです。これらの構成部品は、複数の IEC システム規格でのサポートを実現します。これらの規格は、試験方法、テスト条件、サンプル規模など、絶縁型の性能を評価する方法を定義しています。例えば、VDE 0884-5 規格 (IEC 60747-5-5 に相当) はフォトカプラアイソレータを、IEC 60747-17 規格 (VDE 0884-17 に相当) は静電容量式アイソレータと誘導性アイソレータを、UL 1577 規格はすべてのアイソレータを対象としています。部品メーカーは、認証機関にデバイスを送り、標準的な方法と条件に基づいて認証機関にデバイスのテストの完了を依頼します。その後、部品メーカーはデータシートで結果として得られる仕様を、提示できるようになります。ユーザーは、システムと機器の規格に応じて、適切な仕様の絶縁型部品を選択できます。

注

UL 1577 規格は、米国の絶縁規格です。この規格は、レベル 1 の IEC 規格に適合しているとはみなされていません。セクション 2.2.4 に、これらの 2 つの絶縁部品規格である UL 1577 と IEC 60747-17 規格の詳細な比較を示します。

2.2.3 調整とサポートの規格

調整およびサポートの規格は、他の標準に適用される定義、用語、方法、または要件を提供することを目的としています。例えば、IEC 60664-1 は絶縁調整の規格です。この規格では、動作電圧、過電圧カテゴリ (OVC)、材料汚染、比較トラックインデックス (CTI)、高度など、絶縁性能に影響を与える要因の詳細を示しています。これらの要因に基づいて、システムおよび機器の規格では、異なる条件での空間距離、沿面距離、その他の絶縁要件を策定できます。

これら 3 種類の安全規格の関係を 図 2-2 に示します。

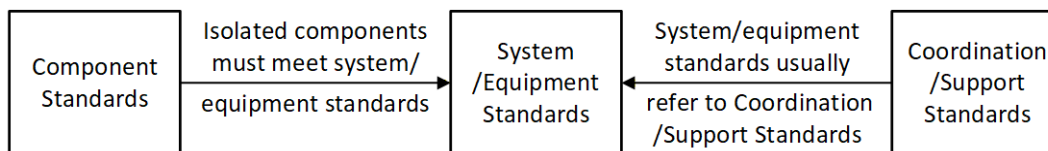


図 2-2. さまざまな種類の安全規格の関係

注

テスト方法に関する他の IEC 規格は一般的です。例えば、ESD には IEC 61000-4-x、EFT、サージ、RF 耐性などです。これらの規格は安全規格には関係していないため、このアプリケーション ノートでは説明していません。

2.2.4 UL 1577 規格と IEC 60747-17 (VDE 0884-17) 規格の関係

多くの場合、UL 1577 と IEC 60747-17 (VDE 0884-17 と同等) の認証は、両方も絶縁型デバイスの絶縁仕様に記載されています。ただし、これらの規格には違いがあります。

UL 1577 規格は米国市場で要求される認証であり、規格の定格は降伏電圧に厳密に基づいています。UL 1577 規格には、次の 2 つの部分で構成されています。

- 認証: ロット サンプルに対して破壊試験を実施します。V_{ISO} 60 秒間に耐えるサンプルが必要です
- 正式運用: すべてのデバイスに対して非破壊的製造試験を実施しており、降伏なしの 1.2 × V_{ISO} 1 秒間に耐える部品が必要です。

ただし、UL 1577 規格には制限があります。この規格は 1 分間の降伏電圧に基づいているため、この規格の基本は、絶縁電圧で継続的に動作できるアイソレータを反映しておらず、過渡電圧許容誤差の測定に関してもこの基準になっていません。さらに、単に絶縁電圧にどれだけ耐えられるかを検証するだけでは、あらゆるアプリケーションに対して十分ではありません。図 2-3 に示すように、HV アプリケーションでは、部分放電は絶縁破壊の大きな原因であり、UL 1577 規格は部分放電をテストしません。小さな気泡や不純物が存在するなど、アイソレータの誘電体が不十分な場合、この結果は部分

放電につながり、絶縁強度が低下する可能性があります。部分放電テストは、絶縁の信頼性を検証するための多くの重要な方法の 1 つです。後にリリースされた IEC 60747-17 規格は、このテストを UL1577 規格よりもさらに前進させるものです。

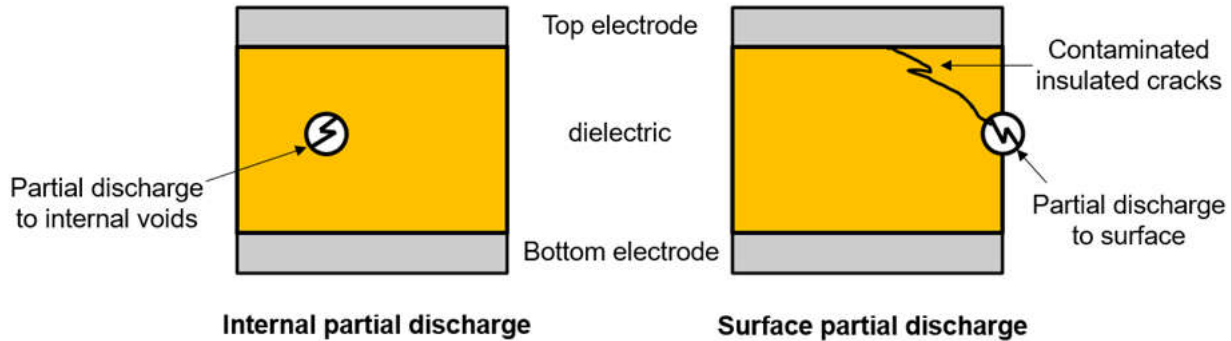


図 2-3. 部分放電

IEC 60747-17 規格は主に、絶縁破壊試験ではなく部分放電に基づいています。規格の内容に従って、この規格では、長期動作電圧 V_{IOWM} 、過渡電圧 V_{IOTM} 、サージ電圧 V_{IOSM} 、反復ピーク電圧 V_{IORM} など、より多くの絶縁電圧仕様を特定し、テストします。部分放電試験は、より大きくなる可能性のあるごくわずかな欠陥を検出します。図 2-4 に、テスト方法を示します。

方法 a) はランダム サンプルの認定用であり、過渡過電圧の発生をシミュレートするためにサンプルに V_{IOTM} を 60 秒間印加します。その後、見掛け上の電荷 q_{pd} をテストするために、 V_{IORM} の 1.6 倍または 1.2 倍に 10 秒間低下します。

方法 b1) は 100% の製造認定であり、自動テスト機器 (ATE) で完了します。このテストではサンプルに V_{IOTM} を 1 秒間印加し、その後、 V_{IORM} の 1.875 倍または 1.5 倍に 1 秒間低下して、見掛け上の電荷 q_{pd} をテストします。

すべてのメソッドで、認定された部品をスクリーニングするために $q_{pd} \leq 5pC$ を必要とします。

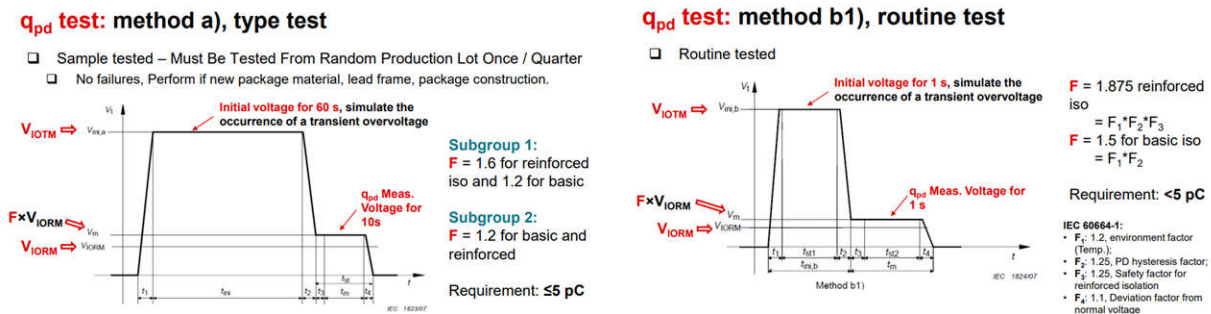


図 2-4. IEC 60747-17 (VDE 0884-17) 部分放電テスト

2.3 例 – 太陽光発電およびエネルギー ストレージ システム (ESS) の安全規格

これまでの説明に基づいて、エンジニアは、管理する各種規格やライセンス機関、さまざまな標準タイプや安全基準の関係を区別し、実際のシステム設計に合わせて、関連する安全規格の要件を満たせるようになりました。例として、図 2-5 に、太陽光発電システムと ESS にマッチした関連規格を示します。

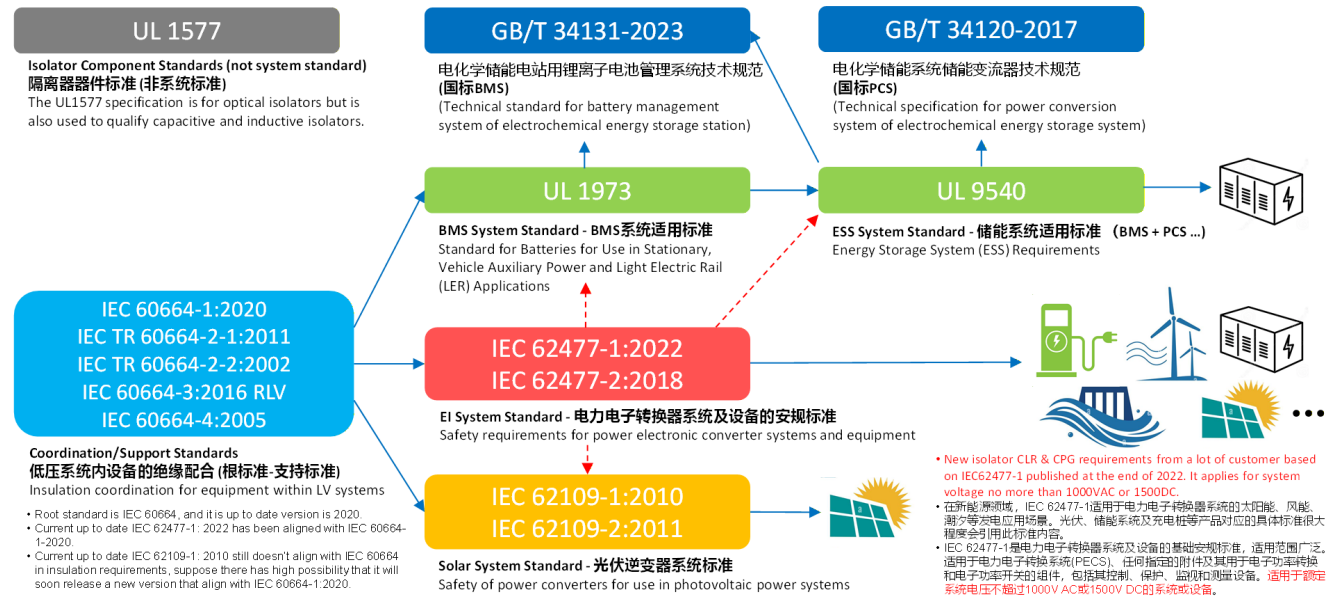


図 2-5. 例 – 太陽光発電および ESS の安全規格

3 システム アプリケーションにおける安全性規格の役割の理解

さまざまな安全規格を区別する方法、および各種規格をシステムに適合させる方法を理解した後、重要なステップは、実際のシステム アプリケーションでこれらの規格が果たす役割と、安全要件に基づいて適切な絶縁型部品を選択する方法を理解することです。

3.1 安全性要求事項の目的

製品データシートに記載されている他の電氣的仕様とは異なり、安全規格で定義されているパラメータは、機器の性能や機能特性をカバーしていません。設計者は、安全な機器を開発するために、安全要件の基本原則を理解する必要があります。安全企画の適用は、感電の一般的なリスクなど、人身傷害や損傷のリスクを低減することを目的としています。

UL 60950-1 規格 (IEC 60950-1 および GB 4943.1 に相当) によれば、42.4V AC ピーク、つまり 60V DC を超える定常状態電圧は、人間の手のサイズの接触面積の乾燥状態では危険と見なされます。通常、このレベルより低い、一般的な 3.3V DC、5V DC、12V DC などの電圧は危険ではなく、ユーザーが触れても問題ありません。危険な電圧からユーザーを保護するために、これらの非危険な電圧回路を危険な電圧から絶縁する必要があります。

図 3-1 に、太陽光発電インバータ アプリケーションの例を示します。インバータの高電圧側は太陽光発電 (PV) スtring に接続され、その後最大電力点追従 (MPPT) によって昇圧され、グリッドまたは負荷用に AC 電源に反転します。住宅用アプリケーションでは、バスの電圧は最大 1100V に達する可能性があり、商用産業用またはグリッド スケールのアプリケーションでは最大 1500V または 2000V に達することもあります。これは、危険な電圧スレッシュホールドよりもはるかに高い値です。インバータの低電圧側には、通信または他の動作目的のためのヒューマン マシン インターフェイス (HMI) があり、ユーザーがタッチしてインバータの動作ステータスを確認したり調整したりできます。したがって、本製品は、感電から人間を保護するために、HV 側と LV 側の間に十分な絶縁を確保するように設計する必要があります。



図 3-1. 太陽光発電インバータ アプリケーションの例

3.2 安全絶縁のレベル

安全絶縁には、次の複数のレベルがあります。

- 機能絶縁
- 基本絶縁
- 補助絶縁
- 二重絶縁
- 強化絶縁

図 3-2 では、安全絶縁の異なるレベル間の関係をより分かりやすく説明するために、「衣服を着ること」に例えて解説しています。



図 3-2. 安全絶縁レベルを容易に理解

危険な電圧レベルの HV システムの場合、安全を考慮する必要がある 2 種類の個人があります。サービス担当者とユーザー (またはオペレータ) です。サービス担当者とは、HV 製品または機器の組み立て、設置、および保守を行う人です。サービス担当者は専門的に訓練され、機器の高電圧部品で作業できます。サービス担当者のみがアクセスできる高電圧部品には、一般的に基本絶縁が必要です。「ユーザー」という用語は、サービス担当者以外のすべての人に適用されます。ユーザーの保護要件は、これらの個人が危険を特定するための訓練を受けていないことを前提にする必要がありますが、個人が意図的に危険な状況を作成することはありません。図 3-1 で説明した HMI など、危険な電圧と、ユーザーが触れられる部品との間に強化絶縁が必要です。

3.2.1 機能絶縁

機能絶縁は最小限レベルの絶縁です。機能絶縁の目的は、回路の適切な機能を維持することです (例えば、高電圧と低電圧の接続を行うための回路内に導電性部品間に絶縁を追加する、同相過渡耐性 (CMTI) など)。機能絶縁は、感電に対する保護にはなりません。

3.2.2 基本絶縁

基本絶縁を危険な充電部に適用し、感電に対する基本絶縁を実現します。基本絶縁は、フォールトフリー条件下で感電に対する保護を目的としています。

3.2.3 補助絶縁

補助絶縁は、障害保護のための基本絶縁に加えて適用される、独立した絶縁です。したがって、補助絶縁は単独で存在することはできません。

注

基本絶縁と補助絶縁は分離されており、それぞれが感電に対する基本的な保護を目的として設計されています。補助絶縁は、回路の問題が発生した場合で基本絶縁が失敗した場合に、さらに保護を強化するのに役立ちます。

3.2.4 二重絶縁

基本絶縁と付加絶縁が連携して、二重絶縁を形成します。

3.2.5 強化絶縁

強化絶縁は、危険な充電部に対して施される、最高ランクの絶縁です。強化絶縁が提供する感電に対する保護の程度は、二重絶縁に相当します。また、強化絶縁と二重絶縁がシステム レベルで同じ絶縁性能を達成できることが認証機関により認められています。しかしながら、強化絶縁は完全に一体化された 1 つの構造である必要があります。つまり、強化

絶縁は複数の絶縁層で構成されることがありますが、単一のアイソレータで絶縁を実現する必要があり、基本絶縁と付加絶縁として個別にテストすることはできません。

3.3 例 – 1500V スtring インバータの安全性要件

標準的なマッピング例として、[図 3-3](#) に 1500V のバス電圧を持つ String インバータを取り上げます。String インバータは通常、複数の部分に分けられます。

- メイン制御ボード
- アーク障害回路遮断器 (AFCI) ARC ボード
- 比例積分微分 (PID) ボード
- 通信ボード

最初の 3 つの部品はすべて HV 側にあり、これらの部品が互いに通信する必要がある場合は、基本絶縁で十分です。通信ボードは低電圧側に配置され、ユーザーがインターフェイスに触れたり操作したりするためにアクセスできる外部のヒューマン マシン インターフェイス (HMI) に接続するため、強化絶縁が必要です。

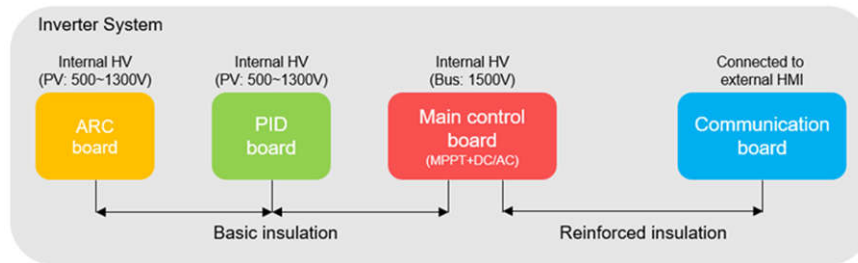


図 3-3. String インバータ機能ブロック

必要な絶縁レベルを決定した後、最初のステップは、アイソレータがシステム HV レベル、すなわち V_{IORM} で長時間動作できるかどうかを確認することです。[図 3-4](#) に示すように、ISO1050DW V_{IORM} デバイスは 1200VDC のみをサポートしています。これは、1500V String インバータ システムには適切な絶縁型 CAN トランシーバではありません。これに対して、ISO1042DWV デバイスは、1500VDC でシステムの HV レベル要件を満たせます。

DIN V VDE V 0884-11:2017-01 ⁽²⁾					
V_{IORM}	Maximum repetitive peak isolation voltage	AC voltage (bipolar)	560	1200	V_{PK}
V_{IOWM}	Maximum isolation working voltage	AC voltage (sine wave); time-dependent dielectric breakdown (TDDb) test;	395	848	V_{RMS}
		DC voltage	560	1200	V_{DC}

ISO1050DW

DIN VDE V 0884-11:2017-01 ⁽²⁾					
V_{IORM}	Maximum repetitive peak isolation voltage	AC voltage (bipolar)	1500	1500	V_{PK}
V_{IOWM}	Maximum isolation working voltage	AC voltage (sine wave); time-dependent dielectric breakdown (TDDb) test;	1060	1060	V_{RMS}
		DC voltage	1500	1500	V_{DC}

ISO1042DWV

図 3-4. ISO1050DW と ISO1042DWV V_{IOWM} デバイスの比較

関連する安全規格では、全体的な空間距離と沿面距離の要件を決定するために、過電圧カテゴリ (OVC)、比較トラッキング インデックス (CTI)、汚染度、標高などの要因を考慮しています。表 3-1 に示すように、IEC 62477-1:2022 規格によると、標高 4,000m のアプリケーションの場合、基本絶縁空間距離は 7.095mm 超、沿面距離は 7.514mm 超、強化絶縁空間距離は 10.320mm 超、沿面距離は 15.029mm 超である必要があります。標高 5,000m のアプリケーションの場合、基本絶縁空間距離と沿面距離の両方が 8.140mm 超、強化絶縁空間距離は 11.840mm 超、沿面距離は 15.029mm 超である必要があります。

図 3-5 に示すように、1500V インバータまたは高度 5000m の電力制御システム (PCS) の電流制限原子炉 (CLR) と沿面距離と空間距離 (CPG) の要件を満たすために、TI はそれぞれ、基本絶縁と強化絶縁を実現できる最新のデジタル アイソレータ ISO64xxDW および ISO77xxDUW を提供しています。さらに、ISO77xxDUW デバイスは 1500V のアプリケーションだけでなく、IEC 62477-2:2018 規格に従った 2000V アプリケーションもサポートします。

設計の詳細については、アプリケーション ノート シリーズの第 2 部:ISO デバイスの選定および空間距離の明確化に関する主な検討事項、および第 3 部:太陽光発電および ESS システムの安全規則設計例を参照してください。

表 3-1. 1500V システムに関する IEC 62477-1:2022 CLR および CPG 要件

1500VDC、OVC I ⁽¹⁾ 、CTI-I、および汚染度 2				
高度	空間距離 (CLR)		沿面距離 (CPG)	
	基本	強化	基本	強化
4000m	7.095mm	10.320mm	7.514mm	15.029mm
5000m	8.140mm	11.840mm	8.140mm	15.029mm

(1) 部品 OVC I は、SPD と共同でシステム OVC II を実現します

PARAMETER		TEST CONDITIONS	PACKAGE 16-DW	UNIT
IEC 60664-1			ISO64xxDW	
CLR	External clearance ⁽¹⁾	Side 1 to side 2 distance through air	>8.15	mm
CPG	External creepage ⁽¹⁾	Side 1 to side 2 distance across package surface	>8.15	mm
DTI	Distance through the insulation	Minimum internal gap (internal clearance)	>17	μm
CTI	Comparative tracking index	IEC 60112	>600	V

PARAMETER		TEST CONDITIONS	VALUE			UNIT
			DW-16	DUW-16	DBQ-16	
CLR	External clearance ⁽¹⁾	Shortest terminal-to-terminal distance through air	>8	>20	>3.7	mm
CPG	External creepage ⁽¹⁾	Shortest terminal-to-terminal distance across the package surface	>8	>20	>3.7	mm
DTI	Distance through the insulation	Minimum internal gap (internal clearance) ISO77xxDUW	>17	>17	>17	μm
CTI	Comparative tracking index	DIN EN 60112 (VDE 0303-11); IEC 60112	>600	>600	>600	V

図 3-5. TI の最新デジタル アイソレータ ISO64xxDW と ISO77xxDUW

4 まとめ

安全規格は、システムや機器の規格、コンポーネントの規格、調整やサポートに関する規格に分類できます。高電圧システムの設計で安全性への準拠を評価する際に、設計者は安全性要件がシステム全体で適用されるのか、または単一の部品であるのかを区別し、さまざまな領域の安全規格も考慮する必要があります。絶縁位置と保護を必要とする個人に応じて、さまざまな絶縁レベルと、対応する安全規格に基づいて適切なアイソレータを選択する必要があります。

5 参考資料

1. IEC、IEC 60601-1:2025 SER: 医療用電気機器 - 全部品、規格。
2. IEC、IEC 60664-1:2020: 『低圧電源系統内機器の絶縁協調 - 第 1 部: 原則、要件、および試験、規格。』
3. EC、IEC 60747-17:2020: 半導体デバイス - 第 17 部: 基本絶縁および強化絶縁用の磁気カプラと容量カプラ、規格。
4. IEC、IEC 60747-5-5:2020: 半導体デバイス - 第 5-5 部: オプトエレクトロニクス デバイス - フォトカプラ、規格。
5. IEC、IEC 60950-1:2005+AMD1:2009+AMD2:2013: 『情報技術機器 - 安全性 - 第 1 部: 一般要求事項、規格。』
6. IEC、IEC 61010-1:2010: 測定、制御、および実験用の電気機器の安全性要求事項 - 第 1 部: 一般要求事項、規格。
7. IEC、IEC 62109-1:2010: 『太陽光発電システムで使用する電力コンバータの安全性 - 第 1 部: 一般要求事項、規格。』
8. IEC、IEC 62368-1:2023: 『オーディオ/ビデオ、情報及び通信技術機器 - 第 1 部: 安全性要求事項、規格。』
9. IEC、IEC 62477-1:2022: 測定、制御、および実験用の電気機器の安全性要求事項 - 第 1 部: 一般要求事項、規格。
10. IEC、IEC 62477-2:2018: パワー エレクトロニクス コンバータ システムおよび機器の安全要求事項 - 第 2 部: 1000V AC または 1500V DC から 36kV AC または 54kV DC までのパワー エレクトロニクス コンバータ、規格。
11. 中華人民共和国 (中国) 国家規格、GB 4943.1-2022: 『オーディオ/ビデオ、情報及び通信技術機器 - 第 1 部: 安全性要求事項、規格。』
12. テキサス インスツルメンツ、『本絶縁用語集について』、アプリケーション ノート
13. テキサス インスツルメンツ、『デジタル アイソレータ設計ガイド』アプリケーション ノート
14. テキサス インスツルメンツ、『ISO1042 70V バス障害保護機能付き、フレキシブル データレート対応絶縁型 CAN トランシーバ』、データシート。
15. テキサス インスツルメンツ、『ISO1050 絶縁型 CAN トランシーバ』、データシート。
16. テキサス インスツルメンツ、『ISO644x 汎用、基本および強化絶縁型クワッド チャネル デジタル アイソレータ』、データシート。
17. テキサス インスツルメンツ、『ISO774x 高速、堅牢な EMC 強化型、汎用クワッド チャネル デジタル アイソレータ』、データシート。
18. テキサス インスツルメンツ、『ISO7842x 高性能 8000VPK 強化絶縁型クワッド チャネル デジタル アイソレータ』、データシート。
19. テキサス インスツルメンツ、『ISO デバイスの選定および空間距離の明確化に関する主な検討事項』、アプリケーション ノート。
20. テキサス インスツルメンツ、『太陽光発電および ESS システムの安全規則設計例』、アプリケーション ノート。
21. テキサス インスツルメンツ、『UCC23513、4A ソース、5A シンク、5.7kVRMS オプトコンパチブル シングル チャネル 絶縁ゲートドライバ』、データシート。
22. UL、UL 60950-1: 『情報技術機器 - 安全性 - 第 1 部: 一般要求事項、規格』
23. UL、UL 1577: 光学アイソレータ、規格。
24. VDE、VDE 0884-17:2021-10: 第 17 部: 基本絶縁および強化絶縁用の磁気カプラと容量カプラ、規格。
25. VDE、VDE 0884-5:2015-11: 第 5-5: オプトエレクトロニクス部品 - フォトカプラ、規格。

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