

沿面距離、空間距離とは何か？

TIプレジジョン・ラボ：アイソレーション

Presented by Gina Hann

Prepared by Gina Hann

日本語版講師：宮崎 仁

絶縁における沿面距離と空間距離

ここでは、次の問題について解説する:

- 沿面距離、空間距離とは何か、それらの違いは何か?
- システムに必要な最小沿面距離、最小空間距離をどう決めるか?
- 動作印加電圧とは何か、そして沿面距離、空間距離にどう関係するか?
- 動作周囲環境は沿面距離、空間距離にどう影響するか?

沿面距離、空間距離とは何か？

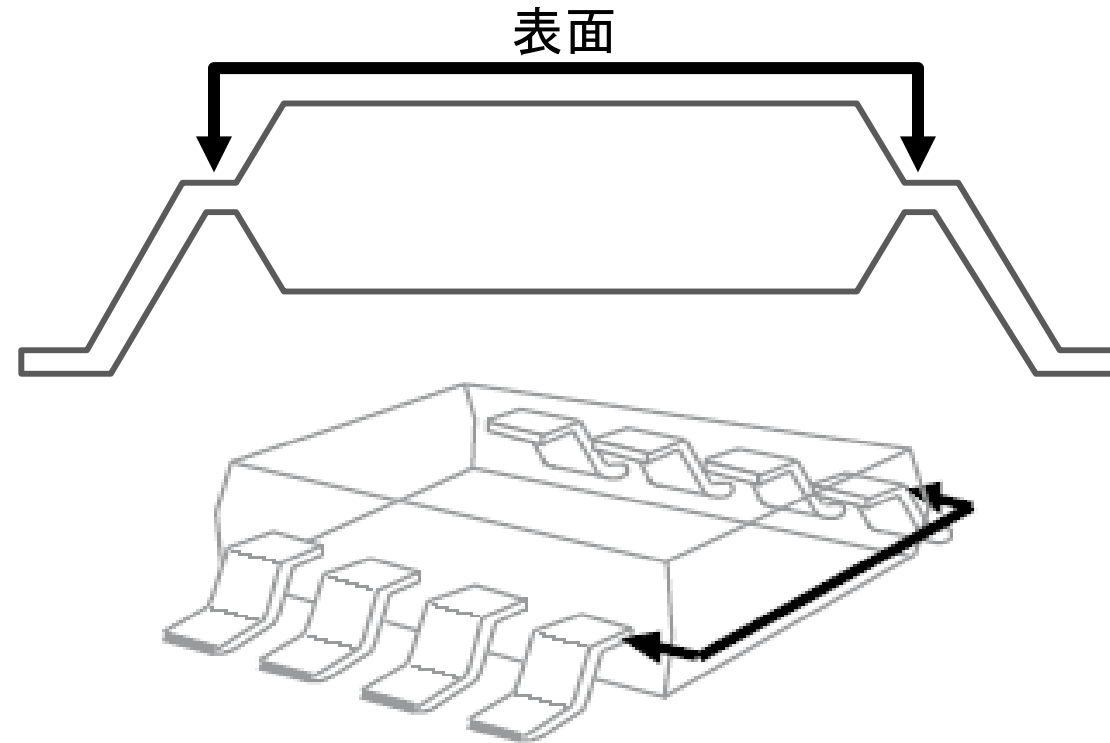
沿面距離と空間距離:

産業分野での規格/安全関連認証では、絶縁デバイスにおける、露出している金属/導電性電極の距離を規定している。

沿面距離、空間距離とは何か？

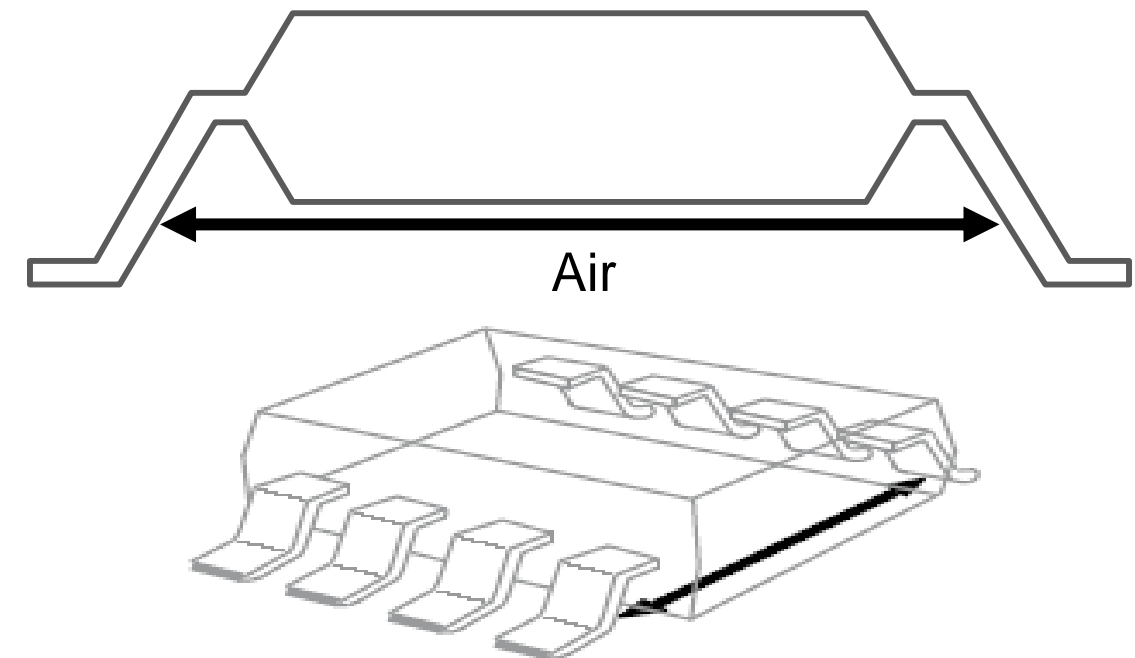
沿面距離(Creepage)

絶縁バリアで隔てられた2つの導電性電極の間の最短距離を、絶縁体の表面に沿って定義したもの



空間距離(Clearance)

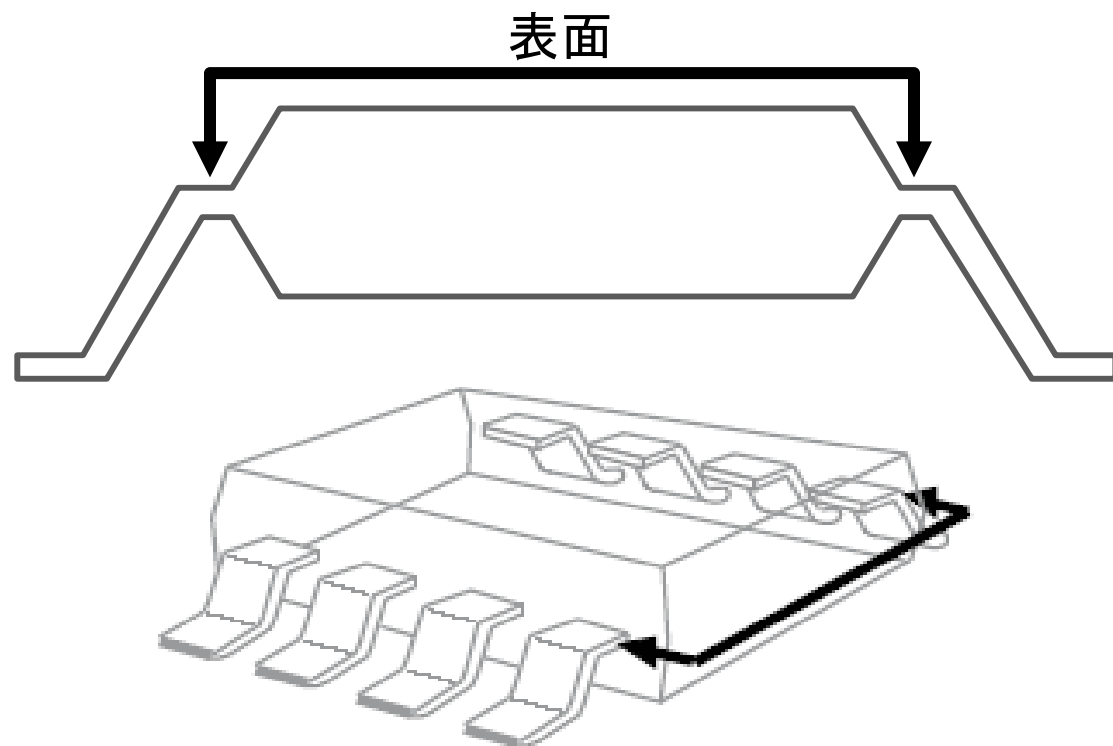
絶縁バリアで隔てられた2つの導電性電極の間の最短距離を、空間での最短距離として定義したもの



沿面距離、空間距離とは何か？

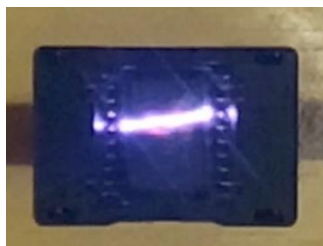
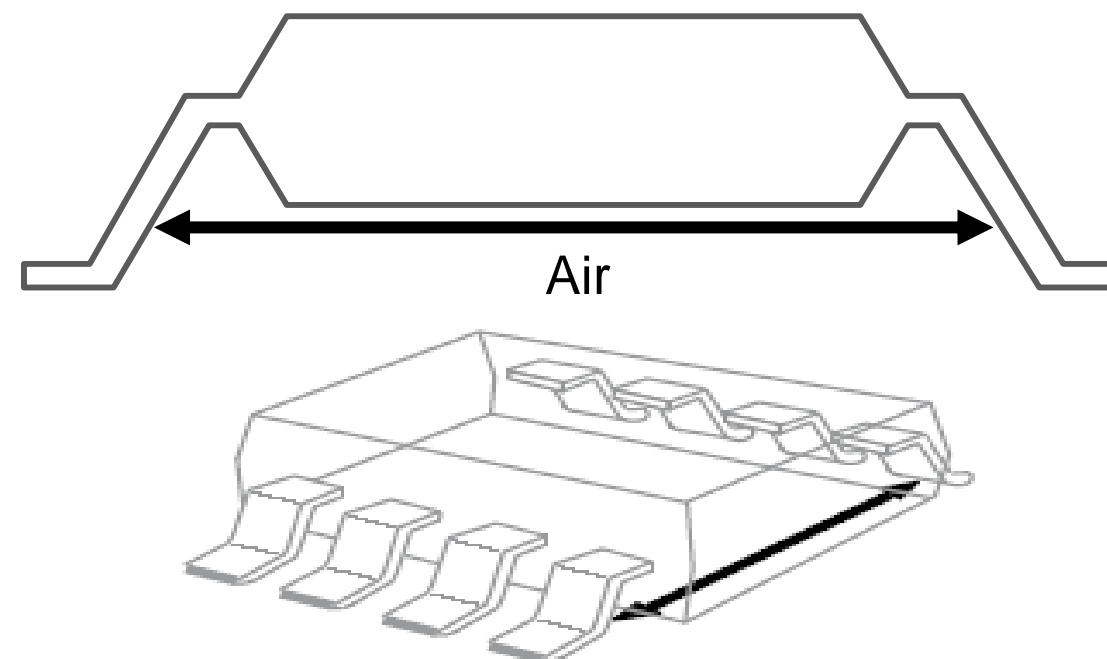
沿面距離(Creepage)

絶縁バリアで隔てられた2つの導電性電極の間の最短距離を、絶縁体の表面に沿って定義したもの



空間距離(Clearance)

絶縁バリアで隔てられた2つの導電性電極の間の最短距離を、空間での最短距離として定義したもの



安全な沿面距離または空間距離を確保できないと、パッケージ表面または下部の空間でブレークダウンが発生し、電氣的故障やアーク放電を引き起こす

沿面距離、空間距離の決め方

沿面距離、空間距離のガイドラインは次を考慮している:

- 動作印加電圧
- 材料のグループクラスとテクノロジー
- 動作環境 – 標高と汚染
- 最終製品はIECのガイドラインに従う

沿面距離、空間距離の決め方

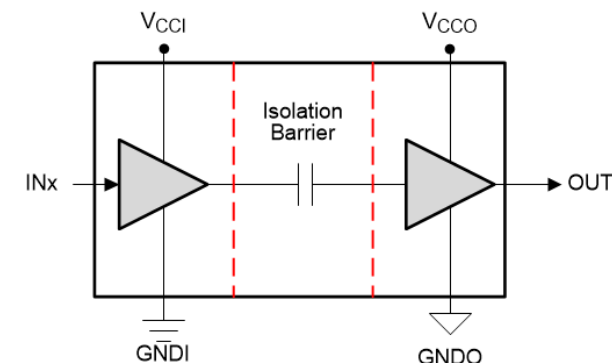
IECの絶縁定格ガイドラインを参照

機能的絶縁は感電などからの保護は行わないが、製品の機能を実現するために用いられる



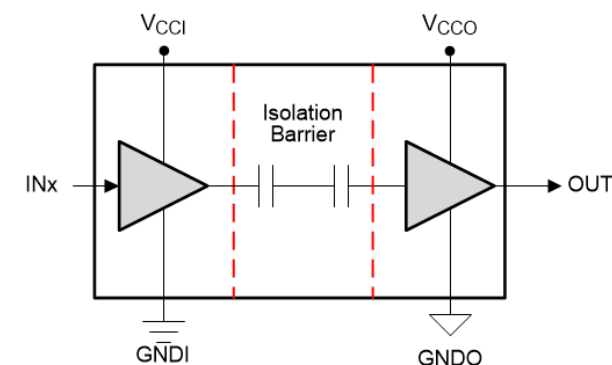
PCB材料は**機能的絶縁**を提供する

基本絶縁（基礎絶縁）は”単一”レベルの絶縁を提供し、感電などの危険に対する基本的な保護を行う



基本絶縁は”単一”レベルの絶縁を提供する: ~2.5kV

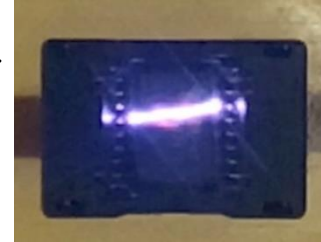
強化絶縁（二重絶縁）は、基本絶縁（基礎絶縁）を二重にした効果を単一のデバイスで得るもので、ユーザーが直接接触するようなシステムではフェイルセーフ機能と見なされる



強化絶縁は”二重”レベルの絶縁を提供する: ~10kV

比較トラッキング指数(CTI)と動作印加電圧

動作印加電圧: アイソレータのライフタイム全体にわたって、絶縁バリアをまたいで連続的に印加できる電圧(V_{rms})

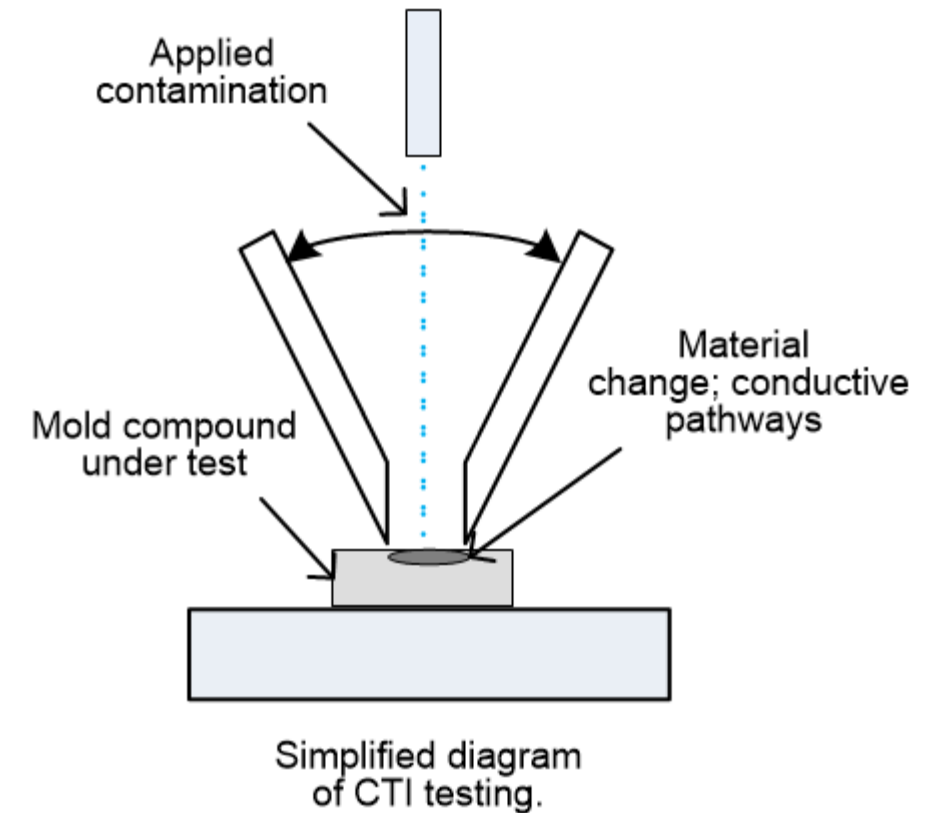


比較トラッキング指数(CTI)と動作印加電圧

動作印加電圧: アイソレータのライフタイム全体にわたって、絶縁バリアをまたいで連続的に印加できる電圧(V_{rms})

比較トラッキング指数(CTI): 絶縁材料に汚染が存在する環境下で、トラッキング（電極間の微細な導通経路）を生じずに印加できる最大電圧(V)

比較トラッキング指数(CTI)	材料グループ
$600 \leq CTI$	I
$400 \leq CTI < 600$	II
$175 \leq CTI < 400$	IIIa
$100 \leq CTI < 175$	IIIb



材料ごとにCTIが測定され、材料グループI、II、IIIに分類される

沿面距離と空間距離 – 環境の影響

高高度: 装置が高い標高で動作する場合、IEC60664-1の規定に従って、より大きい空間距離が必要になる

標高	空間距離の補正係数
2000	1
3000	1.14
4000	1.29
5000	1.48
6000	1.7
7000	1.95

汚染度: デバイスの表面汚染の観点から動作環境を分類したもので、汚染度に応じて最小沿面距離の増加が必要

動作印 加電圧 (Vrms)	最小沿面距離(mm)					
	汚染度2			汚染度3		
	材料グループ			材料グループ		
	I	II	III	I	II	III
200	2	2.4	4	5	5.6	6.4
400	4	5.6	8	10	11.2	12.6
800	8	11.2	16	20	22	25
1000	10	14.2	20	25	28	32

いつも最新のIECガイドラインを参照しましょう

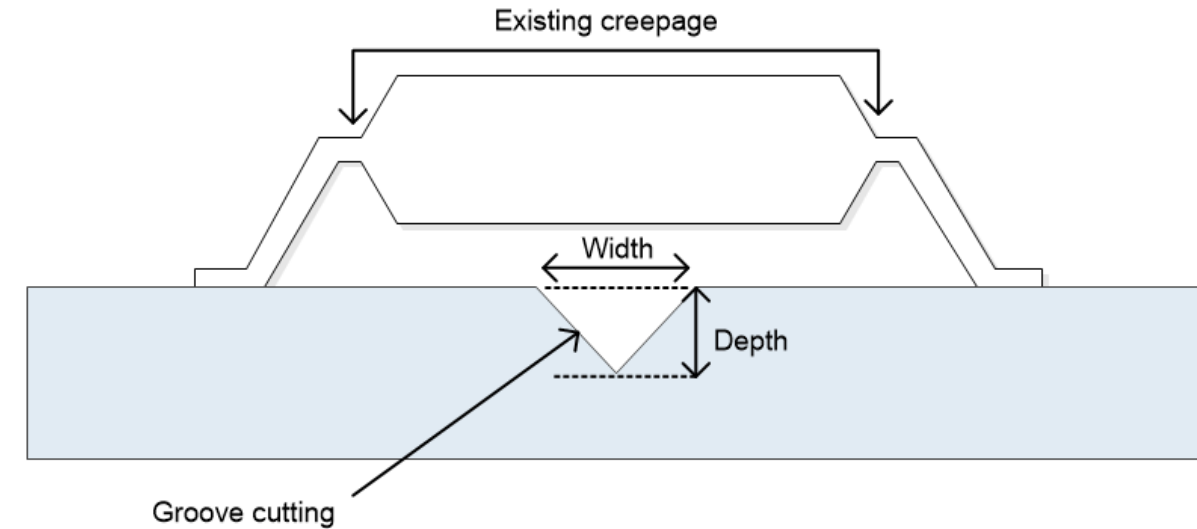
沿面距離を最小にする手法

溝切り: PCBの寸法を拡大することなく、PCB上の沿面距離を増大できる

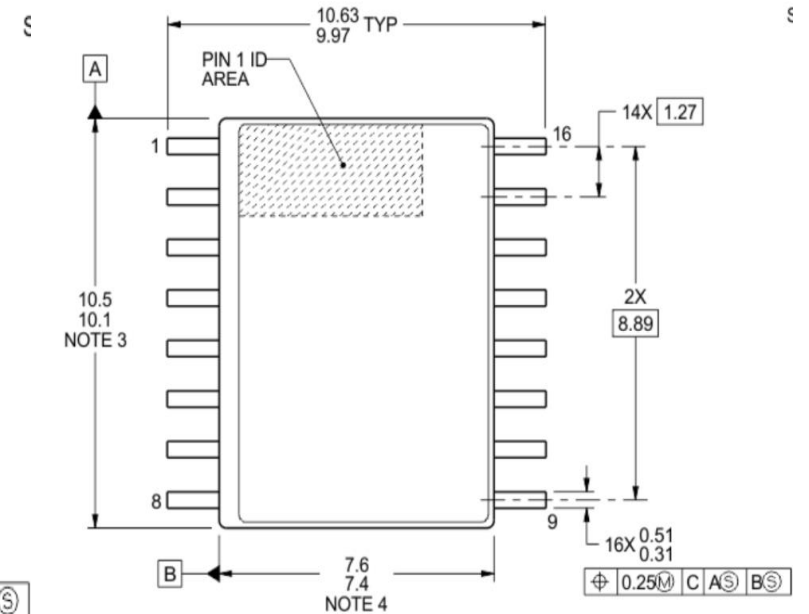
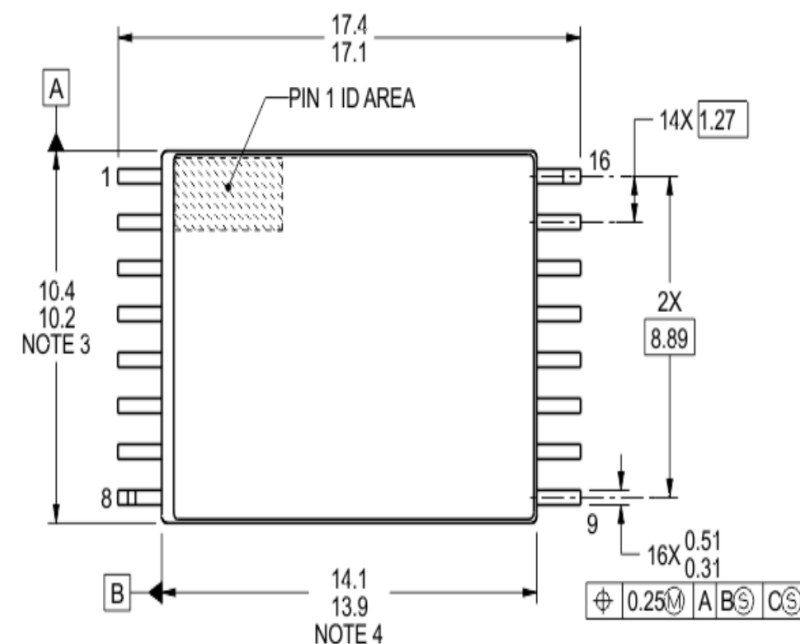
樹脂ポッティング、絶縁保護コーティング: PCBの汚染レベルを下げ、沿面距離を小さくできる

これらの手法は追加のPCBコストが必要
最近のアイソレータが採用している方法は:

- モールド材料の高品質化
- パッケージオプションの拡充
- 高特性の強化絶縁



Using groove cutting to extend PCB creepage



絶縁における沿面距離と空間距離（まとめ）

- 最終製品に関するIEC規格から出発し、アプリケーションの要求仕様や強化絶縁を採用するかどうかを決める
- 動作印加電圧は沿面距離、空間距離に直接影響し、長期間の安全使用のために重要な条件となる
- 最終製品が使用される環境の、汚染度 (levels 1-4) と最大標高は、沿面距離、空間距離に強く影響する
- 材料グループIを使用した最新のワイドパッケージは、CTIなどの性能が高いことから最小サイズのソリューションになることが多い

絶縁における沿面距離と空間距離（まとめ）

- 最終製品に関するIEC規格から出発し、アプリケーションの要求仕様や強化絶縁を採用するかどうかを決める
- 動作印加電圧は沿面距離、空間距離に直接影響し、長期間の安全使用のために重要な条件となる
- 最終製品が使用される環境の、汚染度 (levels 1-4) と最大標高は、沿面距離、空間距離に強く影響する
- 材料グループIを使用した最新のワイドパッケージは、CTIなどの性能が高いことから最小サイズのソリューションになることが多い

クイズに挑戦してみましよう!

沿面距離、空間距離とは何か？

クイズ

絶縁における沿面距離と空間距離（クイズ）

1. 次の記述は正しいか?: さまざまな設計において、沿面距離と空間距離は、基本絶縁または強化絶縁の絶縁仕様から決定される

絶縁における沿面距離と空間距離（クイズ）

1. 次の記述は正しいか?: さまざまな設計において、沿面距離と空間距離は、基本絶縁または強化絶縁の絶縁仕様から決定される

誤り: 沿面距離と空間距離は絶縁仕様に基づいて決定されるが、さらに、IECで規定される標高、汚染度、材料レベルにも影響される

絶縁における沿面距離と空間距離（クイズ）

2. あなたは、動作印加電圧が400Vrmsで、強化絶縁が必要な高電圧のチャージステーションを設計している。想定される動作環境を汚染度2とするとき、沿面距離を最小にするためにはどの材料グループを用いれば良いか？

絶縁における沿面距離と空間距離（クイズ）

2. あなたは、動作印加電圧が400Vrmsで、強化絶縁が必要な高電圧のチャージステーションを設計している。想定される動作環境を汚染度2とするとき、沿面距離を最小にするためにはどの材料グループを用いれば良いか？

答え – 材料グループIは最高の品質をもち、CTIが最大なので、沿面距離を最小にできる。材料グループの情報は、ベンダーのデータシートに記載されている。

絶縁における沿面距離と空間距離（クイズ）

3. あなたは絶縁型の I2C デバイスを設計していて、最小サイズのソリューションを得たい。スタンダードパッケージのアイソレータは 8mm の沿面距離だが、IEC ガイドラインでは、汚染度 2 において 10mm の沿面距離を要求している。どのような手法を使えば最小サイズを実現できるか？

絶縁における沿面距離と空間距離（クイズ）

3. あなたは絶縁型の I2C デバイスを設計していて、最小サイズのソリューションを得たい。スタンダードパッケージのアイソレータは 8mm の沿面距離だが、IEC ガイドラインでは、汚染度 2 において 10mm の沿面距離を要求している。どのような手法を使えば最小サイズを実現できるか？

答え – アイソレータをポッティングすれば、汚染度を 1 に下げられる。また、既存の SOIC の下方に溝切りを行って沿面距離を 10mm 以上に延ばし、その部分の PCB はパターン、ビア、パッドなどを設けずに最大の沿面距離を確保する。

絶縁に関する技術資料の閲覧、製品の検索は、
[tij.co.jp/isolation](https://www.tij.co.jp/isolation)を参照してください