

**NoiseKen**

**ファスト・トランジェント/バースト  
試験法ガイドブック<sub>Ver.2</sub>  
IEC 規格版**

**IEC 61000-4-4 Ed.3.0 に準じる**



# 目次

1	目的編	4
1.1	IEC 61000-4-4 の位置づけと意義	4
1.2	手順書の読み方・注意点	4
1.3	各編の内容とフローチャート	4
1.3.1	各編の内容について	4
1.3.2	手順書の読み進めフローチャート	5
2	試験の準備編	6
2.1	試験室の準備	6
2.1.1	試験室に必要な条件	6
2.1.2	気象条件等の環境	6
2.2	試験前の準備	7
2.2.1	試験前に用意するもの	7
2.2.2	接地ケーブルの接続	10
3	試験の方法編	11
3.1	試験方法の選択	11
3.1.1	電源ポートへの試験方法	11
3.1.2	信号ポートへの試験方法	13
3.1.3	特殊なポートへの試験方法	15
3.1.4	現地試験の試験方法	15
3.2	試験の実施	15
3.3	試験手順	16
3.3.1	電源ポートに試験を行う場合	16
3.3.2	信号ポートに試験を行う場合	16
3.3.3	現地試験で試験を行う場合	16
4	試験結果のまとめ編	18
4.1	試験報告書に必要な情報	18
4.1.1	試験報告書の管理	18
4.1.2	試験環境	18
4.1.3	EUT・試験装置	18
4.1.4	試験方法・試験結果	18
4.1.5	その他	19
5	規格・参考資料編	20
5.1	IEC 61000-4-4 規格の試験レベル	20
5.2	バースト規格制定の経緯	20
5.3	判定基準	21
5.4	記述例	23
5.5	ファスト・トランジェント/バースト試験器 始業前点検の方法	33
5.5.1	始業前点検について	33
5.5.2	準備するもの	33
5.5.3	接続の方法	33
5.5.4	出力波形規定	36
5.6	容量性クランプ (カップリングクランプ) の校正方法	36
5.6.1	容量性クランプ (カップリングクランプ) の校正について	36
5.6.2	準備するもの	36
5.6.3	接続の方法	36
5.6.4	出力波形規定	37
5.7	EFT/B 試験とインパルスノイズ試験の相違点	38
5.7.1	模擬している現象と経緯	38
5.7.2	試験機器仕様比較	38
5.7.3	ノイズの重畳方式	39
5.7.4	要求の規格・ガイドライン	40
5.7.5	まとめ	40
5.8	参考文献	41

# 1 目的編

## 1.1 IEC 61000-4-4 の位置づけと意義

本“試験法ガイドブック”は、電源ケーブル、通信・制御・入出力信号ケーブル等を介して侵入して来る外来のノイズが電子機器の誤動作を起こす模擬試験を IEC 61000-4-4:2012 に基づいて行う際の具体的な方法が詳細に記述されています。例えば、ガス絶縁遮断器の動作時或いは電磁リレーの切断時等では電源系統に大きなノイズが発生します。それらは配線を介して電子機器に侵入し、内部の電子回路を誤動作させます。特にモーターやリレーなどのコイルを用いた誘導負荷の接点が開放する時にコイルからの逆起電力により微小な接点のギャップ間に連続した放電が発生します。IEC 61000-4-4 はこの現象による誤動作を模擬する為のイミュニティ試験の基本規格であり、ヨーロッパのみならず世界各国はこの基本規格を取り入れて規制しています。また、我が国では規格制定以前より、水銀スイッチを利用するインパルス試験が行われていました。この試験法は立ち上り時間が速いのでよく誤動作を起こすと言われており、今もよく使用されています。日本から IEC にこれを提案した事がありますが、実際に発生しているノイズと合致していない等の理由で却下された経緯があります。

## 1.2 手順書の読み方・注意点

この手順書は、“3 編 試験の方法編”までは基本的にフローチャート形式となっています。(本手順書では読み進めやすいように各編、目次と共にフローチャートを記載してあります。) 関係ある箇所を探して読み進めて下さい。例えば、試験室又は試験サイトが既に準備されている場合は、“2 編 試験の準備編”を飛ばして“3 編 試験の方法編”へというように目的に応じて読み進めて下さい。

本文中で“参照”や“参考”等として IEC 61000-4-4 の規格、及び解説を記載してあります。参照しなくても試験は行えますが、より詳しい解説等も記載してありますので参考にして下さい。

## 1.3 各編の内容とフローチャート

この手順書は以下の 5 編から構成されています。必要に応じて、この章の最後のフローチャートを参考にして読み進めて下さい。

### 1.3.1 各編の内容について

#### 第1編 目的編

現在お読み頂いているこの編になります。試験の目的、読み進め方、各編の概要が記載してあります。

#### 第2編 試験の準備編

試験をする上で必要となる環境や備品等について解説してあります。

#### 第3編 試験の方法編

実際に試験を行う場合の試験方法について記載してあります。

#### 第4編 試験結果のまとめ編

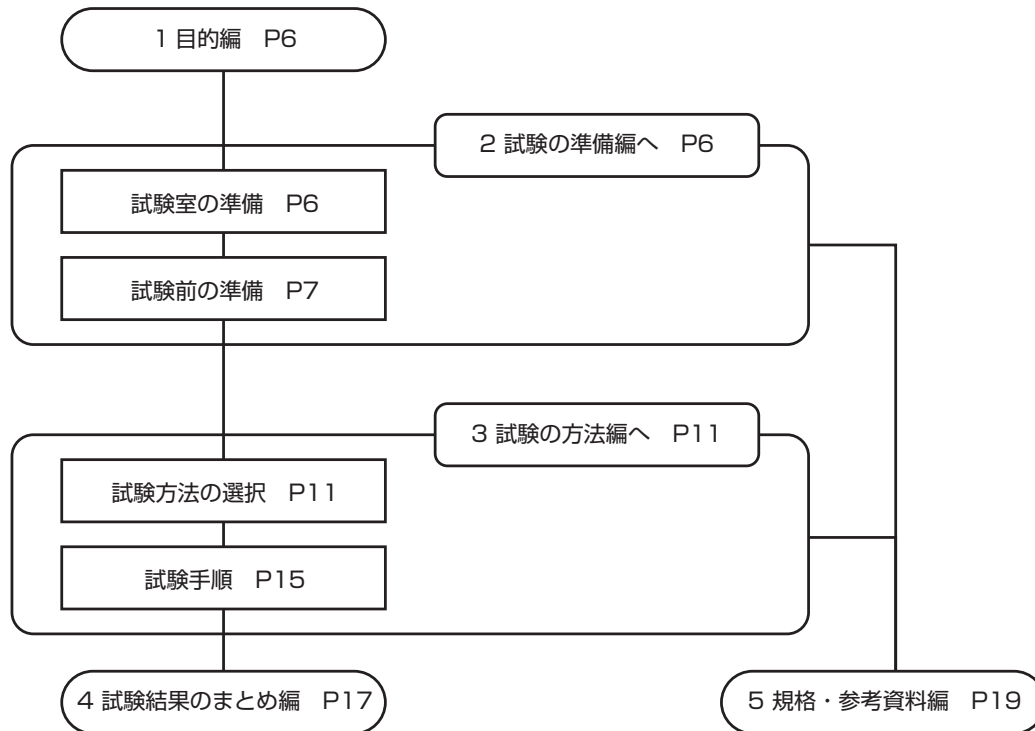
試験を行った結果の纏め方や、試験報告書の書き方について記載してあります。

#### 第5編 規格解説・資料編

1～4 編の中で、参照した規格等や解説が記載してあります。同様の電源ラインノイズ試験であるインパルスノイズシミュレータとの相違点なども記載してあります。

### 1.3.2 手順書の読み進めフローチャート

このマニュアルの構成は以下のフローチャートのようになっています。本ファスト・トランジェント/バースト (EFT/B) 試験を行う段階ごとに細分化してあります。必要に応じて読み進めてください。

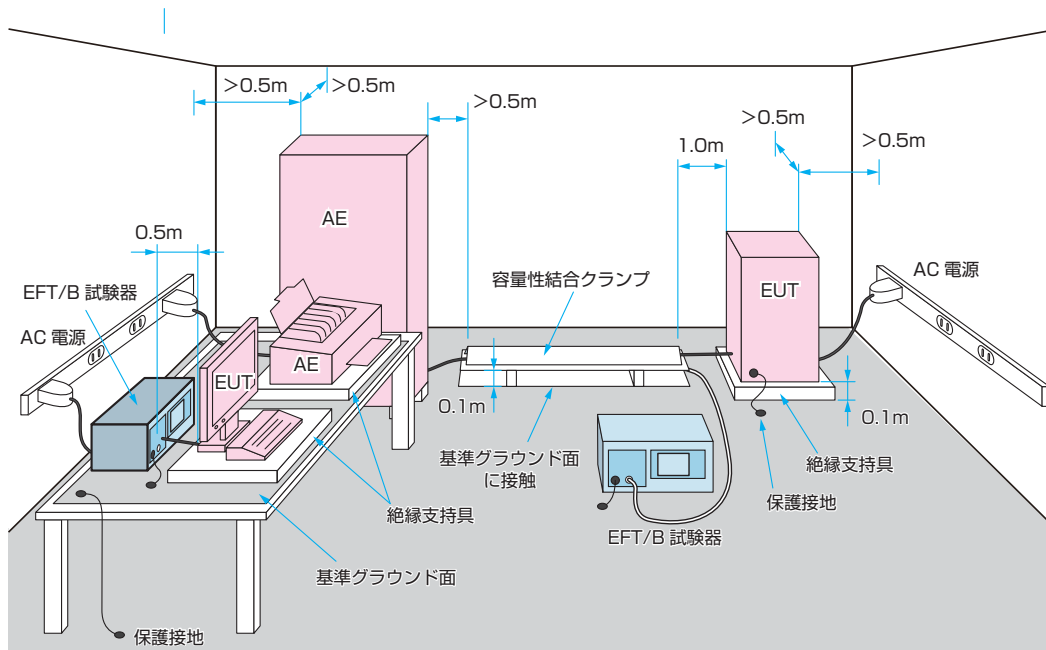


## 2 試験の準備編

### 2.1 試験室の準備

IEC 61000-4-4 に準じた試験を行う為に必要な試験室の広さ、気温等の環境条件を以下に示します。

#### 2.1.1 試験室に必要な条件



試験設備の例

- IEC 61000-4-4 に準じた試験を行う為には、供試装置(EUT) または補助装置(AE) を試験室の壁、及び他の金属構造物とは 0.5m 以上離す必要があります。
- 結合クランプを使用する場合には、結合クランプを試験室の壁、及び他の金属構造物とは 0.5m 以上離す必要があります。
- 試験時は電磁波が輻射されるため、シールドルーム内で行う必要があります。

上記の条件を十分確保できる場所を用意して下さい。

#### 2.1.2 気象条件等の環境

気象環境の異なる場所より持ち込まれた機器は試験環境に十分になじませてから試験を行う必要があります。また、試験結果を定量的に安定させる為に、まず試験室の気象条件を整える必要があります。IEC 61000-4-4 に準じた試験を行う為には、下記の表に示す条件を満たさなければなりません。もしも、条件を満たせないような場合は、下記の(1)～(3)を参考にしてエアコン等の利用により、条件を満たすよう環境を調整して下さい。相対湿度が EUT または試験機器に結露が発生するほど高い場合は試験を行ってはいけません。

周囲温度	共通規格、製品群規格、製品規格に従う。 特別な規定がなければ、EUT の製品仕様に従う。
相対湿度	
気圧	
電磁環境	試験結果に影響を与えないレベル

##### (1) 温度の調整

温度については比較的簡単に調整できると思われます(空調機その他を利用して温度が高ければ冷房し、低ければ暖房するというように)。しかし、試験中は温度の要求範囲を外れないように監視する必要があります。通常、試験作業者に快適であれば、おおむね要求範囲内の温度となっていると考えられます。

##### (2) 湿度の調整

湿度の調整管理については少々厄介です。低ければ加湿し、高ければ除湿するのですが、冷暖房のように短時間でコントロールできません。場合によっては一日中加湿器・除湿機を運転しなければならない状況になる事もあります。

(3) 気圧の調整

気圧の調整は、大掛かりで特別な装置を用いれば可能ですが、一般的には不可能です。しかし、日本の記録で最も低い気圧は、1934年の室戸台風の91.16 kPaとなっており、この値をもってしても一般的な要求範囲を外れる事はないと考えられます。但し、気象条件は記録する必要があるため、計測器を準備します。(計測器なしで、気象台からの情報を利用する事もできますが、気象台は0m気圧で発表している為、高度補正が必要となります(100m高くなる毎に1.2kPa マイナス補正します)。

【解説】

kPaは規格文章に書かれた単位系で、101.3 kPa=1013 hPa (mbar) となります。  
 海拔1000 m高地の気圧は標準気圧101.3 kPa (0 m) のときに89.3 kPa となります。

2.2 試験前の準備

IEC 61000-4-4に準じたファスト・トランジェント/バースト(以下:EFT/B)試験を行う場合に必要試験室の環境が整ったら、使用する試験器等の準備をします。以下を用意して下さい。

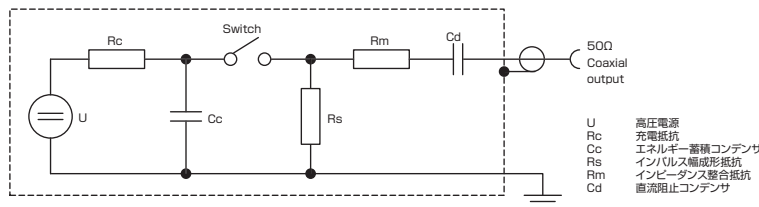
2.2.1 試験前に用意するもの

(1) EFT/B 発生器

EFT/B試験を行う場合、規格の仕様を満たす発生器を使用して下さい。

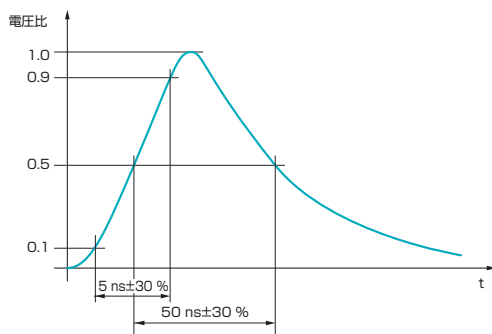
設定電圧	250 V ~ 4000 V
出力電圧 (50 Ω負荷)	(設定電圧=開放電圧) / 2 ± 10 %
出力電圧 (1000 Ω負荷)	(設定電圧=開放電圧) × 0.95 ± 20 %
極性	正 / 負
出力形式	同軸, 50 Ω
結合モード	コモンモード
直流阻止コンデンサ	10 nF ± 20 %
電源ライン結合コンデンサ	33 nF
パルス周波数	5 kHz / 100 kHz ± 20 %
パルス立ち上がり時間	5 ns ± 30 %
パルス幅 (50 Ω負荷時)	50 ns ± 30 %
パルス幅 (1000 Ω負荷時)	35 ns ~ 150 ns
バースト期間	0.75 ms ± 20 % (100 kHz時), 15 ms ± 20 % (5 kHz時)
バースト周期	300 ms ± 20 %
電源ラインとの同期	非同期

○ 発生器簡易ダイアグラム

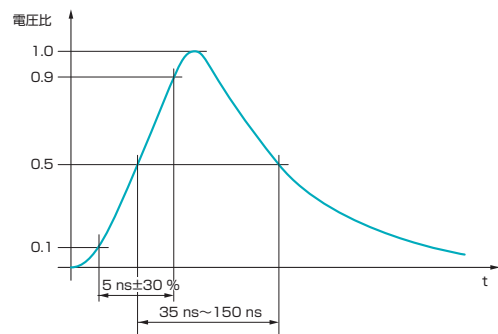


ファスト・トランジェント/バースト試験器  
 MODEL : FNS-AX4-A20 / B63

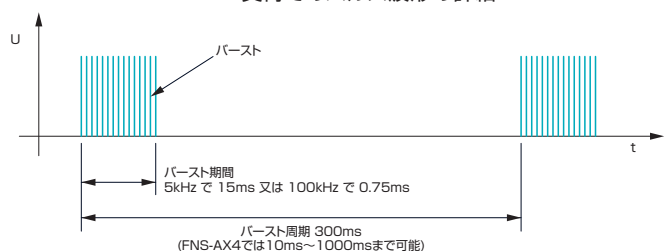
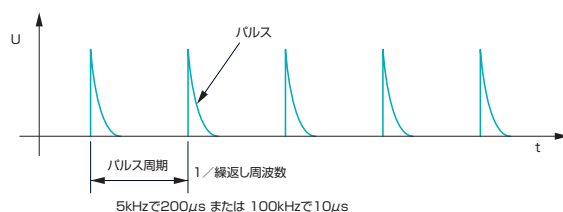
○ バースト波形の規定



50 Ω負荷でのパルス波形の詳細



1k Ω負荷でのパルス波形の詳細



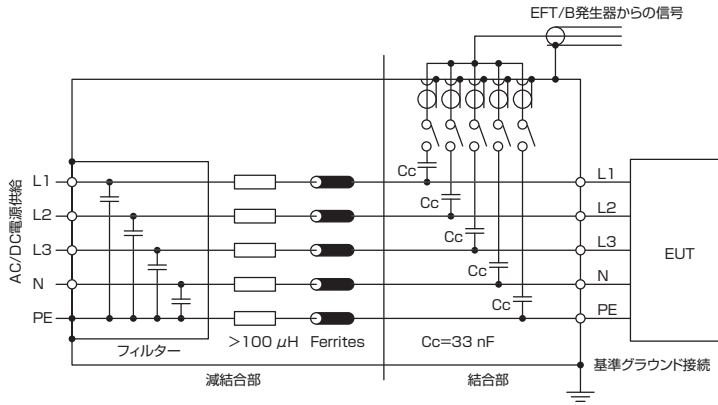
50 Ω負荷でのパルス波形の詳細とファスト・トランジェント・バーストの全般的な波形



(2) AC/DC 電源用結合・減結合回路 (CDN)

下図に AC/DC 電源用の結合・減結合回路 (CDN: Coupling Decoupling Network) を示します。下図は AC 三相電源の例です。

電源用 CDN は、下図に示すように、パルス発生回路からのパルス信号を、結合コンデンサ  $C_c$  を通して電源ラインに結合します。基本は全線同時印加ですが、単線毎の印加も可能になっています。多くの EFT/B 試験器は、パルス発生回路と電源用 CDN が一体となっていますので、そのような試験器の場合は、電源用 CDN を別途用意する必要はありません。なお、電源ポートへの試験に際しては CDN の使用が優先となります。ごじゆるにて直接注入の試験の記載がありますが、基本的には結合・減結合回路網 (CDN) を用意して試験を実施します。



AC/DC 電源用 CDN 回路図

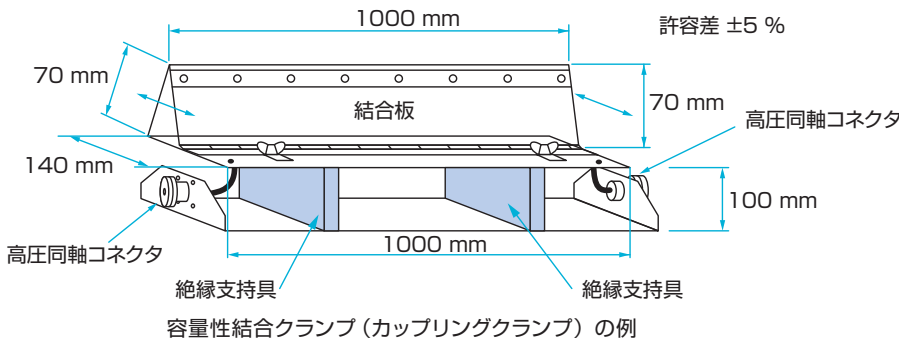


大電力用結合減結合回路網 (詳細はお問合せください。)

(3) 容量性結合クランプ (カップリングクランプ)

容量性結合クランプは、EUT の端子、ケーブルのシールド又はその他の部分に直接電流を流さないで、EFT/B を供試回路に結合する装置です。

I/O (入出力) 信号やデータおよび制御信号などの通信ポートの試験を行う場合に使用します。以下の項目を満たす容量性結合クランプをご用意下さい。



容量性結合クランプ (カップリングクランプ) の例

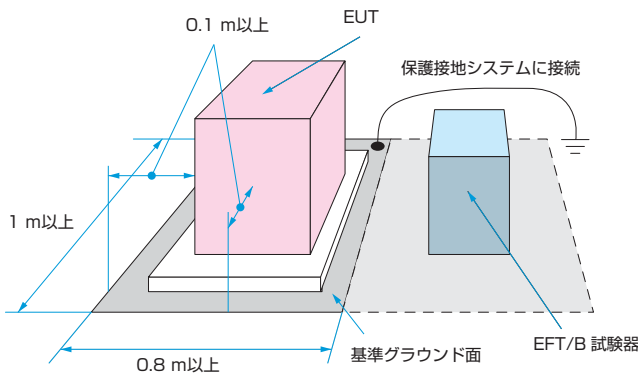


カップリングクランプ MODEL: 15-00012A

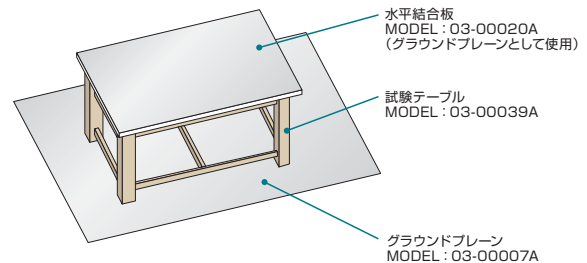


トランスデューサプレート (クランプ校正治具) MODEL: 15-00010A

(4) 基準グラウンド面



基準グラウンド面の例



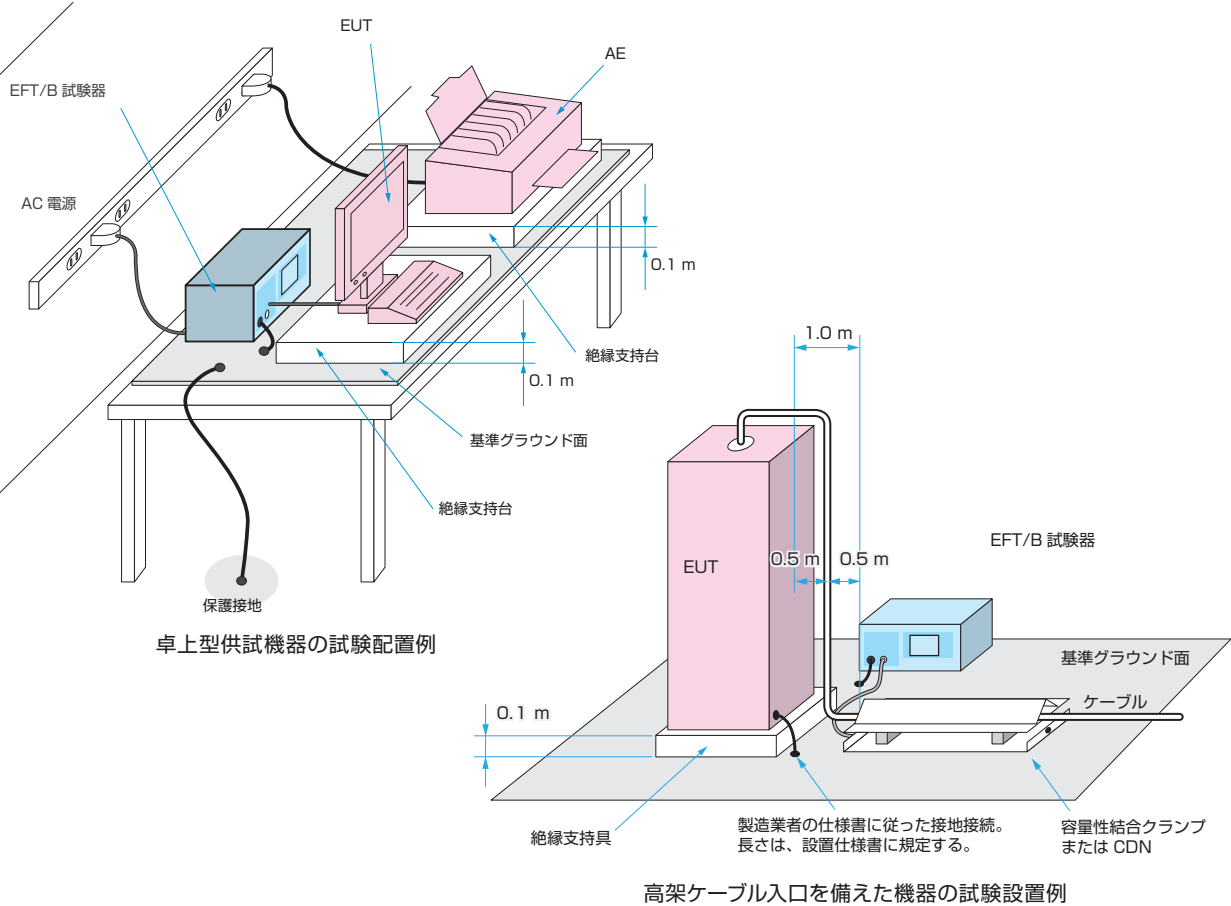
- 基準グラウンド面とは、図のように EUT および容量性結合クランプの全ての側面より 0.1 m 以上大きく、厚さ 0.25 mm 以上の板で、材質が銅、又はアルミニウムのものです。上記以外の金属を使用する場合は、板の厚さを最低 0.65 mm にしなければなりません。
- 基準グラウンド面の最小寸法は 0.8 m × 1 m です。
- 基準グラウンド面は保護接地システム (解説) に接続する必要があります。



- EFT/B 試験器も基準グラウンド面に配置し接地します。その為、前図のグレー色部分の基準グラウンド面の他に点線部分のような基準グラウンド面が必要となります。
- 卓上型機器の場合は、試験テーブル上に基準グラウンド面を設置します。(次図)  
(試験テーブル上での試験は強制ではなく、床上の基準グラウンド面上で試験を実施してもよい。)
- 基準グラウンド面を除き、EUT と他の導電性構造物 (発生器、AE、シールド壁面等) との距離は 0.5 m 以上離さなければなりません。

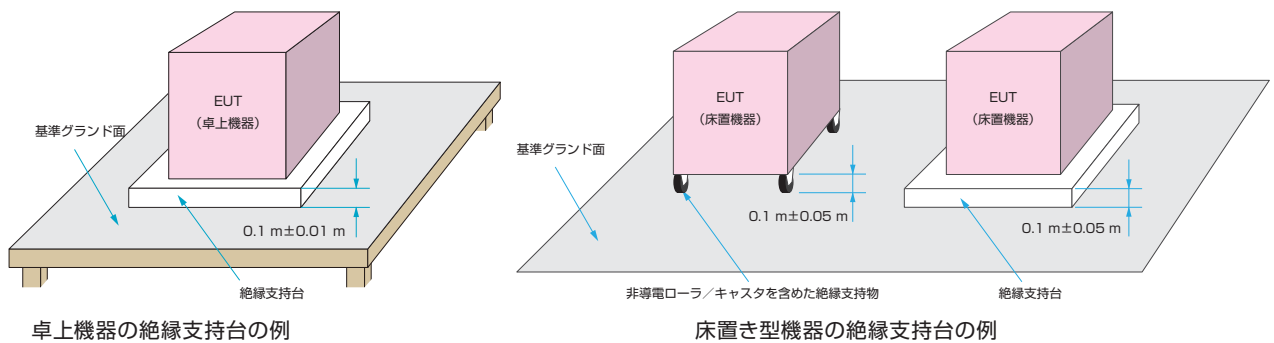
【解説】：保護接地システムの説明

電気機器の故障や絶縁低下等を原因とした漏電による感電を防止するための、接地ケーブルの事をいいます。



(5) 絶縁支持台

EUT は、卓上機器および天井や壁に取り付ける機器、組込み式機器の場合は、基準グラウンド面の上、 $0.1\text{ m} \pm 0.01\text{ m}$  上に配置します。また、床置き型機器の場合は、非導電ローラ/キャストを含めて厚さが  $0.1\text{ m} \pm 0.05\text{ m}$  の絶縁支持物によって絶縁します。絶縁支持台の材質は、乾燥した木材やポリエチレンなどの被誘導体です。

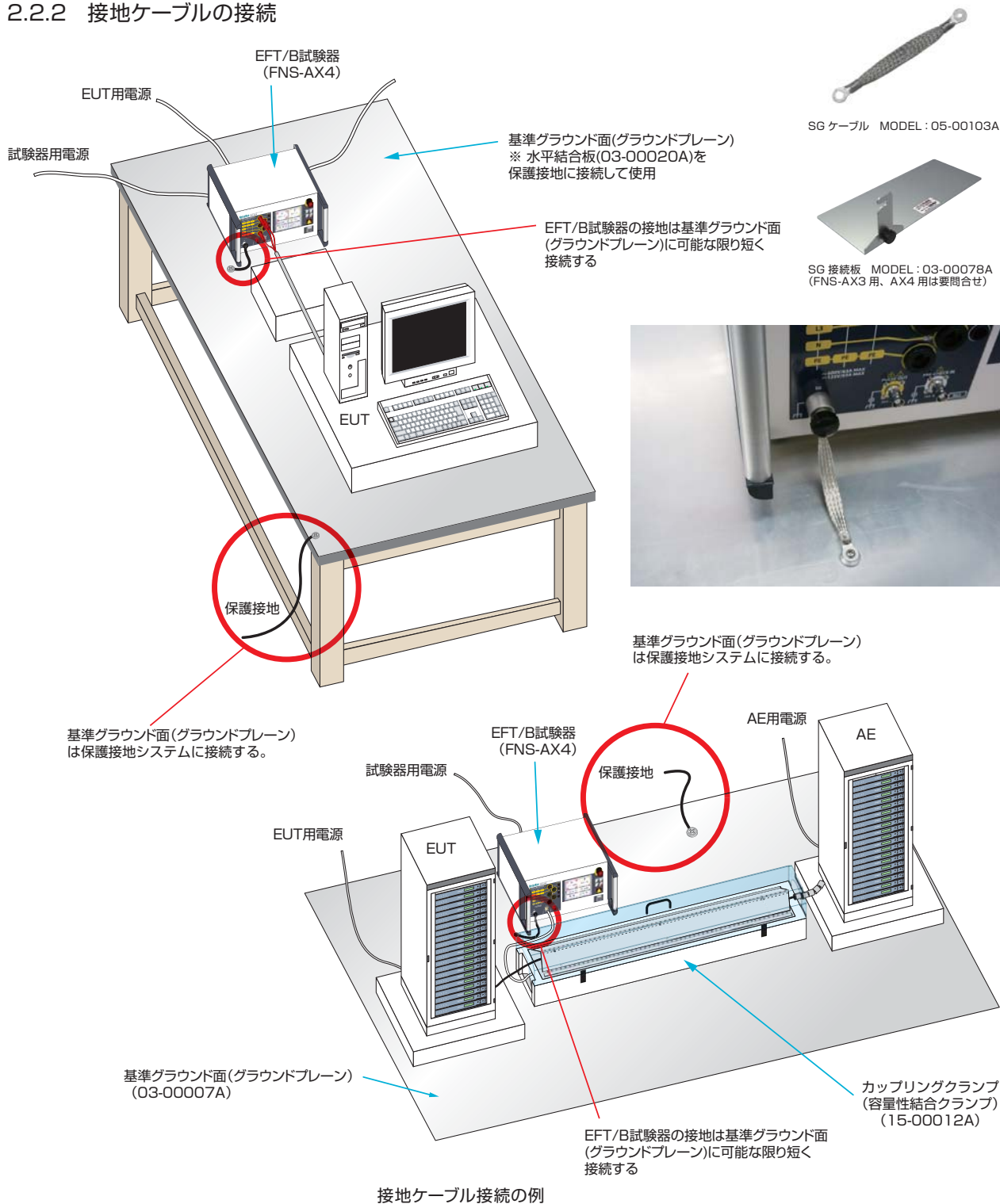


絶縁ブロック MODEL: 03-00054A  
W300 × D300 × H50mm、5枚1セット  
材質: 発泡ポリエチレン

絶縁支持台 MODEL: 03-00024A  
W1200 × D1200 × H100mm  
材質: 木製

立方絶縁体 MODEL: 03-00029A  
W100 × D100 × H100mm  
材質: 木製

## 2.2.2 接地ケーブルの接続



- EFT/B 試験器の接地を標準グラウンド面に確実に接続します。
- 容量性結合クランプの金属底面を標準グラウンド面に直接設置します。
- EFT/B 試験器・容量性結合クランプの接地は、標準グラウンド面のどこに接続してもかまいません。
- 接地ケーブルの長さは可能な限り短くします。
- EUT に保護接地がある場合は、製造業者の設置仕様に従い接地システムに接続します。余計な追加の接地接続は使用してはけません。
- 標準グラウンド面は、保護接地システムに接続します。
- 接地箇所、接続長さは試験計画によって規定します。

### 3 試験の方法編

#### 3.1 試験方法の選択

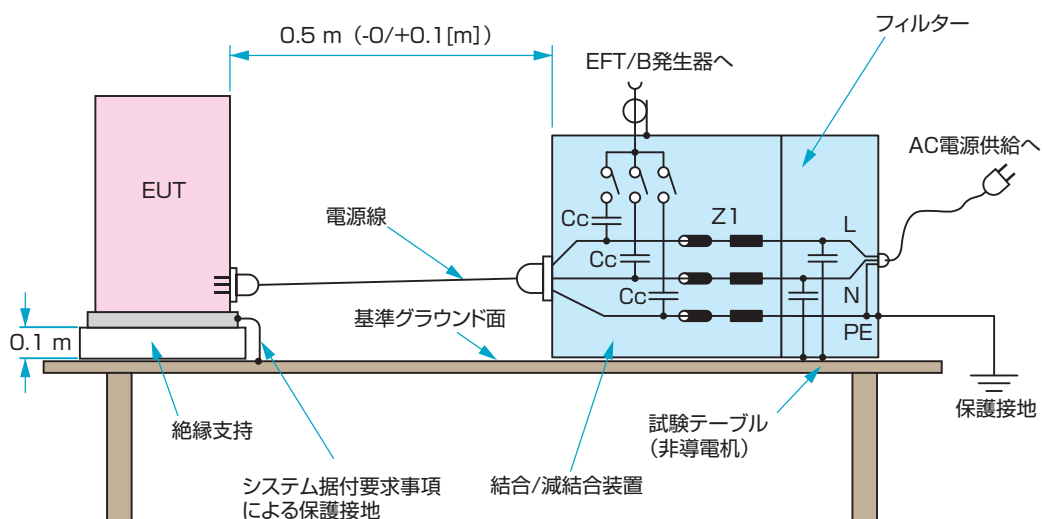
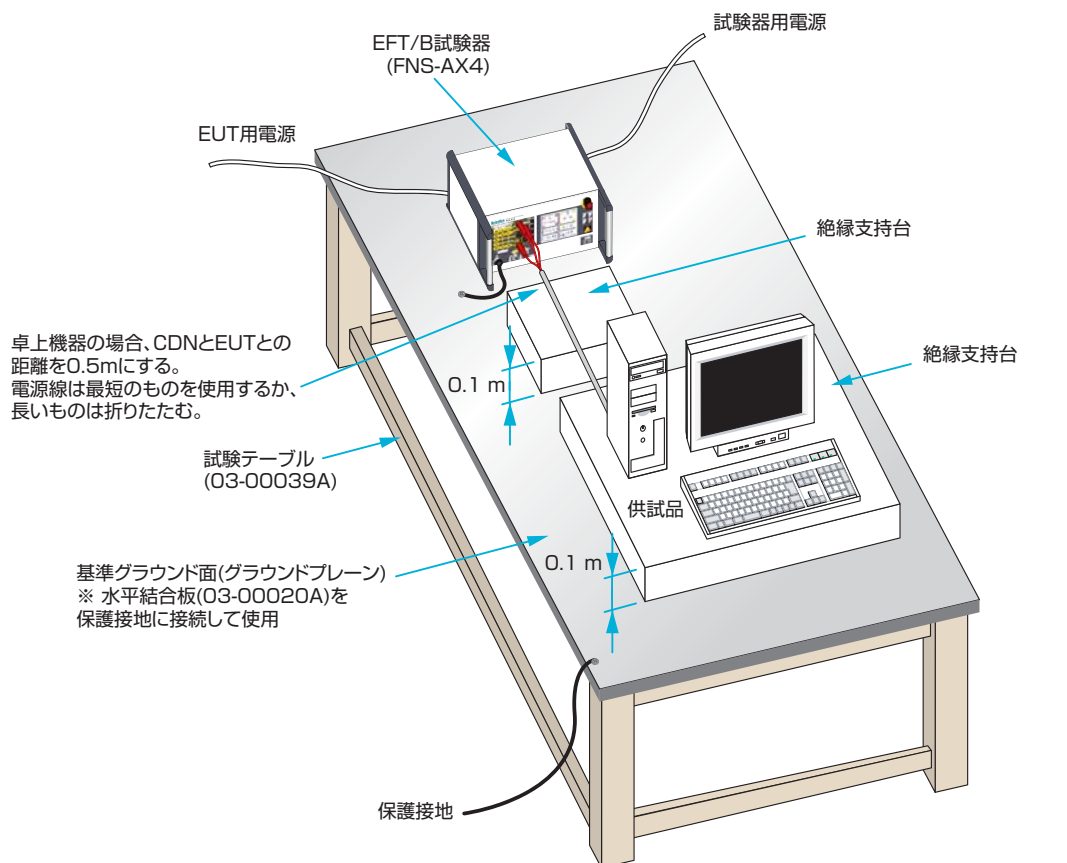
IEC 61000-4-4 の試験では、電源ポートに対する試験か、信号ポートに対する試験、設置ポートに対してや、現地での試験などにより試験方法が異なります。

卓上型の機器の場合は、試験テーブル上に試験環境を設置する選択ができますが、試験方法としては床面に設置された基準グラウンド面上での試験と同等となります。卓上型の機器を、床面の基準グラウンド面上で試験しても構いません。

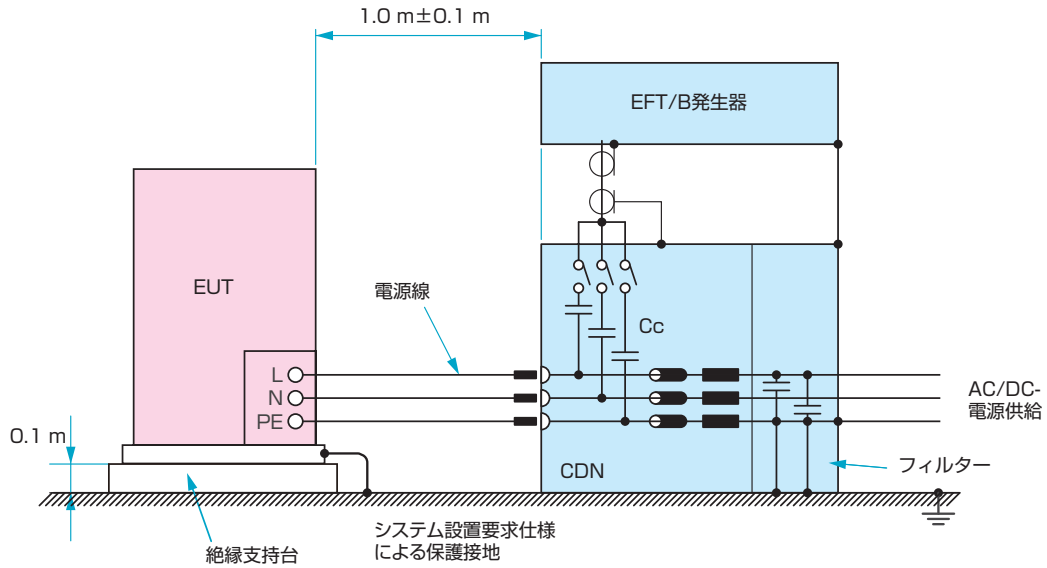
現地設置での試験は、実際の現場に最終据え付けを行われた状態で試験を行います。

##### 3.1.1 電源ポートへの試験方法

下図はノイズ研究所の EFT/B 試験器、FNS-AX4 シリーズと試験環境用備品を使用した、試験設置例です。

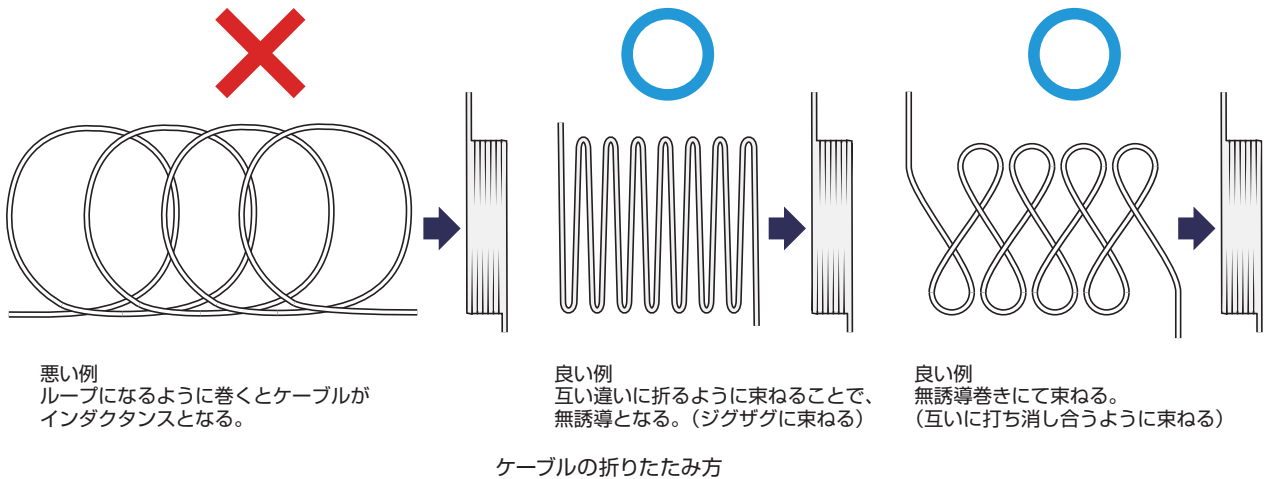


卓上機器に対する AC 電源線および保護接地端子の試験の例



床置装置に対する AC/DC 電源線および保護接地端子の試験例

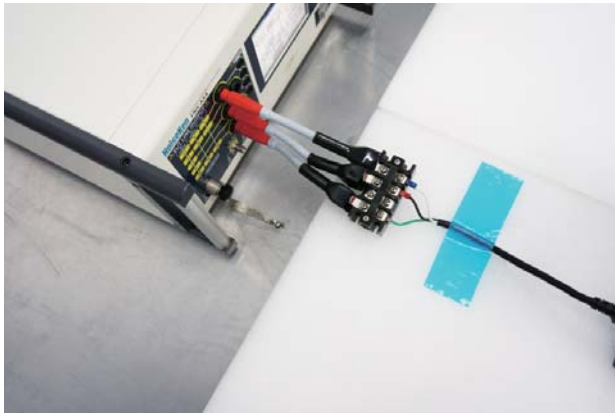
- EFT/B 発生器および CDN は基準グラウンド面上に直接配置し、発生器の基準グラウンドを、試験基準グラウンド面に接続します。
- EUT は、高さ  $0.1\text{ m} \pm 0.01\text{ m}$  の絶縁支持台を基準グラウンド面上に用意し、その上に配置して下さい。
- EUT は基準グラウンド面の端から  $0.1\text{ m}$  以上内側に配置します。
- 電源線の CDN と EUT との距離は、卓上型機器の場合は  $0.5\text{ m} (-0/+0.1\text{ [m]})$ 、床置型機器の場合は  $1\text{ m} \pm 0.1\text{ m}$  とします。
- 電源線を含む、EUT の全てのケーブルは、基準グラウンド面から高さ  $0.1\text{ m}$  の絶縁支持台上に配置します。EFT/B にさらされないケーブルは、被試験ケーブルから可能な限り離します。
- 電源線の長さが  $0.5\text{ m} (-0/+0.1\text{ [m]})$  もしくは  $1\text{ m} \pm 0.1\text{ m}$  を超え、かつ EUT から取り外せない場合は、折りたたんで絶縁支持台に固定します。



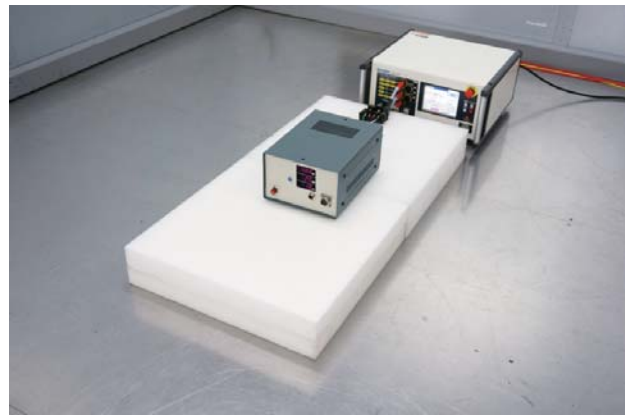
- 基準グラウンド面を除き、EUT の周囲  $0.5\text{ m}$  以内に導電構造物 (壁やその他の機器) があってはいけません。

また、例えば  $100\text{ A}$  を超える AC 電源電流などで、適切な CDN が用意できない場合は以下の方法で試験を実施します。

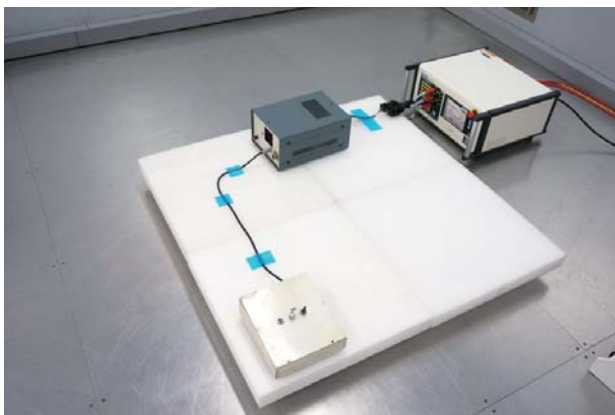
- $33 \pm 6.6\text{ nF}$  のコンデンサを使用し直接注入にて印加させる
- 直接注入ができない場合は、カップリングクランプ (容量性結合クランプ) を使用する。



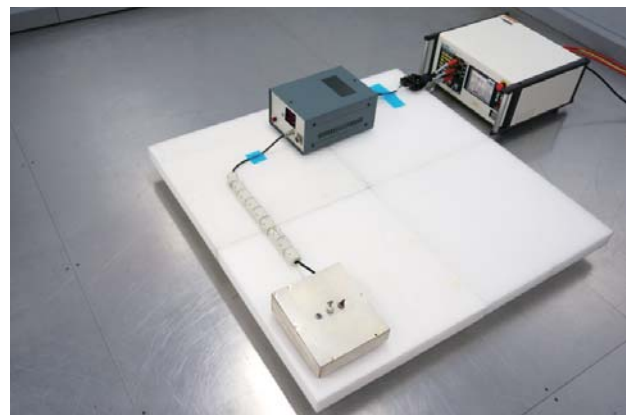
AC/DC 電源線の試験例 -1



AC/DC 電源線の試験例 -2



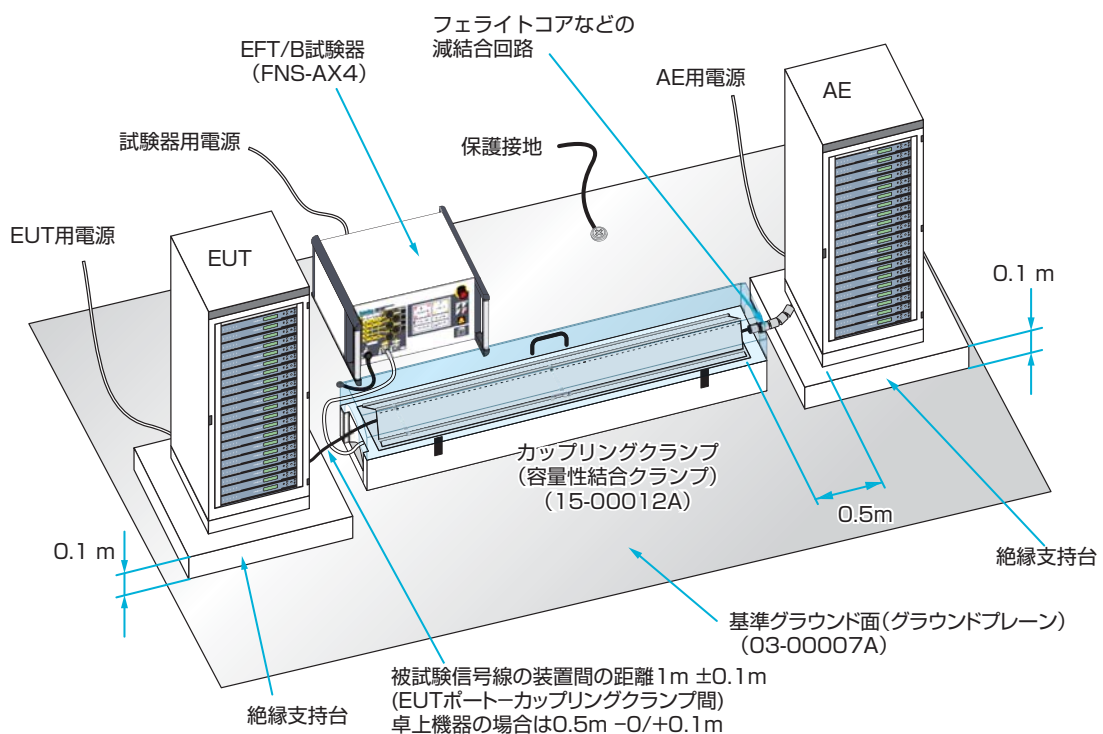
AC/DC 電源線の試験例  
AE 側保護ナシ



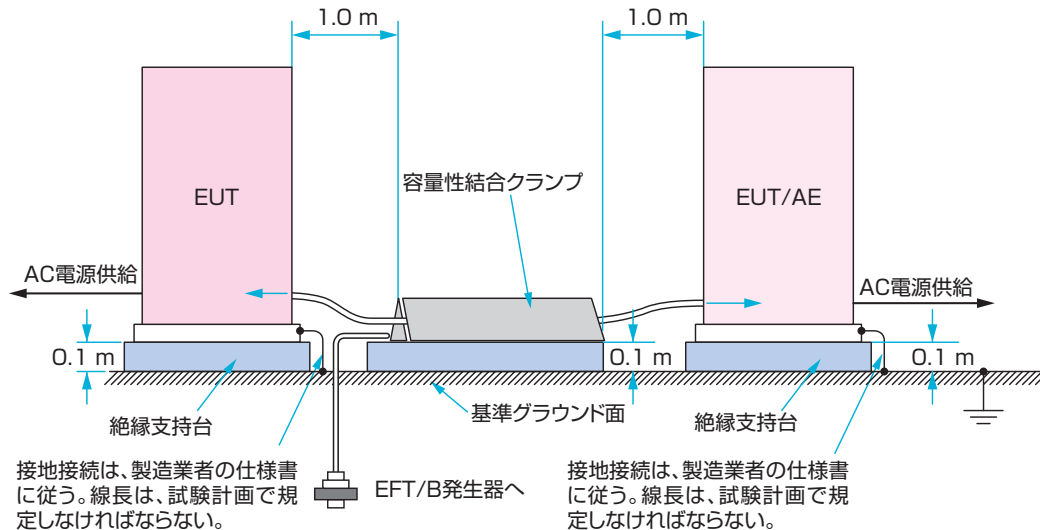
AC/DC 電源線の試験例  
AE 側保護アリ (AE が誤動作する場合)

### 3.1.2 信号ポートへの試験方法

下図は EFT/B 試験器と容量性結合クランプおよび、試験環境用備品を使用した、試験設置例です。







床置装置に対する信号線への試験例

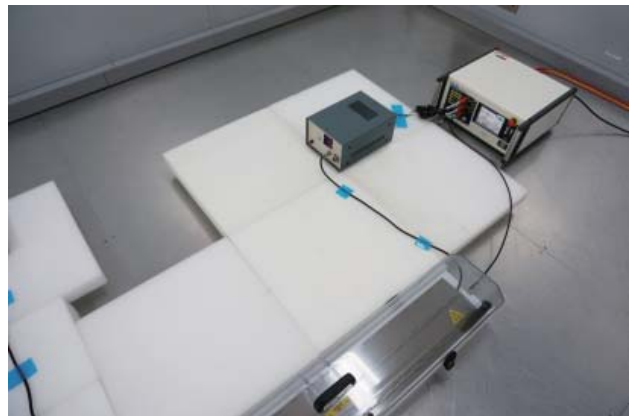
信号ポートへの試験では、容量性クランプを用いて試験を行うため、ノイズの方向性が無くAE側にもノイズが曝されます。このため、ひとつのEUTだけで試験をする場合は、AE側の容量性結合クランプとAEとの間にチョークコイルやフェライトコアなどの減結合回路を挿入します。

両方のEUTが同時に試験される場合は、EUTと容量性結合クランプとの距離は $1\text{ m} \pm 0.1\text{ m}$ とします。

- EFT/B発生器及び容量性結合クランプは、基準グラウンド面上に直接配置し、接続します。
- 結合クランプとEUTとの距離は、卓上型機器の場合は $0.5\text{ m} (-0/+0.1\text{ [m]})$ 、床置型機器の場合は $1\text{ m} \pm 0.1\text{ m}$ とします。(AEと結合クランプ間の長さは $0.5\text{ m}$ )
- 試験対象の2つの機器間のポートを含め、相互接続ケーブル長により試験が不可能でない限り、全てのEUTポートに試験します。
- 基準グラウンド面を除き、結合クランプの周囲 $0.5\text{ m}$ 以内に導電構造物(壁やその他の機器)があってははいけません。



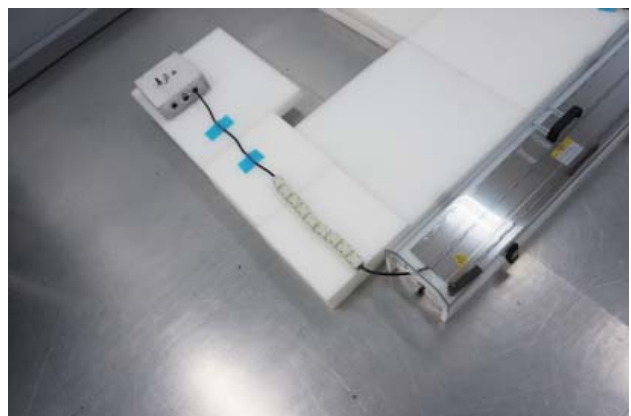
信号ポートへの試験例 -1



信号ポートへの試験例 -2



信号ポートへの試験例 -3



信号ポートへの試験例 -4

### 3.1.3 特殊なポートへの試験方法

保護接地や DC 電源駆動で電源線と信号線が複合線で EUT より引き出されている場合は以下のように試験を行います。

#### (1) 接地端子に試験を行う場合

PE のように接地が要求されているアースは、電源と同様に CDN を使用して試験を行います。電源線と一緒に敷設された接地ケーブル以外に、EUT に FG 端子などの接地端子がある場合は製造者の設置仕様に従い基準グラウンドに接続します。線長等は記録しておく必要があります。

また、CDN が使用できない場合は、 $33 \pm 6.6\text{nF}$  の結合コンデンサを介して保護接地 (PE) 接続に印加する。

#### (2) 複合ケーブルに試験を行う場合

DC 電源駆動で小型のセンサー等のように製品から電源線と信号線が複合ケーブルで引き出され、分離できない場合は、容量性結合クランプを用いて電源ケーブルと信号線を一括で試験を行います。

### 3.1.4 現地試験の試験方法

現地試験は製造業者と顧客との間で合意がある場合に適用します。

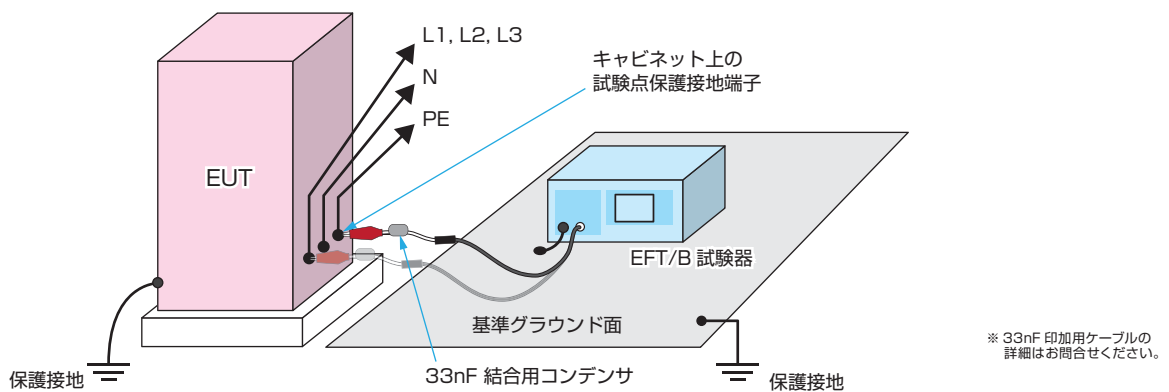
試験は、最終据付け状態で CDN を使用しないで実施します。

#### (1) 電源ポートおよび接地ポートへ試験を行う場合

試験は基準グラウンド面と AC/DC の各電源端子、および EUT 筐体上の保護接地端子との間に同時に印加します。

基準グラウンド面は EUT の近くに設置し、電源で保護接地と接続します。

EFT/B 試験器は基準グラウンド面上に配置し、同軸ケーブルで結合コンデンサ ( $33 \pm 6.6\text{nF}$ ) を介して接続し、結合コンデンサから EUT 上のポートまではできるだけ短くします。また、同軸ケーブルのシールドはコンデンサ端子とは接続しません。



床置き型固定 EUT に対する AC/DC 電力ポートおよび保護接地端子への現地試験の例

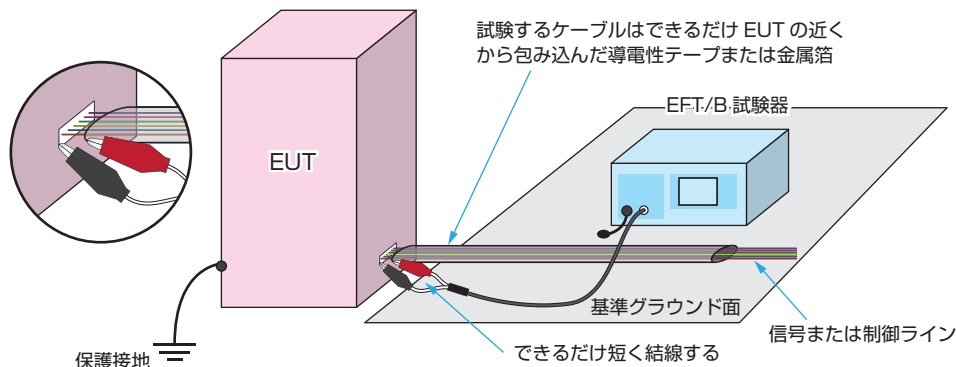
#### (2) 信号ポートおよび制御ポートへの試験を行う場合

試験を行う際には、カップリングクランプ (容量性結合クランプ) の使用が最優先です。

ただし、配線上の理由などでクランプを使用できない場合は、試験をするラインを包むテープや導電性箔に置き換えます。

また、代替方法としてクランプやラインを包むテープや導電性箔の代わりにコンデンサ ( $100 \pm 20\text{nF}$ ) を介して EFT/B 試験器をラインの端子に直接結合します。

※ 100nF 印加用ケーブルの詳細はお問合せください。



容量性結合クランプを使用しない場合の信号線および制御ポートでの現地試験の例



## 3.2 試験の実施

EUT は動作している状態にセットアップします。

各動作モードでそれぞれ試験を行う必要があるため、AE(外部機器・補助機器等)を接続します。

AEの電源も接続します。

(機能上必要なもの、例えばキーボード等はセットした状態にします。)

オプション・AE等の電源は、商用電源を利用可能です。

EUTが有する全ての標準的動作モードを実行するように、テストプログラムやソフトウェアを選定する必要があります。EUTの動作モードが、試験により広範囲を実行している事を証明できる場合には、特別に作成したソフトウェアを利用する事もできます。

## 3.3 試験手順

EFT/B試験とは、開閉器、接点等が作動したときに発生する異常電圧を想定した試験です。開閉器、接点等が作動したときに発生する異常電圧は以下の二つの経路でEUTに影響を与えます。

### (1) 電源ケーブルを介しEUTに直接影響を与える場合

開閉器、接点等が作動したときに発生する異常電圧が導体(電源ケーブル)内を伝達してEUTに入力し、誤動作等の影響を与える場合。

### (2) 電源ケーブルに併走された入出力ケーブルにより、EUTに影響を与える場合など

開閉器、接点等が作動したときに発生する異常電圧が導体(電源ケーブル)内を伝達し、電磁誘導により、それと平行に敷設された入出力ケーブルに起電力が生じることで、EUTに誤動作等の影響を与える場合。この為、EFT/B試験では電源ポートと信号ポートに印加する試験の二つの試験があります。(1)の場合はCDNを用いてEFT/Bを直接電源線に印加する試験となり、(2)の場合は容量性結合クランプを使用して試験を行います。

手順書では、上記(1)を電源ポートに対する試験として"3.1.1 電源ポートへの試験方法"および"3.3.1 電源ポートに試験を行う場合"に、上記(2)を信号ポートに対する試験として"3.1.2 信号ポートへの試験方法"および"3.3.2 信号ポートに試験を行う場合"に記載してあります。

又、接地ポートや、信号ケーブルと電源ケーブルが同一のケーブルを使用するようなセンサー等の特殊な場合も想定しており"3.3.3 特殊なポートに試験を行う場合"に記載してあります

以上を参考に、どの試験を適用するかを適切に判断して下さい。

尚、規格の認証取得を目的とする場合は、すべての電源ポート、信号ポートに対して試験が行わなければなりません。

また、EFT/B試験を行う場合には、信号ポートに印加を行った後で電源ポートに印加を行います。これは、最初に電源ポートに印加を行うとEUTが破壊される可能性があるためです。

本手順書では、設置後試験については特に触れていません。行う場合は規格を参照し試験を行って下さい。

### 3.3.1 電源ポートに試験を行う場合

開閉器、接点等が作動したときに発生する異常電圧が導体(電源ケーブル)内を伝達してEUTに入力し、誤動作等の影響を与える場合を想定した試験です。基本的には、電源線と基準グラウンド面の間へEFT/Bを印加する試験です。

CDNを使用して試験を行います。

- CDNの配置やその他の配線等は"3.1.1 電源ポートへの試験方法"を参照して下さい。
- 電源ポートへは、基準グラウンド面を基準として、電源線の各相に同時に印加します。
- 試験レベルについては、"5.1 IEC 61000-4-4 規格の試験レベル"、および、対応する製品の製品規格、製品群規格もしくは、共通規格を参照して下さい。

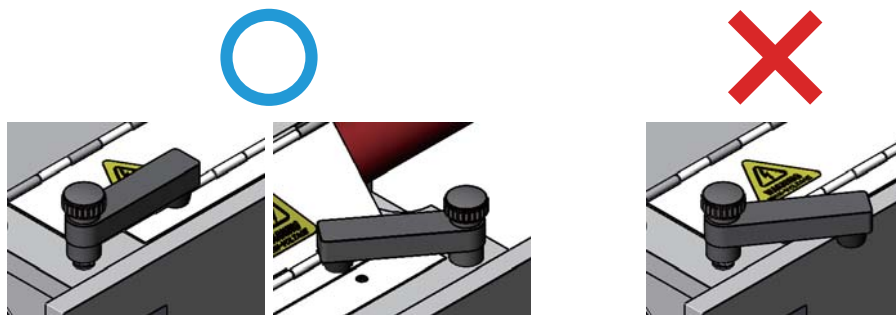
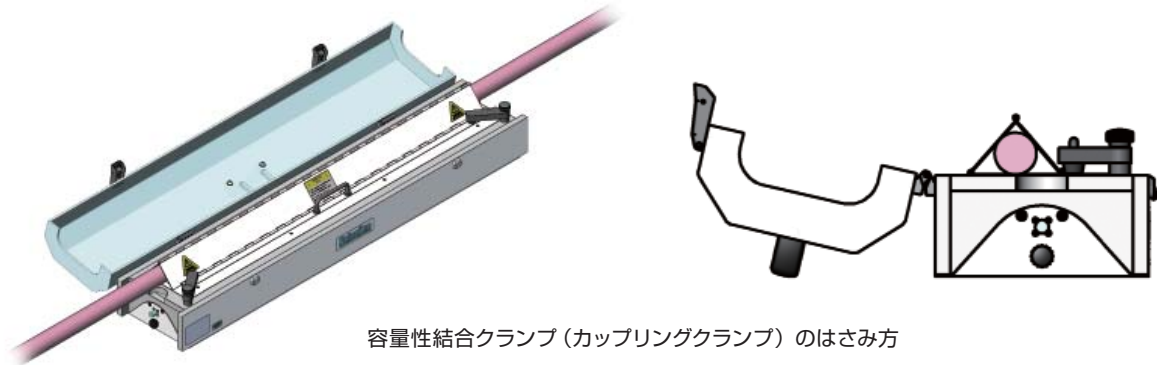
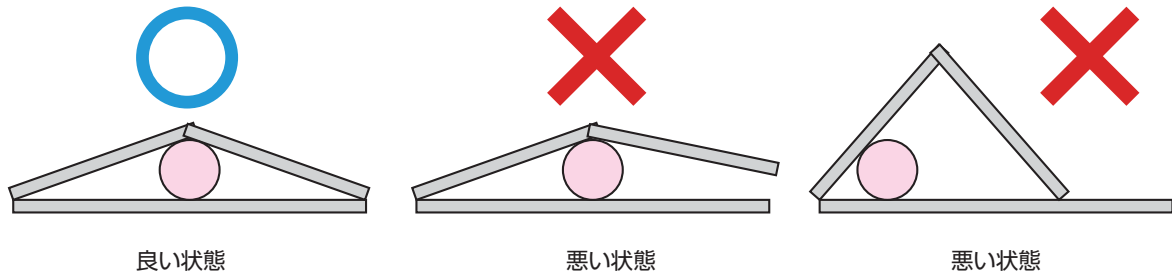
### 3.3.2 信号ポートに試験を行う場合

電源線に平行に敷設されているような信号線には、電源線を通る電流による電磁誘導の影響があります。電源線の開閉器、接点等が作動したときに発生する異常電圧が発生した場合、電位差による電磁誘導が生じ、信号線に誘導されたノイズが混入し、EUTが誤動作等の影響を受ける事を想定した試験です。このため3m以内の短い信号線(キーボードやマウスのケーブル)は試験対象となりません。

- 容量性結合クランプを利用して試験を行います。
- 容量性結合クランプの配置やその他の接続等は"3.1.2 信号ポートへの試験方法"を参照してください。
- 信号ポートが複数ある場合、全てのポートの特性を1つのポートが代表していると判断できる場合は、1つのポートを試験するだけでかまいません。(例えばHUBに100BASE-Tポートが8ポートあるような場合です。)

ケーブルを容量性結合クランプにはさむ場合は、ケーブルと容量性結合クランプの結合容量が最大となるよう、全ての面がケーブルに接触する様にはさみます。

- 試験レベルについては、"5.1 IEC 61000-4-4 規格の試験レベル"、および、対応する製品の製品規格、製品群規格もしくは、共通規格を参照して下さい。



【良い状態】  
クランパーを結合板の位置に合わせて  
固定してください。

【悪い状態】  
クランパーを使用せず、結合板にケー  
ブルは挟んだだけの状態。

容量性結合クランプ (カップリングクランプ) の結合板の固定方法

### 3.3.3 現地試験で試験を行う場合

#### (1) 電源ポートおよび接地ポートへの試験

試験の配置や配線等は "3.1.4 現地試験の試験方法 (1) 電源ポートおよび接地ポートへ試験を行う場合" を参照して下さい。

- 電源ポートへは、基準グラウンド面を基準として、電源線の各相に直接注入にて印加をします。
- 接地ポートへは、基準グラウンド面を基準として、EUT 筐体上の保護接地端子との間に直接注入にて印加をします。
- 試験レベルについては、"5.1 IEC 61000-4-4 規格の 試験レベル"、および、対応する製品の製品規格、製品群規格もしくは、共通規格を参照して下さい。

#### (2) 信号ポートおよび制御ポートへの試験を行う場合

試験の配置や配線等は "3.1.4 現地試験の試験方法 (2) 信号ポートおよび制御ポートへ試験を行う場合" を参照して下さい。

- 容量性結合クランプを利用して試験を行います。
- 信号ポートが複数ある場合、全てのポートの特性を1つのポートが代表していると判断できる場合は、1つのポートを試験するだけでかまいません。(例えば HUB に 100BASE-T ポートが 8 ポートあるような場合です。)
  - ケーブルを容量性結合クランプにはさむ場合は、ケーブルと容量性結合クランプの結合容量が最大となるよう、全ての面がケーブルに接触する様にはさみます。
- 容量性結合クランプを利用できない場合は、試験をするラインを包むテープや導電性箔に置き換えて試験を行います。
- 代替えとして、電性箔の代わりにコンデンサ(100 ±20nF)を介して EFT/B 試験器をラインの端子に結合して試験を行えますが、この方法は試験結果が箔結合と異なる事が多いです。
- 試験レベルについては、"5.1 IEC 61000-4-4 規格の 試験レベル"、および、対応する製品の製品規格、製品群規格もしくは、共通規格を参照して下さい。

## 4 試験結果のまとめ編

### 4.1 試験報告書に必要な情報

試験した結果を纏める上で基本となるのは、実施した試験を同じ条件で再び試験できる事です。これは、その試験を実施した人以外の人が、次に同じ条件で試験を行う事ができる、即ち、試験に定量性を持たせると言う事です。その為に、必要となる情報は記録しなければなりません。

認証機関により規格認定を受ける場合には最低限、以下の情報が必要です。(以下の項目は、ISO/IEC17025を参考にして記述してあります。)

その為、製品の独自の評価を行う場合には、不要であると考えられるものもあります。

また、“5.4 記述例”として株式会社ノイズ研究所のフォーマットを添付しますので参考にしてください。

#### 4.1.1 試験報告書の管理

##### (1) 報告書の管理と種類

試験結果を纏めた報告書には管理番号を付け管理します。

報告書のフォーマットは種々あると思いますが、作成後の改ざん防止の為に、報告書全体の総ページ数、及び各ページに番号を付けるようにします。(“5.4 記述例”を参考にしてください。)

##### (2) 顧客の名称及び住所

試験サイトのように自社以外の試験を請け負うような場合には必要です。

##### (3) 試験に対する責任の明確化

試験報告書に対する技術責任を負う者の署名及び役職、あるいは同等の記号(サイン又は印)、及び発効日を明確に記載する必要があります。

#### 4.1.2 試験環境

##### (1) 試験の実施日

IEC 61000-4-4 に準じた試験を実施した日を記載します。

##### (2) 試験場所の記載

公共の試験サイトやその他の試験サイト等を利用した場合、その試験サイト名称及び所在地を記載する必要があります。試験を行った建物や部屋についても記載します。社内環境で試験を実施した場合も同様に、試験を実施した部屋等の場所を記録しておきます。

##### (3) 温度や湿度等の環境

試験を実施したときの温度、湿度、気圧、電磁環境等の試験室内の状態を記載します。

#### 4.1.3 EUT・試験装置

##### (1) EUTの名称及び特定

EUTの一般的な名称及び装置名を記載します。ここでいう一般的な名称とは“ラジオ”、“テレビ”、“洗濯機”のようにEUTがどのような機能を有する装置なのかを判断できる名称を意味します。又、装置名はEUTの型式や名前、即ち“PCA-XXI”のような型式名や“iPad”、“バイオ”のようにEUTについた名前や愛称を意味します。

抜き取りにより試験を行っている場合等は、試験に使ったEUTを特定する為に製造番号等の記載も必要です。また、EUTを選定した理由や方法についても記載します。

##### (2) 試験機器の識別記号

試験機器の装置名や製造番号等の記録。(校正期限の記入)。

#### 4.1.4 試験方法・試験結果

##### (1) 試験方法

規格認定の為に試験では特に記載する必要はありませんが、EUTの評価の為に特殊な試験を行った場合等、IEC 61000-4-4に準じていない試験を実施したときは、その理由と方法を具体的に記載します。

##### (2) 試験結果の記載

試験報告書には評価レベルによる判定結果を記載をしなければなりません。

また、軽度の品質の低下が生じた場合は、試験による影響を記載しなければなりません。

以下に、評価レベルによる判定について記載します。

(a) 試験評価レベルの記載

IEC 61000-4-4 に準じた EFT/B 試験を行い、レベルによる判定をするには、IEC 61000-4-4 による評価レベルと、共通規格・製品群規格による評価レベル判定の 2 つがあります。

下記の評価レベルに対して、EUT 独自の具体的な動作条件と、機能的仕様の劣化や損失を予め定義しておきます。

(i) IEC 61000-4-4 による評価レベル

IEC 61000-4-4 では、適応する規格や製品の仕様で判定基準が示されていない限り EUT の動作条件と機能的仕様によって試験結果の判定基準は 4 段階に分類されます。以下の 4 段階を参考にして、独自に基準を設定して下さい。

- A) 仕様の許容値内の正常な動作
- B) 自己回復可能な機能又は動作の一時的な低下又は損失の発生
- C) 人間の操作又はシステムをリセットする必要がある機能又は動作の一時的な低下若しくは損失の発生
- D) 装置(部品)又はソフトウェアの損傷、又はデータの消失による回復不可能な機能の低下又は損失の発生

(ii) 共通規格・製品群規格による評価レベル

参考として共通規格である EN61000-6-1,2 と製品群規格である EN55024 の一般判定基準、及び製品群規格の個別判定基準である EN55024 記憶装置を規格解説・資料編の“5.3 判定基準”に記載します。

(b) 試験による影響の記載・逸脱事項

軽度の品質の低下が生じた場合はどのような現象が生じたのかを記載しなければなりません。(再試験を行う場合、トラブルが生じないようにする為、記載しておいたほうが良いでしょう。)

また、試験規定からの逸脱事項、例えば、静電気放電により EUT が破壊される事が予想される為、試験対象箇所から除外した場合等は、その理由を記載します。

#### 4.1.5 その他

(1) 補足事項

試験結果を表やグラフを用いて記載する他に、システムの構成や AE を使用する場合の配置図等を記録・記載しておきます。

## 5 規格・参考資料編

### 5.1 IEC 61000-4-4 規格の試験レベル

#### 試験レベル

レベル	開回路出力試験電圧			
	電源ポート、保護接地ポート		信号ポート	
	ピーク電圧 kV	繰返し周波数 kHz	ピーク電圧 kV	繰返し周波数 kHz
1	0.5	5又は100	0.25	5又は100
2	1	5又は100	0.5	5又は100
3	2	5又は100	1	5又は100
4	4	5又は100	2	5又は100
X	特殊	特殊	特殊	特殊

注：“X”は、この表で示した電圧値以外のレベルです。レベルは装置仕様書に規定します。

これらの開回路出力電圧は、EFT/B（電氣的ファスト・トランジェント/バースト）発生器に表示される値です。

### 5.2 バースト規格制定の経緯

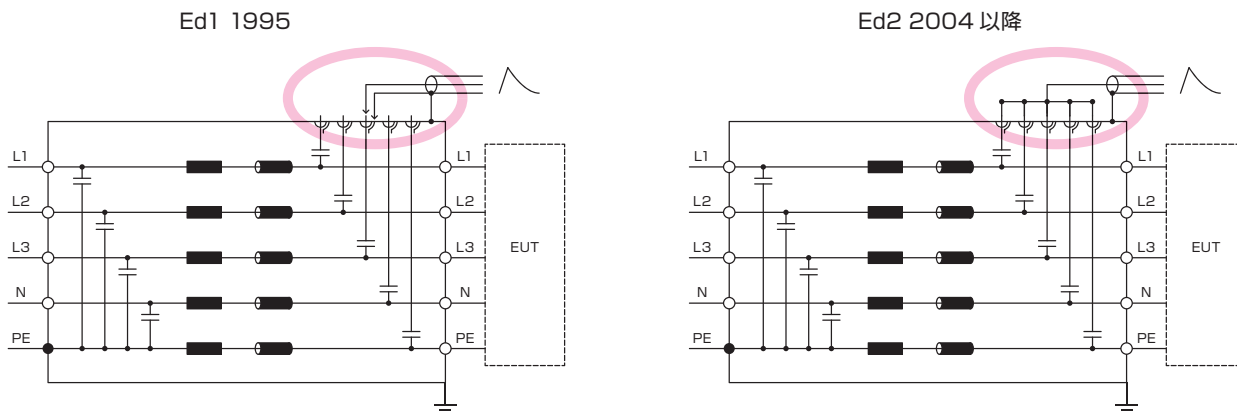
IEC 61000-4-4 規格は、当初 IEC TC65（工業プロセス制御）で IEC 801-4 として 1988 年に初版が発行されました。これを全電子機器に適用する目的で 1995 年 1 月に IEC 1000-4-4 が発行されました。1997 年 1 月 1 日から ISO と IEC で番号が重ならないように 60000 を加算して IEC 61000-4-4 と呼称することになりました。

First Edition : 1995/01  
 Amendment 1 : 2000/11  
 Amendment 2 : 2001/07  
 Second Edition : 2004/07  
 Corrigendum 1 : 2006/08  
 Corrigendum 2 : 2007/06  
 Amendment 1 : 2010/01  
 Edition 3.0 : 2012/04

#### ■ EFT/B IEC 61000-4-4 規格 CDN 校正の推移

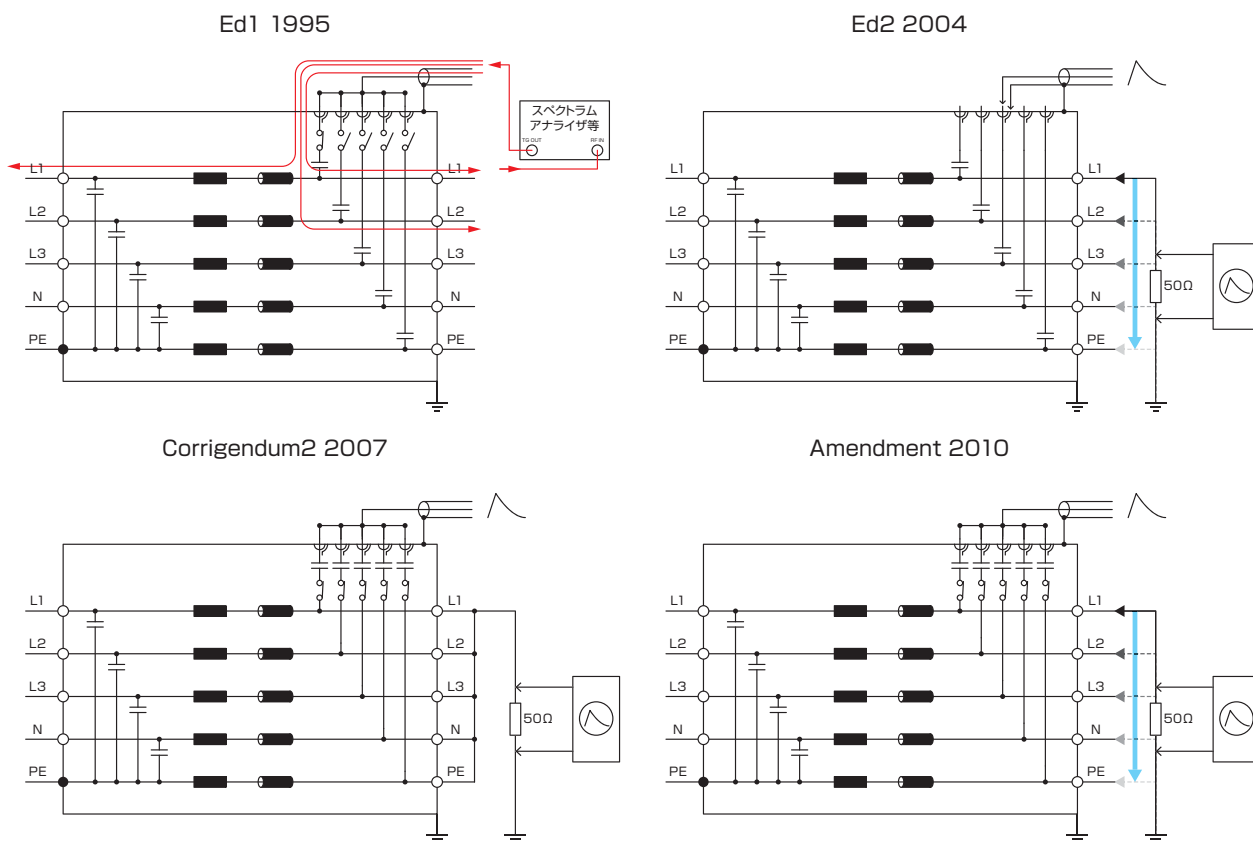
版	First Edition	Second Edition	Second Edition Corrigendum 2	Second Edition Amendment 1	Edition 3.0
発行年	1995/01	2004/07	2007/06	2010/01	2012/04
電源線印加	単線毎	全線	全線	全線	全線 / (単線)
CDN 校正	結合	単線毎	全線	全線	全線
	測定	単線毎	単線毎	全線出力接続	単線毎
備考	校正は周波数特性、結合特性等の静特性測定。試験時と校正時の結合が同じ	試験時と校正時の結合が異なる。規格書の表記が曖昧	結合回路の不具合が校正時に検証できない。ピーク電圧が低下する。	校正時にパルスエネルギーが分散し、立ち上がり時間の鈍化、ピークの低下が起る。	CDN 校正は Amendment 1 に従う

#### ■ 試験時の CDN 接続





■ 校正時の CDN 接続



### 5.3 判定基準

IEC 61000-4-4 に準じて試験を行った場合、試験結果をレベル判定しなければなりません、その判定レベルは、取得しようとしている規格により異なります。

例として共通規格 EN 61000-6-1、EN 61000-6-2、情報技術装置の製品群規格 EN 55024:2010 の記憶装置の場合を掲載します。

#### (1) EN 61000-6-1、EN 61000-6-2

##### ○ 性能判定基準 A

供試装置 (EUT) は、試験を開始してから終了後まで、一貫して意図したとおりに動作しなくてはなりません。EUT を意図したとおりに使用している状態では、性能レベルの低下もしくは機能の損失によって製造業者の規定した性能レベルを下回ってはいけません。性能レベルのかわりに、許容性能損失を規定しても許されます。

製造業者が最低性能レベルまたは許容性能損失を設定していない場合、どちらかを製品説明書や文書から設定してもよく、あるいは意図したとおりに使用している状態であれば、ユーザーが EUT に対して期待する妥当性のあるレベルから設定してもよい事とします。

##### ○ 性能判定基準 B

試験の終了後も、EUT は一貫して意図したとおりに動作しなくてはなりません。EUT を意図したとおりに使用している状態では、性能レベルの低下もしくは機能の損失によって製造業者の規定した性能レベルを下回ってはいけません。

性能レベルのかわりに、許容性能損失を規定しても許されます。ただし、試験中であれば性能が低下する事は問題としません。実際の動作状態または保存したデータに変化が起こる事は許されません。製造業者が最低性能レベルまたは許容性能損失を設定していない場合、どちらかを製品説明書や文書から設定してもよく、あるいは意図したとおりに使用している状態であれば、ユーザーが EUT に対して期待する妥当性のあるレベルから設定してもよい事とします。

##### ○ 性能判定基準 C

一時的な機能の損失があっても許されます。その場合、機能が自己回復できる、もしくは制御装置の操作によって回復できる事が条件です。試験の終了後、EUT は一切のオペレーションなしで、一貫して意図したとおりに動作しなくてはなりません。EUT を意図したとおりに使用している状態では、試験を行った後に性能が劣化したり、機能が失われたりして、製造業者の規定した性能レベルを下回ってはいけません。性能レベルは、性能の許容損失に置き換えても問題ありません。

試験中の性能の劣化は問題ありませんが、試験後に動作状態または保存したデータに変化が起こる事は許されません。製造業者が最低性能レベル（または許容性能損失）を設定していない場合、どちらかを製品説明書や文書から設定してもよく、あるいは意図したとおりに使用している状態であれば、ユーザーが EUT に対して期待する妥当性のあるレベルから設定してもよい事とします。

## (2) EN55024

### ○ 性能判定基準 A

供試装置 (EUT) は、試験を開始してから終了まで、オペレーションを行わない状態で、一貫して意図したとおりに動作しなくてはなりません。

EUT を意図したとおりに使用している状態では、性能が劣化したり、機能が失われたりして、製造業者の規定した最低限の性能レベルを下回ってはなりません。

性能レベルは、性能の許容損失に置き換えても問題ありません。

製造業者が最低性能レベルまたは許容性能祖運質を設定していない場合、どちらかを製品説明書や文章から設定してもよく、あるいは意図したとおりに使用している状態ではあれば、ユーザーが EUT に対して期待する妥当性のあるレベルから設定してもよい事とします。

### ○ 性能判定基準 B

試験の終了後、EUT は一切のオペレーションなしで、一貫して意図したとおりに動作しなくてはなりません。EUT を意図したとおりに使用している状態では、試験を行った後に性能が劣化したり、機能が失われたりして、製造業者の規定した性能レベルを下回ってはなりません。性能レベルは、性能の許容損失に置き換えても問題ありません。

試験中の性能の劣化は問題ありませんが、試験後に動作状態または保存したデータに変化が起こる事は許されません。

製造業者が最低性能レベル（または許容性能損失）を設定していない場合、どちらかを製品説明書や文書から設定してもよく、あるいは意図したとおりに使用している状態であれば、ユーザーが EUT に対して期待する妥当性のあるレベルから設定してもよい事とします。

### ○ 性能判定基準 C

自己回復機能がある、もしくはユーザーが製造業者の指示のとおり制御装置を操作して機能が回復できれば、または EUT へ電力を循環させて機能を回復させることができれば、試験中および試験後に、一時的な機能の損失があっても許されます。

### 【各規格の試験適用について】

IEC61000-4-4 の試験法を引用している規格はたくさんありますが、各規格により試験波形及び試験レベルが異なっている場合がありますので注意して下さい。



## 5.4 記述例

株式会社ノイズ研究所の記述例を以下に示します。

<b>NoiseKen</b>	
<h1><u>TEST REPORT</u></h1>	
ELECTRICAL FAST TRANSIENT/BURST	
Immunity test on the XXXXXXXXXXXXX CO.,LTD.	
NOTE PC	
Model:	MODEL001
Serial:	XXX
Rep.No. 20XX-00XX 1 of 10 pages	
Test date:	2014/04/15 2014/04/16
Issue date:	2014/04/17
Fumio Asada Laboratory Manager Test Lab Funabashi	
<b>NOISE LABORATORY CO.,LTD.</b>	
KANEHORICHO,FUNABASHI CITY,CIBA PREF,274-0054 JAPAN	
TEL: +81(0)47-457-2496 FAX: +81(0)47-457-2484	
The test results applies only to the tested sample and this report shall not be reproduced except in full without the written approval of the laboratory.	
FM-033-03	ORDER No. : SVLXXXXX

## Summary

**Type of test:** ELECTRICAL FAST TRANSIENT/BURST  
**Regulation(s):** EN 61000-6-2:2005  
**Test method(s):** IEC 61000-4-4:2012

### Test result:

**PASS**

**Test date:** 2014/04/15 2014/04/16  
**Client:** XXXXXXXXXXXXXXXX CO.,LTD  
**Address:** XXXXXXXXXXXX,XXXXXXXX,Chiba,Japan

**Tel:** +81 (0) X-XXXX-XXXX **Fax:** +81 (0) X-XXXX-XXXX  
MR.X.XXXXXXXXXXXXXX

**Type of instrument:** NOTE PC  
**Model:** MODEL001  
**Serial:** XXX  
**Power supply:** AC 230V (50Hz)  
**Phase:** Single phase

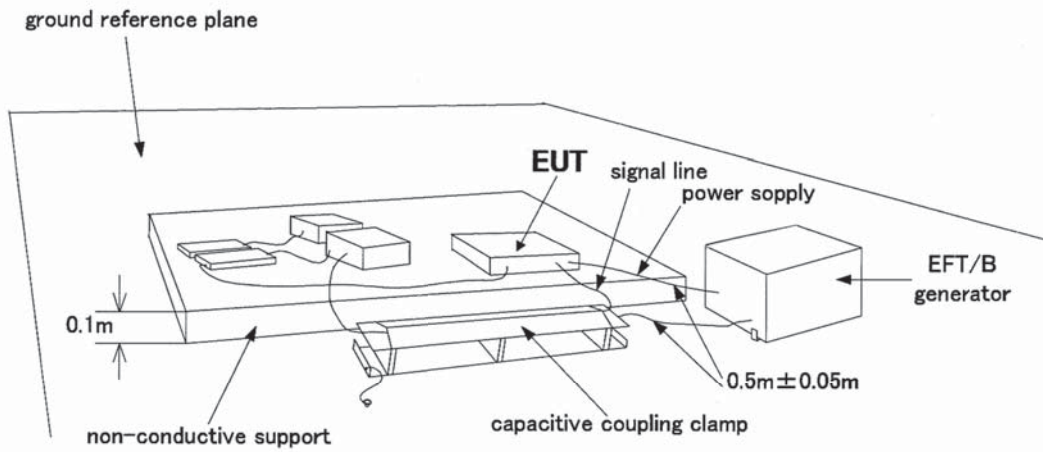
**Test place:** NOISE LABORATORY CO.,LTD. Test Lab Funabashi  
69,Kanehoricho,Funabashi-City,Chiba Pref,274-0054 Japan

**Noiseken engineer.** X.XXXXXXXXXXXXXX \_\_\_\_\_  
Chief Test Lab Funabashi

**Test equipment**

FAST TRNSIENT/BURST SIMULATOR	NOISE LABORATORY CO.,LTD	Model	FNS-AX3-B50
		Serial	FNS0730546
		Last cal.	2014/01/07
		Cal.int.	1 Year(s)
CAPACITIVE COUPLING CLAMP	NOISE LABORATORY CO.,LTD	Model	15-00009A

ELECTRICAL FAST TRANSIENT/BURST



Example of test set-up

***ELECTRICAL FAST TRANSIENT/BURST***

REP. No 20XX-00XX  
5 OF 10 PAGES

Description of EUT: NOTE PC  
Model: MODEL001  
Serial: XXX  
  
Regulation(s): EN 61000-6-2:2005  
Test method(s): IEC 61000-4-4:2012  
Type of EUT: Desk Top  
Operation mode: Normal

**• Test conditions.**

Temperature: 20 °C  
Humidity: 50 %  
Atmospheric pressure: 1004 hPa  
Injection Port: AC Power Line and Signal Port  
Test Time: 60 sec  
Polarity: + and -  
Insulating Support: 10 cm

**Other test conditions.**

Condition 1: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
Condition 2: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
Condition 3: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

A: The apparatus continues to operate as intended and within the manufacturer's performance requirements during and after the applied tests.

B: The apparatus continues to operate as intended after the test has been applied. No change of the actual operating state or stored data is allowed.

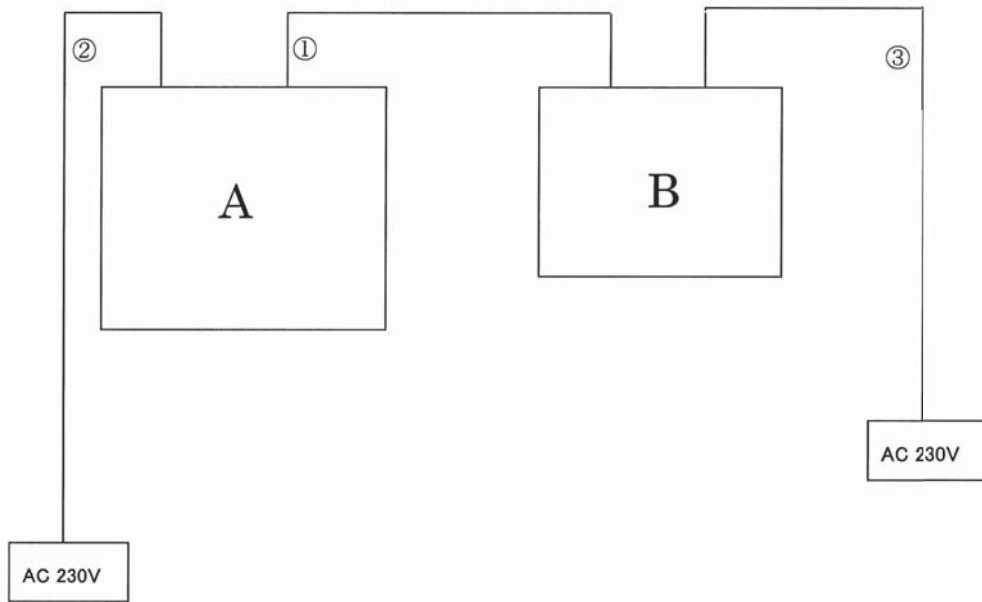
C: Temporary loss of function of the apparatus is allowed which is self recoverable or can be restored by operation of the controls.

REP. No 20XX-00XX  
7 OF 10 PAGES

Operation mode: <b>NORMAL</b>				
Level [kV]	AC 230 V L1,L2 and PE		PRINTER CABLE	
	+	-	+	-
1.0			A	A
2.0	A	A		



**System Configuration Diagram**



Equipment used

No.	Equipment	Brand	Model	Serial	Note
A	PERSONAL COMPUTER (EUT)	XXXXX	MODEL001	XXX	
B	PRINTER	XXXXXXX	MODEL010	YYY	

Cable used

No.	Cable Name	Length(m)	Shield	Note
1	PRINTER CABLE	3	Yes	
2	AC CABLE	3	No	
3	AC CABLE	3.5	No	

**Note**

NOTE1:XXXXXXXXXXXXXXXXXX  
NOTE2:XXXXXXXXXXXXXXXXXX  
NOTE3:XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Setup photo(s)



Setup view



Setup view

## 5.5 ファスト・トランジェント/バースト試験器 始業前点検の方法

### 5.5.1 始業前点検について

実際に試験を行う前に出力状況をチェックいただくことで、試験のミスを防ぎ円滑な信頼性評価を行っていただけることと思います。ここでは、国際規格 IEC61000-4-4 規格の内容を中心に、始業前の波形のチェック方法を記載します。

### 5.5.2 準備するもの

製品名	MODEL名	備考
EFT_B 試験器	FNS-AX3	
オシロスコープ	—	帯域 500MHz 以上
波形観測用 ATT	00-00017A	50 Ω 校正用 40dB
波形観測用 ATT	00-00018A	1k Ω 校正用 60dB
20dB ATT	—	高電圧測定時
同軸ケーブル	—	ATT-試験器間 (00-00017A/18A に添付)
CDN OUT 治具	02-00151A	EUT LINE OUTPUT 校正時

注意：使用するオシロスコープの帯域によっても測定値（波高値・時間）が異なります。

### 5.5.3 接続の方法

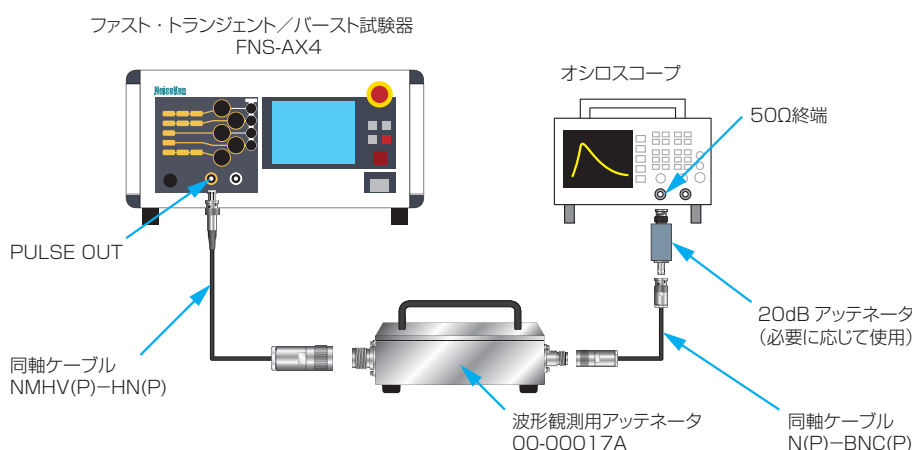
試験器と測定器との接続は、下記のようになります。

#### ■ 50 Ω 負荷での波形確認（波形観測用アッテネータ 00-00017A を使用した場合）

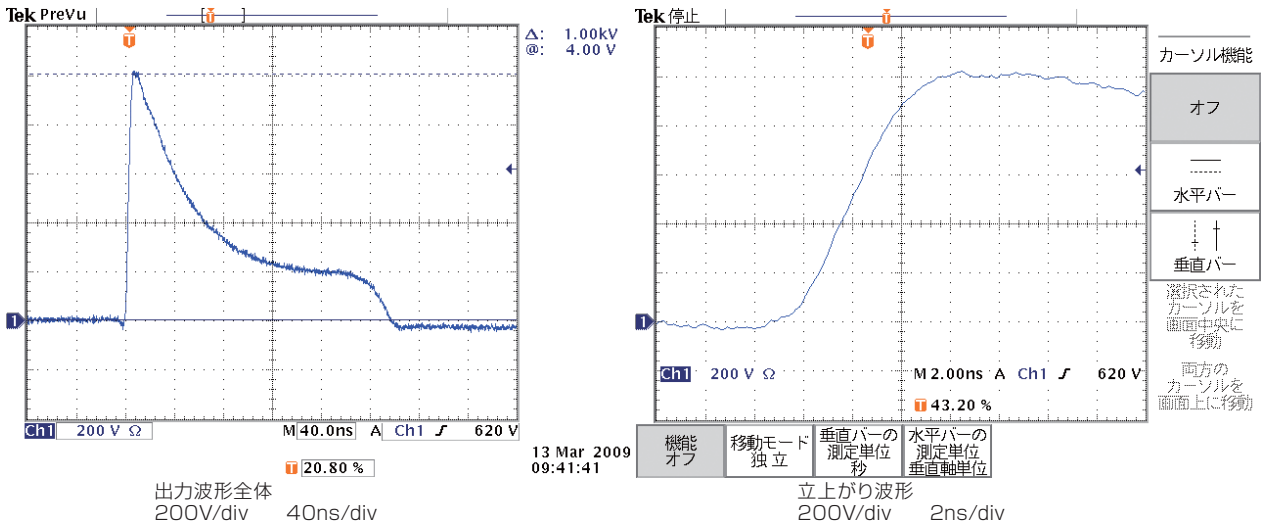
- ① 波形観測用アッテネータ 00-00017A に添付している同軸ケーブル (HN(P)-NMHV(P)) で、本試験器の PULSE OUT と 00-00017A の入力コネクタを接続します。00-00017A の出力コネクタと添付している同軸ケーブル (N(P)-BNC(P)) をオシロスコープの入力に接続しますが、必要に応じてこの間にアッテネータを挿入して下さい。
- ② 00-00017A の出力インピーダンスは 50 Ω なので、オシロスコープの入力は 50 Ω 終端に設定します。
- ③ 本試験器を START します。

《参考》必要に応じてアッテネータを挿入する理由

試験器のインピーダンスは 50 Ω です。00-00017A の負荷抵抗も 50 Ω となっているため、設定電圧を 4,000V に設定した場合は  $4000 \times (50 \Omega / 50 \Omega + 50 \Omega) = 2000V$  の出力が確認でき、00-00017A により減衰された電圧 20V がオシロへ入力されます。オシロスコープによっては、50 Ω 終端で測定する場合に 20V 入力ができないものが多いため 20dB アッテネータを挿入し、さらに減衰する必要があります。（この場合は、減衰比 10:1 により 20V → 2V 入力となります。）

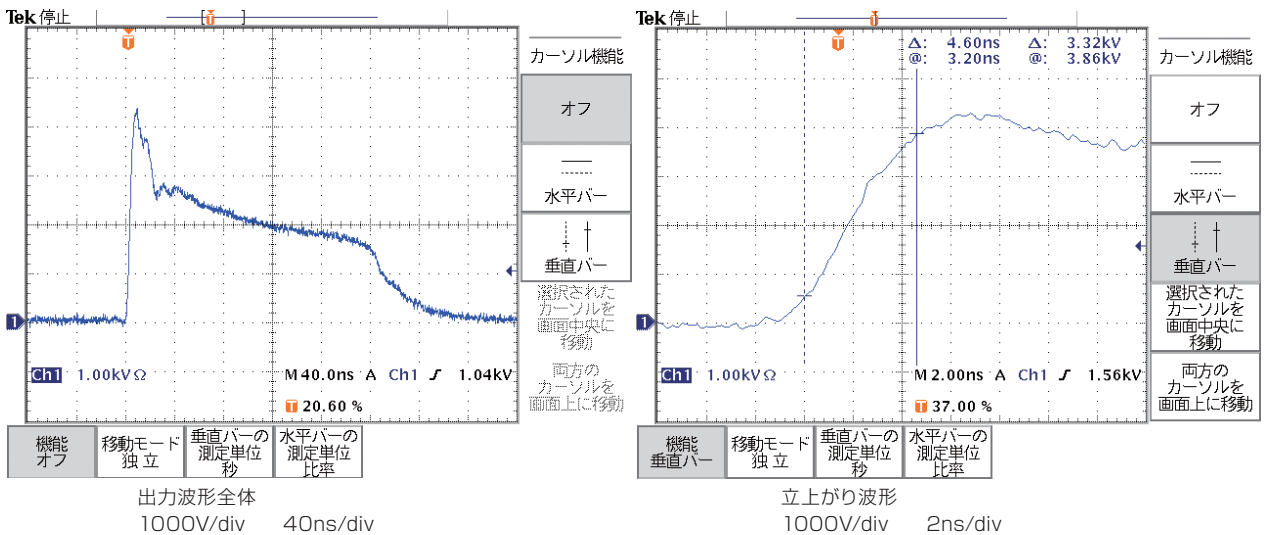
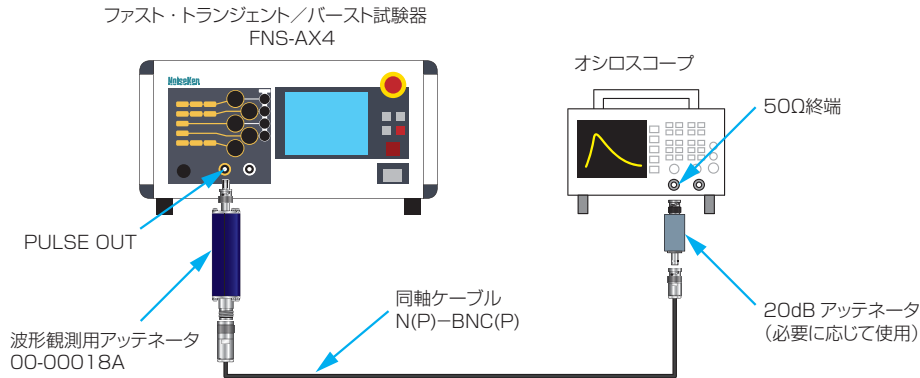


波形観測用アッテネータ MODEL: 00-00017A



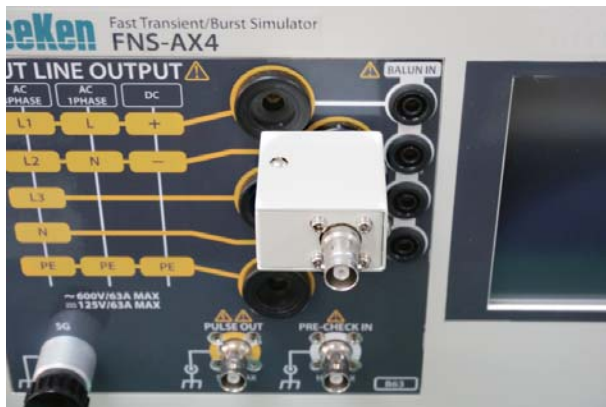
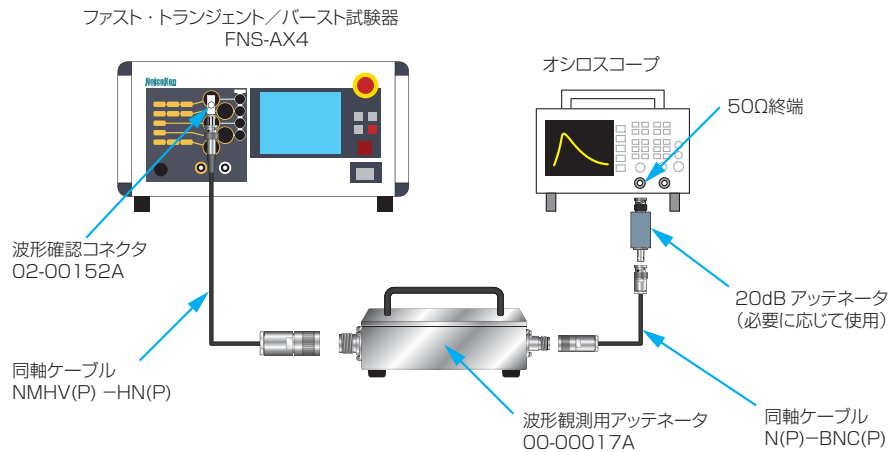
■ 1k Ω 負荷での波形確認 (波形観測用アッテネータ 00-00018A を使用した場合)

- ① 波形観測用アッテネータ 00-00018A の入力側コネクタを本試験器の PULSE OUT コネクタに直接接続します。  
00-00018A の出力側は、添付されている同軸ケーブル (N(P)-BNCP)) でオシロスコープに接続しますが、必要に応じてこの間にアッテネータを挿入して下さい。
- ② 00-00018A の出力インピーダンスは 50 Ω なので、オシロスコープの入力は 50 Ω 終端に設定します。
- ③ 本試験器を START します。

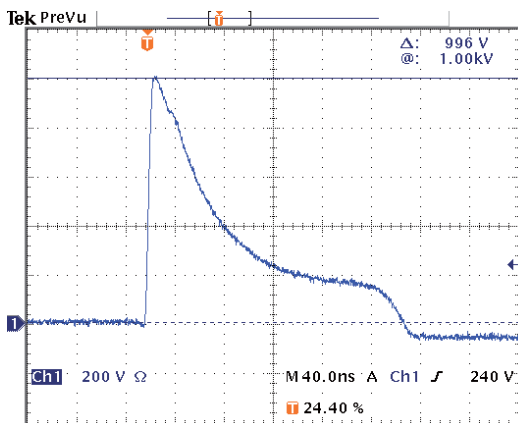


■ EUT LINE OUTPUT での波形確認 (波形観測用アッテネータ 00-00017A を使用した場合)

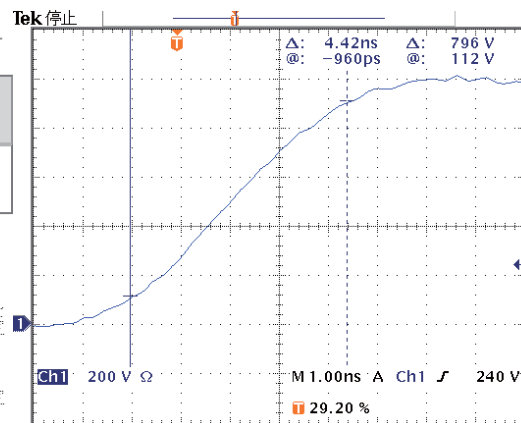
- ① ライン出力端子と基準接地ソケットに波形確認コネクタを取り付けます。
- ② 全相印加設定でそれぞれの出力ラインの波形を確認します。
- ③ マルチコンタクトソケットとそのソケット間にある基準接地ソケットに波形確認コネクタ 02-00151A を真っ直ぐに差し込みます。
- ④ 波形観測用アッテネータ 00-00017A に添付している同軸ケーブル (HN(P)-NMHV(P)) で、波形確認コネクタ 02-00151A と 00-00017A の入力コネクタを接続します。00-00017A の出力コネクタをオシロスコープの入力に接続しますが、必要に応じてこの間にアッテネータを挿入して下さい。
- ⑤ 00-00017A の出力インピーダンスは 50 Ω なので、オシロスコープの入力は 50 Ω 終端に設定します。
- ⑥ 本試験器を START します。



波形確認コネクタ (02-00151A) を接続した状態  
※ L2相に接続した状態



機能 水平バー  
移動モード 独立  
垂直バーの測定単位 秒  
水平バーの測定単位 垂直軸単位  
出力波形全体  
200V/div 40ns/div

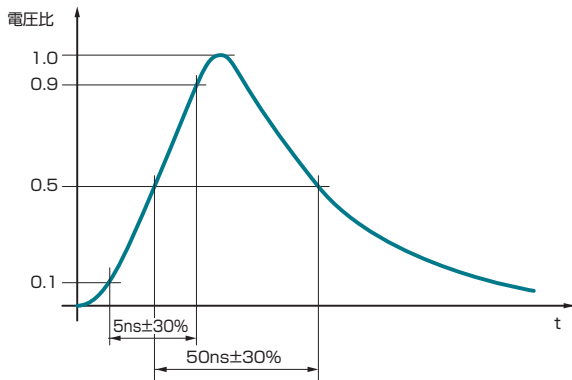


機能 垂直バー  
移動モード 独立  
垂直バーの測定単位 秒  
水平バーの測定単位 比率  
立上がり波形  
200V/div 1ns/div

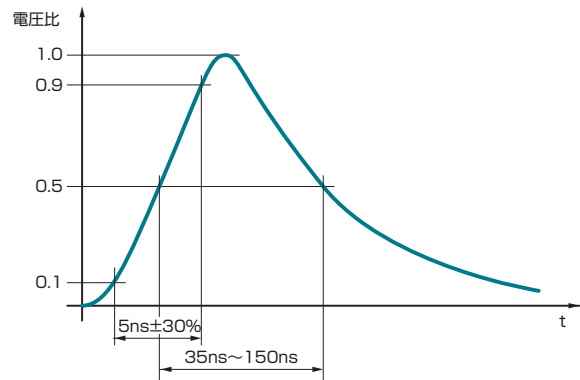
- カーソル機能
- オフ
  - 水平バー
  - 垂直バー
  - 選択されたカーソルを画面中央に移動
  - 両方のカーソルを画面上に移動

## 5.5.4 出力波形規定

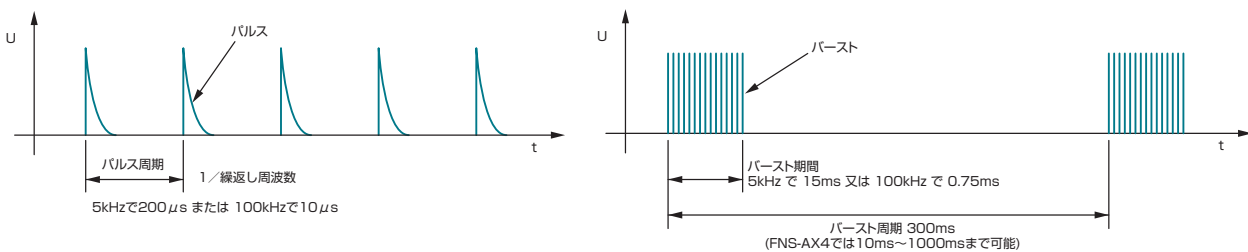
### ■ 50 Ω 負荷でのパルス波形の詳細



### ■ 1k Ω 負荷でのパルス波形の詳細



### ■ 50 Ω 負荷でのパルス波形の詳細とファスト・トランジェント・バーストの全般的な波形



## 5.6 容量性クランプ (カップリングクランプ) の校正方法

### 5.6.1 容量性クランプ (カップリングクランプ) の校正について

カップリングクランプの校正には、前述の EFT/B 試験器の他に振動子板を用いて校正を行います。ここでは、国際規格 IEC61000-4-4 規格の内容を中心に、カップリングクランプの校正方法を記載します。

### 5.6.2 準備するもの

製品名	MODEL名	備考
EFT_B 試験器	FNS-AX3	
オシロスコープ	—	帯域 500MHz 以上
波形観測用 ATT	00-00017A	50 Ω 校正用 40dB
20dB ATT	—	高電圧測定時
同軸ケーブル (NMHV(P)-NMHV(P))	—	試験器 - クランプ間 (カップリングクランプ 15-00012A に添付)
同軸ケーブル (N(P)-BNCP)	—	クランプ - オシロスコープ間 (波形観測用 ATT 00-00017A に添付)
同軸ケーブル (HN(P)-NMHV(P))	—	クランプ - ATT 間 (波形観測用 ATT 00-00017A に添付)
容量性結合クランプ (カップリングクランプ)	15-00012A	
トランスデューサプレート (クランプ校正治具)	15-00010A	EUT LINE OUTPUT 校正時

注意：使用するオシロスコープの帯域によっても測定値 (波高値・時間) が異なります。

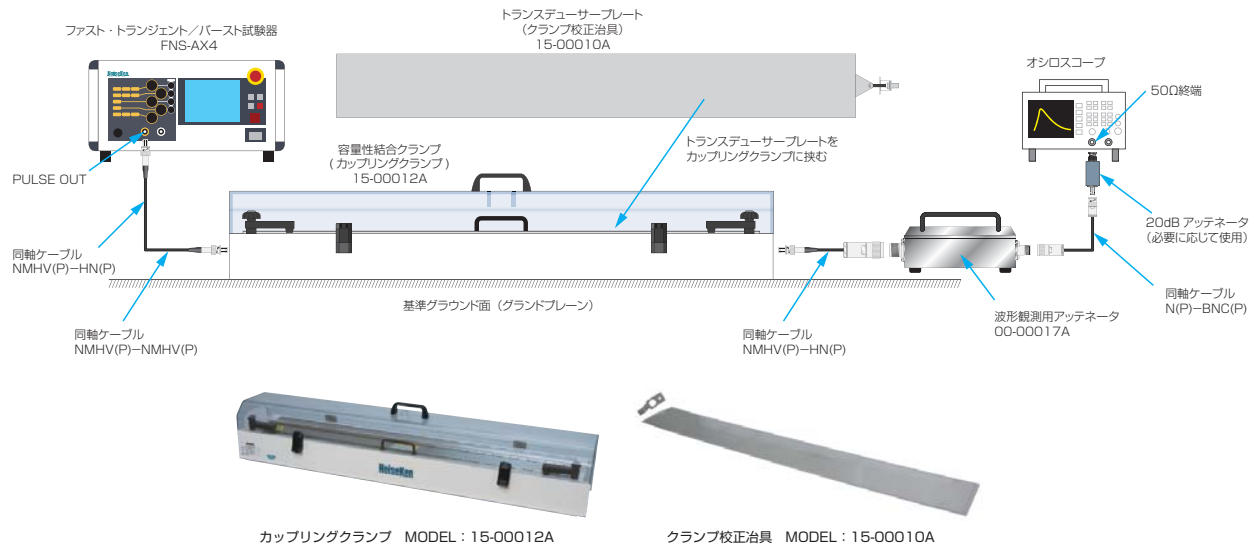
### 5.6.3 接続の方法

試験器と測定器との接続は、下記ようになります。

- ① 容量性結合クランプ (カップリングクランプ : 15-00012A) をグランドプレーンに設置します。
- ② トランスデューサプレート (クランプ校正治具 : 15-00010A) をカップリングクランプに挟み込みます。
- ③ カップリングクランプに添付している同軸ケーブル (NMHV(P)-NMHV(P)) で、本試験器の PULSE OUT とカップリングクランプを接続します。(トランスデューサプレートの同軸コネクタが無い側に接続します。)
- ④ 波形観測用アッテネータ 00-00017A に添付している同軸ケーブル (HN(P)-NMHV(P)) で、カップリングクランプと 00-00017A の入力コネクタを接続します。



- ⑤ 00-00017A の出力コネクタと添付している同軸ケーブル (N(P)-BNCP)) をオシロスコープの入力に接続しますが、必要に応じてこの間にアッテネータを挿入して下さい。
- ⑥ 00-00017A の出力インピーダンスは 50 Ω なので、オシロスコープの入力は 50 Ω 終端に設定します。
- ⑦ 出力電圧を 2kV に設定し、本試験器を START します。



《補足》

IEC 61000-4-4 Ed.3 で規定をしているカップリングクランプの校正方法 (Figure 8) では、トランスデューサプレート出力の直近に 50 Ω 終端器が接続される形になっています。  
 弊社の校正基準方法では、便宜上トランスデューサプレート出力から、同軸ケーブルで 1m 延長した先に 50 Ω 終端器を接続します。同軸ケーブルでの延長は 50 Ω のインピーダンス整合が取れているため、出力直近で終端する方法と同等であり、波形検証として問題ないことを確認しています。

5.6.4 出力波形規定

波形特性は次の要求事項を満たさなければなりません。

項目	仕様
立上り時間	5 ± 1.5ns
パルス幅	50 ± 15ns
ピーク電圧	1000 ± 200V

## 5.7 EFT/B 試験とインパルスノイズ試験の相違点

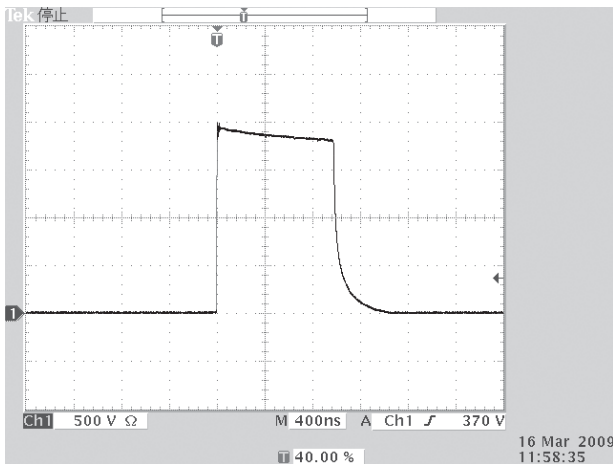
### 5.7.1 模擬している現象と経緯

インパルスノイズ試験と EFT/B 試験ともに電源系のスイッチ（ガス絶縁遮断器や電磁リレーなど）開閉時に発生する逆起エネルギーノイズの現象を再現しています。加えて、インパルスノイズ試験は静電気放電での周波数成分をも考慮した、自然界には無い特殊パルスによる耐性試験です。インパルスノイズ試験は、1960 年代に Manohar L.Tandor 氏（当時 IBM）によってデータプロセッシング装置に対する高周波ノイズのシミュレータとして紹介され、日本国内においても、1970 年代に当時のコンピュータメーカーが採用し、広く普及しました。EFT/B は、国際規格 IEC 61000-4-4 においてスイッチ開閉時のノイズ現象による誤動作を再現するイミュニティ試験の基本規格として記載されており、世界各国で取り入れられています。一方、インパルスノイズ試験は日本企業（工業会）を中心に EFT/B 試験と併用する形で実施されています。

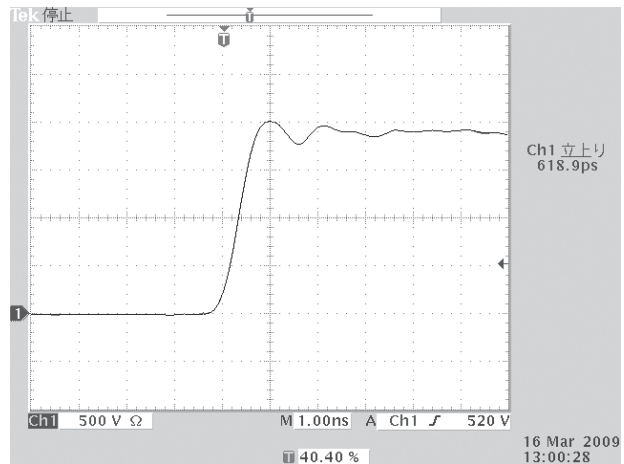
### 5.7.2 試験器仕様比較

○ パルス幅 / 立ち上がり時間

**[INS]** パルス幅 50 ns ~ 1 μs、立ち上がり時間 1 ns 以下の方形波（矩形波）です。

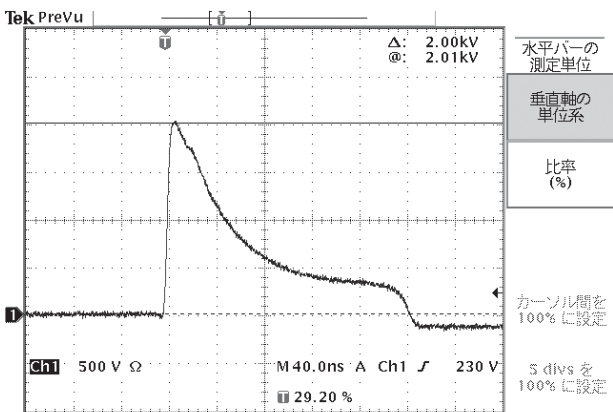


<出力波形 全体 +2 kV>  
500 V/div 400 ns/div

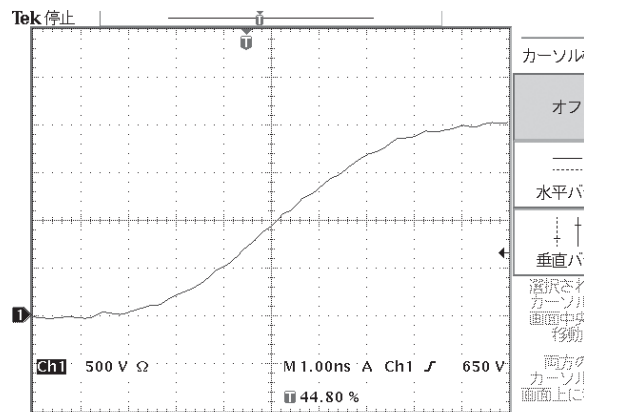


<立ち上り 1 ns 以下>  
500V/div 1 ns/div

**[FNS]** パルス幅 50 ns、立ち上がり時間 5 ns の三角波です。



<出力波形 全体 +2 kV>  
500 V/div 40 ns/div

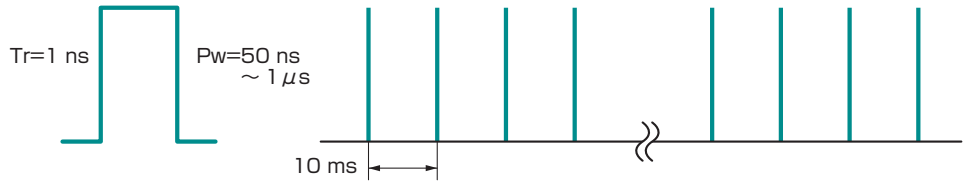


<立ち上り 5 ns 以下>  
500 V/div 1 ns/div

○ 繰り返し周期 (全体像の比較イメージ)

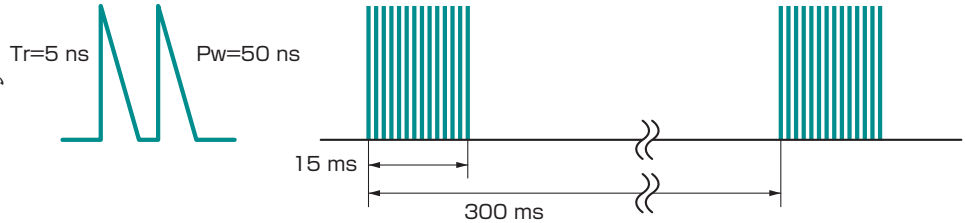
【INS】

ーインパルスノイズー  
パルスの繰り返し周期が遅い



【FNS】

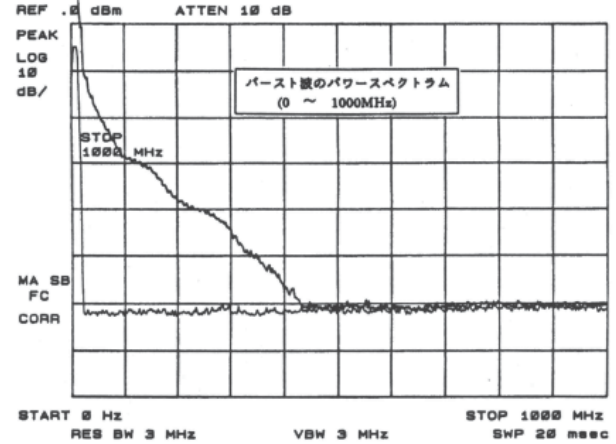
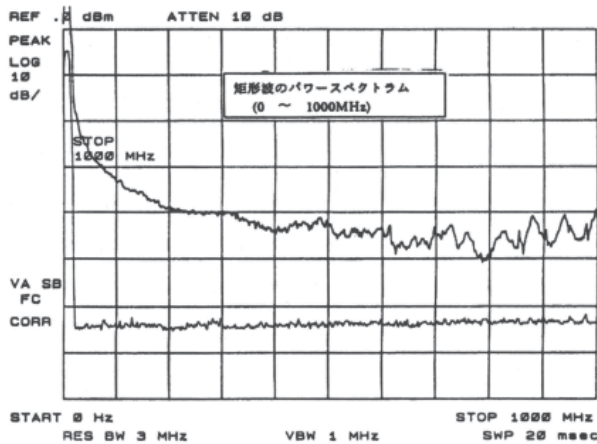
ーバーストノイズー  
パルスの繰り返し周期が早い  
(バースト状のノイズ)



○ 周波数特性

【INS】 1 GHz 以上の広帯域のノイズ周波数成分を含んでいます。

【FNS】 400 MHz 以下で収束するノイズ周波数成分です。



○ 出力電圧

【INS】

試験器の性能としては、最大 4,000 V(50 Ω系ターミネータ付) までの試験ができます。  
ガイドラインでは、2,000 kV 程度を基準として、マージン試験で 3,000 V 程度まで試験されているケースが多いようです。

【FNS】

試験器の性能としては、最大 5,000 V(オープン条件で、50 Ω負荷条件では最大 2,500 V) までの試験ができます。  
IEC 規格では、4,000 V までの要求があります。

5.7.3 ノイズの重畳方式

【INS】

電源線：ノーマルモード (ライン-ライン間) およびコモンモード (ライン-グラウンド間)

信号線：クランプを使用した磁界結合および容量性結合

◎日本の電源事情を考慮した『ノーマルモード重畳』が特徴です。(アース端子の無い2P端子(コンセント)の製品が多い)

【FNS】

電源線：コモンモード (ライン-グラウンド間) のみ

信号線：クランプ結合を使用した容量性結合

### 5.7.4 要求の規格・ガイドライン

#### 【INS】

NECA TR-28 (日本電気制御機器工業会)、JEM-TR177 (日本電機工業会)、JEC0103 (電気学会)  
個別の業界やメーカー規格 (自動車・民生機器・産業機器など)

#### 【FNS】

IEC61000-4-4 (国際電気標準会議)、JIS C 61000-4-4 (日本工業標準調査会)、個別の業界やメーカー規格 (自動車など)

### 5.7.5 まとめ

インパルスノイズ試験、ファスト・トランジェント/バースト試験ともにスイッチ開閉時に発生する逆起エネルギーノイズの耐性試験です。

ファスト・トランジェント/バースト試験は、繰返しの周波数が非常に速く、国際規格 IEC61000-4-4 の規定をもとに JIS の国際整合化推進による国内規格化により JIS C 61000-4-4 として制定されるなど各国で幅広く採用されています。

一方、インパルスノイズ試験は、世界的な規格要求こそないものの「広帯域にわたるイミュニティ耐量の確認ができ、さらに市場での実績と比較ができる方形波インパルス・ノイズイミュニティ試験について、準拠すべき規定を残すことが必要」という観点から日本電気制御機器工業会 (NECA) NECA TR-28 や、日本電機工業会 (JEMA) JEM-TR177 にてインパルスノイズ (方形波) イミュニティ試験を個別に規定されているように、国内においては標準的に使われています。これは、ファスト・トランジェント/バースト試験に比べ立ち上がり時間が速く周波数成分が高帯域に伸びているため一般的に厳しい試験ができると考えられる、および日本の電源事情がノーマルモードであるためコモン/ノーマル両方の試験を行なえる点がインパルスノイズの試験をつづける要因と考えられます。

結果として、日本国内では両方の試験を行うことでノイズ耐量を向上させ製品の品質を維持されている企業が多いようです。

#### 【インパルスノイズ とファスト・トランジェント/バースト 比較一覧】

項目	INS (インパルスノイズ)	FNS (EFT/B ノイズ) ※ 1
出力波形	方形波 (矩形波)	三角波
立ち上がり時間	1 ns 以下	5 ns
パルス幅	50 ns ~ 1000 ns	50 ns
出力電圧	最大 4000 V (50 Ω 系終端抵抗付)	最大 5000 V (オープン条件で、50 Ω 負荷条件では最大 2,500V)
繰返し周波数	Max 100 Hz ※ 2	Max 2 MHz ※ 3
周波数成分	1 GHz 以上の高周波を含む	400 MHz 以下
試験モード (電源線)	コモンモード / ノーマルモード	コモンモードのみ ノーマルモードはバラシ使用にて可能
試験モード (信号線)	容量性結合 / 磁界結合	容量性結合
要求の規格 およびガイドライン	NECA TR-28 (日本電気制御機器工業会) JEM-TR177 (日本電機工業会) JEC0103_2005 (電気学会) その他個別の業界規格	IEC61000-4-4 (国際電気標準会議) JIS C 61000-4-4 (日本工業標準調査会) その他個別の業界規格
採用地域	主に日本国内	世界各国

※1: EFT/Bノイズ:ファスト・トランジェント/バーストノイズの略称です。

※2: 100 Hzは出力電圧2 kVタイプの試験器仕様です。(4 kV出力試験器は、62.5 Hz)

※3: 規格の要求は5 kHzまたは100 kHzです

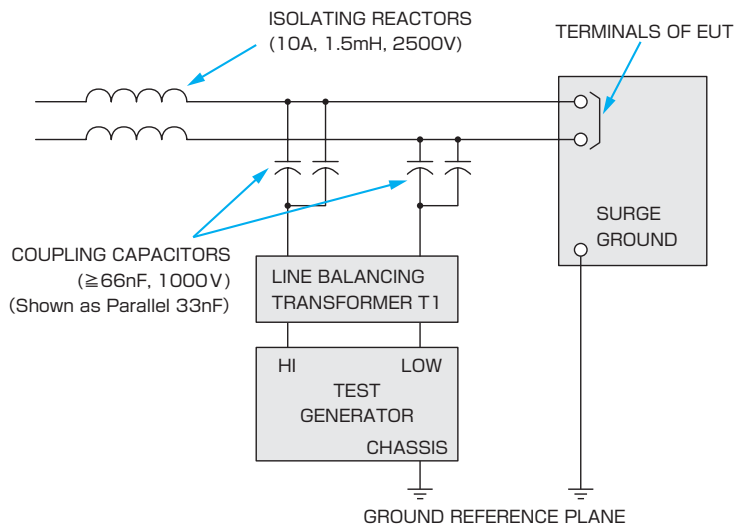
### 5.7.6 ファストトランジェント/バースト試験のノイズ重畳方式の追加情報

IEC 61000-4-4 Ed.3 では、unsymmetric mode (coupling) という結合方式が定義されています。これは、5.2 に記載の Ed.2 以降に規定した電源線の全線同時印加 (common mode coupling) に対して、Ed.1 の AC ラインに対して 1 線ずつ印加するモードを意味し、この印加方法も要求があれば用いることができます。電源線の全線に同時に印加した場合と 1 線ずつ印加した場合は、ノイズ電流の回り込みルートが異なり、誤動作結果も異なります。但し Ed.3 には、unsymmetric mode (coupling) の試験方法の詳細規定は記載されていません。この unsymmetric mode (coupling) を含めて、ファストトランジェント/バースト試験では、基準グラウンド面に対するコモンモードだけの印加試験となっています。

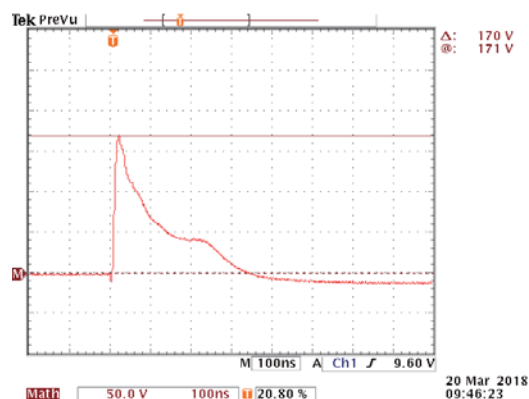
インパルスノイズ試験で行っているライン-ライン間に印加するノーマルモードについての規定は IEC 61000-4-4 にはありませんが、米国の IEEE Std C37.90.1 (2002) では、結合コンデンサの容量を倍の 66 nF 以上としてノーマルモード印加も要求しています。ファストトランジェント/バースト試験器は、筐体をグラウンドとした構造になっているため、グラウンドをフローティングにするバラシ (トランス) を介して電源線にコンデンサ印加します。

IEEE Std C37.90.1 (2002) では、波形規定は行っていないですが、300 V のファストトランジェント/バースト波形をライン-ライン間に印加した場合の波形を示します (50 Ω 終端時)。

ノイズ研究所製 FNS-AX4 では、オプションの「ノーマルモードカップリングバラシ」を用いることで、このノーマルモードの電源線印加試験を実施することができます。



バランを用いたノーマルモード結合の試験の例



300 V のノーマルモード印加波形 (50 Ω 終端)

## 5.8 参考文献

- IEC 61000-4-4  
 First Edition : 1995/01  
 Amendment 1 : 2000/11  
 Amendment 2 : 2001/07  
 Second Edition : 2004/07  
 Corrigendum 1 : 2006/08  
 Corrigendum 2 : 2007/06  
 Amendment 1 : 2010/01  
 Edition 3.0 : 2012/04
- 電磁両立性 JIS C 61000-4-4 : 2007  
 第 4 部 : 試験及び測定技術  
 第 4 節 : 電氣的ファスト・トランジェント / バーストイミュニティ試験
- (CISPR 実務解説書 - 第 1 巻) CISPR24  
 - 情報技術装置のイミュニティ特性に関する限度値と測定法 -  
 監修 池田哲夫
- IEC1000 シリーズ 1996 年版  
 発行 社団法人関西電子工業振興センター  
 編集 電磁波障害分科会
- 理科年表 平成 11 年  
 著作者 東京天文台  
 発行者 海老原熊雄  
 発行所 丸善株式会社
- NOISE TECHNICAL REPORT 1975-1996 総集編  
 発行 株式会社ノイズ研究所
- ノイズ対策マニュアル  
 発行 株式会社ノイズ研究所
- IEC61000-4- シリーズ 試験法マニュアル 第 2 版  
 発行 株式会社ノイズ研究所



## 本社

〒252-0237 神奈川県相模原市中央区千代田 1-4-4

TEL : 042-712-2011 FAX : 042-712-2010

## 首都圏営業所／海外営業課／カスタマサービスセンター

〒252-0237 神奈川県相模原市中央区千代田 1-4-4

### 首都圏営業所

TEL : 042-712-2031 FAX : 042-712-2030 E-mail : syutoken@noiseken.com

### 海外営業課

TEL : 042-712-2051 FAX : 042-712-2050 E-mail : sales@noiseken.com

### カスタマサービスセンター

TEL : 042-712-2021 TEL : 0088-25-3939 (フリーコール)

FAX : 042-712-2020 E-mail : csc@noiseken.com

## 東日本営業所

〒336-0022 埼玉県さいたま市南区白幡 4-29-3 第5 隆伸ビル 1F

TEL : 048-866-0721 FAX : 048-866-0751 E-mail : urawa@noiseken.com

## 中部営業所

〒465-0025 愛知県名古屋市名東区上社 3-609 北村第1ビル 5F

TEL : 052-704-0051 FAX : 052-704-1332 E-mail : nagoya@noiseken.com

## 西日本営業所

〒564-0063 大阪府吹田市江坂 町 1-10-17

TEL : 06-6380-0891 FAX : 06-6337-2651 E-mail : osaka@noiseken.com

## テストラボ船橋【EMC受託試験サイト】

〒274-0054 千葉県船橋市金堀町 69

TEL : 047-457-2496 FAX : 047-457-2484 E-mail : funabashi@noiseken.com

# NoiseKen

<http://www.noiseken.co.jp>