

# IEC61000

International Electrotechnical Commission

## IEC61000-4-2

静電気放電イミュニティ試験

P2

IEC61000-4-2

## IEC61000-4-3

放射無線周波磁界イミュニティ試験

P5

IEC61000-4-3

## IEC61000-4-4

電氣的ファーストランジェントバースト・イミュニティ試験

P11

IEC61000-4-4

## IEC61000-4-5

サージイミュニティ試験

P18

IEC61000-4-5

## IEC61000-4-6

RF伝導妨害イミュニティ試験

P24

IEC61000-4-6

## IEC61000-4-8

電力周波数磁界イミュニティ試験

P30

IEC61000-4-8

## IEC61000-4-11

電圧ディップ、瞬停および電圧変動のイミュニティ試験

P37

IEC61000-4-11

最近ではEMC対応の重要性が認識され、電気・電子機器製品及び関連部品メーカーはEMC対策が進んでいます。IEC規格では、従来からのエミッション試験に加えイミュニティ試験関連の規格（基本規格）が整備されています。日本においても国際整合化に向け、急速にイミュニティ規格のJIS化に取り組んでいます。このような状況を鑑みて、当社で取扱う試験機の関連規格資料をまとめました。この資料が皆様のお役に立つことを願っております。

## 静電気放電イミュニティ試験 (Electrostatic discharge immunity test) 概説

### 1. 適用範囲

本規格は、帯電した操作者からの直接あるいは近接した物体を介しての静電気放電にさらされる電気・電子機器に対するイミュニティ必要条件や試験法について規定している。さらに、異なった環境や設置場所における試験レベルや試験手順も規定している。

#### 1-1. ESD試験に対して推奨する試験レベルの範囲

【表1】レベル規定

レベル	試験電圧 (kV)	
	接触放電	気中放電
1	2	2
2	4	4
3	6	8
4	8	15
X	特別	特別

注: Xはオープンクラスで製造者とユーザとの合意により設定できる。

#### 1-2. 試験方法

接触放電試験法を用いることを推奨する。気中放電は、接触放電が適用できない場合に使用する。

### 2. 試験機器

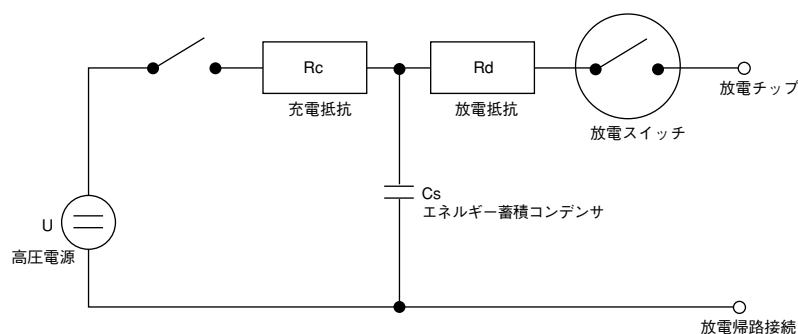
#### 2-1. ESD発生器の特性および性能

【表2】発生機器の仕様

エネルギー蓄積容量	150pF±10%
放電抵抗	330Ω±10%
充電抵抗	50MΩ～100MΩ
出力電圧	接触放電に対しては8kV(公称)まで 気中放電に対しては15kV(公称)まで
出力電圧表示の精度	±5%
出力電圧の極性	正および負
保持時間	少なくとも5秒
放電操作モード	単一放電(放電間隔は少なくとも1秒)
放電電流の波形	波形図参照

#### 2-2. ESD発生器の簡略回路図

【図1】簡略回路図



## 2-3.ESD発生器の出力電流の波形

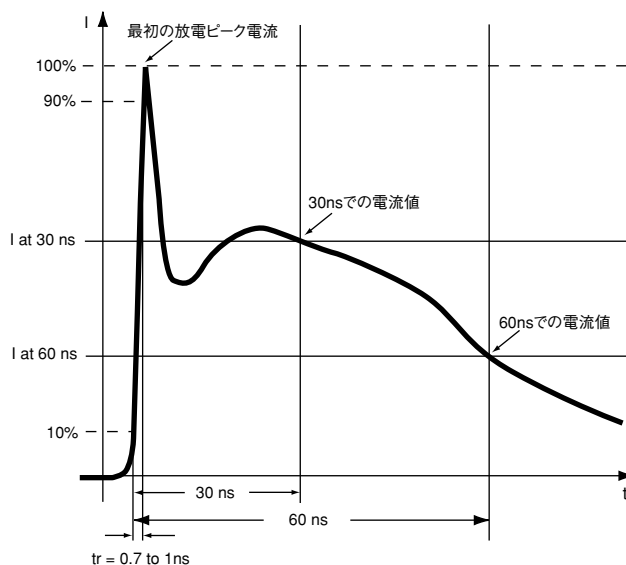
### 2-3-1.波形パラメータ

【表3】 波形定義

レベル	指示電圧 (kV)	最初の放電 ピーク電流(±10%) (A)	放電スイッチ 立上り時間 (ns)	30nsでの 電流値(±30%) (A)	60nsでの 電流値(±30%) (A)
1	2	7.5	0.7~1	4	2
2	4	15	0.7~1	8	4
3	6	22.5	0.7~1	12	6
4	8	30	0.7~1	16	8

### 2-3-2.出力波形

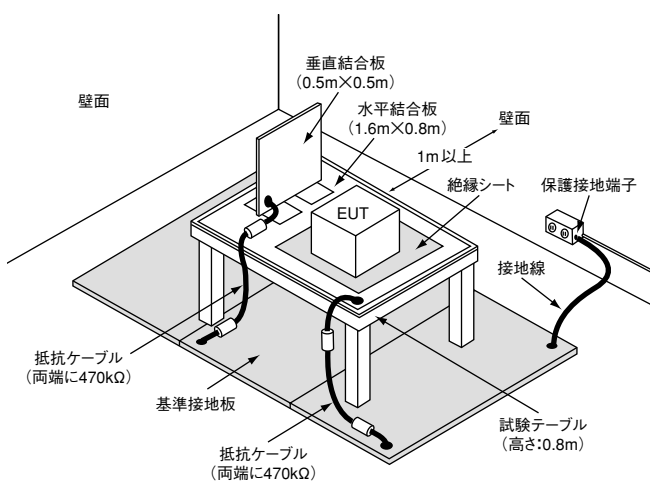
【図2】 波形例



## 3. ESD試験環境付帯設備と配置例

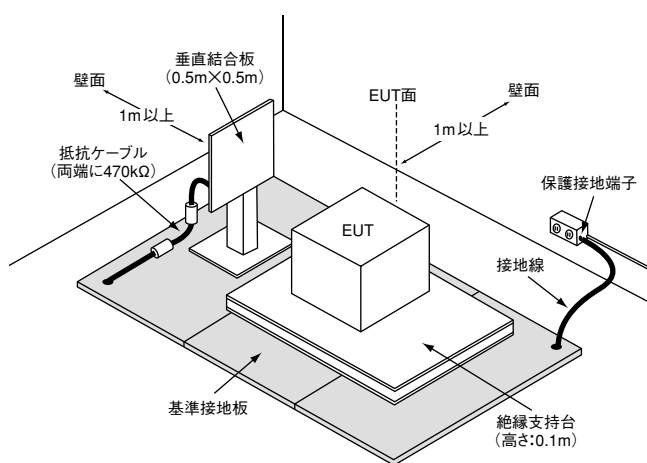
### 3-1.卓上機器

【図3】 卓上機器の設置例



### 3-2.床置機器

【図4】 床置機器の設置例



## 4. 試験手順

### 4-1. 試験室の条件

気中放電の場合は、気象条件として

周囲温度 15℃～35℃

相対湿度 30%～60%

気圧 86kPa～106kPa (860mbar～1,060 mbar)

### 4-2. 試験の実施

直接放電試験 接触放電および気中放電

間接放電試験 接触放電が適用できない場合に使用

放電回数 少なくとも10回の単一放電

(最も影響を受けやすい極性で)

(注) 予備試験 放電の印加箇所を設定することを目的として、1秒間に20回放電、あるいはそれ以上の繰返しで予備試験をすることが望ましい。

## 5. 設置後試験

この試験は随意であり、承認試験として強制されません。メーカーとユーザ間の合意のもとで行われます。

## 6. 試験結果と試験報告書

### 6-1. 試験結果はEUTの動作条件および機能仕様に基づいて分類する

- 仕様限界内の正常な性能
- 自己回復可能な一時的劣化または機能もしくは性能の低下
- オペレータの介入またはシステムの再起動を必要とする一時的劣化または機能もしくは性能の低下
- 機器またはソフトウェアの損傷、またはデータの消滅による回復不能な劣化または機能の低下

### 6-2.

一般に、機器が静電気放電を印加する全期間にわたってそのイミュニティを示し、かつ試験の終了時にEUTが技術仕様書内で規定した機能上の要求事項を満足する場合、試験結果は「良」である。

### 6-3.

試験報告書は、試験条件および試験結果を含むこと。

## 7. 波形検証

### 7-1. 特性の確認

異なった発生器で得られた試験結果が比較できるように、試験で用いられる放電帰路ケーブルを使用して【表3】に示す特性が確認されなければならない。確認手順中で検証するESD発生器の出力電流波形は【図2】に示す形と同様でなければならない。

### 7-2. 波形検証のための機器

ファラデーケージ

電流検出変換器

※1000MHzの帯域幅をもつ測定器(例:オシロスコープ)

## 放射無線周波電磁界イミュニティ試験 (Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test) 概説

### 1. 適用範囲

本規格は、電気および電子機器の放射電磁エネルギーに対するイミュニティについて適用される。

試験レベルと試験方法を定め、無線周波電磁界下における電気および電子機器の性能評価の共通標準を目的として規定される。

#### 1-1.【表1】試験レベル

表1は非変調妨害信号の開放端試験レベルで、試験を実施する際は1kHzの正弦波で80%の振幅変調をする。

周波数範囲	80MHz-1000MHz
レベル	試験電界強度 V/m
1	1
2	3
3	10
X	特別

注：Xはオープンクラスで製品仕様書で規定できる。

#### 1-2.【図1】80%の振幅変調

試験レベル1の起電力

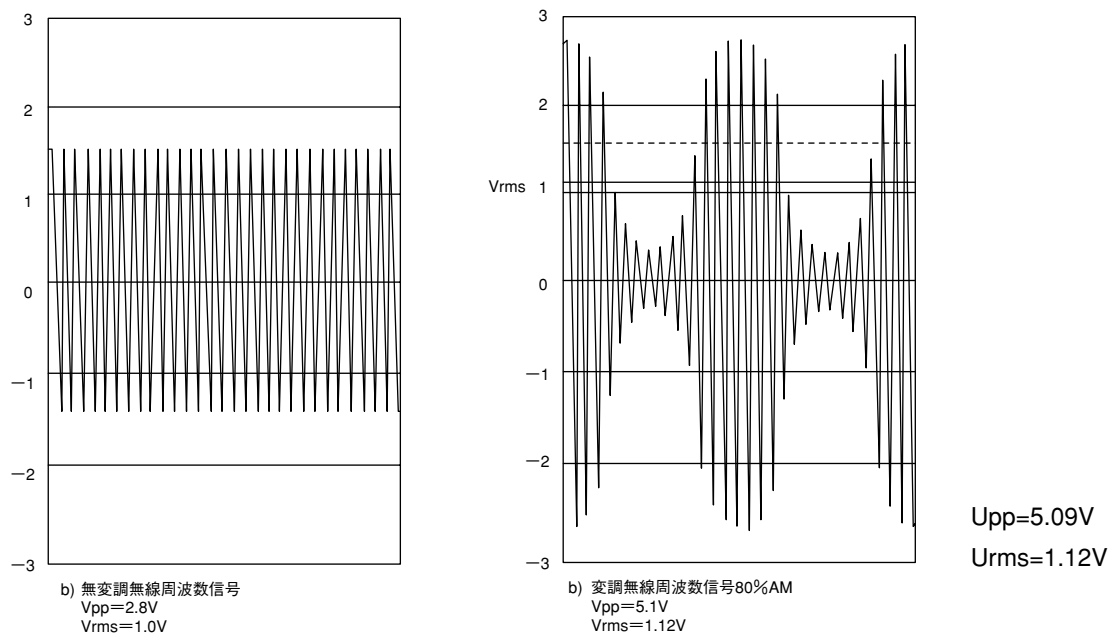
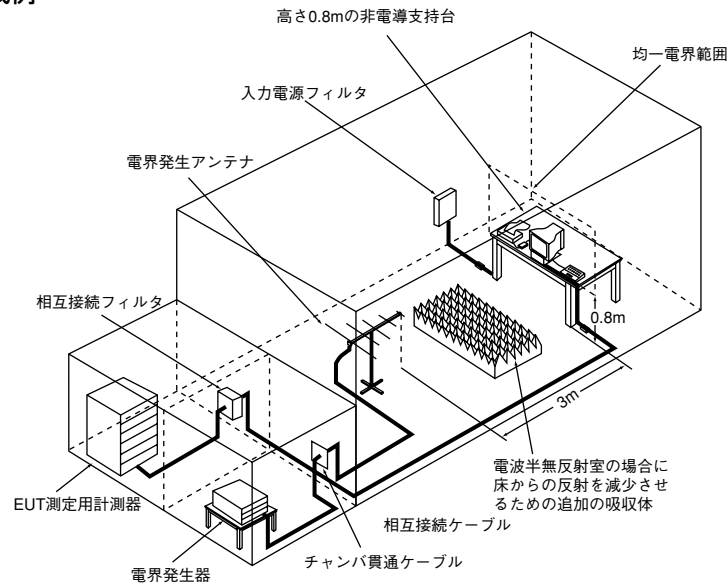


図1. 試験レベルの定義と信号発生器出力に現れる波形(試験レベル1)

## 2-1. 【図2】試験用装置の構成例



注：壁面及び天井の吸収体内張り材は、分かりやすくするため省略してある。

図2. 適切な試験設備の例

## 2-2. 試験用装置の特性

試験装置は以下のものが推奨される。

## ● 電波無反射室

EUTに対して均一な電磁界を保持するのに適した大きさであること。完全に覆われていない電波半無反射室では反射を抑制するために、追加の電波吸収体を用いることがある

## ● EMIフィルタ

フィルタを接続したラインは、これによる共振現象を発生させないことが必要である

## ● RF信号発生器

対象の周波数帯をカバーし、振幅を1kHzの正弦波によって80%の振幅変調ができること

周波数掃引は $1.5 \times 10^3$  (decade/秒)以下の自動掃引か手動掃引。高周波シンセサイザの場合は、周波数に依存したステップ幅と持続時間のプログラムが可能であること

ローパスフィルタまたはバンドパスフィルタは、監視のための信号受信装置への高調波により引き起こされる問題点を避けるために必要である

## ● 電力増幅器

信号を増幅し、必要な電磁界強度でアンテナ装置に供給する。増幅器による高調波および歪みは、搬送波のレベルより15dB以下であること

## ● 電磁界発生アンテナ

バイコンカル、ログペリオディックまたは周波数の要求を満たすその他の直線偏波アンテナシステム

## ● その他

全長が0.1m以下のダイポールアンテナを用いた水平および垂直偏波または等方性電磁界強度モニターアンテナ、測定すべき電界強度に対応する適切なイミュニティのヘッドアンプおよびオプトエレクトロニクス、ならびに室外の指示器の光ファイバーによる接続等要求された電磁界強度のために必要な電力レベルを記録し、検査のためのレベルの発生を制御するための付属装置

## 2-3. 試験設備の説明

発生する電界強度が大きく、無線通信の干渉を禁止する様々な国内および国際法を順守するために、試験はシールドルームで実施する。また、データを得るためのほとんどの設備は、イミュニティ試験の実行中に、周囲の電磁界から影響を受けるので、シールドルームはEUTと必要とされる設備の間の隔壁となる。シールドルームを貫通する相互接続配線は、伝導および放射された電磁波を適切に減衰させて、EUTの信号対出力の応答統一性を維持する。望ましい試験設備は、電界強度の制御が可能である範囲に、EUTを収容でき

る広さの吸収体を内張りしたシールドルーム(電波無反射室または改良電波半無反射室)と電磁界発生および監視装置、EUTを動作させる装置を配置した付随のシールドルームで構成される。【図2参照】

電波無反射室(または改良電波半無反射室)は低い周波数では効果が低くなるため、発生の電界の均一性を得る特別な注意が必要である。

## 2-4. [図3] 電界の校正

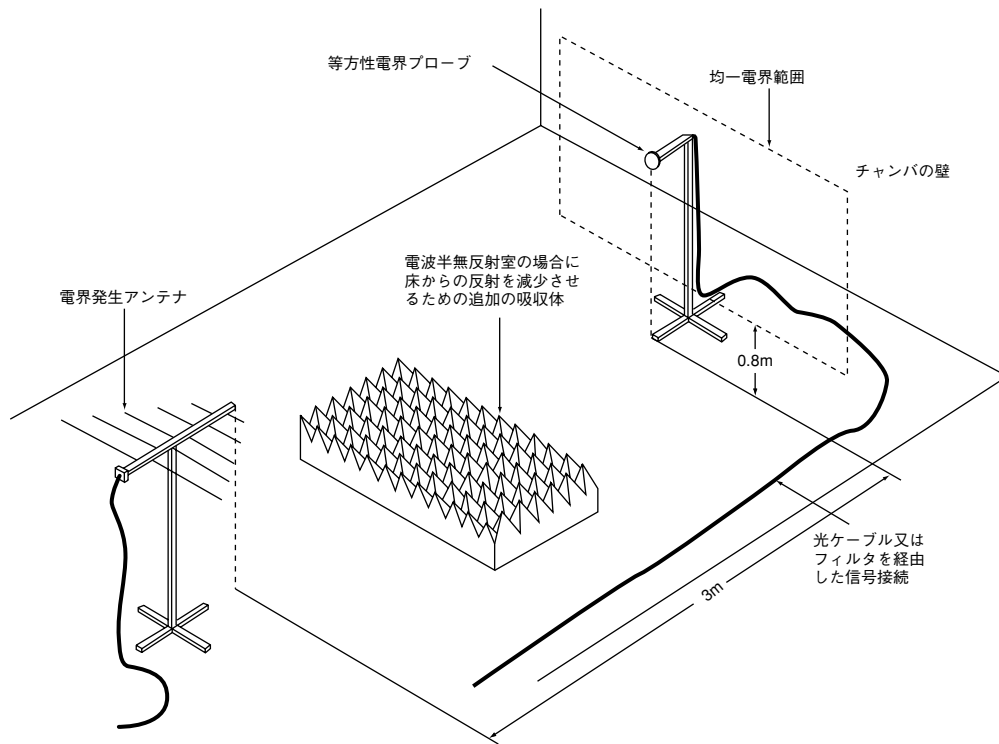


図3. 電界の校正

電界校正は、試験設備による電界の均一性が、試験結果を正確にすることを目的とする。

電界の均一性の校正エリア範囲【図4】は、基準接地面から0.8m以上離れた高さから、上方と横1.5m×1.5mに照射面を設定する。設定したエリアでの電界強度が表面の75%以上で、公称値の-0dBから+6dBの範囲であれば、電界は均一と見なされる(例、16の測定ポイント中の少なくとも12ポイントが公差の範囲)。

EUTの大きさが1.5m×1.5mの照射面より大きい場合は、異なった放射アンテナの位置での校正が必要であることと、0.4mの高さおよびEUTの全幅と全高にわたる範囲での電界強度を試験報告書に記録する。電界検知器の適切な表示を得るために、校正中は変調しない。

電界検知器は、電磁界発生源のアンテナから少なくとも1mの位置にあること。アンテナとEUTの間の距離は3mが望ましい。この距離はバイコンカルアンテナの中心、またはログペリオディックアンテナの先端から測り、試験報告書に記録する。

校正の実施方法は右記の通りである。

(1) 電界検知器を、格子状の16ポイントの一つに位置する。

【図4参照】

(2) 得られる電界強度が3V/mから10V/mの範囲であるように、出力電力を電磁界発生源アンテナに適用し、(電力および電界強度の)値両方を記録する。

(3) 同じ出力電力で残りの15ポイントについて電界強度を測定、記録する。

(4) 16ポイントから、偏差の大きい25%(4ポイント)を削除する。

(5) 残りのポイントは±3dB内にあること。

(6) 残りのポイントについて、基準とする最小の電磁界強度の位置を求める(これは、-0dBから+6dBの要求事項に適應することを保証することである)。

(7) 入力電力および電界強度の知識から、必要とされている試験電界強度のための出力電力は計算できる(例、ある点で1mWにより0.5V/mが得られたならば、3V/mのためには36mWが必要である)。この結果を記録する。

(8) 最初の周波数(以降は前の周波数)の10%を超えないステップの周波数で、(1)から(7)の段階を水平および垂直偏波の双方について繰り返す。

校正電界の設定に用いられたアンテナとケーブルは試験にも使用しなければならない。

発生源のアンテナとケーブルは小さな位置ずれが大きな影響を電界に与えるので、試験は同じ位置で行い、正確な位置を記録する。

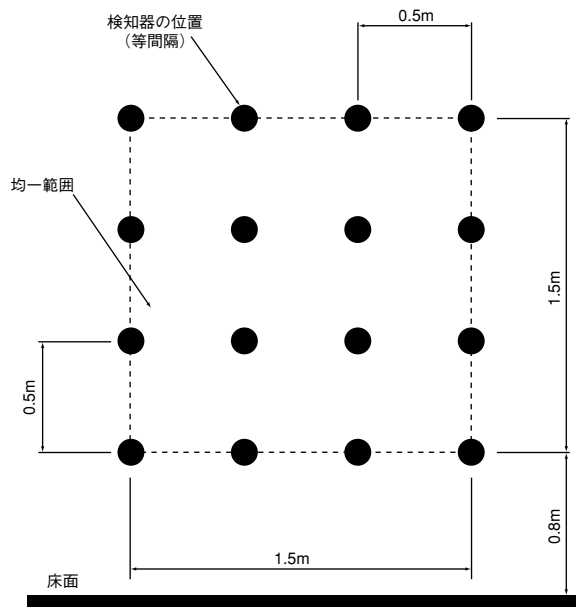


図4.電界の校正、均一範囲の寸法

### 3.試験の設定

試験におけるEUTの設置状態は最終設置条件に従う。

EUTに支えが必要な場合は非伝導体を使用する。

EUTの筐体やケースの接地は製造者の設置説明書に従う。

#### 3-1. [図5] 卓上型機器の配置

EUTは試験設備内に非伝導性で0.8mの高さのテーブルに置く。

EUTの電源と信号配線は設置説明書に従って接続する。

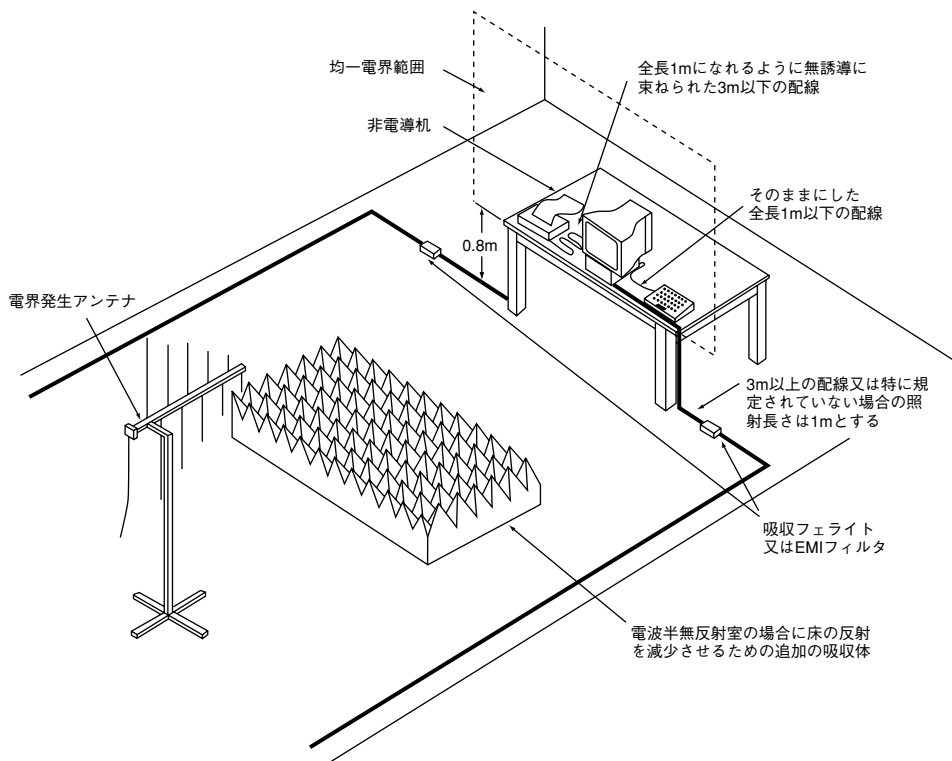
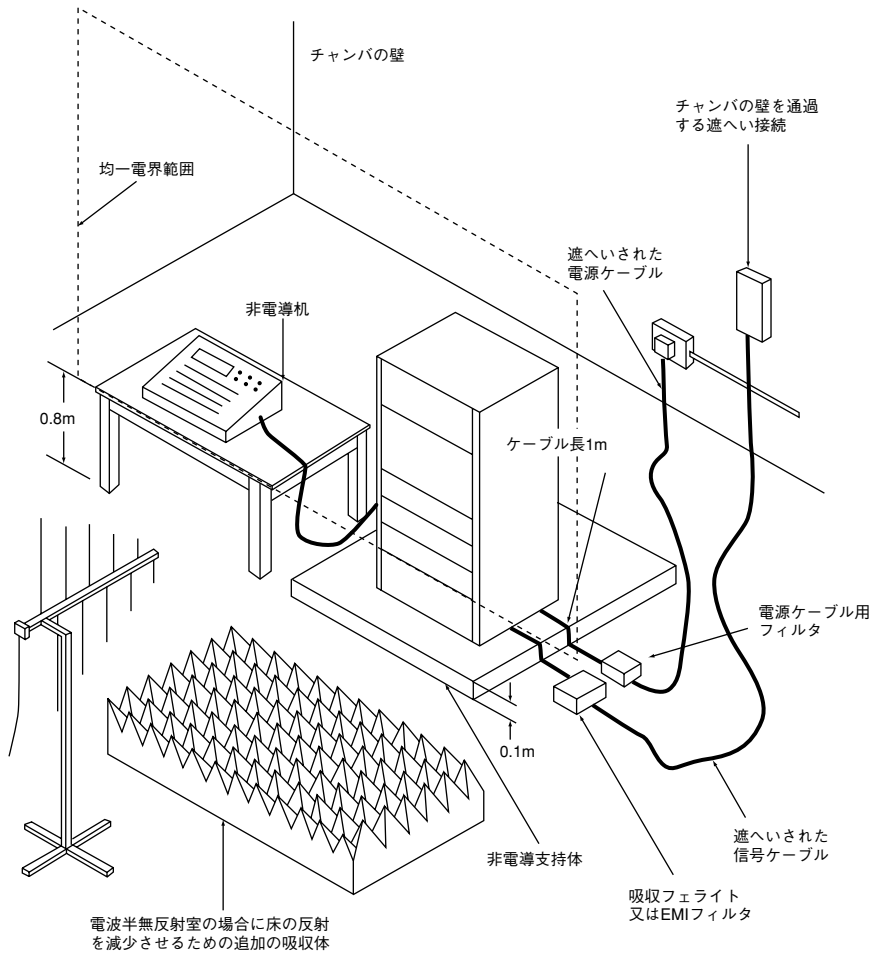


図5.卓上型機器の試験セットアップの実例



### 3-2. [図6] 床置型機器の配置

床置型機器は、0.1mの高さの非伝導性支持台に取り付ける。  
 ただし、床置型機器の大きさ、重さ、高さが安全性からみて問題がない場合は、高さ0.8mのテーブルに置くことができる。この場合、試験報告書に記録する。



注：わかりやすくするために壁面の吸収体は省略してある。

図6. 床置型機器の試験セットアップの実例

### 3-3. 配線の処理

EUTの配線が規定されていない場合は、遮蔽されていない平行導線を使用する。

配線はEUTから1mの長さで電磁界に曝したままにする。

EUTの筐体間の配線は、以下のように処置する。

- 製造者の規定した配線形式およびコネクタを使用する
- 製造者の規定が3m以下の線の長さを必要とする場合、インダクタンスをもたないよう束ねて、1mの長さにする

- 規定の長さが3mより長い場合、または規定されていない場合も照射される長さは1mであり、残りは高周波減衰フェライトチューブ等を使用して減結合する
- EMIフィルタの利用はEUTの操作性を損なわないようにし、用いた方法は試験報告書に記録する
- EUTからの配線は、電界の均一エリアに平行に配置する
- 試験の再現性を良くするため、配線と機器の位置と配置を記録する

## 4-1. 試験条件

- EUTの動作条件および気象条件(温度、相対湿度)
- 校正時と同じアンテナおよびケーブルを使用して、電界検知器を格子ポイント数点の位置で80MHzから1000MHzの周波数範囲を、両方の偏波でスポット検査をする
- 周波数範囲(80MHzから1000MHz)の掃引率は $1.5 \times 10^3$  (decade/s)を超えないこと  
また、ステップ幅は周波数値の1%を超えないこと
- 試験はEUTの四つの面各々が、発生源アンテナに向く形で実施する  
また、違う向きで使用できるもの場合は、六つの全ての面で実施する
- アンテナから発生する電磁界の偏波は、一度目は垂直に、二度目は水平に配置する
- 試験を行っている間は、選択された最も厳しい動作モードを含めて、EUTを十分に動作させる

## 4-2. 試験の実施

試験報告書には次の内容を記載する。

- EUTの寸法
- EUTの代表的な動作条件
- EUTが卓上型または床置型、あるいはこの組み合わせか  
床置型の機器については、基準接地面からの高さが0.1mまたは0.8mのどちらかで試験をしたか
- 使用した試験設備の種類と放射アンテナの位置
- 使用したアンテナの種類
- 周波数掃引の割合、照射時間と周波数ステップ
- 採用した試験レベル
- 使用した相互接続配線と接続される(EUTの)インターフェースポートの種類と数
- 許容できる性能基準
- EUTを動作させる方法の説明  
試験計画を満足させるために、予備試験を実施することが必要である場合がある  
試験に関する文書には、試験条件、校正の状態と試験結果を含むこと

## 5. 試験結果と試験報告書

## 5-1. 試験結果はEUTの動作条件および機能仕様に基づいて分類する。

- 仕様限界の範囲内の正常な性能
- 自己回復可能な機能、性能の一時的な劣化または低下
- 操作員の介入、システムリセットを必要とする機能、性能の一時的な劣化または低下
- 装置(部品)、ソフトウェアの損傷、データの損失のために発生する回復不可能な機能、性能の劣化または低下

## 5-2.

妨害信号を放射したすべての期間について装置がイミュニティを示しかつ試験の終了後にEUTが機能仕様書の中で規定されている要求事項を満たせば、一般的には試験結果は「良」である。

## 5-3.

試験報告書は、試験条件および試験結果を含むこと。

## 電気的ファーストランジェント(高速過渡現象)／バースト・イミュニティ試験 (Electrical fast transient / burst immunity test)概説

### 1. 適用範囲

本規格は、繰り返しの早い電気的高速過渡現象(EFT/B)による妨害に電源、信号または制御ポートが曝されたとき、電子機器の性能評価の共通標準を目的として規定される。

#### 1-1.[表1]試験レベル

開回路出力試験電圧±10%およびインパルスの繰返し率(±20%)				
レベル	電源ポート、保安接地に対して		入出力信号、データ、制御ポートに対して	
	電圧ピーク kV	繰返し率 kHz	電圧ピーク kV	繰返し率 kHz
1	0.5	5	0.25	5
2	1	5	0.5	5
3	2	5	1	5
4	4	2.5	2	5
x	特別	特別	特別	特別

注:xはオープンクラスで製品仕様書で規定できる。

### 2. 試験用装置

#### 2-1. 試験発生器

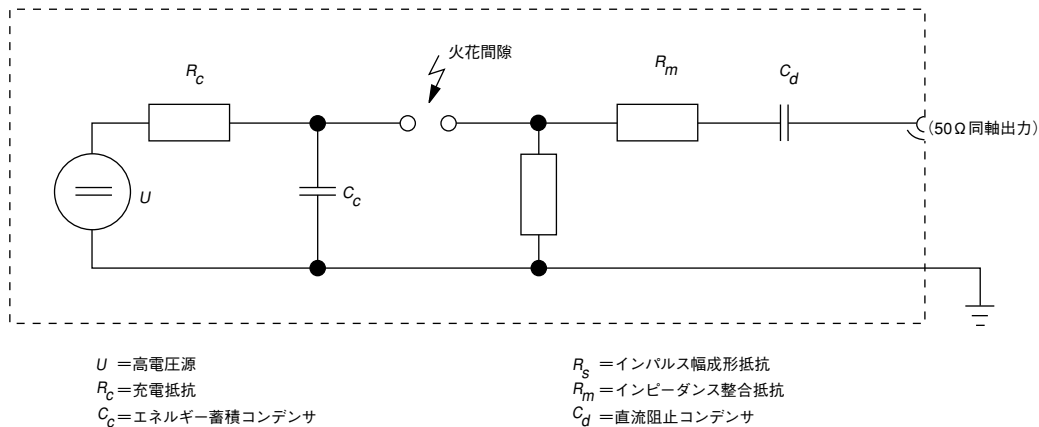


図 1. 高速過渡現象／バースト発生器の簡略回路ダイヤグラム

## 2-1-1. 高速過渡現象／バースト発生器の特性および性能

発生器は短絡状態でも動作すること

開回路出力電圧 .....	0.25kV-10%~4kV+10%
最大エネルギー .....	50Ω負荷で2kVの時、4mJ/パルス
極性 .....	正/負
出力の形態 .....	同軸
動的ソースインピーダンス .....	1MHz~100MHzで50Ω±20%
発生器内直流阻止コンデンサ .....	10nF
インパルスの繰り返し周波数 .....	選択された試験レベルによる
一つのパルスの立上り時間 .....	5ns±30%【図3】
インパルスの幅(50%値) .....	50ns±30%【図3】
50Ω整合負荷での出力パルス波形 .....	【図3】
電源周波数との関連 .....	非同期
バースト長 .....	15ms±20%【図2】
バースト間隔 .....	300ms±20%【図2】

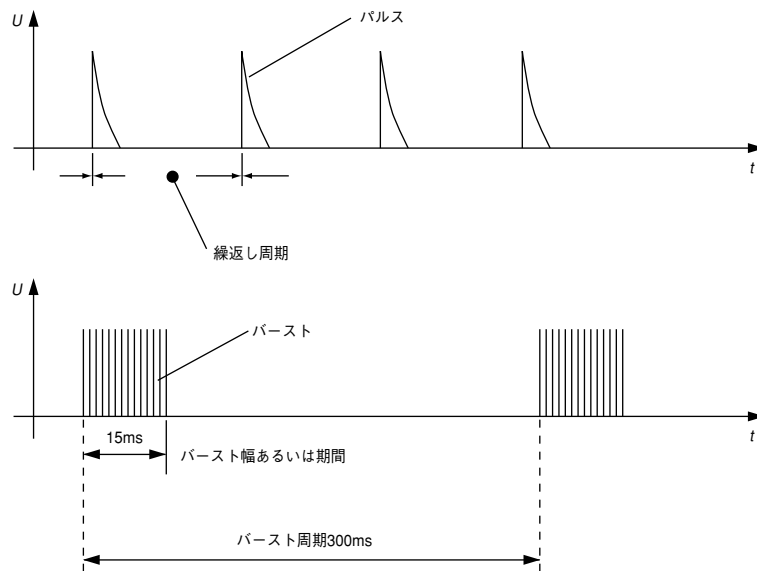


図2. 高速過渡現象／バーストの一般的な波形

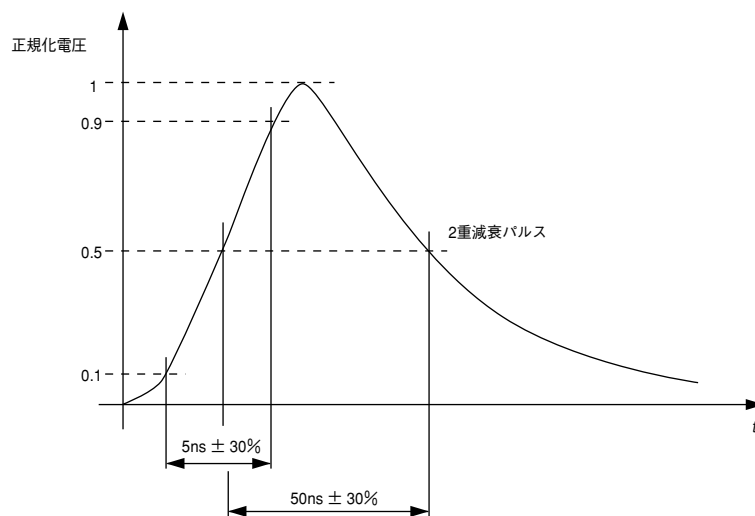


図3. 50Ω負荷でのパルス波形

## 2-1-2. 高速過渡現象／バースト発生器の特性の検証

異なった試験発生器の試験結果の比較を可能にするために、試験発生器の特性を検証する。

試験発生器の出力は、50Ωの同軸減衰器を通してオシロスコープ(測定機器の帯域幅は少なくとも400MHzが必要)に接続する。立上り時間、パルス幅、バースト内のパルス繰返し率を確認する。

EFT/B発生器の50Ω終端で検証されるべき特性【図3】

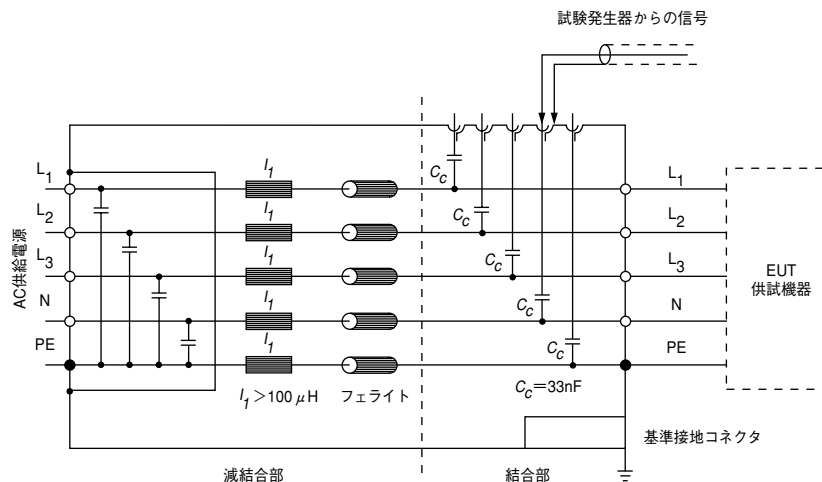
パルスの立上り時間 .....	5ns±30%
インパルス幅(50%)値 .....	50ns±30%
インパルスの繰返し率と出力電圧の尖頭値 .....	0.125kVの時 5kHz±20%
	0.25kVの時 5kHz±20%
	0.5kVの時 5kHz±20%
	1.0kVの時 5kHz±20%
	2.0kVの時 2.5kHz±20%

## 2-2. AC/DC電源供給ポート用結合/減結合回路

本回路により、EUTの供給電源入力端子へコモンドードで試験電圧を印加する。

特性

周波数領域 .....	1MHz～100MHz
結合コンデンサ .....	33nF
結合減衰量 .....	<2dB
コモンモード減結合減衰量 .....	>20dB
各線路間の漏話減衰量 .....	>30dB
結合コンデンサのサージ耐圧 .....	5kV(試験パルス:1.2/50μs)



(例：三相電源線に対する構成例、DC電源/端子も同様な方法とする)  
警告 結合/減結回路の構成と適用は存在する国の安全規則に違反しないようにすべきである。

図4.AC/DC供給電源ポート/端子の結合/減結合回路

## 2-3. 容量性結合クランプ

このクランプはEUTのポートの回路に対し、その回路の端子、ケーブルのシールド、EUTの他の部分に電気回路的な接続をすることなく、高速過渡現象／バーストを結合することができる。

特性

ケーブルと結合クランプ間の代表的な結合容量 .....	50pF～200pF
丸形ケーブルの使用可能な直径範囲 .....	4～40mm
絶縁耐圧 .....	5kV(試験パルス:1.2/50μs)

結合クランプによる結合方法は認証試験において必要になる。入出力回路や通信ポートに使用するために設計されたが、2-2.の結合/減結合回路が使用できない場合、AC/DC電源供給ポートにも使用できる。

試験は次の様式に分類される。

型式試験 ..... 試験室で実施  
 設置後試験 ..... 最終設置状態での機器に実施

3-1. 試験機器

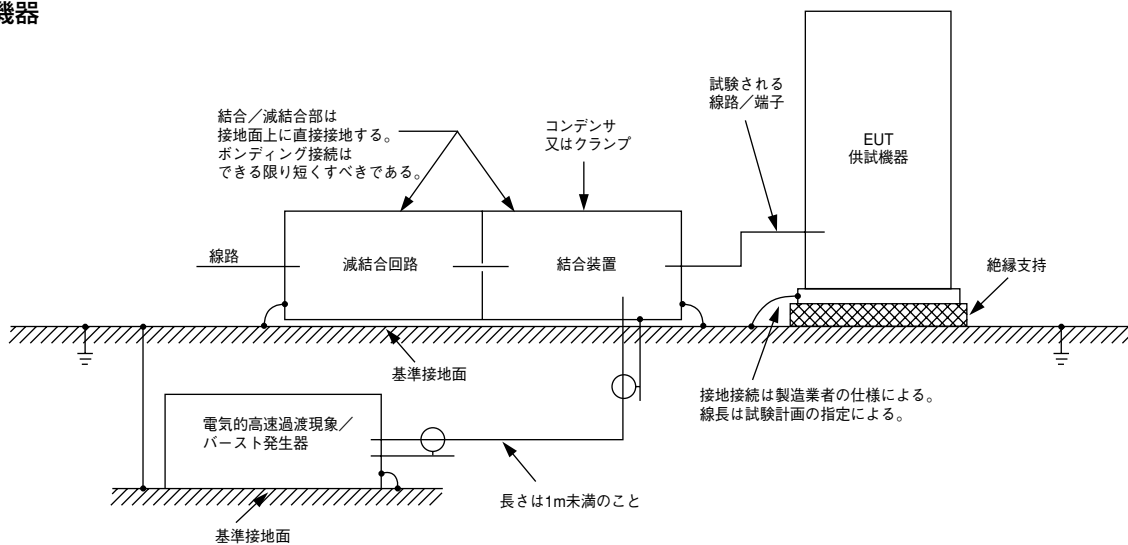


図5. 電気的高速過渡現象/バースト・イミュニティ試験の構成図

試験機器配置は以下の機器を含む

- 基準接地面
- 結合装置(回路またはクランプ)
- 減結合回路
- 校正や測定手段を含む試験用発生器

3-2. [図6] 試験室で行う型式試験の試験配置

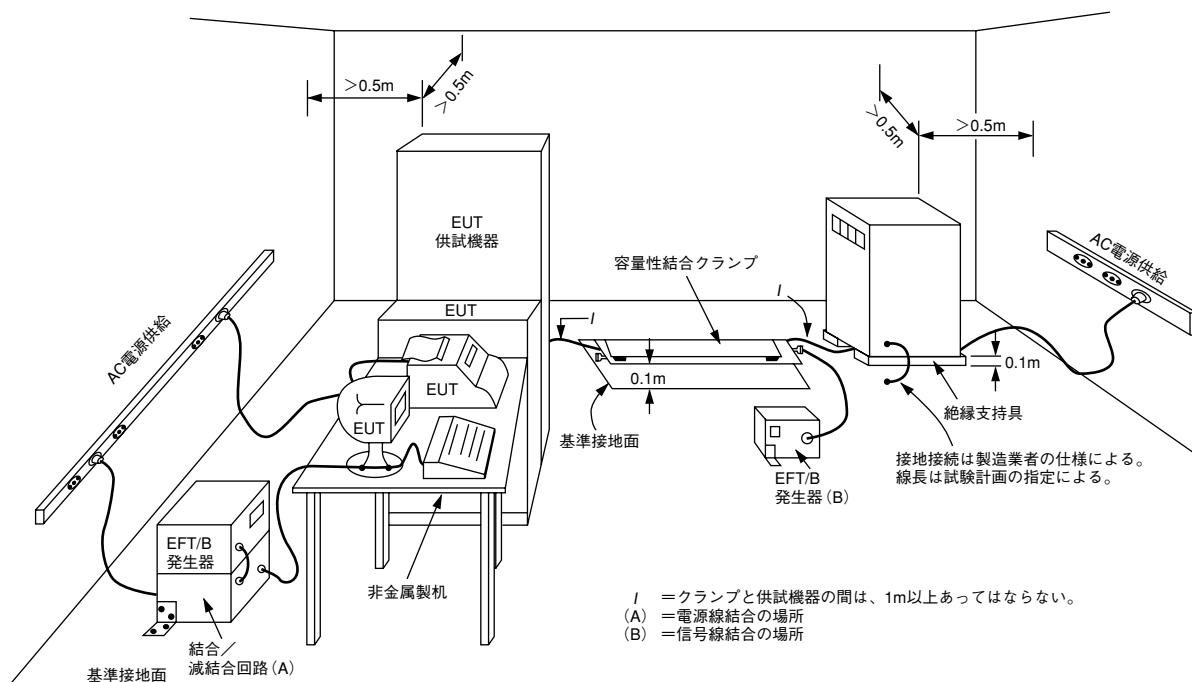


図6. 試験室での型式試験の一般的機器配置

### 3-2-1. 試験条件

以下の要求事項は試験室において4-1.に示す環境の基準状態で試験する場合に適用される。

- EUTは基準接地面上に配置され、 $0.1\text{m} \pm 0.01\text{m}$ 厚の絶縁支持物によって絶縁する
- 卓上機器の場合、EUTは接地面上 $0.8\text{m} \pm 0.08\text{m}$ の所に配置される
- 基準接地面は最小厚 $0.25\text{mm}$ の金属板(銅またはアルミニウム)からなる。ただし、板厚 $0.65\text{mm}$ 以上であれば他の金属材を使用できる
- 基準接地面の最小寸法は $1\text{m} \times 1\text{m}$ 、実際の大きさはEUTの寸法による
- 基準接地面はEUTの各外辺より $0.1\text{m}$ 以上広くなる
- 基準接地面は保安接地に接続する
- EUTは、標準設置仕様により機能面の要求事項を満たすように配置、接続する
- EUTと、その基準接地面を除くすべての導電構造物(例えばシールドルームの壁)との最短距離は $0.5\text{m}$ 以上とする
- EUTは製造業者の設置仕様に従って接地系に接続する。その他の接地接続は使用できない
- 試験機器接地ケーブルの基準接地面との接地およびすべてのボンディングのインダクタンスは最小とする
- 試験電圧印加用に結合装置を使用する。結合装置はEUTと減結合回路間、または試験に使用する二つの機器間の回路に結合される
- 結合クランプを使用する際、結合クランプの下、またEUTの下の基準接地面を除くすべての導電構造物と結合板との最短距離は $0.5\text{m}$ 以上とする
- 結合装置とEUT間の信号または電源線の長さは、 $1\text{m}$ 以下とする
- 製造業者が機器に $1\text{m}$ 以上の長さの取り外せない電源ケーブルを備える場合は、余分のケーブルは直径 $0.4\text{m}$ の平坦なループとし、基準接地面から $0.1\text{m}$ の高さに置く。また、EUTと結合装置間の距離は $1\text{m}$ 若しくはそれ以下に保たなければならない

### 3-2-2. EUTへの試験電圧印加方法

試験電圧は、下記EUTの各種の線路やポートに印加される。

#### 3-2-2-1. 電源供給ポート

結合/減結合回路により、電気的ファーストランジェントの妨害電圧を直接印加する際の配置例を図7に示す。

もし線路電流が結合/減結合回路の規定電流容量より大(例えば $>100\text{A}$ )であれば、試験電圧は $33\text{nF}$ 結合回路を通じてEUTに印加する。

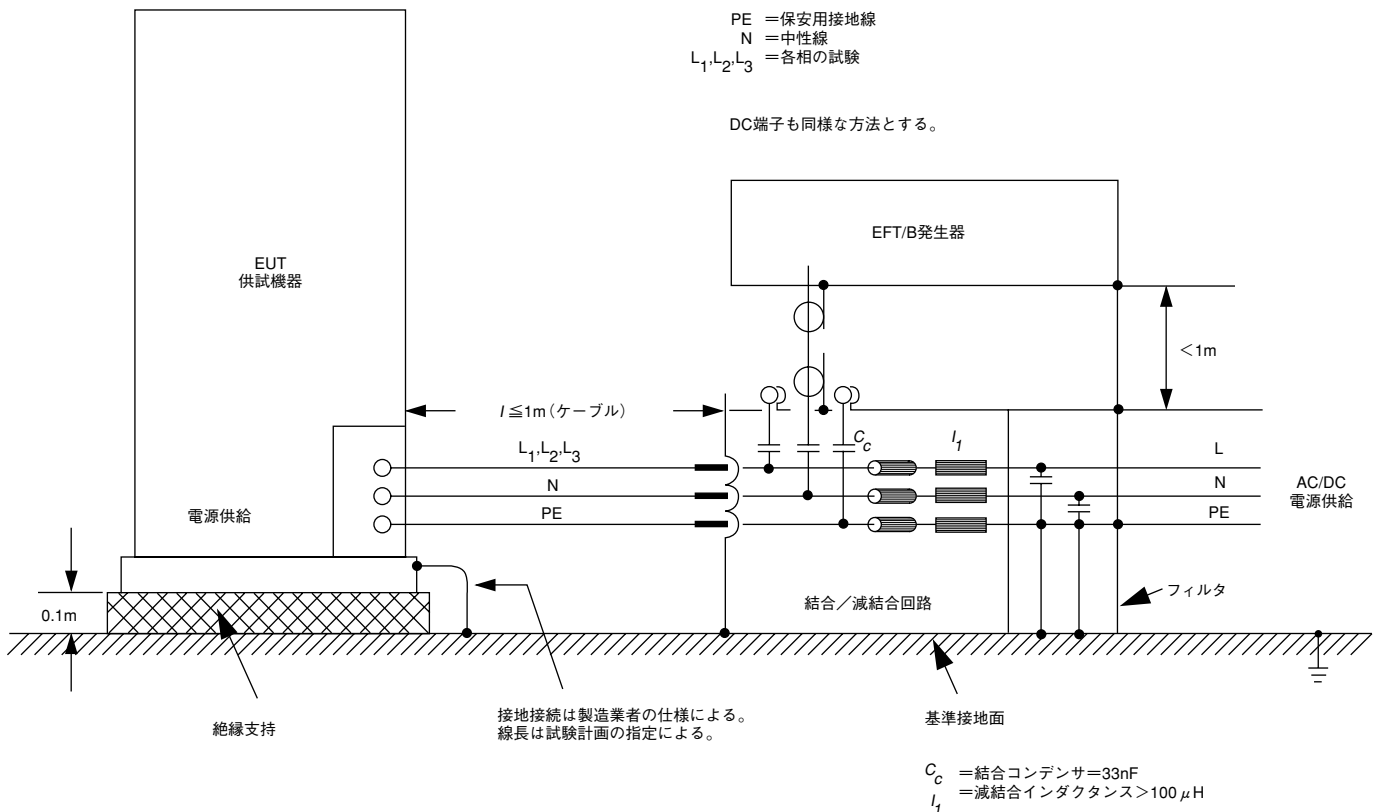


図7.AC/DC供給電源ポート/端子へ試験電圧を直接印加する場合の試験室試験機器配置例

### 3-2-2-2. 入出力回路と通信ポート

図6と図8の例は、入出力回路と通信ポートへ妨害試験電圧を印加する場合の、容量性結合クランプの使用法を示す。

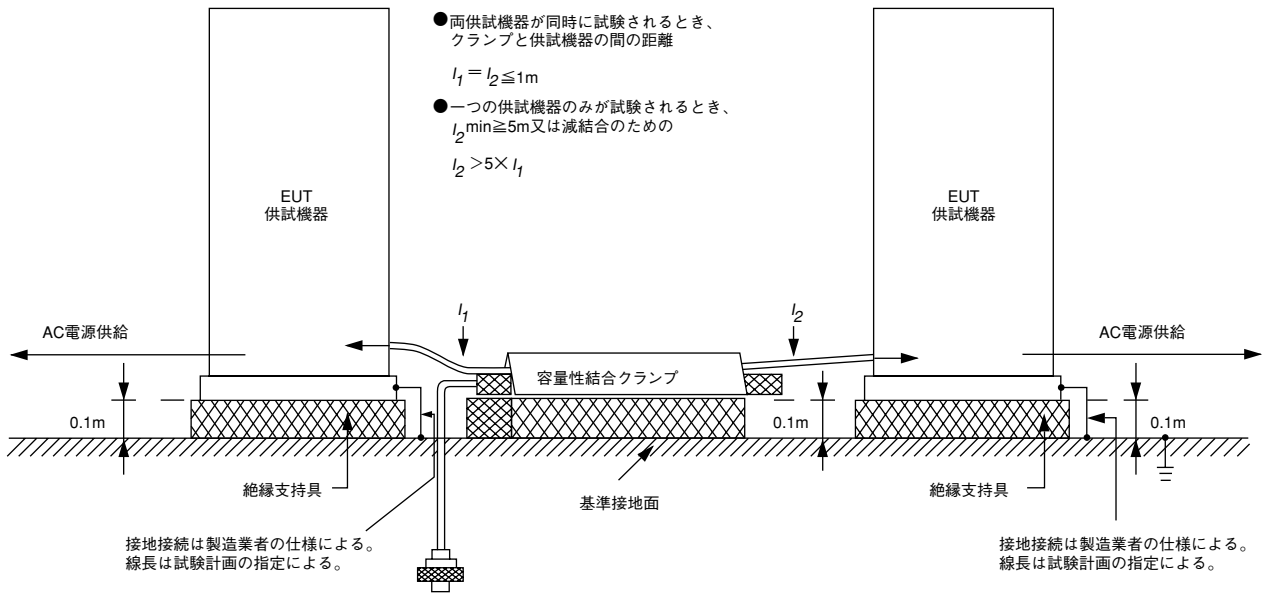


図8. 容量性クランプにより試験電圧を印加する場合の試験室試験機器配置例

### 3-2-2-3. キャビネットの接地

キャビネットの試験点は保安用接地導体の端子とする。

試験電圧は、結合／減結合回路を経て保安用接地 (PE) 接続に印加される。【図7参照】

## 3-3. 設置後試験の試験配置

設置後試験は製造業者と使用者の合意により実施される。

### 3-3-1. 電源ポートと保安接地用端子の試験

#### 3-3-1-1. 定常床取付EUT

試験電圧は基準接地面とACまたはDC各電源供給端子、およびEUTのキャビネットの保安接地用端子との間に印加される。

基準接地面はEUTの近くに設置され、電源供給コンセントで保安用接地導体に接続される。

EFT/B発生器は基準接地面に置かれる。

EFT/B発生器の同軸出力からEUTの接続点までの活線の長さは1mを超えてはならない。

この接続線はシールドの必要はないが、絶縁はよくなければならない。

AC/DCの阻止コンデンサが必要な場合は、33nFとする。

EUTのその他の接続はすべて機能要件を満たさなければならない。

#### 3-3-1-2. フレキシブルコードとプラグにより主電源に接続された非定常設置型EUT

試験電圧は、電源供給線のそれぞれとEUTが接続される電源供給端子で、保安用接地との間に印加する。

### 3-3-2. 入出力回路と通信ポートの試験

線路への試験電圧の供給には、できる限り容量性結合クランプを使用する。

ただし、結合クランプが配線上の構造的な問題(寸法、配線経路)により使用できない場合は、他の方法を選択できる。また、試験結果は結合クランプで得られたのと異なることがあるので、試験レベルについては設置特性を考慮に入れ、使用者と製造業者間で合意の下に修正できる。



### 4-1. 試験室の基準条件

#### 4-1-1. 気象条件

周囲温度 ..... 15℃～35℃

相対湿度 ..... 25%～75%

気圧 ..... 86kPa～106 kPa (860mbar～1060mbar)

#### 4-1-2. 電磁的条件

試験室の電磁的条件は、EUTの正確な動作と試験結果に影響を与えないように保証する。

### 4-2. 試験の実施

試験は技術仕様の規定により、EUTの性能の検証を含む試験計画に基づき実施する。

EUTは通常の動作条件におくこと。

- 実施される試験のタイプ
- 試験レベル
- 試験電圧の極性(両極性が必要)
- 内部あるいは外部の発生器の駆動
- 試験の継続時間、1分未満でないこと
- 試験電圧の印加回数
- EUTのポート
- EUTの代表的な操作状態
- 1回路ずつまたは1回路以上をもつEUTのポートに対する試験電圧の印加順序など
- 補助の機器

試験計画は製造業者と試験所／使用者との合意による。

## 5. 試験結果と試験報告書

### 5-1. 試験結果はEUTの動作条件および機能仕様に基づいて分類する。

- 仕様書の許容値内の正常性能
- 自己回復可能な一時的劣化または機能もしくは性能の損失
- オペレータの介入またはシステムの再起動を必要とする一時的劣化または機能もしくは性能の損失
- 機器またはソフトウェアの故障、またはデータの損失による回復不能な劣化または機能の損失

### 5-2.

一般に、試験実施の全期間にわたってそのイミュニティを示し、かつ試験の終了時にEUTが技術仕様書で規定した機能上の要求事項を満足する場合、試験結果は「良」である。

### 5-3.

試験報告書は、試験条件および試験結果を含むこと。

## サージイミュニティ試験 (Surge immunity test) 概説

### 1. 適用範囲

本規格は、スイッチングおよび雷の過渡現象による過電圧から発生する一方方向のサージに対するイミュニティの要求事項や試験法について規定している。高電圧ストレスに耐える絶縁性能を試験することを意図していない。この規格では直接の雷は考慮していない。

#### 1-1. 試験レベル

【表1】レベル規定

レベル	開回路試験電圧 kV $\pm$ 10%
1	0.5
2	1.0
3	2.0
4	4.0
X	特別

注：Xはオープンクラスで製品仕様書で規定できる。

### 2. 試験用機器

#### 2-1. コンビネーション波形 (Combination wave)

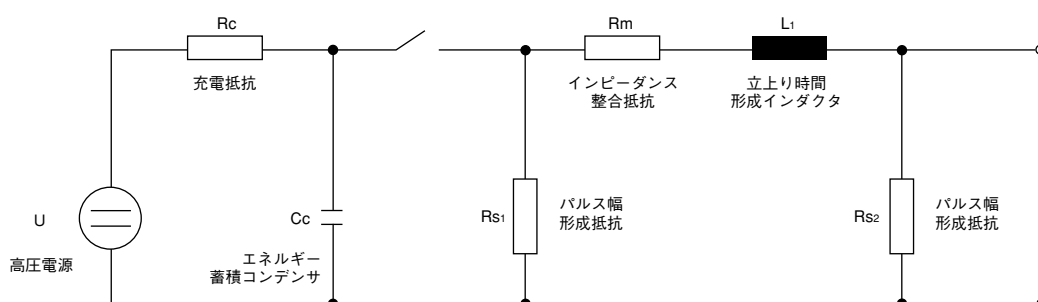
##### 2-1-1. 発生器の主な仕様

【表2】

開回路出力電圧	
最低電圧	0.5kVから4.0kV以上
サージ電圧波形	表3および図2
開回路出力電圧の許容値	$\pm$ 10%
短絡回路出力電流	
最低電流	0.25kAから2.0 kA以上
サージ電流波形	表3および図3
短絡回路出力電流の許容値	$\pm$ 10%
極性	正および負
重畳位相角	交流ラインの位相角に対して $0^{\circ}$ ~ $360^{\circ}$ の範囲
繰り返し率	最低1回/分

フローティング出力付発生器を使用すること

#### 2-1-2. 【図1】簡略回路図



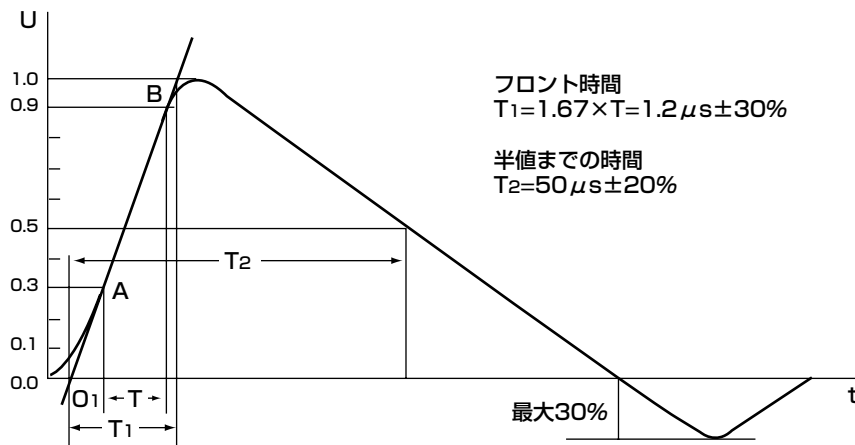
### 2-1-3.【表3】波形パラメータ

定義	IEC60-1による		IEC469-1による	
	フロント時間	半値までの時間	立ち上り時間 (10%~90%)	持続時間 (50%~50%)
	$\mu s$	$\mu s$	$\mu s$	$\mu s$
開回路電圧(電圧サージ波形)	1.2	50	1	50
短絡回路電流(電流サージ波形)	8	20	6.4	16

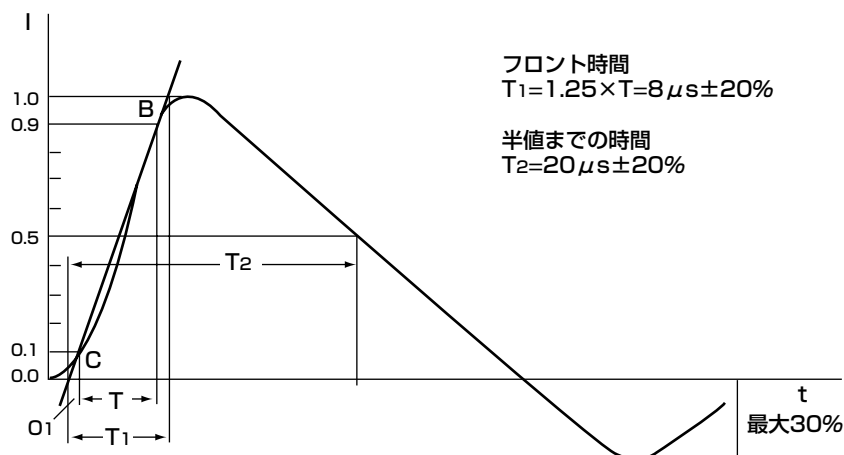
注:現在のIEC公報では、1.2/50  $\mu s$  および 8/20  $\mu s$  の波形は図2および図3に示すように、  
 全体的にIEC60-1に従って定義される。  
 他のIEC勧告は、IEC469-1による波形定義に基づく。  
 両者の定義は、IEC61000-4の章で有効であり、単一のみの発生器を記述している。

### 2-1-4.出力波形

【図2】電圧サージ波形(1.2/50  $\mu s$ )



【図3】電流サージ波形(8/20  $\mu s$ )



IEC61000-4-5

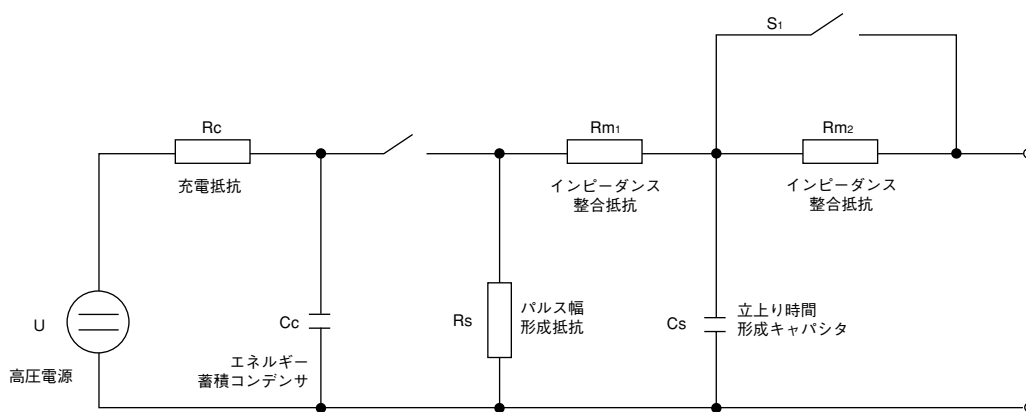
## 2-2. (CCITT定義) 10/700 $\mu$ s波形

### 2-2-1. 発生器の主な仕様

【表4】

開回路出力電圧	
最低電圧	0.5kVから4.0kV以上
サージ電圧波形	表5および図5
開回路出力電圧の許容値	$\pm 10\%$
短絡回路出力電流	
最低電流	12.5Aから100A以上
サージ電流波形	表5
短絡回路出力電流の許容値	$\pm 10\%$
極性	正および負
繰り返し率	最低1回/分

### 2-2-2. 【図4】簡略回路図



### 2-2-3. 波形パラメータ

【表5】波形定義

定義	CCITTによるブルーブック9巻		IEC469-1による	
	フロント時間	半値までの時間	立ち上り時間 (10%~90%)	持続時間 (50%~50%)
	$\mu$ s	$\mu$ s	$\mu$ s	$\mu$ s
開回路電圧(電圧サージ波形)	10	700	6.5	700
短絡回路電流	—	—	4	300

注: 現在のIECおよびCCITT公報では、10/700 $\mu$ sの波形は図5に示すように、

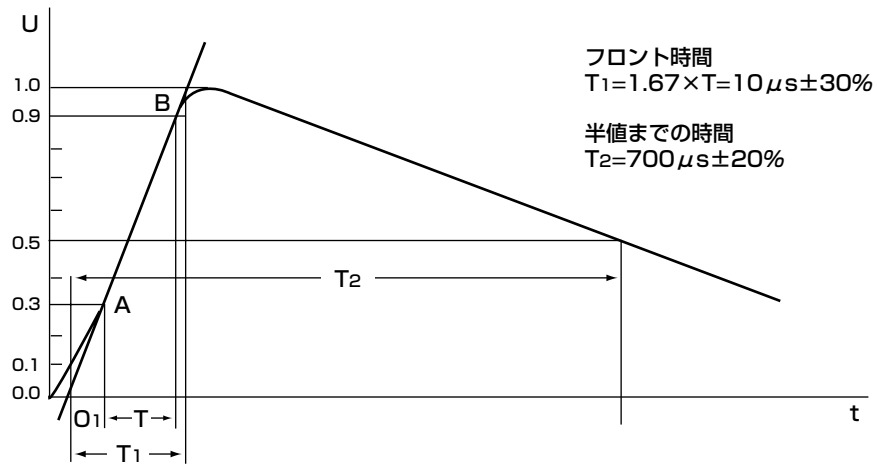
全体的にIEC60-1に従って定義される。

他のIEC勧告は、IEC469-1による波形定義に基づく。

両者の定義は、IEC61000-4の章で有効であり、単一のみの発生器を記述している。

## 2-2-4.出力波形

【図5】電圧サージ波形(10/700 $\mu$ s)



## 2-3.波形測定(発生器の特性検証)

異なる試験発生器からの試験結果を比較するために、発生器の特性を検証すること。

発生器の校正は開放で10k $\Omega$ 以上、短絡で0.1 $\Omega$ 以下の状態でおのおの実施する。

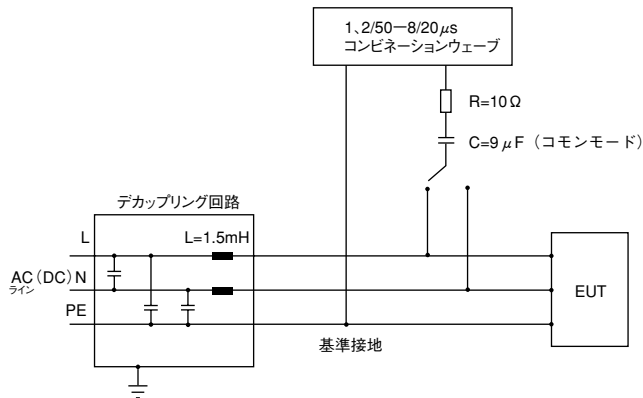
## 2-4.結合/減結合回路

結合/減結合回路は、発生器のパラメータ、例えば規定許容量値内の開回路電圧、短絡回路電流に著しい影響を与えてはならない。

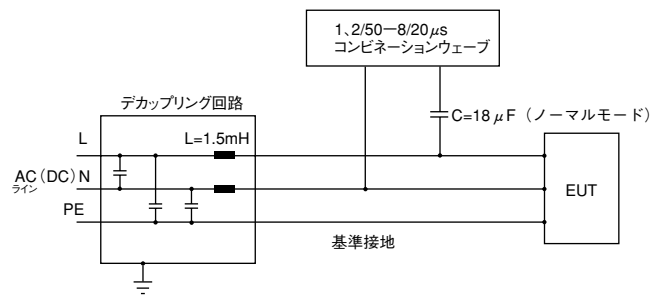
結合方法の例として、図6、図7に電源供給回路への容量結合例(単相回路)、図8に相互接続線のアレスタを介する結合例を示す。

## 2-4-1. 電源、供給回路への容量結合

【図6】ライン-アース間 (コモンモード印加例)

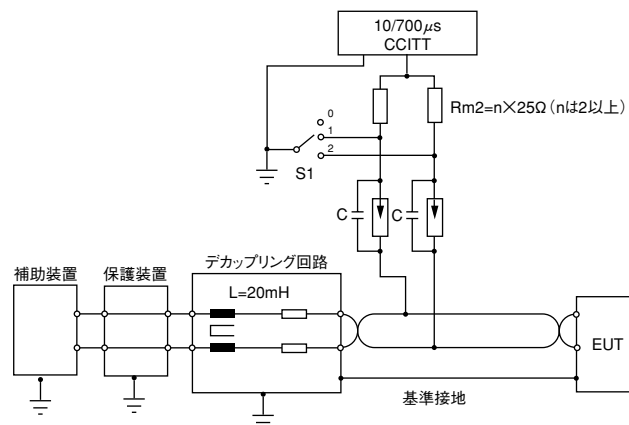


【図7】ライン-ライン間 (ノーマルモード印加例)



## 2-4-2. 相互接続線用結合/減結合回路

【図8】動作中のシールドされていない平衡線路に対する試験設定



## 3. 試験の設定

### 3-1-1. EUTの電源に適用する試験設定例

容量結合回路を介してEUTの電源端子に、サージを印加する。EUTと同じ電源に接続する、他の機器に悪影響を与えることを避けるために減結合回路(CDN)は必要である。

また、規定した波形が供試ライン上に発生できるように、サージ波形に対して十分な減結合インピーダンスを与えるためにもCDNは必要である。

特に規定がない場合、EUTと結合/減結合回路間の電源コードの長さは、2m(又はそれ以下)にすること。

その他

3-1-2. 非シールド非対称動作の相互接続線に適用する試験設定

3-1-3. 非シールド対称動作の相互接続線/通信線に適用する試験設定

3-1-4. シールド線に適用する試験設定

3-1-5. 電位差に適用する試験設定

等がある。

### 4-1.試験室の条件(気象条件)

周囲温度 15℃～35℃

相対湿度 10%～75%

気圧 86kPa～106kPa(860mbar～1060mbar)

### 4-2.試験の実施

試験は、次の項目を決めて実施すること。

- 発生器および使用する他の機器
- 試験レベル(電圧/電流)
- 発生器の電源インピーダンス
- サージの極性
- 発生器の内部および外部トリガ
- 試験の回数:選択した点で、最低正極性5回および負極性5回
- 繰り返し速度:最大1回/分
- 試験する入出力
- 供試機器の代表的な動作状態
- サージを回路に印加する順序
- 交流電源の場合の位相角
- 実際の設置条件(接地など)

## 5.試験結果と試験報告書

### 5-1.試験結果はEUTの動作条件および機能仕様に基づいて分類する。

- 仕様書の許容値内の正常性能
- 自己回復可能な一時的劣化または機能もしくは性能の損失
- オペレータの介入またはシステムの再起動を必要とする一時的劣化または機能もしくは性能の損失
- 機器またはソフトウェアの故障、またはデータの損失による回復不能な劣化または機能の損失

### 5-2.

一般に、機器がサージを加える全期間にわたってその免疫性を示し、かつ試験の終了時にEUTが技術仕様書内で規定した機能上の要求事項を満足する場合、試験結果は「良」である。

### 5-3.

試験報告書は、試験条件および試験結果を含むこと。

## 無線周波電磁界によって誘導される伝導妨害に対するイミュニティ試験 (Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields) 概説

### 1. 適用範囲

本規格は、周波数範囲9kHzから80MHzまでの意図された無線周波(RF)送信機から放射される電磁妨害に対する電気、電子機器の伝導性イミュニティ要求事項について規定している。

妨害無線周波電磁界と結合する伝導性ケーブル(電力線、信号線または接地のような)を一つもっていない機器は除外される。

#### 1-1. 試験レベル

9kHzから150kHzまでの周波数範囲では、無線周波送信機から意図的に発生する電磁界による誘導妨害に対する試験は必要ない。

【表1】試験レベル

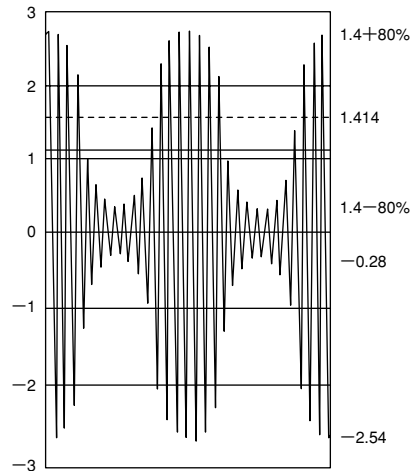
周波数範囲 レベル	150kHz～80MHz 電圧レベル (e.m.f)	
	$U_0$ [dB ( $\mu$ V)]	$U_0$ [V]
1	120	1
2	130	3
3	140	10
X	特別	

注:Xはオープンクラスで製品仕様書で規定できる。

表1は非変調妨害信号の開放端試験レベルで、試験を実施する際は1kHzの正弦波で80%の振幅変調をする。

#### 1-1-1. 【図1】80%の振幅変調

試験レベル1の起電力

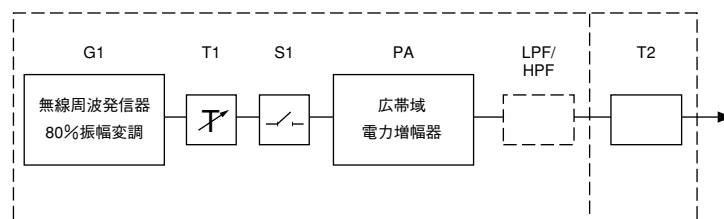


$U_{pp}=5.09V$   
 $U_{rms}=1.12V$

### 2. 試験用機器

#### 2-1. 試験信号発生設備

##### 2-1-1. 【図2】試験信号発生設備の構成





## 2-1-2.【表2】試験信号発生設備の特性

出力インピーダンス	50Ω、VSWR≤1.2
高調波および歪み	搬送波レベルより15dB以上低い
振幅変調	内部あるいは外部変調1kHz±10%の正弦波による 80%±5%変調度
出力レベル	試験レベルを満足する十分な大きさ
周波数掃引	1.5×10 <sup>-3</sup> (decade/s)以下の自動掃引か手動制御 高周波シンセサイザの場合は、周波数に依存したステップ幅と持続時間のプログラムが可能であること
T1	周波数特性のよい減衰器(0...40dB)
S1	高周波スイッチ
PA	広帯域電力増幅器
LPF/HPF	ローパスフィルタ/ハイパスフィルタ
T2	減衰器(固定減衰量≥6dB、Z <sub>0</sub> =50Ω)

## 2-2. 結合器および減結合器

表3は、結合器および減結合器のEUTポートから見たコモンモード・インピーダンス。

【表3】結合器および減結合器のパラメータ

パラメータ	周波数帯	
	150kHz~26MHz	26~80MHz
Z <sub>ce</sub>	150±20Ω	150 <sup>+60</sup> <sub>-45</sub> Ω

### 2-2-1. 直接注入

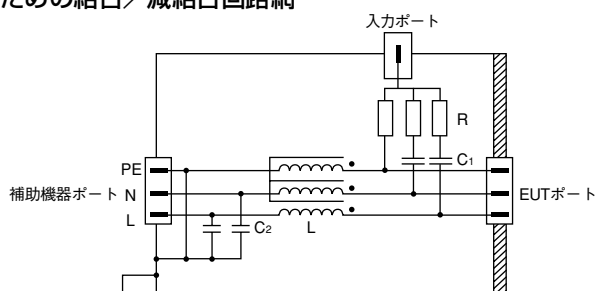
妨害信号を試験信号発生器から、100Ωの抵抗を通して遮蔽ケーブルや同軸ケーブルに注入する。注入点は減結合回路の近くであること。

### 2-2-2. 結合/減結合回路網(CDN)

一つの箱の中に結合回路と減結合回路を含み、特定の無遮蔽ケーブルに適用できる。

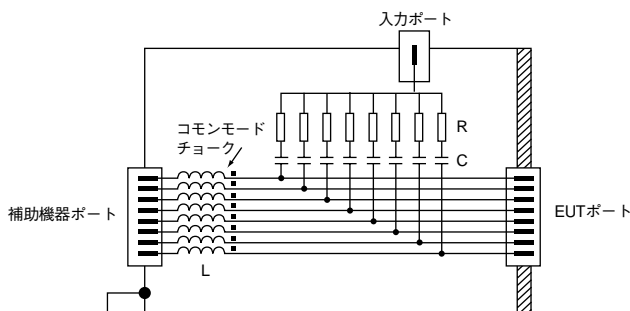
この回路網は、信号への影響に対して制限を規定することができる。

#### 2-2-2-1.【図3】無遮蔽の電源線のための結合/減結合回路網



注: CDN-M3、C<sub>1</sub>(typ)=10 nF、C<sub>2</sub>(typ)=47 nF、R=300Ω、L≥280μH at 150kHz  
 CDN-M2、C<sub>1</sub>(typ)=10 nF、C<sub>2</sub>(typ)=47 nF、R=200Ω、L≥280μH at 150kHz  
 CDN-M1、C<sub>1</sub>(typ)=22 nF、C<sub>2</sub>(typ)=47 nF、R=100Ω、L≥280μH at 150kHz※【図3】

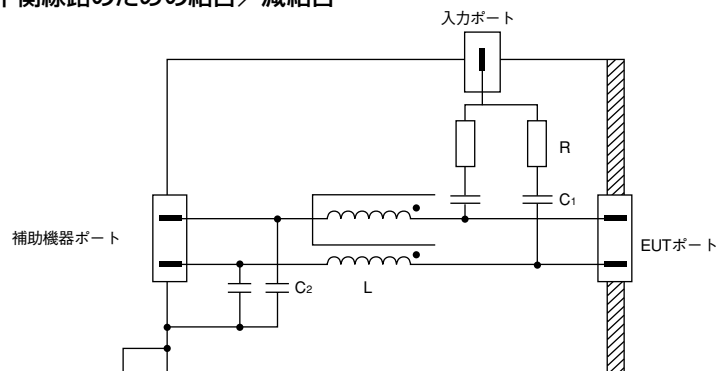
#### 2-2-2-2.【図4】無遮蔽の平衡線路のための結合/減結合回路網



注: C(typ)=2.2 nF  
 R=800Ω  
 L≥280μH at 150kHz

CDN-T2:1対の平衡心線(2線)  
 CDN-T4:2対の平衡心線(4線)  
 CDN-T8:4対の平衡心線(8線)※【図4】

### 2-2-2-3. 【図5】 無遮蔽の不平衡線路のための結合／減結合



注：  $C_1$  (typ) = 10 nF  
 $C_2$  (typ) = 47 nF  
 $R = 200 \Omega$   
 $L \geq 280 \mu\text{H}$  at 150kHz  
 CDN-AF2 (2線)

### 2-2-3. クランプ注入

#### 2-2-3-1. 電流クランプ

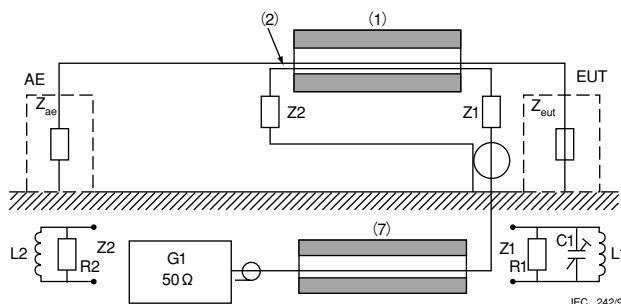
EUTに接続したケーブルへ定めた巻線比で無線周波の電圧を誘導結合する方法。  
 レベル設定が150Ωのインピーダンス環境でなく、50Ωの試験治具で実施される場合は規定による測定が必要である。

#### 2-2-3-2. EMクランプ

EMクランプは、EUTに接続されるケーブルに対して容量性および誘導性で結合される。

図6, 7はEMクランプの使用法と結合係数

【図6】 EMクランプの概念 (電磁クランプ)

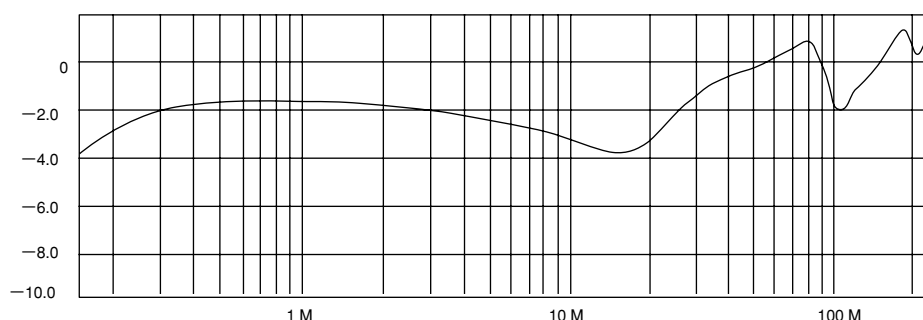


- (1) フェライト管(クランプ)長さ0.6m、φ 20mm、供試機器側は4C65 ( $\mu = 100$ )の10個のリングで構成され、補助機器側は3C11 ( $\mu = 4300$ )の26個のリングで構成される
  - (2) 銅箔の半円筒
  - (7) EMクランプの構造の中に含まれたフェライト管 ( $\mu = 100$ )
- Z1, Z2: 周波数応答及び方向性を最適化するために組み込まれる  
 G1: 試験信号発生器

#### EMクランプの原理

- －フェライト管による磁気結合
- －供試機器のケーブルと銅箔が密接することによる静電結合

【図7】 EMクランプの結合係数



市場で入手可能なEMクランプの構造の代表的特性

- － 動作周波数範囲: 0.15MHzから230MHz
- － EMクランプの結合係数の周波数応答
- － 表1による最大定格起電力
  - 0.15MHzから100MHz; 最大140V最低15V
  - 100MHzから230MHz; 最大140V最低5V
- － 10MHz超の方向性及び減結合 EUT/AE  $\geq 10\text{dB}$

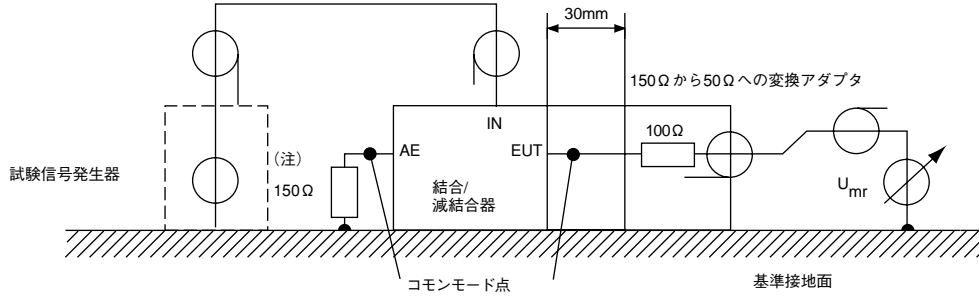
### 2-3. 【図8】 試験信号発生器のレベル設定

試験信号発生器の出力レベルは、無変調の搬送波で設定する。

試験信号発生器は、結合器の無線周波入力ポートに接続する。結合器のEUTポートは150Ωから50Ωへの変換アダプタを通して、50Ωの入力インピーダンスで測定機器にコモンモードで接続する。

リニア表示： $U_{mr} = U_0 / 6 \pm 25\%$

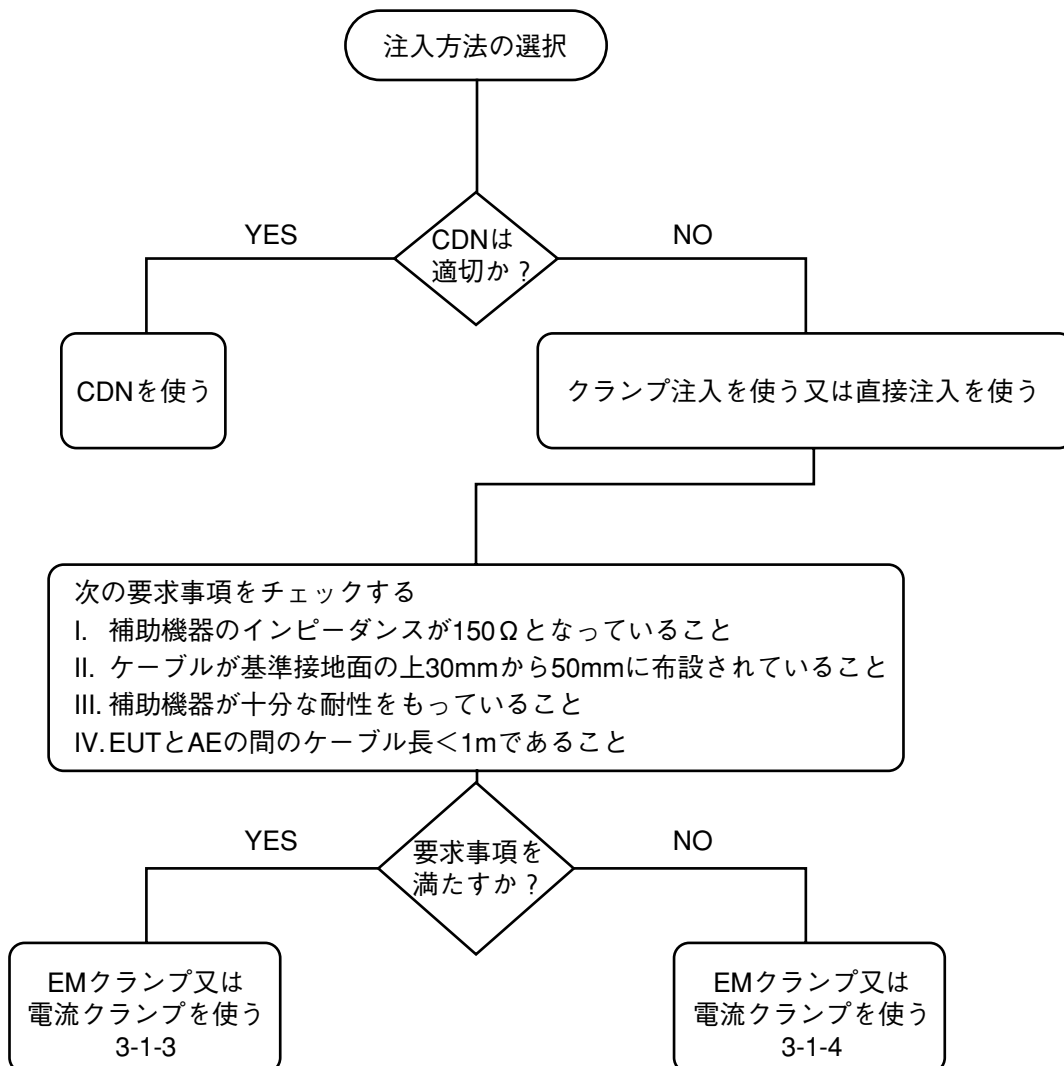
対数表示： $U_{mr} = U_0 - 15.6\text{dB} \pm 2\text{dB}$



## 3. 試験の設定

### 3-1. EUT(卓上型装置と床置型装置)の試験設備と注入方法

#### 3-1-1. 【図9】 注入方法を選択するための規則



### 3-1-2. 注入方法および試験点

EUTからのケーブルが10m以上同じ場所に布設しているか、ケーブル・トレイやダクトを通る場合は1本のケーブルと見なす。  
 不必要な試験を回避するために、最も感受性の高いケーブルで構成し、他のケーブルは切り離すか減結合回路網だけを付ける。

### 3-1-3. クランプ注入の手順

- クランプ注入で各補助機器 (AE) は、基準接地面上0.1mの高さの絶縁支持台上に置く
- EUTに接続されるケーブル以外、各補助機器に接続されるケーブルは減結合回路網を取り付ける  
 これらの減結合回路網は、補助機器から0.3m以上離さない
- 補助機器と減結合回路網、補助機器と注入クランプ間のケーブルは、基準接地面上30mm～50mmの高さに保ち、束にしても包み込んでいけない
- 補助機器と注入クランプ間のケーブル長は、高周波(≧30MHz)における再現性を改善するためにできるだけ短く(≦0.3m)する
- 各補助機器のEUTに最も近いケーブルに接続された減結合回路網は、入力ポート50Ωで終端したCDNに置き換える  
 このCDNは、補助機器が基準接地面に対して150Ωの負荷となるようにする
- 補助機器に個別の接地端子がある場合は50Ωで入力ポートを終端したCDN-M1回路網を通し、基準接地面に接続する

### 3-1-4. コモンモード・インピーダンス要求条件が満足しない場合

- クランプ注入で補助機器側のコモンモード・インピーダンスが満足しない場合は、補助機器ポートに減結合コンデンサを使うなど、条件を満たす対策をとる
- 注入クランプとEUTの間に特別に挿入した電流プローブによって、誘導電圧から生じる電流を監視する  
 この電流が公称回路値 $I_{max}$ を超える場合、試験信号発生器レベルを、測定電流が $I_{max}$ 値と等しくなるまで減らす

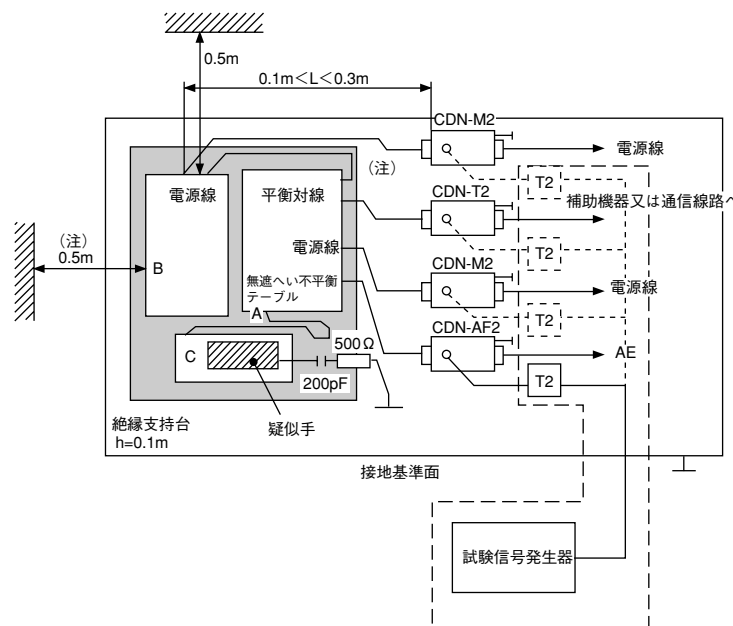
$$I_{max} = U_0 / 150 \Omega$$

修正して適用した試験電圧レベルを試験報告書に記載する。注:コモンモード・インピーダンス要求条件【表3】

### 3-1-5. 単一のユニットからなるEUT

- EUTを基準接地面より0.1mの高さの絶縁支持台上に置く  
 卓上機器は基準接地面を机の上に置いてよい
- 試験されるすべてのケーブルに、CDNを挿入する  
 CDNをEUTから約0.1m～0.3mの間隔で、基準接地面上に置き直接接続する  
 CDNとEUTの間のケーブルは、基準接地面上30mm～50mmの高さに保ち、束にしても包み込んでいけない
- EUTに他の接地端子が付いている場合、できるだけCDN-M1を通して基準接地面に接続する
- EUTにキーボードや手持ちの付属品が付いている場合、擬似手をキーボードの上に置か付属品を包み基準接地面と接続する

### 3-1-6. 【図 10】 幾つかのユニットからなるEUT



注:すべての金属製障害物から供試機器への空間距離は少なくとも0.5mはなければならない

- 各サブユニットは、それぞれ1個のEUTと見なし、それ以外は補助機器と見なして試験する  
EUTと見なすサブユニットのケーブルにCDNを取り付ける
- 常に1m以下のケーブルで相互接続されるEUTとサブユニットは、内部ケーブルと見なし、試験は実施しない
- EUTの一部と見なすサブユニットは、基準接地面上0.1mの絶縁支持台の上に、互いに接触しないようできるだけ近くに置く  
また、相互接続ケーブルも絶縁支持台の上に置く
- EUTの幹線電源や補助装置のケーブルはCDNを取り付ける

## 4. 試験手順

### 4-1. 試験条件

- EUTの動作条件および気象条件(温度、相対湿度)を定める
- 放射エネルギーが許容レベルを超える場合は、シールドルームを使用する
- 非励起の結合器の無線周波入力ポートは、50Ωの負荷抵抗で終端する
- 高調波からEUTへの妨害を避けるためにフィルタを使用する
- 試験レベル設定の前にフィルタ(LPF、HPF)を挿入する
- 周波数範囲(150kHz~80MHz)の掃引率は $1.5 \times 10^{-3}$  (decade/s)を超えないこと  
また、ステップ幅は周波数値の1%を超えないこと
- EUTの感受性を調べるため、各周波数の持続時間は応答に必要なだけ印加する

### 4-2. 試験の実施

試験報告書には次の内容を記載する。

- EUTの寸法
- EUTの代表的な動作条件
- EUTが単一または複数ユニットとして試験されるか否か
- 使用した試験設備の型式およびEUT、補助機器ならびに結合/減結合の位置
- 使用した結合/減結合およびその結合係数
- 試験を適用した周波数範囲
- 周波数の掃引率、持続時間および周波数ステップ
- 適用する試験レベル
- 使用する相互接続ケーブルの型式および接続される(EUTの)インターフェースポート
- 適用した性能判定基準
- EUT稼働方法の説明

試験計画の幾つかの部分を確認するために、予備調査試験の実施を必要としてよい。

試験文書類には、試験条件、校正報告書および試験結果を含める。

## 5. 試験結果と試験報告書

### 5-1. 試験結果はEUTの動作条件および機能仕様に基づいて分類する。

- 仕様限界の範囲内の正常な性能
- 自己回復可能な機能、性能の一時的な劣化または低下
- 操作員の介入、システムリセットを必要とする機能、性能の一時的な劣化または低下
- 装置(部品)、ソフトウェアの損傷、データの損失のために発生する回復不可能な機能、性能の劣化または低下

### 5-2

妨害信号を印加したすべての期間について装置がイミュニティを示しかつ試験の終了後にEUTが機能仕様書の中で規定されている要求事項を満たせば、一般的には試験結果は「良」である。

### 5-3

試験報告書は、試験条件および試験結果を含むこと。

## 電力周波数磁界イミュニティ試験 (Power frequency magnetic field immunity test)概説

### 1. 適用範囲

この規格は、電力周波数による磁気妨害に対して機器の動作状態におけるイミュニティを次の区域に関連して規定している。

- 居住用および商業用区域
- 工業用施設および電力プラント
- 中圧および高圧変電所

ただし、実際の施設のケーブルあるいは、その他の部分における容量性または誘導性の結合による妨害は考慮していない。

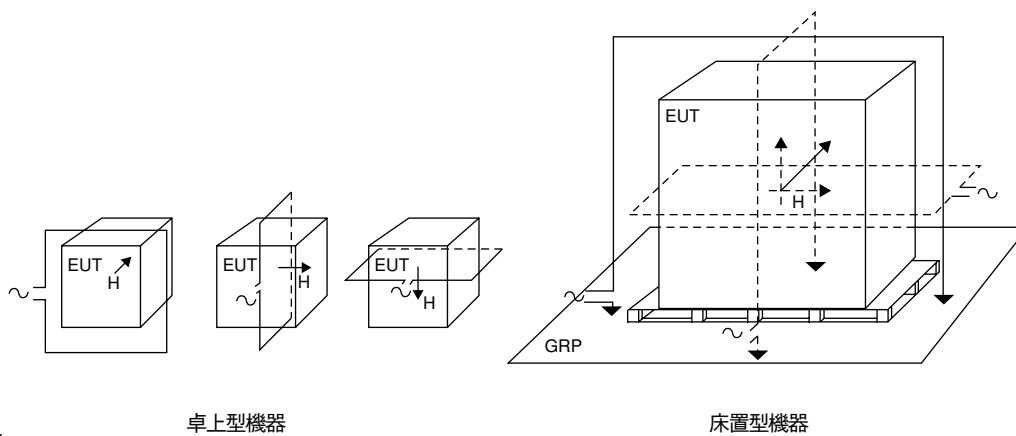
### 2. 試験用装置

試験磁界は、誘導コイルに流れる電流により得られる。

EUTに対する試験磁界の適用は磁界印加法による。

試験機器には電流源(試験発生器)、誘導コイルおよび関連の試験測定器を含む。

【図1】磁界印加法による試験磁界の適用例



#### 2-1. 試験レベル

50Hz と 60Hz で の 配 電 網 に 適 用 す る 。

【表1】連続磁界に対する試験レベル

レベル	磁界強度 A / m
1	1
2	3
3	10
4	30
5	100
x	特別
注:x は指定のないレベル。このレベルは製品仕様の中に示すことができる。	

【表2】短時間:1秒から3秒に対する試験レベル

レベル	磁界強度 A / m
1	n.a.
2	n.a.
3	n.a.
4	300
5	1000
x	特別
注：x は指定のないレベル。このレベルは試験時間と同じく製品仕様の中に示すことができる。 n.a. = 適用せず。	

磁界強度は A / m で表す。1 A / m は 1.26  $\mu$  T (自由空間) に相当する。

## 2-2. 試験発生器

試験磁界に対応する出力波形をもつ発生器は、2-3.に規定する誘導コイルに必要な電流を供給することができること。

発生器の電力容量の大きさは、コイルのインピーダンスを考慮して決める。

インダクタンスの範囲は、1mの標準コイルに対する2.5  $\mu$  Hから、長方形誘導コイル(1m $\times$ 2.6m)の各種の  $\mu$  H(例えば、6  $\mu$  H)までとすることができる。

発生器の仕様は以下の通り。

- 最大選択試験レベルと誘導コイル係数で決定する電流容量、誘導コイル係数は、0.87m<sup>1</sup>(卓上用または小型機器試験用の1mの標準コイル)から0.66m<sup>1</sup>(床置型または大型機器試験用の1m $\times$ 2.6mの長方形誘導コイル)までの範囲
- 短絡条件での動作の可能性
- 接地端子に接続される低出力端子
- 電力供給網に入り込む可能性があるか、または試験の結果に影響を及ぼすことがある大きな妨害の放出を避けるための予防措置

### 2-2-1. 試験発生器の特性および性能

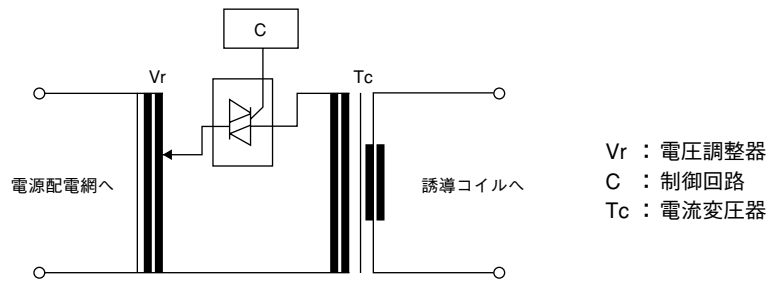
電流源には電圧調整器(電源配電網に接続)、電流変圧器、短時間の適用についての制御回路が含まれる。発生器は連続モードまたは短時間モードで稼動することができなくてはならない。

仕様

連続モードの稼動に対する出力電流範囲 .....	1Aから100A、コイルの係数によって除する
短時間モードの稼動に対する出力電流範囲 .....	300Aから1000A、コイルの係数によって除する
出力電流の総合ひずみ率 .....	8%未満
短時間モードの稼動に対する設定時間 .....	1秒から3秒
出力電流の波形 .....	正弦波

注：標準コイルに対する出力電流範囲は、連続モードに対しては1.2Aから120A、短時間モードに対しては350Aから1200A。

【図2】電力周波数磁界に対する試験発生器の回路図



### 2-2-2. 試験発生器の特性の検証

出力電流は、発生器から3mまでの長さで、適切な断面積をもつねじり導線により、標準コイルに接続して確認する。

検証する特性

- 出力電流値
- 総合ひずみ率

検証は、±2%の精度をもつ電流プローブおよび測定器で実施する。

### 2-3. 誘導コイル

#### 2-3-1. 誘導コイルの特性

誘導コイルは、銅、アルミニウムまたは伝導性の非磁気材質でできており、試験中に安定して容易に配置できるような断面積と機械的構成になっていること。

コイルは単巻でよい。低い試験電流を求めめるため、多巻コイルを用いてもよい。

EUT(卓上型機器または床置型機器)の容積全体にわたる磁界の発生許容変動値は±3dBの公差とする。

##### 2-3-1-1. 卓上型機器および床置型機器に対する誘導コイル

単四角形誘導コイル ..... 一辺1m: 試験体積0.6m×0.6m×0.5m高さ(EUTからコイルまでの最小距離0.2m)

二重四角形誘導コイル(ヘルムホルツコイル)

..... 一辺1m、間隔0.6m: 試験体積0.6m×0.6m×1m高さ(EUTからコイルまでの最小距離0.2m)

コイルの分離を0.8mまで増やす

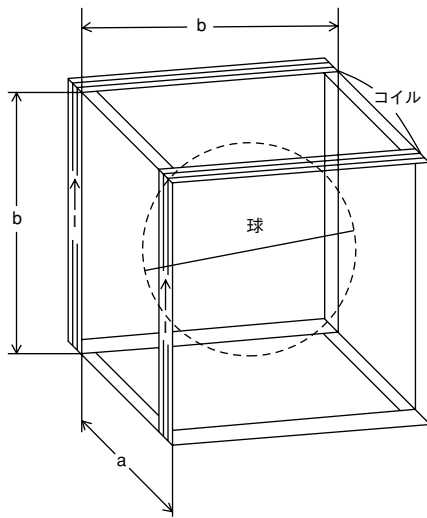
試験可能EUTの最大高さを1.2mまで伸ばす

単長方形誘導コイル ..... 1m×2.6m: 試験体積0.6m×0.6m×2m高さ(EUTの水平および垂直寸法の各々に対し、EUTからコイルまでの最小距離はそれぞれ0.2mまたは0.3m)

誘導コイルをGRPに接合する場合、EUTから0.1m離せば十分



【図3】ヘルムホルツコイル



$n$  : 各コイルの巻数       $a$  : コイルの分離  
 $b$  : コイル側辺 (m)       $I$  : 電流値 (A)  
 $H$  : 磁界強度 (A/m)       $H : 1.22 \times n / b \times I$   
 ( $a=b/2.5$ で、磁界強度の非均質性は $\pm 0.2\text{dB}$ )

### 2-3-2. 誘導コイル、コイル係数の校正

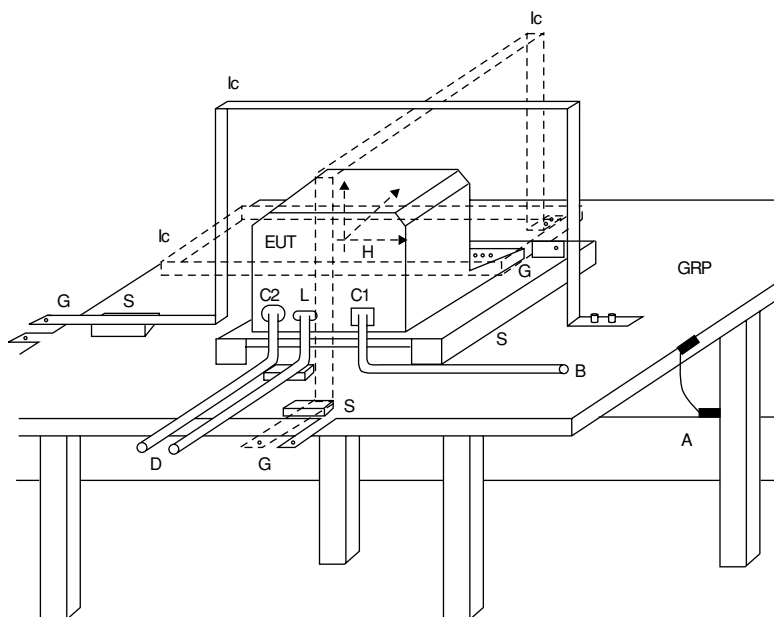
試験の実施に先立ち、EUTの寸法に対して正しい寸法の誘導コイルを絶縁支持体に取り付け試験所の壁および全ての磁気材料から1m以上離れた位置に置き、試験発生器に接続する。

- 磁界センサを用いて、誘導コイルによって発生する磁界強度を確認する
- 磁界センサを、誘導コイルの中心に置き(EUTなしに)、適切な向きを決めて磁界の最大値を検出する
- 試験レベルで規定した磁界強度を得るため、誘導コイルの電流を調整する
- 校正は電力周波数で実施する
- 校正の手順は、試験発生器と誘導コイルで実施する
- コイル係数は上記手順により決定される
- コイル係数によって、必要な試験磁界 ( $H/I$ ) を得るためのコイルに流れる電流値が分る

## 3. 試験の配置

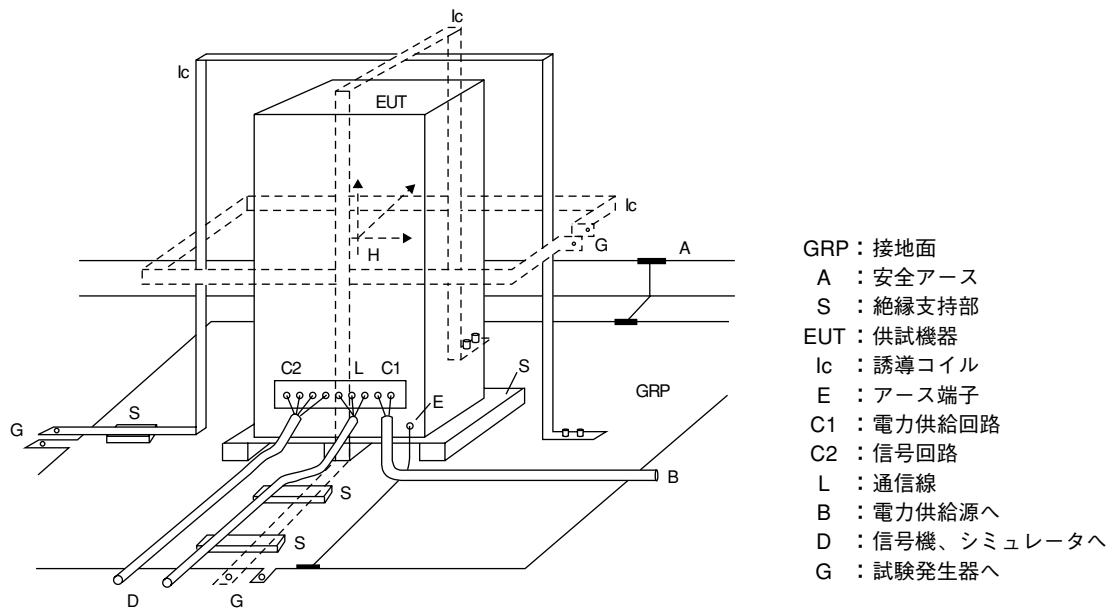
試験磁界が、試験配置場所の周辺にある試験測定系および他の感度の高い機器を妨害することがある場合には、予防措置を講ずる。

【図4】卓上型機器の試験配置例



GRP : 接地面  
 A : 安全アース  
 S : 絶縁支持部  
 EUT : 供試機器  
 $l_c$  : 誘導コイル  
 E : アース端子  
 C1 : 電力供給回路  
 C2 : 信号回路  
 L : 通信線  
 B : 電力供給源へ  
 D : 信号機、シミュレータへ  
 G : 試験発生器へ

【図5】床置型機器の試験配置例



### 3-1. 基準接地面

基準接地面 (GRP) は、試験所内に設置する。EUT および関連の試験機器は、その接地面上に置き、またその接地面に接続する。基準接地面は厚さ0.25mm、最小サイズ1m×1m (EUTの寸法による) の非磁気金属板 (銅またはアルミニウム) とする。他の金属の場合最小厚さは0.65mmとする。

基準接地面は、試験所の安全アースシステムに接続する。

### 3-2. 供試機器 (EUT)

EUTの配置と接続方法。

- EUTは絶縁支持台 (厚さ0.1m) を挟んでGRP上に置く
- EUTはアース端子をGRP上で直接安全アースに接続する
- 電力供給、入力および出力回路を、電力供給源、制御および信号源に接続する
- EUTのケーブルは製造者により指定する。指定がない場合は、非遮蔽ケーブルを使用する
- ケーブルは全て長さ1m分を磁界にさらす
- バックフィルタがある場合、EUTから1mの長さでケーブルを回路に挿入し、接地面に接続する
- 通信線 (データライン) は、技術仕様あるいは規格に示すケーブルでEUTに接続する

### 3-3. 試験発生器

試験発生器は、誘導コイルから3m以上にならない距離に配置し、使用時は接地面に接続する。

### 3-4. 誘導コイル

- 異なる直交方向での試験に対して、異なるコイルを選択してもよい
- 垂直位置 (磁界の水平分極) に使用するコイルは、低い側でコイルの一部を構成する接地面に直接接合できる

試験手順に含む内容は、

- 試験所の基本的な条件の確認
- 機器の正常な動作の事前確認
- 試験の実施
- 試験結果の評価

#### 4-1. 試験所の基本的条件

##### 4-1-1. 気象条件

周囲温度 ..... 15℃～35℃

相対湿度 ..... 25%～75%

気圧 ..... 86kPa～106kPa (860mbar～1060mbar)

##### 4-1-2. 電磁的条件

試験所の電磁的条件は、EUTの正確な動作と試験結果に影響を与えないように保証する。

試験所の電磁界の値は、選択試験レベルより20dB以上低くする。

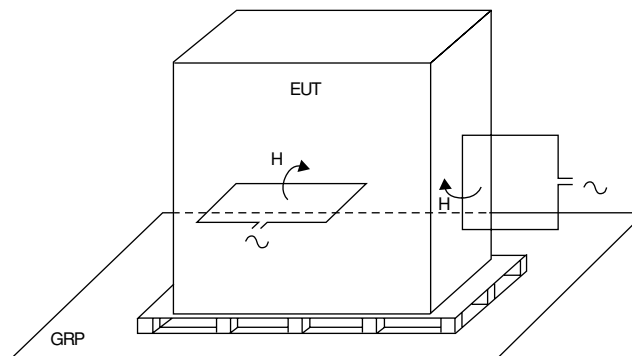
#### 4-2. 試験の実施

試験レベルは、製品の仕様を超えてはならない。

試験磁界強度および試験の期間は、試験計画に設定した各種磁界のタイプ(連続または短時間磁界)に従い、選択試験レベルにより決定する。

注：EUTの最も妨害を受けやすい側面／位置を検出するために、調査の目的で近接磁界掃引法を用いることもできる。

#### 【図6】 近接磁界掃引法による磁界に対し影響を受けやすい箇所の調査例



##### 4-2-1. 卓上型機器

標準寸法の誘導コイル(1m×1m)を用いて、図4に示すように機器を試験磁界にさらす。

続いて、誘導コイルを90°回転させ、EUTを別の向きで試験磁界にさらす。

##### 4-2-2. 床置型機器

適切な寸法の誘導コイルを用いて、図5に示すように機器を試験磁界にさらす。

EUTの全容積を各直交方向で印加するため、誘導コイルを動かし、試験磁界をオーバーラップさせながら試験を繰り返す。

続いて、誘導コイルを90°回転させ、EUTを同じ手順で別の向きで試験磁界にさらす。

**5-1. 試験結果はEUTの動作条件および機能仕様に基づいて分類する。**

- 仕様書の許容値内の正常性能
- 自己回復可能な一時的劣化または機能もしくは性能の損失
- オペレータの介入またはシステムの再起動を必要とする一時的劣化または機能もしくは性能の損失
- 機器またはソフトウェアの故障、またはデータの損失による回復不能な劣化または機能の損失

**5-2.**

一般に、試験実施の全期間にわたってそのイミュニティを示し、かつ試験の終了時にEUTが技術仕様書で規定した機能上の要求事項を満足する場合、試験結果は「良」である。

**5-3.**

試験報告書は、試験条件および試験結果を含むこと。

## 電圧ディップ、瞬停および電圧変動のイミュニティ試験 (Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests) 概説

### 1. 適用範囲

この規格は、電圧ディップ、瞬停および電圧変動に対する電気・電子機器のイミュニティ評価の一般的な基準を確立することを目的とする。

相当たり16Aを超えない定格入力電流をもつ電気・電子機器に適用する。

直流回路網または400Hzの交流回路網に接続する電気・電子機器には適用しない。

#### 1-1. 試験レベル

電圧試験レベルの規定基準は、機器の定格電圧(U<sub>T</sub>)を使用する。

機器が定格電圧に範囲をもつ場合には、次が適用される。

- 電圧範囲が定格電圧範囲に規定した下限電圧の20%を超えない場合、その範囲から単一の電圧を試験レベルの規定基準として指定できる(U<sub>T</sub>)
- 他の全ての場合は、試験手順を電圧範囲に明示した下限および上限の両方に適用する

#### 1-1-1. 電圧ディップと瞬停

【表1】電圧ディップおよび瞬停に対する適切な試験レベルと継続時間

試験レベル %U <sub>T</sub>	電圧ディップおよび瞬停 %U <sub>T</sub>	継続時間 (周期)
0	100	0.5、1、5、10、25、50、x
40	60	
70	30	
0.5の周期は、正極性および負極性の0°と180°から試験を開始する。		
注：1. 0%の試験レベルは、供給電圧の停電に相当する。		
2. 定格電圧の0%～20%の試験レベルは、全停電と見なしてもよい。		
3. xはオープンクラスで製品仕様書で規定できる。		

【図1】電圧ディップの波形例

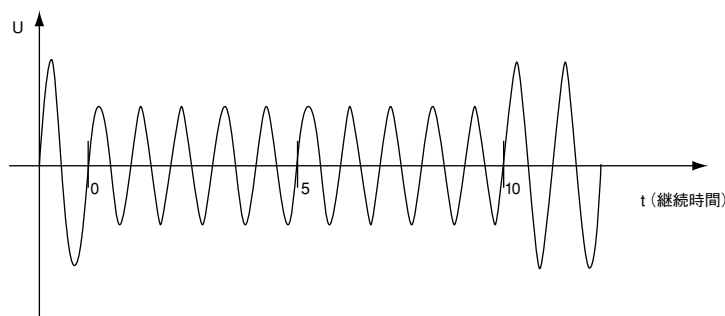


図1. 電圧ディップ

注：電圧は10周期間に70%に低下する。ゼロクロスで遷移。

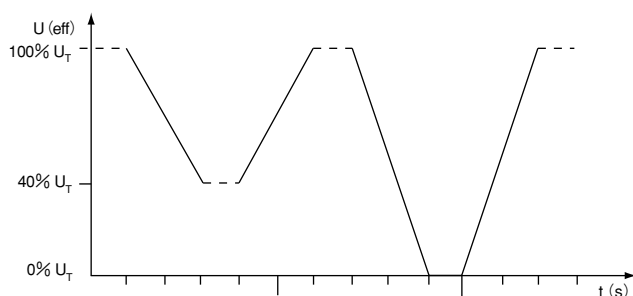
## 1-1-2.電圧変動(オプション)

【表2】短期供給電圧変動のタイミング

電圧試験レベル	電圧低下に 要する時間	低下電圧に おける時間	電圧上昇に 要する時間
40% U <sub>T</sub>	2s±20%	1s±20%	2s±20%
0% U <sub>T</sub>	2s±20%	1s±20%	2s±20%
	x	x	x

注:xはオープンクラスで製品仕様書で規定できる。

【図2】電圧変動の波形例



注:電圧は、緩やかに低下する。

図2.電圧変動

## 2.試験機器

### 2-1.試験発電機の特性と性能

出力電圧 ..... ±5%

発電機出力の負荷変動 ..... 100%出力、0~16A :5%未満

70%出力、0~23A :7%未満

40%出力、0~40A :10%未満

出力電流能力 ..... 定格電圧で相当たり実効値で16A、発電機は、最高5秒の継続時間で、  
定格電圧の70%で23Aまた40%で40Aを流すことができること

ピーク突入電流の駆動能力 ..... 発電機の最大ピーク駆動能力は、220V~240V電源の場合

500A、100V~120Vの場合は250Aを超える必要はない

発電機に100Ωの抵抗負荷を接続した場合の実電圧のオーバーシュート/アンダーシュート

..... 電圧変動の5%未満

発電機に100Ωの抵抗負荷を接続した場合の急激な変動中での電圧上昇(下降)時間

..... 1μs~5μs

位相の変位 ..... 0°~360°

電力周波数と電圧ディップと瞬停の位相関係

..... ±10°未満

## 2-2. ピーク突入電流能力測定用の電流監視装置の特性

50Ω負荷における出力電圧 .....	0.01V/A以上
ピーク電流 .....	最小1000A
ピーク電流精度(3ms継続するパルス) ..	±10%
電流実効値 .....	最小50A
最大I×T .....	10A・s以上
立上り/立下り時間 .....	500ns以下
低周波3dB点 .....	10Hz以下
挿入抵抗器 .....	0.001Ω以下
構造 .....	環状体(トロイダル)
穴径 .....	最小5cm

## 2-3. 電源

試験電圧の周波数は、定格周波数の±2%以下でなければならない。

## 3. 試験の設定

試験発電機とEUTの接続は、できるだけ短い電力供給ケーブルを使用する。  
三相EUTの試験は、相互に同期した3セットの装置を使用する。

## 4. 試験手順

試験の開始に当たっては、次の項目を含む試験計画書を作成する。

- EUTの型式名
- 接続(プラグ、端子等)および対応ケーブル、周辺装置に関する情報
- EUTの電源入力端
- EUTの代表的な動作モード
- 規定する性能基準
- 機器の動作モード(単数/複数)
- 試験設定の説明

EUTが実際の操作信号源を使用できない場合は、シミュレートしてもよい。

試験時に何らかの性能劣化があれば記録する。

監視装置は、試験中および試験後EUTの操作モード状態を表示できることが望ましい。

各試験グループの後で、完全な機能試験を実施する。

### 4-1. 気象条件

周囲温度 .....	15℃～35℃
相対湿度 .....	25%～75%
気圧 .....	86kPa～106kPa(860mbar～1060mbar)

### 4-2. 電磁的条件

試験所の電磁的条件は、EUTの正確な動作と試験結果に影響を与えないように保証する。

### 4-3. 試験の実施

試験中、試験のための電源電圧を2%の精度範囲で監視する。

発電機のゼロ交差制御は、 $\pm 10^\circ$ の精度でなければならない。

#### 4-3-1. 電圧ディップおよび瞬停

- EUTは最小10秒間の間隔でディップ／停電を3回繰り返して試験レベルと継続時間の試験をする
- 代表的な動作モードについてそれぞれ試験をする
- 供給電圧の急激な変化は電圧のゼロクロスで、また各位相については $45^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $135^\circ$ 、 $180^\circ$ 、 $225^\circ$ 、 $270^\circ$ および $315^\circ$ から選択し、必要に応じて角度を追加する
- 三相システムは相ごとの試験が望ましい
- 三相計器および三相電力供給機器の場合は、三相全部同時に試験をする
- 三相全部にディップまたは停電を同時にする場合、電圧のゼロクロスは一つの相となる

#### 4-3-2. 電圧変動 (オプション)

EUTは、最も代表的な動作モードに対して10秒間隔で3回、規定に従って電圧変動の試験をする。

## 5. 試験結果と試験報告書

### 5-1. 試験結果はEUTの動作条件および機能仕様に基づいて分類する。

- 仕様書の許容範囲内の正常性能
- 自己回復可能な一時的劣化または機能もしくは性能の損失
- オペレータの介入またはシステムの再起動を必要とする一時的劣化または機能もしくは性能の損失
- 機器またはソフトウェアの故障、またはデータの損失による回復不能な劣化または機能の損失

### 5-2

一般に、機器が試験の全期間にわたってその免疫性を示し、かつ試験の終了時にEUTが技術仕様書内で規定した機能上の要求事項を満足する場合、試験結果は「良」である。

### 5-3

試験報告書は、試験条件および試験結果を含むこと。



**KIKUSUI**

菊水電子工業株式会社

本社・技術センター	〒224-0023 横浜市都筑区東山田1-1-3	TEL. (045) 593-0200
首都圏南営業所	〒224-0023 横浜市都筑区東山田1-1-3	TEL. (045) 593-7530
東北営業所	〒981-3133 仙台市泉区泉中央3-19-1リシュールブルST	TEL. (022) 374-3441
東関東営業所	〒310-0911 水戸市見和3-632-2	TEL. (029) 255-6630
北関東営業所	〒372-0026 伊勢崎市宮前町215-1	TEL. (0270) 23-7050
首都圏西営業所	〒190-0023 立川市柴崎町5-8-25 ヘルメゾンS	TEL. (042) 529-3451
東海営業所	〒465-0097 名古屋市名東区平和が丘2-143	TEL. (052) 774-8600
関西営業所	〒536-0004 大阪市城東区今福西6-3-13	TEL. (06) 6933-3013
九州営業所	〒810-0074 福岡市中央区大手門3-10-4 丸尾ビル	TEL. (092) 771-7951