

EMCセミナー 2015

IEC 61000-4-4 (EFT/B) 新旧規格の違いについて

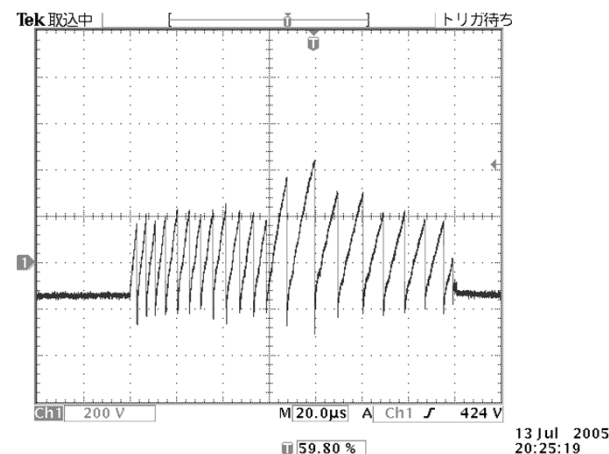
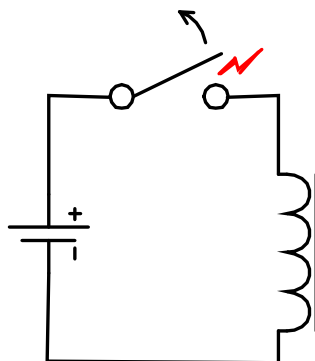
2015年 10月20日
株式会社 ノイズ研究所

EFT/B試験 IEC 61000-4-4

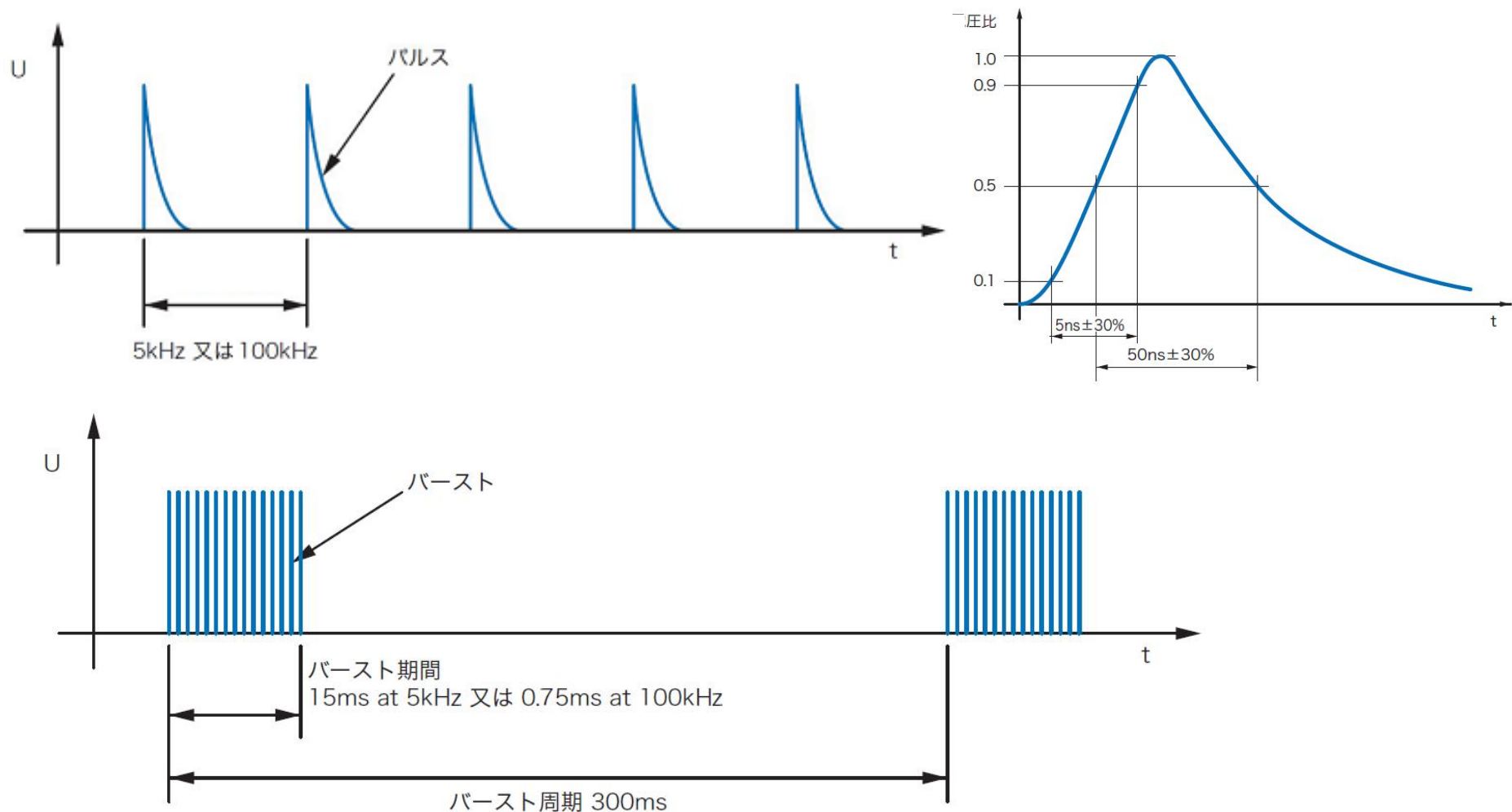


EFT/B試験 IEC 61000-4-4概要

- ・ファストトランジェント/バーストイミュニティ試験
- ・誘導性負荷の遮断時に発生する逆起電力によるノイズや、リレーのチャタリング等によるノイズを模擬し、電子機器の耐性を試験する
- ・ノイズはEUTの電源線および信号線に対して印加する
- ・印加モードはコモンモード(ラインー大地間)のみ
- ・規格の最新版は第3版(2012年発行) — 改訂ポイントを強調

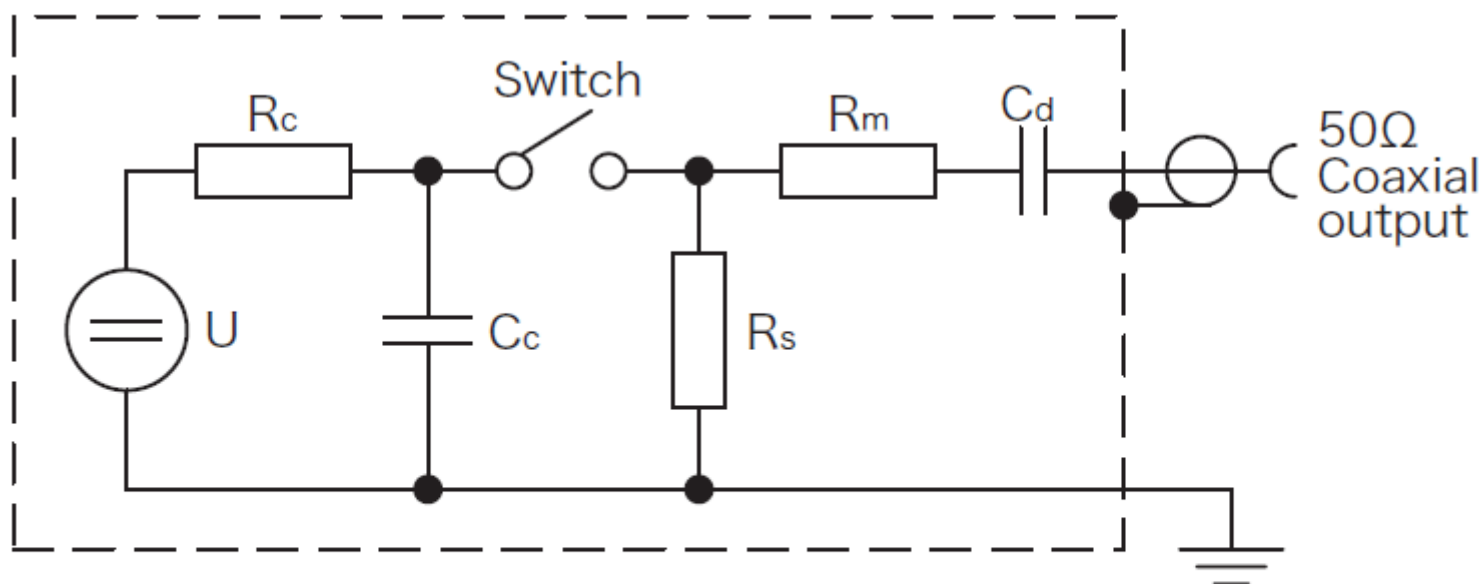


EFT/Bパルスの波形



試験器の仕様

発生回路例



U 高圧電源

R_c 充電抵抗

C_c エネルギー蓄積コンデンサ

R_s インパルス幅成形抵抗

R_m インピーダンス整合抵抗

C_d 直流阻止コンデンサ

試験器の仕様

極性	正および負
出力形式	同軸、50 Ω
直流阻止コンデンサ	10 nF $\pm$ 2 nF
繰り返し周波数の許容差	$\pm$ 20 %
電源との関係	非同期
バースト幅	15 ms $\pm$ 20 % (5 kHz) 0.75 ms $\pm$ 20 % (100 kHz)
バースト周期	300 ms $\pm$ 20 %
パルス立ち上がり時間	5 ns $\pm$ 30 %
パルス幅	50 ns $\pm$ 30 % (50 Ω) 35 ns ~ 150 ns (1k Ω)
ピーク電圧許容差	$\pm$ 10 % (50 Ω) $\pm$ 20 % (1k Ω)
検証負荷インピーダンス	50 Ω , 1 k Ω

試験器の仕様

ピーク電圧の規定

設定電圧 kV	V _p (開放回路) kV	V _p (1000Ω) kV	V _p (50Ω) kV	繰り返し周波数 kHz
0.25	0.25	0.24	0.125	5 または 100
0.5	0.5	0.48	0.25	5 または 100
1	1	0.95	0.5	5 または 100
2	2	1.9	1	5 または 100
4	4	3.8	2	5 または 100

開放電圧は測定困難
なため、1 kΩ 負荷で検証



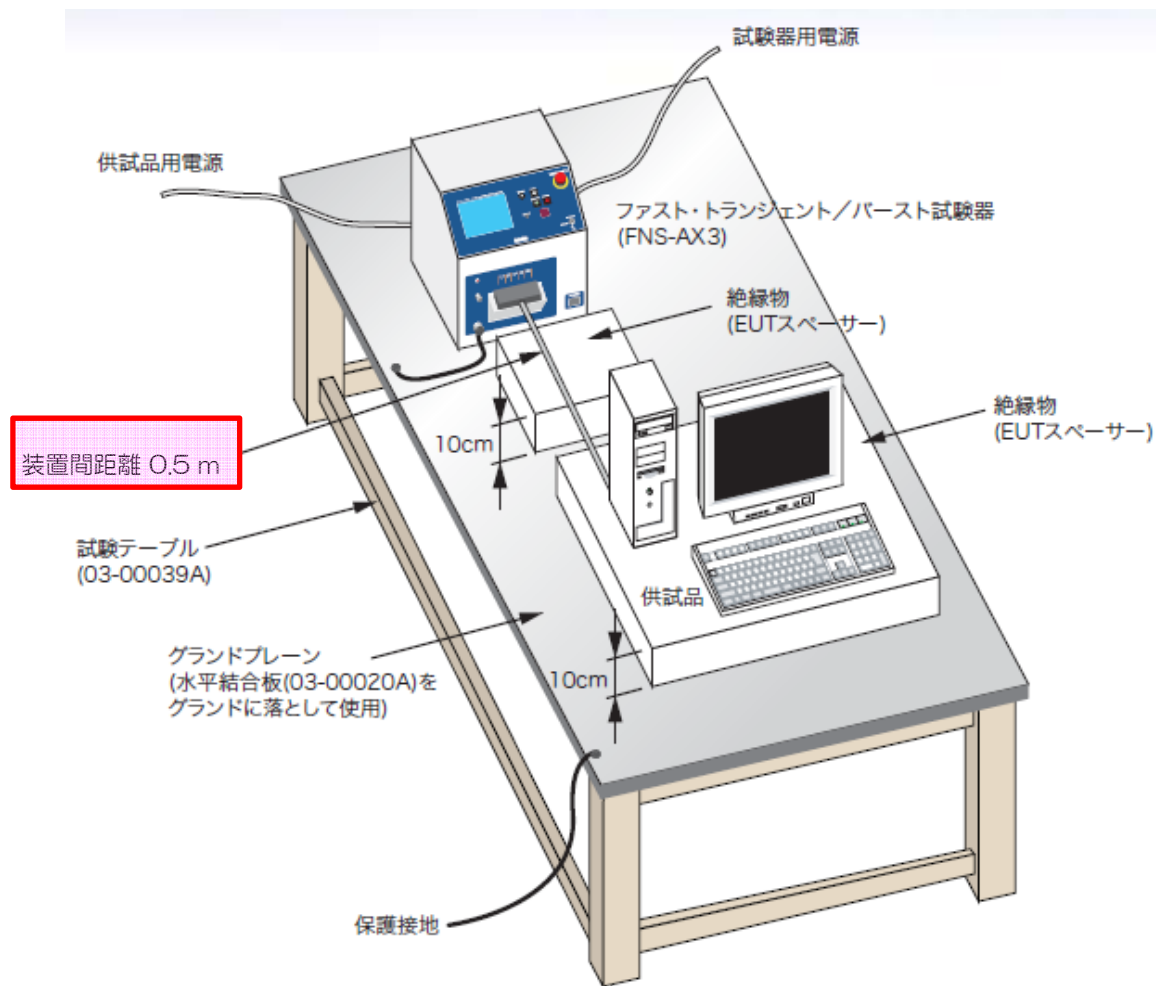
1kΩ 負荷アッテネータ AT-811

50 Ω 負荷により電圧
ピークは1/2となる

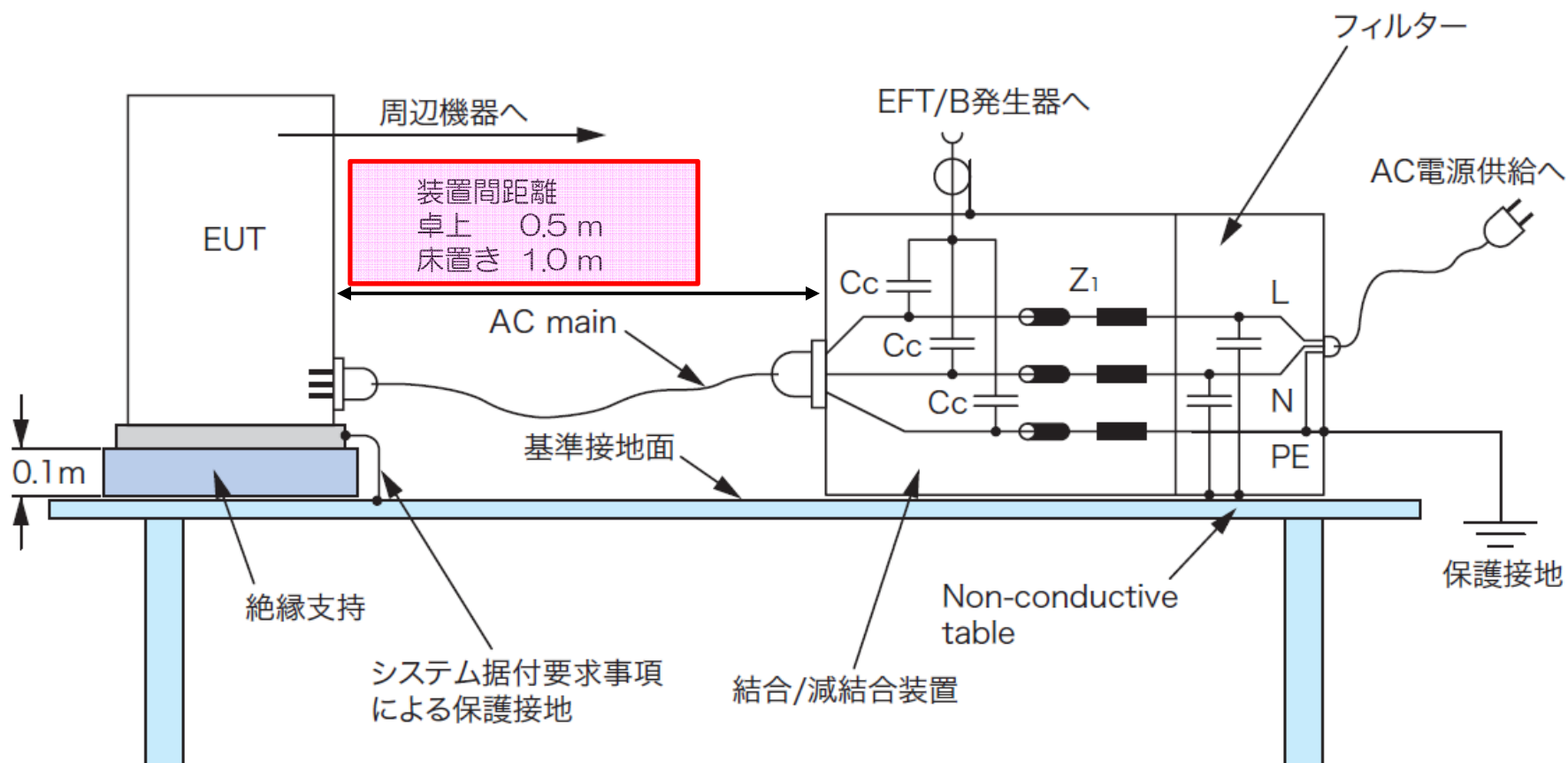


50Ω 負荷アッテネータ AT-810

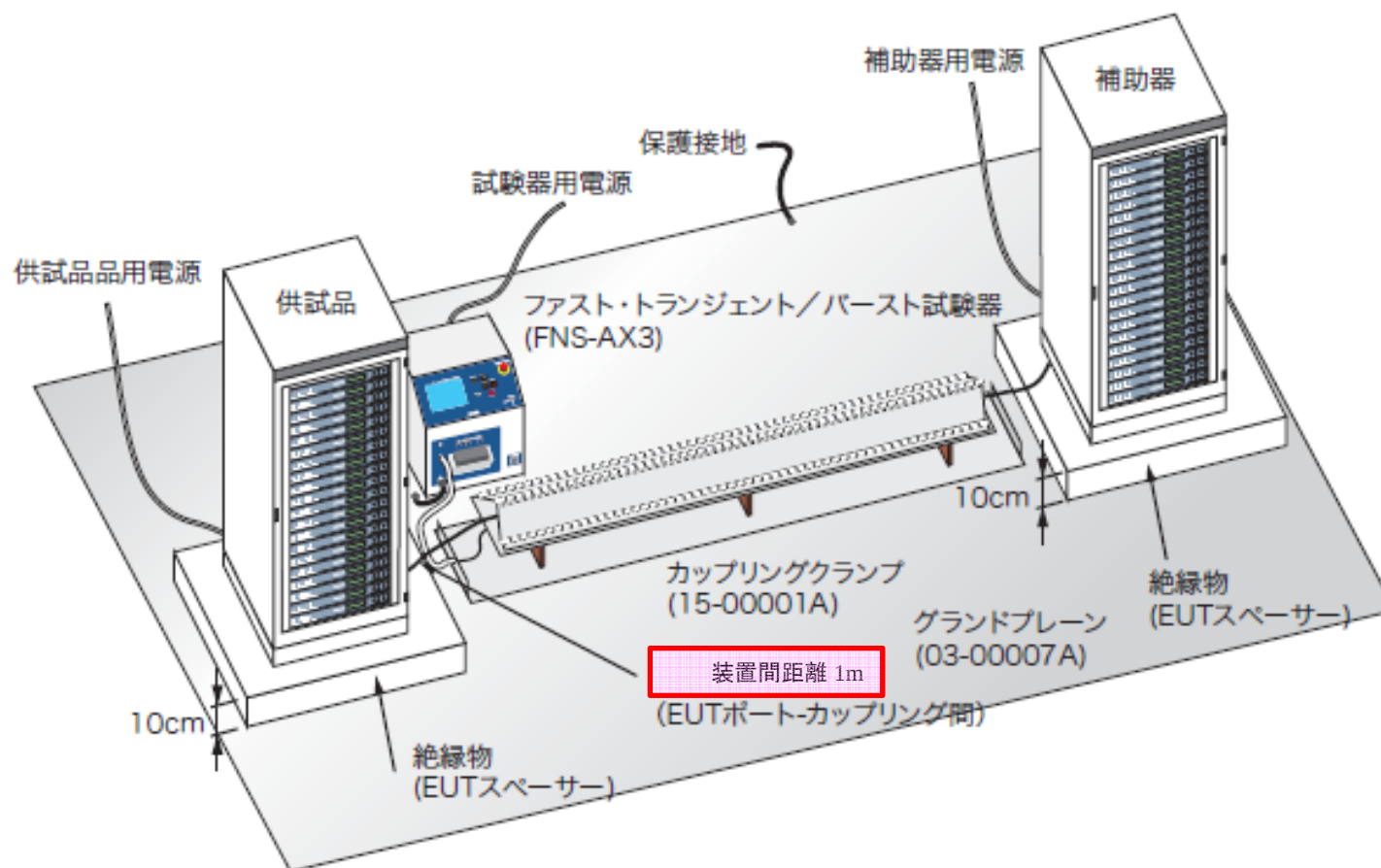
試験配置(電源線に対する試験：卓上機器)



試験配置(電源線に対する試験)



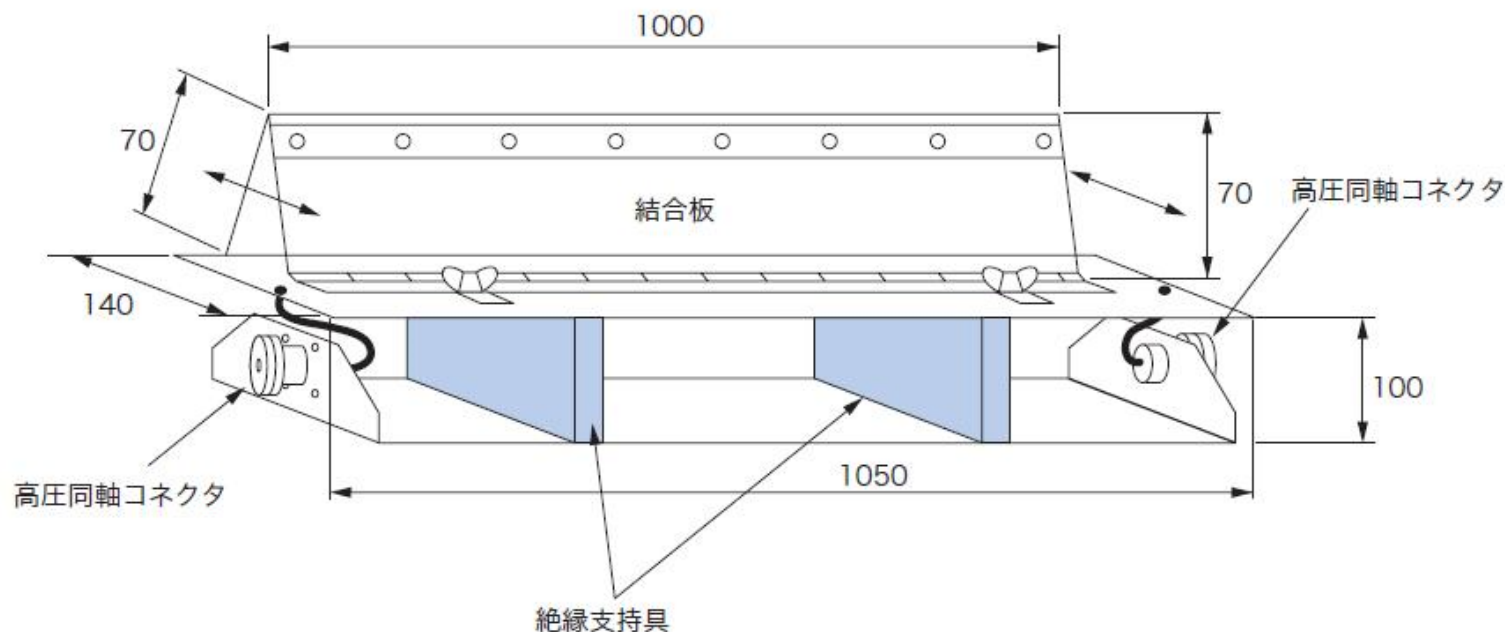
試験配置(信号線に対する試験：床置き機器)



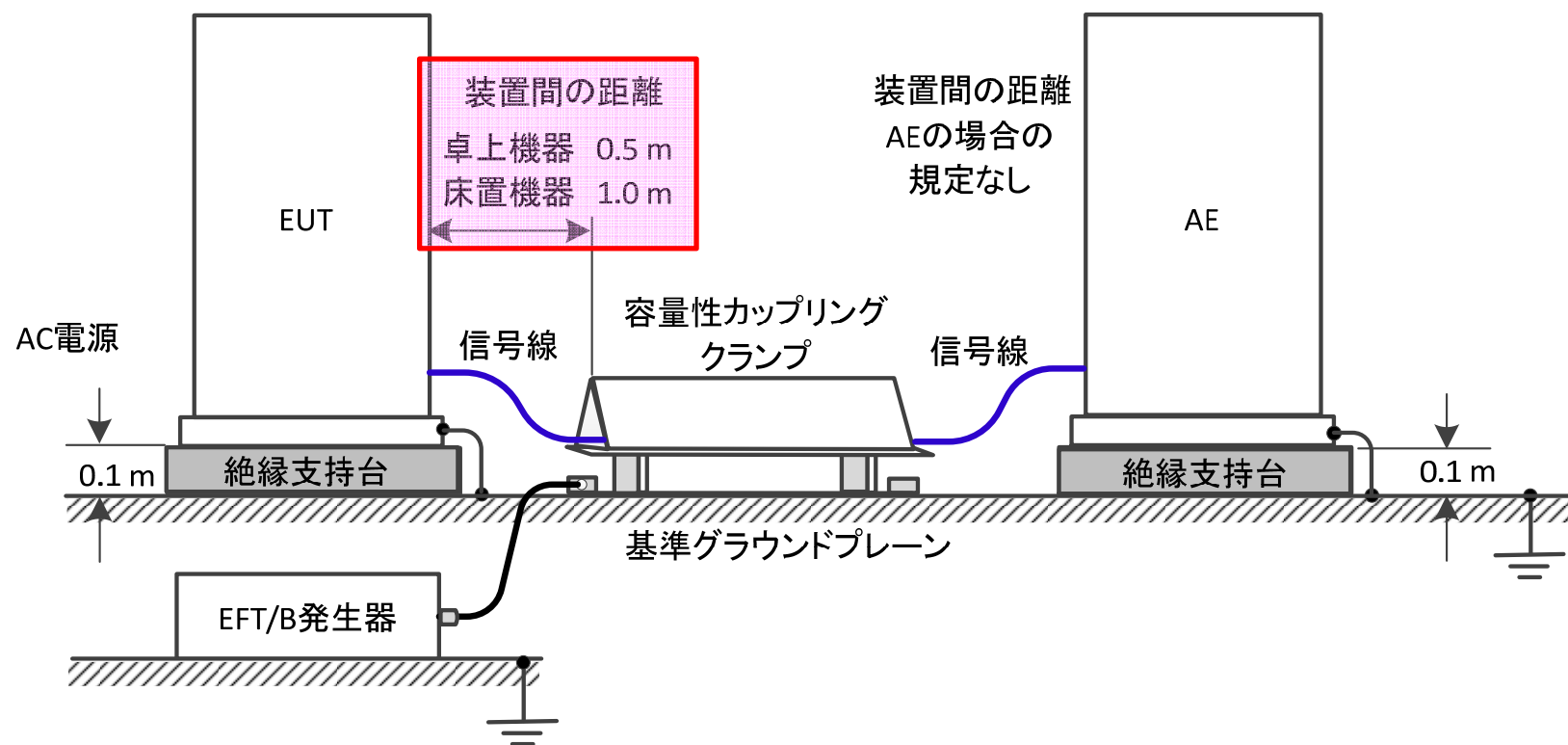
試験配置(信号線に対する試験)

容量性結合クランプ

- ・ ケーブルを切断することなくノイズを印加することができる
- ・ 結合容量はケーブルの直径や材質などに依存する
- ・ 信号線に対する試験の際に使用する



試験配置(信号線に対する試験)



試験配置(信号線に対する試験)

- EUTおよび補助機器、すべてのケーブルは基準グラウンド面の絶縁支持台上 $0.1\text{ m} \pm 0.01\text{ m}$ に配置する
- EUTは試験室の壁または他の金属構造物より 0.5 m 以上離す
- クランプからEUTまでの信号線の距離は、
卓上機器 $0.5\text{ m} \pm 0.05\text{ m}$
床置き機器 $1.0\text{ m}^{+0.01}_{-0\text{ m}}$ とする
- クランプは対象ケーブルへの十分な結合が得られるように、対象ケーブルにしっかり密着させて締める
- 試験していない配線は、誘導を受けないように束ねて遠ざける
- 時間は両極性とも1分以上

IEC 61000-4-4 ステータス

- IEC 1000-4-4 Ed.1 1995
 - 電源CDNは、静特性規定
- IEC 61000-4-4 Ed.2 2004
 - 電源CDN波形校正で混乱
 - Corrigendum2: 2007 混乱
 - Amendment: 2010 決着
- IEC 61000-4-4 Ed.3 2012
 - EN 61000-4-4 Ed.3 DOW: 2015-06-04
(旧規格は、上記期限までに撤廃)

EFT/B波形

- EFT/B波形の数学的表記の追加

$$V_{EFT}(t) = K_V \cdot \left[\frac{V_1}{K_{EFT}} \cdot \frac{\left(\frac{t}{\tau_1}\right)^{\eta_{EFT}}}{1 + \left(\frac{t}{\tau_1}\right)^{\eta_{EFT}}} \cdot e^{\frac{-t}{\tau_2}} \right]$$

$$K_{EFT} = e^{\frac{-\tau_1}{\tau_2} \left(\frac{\eta_{EFT} \cdot \tau_2}{\tau_1} \right)^{\frac{1}{\eta_{EFT}}}}$$

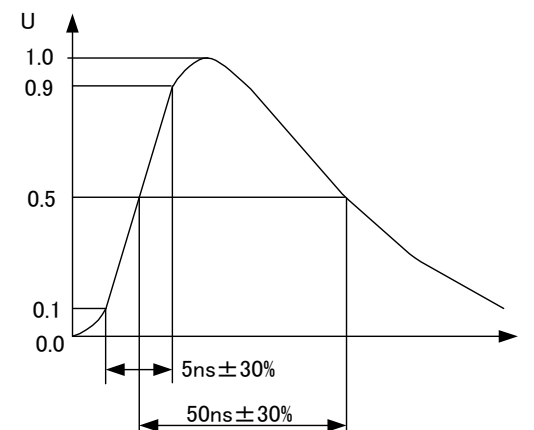
- 電源線CDNの出力波形校正値変更

校正方法は、Amendment 1の内容に準じて1線毎測定する。

但し中心値をシフト（発生部は変更なし）

tr:5 ns ± 1.5 ns → 5.5 ns ± 1.5 ns

td:50 ns ± 15 ns → 45 ns ± 15 ns

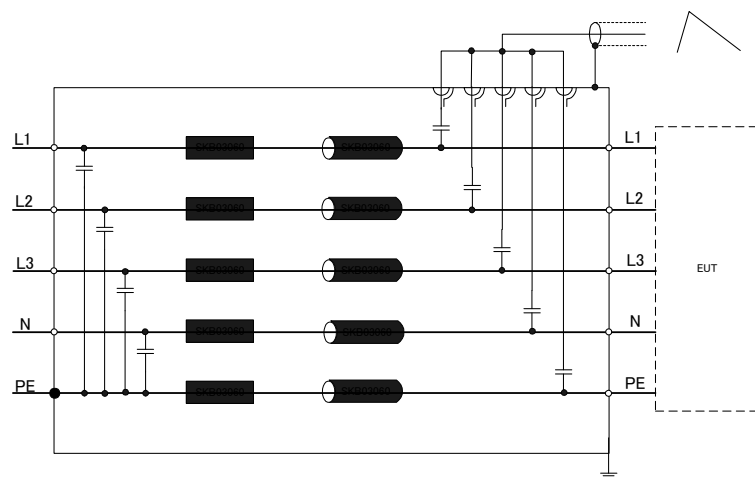


電源線CDN

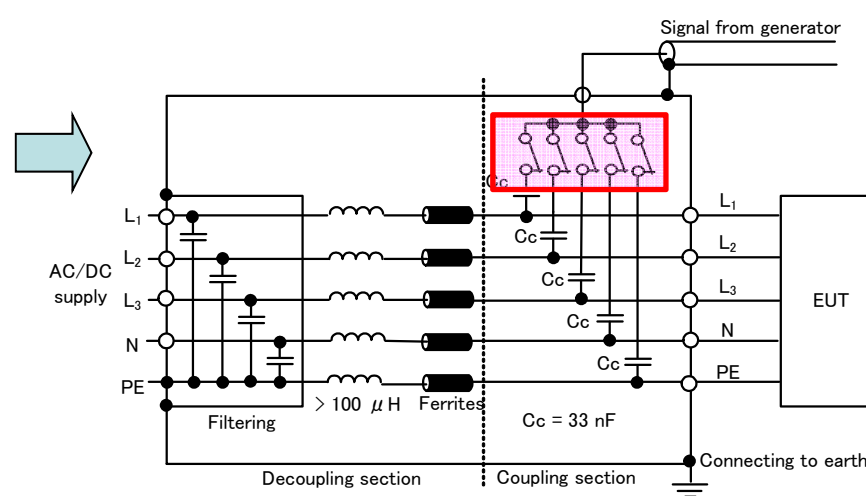
電源線への印加

全線同時に印加するコモンモード試験に加えて、1ラインだけに印加する Unsymmetrical modeを追加し、製品規格等で要求があれば実施できる。

基本は、全線同時印加を実施する。



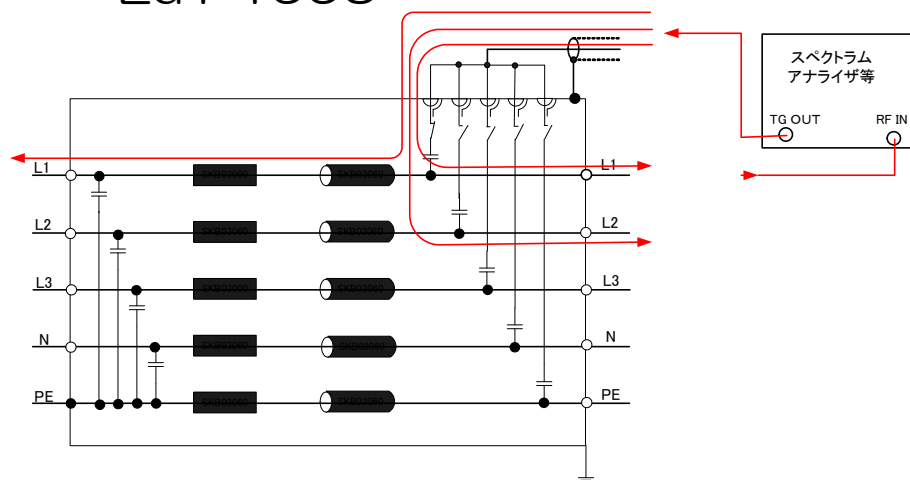
Ed.2



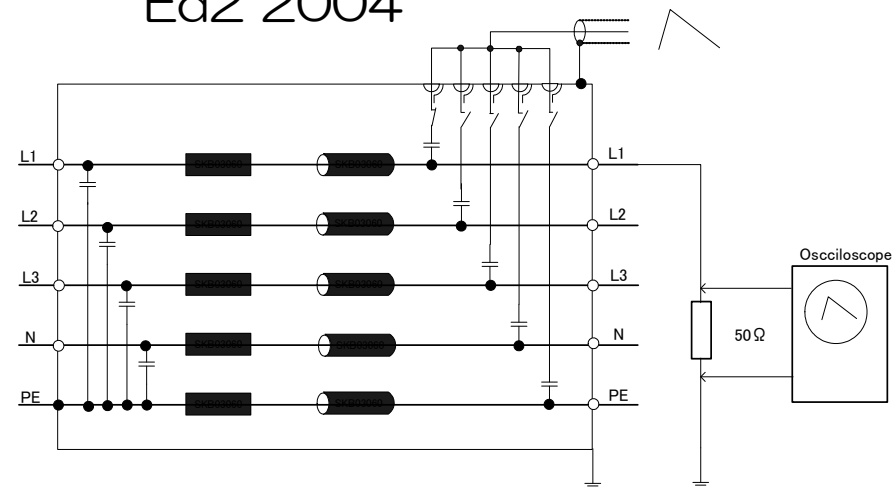
Ed.3

電源線CDNの校正方法の推移

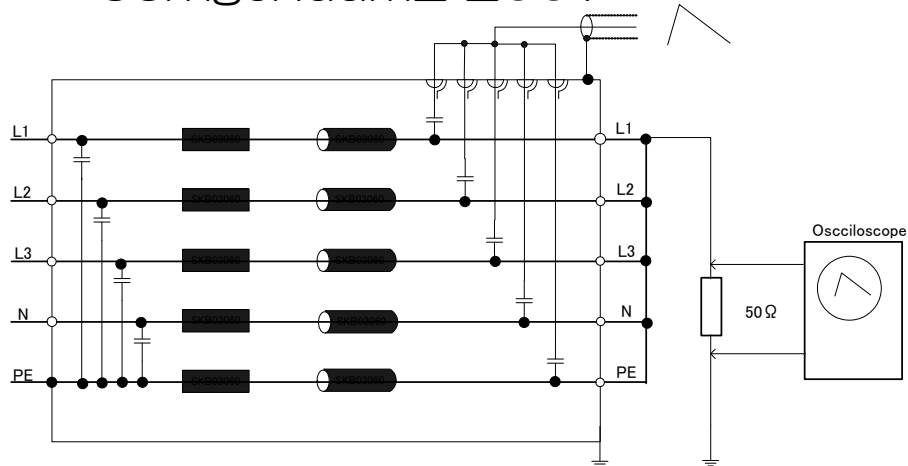
Ed1 1995



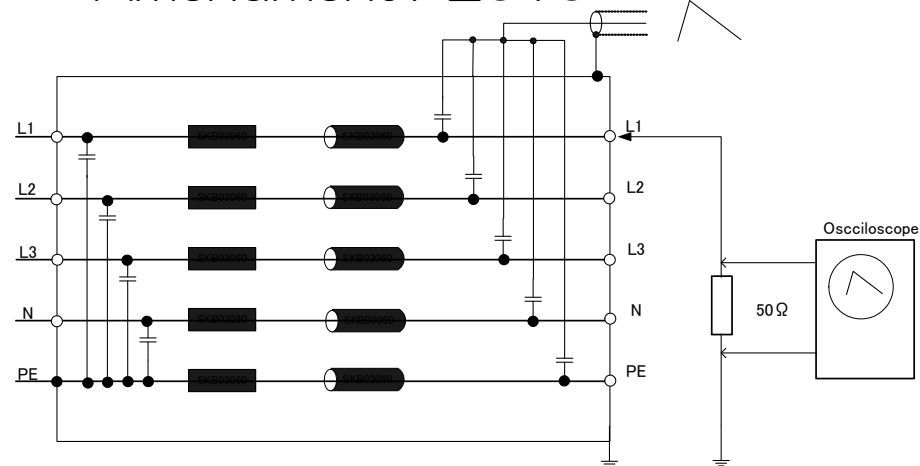
Ed2 2004



Corrigendum2 2007

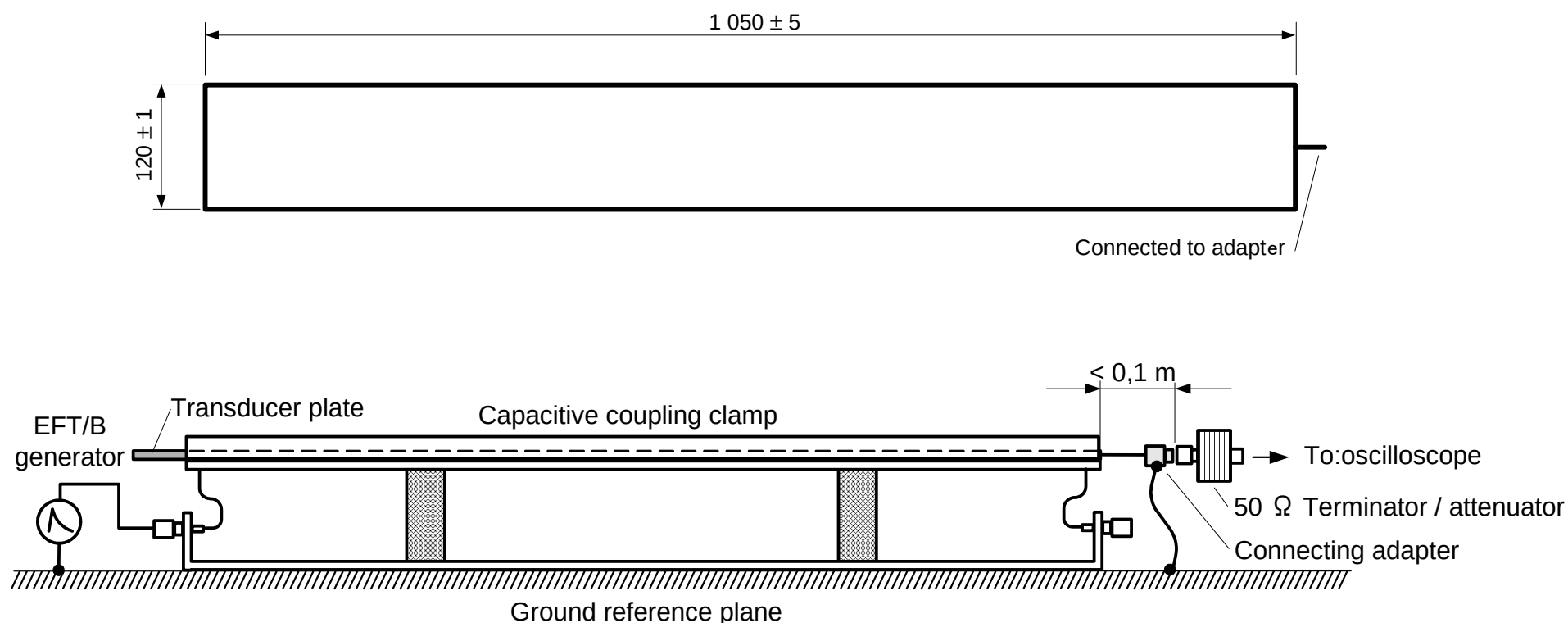


Amendment1 2010



容量性カップリングクランプの波形校正を規定

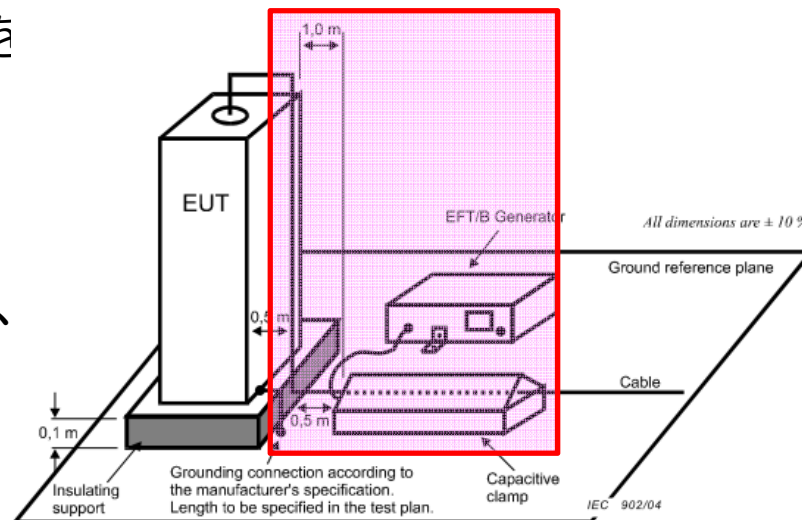
波形検証用トランスデューサープレート



2kVにて $V_p: (1000 \pm 200) \text{ V}$ $tr: (5 \pm 1.5) \text{ ns}$ $td: (50 \pm 15) \text{ ns}$

試験配置

- (1) クラウドプレーンの最小サイズを
1 m×1 mから0.8 m×1 mに変更



- (3) CDN／クランプとEUT／AEとの距離は、ケーブルの長さの規定から装置間の距離に変更。（ケーブル出口の高さ違いにより接続できない問題を解消）。
また床置き装置の距離は、0.5mから1mに変更。
- (4) 床置き装置は、絶縁支持台の代わりに装置の絶縁キャスターで代用することを可能とした。

その他

- 測定不確かさ
 - Annex C (Informative) に新たに追加
- 改訂規格への試験器、試験の対応
 - 電源線CDN、容量性カップリングクランプを改訂内容で校正する
 - 不適合であれば、買替え、改造が必要となる
 - 試験方法の見直し

試験レベル

開放回路出力試験電圧およびインパルスの繰り返し率				
レベル	電源、保護接地に対して		I/O、信号、制御に対して	
	電圧ピーク kV	繰り返し率 kHz	電圧ピーク kV	繰り返し率 kHz
1	0.5	5 または 100	0.25	5 または 100
2	1	5 または 100	0.5	5 または 100
3	2	5 または 100	1	5 または 100
4	4	5 または 100	2	5 または 100
X	特殊	特殊	特殊	特殊
(備考1) 繰り返し率5kHzが従来使用されているが、100kHzが現実により近いものである。製品委員会は、特定の製品および製品のタイプにどの周波数が適切かを判断することが望ましい (備考2) ある製品に関して、電源ポートとI/Oポートとの区別がない場合は、試験目的のために製品委員会にその判断を委ねる				

試験レベル(共通規格/製品群規格)

EN61000-6-1 2007 共通イミュニティ 住宅・商業・ 軽工業環境	EN61000-6-2 2005 共通イミュニティ 工業環境	IEC 60601-1-2 2007 医用電気機器 安全一般要求 EMC要求と試験	EN55024 1998 + 2001(A1) + 2003(A2) 情報技術装置の イミュニティ規格	EN61326-1 2013 計測、制御および 試験所用の電子機 器 EMC要求
AC電源線 1kV DC電源線 0.5kV 信号線 0.5kV	AC電源線 2kV DC電源線 2kV 信号線 1kV	電源線 2kV 信号線 1kV	AC電源線 1kV DC電源線 0.5kV 信号線 0.5kV	[工業環境] 電源線 2kV 信号線 1kV
IEC 61000-4-4 2004年版	IEC 61000-4-4 2004年版	IEC 61000-4-4 最新版	IEC 61000-4-4 1995年版	IEC 61000-4-4 2004年版+A12010

参考：EFT/B試験とインパルスノイズ試験

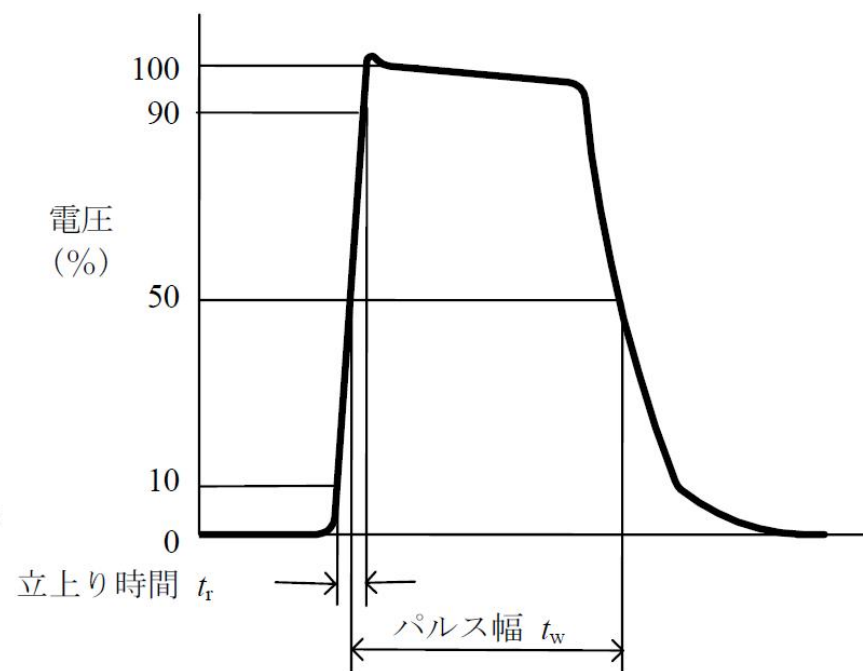
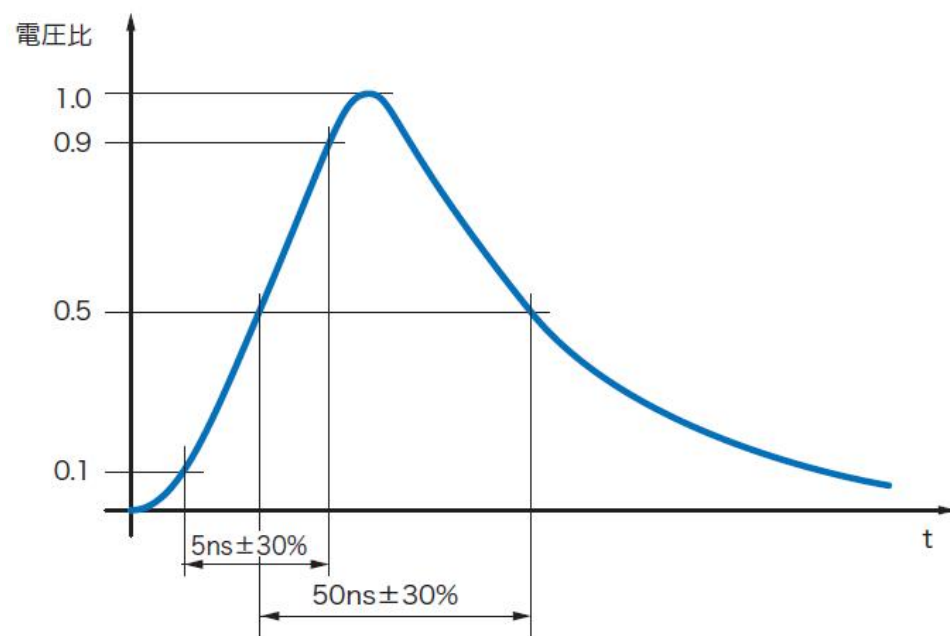
試験仕様

	EFT/B試験	インパルスノイズ試験
印加波形	三角波	方形波
立ち上がり時間	5ns	1ns 以下
パルス幅	50ns	50～ 1000ns
繰り返し周期	5kHz (200 μ s)	～ 100Hz (10ms)
印加方法	コモンモード	コモンモード ノーマルモード



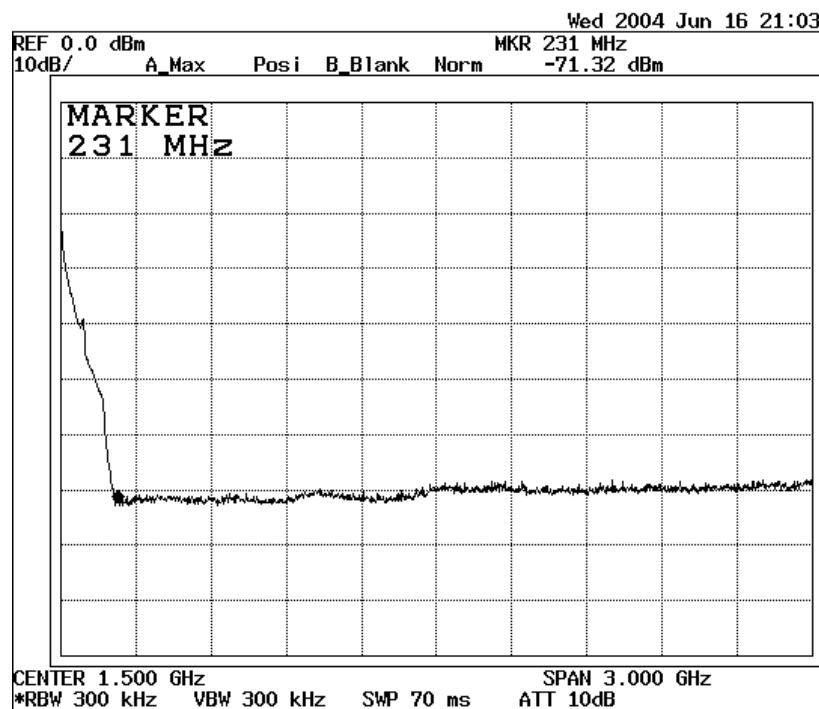
参考：EFT/B試験とインパルスノイズ試験

印加波形の違い



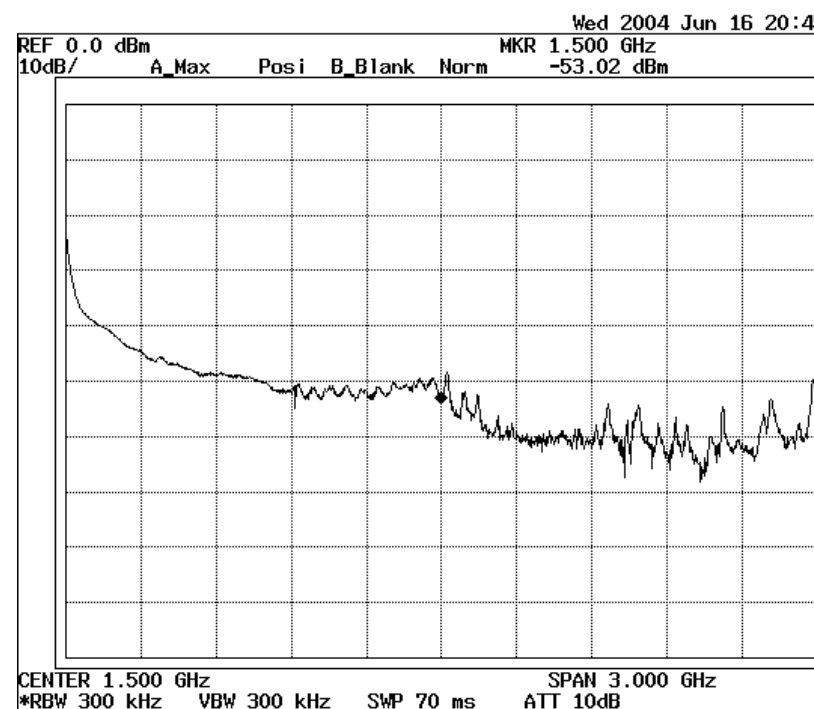
参考：EFT/B試験とインパルスノイズ試験

周波数スペクトラム



EFT/B

1kV 0~3GHz



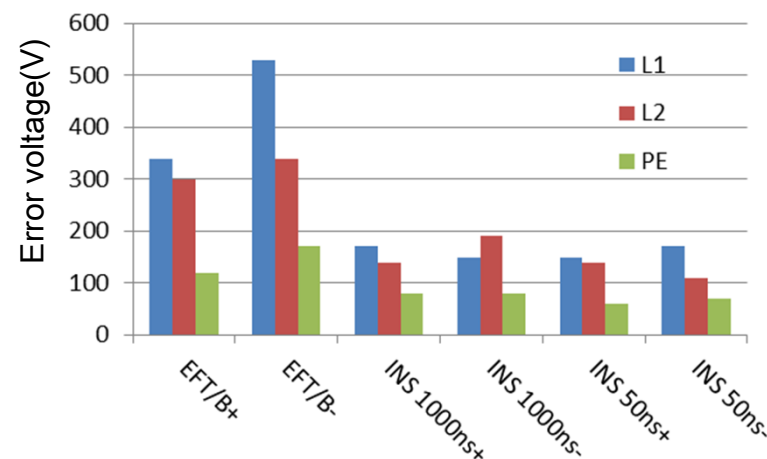
インパルスノイズ

1kV Pw:1 μ s 0~3GHz

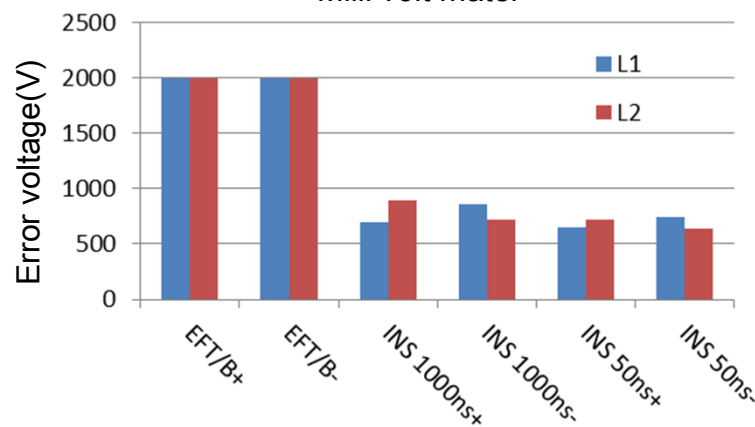
参考：EFT/B試験とインパルスノイズ試験

一般的にインパルスノイズが厳しいが、EUTによっては、異なる場合もある

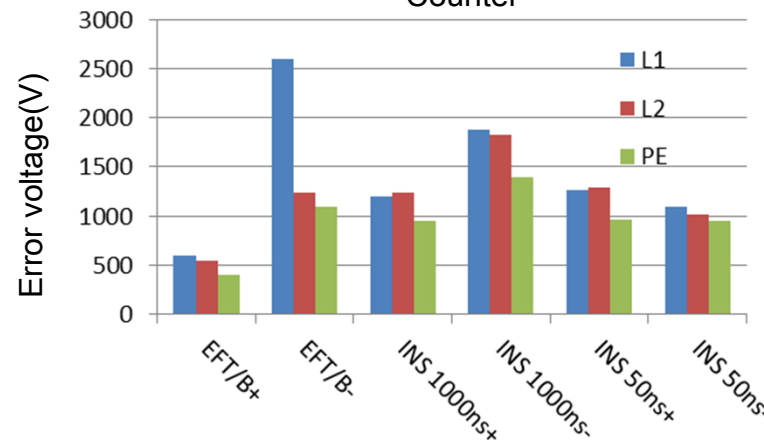
DVM



Milli volt mater



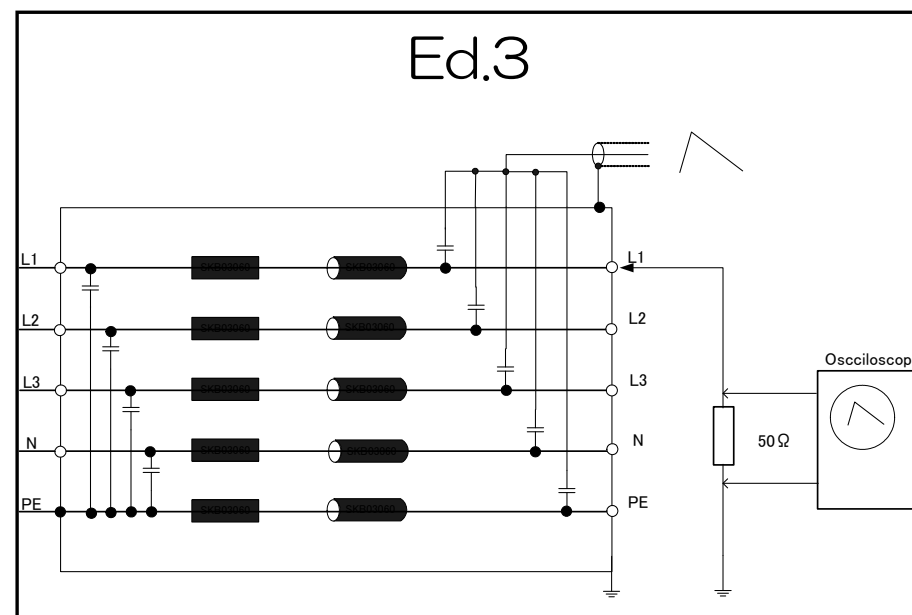
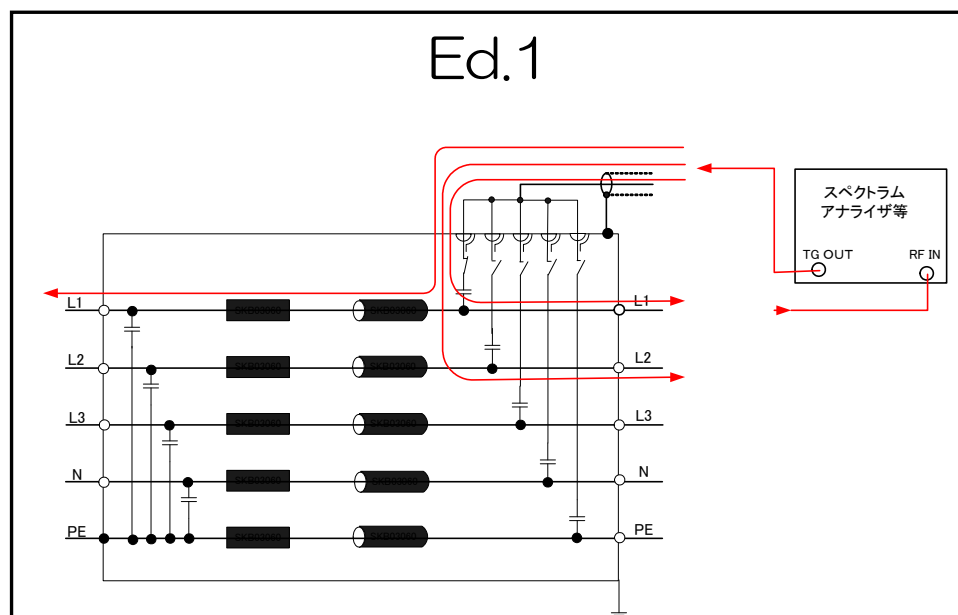
Counter



Ed.1とEd.3の違いによる誤動作レベルの違いについて

●Ed.1/Ed.3 波形の違い

※CDN OUTで測定
Ed.3の試験方法で測定



Ed.1とEd.3の違いによる誤動作レベルの違いについて

●Ed.1/Ed.3 試験風景 (EUT : TVチューナー)

使用試験器
FNS-AX2-B50
Ed.1対応



使用試験器
FNS-AX3-B50B
Ed.3対応



高さ
0.1 m

Ed.1とEd.3の違いによる誤動作レベルの違いについて

●Ed.1/Ed.3 試験結果

※誤動作①：モニターに横線が発生
②：表示が上下にぶれる

(EUT:TVチューナー)	FNS-AX2(Ed.1)	FNS-AX3(Ed.3)
誤動作① 全線印可	1910V	1760V
L1のみ	2090V	2020V
L2のみ	2080V	2020V
誤動作② 全線印可	2030V	1880V
L1のみ	2200V	2150V
L2のみ	2170V	2160V

結果：Ed.1対応試験器より、Ed.3対応試験器のほうが
厳しい試験結果となった（最大150V差）

Ed.1とEd.3の違いによる誤動作レベルの違いについて

●まとめ

Ed.1対応の試験器で Ed.3の試験を行っても試験結果の信頼性は低い



IEC61000-4-4 Ed.3の試験を行う場合はEd.3対応の<FNS-AX3>が必要！



ノイズ研究所
FNS-AX3-A16C/B50C

IEC 61000-4-4 新旧まとめ

- EFT/B 試験器

- 電源線試験のCDNについては、
①Ed.1 ,②Ed.2 ,③Ed.2+corr, ④Ed.2+amd, ⑤Ed.3
の5種類あり、全て出力波形は、異なる。
⇒ 試験要求に適合した試験器が必要。
- 容量性カップリングクランプは、そのまま適用が可能であるが、校正は必要。

- 試験方法

- 試験方法は、試験要求に応じて、試験方法を変更することで、対応が可能。
- 但しEd.1の単線印加は、適応できない。