

雷過電圧に対する通信機器の保護ガイドライン

C E S - 0 0 4 0 - 2

初版 : 2008 年 1 月 31 日

第 2 版 : 2014 年 6 月 30 日



一般社団法人

情報通信ネットワーク産業協会

<目次>

項 目	ページ
1. はじめに.....	1
1.1 背景.....	1
1.2 目的.....	1
1.3 適用範囲.....	1
1.4 関連用語.....	2
2. 雷サージ防護の考え方.....	4
2.1 雷サージ防護対策の現状と課題.....	4
2.2 通信線に印加される雷サージ.....	7
3. 機器の雷サージ防護の設計指針.....	8
3.1 雷サージ防護設計の考え方.....	8
3.2 過電圧侵入に対する保護回路.....	10
3.3 雷サージ流出経路の考え方.....	13
3.4 装置内部の防護素子の設計指針.....	15
<参考 A> 雷サージの試験方法.....	18
A.1 試験形態 (K.44 の 7.3_1).....	18
A.2 試験レベル (K.44 の 7.3_12).....	18
A.3 雷サージ試験波形.....	19
A.4 印加回数 (K.21 の Table 2a,5,7).....	19
A.5 試験間隔 (K.44 の 7.3_9).....	19
A.6 試験条件 (K.44 の 7.3).....	20
A.7 環境条件.....	21
A.8 サージ発生器.....	22
A.9 試験回路.....	23
A.10 試験に使用する一次防護素子(保安器)の概要.....	30
A.11 試験の形態.....	30
A.12 雷サージ防護の目標値.....	31
<付録 1> 保安器の概要.....	32
<付録 2> Special Resistibility の印加電圧.....	34
<付録 3> イーサポートへの電圧印加方法.....	35

1. はじめに

1.1 背景

近年、AC 商用電源を使用した高度な機能を実現する通信機器が市場に多く供給されることにより、雷によって発生する過電圧に対する耐力*が不十分な通信機器の故障が顕在化してきた。

通信機器に対する雷過電圧の障害対策は、機器そのものの雷過電圧耐力の強化以外にも接地、外部保護装置の 3 者によって行うべきものであるが、現在の日本国内では、すべての機器に共通した接地条件が提供されていない課題がある。

これまで、通信機器に関する雷過電圧耐力規定は、広く認められた国内基準が無く、通信機器の製造業者は、各社の市場経験に基づき独自の対応を実施してきた。

CIAJ では、ITU-T K.66(2004 年 12 月)の制定を受け、「過電圧耐力検討 WG」を発足させ、その検討結果を CES-Q007-1「雷過電圧に対する通信機器の保護ガイドライン」(2008 年 1 月)として制定した。

内容は、下記で構成されている。

- ① 雷過電圧保護の考え方
- ② 機器の雷過電圧保護設計指針
- ③ 雷過電圧印加試験方法
- ④ 通信機器の雷過電圧保護の目標値

今回、ITU-T K.66 の Appendix IV が K.44 に移行された 2012 年版の制定を受け、ITU-T K.21、K.44 に準拠するよう内容の見直しと設計指針としての見直しを行い改訂した。

具体的には、①と②は用語を含め見直しおよび機器保護の定義に K.44 を適用、③は K.44 に準拠、④は K.21 および K.44 と整合性を考慮した内容とした。

* 以下、雷によって発生する過電圧を雷サージ、対する耐力を雷サージ耐力という。

1.2 目的

本ガイドラインは、通信機器の製造者業界として自主的な設計指針を定め、雷の影響による通信機器の故障を軽減することを目的とする。

尚、製品安全(セーフティ)および 装置誤動作(イミュニティ)の観点には言及しない。

製品安全は JIS C 6950-1、装置誤動作は JIS C 61000-4-5 を参照のこと。

1.3 適用範囲

本ガイドラインは、国内のユーザ宅内に設置する事を目的に製造され、建物外部に接続されたメタル配線の通信回線(建物外部に露出した構内配線を含む)を収容する端子を有する通信機器を対象とする。

また、直接建物外部に接続されたメタル回線収容端子を持たないものでも、DSU などの後段に接続され雷サージの影響を受ける可能性のある通信機器は本ガイドラインの対象とする。

ただし、ファクシミリおよび関連機器およびそのオプション機器に関しては、複合機としての扱いを受けるものも含まれるので、本ガイドラインの適用対象機器から除外する。

1.4 関連用語

通信線(外線ポート含む) :

メタリック公衆電気通信網(PSTN 及び xDSL)に接続される(スプリッタ、AC 商用電源と接続されない装置を介したものを含む)ポート。

内線(内線ポート含む) :

装置の通信ポートのうち外線ポートと見なされないポートでメタリック公衆電気通信回線方式をサポートするもの。(xDSL 回線を含む)

A 種接地 : 接地抵抗 10 Ω 以下。旧第 1 種接地

B 種接地 : 高圧または特別高圧電路と低圧電路の結合用変圧器の低圧側中性点接地で条件により接地抵抗は異なる。旧第 2 種接地

C 種接地 : 接地抵抗 10 Ω 以下。旧特別第 3 種接地

D 種接地 : 接地抵抗 100 Ω 以下。旧第 3 種接地

クラス 0 I 機器 :

感電に対する保護を次によって達成している機器であって、接地刃がない AC 商用電源プラグを備えたもの。

(1)基礎絶縁を用いる。

(2)基礎絶縁が不良となった場合に、危険電圧になると考え得る導電性部分を保護接地導体に接続する手段として、次のいずれかを備えている。

a)保護接地口出線付 AC 商用電源プラグ

付属品として、2 ピン変換プラグを機器に同梱する、又はその使用を推奨する場合も含む。

b)2 芯(接地導体を含まない) AC 商用電源コードを使用する場合は、独立した保護接地端子

注記 クラス 0 I 機器には、二重絶縁又は強化絶縁をもつ部分があってもよい。

クラス I 機器 :

感電に対する保護を次によって達成している機器。

(1)基礎絶縁を用いる。

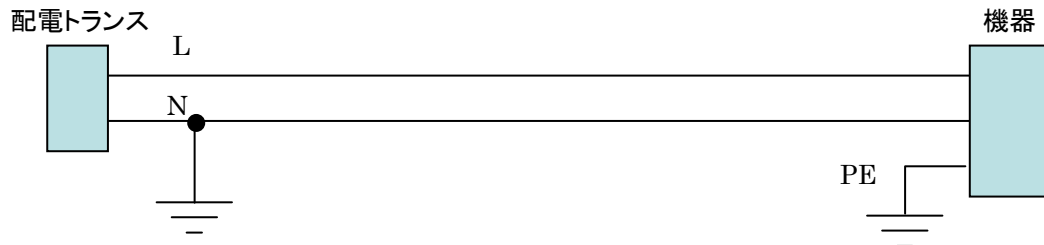
(2)基礎絶縁が不良となった場合に、危険電圧になると考え得る導電性部分を保護接地導体に接続する手段を備える。

クラス II 機器 :

感電保護が基礎絶縁だけに頼っているのではなく、二重絶縁、強化絶縁などの追加の安全手段を設けた機器であって保護接地に依存していないもの。

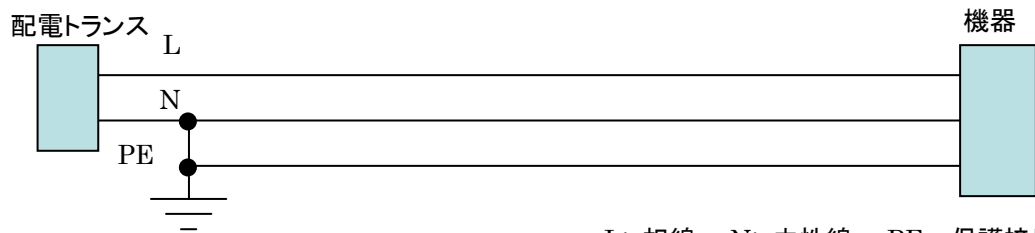
TT システム :

AC 商用電源系統の中性線の一箇所が接地されるが、保護接地導体は電力線とともに供給されず、機器の保護接地端子は系統の接地とは独立した接地に接続される。



TN システム :

AC 商用電源系統の中性線を一箇所で接地し、機器のための保護接地導体も電力線と共に供給されるもの。これには、中性線と保護接地導体とを共用するもの (TN-C)、中性線と保護接地導体とを部分的に共用するもの (TN-C-S)、そして中性線と保護導体を分離するもの (TN-S) が含まれる。



L: 相線, N: 中性線, PE: 保護接地

保安器 :

第一種通信事業者が通信線の宅内の引き込み部に設置する SPD(サージ防護デバイス)。

コンビネーション波形 :

電圧波形と電流波形の両方を規定したサージ波形。

一般的に電圧波形は、サージ試験器の試験端子が開放(オープン)状態の時、試験端子両端に発生する電圧波形であり、電流波形は、サージ試験器の試験端子を短絡(ショート)させたときに流れる波形である。

2. 雷サージ防護の考え方

2.1 雷サージ防護対策の現状と課題

経路を図 2-1 に示す。

(1) 宅内における雷サージの侵入経路

通信ケーブルの金属シース(外被)は電柱際で接地され、保安器内の避雷器の接地、宅内機器の保安用接地(A 種又は D 種接地)がそれぞれ別々に設けられている。また、AC 商用電源の片側の線は柱上トランスで B 種接地に接続されている。

ここで、通信線に雷サージが生じた場合、通信線からの雷サージは屋外線から宅内保安器に到達する。雷サージが、この保安器の動作電圧を超えると保安器が動作して雷サージが保安器の接地に流れる。

しかし、保安器接地の接地抵抗は $100\ \Omega$ 程度あり、例えば $100\ \text{A}$ の電流が流れれば 1 万ボルトに接地電位が上昇する。

次にこの電圧は通信装置の外線ポートから内部回路に侵入する。ここで AC 商用電源の片線は B 種接地に繋がっており、ゼロ電位となっているため、通信装置に保安器の接地電位上昇分が直接印加されることになる。

このため、宅内機器の AC 商用電源回路などに大きな電圧が印加されることになり回路が絶縁破壊したり、通信線から AC 商用電源線に流れ込む大きな雷過電流により電流経路の回路が焼損することとなる。

これは通信線から雷サージが侵入した場合だが、AC 商用電源線からも同程度の確率で雷サージが侵入する。AC 商用電源線には保安器がついていないので直接通信装置に雷サージが侵入し、ゼロ電位となっている通信線に雷サージが流れ、通信線からと同様に装置が故障することがある。

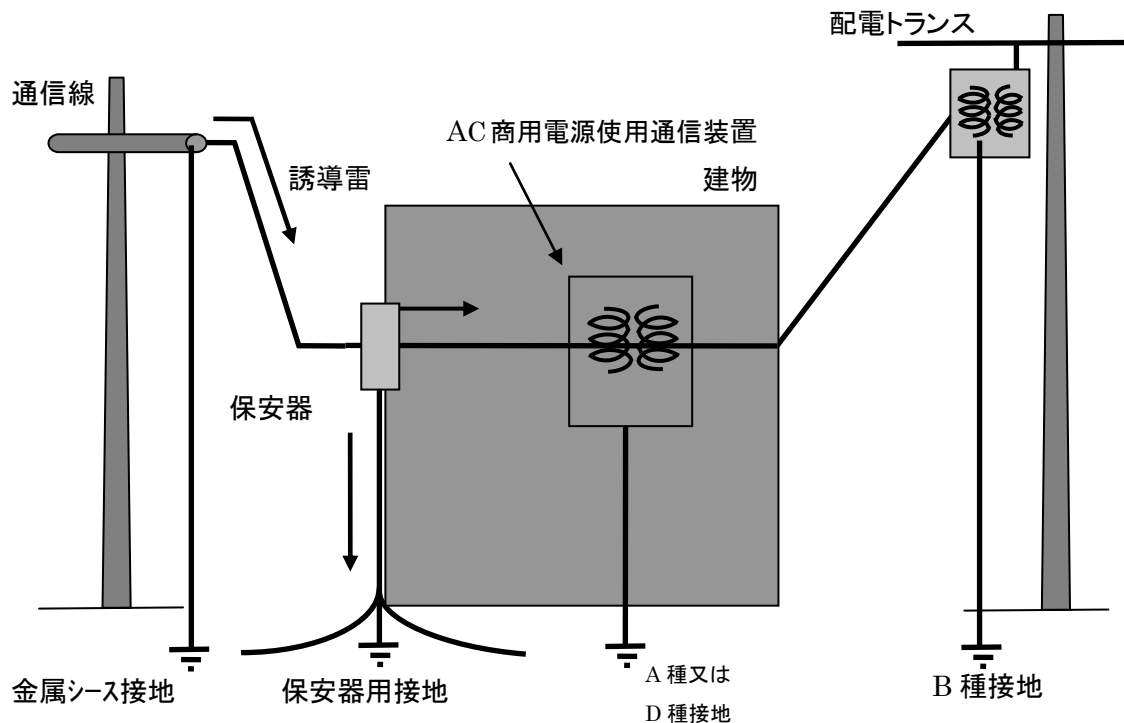


図 2-1 雷サージの侵入経路(通信線からの場合)

(2) 日本国内における現状

AC 商用電源を用いる宅内通信機器は、局給電のみで動作する電話機と異なり、通信線と AC 商用電源線の両方から雷サージが侵入する問題がある。

日本国内では欧米諸国と異なり、AC 商用電源線と機器の接地をそれぞれ別個に設ける接地法（分離接地形態：TT 接続）がとられているため、欧米の AC 商用電源線接地と機器接地を共通にする接地法（共通接地形態：TN 接続）と異なった雷サージ防護設計を行わざるを得ない。

(3) AC 商用電源を使用する宅内通信機器の雷サージ防護上の問題点

主要な問題点は次のとおり。

- a) AC 商用電源を用いる宅内通信機器には通信線及び配電線(AC 商用電源線)双方から雷サージが侵入し、しかも日本では図 2-2 のように通信系接地と配電系接地の接地位置が異なる分離接地形態のため、雷サージ侵入時に通信系、配電系のバリア間に大きな電圧が生じやすく、雷の被害を受けやすい。すなわち、日本においては低圧配電線の接地側電線(トランスで B 種接地を施している電線)を直接需要家引込口で接地することは内線規定で電気事業者の承諾が必要とされているため、分離接地形態が多く用いられている。
- b) 本問題は通信系のみならず配電系(家電品含む)にも影響が及ぶ恐れがある。
- c) このように日本の接地の現状(分離接地形態)は欧米の接地状況(共通接地形態、図 2-3)と異なっており、日本の国情を勘案した雷サージ防護対策を明らかにする必要がある。

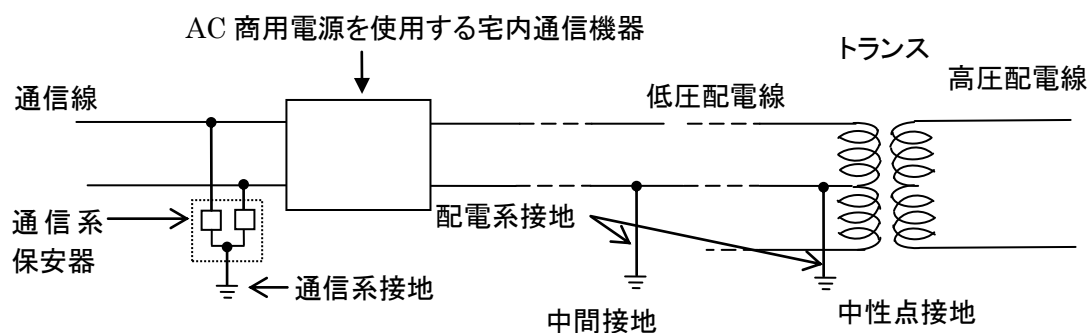


図 2-2 日本における AC 商用電源を使用する宅内通信機器の構成例
(分離接地形態)

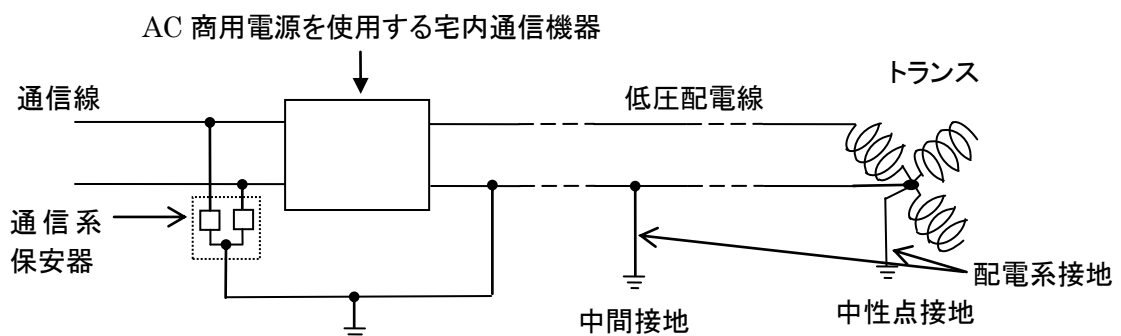


図 2-3 欧米における AC 商用電源を使用する宅内通信機器の構成例
(共通接地形態)

(4) 現用設備の雷被害と雷サージ防護対策

a) 通信系の現状

AC 商用電源を使用する宅内通信機器の雷障害は通信系接地と配電系接地とが分離されているため、接地間に電位差が現れることが原因となっており、その発生件数は AC 商用電源から給電されていない宅内通信機器に比べ多いといわれている。

b) 配電系の現状

配電系は主に高圧配電線に対策が施され、低圧配電線では通常雷対策はとられていない。近年、宅内配電盤にサージ防護対策を施したものが販売されている。

c) 家電品の現状

家電品は通信線の接続がなく、配電系からの雷サージに対しては個々の機器で対策が施されている。

d) 諸外国の現状

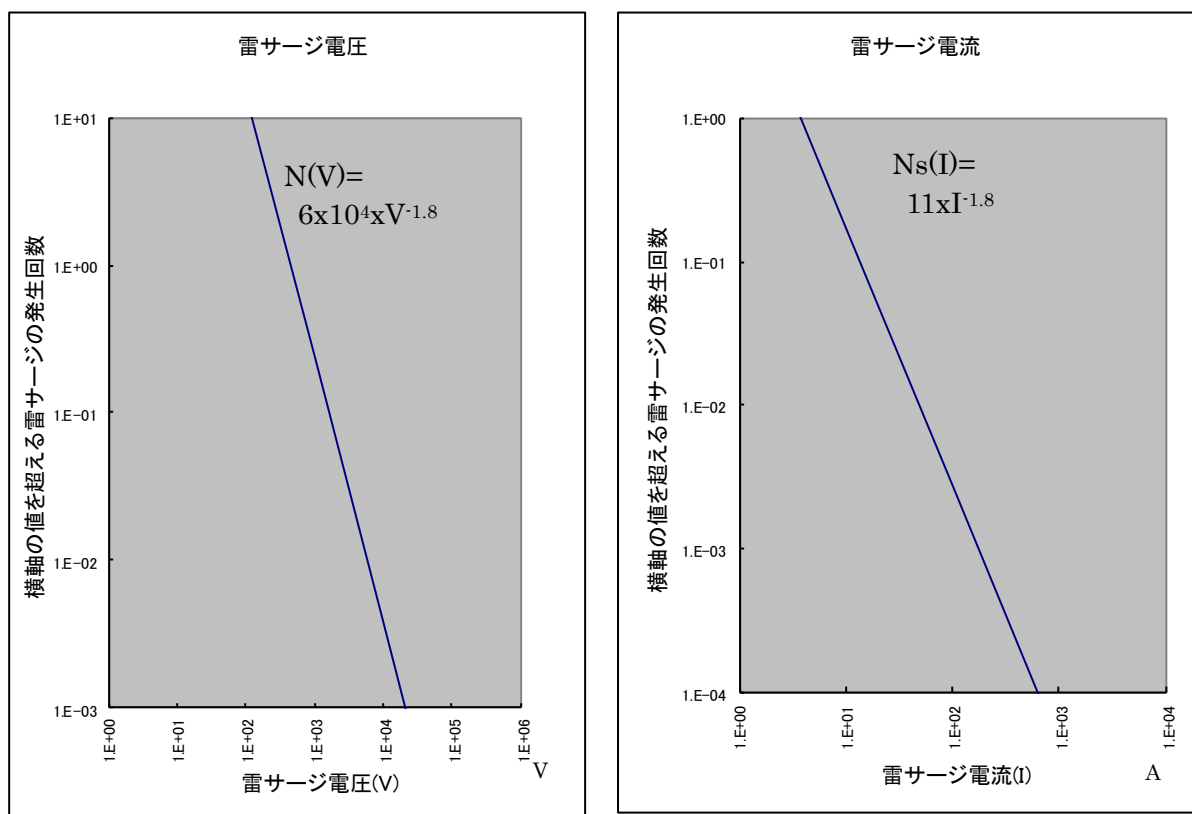
欧米諸国は共通接地形態を採用しており、雷サージ防護上の問題はほとんどないと言われている。共通接地を施している国はその理由を人体や機器の保安のためであるとしている。また共通接地を施す国は通信線側に一次保安器を有しておりその接地を AC 商用電源線中性点(接地電線)と接続している。なお AC 商用電源線側に GDT は使用されていない。

以上から、日本においても共通接地形態をとるべきであると考えられるが、実現にむけての課題は多い。

2.2 通信線に印加される雷サージ

通信線に印加される雷サージは以下の通り。

出典：NTT R&D 2002 年 12 月号「外部保護決定のための雷サージ」



補足：「横軸の値を超える雷サージの発生回数」とは、1 雷雨日に、1 回線に発生する電圧・電流の回数を意味する。

累積発生頻度（回数）＝観測回数／回線数／雷雨日数

図 2-4 通信線に印加される雷サージ

3. 機器の雷サージ防護の設計指針

3.1 雷サージ防護設計の考え方

機器設計の前提として外部のサージ防護デバイス(SPD)の要否、対象とする雷サージ要因、機器保護として設計で考慮すべき事項を示し、機器の雷サージ防護の設計指針とする。

(1) 機器保護の定義 (K.44 の 9)

機器保護の定義として、以下に K.44 の Acceptance criteria の参考訳を示す。

また、＜参考 A＞には K.44 をベースとする雷サージの具体的な試験方法を示す

基準 A

装置は損傷なく試験に耐えること。試験後オペレータまたはユーザによる装置電源再投入、ソフトウェアまたはハードウェアリセット、プリント基板の挿抜を行うことなく、製造者の規定した仕様範囲で動作すること。

試験は装置の他のハードウェア、ソフトウェアの動作継続に影響しないこと。一時的な性能劣化は認められる。

サービスエンジニアによる再初期化、再発信、再ダウンロードが必要になったとしても、装置の全ての部品（ポート、制御ユニット、表示、WLAN等）はサージ後いかなる制約もなく動作を維持できることが望ましい。

ポートの過電流防護が一時的に機能しなくなったり、保護回路リセット後、直ちにサービスが有効にならなくてもよい。再立上げが必要になる場合もある。全てのポートが数分以内に正常機能すれば問題ないとする。

試験後電源投入されていない装置の電源接続確認を行う場合はテスト結果に影響を与えないこと。

システムは規定した仕様範囲内で動作すること。

基準 B

試験の結果は火災の危険を生じてはならない。特に、

－炎が発生しても外部に延焼しないこと。そして

－装置から溶融金属などの高温物質が放出されないこと。

発生したとしても、被害は装置の一部に留まること。

チーズクロス（約 40g/m²の漂白した綿布（ガーゼ））を使用して確認する。

この場合、内部の溶融物質 または飛散した物質により着火、炭化してチーズクロスに燃え広がらないこと。

参考：原文は下記

Criterion A

The equipment shall withstand the test without damage and shall operate within the manufacturer's specified performance limits after the test without an operator or user having to repower the equipment, perform a software or hardware reset or to remove printed circuit cards. The test shall not affect the continuous operation of other hardware and software parts of the equipment but a temporary degradation of performance is allowed. However users may need to reinitiate a service e.g. remake a call or restart a download. It should be ensured that all components of the equipment (ports, processor unit, display, WLAN etc.) will continue to operate without any constraints after the surge.

The operation of overcurrent protection may temporarily disable the operation of some

ports. The service may not become immediately available straight after the protection resets, for example retraining may need to occur. It is expected that all ports should be capable of normal functionality within a few minutes.

If the power contact test is performed without the equipment being powered, it must not affect the test result. After the test, the system shall operate within the specified performance limits.

Criterion B

The tests must not result in a fire hazard; in particular:

- if a flame occurs, it shall not propagate beyond the equipment; and
- the equipment shall not emit hot materials e.g. molten metals.

Any damage, if it occurs, shall be confined to a small part of the equipment.

A Cheesecloth indicator may be used. In this case the test shall not damage the structural integrity of the cheesecloth by ignition, charring, forceful ejection of fragments or melted materials into it.

3.2 過電圧侵入に対する保護回路

通信機器に印加される過電圧は、通信線および AC 商用電源線からの雷サージ、AC 混触ならびに誘導電圧によるものが考えられる。

本ガイドラインでは上記のうち雷サージに対する保護に限定して記述する。

通信機器では、図 3-1 に示すように、一般的に通信線・電源線より雷サージが印加されることが予想される。

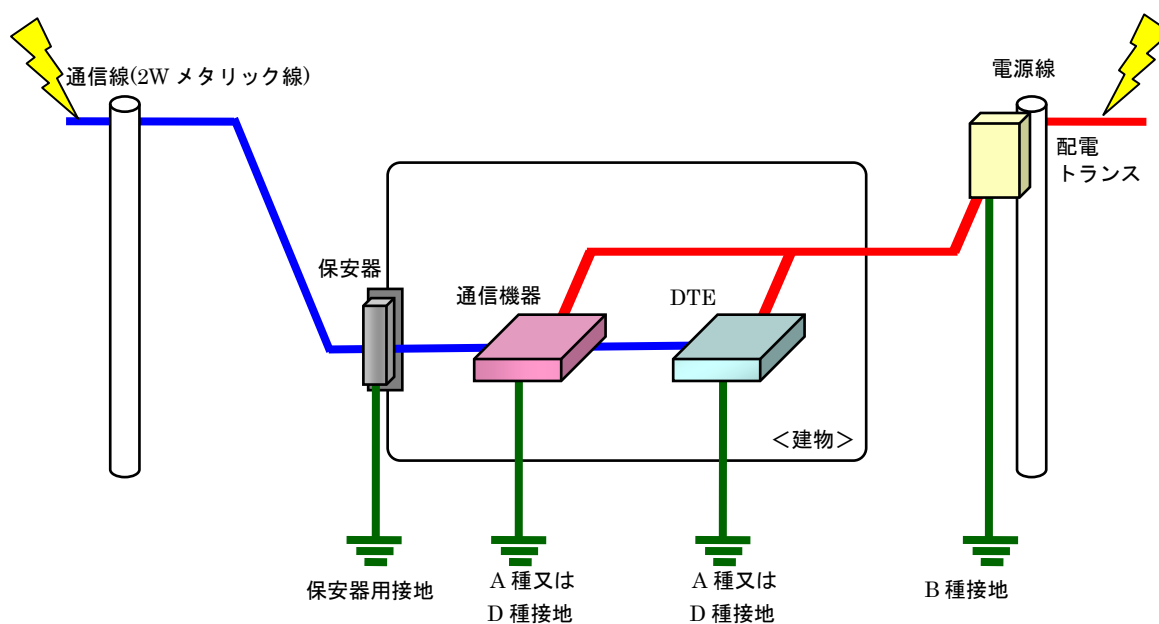


図 3-1 外部防護素子の要否・対象とする雷サージ要因
(クラス II 機器では保護接地接続(A 種又は D 種)はない)

(1) 通信線から侵入する雷サージに対する保護

図 3-2 に通信線からの保護回路の例を示す。

通信線からの雷サージに対する防護素子については以下の形態が考えられる。

- a) 通信線と機器間に一次防護素子を挿入する。
通信線には、一般的に保安器が設置されている。
- b) 機器内部にサージ防護素子（SPD）を用いる。（クラス 0 I 機器又はクラス I 機器）

対象とする雷サージのレベルにより上記形態を併用できる。

上記形態を併用する場合、使用する防護素子間の放電(動作)開始電圧に応じ、防護素子の選定に留意する必要がある。(保護協調)

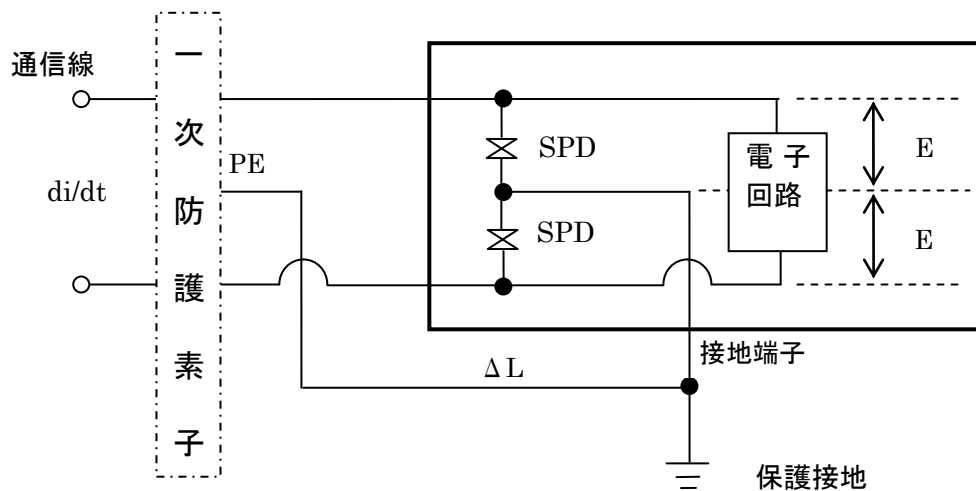


図 3-2 サージ防護素子使用形態

また、雷サージが侵入した際に、一次防護素子の動作により通信機器（通信線—接地端子間）への電圧が抑制されたとしても、通信機器へ印加される雷サージは、一次防護素子の PE（保護接地）端子と通信機器の接地端子までの配線長によるインダクタンス分(ΔL)と雷過電流の立ち上がり電流速度 (di/dt) に依存した電圧(E)が重畳されて発生する。この配線長により発生する電圧を抑制するためには、出来るだけ一次防護素子と通信機器の接地端子までの配線を短くする必要があることを注意事項としなければならない。

(2) AC 商用電源から侵入する雷サージに対する保護

AC 商用電源線からの雷サージに対する防護素子について以下の形態が考え得る。

図 3-3 にサージ防護素子使用形態の構成例を示す。

a) 線間にサージ防護素子を挿入する(SPD1)

AC 商用電源の線間に印加する雷サージを抑制させることで通信機器の電源回路を保護する。この場合、雷サージは AC 商用電源の線間をバイパスする。

b) 接地—AC 商用電源線間に防護素子を挿入する(SPD2) (クラス 0 I 機器又はクラス I 機器)

通信機器の電源回路への雷サージを接地へバイパスする。

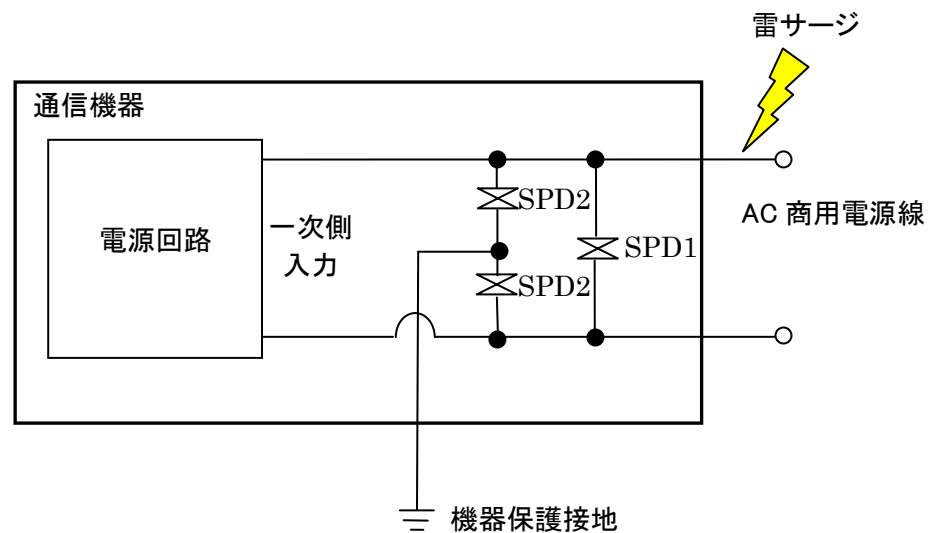


図 3-3 サージ防護素子使用形態(クラス 0 I 機器又はクラス I 機器)

3.3 雷サージ流出経路の考え方

雷サージの流出経路には、設備や機器に備わる接地端子への流出、通信線－電源線相互への流出、および、絶縁された機器での流出経路を考慮する必要がある。

(1) 設備や機器に備わる接地端子への雷サージ流出

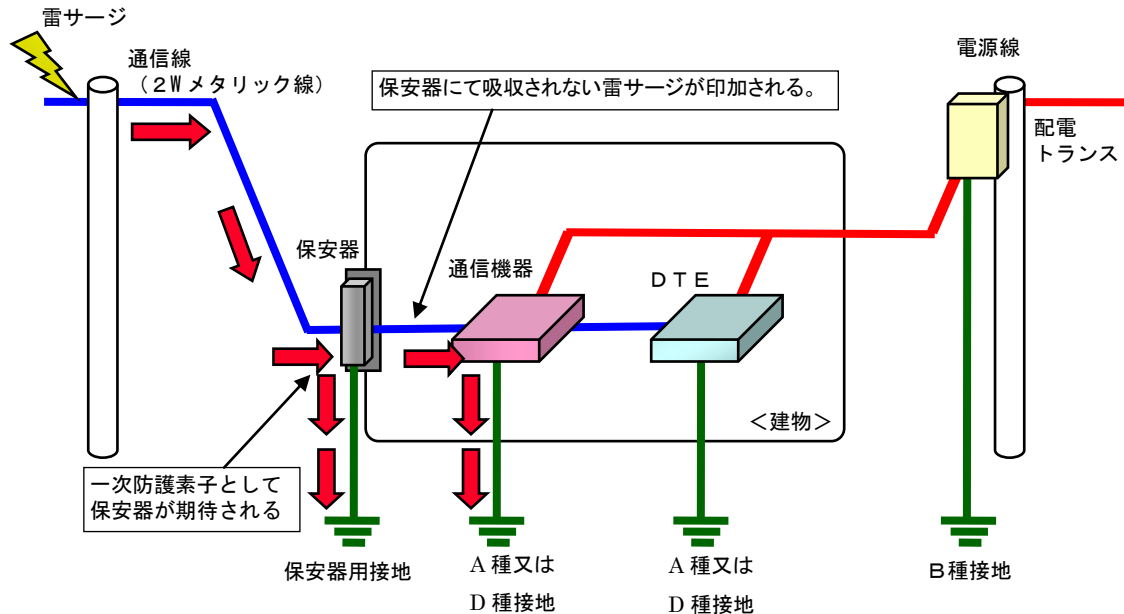


図 3-4 通信線からの雷サージ流出経路

一般に、通信線に印加された雷サージは、保安器等に代表される一次防護素子や機器に具備された SPD 等を介して各接地端子から流出させる方法をとることが可能であるが、この際、図 3-4 に示すように一次防護素子にて吸収しきれない雷サージが機器に加わる恐れがある。

また、これらの防護素子や機器に加わる雷サージは、機器内部の絶縁耐力および流出経路上の接地抵抗や電流容量・耐圧によっても異なるため、これらに具備される防護素子や接地方法の選定には十分な注意が必要である。

図 3-5 に、機器内部に雷サージ防護を施した場合の雷サージ流出経路例（機器に保護接地端子がある場合）を示す。

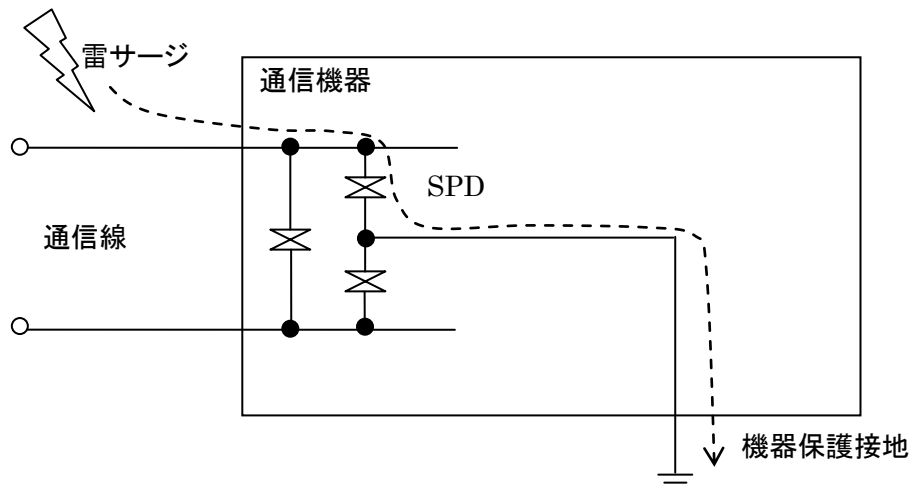


図 3-5 機器に保護接地端子がある場合の雷サージ流出経路

(2) 通信線—電源線相互の雷サージ流出

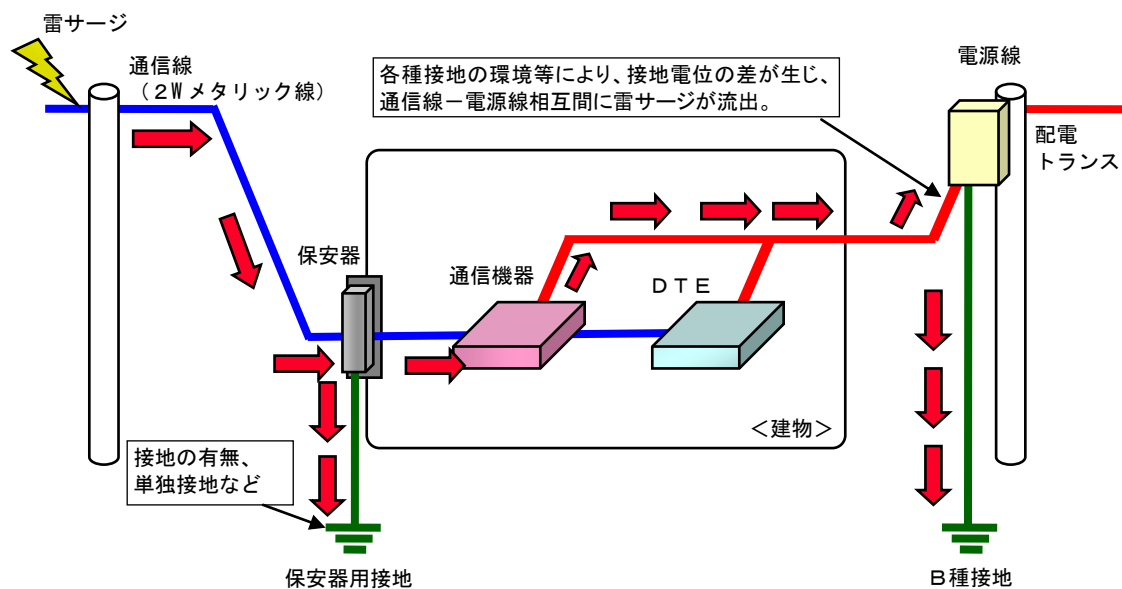


図 3-6 通信線—電源線相互の雷サージ流出

雷サージを流出させるための接地が困難な機器の場合、雷サージ流出経路を通信線とAC商用電源線間で流出させることが可能であり、図 3-6 に全体構成を示す。

通信線—電源線相互の雷サージ流出経路の機器構成の一例を図 3-7 に示す。

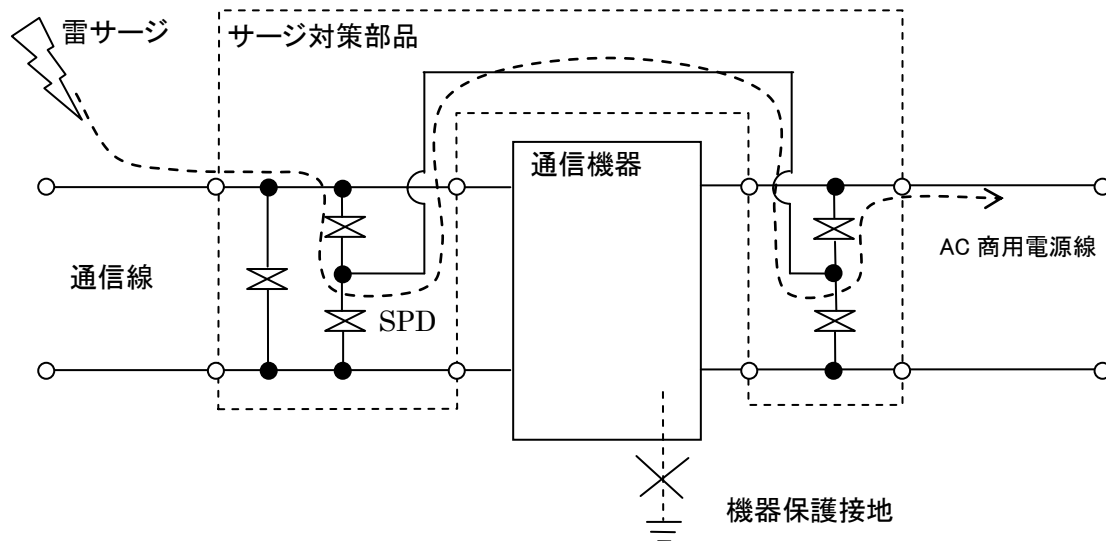


図 3-7 機器に保護接地端子のない場合の雷サージ流出経路(クラス II 機器)

3.4 装置内部の防護素子の設計指針

図 3-8 に機器保護として設計で考慮すべき事項(クラス 0 I 又はクラス I 機器)を示す。
使用される SPD 素子の例として以下のものがある。

- ・ 金属酸化物バリスタ(MOV)
- ・ ガス入り放電管(GDT)
- ・ アバランシブレイクダウンダイオード(ABD)
- ・ サージ防護サイリスタ(TSS)

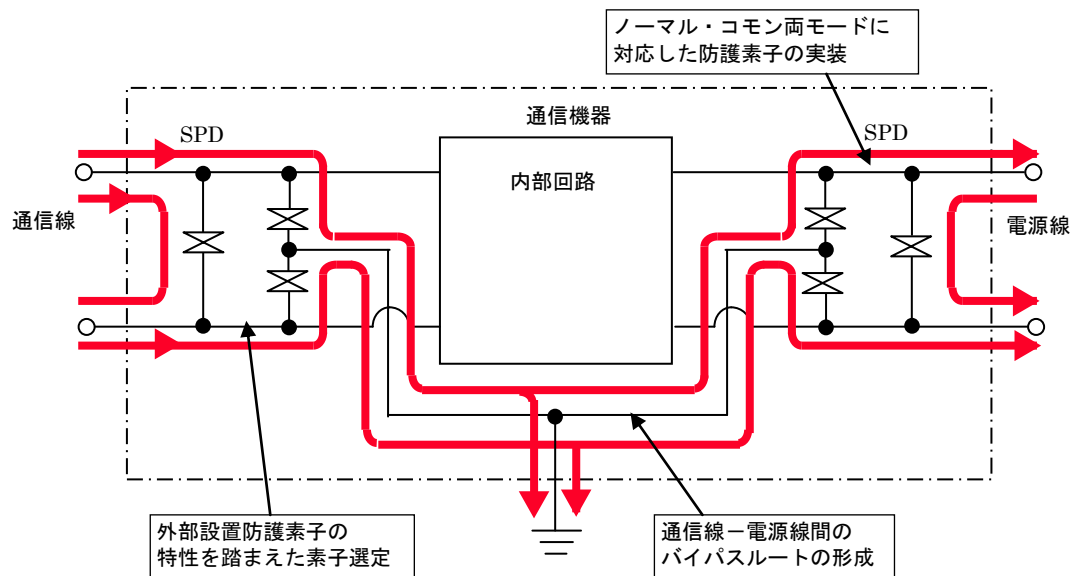


図 3-8 機器保護として設計で考慮すべき事項 (クラス 0 I 又はクラス I 機器)

一般的に雷サージ電圧動作速度は半導体系が高速になるが、雷サージ電流耐量は MOV、GDT が大きい。

通信線の信号周波数・保護対象回路の耐電圧・一次防護素子の放電開始電圧・ターゲットとする雷サージ等、使用条件により SPD 素子の選定を行う。雷サージ印加は機器の動作状態(空き状態・通話中状態・呼び出し中状態 等)にかかわらず保護されなければならない。

動作状態により耐量が異なる場合は、その最小値を当該機器の耐量とする。

従って、動作状態により SPD が切り離されるなど、機器保護ができない状態が動作上発生しないことが必要となる。

※通信機器内部での通信線と電源線の矯絡は、間に SPD 素子を經由したとしても、現時点では製品安全上国際規格では認められていない。

具体例 1 : ISDN-TA の雷サージ対策 (図 3-9 参照)

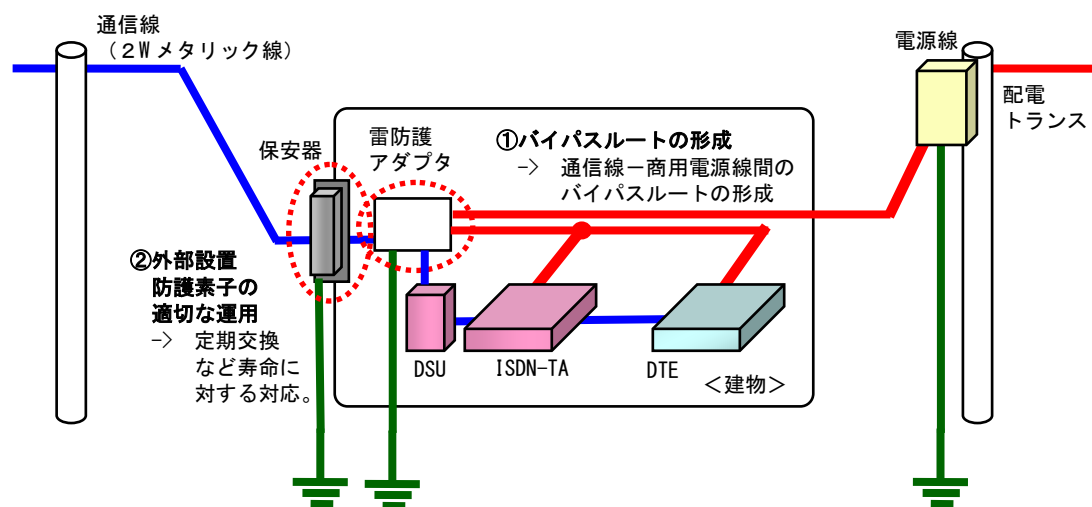


図 3-9 外部設置の防護素子

通信事業者が提供する一次防護素子(保安器)の接続を前提で考慮して良い。
機器固有の条件があれば機器ごとに条件・仕様を明示する。

通信事業者が提供する一次防護素子(保安器)の代表的な構成を付録 1 に示す。

具体例 2：ADSL 端末の雷サージ対策

ADSL 端末は、通常スプリッタを含めて図 3-10 のように構成される。

場合によってはスプリッタを内蔵することもある。

その中で雷サージの侵入する経路は、以下の経路が考えられる。

- ① AC 商用電源
- ② PSTN 回線
- ③ 電話機を経由して PSTN 回線
- ④ パーソナルコンピュータ（PC）を経由してイーサネット回線

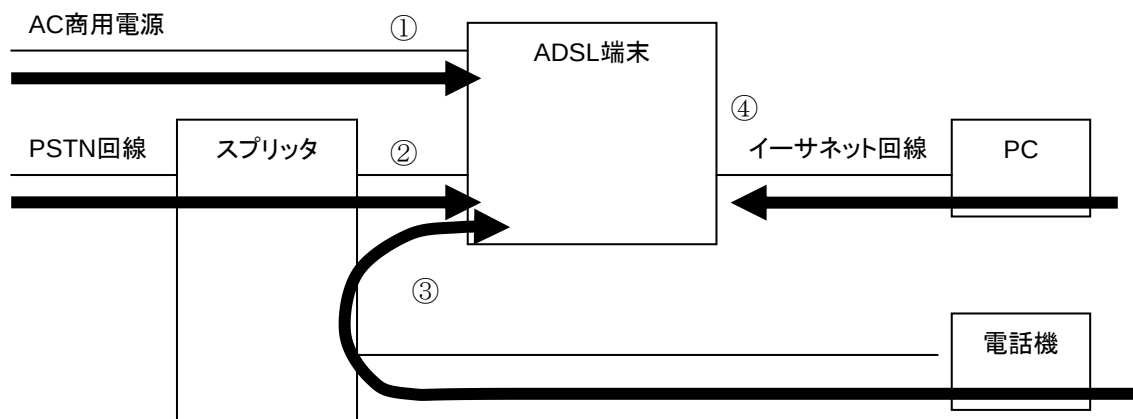
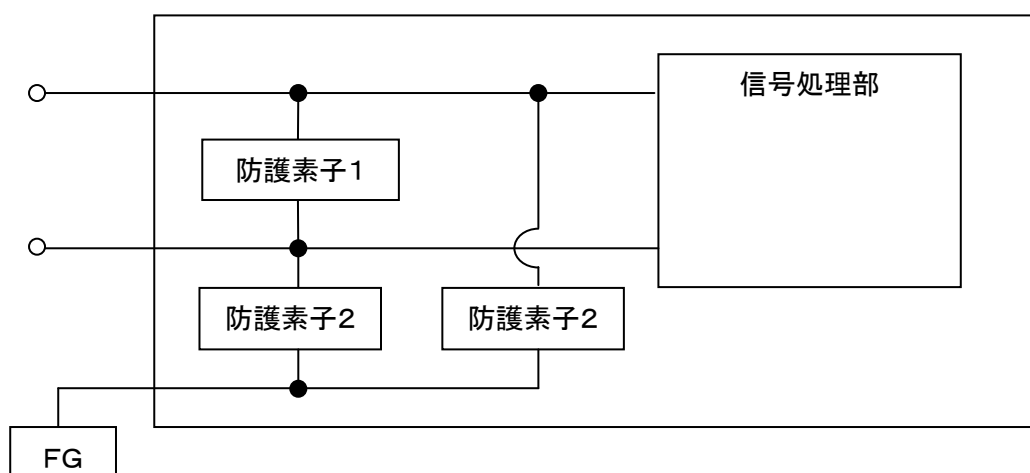


図 3-10 ADSL 端末への雷サージ侵入経路

図 3-10 で①項と④項の侵入経路は通常の情報処理端末とそれほど大きな変化はない。ADSL 端末として特徴的なのは②と③項に起因する部分になる。

ADSL 端末は PSTN 回線を使って 3.75MHz までの帯域を使用していることから、インタフェースの設計には十分な注意が必要である。またそこで使用する素子は非常に感度の高い素子を使うことから雷サージ対策の設計は、他のアナログ回線に接続される装置に比べ、慎重な設計を要求される。一般には次の図 3-11 のような構造となる。



防護素子 1：ADSL 信号に影響を与えないように容量の小さい値を選ぶ必要がある。

防護素子 2：防護素子 1 に比べ設計の自由度は比較的高いが、立ち上がり電流速度の速いものを選ぶ必要がある。且つ、電流耐量の大きなものを選ぶことが望ましい。

図 3-11 ADSL 端末内部保護回路例と防護素子への留意事項

<参考 A> 雷サージの試験方法

通信機器の耐力(Resistibility)に関し、ITU-T が勧告している K.21 および K.44 の雷サージに準拠した試験方法を提案する。

(1) 試験対象ポート

K.44 の Table 1 – Port Types より、下記とした。

- ・ 外部ポート Symmetric pair ……通信線
a.c. mains power ……AC 商用電源線
- ・ 内部ポート Unshielded cable ……内線

(2) 試験タイプ

K.44 の 7.2 Test types より、下記とした。

- ・ 横方向(導体間)
 - ・ 外部ポート-接地
 - ・ 外部ポート-外部ポート
 - ・ 外部ポート-内部ポート(K.21 に勧告されていないため検討中とする)
 - ・ 内部ポート-接地
 - ・ 内部ポート-内部ポート(K.21 に勧告されていないため検討中とする)
- 尚、シングルペアを対象とし、マルチプルペアは今後の検討とする。

A.1 試験形態 (K.44 の 7.3_1)

試験の形態はタイプテストとする。タイプテストとは装置の完成品のグループの中から無作為に抽出した装置のみに対して行う試験である。

A.2 試験レベル (K.44 の 7.3_12)

試験では、試験電圧(試験回路の充電電圧)は低電圧レベルから試験レベル(試験回路の最大充電電圧)までである適当な間隔で増加させ試験を実施する。なお、個々の試験電圧に対する試験後、装置が指定された判断基準を満足することを確認する。低電圧レベルから試験を行う理由は防護素子が動作しない領域での機器の耐力を確認する為である。従って装置内部や外付けのサージ防護素子が動作する前後の試験電圧については、防護素子の動作電圧のばらつきを考慮し、試験電圧のステップ幅を細かくして試験を実施する事が望ましい。

A.3 雷サージ試験波形

試験電圧は雷サージ試験における印加雷サージの波形(電圧波形もしくは電圧電流波形)を表現するもので、試験波形は印加ポートごとに規定される。この波形を図 A.3-1(a)及び(b)に示す。本ガイドラインでは同図(a)に示す国際規格である ITU-T K.44 で規定されている 10/700 μ s 波形、及び同図(b)に示す JIS C61000-4-5(IEC 61000-4-5)で規定されている 8/20 μ s(1.2/50 μ s)のコンビネーション波形を用いる。

■電圧サージ(10/700 μ s)

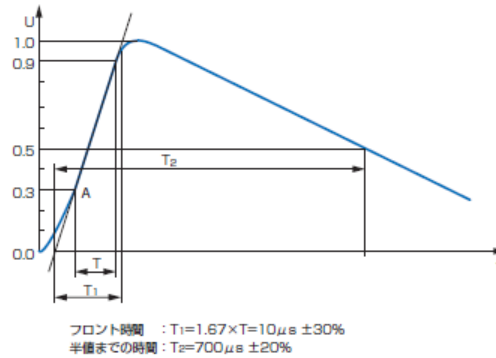
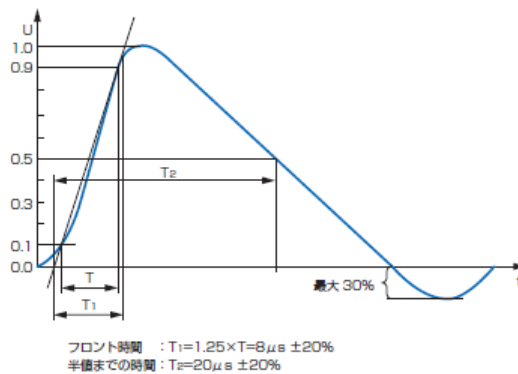


図 A.3-1(a)電圧波形のパラメータ

■電流サージ (8/20 μ s)



■電圧サージ(1.2/50 μ s)

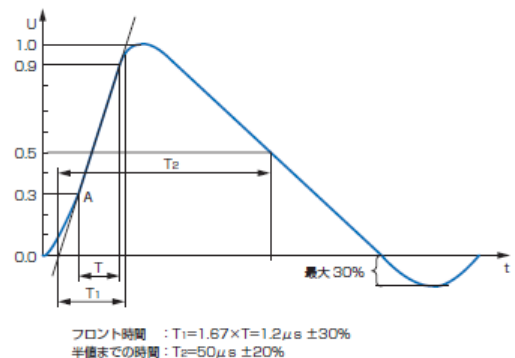


図 A.3-1(b)電流／電圧波形のパラメータ

A.4 印加回数 (K.21 の Table 2a,5,7)

試験レベルにおいて正・負極性毎に 5 回とする。
尚、各試験電圧に対する回数は 1 回でも良い。
また、どちらかの極性のみで保証できる場合、その極性のみの試験で良い。

A.5 試験間隔 (K.44 の 7.3_9)

各試験電圧に対する雷サージ印加後、結合回路及び防護素子は高温状態になる。このとき、発熱により動作電圧が低下して初期特性と異なる場合があるため、1 分以上の間隔を開けて試験を行うことが望ましい。これは結合回路及び装置またはシステム内の防護素子が試験後正常に復旧するために必要な最小の時間である。ただし、試験後、防護素子を変更する場合は、直ちに試験を実施する事ができる。

A.6 試験条件 (K.44 の 7.3)

(1) 装置の動作状態 (K.44 の 7.3_1)

試験は原則、被試験装置に給電しながら標準的な動作状態で実施する。

K.44 の A.2.4 に考慮すべき状態の例が記述されている。

(2) 装置の接地端子の接続条件

接地形態は K.44 に従うこととする。

(3) 通信用の一次防護素子について

通信事業者とユーザビルの分界点に保安器などの通信用一次防護素子が設けられる。

具体的にはユーザビルに設ける加入者保安器などが一次防護素子に相当する。

一次防護素子を必ず装着して使用するポートについては、試験回路とポート間に保安器などの一次防護素子を挿入して試験を実施することができる。

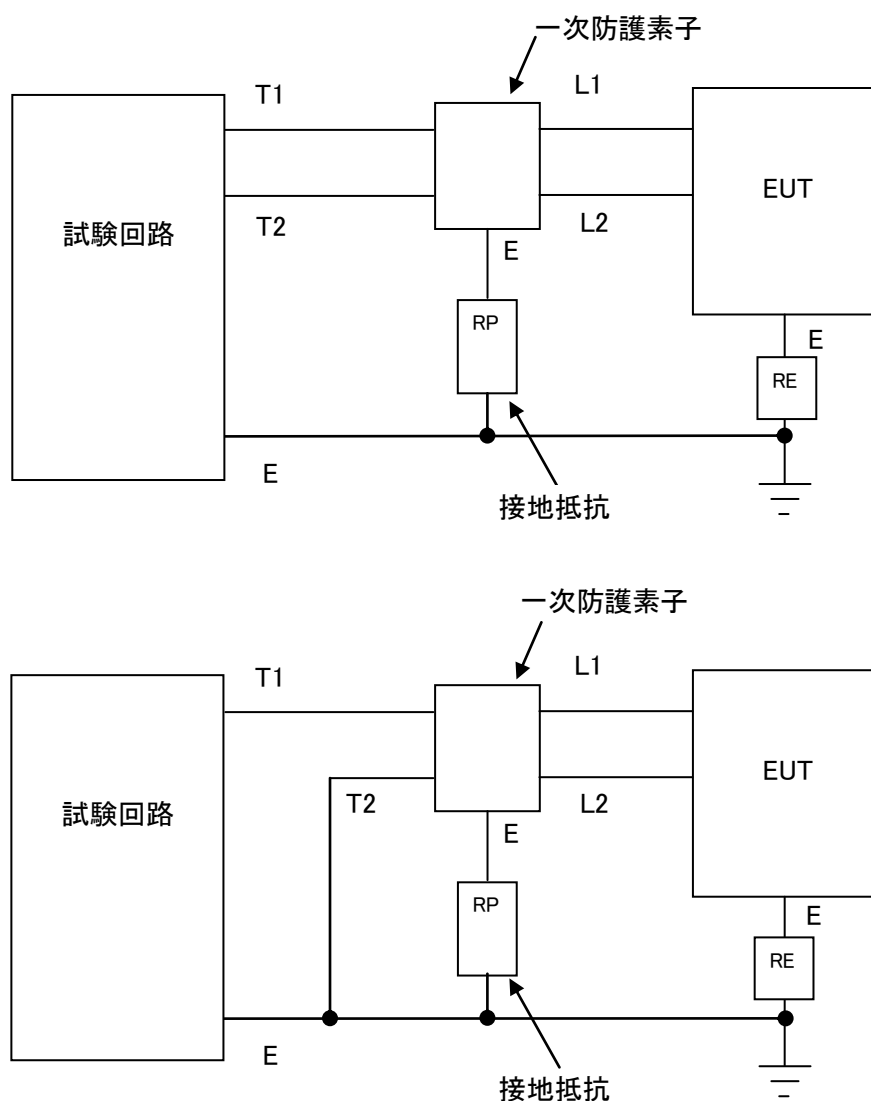


図 A.6-1 一次防護素子の接続形態

(4) その他条件

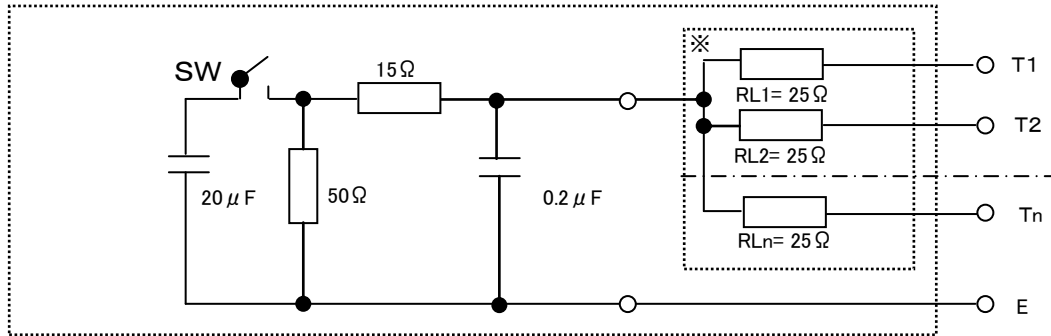
(1)～(3)も含め、メーカーの指定する使用条件または装置の設置条件が明確であれば、その条件に基づいて試験することを推奨する。

A.7 環境条件

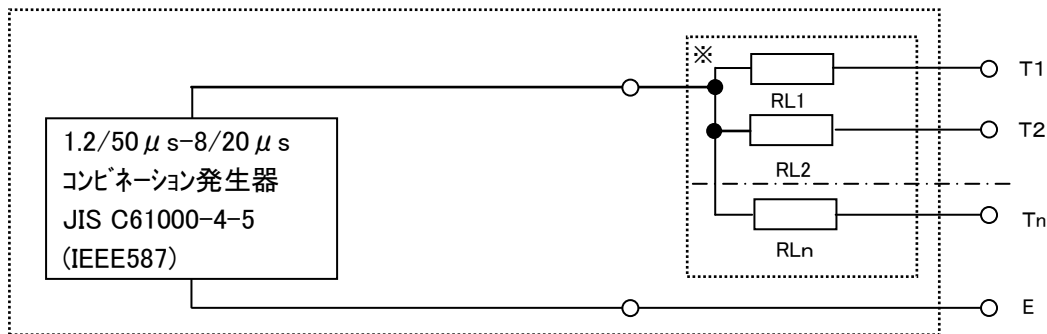
試験は原則として室温または常温で行う。

A.8 サージ発生器

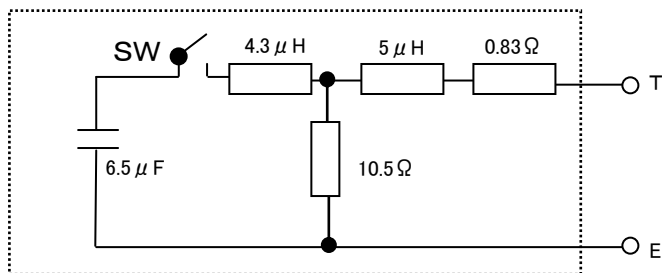
本ガイドラインで用いられる $10/700\ \mu\text{s}$ の電圧波形および $8/20\ \mu\text{s}$ ($1.2/50\ \mu\text{s}$) のコンビネーション波形に対する試験回路を図 A.8-1 に示す。同図(a)は $10/700\ \mu\text{s}$ 試験回路、同図(b)は $8/20\ \mu\text{s}$ ($1.2/50\ \mu\text{s}$) のコンビネーション試験回路である。同図において、T1 と T2 は印加用の端子であり、E は接地端子(リターン用)を示す。同図(b)のコンビネーション波形は、電圧波形(印加端子開放時)と電流波形(印加端子短絡時)、さらに試験器が発生できる電流値の最大値を考慮して回路定数を決定する。なお試験回路の詳細については JIS C61000-4-5 及び IEEE587 を参照すること。ここで、コンビネーション発生器の回路例を同図(c)に示す。



(a) $10/700\ \mu\text{s}$ 試験回路



(b) コンビネーション試験回路(JIS C61000-4-5)



(c) コンビネーション発生器の回路例

※ただし、使用するサージ発生器によっては、電流制限抵抗を外出しする場合もある。

図 A.8-1 サージ発生器の回路例

A.9 試験回路

各ポートに関わる試験項目は、以下とする。

No.	項目	準拠すべき試験回路
1	通信線間	図 A.9-1 (K.44 の Fig.A.6.1-1)
2	通信線-接地間	図 A.9-2 (K.44 の Fig.A.6.1-2)
3	通信線-AC 商用電源線間	図 A.9-3 (K.44 の Fig.A.6.1-3)
4	通信線-通信線間	図 A.9-4 (K.44 の Fig.A.6.1-3)
5	AC 商用電源線間	図 A.9-5 (K.44 の Fig.A.6.4-1)
6	AC 商用電源線-接地間	図 A.9-6 (K.44 の Fig.A.6.4-2)
7	AC 商用電源線-通信線間	図 A.9-7 (K.44 の Fig.A.6.4-3)
8	内線-接地間	図 A.9-8 (K.44 の Fig.A.6.5-1)

AE(対向装置)、結合回路、減結合回路および保護回路は、K.44 に準拠とするが、合理的な構成で試験することはできる。参考として、下表に例を示す。

ポート タイプ	試験ポート		非試験ポート		
	対発生器 結合回路	減結合回路	減結合回路 (他ポート含む)	対接地 結合回路	EUT 保護回路
通信線	GDTs or MOVs	Fig. A.5-3	Fig. A.5-10	GDT, Fig. A.5-10	GDT, Fig. A.5-17
	結合回路 1	減結合回路 1	減結合回路 4	結合回路 5	保護回路 1
	MOV x 2 68-200 V			MOV x 2 68-200 V	
AC 商用 電源線	MOVs	Fig. A.5-6	Fig. A.5-13	MOV, Fig. A.5-13	MOV, Fig. A.5-20
	結合回路 2	結合回路 3	減結合回路 2	減結合回路 5	結合回路 6
	MOV x 2 100 V : 82-200 V 200 V : 164-400 V	MOV x 2 100 V : 144-200 V 200 V : 288-400 V	1.5 mH x 2 (注 1)	1.5 mH x 2 (注 1)	MOV x 2 100 V : 82-200 V 200 V : 164-400 V
内線	GDTs or MOVs	Fig. A.5-7	Fig. A.5-14	Clamping Diodes, Fig. A.5-14	Clamping Diodes, Fig. A.5-21
	結合回路 4	減結合回路 3			
	MOV x 2 68-200 V				

注 1 : EUT が動作しない場合は、1.5 mH より小さなものでも良い。

※表の上段に K.44 の Table A.5-1 の内容、中段に次ページ以降にある図 A.9-1~A.9-8 との対応、下段に推奨する素子の値(一部 K.44 の推奨素子でないものも含む)を記載する。

※K.44 の試験回路・装置を基本とするが、JIS C61000-4-5 に準拠した試験回路・装置の使用も可とする。

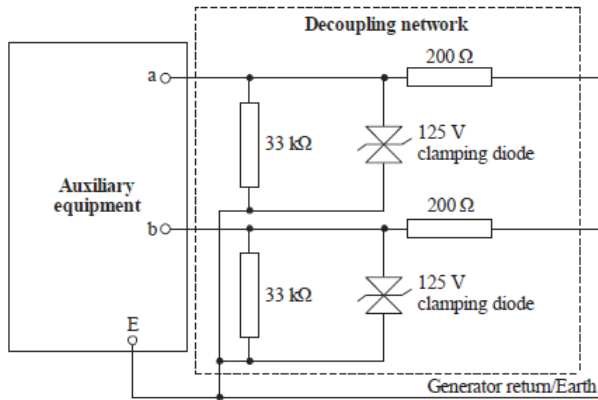
※結合回路等を使用する MOV は 20 mm φ 以上のものを推奨する。

※試験ポート、非試験ポートは AE を接続する。

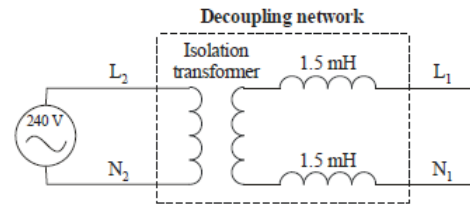
但し EUT が試験電圧に耐える事を確認するのに AE を接続する必要がない場合、試験は AE および減結合回路の接続無しで実施してもよい。

また、被試験装置への給電に関して、実現可能な結合・減結合回路が無い場合は、給電をしないで試験を実施することができる。

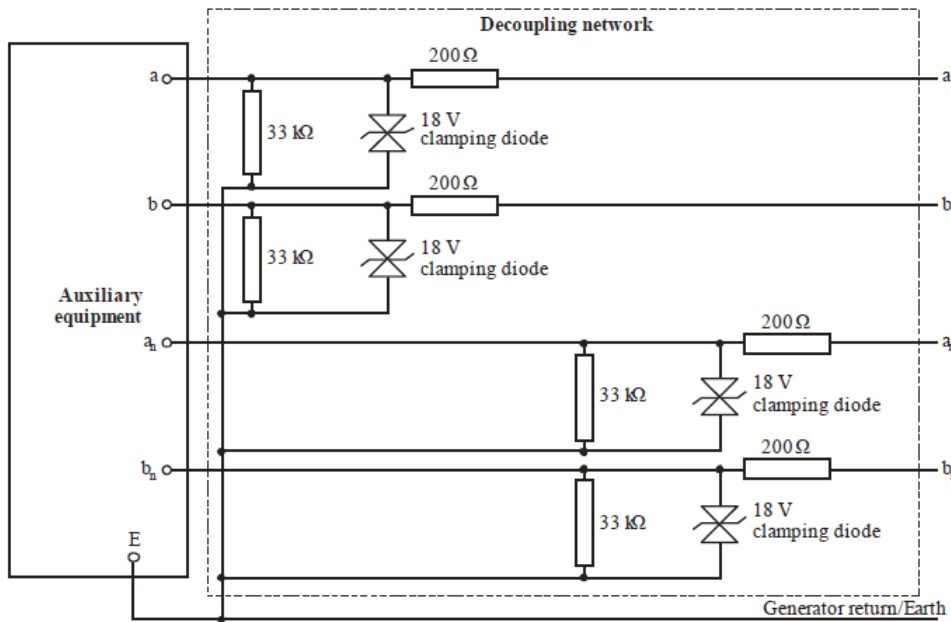
K.44 に記載のある減結合回路と保護回路を以下に記す。



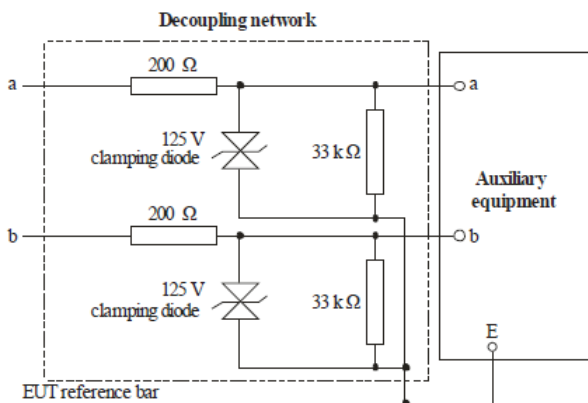
FigA.5-3 減結合回路 1



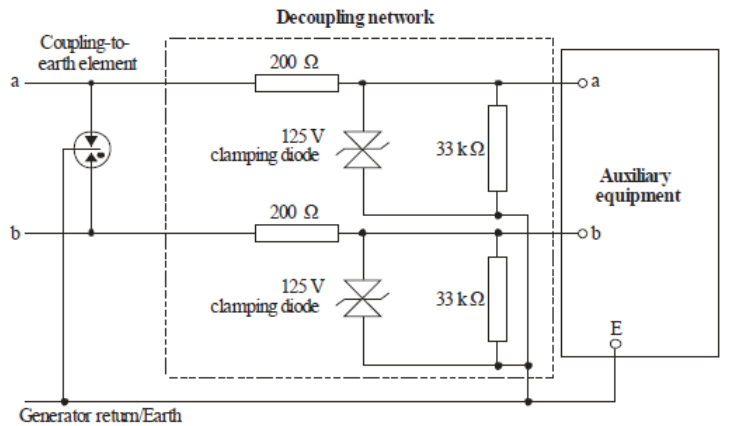
FigA.5-6 減結合回路 2



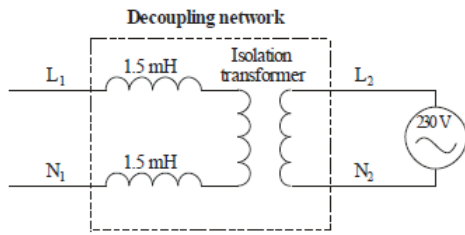
FigA.5-7 減結合回路 3



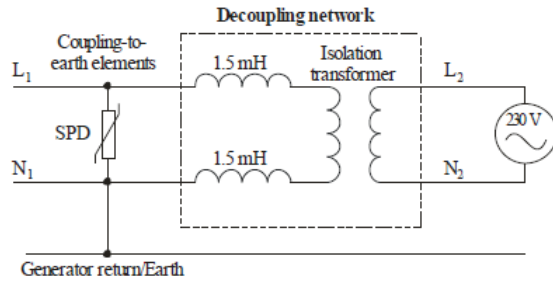
FigA.5-10 a) 減結合回路 4



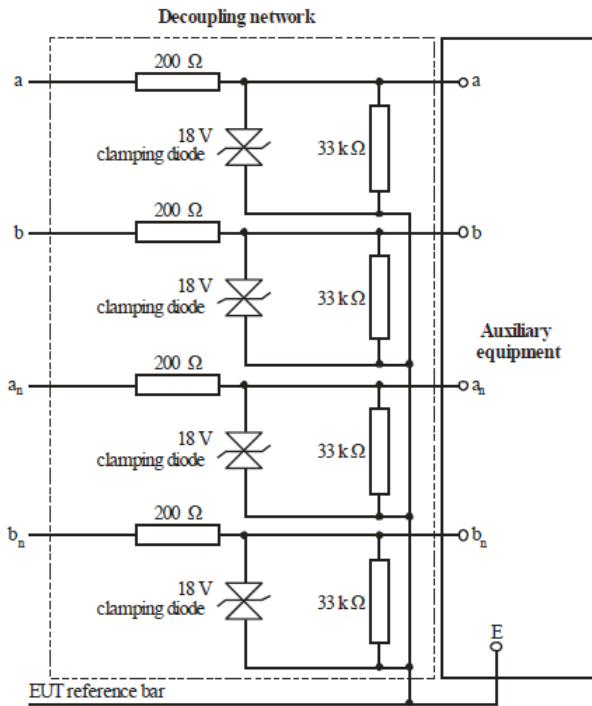
FigA.5-10 b) 減結合回路 4 & 対接地結合回路 5



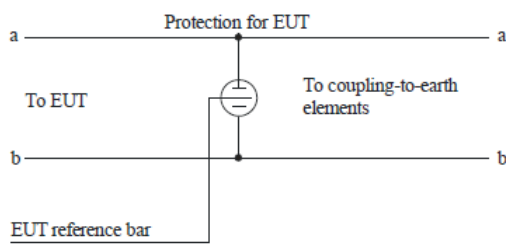
FigA.5-13 a) 減結合回路 5



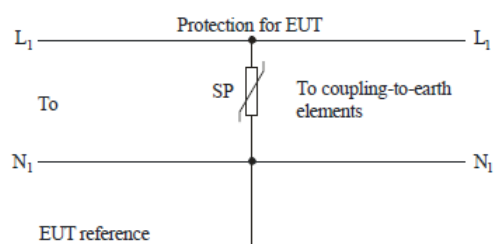
FigA.5-13 b) 減結合回路 5 & 対接地結合回路 6



FigA.5-14 a)



FigA.5-17 保護回路 1



FigA.5-20 保護回路 2

他ポートの減結合回路はポートの種類に対応した FigA.5-10 a)、FigA.5-13 a)、FigA.5-14 a) を適用する。

(1) 通信線間

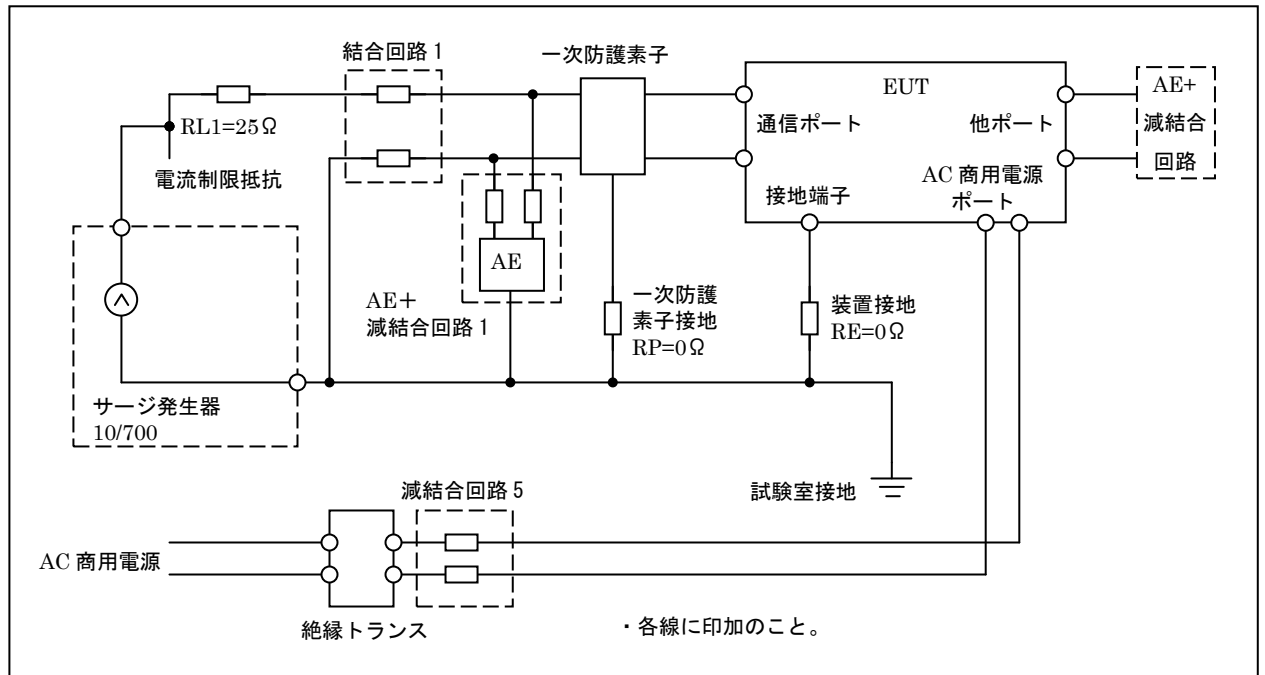


図 A.9-1 (K.44 の Fig.A.6.1-1)

(2) 通信線・接地間

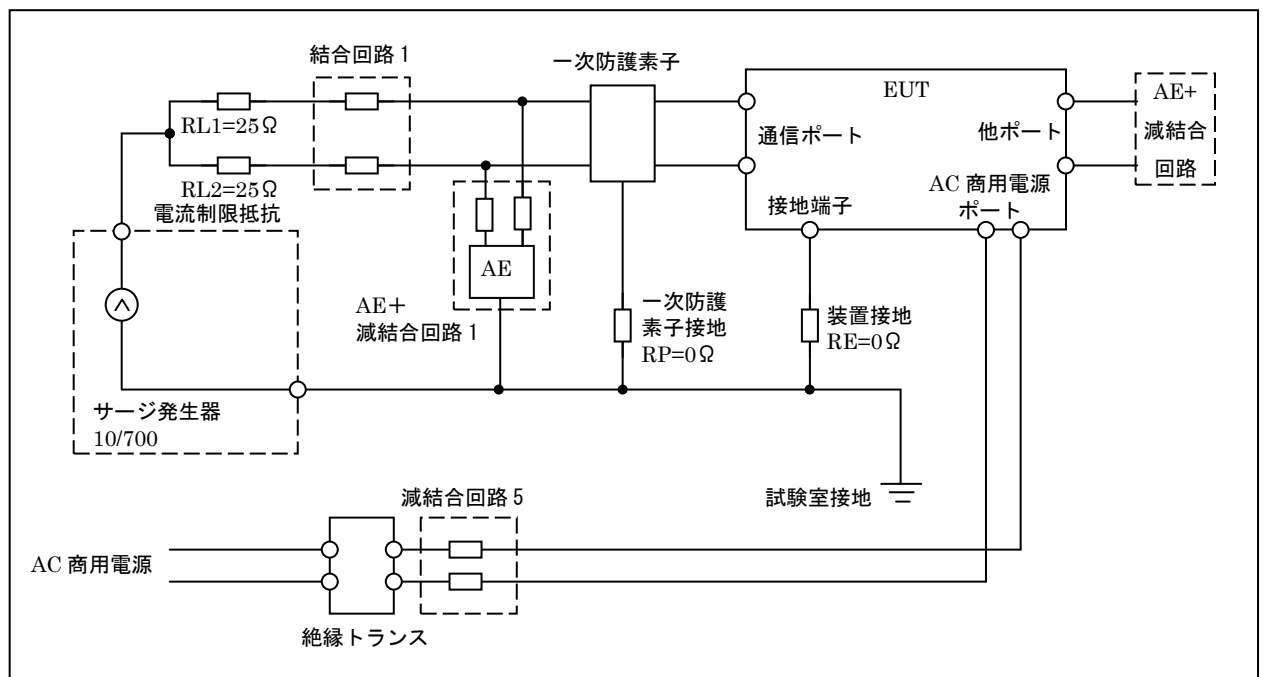


図 A.9-2 (K.44 の Fig.A.6.1-2)

(3) 通信線-AC 商用電源線間

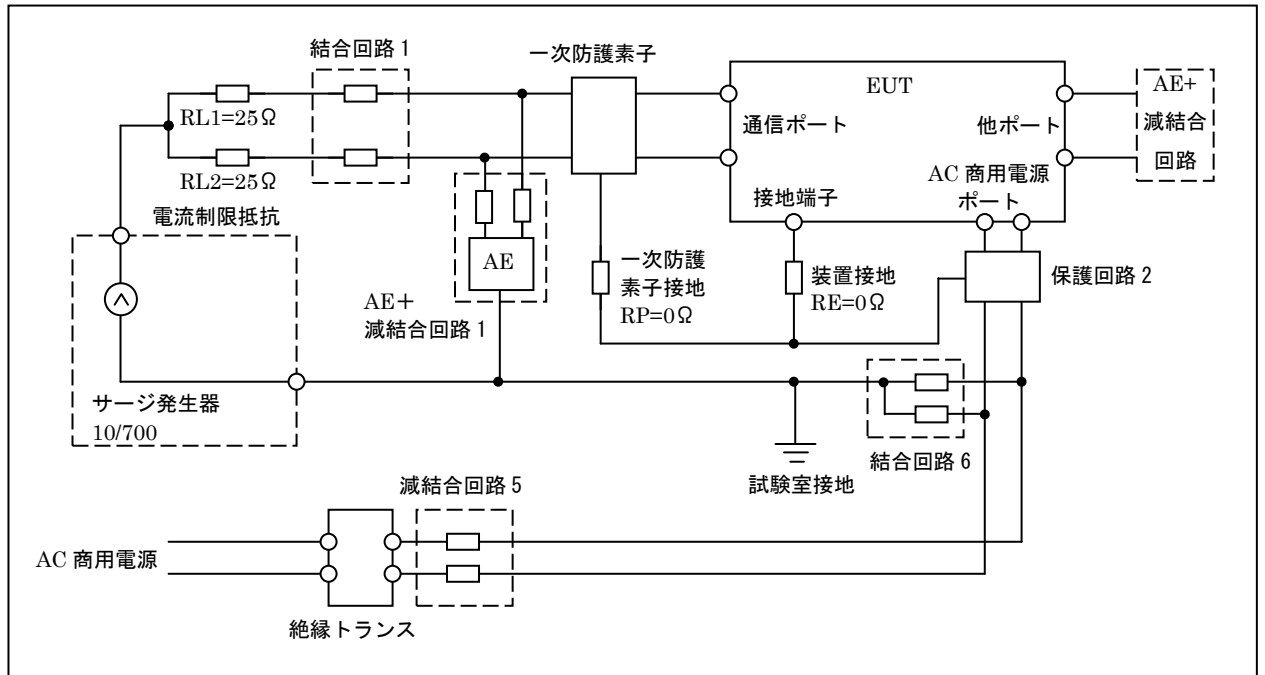


図 A.9-3 (K.44 の Fig.A.6.1-3)

(4) 通信線-通信線間

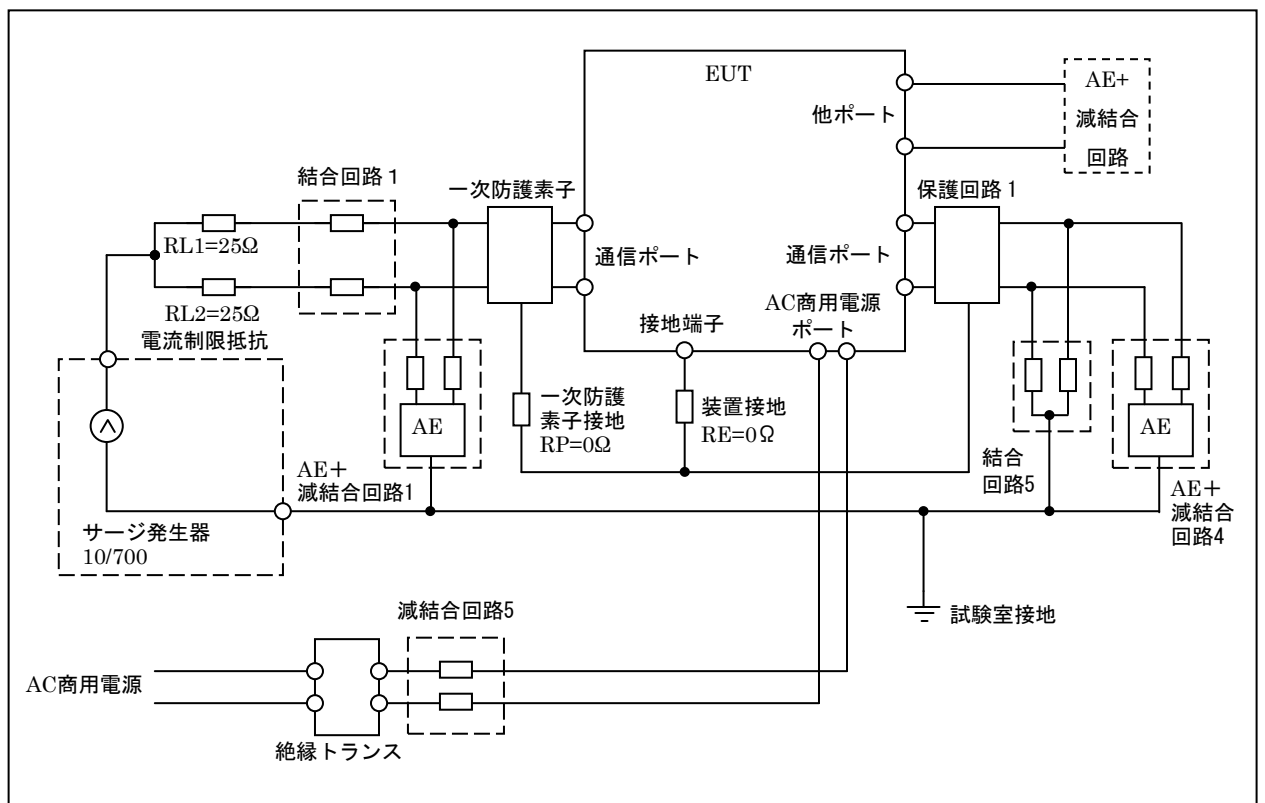


図 A.9-4 (K.44 の Fig.A.6.1-3)

(5) AC 商用電源線間

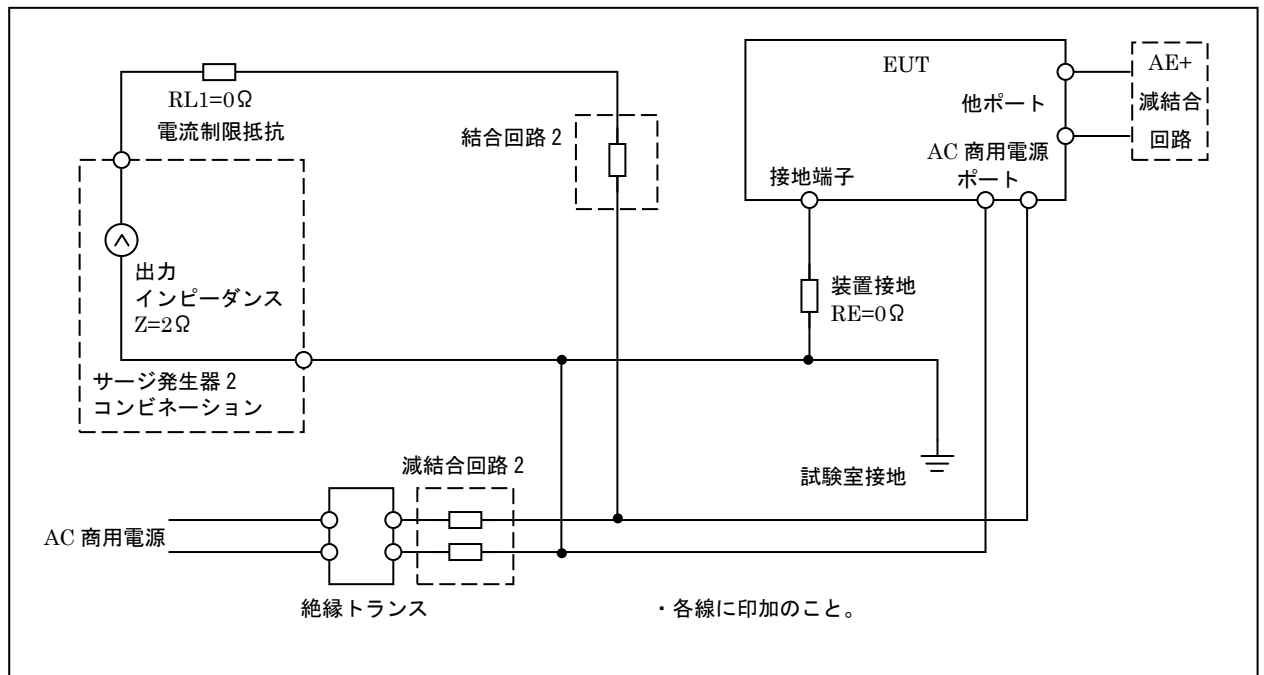


図 A.9-5 (K.44 の Fig.A.6.4-1)

(6) AC 商用電源線—接地間

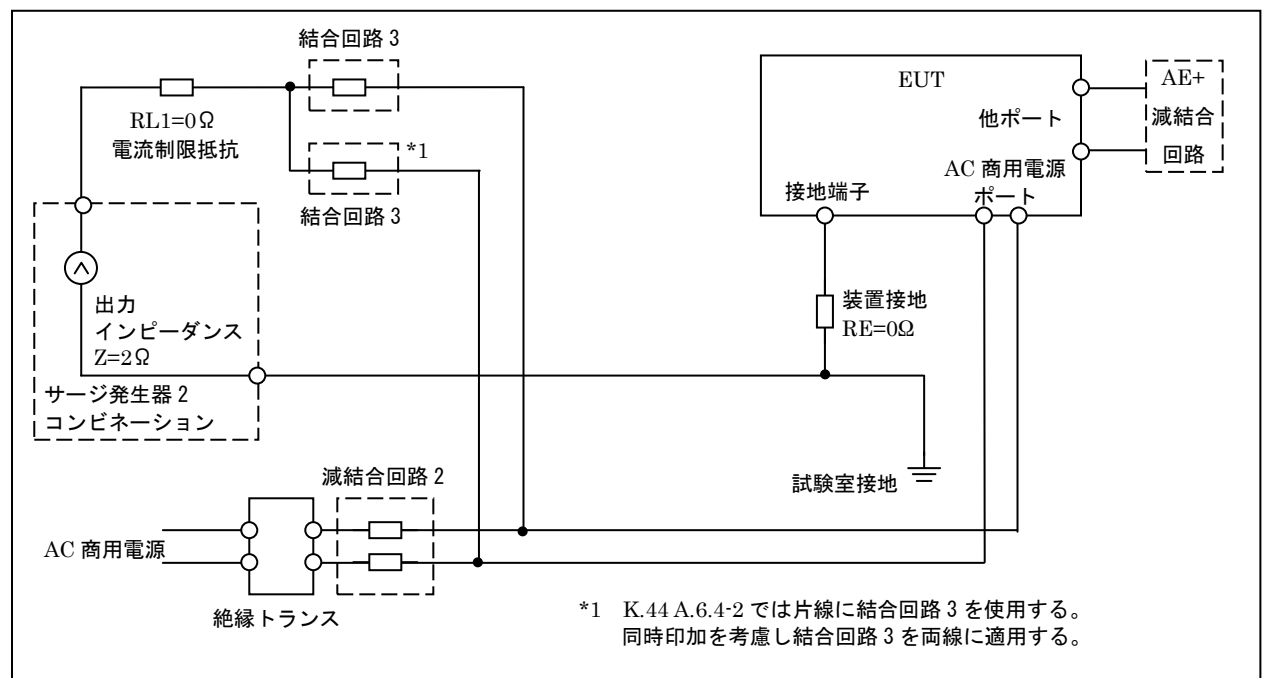
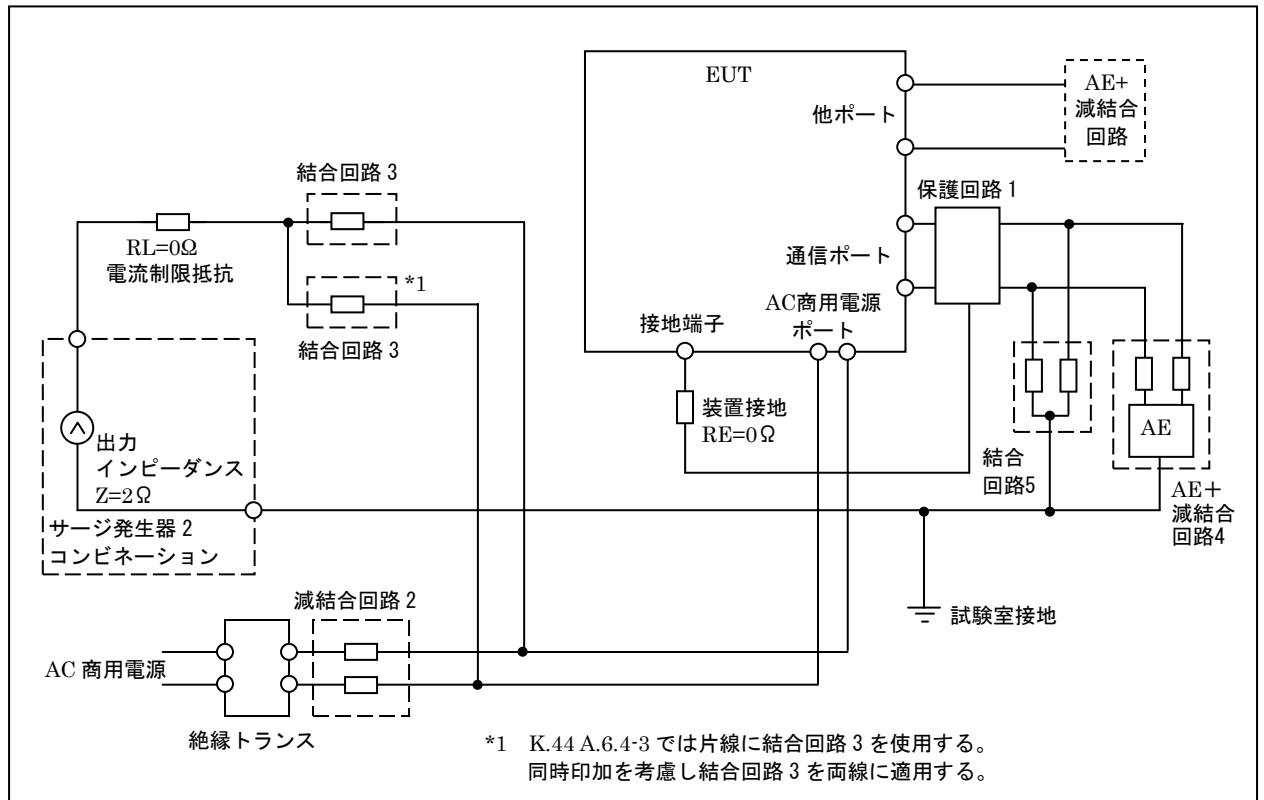
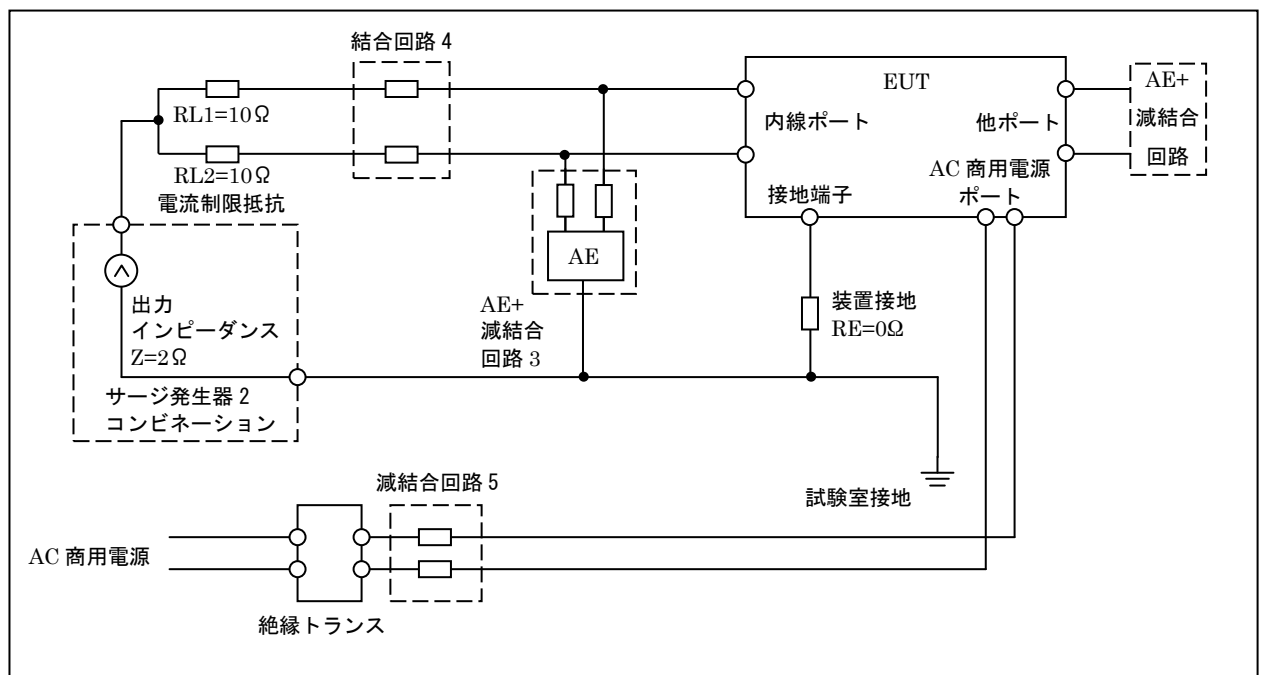


図 A.9-6 (K.44 の Fig.A.6.4-2)

(7) AC 商用電源線－通信線間



(8) 内線－接地間

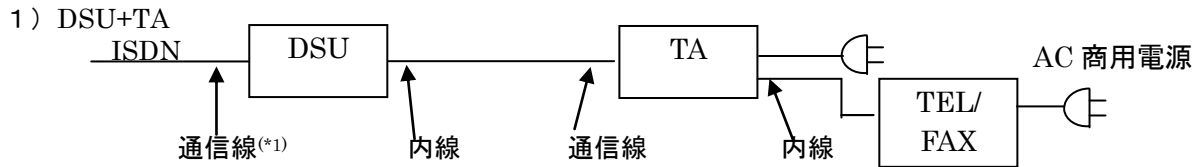


A.10 試験に使用する一次防護素子(保安器)の概要

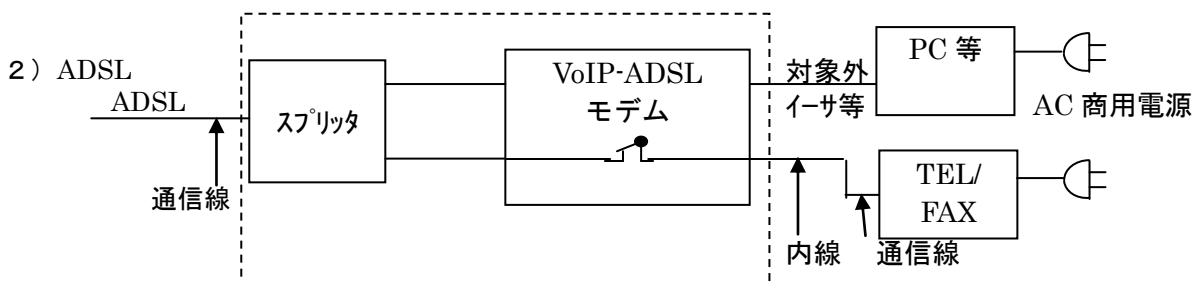
参考として、試験構成に提示した保安器の概要を付録 1 に示す。

A.11 試験の形態

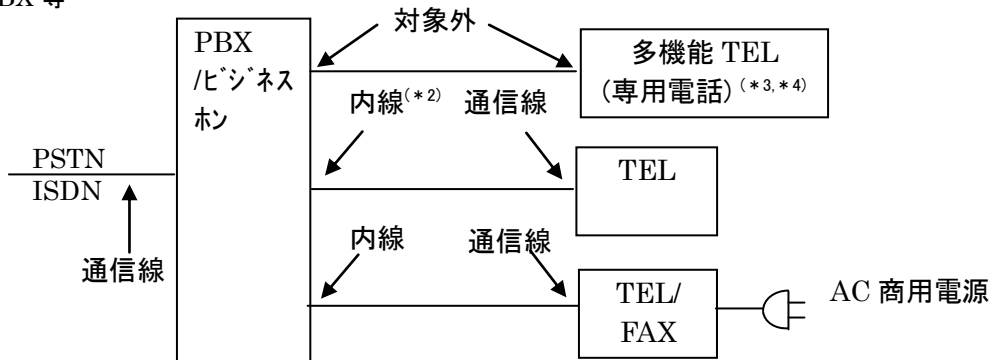
以下に試験対象の形態を示す。



* 1 : 但し光回線の場合は対象外。



3) PBX 等

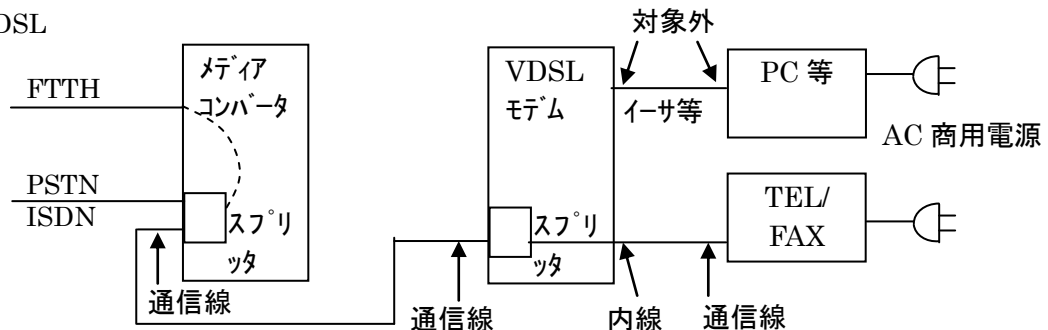


* 2 : 但し屋外配線を行う場合は通信線とし試験対象とすることが望ましい。

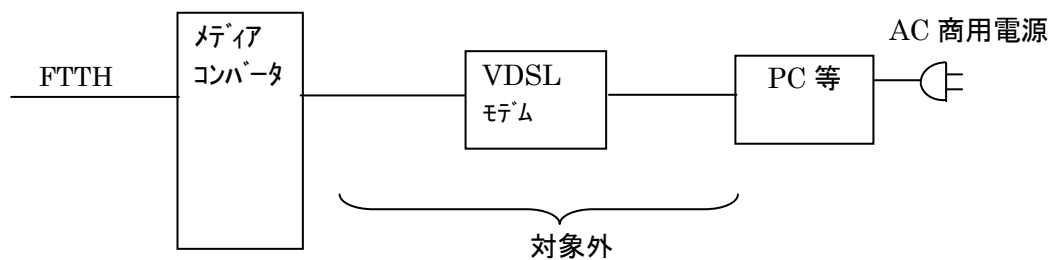
* 3 : ローカル給電のあるものは通信線とし試験対象とすることが望ましい。

* 4 : PSTN に接続可能なポートを有するものは、通信線とし試験対象とすることが望ましい。

4) VDSL



5) VDSL 単独



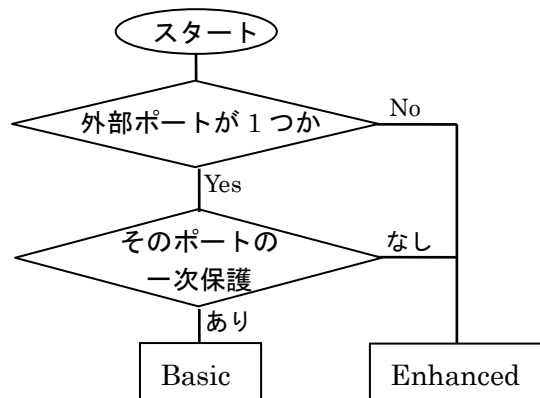
A.12 雷サージ防護の目標値

次の表の電圧を印加する。

試験項目	試験電圧		試験波形	試験回路
	Basic	Enhanced		
通信線間	1.5 kV RL=25 Ω	1.5 kV RL=25 Ω	10/700μs	図 A.9-1
通信線-接地	1.5 kV RL=25 Ω	6.0 kV RL=25 Ω	10/700μs	図 A.9-2
通信線-AC 商用電源線	1.5 kV RL=25 Ω	6.0 kV RL=25 Ω	10/700μs	図 A.9-3
通信線-通信線	1.5 kV RL=25 Ω	6.0 kV RL=25 Ω	10/700μs	図 A.9-4
AC 商用電源線間	2.5 kV RL=0 Ω	6.0 kV RL=0 Ω	コンビネーション波形	図 A.9-5
AC 商用電源線-接地	2.5 kV RL=0 Ω	6.0 kV RL=0 Ω	コンビネーション波形	図 A.9-6
AC 商用電源線-通信線	2.5 kV RL=0 Ω	6.0 kV RL=0 Ω	コンビネーション波形	図 A.9-7
内線-接地	1.0 kV RL=10 Ω	1.5 kV RL=10 Ω	コンビネーション波形	図 A.9-8

判定基準：A （「3.1(1)機器保護の定義」参照）

耐力レベル判定



＜付録 1＞ 保安器の概要

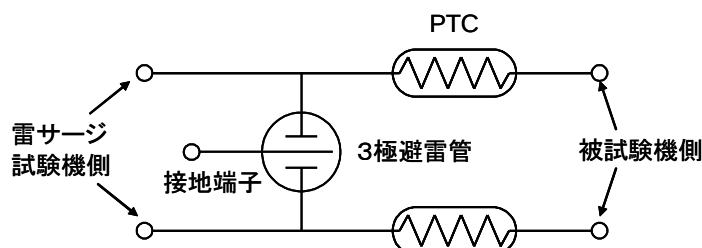
1. 試験で使用する保安器

通信事業者が加入者宅に設置する保安器は、有線電気通信設備令施行規則(付録 1 参考 1)に則って、設計されている。試験用一次防護素子(プライマリプロテクタ)としては、標準的な保安器を選定することが望ましい。現在保安器はさまざまな種類および旧仕様のものが使用されており、電圧防護素子として炭素避雷器が加入者宅に使用されている場合もあるが、現在最も多く使われているのは、6 号保安器と呼ばれる保安器である(付録 1 表 1)。この保安器の中で、保安機能に特化したユニットは 6 号形保安ユニット A(6P ユニット-A)で、一般用としても市販されており購入可能である(付録 1 参考 2)。6 号形保安ユニット A の回路図を付録 1 図 1 に示す。このユニットは 3 極のガス入り放電管とヒューズの役割を担う正温度特性サーミスタ(以下 PTC)で構成されており、試験の際は図に示す通りの接続となる。

また、最近では 7 号保安器も設置されるようになってきているが、過電圧保護機能としては、6 号保安器と同等であり、試験時には前記した 6 号形保安ユニット A で代用できる。

付録 1 表 1 主な 6 号保安器の種類と用途 (NTT 仕 520177 号-3)

品 名	カナ品名	用 途
6 号形 1 回線加入者保安器 A	6SUB1P-A	1 回線加入者用 屋外用
6 号形 2 回線加入者保安器 A	6SUB2P-A	2 回線加入者用 屋外用
6 号形 1 回線遠隔切分け機能付 加入者保安器	6SUB1PT	1 回線加入者用 屋外用
6 号形 2 回線遠隔切分け機能付 加入者保安器	6SUB2PT	2 回線加入者用 屋外用
6 号形 6 回線加入者保安器きょう体	6SUB6B	6 回線集合加入者用 屋外用
6 号形端子箱用 加入者保安器きょう体	6SUBTB	5 回線集合加入者用 屋内用
6 号形保安ユニット A	6P ユニット-A	6 号形加入者 保安器用
6 号形遠隔切分け機能付 保安ユニット	6PT ユニット	6 号形加入者 保安器用
6 号形信号線用保安ユニット	6PS ユニット	別棟配線用



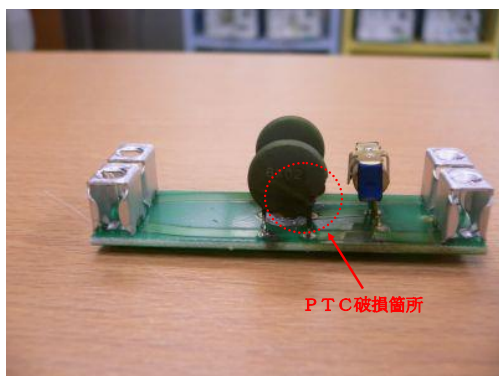
付録 1 図 1 6 号形保安ユニット A の回路図

2. 試験に際しての注意

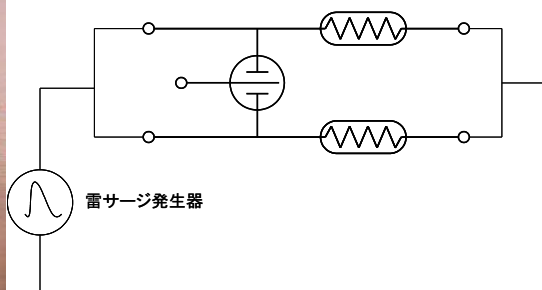
6号保安器は、3PD(付録1参考2)と呼ばれるガス入り放電管を用いており、十分な雷サージ耐力をもっている。試験間隔を30秒以上時間を空けることで、10/700 μ s波形(充電電圧6kV)のサージ発生器でも、本ガイドラインの試験条件で使用する場合は、ほとんど特性に変化はない。

30秒以上時間を空けるのは、PTCに連続して雷サージ電流が流れた場合、発熱によって抵抗が増加して破壊しやすくなるためである。PTCが壊れたかどうかは付録1写真1に示す通り外観だけでは判断が難しいが、PTCは通常6~8 Ω の抵抗値であり、素子両端の抵抗を測定することにより、判断することが可能である。

但し、付録1図2のような接続をした場合、30秒以上間隔を空けても、10/700 μ s波形のサージ発生器(充電電圧13kV)では、26回程度、コンビネーション波形のサージ発生器(充電電圧10kV)では、1~2回程度で、PTCが破壊する場合がある。



付録1写真1 破壊時の PTC



付録1図2 PTC 破壊のための実験

(付録1参考1) 有線電気通信設備令施行規則

有線電気通信設備令施行規則 改正：平成二三年六月二九日総務省令第七一号

(保安機能)

第十九条 令第十九条の規定により、有線電気通信設備には、第十五条、第十七条及び次項第三号に規定するほか、次の各号に規定するところにより保安装置を設置しなければならない。ただし、その線路が地中電線であって、架空電線と接続しないものである場合、又は導体が光ファイバである場合は、この限りでない。

一 屋内の有線電気通信設備と引込線との接続箇所及び線路の一部に裸線及びケーブルを使用する場合におけるそのケーブルとケーブル以外の電線との接続箇所に、交流五〇〇ボルト以下で動作する避雷器及び七アンペア以下で動作するヒューズ若しくは五〇〇ミリアンペア以下で動作する熱線輪からなる保安装置又はこれと同等の保安機能を有する装置を設置すること。ただし、雷又は強電流電線との混触により、人体に危害を及ぼし、若しくは物件に損傷を与えるおそれがない場合は、この限りでない。

(付録1参考2) 加入者保安器に使用しているガス入り放電管と特性

付録1参考2 ガス入り放電管と特性(参考値)

品 名	放電 開始電圧	衝撃波放電 開始電圧	衝撃波耐量	絶縁抵抗	静電容量
3PD	200 Vac	500 V	10/200 μ s・200 A 50 times	>1 $\times$ 10 ⁴ M Ω	<2 pF
3PC	300 Vac	650 V	10/200 μ s・200 A 200 times	>1 $\times$ 10 ⁴ M Ω	<2 pF

<付録 2> Special Resistibility の印加電圧

K.44 の Appendix II の Special Resistibility の印加電圧を参考に下表に示す。

K.44 では、AC 商用電源線に一次 SPD が無い場合および AC 商用電源線および通信線間のボンディングが得られない場合に Special Resistibility が要求されることがあると記述されている。

試験項目	試験電圧	試験波形
通信線間	4.0 kV RL=25 Ω	10/700μs
通信線-接地	13.0 kV RL=25 Ω	10/700μs
通信線-AC 商用電源線	13.0 kV RL=25 Ω	10/700μs
通信線-通信線	13.0 kV RL=25 Ω	10/700μs
AC 商用電源線間	10.0 kV RL=0 Ω	コンパネーション波形
AC 商用電源線-接地	10.0 kV RL=0 Ω	コンパネーション波形
AC 商用電源線-通信線	10.0 kV RL=0 Ω	コンパネーション波形
内線-接地	10.0 kV RL=10 Ω	コンパネーション波形

判定基準：A （「3.1(1)機器保護の定義」参照）

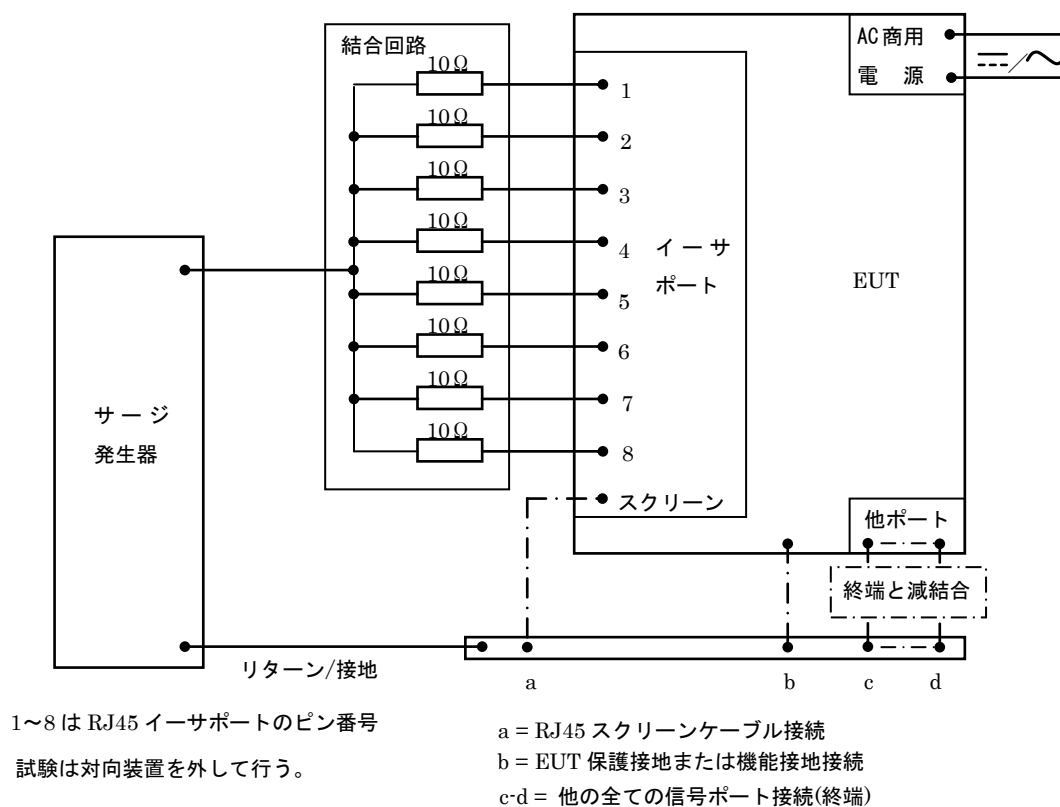
参考：原文は下記

"Special" resistibility levels may be required when mains primary protector SPDs cannot be installed and when bonding between the mains and telecommunications cannot be achieved, see below.

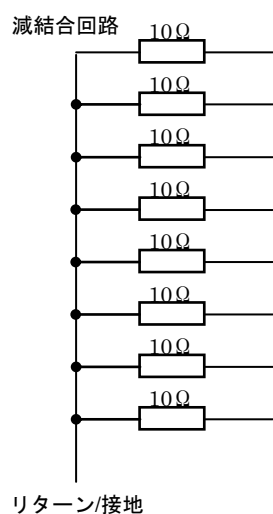
While the product Recommendations do not provide special resistibility requirements, it is acknowledged that special conditions can exist where even the enhanced resistibility requirements are not sufficient. An example of this is where primary protection cannot be installed in the main a.c. service cabinet for some technical or regulatory reason. In this case, the network operator may need to request special resistibility requirements. Some guidance and possible test levels are provided in clause II.6.

<付録 3> イーサポートへの電圧印加方法

K.44 の Annex A にイーサポートの試験回路が記述されているので紹介する。尚、印加する波形および電圧については現状記述がない。



付録 3 図 1 イーサポート試験回路



付録 3 図 2 非試験イーサポートの終端と対接地結合回路

禁無断掲載

雷過電圧に対する通信機器の保護ガイドライン
(CES-0040-2)

発行 2014年6月30日

発行者 一般社団法人 情報通信ネットワーク産業協会
〒105-0013
東京都港区浜松町二丁目2番12号
電話 03-5403-9350
<http://www.ciaj.or.jp/>