

リードリレー技術解説

株式会社 沖田製作所

～ 内 容 ～

- ◆ リードリレー・水銀リレーとは
- ◆ 信頼性について
- ◆ 使用上の注意
- ◆ 設計上の注意事項
- ◆ 仕様の説明
- ◆ 高周波特性の説明
- ◆ パルス伝送特性の説明
- ◆ 寿命試験データ

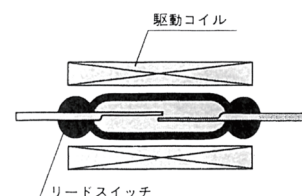
リードリレー・水銀リレーとは

概要

● リードリレー

リードリレーの基本構成は、リードスイッチと、これを外部から励磁するコイル、及び、これらを電氣的機械的要因からみて必要と思われる各種構成材料並びに部品から成り立っております。

半導体スイッチ、電磁リレーの両方の領域をカバーできるすぐれた特長を持ち、あらゆる制御回路に使用することができます。

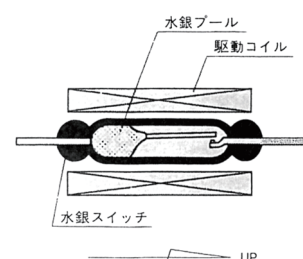


● 水銀リレー

水銀リレーの基本構成は、水銀スイッチと、これを外部から励磁するコイル、及び、これらを電氣的機械的要因からみて必要と思われる各種構成材料並びに部品から成り立っております。

接点部は常に清浄な水銀で覆われており、接点の開閉は水銀を通して行われる、水銀の粘度により接点バウンスがありません。しかも超長寿命、高信頼性を有した理想的なリレーです。従って、接点の接触性能が、不安定となってはならない回路のキーポイントにも安心して使用することができます。

更に、制御電流が大きい場合、あらゆる自動制御回路から、微少電流回路の電子機器まで、広い応用範囲があります。



注意：取り付けの際には、UP表示を上にして、鉛直方向に対して、 $\pm 30^\circ$ 以内になるようにして下さい。

特長

● リードリレーの特長

半導体スイッチと比べて

- (1) 機械的なスイッチングのため、接点がオープンの際にはリーク電流は微少です。
- (2) 入力部と出力部が電氣的に独立しています。
- (3) 入力・出力とも極性の指定がありません。(但し、特殊品は除く)
- (4) 一般に高耐圧、高絶縁です。

電磁リレーに比べて

- (1) 接点部がガラス管内に密封されているので、塵埃、有機ガス等の外部影響を受けません。
- (2) 小形、軽量です。
- (3) 動作・復旧時間が約 1/10 と高速です。
- (4) 消費電力が少なく、半導体スイッチとの併用が可能です。
- (5) 低レベルの信号制御ができます。
- (6) 可動部分が少ないので、長寿命です。

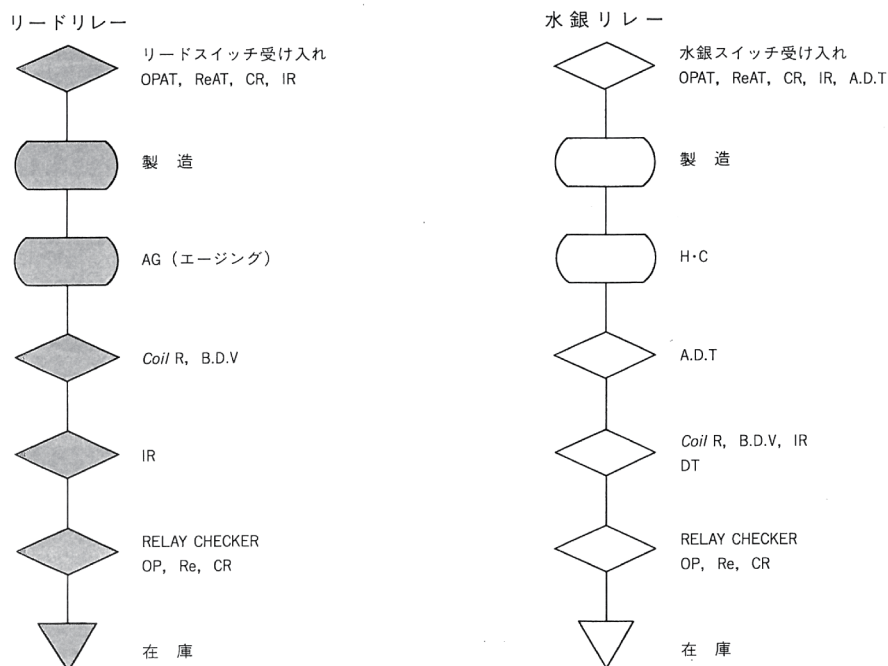
● 水銀リレーの特長

- (1) 接点のバウンスがありません。(動作時間 1.5 ～ 3.0ms 程度)
- (2) 超長寿命です。
- (3) 接点接触抵抗は極めて小さく安定しており、信頼性が非常に高くなっています。
- (4) ドライリードリレーに比べて、大きな負荷を容易に開閉でき、また、一般に高耐圧です。
- (5) 微少負荷を開閉できます。但し、接点の起電力は 40 ～ 80 μV 程度あります。(低熱起電力用リレーとして 10 μV 以下もあります。)
- (6) 高絶縁形リレーとして $10^{13} \Omega \text{ MIN}$ も用意してあります。

株式会社 沖田製作所

信頼性について

当社のリレーは、計測機器、通信機器、オートメーション機器等の信頼性を要求される分野で多く使用されています。下記は代表的なフローチャートです。



● リードリレーにおけるエージングの意義

(1) 無負荷エージング

接点となるロジウムはメッキによって付けられますが、この仕上がり表面には、細かい凹凸が無数に散在しています。このままでは接触抵抗が若干不安定になりますので、表面を平滑化し、当たり面を安定化するために行います。

(2) 有負荷エージング

接点開閉動作を、繰り返しチェックすることにより、初期不良（接触抵抗値異常、誤動作 etc.）を発生させ、電氣的に選別し排除するために行います。

● 水銀リレーにおける A.D.T の意義

A.D.T（アーク・デュレーション・タイム）チェックは、水銀スイッチ特有の残留酸素による水銀酸化、またスローリーク等による不具合を、初期的に且つ効率よく取り除くことができます。これは接点 OFF 時の放電持続時間が、不良品では、長くなることを利用したものです。

● 感動時における接触抵抗チェックの意義

感動時における接触抵抗測定は、接触圧が非常に弱い時点での接触抵抗値（測定電流 0.5mA）ですので、接点の状態をよく反映し、接点の状態（清浄さ等）を判断するには有効な方法です。この測定方法を出荷検査に取り入れたことにより、接触不良の原因となる接触抵抗の不安定なものを除去することができ、安定した品質が保てます。また、リレー設計上、感動値に対して 50% 以上のオーバードライブになる様、接触圧を大きく取ってありますので、接触抵抗値は定格電圧においては、より安定致します。

使用上の注意事項

● 取り扱い

リレーに落下等の衝撃が加わりますと、特性が変化したり、内部ガラス部が破損する場合がありますので、ショックを与えないで下さい。

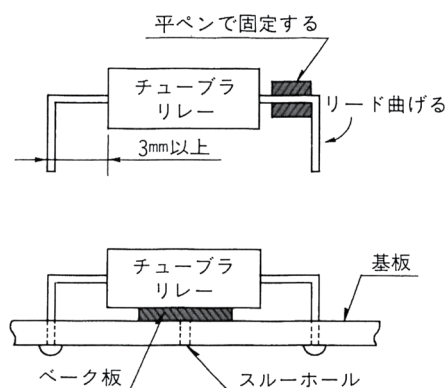
誤って 30cm 以上の高さから落下させたリレーは、特性を確認した上でご使用下さい。

● 実装

チューブラタイプを取り付ける際には、リード線を平ペン等で固定して 90°に曲げて下さい。リード線に無理なストレスを極力加えないよう注意して下さい。

外装被覆チューブは耐熱 90℃ですので、直接ハンダゴテや、溶けたハンダがリレー本体に触れないように注意して下さい。

また、スルーホール基板等を実装してハンダ槽に通す時、溶けたハンダがリレー本体に触れる恐れのある場合は、リレー本体と基板の間にベーク板等を入れて、直接ハンダが触れないようにして下さい。

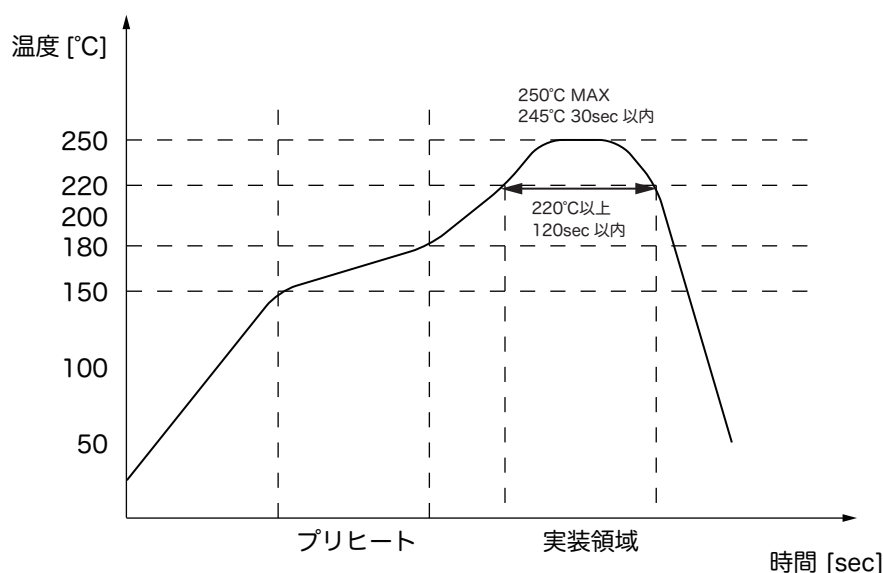


● 半田付け条件

半田ゴテ付けの場合：370℃以下 3 秒以内（コテ先温度）で行って下さい。

半田 DIP 付けの場合：最高温度 265℃以下 10 秒以内で行って下さい。

リフロー半田付けの場合：RG・USG・U シリーズ推奨温度プロファイル



最大温度：250℃(端子部)
 プリヒート：150～180℃
 60～120sec
 半田付け温度：220℃以上
 120sec 以内

注：実際にはプリント基板に実装される部品により、雰囲気温度が極端に高くなる場合がございます。
 お客様において、実装条件での確認をお願いいたします。

株式会社 沖田製作所

使用上の注意事項

● 洗浄

ガラス管で密閉されていますので、洗浄によって特性が劣化するようなことはありませんが、
銘板が洗浄剤によっては消えることがありますので、下記の洗浄剤にて 30 秒以内で洗浄し
て下さい。

イソプロピルアルコール

なお一部洗浄不可の製品もございますので、洗浄をご検討の場合は、事前に当社営業部まで
お問い合わせ下さい。

● 磁気干渉

リレーコイルより生じる磁界は、外部に影響を与え、特に密着実装においては、リレー相互
間の磁気干渉によって誤動作が生じる場合があります。磁気シールドされていないリレーは、
リレー相互間の距離を 15mm 以上離して実装して下さい。磁気シールドされているリレーは、
外界の磁気の影響を遮断しますので、密着実装しても磁気干渉はほとんどありません。
なお、トランスや永久磁石のような、強い磁界を発生するものがある所での使用は、誤動作
の原因になりますのでご注意ください。

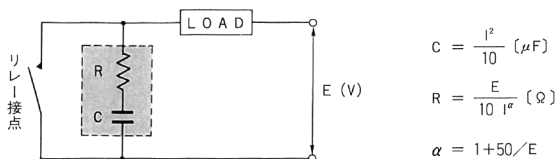
設計上の注意事項

接点保護

接点寿命を確保し信頼性を高めるため、適切な保護回路を挿入して下さい。

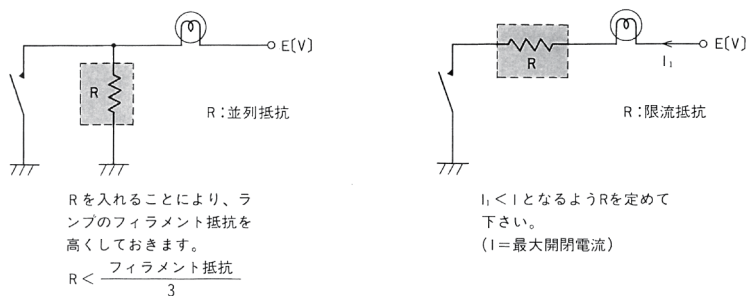
● 火花消去回路

負荷電流の大小にかかわらず負荷電圧が D.C200V を超える場合には必ず火花消去回路 (C.R) を入れて下さい。



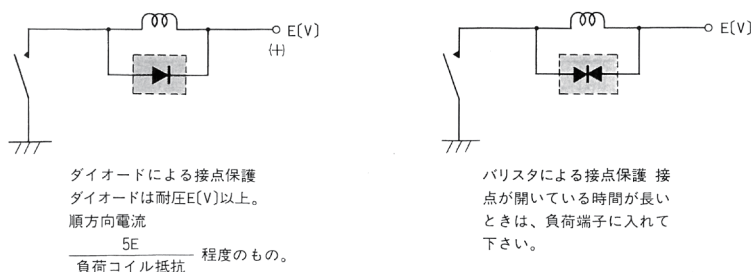
● ランプ負荷・ヒーター負荷

ランプ (タングステン) 負荷では、定常電流になるまでに、インラッシュ電流が流れ、またヒーター負荷の場合にも同様に 5 ~ 10 倍の大きな電流が瞬時に流れます。保護回路は一般に下図の方法があります。



● 誘導負荷

インダクタンス成分をもつ電磁ソレノイド・モーター・電磁バルブなどを負荷とした場合は、インダクタンスに蓄えられたエネルギーによって逆電圧が発生します。保護回路としては火花消去回路の他に下図の方法があります。

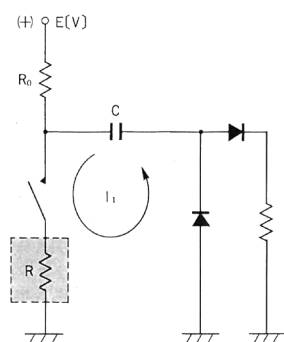


設計上の注意事項

接点保護

● 容量負荷（コンデンサ負荷）

リレーを含む閉回路中に、コンデンサが直列あるいは並列に入っている負荷の場合、キャパシタンスの充電時に突入電流が流れます。

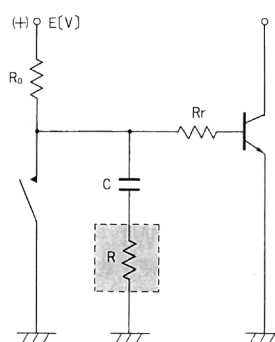


接点保護として、限流抵抗
Rを入れた回路

$$I_1 = \frac{C \text{ 間に貯えられた電圧}}{R} < I$$

となる R〔Ω〕を入れて下さい。

(I = 最大開閉電流)

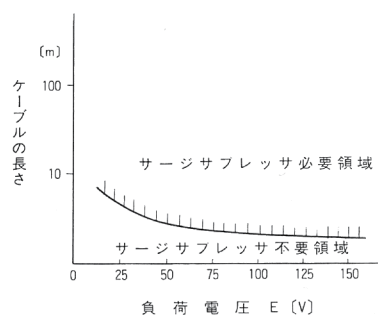
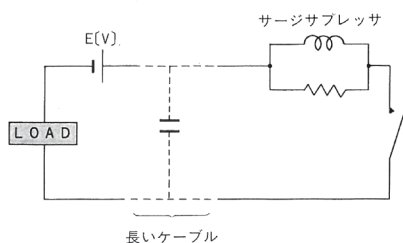


接点保護として、Rを入れた回路

R = 50 ~ 500 Ω 程度

● 長いケーブル、束線

接点と負荷が長いケーブル等で結ばれているときは、線間の浮遊容量によるサージ電流が生じます。通常このような場合には、接点に最も近い所へサージサプレッサの挿入が望ましいことです。なお、一般的にはサージ電流が接点定格電流以下になるような抵抗、または 1 ~ 10mH のインダクタンスを挿入します。



仕様の説明

接点仕様

● 接点構成

M (メーク)、B (ブレーク)、T (トランスファー) の3種類の接点接触機構に分類されます。

- M (メーク) -----
 (結線)

○ B (ブレーク) -----
 (結線)

○ T (トランスファー) -----
 (結線)

● 接点定格 (W)

接点の開閉可能な電圧・電流の積です。接点定格の数値は、最大値を表していますので、瞬時的にも超過しないようにして下さい。接点定格を超えた使い方をすると、接点が溶着したり、劣化を早める原因となります。接点定格を超えない範囲で、すこし余裕のあるリレーをお選び下さい。

● 最大開閉電圧 (V)

接点の開閉可能な最大電圧です。瞬時的にも超過しないようにして下さい。最大開閉電圧を超えた使い方をすると接点が溶着したり劣化を早める原因となります。

● 最大開閉電流 (A)

接点の開閉可能な最大電流です。瞬時的にも超過しないようにして下さい。最大開閉電流を超えた使い方をすると接点が溶着したり劣化を早める原因となります。

● 最大通電電流 (A)

接点に通電可能な最大電流です。接点に電圧が加わらない状態で、接点を閉じてから連続的に流せる電流値です。接点を開く時にも、接点に電圧が加わらない状態にしてから接点を開いて下さい。電圧を加えた状態で接点開閉を行いたい場合は、一旦、通電電流を最大開閉電流まで下げて規格内にしてから開閉を行い、その後最大通電電流まで上げるようにして下さい。

● 接触抵抗 (mΩ)

接点閉成時の接触抵抗値で端子間の固有導体を含んだ値です。

● 耐電圧 (V)

リレー導体間の絶縁破壊電圧です。使用回路上や外部要因によるサージ電圧等の最大値に耐える電圧を規定したものです。

● 静電容量 (pF)

リレーには、スイッチ間、スイッチーコイル間に静電容量が存在しています。そのため、高周波・微小信号等の回路においては、悪影響を及ぼす場合があります。静電シールドされたガード付きタイプのリレーは、導体間の静電容量を少なくし、コイル間のノイズを接点側に入らないように防ぐ働きがあります。

● 絶縁抵抗 (Ω)

リレー導体間のリーク電流に関する抵抗値です。スイッチを、特殊コーティングすることにより、高絶縁リレーを製造しています。※仕様の「絶縁抵抗」の数値は、20°Cにおける値です。

仕様の説明

電氣的仕樣

● 熱起電力 (μV)

リレーの接点からは、わずかながら熱起電力が生じます。

- (1) リレーコイルから発生する熱
- (2) 接点材質による本質的なもの
- (3) リレー構造に起因する熱分布のアンバランス
- (4) 周囲温度の影響 等が原因にあげられます。

一般に小形メークリードリレーで $20 \sim 50 \mu\text{V}$ 、水銀リレーで $40 \sim 80 \mu\text{V}$ 程度発生します。入力電圧が微少ですと、熱起電力により誤差が生じることがありますので、低熱起電力形リレーをご使用下さい。

● 動作時間 (ms)

励磁コイル電圧が印加されてから、最初に接点が閉じるまでの時間です。なお、ブレーク接点では、逆に接点が開くまでの時間です。一般には、コイル電圧によって変化します。※仕様の「動作時間」の数値は、コイル定格電圧印加時で、1パルス～10Hz（duty50%）での駆動によるものです。

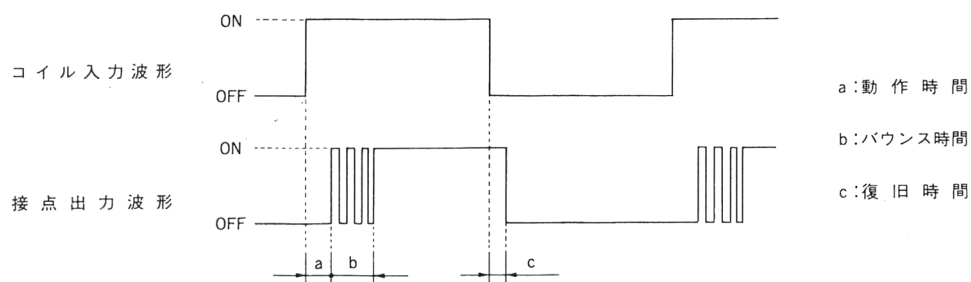
● 復旧時間 (ms)

励磁コイル電圧を取り除いた時点から、接触していた接点が乖離するまでの時間です。なお、ブレーク接点では、逆に接点が閉じるまでの時間です。

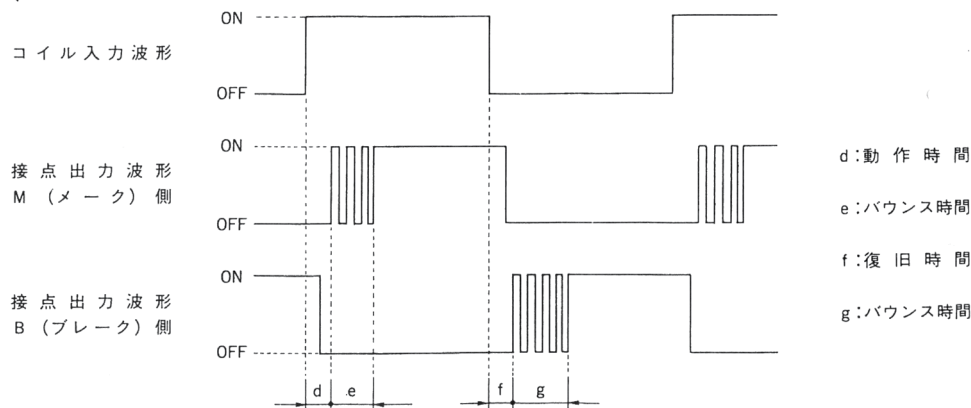
● バウンス時間 (ms)

接点動作後に、機械的に接点がチャタリングを起こします。これにより、電氣的に断続する状態の時間をいいます。水銀リレーにはチャタリング、バウンスはありません。リードリレーのコイル電圧と、接点間電圧をオシロスコープにて観察すると、下図のようになります。

(メーク・ドライ接点)



(トランスファー・ドライ接点)



株式会社 沖田製作所

仕様の説明

機械・環境・寿命・コイル仕様

● 振動 (G)

誤動作、特性変化を起こさせない耐振動値です。

試験条件 MIL-STD-202G METHOD 204D 条件 D

● 衝撃 (G)

誤動作、特性変化を起こさせない耐衝撃値です。

試験条件 MIL-STD-202G METHOD 213B 条件 J

● 使用周囲温度 (°C)

リレーを使用できる保証周囲温度範囲です。

● 寿命 (回数)

・機械的・・・無負荷の状態での機械的な寿命をいいます。

・電氣的・・・負荷の加わった状態での電氣的な接点寿命をいいます。

リレーの寿命は、負荷の大きさ、負荷の種類、使用頻度によって微妙に違いますので、使用回路に応じたリレーを選択する必要があります。

● 定格電圧 (V)

リレーを駆動するために、コイルに印加する基準電圧です。(リレーの信頼性を保つための保持電圧でもあります)

定格電圧の許容変動は $\pm 10\%$ 以内です。

● コイル抵抗 (Ω)

リレー駆動用のコイル抵抗値です。

コイル抵抗の許容は、 $\pm 10\%$ (at 20°C) 以内です。

● 感動電圧 (V)

コイル電圧を漸次増加させ、接点が閉成した時点の電圧です。なお、ブレーク接点では逆に接点が開いた時点での電圧です。感動電圧は周囲温度 20°C における値です。

● 開放電圧 (V)

コイル電圧を漸次減少させ、接点が開いた時点の電圧です。なお、ブレーク接点では逆に接点が開いた時点での電圧です。開放電圧は周囲温度 20°C における値です。

高周波特性の説明

リターンロス (dB)

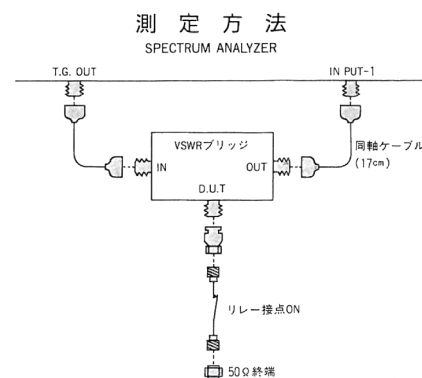
● V.S.W.R. (電圧定在波比) リターンロス (不整合減衰量)

伝送線路中の進行波は、インピーダンス整合が不完全であると反射を生じます。この伝送上の進行波と反射波の合成波を定在波といいます。

V.S.W.R. は伝送線路中に生ずる定在波の最大値と最小値の比で示したものです。よって反射が 0 の場合、V.S.W.R. は 1 と理想値になります。

V.S.W.R. をリターンロスで表すと下記の換算式になります。

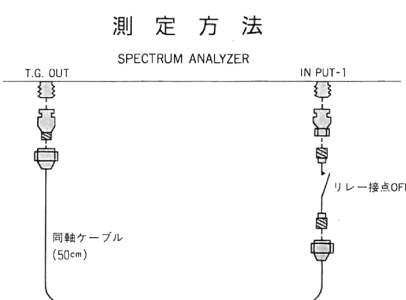
$$\text{リターンロス} = 20 \log_{10} \left(\frac{x+1}{x-1} \right) \text{ (dB)} \quad x : \text{V.S.W.R.}$$



アイソレーション (dB)

● アイソレーション (漏洩)

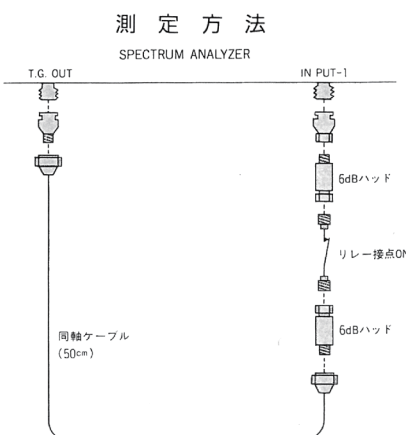
高周波信号の絶縁の程度を表したものです。リレー接点がオープン状態でも高周波信号は接点間の浮遊容量を通して漏れてしまいます。入力信号の大きさに対し、漏れて発生した信号の比を対数で表したものがアイソレーションです。接点間の浮遊容量を減らすことによって、アイソレーションは良くなります。



インサーションロス (dB)

● インサーションロス (挿入損失)

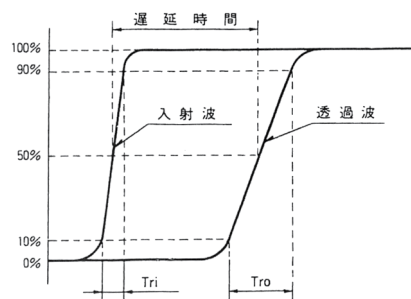
伝送回路における高周波信号の減衰量のことをいいます。主に接点接触抵抗及びそれに付随する信号ラインの導体抵抗損失、V.S.W.R. の乱れ等により、入力信号が途中で、どれだけ損失するか程度を表したものです。周波数が 10MHz 位から高くなるにつれて、ロスが増えます。これは、信号ラインの導体抵抗が表皮効果によって周波数が高くなるにつれて増えるからです。



パルス伝送特性の説明

立ち上がり時間

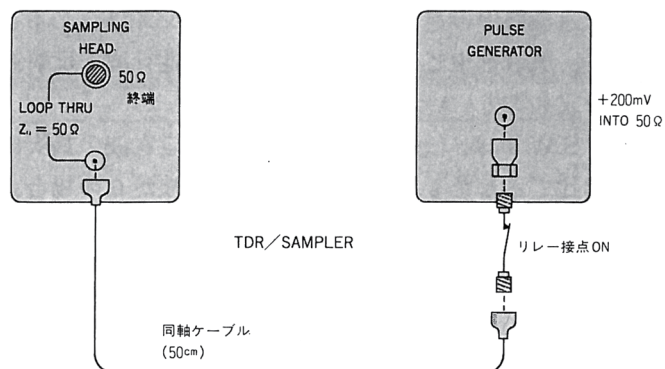
パルス波形の立ち上がりの鋭さを、立ち上がり時間で表します。立ち上がり時間は全振幅の 10% から 90% まで波形が立ち上がるのに要する時間をいいます。



Tri …… 入射立ち上がり時間（ケーブルのみの状態）

Tro …… 透過立ち上がり時間（ケーブル及びリレー装着の状態）

測定方法



● 固有立ち上がり時間

$$T_r = \sqrt{T_{ro}^2 - T_{ri}^2} \quad (\text{リレー純粋の立ち上がり時間})$$

● カットオフ周波数

$$f_c = \frac{0.35}{T_r} \quad (\text{周波数帯域}) \quad 0.35 : \text{定数}$$

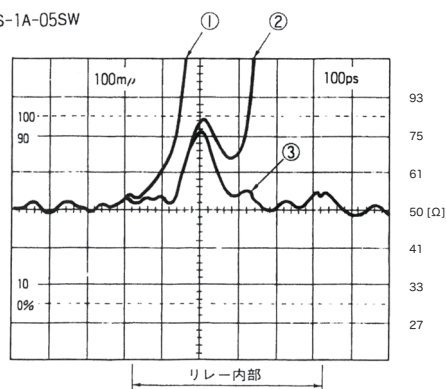
● 伝送スキュー

複数の接点を持つリレーの、接点間の遅延時間の差をいいます。

反射特性

リレー内部のインピーダンスが、どのように分布しているかを見るものです。

(例) HFS-1A-05SW

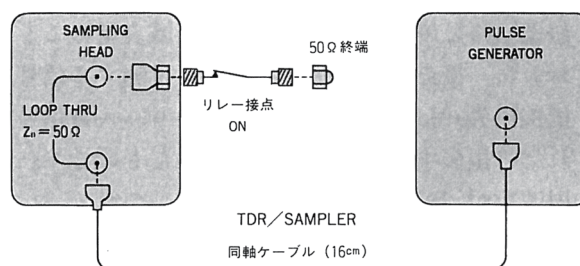


① …… リレー装着せず

② …… リレー装着接点OFF状態

③ …… リレー装着接点ON状態

測定方法



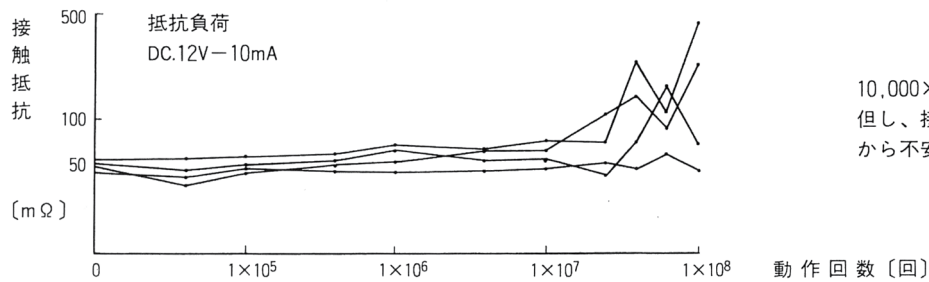
株式会社 沖田製作所

寿命試験データ

I リードリレー（メーク定格 10W）

負荷条件 (抵抗負荷)	動作回数 ($\times 10^4$ 以上)
DC. 5V-100 μ A	10,000
DC. 5V-5mA	7,000
DC.12V-10mA	5,000
DC.12V-100mA	1,000

負荷条件 (抵抗負荷)	動作回数 ($\times 10^4$ 以上)
DC.24V-100mA	500
DC.20V-500mA	300
DC.40V-200mA	500
DC.100V-100mA	50

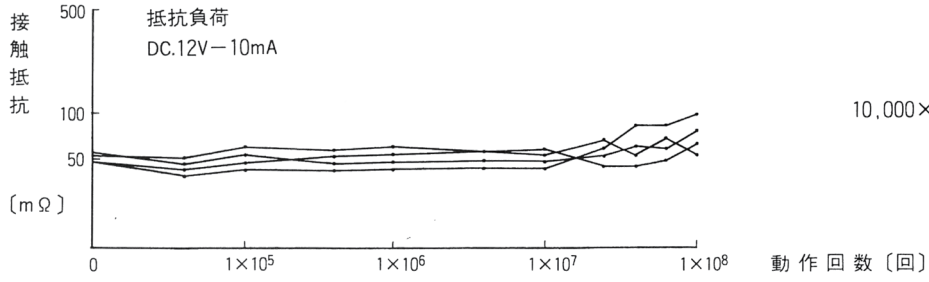


10,000 $\times 10^4$ 回打ち切り、誤動作なし。
但し、接触抵抗は、5,000 $\times 10^4$ 回以上
から不安定になってきます。

II リードリレー（メーク定格 50W）

負荷条件 (抵抗負荷)	動作回数 ($\times 10^4$ 以上)
DC. 12V-10mA	10,000
DC.24V-100mA	2,000
DC.50V-500mA	250
DC.50V-1.0A	20

負荷条件 (抵抗負荷)	動作回数 ($\times 10^4$ 以上)
DC.100V-100mA	200
DC.100V-500mA	50
DC.150V-100mA	100
DC.200V-200mA	500

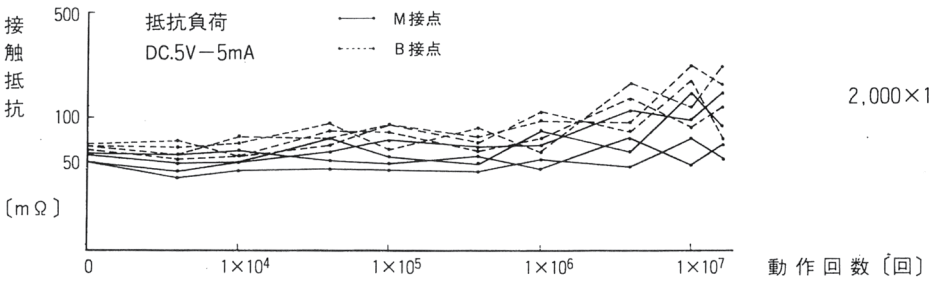


10,000 $\times 10^4$ 回打ち切り、誤動作なし。

III リードリレー（トランスファ定格 3W）

負荷条件 (抵抗負荷)	動作回数 ($\times 10^4$ 以上)
DC. 5V-100 μ A	5,000
DC. 5V-5mA	2,000
DC.12V-5mA	1,000

負荷条件 (抵抗負荷)	動作回数 ($\times 10^4$ 以上)
DC.12V-100mA	200
DC.24V-50mA	100
DC.24V-100mA	50



2,000 $\times 10^4$ 回打ち切り、誤動作なし。

株式会社 沖田製作所

■ ご利用に際してのご注意

1. 本資料に記載された内容は、品質改善、設計改良等により、予告なしに変更する場合がありますのでご了承下さい。また、応用回路例・情報等は、基本的な使用方法を示したものであり、第三者の工業所有権、その他の権利の実施に対し保証、または実施権の許諾を行うものではありません。
2. 当社は品質、信頼性の向上に努めておりますが、部品の性格上、故障が皆無ではありません。ご使用に際しましては、故障が生じ直接人命を脅かしたり、身体または財産に危害を及ぼさないよう装置やシステム上での十分な安全設計をお願いいたします。
本部品は、生命維持のための医療機器、航空宇宙用、原子力制御用、安全装置などの極めて高い信頼性を要求される装置やシステムへの使用を目的とはしておりません。これらの用途にご使用をお考えの場合は、事前に当社営業部までご相談願います。
3. 設計に際しましては、最大定格、駆動電圧範囲、環境特性等の保証範囲内でご使用下さい。当社の過失により生じた故障の場合は、その故障部品の代替品を双方打ち合わせの上、交換いたします。なお、ここでの代替品とは納入品単体を意味するもので、それにより誘発される損害は、保証の対象から除外させていただきます。
保証値を超えての使用、誤った使用、不適切な取り扱い、天災等の不可抗力による故障につきましては、当社では責任を負いかねますのでご了承下さい。
4. 本資料に記載された内容を当社に無断で転載、または複製することとはご遠慮下さい。

OKITA WORKS CO., LTD.
株式会社 沖田製作所

〒150-0043 東京都渋谷区道玄坂 2-10-7 新大宗ビル

TEL. 03-3464-3561 (代表)
FAX. 03-3464-3482

【URL】 <http://www.okita.co.jp>
【E-mail】 sales@okita.co.jp

株式会社 沖田製作所