

サンプリング・ヘッドの取り扱いについて

過大入力と静電気による破壊からの保護
サンプリング・オシロスコープ テクニカル・ノート

はじめに

サンプリング・テクニック

6GHzを超える高速現象を観測する方法は、今のところサンプリング・テクニックしかありません。サンプリング・テクニックは、繰返し信号を何周期かにわたってサンプルし、これを組合わせて元の波形を再生表示させる方法です。

サンプリング・ヘッド

サンプリング・ヘッドは、サンプリング・システム全体から見ると比較的小さな部品ですが、サンプリング・システムの信号入力部にあたり、きわめて重要な部分です。入力信号はサンプリング・ヘッドに供給され、サンプリング・ヘッドのゲートが開かれると入力信号の一部分をサンプリング・データとしてオシロスコープ本体に送り出します。つまり、このサンプリング・ヘッドによってシステム全体の最大入力電圧、最大許容入力電圧、立上り時間、周波数帯域などの入力特性が決定されます。

図 1、図 2 に代表的なサンプリング・ヘッドの外観とブロック図を示します。サンプリング・ヘッドの入力部には、ダイオードブリッジによるゲートがあり、ストロブ・パルス・ゼネレータは入力信号をサンプリングするのに十分な期間ブリッジ・ダイオードを導通させます。1 度これらのサンプルが得られるとサンプルされた信号は安定な低周波回路を通り、入力信号が再生されます。

サンプリング・ヘッド使用上の制約

過大入力について

サンプリング・システムの最も重要な部品は、サンプリング・ヘッドに使われているゲートのダイオードです。これらのショットキー・ダイオードは、過大入力信号、静電気の放電などにきわめて弱く、このダイオードを壊さないように、信号の入力制限をしたり、静電気対策を施す必要があります。たとえダイオード部分が過大入力、あるいは静電気による破壊を免れたとしても、機器の寿命低下や、性能劣化を生じ、特に立上がり特性やアペレーションなどに劣化を生じます。

サンプリング・システムを使用する場合は入力電圧に留意し、特にヘッドの最大許容入力電圧を超えないように配置する必要があります。当社のサンプリング・ヘッドは $\pm 3V$ が最大許容入力電圧です。(SD32 型は $\pm 2V$ です。) $\pm 3V$ を超える電圧を加えるとサンプリング・ヘッドは壊れてしまいます。また、サンプリング・ヘッドのダイナミック・レンジは、 $1V_{p-p}$ でこの動作電圧を超える入力信号に対しては正しい表示が得られません。そこで、入力を制限する方法として、サンプリング・ヘッドの前に 50 アッテネータを接続して信号を減衰させる方法があります。

静電気について

サンプリング・ヘッドの入力に印加する信号は、事前に比較的簡単にチェックでき、また正確に入力電圧を知ることが可能です。一方、静電気に関する対応策は、非常に厄介で難しい問題です。静電気は 2 つの物質を摩擦し合うと発生し、静電気対策を施していない場所では常時発生しています。

サンプリング・システムを使用する作業環境下のほとんどの物質は、サンプリング・ヘッドに甚大な被害を及ぼす静電気を容易に発生します。その中でも人間が最も大きな危険性を持ち、しばしば、サンプリング・ヘッドを壊す原因になります。

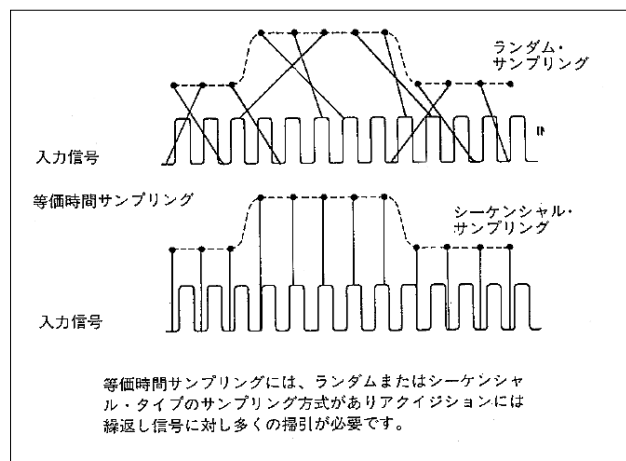


図 1. サンプリング方式

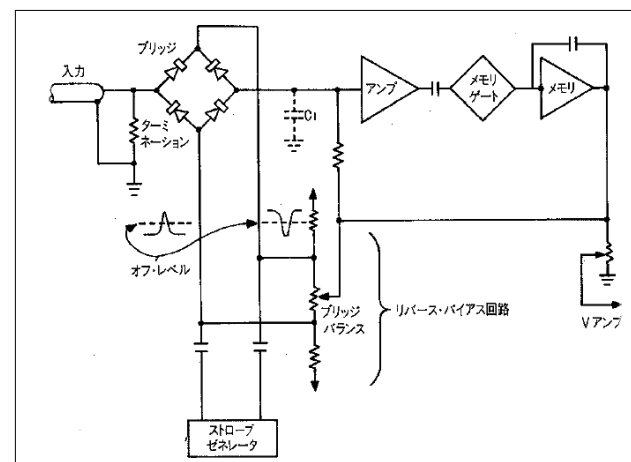


図 2. サンプリング・ヘッド・ブロック・ダイアグラム

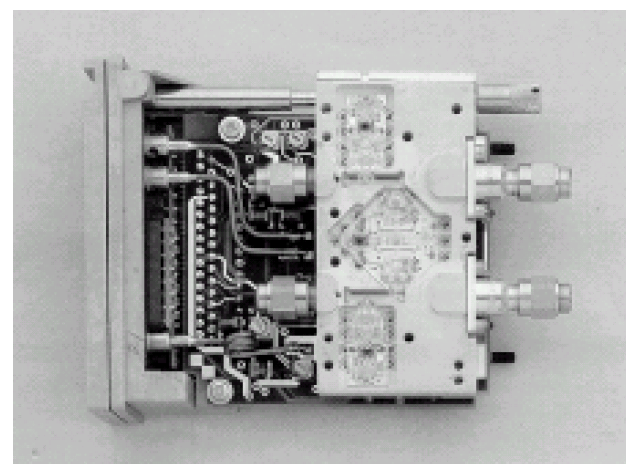


図 3. 11K シリーズ SD-24 型サンプリング・ヘッド内部

静電気の危険性

静電気はサンプリング・システムを使用する環境下のすべての物、たとえば作業台上の部品、コネクタ、ケーブル、その他の測定器などに発生します。

特に作業台の上が雑然としている場合、静電気が放電しやすい状態にあると言えます。具体的には、プラスチックや発泡スチロール製のコップ、プラスチック製表紙のマニュアルやノート類、くずかごのライナ、着ている衣服などがその対象となります。

さらに、静電気の放電被壊の主な原因の1つに人間自身によるものがあります。人体は35,000V程度まで帯電することがよくあります。実際に、製造部門等の環境下においても10,000V位の帯電はよくあるのですが、私達は通常これに気づきません。人が放電を感じるのは約3,500Vの電圧からで、火花などで目に見える放電の電圧が5,000V程度です。しかし、サンプリング・ヘッドは100V程度の放電で壊れてしまいます。従ってサンプリング・ヘッド使用者の静電気の帯電が問題となるわけです。

静電気対策

サンプリング・ヘッドを静電気から守る基本的な考え方は、すでに発生している静電気を速やかにかつ確実に除去すること、静電気の発生そのものを防ぐことです。帯電した静電気を除去する方法は帯電物体が導電体か絶縁体かによって対策が異なってきます。

導電性物体への対策

導電性物体からの放電による破壊を避けるためには、導電性物体を接地する方法を考えねばなりません。具体的にはフロアマット、テーブルマットを接地するようにリスト・ストラップ、トレイ、容器、椅子カバー、そでカバー、接地ストラップ付の靴などを用いることです。また静電気によって壊れやすい電子部品の運搬には静電気防止用の箱やコンテナ、トレイ等を用い、その内部には導電性スポンジ等を使用しなければなりません。図4は、サンプリング・ヘッドを静電気から保護するための各種の静電気対策製品です。

図4の中から静電気対策で、最も効果的と考えられる導電性テーブルマット及びフロアマット、リストストラップについて説明します。



図4.各種静電機器対策製品

導電性テーブル・マット

導電性テーブル・マットは静電気を帯電させない表面を持ち、しかも、その上に置かれる導電性用具からの静電気を逃がします。

導電性フロア・マット

導電性フロア・マットは作業台の下に敷くマットで作業台に近づく人がその上に乗った時、静電気を逃がします。たとえば、ゴム底の靴を着用して測定作業する場合には靴に接地ストラップをつける必要があります。

リスト・ストラップ

リスト・ストラップは作業台で作業する人体を直接接地することにより、人体が静電気によって帯電することを防ぎます。

*上記対策部品は作業者の安全のため1Mの電流制限用抵抗が入っている場合があります。サンプリング・システムにおいて、特に50の入力のヘッドを使用する場合はもっと小さな抵抗の物が好ましいものです。

絶縁物への対策

絶縁物は電気を通しませんから、帯電している絶縁物に導電物体を接触したり接地させても静電気を取り除くことはできません。静電気を帯電しやすい絶縁物による破壊を完全に避ける方策は作業台にそのような絶縁体を近づけないことです。特にプラスチック製品や発泡スチロール製品は作業台から離しておいた方がよいでしょう。また、ウールなどの静電気を発生しやすい衣類の着用も避けるべきです。しかし、実際には書類や衣服などを近づけないようにすることは不可能です。そのような絶縁物にはイオナイズド・エアフローのように帯電気を中和させる対策が必要です。

図5はサンプリング・ヘッドを静電気による破壊から守るようセット・アップされた作業台の1例です。

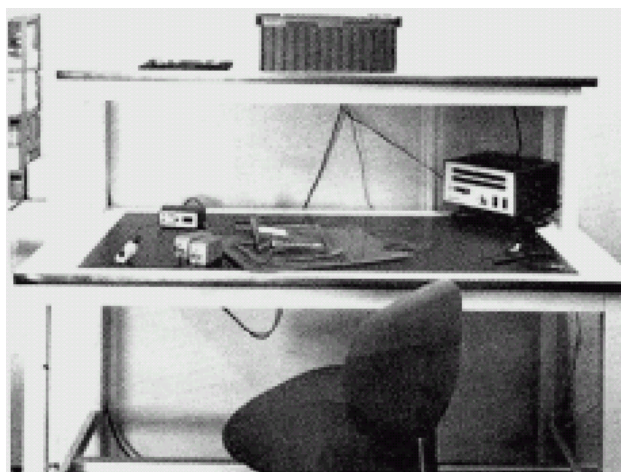


図5.静電気対策をした作業台

サンプリング・ヘッド使用にあたっての注意点

今まで述べてきた静電気に村する作業環境を整理することはもちろんですが、サンプリング・システムの使用においてもいくつか注意すべき点があります。特にサンプリング・ヘッドの生命とも言うべきサンプリング用のゲート・ダイオード(図 3 参照)は非常に高価なパーツで、ひとたびヘッドを破壊してしまうと、高額な修理費用を覚悟しなくてはなりません。そのためにも次に述べる注意点はきわめて重要です。

おわりに

現在のところ 6GHz を超える高周波信号を観測するには、サンプリング・オシロスコープに頼らざるを得ません。しかし、サンプリング・ヘッドはきわめて敏感な回路を持っており取扱いには、先に述べた特別の配慮を必要とします。この配慮をすることによって、サンプリング・ヘッドの寿命を伸ばし、また性能を長期にわたって維持することができます。

サンプリング・ヘッド取扱い注意点

1. サンプリング・システムを使用するオシロスコープのシャーシを確実に接地します。
2. サンプリング・ヘッド入力にケーブルや他のデバイスを接続する前に必ず静電気を放電させます。また、ケーブルなどの接続後は、ケーブルを動かしたりしない様にします。これは摩擦による静電気の発生を避けるためです。
3. 他の機器からのケーブルをサンプリング・ヘッド入力に接続する際は、相手側の電源を入れてから、ケーブルを接続します。これは電源投入時に発生する不要電圧が入力に印加されることを防ぎます。
4. ヘッド入力のケーブルやプローブの中心導体に触れることは避けます。これは TDR のアプリケーションなどで、回路とサンプリング・ヘッドとの接続をワニ口クリップやむきだしのコネクタで行なう際に人体の静電気の帯電が問題となるからです。
5. サンプリング・ヘッドに入力する信号の絶対振幅は 1Vp-p 以下にします。また、システムとインピーダンス整合させ、反射によって最大 1Vp - p 以上の信号を発生させないようにします。ヘッドを使用しない場合はヘッド入力を終端しておきます。
6. 作業者の服装は綿素材のものを着用します。
7. ナイロン、ウール、シルクなどの衣類は静電気を発生しやすく、サンプリング・ヘッドを取扱う場合の直用は避けなくてはなりません。