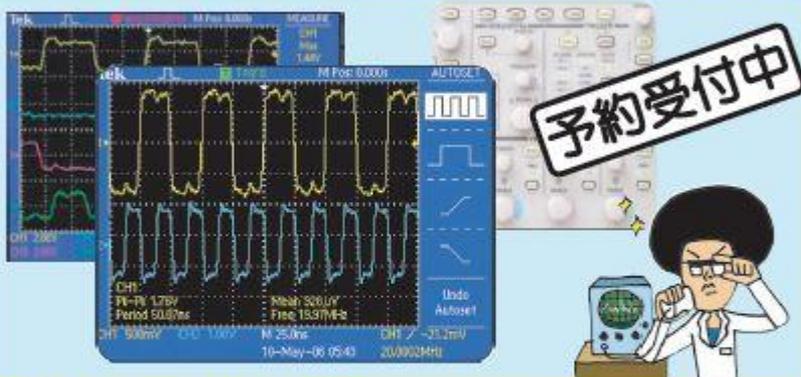


オシロスコープ入門セミナー

1月23日(土)開催!

オシロスコープの基礎と使い方の入門セミナー
専用テキストと実機を使い、波形観測の基礎技術を修得



開催日：2010年1月23日(土)
時間：13:00～16:00
会場：大阪市浪速区日本橋2-5-1
共立電子産業株式会社ビル1Fセミナールーム
* 駐車場はご利用できません
参加費：1,000円(テキスト代・飲物代含む)
定員：20名
* 定員に達した場合は予約を締め切ることがあります
また、定員に満たない場合は当日参加も承ります



詳しくは：シリコンハウス2階店頭
もしくは：<http://keic.jp/semi>

主催：共立電子産業
協賛：計測器ランド/テクトロニクス/インステック/アジレント

ようこそ
セミナーへ

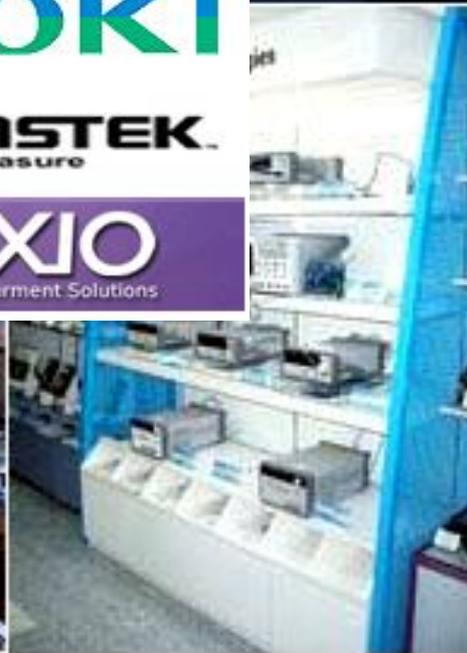
多数の
ご参加に
感謝を
申し上げます

関係者一同

オシロスコープ 入門

【主催/於: 共立電子産業(株)】

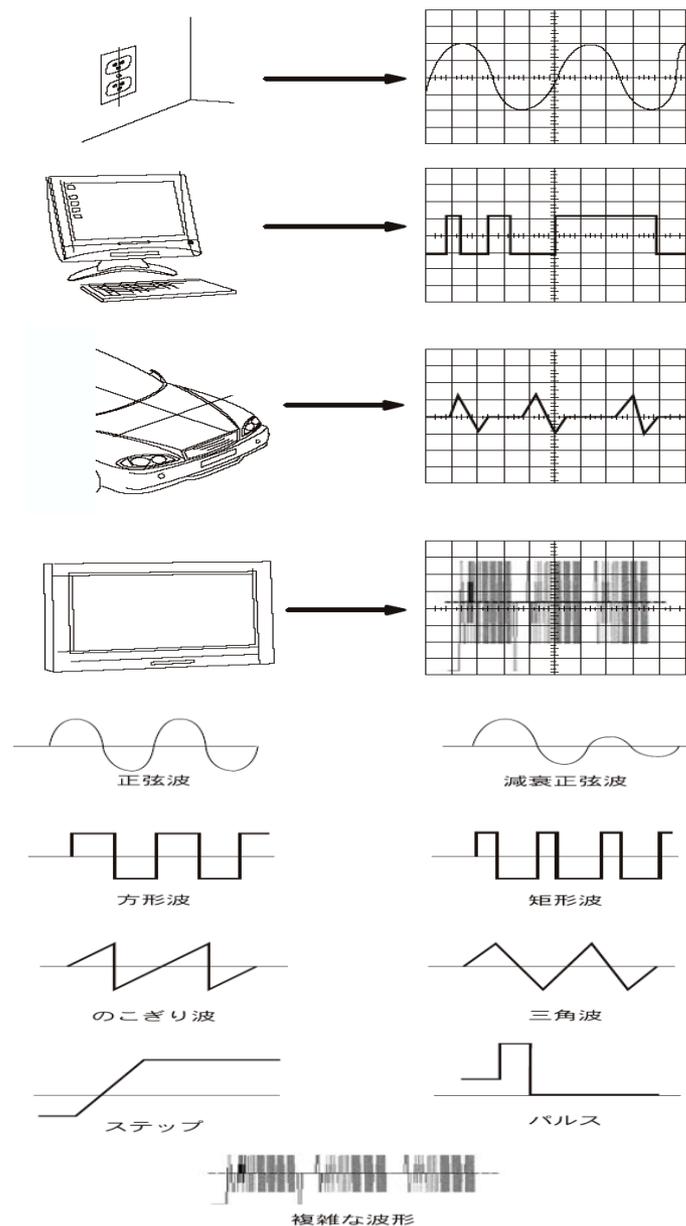
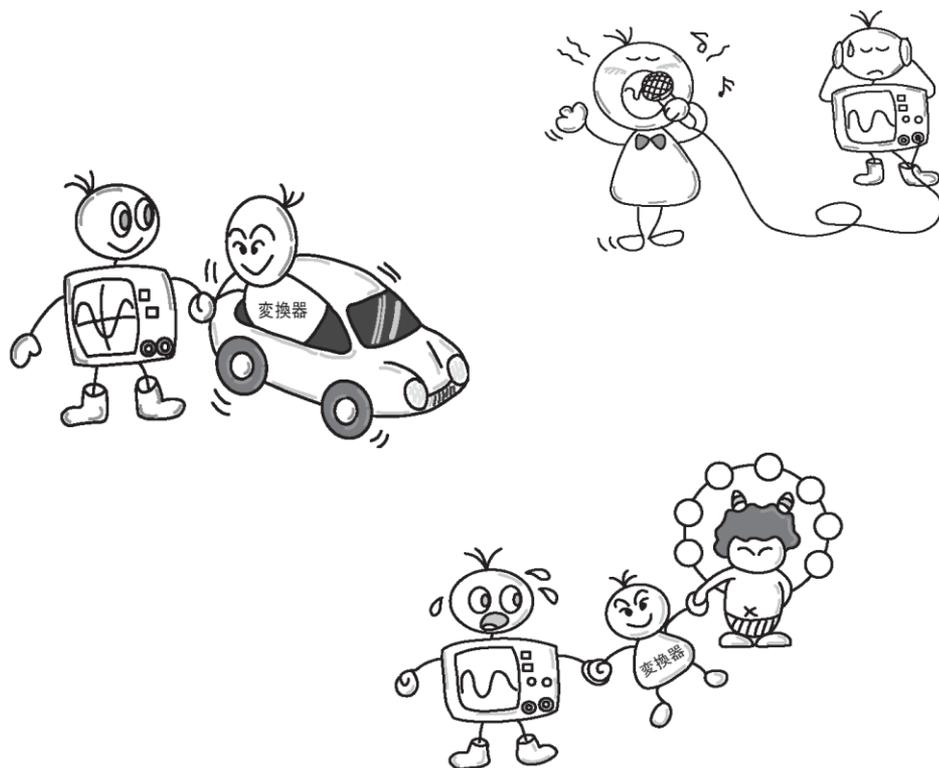





Agilent Technologies
 Authorized Distributor
FLUKE
Tektronix
HIOKI
GW INSTEK
 Made to Measure
TEXIO
 Test and Measurement Solutions

1: オシロスコープとは

- 電気信号の時間的変化を波形として表示する装置
- あらゆる物理現象も電気に変換できれば観測可能
(物理現象 変換器 電気信号)



2:オシロスコープの仕様

何を基準にオシロスコープを選定すれば良いか？

- 1:アナログオシロスコープ(ART)、
デジタルオシロスコープ(DSO/DPO)
- 2:周波数帯域(Band width)、立上り時間(Rise time)
- 3:垂直軸(感度・チャンネル数)、水平軸(Time base、スピード)
- 4:DSOサンプリング[スピード(S/s)、方式、メモリー長、補間]

オシロスコープ操作部分の説明 例:MSO/DPO4000s

カーソル:
カーソルをオン/オフします

微調整:
このボタンが点灯中
汎用ツマミを回すと
設定値を細かく変更
できます

選択:
カーソルの種類等を
切り替えます

汎用ツマミ:
カーソル移動、
メニュー選択を
行います

波形輝度:
波形の表示輝度を
調整します

垂直軸ポジション:
垂直方向へ波形を
移動させます

垂直軸スケール:
1divあたりの電圧
値を設定します

波形測定:
波形パラメータを
測定します

サーチ:
任意の条件に
合致した部分を
探し出します

パン&ズーム:
波形の任意部分を
拡大表示します

マーク:
マークを任意に設定
し、設定したマークに
移動します

水平軸位置:
水平方向へ波形を
移動させます

波形取込メニュー:
波形取込モード、レ
コード長、波形表示
を設定します

水平軸スケール:
1divあたりの時間
を設定します

実行/停止:
波形の取り込みを
開始/停止します

**シングル
(単発波形取込):**
単発波形を捉えるた
めに使用します。ボ
タンを押すと、単発
波形取込に設定が
変わり、「RUN/ST
OP」ボタンで解除で
きます

オートセット:
垂直/水平軸、トリ
ガを自動的に設定
します

トリガ・メニュー:
トリガレベル:
トリガ・レベルを設
定します

プローブ補正用端子:

オフセット・レンジ

レンジ	1MΩ	50Ω, 75Ω
1mV/div~50mV/div	±1V	±1V
50.5mV/div~99.5mV/div	±0.5V	±0.5V
100mV/div~500mV/div	±10V	±10V
505mV/div~995mV/div	±5V	±5V
1V/div~5V/div	±100V	±5V
5.05V/div~10V/div	±50V	-

水平軸システム—アナログ部

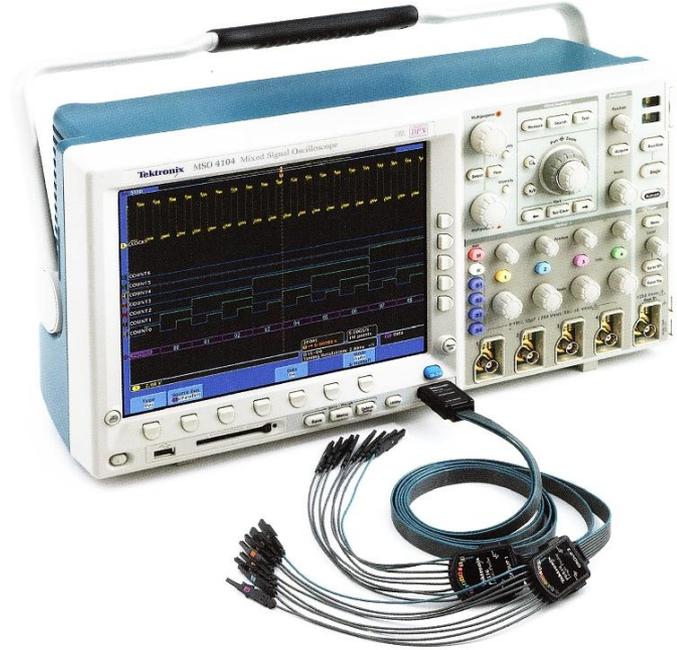
項目	DPO4034型 MSO4034型	DPO4054型 MSO4054型	DPO4104型 MSO4104型
最高サンプル・レート (全チャンネル)	2.5GS/s	2.5GS/s	5GS/s
最大レコード長 (全チャンネル)	10Mポイント		
最高サンプル・ レート時の最長記録 時間(全チャンネル)	4ms	4ms	2ms
時間軸レンジ	1ns~1,000s	400ps~1,000s	
遅延時間レンジ	-10div~5000s		
チャンネル間 デスキュー・レンジ	±100ns		
時間軸精度	1ms以上の任意の間隔において±5ppm		

垂直軸システム—デジタル部

項目	MSO4000シリーズ共通
入力チャンネル数	16 (D15~D0)
スレッショルド	チャンネルごとのスレッショルド設定
スレッショルドの選択技	TTL, CMOS, ECL, PECL, ユーザ定義
ユーザ定義の スレッショルド・レンジ	+5~-2V
最大入力電圧	±15V
スレッショルド精度	± (100mV+スレッショルド設定の3%)
入カダイナミック・ レンジ	スレッショルドを中心に6V _{pp}
最小電圧スイング	500mV
入力インピーダンス	20kΩ
プローブ負荷	3pF
垂直分解能	1ビット

水平軸システム—デジタル部

項目	MSO4000シリーズ共通
最高サンプル・レート (メイン)	500MS/s (分解能: 2ns)
最大レコード長(メイン)	10Mポイント
最高サンプル・レート (MagniVu)	16.5GS/s (60.6ps分解能)
最大レコード長 (MagniVu)	トリガを中心に10kポイント
最小検出パルス幅	1.5ns
チャンネル間スキュー	500ps (代表値)

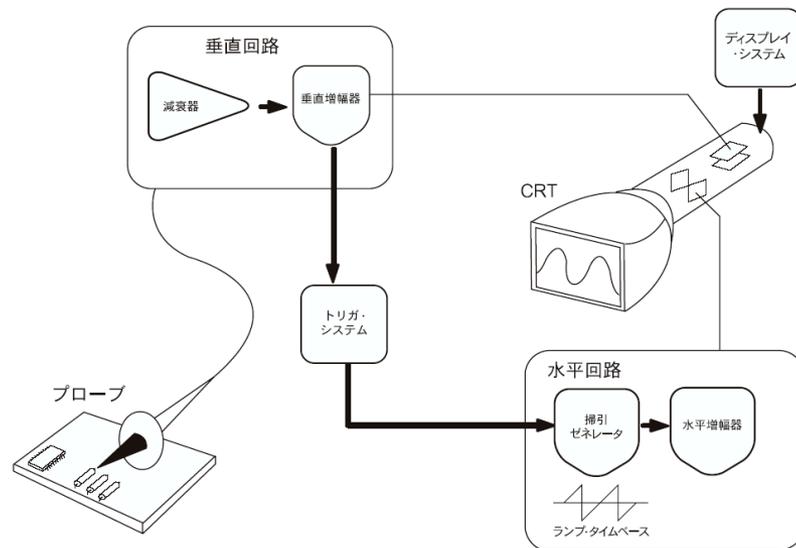
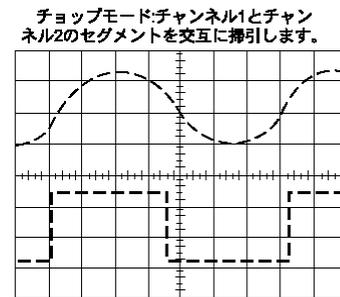
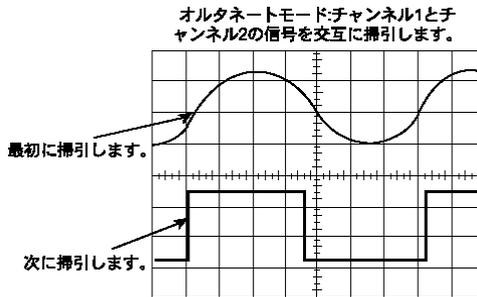
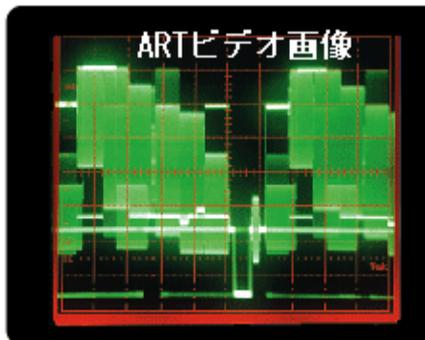
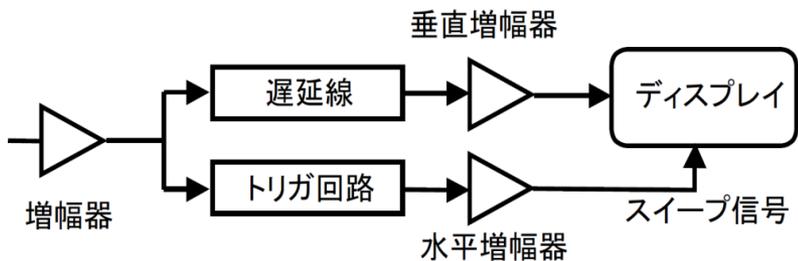


3: アナログ・リアルタイム・オシロスコープ(ART)

● 入力信号を直接ブラウン管の管面に輝線として表示するオシロスコープ

<特徴>

- リアルタイム性
- 信号の明るさで、波形の頻度情報が得られる
- 単発および繰り返し頻度の少ない現象に不向き
- 観測結果の保存方法・・・写真
- 波形解析・・・不可



リードアウトオシロスコープ(Readout oscilloscope)

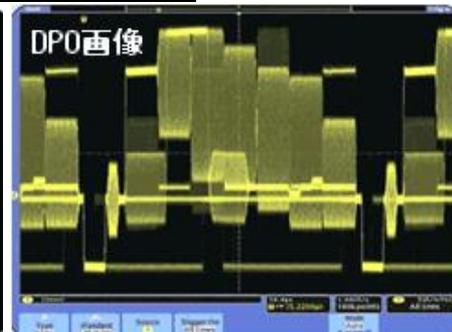
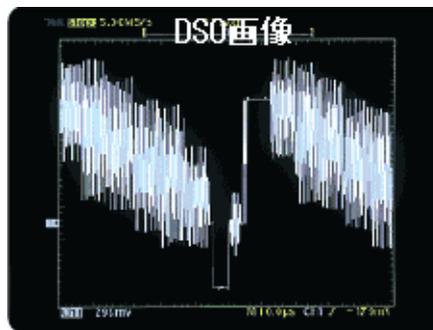
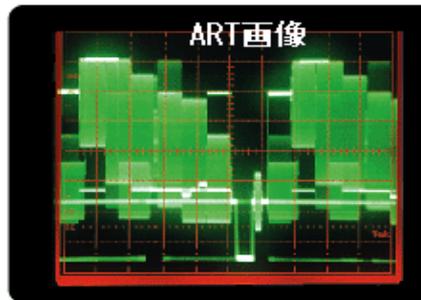
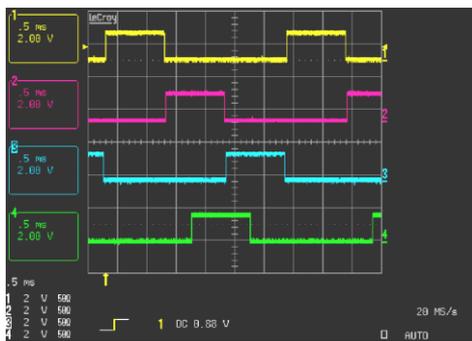
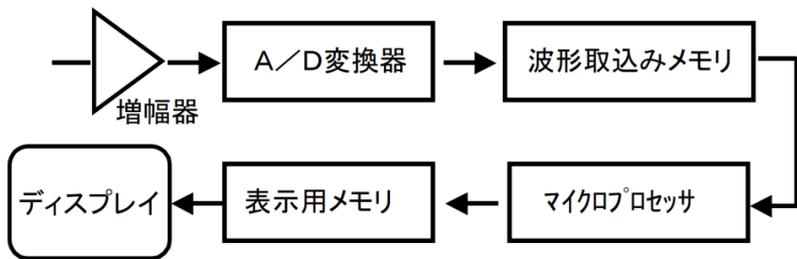
デジタル表示: Volt/div、Time/Div
計測: 周波数、電圧、時間

4: デジタル・ストレージ・オシロスコープ(DSO)

- 入力信号を一旦A/D変換器でデジタル・データに変換後、そのデータをメモリに保存し、ブラウン管またはLCDに波形を再生させ表示するオシロスコープ

<特徴>

- 単発信号でも補足可能
- 観測結果の保存方法・・・電子化が可能
- 波形解析・・・デジタル・データとしてPC等での解析、本体単体でも可能
- 全現象に対し観測できる時間が短い(デッドタイムが長い)
- 表示される波形に頻度情報が失われる(平面的、X,Yの情報のみ)



デジタル・フォスファ・オシロスコープ(DPO)

- 入力信号を一旦A/D変換器でデジタル・データに変換するところまではDSOと同じだが、その後の処理でフォスファ(蛍光体)をデジタル的に表現するオシロスコープ

<特徴>

- 単発信号も取り込み可能
- アナログ・オシロスコープに近いリアルタイム性(デッド・タイムが短い)
- 波形の頻度情報が得られる(3次元表示、解析)

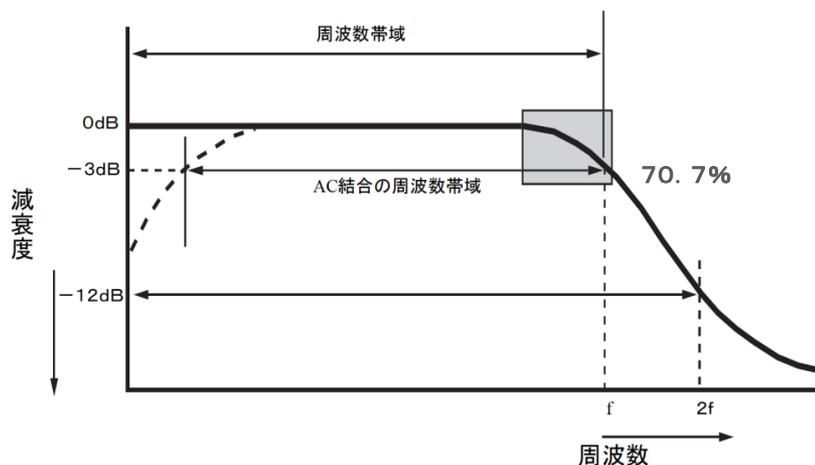
■ アジレント・テクノロジー社のInfiniiVisionも同様の256階調仕様

■ MSO:DSOにLOGIC ANALYZERを組み込んだオシロスコープ

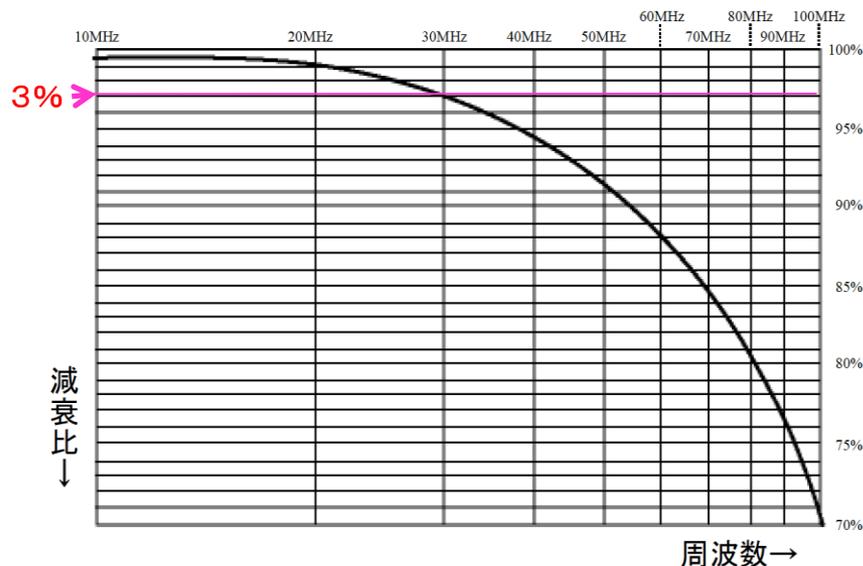
5: 周波数帯域とは

- 表示される電圧振幅(出力電圧)が入力電圧と比較して3dB下がった周波数
- 周波数帯域を超えた信号でも観測できるが、波形は忠実に再現できない(表示振幅が小さくなる)

- オシロスコープの周波数特性はガウシャン・カーブに類似
- ガウシャン・カーブにするとパルス特性がよい
- 周波数帯域と同じ周波数の信号を観測すると約30%の振幅誤差となる



ガウシャン・カーブ

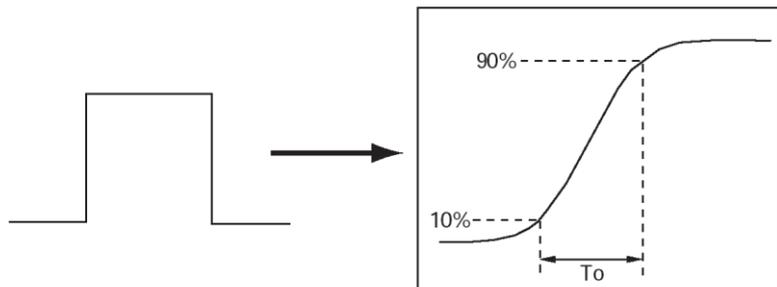


■ 3%以内の振幅誤差で観測したい場合は、観測(入力)周波数の約3倍の帯域を必要とする

上記の例: 100Mhzのオシロスコープで、±3%の振幅を確保出来る帯域はDC-30Mhz

6: 立上り時間

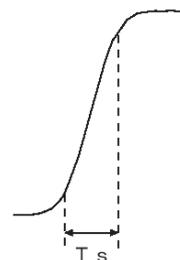
● オシロスコープ固有の立上り時間



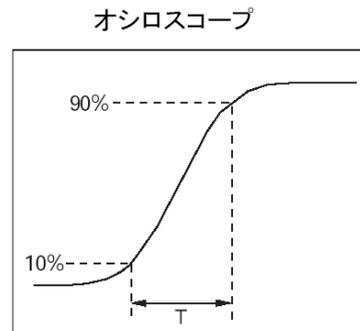
立上り時間が0秒の理想的なパルス波形

To: オシロスコープ固有の立上り時間

● 信号源を接続した時

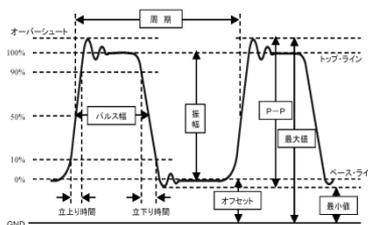


Ts: 信号の立上り時間



T: 表示波形の立上り時間

波形パラメータ



$$T_o(\text{sec}) = \frac{0.35}{f(\text{Hz})}$$

f: オシロスコープの周波数帯域

$$T = \sqrt{T_s^2 + T_o^2}$$

To: オシロスコープ固有の立上り時間

式を変形して

$$T_o(\text{nsec}) = \frac{350}{f(\text{MHz})} \text{ *1}$$

*1: 機種により350~420の値になります (DSO)

例: Rise time 1ns オシロ立上り 1ns

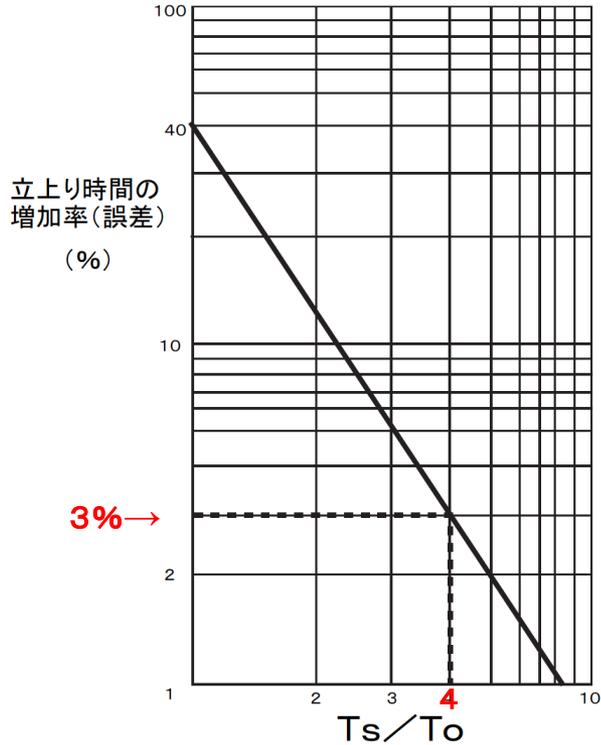
システム立上り $\sqrt{2}=1.4\text{nS}$

オシロにプローブを接続した場合も同様の公式を適用します

オシロスコープやプローブなどのパルス特性 (BW/BP, Risetimе/Rt) は信号発生源の出力インピーダンス $50\Omega (R_o=50)$ の条件を基に決定されます ($R_t=2.2RC$)

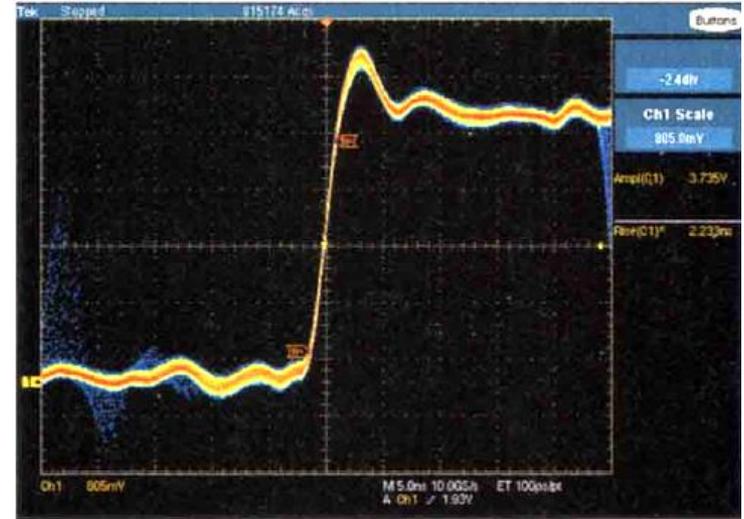
7: 立上り時間の誤差

入力信号とオシロスコープの固有の立上り時間の関係



立上り時間の測定誤差を3%にするには...

$$\frac{T_s}{T_o} \geq 4 \quad \rightarrow \quad T_o \leq \frac{1}{4} T_s$$



測定誤差を3%以内にするには

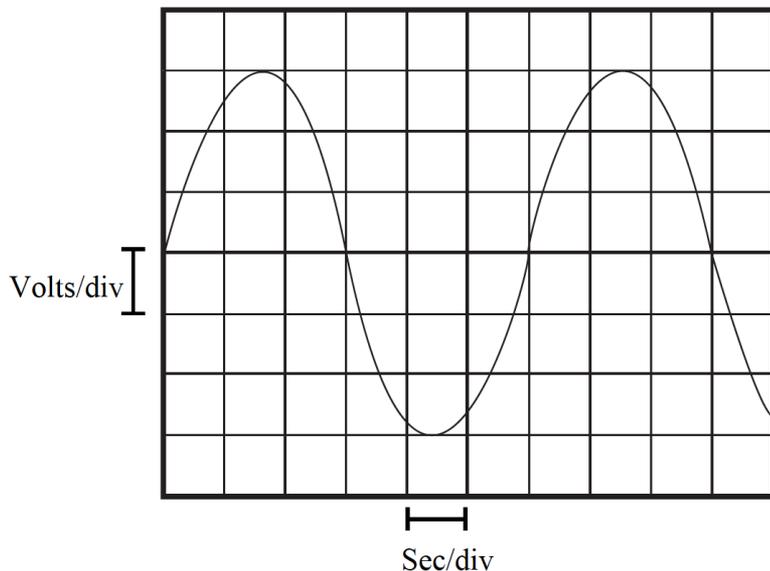
- 振幅測定: 測定周波数の3倍以上の周波数帯域が必要

- 立上り時間測定: $T_o \leq \frac{1}{4} T_s$

To: オシロスコープの固有の立上り時間

Ts: 信号の立上り時間

8: オシロスコープの設定

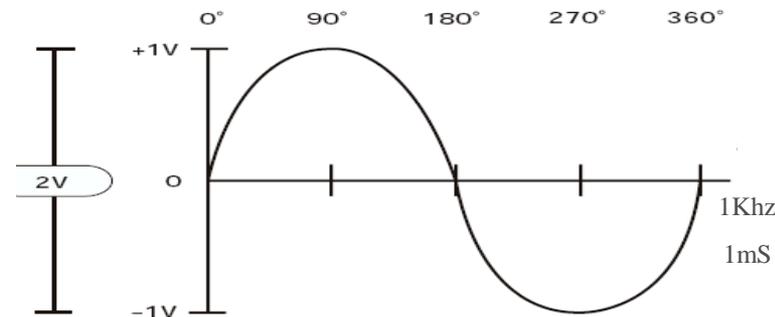


- Volts/div: 電圧軸1 div(目盛り)当たりの電圧値を設定
(=振幅表示の大きさを設定)
- Sec/div: 時間軸1 div(目盛り)当たりの時間の長さを設定
(=時間表示の幅を設定)
- トリガ: 波形表示の基準を設定

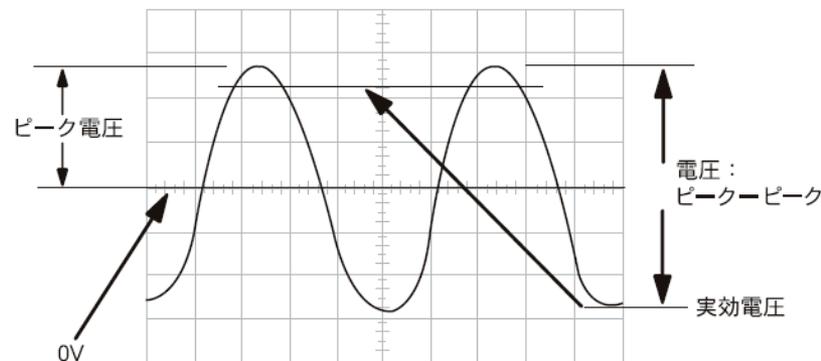
オートトリガ: 自動・自走トレース(フリーラン)
ノーマルトリガ: トリガ信号でトレース・波形表示

ARTトリガ: スタート点設定型
DSOトリガ: ストップ点設定型

電圧軸Mode: Ch/dual(Chop/Alta)/Add



時間軸Mode: Main/Delay/Alta/Inten/X・Y



S/mS/μS/nS/pS

MAG機能: x10, Zoom MegaZoom Waveinspector

DSO フロントパネル(例)

粗調整:
このボタンを押してから汎用ノブ、ポジション・ノブを回すと設定値を大きく変更できます

選択:
移動できるカーソルを切り替えます

汎用ノブ:
カーソル移動、メニューにおける数値設定を行います

クイックメニュー:P79
よく使用するメニューがここにあります

レベル(トリガ):
トリガ・レベルを設定します

RUN/STOP:
波形の取り込みを開始/停止します

SINGLE SEQ (単発波形取込):
単発波形を捉えるために使用します。ボタンを押すと、信号の待ち受け用に設定が変わり、「RUN/STOP」ボタンで解除できます

AUTOSET:
垂直/水平軸、トリガを自動的に設定します

波形輝度:
波形の表示輝度を調整します

ポジション:
それぞれ垂直、水平方向へ波形を移動させます

CH1~REF:
波形の選択、表示を行います

波形 OFF:
選択された波形を非表示にします

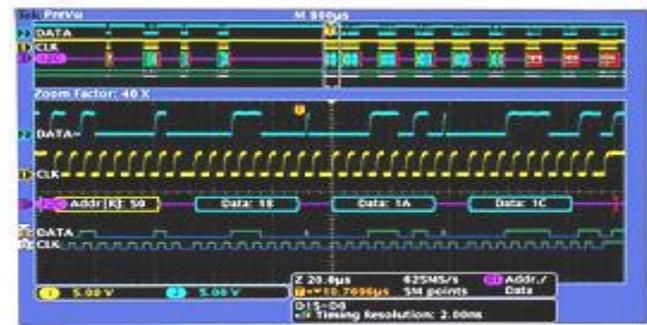
スケール (垂直軸/電圧):
1 divあたりの電圧値を設定します

スケール (水平軸/時間):
1 divあたりの時間を設定します

プローブ補正用端子:P19
プローブ補正用信号下側はグランド(GND)です

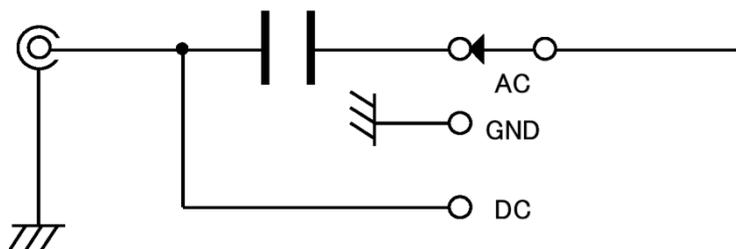
遅延取込(DELAY): P54
トリガイイベントに対して遅延取り込みを行います

ズーム:P56
波形の任意部分を拡大表示します



9: 入力カップリング

入力信号のどの成分をオシロスコープに接続するかを選択する



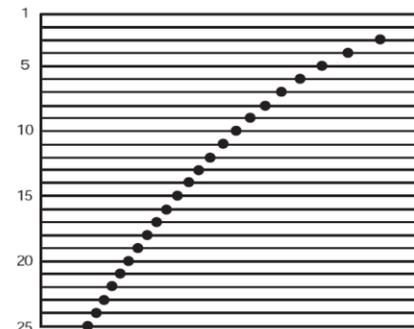
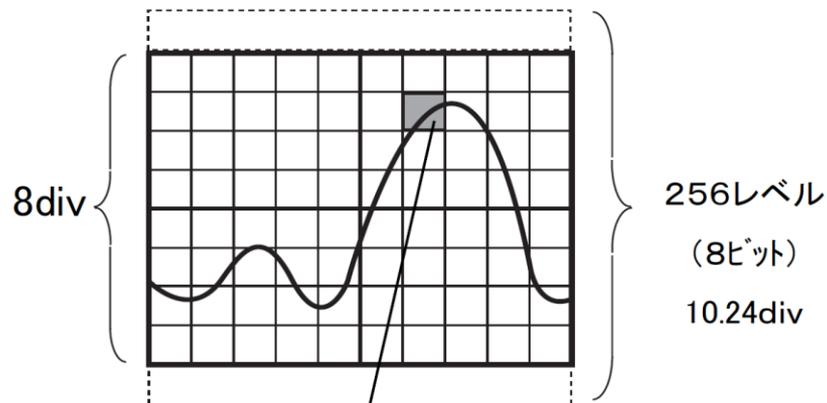
- DC.....直流、交流すべての成分を観測
通常使用するもの（高周波用オシロでは50Ω入力あり）
- AC.....交流成分のみを観測
直流成分が邪魔をし、適切な表示が得られない時に使用
- GND...グランド
グランドレベルを確認したい時に使用

Volt/div可変、Push to GND、Probe coding

10: 垂直分解能

垂直(電圧)方向の細かさを表わす性能

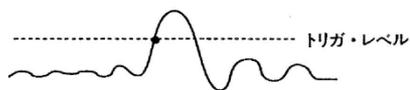
単位: ビット、レベル(nビット=2ⁿレベル)



1 divあたり25レベルなのは・・・
256レベルを8divで分割(256/8=32)するのではなく、
256レベルを10.24divで分割(256/10.24=25)しているため

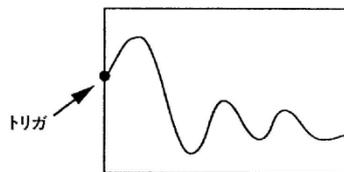
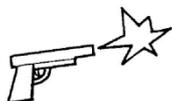
11: トリガ機能

● 波形を表示するきっかけをつくる

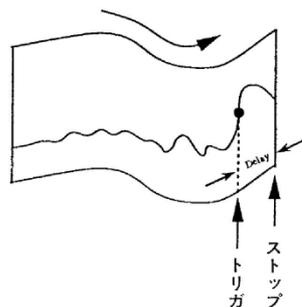
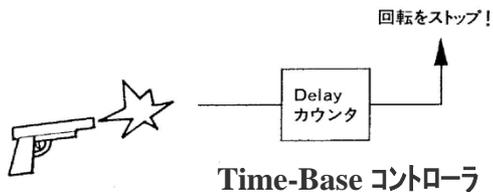
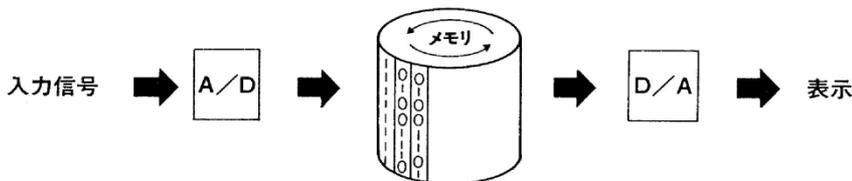


<リアルタイム型オシロスコープ>

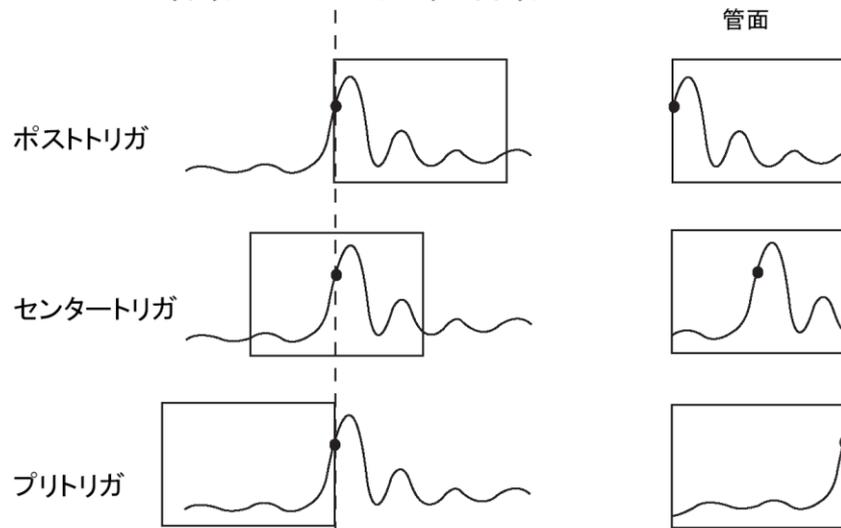
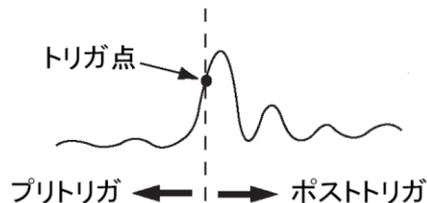
入力信号 → 表示



<デジタル・ストレージ・オシロスコープ>



● トリガーポイント



プリトリガ

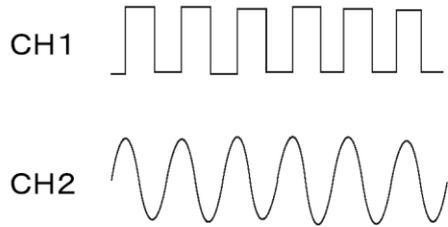
・・・トリガ点より前の現象(原因を観測)

ポストトリガ

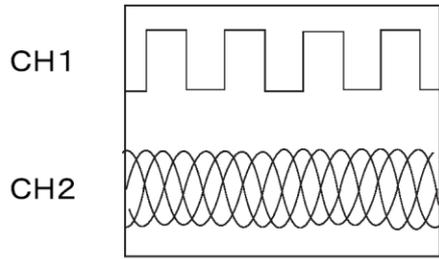
・・・トリガ点より後ろの現象(結果を観測)

オートトリガ: ノーマルトリガ: シングルトリガ スタート/ストップ

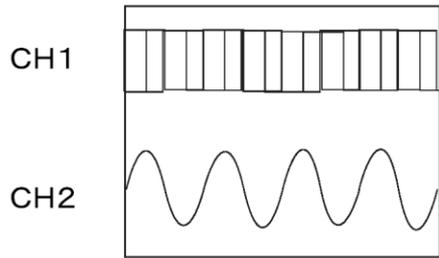
●どの入力信号にトリガ点を設けるかを選択する



CH1とCH2は
非同期な信号



オシロスコープの表示
トリガ・ソースをCH1としたら
CH1のみ波形表示が安定

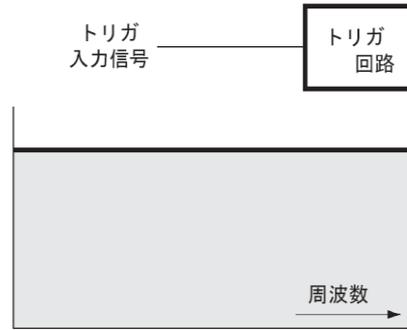


オシロスコープの表示
トリガ・ソースをCH2としたら
CH2のみ波形表示が安定

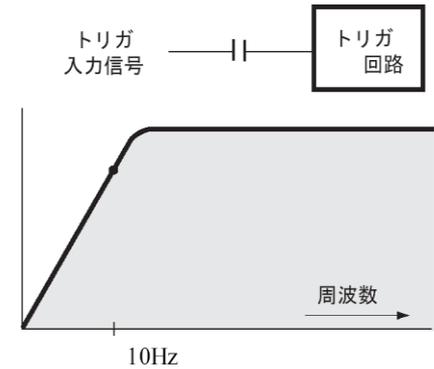
ヒント!
 ・観測したい信号のチャンネルとトリガ・ソースは基本的に一致してはいけません
 ・複数チャンネルを同時に観測する際は、信号間に一定の同期関係があれば、一番繰り返しが遅い信号をトリガ・ソースにするとすべての波形が安定します

●トリガ回路に入力信号成分を結合する方法

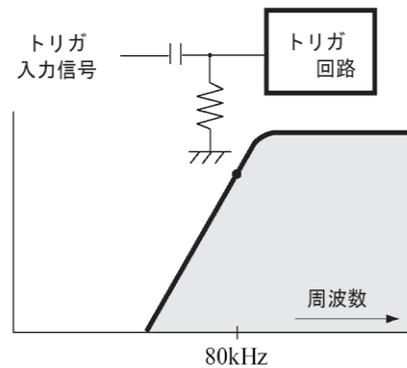
DCカップリング



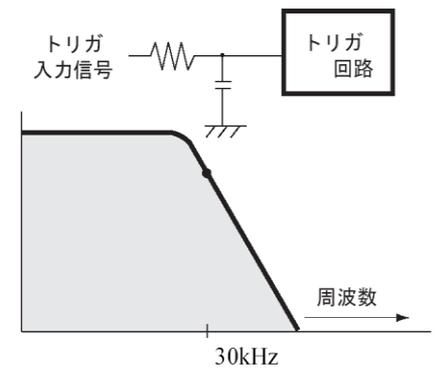
ACカップリング



LF REJカップリング



HF REJカップリング

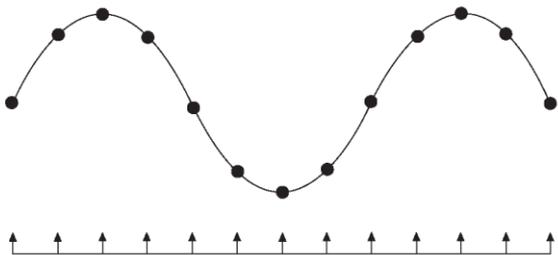


MODE : Edge,Pulse,Video,Slope±,Alta
 LEVEL : Auto, 50%, Fix, Force

13: サンプリングの方法

実時間サンプリング(Real Time Sampling)

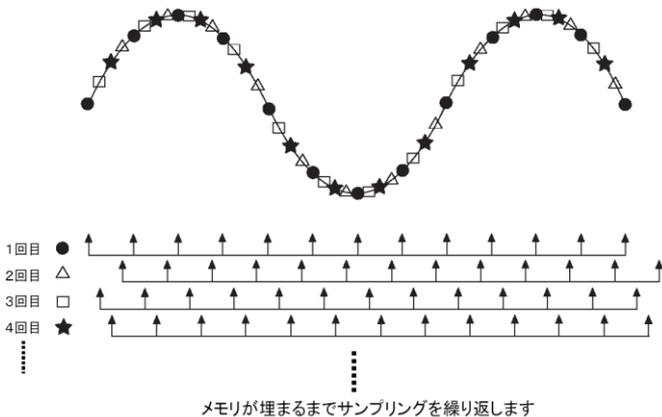
1回の取込みでデータ・ポイントを取る方法
(単発信号、繰り返し信号で使用可能)



*ADCが複数の入力CH共用の時は各CHのサンプリングスピードは減少します

等価時間サンプリング(Equivalent Time Sampling)

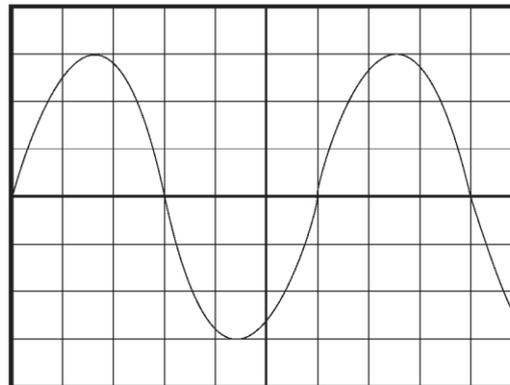
数回の取込みでデータ・ポイントを取る方法
(繰り返し信号のみ使用可能)



14: 時間軸とサンプル・レート

1 divあたりのデータ・ポイント数(point/div)を知れば、
サンプル・レート(S/s)は時間軸(sec/div)の設定から
導ける

多くのオシロスコープでは、サンプル・ポイントは1管面(10div)で
500ポイント。1divあたり50ポイントとなります *



Time/div: 1,2,5,5や1,2,4等のstepあり

$$\text{サンプル間隔} = \frac{\text{時間軸の設定(sec/div)}}{\text{point/div}}$$

$$\text{サンプル・レート} = \frac{1}{\text{サンプル間隔}} \quad (\text{xxMS/s})$$

$$\text{サンプル・レート} = \frac{\text{point/div}}{\text{時間軸の設定(sec/div)}}$$

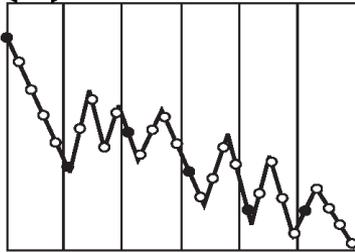
* 最新のDSOでは全メモリー表示も可(例: 10kポイント/10div, 1000P/div)

15: サンプル・モード

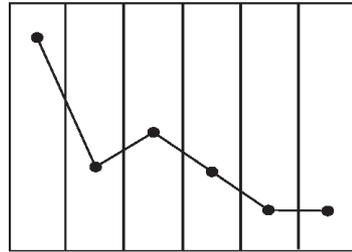
● サンプル・モード(通常モード)

インターバル内の一番左端のサンプル・ポイントのみメモリに格納します

サンプル・インターバル



内部でデジタイズされたサンプル・ポイント



画面表示されたサンプル・ポイント

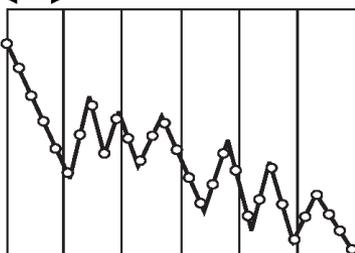
● アベレージ・モード

サンプル・モードと同じポイントを保存します。
信号が繰り返し入力されることにより平均を演算します。
単発信号(1回)では平均することはできません。

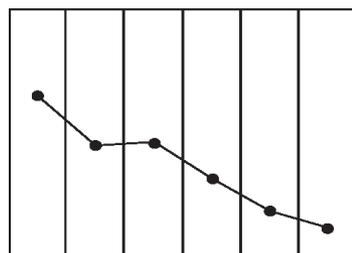
● ハイレゾ(Hi-Res)・モード

各インターバル内で平均を取り、その平均値をメモリに格納します
ノイズの多い単発信号でもノイズを除去することができます

サンプル・インターバル



内部でデジタイズされたサンプル・ポイント

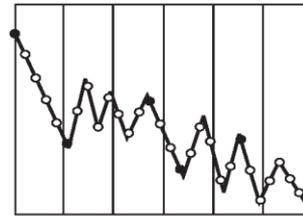


画面表示されたサンプル・ポイント

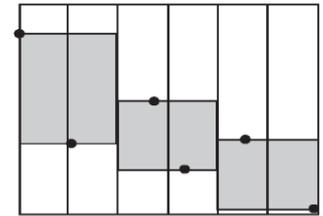
● エンベロープ・モード

2つのインターバルを1組と考え、その中で最大、最小ポイントのみをメモリに格納します。指定した回数分の波形を取込み、重ねて表示していきます。

サンプル・インターバル



内部でデジタイズされたサンプル・ポイント

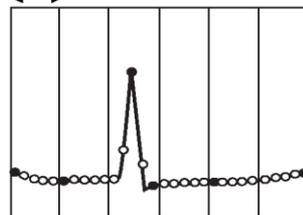


画面表示されたサンプル・ポイント

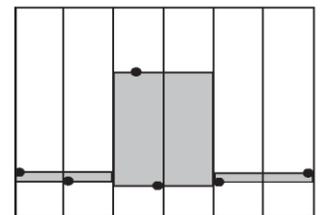
● ピーク・ディテクト(ピーク検出)・モード

2つのインターバルを1組と考え、その中で最大、最小ポイントのみをメモリに格納します。サンプル・モードでは取りこぼしてしまうピークを見つけてくれます。

サンプル・インターバル



内部でデジタイズされたサンプル・ポイント



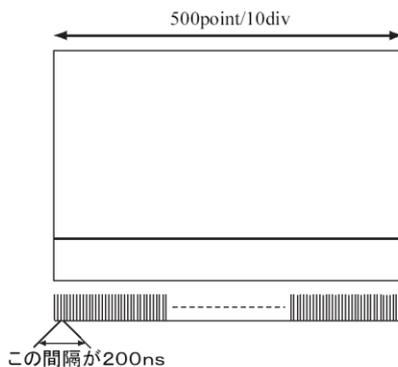
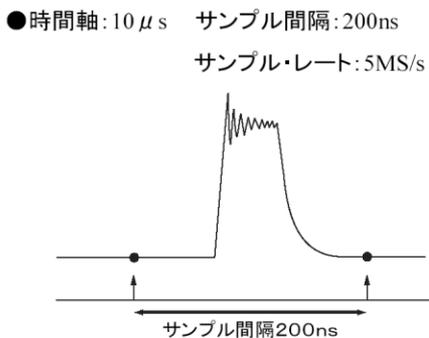
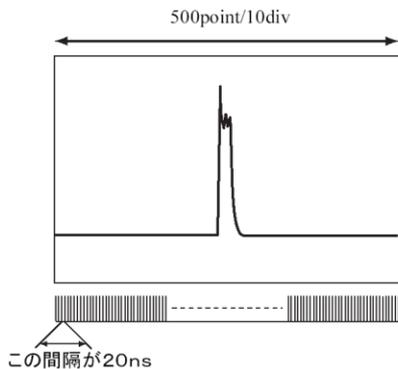
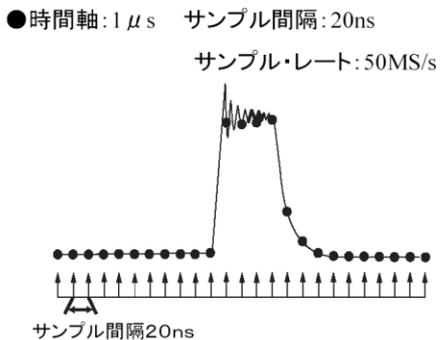
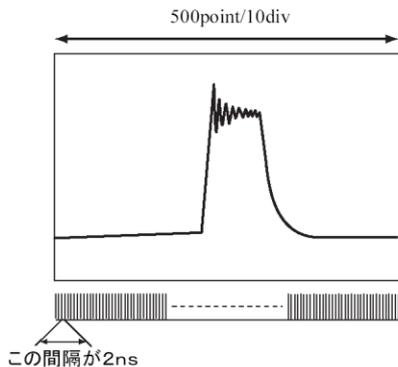
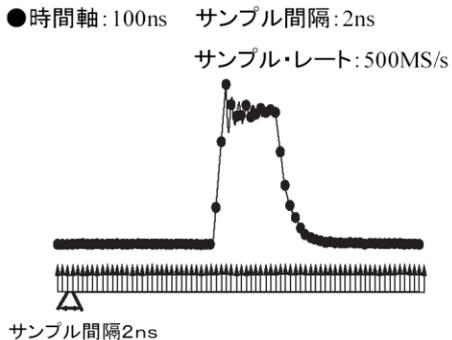
画面表示されたサンプル・ポイント

高機能サンプル・表示モード: InstaVu、DPO(Tekの例) InfiniiVision

他の表示モード: ベクター、ドット、パーシスタンス、ロール

<入力信号>

<管面表示>

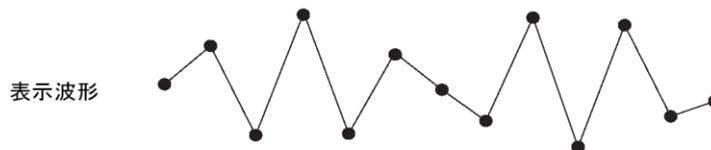
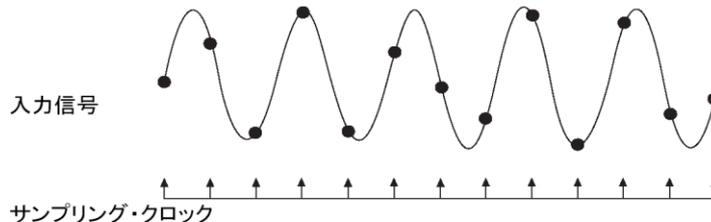


16: レコード長(メモリ長)

単位:ポイント

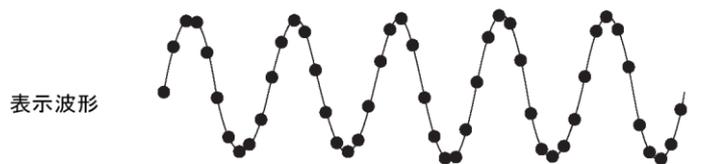
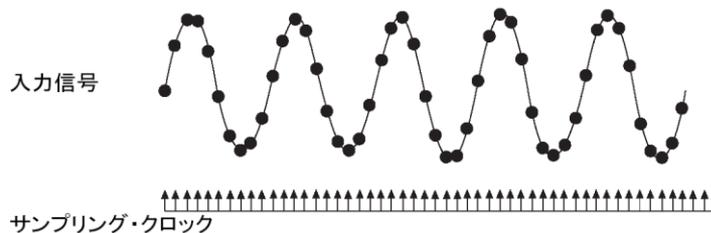
メモリ長が1000ポイントの場合

$1\mu\text{s}(\text{サンプル間隔}) \times 1000\text{ポイント} = 1\text{ms}(\text{記録時間})$



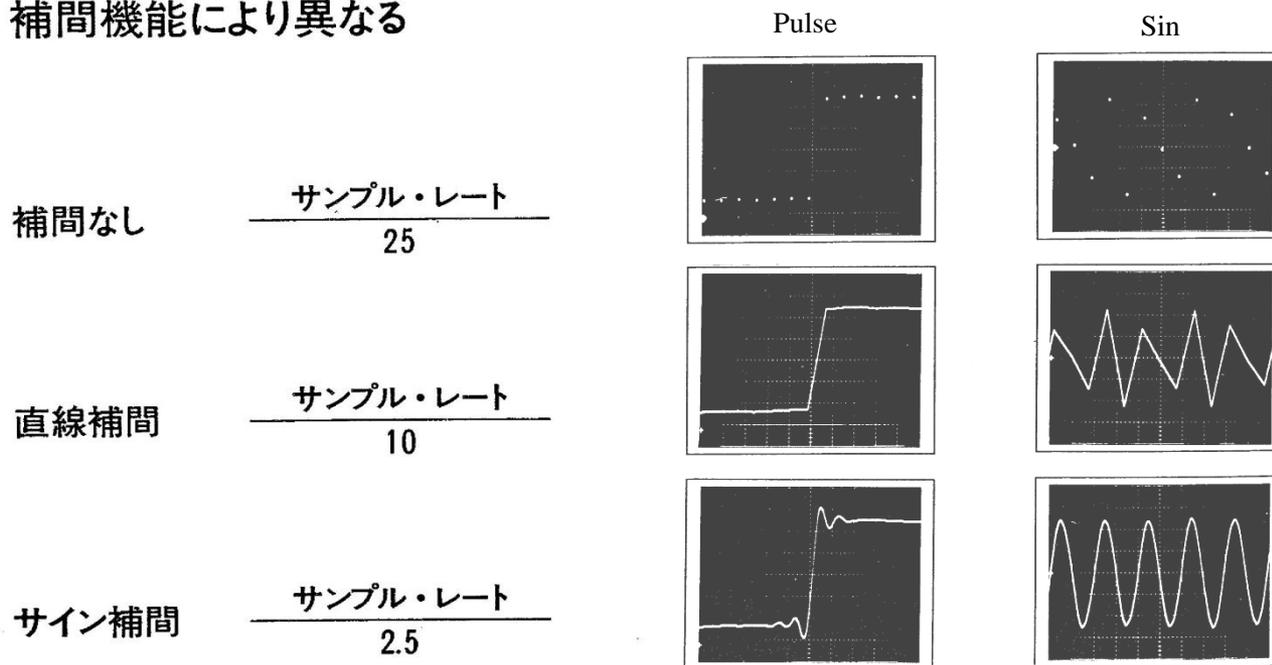
メモリ長が100k(10万)ポイントの場合

$10\text{ns}(\text{サンプル間隔}) \times 100000\text{ポイント} = 1\text{ms}(\text{記録時間})$



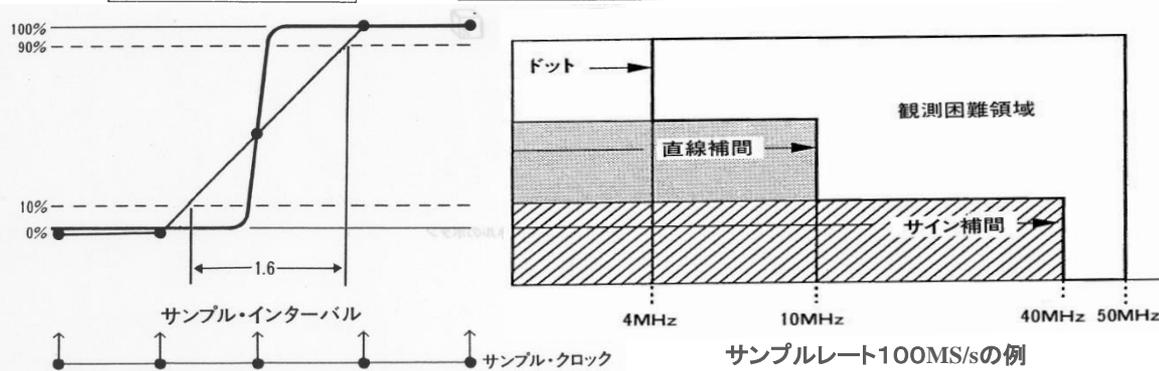
17: 実効ストレージ周波数帯域(USB)

- その時のサンプル・レートで再現できる限界周波数
- 補間機能により異なる



18: 実効立上り時間 (USR)

その時のサンプルレートで取り込み出来る限界のRt, $USR=1.6$ サンプルインターバル

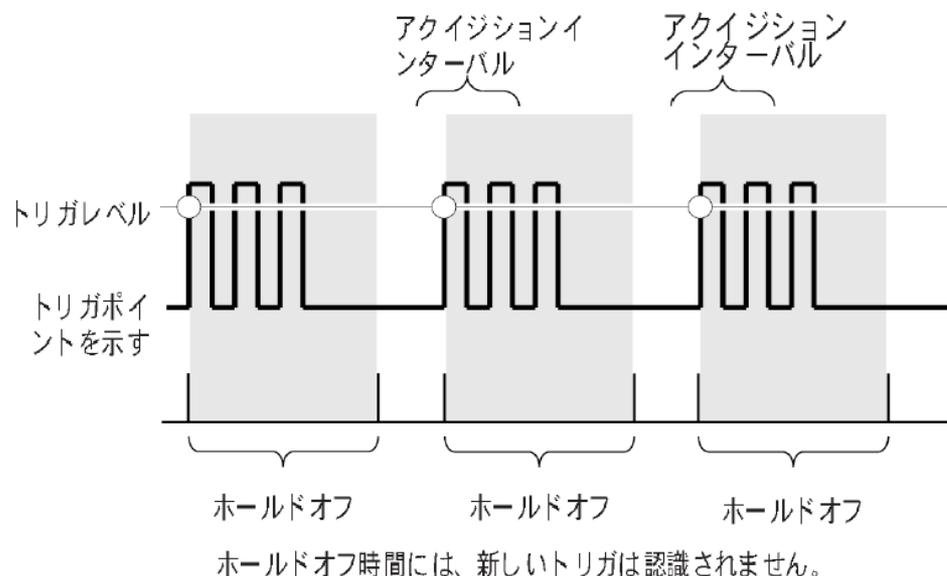


トリガホールドオフ

日常の使用において、信号の意図した箇所でトリガをかけることが難しい場合があります。多くのオシロスコープには、このような場合に対処するための補助機能が用意されています。

トリガ・ホールドオフとは、有効なトリガが発生した後、オシロスコープが次の有効なトリガを発生させるまでの、トリガ禁止期間を指します。この機能を使用すると、複雑な信号にトリガをかけることが可能になります。最初の有効なトリガポイントを基準にして、手動でトリガ・ホールドオフ時間を設定し、目的信号のひとかたまりの途中でトリガがかかってしまうことを禁止します。そして次の信号サイクルの直前で禁止を解き、トリガがかかるようにします。

下図 トリガ・ホールドオフを使用して、上手くトリガをかけた場合の例を示したものです。



デッド・タイム

入力信号を取り込み処理し、表示するまでの時間
デッド・タイム中に入力された信号は表示できません

デッド・タイム



InstaVu==>DPO (Tekの例)

ART・DPO
管面表示



DSO管面表示



計測に迷ったら？
何か変だ！ トリガ掛からない！

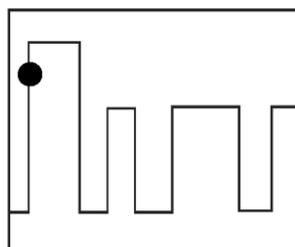
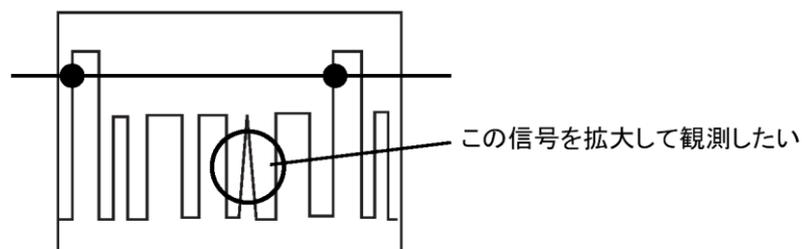


オートセットアップ機能 (ART/DSO 共通)

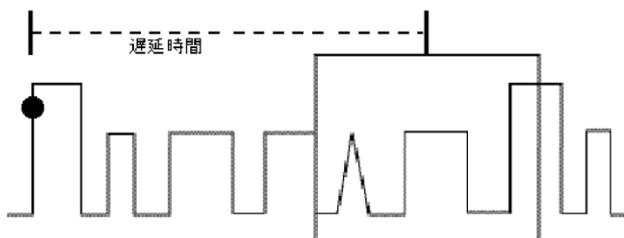
19: 遅延取込(Delay)

- トリガ点より遅らせたところからの波形を、水平方向へ拡大(高速サンプルで再取込みするため、実際に時間分解能が向上する)
- 波形取込みを停止した後は拡大不可

ランアフタレイとランアフトリガ



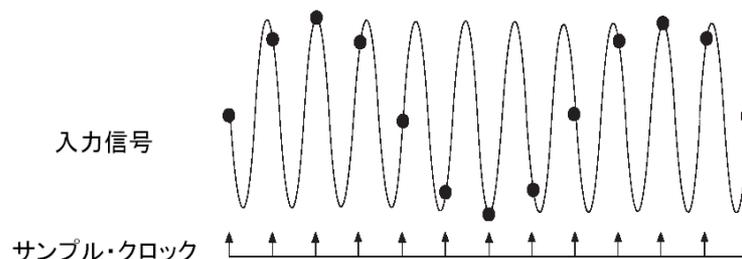
時間軸を速くするとトリガ点より拡大されてしまうので、見たい信号が管面から消えてしまう



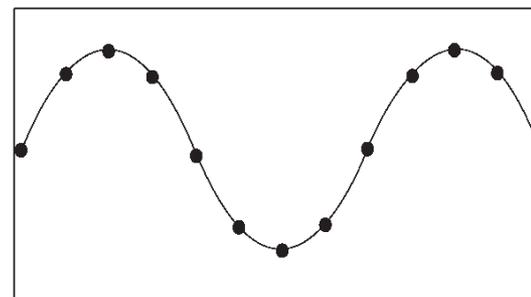
観測したい信号が管面に表示される様に遅延時間を設定します

20: エイリアシング

DSOを使用した時、信号周波数とサンプル・レートの関係により表示される「偽り」の波形



表示波形
(エイリアシング)



- エイリアシングにならないためには
信号周波数に対して2倍を越える速さでサンプリングする
例: 1MHzの信号ならば2MS/sを越えるサンプル・レートにする
ピークデテクトやエンベロープモード、オートセットモードに切り替える
DPOはエイリアシングが発生しない

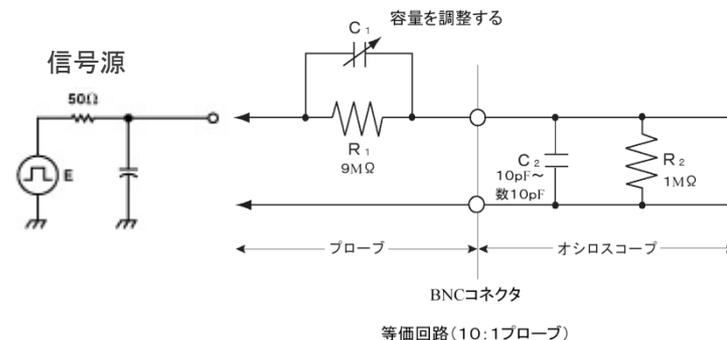
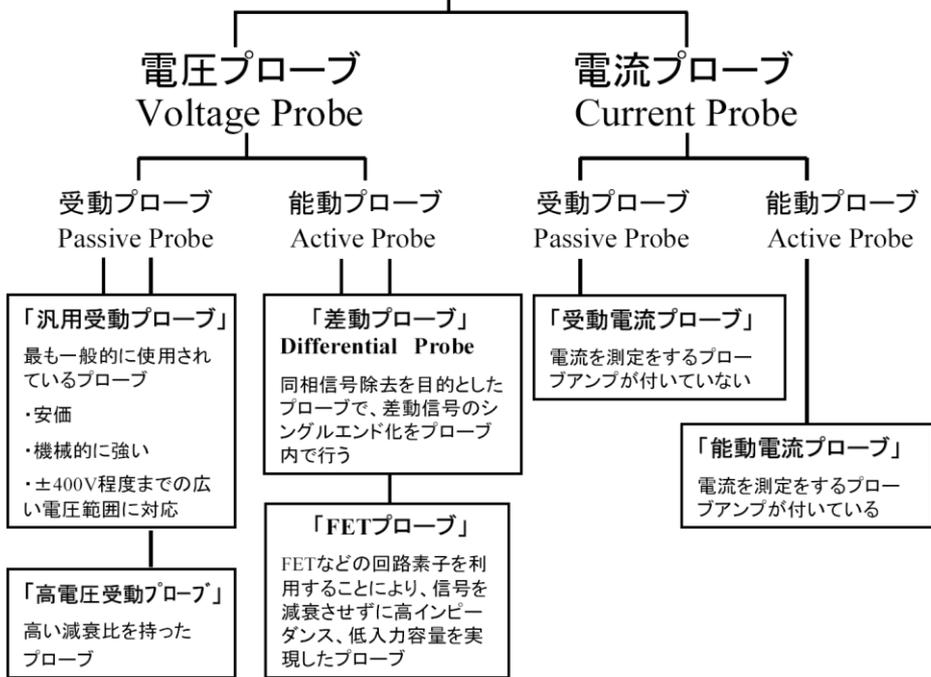
ナイキストのサンプリング定理...用語の項を参照

21: プローブの種類

● プローブ (10:1)

被測定回路からの信号をオシロスコープへ導く
被測定回路に与える影響(負荷効果)を軽減

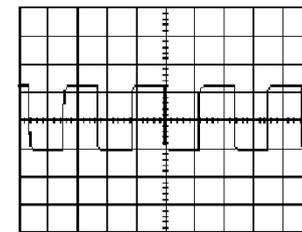
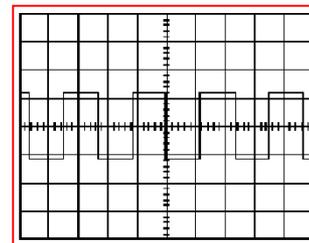
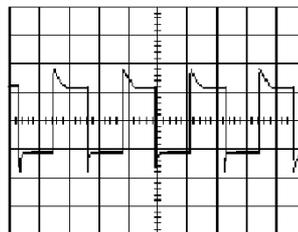
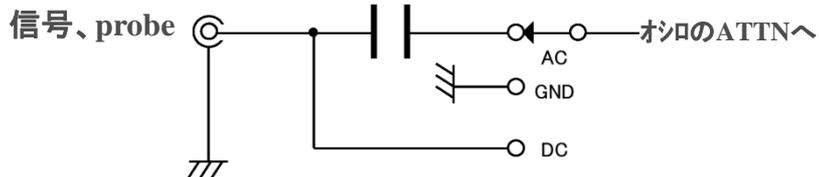
プローブ(Probe)



C₂はオシロスコープの機器により異なる固有の値
R₂は一般的なオシロスコープでは1MΩ

周波数に関係なく一定の減衰比を得る条件

$$R_1 C_1 = R_2 C_2$$

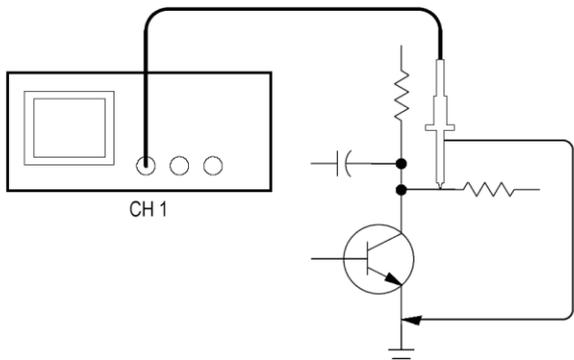


適正

● BP/Mhz、Atten 1:1/10:1/100:1/1000:1、入力R/C、耐圧、オシロとの整合R/C

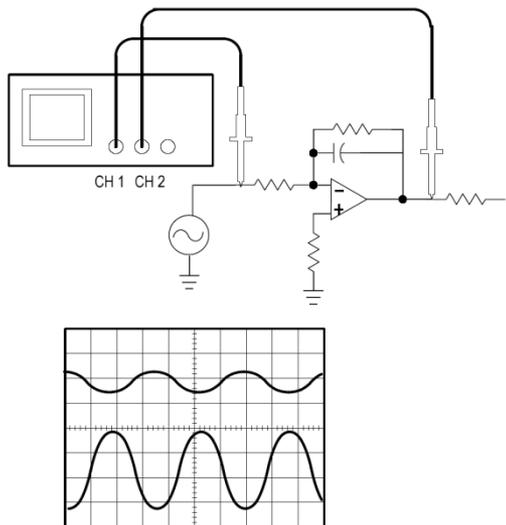
基本的な測定例

測定する信号の振幅や周波数の概略値がわからない場合でも、波形を簡単に表示し、周波数、振幅、ピーク・ピーク電圧を測定することができます。

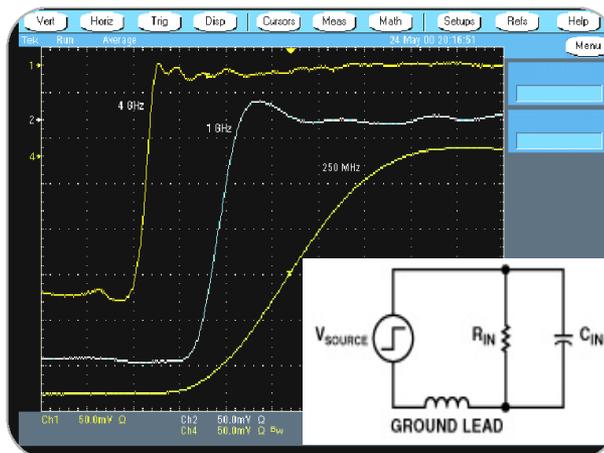


2つの信号からゲインを計算する

オーディオ・アンプのゲイン（利得）を測定する例を考えます。オシロスコープの2つのチャンネルを、下図のように、アンプの入力と出力に接続します。表示される波形から波形測定し、この値からゲインを計算します。



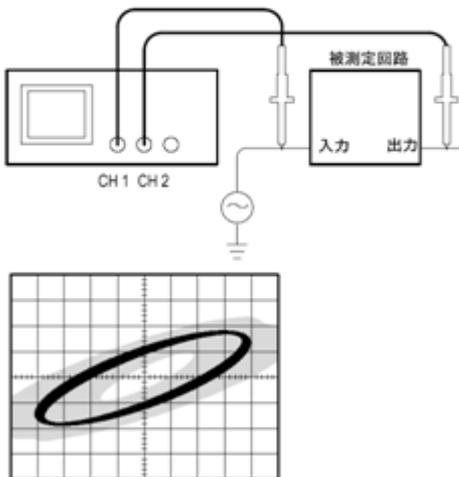
グラウンドリードの作用 発振/リングングの発生



ネットワークのインピーダンス観測例

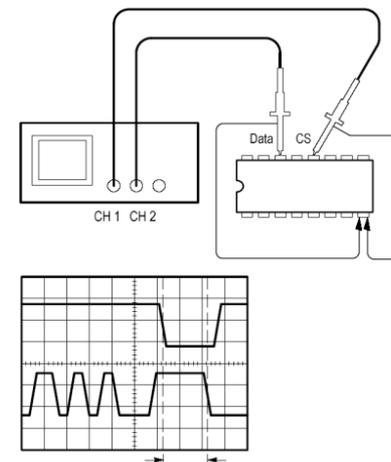
広い温度範囲で使用するネットワーク回路を設計した場合、温度変化による回路インピーダンスの変動を確認する必要があります。

ここでは、回路の入力と出力をオシロスコープに接続し、温度の変化による入出力の様子を観測する



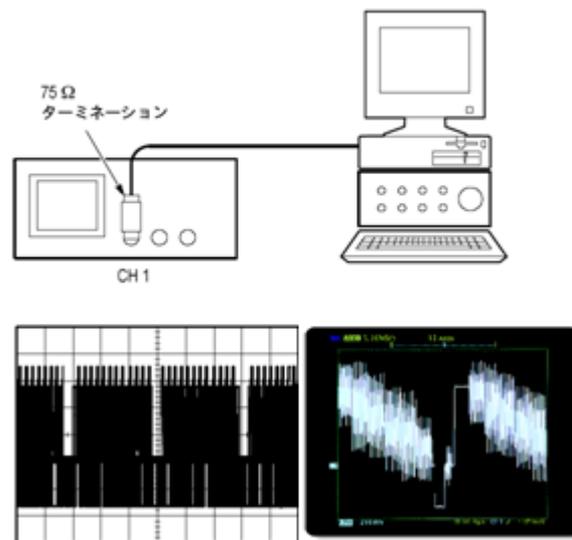
伝搬遅延の測定例

マイクロプロセッサ回路のメモリ・タイミングを例に、CS（チップ・セレクト）信号とデータ出力信号間の伝搬遅延の測定例を示します。



ビデオ信号の測定例

医療機器のビデオ回路において、ビデオ出力信号を観測する例

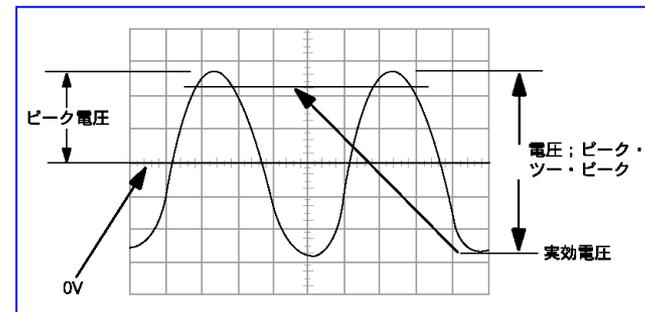
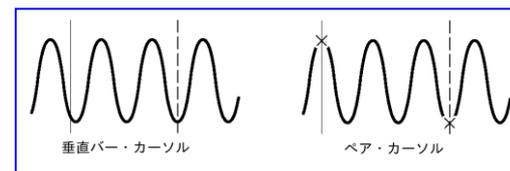


自動パラメータ測定 (MEASURE:オートメジャーメント機能の例)

波形パラメータ	定義
 High	最も頻度の高い最大電圧値で、これを100%基準にHighRef、MidRef、LowRefを定める。波形全体またはゲートで指定された区間で測定する。Min/Max法とヒストグラム法より上でもっとも頻度の高い値をHighとします。
 Low	最も頻度の高い最小電圧値で、これを0%基準にHighRef、MidRef、LowRefを定める。波形全体またはゲートで指定された区間で測定する。Min/Max法とヒストグラム法があり、Min/Max法ではデータの最大値をHighとします。ヒストグラム法では、中間振幅より下でもっとも頻度の高い値をLowとします。
 Maximum	最大振幅電圧。波形全体またはゲートで指定された区間で測定する。
 Mean	波形全体またはゲートで指定された区間での平均電圧値。
 Minimum	最小振幅電圧。波形全体またはゲートで指定された区間で測定する。
 Negative Duty Cycle	波形全体またはゲートで指定された区間での時間測定。負極性パルスの幅に対する波形の周期の比をパーセントで表示します。 $\text{NegativeDutyCycle} = \frac{\text{NegativeWidth}}{\text{Period}} \times 100\%$
 Negative Overshoot	波形全体またはゲートで指定された区間での電圧測定。 $\text{NegativeOvershoot} = \frac{\text{Low} - \text{Min}}{\text{Amplitude}} \times 100\%$
 Negative Width	最初のパルス、またはゲートで領域を指定した場合はその区間でのパルス幅。負極性パルスのMidRef (デフォルトでは50%)での時間。
 Peak to Peak	最大振幅電圧と最小振幅電圧の差の絶対値。波形全体またはゲートで指定された区間で測定する。
 Period	最初の1周期に要する時間。ゲートで領域を指定した場合は、その区間での時間。周期=1/周波数。単位は「秒」。
 Phase	時間測定。一方の波形の他方の波形に対する進みまたは遅れの量。deg (°) で表し、360°で波形の1周期となります。
 Positive Duty Cycle	波形全体またはゲートで指定された区間での時間測定。正極性パルスの幅に対する波形の周期の比をパーセントで表示します。 $\text{PositiveDutyCycle} = \frac{\text{PositiveWidth}}{\text{Period}} \times 100\%$
 Positive Overshoot	波形全体またはゲートで指定された区間での電圧測定。 $\text{PositiveOvershoot} = \frac{\text{Max} - \text{High}}{\text{Amplitude}} \times 100\%$
Positive Width	最初のパルス、またはゲートで領域を指定した場合はその区間でのパルス幅。正極性パルスのMidRef (デフォルトでは50%)での時間。

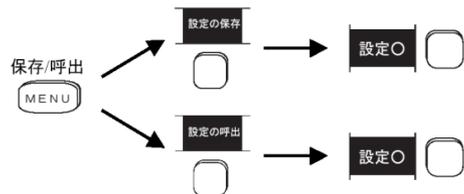
波形パラメータ	定義
 Amplitude	電圧測定。波形全体またはゲートで指定された区間で測定する。 $\text{Amplitude} = \text{High} - \text{Low}$
 Area	時間領域にわたる電圧測定。全波形またはゲート領域をV・s (電圧・秒) で表します。グランド電位より上方にある領域は正、下方にある領域は負になります。
 Burst Width	バースト区間の時間。波形全体またはゲートで指定された区間での測定。
 Cycle Area	時間領域にわたる電圧測定。波形の最初の周期にわたる領域、またはゲート領域における最初の周期にわたる領域をV・s (電圧・秒) で表します。
 Cycle Mean	最初の1周期、またはゲートで指定された区間の1周期での平均電圧値。
 Cycle RMS	最初の1周期、またはゲートで指定された区間の1周期での実行電圧値。
 Delay	時間測定。2つの異なった波形またはゲート領域において、それぞれMidRefと交差する点の間の時間。
 Fall Time	最初のパルス、またはゲートで領域を指定した場合はその区間でのパルスの立ち下がり時間。HighRef (デフォルトでは90%) からLowRef (デフォルトでは10%) までに要する時間。
 Frequency	最初の1周期による周波数。ゲートで領域を指定した場合は、その区間での周波数。単位は「Hz」。1Hz=1サイクル/秒。

カーソル測定 (タ: 時間、コ: 電圧)



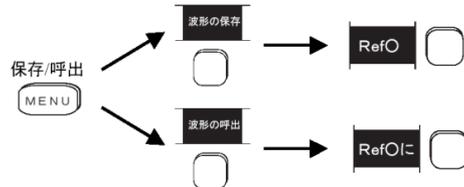
設定・波形の保存・呼出し・消去

設定の保存・呼出し方法 (例)



オシロスコープ本体に
10設定まで保存できます

波形の保存・呼出し方法



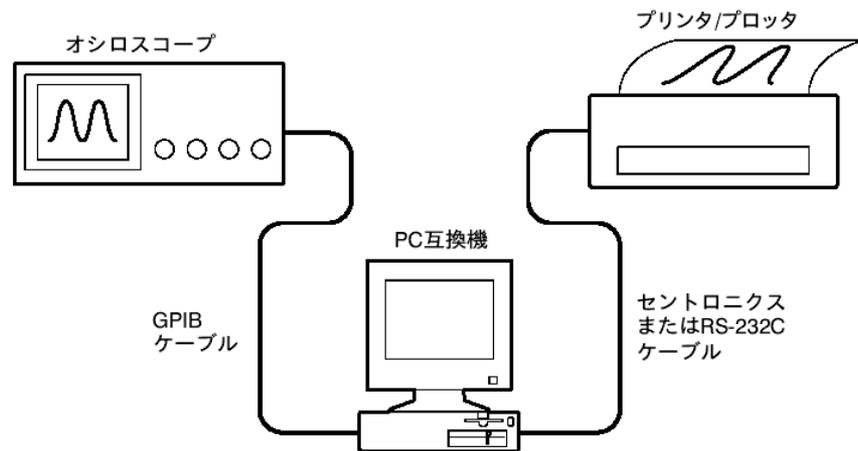
オシロスコープ本体に
4波形まで保存できます

設定・波形の消去方法

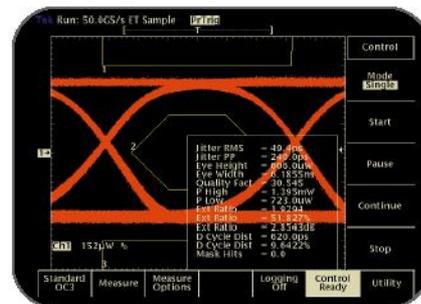
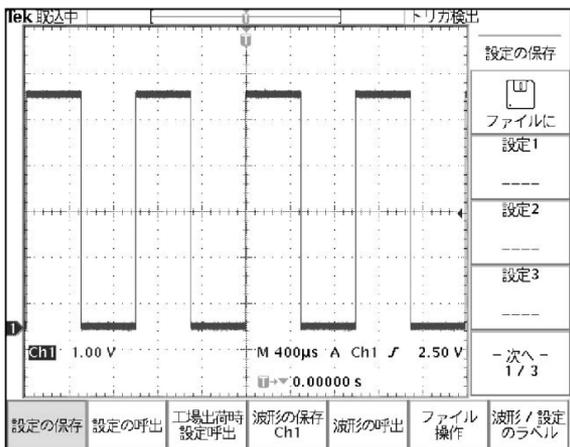


工場出荷時設定呼出以外の
保存されている設定・波形を
一括消去できます

パソコン、プリンタ/プロッタ等の接続



USBポート利用の記憶装置/メディアが標準的になりつつあります



自己診断・校正等/Self Test & Cal

● シグナル・パス補正

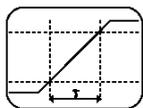
オシロスコープを使用する場合、使用時の周囲温度に注意する必要があります。シグナル・パス補正 (SPC) を実行すると、周囲温度に合わせて機器を補正できますので、高精度の測定が行えます。

SPCは、機器の持つ最高精度で測定を行いたいときに、いつでも実行することができます。前回 SPC を実行したときから 5℃ 以上温度が変化している場合も、SPC を実行してください

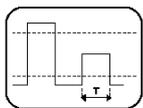
注 5 mV 以下の垂直軸設定で測定を行うときは、1 週間に 1 回程度、SPC を実行してください。SPC を実行しないと、これらの垂直軸設定において、仕様の動作特性を満足しないことがあります。

- **自己診断 (Self Daig Test) :** 電源ON後自動的に診断プログラムが走り、異常の時不良モードを表示する
- **自己校正 (Self cal) :** 自動的に垂直軸、水平軸バランスなど校正する
- **ファクトリーセットアップ[®] :** 工場出荷時のセットアップ状態に戻す

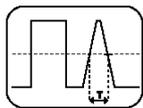
種々のトリガモード



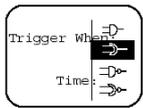
スローレートトリガ、スローレートが予期した以上に、あるいは必要以上に速い高周波信号は、強いエネルギーを放射してトラブルを発生することがあります。スローレートトリガは、時間の要素を追加して、エッジ部の立ち上がり時間を条件にしてトリガをかけるので、従来から使用されているエッジトリガよりも優れています。



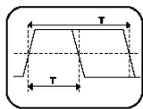
ラントパルストリガ、ラントトリガは、2つのロジックレベルしきりを設定して、一つのみを超えるパルスが発生すると、トリガがかかります。パルス幅に小さな波形にトリガをかけることができます。



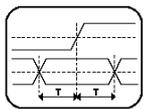
グリッチトリガ、グリッチトリガは、デジタルパルスがユーザが設定したタイムリミットよりも短いか長いかを検出して、トリガします。このトリガにより、めったに起こらないグリッチが発生しているかどうかを調べたり、そのようなグリッチが発生した時の他の信号に与える影響を調べたりできます。



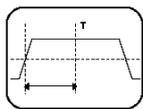
ロジックトリガ、ロジックトリガは、使用可能な複数の入力チャンネルの論理値が設定された論理値と一致したときにトリガします。デジタルロジックの動作を検証するときに非常に効果的です。



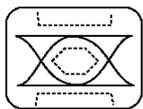
パルス幅トリガ、パルス幅トリガを使うと、制限時間なしに信号を観察し、パルス幅 (または周期) が許容範囲外になった時にトリガするように設定できます。



セットアップホールドトリガ、遵守しなければならないセットアップホールド時間に合わない動作が発生するとトリガがかかります。他のトリガモードでは見つけるのは困難です。このトリガモードでは、クロックに対して、同期データ信号が遵守しなければならないセットアップホールド時間と食い違った場合に、信号の形とタイミングの詳細を捉えることができます。



タイムアウトトリガ、タイムアウトトリガを使うと、波形変化のない時間を条件にしてトリガをかけられ、トリガパルスの終了を待たずにトリガできます。信号波形が途切れた場合にトリガをかけることもできます。



コミュニケーショントリガ、一部のオシロスコープにオプション機能として付属しています。このトリガモードは、AMI (Alternate-Mark Inversion)、CMI (Code-Mark Inversion)、NRZ (Non-Return to Zero) の広範な通信信号を対象とします。

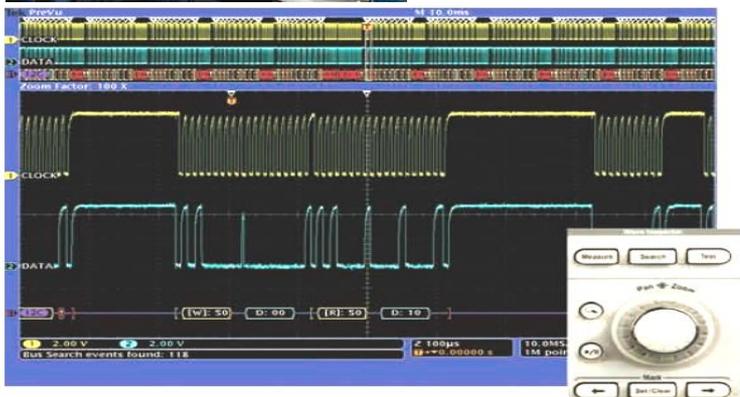
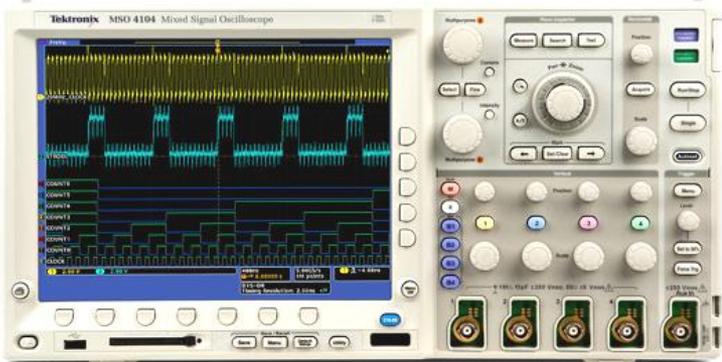
FFT (高速フーリエ変換)

- フィルタとシステムのインパルス応答
- システムの高調波成分と高調波ひずみの測定
- DC 電源の周波数成分の測定
- 振動解析
- 50 Hz/60 Hz 電源ラインの高調波解析
- デジタル・ロジック回路のノイズ・ソースの特定

ミックスド・シグナル・オシロスコープ

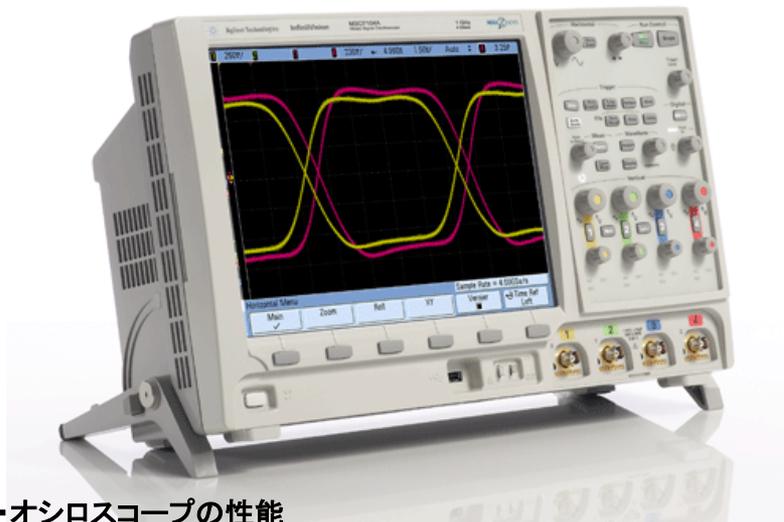
Tektronix

MSO4000シリーズ/DPO40



アジレント・テクノロジー社

InfiniiVision DSO/MSO 7104A Oscilloscope
4 analog and 16 digital channels



ラボ・オシロスコープの性能

- 1 GHzの帯域幅
- 4アナログ・チャンネルと16デジタル・チャンネル
- 4 Gサンプル/sのサンプリング・レート
- 8 MポイントのMegaZoom IIIロング・メモリを標準装備

優れた信号表示

見つけ難い信号の表示が可能な256階調の大画面12.1インチXGAディスプレイ。
発生頻度の少ないイベントの表示が可能な最大100,000 波形/sの業界最高速の更新レート。

さまざまなアプリケーション

- シリアル・デコード: I2C, SPI, CAN, LIN, RS-232/UART, FlexRay
- XilinxおよびAlteraデバイス用のFPGAツール
- セグメント・メモリ
- PCベースのオフライン解析とデータ表示

オシロスコープ測定上の注意

1. オシロ測定前のチェック

- (1) 機器に適合した電源コード、プラグ、ヒューズが使用されているかを確認します。
- (2) 感電防止のため必ず保護用接地端子のあるコンセントにプラグを差し込みます。
- (3) 電源を投入してから20分間ウォームアップします。
- (4) プローブの補正を行います。

2. オシロ測定上の注意点

- (1) 最大入力電圧の範囲内で測定します。(特に50Ω入力時)
- (2) 被測定信号に対して周波数帯域に余裕があるか確認します。

3. プローブ使用上の注意点

- (1) 最大入力電圧の範囲内で測定します。
- (2) 本体の周波数帯域に適したプローブを用いているかどうか確認します。
- (3) 高速パルス信号を測定するときはできる限り短いグランド・リードを使用します。
- (4) 接続の際は、GNDリードを被測定物へ配線してから、プローブ先端を接触させます。
- (5) 取り外す際は、プローブ先端を外してから、GNDリードを外します。

安全にご使用いただくために

人体保護における 注意事項

安全にご使用いただくため、機器をご使用になる前に、次の事項を必ずお読みください。

フローティング測定について

生命の危険がありますので、本機器の接地を外した状態でのフローティング測定は絶対に行わないでください。

本機器は、接地された状態において安全に使用できる設計になっており、接地をしないと、本体の金属部分が入力信号と同じ電位まで上昇する恐れがあり大変危険です。

フローティング測定を行なう場合は、オシロスコープの前段にアイソレータを挿入し、絶縁してください。なお、当社ではアプリケーションに対応した各種アイソレータを用意していますので、お客様コールセンターまでお問い合わせください。

電気的な過負荷

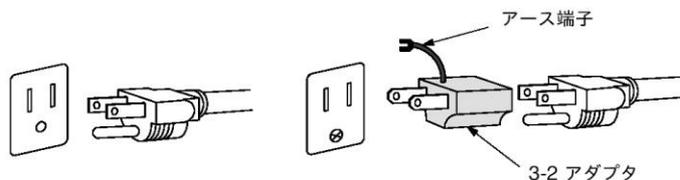
感電または発火などの恐れがありますので、コネクタには指定された範囲外の電圧を加えないでください。

プローブまたはリードセットの接続

感電の危険がありますので、電源が入っている状態の回路に接続したプローブを抜き差ししないでください。

適切な接地（グラウンド）

本機器は、アース・ラインのある3線式電源コードを通して接地されます。感電を避けるため必ずアース端子のあるソケットに差し込んでください。3-2アダプタを使用して2線式電源に接続する場合にも、必ずアダプタのアース線を接地してください。



キャビネット、カバーの取り外し

機器内部には高電圧の箇所がありますので、カバーやパネルは取り外さないでください。

適切なヒューズの使用

発火などの恐れがありますので、指定された定格のヒューズ以外は使用しないでください。

機器保護における 注意事項

機器が濡れた状態での使用

感電の恐れがありますので、機器が濡れた状態では使用しないでください。

ガス中での使用

発火の恐れがありますので、爆発性のガスが周囲にあるような場所では作動させないでください。

電源

指定された範囲外の電圧を加えないでください。

機器の放熱

機器が過熱しないよう、十分に放熱してください。

故障と思われる場合

故障と思われる場合は、必ず当社またはお求めの販売店までご連絡ください。



簡易差動測定

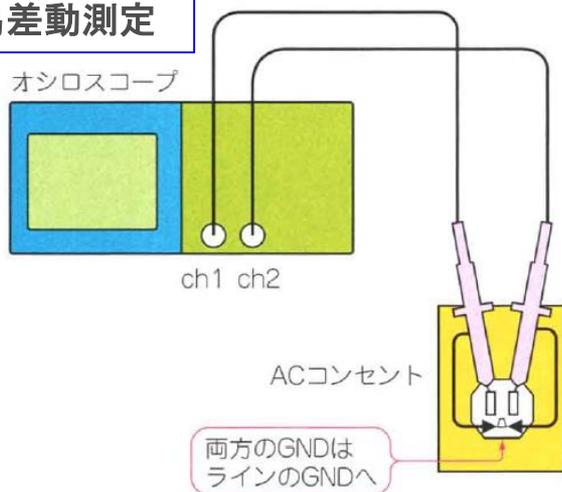


図1-1 AC電源を擬似差動測定する場合のプロープ接続

(写真1-22)を使うとうまく観測できます。

AC 100 Vを測定するには

● 注意

オシロスコープに3線式電源ケーブルが付属している場合は、安全のため必ず接地(グラウンド)を行ったうえで使用する必要があります。やむをえず3-2アダプタを使用して2線式電源に電源ケーブルを差し込む場合は、アース線を接地してください。この際、アダプタのアース線を電源端子にショートさせないように注意する必要があります。

通常、商用のAC 100 V電源は片側が0 V、もう片側が100 Vになっていますが、0 V側が

完全に接地されていないことが多いようです。一般的なオシロスコープは、電源のGNDと筐体、そしてプローブのGNDが内部で接続されています。

このため、プローブのGNDを電源ラインに接続すると、感電事故などの原因になり、非常に危険です。AC電源ラインを観測するには、フローティング測定ができるオシロスコープ(テクトロニクス社のTHS700シリーズなど)を使用するか、差動測定の必要があります。

● 差動測定

差動測定には、プローブを2本使用してオシロスコープの演算機能(MATH = ch1 - ch2)を使う擬似差動測定と、差動プローブを使う差動測定があります。プローブの特性を正確にそろえるのが難しい擬似差動測定よりも、差動プローブを使用するほうが正確な波形測定が行えます。

図1-1は、AC電源を擬似差動測定する場合のプロープ接続図です。

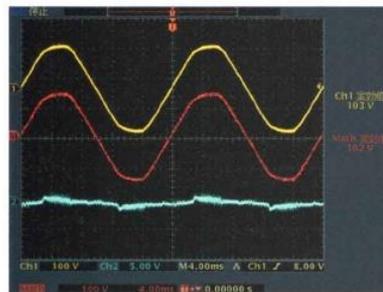


写真1-23 擬似差動測定した波形
MATH波形(赤色)=ch1(黄色)-ch2(青)

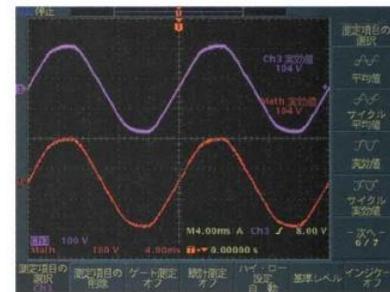
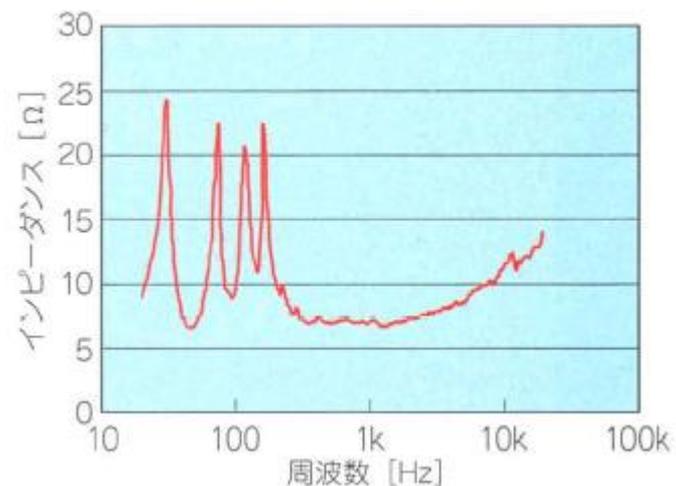
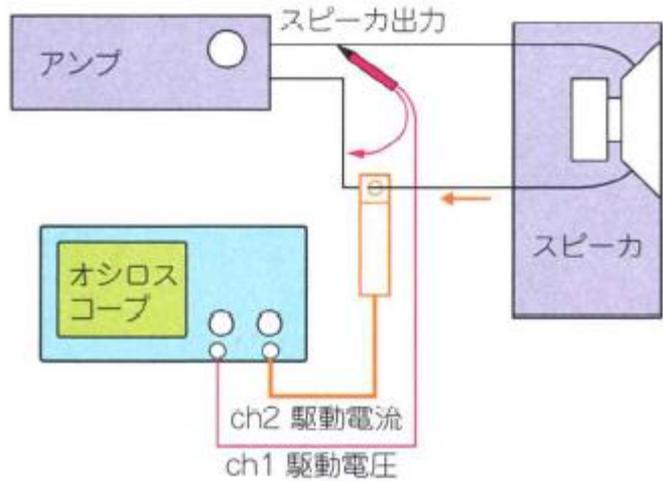
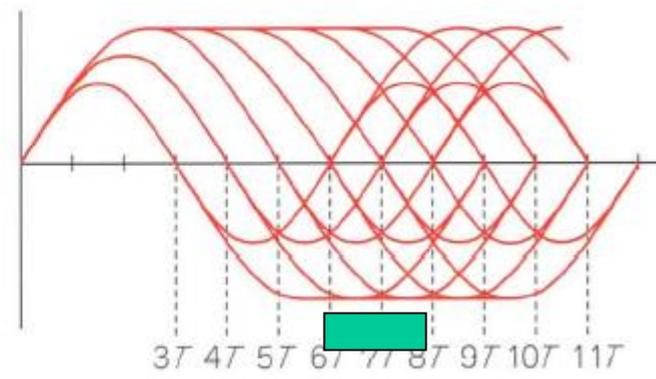
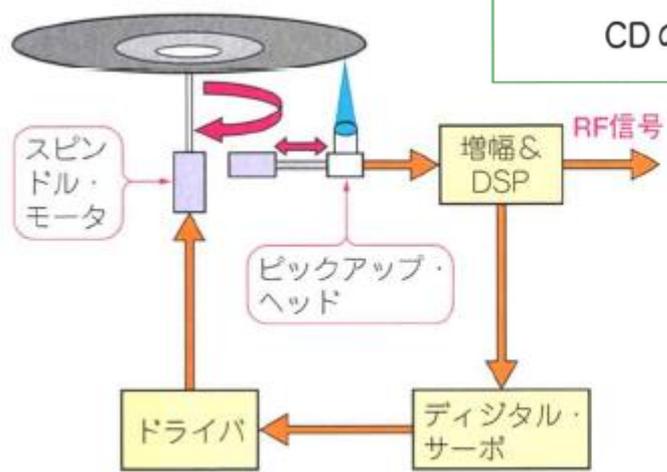


写真1-24 差動プローブと擬似差動波形の比較
差動プローブ: ch3, 擬似差動波形: MATH(ch1 - ch2)

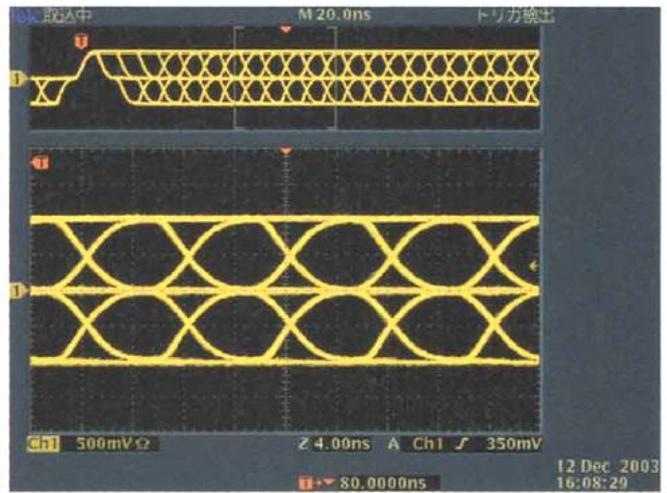
スピーカ・システムの
インピーダンス測定



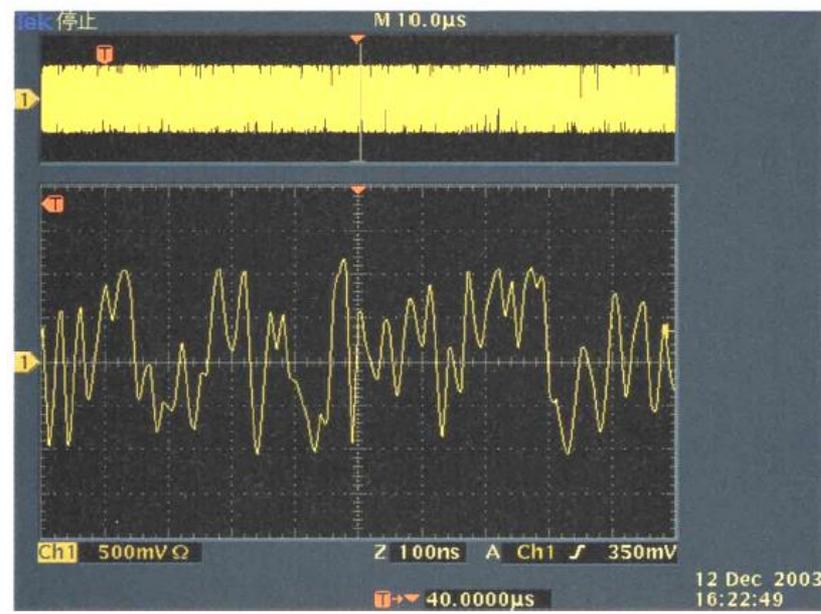
CDのジッタ測定



イーサネットの packets を観測する

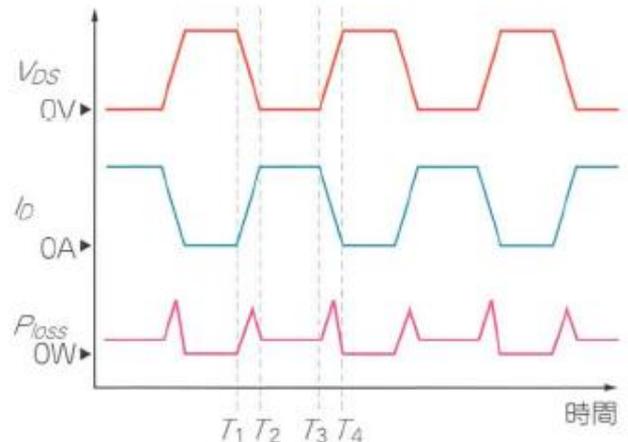
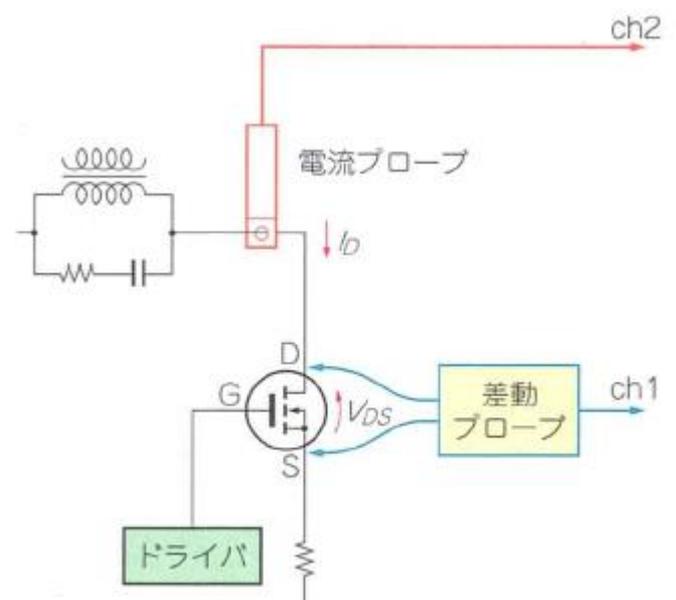


100BASE-TX の波形



1000BASE-T の波形

スイッチング損失の観測



ドレイン-ソース間電圧 V_{DS} とドレイン電流 I_D で生じる電力損失の波形

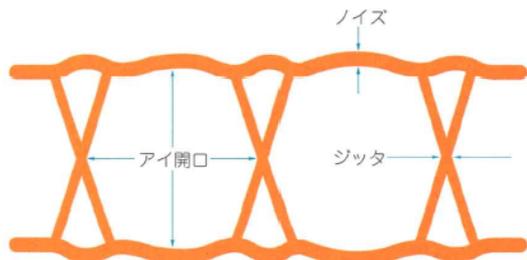


図6-1 アイ・パターンでのノイズとジッタの影響

アイ・パターンで何がわかるのか

パルス・パラメータの測定によって信号の品質を定量的に評価することができますが、測定する項目が多いので、信号の良否を判定するには必然的に時間がかかります。総合的に、しかも短時間で波形品質の良否を判定する方法として、アイ・パターン(eye pattern)があります(アイ・ダイアグラムと呼ばれることもある)。

アイ・パターンは、簡単に言えば、1ビットに相当する、極めて多数の信号波形を切り出して重ね合わせたものです。この形が目 に似ていることから、「アイ・パターン」と呼ばれます。二つの波形に囲まれた部分を「アイ・オープン」または「アイ開口」と呼び、大きいほど「1」/「0」の判定が容易になるので良いとされています。

実際の信号では、ノイズやジッタの影響で波形にばらつきが生じ、ある程度の幅をもった輝線になります。

図6-1に示すように、ノイズは振幅方向の幅になり、ジッタは時間軸方向の幅になります。この幅が大きいと、そのぶんアイ開口が狭くなるので 伝送エラーが発生しやすくなります。したがって、アイの大きさを見れば、信号伝送の品質を一目で判定することができ

ます。

各種の伝送方式ごとに、最低限確保すべきアイ開口が規定されています。オシロスコブの画面に、規格のアイを描いておき、波がそのアイ領域に入るかどうかをチェックすれば、規格に合致するかどうか判定できます。このアイ領域を「マスク」と呼んでいます。

オシロスコブには、マスクを設定したりマスク領域を侵す波形が存在するかどうか自動的に判定したりする機能を備えている種もあるので、デジタル伝送信号の品質判定には最強のツールと言えるでしょう。写真6-4のマスク・テスト例では、青色の長方形と六角形の領域がマスクで、伝送方式ごとのマスクが用意されています。また、ユーザーのマスクを作成することもできます。

アイ・パターン表示では、重ね合わせて示できる波形の数が重要です。波形ひずみ多くは統計的なふるまいをするので、受信支障をきたすほど崩れた波形は、ごくまれしか発生しません。

例えば、DVI(Digital Visual Interface)のインプライアンス・テストでは、100万回以上重ね合わせを行うよう規定されています。実的な時間で表示を行うには、DPOのような高速表示ができるオシロスコブが必須となります。

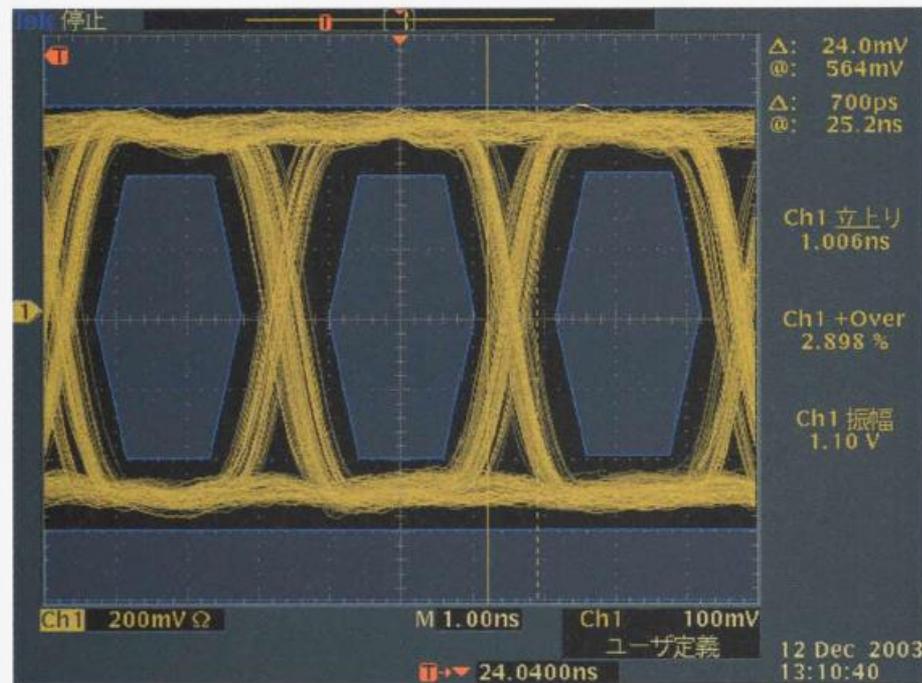


写真6-4 マスク・テストの例

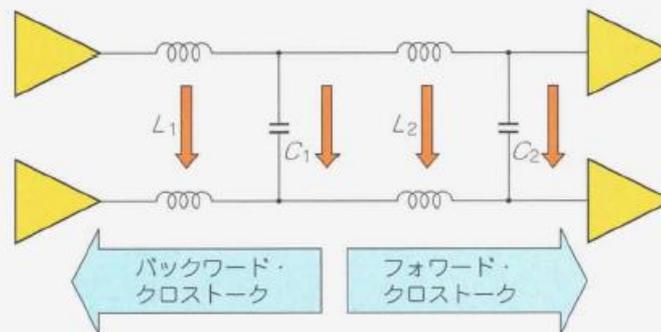


図6-2 クロストーク発生原理

オシロスコープ用語集

<ア>

- AC結合(AC Coupling) 交流成分のみを回路に結合する方法
- A/Dコンバータ アナログ信号をデジタル信号に変換する素子
A/D変換とは標本化、量子化、コード化を経てデジタル信号にすること
- ECL(Emitter Coupled Logic) ロジックICを構成する基本回路の一種
- FFT(Fast Fourier Transform) 高速フーリエ変換の意(周波数分析に利用される)
- FET(Field Effect Transistor) 電界効果トランジスタの意
- HF-REJカップリング 高周波除去結合(High Frequency Reject Coupling)
- LF-REJカップリング 低周波除去結合(Low Frequency Reject Coupling)
- IEEE 米国の電気電子技術者協会
(Institute of Electrical and Electronic Engineers)
- LSB(Least Significant Bit) 最下位のビット
- MSB(Most Significant Bit) 最上位のビット
- X-Y表示 CH1の信号を水平増幅回路に接続し、CH2の信号を垂直増幅回路に接続した時の表示(2信号の位相比較などに使用)
- アキュイジション 取込みのこと(Acquisition)
- アッテネータ 減衰器(電圧や電流を正確な比率で減衰させる素子)
- アップデート・レート =アキュイジション・レート
- アベレーシング 平均化の意(指定した回数取込んだ波形データの平均値のみを表示する機能。ランダムノイズを除去することができる)
- アナログ・リアルタイム・オシロスコープ(Analog Real Time Oscilloscope =ART)
電子ビームを掃引させることにより表示するオシロスコープ
- イクイバレントタイム・サンプリング(Equivalent Time Sampling)
=等価時間サンプリング
- インターポレーション =補間(Interpolation)
- エイリアシング 入力信号の周波数成分の2倍以下でサンプリングし時に現れる偽りの波形
(DSOのみ、DPOでは起こらない)
- エッジ・トリガ トリガタイプの1種。設定したスロープの立上りエッジ、または立下りエッジでトリガします
- エンベロープ 包絡線の意(波形データの最大値と最小値を表示する機能)
- オートセット・アップ 入力信号を検知し、電圧軸、時間軸、トリガ等の設定を自動的に設定し波形を表示する機能
- オート・トリガ 入力信号とは無関係にトリガ信号を自動的に発生させるモード

- オーバー・ドライブ ある入力許容範囲を越えて動作させること
- オシロスコープ固有の立上り時間 オシロスコープに立上り時間0秒のパルス波を入れた時の表示波形の立上り時間。
 $T_o(s) = 0.35 / f(\text{Hz})$ * f = 周波数帯域
 T_o = オシロスコープの固有の立上り時間

<カ>

- ガウシアン・カーブ 統計学に使用される正規分布の曲線
- カップリング 結合の意(入力、トリガカップリング等がある)
- キャリブレーション出力 オシロスコープから出力されている校正用の信号
(プローブの補正で使用される)
- グリッチ 非常に幅の細いひげ状の信号
- グリッチ・トリガ トリガタイプの1種。正、負または正負のいずれかの指定した時間幅以下、または以上のグリッチを検出するとトリガします
- ゲート測定 限られた領域のみを自動測定すること
- コード化(符号化) 標本化、量子化されたデータを二進数に変換すること
- コミュニケーション・トリガ トリガタイプの1種。デジタル通信信号のようなシリアルデータのパターンが設定されたパターンと一致した場合を検出してトリガをかけます

<サ>

- CRT(Cathode Ray Tube) 陰極線管(ブラウン管)
- GPIB(General Purpose Interface Bus) 8ビットの平行・インタフェース
国際規格で決められている通信手段の一種
- サイン補間 表示に必要なデータ・ポイントが足りない場合、サンプリングで得られたデータとデータの間を $\sin x / x$ を関数として演算し、データを補う方法の1つ。(他:直線補間)
- サンプル(サンプリング) 標本化の意(A/D変換するため離散的な値とすること)
- サンプル・インターバル サンプル間隔の意(サンプルするクロック信号の周期)
- サンプリング周波数 サンプルするクロック信号の周波数。サンプル・クロックが高速になるほど時間分解能は向上する
- サンプル・レート 時間軸方向のサンプリングの細かさを表わす単位
(単位: サンプル/秒)
1秒間での取込んだデータ・ポイント数で表わされる
- 実効ストレージ周波数帯域 設定した時のサンプル・レートで波形を再現できる限界周波数 (Useful Storage Bandwidth =USB)
- 実効ストレージ立上り時間 設定した時のサンプル・レートで再現できる限界の立上り時間 (Useful Storage Rise Time =USR)
- 実時間サンプリング 入力アナログ波形に対し1回の取込みで設定したサンプリング間隔に基づいてサンプリングする方式

周波数帯域 入力信号をどこまで歪になく増幅できるかという性能。通常、出力電圧が入力信号の電圧と比較して-3dB (70%)になる点の周波数までの帯域幅のことをいう

垂直分解能 電圧軸方向のサンプリングの細かさを表わす
(単位:ビット)
 n ビット $=2^n$ レベルに量子化される

ステート・トリガ トリガタイプの1種。最大3チャンネルまでのブール関数が真のときに1つのチャンネルのトランジションでトリガします

ストレージ 蓄積するの意

スムージング アベレージと同様に表示波形を平均化しノイズを取り除く機能。1回の波形取込みで数ポイントずつ移動平均するため、単発信号に利用できる。サンプリング速度が遅い時は効果を発揮せず

セットアップ/ホールド・トリガ トリガタイプの1種。クロックとデータ入力間のセットアップ時間、ホールド時間の違反を検出するとトリガします。セットアップ/ホールド時間は負の値も設定できます

セルフ・テスト 自己診断機能

掃引(Sweep) 電子ビームを左から右へ(水平方向)に移動させること

<タ>

dB(デシベル) 対数で倍率を表現した単位。2つの電力P2、P1の比 $P2/P1$ を対数で示した $\log(P2/P1)$ をベル[B]で表わすその1/10のデシベルを使うことが多い。
 $10\log(P2/P1)=$ デシベル[dB] *電圧デシベルは20log

DC結合(DC Coupling) 直流および交流成分を回路に結合する方法

TTL (Transistor-Transistor Logic) ロジック回路を構成する基本回路の一種

帯域制限(Bandwidth Limit) オシロスコープ自体の周波数帯域を(フィルタを通し)制限して使用する機能

タイムアウト・トリガ トリガタイプの1種。無信号のまま、正または負の指定した時間幅を越えるとトリガします

立上り時間(Rise Time) パルス波のベースラインからトップラインまでを100%とした時の10%から90%に到達するまでの時間

遅延掃引 観測波形のトリガ点からある時間経過した任意の1部分を拡大表示する機能

直線補間 表示に必要なデータ・ポイント数が足りない場合、サンプリングで得られたデータとデータの間を直線的に演算しデータを補う方法(他:補間)

デジタル・ストレージ・オシロスコープ(Digital Storage Oscilloscope =DSO) 入力信号をデータに変換、保存して波形表示するオシロスコープ
波形データ転送、単発波形の観測などが容易にできる

デジタル・フォスファ・オシロスコープ(Digital Phosphor Oscilloscope =DPO) DSOより高速に波形処理ができ、デジタルの利便性を持ち3次元処理により波形表示はARTのようになるオシロスコープ

デッド・タイム 1度波形を取込み後、次波形の取込みを開始するまでの時間。デジタルのオシロスコープで内部処理にかかる時間

伝播遅延時間 ロジックのデバイスゲートに入力されて出力されるまでの時間

等価時間サンプリング (Equivalent Time Sampling) 実時間サンプリングでは十分にサンプリングできない高速な信号をデジタル化するために複数回取込むことにより1つの波形を作り上げるサンプリング方式。繰り返し信号のみ有効

トランジション・トリガ トリガタイプの1種。指定された時間以下、あるいは以上の信号の正または負のエッジを検出するとトリガします

トリガ(Trigger) (銃の引き金からきた言葉)波形を表示するきっかけとなる

<ナ>

ナイキストのサンプリング定理 入力アナログ信号(サイン波)の2倍を超える周波数でサンプリングすれば元の波形に再生することができるという定理(=元の波形に再生できる周波数はサンプリング周波数の1/2の周波数まで)

ナイキスト周波数 サンプリング周波数の1/2の周波数のこと

入力カップリング 入力信号のどの成分をオシロスコープ内部に結合するかを選択する部分。通常はAC、GND、DC結合がある

<ハ>

パーセプチャル・エイリアシング 人間の眼の錯覚で起こるエイリアシングのこと

パターン・トリガ トリガタイプの1種。すべての入力チャンネルの論理的な組合せが選択した論理条件と一致あるいは不一致を指定した時間検出するとトリガします

パルス幅トリガ トリガタイプの1種。正または負のパルス幅が指定した範囲内、あるいは範囲外にあるとトリガします

ピーク・ディテクト(検出) サンプル間の最大値と最小値を捕らえて表示する機能。サンプル・レートが遅くとも通常捕らえられない高速なグリッチを捕らえることが可能

フォスファ(Phosphor) 蛍光体のこと。フォスファにより3次元表示を可能とする

プリトリガ トリガ以前の現象

ポイント メモリ長の単位

ポストトリガ トリガ以降の現象

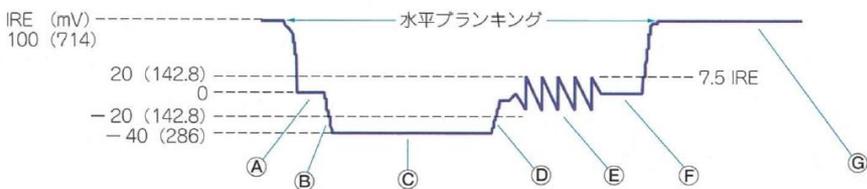
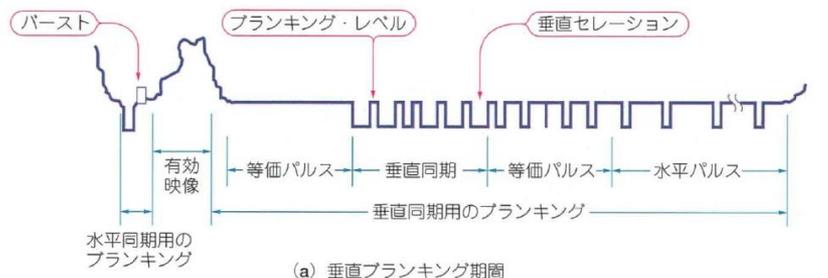
補間(Interpolation) 表示に必要なデータ・ポイント数が足りない時に演算してデータを補う機能のこと(サイン補間、直線補間)

<マ>
 マイクロプロセッサ・・・ソフトウェアに基づいて制御及び処理を行うLSI
 メモリ長・・・データを記録(蓄積)できる量

<ヤ>
 USB(Useful Storage Bandwidth)・・・実効ストレージ周波数帯域
 USR(Useful Storage Rise time)・・・実効ストレージ立上り時間

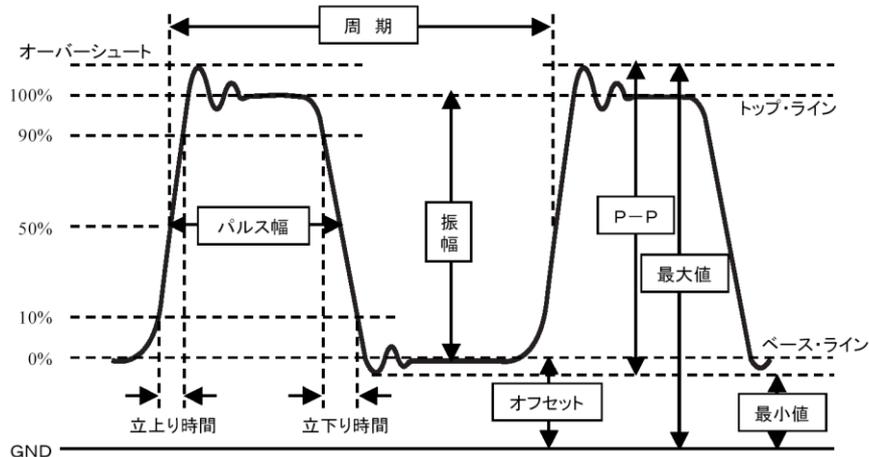
<ラ>
 ラント・トリガ・・・トリガタイプの1種。2つのスレッシュホールドの片方を横切ってから残りの一方を横切る前に、最初に横切ったスレッシュホールドを再度横切った、指定した幅のパルスを検出するとトリガします
 リアルタイム・サンプリング・・・実時間サンプリング (Real Time Sampling)
 リファレンス・メモリ・・・波形データを保存しておくメモリのこと

ビデオ信号、同期パルス



- (A) : フロント・ポーチ (1.5 μs)
- (B) : 水平同期信号のリーディング・エッジ
- (C) : 水平同期信号 (4.5 μ ~ 5.0 μs)
- (D) : 水平同期信号のトレーリング・エッジ
- (E) : カラー・バースト信号 (3.579545MHz)
- (F) : バック・ポーチ (4.76 μs)
- (G) : 白レベル (100 IRE)

波形パラメータ



ベース・ライン・・・信号の下のレベルで安定しているところ(0%)
 トップ・ライン・・・信号の上のレベルで安定しているところ(100%)
 振幅・・・ベース・ラインからトップ・ラインまでの電圧
 オフセット・・・GNDレベルからベース・ラインまでの電圧
 立上り時間・・・振幅の10%から90%に達するまでの時間
 立下り時間・・・振幅の90%から10%に達するまでの時間
 周期・・・振幅の50%を基準にして、次の繰り返しの同一ポイントまでの時間(周波数=1/周期)
 パルス幅・・・振幅の50%から50%までの時間(正・負あり)
 最大値・・・GNDから信号の一番高い電圧までの値
 最小値・・・GNDから信号の一番低い電圧までの値
 P-P・・・=Peak to Peak
 最大値から最小値を引いた電圧値

パート1

- ▶ オシロスコープ
- ▶ 性能に関する用語

用語テスト 左の欄の用語を正しく表す説明文を、右の欄から選んでください。

用語	説明
1. アクイジション	A 電位差の単位。
2. アナログ	B A/D コンバータの精度をビット単位で表した性能値。
3. 周波数帯域	C 信号周期上の各点の角度を表す用語。
4. デジタルフォスファ	D 波形信号が1秒間に繰り返す回数。
5. 周波数	E 波形信号が1サイクル終わるのに要する時間。
6. グリッチ	F 保存されたデジタル値で、ディスプレイ上の特定の時点における信号の電圧を表すために使用される。
7. 周期	G 立上りエッジ、幅、立下りエッジを持つ一般的な波形。
8. 位相	H パルスの立上りエッジ速度を表す性能測定値。
9. パルス	I 掃引のタイミングを調整するオシロスコープ回路。
10. 波形ポイント	J 回路の間欠的なスパイク。
11. 立上り時間	K オシロスコープで測定された1回しか起こらない信号。
12. サンプルポイント	L A/D コンバータでサンプルポイントを収集、処理、メモリに記憶する一連のオシロスコープの処理。
13. デジタルストレージ	M 値が連続的に変化するもの。
14. 時間軸	N リアルタイムで信号の3次元情報を取込むことができるデジタルオシロスコープ。
15. トランジェント	O シリアル処理機能を備えたデジタルオシロスコープ。
16. A/D コンバータの分解能	P -3dB 点までの正弦波周波数帯域。
17. ボルト(電圧)	Q 波形ポイントを計算し、表示するために使用される、A/D コンバータの生データ。

パート1

▶ オシロスコープ

▶ 性能に関する用語

アプリケーションに関する問題

各番号の問いに対して、正しい答えに丸をつけてください。ただし、正しい答えは1つだけとは限りません。

1. オシロスコープを用いてできること

- 信号の周波数を計算する。
- 欠陥がある電気部品を見つける。
- 信号を詳細に解析する。
- AからCのすべて。

2. アナログ・オシロスコープとデジタル・オシロスコープの違い

- アナログ・オシロスコープにはスクリーン上にメニューがない。
- アナログ・オシロスコープは、測定電圧を直接ディスプレイ・システムに加え、一方、デジタル・オシロスコープは測定電圧をいったんデジタル値に変換する。
- アナログ・オシロスコープはアナログ値を測定し、デジタル・オシロスコープはデジタル値を測定する。
- アナログ・オシロスコープにはアキュイジション・システムがない。

3. オシロスコープの垂直部の機能<

- A/Dコンバータを使って、サンプル・ポイントを取り込む。
- 水平軸掃引を開始する。
- ディスプレイの輝度を調節する。
- 入力信号を減衰または増幅する。

4. オシロスコープの時間軸調整の機能

- 垂直スケールを調節する。
- 現在の時刻を示す。
- 画面の横幅が表す時間を設定する。
- プローブにクロックパルスを送る。

5. オシロスコープの画面に表示されるもの

- 垂直軸に電圧、水平軸に時間を表示する。
- 対角線方向の直線的なトレースは、電圧が一定の割合で変化していることを意味する。
- 水平の一直線のトレースは、電圧が一定であることを意味する。
- AからCのすべて。

6. 繰り返す波形が持つ性質

- Hzで表示される周波数
- 秒で表示される周期
- Hzで表示される周波数帯域
- AからCのすべて

7. オシロスコープを使ったコンピュータ内部の測定で観測できる信号

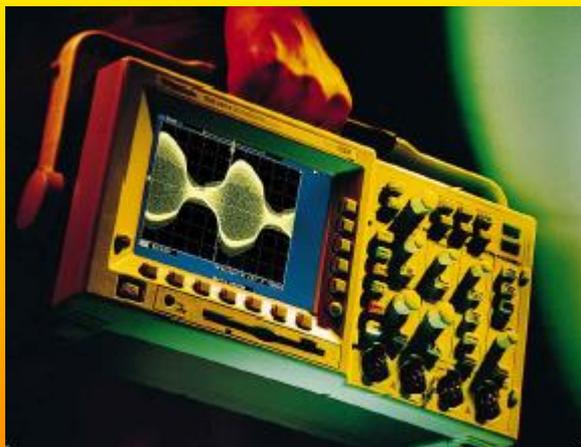
- パルス列
- ランプ波
- 正弦波
- AからCのすべて

8. アナログ・オシロスコープの性能の評価する場合に、考慮する事項

- 周波数帯域
- 垂直軸感度
- A/Dコンバータ分解能
- 掃引速度

9. DSO (デジタル・ストレージ・オシロスコープ) と DPO (デジタル・フォスファ・オシロスコープ) の違い

- DSOの方が周波数帯域が広い。
- DPOはリアルタイムで3次元の波形情報を取込む。
- DSOにはカラー・ディスプレイが付属する。
- DSOの方がより詳細に信号を取込める。



用語テスト 左の欄の用語を正しく表す説明文を、右の欄から選んでください。

用語	説明
1. ___ アベレージモード	A オシロスコープとプローブが、テスト対象回路と相互作用を起こし、信号に歪みを生じさせること。
2. ___ 回路負荷	B 電流をグラウンドへ逃がす導体。
3. ___ 補正	C デジタルオシロスコープのサンプリングモードの1つで、できる限り多くの信号サンプルを収集し、必要に応じて補間を行って、波形を表示する。
4. ___ カップリング	D デジタルオシロスコープのサンプリングモードの1つで、各繰返し波形から少しずつ情報を取り込み、繰返し波形の全体像を構成する。
5. ___ アース・グラウンド	E 音、圧力、歪み、輝度などの特定の物理量を電気信号に変換する機器。
6. ___ 等価時間	F 信号を回路に流すためのテスト機器。
7. ___ 目盛	G デジタルオシロスコープで、表示信号のノイズを除去するために使用される処理技法。
8. ___ 補間	H 2つの回路を接続する手法。
9. ___ リアルタイム	I いくつかのサンプルポイントから高速な波形を構成するための、「ポイントを結ぶ」処理技法。
10. ___ 信号ゼネレータ	J オシロスコープトレースを測定するための画面上のグリッド線。
11. ___ 単掃引	K トリガモードの1つで、掃引を1回だけ行い、さらにトリガイイベントを実行するには、リセットする必要があるもの。
12. ___ トランスデューサ	L 10Xアッテネータプローブとオシロスコープの電気的特性の整合をとるためのプローブ調整。

11. オシロスコープを使って行える最も基本的な2つの測定

- a. 時間と周波数の測定
- b. 時間と電圧の測定
- c. 電圧とパルス幅の測定
- d. パルス幅と位相差の測定

12. V/div を 0.5 に設定した場合、スクリーン (8 × 10 目盛と仮定して) 上で表示できる最大の信号

- a. 62.5mVp-p
- b. 8Vp-p
- c. 4Vp-p
- d. 0.5Vp-p

13. s/div を 0.1ms/div に設定した場合、スクリーンの横幅で表示できる時間

- a. 0.1ms
- b. 1ms
- c. 1s
- d. 0.1kHz

14. 通常、パルス幅の測定を行う位置は

- a. パルスのピーク間電圧の10%
- b. パルスのピーク間電圧の50%
- c. パルスのピーク間電圧の90%
- d. パルスのピーク間電圧の10%と90%

15. テスト対象回路にプローブを接続したところ、スクリーンには何も映りません。この場合の対処方法

- a. スクリーンの輝度が十分であるか確認する。
- b. オシロスコープの設定が、プローブが接続されているチャンネルを表示するように設定されているか確認する。
- c. ノーマルモードでは何も表示されないことがあるので、トリガモードをオートモードに設定する。
- d. 電圧値の大きなDC信号はスクリーンの上下からはみ出してしまうので、垂直入力カップリングをACに設定して、V/divを最大値に設定する。
- e. プローブがショートしていないか、また適切にグラウンドされているかを確認する。
- f. オシロスコープが、使用している入力チャンネルをトリガするように設定されているかを確認する。
- g. AからFのすべて。



本日は当セミナーへご参加
くださりまして、ありがとうございました

皆様方のお仕事等に、お役に立て
るよう、これからも努力精進して行く所存です

引き続き、私共計測器販売店へのご支援・
ご指導を賜りたく、よろしくお願い申し上げます

2010-1-23
関係者一同

信号発生ボードの説明

1. 電源はACアダプタか9V乾電池を使用してください。約1時間後に自動で電源が切れます。
2. プローブを接続する際は、必ず近くのグランド(GND)も接続してください。
3. 接続はプローブのグランド・リードを初めに配線し、次に先端を測定ポイントに配線します。
4. 実習時、プローブ接続ポイントは基板上的番号となります。(例: TP2は②)
5. TestPoint (TP) A, Bはフックチップを外して、先端のピンをポイントにあててください。
6. 回路ボード・コネクタの金属部分はグランドです。フックチップを外して先端のピンを上からさせば、グランド・リードを使わずに(短いグランドで)信号も同時にとることができます。

