

# タイムインターバルアナライザ TA520

## Time Interval Analyzer TA520

岩坪 正勝<sup>\*1</sup> 新免 恵三<sup>\*1</sup>  
 IWATSUBO Masakatsu SHIMMEN Keizo  
 佐野 強<sup>\*1</sup> 内田 伸<sup>\*1</sup>  
 SANO Tsuyoshi UCHIDA Shin

測定分解能25 ps, 内部ジッタ100 psrms, 連続測定サンプリングレート43 MS/sのタイムインターバルアナライザTA520を開発した。この測定器はTA320の上位にあたるもので、高分解能, 高サンプリングレートだけでなく、内蔵プリンタやHDDも搭載した。さらに成長著しい光ディスク市場での開発効率アップに貢献できるような符合間干渉解析機能なども盛り込んでいる。

The newly developed Time Interval Analyzer TA520 features a time resolution of 25 ps, 100 psrms internal jitter, and a continuous sampling rate 43 MS/s. The analyzer is an enhanced version of the TA320, now equipped with an internal printer and HDD in addition to a high resolution and high speed sampling rate. Extra functions such as ISI (Inter-Symbol Interference) analysis have been added to match the increasing development efficiency of the rapidly developing optical disk market.

### 1. はじめに

従来機種のタイムインターバルアナライザTA320は小型軽量のコンセプトが受け入れられ、DVDを始めとする光ディスク市場をメインにかなりの数が採用されている。しかしながら、成長著しい光ディスク業界では新しい規格のディスクが次々と開発され、容量の高密度化に伴い、信号の高速化とともにジッタの低減が図られている。このような新しい規格に対応すべくサンプリングレート43 MS/s, 内部ジッタ100 psrms以下のTA520を開発した(図1)。データサンプリングはTA320と同様、測定休止時間がない連続測定を実現している。

基本的な測定方法は従来と同じT/V(時間/電圧)変換方式(1)であるが、サンプリングレートを上げるため高速の端数切り出し回路を開発し、データアキュジション系は8回路のインターリーブを用いた。

また、光ディスク市場での導入を念頭に置いているので、デジタル変調の解析に便利な機能も盛り込んでいる。

### 2. 内部構造と測定原理

#### 2.1 内部構造

図2にTA520のブロック図を示す。

測定信号は、入力端子chA, chBに入力され、入力カッ

プリング(AC/DC)及び入力インピーダンス(50 / 1 M)のパスを通り、入力アンプで低インピーダンス信号に変換される。これらの信号は、各コンパレータでトリガ電圧に応じて2値信号に変換される。また、入力アンプからの出力信号は、モニタ信号としてモニタ出力端子から出力される。

コンパレータ出力信号は、信号マルチプレクサで測定ファンクション(周期測定、パルス幅測定、AtoB測定など)に対応した2値信号が選択され測定制御回路に入力される。測定制御回路は、イベント数、ゲート時間、外部

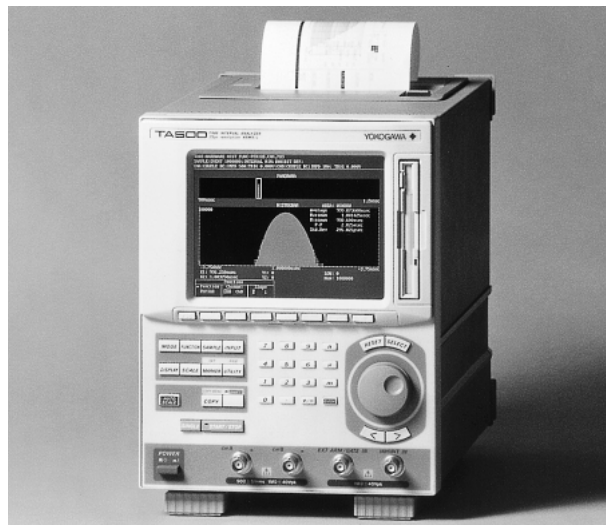


図1 TA520の外観

\*1 テスト&メジャメント事業部 開発2部

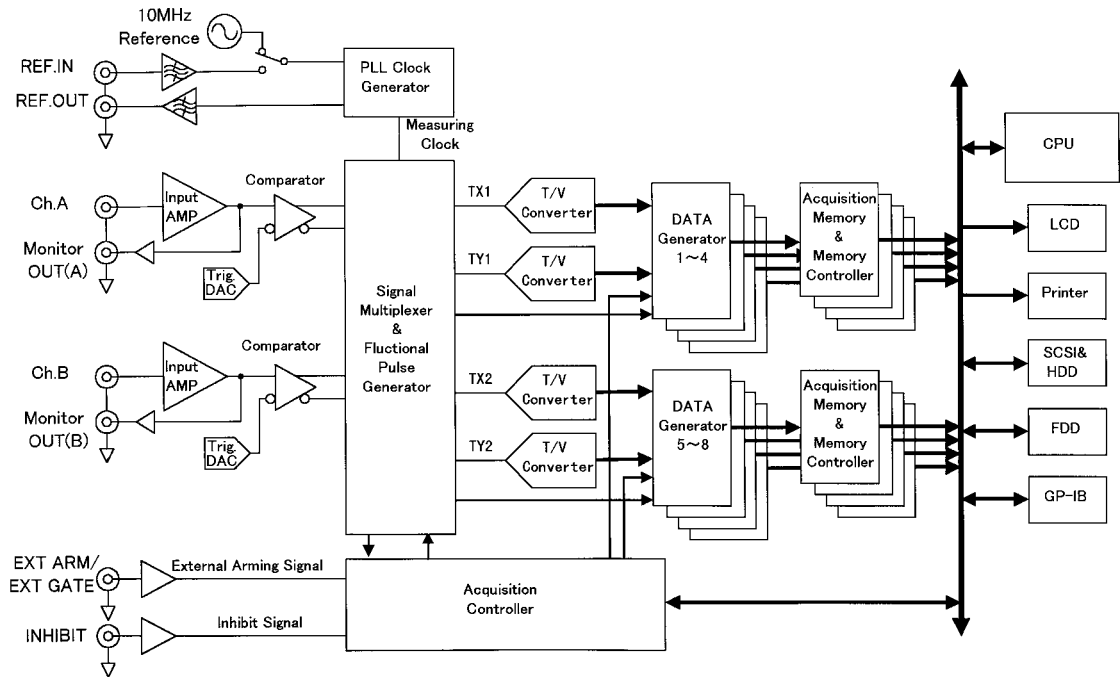


図2 TA520ブロック図

からのアームング信号やインヒビット信号によって測定の制御を行い、測定信号に応じた端数パルスを生成する。TA520では4系統2組のT/V変換回路ユニットをもち8系統のデータ生成回路を交互に動作させ43MHz連続測定を可能にしている。

タイムスタンプモードでは測定値とタイムスタンプデータ(経過時間)がアキュイジションメモリに取り込まれる。

ハードヒストグラムモードでは測定値の度数(発生個数)データのみがアキュイジションメモリに取り込まれる。

取り込まれたデータは、メモリコントローラによってCPUに読み込まれ、統計演算のデータとして使用されたり、解析結果がLCDに表示される。またCPUはFDD、HDD、SCSIとのデータのやり取りを行い内蔵プリンタへの出力を受け持つ。

端数切出しの基準クロックはVCO(Voltage Controlled Oscillator)にて312.5MHzを発生し、内部の温度補償された水晶発振器の信号とPLL(Phase Locked Loop)を構成している。外部リファレンス入力端子を備えており、内蔵の水晶発振器を使用するか、外部からの信号を使用するか選択できる構成となっている。また内蔵の水晶発振器の出力はリファレンス出力として出力されている。

2.2 測定原理

測定は、測定ファンクションに応じて、被測定信号の

スロープの上がりエッジまたは立下がりエッジ間の時間を基準クロックでカウントしている。しかし、一般に被測定信号と基準クロックは非同期なので、基準クロックではカウントできない時間(基準クロック周期より短い時間)が発生する。この端数時間は、測定の始まりエッジと終りエッジのところに存在する。

被測定信号のパルス幅をT、クロックの周期を $t_0$ 、端数時間を $T_a$ 、 $T_b$ とすると、Tは下の式で表すことができる。

$$T = N \cdot t_0 + (T_a - T_b) \dots \dots \dots (1)$$

実測する端数時間は基準クロックの1周期分の時間を加えたパルス信号(端数パルス信号)を発生させ、T/V変換を行う(図3)。端数時間 $T_a$ 、 $T_b$ の間は、定電流回路が

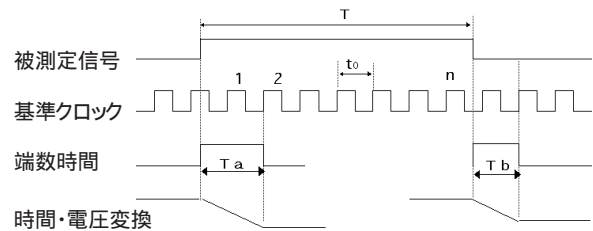


図3 T/V変換による測定原理

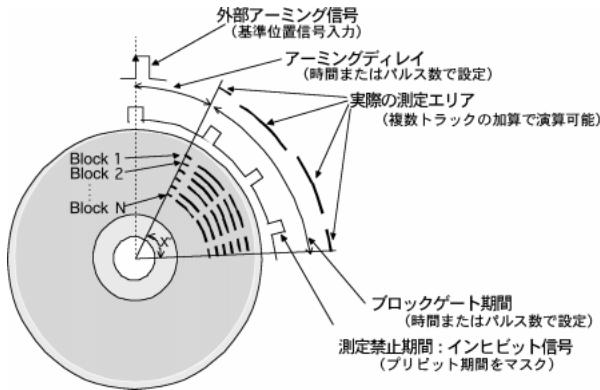


図4 DVD RAMの複数トラックデータ解析

らコンデンサに充電する。充電された電圧値が端数時間に相当することになる。そして、充電された電圧信号をA/D変換器でデジタル値に変換する。基準クロックのカウント値と端数時間は、加算器によって加算されるが、(1)の演算を受け持つデータ生成回路を8系統もちインターリーブすることで、43 MS/sの高速サンプルを実現している。

TA520では基準クロックを312.5 MHz (=3.2 ns)としている。端数時間の計測に使用するA/D変換器の有効ビット数を7とすると3.2 ns/2<sup>7</sup>=25 psとなり分解能は25 psとなる。基準クロック3.2 nsをカウントするためと高速の端数パルスを発生するためにBiCMOSのゲートアレイを使用した。

2.3 主な機能

TA520で新たに搭載した光ディスク解析に有効な解析機能について説明する。

(1) ブロックサンプリング機能

測定ブロックを最大1000ブロック定義し、ブロックごとの統計演算または総ブロックのヒストグラム加算値から統計演算を行えるようにした。バースト状に発生するパルス信号を捕捉、測定するのに便利な機能である。ブロックの大きさ及びブロック間隔は、時間または入力イベント数で定義する。

DVD-RAMメディアの評価の1つに、ディスクの指定角の複数トラックデータ解析がある(図4)。従来の外部アーミング機能(サーボ系インデックス信号)、アーミングディレイ機能(時間または入力イベント)、インヒビット機能(データとプリピットの分離)及び今回のブロックサンプリング機能(X°のブロックゲート時間と360°-X°のブロック時間間隔、ブロック数N)を用いてこの解析を簡易に行うことができる。ブロック(トラック)ごとの測定データはヒ

$$\text{Measured T} = \frac{T_c(\text{クロック総時間})}{1024}$$

$$\text{Estimated T} = \frac{T_m(\text{測定トータル時間})}{N(\text{パルス数})} \div \alpha(\text{係数})$$

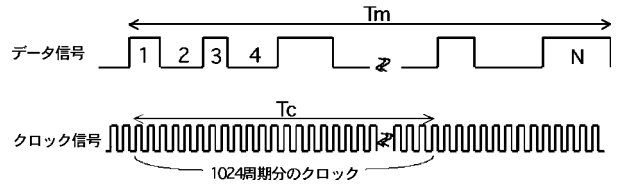


図5 Measured T方式とEstimated T方式

ストグラム情報として加算され、最大10<sup>9</sup>個までのデータのジッタ解析を行うことができる。

(2) オートウィンドウ機能

近年のCD-ROMの高速化により、スピンドルモータの制御方式も変わってきている。8倍速以上のCD-ROMはCAV方式(Constant Angular Velocity:角速度一定)が用いられる。CAVでは角速度一定なので、ディスクの内周と外周で線速度が異なるため、データのサンプリングクロックが内外周で変わってしまう。このため、測定する符号長が内周と外周で異なりジッタ測定に必要なクロック(=T)の算出が困難になってきている。一般にクロック周期Tの整数倍のパルス幅になる光ディスクの信号では、各パルス幅(符号長)ごとにデータを解析する必要がある。TA520のオートウィンドウ機能はこのサンプリングクロックを計測、推定することによって、符号長ごとのウィンドウを自動設定する。オートウィンドウ

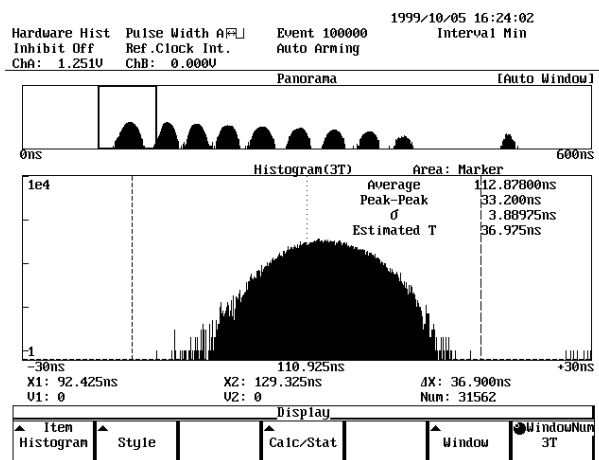


図6 Estimated Tによるオートウィンドウ

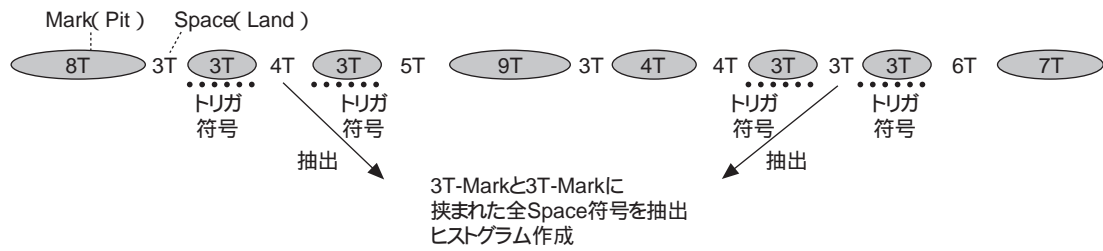


図7 Betweenトリガによる符号間干渉解析

にはMeasured T方式とEstimated T方式がある。Measured T方式ではデータ測定と同時にクロックを1024周期分時間測定をし、その平均値からクロックを算出する。Estimated T方式は測定トータル時間と変調方式(DVDはEFM+変調(Eight to Fourteen Modulation Plus: 8-16変調))で決まる係数からクロックを推定する(図5)。Estimated T方式によるData-to-Dataジッタ測定の結果を図6に示す。

(3) ISK 符号間干渉解析機能

CD-R/RWをはじめとしてDVD-R/RW, DVD-RAMなどの書き込み系光ディスクのドライブ、メディアの評価用にISI解析機能を搭載した。

ISK(Inter-Symbol Interference)とは、ディスクへの符号書き込み時のレーザ熱拡散による符号間の干渉である。

高速化、多様化するディスクに正確に符号を書き込むためのレーザパワー制御(ライトストラテジ)は複雑なものとなっている。従って、ある長さの符号に着目した時、前後の符号がどのように影響を受けるかどうかを解析することは大変重要である。

TA520では着目する符号をトリガと定義し、次のような3つの符号トリガ機能を設けた。

- ・ Singleトリガ  
指定した符号長の前後のデータを解析
- ・ Combinationトリガ  
指定した連続する符号長の前後のデータを解析
- ・ Betweenトリガ  
指定した2つの符号長の間に挟まれるデータを解析  
Betweenトリガで3Tマーク(クロックの3倍の符号長データ)と3Tマークに挟まれるデータの符号干渉解析(図7)の表示結果を図8に示す。この表示でバックグラウンドは全データの度数分布、重ね書きされたものは該当抽出データの度数分布を表す。下部には平均値、ジッタ値などの統計値リストが表示される。

3. ファームウェア

デジタルオシロスコープDL4100, DL1500で使用されたメニュー系クラスタライブラリを再利用/改良することによって、横河製品としての操作の一貫性を持たせた。

また、このクラスタライブラリ実装のためのPCツール(メニューシミュレータ, メニュービルダ)を作成した。これを利用することによって、ハードウェア設計との並行開発を実現するとともに、メニューの実装効率を大幅に向上することができた。これらのツールはデジタルIQ信号発生器VB2000, パワーアナライザPZ4000, デジタルオシロスコープDL7100などの新製品でも利用され、異機種間の操作系の統一と設計効率改善の面で有用であった。

4. おわりに

以上、タイムインターバルアナライザTA520の構成、と主な機能等を紹介した。本製品は高速化する光ディスク分野でのメディア、ドライブ、ピックアップ等の評価だけにとどまることなく、その豊富な機能を生かし、幅広い活躍が期待出来る製品であると考えている。

参考文献

- (1) 片野強, 他, "タイムインターバルアナライザTA320" 横河技報, vol. 41, no. 1, 1997, p. 15-18

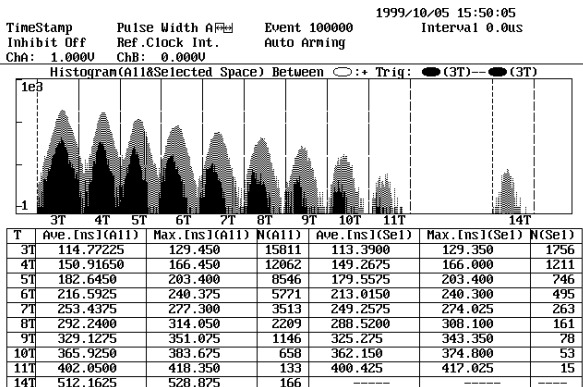


図8 符号間干渉解析結果表示