

デジタル・オシロスコープを用いた 光ディスク評価技術

—辻 嘉樹—

はじめに

昨今DVDを中心に光ディスクの研究開発が目まぐるしく進んでいます。光ディスクには、大きく分けるとCD(Compact Disk)のように光だけを使うCDファミリと、MO(Magneto Optical Disk)のように光と磁気を用いるMOファミリの二つの流れがあります。しかしながら、いずれのファミリも大容量/高速化への要求が強いのはまったく同じです。

たとえば、MOファミリでは、従来の128/230Mバイトにかわって、ISO規格に基づいた640Mバイトのもの(富士通)や、HS規格による650Mバイトのもの(ソニー)が発表されています。いっぽうCDファミリでは、CD-ROMとの互換性を持たせた640MバイトのPD(相変化記録方式光ディスク、松下電器産業)が発表されています。また話題のDVDは、

CDの流れをくむ光ディスクで4.7Gバイトのものが発表されようとしています。

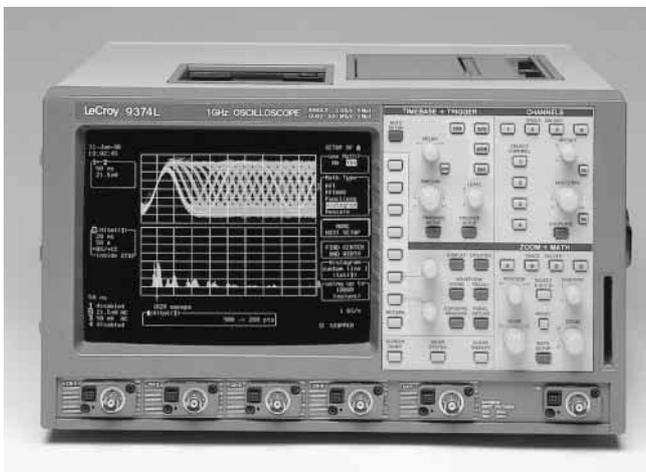
このようにマルチメディアに対応して大容量化が急速に進んでいる光ディスクですが、研究/開発の立場からは、新たな問題にチャレンジし続けなければならないというジレンマがあります。

たとえば、音楽CDやCD-ROMのようにすでに一般化された技術の場合には、専用の評価装置を利用することもできますが、DVDのように未知の機器の開発では、専用機を利用することは困難です。そこで、複数の汎用計測器を用いて測定/評価を行うことになるわけです。一般的にこうした光ディスクの評価では、信号をシリアル・データ転送とみなし、TIA(Time Interval Analyzer)を用いて行われるタイミングの計測が重要視されています。特に高密度化、高速化が進むにつれ、ジッタ量に対する要求が厳しくなるので、より高分解能・高精度のタイ

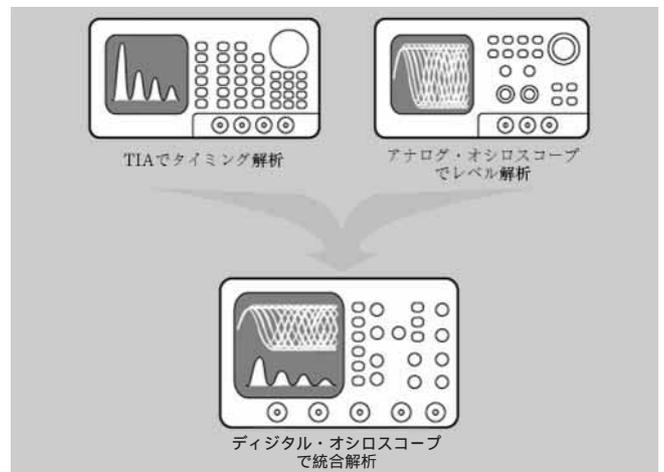
ミング測定が求められることとなります。また、信号評価にはレベルの計測も重要なファクタなので、通常アナログ・オシロスコープによるレベル測定が行われます(図5.1)。

しかし、こうした測定における計測量は、基本的にオーバ・オールの値を示します。機器の品質評価にはこうしたデータは非常に有用なのですが、不良解析には十分ではないことがよくあります。それはこうしたデータには不良箇所の特定のために必要な位置情報が含まれていないからです。また、タイミング計測とレベル測定の間に関連がとれないのも不利です。そこで、こうした種々の測定を統合的に実行する計測器の出現が待ち望まれていました。

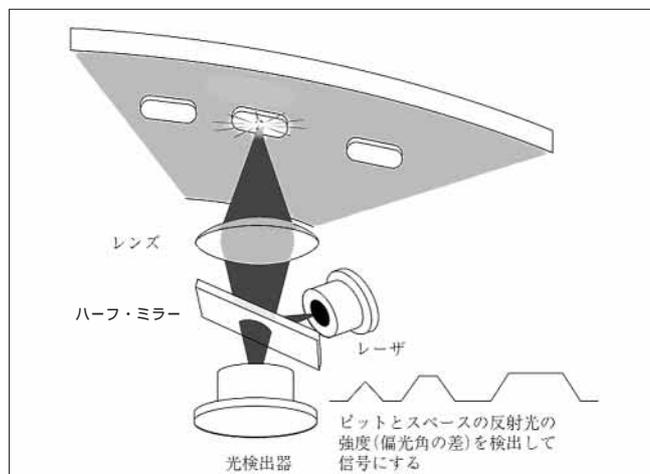
ここでは、こうした要望に応えるデジタル・オシロスコープ(写真5.1)をベースとした光ディスク評価技術を紹介し



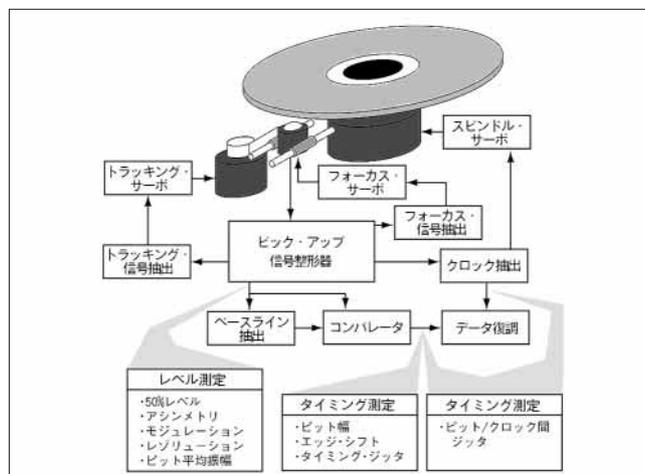
〔写真5.1〕 デジタル・オシロスコープの外観



〔図5.1〕 デジタル・オシロスコープを使った統合的な解析



〔図5.2〕光ディスクのデータ検出方法



〔図5.3〕光ディスクの測定項目

光ディスクの測定

光ディスクにおいては、CDファミリもMOファミリも、レーザを記録媒体に当て、その反射光を光検出器を用いて検出することになります。CDファミリではデータの検出を反射光の強度の違いで、MOファミリでは、反射光の偏向角の違いを用いることが異なるだけで、信号の形は大きくは変わりません(図5.2)。本稿では、説明が簡単なようにCDの信号を例にとって説明を続けたいと思います。

データ読み取りのタイミングの基準となるリード・クロックは、他の記録装置と同様にPLLを用いてデータ自身から復調されます。したがって、データの記録の際には、変調がかけられることになります。CDにおいてはEFM(Eight to Fourteen Modulation)が採用され、連続する0の長さが最小2、最大10に制限され、PLLによる安定なクロックの再生を保證しています。なおDVDでは、このEFM方式に手を加えたEFM+と呼ばれる変調方式が採用されています。

CDにおいては記録密度が外周でも内周でも一定になっています。ハード・ディスクのように回転数を一定にすると、外周がクロックの周波数より高くなってしまいます。したがって、線速度が一定(CLV: Constant Linear Velocity)になる

ように、このPLLによる再生クロックの周波数を見ながらディスクの回転数を制御(スピンドル・サーボ)しています。この再生クロックの周波数安定度をみることで、スピンドル・サーボの性能がみられることとなります。また、EFMの規格上、データ信号はクロックの3倍から11倍のパルス幅の信号になるため、これらのパルス幅が正確に再現されているかどうか装置の特性評価になります。さらに、データのエッジが再生されたリード・クロックのタイミングで検出されるので、データのエッジとクロックのエッジのズレが直接的にエラー・レートに影響します。

記録装置の評価は最終的にエラー・レートの高で行われるので、こうしたタイミングのズレやジッタの計測が極めて重要となります。また、ピックアップからの再生信号は帯域が制限されるため、比較的緩やかなエッジを持ち、短いパルスはむしろ正弦波に近い形になります。装置内部ではこの波形をコンパレータを通して矩形波に整形していますが、スライス・レベルを正しく設定しなければ、エッジのタイミングに誤差が生じます。したがって、ピックアップ系の伝達特性や、レベル変動なども重要な測定項目となります。こうした多岐にわたる信号の評価(図5.3)をデジタル・オシロスコープを用いて統合的に行う方法をみてみましょう。

必要なDSOの基本性能

CDの信号波形をデジタル・オシロスコープを用いて正確に捉えることが前提となります。まず、サンプリング速度を考えてみましょう。1倍速であればクロックの周波数が4.3218MHz、8倍速ならば34.5744MHzとなり、その10倍以上である500Mサンプリング/sが一つの目安となります。

アナログ・バンド幅は、再生系のカット・オフ周波数が1倍速で1.44MHz、8倍速であっても11.52MHzであり、再生信号を観測するにはあまり広い帯域を必要としません。しかし、コンパレータ以降の整形された波形は急峻なエッジを持つため、これらの信号の観測にはより広い帯域が求められます。3nsのエッジを2%程度の誤差で測定しようとするなら、500MHz以上のバンド幅は確保したいところです。

トリガ機能は、後で示すようなパルス幅や周期を識別するトリガ機能が有効です。不良解析を行うには、長時間の波形捕捉が必要になります。仮に500Mサンプリング/sで16msの信号を補足しようとする、8Mワードのメモリ長が必要になります。

ここまで、期待されるデジタル・オシロスコープの基本性能を列挙してみましたが、次は実際の信号解析をみてみましょう。