

測定要素技術開発の取り組み

Initiatives in the Technological Development for Measuring Instruments

中 條 孝 一^{*1}

CHUJO Koichi

測定器の開発にあたって、その中でも特にコアとなる技術は先行的に獲得する必要がある。市場ニーズに応える測定ソリューションを提供するために、取り組んでいる測定要素技術開発の最近の状況について述べる。

When developing measuring instruments, it is essential that special priority be given to the development of core technologies. This paper outlines the latest efforts being made in the technological development for measuring instruments to provide measurement solutions that meet market needs.

1. はじめに

筆者が測定器の開発に携わるようになったのは1979年であるが、それから今日に至るまでの半導体技術の進歩、情報機器の急伸長、家電、産業機器、通信、放送などエレクトロニクスの急速なデジタル化、および自動車の電子化などの大きな流れの中で、それらと深く関わりを持って来た。

この大きな変化は、産業のマザーツールと言われる各種の測定器に対しても、違うことなくデジタル化を押し進めた。測定器の基本的な構成としては、測定対象から信号を検出してAD変換器でデジタル信号に変換した後、演算処理、記憶、表示、通信を行う(図1)。

このうち、デジタル処理の部分はデジタルICと半導体メモリの高速化と大規模/大容量化により、大容量の測定データを捕獲して高速に処理し表示、転送することが可能となり、今後さらに強化することが可能と思われる。

一方で、アナログ信号処理技術は依然として重要である。測定器に限らずさまざまなエレクトロニクス機器のデジタル化の中においてもアナログ技術は必要であり、その重要性はさらに増している⁽¹⁾。後で述べるデジタルオシロスコープは、デジタル技術により大きく発展したが、我々はこれに必要な各種のアナログ技術の開発に継続的に取り組んでいる。

ここでは、通信市場に向けた最新の測定技術開発の取り組み例として、光位相変調信号の測定技術、および予防保全の観点から構造物のヘルスマonitoringに応用が期待される光ファイバセンシング技術の開発について紹介

する。

2. デジタルオシロスコープの測定技術

当社ではデジタルオシロスコープを1980年台後半から開発を開始し、ロングメモリーと高いコストパフォーマンスを特長として市場参入した。近年はこれに加えて、CAN, FlexRayなどのシリアルバス解析機能やロジック入力を付加してミックスドシグナルの観測機能を実現している。測定対象信号は高速化していて、これに対応するオシロスコープを開発するためには、プローブ、アンプ、トリガー、AD変換器など重要な要素技術がいくつかあるが、性能の達成、小型化、低コストの点から、広帯域アナログ回路のIC化設計技術が実現の鍵となる。中でも、AD変換技術⁽²⁾が性能を決める大きなファクターとなる。

測定対象から信号を検出するプロービングの技術は、測定対象に電氣的負荷をかけず、かつ小型で使い易いことが求められる。広帯域アクティブプローブは、重要な技術テーマの一つとして、IC開発および広帯域、高密度実装技術の開発に取り組んでいる(図2)⁽³⁾。

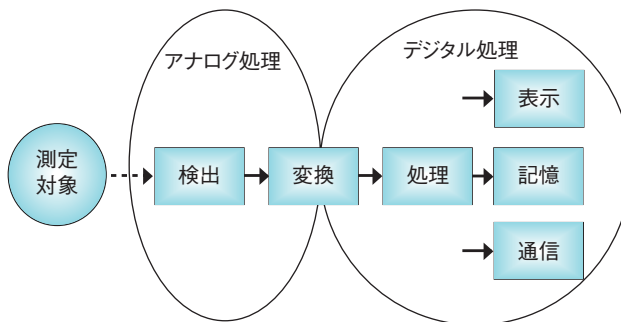


図1 測定器の機能構成

*1 通信・測定器事業部 要素技術開発センター

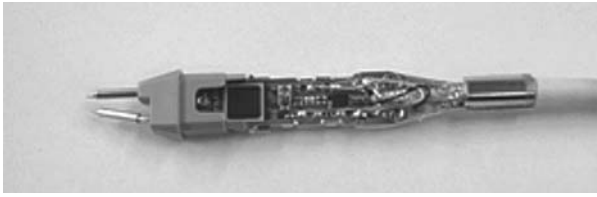


図2 2.5 GHz 帯域アクティブプローブの先端部内部

3. 40 Gbit/s 光位相変調信号の測定技術

次世代ネットワーク (Next Generation Network:NGN) の構築に伴い、都市間の光通信ネットワークには、これまで以上に大容量化が求められるようになってきている。増加するブロードバンド通信需要に対応するため、現在の光伝送システムの最大伝送速度が 10 Gbit/s から 40 Gbit/s への高速化が進められようとしている。一般に、伝送速度を上げると偏波モード分散 (PMD : Polarization Mode Dispersion) に起因した波形歪みが顕著となり、その影響により伝送距離が制限される。この制限を緩和するために、DQPSK (差動4値位相変調) などの位相変調の実用化が取り組まれている。

位相変調方式においては、位相遷移を正しく評価する必要がある。位相変調信号の位相点配置や位相遷移波形を観測する手法として、変調された信号光自身を参照光とした遅延自己ホモダイン検波による測定手法を開発している⁽⁴⁾。図3に、開発した測定技術による 40 Gbit/s 光位相変調信号の測定例を示す。

4. 光ファイバセンシング技術

光ファイバセンシングは光ファイバ自身がセンサとなり、光源からセンサとなる光ファイバに信号光を出射し、散乱光あるいは反射光を受光しデータ処理を行うことにより、長手方向の位置と温度、歪みの測定値を求める。

特長としては、長距離・広範囲な分布計測が可能で、センサ自身への電力供給が不要で本質的に防爆であること、外部からの電磁誘導ノイズの影響を受けないこと、絶縁性・耐腐食性・高寿命などの利点がある。

分布型センサとしては、ラマン散乱光を使って温度測定を行う ROTDR (Raman Optical Time Domain Reflectometer)、ブルリアン散乱光を使って歪み分布測定を主目的とした BOTDR (Brillouin Optical Time Domain Reflectometer) を既に製品化している。

BOTDR を用いた歪み分布測定では空間分解能が 1 m 程度であり、対象が比較的大型の構造物となる。これに対し、BOTDR の片端アクセスのメリットを活かしつつ空間分解能を向上する技術を、産学協同で開発した⁽⁵⁾。ダブルパルス BOTDR と呼ぶこの技術では、片端測定で空間分解能 20 cm を達成している。

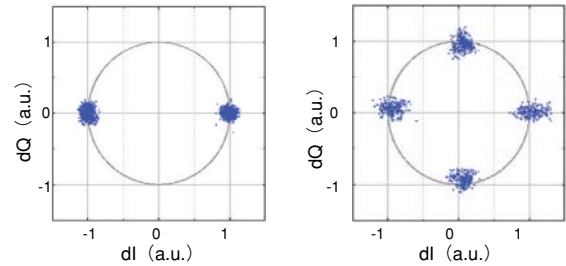


図3 40 Gbit/s DPSK 信号(左)と DQPSK 信号(右)の位相分布測定例

さらに詳細な歪み分布測定のために、より高い空間分解能の実現に向けた開発にも取り組んでいる。航空機に搭載して機体全体の健全性をモニタリングすることを目的として共同開発で取り組み、光ファイバの両端から出射した光の相関を用いた BOCDA (Brillouin Optical Correlation Domain Analysis) と呼ばれる手法により、空間分解能 50 mm、歪み検出精度 $\pm 12.5 \mu$ ストレイン、測定距離 500 m 以上を達成した⁽⁶⁾。

5. おわりに

測定要素技術開発の取り組みについて述べた。

さまざまな測定器の測定対象は、多くの場合アナログ信号である。測定対象に与える負荷を最小限として検出し、信号を適当なレベルに増幅/減衰させ、必要な情報を漏らすことなくデジタル信号に変換するまでの技術は、測定器の要である。この要の技術は、自社で開発し保有するのが我々の基本スタンスである。市場動向、技術動向を的確に把握した上で、この要素技術をさらに着実に獲得し、蓄積することで、測定ニーズに対してタイムリーに 대응していきたい。

参考文献

- (1) 松澤昭 他, “新世代アナログ技術を基礎から学ぶ”, 日経エレクトロニクス NE プラス, No. 955, 2007, p. 5-67
- (2) 今村誠 他, “「微小を測る, 操る」技術”, 横河技報, Vol.49, No. 3, 2005, p. 97-108
- (3) Kenichiro Haga, et al., “High-frequency Active Probe for Oscilloscope with Optimum Design”, SICE-ICASE International Joint Conference 2006, SP10-3, 2006, pp. 5264-5267
- (4) K. Tanimura, H. Ohta, “Measurement of Phase-Distribution of Phase-Modulated Optical Signals using Delayed Self-Homodyne Detection”, ECOC 2006, Mo4.2.3
- (5) 坂入, 外山, 小山田, 竹内, 足立, “ダブルパルス BOTDR の実験結果”, 電子情報通信学会光ファイバ応用技術研究会, OFT2006-60, 2007.01, p. 41-44
- (6) 石岡, 鐘, 長井, 足立, 飯田, 熊谷, 保立, 櫻井, “航空機搭載型 BOCDA 分布型光ファイバセンサ”, 電子情報通信学会光ファイバ応用技術研究会, OFT2007-10, 2007-05, p. 45-50