



センサ計測からアクチュエータ駆動まで 研究室で役に立つ! OPアンプ応用回路集

第11回 数十km先まで1.3Mbps! 光ファイバ・レシーバ・アンプの設計

ノイズに強い! 数百mが限界の同軸ケーブルを越える

松井 邦彦 Kunihiko Matsui

● 同軸ケーブルは伝送損失が大きく長距離が苦手

私はこれまで多くの測定器や半導体テスタ、各種装置などを開発してきました。一番苦勞するのは、基板-基板間の通信あるいは装置-装置間の通信です。

デジタルでもアナログでも、高周波になると同軸ケーブルを使うのが一般的です。しかし同軸ケーブルには伝送損失が大きいという問題があります。悪いことに、この損失には周波数特性があり、高周波数ほど損失が大きくなります。

5D-2Vを例にすると1km当たりの損失は30MHzで44dB、145MHzで105dBです。低損失の5D-FBでも30MHzで33dB、145MHzで74dB、さらに低損失の高発泡ケーブルでも30MHzで28dB、145MHzで60dBです。

以前筆者が開発した監視カメラでは、8D-2Vという一回り太い同軸ケーブルを使用しました。8D-2Vの損失は、1km当たり30MHzで30dB、145MHzで72dBです。

このように同軸ケーブルの損失は大きいので、一般的には伝送距離はせいぜい100m未満になります(周波数が低いときなら1km以上も可能)。

● 光ファイバなら数十kmの長距離伝送が可能

光ファイバ伝送では、電気信号を一回光に変えてから送ります。通信には光ファイバを使用します。光ファイバにはいろいろありますが、たとえば石英ファイバを使うと数十km以上の通信が可能になります。しかも電気ノイズにはめっぽう強い特徴があります。

● 受信回路はトランスインピーダンス・アンプを利用

光ファイバ伝送の受信側では、光を電気信号に戻す必要があります。PINフォト・ダイオードとトランスインピーダンス・アンプが使用されます。

光電流が大きいときは、抵抗を使って電気信号に変換できます。ところが光信号が微弱な場合は、S/N改善のため抵抗値を大きくする必要が生じ、その結果、周波数特性が悪化してしまいます。周辺の浮遊容量C

と抵抗値Rでローパス・フィルタを構成してしまうからです。トランスインピーダンス・アンプを使えば、周波数特性の悪化を抑えられます。

● 100dBの幅がある信号を確実にデジタル化

デジタル信号に変換しないといけませんから、高性能なコンパレータ回路も必要です。ここで紹介するコンパレータ回路は、レンジ切り替えなしで100dB近くのダイナミック・レンジを実現しています。

光ファイバによる光通信用トランスインピーダンス・アンプの設計

● PINフォト・ダイオード用の光通信用の受信回路

図1が光ファイバによる光通信用受信回路です。光センサにはPIN型フォト・ダイオードを使用します。一般的な受光素子としては、Si(シリコン)フォト・ダイオードがよく使用されますが、光ファイバを使った光通信では長波長も受けられる化合物半導体のフォト・ダイオードを使用します。

光ファイバによる光通信は、銅線を使ったデータ伝送にくらべ遙かに低損失で長距離間の通信が可能です。それでも光ファイバの伝送損失や波長分散損失があり、データの伝送距離が制限されます。この損失をできるだけ少なくするため、光ファイバによる長距離通信では伝送損失が最小になる1.55 μ m帯の光を、短中距離通信では波長分散が最小になる1.3 μ m帯の光を使用します。

Siフォト・ダイオードは200nm~1100nmの波長に対して感度があります。これはSi(シリコン)のエネルギー・ギャップ E_g が1.12eVと大きいからです。 E_g が大きいほど、検知できる波長範囲が短くなります。光の波長が1.3 μ mより長くなるとSiフォト・ダイオードでは検知できないので、より長波長に光感度があるInGaAs(インジウム・ガリウム砒素)フォト・ダイオードを使用します。GaAs(ガリウム砒素)フォト・ダイオードのエネルギー・ギャップ E_g が1.43eV、InAsフォト・ダイオードは E_g が0.36eVです。InGaAsフォ

【セミナー案内】Linuxを利用した組み込みシステムの開発 [講師による実験実演付き]

—— 操作法からデバイス・ドライバ作成、ROM化の事例まで、カーネル 3.0対応

【講師】海老原 祐太郎 氏、6/15(木)~6/16(金) 32,000円(税込み) <http://seminar.cqpub.co.jp/>