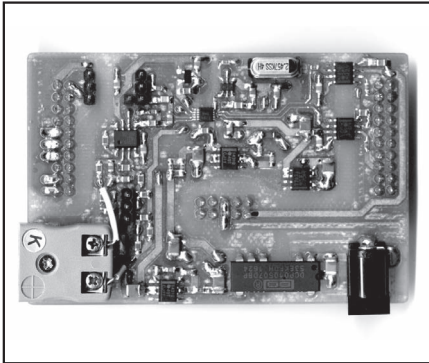


新連載



計測用16ビットA-D変換の回路技術

多チャンネルADCに学ぶ
プロの基板設計ノウハウ

第1回 多チャンネル多ADC時代の
基板グラウンド設計のポイント

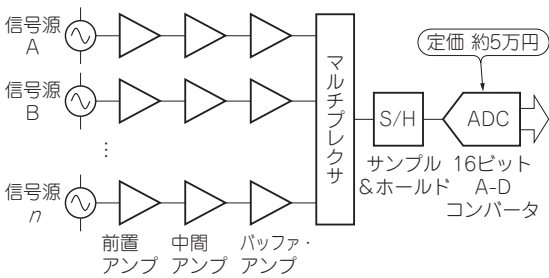
中村 黄三 Kozo Nakamura

連載のねらい

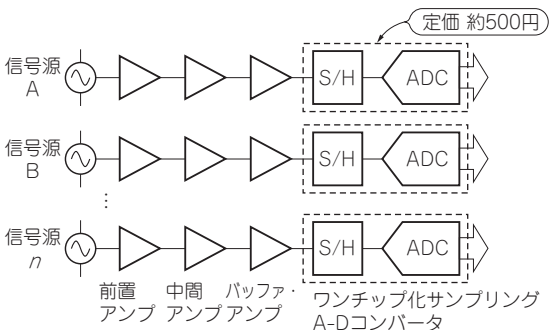
- 多チャンネル計測に使うADCは全チャンネルで1個から各チャンネルに1個へ

1980年代初期(今から40年ほど前)は数値化に使用する16ビットA-Dコンバータ(ADC)の価格が1個5万円と高価だったため、図1(a)のように複数のアナログ入力マルチプレクサ(多入力1出力の信号切り替え用IC)で切り替えていました。

時代が変わるにつれ半導体技術の向上により同性能のA-Dコンバータの価格が500円台と下がったため、例えばPLC(Programmable Logic Controller, 稿末コラム)の場合、現在では図1(b)のように複数のA-D



(a) 40年前のマルチチャンネルA-D変換の回路構成



(b) 現在のマルチチャンネルA-D変換の回路構成

図1 A-Dコンバータの価格が安価になってマルチチャンネルA-D変換回路の構成が変わってきた

コンバータを使う方式が主流となっています。

低価格帯のデータ・ロガーやPLCなどでは、図1(a)の構成をとることもありますが、このような時分割方式では、複数の交流信号の位相関係を正しく捉えることができないので、圧力や温度情報といったほぼ直流信号の取り込みにしか使えません。さらに、マルチプレクサやA-Dコンバータが故障すると全チャンネルがつぶれるという欠点もあります。

一旦ラインが止まると損害が大きい組み立てラインや、火力発電プラントなどの振動(AC信号)、圧力、および温度モニタなどのような高信頼性が要求されるシステムでは図1(b)の独立型が採用されます。

- 複数のADCによる同時サンプリング回路はグラウンド・パターンが肝

▶グラウンド・パターンの改善で低ノイズ化

複数のA-Dコンバータを並べて多チャンネルA-D変換ボードを作成したとき、チャンネル間の入力が導通状態ならグラウンド・パターンによるループが形成され、図2のようにリップルを含んだ強烈なループ電流が流れます。

実験用基板による結果を、図3に示します。図3(a)のノイズ状の波形は、ループ電流と配線抵抗 R_W によって電圧に変換された実測値です。このループ電流はA-D変換精度を著しく落とす原因となります。

図3(b)のグラフはこの問題を排除するために、デジタル信号線を絶縁カプラで絶縁し、さらに電源も含めて完全絶縁してループを切断した結果です。

▶グラウンド間のノイズと電位差の解消は難題

分解能が16ビットを超すA-Dコンバータから真の性能を引き出そうとすると、図4で示すような各所に点在するノイズ源や誤差要因を使用するA-Dコンバータの分解能に見合ったレベルまで抑制しなければなりません。

特に悩ましいのは、グラウンド・ライン間ノイズと電位差の解消です。なぜなら、単一のA-Dコンバータによるシングル・チャンネル入力A-D変換基板(以下、