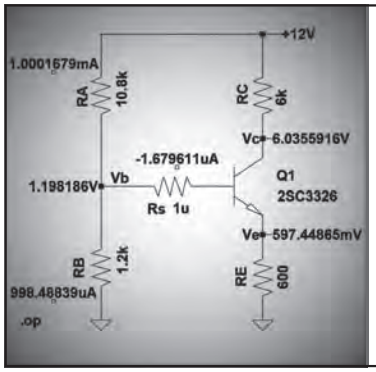
本誌のご購入はこちら



産業分野の主要センサ活用と
高精度なアナログ回路設計プロセスを学ぶ

新人技術者のための アナログ回路設計スタディ

第11回 設計品質を確保するには基板設計のセンスが肝

中村 黄三 Kozo Nakamura

製品の最終性能や信頼性のことを考えると，開発・生産の工程においては「設計品質と生産品質」がとても重要です．本稿では連載のスタートから前号までの紙面によって，高精度な物理量(温度や光量など)の測定を目指すための設計要点のあらましを解説してきました．しかし，これらは「回路図」というシート(紙)上での設計品質を満たすための内容でしかありません．

設計品質を保証するためには，回路の最終段階である基板設計をベースとした実装技術がモノをいいます．製造ラインがいくら頑張っても，生産品質が設計品質を上回ることはあり得ません．

今月は，1 mVの誤差も許容しない高精度な信号伝達を主眼においた**基板設計の要点**について解説します．

図1に一般的な電子機器の製品化における品質管理のフローを示します．

基板設計が不適切だと すべては水の泡と化す

● 基板の銅箔を0 Ωと考えない習慣をつける

白金を含むすべての導体は，絶対零度でない限り金属固有の抵抗値を示します．プリント基板のパターンに使う銅箔もまた同様であり，**図2**に示すように体積抵抗率で決まる抵抗成分をもちます．

例えば線幅W=0.25 mmで10 cmのパターンを引くと，周囲温度25 ℃においてその配線抵抗はR_W=180 mΩになります．この値をわずかと考えて無視するのは，高精度計測アプリケーションでは禁物です．

例えば**図3**に示すように，信号を終端抵抗R_T=600 Ωの比較的低インピーダンスなライン・バッファで受けると，R_WとR_Tによる分圧効果によって，本来のゲインG=1であるところが0.9997となって，0.03 %ものゲイン誤差が生じます．

システム全体で0.1 %の精度を保証しているような大規模データ収集システム(一般的なシーケンサなどにおける標準的な誤差保証レベル)では，一つ一つの回路(機器)は一定の誤差に抑えられているという建前のもとに組み合わせて使います．現場で回路ごとに調整を行うようなことはしません．

したがって，信号受け渡しの一部分だけで0.03 %の

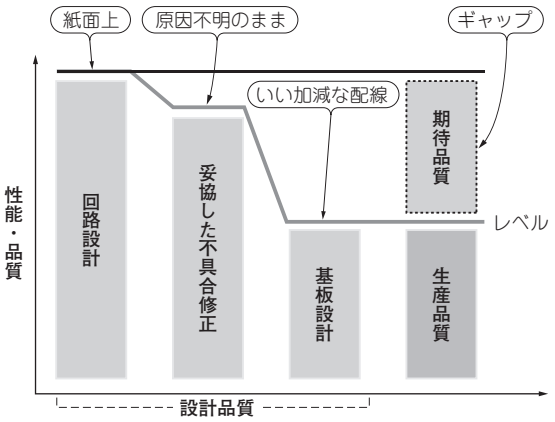
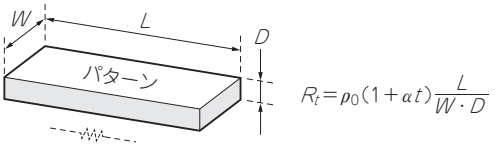


図1 製品の性能・品質は一番貧弱な設計工程で決まってしまう

どのように優れた生産ラインにおいても，生産品質が設計品質を上回ることはない．最終的な製品の性能・品質は図の工程においてもっとも弱い部分で決定されてしまう



ここで…
- D =銅箔の厚み
  1オンス・カッパではD =38μm=38^{-6}m
- ρ_0は銅の0℃における体積抵抗率
  ρ_0=1.55×10^{-8} Ω・m
- αは体積抵抗率の温度係数
  α=4.4×10^{-3}/℃
- t はパターン自体の温度(摂氏)

例として
W=0.25mm=25×10^{-5}m, L=100mm=0.1m,
t=25℃であれば，25℃における配線抵抗 R_{25}は…

$$R_{25}=1.721\times10^{-8}\times\frac{0.1}{25\times10^{-5}\times38\times10^{-6}}\fallingdotseq0.18\,\Omega$$

〈メモ〉計算はすべての値をMKS単位系に換算して行う

図2 プリント・パターンの抵抗成分