

## 第1章

量産基板での発振トラブルを回避するために

# 水晶発振回路の回路マッチングとは

水晶振動子を使って発振回路を組むときのリスク回避の手段として、回路マッチングの重要性が認識されるようになってきました。

量産時には水晶振動子のもついろいろなパラメータ(仕様項目)について、規格の範囲内でばらつきがあります。また、発振回路そのもの、つまり使用するIC、コンデンサや抵抗にもばらつきがあります。

水晶/回路素子の双方にばらつきがあっても、事前に起動不良や発振停止などのリスク要因となる項目を一つ一つ測定データに基づいて検証し、リスク要因を最少化できるように回路のCやRの値、必要ならば水晶振動子の仕様項目である負荷容量やESRの値の変更を提案することを回路マッチングと言います。

この章では主に新人技術者を対象として、回路解析がどのようなものなのか、なぜ必要なのか、どのようなことをやっているのかなど、概要が把握できるように説明していきます。

実際に自分で回路マッチングをやってみたいという技術者のためには、次章で改めて必要な設備や具体的手順、計算式の実例などを詳しく説明します。

### なぜ回路マッチングが必要なのか

● 発振のための条件が不十分だとトラブルが起こる可能性あり

水晶振動子は受動部品ですから、ICの外側に発振回路を組んで、そこに水晶振動子を搭載することでICから電力(パワー)を供給されることで発振しています。

しかし、搭載される水晶振動子はその本来の機能を発揮して適正な周波数で発振を開始し、発振し続けるためには、ICや発振回路のコンデンサ、抵抗などとベストの条件関係が必要です。

ベストの発振条件が充たされていない、あるいは不十分な場合は、搭載された水晶振動子が規格内であっても量産の後に起動不良や発振停止というトラブルが発生することがあります。

● 各部品のばらつきを考慮に入れた回路マッチングが必要

水晶振動子も規格内でばらつきがあり、ICや回路

のC、Rにもばらつきがあります。そのようなばらつきがあっても、回路上での発振条件に起因する発振トラブルを最少化するために回路マッチングが必要です。

● 小型水晶には目に見えないリスクがある

そのうえ、さらに最近では水晶デバイスもますます小さくなってきており、ユーザが基板設計するときには小さい部品を使えば機器も小さくできるので小型化のメリットがあるかもしれませんが、水晶の小型化には実は目に見えないリスクがあります。

大きい水晶でもリスクはありますが、小さいとリスクは高まるのです。小型とは、おおむね3.2×2.5 mm以下のサイズです。

● ESRは発振阻害要因

回路設計をする開発技術者はあまり意識していないかもしれませんが、水晶振動子の仕様項目でESRという項目があります。これはEquivalent Series Resistance(等価直列抵抗)で、簡単に言うと水晶のもっている抵抗成分で、発振に対しては阻害要因です。

このESR値は小さいほど発振には有利ですが、水晶振動子のパッケージ・サイズが小さくなるほどこの値が大きくなるのです。図1を参照してください。

このグラフが示しているのは、大型の水晶はESRのばらつきのセンタが低い値であり、ばらつきの幅も小さいということです。中型になればセンタ値が上がりばらつきも大きくなります。小型の水晶の場合はセンタ値がかなり大きくなり、ばらつきの幅もかなり広がるということです。

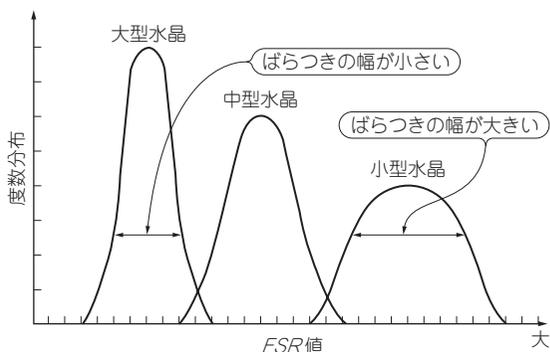


図1 水晶のサイズによるESRのばらつき