

第4章

電解/積セラ/タンタル/フィルム…
特徴に合わせて使い分けるために

10 μ F コンデンサの周波数特性を測る

脇澤 和夫 Kazuo Wakizawa

筆者は数十年、電子回路を見てきましたが、最近のプリント基板に搭載された部品が様変わりしているのを感じます。

とくにコンデンサはICなどの半導体内部に集積するのが難しい(小容量でも大きな面積が必要)ので、外付け部品として存在が目立ちます。

20年前であれば大容量タイプは電解コンデンサ、高周波はセラミック・コンデンサ、低リークが必要ならフィルム・コンデンサなど、いろいろな種類のコンデンサが使い分けられていました。現在ではこれらのコンデンサの多くが積層セラミック・コンデンサに置き換えられ、見ることも少なくなってきたと感じます。

そんな積層セラミック・コンデンサですが、劇的に各種性能が向上し、容量の選択肢が多く、小型であり、高周波回路だけでなく従来では難しかったスイッチング電源の平滑や音声回路のカップリングなど、多くの用途に使えます。とはいえ「なんでもかんでも積層セラミック・コンデンサでOK」ではありません。大容量(数千 μ F以上)が必要なら電解コンデンサ、もっと大容量なら電気二重層コンデンサ、誘電正接(誘電体内での電気エネルギー損失)が問題になるならフィルム・コンデンサ、直流が印加されるならタンタル・コンデンサなど、“適材適所”があります。

本章では、一般的によく使う静電容量10 μ Fのコンデンサの性能を実測し、向き不向きを紹介します(表1)。10 μ Fという容量は、電解コンデンサ、フィルム・コンデンサ、ポリマー系コンデンサ、積層セラミック・コンデンサ、タンタル・コンデンサなど共通にある値です。1pFだと実質的な選択肢はセラミック系だけ、10000 μ Fだと電解系のコンデンサだけになるので比較が困難です。

● コンデンサの特性を測定してみた

コンデンサの特性は次の(1)～(3)で測定しました。

- (1) 周波数レスポンス・アナライザを使う“周波数(減衰・位相)特性”の測定
- (2) AFG(Arbitrary Function Generator, 任意波

形発生器)とオシロスコープを使う“波形”観測
(3) インピーダンス・アナライザを使う“インピーダンスの周波数特性”の測定

インピーダンス・アナライザは、最小20～最大120 MHzまでの周波数で被測定デバイスのインピーダンス(キャパシタンス、インダクタンス、抵抗などの複素数レベル)を測定できるE4990A(キーサイト・テクノロジー)を使用しました(写真1)。

筆者はオシロスコープや周波数レスポンス・アナライザ、LCRメータでいろいろな測定を実施してきましたが、インピーダンス・アナライザを使うコンデンサの測定ははじめてでした。インピーダンス・アナライザを使う測定では、これまで気づかなかった「コンデンサの特徴」が見えてきました。たとえば、一般的な電解コンデンサ⁽¹⁾は10年前より性能が高くなっていて、OS-CON(パナソニック)に代表される有機高



● 主な仕様

周波数帯レンジ	20～120 MHz(LF/HF)
基本確度	0.08% (0.045%)
測定表示範囲	25 m Ω ～40 M Ω (10°角度)
測定パラメータ	$ Z , Y , \theta, R, X, G, B, L, C, D, Q$, 複素Z, 複素Y, $V_{ac}, I_{ac}, V_{dc}, I_{dc}$

写真1 インピーダンス・アナライザE4990A [写真提供: キーサイト・テクノロジー]

¹: メーカーが「一般品」として販売しているアルミニウム電解コンデンサのことです。大量生産品なので安価で入手できますが、それは大量に生産・流通し、使用されているからであって、性能が劣っているわけではありません。