

10mΩ低インピーダンス測定から外部ルビジウム発振器による0.0001 Hz精度測定まで

# 広帯域1k~1.3 GHz! 10万円 USB ネットワーク・アナライザ VNWA3Eのすべて

2 超低域(200 Hz~)の測定能力 トーマス バイエル  
Thomas Baier

● 200 Hz から 10 MHz を超える周波数範囲が測定できる

VNWA3Eが内蔵するDDS(Direct Digital Synthesizer)信号源は超低周波域(下限200 Hz)までサポートしているので、通常のネットワーク・アナライザでは対象としていない超低周波数帯域と低インピーダンスの測定が可能です。さらに、VNWA付属のソフトウェアは、測定結果の解析に有効な強力な計算能力を持っています。測定結果からシミュレーション用の等価回路モデルを求めたり、電源の安定度(位相余裕)を計算したりできます。

連載第2回目では、次に示す三つの測定例を通して、VNWA3Eの超低周波数域(200 Hz~)の測定能力を示します。

- (1) タンタル・コンデンサのESL(Equivalent Series Inductance; 等価直列インダクタンス)とESR(Equivalent Series Resistance; 等価直列抵抗)
- (2) 銅線の表皮効果
- (3) 電源の安定度(位相余裕)

通常のRF用途におけるVNWAの使い方は、参考文献(1)をご覧ください。

## 測定1 タンタル・コンデンサのESLとESR

測定範囲: 200 Hz ~ 10 MHz

### ● 測定対象

タンタル・コンデンサは大容量であり、非常に低い等価直列抵抗値(ESR)が組み合わさった特徴を持っています。

通常のベクトル・ネットワーク・アナライザの最低周波数は一般的には10 kHz以上、多くのモデルは10 MHz以上です。その周波数ではタンタル・コンデンサはほぼ短絡状態に見えて容量は測れません。正確に測定するためには、より低い周波数から測定する必要があります。

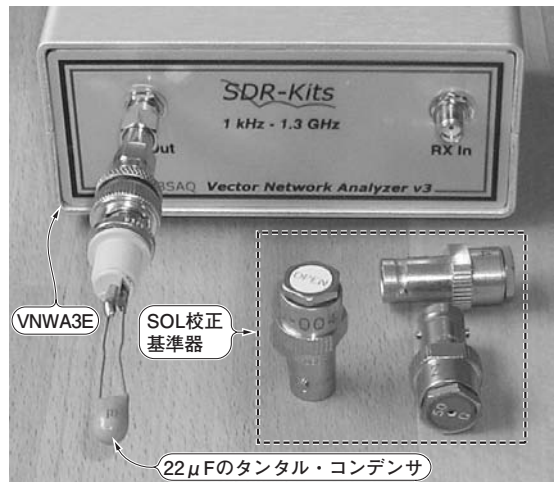


写真1 22 μFリード型タンタル・コンデンサの測定環境  
BNCコネクタにリード線を直接はんだ付けする。右側に見えるBNCコネクタ類はSOL校正基準器

私が知る限りでは、唯一VNWA3Eだけが200 Hz ~ 10 MHzを超える測定ができます。

### ● 測定方法

22 μFのリード型タンタル・コンデンサのインピーダンス特性を200 Hzから測定します。

写真1に示すように、タンタル・コンデンサの2.5 cmのリード線をBNCコネクタにはんだ付けして、VNWA3EのTXポートに接続します。測定前に、写真1の右側にあるBNC用SOL(Short Open Load)校正基準器を使用してTXポートを校正します。

### ● 測定結果

図1は、反射係数(図中のS11 Smith)と測定したインピーダンスの虚数部(図中のS11 C-)から求めた直列容量の測定結果です。VNWAソフトウェアのLCRメータ機能により、測定結果が太字で表示されています。

太字で表示されている容量は12.07 μFで、公称値の