

連載



センサ計測/電源から
モータ制御/オーディオ/AI・IoT組み込みマシンまで
USBマルチ測定器 Analog Discoveryで作る

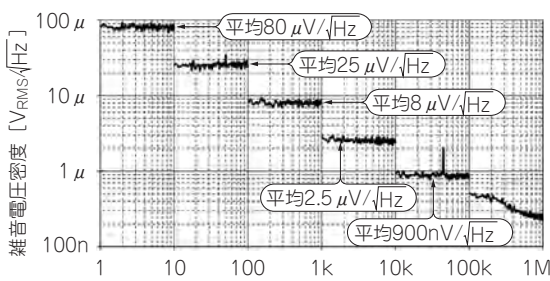
Research Development

私のR&Dセンタ

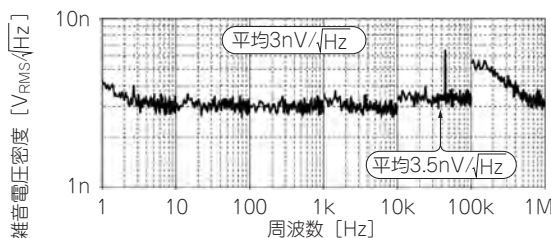
第27回 OPアンプや能動部品の雑音調査に! 周波数1 Hz ~ 10 MHzのノイズ計測アナライザ

[前編] アンチエイリアス・フィルタ付きプリアンプの製作

遠坂 俊昭 Toshiaki Enzaka



(a) Analog Discoveryの入力C1を短絡して計測



(b) 製作したプリアンプの入力を短絡して計測

図1 アンチエイリアス・フィルタ付きプリアンプを用いると残留雑音電圧密度が約3 nV/√Hz程度に抑えられる
 入力を短絡して周波数レンジごとに雑音電圧の周波数スペクトラムを計測し、雑音電圧密度に換算して1つのグラフに表示した。(a) Analog Discoveryだけでは内部で発生した雑音の折り返し雑音(エイリアス・ノイズ)も影響してとても大きくなっていく。(b) アンチエイリアス・フィルタ付きのプリアンプを使うと雑音が除去され残留雑音電圧密度は低く抑えられる

OPアンプやダイオードで発生する雑音を測定するには、FFTアナライザやスペクトラム・アナライザを利用します。FFTアナライザは上限100 kHz程度、スペクトル・アナライザでは下限が10 Hz程度です。残留雑音からOPアンプのノイズなどを計測するにはプリアンプが必要です。

今回と次回で、ダイオードやトランジスタで発生する1 Hz ~ 10 MHzの雑音を Analog Discoveryで計測する方法を紹介します。今回は、周波数レンジごとに低雑音でアンチエイリアス・フィルタを備えたプリアンプの製作します。

図1(a)に示すのは、Analog Discoveryの入力を短絡したときの残留雑音電圧密度の周波数スペクトラムです。周波数レンジが低いとエイリアスの発生も重なって雑音電圧密度は大きくなり、微小な信号は雑音に埋もれます。図1(b)に製作したプリアンプと Analog Discovery を使って入力を短絡したときの残留雑音電圧密度の周波数特性を示します。約3 nV/√Hzの低い雑音電圧密度になっています。〈編集部〉

電気的なものだけではなく、振動・熱・光・音といった物理量も電子デバイスで電気に変換され、雑音になってしまうことがあります。要は、**検出したい目的信号以外のものは全て雑音**です。

また雑音には装置内部で発生する雑音と、装置外部で発生した雑音が混入してしまう外来雑音の2つがあります。

● 雑音の基準は熱雑音

自然界の不規則運動をR.Brown氏が1817年に発見し、**ブラウン運動**と名付けました。この考えから Schottky氏が導体内部の自由電子が同様な運動をするために雑音(熱雑音)が生じることを発表し、今日の雑音理論の基礎になりました。

抵抗から発生する熱雑音電圧 v_n [V_{RMS}] は次の式で表されます。

$$v_n = \sqrt{4kTRB}$$

ただし、 k : ボルツマン定数 (1.38×10^{-23} [J/K]),
 T : 絶対温度 [K], R : 抵抗値 [Ω], B : 帯域幅 [Hz]

温度 $T = 300$ K (27 °C) とすると熱雑音電圧 v_n は次のように計算されます。

$$v_n = 0.129\sqrt{RB}$$

ただし、 R : 抵抗値 [kΩ], B : 帯域幅 [kHz]

この式が示すように、**抵抗から発生する熱雑音は温**

そもそも雑音とは?

● 検出したい信号以外は雑音

電子装置における雑音といっても実にさまざまで、