

第5章 NPNトランジスタやダイオードの静特性チェックに

外付け部品は抵抗4本だけ！ 腕時計カーブ・トレーサ

トランジスタの増幅率や、データシートに載っている静特性、ダイオードの整流特性などを測定するには、カーブ・トレーサと呼ばれる測定器を利用します。最近では半導体パラメータ・アナライザという名前で機能を拡張したものが、SPICEなどのシミュレータ用の半導体素子パラメータを取得したり、製品カタログに掲載される特性グラフをテストしたりするために利用されています。

M5StackにはD-AコンバータとA-Dコンバータが2セット内蔵されているため、設定電圧を出力してそのときの電流を測る動作を2チャンネル分作れます。液晶画面も付いているので、測定結果も表示できます。写真1にM5Stackを利用したカーブ・トレーサを示します。外付け回路を最小にして、M5Stack用のウォッチ・バンドをつけて腕時計型カーブ・トレーサ(タイトル部の写真)にしました。

スペック

- プラス極性だけ
- 最大コレクタ電圧：3V、出力抵抗：100Ω
- 最大ベース電圧：3V、出力抵抗：1kΩ

用途

- NPNトランジスタやダイオードの静特性測定

ハードウェア製作

● カーブ・トレーサによる測定方法

カーブ・トレーサは測定対象に電圧を加えて電流を測る、または設定した電流を流して電圧を測ります。これを1つのチャンネルとして、トランジスタの場合は2チャンネル使って、ベースに電圧を加えてベース電流を測り、同時にコレクタに電圧を加えて電流を測定して特性グラフを描きます。

● 追加部品は抵抗4本

図1に示すのは、M5Stackをカーブ・トレーサにするための外付け回路です。A-Dコンバータの入力に接続されている100Ωは入力保護用です。D-Aコンバータの出力に電流検出用の1kΩと100Ωをつけて、測定するトランジスタのベースとコレクタに接続します。

電流検出用の抵抗の値がチャンネル1を1kΩ、チャ

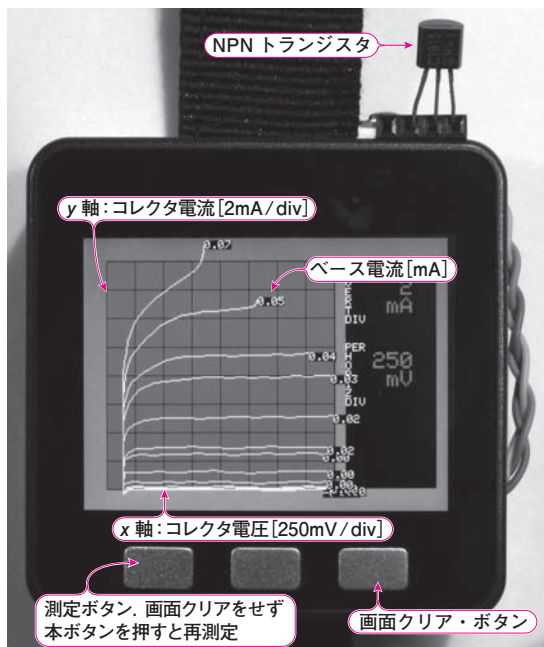


写真1 M5Stackを利用したカーブ・トレーサでNPNトランジスタ2SC1815 (h_{FE} は200程度)の静特性を測定しているところ。M5Stack内蔵のA-D/D-Aコンバータを2チャンネル使って、ベースに電圧を加えてベース電流を測り、コレクタに電圧を加えて電流を測定して特性グラフを描く。

ネル2を100Ωと異なる値にしています。これは、測定するコレクタ電流が2m~3mAに対してトランジスタの電流増幅率 (h_{FE}) が100程度とすると、ベース電流が20μ~30μAになるためです。A-D/D-Aコンバータの精度は後述する補正で0.05V程度と見込むと、チャンネル2のコレクタ側は2m~3mAを計測するため100Ω、チャンネル1のベース側は20μ~30μAを測定するので5kΩ程度の電流検出抵抗になります。

ここでは計算を簡単にするためと、電流検出抵抗が高抵抗になると寄生容量との時定数のコンペンセーション(補償)などが必要になるため、100Ωと1kΩを付けています。市販のカーブ・トレーサは、この電流検出抵抗を切り替えられます。また、ループ・コンペンセーションという機能もついています。

● 出力電流の測り方

A-Dコンバータの入力が差動になっていれば、抵