

IoTデバイスの小型化、省電力に寄与 低コスト、低ノイズオペアンプ

各種センサーが検知する微小な信号も正確に増幅

さまざまな電子機器に使われる各種センサー。その信号精度は、センサーからの信号を A/D コンバーターまで届けるアナログフロントエンド回路がカギを握る。微弱な信号を増幅するオペアンプは、そのアナログフロントエンドの中でも枢要となるキーデバイスだ。オペアンプの選定や活用には、信号精度に悪影響を及ぼすノイズを抑えつつ、コスト上昇を避け、また省電力や省スペース実装といったさまざまな要件を考慮しなければならない。

IoTで重要性が増すセンサー アナログ部分の信号精度がカギ

IoT デバイスやウェアラブルデバイス、スマート家電などに欠かせない各種センサー。センサーと一口に言っても、取得しようとしている情報に応じて原理や構造もまったく異なる多種多様なデバイスがあり、もちろん出力される信号も種類によってさまざまだ。

多くのセンサー素子が出力するのは微弱な電圧や電流の変動、すなわちアナログ信号である。マイコンに入力するには、その微弱な信号を増幅したりデジタル信号に変換したりといったアナログフロントエンドが欠かせない。A/D コンバーター内蔵マイコンを使うにしても、多くの場合は A/D コンバーターの入力電圧範囲に合わせ、信号を増幅する必要がある。

フロントエンドなどのセンサー周辺回路を一体化したセンサーモジュールもあるが、アプリケーションの要件によっては周辺回路を独自に設計しなければならない場合もあるだろう。その場合に注意すべき点は、アナログ部分の信号精度だ。アナログ信号はデリケートなもので、回路を構成する各部品や回路・基板の設計などさまざまな要因から、ノイズや信号波形の歪みが発生してしまう。例えば GND の引き回し 1 つでもノイズの乗りやすさは変わってくる。増幅を担うオペアンプの選定は、この信号精度の品質を左右する重要なファクターだ。期待する精度を適切なコストで実現できる製品を選択する必要がある。

信号精度で注意すべき 1/f ノイズ

オペアンプでセンサー信号を増幅する際に避けられな

いのが、素子内外のさまざまな要因によるノイズだ。詳しい解説は割愛するが、そのノイズは周波数に依存しないホワイトノイズ成分と、周波数が低いほど影響が大きい 1/f ノイズ成分に大別される。そしてセンサーの種類によっては出力信号の周波数が低いものがあり、そこで大きな問題となるのが 1/f ノイズ成分だ。

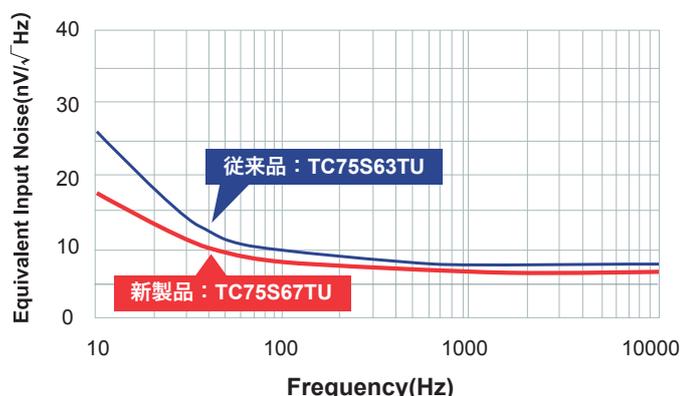
例えば焦電赤外人感センサーなどは、センサーで検知した赤外線の量を微小電圧の変動として出力することで人間の存在を検知する仕組みだが、周波数としてみれば 1Hz にも満たない変化で示されることも多い。このようなセンサーは、まさに 1/f ノイズが大敵だ。そのノイズが、製品の性能を大きく左右する。

1/f ノイズに厳しい用途には 低ノイズ汎用オペアンプを

低ノイズのオペアンプは一般的にコスト高になりがちだが、メーカーの努力によって同じ価格帯の中でも以前の製品より低ノイズを実現した製品も登場している。例えば東芝デバイス&ストレージが 2017 年 6 月に発売した CMOS オペアンプ「TC75S67TU」は、プロセスと回路の最適化により業界トップクラスの低ノイズを実現。とりわけ 1/f 成分を従来品より大きく抑えた点が大きな特徴だ。

CMOS プロセスを採用し、バイポーラプロセスを用いたオペアンプよりも低消費電力を実現しているほか、パッケージは業界汎用の小型パッケージ (SOT-353F / 東芝通称パッケージ名称: UFV, 2.0×2.1×0.7mm) を採用、省スペースで実装が可能だ。東芝デバイス&ストレージでは、製造工程の一部をタイ工場で行うことにより、汎用

Input Voltage Noise Special Density



「TC75S67TU」と従来品のノイズ特性比較（入力換算雑音電圧）

CMOS オペアンプとしての価格水準を実現しているという。

優れた低ノイズ特性を持つ TC75S67TU は、前述の焦電赤外人感センサーをはじめ、ガスや温度、振動ショック、加速度、光電など、多彩なセンサーに対応することができる。つまり、複数種のセンサーを組み合わせるアプリケーションでもオペアンプを統一しやすいというわけだ。部品選定や調達の負担も軽減でき、開発期間短縮や開発・製造コスト削減にもつながる。

回路・基板設計の参考となる リファレンスデザインも提供予定

低ノイズのオペアンプを採用しても、回路や基板の設計・レイアウト次第でノイズが増える可能性は残る。そこで、アナログ回路において効果的にノイズを押さえ込むためには、エキスパートたちが培ってきたその設計ノウハウを上手に取り入れることが近道だ。

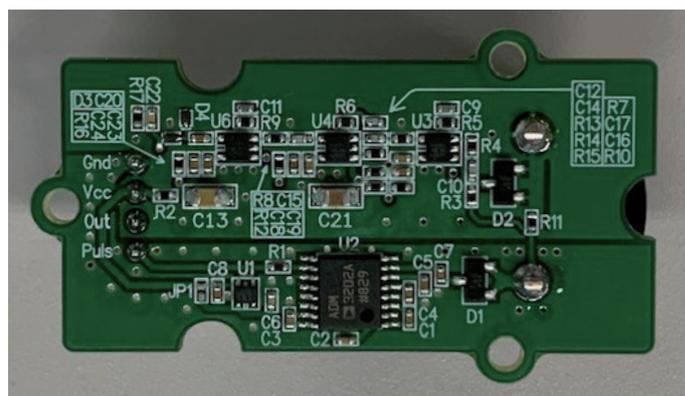
東芝デバイス&ストレージでは、自社 Web サイト内に「[リファレンスデザインセンター](#)」というページを設け、自

社デバイスを中心とした応用設計についての情報を提供している。そこに、TC75S67TU の応用例も、2019 年 11 月以降に掲載される予定だ。

具体的には、オペアンプの応用回路に精通したエンジニアが TC75S67TU を用いて制作した、「超音波距離センサー（物体の距離を検出）」「焦電人感センサー」「電流センサー」「脈拍センサー」の 4 種類の回路と基板レイアウト例などが順次紹介されるという。

リファレンスデザインセンターでは、設計にまつわるドキュメントで回路図や基板設計図を紹介するだけでなく、実際に使った部品も型番や仕様まで詳細に掲載した部品表、さらにはそのまま CAD ツールに読み込んで使える CAD データまで公開しており、自由にダウンロードして活用することができる。そのまま同じ基板を製作してアナログ回路の教材に使うことも、また開発中の基板設計に取り込んで応用することも可能だ。

センサー応用機器はアナログ回路が肝心であり、オペアンプはそのアナログ回路の基礎とも言える存在だ。まずは、ノウハウが詰め込まれたリファレンスデザインで学んでみるのも有効な手段であるだろう。



TC75S67TU を用いてリファレンスデザインとして製作したセンサー基板

東芝デバイス&ストレージ株式会社

〒105-0023 東京都港区芝浦1-1-1

お問い合わせ semicon-event@ml.toshiba.co.jp
<https://toshiba.semicon-storage.com/jp/>

すべての製品名、サービス名、会社名、ロゴは、各社の商標、または登録商標です。製品の仕様・性能は予告なく変更する場合がありますので、ご了承ください。