Appendix B
便利帳
その2

アプリケーション別

A-DコンバータICセレクション・ガイド

三宅 和司
Kazushi Miyake

温度/圧力/光を取り込む

● 温度センサの情報を取り込む

▶センサの種類を前提に

温度センサには，測温範囲や精度，熱特性の違う多くの形式があり，それぞれに適した入力回路が必要です．

サーミスタや白金測温体などの抵抗温度素子には定電流源やブリッジ回路，ダイオードなどのPN接合式には定電流バイアス回路，熱電対には冷接点補償回路などの前置回路と，各々に適した増幅器が必要ですが，表の備考欄に記したように，定電流源やゲイン調整可能なアンプ(以下，PGA)を内蔵した便利なA-Dコンバータ IC(以下，ADC)も販売されています．

また測温範囲は狭いものの，電源を与えるだけで温度に比例した電圧やディジタル・コードを直接出力する「温度センサIC」と呼ばれる便利な測温素子もあります．

サーミスタやダイオード，温度センサICの測温範囲は比較的狭く，精度も±1/4℃程度なので，分解能8～12ビットのADCが適しています．これに対し，白金測温抵抗体や熱電対には測温範囲が広く高精度のものがありますから，分解能が12ビット以上のADCが必要です．温度測定では主に積分誤差がADCの精度を決めますが，センサ自体や前置回路，増幅器の誤差も勘案したバランスのよい選択が必要です．

一方，被測温物の熱抵抗と熱容量で決まる熱時定数はふつう数秒以上になりますから，特殊用途を除き，ADCのサンプル・レートは遅くても問題にはなりません．このため，従来は2重積分型や高精度SAR型が使われたのですが，現在では小型で低消費電力のシリアル・インターフェース付きΔΣ型がよく使われます．

表G　温度/圧力/光を取り込むA-DコンバータIC

<table>
<tr><th>用　途</th><th>型　名</th><th>メーカ</th><th>分解能［ビット］</th><th>サンプル速度［S/秒］</th></tr>
<tr><td rowspan="3">測温抵抗体</td><td>MAX1249</td><td>マキシム</td><td>10</td><td>133k</td></tr>
<tr><td>TC500A</td><td>マイクロチップ・テクノロジー</td><td>17</td><td>4</td></tr>
<tr><td>MAX6682</td><td rowspan="2">マキシム</td><td rowspan="2">18</td><td>0.5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ダイオード測温</td><td>MAX6699</td><td>6.4</td></tr>
<tr><td>LM86</td><td>ナショナル セミコンダクター</td><td>11</td><td>30</td></tr>
<tr><td rowspan="4">測温抵抗体/ストレイン・ゲージ</td><td>MAX1241</td><td>マキシム</td><td rowspan="2">12</td><td>73k</td></tr>
<tr><td>ADCS7476</td><td rowspan="2">ナショナル セミコンダクター</td><td>1M</td></tr>
<tr><td>ADC12H030</td><td>12+符号</td><td>180k</td></tr>
<tr><td>AD7711A</td><td>アナログ・デバイセズ</td><td>24</td><td>1k</td></tr>
<tr><td rowspan="7">ストレイン・ゲージ</td><td>MAX195</td><td>マキシム</td><td rowspan="4">16</td><td>85k</td></tr>
<tr><td>ADS7805</td><td>テキサス・インスツルメンツ</td><td rowspan="2">100k</td></tr>
<tr><td>AD7661</td><td rowspan="2">アナログ・デバイセズ</td></tr>
<tr><td>AD7796</td><td>123</td></tr>
<tr><td>MAX1402</td><td>マキシム</td><td>18</td><td>4.8k</td></tr>
<tr><td>AD7797</td><td rowspan="4">アナログ・デバイセズ</td><td rowspan="4">24</td><td>123</td></tr>
<tr><td>AD7730</td><td>1.2k</td></tr>
<tr><td>容量式圧力センサ</td><td>AD7745</td><td>90</td></tr>
<tr><td>熱電対/光センサ</td><td>AD7793</td><td>500</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ストレイン・ゲージ/光センサ</td><td>HI7190</td><td>インターシル</td><td>22</td><td>2k</td></tr>
<tr><td>ADS1242</td><td>テキサス・インスツルメンツ</td><td>24</td><td>15</td></tr>
<tr><td rowspan="3">光センサ</td><td>CS5503</td><td>シーラス・ロジック</td><td>20</td><td rowspan="2">4k</td></tr>
<tr><td>LTC2444</td><td>リニアテクノロジー</td><td>24</td></tr>
<tr><td>DDS114</td><td>テキサス・インスツルメンツ</td><td>20</td><td>3.25k</td></tr>
</table>

注1　ダイオード測温式：シリコン・ダイオードなどのPN接合温度係数を利用して測温する方式．最近の高速CPUは被測温ダイオードを内蔵していることが多い

● ストレイン・ゲージの情報を取り込む

▶インスツルメンテーション・アンプが必須

圧力センサやたわみ計には，ストレイン・ゲージ・センサを用いたものが多くあります．ストレイン・ゲージ用ブリッジ回路の信号出力は小さく，また大きなオフセット電圧がありますから，前置回路にインスツルメンテーション・アンプ（以下，INA）が必須です．市販のINAは，性能や中間出力の点で有利ですが，部品数が増えます．下表のようにINAやPGA，ブリッジ用基準電源を内蔵したADCを使えば回路がスマートになります．

ストレイン・ゲージのダイナミック・レンジを損なわないよう，ADCの分解能は12ビット以上のものが使われます．

変換速度は重量計のように遅くてもよいものから，モータのトルク制御や衝撃計測のように毎秒100 kサンプル以上必要な用途まであり，前者にはΔΣ型，後者には高精度SAR型が適しています．

また，構造物のひずみ計測など，センサまでの距離が長い測定系には商用周波数のハムが混入しがちです．このような場合は50/60 Hzのノッチ・フィルタ内蔵型ΔΣ ADCを適正なクロック周波数で使えば，効果的に除去できます．

さて，最近になってユニークな静電容量入力型ADCが登場しました．例えば圧力センサならば固定電極間の微小容量変化を直接ディジタル化すること（ダイアフラム）ができるので，ストレイン・ゲージやピエゾ素子を貼り付けずに変形量（圧力）を測定できます．

● 光センサの入力を取り込む

▶広いダイナミック・レンジと小さい積分誤差が大切

光量自体をディジタイズする必要のある，照度計や分光光度計，色相センサには，変換速度は遅くてもよいですが，ダイナミック・レンジが広く積分誤差の少ないADCが必要になります．

光センサの光電流を電荷入力型ADCに直接入力することもできますが，普通は低バイアス電流OPアンプによるI-V変換回路を介してADCに入力します．高ビット数で変換速度がさほど要求されない用途には，前述のようにΔΣ型が適します．またシリアル出力型を使えば受け手のワンチップCPUやFPGAの使用ピン数を最小限にできます．

電源電圧［V］	出力形式	方　式	備　考
2.7 ～ 5.25	シリアル	チャージ・バランス式逐次比較型	差動入力可，マルチプレクサ，トラック＆ホールド・アンプ内蔵
± 5		2重積分	分解能可変
3 ～ 5.5		ΔΣ	測温抵抗素子用の駆動回路内蔵
			ダイオード測温式[注1] 5チャネル（4チャネル入力＋内蔵温度センサ）
			ダイオード測温＋内蔵温度センサ
2.7 ～ 5.25		チャージ・バランス式逐次比較型	低消費電力，クロック内蔵で小さい
			超小型，低消費電力
5			自己校正機能付き
		ΔΣ	測温抵抗素子用の定電流源，差動プログラマブル・ゲイン・アンプ内蔵
		逐次比較型＋電荷式DACを使った逐次比較型	高速16ビット，トラック＆ホールド・アンプ内蔵
	パラレル	チャージ・バランス式逐次比較型	
	シリアル＋パラレル		
2.7 ～ 5.5	シリアル	ΔΣ	ブリッジ用電流源＋差動プログラマブル・ゲイン・アンプ内蔵
5			低電圧，高ビットで小さい
2.7 ～ 5.5			ブリッジ用電流源＋差動プログラマブル・ゲイン・アンプ内蔵
5			
2.7 ～ 5.5			容量入力式ADC
			3チャネル・マルチプレクサ＋インスツルメンテーション・アンプ内蔵，低消費電力
5			差動入力，プログラマブル・ゲイン・アンプ内蔵
2.7 ～ 5.25			差動2チャネル，プログラマブル・ゲイン・アンプ内蔵
± 5			シングル・エンド
5			マルチプレクサ内蔵
2.7 ～ 5.25			電荷入力式ADC，4チャネル入力