

このマイコンキットドットコムの「MK-203 3桁半デジタルパネルメータキット」で使用している7106ICは、かなり歴史の古いICです。1977年にリリースされてから今日まで、販売され、使用されています。

その理由は、シングルチップの中に3桁半デジタルパネルメータ(DPM)に必要なほぼすべての機能が入っているからです。もちろん、ワンチップでダイレクトに液晶表示器(LCD)を駆動するインターフェースも搭載されています。(ちなみに姉妹チップである7107はLEDに対応しています)この7106チップには、BCDデータを7セグメントに変換するコンバータ、LCD駆動回路、クロック、リファレンス電圧、ADコンバータなどが詰まっています。さらに入力アナログ回路は入力電圧の正負を判別する回路も入っているため、極性も判断し、表示します。

測定対象としては、電圧が最も一般的な対象かと思えます。温度計、電流計、風速計、抵抗測定器では、実際に測られるのは電圧です。言い換えれば2点間の電位差です。使用するアプリケーションにあわせて校正したあと、2点間の電圧を測定し、それをデジタルデータに変換し、表示します。

ほんの少しの部品を7106に追加するだけで、必要とするほとんどの測定を行えます。たとえば、複数の電圧範囲をサポートするデジタル電圧計も簡単に製作できます。デジタル式のメーターは、従来のコイルと針式のアナログメーターと比較すると多くのアドバンテージがあります。

1. 値の読み取りが簡単。多くの測定アプリケーションでは、測定したそのものを、そのまま表示するのは重要です。たとえば、電圧の測定。13.6Vの電源を測定すると、13.6Vと表示するのがベスト(当然)。アナログメーターを使用した場合は、そのスケールをスイッチなどで切り替え、正しい目盛りを読まないで正確にその値を知ることができません。しかし、LCD表示だと、「13.6」と表示されるので、誰でも読み取れます。

2. デジタル式パネルメーター(7106)は可動部がないので、アナログメーターより、壊れにくく、長持ちします(一般的に)。

3. 7106はそもそも、非常に基本的な測定しか行わないので、逆にいろいろなアプリケーションに応用でき、しかも低価格です。

これらすべての要素により、この7106はいまだにベストセラーのデジタルパネルメータ用のICとして、販売され、使用されているのだと思います。

このキットには、7106チップ、LCD、必要な抵抗やコンデンサーなどが含まれているので、それらを組み合わせて自由に希望する測定器を作ることができます。

組み立て手順:

組み立てる前に、部品リストの部品が入っているか確認してください。このキットでは、両面プリント基板(PCB)を使用しています。基本的に背の低い部品(抵抗やICソケット)からハンダ付けしてください。電解コンデンサーやトランジスタ、IC、LCDには極性があります。部品面にシルク印刷されているので、部品の取り付けは容易です。

注意！抵抗RAとRBは最後に取り付けてください(注記: RA、RBはキットに含まれていません)。コンデンサー C1、C4、C5、トランジスタはICの下にハンダ付けするので、できるだけPCBに近づけて取り付けてください。トランジスタは平らな面を下にして足を曲げます。7106はICソケットに挿入して使用しますので、決して直接ハンダ付けしないでください。ICソケットも含めてすべての部品は、しっかりとPCBに挿入してハンダ付けしてください。LCDは2つの20ピンソケットに挿入して使用します。決して直接ハンダ付けしないでください。この20ピンソケットは、キットに入っている40ピンソケットをニッパーなどで切断して、事前に作ってください。これで、LCDを7106チップの上に配置することができます。**注意！この自作20ピンソケットは、PCBに対して垂直に立ててハンダ付けしてください。でないLCDが取り付けにくくなります。ヨビ1個おまけ付き。LCDの1番ピン側に丸印(赤)あり。**

半固定抵抗P1は、PCBのどちら側にも取り付けられますので、使用するアプリケーションや入れるケースにあわせて決めてください。PCBのハンダ面に取り付けると、これをパネルメータとして何らかのケースに入れた場合、裏側から簡単に調整でき、またスマートです。

組み立ての最後に7106ICをソケットに挿入し、そしてLCDをその上に挿入します。**注意！極性(向き)に注意して挿入してください。**PCB部品面のシルク印刷の三角印が1番ピンです。最後に、小数点の位置を決めて(必要なら)、RAとRBの値を計算し、ハンダ付けします。とりあえず、RBのためのリンクをハンダ付けします。**各部品の取り付け方法、PCBのシルク印刷の見方、抵抗値の読み方などは、WEB上の「電子工作便利ノート」を参照してください。**

校正:

キットに9Vを接続します。次に校正を行います。とても簡単な処理です。まず、7106の35番ピンと36番ピンに手持ちの電圧計を接続します。ボードのハンダ面にワニグチ・クリップを付けます。半固定抵抗P1を回してこの電圧(VREF)を100mVに設定します。

(別の方法として、既知の電圧を入力に接続し、VREFを調整します。このとき、 $VIN = 2 \times VREF$ となるように調整します。なお、このためにRAとRBを取り付けなければなりません。)

入力電圧範囲は次ページの表に従って決定します。

トラブルシューティング(動かない場合):

回路が動作しない場合は、90%近くの可能性でハンダ付け不良が原因です。明るい照明の下で、ハンダ付け部分を確認してください。次にすべての部品が正しい位置に実装されているか確認してください。

ICとLCDが正しい向きに挿入されていることを確認してください。ICのピンが裏側(ICパッケージの下)に曲がっていることがありますので、よくピンを見てください。40ピンICやLCDのピンの挿入時によく起こるトラブルです。

バッテリーに電気は残っていますか？

回路の説明:

このデジタルメーターキットの心臓部は7106IC内部のA/Dコンバータです。このA/Dコンバータは二重傾斜型(二重積分型)と呼ばれる技術を使っています。この回路は、積分コンデンサーへの充電と、基準電圧、コンデンサーの電圧が放電される時間を計数するカウンタで構成されています。コンデンサーの放電は線形なので、カウンタの計数値は入力電圧に比例します。この処理は2つのステップに大きく分けられます。

ステップ1 オートゼロ:

オートゼロ用コンデンサーが、積分器のオフセット電圧まで充電されます。この電圧はステップ2で、入力電圧から差し引かれます。

ステップ2 信号の積分:

入力信号は、1000クロックパルス分平均化されます。

ステップ3 リファレンス(基準電圧)の積分:

VREFは平均化され、測定時のゼロボルトとされます。ゼロになるまでカウントされたクロックパルス数がVINのデジタル測定値となります。

7106の35番ピンと36番ピン間の基準電圧は、一般に100mVから1Vにします。これにより、測定最大値が、それぞれ199.9mVと1.999Vになります。**このキットでは、100mVに設定されていますが、約89から107mVまで調整可能です。**

使用するアプリケーションにあわせて調整する方法を説明します。

小数点: LCDの小数点はジャンパーで設定します。表示は、対称型の矩形波をバックプレーン(BP)に入力して行われます。各セグメントをオンにするには、BP(等しい振幅)の位相に対して180度異なる信号を入力します。小数点を表示するには、外部回路でBP出力(21番ピン)をトランジスタで反転させ、それを表示したい小数点の位置にジャンパーで入力します。37番ピンは、外部でセグメントの駆動用ドライバを作るためのマイナスの電源として使用されます。

アナログ回路: C1は基準コンデンサーであり、すべてのレンジの測定時に放電されます。INLOは、アナログのCOMMON32番ピンに接続されています。

積分コンデンサーC5は、VREF値に最適ですが、積分抵抗R1の値は、VREFが1Vのときは470Kとします。

システム・タイミング: これは、38、39、40番ピンに接続された部品によって決まります。値は、すべての測定範囲で固定値となります。内部発振回路は48kHzあるいは、1秒間に3回計測される速度になっています。

オートゼロ・コンデンサ: これは29番ピンに接続されているC4です。このコンデンサーはシステムのノイズと、過大入力に対するリカバリ能力に影響します。フルスケール200mVに対して、0.47μFが適切です。

リファレンス電圧: 2000カウントのフルスケールを発生させるには、

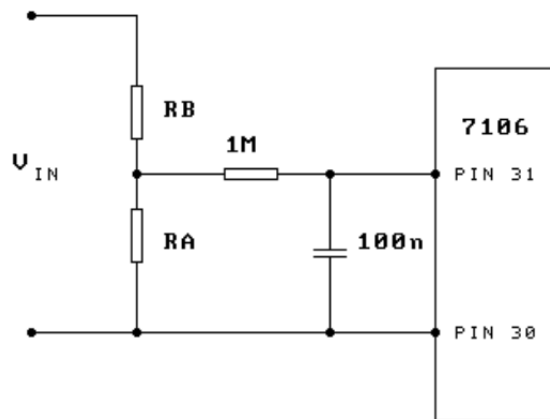
$$V_{IN} = 2 \times V_{REF}$$

のアナログ入力が必要です。

したがって、測定範囲を0~199.9mVとした場合、VREFは100.0mVに設定します。

VREFは、35と36番ピンの間を測定します。ボリュームP1で、リファレンス電圧を調整します。

200mV以上の電圧を測定する場合は、入力電圧を分割する回路が必要です(図4を参照してください)。フルスケール時の入力とリファレンス電圧と各抵抗値の関係は以下ようになります。



$$V_{IN} (\text{full scale}) = 2 \times V_{REF} \times R_A / (R_A + R_B)$$

図 4. VIN > 200mVの場合の入力のアッテネーション

例えば、0から20Vの範囲を測定する場合は、100対1の分圧を行います。この場合、RAとRBの値は、RA = 300KΩ、RB = 2.7MΩ となります。小数点用ジャンパーを、2番の位置に付けるとフルスケールの表示は 19.99V となります。下記の表は、測定する電圧範囲とそのときの抵抗値、そして小数点の位置の関係を示しています。

レンジ	RA	RB	小数点ジャンパー
200mV	10M	金属線で直結	2
2V	300K	2.7M	4
20V	100K	10M	3
200V	10K	10M	2

注記: 20Vと200Vの測定範囲では、RBはそれぞれ9.9MΩ、9.99MΩとなります。ただし、この場合、若干測定誤差がでますので、VREFを少し調整してください(校正方法参照)。

測定範囲が200mVの場合は、入力電圧を分圧する必要はありませんが、RAとして10MΩを付けてください。7106の入力抵抗は、非常に高いので、静電気によるダメージが予想されます。そこで、入力端子の静電気を逃がすためにこの抵抗は必要です。

これで、図5に示されているようにマルチレンジの電圧計が完成です。

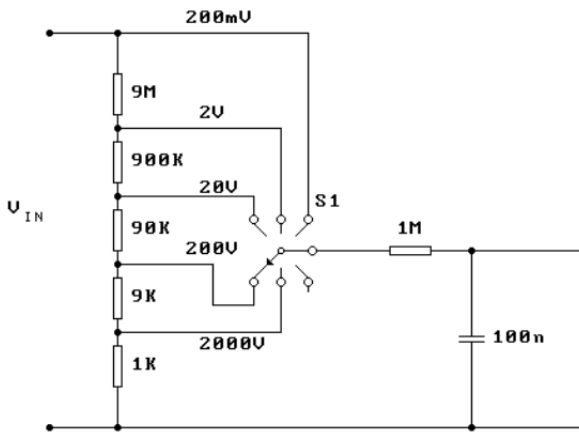


図5 マルチレンジの電圧計

ノンスタンダードの入力電圧:ほとんどのアプリケーションでは、変換素子(トランスデューサ)の出力は、ある変換率で電圧値や電流値などの測定可能な値に変換されます。たとえば、ある計量システムのロードセル(荷重計)は、重さ2.0kgのときに0.682Vを出力します。このデバイスで0~1.99kgを測定する場合は、RAとRBを正しく設定し、その出力が、2Vの入力レンジに入るようにします。この例では、トランスデューサの最大出力は68.2mVなので、VREFを34.1mV(最大値の半分)に設定し、小数点を最適な位置にするためにジャンパーを設定すれば、LCDには、0~1.99kgを直接表示します。

200mV以下の電圧:200mVのレンジでは、最小値は100μVになります。このような小さな電圧を測定するためには、入力電圧を測定可能なDC電圧にするためのオペアンプが必要になります。

電流の測定:電流を測定する場合は、シャント抵抗を使って、電流値を電圧値に変換します。分圧抵抗RAとRBは、この場合は使いません。図6にその原理を示します。

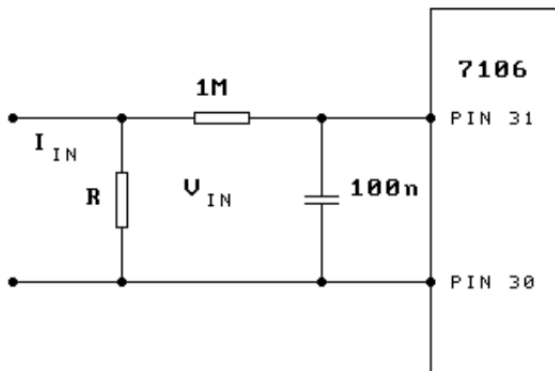


図6 電流測定の動作原理

たとえば、 $R=0.1\Omega$ のときは、電流2Aで、200mVの電圧となります。この電圧を、200mV測定可能な設定にしたメーターで測定します。最大電流測定時の電力消費は $I \times I \times R$ で計算できます。

200mAをフルスケールとして測定する場合は、 R を1.0Ω

とすれば、最大入力の際に200mVとなります。同じように、20mAを測定するには、 $R=10\Omega$ となります。標準的なマルチレンジの電流計の構成を図7に示します。

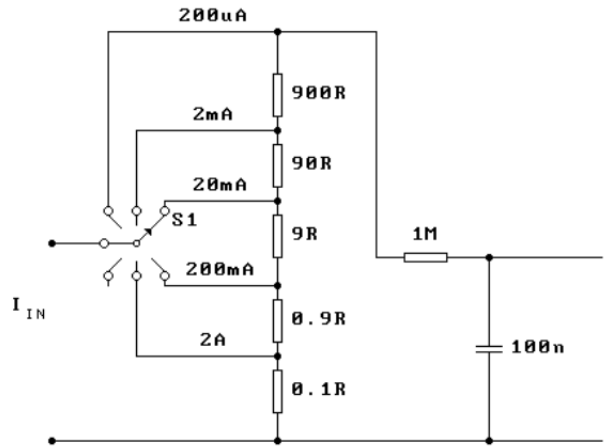


図7 マルチレンジの電流計

抵抗の測定:このキットでは、抵抗を正確に測定することは残念ながらできません。しかし、PCBを少し改造すれば測定できます。図8にその原理を示します。値のわからない抵抗(測定対象の抵抗)を既知の抵抗に対して直列に接続した場合、それを通る電流は以下ようになります。もし、リファレンス端子に接続した既知の抵抗と測定対象の抵抗の値が同じならば、表示される値は1000となります(つまりVREFは測定対象の最大電圧の半分と考えれば、この例では、被測定対象の抵抗の両端電圧は、VREFと同じになるので、最大値の2000の半分1000となるわけです)。この構成では、最大でVREF端子に付けた既知の抵抗値の1.999倍となります(つまり100kΩをVREF間に付ければ測定できる最大抵抗値は199.9kΩ)。この抵抗値の測定方法では、抵抗値そのものを測定するのではなく、既知の抵抗との比率を測定しているわけです。

$$\text{測定される値} = R_{\text{被測定対象}} / R_{\text{既知}} \times 1000$$

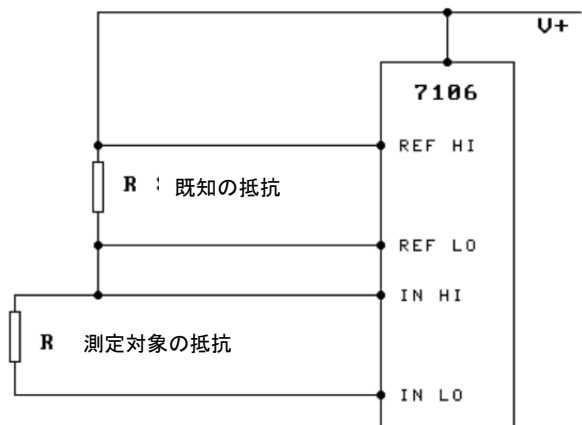


図8 抵抗の測定

このキットで学べること:

7106IC一つで様々なことができることを学べます。製品として販売されている安価なテスターは性能的にも、構成も、このキットとほとんど変わりません。マルチレンジにするために抵抗ネットワークとそれを変えるロータリースイッチが付いているだけです。

ワンチップのICですべて処理されているので、現場での故障の大きな原因は、そのロータリースイッチの接点不良のようです。

トラブルシューティング(動かない場合):

回路が動作しない場合は、90%近くの可能性でハンダ付け不良が原因です。明るい照明の下で、ハンダ付け部分を確認してください。次にすべての部品(特に極性のある電解コンデンサー、IC、トランジスタ、LCDなど)が正しい位置に実装されているか確認してください。

半導体

BC547 トランジスタ、Q1	1
ICL 7106、IC1	1

その他

200Ω 半固定抵抗(201)、P1	1
3 ¹ / ₂ 、桁LCD表示パネル	1
40ピンICソケット(LCDとIC1用)(ヨビ1個付き)	3
9V電池用スナップ	1
8ピンヘッダーピン	1
ヘッダーピン用ソケット	1
MK-203 PCB(k127)	1

問合せ先

関連する詳細資料は各メーカーまたは以下のマイコンキットドットコムの WEB サイトから入手してください。

Intersil 社の web

<http://www.intersil.com/data/fn/fn3082.pdf>

<http://www.mycomkits.com>

不明な点は下記の Email アドレスにお問い合わせください。

support@mycomkits.com

部品表 - MK-203

抵抗(明記なき場合カーボン、1/4W)

820Ω (灰、赤、茶)、R3	1
27KΩ (赤、紫、ダイダイ)、R2、R5、R6、	3
47KΩ (黄、紫、ダイダイ)、R1	1
100KΩ (茶、黒、黄)、R4	1
1MΩ (茶、黒、緑)、R7	1

コンデンサー

100pF(101) セラミックコンデンサー、C3	1
100nF(104) モノブロック、C1、C2	2
220nF(224) モノブロック、C5	1
470nF(474) モノブロック、C4	1

