

マイコンキットドットコムのMK-201 ロジックプローブキットは、電子回路の任意のポイントのロジック状態を調べる小さな測定器です。通常は、不良箇所の発見やテストのために使われますが、電子回路がどのように動いているのか確認するため、または設計・開発をサポートするためにも使えます。

このマイコンキットドットコムのロジックプローブキットには、様々な回路が入っています。簡単な回路もあれば、ちょっと複雑な回路も入っているので、最終的にちょっと大きな回路になってしまいました。このキットは小型ですが、CMOSロジックとTTLロジックの両方で使用でき、強力なツールになります。また、このキットには、マイコンやロジック回路の製作では重要なパルスの検出回路も搭載しています。

このキットでは、片面プリント基板(PCB)を使用しています。

#### 組み立て手順:

組み立ては、比較的簡単です。どの順番にハンダ付けしても問題ありません。ロジックプローブの先端チップとして使用する金属はキットに入っている約5cmのスズメッキ線を適当な長さに切断し、PCBハンダ面の大きなパッド(ピエゾブザーの下あたり)にハンダ付けしてください。プローブの先端は、カットした抵抗やLEDのリードなども使えます。最後に2つの電源用のワニグチ・クリップ付きリード線(正電源とグランド)をPCBにハンダ付けします。これはキットに入っている両端にワニグチ・クリップが付いたリード線を真ん中で切断し、それぞれを正電源(POSITIVE)用とアースグランド(GROUND)用に使用します(ワニグチ・クリップ2個は同じ色です。20cm程度の線材を追加して長さを調整してください)。各パッドの横には2つの小さな穴が開いているので、ワニグチ・クリップ線のハンダ付け後に、その2つの穴に抵抗のリードの切れ端をU字型にして、ネジって(ハンダ付けするとリード線が溶ける場合あり)。WEBの写真参照)、電源リードの線が使用中に引っ張られて、切れるような事故を少なくしてください。PCBに「LINK」と表記されている部分は抵抗などのリード線の切れ端やメッキ線などでショートしてください。注意: R2の1kΩ抵抗は電源が9Vを超えると付けてください(取り付けない場合は抵抗などのリード線の切れ端やメッキ線などでショートしてください)。TTL(5V)では、各LEDは点灯しますが圧電ブザーが鳴りません。

注意: PCBの部品取り付け穴がレジスト液で少し閉じている(小さくなっている)場合があります。その場合は固めのリード線を差し込むか、0.8径のドリルで開けてください。

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。

#### 回路の説明:

##### 1. イントロダクション

回路は、大きく2種類に分けられます。CMOS用とTTL用

です。CMOS用の回路としては、供給される電源はおおむね3Vから15Vくらいになり、そのロジックレベルは、電源電圧に比例することに注意しなければなりません。このレベルは、さらにCMOS ICの製造メーカーによっても変わるので、プローブは、最も極端な場合を考慮しなければなりません。

CMOSの検出電位:

電源電圧の73.3%を超えるとハイ。

電源電圧の26.6%未満だとロー。

TTL用の回路としては、電源電圧は、おおむね5Vでロジックレベルは次のようになっています:

2Vより大きいとハイ。

0.8V未満だとロー。

CMOSロジック回路の場合は、(理論的には)その電源電圧に近い値までプローブで検出できます。実施には、5Vから15Vの範囲に対応しています。このロジックプローブボードの電源が、テスト対象のボードからとられている場合(ほとんどの場合はこのはず)は、+5Vから+15Vの範囲でロジックプローブボードの回路が動かなければなりません。回路によっては、その中で、異なる電圧を持つ場合があるので、このプローブを使うときは、正しい場所にタッチして測定してください。

このロジックプローブは、また上リエッジと下リエッジも検出することができます。CMOSやSCRがスイッチングするような短いパルスも検出します(最小パルス幅はおおむねμ秒のオーダーです)。このキットでは、このような高速パルスを検出するために、高速回路、両方向のエッジ検出回路、パルスストレッチ回路を組み込んでいます。検出した結果を知らせるために、音と光は必須です。プローブの先端をじっと見ていなければならないので、ブザーで測定結果を確認できることは重要です。3色のLEDによる測定結果の表示も重要です。下記の表には、ロジックレベルの組み合わせによる表示の違いを示しています。

**2. 回路の説明 - レベルの検出:**レベルの検出は、2つのオペアンプと2つの抵抗分割ネットワークにより構成されており、スイッチにより、CMOS用とTTL用とに切り替えることができます。

オペアンプLM358は、ワイドレンジ、単電源、2個入りなので、CMOS電源電圧範囲いっぱい、このロジックプローブ回路を使うことができます。まず、アンプAがハイレベルを検出します。反転入力(2番ピン)は、ハイレベルのリファレンスとなっています。非反転入力(3番ピン)が、そのレベルよりも大きくなると、出力(1番ピン)はハイにスイッチされます。そのハイレベル電位が、ハイレベルインジケータをオンします。これは、入力信号がハイレベルのリファレンスよりも下がるまで維持されます。

アンプBは、ローレベルに対して同じように動作します。この場合は、非反転入力(5番ピン)がリファレンスになっています。プローブから入力(6番ピン)がローレベルのリファレンスよりも下がるとアンプ出力がハイになります。このとき、ローレベル用のインジケータが、オンになり、入力電位がローレベルのリファレンス電位より上がるまで

維持されます。

**3. 回路の説明 - パルスの検出:** この回路は4つのCMOSインバータ(4049または14049)とダイオードなどの受動部品で構成されています。入力7番ピンは通常はR15でローレベルにプルダウン。この結果4番ピンがハイ。その結果ダイオードD4を通して、7番ピンがハイになります。7番ピンがC2、またはC3からの下リエッジで下げられローになり、そのパルスが最初のインバータ(7番入力、6番出力)を通してハイになり、そしてC4を通して2つ目のインバータ(5番入力、4番出力)の出力をローにします。そして、ダイオードD4を通して最初のインバータの入力7番ピンをローにします。その結果6番ピンはハイになります。そしてR15を通してC4が放電されるまで5番ピンがハイになります。

5番ピンの電位がCMOSレベルのローになったときに、4番ピンがハイになり、ラッチがリリースされます。LEDの点滅時間は、C4とR15の時間定数で決まります。パルスが検出されると、1秒程度に伸ばされ、オレンジ色のLEDがオンになりブザーが鳴ります。このブザーのトーンは、最集段のレベルがローになるまで中程度のトーンとなります。最終段がローになると、トーンは低くなります。

パルス検出回路の前に2つのインバータがあります。この回路には複数の機能を持たせています。電位をシャープなパルスに変え、電源電圧レベルまで届く信号を出力します。プローブが、レベルの変化(ローからハイ、またはハイからロー)を検出すると、一つのインバータがハイになり、もう一つがローになります。ダイオードD2とD3により、ローからハイになるレベルの変化を、100pFのコンデンサーがチャージされるまで一時的にブロックします(つまりコンデンサーの出力、前述の7番ピンがハイになるのを一時的に止めます)。しかし、出力がハイからローになる変化は、ダイオードが順方向バイアスになるので、ブロックされず、7番ピンがローになります。

ロジックプローブの入力が不定状態(CMOS回路では電源の26.6%から73.3%の間、TTL回路では、電源電圧の16%から40%の間)のときは、フローティングレベルとなります。しかし、プローブに接続されているCMOSゲートは、ハイ、またはローと判断してしまいます。通常、50%の電位でスイッチするので、26.6%から50%の電位(電源電圧に対して)をフローティング・ローレベル、50%から73.3%をフローティング・ハイレベルとします。フローティング状態については以下のように定義します:

- ・フローティングレベルからのパルス、またはフローティングレベルへのパルスは、CMOSゲートのスイッチングレベル(スレッショルド)を超えたときのみ検出する。
- ・TTLレベルのパルスは、フローティングのハイレベルはパルス検出回路では検出できない(しかし、パルスが早くなければレベル検出回路は動作する)。
- ・パルス検出回路は、基本的に、何らかの有益な測定結果を示すように動くはず。つまりCMOSデバイスでは、そのスレッショルドを前後してスイッチングしたことを示すはず。

プローブ入力がフローティング状態のとき(つまり、ハイでもなくローでもない不定状態)、フローティング・ハイまたはフローティング・ローとなります。フローティング・ハイのときは、上リエッジがあっても、プローブとしては真の正のパルスとは認識できないので、検出できません。同様に、フローティング・ローのときは、下リエッジがあっても(負のパルス)、検出できません。これらすべての状態は、下記の表で説明していますので参照してください。注意:このロジックプローブはゲインが高く、ノイズによりパルスの検出回路が動く場合があります。正しくパルスが入力されると検出しますが、何も入力されていない場合でも、薄くLEDが点灯する場合があります。

**4. 回路の説明 - ブザーとLEDによるインジケータ:** LEDにより状態を表示します。また、ブザーは、可聴周波数の弛緩発振器によって発生した信号を、CMOSインバータによるバッファを通してピエゾ(圧電デバイス)を駆動して得られます。弛緩発振器は、外付けの抵抗によって、時間定数が決められているPUT(プログラマブル・ユニジャンクション・トランジスタ)で構成されています。PUTは、ゲート電位がアノード電位よりも高いときは、オープン状態(オフ)となります。逆に、アノード電位がゲート電位に達すると、ショート状態(オン)となります。インジケータ(ブザーとLED)が、ハイレベルを示しているときは、抵抗(R12、R13、R14)を通してC5がチャージされます。PUTがオン状態のとき、C5が放電され、PUTがオフになると、再度チャージされます。チャージ回路の抵抗によって、充電される時間が決まり、その結果、発振回路の周波数、つまりブザーのトーンが決まります。

#### ロジックプローブの使い方:

1. 測定対象がTTLかCMOSかを設定します(つまり電源電圧の使い方を決めます)。
2. 電源として使う正電位(Positive)とグランド(Ground)(負電位の場合もあるかもしれませんが)を測定対象の回路の正電位、グランドに接続します。
3. テストしたいポイントにプローブ先端を付けます。測定対象の回路の状態を変えたときに、または変わったときに、特定の部分のロジック状態を確認する場合は、プローブをそのまま、特定の部分に付けたままにします。ただし、プローブの先端で回路をショートさせないように注意してください。

測定対象がどのようなロジック状態でも、インジケータは、なんらかの状態として示します。ハイレベルは、赤色LEDを点灯し、ハイピッチの音を出します。ローレベルは、緑色LEDを点灯し、ローピッチの音を出します。早いパルスは、黄色LEDを点灯し、中くらいのピッチの音を約1秒間出します。遅いパルスは、早いパルスのときの測定結果とハイ/ローレベルの測定結果を組み合わせで示します。レベルの変化は、そのレベル(ハイ/ロー)に相当するインジケータとパルス測定結果のインジケータを駆動します。しかし、レベルの変化があまりにも遅い(エッジが非常になめらか)パルスを測定した場合は、パルスとは認

識されないかもしれません。

注意: このロジックプローブはゲインが高く、PCBを持つだけでパルス検出回路などが動作する場合があります。以下の表では、プローブが検出する一般的な状態と遷移状態を説明しています。また、図で状態遷移を説明しています。

**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(特に極性のあるダイオード、電解コンデンサー、IC、PUT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。

**部品表 - MK-201**

**抵抗(明記なき場合カーボン、1/4W、5%)**

470Ω (黄、紫、茶) .....	3
1KΩ (黒、茶、赤) (電源が9V超える場合に使用) .....	1
27KΩ (赤、紫、ダイダイ) .....	2
33KΩ (ダイダイ、ダイダイ、ダイダイ) .....	3
680KΩ (青、灰、黄) .....	2
1.8MΩ (茶、灰、緑) .....	1
2.2MΩ (赤、赤、緑) .....	1
3.3MΩ (ダイダイ、ダイダイ、緑) .....	1
4.7MΩ (黄、紫、緑) .....	2

**コンデンサー**

100pF (101) .....	2
1nF (102) .....	1
220nF (224) .....	2

**半導体**

1N4148 ダイオード .....	7
3mmLED .....	3
2N6027 PUT .....	1
MC14049(または相当品) 16ピン ロジックIC .....	1
LM358(または相当品) 8ピン オペアンプIC .....	1

**その他**

ピエゾブザー(圧電) .....	1
8ピンICソケット .....	1
16ピンICソケット .....	1
PCBマウントSPDTスライドスイッチ .....	1
スズメッキ線 .....	約5cm
ワニグチ・クリップ2個付きリード線(色は任意) .....	1
MK-201 PCB(k24)(サイズ約125mmX24mm) .....	1

**状態表**

状態	説明	LED	使う抵抗	トーン
1	ハイ	赤	1.8M(R12)	ハイ
2	フローティング	なし	なし	なし
3	ロー	緑	2.2M(R13)	ロー
4	ローから パルス	黄パルスから 緑	4.7M(R14) から 2.2M (R13)	中パルス からロー
5	ローへ遷移	状態4と同じ		
6	ハイから パルス	黄パルスから 赤	4.7M(R14) から 1.8M (R12)	ハイパルス からハイ
7	ハイへ遷移	状態6と同じ		
8	フローティング ・ハイからハイ パルス	なし	なし	なし
9	フローティング ・ローからハイ パルス	黄パルス	4.7M(R14)	中パルス
10	フローティング ローからロー パルス	なし	なし	なし
11	フローティング ハイからロー パルス	黄パルス	4.7M(R14)	中パルス

**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。

<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](mailto:support@mycomkits.com)

