

取扱  
説明書

最大Xポイントまで増設可能!



text by たこ 協力:もずく

# 24ポイント連結型 LEDバーグラフメーターキット

## 特長

- ★変化量を分かりやすく表示することが可能なLEDメーターのキットです。電圧計や各種センサーなどの表示器として使えます。
- ★駆動回路やLEDの色を工夫することでイルミネーションとしても活用できます。
- ★基板1枚あたり24ポイントで複数枚の基板を連結して多ポイントLEDメーターを製作可能です。
- ★入力は0～約3.5V(フルスケール)、1MΩのハイインピーダンス入力により、様々な信号を手軽に入力できます。
- ★コンパレータを用いた単純な回路なので、柔軟にカスタマイズが可能です。複雑な使用方法にも応じられるよう、拡張性を意識した構造にしています。
- ★弊社・秋月電子通商より発売のユニバーサル基板(140mm×40mm)とサイズ互換となっているので、スペーサーを用いて付随回路を重ねて取り付けることができます。

## 回路説明

右の回路図を見れば分かるように、本キットはコンパレータ(比較器)を24段連ねただけの極めて単純な構造となっています。

コンパレータICとは、2種類の電圧を比較して結果を出力するICで、この回路では一端子の電圧が+端子の電圧を上回った場合にLEDが点灯するようになっています。よって、一端子には測定したい信号を、+端子には各LEDを点灯させたい閾値となる基準電圧を加えておきます。

5Vの電源電圧を抵抗分圧して3.5Vを生成し、安定化のためオペアンプによるバッファを通してものを大元の基準電圧( $V_{ref+}$ )とします。 $V_{ref+}$ が3.5Vであるのは、この電圧がオペアンプやコンパレータの動作可能範囲の上限であるためです。 $V_{ref+}$ は全てのLEDが点灯する(フルスケール)、最大入力電圧となります。また、 $V_{ref+}$ はR25からR48までの抵抗で24等分され $V_{ref-}$ (通常はGND)と接続されます。これにより0～3.5Vの

入力電圧の大きさに応じて24個のLEDを点灯させることができます。

なお、入力信号の安定化のためにオペアンプによるバッファを挿入しています。これはコンパレータICから漏れるバイアス電流が入力信号に影響を与えるのを防止するためです。

バッファにより、入力インピーダンスを高くしているため、様々な入力信号に容易に対応することができます。

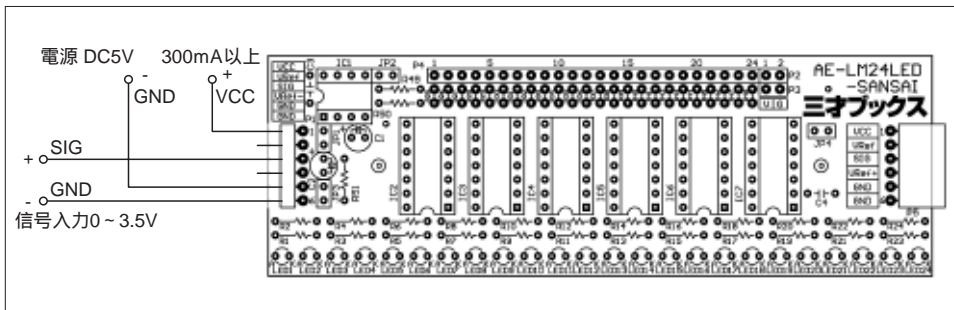
## 部品表

部品番号	部品名	型番/値	数量	備考	部品番号	部品名	型番/値	数量	備考
IC1	オペアンプ	LM358N	1	2回路入り	LED1~24	発光ダイオード	OSDR3 133A	24	赤色
IC2~7	コンパレータ	LM339	6	4回路入り	P1	ピンヘッダ オス型 1×6		1	連結時に使用
R1~24	カーボン抵抗 1/4W	300Ω	24	橙黒茶金	P5	ピンヘッダ メス型 1×6		1	連結時に使用
R25~48	カーボン抵抗 1/6W	2.2kΩ	24	赤赤赤金	JP1,JP2	ジャンパー線		2	※注意取り付けない
R49	カーボン抵抗 1/4W	3kΩ	1	橙黒赤金	JP3	ジャンパー線		1	抵抗の足を使用
R50	カーボン抵抗 1/4W	6.8kΩ	1	青灰赤金	JP4	ピンヘッダオス 1×2		1	
R51	カーボン抵抗 1/4W	1MΩ	1	茶黒緑金		ジャンパーピン		1	
C1	電解コンデンサ	50V10μF	1			ICソケット 8P		1	
C2	電解コンデンサ	25V100μF	1			ICソケット 14P		6	
C3	積層セラミックコンデンサ	50V0.1μF	1	104		専用基板		1	
C4	積層セラミックコンデンサ	50V1μF	1	105	おまけ	半固定抵抗	100kΩ	1	104

※本キットは「電子工作マニア2」(2010年6月発売/三才ブックス刊)の協力により企画・開発いたしました。



## 結線図

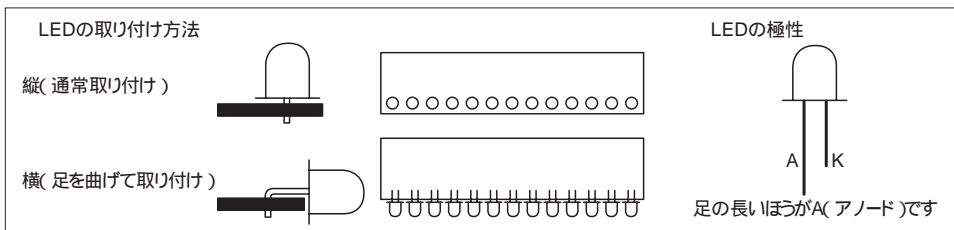


## LEDの取り付け方について

基板のケースへの格納や使用方法に合わせて、2種類のLEDの取り付け方ができるようにしています

す。普通に取り付ける方法の他、LEDの足を曲げることで、基板を縦にして使用できます。

下の図を見ると、足を曲げればスペースを有効に使うことが分かるでしょう。



## 電源について

本機の動作には安定した5Vの電源が必要です。弊社・秋月電子通商にて販売のスイッチングACアダプタの5Vタイプをオススメします。

電流容量については次項にて述べますが、コンパレータやオペアンプの消費電流は高くても100mA以下なので、LEDの消費電流

=必要な電源容量として計算していいでしょう。キットの付属のLED+電流制限抵抗を用いてそのまま製作した場合に必要な電源容量は300mAとなります。

なお、LEDの電流制限抵抗や基準電圧生成部分の抵抗を変更することで、24V程度までの電源電圧に対応することも可能です(オペ

アンプの絶対最大定格は32V、コンパレータは36Vまで)。この場合、メーターの精度を上げられるというメリットがあるもののデメリットもあるため、むやみに電源電圧を上げることはオススメしません。デメリットについては次項にて解説しますので、変更する場合は十分に検討して下さい。

## LEDの電流制限抵抗について

キットのLEDを交換して使用する場合、電流制限抵抗(R1~R24)をLEDの特性、必要な明るさ、電源電圧をもとに設計した値に変更

計算式

$$\text{電源制限抵抗 } R[\Omega] = \frac{\text{電源電圧}[V] - \text{LEDの順方向電圧 } V_f[V]}{\text{LEDに流す電流}[mA] \times 0.001}$$

する必要があります。

図で示した計算式にて求めることができます(1A=1000mAのため、便宜上この計算式のように記載)。

LEDの順方向電圧(Vf)は各LEDのスペックを確認して下さい。通常は2V前後です。LEDに流す電流は、最大限明るく点灯させたい場合は最大定格として記載されている電流値(I<sub>f</sub>)を超えないように設定して下さい。通常30mA前後です。

この時に注意しておきたいのは、メーターとして使用する場合に明る過ぎて眩しい場合が多いということです。最大30mAのLEDでも1mAで十分な明るさが得られる場合もあります。

また、複数の色のLEDを組み合わせて使用する場合、同じ電流値に設定しても明るさが同じになるわけではありません。

これらを踏まえ、基板に実装す

る前に事前にブレッドボードなどで実験して値を決めておくのがいいでしょう。参考までに弊社・秋月電子通商取り扱いの3mmLED OSNG3133A(緑)、OSYL3133A(黄)、OSDR3133A(赤)の明るさを揃えて使用したい場合、緑:300Ω、黄:1KΩ、赤:620Ωくらいがいいようです(明るさは設計者の主観による)。

また、設計の際の電氣的な注意事項があるので、以下に挙げておきます。特に電源電圧を5Vより上げて使用する場合に気を付けて下さい。

①電流制限抵抗による消費電力が1/4Wを超える場合、抵抗を1/2Wタイプに変更する必要があります。

計算式:消費電力[W]=(LEDに流す電流[mA]×0.001)×(電源電圧[V]-LEDの順方向電圧V<sub>f</sub>[V])より求めて下さい。

②抵抗にて消費される電力は熱として消費されます。電流が多い場合、電源電圧が高い場合は発熱が多くなります。また抵抗で消費される電力は「無駄」でしかありません。電源電圧が12Vの場合、V<sub>f</sub>が2.0VのLEDを20mAで点灯させるためには抵抗で0.2Wの電力を消費させる必要があります。これはLEDに必要な電力の5倍に相当します。本キットはLEDを24個使用するので無視できない値です。大きな電力容量のACアダプタが必要となる、発熱する、エコじゃないと、悪いことの3拍子です。

以上を踏まえて必要な電源の電力量を決定します。

計算式:消費電流[A]=LEDに流す電流[mA]×0.001×24(LEDの個数)+その他回路の消費電流[mA](最大100mA)×0.001

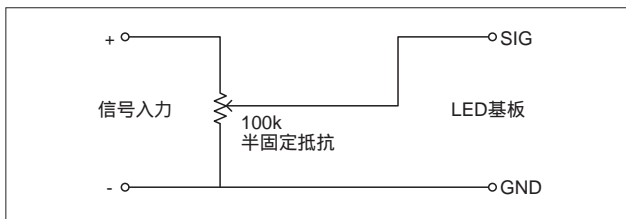
## 入力信号について

入力電圧範囲は0V(無点灯)~3.5V(フルスケール)となります。信号入力端子はバッファを搭載しているので、入力インピーダンスが高くなっています。そのため、テスターを当てて電圧を測ると同じような感覚で本機を使用することができます。測定したい信号の上限が3.5Vを超える場合は可変抵抗を取り付け、適宜調整して入力して下さい。

例えば4.8Vの信号を入力した

状態でちょうど全てのLEDが点灯するように調整することにより、1ポイントあたり0.2V、4.8Vで全点灯といった動作が可能です。信

号源の電圧が12Vを超えるような場合は半固定抵抗の許容範囲を超える可能性があるので別途、抵抗分圧回路などを検討して下さい。



## 連結方法 (表示ポイント数追加)

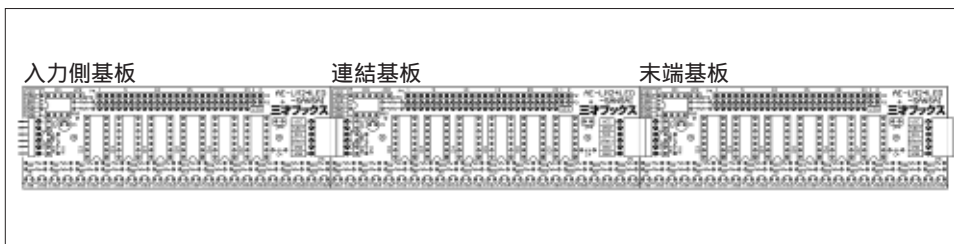
さて、それでは本キットの最大のウリでもある連結方法についての説明です。

連結部分のお互いの基板の端部

分を折ったあと、L型のピンヘッダ、ソケットを取り付けて連結します。

なお、連結部分のオペアンプ周

辺回路について回路の変更があるので、連結する場合は基板にパーツを取り付ける前にあらかじめ変更箇所を確認しておいて下さい。



基板	取り付ける	取り付けない
単独使用時	R49, R50, C1, C3, IC1, R51, JP3, JP4	JP1, JP2
末端基板(右端・最上位)	JP1, JP2, JP4	R49, R50, C1, C3, IC1, R51, JP3
連結基板(中間)	JP1, JP2	R49, R50, C1, C3, IC1, R51, JP3, JP4
入力側基板(左端・最下位)	R49, R50, C1, C3, IC1, R51, JP3	JP1, JP2, JP4

※2連結の場合、入力側基板+末端基板という構成になります

### 最大連結数について

基本的に連結数が多くなるほど回路の不安定要素が増加し、LEDが暗くなったり、表示精度が悪くなったり、場合によっては、誤動作したりする可能性もあります。

連結部分のコネクタの電流容量は最大3Aとなり、これに満たない場合でもコネクタによる電圧降下が動作に影響を与える可能性があります。

この場合、コネクタを用いずにジャンパー線などを用いて直接ハンダ付けする必要があります。これらについては各自、実験・研究して下さい。

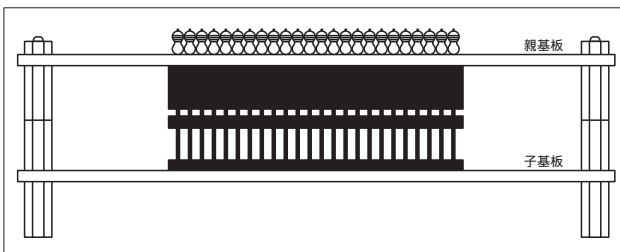
### 横連結について

複数のメーターを横に並べて、2つ以上の信号を監視するような用途に使用する場合(例：スピーア、ステレオメータ、室内外温度計)、Vref分割抵抗の誤差によりメーター間での誤差が生じる可能性があります。そういった用途に向けて、横連結機能を搭載しました。

親基板のVref分割抵抗の各電圧をコネクタ出力できるようにしているので、子基板にはVref分割抵

抗を装着せず、親基板から供給を受けることができます。連結用の

ピンヘッダ、ソケットを用いると便利です。



### 表示精度について

このキットは「メーター」とは謳いつつも表示精度については規定しておりません。使用するパーツ個体の誤差や、低コスト化のためにあえて追求していないという面もあります。

精度については、例えばイルミネーションとして使用する場合に

はまったく不必要な要素です。メーターなどの用途で精度が必要な人は以下を参考に色々工夫して下さい。

#### ■基準電圧について

本キットの測定の基準となる電圧は、ただの抵抗分圧です。抵抗の誤差5%に左右されるのももち

ろん、電源電圧の変動にも大きく影響を受けます。スイッチング電源など、安定化された電源を用いても、LEDが激しく点滅することによる電圧の変動は免れません。これが問題となる場合の解決法の一例として、ツェナーダイオードを用いて基準電圧を作成するとい

う方法があります。

■オペアンプのオフセット電圧について

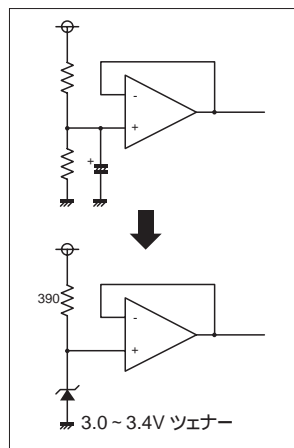
入力信号および基準電圧のバッファとしてオペアンプを用いていますが、オペアンプにはオフセット電圧が発生します。これは入力が0Vなのに出力が2mV出てしまうというような電圧の上乗せ現象を引き起こします。細かい電圧を測定する場合には影響が出る可能性があります。

付属のオペアンプもこの点を十分考慮して選定してはいますが、正直なところ安物ですので決してよいとはいえません。問題が出た

場合はオフセット電圧の少ないオペアンプに交換してみるのもいいでしょう(例:OPA2277 オフセット10 $\mu$ V)。

■抵抗の誤差

基準電圧の分圧に使用している24本の抵抗は許容誤差5%のカーボン抵抗です。これを許容誤差1%の金属被膜抵抗に交換してみる方法もあります。しかしながら誤差5%でも直列に積み重ねることで誤差が吸収されるため、さほど問題とならないと考えられます。どうしてもバラツキが気になる場合は交換してみましょう。



## 応用

ここでは、簡単なカスタマイズの方法を紹介します。

■測定電圧範囲を指定する方法

本来の仕様だと0~約3.5Vを均等に分割表示するメーターとして機能しますが、Vref分割抵抗を変更することで均等ではないスケールに対応することができます。例えば、0~10Vの信号を用いて、5~10Vの部分だけを表示したい場

合は、信号電圧を可変抵抗で分圧して入力するとともに、R25の値を51k $\Omega$ に変更して下さい(R26~R48の2.2k $\Omega$ ×23本の抵抗の合計が50.6k $\Omega$ のため)。

また、同様の理屈によりR25およびJP4(本来は0 $\Omega$ )を75k $\Omega$ (理想値は75.9k $\Omega$ )に変更すると0~10Vの入力に対して3~7Vの部分のみ拡大表示するメーターを作る

ことができます。

さらに応用として、R25~R48の値をそれぞれバラバラの値に設定することで、低い電圧は大雑把に、高いほうは細かく表示するようなことも可能です。例としてはオーディオメーターの対数スケールがこれにあたります。それぞれの目的に応じて各自工夫して考えてみて下さい。

## あとがき

このたびは本キットをご購入いただきありがとうございます。回路試作およびマニュアル作成を担当した“たこ”と申します。今回は私も執筆している『電子工作マニア2』(三オボックス)という本の企画にて、株式会社三オボックス様が全面協力という形で本キットの発売と相成りました。

私自身、多ポイントのLEDメーターを作ってみたという構想は以前から持っていたのですが、プリント基板の作成が個人レベルでは難しいために断念していたものを、三オボックス様、秋月電子通商様、基板設計屋さんのご協力を得て、実現することができました。キットの開発期間は約4ヶ月。

アイデア出しから、回路設計、試作(最初はユニバーサル基板で作ったんですよ!)、使用パーツの検討、基板設計の指示、修正、試作、マニュアル作成など、膨大な工程を経て完成いたしました。様々な活用ができる夢いっぱいのキットなので、ぜひ色々なモノを作って楽しんで下さい。

### 24ポイント連結型LEDバーグラフメーターキット製作マニュアル

企画・開発: 株式会社三オボックス『電子工作マニア2』 byたこ 協力: もずく 発売元: 株式会社 秋月電子通商  
キットの詳細は(株)秋月電子通商HPをご覧ください。  
URL: <http://akizukidenshi.com>