

マイコンキットドットコムの MK-508 回転方向とその速度を制御可能！PWM 方式ハイパワーDC モーターコントローラキットはシンプルな回路で DC モーターの正方向、逆方向の回転方向を制御し同時に、その速度を制御するコントローラキットです。

このコントローラは完全な停止状態から最高速度まで、双方向で制御します。DCモーターの回転方向は、一般的にスイッチで電源の極性を変えて実現しますが、この場合、電圧の極性を変えるために2回路2接点のスイッチを使います。しかし、このMK-508 コントローラはモーターの回転方向を変え、同時にその速度を制御します。

一般的に回転しているDCモーターの電源の極性を突然変えることは、いろいろ問題を起こします。もっとも大きな問題は、過電流で、これによりコントローラ、または電源回路を破壊する場合があります。突然、回転方向が変わるので、機械的な問題も発生する場合があります。

このキットでは、MOSFETを使用したH型ドライブ回路でモーターの回転方向を変え、速度をパルス状の電圧のオンとオフの比率を変えることで従来の問題を解消し、スムーズにその方向と速度を、ボリューム一つで制御します。ボリュームを、ある方向に回せば、モーターがある方向に回転し始めます。ボリュームを、逆方向に回せば、モーターが逆方向に回転し始めます。ボリュームを、真ん中にすれば、モーターが回転せず、停止します。

#### ◆仕様:

**電圧:** このキットとモーターは、同じ電源を使用します。つまり、このキットで使用しているIC「LM324」の動作電圧はDC32Vなので、このキットで駆動できるモーターの電圧は最大DC32V以下となります。

**・電流:** キットで使用しているMOSFET「IRFZ44」は最大49Aまで、また「IRF4905」は最大74Aまで駆動できます。しかし、MOSFETからネジ式ターミナルへ電流が流れるプリント板のパターンはおおむね5Aが限界です。したがって、この電流値を超える電流を流す場合は、その電流に応じてパターンに太い電線をハンダ付けする、またはハンダそのものを盛る、などの処理が必要です。また、MOSFETが、その電流に比例して、かなり熱くなるので、大きなヒートシンクが必要となります。

また、さらに重要な問題は、MOSFETをどの程度早く切り替えるか、つまりモーター方向をどの程度早く切り替えるか、ということ。MOSFETでの最大のエネルギーの消費は、完全にオンの状態と完全にオフの状態の間、リニアな状態のときに大きくなります。したがって、この間の時間はできるだけ小さくしなければなりません。MOSFETのゲートの内部コンデンサの容量が大きいため、駆動する回路のインピーダンスは低くしなければなりません。しかし、このキットでは、駆動回路のインピーダンスはそれほど低くありません。

したがって、最終的にこのキットで操作できる最大電流は「10A」となります。ご注意ください。

#### ◆DCモーターの速度制御方法:

一般にDCモーターの速度を制御する方法は3つあります。

1. 希望する速度を得るためにギアを使用する方法。この方法では、速度を変えるために歯車を変更する必要があり、電子工作で使用するのはいへんな作業です。
2. 直列抵抗を利用してモーターへの供給電圧を変更する方法。しかし、この方法では、抵抗で大きなエネルギー(つまり熱)を消費し、かつトルクが小さくなります。この方法の欠点は、モーターの負荷が増えるとモーターに流れる電流が増えてしまう、という点です。つまり、電流が増えるということは、大きな電圧降下が直列抵抗に発生し、そのためにモーターへの電圧はさらに低下します。モーターは本来ならもっと電流がほしいわけ

ですが、電圧低下のためにモーターは結局止まってしまう。

3. パルス状の電圧を供給する方法。この方法が、このキットで使っている方法で、パルス幅変調(PWM)方式と呼ばれる方式です。短いパルスを加えると回転が遅くなり、幅の広いパルスを加えると回転が速くなります。

#### ◆組み立て

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。特に、MOSFETの「IRFZ44」と「IRF4905」が入っていることを確認してください。このMOSFETは同じ形状なので間違わないでください。ただし、MOSFETは最後に取り付けます。

**注記:** プリント板には4本のツェナーダイオード「Z1」から「Z4」を実装するランドがありますが、使用しません。

キットにはツェナーダイオードは含まれませんので注意してください。

以下の手順で部品を基板に差込み、ハンダ付けしてください。

1. すべての抵抗とダイオードをハンダ付けする。  
**注記:** プリント板に2つのスルーホール(パッド)があり、これにハンダで埋めてください。プリント板には「FILL WITH SOLDER」(訳:ハンダで埋めてください)が書かれています。もう一つのスルーホール(パッド)には「SOLDER BOTH SIDES」(訳:ハンダで埋めてください)が書かれています。  
**注記:** プリント板には4本のツェナーダイオード「Z1」から「Z4」を実装するランドがありますが、使用しません。その取り付け用のパッド(ランド)はハンダで埋めてください。

2. 14ピンICソケット

3. コンデンサC3このコンデンサはICソケットの内側にハンダ付けします。このコンデンサはできるだけプリント板に差し込んで、低く取り付けてください。背が高いと頭がICソケットにあたります。

4. トランジスタ Q1、Q2 とコンデンサ C1

5. 電解コンデンサC2

6. ネジ式のターミナルブロック。プリント板に実装する前に、2つのネジ式ターミナルを側面の溝に沿ってスライドさせ密着させてください。

7. ボリュームP1

8. MOSFETの取り付け

MOSFETをプリント板にハンダ付けする前に、ヒートシンクにMOSFETをネジ止めしてください。ヒートシンクの両側にIRFZ44とIRF4905を背中合わせにネジ止めします。キットに入っている3mmのネジとナットで、ゆるく取り付けてください。MOSFETの取り付け位置、角度は非常に重要ですので注意して、作業してください。

まだ、MOSFETはハンダ付けしないでください。

この状態で、プリント板のそれぞれの位置に挿入します。ヒートシンクのピンがしっかりとプリント板に挿入されていることを確認し、その状態を保ったまま、MOSFETを取り付けているネジをしっかりと締めてください。もう一つのヒートシンクとMOSFETのセットも同じように取り付けてください。MOSFETは2種類あり、形は同じです。注意してください。IRFZ44はネジ式のターミナル側に取り付けます。

ここで、ようやくハンダ付けします。

**注意:** まず、ヒートシンクの取り付けピンをハンダ付けしてください...機械的なストレスを与えないため、必ずヒートシンクをハンダ付けし、次にMOSFETをハンダ付けします。

9. LM324をICソケットに挿入

最後にIC「LM324」をICソケットに挿入します。この横のパッドをハンダで埋めてください。Q6の少し上です。プリント板には「FILL WITH SOLDER」(訳:ハンダで埋めてください)が書かれています。このスルーホールに大きな電流が流れるため、忘れずにハンダで埋めてください。

◆回路の説明(回路図を参照してください)

キットは、大きく下記の4つのブロックに分かれています。

1. モーターの制御 - IC1:A
2. 三角波発生回路 - IC1:B
3. コンパレータ - IC1:CとD
4. モーター駆動回路 - Q3、4、5、6

モーターの駆動回路は、MOSFETのQ3からQ6とその周辺の回路です。同時に2個のMOSFETがアクティブになります。Q3とQ6がオンになったときに、モーターに電流が流れ、ある方向にモーターが回転します。

Q4とQ5がオンになったときに、モーターに先ほどの逆方向に電流が流れ、先ほどと逆方向にモーターが回転します。IC1:CとIC1:DがそのMOSFETをオンにするかを制御します。

オペアンプのIC1:CとIC1:Dがコンパレータとして動作します。各トリガーの参照電圧レベルは、R6、R7、R8の分圧比で決まります。IC1:Dの参照電圧はオペアンプの「+」入力に接続されており、IC1:Cの参照電圧は「-」に接続されていることに注意してください。これにより、IC1:Dは入力電圧が参照電圧以上になったときにオンになり、また、IC1:Cは参照電圧よりも小さい場合にオンになります。

オペアンプのIC1:Bは三角波を発生し、コンパレータをオンにするための電圧波形となっています。

その周波数は、抵抗R5とコンデンサC1の逆数に比例し、おおむね270Hzになっています。

したがって、R5とC1の値を小さくすると、周波数が上がり、その逆だと周波数が下がります。ぜひ、実験して試してください。

三角波のピーク電圧は2つの参照電圧の差よりも小さくしています。

これにより、2つのコンパレータが同時にオンになるのを防いでいます。4つのMOSFETがすべて同時にオンになった場合は、ショート状態となり、すべてのMOSFETが壊れます。

三角波の中心は、ボリュームが真ん中のときに、おおむねDCオフセット電圧となります。オフセット電圧を上げたり、下げたりすると、三角波の平均DC電圧が比例して変わります。三角波が上がると、コンパレータIC1:Dがオンになり、下がるとIC1:Cがオンになります。三角波の電圧レベルが2つの参照電圧の真ん中にあるときは、どちらのコンパレータもオンになりません。DCオフセット電圧は、ポリテージフォロワーとして動作するIC1:Aをおとしてボリュームによって制御されます。

この回路により低インピーダンスの電圧源が得られ、IC1:Bの負荷の影響を受けにくいDCオフセット電圧が得られます。ボリュームを回してDCオフセット電圧を変えると、その方向と角度によってモーターの回転方向と速度が制御されます。

ダイオードD3は、コントローラ用の電源の逆接続から回路を保護しています。抵抗R15とコンデンサC2で、シンプルなローパスフィルタを構成しており、MOSFETがモーターに電圧を供給するときに発生するスパイク電圧を抑制しています。

◆接続方法:

1. モーターをM1とM2に接続します。
2. 電源のプラスを「V+」に、そして電源のマイナスを「GND」(グラウンド)に接続します。

◆トラブルシューティング(動かない場合)

組み立て後に動作しなかった場合、90%以上のケースで部品取り付けミスまたはハンダ付け不良が原因です。正しい位置に正しい部品が実装されているか再度確かめてください。明るい照明の下で、再度部品名とそのハンダ付け部分を確認してください。ハンダ付け部分はピカピカ輝いてますか？パッド間にハンダブリッジがありませんか？

ICピンが、ICの内側に曲がってませんか？キチンとソケットに刺さっていない場合があります。ICソケットにICを差し込むときによくこのトラブルを起こします。

問合せ先

関連する詳細資料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

部品表 - MK-508

抵抗(5%, 1/4W)

100 (茶、黒、茶) R15.....	1
4.7K (黄、ムラサキ、赤) R9、14.....	2
10K (茶、黒、ダイダイ) R2.....	7、10、11、12、13.....
12K (茶、赤、ダイダイ) R8.....	1

33K (ダイダイ、ダイダイ、ダイダイ) R6.....	1
47K (黄、ムラサキ、ダイダイ) R3.....	1
100K (茶、黒、黄) R1.....	1
220K (赤、赤、黄) R4.....	1
470K (黄、ムラサキ、黄) R5.....	1

コンデンサ

0.01uF 63V (103) C1.....	1
0.1uF(104) 無極性 C3.....	1
100uF 63V 電解コンデンサ C2.....	1

半導体

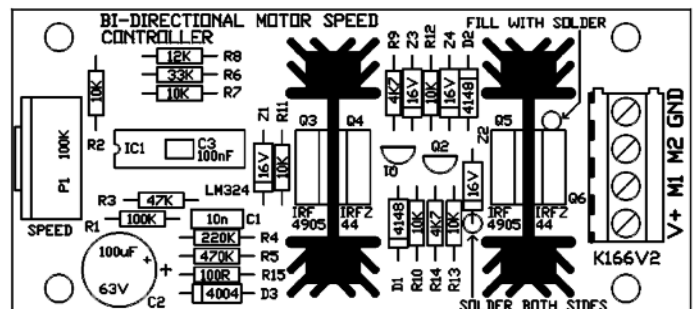
ダイオード 1N4004 D3.....	1
ダイオード 1N4148 D1、2.....	2
トランジスタ BC547 Q1、2.....	2
Pch MOSFET IRF4905 Q3、5.....	2
Nch MOSFET IRFZ44 Q4、6.....	2
オペアンプ IC LM324 IC1.....	1

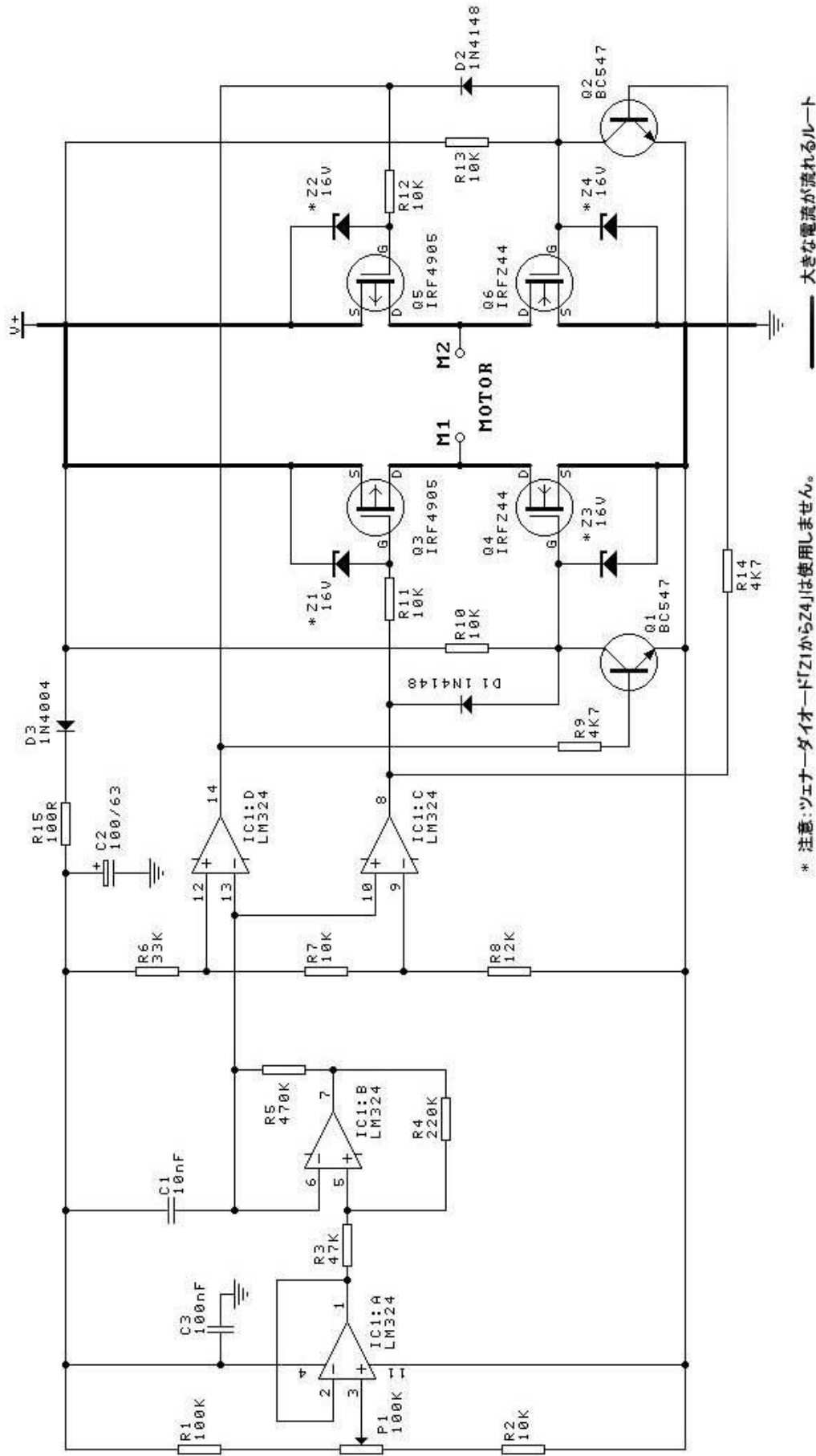
その他

100kオーム ボリューム(基板取り付け) P1.....	1
ICソケット、14ピン(IC1用).....	1
ネジ式ターミナルブロック(2極。つないで使用).....	2
MOSFET用ヒートシンク.....	2
ネジ(3×8mm).....	2
ナット(3mm用).....	2
MK-508プリント基板(K166)(サイズ約92×42mm).....	1

(注記:プリント板には4本のツェナーダイオード「Z1」から「Z4」を実装するランドがありますが、使用しません。キットにはツェナーダイオードは含まれませんので注意してください。)

プリント基板上面図





\* 注意: ツェナーダイオード「Z1からZ4」は使用しません。 ———— 大きな電流が流れるルート