

このマイコンキットドットコムの「MK-329 対象物の色を再現するカメレオン機能搭載！リレー付きカラーセンサーキット」は、カラーセンサーが検出した色をカラーLEDで再現するカメレオン機能を搭載し、設定した色を検出するとリレーをオンにするリレー付きカラーセンサーキットです。TAOS社（現AMS社）のカラーセンサー「TCS230」を使用しており、内蔵の高輝度の白色LEDで照らされた対象物の色を識別し、設定した色を検出するとリレーを駆動します。リレー出力にアラーム、照明などを接続すれば、設定した色を検出するとそれらを鳴らす、または点灯させることができます。

カメレオン機能は、センサーが検出した色を付属のカラーLEDで再現するので、例えばカラーセンサーをケースの裏面に取付け、ケースの上面にカラーLEDを光が拡散するように取り付ければ（あるいは複数のカラーLED実装）、ケースの背面の色が上面に広がるので、ケースの色が保護色のように変わっておもしろいかもしれません。検出する色の設定は、RGB（赤、緑、青）それぞれの強度を設定する方法と、HSV（色相、彩度、明度）それぞれの大きさを設定する方法の2種類搭載しているので、対象物に応じて最適な方法を選べます。

特徴:

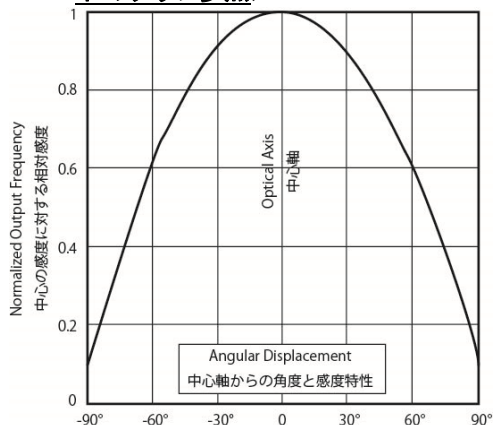
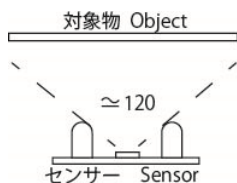
- 検出した色をカラーLEDで再現するカメレオン機能
- 設定した色を検出するとリレーを駆動
- 検出する色の設定はRGB（赤、緑、青）またはHSV（色相、彩度、明度）で設定可能

仕様と機能:

電源電圧 DC12V(100mA以上)
消費電流 約35mA、約70mA(リレー駆動時)
リレー接点 AC125V1A、DC30V1A(抵抗負荷)
AC125V0.3A、DC30V0.3A(誘導負荷)

カラーセンサー TCS230(TAOS社製)

検出距離 最大約10cm(注意:中心軸の感度を100%とすると約120度の範囲で約60%の感度を持つため、たとえば対象物から10cm離れると、対象物は上下左右30cm以上の大きさがなければ検出する色が定まりません。ご注意ください。下のグラフ参照)



MK-329 対象物の色を再現するカメレオン機能搭載！リレー付きカラーセンサーキット

再現色数 100万色以上(カラーLEDは内部の3色(赤、緑、青)のLEDを10ビット(1024)のPWM信号でそれぞれ制御していますので100万色以上を再現できるかもしれません。理論上の値です)

カメレオン機能 センサー検出した色をカラーLEDで再現します。**注意:色を正しく検出できる距離は対象物の大きさ、光の反射、光沢に依存します。特に光沢があると白色として検出されます。もっとも正しく再現できる距離、角度でご利用ください。注意:周囲が明るいとき正しく色を検出できません(たとえば蛍光灯などが近くにあると検出できません)。対象物がない状態でカラーLEDが白色で発光している場合、環境が明るいことを示しています。暗くしてお試しください。**

カラーLEDの明るさ 約3mAで点灯(注意:最大10mA程度の電流を流せる回路ですが、直視するとまぶしいのでプログラムで常に約30%の明るさ(色により微調整済み)に調整しています。明るくする場合は公開しているプログラムの「明るさ設定係数(coeff_red, coeff_green, coeff_blue)」を変更してください)

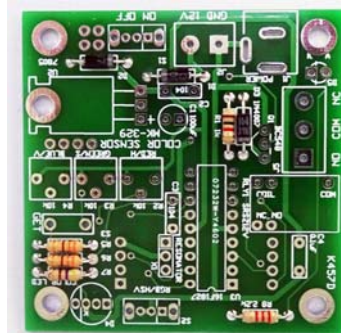
組み立て:

カラーセンサーはあらかじめ小形基板に4個の白色LEDとともに実装されています(写真参照)。そのセンサーを取り付けるプリント基板を組み立てます。まず、部品表に記載されている部品がすべて入



っているかお確かめください。最初に、背の低い部品からハンダ付けしてください。抵抗、ダイオード、の順にまずハンダ付けします。次にコンデンサー、半固定ボリューム、の順にハンダ付けしてください。リレーは大きいので最後にハンダ付けします。部品実装済みのカラーセンサーボードは最後にプリント基板の裏面(ハンダ面)にコネクタをハンダ付けし、取り付けます。

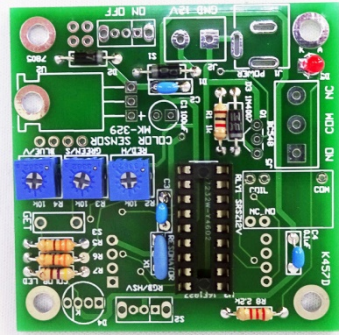
◆抵抗とダイオードを実装する



◆セラミックコンデンサーと半固定ボリューム、ICソケット、

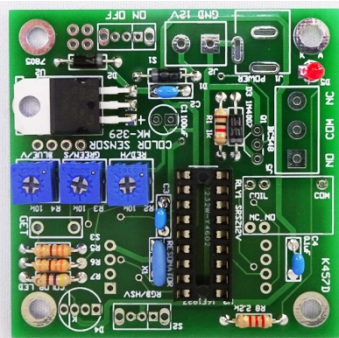
LED(3mm赤)を実装する

注意:ICソケットには向きがありますので注意して実装してください。ICソケットのくぼみとプリント基板の印字のくぼみを一致させて実装します。3mmLEDには極性があります。足が長いアノード(A)を印字「A」側に、足が短いカソード(K)を印字「K」に挿入し、ハンダ付けしてください。「電子工作便利ノート」(PDF)も参照してください。



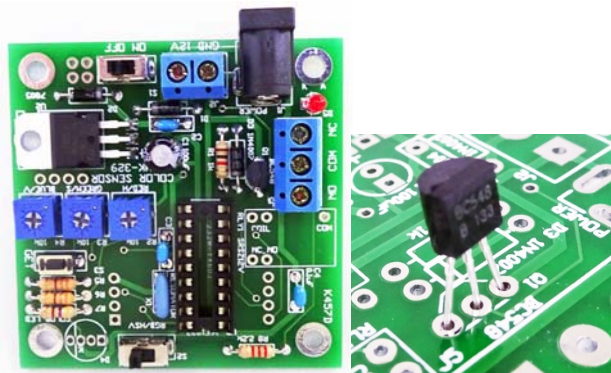
◆電圧レギュレータICを実装する

注意:3本の足を90度に曲げてからハンダ付けします。ハンダ付けた後では曲げられません！写真参照。



◆ターミナルブロック(2極と3極)2個、スライドスイッチ2個、タクトスイッチ1個、DCジャックコネクタ、トランジスタ、電解コンデンサーを実装する

注意:電解コンデンサーには極性があります。長い足を印字「+」に挿入してください。トランジスタには極性があります。半円の印字に向きと一致させて実装してください。詳しくは「電子工作便利ノート」(PDF)を参照してください。リレーとカラーLEDと裏面のカラーセンサーを残してすべて実装します。

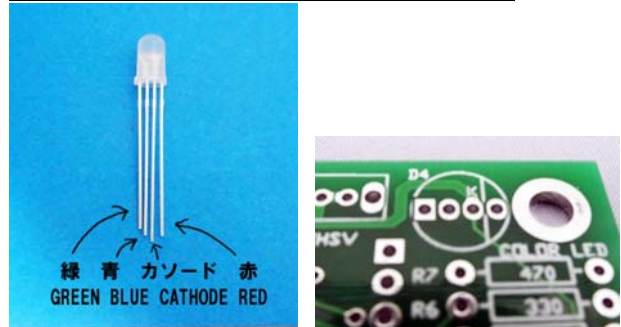


◆カラーLEDとリレーを実装する

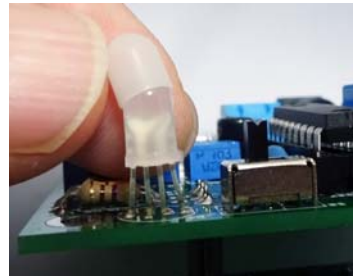
注意:カラーLEDには極性があります。もっとも長い脚がカソード(K)です。基板の印字「K」に挿入してください。組

MK-329 対象物の色を再現するカメレオン機能
搭載！リレー付きカラーセンサーキット

み込むケースに合わせてビニール電線で接続し、別の場所にカラーLEDを設置することも可能です。

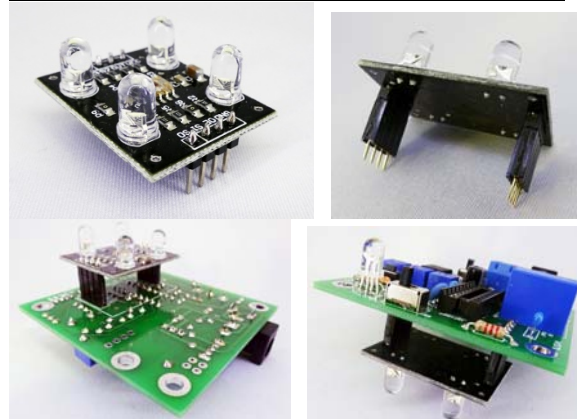


◆カラーLEDにシリコン製の光拡散カバーを取付ける
注意:カラーLED内部の3色3個のLEDは配置されている間隔があいているため、合成した色ではなくバラバラにそれぞれの色が認識できる場合があります(見ている距離や視力に依存)。光拡散カバーを取り付けることで、十分ではありませんが3色が、ある程度、混ざります。



◆裏面にカラーセンサーボードの実装する

注意:まず、2個の4ピンコネクタをカラーセンサーボードに実装し、そのコネクタにカラーセンサーボードを挿入して、プリント基板のハンダ面(裏面)に実装します。





◆PICマイコンの挿入(注意:向きに注意してICソケットに挿入してください。向きを誤って実装したまま電源をオンにするとマイコンICが壊れますので注意してください。ICの1番ピン側にくぼみがあります。プリント基板のくぼみの印字に一致させて実装してください。)



各 부품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:

このキットで使用しているカラーセンサー「TAOS社のTCS230カラーセンサー」を使用し、対象物の色を光の3原色(赤、緑、青)に分解し、それぞれの強度を測定し、強度に比例した周波数のパルス信号列を出力します。そのパルス幅をPICマイコンのT1ゲート信号(B0端子、6番)として測定しています。パルス幅はPICマイコンのクロック周波数4MHz(250ns周期)でカウントされ、強度はカウント数、として認識されます。

ボード上のカラーLEDは内部に赤、緑、青のLEDチップが実装されており、それぞれの強度を調整することで、さまざまな色を再現することができます。マイコンICで検出された対象物の色成分(赤、緑、青)の強度に比例して、カラーLEDの赤、緑、青に加える電圧を制御し、明るさを変えることで、対象物の色を再現します。明るさは、PICマイコンの3つのPWM信号発生回路(CCP1、CCP2、CCP3)を使用し、そのデューティ比率を変えることで実現しています。これがカメレオン機能です。ちなみに、最大10mA程度の電流を流せる回路ですが、直視するとまぶしいのでプログラムで常に約30%の明るさに調整しています。明るくする場合は公開しているプログラムの「明る

さ設定係数」を変更してください。
対象物の色と比較する色は、ボード上の3個の半固定ボリュームで調整します。PICマイコンのADコンバータ機能で3個のボリュームの抵抗値を「電圧」として検出し、デジタル値に変換しています。
PICマイコンはこのボリュームで設定された3原色(赤、緑、青)の値と、検出された3原色の強度を比較し、一致している場合は、リレーを駆動します。
実際にはマイコンICの出力ではリレーを直接駆動できませんので、抵抗をとおしてトランジスタQ1のベースを駆動し、トランジスタQ1でリレーを駆動しています。

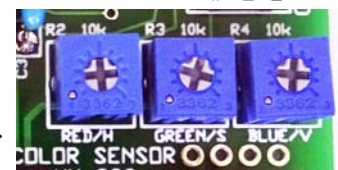
プログラムの説明:

TCS230カラーセンサーはS0、S1端子の状態での強度として出力される周波数の縮小率(スケーリングファクタ)を制御できます。127行あたりで縮小率を2%に設定し、約14kHzで出力される強度に比例した信号を約280Hzに落として、そのパルス幅を測定することで3原色の光の強度を測定しています。パルス信号はタイマー1のゲート信号として、236行あたりの「get one color()関数」で測定しています。パルス幅は光の強度に反比例しますので、強度ゼロで値が約1000、最大強度で約100となります。3原色の強度はカラーセンサーのS2、S3端子で検出する色を選択することで、OUT端子から得られます。210行あたりの「get_color()関数」で検出色を選択し、その強度を測定しています。

カメレオン機能では、この強度にしたがって、カラーLEDの3原色のLEDを駆動し、検出した色を再現します。カラーLEDの3原色は、PICマイコンの3つのPWM信号発生回路(CCP1、CCP2、CCP3)で発生させてPWM信号で駆動しています。PWM信号は4kHzに設定し(15行あたり)、10ビット(0から1023)でパルス幅を制御しています(95行あたり)。ただし、カラーLEDはかなり明るくまぶしいので、直視できるように3原色の強度を示す3つの値(set_red, set_green, set_blue)にそれぞれ係数(coeff_red, coeff_green, coeff_blue)を乗算し、明るさを調整しています。出荷時は約30%の明るさです。明るくする場合はこの値を調整してください。

設定した色と検出した色が一致するとリレーを駆動する機能では、色を設定するために3つの半固定ボリュームを使用します。タクトスイッチS3を押しているときだけ有効となり、ボリュームの設定に対応した色でカラーLEDを点灯します。

PICマイコンのADコンバータでボリュームの値を電圧として読み、10ビットのデジタル値(0から1023)に変えています。設定方法として、RGB3原色(赤、緑、青)の強度を調整して色を作り設定する方法(RGBモード)とHSV(色相、彩度、明度)を調整して設定する方法(HSVモード)の2種類あります。モードはスライドスイッチS2で切り替えます。スイッチS2は内部プルアップされた端子A5(4番)に接続されてお



り、その端子がグランドに接続されている(RGB)か否かで判断します。

RGBモードでは、対応するボリュームを回すことで、3個のLEDの明るさを調整し希望する合成色を作ります。それぞれ1024段階の調整が可能です。しかし、現実的には3原色を制御して希望する色を作りだすことはきわめて難しいのでHSVモードが有効です。HSV(色相、彩度、明度)モードでは、左側のボリュームがH、真ん中がS、右側がVに対応しています。H(色相)に対応するボリュームを回すと、左イッパイで赤、右に回していくと、赤、ダイダイ、黄、黄緑、緑、緑青、青、紫、赤、の順に色が変わり、右イッパイでまた赤となり、希望する色を設定しやすいです。139行あたりの「covert_hsv()」でボリュームの値をRGB3原色の強度に変換し、3つのLEDを制御しています。

検出色と設定色の比較は245行あたりの「check_color()関数」で比較しています。3色のLEDが同じ強度で点灯すると白色となり意味がない(発色しない)ので、比較するときに削除しています(256行あたり)。つまり、色(色相)と、明るさだけを比較しています。また比較する色の範囲(誤差)はゼロでは検出が難しいので、範囲を設定値のプラスマイナス50(色の強度は最大約1000、10ビット)に出荷時設定しています(51行あたり。coeff_detect係数)ので、必要に応じて変更してください。

リレーがばたつかないように一度オンになると、約2秒間は変化しないようにhyst値でその時間を設定しています(292行あたり)。必要に応じてhyst定数を変更してください。値が100で約2秒です。

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。次にすべての部品が正しい位置に実装されているか確認してください。

極性のある部品の取り付けは、その極性に注意してハンダ付けしてください(トランジスタ、IC、ダイオード)。

使用方法:

◆電源接続・12V電源をDCジャックコネクタ(軸がプラス)、またはターミナルブロックの「+12V」(電源のプラス12V)、「GND」(電源のグランド、またはマイナス)に接続します。

◆リレー接続・リレーの出力「NO」「NC」「COM」に制御したい機器を接続します。リレーが駆動されていない状態(オフ)のとき、端子「COM」(コモンの意味)と端子「NC」(ノーマリークローズの意味)が接続されています。リレーが駆動されている状態(オン)のとき、LEDが点灯し、端子「COM」(コモンの意味)と端子「NO」(ノーマリーオープンの意味)が接続されています。

◆電源スイッチ・ON(オン)側にスライドさせて電源をオンにします。

◆カメレオン機能・電源をオンにするとカメレオン機能が動作し、センサーが検出した色を常にカラーLEDで再現します。**(注意:色を正しく検出できる距離は対象物の大きさ、光の反射、光沢に依存します。もっとも正しく再現**

MK-329 対象物の色を再現するカメレオン機能搭載!リレー付きカラーセンサーキット

できる距離でご利用ください。)

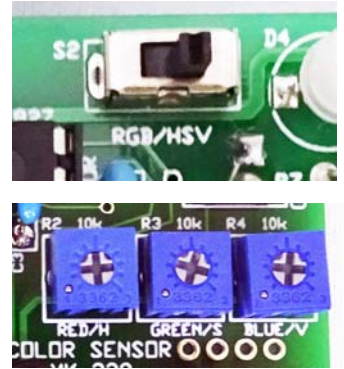
◆リレーをオンにする色の設定(2つのモード)・リレーを駆動する色を設定します。このセンサーが見ている色(検出色)と設定した色が一致したときにリレーが駆動され、リレー出力接続された電子機器をオンにします(比較する色には少し範囲を持たせています(色の最大値の約10%)。)

RGBモード・スライドスイッチS2をRGBに設定します。タクトスイッチS3(GETの印字あり)を押しながらRGB(赤、緑、青)に対応するボリューム(R2、R3、R4)を回して調整します。左から赤(R)、緑(G)、青(B)に対応します。カラーLEDがその値に反応して色が変わります。たとえば赤ボリュームを右イッパイにし、緑ボリュームと青ボリュームを左イッパイにするとカラーLEDは赤色となります。すべてを右イッパイにすると白色になります。**(注意:実際には3色のLEDチップが点灯し、人間の目に白色として見えるだけで、LEDからの距離や、見ている人の目の認識能力によっては3色が見える場合があります)**

HSVモード・スライドスイッチS2をHSVに設定します。タクトスイッチS3(GETの印字あり)を押しながらHSV(色相、彩度、明度)に対応するボリューム(R2、R3、R4)を回して調整します。左から色相(H)、彩度(S)、明度(V)に対応します。カラーLEDがその値に反応して色が変わります。H(色相)に対応する色相ボリュームを回すと、左イッパイで赤、右に回していくと、赤、ダイダイ、黄、黄緑、緑、緑青、青、紫、赤、の順に色が変わり、右イッパイでまた赤となり、希望する色を設定しやすいです。真ん中の彩度ボリュームは左イッパイで彩度ゼロ、つまり色がありません。白色になります。右イッパイでもっとも鮮やかに色が出ます。基本的に右イッパイの状態で使用します。明度ボリュームを回すとLEDの明るさが変わります。左イッパイで最も暗く(消える)、右イッパイで最も明るくなります。

設定手順(重要)・実際にリレーをオンにする色の設定は簡単ではありませんが、検出すべき対象物をセンサーの前に置いて、以下の手順で設定すると比較的簡単に設定できます。

1. HSVモード・対象物をセンサーの前に実際に配置し、HSVモード(スライドスイッチS1)に設定する。もちろんRGBモードでも設定可能ですがHSVモードの方が容易です。
2. 色相(H)ボリューム調整・対象物の色をカラーLEDが再現するので、その色をよく見て覚え、次にタクトスイッチ(S3)を押しながら、色相ボリューム(H)を回して、その色を見つけます。何度もタクトスイッチ(S3)を押したり、離したりしながら対象物の再現



色を見ながら調整します。色が一致するとリレーが駆動され、カチッという音とともにリレー横の赤色LED (D5)が点灯します。LEDが点灯すれば調整は終了です。色がほぼ一致していても点灯しない場合は正しく一致していないということです。次に明度(V)も調整します。明度を調整すればおおむね一致します。

3. 明度(V)ボリューム調整・おおむね色が一致している場合は、タクトスイッチ(S3)を押しながら、明度ボリューム(V)を回して、一致する(リレーがカチッと音を出しオンとなり赤色LEDが点灯する)明るさを見つけます。

問合せ先

カラーセンサーTAOS 社(現 AMS 社)「TCS230」の資料は TAOS 社(現 AMS 社)の WEB サイトなど複数のサイトに掲載されていますので、ダウンロードしてご参照ください。

<http://ams.com>

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

MK-329 対象物の色を再現するカメレオン機能搭載！リレー付きカラーセンサーキット

部品表 - MK-329

抵抗(5%, 1/4W)

1kΩ (茶、黒、赤) R1	1
330Ω (ダイダイ、ダイダイ、茶) R5, 6	2
470Ω (黄、紫、茶) R7	1
2.2kΩ (赤、赤、赤) R8	1

コンデンサー

100μF (電解コンデンサー) C1	1
0.1μF(104) C2, 3, 4	3

半導体

TCS230 カラーセンサーボード U1	1
7805 電圧レギュレータIC(または相当品) U2	1
16F1827 PICマイコンIC(または相当品) U3	1
BC548 トランジスタ(または相当品) Q1	1
1N4007(または相当品) ダイオード D1, 2, 3	3
カラーLED (5mm、発光ダイオード、4ピン) D4	1
LED (赤、3mm、発光ダイオード) D5	1

その他

セラロック(4MHz、発振子) X1	1
10kΩ 半固定ボリューム R2, 3, 4	3
スライドスイッチ(1回路2接点 DPST) S1, 2	2
タクトスイッチ(2ピン) S3	1
18ピンICソケット(U3用)	1
DCジャックコネクタ(軸径2.1mm、外径5.5mm) J1	1
ピンソケット J3, 4(4ピン、U1カラーセンサーボード用)	2
2極ターミナルブロック J2	1
3極ターミナルブロック J5	1
小型12Vリレー (SRSZ12Dまたは相当品) RLY1	1
シリコン製LED用光拡散キャップ(D4カラーLED用)	1
MK-329 PCB (K457D)(サイズ約58.4mmx58.4mm)	1

