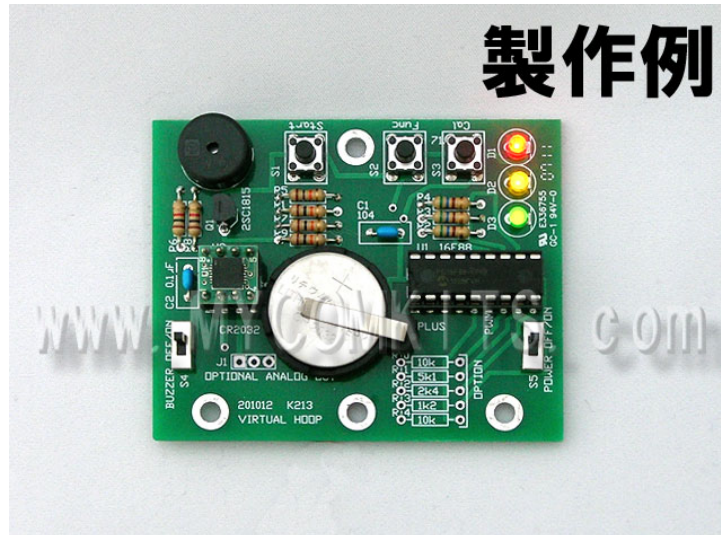


MK-312 健康と安全運転にグッド！加速度センサー・ブザー・LED3個付きバーチャルフープキットの仕組み：

学習にお役立てください(私の理解不足のため、内容に誤りがあるかもしれません。そのときはマイコンキットドットコム 店長までご連絡、お教えてください。修正します)。



目次：

1. 加速度センサーとは
 1. 加速度とは
 2. 傾きとは
 3. 加速度センサーの仕組み
 4. MEMSとは
2. MK-132による加速度測定の仕組み
 1. 加速度の測定
 2. 加速度の計算
 3. 傾きの補正(校正)
 4. 加速度および傾きによるLEDの点灯、消灯
 5. 加速度および傾き量によるブザー音の発生
3. 使用例
 1. バーチャルフープモード
 2. 加速度測定モード

本文：

1. 加速度センサーとは
3. 加速度とは

MK-312では、MEMS方式の加速度センサーを使用し、加速度および、その傾きを測定、表示しています。

加速度とは、単位時間当たりの速度の変化、と学校で習ったかと思います。つまり、速度が変化していくときにける力(チカラ)です。単位は「 m/s^2 」ですが、一般に重力加速度「 g 」で表現されることが多いようです。私たちは、常に重力という加速度(重力加速度)を受けています。通常、地表では $1g$ の重力加速度を受けています。詳しくはインターネットでお調べください。

4. 傾きとは

MK-312で、加速度センサーが傾いたときに、加速度「 $1g$ 」の重力加速度に対して、測定値が減少するために、その値を計測して、傾きとして認識しています。つまり、静止状態における、センサーの3方向の軸(X、Y、Z方向)に加わる重力加速度の変化を計測し、傾きとして認識しています。

MK-312では、加速度センサーとして、3軸(X、Y、Z方向)加速度センサーを使用しており、それを、垂直に立てて、その左右方向と前後方向だけを測定しているため、X軸とZ軸だけを計測しています(ちなみにY軸の測定値は、使用しているPICマイコンのポートAの1番に接続されていますので、プログラムを変えれば測定できます)。

MK-312で「傾き」とは、それぞれの軸で、重力加速度1gに対して、変化を測定しています。その傾きとは、重力加速度1gに対する増減です。たとえば、MK-312を45度傾けると、半分の0.5gとして測定されます。したがって、0.5gと測定されると45度傾いている、と認識できます。

5. 加速度センサーの仕組み

(詳しくは使用している加速度センサー「KXM52」のデータシートおよび、メーカーのサイトを参照してください)

使用している加速度センサーはMEMS(次の項で説明)構造によるセンサーです。センサー内部に物理的に加速度でゆれる(動く)棒が立っており、その棒と周辺の壁の距離が変わると、静電容量が変わり、それを測定し、「電圧」として出力しています。電源電圧に比例した最大値に対して、おおむね50%(電源電圧3Vなら1.5V)を0gとして、プラス方向にゆっくり90度傾けると1gが加わり(1gで0.6Vの変化)、おおむね2.1Vを出力(電源電圧3Vの場合)、マイナス方向にゆっくり90度傾けると逆方向の傾きとして1gが加わり、おおむね0.9Vを出力(電源電圧3Vの場合)するわけです。

6. MEMSとは

半導体の製造方法は、基本的に写真製版技術を使用しています。版を製作し、半導体にかぶせて露光させたいところと露光させたくないところを明確に分離し、次に半導体を露光することで、不要な部分を取り除く、という処理を何度も繰り返し、機械的な構造を作ります。この技術により、半導体内に「向きを変えられる微小な鏡」を作ること、現在、一般的にプロジェクターなどで使われている、「MEMSミラー」を作ることができ、光を自由自在に走査させることができます。また、きわめて微細なモーターや、微細な歯車などを作ることでもできるようです。MK-312では、このMEMS技術を使って製造されたMEMS構造の加速度センサーを使用しています。欠点は「製品マニュアル」に記載していますが、強すぎるショックに弱い、ということです。半導体で「ゆれる棒」を半導体内部に作っているわけですが、その棒と周辺の壁との間隔はum(マイクロメータ)あるいはnm(ナノメータ)単位であり、きわめて壁に接触しやすいです。つまり壁に当たってくっついて離れなくなったり、棒が折れて壊れたりします。したがって、大きな加速度(たとえば、装置を落とすだけでも)が加わると、壊れる場合があります。詳しくはインターネットでお調べください。

2. MK-312による加速度測定の仕組み

1. 加速度の測定

加速度センサーは測定した加速度を電圧で出力します(詳しくは前述)。MK-312ではX軸とZ軸の2軸の加速度を測定します。加速度センサーは、電源電圧に比例した最大値に対して、おおむね50%(電源電圧3Vなら1.5V)を0gとして、プラス方向にゆっくり90度傾けると1gが加わり、おおむね2.1Vを出力(電源電圧3Vの場合)、マイナス方向にゆっくり90度傾けると逆方向の傾きとして1gが加わり、おおむね0.9Vを出力(電源電圧3Vの場合)します。これをPICマイコンのADコンバータ(8ビット)を使用して、測定します。8ビットなので0から255までの数字に、この電圧が置き換わります。たとえば測定値が1.50Vの場合は127または128になるわけです。

2. 加速度の計算

1.5V(電源電圧3Vなら)で0.5gと考えられるので、これを初期値として、内部で処理します。MK-312では基板を垂直に立てて使うことを前提としていますので、垂直90度(前後、左右ともに)1.5Vが出力され、それを傾きゼロとして処理します。前述のとおり、1.5V(電源電圧3Vの場合)は内部のADコンバータは127または128を示しているはずですが。実際に加速度が加わる方向はそれぞれの方向軸(X軸、Z軸)に対して、平行とは限らないので(つまり、前後ピッタリ、左右ピッタリの方向ではない場合がほとんど)、X軸とZ軸の測定結果をそれぞれ二乗して、その和、つまりベクトルを求めます。ピタゴラスの定理(三平方の定理とも呼ばれます)です。このベクトルをMK-312としては傾き、あるいは加速度として認識し、3個のLEDを表示、またはブザーを鳴らしています。

3. 傾きの補正(校正)

MK-312を取り付けたときに、取り付ける壁(あるいは装置、ベルトのバックルなど)が傾いている場合が多いので、それを補正する機能「傾き補正」を搭載しています。「傾き補正」押しボタンスイッチを押すと、そのときの測定値を、その後の測定値から常に差し引きます(ただし、電源をオフにするとこの補正值は消えます)。たとえば、垂直であれば、本来1.50V(電源電圧が3Vの場合)が測定されるわけですが、取り付けた壁が傾いているために静止状態で、10度プラス方向に傾いている、と測定されたとします。この場合、測定値は静止状態で、0.06Vずれた1.56Vとなります(電源電圧が3Vの場合、90度で0.6Vなので)。MK-312では、この1.56Vのときを初期値として、

以降の計算を常に0.06Vずらして処理します。

4. 加速度および傾きによるLEDの点灯、消灯

測定値に対して「傾き補正」を行った結果の値を初期値とします。3個のLEDは、この値を元に傾きまたは加速度を計算します。3個のLEDは、設定した「最大加速度」に対する、パーセントにしたがって表示されます。約20%で青色が点灯、約40%でさらに黄色も点灯、約70%でさらに赤色も点灯する仕組みです。たとえば「最大加速度設定値」を1gに設定した場合（かつ、補正していない場合）、約0.22g（約22度）で青色点灯、約0.44g（約44度）で黄色点灯、約0.77g（約77度）で赤色が点灯するわけです。「最大加速度設定値」が0.1g（工場出荷時）の場合は、それぞれ0.022g（約2.2度）、約0.044g（約4.4度）、約0.077g（約7.7度）となるわけです。

5. 加速度および傾き量によるブザー音の発生

LEDの点灯と同じく、ブザーも設定した最大加速度に対するパーセントにしたがって、その音量を変えます。ただし、バーチャルフープモードと加速度センサーモードでは、傾きに対する音量が逆になります。たとえば、バーチャルフープモードでは、最大加速度設定が1gの場合、1gの20%以下の加速度で、最大音量となり、1gの70%以上の加速度が加わると、ブザー音が消えます。逆に加速度センサーモードでは、最大加速度設定が1gの場合、1gの20%以下の加速度で、ブザー音が消え、70%以上の加速度で最大音量となります。したがって、使用方法、使用目的、加わる加速度（または傾き）の大きさによって、モードと最大加速度を設定してください。

3. 使用例

1. バーチャルフープモード

1. 最大加速度設定が0.1g（または0.5g）で、MK-312を腰、ベルトのバックルなどに取り付けければ、新体操などの運動で使われるフープとして遊べます。止まるとブザーが鳴ります。（製品ページにビデオ掲載）
2. 最大加速度設定が1g（または0.5g）で、MK-312を回転する装置に取り付けければ、その回転状態のモニターが行えます。回転が止まればブザーが鳴るわけです

2. 加速度測定モード

1. 最大加速度設定が0.1g（または0.5g）で、MK-312を自動車のダッシュボードなどに取り付けければ、急発進、急停止、急加速、急ハンドルの場合に、ブザーと光でその強度を知らせるので、安全運転やガソリンの消費の少ないエコ運転ができます。（製品ページにビデオ掲載）
2. 最大加速度設定が1gで、MK-312を胸に取り付けければ、腹筋運動の励まし（？）や腹筋運動のサボリの防止に使えます。寝ているとブザーが鳴ります。
3. 最大加速度設定が0.1g（または0.5g）で、MK-312を装置に垂直に貼り付けければ、装置の振動の度合いを、音と光で認識できます。揺れ（振動）があるとブザーが鳴ります

以上。お問い合わせは、マイコンキットドットコム店長まで。