

投稿類別：工程技術類

篇名：

三軸加速器應用－智慧型影像自動旋轉電路

作者：

邱柏瑞。國立羅東高工。電子二乙

張崇侑。國立羅東高工。電子二乙

郭定衡。國立羅東高工。電子二乙

指導老師：

游宇聖老師

壹●前言

現在的手機大多都有許多方便的功能，包括觸控螢幕、高畫素相機、內建 OS X 作業系統、內建平衡器、自動轉正螢幕、自動螢幕亮度調整、iTunes 同步、通訊息同步功能、Google、Yahoo 搜尋等等的功能。而我們針對其中一項功能：自動轉正螢幕－「方向感應器」來做分析。

手機裡的內建三軸向陀螺儀，搭配積體電路與處理器，可讓手機更精確地感應到動作變化，換句話說：它可以感應到更多動作甚至手勢並提供更高精確度，當轉動手機時，畫面也會跟著轉動到正確的位置，引起我們對三軸加速器好奇，在我們尋找過後，發現有相關電路，決定動手實驗並探討此電路。

貳●正文

一、三軸加速器簡介

(一)、三軸加速器種類

	原理	優缺點
壓電式	運用壓電效應，內部有一個剛體支撐的質量塊，在運動狀況下，質量塊會產生壓力，剛體產生變化，將加速度轉變成電壓信號輸出。這種加速器只能感應到「動態」加速度(重力加速度)。	不能感應用「靜態」加速度
電容式	內部也有一個質量塊，在加速度時，會帶動活動質量塊移動，改變電容兩極的間距及正對面積，進而測量出電容變化量來計算加速度。	可用於靜態感測，靈敏度高
熱感式	內部沒有任何質量塊，中央有一加熱體，週邊為溫度傳感器(密閉的氣腔)，在加熱體的作用下，氣體會在內部現成熱氣團，熱氣團的比重與週圍冷空氣出現差異，透過慣性熱氣團的移動，而形成熱場變化，進而感應器則感應到加速度的值。	若沒有溫度變化時不適用

表1 (註一)

三軸加速計的種類大致上分為著三種，其中以電容式最為廣泛使用，因而我們以下將詳細討論電容式三軸加速計。

(二)、電容式內部結構：MMA7260 為 Freescale 公司所生產的加速度計感測器(如圖一)，它是一種包含表面微機械裝置結構與集成積體電路的微機電系統(簡稱 MEMS)，該裝置由兩個表面微加工過的電容性感測細胞(G-細胞)和一個信號處理電路所組成，是種以測量加速度為用途而設計的特殊規格邏輯 IC (簡稱 ASIC)，該感測元件是密封在矽材質的微機械帽晶圓中。G-細胞是利用半導體多

晶矽材料，以及光罩和蝕刻製程，所製造的一種機械結構，並由彈簧、橫樑材質，和固定栓繩結構所組成（如圖 2）。

（三）、動作原理：

- 1、中間的樑在固定衡量間進行移動，它可以建模為一組梁連接到一個可移動的集中質量。當載具系統有加速度產生時，便可利用中間移動式的橫樑，和兩側固定式橫樑的位移差測得電容值的改變，再由內建集成積體電計算出加速度值。當系統維持靜止狀態，或處於等速運動時，兩側固定式橫樑栓繩，便會將中間可移動的橫樑，拉至中心位置，這種性質與彈簧的原理相同。（如圖二）

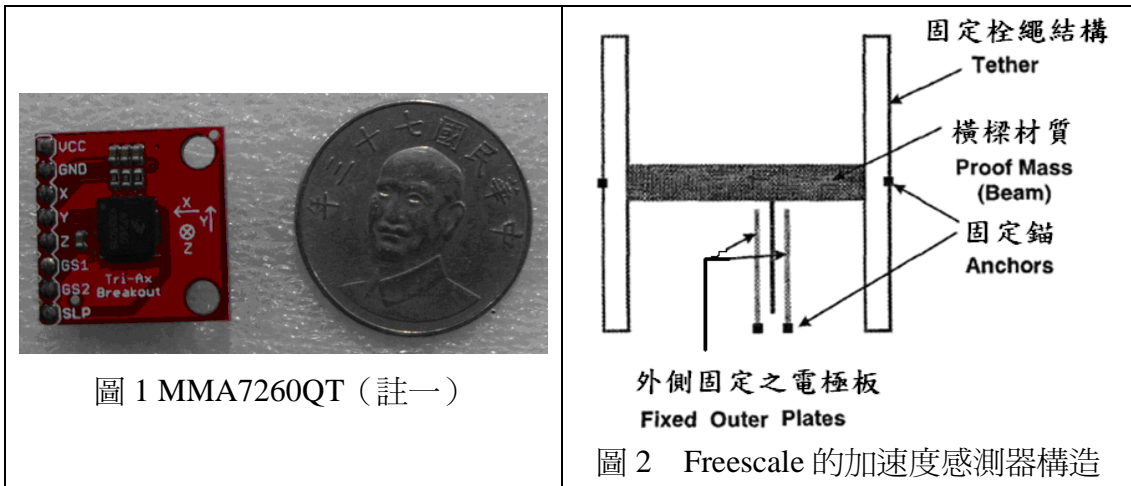


圖 1 MMA7260QT (註一)

圖 2 Freescale 的加速度感測器構造

- 2、當系統受到一加速度，可移動的橫樑從靜止位置偏轉。由於梁連接到中央的大規模移動，距離他們的固定橫樑上一方增加相同數量的固定距離，梁在另一邊下降，距離的變化是一種測量加速度。梁為中心加快的轉動，測梁之間的距離變化和每個電容器的值的變化： $C = \epsilon A / d$  其中  $A$  橫樑的表面積大小， $\epsilon$  是介電常數， $D$  是橫樑之間的距離。（如圖 3）（註二）

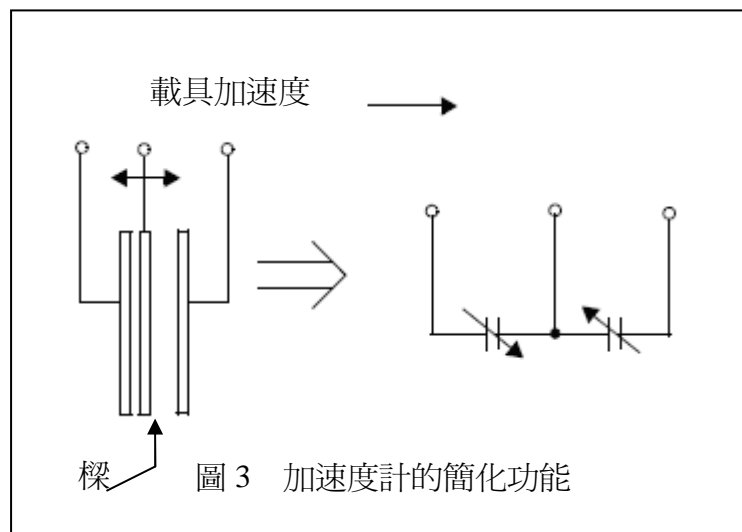


圖 3 加速度計的簡化功能

## 三軸加速器應用－智慧型影像自動旋轉電路

3、該 ASIC 採用開關電容技術，當 G-細胞電容器測量加速度時，會提取兩電容之間的差值。經集成積體電路計算信號條件和濾波器（開關電容）的信號，得到一個表示加速度大小的電壓。（註三）

### 4、MMA7260 加速度計內部簡化方塊圖

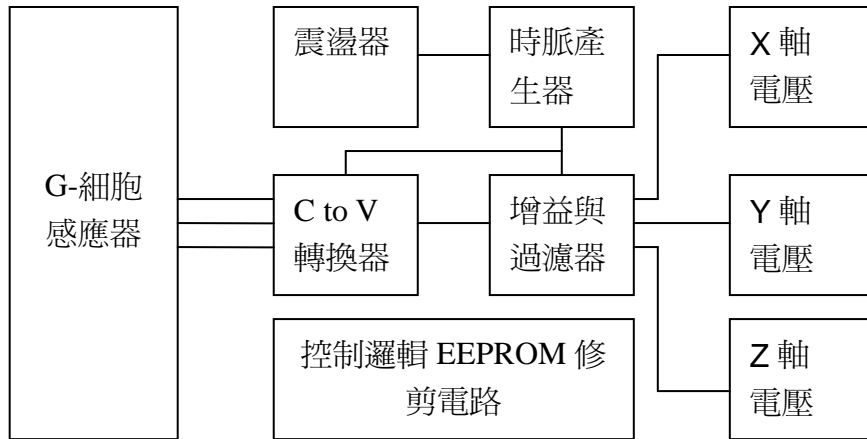


圖 4

### 二、MMA7260三軸加速器特點

- (一)、可選靈敏度 1.5g (800mV/g); 2g (600 mV/g); 4g (300 mV/g); 6g (200mV/g)
- (二)、低消耗電流：500 uA
- (三)、休眠模式電流：3 uA
- (四)、低電壓工作：2.2V~3.6 V
- (五)、封裝規格 6 × 6 × 1.45mm；QFN 包裝
- (六)、最高靈敏度 1.5g (800mV/g)
- (七)、開啓時間快
- (八)、內含低通濾波器

### 三、應用

- (一)、硬盤 MP3播放器：自由落體檢測
- (二)、筆記本電腦：自由落體檢測；防盜
- (三)、手機：圖像穩定；文字滾動；運動撥號；電子羅盤
- (四)、計步器：動作感應
- (五)、掌上電腦：文本滾動

### 三軸加速器應用－智慧型影像自動旋轉電路

- (六)、導航和航位推算：電子羅盤傾斜補償
- (七)、遊戲：傾斜和運動感；事件記錄
- (八)、機器人：運動傳感

四、完整電路方塊：整塊的電路大概分為四大塊，上面為掃描電路，左下角為雙軸加速器，中間為CPLD解碼，最後為顯示電路。

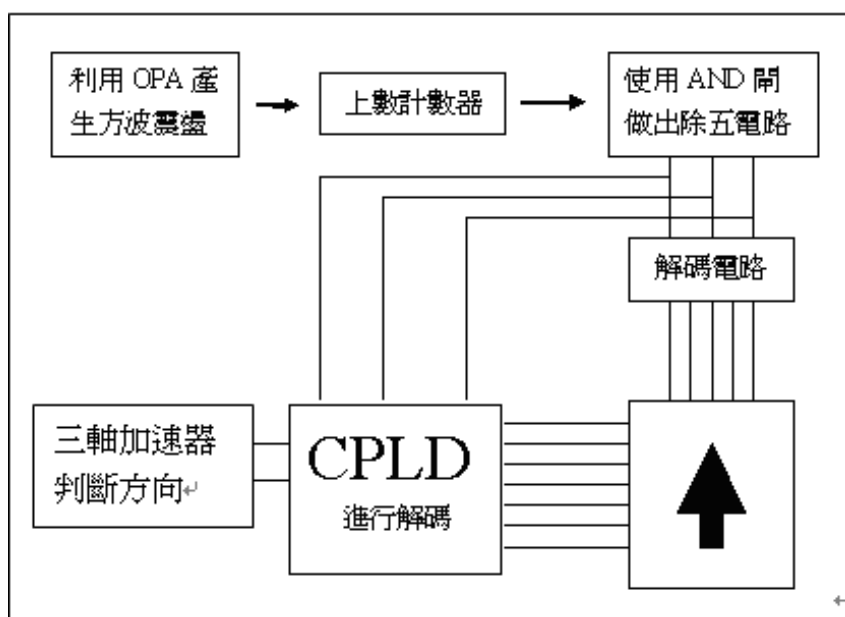


圖 5

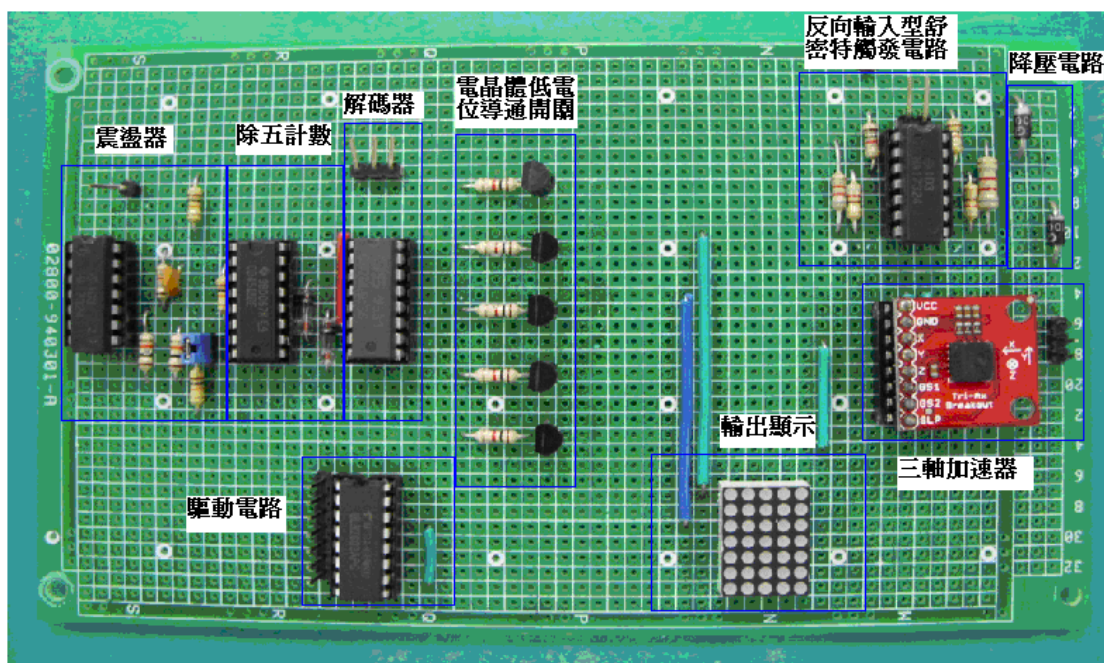


圖 6：自製電路

五、掃描電路

(一) 震盪電路

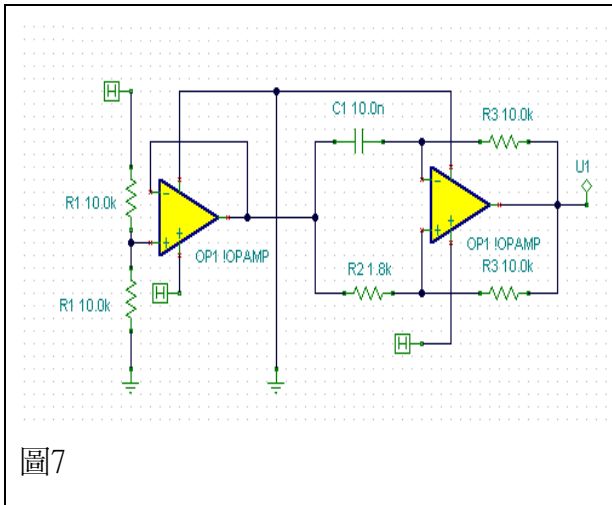


圖7

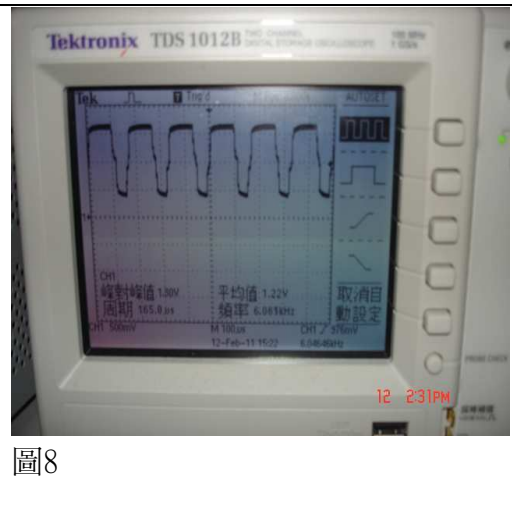


圖8

- 1、圖7前面為同相電壓隨耦器，v (+) 輸入為5V，固輸出為同相5V，後面為OPA無穩態多諧震盪方波產生器。
- 2、圖8為U1點所顯示的波形。
- 3、其頻率算法為： $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2RC \ln(1 + \frac{2R_2}{R_1})}$ ，與示波器的6.0k。(註六)

(二) 計數器、解碼電路

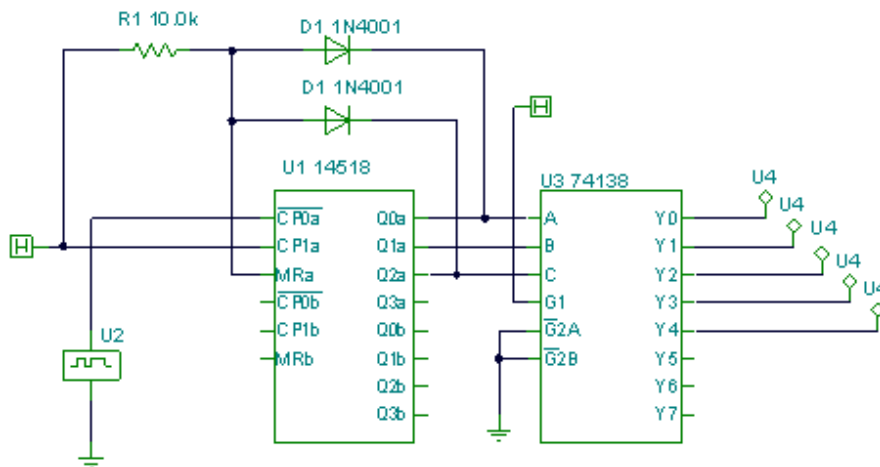


圖9(註七)

- 1、前面所產生的方波接到4518的CLK，使4518開始計數。
- 2、4518其功能為0(0000)數到9(1001)的BCD上數計數器，但因為矩陣只有5排，所以必須將其設計為0計數到4的除五電路。故使用由兩個二極體及一個電阻接成一個AND閘，使的計數器數到5(0101)時瞬間清除為0(0000)，重新開始從0000計數，形成一個除五電路。
- 3、74138為3對8解碼電路，對4518的輸出進行解碼，分別丟出1~5的訊號，達到順序驅動點矩陣的效果。

(三)、三軸加速器訊號：當三軸加速器置於以下6種狀況時，所輸出的訊號為

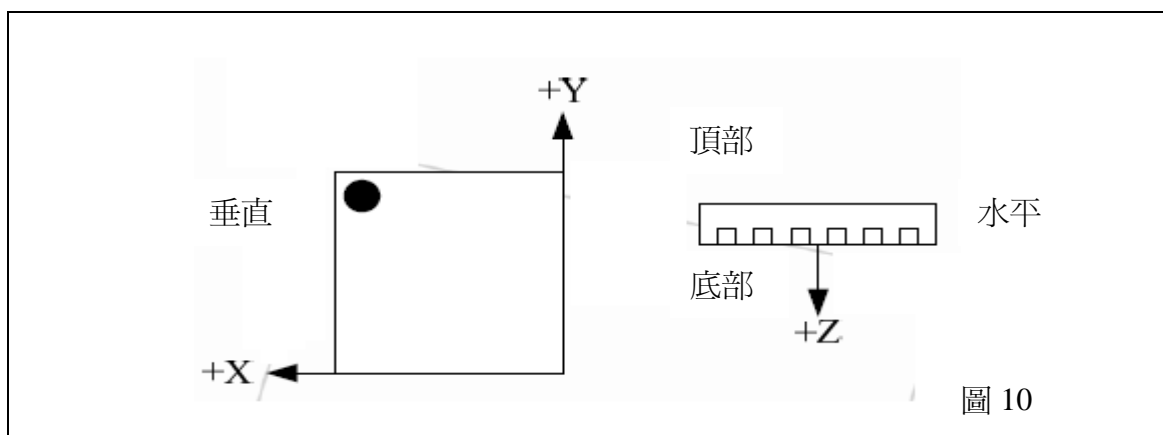


圖11	圖12	圖13	圖14	圖15	圖16
X:1.65V Y:1.05V Z:1.65V	X:2.25V Y:1.65V Z:1.65V	X:1.65V Y:2.25V Z:1.65V	X:1.05V Y:1.65V Z:1.65V	X:1.65V Y:1.65V Z:2.25V	X:1.65V Y:1.65V Z:1.05V

表2 (註四)

- 1、每個軸的內部都裝有測試感應加速度方向的裝置，而依地心引力的方向改變電壓。(圖10)
- 2、當X、Z軸垂直地心引力，電壓為正常的1.65，而Y軸逆著地心引力時，電壓由1.65V變小為1.05V(圖11)。
- 3、當Y、Z軸垂直地心引力，電壓為正常的1.65，而X軸順著地心引力時，電壓由1.65V變大為2.25V(圖12)。
- 4、當X、Z軸垂直地心引力，電壓為正常的1.65，而Y軸順著地心引力時，電壓由1.65V變大為2.25V(圖13)。
- 5、當Y、Z軸垂直地心引力，電壓為正常的1.65，而X軸逆著地心引力時，電壓由1.65V變小為1.05V(圖14)。
- 6、當X、Y軸垂直地心引力，電壓為正常的1.65，而Z軸順著地心引力時，電壓由1.65V變大為2.25V(圖15)。
- 7、當X、Y軸垂直地心引力，電壓為正常的1.65，而Z軸逆著地心引力時，電壓由1.65V變小為1.05V(圖16)。

(四) CPLD功能說明

輸入		輸出 (1 為亮)
三軸加數器	除四電路	顯示
00	0000	0001000
	0001	0011100
	0010	0111110
	0011	0011100
	0100	0011100

表 2

當三軸加速器轉動時 TP10 跟 TP11 隨著改變變成 00、01、10、11，除五電路會一直從 0000 一續跑到 0100，在經過 CPLD 程式進行解碼，在顯示板固定的情況下，而輸出顯示不同方向的箭頭，進而達成不管轉哪個方向，都能依板子的移動顯示同一個方向的箭頭，就如同轉動手機方向，依然能自動轉正照片的位子。程式如下：

```
when"00000" => b<="0001000";
when"00001" => b<="0011100";
when"00010" => b<="0111110";
when"00011" => b<="0011100";
when"00100" => b<="0011100";
(VHDL 在上顯示為上的箭頭)
```

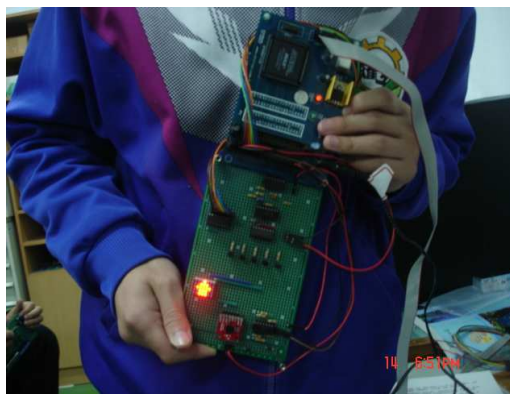


圖 17

```
when"01000" => b<="0011100";
when"01001" => b<="0011100";
when"01010" => b<="0111110";
when"01011" => b<="0011100";
when"01100" => b<="0001000";
(VHDL 在下顯示為上的箭頭)
```



圖 18



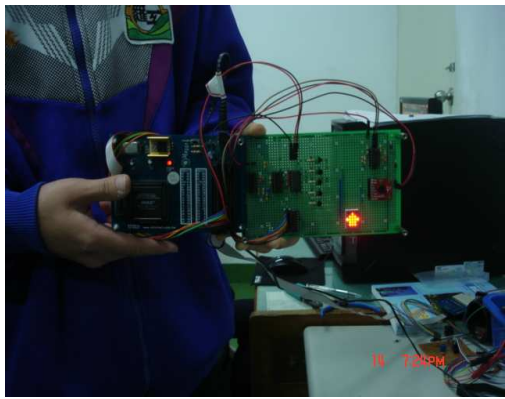

<pre>when"11000" =&gt; b&lt;="0001000"; when"11001" =&gt; b&lt;="0011110"; when"11010" =&gt; b&lt;="0111110"; when"11011" =&gt; b&lt;="0011110"; when"11100" =&gt; b&lt;="0001000"; （VHDL 在左顯示為上的箭頭）</pre>	 <p style="text-align: right;">圖 19</p>
<pre>when"10000" =&gt; b&lt;="0001000"; when"10001" =&gt; b&lt;="0111100"; when"10010" =&gt; b&lt;="0111110"; when"10011" =&gt; b&lt;="0111100"; when"10100" =&gt; b&lt;="0001000"; （VHDL 在右顯示為上的箭頭）</pre>	 <p style="text-align: right;">圖 20</p>
<pre>when others=&gt;null; （其他狀況不變）</pre>	

表3

### 參●結論

在這次的實驗中，我們遇到許多困難，我們都逐一克服了，而其中最特別也最重要的元件是三軸加速器，其原理是測量加速度的方向與地心引力方向的關係，電壓跟著改變，但因為三軸的感應器非常不穩，移動一些的角度，輸出的顯示就會跟著不一樣，所以我們在程式上多加了防彈跳的功能，將不穩的訊號排除，只讓該有的訊號通過，讓功能更加的正確完整。當中我們也知道三軸加速器只對地球的地心引力有感應，所以若要在別的星球作此實驗，就得做一顆和別的星球有相同功能的元件了。

### 肆●引註資料

註一：

<http://www.moneydj.com/KMDJ/Wiki/WikiViewer.aspx?KeyID=aa05acee-1698-404c-b606-b30c4e51e74d>

註二：

<http://tw.image.search.yahoo.com/search/images?ei=UTF-8&p=MMA7260qt&rd=r1&fr2=tab-web&fr=yfp>

註三：

[http://www.robotworld.org.tw/oper/file\\_download.php?fn=1268127145\\_1.doc](http://www.robotworld.org.tw/oper/file_download.php?fn=1268127145_1.doc)

註四：

[http://www.freescale.com/files/sensors/doc/data\\_sheet/MMA7260QT.pdf](http://www.freescale.com/files/sensors/doc/data_sheet/MMA7260QT.pdf)

註五：[http://designer.mech.yzu.edu.tw/articlesystem/article/compressedfile/](http://designer.mech.yzu.edu.tw/articlesystem/article/compressedfile/(2010-05-27))  
[\(2010-05-27\)](http://designer.mech.yzu.edu.tw/articlesystem/article/compressedfile/(2010-05-27))

[%20Quick%20guide%20to%20MMA7260QT%20Tri-axis%20accelerometer.pdf](#)

註六、宋由禮、陳柏宏、旗立理工研究室。職校電子學II。(台北市：旗立資訊股份有限公司，民 96)。

註七、蕭柱惠。數位邏輯。(台北：台科大，2009)。