中華民國第51屆中小學科學展覽會
作品說明書

高職組　土木科

第二名

最佳創意獎

091203

多功能綠色安全警示裝置

學校名稱：臺北市立南港高級工業職業學校

作者：	指導老師：
職二 葉　琳	葉子源
職二 李曜先	洪秉鈞
職二 周子揚	

關鍵詞：綠能、發電、壓電

壹、摘要

一、綠能安全警示止滑條

樓梯是建築物中相當重要的架構，也是個容易發生危險的地方，因此本團隊成功研發出可於使用者行走在燈光不足的樓梯時更安全的裝置－綠能安全警示止滑條，不需要任何消耗性能源，可幾乎半永久性使用，達到環保永續發展的理念。且其製作成本相當低，在傳統止滑條上安裝此裝置不需超過原成本之 20%，且安裝容易，有量產化之可能性。

我們運用壓電原理，將壓電片聯接 LED 燈，並裝置於樓梯止滑條內。當使用者上下樓梯踩到止滑條時，內部的壓電片就會同時震動而產生電能，促使 LED 燈發亮，達到警示之效果。

二、多功能綠色安全警示裝置

將第一代的機構整合為一個體，便於拆裝。而機構整合方式大致上即將壓電片、電線及 LED 燈固定，使之不分散，且較不容易損毀。此裝置除了置於原止滑條內更容易，不需再整線外，也可做其他相當多的應用，如：發光鞋墊或貯存能量裝置等等。

貳、研究動機

因在生活中發現許多樓梯間無論在白天或晚上都會有照明不足的問題，在安全上也有所顧慮。而在學校「工程概論」課程中，提到建築物之安全性非常重要，而想利用從文獻中探討到運用到的壓電原理使 LED 燈發光，具有警示的作用，將同樣原理移植到樓梯這部份，但要如何達到警示效果？我們從止滑條著手，希望透過我們的設計與改良得以讓上下樓梯的人們更加安全。

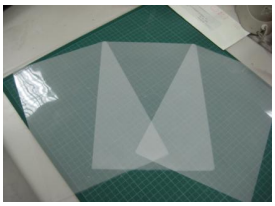
參、研究目的

希望能成功發明此裝置並能有效應用，達到安全警示效果，以提升在樓梯間行走時的安全性。且因使用的電源來自行走的人們，故不需使用任何消耗性能源。並發現更多此裝置的使用可行性，加以改良，研究出新一代的多功能裝置，讓警示的功能不僅侷限於樓梯，還能運用在其他日常生活用品上，完成多功能綠色安全警示裝置的設計，並達到環保、永續發展及節能的理念。

肆、研究設備及器材

工具及材料

槌子		鐵釘	
烙鐵		白膠	
吸錫器		電線	
鋸子		保麗龍膠	
剝線鉗		壓電片	
2010AutoCad		止滑條	
矽利康		LED 燈	

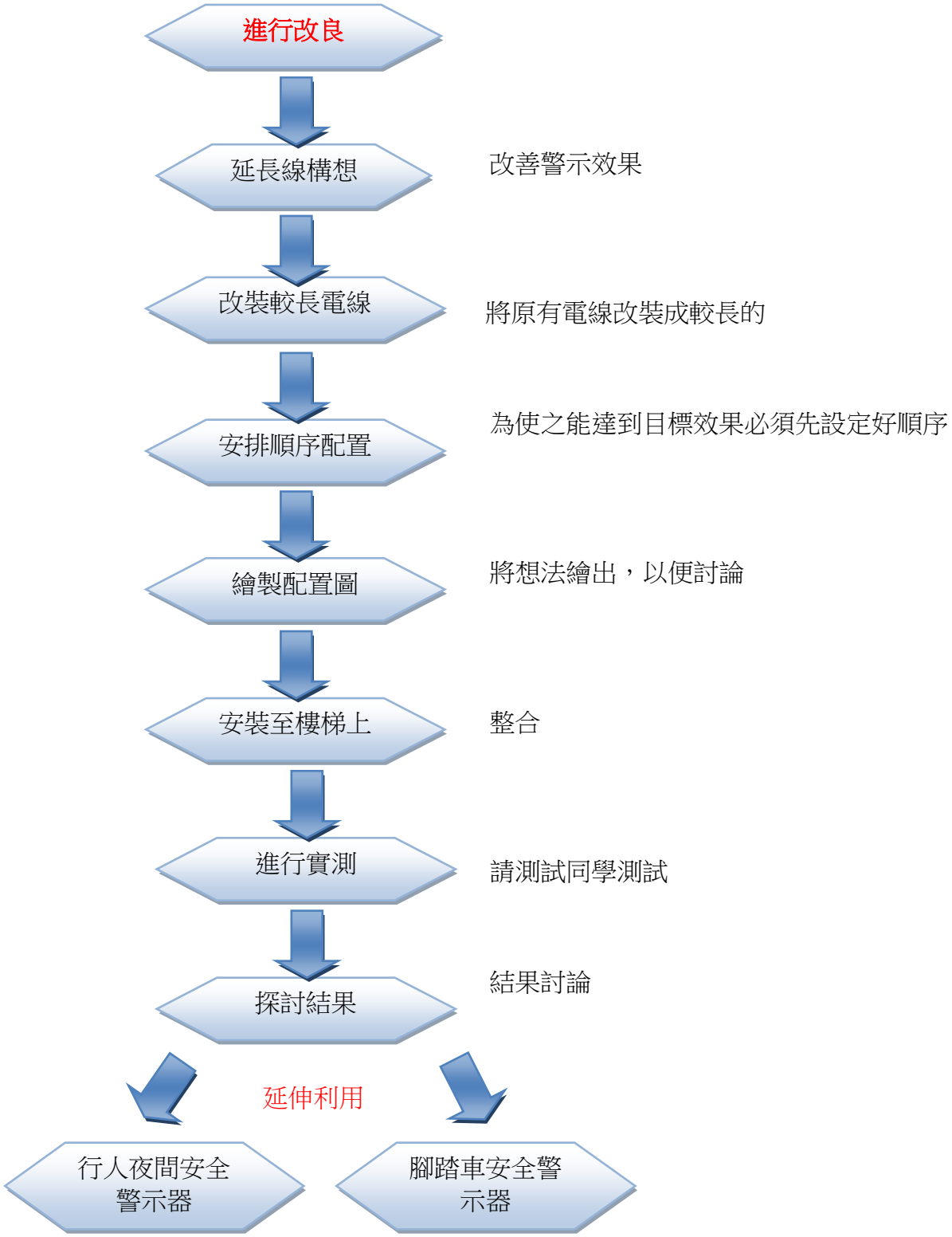
黏土		三用電錶	
木板		泡棉膠	
護貝紙		離子髮夾	

伍、研究過程與方法

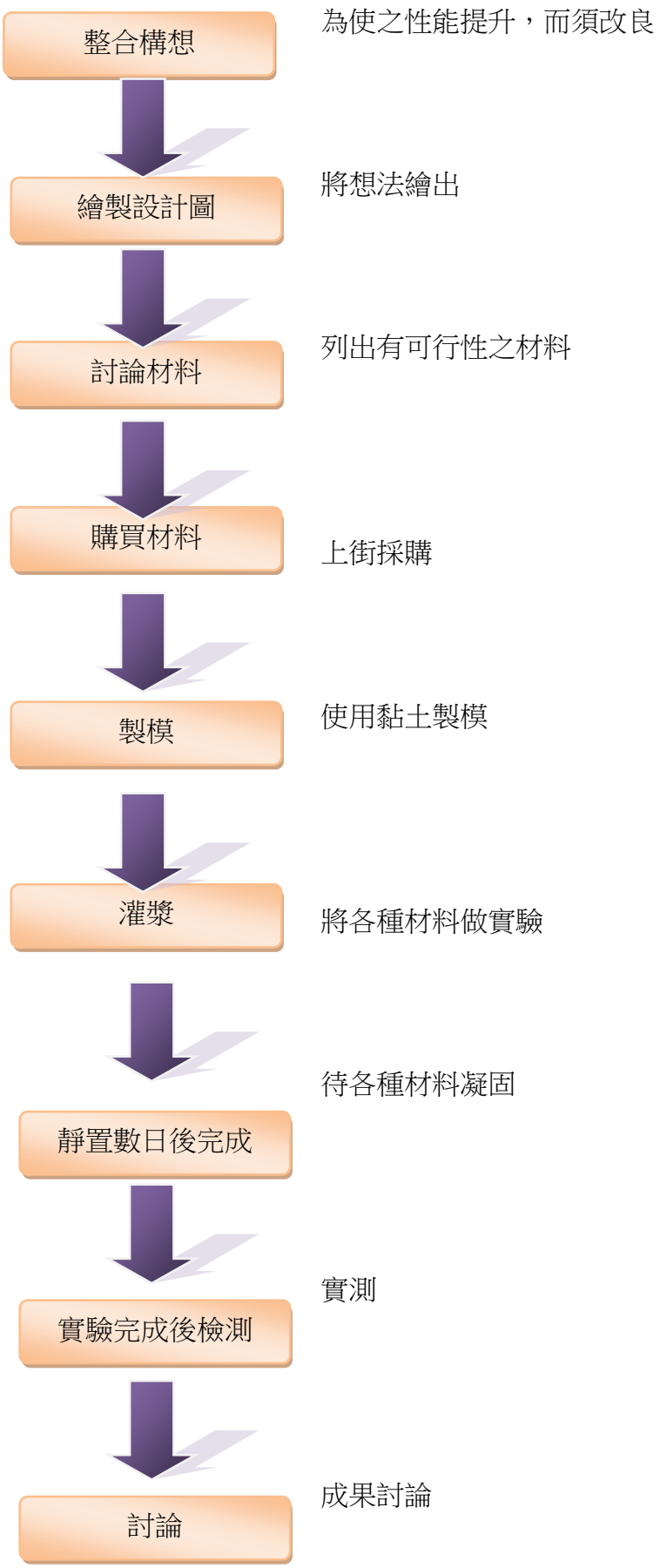
我們將過程分為三大實驗，而為了使整體實驗過程順利且有效率，又將三大實驗分為數步驟。如下列所示：

一、一代警示止滑條流程圖

二、二代警示止滑條(改良)

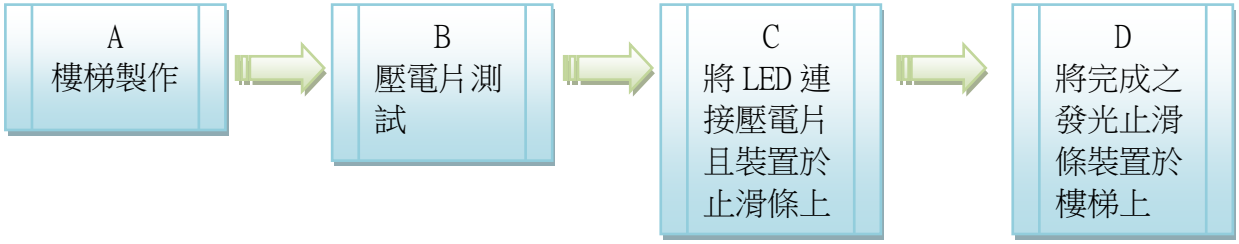

進行改良
延長線構想
改善警示效果
改裝較長電線
將原有電線改裝成較長的
安排順序配置
為使之能達到目標效果必須先設定好順序
繪製配置圖
將想法繪出，以便討論
安裝至樓梯上
整合
進行實測
請測試同學測試
探討結果
結果討論
延伸利用
行人夜間安全警示器
腳踏車安全警示器

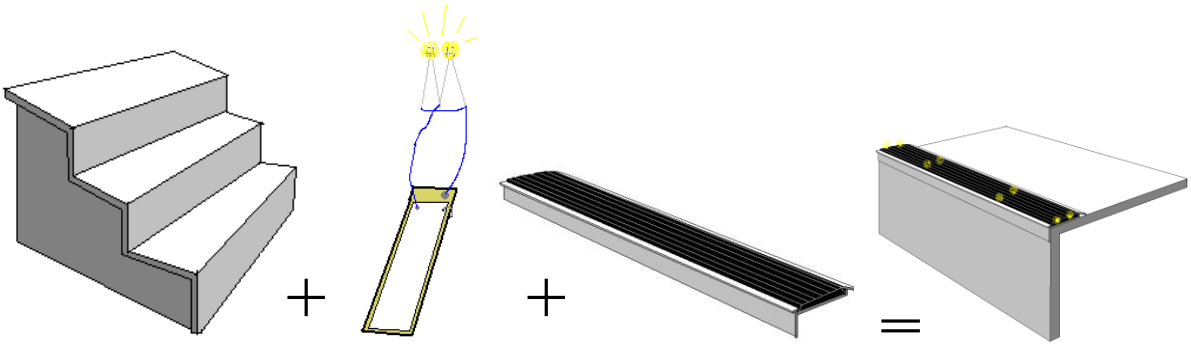
三、整合機構研究（多功能綠色安全警示裝置）



四、實驗一：第一代綠能安全警示止滑條

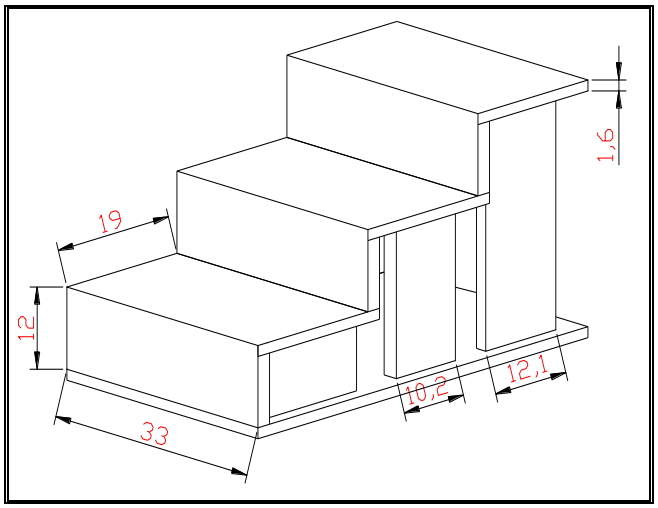
從第一代的安全警示樓梯製作
實驗分為四大部分：





A.樓梯製作：

首先製作能承載足夠重量的樓梯，以便實地測試。基於成本及難易度之考量，以本科木工工廠現有的木材來作為樓梯材料。遂設計一三級階樓梯，並選擇適當大小之木板，將之裁切組合。即完成樓梯部份。

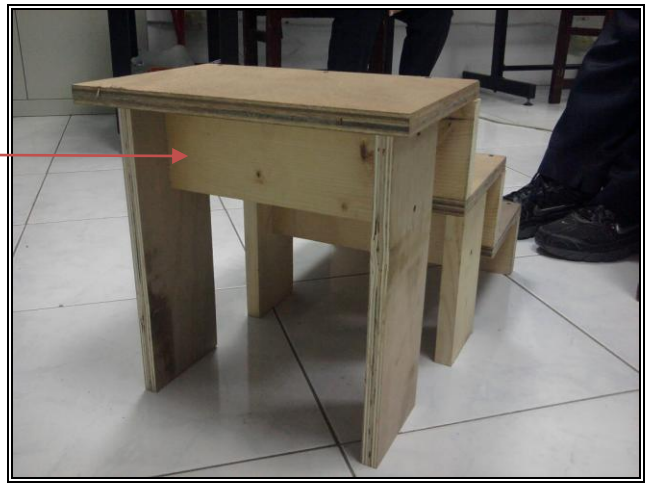


圖（一）樓梯設計圖

我們利用本科工廠現有資源進行施工，很快即完成此部份。

圖（二）樓梯完成圖

且為加強其強度，在每級樓梯下都增設一梁設計，將腳踩上去時施的外力透過設計順利傳到下方地面，以增結構強度。

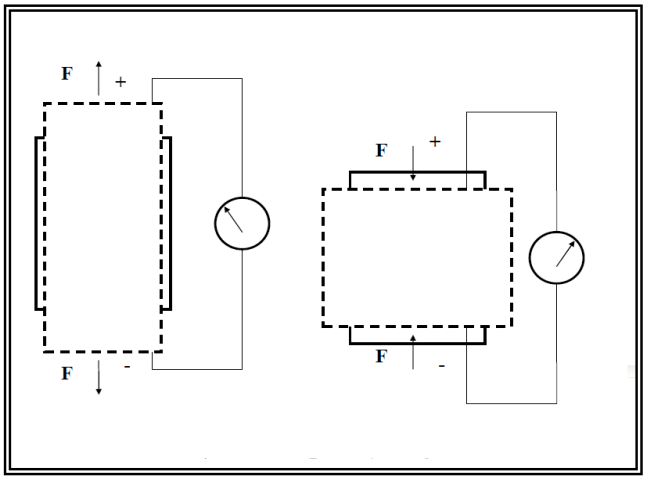


圖（三）結構梁之設計

確認其強度後即完成此部份。

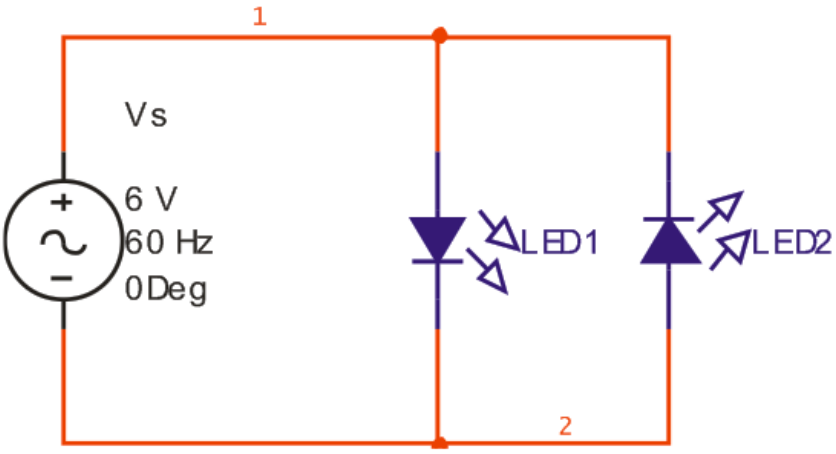
B.壓電片測試：電路

透過探討文獻資料後，了解到何謂壓電原理。壓電片利用內部的變形，將其變型量之機械能轉換為為電能，而壓電片在上下變形時所產生的電能較大。其餘的左右擺動及前後搖晃都產生的電壓較小，正好符合我們踩踏樓梯時為上下動作之需求。



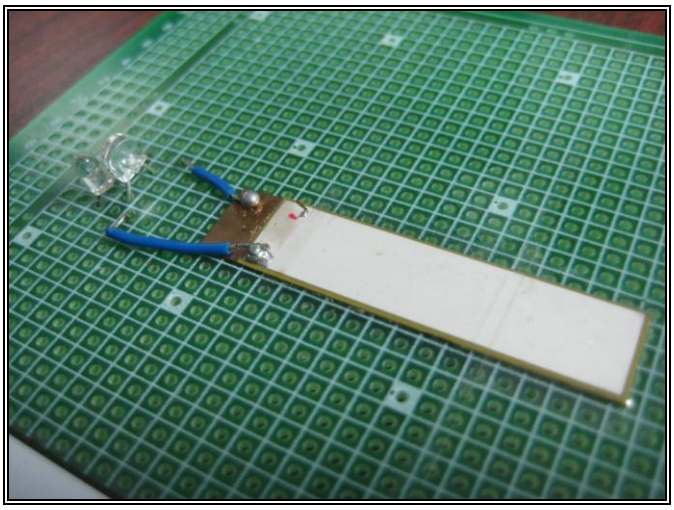
圖（四）壓電正逆效應

當壓電片受到週期性持續變動之 F 作用時，則會產生一 AC 訊號，產生電能。了解壓電原理後我們就開始設計電路。



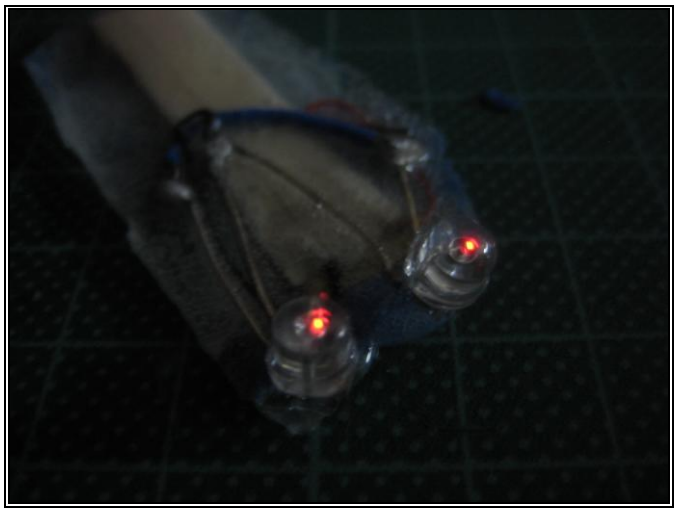
圖（五）電路設計圖

將壓電片與兩個 LED 燈連接後，震動之，觀察 LED 燈是否發光。



圖（六）壓電片與 LED 燈連接示意圖

隨即進行敲擊測試…

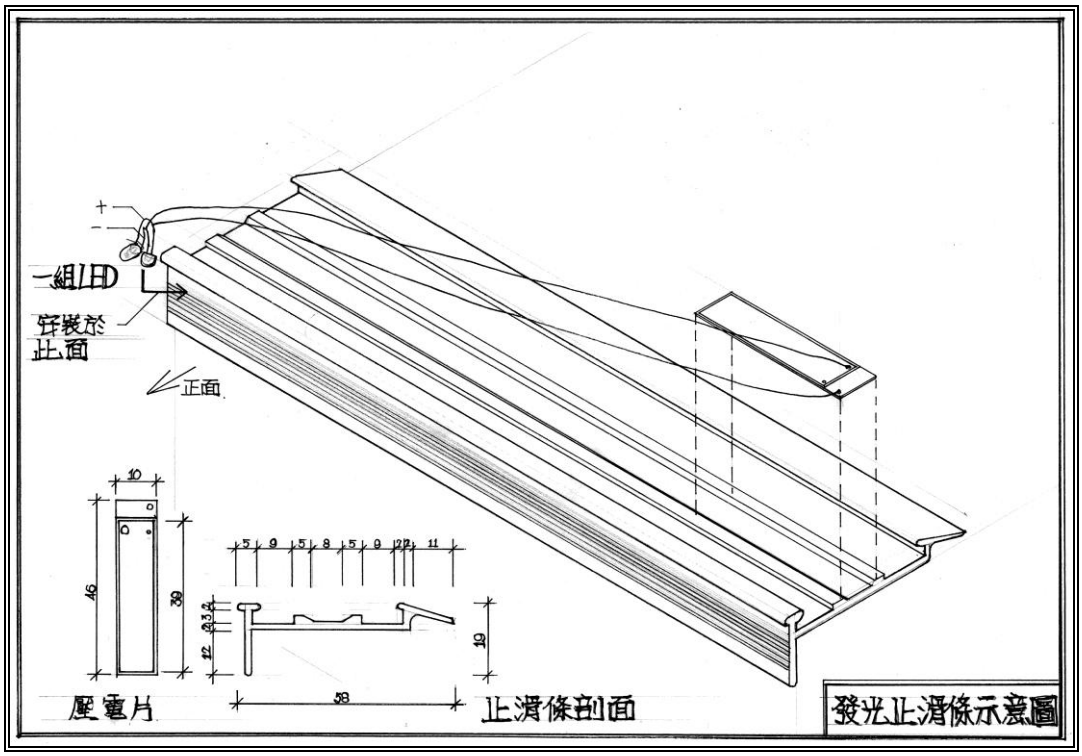


圖（七）LED 成功發光

輕敲後確定壓電片可產生能量使 LED 燈發光，此階段即告一段落。

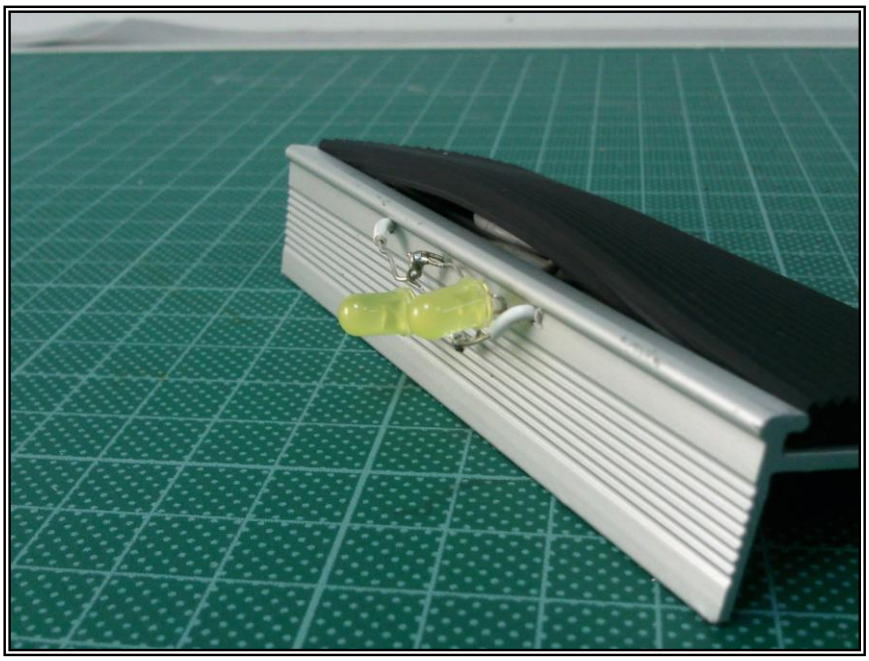
C.將 LED 燈連接壓電片且裝置於止滑條上

依據現有能力規劃出裝置方法，且將其設計圖繪出。



圖（八）裝置設計圖

而在實驗時將止滑條鑽洞，直接從表面拉出，即可省去拉電線的麻煩。



圖（九）機構初步配置圖

原擬定將 LED 擺放於止滑條外部，如上圖九，但此方法易使 LED 被踢到，導致 LED 損壞，且因內部整線不易，導致止滑膠條突起，更有安全上的疑慮。

※初步修正

經修改後裝置方法如下圖十，將止滑膠條經測量後平分為三段，已露出空隙讓 LED 露出。

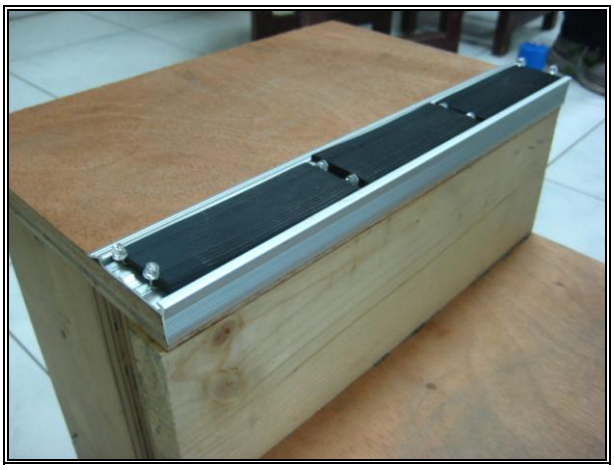
測試後即將剩餘壓電片與 LED 燈如法炮製，裝置於壓電片中。

圖（十）止滑條內部(修正後)

圖（十一）止滑條外觀(修正後)

D.將完成之發光止滑條裝置於樓梯上

三階止滑條皆完成後，遂將之裝置於樓梯上，利用泡棉膠做固定。



圖（十二）裝置於樓梯上

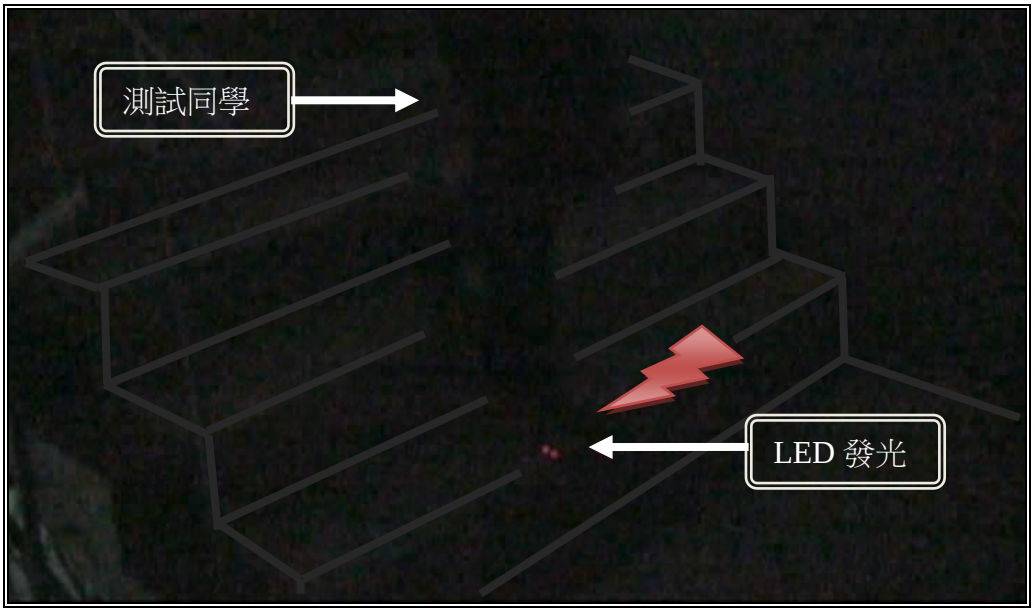
三階都裝置完成後，即完成最後階段。

圖（十三）完成圖

而在完成後，隨即進行測試，但因反覆測試，導致木材本身產生裂縫，若繼續在木板上做實驗可能會有無法預測之危險。因此將機構拆下，直接移植到實際樓梯上直接做測試如下圖十四。

圖（十四）實際樓梯配置圖

配置好止滑條後，隨即在燈光不足處做踩踏實驗。



圖（十五）實際樓梯測試圖

圖為測試同學下樓梯時踩到壓電片，即發光之示意圖。圖中左上角為上樓；右下角為平地。

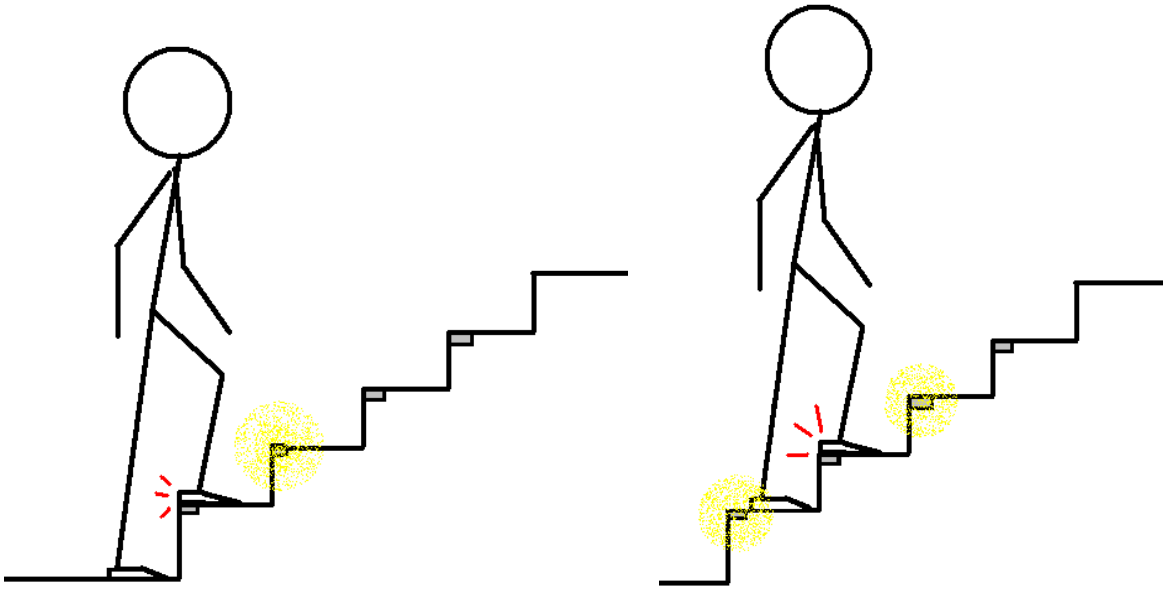
圖（十六）LED 燈發光示意圖

當測試同學的腳踩至止滑條上時，內部產生的動能轉換為電能，就使 LED 燈發亮了。

五、實驗二：第二代綠能安全警示止滑條（改良）

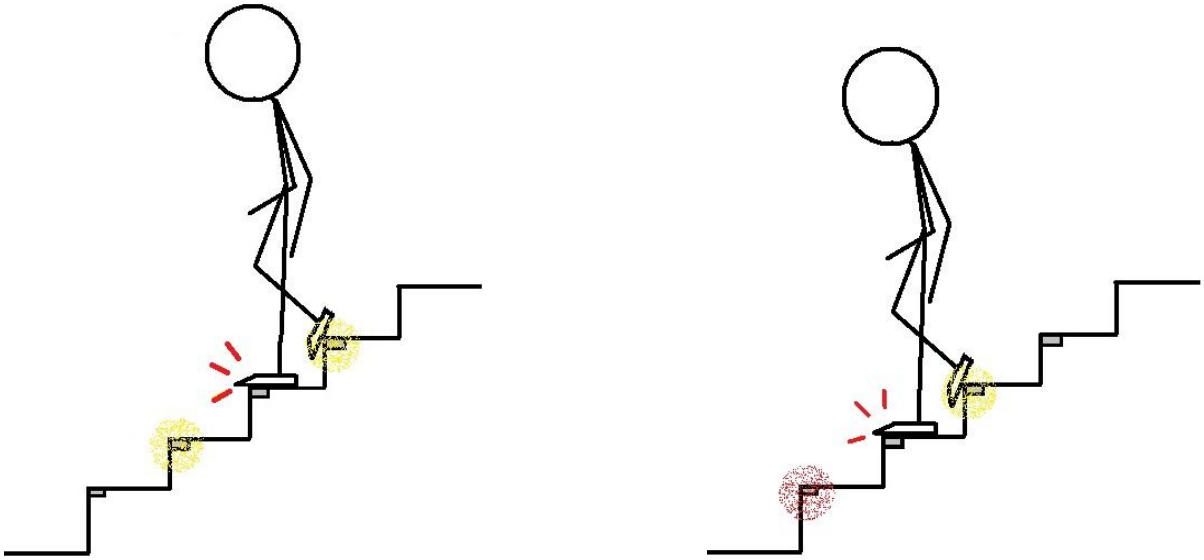
經研究探討後，發現如果踩踏當階即該階發光，可能造成的警示效果不夠，因此將原電路改成連接長電線，改良後為…

上樓時，踩下第一階，第二階發光；踩第二階，第一、三階發光…



圖（十七）上樓發光示意圖

依此類推。而下樓梯時，則反之。



圖（十八）下樓發光示意圖

決定好其順序後即開始將舊的壓電片都先焊掉，改焊較長的電線上去，即可開始配置電線及壓電片的位置。

前兩階為壓電片裝在第一階，而 LED 燈則延伸到二階。如下圖十六

圖（十九）電線延長圖

圖（二十）電線配置圖

圖（二十一）側面電線配置圖

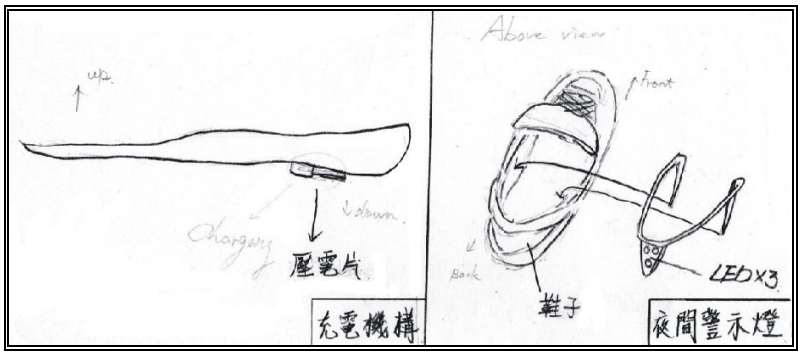
將電線都安裝好後，最後將止滑膠條安裝上去後即完成最後改良部份。

圖（二十二）完成圖

延伸研究-夜間安全警示器

一、行人夜間安全警示器

將此機構結合鞋墊，安置於鞋子內，並將 LED 燈露出於腳後跟的位置，以便警示後方來車或是其他行人。



圖（二十三）鞋墊設計圖

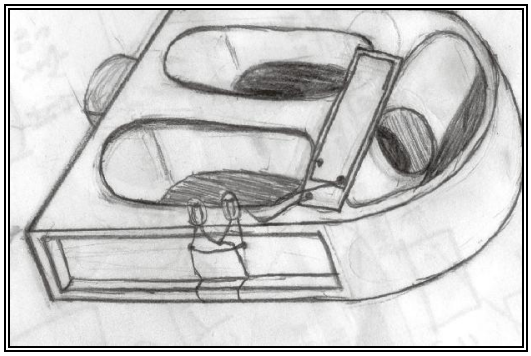
圖（二十四）實際成品

在完成後也隨即請同學作測試

圖（二十五）測試影片截圖

二、腳踏車安全警示器

將此機構裝置於腳踏車踏板上，將每一次踩到踏板的變形量轉為電能，驅使 LED 燈發光達到警示效果。



圖（二十六）設計圖

同樣的，也隨即實地做測試

圖（二十七）實際成品

圖（二十八）測試影片截圖

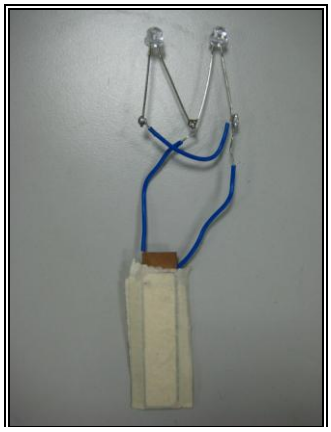
遂完成此延伸研究部分。

□

六、實驗三：整合機構研究（多功能綠色安全警示裝置）

討論後發現以上兩實驗仍有需改良處，下圖示之。

將一代的機構整合為一個體，便於拆裝。而將機構整合之方式大致上即將壓電片、電線及 LED 燈如下圖二十固定，使之不分散，也較不容易損壞。想法則是用東西將之包覆住，來達到目的。

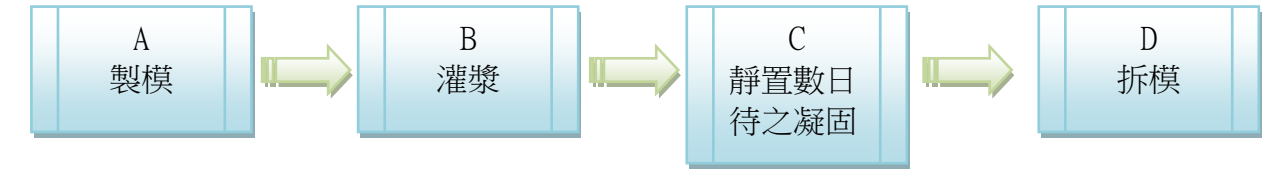


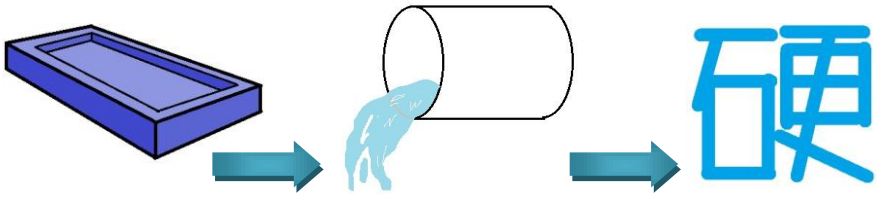
圖（二十九）核心機構

因原始機構電線外露且在反覆拆裝後，容易出現毀損現象，導致之後不易進行裝置。減低其方便性。

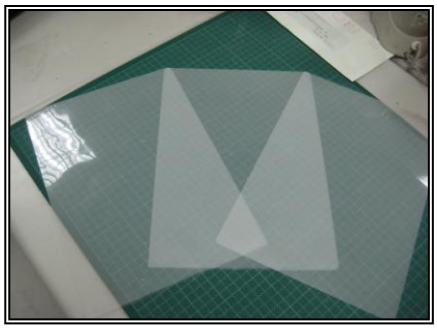
而討論出了可以用灌漿的方式，將整個機構包裹住。接下來隨即進行實驗。

實驗分為四大部分





在整個實驗之前，討論時發現有一種材料不需灌模，就可以達到把整個組件和為一體的材料－護貝紙。



圖（三十）護貝紙

且因整體裝置，即壓電片和 LED 燈體積並不大，因此認為護貝有可行性。雖然機構不厚，但也沒辦法通過護貝機，因此我們使用了一般使用於頭髮的離子夾如圖二十一。

圖（三十一）離子夾

首先裁剪適當大小的護貝紙，再將機構置入，最後用離子夾加溫使之合併。

圖（三十二）護貝成品

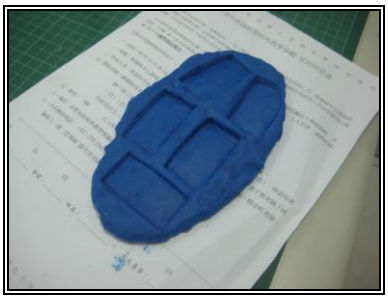
實驗結束後發現到即使發光功能不受影響，但因內部還有空間，就會造成撞擊，進一步造成損害，則此辦法無法長期使用。接著即進行主要實驗。

A. 製模

我們首先討論製模的材料，為了方便性且不超出我們能力範圍，我們選了價錢不高，且有暫時硬化能力的黏土。

圖（三十三）黏土

製模時先將黏土揉圓，再將之打平，接著使用相當於壓電片大小的紙片在黏土上大略壓出形狀，再慢慢壓深，直到需要的深度約３～５mm，即告一段落。

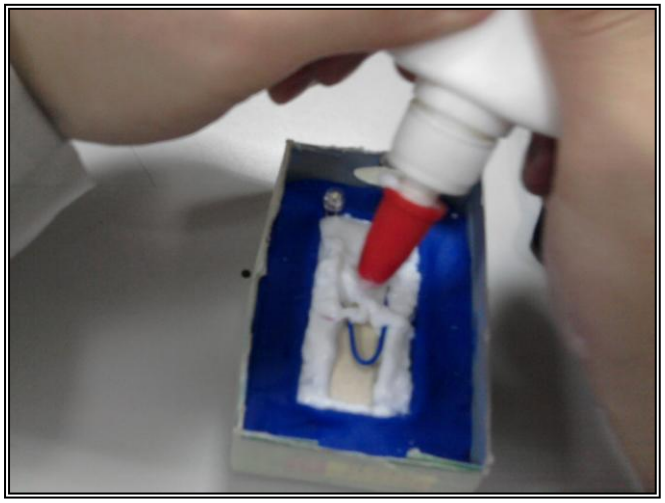


圖（三十四）黏土模

B. 灌漿

經討論後我們選擇了保麗龍膠、矽利康、白膠三種液體來進行實驗。圖中為白膠，其他兩種皆使用同方式。

再來進行覆蓋，則完成灌漿。



圖（三十五）灌漿

圖（三十六）灌漿完成

C.

而在三種材料都灌漿完成後靜置約兩天凝固後，進行拆模，完成。

圖（三十七）完成圖

研發成果：

在實驗過後我們成功初步研發出改良過後的機構，改良後的機構安裝容易且不易損壞，而將研究安裝上可延長式電線，以便調整上下樓梯時的發光順序

延伸設計：

此改裝後的機構，本團隊已成功利應用於鞋墊與腳踏車踏板之中，並達到夜間警示的效果，則在夜間走路或是騎腳踏車時，無意間就驅動 LED 燈發光，達到警示效果，讓夜間交通更安全。

陸、研究結果

一、一代警示止滑條

無論是以手敲擊或是實際試驗，結果都相當令人興奮，LED 燈的效果非常不錯。且以燈光不足處效果更佳，達到警示作用。且發現除警示作用外，還可增添上下樓梯時的樂趣，真是意外中的收穫。

二、第二代綠能安全警示止滑條（改良）

在經過評測討論後將電線拉長，改變了警示的方式，發現效果更甚於前者，讓警示作用更上一層樓。也改善了第一代中間 LED 燈效能不顯著，甚至看不到的問題。

三、行人夜間安全警示器

將 LED 燈裝置於鞋後跟，而壓電片則藏置於鞋墊內，行走時即可驅動 LED 燈發光，在夜間達到警示的效果，讓行人在夜間更安全。

四、腳踏車安全警示器

將 LED 燈安裝於腳踏車踏墊上，在騎乘時因壓力則可使壓電片發電，促使 LED 燈發光，讓單車族在晚上時安全更加倍！

五、整合機構研究（多功能綠色安全警示裝置）

為了因應前兩實驗電線不易整理等問題，隨即用灌漿方式將電線間接固定，把電線合壓電片固定，成功研發出整合機構的雛形，且完全不影響發光效果。我們還測試此機構的耐久性，將機構置於鞋墊下，實際行走約兩天，再取出時完全沒有任何損壞，完好如初！此結果相當令我們滿意，因為這證明了灌漿後成功產生保護作用！這樣即可多元化應用，如發光鞋墊等等。

柒、討論

雖然成品看似簡單，但在研究過程中遭遇的困難也相當不少，且也不斷測試進行改良。目前成品雖已達到其實用性，但本團隊發現仍有可改善之處，以下列舉之：

一、 壓電片發電功率：目前使用之壓電片雖足以使 LED 燈發光，但若能將最後一級階梯之壓電片功率提高，其警示作用勢必將更顯著。

二、 LED 燈光線角度：第一代因 LED 燈每組放置的位置以及角度都有些許不同，在最外側的為直立，觀看角度最廣，效果佳；反之，置於中央的兩組 LED 燈為防止凸起過多導致危險而採用橫躺式，結果觀看角度減半，效果只能因觀看時角度而定。因此應改良其 LED 燈之種類，將觀看範圍提高，更能使 LED 燈有效作用。但此問題已於第二代改良時解決。

三、 LED 燈之顏色及種類：裝置在止滑條內的 LED 可因其使用者愛好調整顏色，甚至另購其他發光方式種類之 LED 燈，可達到個人化的效果，進而擴大此產品之使用範圍。

以上三點為目前得以繼續進行改良之項目，且討論後也發現還有許多地方可以繼續發展，將此裝置改良的更完善。

捌、結論

本團隊成功利用壓電原理研發出多功能綠色安全警示止滑條，將壓電片與 LED 燈連結後裝置於樓梯止滑條內，使在燈光不足處上下樓梯之使用者可在每踩一級樓梯時隨即見到 LED 燈之光芒，且在下樓時最後一階採用較具警示作用的顏色如：紅、黃等，讓使用者知道已到最後一階，可預防跌倒之危險性。

若技術成熟，能將之電路改良，在內加入電容，而在外接 USB 等可拆式插槽，再將機構置於鞋墊內，而行走時產生震動即產生電能儲存於電容中，在需要時則可隨時取出進行充電作業等等。

而在未來本團隊打算利用 8051 功能並整合太陽能及壓電片為電源，製作踩一階其後面階梯逐步發光來達到引導效果。

此外本團隊也設計出可外掛在鞋上的警示裝置雛型，雖未達到充電目標，但也證明了在未來還有許多發展空間，和多功能的實用性，本團隊將會繼續研究，將現有的不足盡可能改良，使兩項裝置能發揮最大效能，更為地球環保近一份心力，達到永續發展的目標。

玖、參考資料及其他

a.良心電子 ，http://www.ls3c.com.tw/index.html

b.韓春生，” 壓電式蓄能系統實驗及研究” ，國立暨南大學土木工程研究所碩士論文，民國九十三年六月。

c.蕭文欣，” 創新壓電變壓/換能器之理論與實驗：擬模態致動器及波傳設計理念之應用” ，國立台灣大學應用力學研究所碩士論文，民國八十九年七月。

d.吳朗，” 電子陶瓷：壓電陶瓷” ，全欣資訊股份有公司，民國八十三年十二月。

e. 工程概論 I ，” 曾銘文” ，台灣復文興業股份有限公司，民國九十七年三月

f. 電子學 I ，” 徐慶堂、黃天祥” ，台科大圖書股份有限公司，民國九十六年七月

g.ANSI/IEEE Standard 176，Piezoelectricity, The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc September 1987.

【評語】091203

1. 應用 LED 結合壓電材料於日常生活中，提供綠色安全警示，具創意且符合節能需求。
2. 研究方法合理且實驗步驟正確，成果具體可行，且具推廣應用價值。
3. LED 止滑條可考慮反光亮色系材質與反光遮罩以提高整體亮度。
4. 未來可思考清洗樓梯時如何使 LED 止滑條具防水功能以提升產品壽命。