

中華民國第 52 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 生活與應用科學科

最佳創意獎

030807

走到哪裡吸到哪裡

學校名稱：彰化縣立成功國中

作者： 國二 陳雅琇 國二 莊士宏 國二 邱鈺凱	指導老師： 陳士勤 蔡志遠
---	-----------------------------

關鍵詞：吸塵鞋、單向閥、節能減碳

走到哪裡吸到哪裡

摘要

本研究為設計製作一雙具有吸塵及涼爽功能的鞋子，由自行改良之“大孔徑單向閥”及自行研發之“磁浮式氣囊”所組成；穿上吸塵鞋，踩下時可壓出氣囊內之空氣，經排氣孔吹至腳底，而產生涼爽效果，抬起吸塵鞋時，磁鐵互斥力作用彈起時所產生的跳躍感，能使人感到愉悅，氣囊因磁鐵互斥力而擴張空間產生吸力，能將鞋底含有灰塵之空氣吸入，而灰塵可經濾布過濾而附著於濾布上；本鞋不需人力以外之能源損耗，且濾布可拆洗重複使用，達到節能減碳、運動及環保的效益。

關鍵字:吸塵鞋、單向閥、節能減碳

壹、研究動機

房間地板每隔一段時間就會累積一些灰塵，必需定時使用吸塵器等清潔器材作清理，目前市售的器材多為耗能性(如吸塵器)或一次性產品(如靜電紙拖把)，且兩次清潔週期間，陸續會有許多小灰塵的存在，容易造成呼吸道過敏症狀，因此本研究構思一種十分有趣的鞋子，可以利用平常走路的時候就持續一邊吸灰塵，既可運動又可做家事，也能節省很多的清潔時間，並且不用擔心耗用電力或使用昂貴的耗材，真正落實節能減碳又兼顧環保效益，可謂一舉數得，所以開始了這個研究與實驗。

貳、研究目的

- 一、設計一雙不需使用電力就具有“吸塵”功能的鞋子。
- 二、設計一雙鞋內使用可重複使用、可清洗之濾布，具有環保功效。
- 三、實驗比較鞋紋導槽對吸塵量的變化。
- 四、實驗比較體重不同者對吸塵量多寡的變化。
- 五、達到可量產，商品化之結果。

參、研究器材和設備

- 一、自製器材
 - (一) 單向閥四只(孔徑 15mm)
 - (二) 壓克力板氣囊兩只(長:205mm，寬:100mm，高:35mm)
 - (三) 濾布兩片(長:205mm，寬:100mm，可重複使用)
- 二、市售器材
 - (一) 止跌泡棉墊兩片(長:320mm，寬:320mm，厚:10mm)
 - (二) 拖鞋一雙(長:250mm，寬:90mm)
 - (三) 痂子粉一瓶(ml)
 - (四) 魔鬼氈四小包(每包兩片長:200mm，寬:25mm)
 - (五) NBR 耐油性手套 (M)

三、量測器材

(一) 微量電子秤一台(100x0.01g)

四、工具

(一) 手持式圓穴鋸一台

(二) 電烙鐵一台

(三) 小工具一批(篩子、螺絲起子、美工刀、電鑽、黏著劑…等)

附圖:



單向閥正面



單向閥背面



自製壓克力氣囊正面



自製單向閥背面



濾布



止滑泡棉墊(剪裁後)



拖鞋一雙



痲子粉一瓶



魔鬼氈四小包



耐油塑膠手套



電子秤一台



手工圓鋸一台



電烙鐵



篩子

肆、 研究過程與方法

本研究因需要具備實用及考慮量產之眾多因素，因此改良了許多次，本實驗自開始研究到現在總共改良了三次，進而製成目前第四代的研究模型，以下為本研究歷代概念，但整體模型有全部完成之作品為 2、4 代模型，其他在製作氣室過程中因有許多問題無法克服，例如吸氣量太小、會讓使用者受傷等，因此在尚未完成時即進入下一代改良。

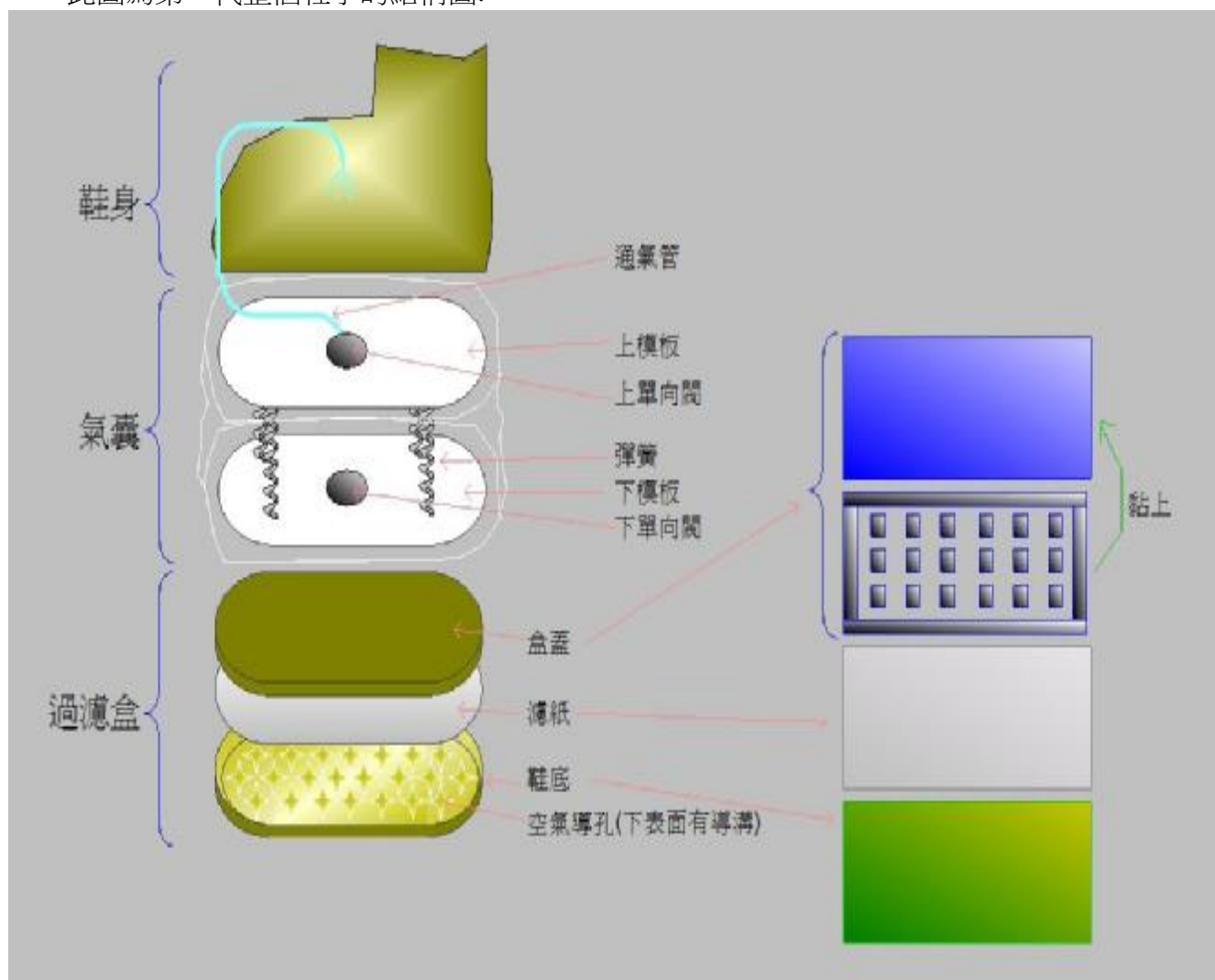
第一代:

氣室部分:

1. 使用兩塊壓克力板，前後用上 6 根彈簧做支撐。
2. 在側面包覆書襜布膠帶。
3. 在壓克力板上放上四個咖啡袋上取下之單向閥，上、下面各裝二個。

結果發現，彈簧無法像想像中的壓下時能直直的往下走，而是會歪到旁邊去，因此顧慮到使用者的安全所以決定改良，將原本的彈簧結構改造，是為第二代。

此圖為第一代整個鞋子的結構圖:



=

第二代:

本研究因礙於第一代的彈簧偏向問題，進而將第一代的 6 根彈簧改為單邊 2 根，而另一邊則以書襪布膠帶固定，是為第二代。

氣室部分:

1. 將第一代的彈簧前面 4 根彈簧拆掉，改成只剩下後面兩根。
2. 外圍為達到氣密，暫時使用書襪布膠帶將氣室外為密封。
3. 在兩塊壓克力板上各鑽兩個洞，個別黏上單向閥。

吸塵口字盒部分:

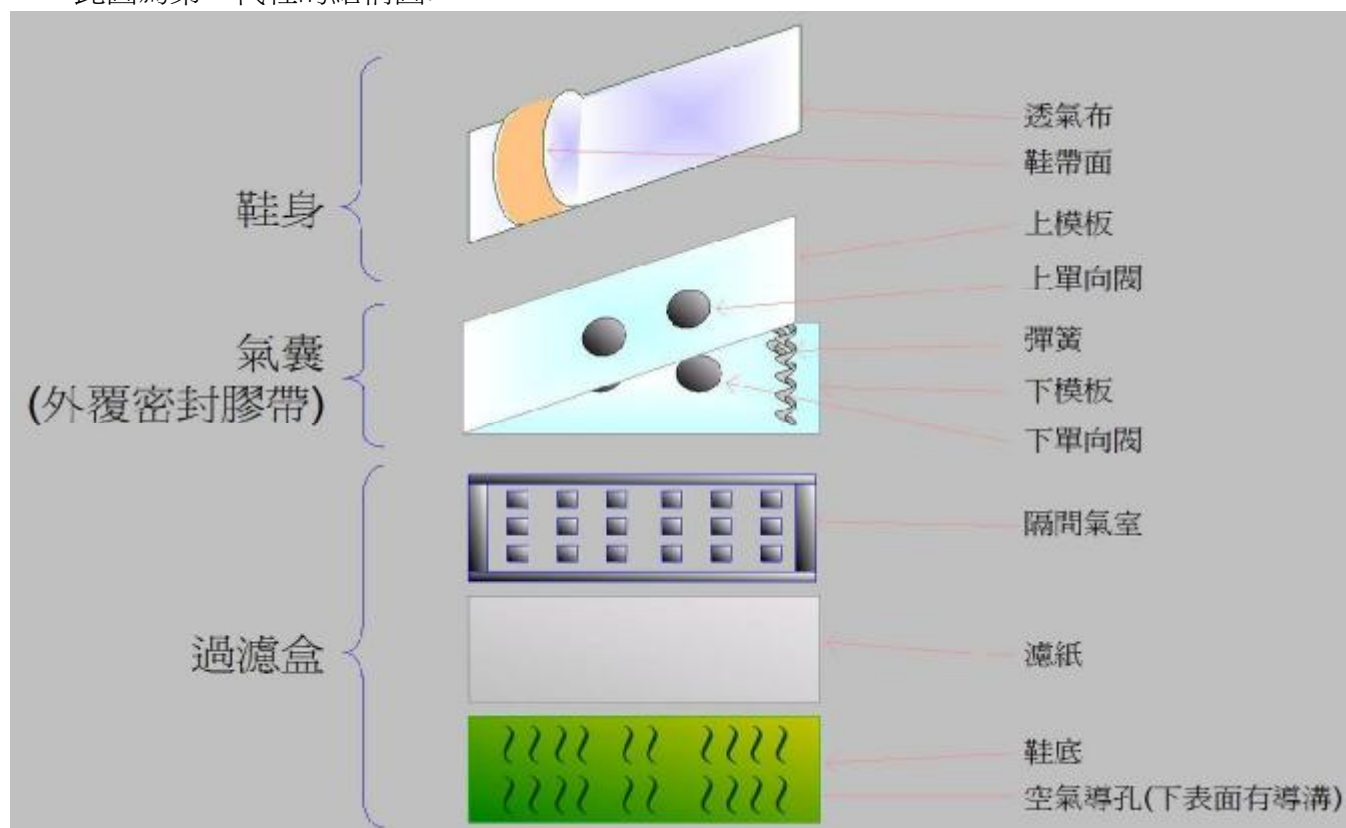
1. 依現有容易取得之材料，使用剪裁過的 PU 泡棉，黏上魔鬼氈。
2. 中間放一塊不織布當為濾布。(可重覆拆洗使用)

鞋底部分:

1. 運用一塊 PU 泡棉先將四種鞋紋分開，各刻一個洞及兩個洞的樣品。
2. 研究哪一種鞋紋與洞數吸塵效果最佳。

而第二代與第一代之差別為彈簧的數量及位置，但又由第二代發現，彈簧容易生鏽又無法壓到底(縮到最小時依然蠻長的)，使得氣室留有太多的空氣，而無法達到具有大量吸塵的真空度，吸力無法達到本產品需要的效果，因此礙於此原因，再改良彈簧部份的結構，成為第三代。

此圖為第二代鞋的結構圖:



第三代:

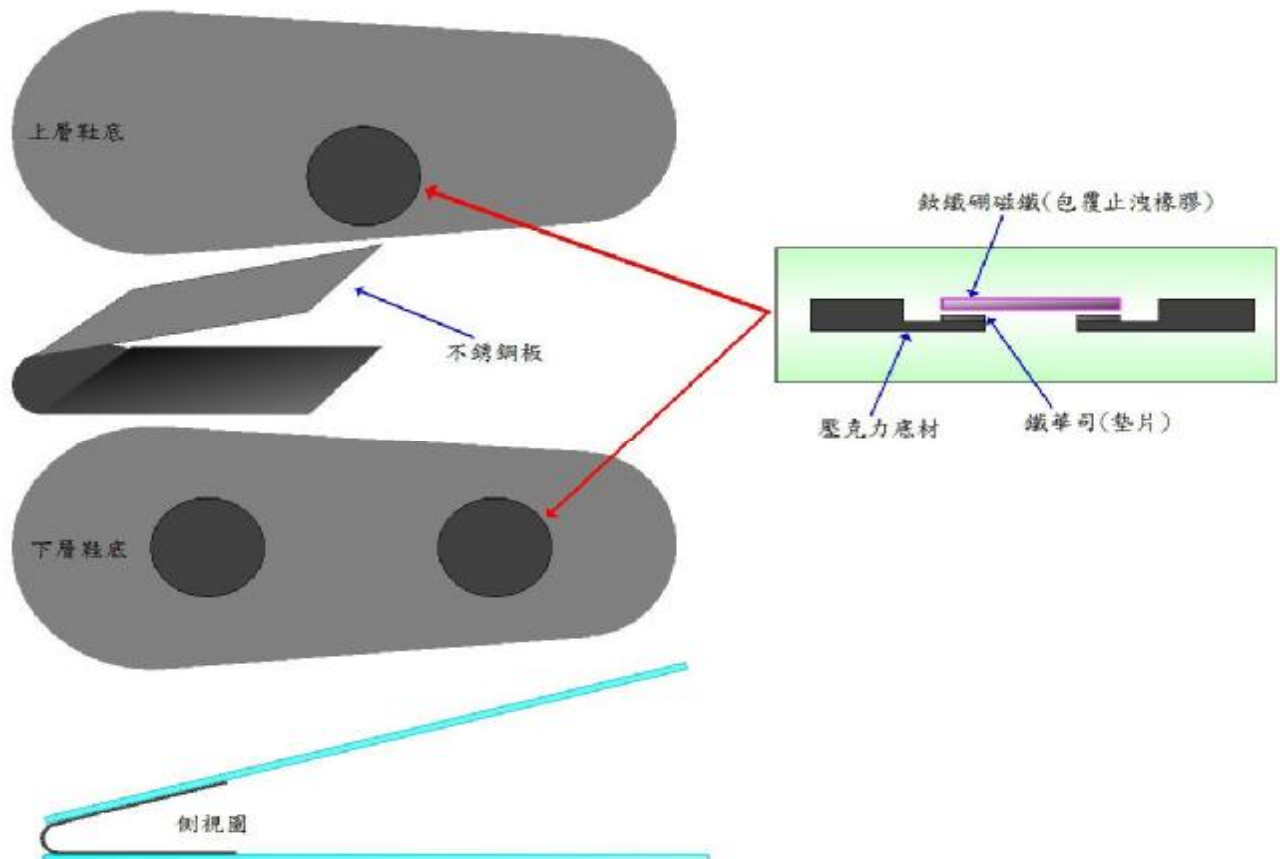
改造第二代氣室內的彈簧，因其壓下時留有太多空氣，放開時無法達到需求的吸力，於是決定將彈簧部份改成 U 形性鋼板。

氣室部分:

1. 先將兩塊壓克力板裁成:長 205mm，寬 100mm。
2. 再將 U 型鋼板的開口朝向鞋子後端。

製作出來後，鋼板能將壓克力板彈起，且壓下時氣室裡的空氣量也明顯的變少，吸力能達到要求，但是經過多次的反復試驗後卻發現，鋼板有機械性的疲乏現象，會漸漸的失去彈性，最後不得已放棄此方法，另尋不會機械性疲乏的彈性材料。

此圖為第三代氣室部分的結構圖:



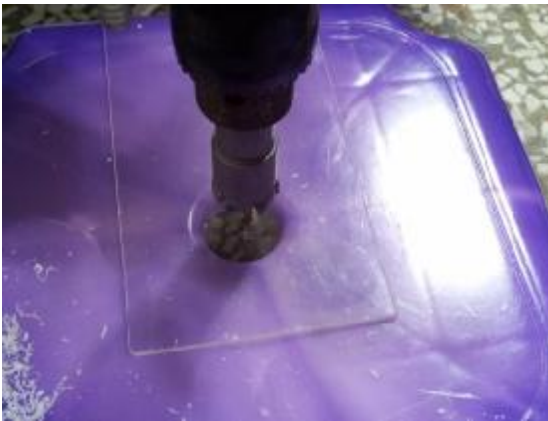
第四代:

不同於第三代，氣囊骨架前面改以使用門鉸鏈來固定上下兩片壓克力板，氣囊骨架後面原來的彈性結構，由彈簧改為強力磁鐵，利用磁鐵的同極互斥原理產生彈性；由於原來使用的單向閥是從咖啡包裝袋上拆下來的，其孔徑微小造成氣流相對受限，吸力不夠強勁，於是我們在請教師長了解單向閥的原理後，決定自行改良製作一個符合此吸塵鞋需要的大孔徑單向閥。

單向閥部分結構解說:

1. 以手工圓穴鋸，鋸好兩塊長方形壓克力板(長 205mm，寬 100mm，厚度 0.4mm)，用電鑽鑽上一個直徑 25mm 的洞(圖一)，一片鑽在正中間，另一片鑽在距離一側邊 50mm 的地方，因為如果位置對齊，將會使上下二片磁鐵互相干擾而造成單向閥失敗(圖二)。

圖一：用電鑽鑽洞



圖二：透明的壓克力板，用來支撐體重。



2. 為使磁鐵與壓克力間擁有良好的密合度，我們運用兩塊小尺寸的光碟片(直徑 80mm)以快乾對齊黏貼在剛才挖好的二片壓克力板洞上，運用光碟片中心的平整度能與磁鐵(直徑約 22mm)作緊密的結合(圖三)，圖四為整個背面。

圖三:



圖四:



3. 為使磁鐵與小光碟片之間能更緊密的貼合以防止洩氣，我們增加了彈性橡膠(從耐油手套上剪下來)，以雙面膠黏上(圖五)。

磁鐵上方用書褙布膠帶來固定，使其不因外界因素或風力大小而無法歸位(圖六)。

圖五:



圖六:



4. 背面則用快乾黏上兩塊鐵製墊片，讓磁鐵能吸住進而達到歸位的效果(圖七)。

圖七:



圖八:



氣室部分:

1. 兩片壓克力板的前端，運用門鉸鏈支撐(長 83mm，寬 24mm)利用快乾將其黏至前端固定(圖七)。
2. 後面部分運用磁鐵”同極相斥”之原理將 6 組磁鐵個別平均分布至鞋子後端，實驗發現使用二顆磁鐵重疊的彈力要比一顆磁鐵強很多，故上下端各以每組上下各兩顆，共用 12 顆的方式組成 (圖八)。

圖九:



圖十:



3. 在上、下二片壓克力板之側面，貼上不透氣帆布即成為氣室，為了使觀察方便，我們以透明的塑膠布貼合(圖十一)後再用一條橡皮筋束住，是為了要讓氣室壓下時不會向外擴張變形。

圖十一:



吸塵口字盒部分:

1. 先將一塊剪裁成口型的 PU 泡棉(圖十二, 左邊是切割好的), 用快乾黏至氣室的背面, 並黏上魔鬼氈(圖十三, 放濾布用)。

圖十二:



圖十三:



2. 在濾布的部分, 先在雙面都黏上了魔鬼氈, 但是考慮到魔鬼氈可能會黏不牢固, 所以就用縫紉機將魔鬼氈固定, 方便拆洗。
3. 最下層, 先將鑽好洞、烙好紋路的泡棉鞋底, 再黏上一塊剪裁成框框型的 PU 泡棉, 要讓每一個洞的受力平均, 在最後還是黏上魔鬼氈(圖十四), 以便固定濾布和上層氣室, 因做工不夠精緻, 實驗時發現氣室的密閉性不佳, 故在整個氣室外再黏上書襪布膠帶改善密閉性, 最後與氣室結合, 第四代模型就完成了(圖十五)。

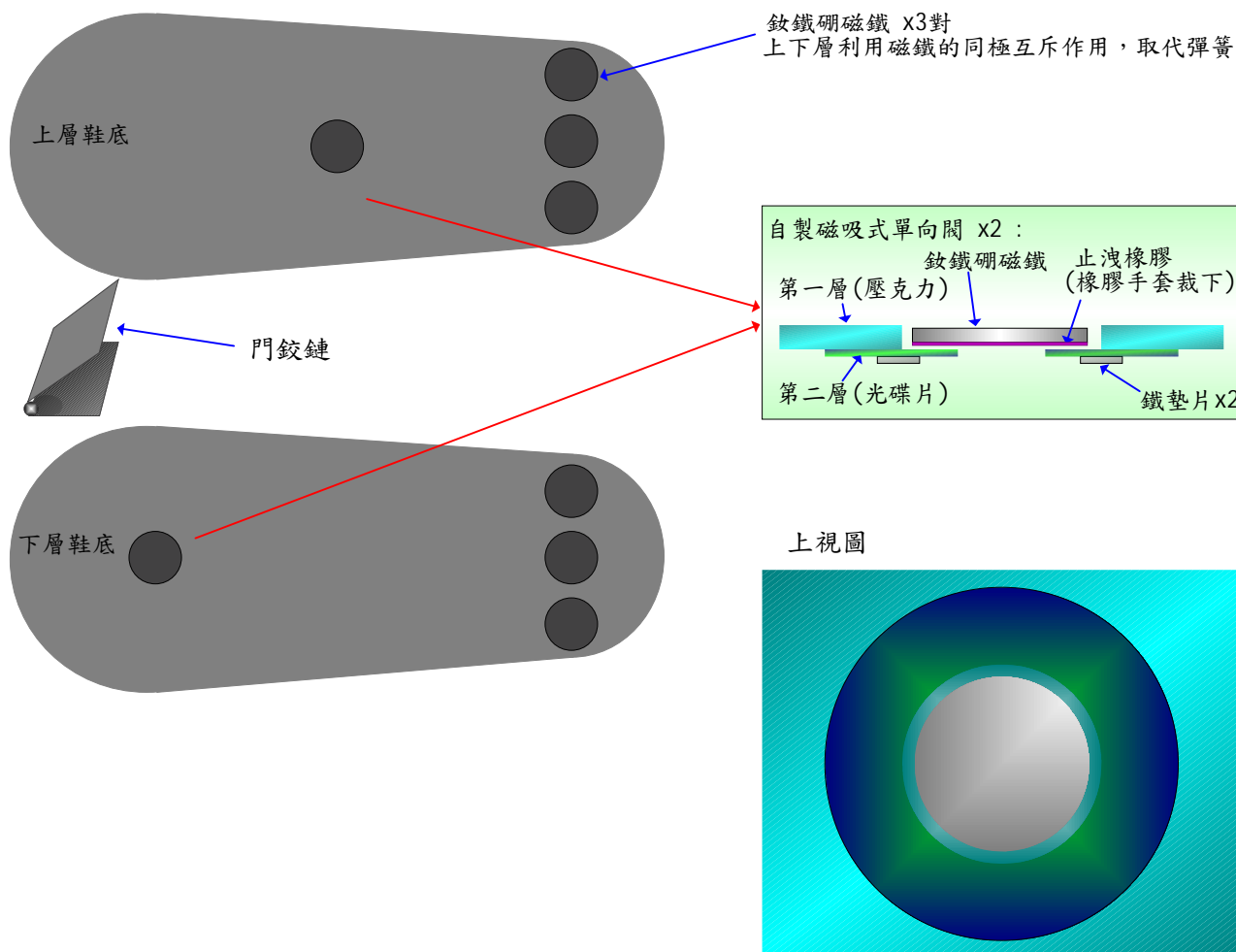
圖十四:



圖十五:



第四代結構圖說明：



伍、 研究結果

一、與現有市售產品之比較表:

(一) 成本計算表

品名型號	本吸塵鞋	大同乾溼兩用吸塵器 TVC-W190	驅塵氏乾濕二用(靜電)拖把
初期投資成本(元)	200(吸塵鞋)	3600	219(拖把)
動力消耗(W)	人力(平時走路)	850W(額定功率)	人力(拖地)
每次使用成本(元)	0	1.91 以非營業用非夏月 701 度以上部分計算	2 (耗材成本-除塵紙)
執行成本(元) (3 年-148 週預估折 舊一半，每週一次)	100	2083	335
換算 CO2 排放量(公 斤)	14.18	295.32	53.31
換算森林面積除碳量 (公頃/年)	2.06	42.82	7.72

(二) 相較優劣表

品名型號	本吸塵鞋	大同乾溼兩用吸塵器 TVC- W190	驅塵氏乾濕二用(靜電)拖把
初期投資成本	優(便宜)	極劣(昂貴)	優(便宜)
動力消耗	極優(可減肥)	極劣(極耗電)	優(可減肥)
每次使用成本	極優	極劣(昂貴)	極劣(昂貴)
執行成本 (3 年-148 週預估折 舊一半，每週一次)	極優	極劣(昂貴)	普通



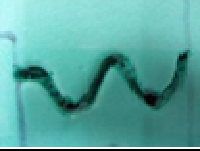

二、鞋紋對吸塵多寡影響：

- (一) 每次測量前，先將 350 毫克的痲子粉平鋪在地板上，為長:60mm 寬:40mm 的區域，鞋底除了測試的單一花紋外，其它以膠帶暫時貼住不使用，測試哪種的花紋吸塵量最多。
- (二) 用不同的花紋，不同體重的人各踩壓 3 次。
- (三) 為讓實驗更加精準，於是本實驗每項變因都做了 5 次。
- (四) 但為了實驗的方便性，本研究只用了直線、橫線、大波浪、小波浪等四種花紋。
- (五) 為了避免數值差距，故每位都用右腳踩著吸塵拖鞋作吸塵的實驗。
- (六) 最後收集踩壓後的痲子粉餘量秤重，和原重量相減，得到結果如下表格(表二)。

表一，每次實驗所得到之數據

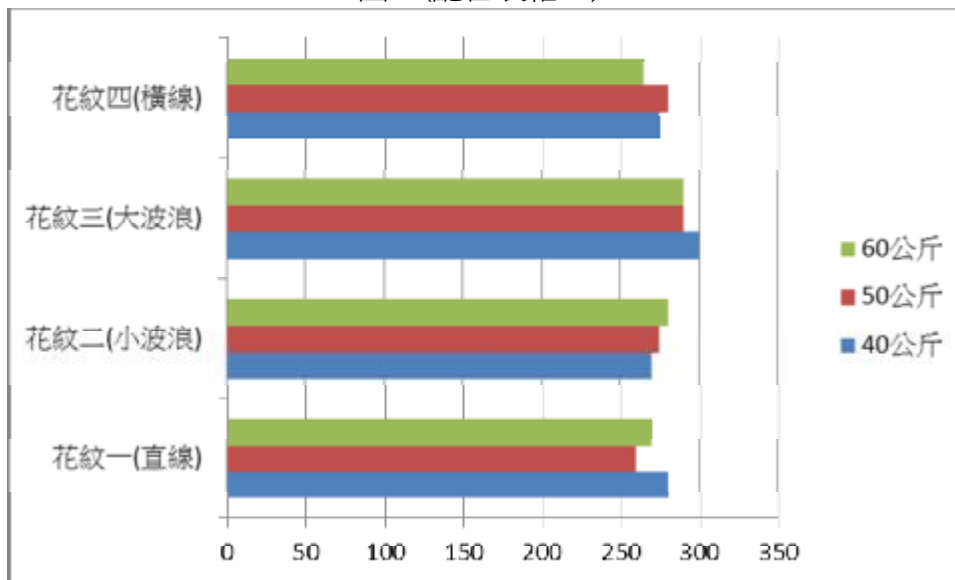
		第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
直線	40 公斤	290	265	275	300	270	280
	50 公斤	240	260	285	280	235	260
	60 公斤	270	265	285	280	250	270
小波浪	40 公斤	250	290	270	260	280	270
	50 公斤	280	290	260	275	270	275
	60 公斤	295	265	290	270	280	280
大波浪	40 公斤	310	300	295	310	285	300
	50 公斤	305	270	285	300	290	290
	60 公斤	295	300	290	280	285	290
橫線	40 公斤	280	260	265	285	285	275
	50 公斤	255	295	285	290	275	280
	60 公斤	250	280	240	270	285	265

表二，吸塵量與體重關係表，註：吸塵量單位為毫克

花紋	花紋一 (直線)	誤差 百分比	花紋二 (小波浪)	誤差 百分比	花紋三 (大波浪)	誤差 百分比	花紋四 (橫線)	誤差 百分比
	體重							
40 公斤	280	3.70%	270	1.80%	300	2.20%	275	0.61%
50 公斤	260	-3.70%	275	0	290	1.13%	280	2.44%
60 公斤	270	0	280	1.80%	290	1.13%	265	3.05%
平均	270		275		293.33		273.33	

- (七) 由表格一發現，大波浪也吸力比較好，同樣的小波浪其次，又大波浪較其他的紋路，於是決定模型的鞋紋為”大波浪”。

圖一(配合表格一)：



- (八) 由表一和圖一中可發現，體重並不太會影響吸起的塵數量，吸起灰塵多寡的原因取決於磁鐵撐開的速度及氣室空間，若速度快或空間大，則吸起的量就會比較多。

陸、問題與討論

(一)探討鞋紋與吸塵效果：

因為本研究是採取較常見的鞋紋做為實驗的主要角色，而在實驗及製作成品的過程中，發現用美工刀割鞋紋的話，手工無法將鞋紋內部接割得一樣深，而且也無法割得整齊，於是便改用”電烙鐵”烙刻的方法，而電烙鐵烙出來的痕跡也比美工刀整齊得多，於是鞋底的鞋紋皆用電烙鐵來製作。

實驗的結果，大波浪的鞋紋相較於直線、小波浪及橫線鞋紋吸起的量更多，於是後續採用”大波浪鞋紋”做為本研究樣品的鞋底。

(二)探討體重與吸力的差別：

一開始大家都認為體重較重的人穿著吸塵鞋吸起的塵應該會比較多，之後就請了三位體重各是接近但是輕於 40、50 與 60 公斤的學生來協助我們研究，體重不足的人就在身上放點重物以達到需求體重，之後發現體重並不會影響吸塵的效果，不管是 60 公斤還是 40 公斤的人踩下，吸起來的塵還是都一樣，並不會因為體重而有所改變。

(三)量產潛力:

本產品因具有生活實用性，且結構單純，若配合專利的申請後，經過廠商的量產能極具有市場上競爭的潛力，加上本研究產品不但節能減碳又環保，正好配合現在社會上最熱門的口號”省一點能源，增一分福田”。

柒、 結論

- 一、本研究利用簡易的設備及材料，克服了原本單向閥吸力不足問題，以及用強力磁鐵來代替彈簧之創意，製作出符合研究目的吸塵功能之室內拖鞋雛形。
- 二、本研究過程中發現，不同的鞋底紋路，會影響吸塵效果，其中以大波浪鞋紋相較其他鞋紋吸塵量來得多，故我們採取大波浪當本研究模型的鞋底。另外，體重與吸塵效果沒有顯著影響。
- 三、單向閥的自製心得：一開始想要做吸塵鞋時，第一個採用的元件就是用單向閥來做為本研究的氣孔，因為單向閥擁有將氣排出，而不讓氣從外面跑進去的功能，吸氣的放在下層，出氣的放在上層，外面再用書褸布封起來，使得氣室達到密閉的效果，但是在本研究產品因需要大通氣量，而本研究第三代前都是採用咖啡袋上的單向閥，而市面上除了咖啡袋上的單向閥外，其餘的大口徑單向閥皆有厚、重的問題，達不到本研究產品需要的輕、薄，故自行改良成大口徑的單向閥。另外這個單向閥因以磁性復位，所以具有不限安裝角度的功能，未來可做更廣泛的應用，例如各式落水頭、防水閘門。
- 四、本研究在氣室裡，利用磁鐵同極相斥的原理，成功的利用釹鐵硼強力磁鐵來代替彈簧，不但可以解決彈簧本身壓縮高度的限制，亦可免於彈性疲乏，是在材料應用上的創新。
- 五、本實驗產品具有生活實用性及眾多好處，除了可以節能減碳，還可藉此運動，達到身體健康的效益，再加上製程簡便，提升日後量產的潛力。

捌、 參考文獻

- 一、<http://www.wretch.cc/blog/ziv7647393/1412305> 關於現代市面上自動吸塵的電器用品。
- 二、<http://tw.myblog.yahoo.com/jw!zqqHiwqREwRfYy4ynVXpa5V.kjQ-/article?mid=347> 壓縮彈簧功能、種類與用途。
- 三、<http://www2.kuas.edu.tw/prof/mau/www/complete/element/control/throttle/throttle.htm> 單向閥的相關資訊。
- 四、http://www.taipower.com.tw/TaipowerWeb/upload/files/11/main_3_6_3.pdf 2012 5 月 29 日台電電價表
- 五、<http://ecolife.epa.gov.tw/Cooler/Calculator.aspx> 2012 6 月 2 日 行政院環保署綠色生活網減碳計算機
- 六、<http://0123456789.tw/CALHTML/calpower.html> 2012 6 月 2 日電費計算機
- 七、<http://jyeproud.anow.tw/showroom/view.php?C=753161> 2012 6 月 3 日大同乾溼兩用吸塵器 TVC-W190
- 八、<http://buy.yahoo.com.tw/gdsale/gdsale.asp?gdid=2807989> 2012 6 月 3 日驅塵氏乾濕二用靜電拖把
- 九、<http://tw.page.bid.yahoo.com/tw/auction/e61193741> 2012 6 月 5 日 釹鐵硼強力磁鐵

【評語】 030807

本作品利用絞鏈與強力磁鐵之互斥製作一鞋型之小型吸塵器，想法頗具創意。

若能充分呈現作品在實際應用上所得之效果，與裝置之操作特性（如舒適、耐用、有效性等），則更能彰顯本作品之實用價值。