中華民國第 57 屆中小學科學展覽會

作品說明書

高級中等學校組　工程學科(二)科

最佳創意獎

052407

熱情來電

學校名稱：高雄市私立高英高級工商職業學校

作者：	指導老師：
職三 洪愷駿	洪敬閔
職三 王啟白	吳嘉銘

關鍵詞：排氣廢熱、Arduino 單晶片、二次點火

摘要

在汽車能源使用上，廢熱占其能源消耗的 40%以上，而所產生的大量廢熱對於 CO_2 的排放及能源的損耗是非常嚴重的問題。就汽車能源來看，汽車引擎動力只約占車輛能源的 30%左右，其餘能源的損失都以廢熱與冷卻形式排出。此專題是利用汽、機車的排氣管的廢熱能轉變為電能並將儲存，而儲存的電能可做其它電器的運用，例如運用於手機充電、行車紀錄器電源。若是排氣管的發電將我們的行動電源已儲存到滿電狀態，這時候若是繼續充電將容易損壞行動電源，所以我們的專題將它再次運用在排氣管的二次點火，讓所排出來的廢氣再次燃燒，以有效降低 CO_2、CO、HC 的廢氣排放，這些的過程我們利用 Arduino 單晶片來作有效控制，達到「綠能」、「儲能」、「創能」與「環保」的目的。

壹、研究動機

動機一：

有天在新聞報導上，報出如圖 1-1 的報導，他是報導機車排氣管燙傷人員的事件，但這事件卻讓我們靈機一動，現在的上班族、或是交通代步，幾乎都以汽機車作為代步的交通工具，而汽機車的使用一定會產生許多的「廢氣」及「廢熱」。



圖 1-1 為報導機車排氣管燙傷人員的事件

資料來源：中天新聞

動機二：

當時看著電視也吃著奇異果，想著吃這奇異果身體都有著 94%維他命 C 的利用率，而我們的車子卻只有約 25%的能源使用效率。這其中 30% 能源消耗於引擎水冷系統裡，如圖 1-2 所示。更有約 40%能源以廢熱形式消散於空氣中。

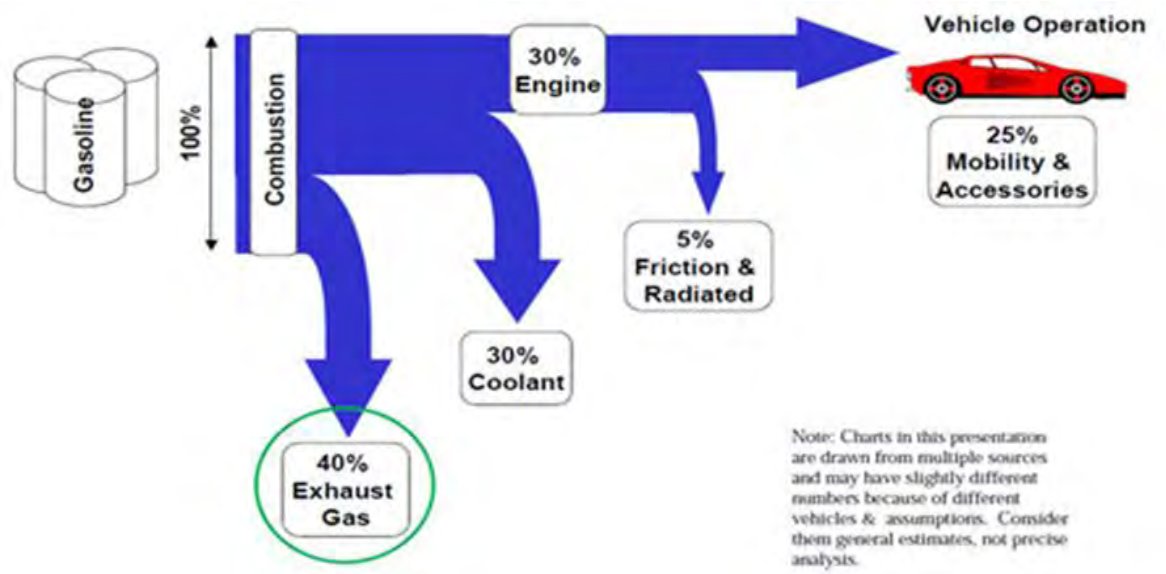


圖 1-2 汽車能源轉換效率圖

資料來源：陳岱原(2015)。熱電晶片之機車排氣廢熱發電研究。台北科技大學車輛工程學系研究所論文。

若是將這些廢熱再次的運用，在環保上一定是很大的貢獻，於是由這個想法為出發點，而我們的專題，就是利用這「廢熱」與「廢氣」再次的運用而產生新的能源而方法是：廢熱便電能，廢氣再淨化變成比較乾淨的廢氣其為做法能有效降低廢氣的排放，且將排氣管產出之熱能轉為電能，透過溫差發電片來轉換，做出一項兼具環保、節、儲能的作品，我們的設計是：利用溫差發電原理作用於排氣管上，利用排氣管所產生之高溫，並溫差發電片加裝於排氣管旁，利用溫差產生電力，而所發出的電能直接充電於行動電源，若行動電源充滿則利用 Arduino 控制晶片先將電能轉為排氣管的二次燃燒，如此能有效降低廢氣的排放。而這產生電力，本專題將它運用於行動電源的充電上，但當電源儲存器滿且無接充電時或是將行動電源拔走時，這時候的電力用於排氣管二次點火。

貳、研究目的

一、利用排氣管的廢熱將廢熱轉變為電能

現今，汽機車是普遍大眾的代步工具，汽機車排氣管會產生出許多的廢熱，我們運用此熱能將溫差發電片靠近此排氣管，利用溫差發電片的原理，如此可將此熱能轉換為電能，來達到綠色能源的開發，從不要的廢熱，變成我們需要的電能，這是創造能源。

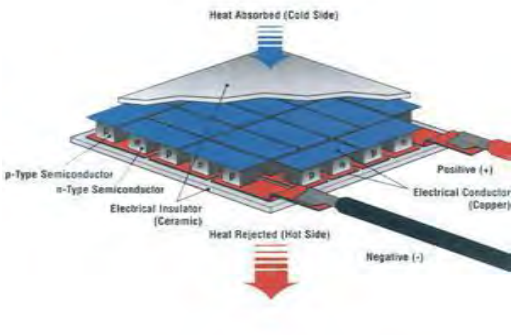


圖 2-1 溫差發電片原理

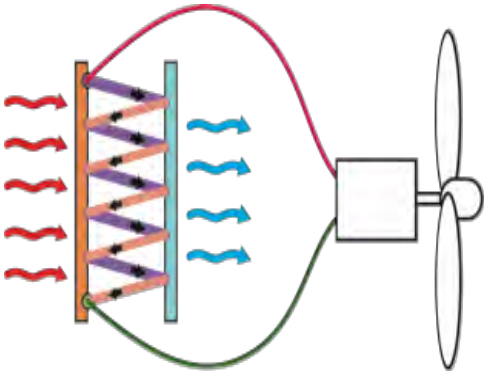


圖 2-2 熱能轉電能

圖片來源：熱電材料。科學發展期刊486期。50頁

二、將產出之電能先儲存並運用

排氣管周圍的溫差發電片將熱能轉換為電能以此達到創能之目的，而發出的電能都將升壓至 5V 並供應給行動電源，透過行動電源達到儲能，當行動電源充滿電可運用在任何地方，例如給我們行車紀錄器使用，或是導航使用…等等，若是機車上沒打算加裝這些配件，最基本的他本身就是 5V 的行動電源在使用。



圖 2-3 將電能充至行動電源

圖片來源：製作實拍



圖 2-4 發電可運用於 3C 設備

圖片來源：製作實拍

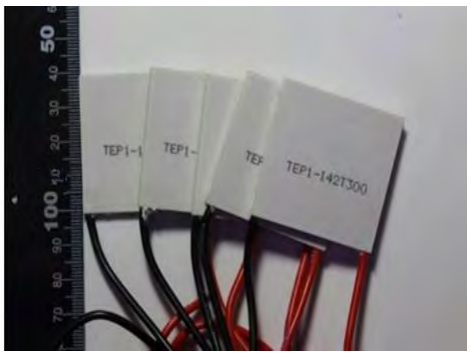
三、利用二次點火有效降低排氣廢氣的產生

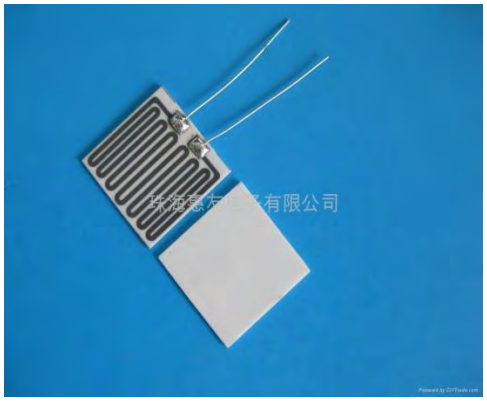
產出之電力儲存於行動電源，可是當行動電源已達到滿電狀態時，再繼續充電則易損壞行動電源，所以本專題透過 Arduino 控制當偵測到行動電源滿電時，透過熱反應器 (Thermal Reactor)原理，則將此電能運用於排氣管的火星塞來做二次燃燒增加後燃的場所位置，有效的減少 HC、CO、CO2 的發生量，降低排氣管廢氣的產生，達到降低環境污染，有助於落實環保理念，若偵測到行動電源內的電剩餘 3/4 時，則停止跳火，繼續充電。

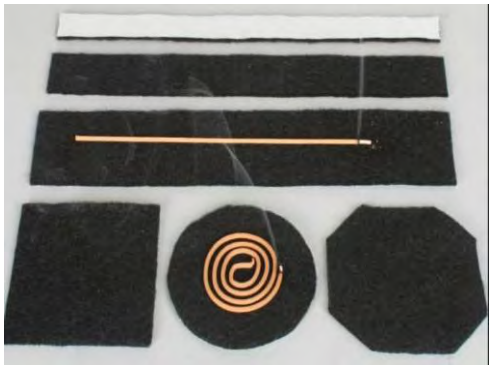
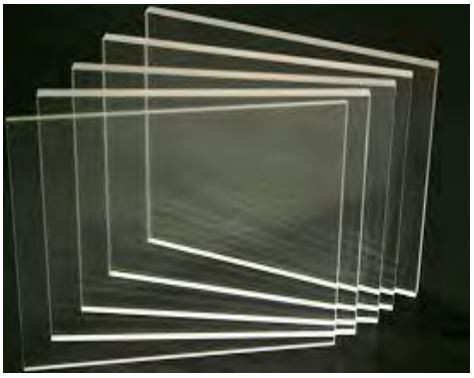
參、研究設備及器材

其設備材料一覽表如下：

表 3-1 設備材料一覽表

	
排氣管 一支	溫差發電片 TEP1-142T300 三片
	
散熱風扇 三個	散熱鱗片 四個

	
散熱膏 一支	火星塞 一個
	
高壓線圈 一個	5V 升壓器 一個
	
加熱片 四片	溫度感測器 三組
	
溫控器 一組	Arduino 一個

	
木板 四塊	行動電源 一個
	
隔熱棉 八塊	透明壓克力 二塊
	
廢氣分析儀 一台	三用電表 一台

肆、研究過程或方法

一、製作架構



圖 4-1 製作架構圖

製作方法及步驟其執行的順序及內容如下：

(一) 訂定題目：設定要製作的題目，並找專題指導老師。

(二) 分析歸納：搜尋資料進行整理，並研究討論其資料的可行性。

(三) 結構確認：將專題架構流程圖繪製出來，需考慮到整體效果及位置，才能使系統能正常運動及有效率專題呈現。

(四) 文獻蒐集：依照專題需求，蒐集相關文獻。

(五) 資料整合：將蒐集的資料，與同組夥伴依同來分析研究，並適時的找老師討論。

(六) 內文撰寫：將預計想做的題目做成小論文文章發表，讓其他的老師來共同看此專題的可行性。

(七) 專題實作：買專題所需要的零件，一所構想的呈現模式，組專成形。並作一連串的數據紀錄與專題結果紀錄。

(八) 整體檢核：專題成品作動連續測試，再次印證數據的完整性。

(九) 專題完成：撰寫報告並發表成果。

二、製作過程



將溫差發電 TEP1-142T300 型式，作出數據量測，以利專題相關的數據分析，並記錄數據。



將發電片塗抹散熱膏



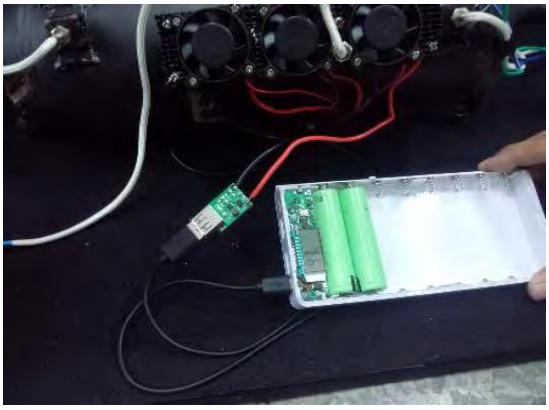
將溫差發電片與散熱鋁片跟風扇組合，如圖示相結合並固定於排氣管側，並將線路整理同一邊，以利整備與整理。



將獨立式高壓線圈接上火星塞，測試是否能獨立跳火。



測試火星塞跳火情形，若是正常跳火，則裝置於排氣管側。



將溫差發電片線路整理，接上 5V 升壓器，測試行動電源充電情形。



將專題完成，裝置於實車作出相對應檢測，歸納與分析，是專題的完整度狀況。



接上廢棄分析儀，視專題廢氣排放狀況，是否得到我們要的結果。



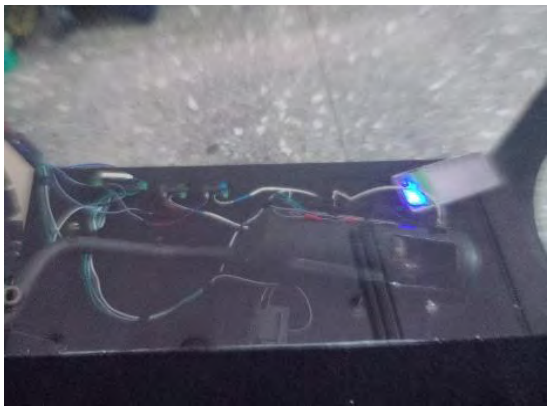
由於專題的呈現需模組化，故我們開始尺寸訂製木頭並設計。



由於火星塞點火，不易呈現，所以我們開始裁切排氣管，讓火星塞的點火能明顯呈現。



由於排氣管較高溫，所以在木頭包覆隔熱棉，並將排氣管固定於內，並將相關溫度感測器，行動電源充電狀況，數據呈現。



將所有感測器裝置好，於兩端裝置風扇來模擬風的散熱情形，來完成專題模組化。

伍、研究結果

一、成果示意圖

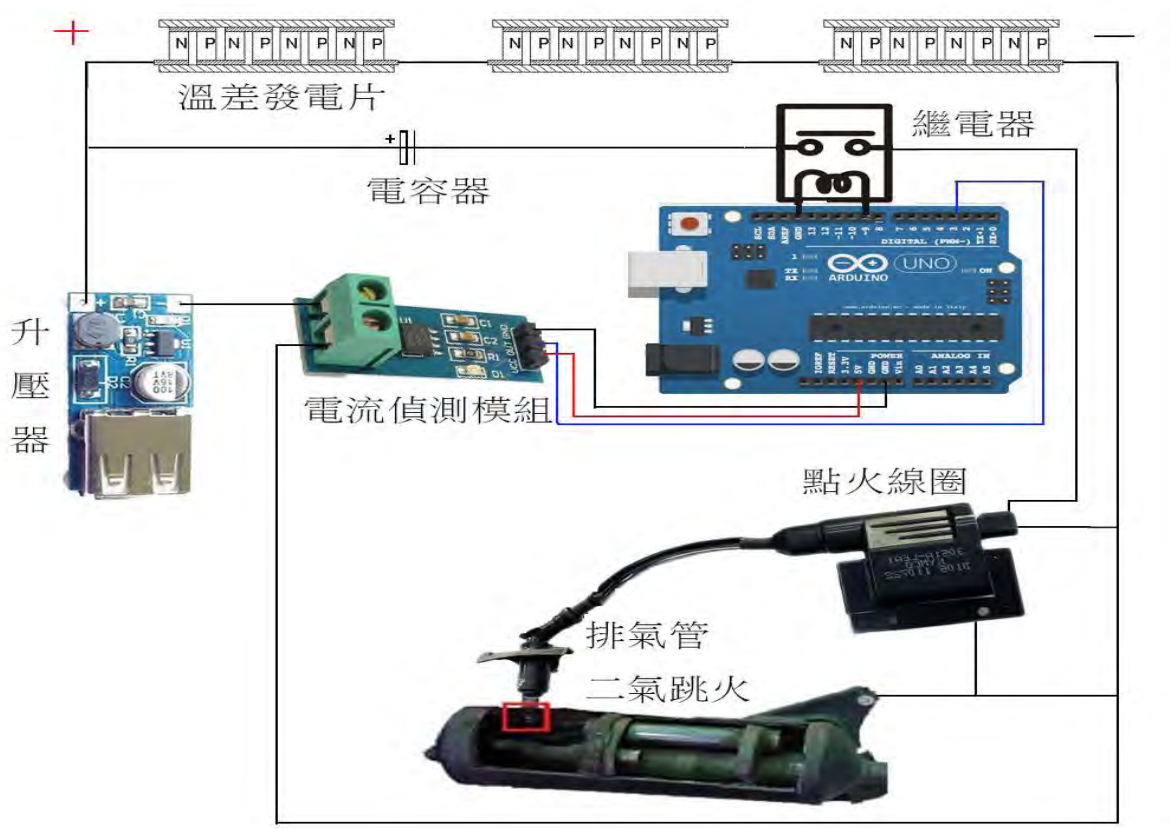


圖 5-1 作品線路圖

上圖為我們的專題的示意圖，透過溫差發電晶片，貼在排氣管熱端，再透過行駛時的切風效應來冷卻散熱鰭片，由此達到溫差發電的目的，其作用為：首先由溫差發電晶片發出電源，電源經過升壓器至 5V，供給行動電源故將行動電源進行充電，並從行動電源做接線頭，在連接給 USB 電器當作使用端，由此透過 Arduino 監控行動電源的電量，以免有過充的問題，若 Arduino 監控行動電源已達滿電狀態則將此 5 V，至高壓線圈的一次線圈側，升壓後來進行火星塞跳火，讓排氣管作二次燃燒，有效的使廢氣中的 CO2、CO、HC 降低。

二、成果說明

利用加熱片加熱排氣管模擬機車發動後的溫度，使我們的溫差發電片產出電力，因溫差發電片所產出之電力非常地不穩定，利用升壓器將我們的溫差發電所產出之電力升壓至 5V 此時 Arduino 對此進行偵測，確認有無安裝行動電源，狀況一：電源若裝置有行動電源就將發出來的電供給行動電源進行充電，若已達到滿電狀態，則 Arduino 偵測到滿電狀況，就將發出來的電供給排氣管做二次點火。狀況二：若行動電源被駕駛者拿走時，則 Arduino 偵測並未裝置行動電源，此時發出來的電直接供給排氣管做二次點火。狀況三：行動電源未滿電狀況，則發出來的電直接充給行動電源，這時並未做二次點火，此時排氣管就恢復正常狀況。利用廢氣分析儀來進行測量，確認二次點火有效的降低廢氣的產生。

陸、 討論

一、排氣管的表面溫度與散熱冷端溫度變化

表 6-1 排氣管的表面溫度與散熱冷端溫度變化(需有行駛，非怠速)

排氣管表面溫度分析		
排氣管表面溫度	散熱鱗片溫度	行駛時間(分鐘)
65	37	3 分
84	43	5 分
97	49	10 分
112	53	15 分
124	57	30 分
135	64	45 分
143	72	60 分
157	86	90 分
166	92	120 分

二、溫差發電片裝置與發電狀況

此專題是利用汽、機車的排氣管廢熱能源轉變為電能並將以儲存，儲存的電能運用於行動電源。若是排氣管的發電將行動儲存到滿電狀態，這時候若是繼續充電將對行動電源造成損壞，因此將它運用在排氣管的二次點火，讓所排出來的廢氣再次燃燒，以有效降低HC、CO與CO2的廢氣排放，這些的過程我們利用Arduino來做有效控制。在實驗中型號 TEP1-142T300安裝一片、二片跟三片的情形並記錄。

表6-2　溫差發電片裝置與發電狀況

發電量計算						
型號 TEP1-142T300 安裝溫差發電片一片時						
排氣管溫	散熱鰭片	溫差℃	電壓	電流	總瓦數	行駛時間
65	37	28	0.545V	117mA	0.06W	3
84	43	41	0.90V	182mA	0.16W	5
97	49	48	1.20V	199mA	0.23W	10
112	53	59	1.37V	235mA	0.32W	15
124	57	67	1.59V	262mA	0.41W	30
135	64	71	1.65V	269mA	0.44W	45
143	72	71	1.69V	271mA	0.45W	60
157	86	73	1.74V	274mA	0.47W	90
166	92	74	1.76V	273mA	0.48W	120
型號 TEP1-142T300 安裝溫差發電片二片時						
65	37	28	1.18V	113mA	0.13W	3
84	43	41	1.67V	173mA	0.28W	5
97	49	48	2.03V	191mA	0.38W	10
112	53	59	2.67V	224mA	0.59W	15
124	57	67	3.02V	254mA	0.76W	30
135	64	71	3.14V	263mA	0.82W	45
143	72	71	3.13V	273mA	0.85W	60
157	86	73	3.24V	268mA	0.86W	90
166	92	74	3.26V	270mA	0.88W	120

型號 TEP1-142T300 安裝溫差發電片三片時						
65	37	28	1.75V	114mA	0.19W	3
84	43	41	2.77V	169mA	0.46W	5
97	49	48	3.04V	186mA	0.56W	10
112	53	59	3.50V	219mA	0.76W	15
124	57	67	4.13V	249mA	1.02W	30
135	64	71	4.53V	258mA	1.16W	45
143	72	71	4.66V	267mA	1.24W	60
157	86	73	4.71V	269mA	1.26W	90
166	92	74	4.73V	270mA	1.27W	120

得到測試結論：當發動30分鐘後到120分鐘之間，排氣管的溫差大約維持在70℃-75℃之間變化，其發電量變化不大。

表6-3 本專題充電時間與目前一般充電器之比較

	電壓 V	電流 A	瓦數 W	電容量	充電時間
OPPO R9s	5	4	20	4000	100 分鐘
iPhone6 plus	5	1	5	2750	120 分鐘
HTC Ultra	5	1	5	3000	135 分鐘
Sony Xperia™ XZ	5	1.8	9	2900	100 分鐘
SAMSUNG Galaxy S7 edge	5	2	10	3600	150 分鐘
小米 5C	9	2	18	2860	60 分鐘
紅米 note4	5	2	10	4050	180 分鐘
專題作品	5	0.2~0.3	1~1.5	供應各廠牌	節省__分鐘

得到測試結論：本專題的充電時間約為一般充電器3~4倍長的時間

以表6-3：iPhone6 plus為例，手機充電速度取決於電流(A)當電流越高時充電時間越短，由表得知1A充達滿電時間需120分，而我們的專題則約需要480分才能充達滿電。

三、二次點火與二次點火後的廢氣產生量如下表：

表6-4　　二次點火後的廢氣產生量

1.廠牌：光陽/VJR	2.年份：2016	3.排氣量：110cc	4.里程數：18336km
機車排氣管二次點火後廢氣減量			
檢測項目	二次點火前	二次點火後	氣體降低比率
CO(%)	1.62	1.47	9.2%
HC(ppm)	361.51	331.46	8.3%
NOx(ppm)	4.77	4.56	4.4%
O2(%)	6.92	6.69	3.3%
CO2(%)	11.26	9.13	18.9%

得到測試結論：其廢氣的減量為CO2最大18.9%，其次CO為9.2%，HC為8.3%，NOX最少4.4%。

柒、結論

本次專題是利用機、汽車排氣管的部分，將溫差發電片裝置於排氣管周圍，利用排氣管的廢熱再次的運用成為新的電力使用，結合 Arduino 單晶片控制將本次專題擁有以下特色：將產出之電能先儲存並運用這是「儲能」、利用排氣管的廢熱將廢熱轉變為電能這是「創能」；與利用二次點火有效降低排氣廢氣的產生這是「環保」三大創意特色。

一、儲能

產出來的電能並加以儲存，本專題是運用於行動電源，將排氣管的廢熱產生的溫差，透過溫差發電晶片 ，來產出電能，再透過升壓器升至 5V，對行動電源進行充電，而此行動電源可運用於任何 3C 用品。

二、創能

在汽車的能源使用上廢熱占其能源消耗的 40%以上，而所產生的大量廢熱對於 CO2 的排放及能源的損耗是非常嚴重的問題。就汽車來看，汽車引擎動力只約占車輛能源的 30%左右，其餘能源的損失都以廢熱與冷卻形式排出。利用廢熱並且產生新的電力，所以她不只是節能的功能甚至可說是創造新的能源。將廢熱轉變為電能加以運用。有效的利用排氣管所產生的高溫，透過溫差發電晶片進行轉換成電能，並且加以運用。

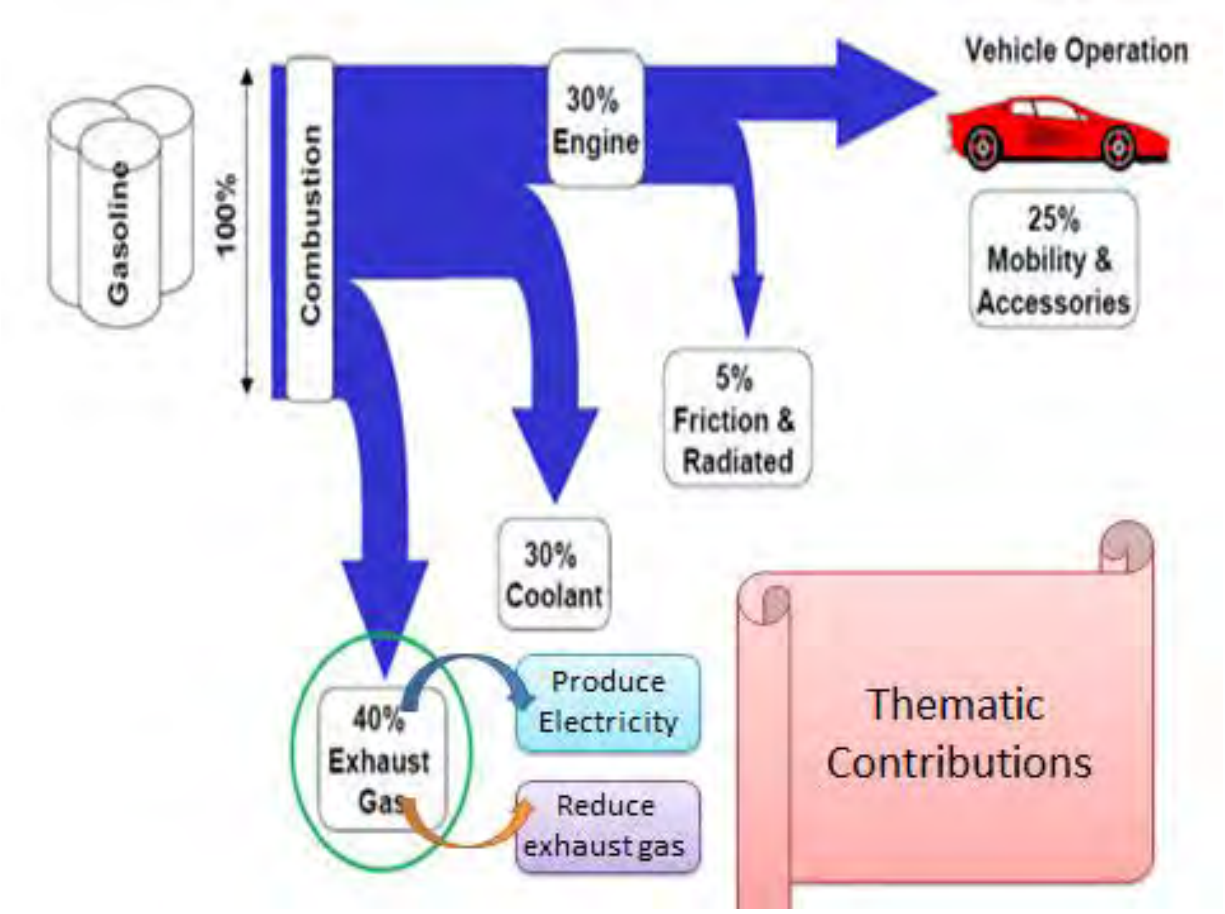


圖 7-1 為本專題創能圖

三、環保

有效利用二次點火燃燒達到減少廢氣的產生，排出來的廢氣，運用火星塞跳火，加以燃燒。利用溫差發電片產出的電力經由升壓器提供電源給高壓線圈，在連接火星塞始火星塞進行跳火，有效降低引擎排廢氣 HC 及 CO 與 CO2 的廢氣成分。



圖 7-2　本專題有效降低引擎排廢氣 HC 及 CO 與 CO2 的廢氣成分

捌、 參考資料及其他

(1) 黃仲宇、梁正編著 (2014)。基本電學 I。台北：台科大圖書。

(2) 鄭榮貴、鄭錦鈞著(2014)。基本電學實習 I。台北：台科大圖書。

(3) 徐慶堂、黃天祥著(2015)。電子學 I。台北：台科大圖書。

(4) 江賢龍、周玉崑著(2015)。基本電子學實習 I。台北：台科大圖書。

(5) 黃振東、徐振庭(2013)。熱電材料。科學發展期刊 486 期。48-53 頁。

(6) 陳岱原(2015)。熱電晶片之機車排氣廢熱發電研究。台北科技大學車輛工程學系研究所：論文。

(7) 潘建文(2013)。屋頂溫差發電降溫裝置系統。國立虎尾科技大學光電與材料科技研究所：碩士論文。

(8) 中華民國專利資訊檢索-經濟部智慧財局。htpps//twpat.tipo.gov.tw/。

(9) 臺灣博碩士論文知識加值系統-國家圖書館 htpps：//ndltd.ncl.edu.tw/。

(10)技術型高級中等學校群科課程推動工作圈歷屆全國專題競賽-國立臺灣師範大學 htpps：//vtedu.mt.ntnu.edu.tw/vtedu/。

(11)中天新聞 htpps：//http://ctnews.tw/。

(12)周旻儀、謝振榆著 (2014)。致冷晶片之熱效率研究。國立虎尾科技大學光電與材料科技研究所 碩士論文。

(13)沈志隆、吳毓恩(2013)。複合式電動汽機車之引擎電子點火系統研製。國立高雄第一科技大學。電子工程系第三十一屆電力工程研討會：台南。

(14)韓家仲、吳晉昌(2014)。七階交流-直流電力轉換器為基礎電池充電器。國立高雄海洋科技大學微電子工程研究所碩士論文。

(15)高家文、張一屏(2007)。電子噴射機車電子點火系統模組實現與模擬分析之研究。大葉大學車輛工程研究所碩士班碩士論文。

【評語】052407

將溫差發電片裝在機車排氣管上，再以升壓器使電流穩定，可充電行動電源。若行動電源已充滿，再以控制晶片將電能轉為排氣管的二次燃燒。本作品將實驗步驟拍照，清楚呈現，具有綠能與環保之功能。宜說明為何二次點火能減少廢氣中二氧化碳之排放。

作品海報

製作動機

動機一：

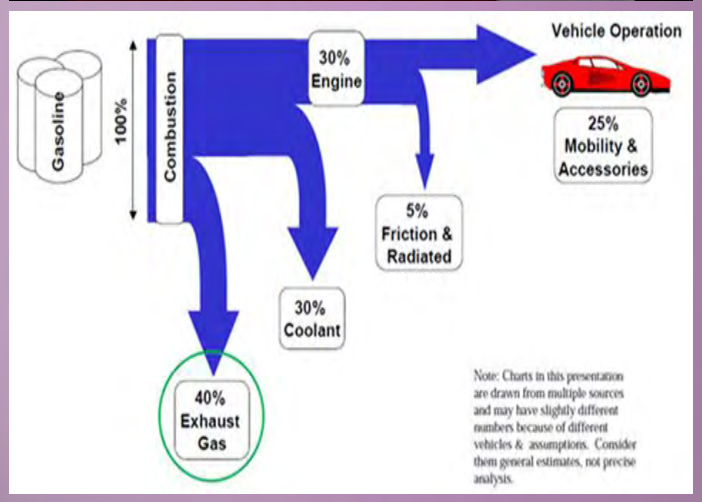
有天在新聞報導上，報出左圖的報導，他是報導機車排氣管燙傷人員的事件，但這事件卻讓我們靈機一動，現在的上班族、或是交通代步，幾乎都以汽機車作為代步的交通工具，而汽機車的使用一定會產生許多的「廢氣」及「廢熱」。



動機二：

當時看著電視也吃著奇異果，想著吃這奇異果身體都有著94%維他命C的利用率，而我們的車子卻只有約25% 的能源使用效率。這其中30% 能源消耗於引擎水冷系統裡，如左圖所示。更有約40%能源以廢熱形式消散於空氣中。

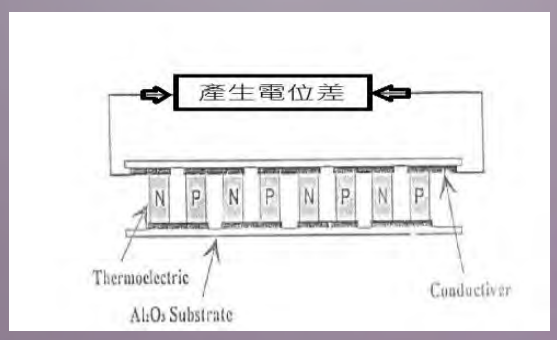




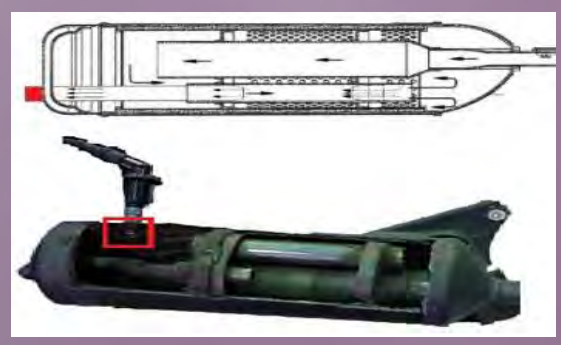
製作目的

一、利用排氣管的廢熱將廢熱轉變為電能
二、將產出之電能先儲存並運用
三、利用二次點火有效降低排氣廢氣的產生

理論探討



1. 溫差發電片的原理



2. 二次點火降低廢氣原理

排氣系統中之處理方法:

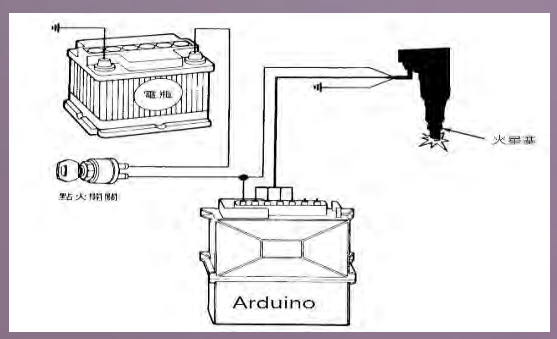
一、二次空氣供應系統，將空氣導入排汽歧管，使未燃氣體作燃燒，可減少HC、CO的發生量。

二、採用廢氣再循環(EGR)至汽缸中，利用惰性氣體CO_2降低吸取最高溫度，控制NOX的產生量。

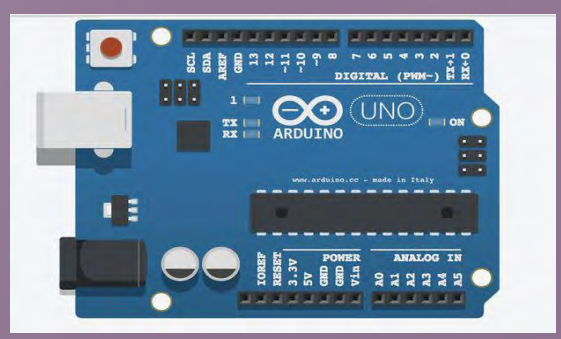
三、熱反應器 (Thermal Reactor)，增加後燃的場所位置，可減少HC、CO、CO_2的發生量。

四、採用觸媒轉換器(Catalytic Converter)，淨化處理廢氣，可減少HC、CO、NOX的發生量。

3. 廢氣處理方式



4. 跳火電壓產生原理



5. Ardunio基本控制



6. 直流升壓模組

製作過程



1.溫差發電片 塗導熱膏



2.固定於排氣管上



3.溫差發電片 發電量測



4.火星塞點火測試



5.火星塞安裝於排氣管



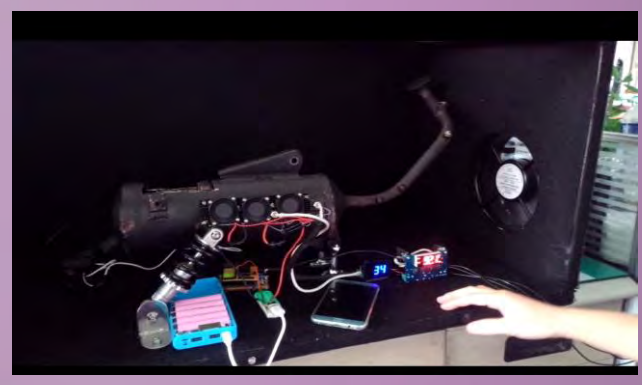
6.廢棄分析檢測



7.排氣管切割

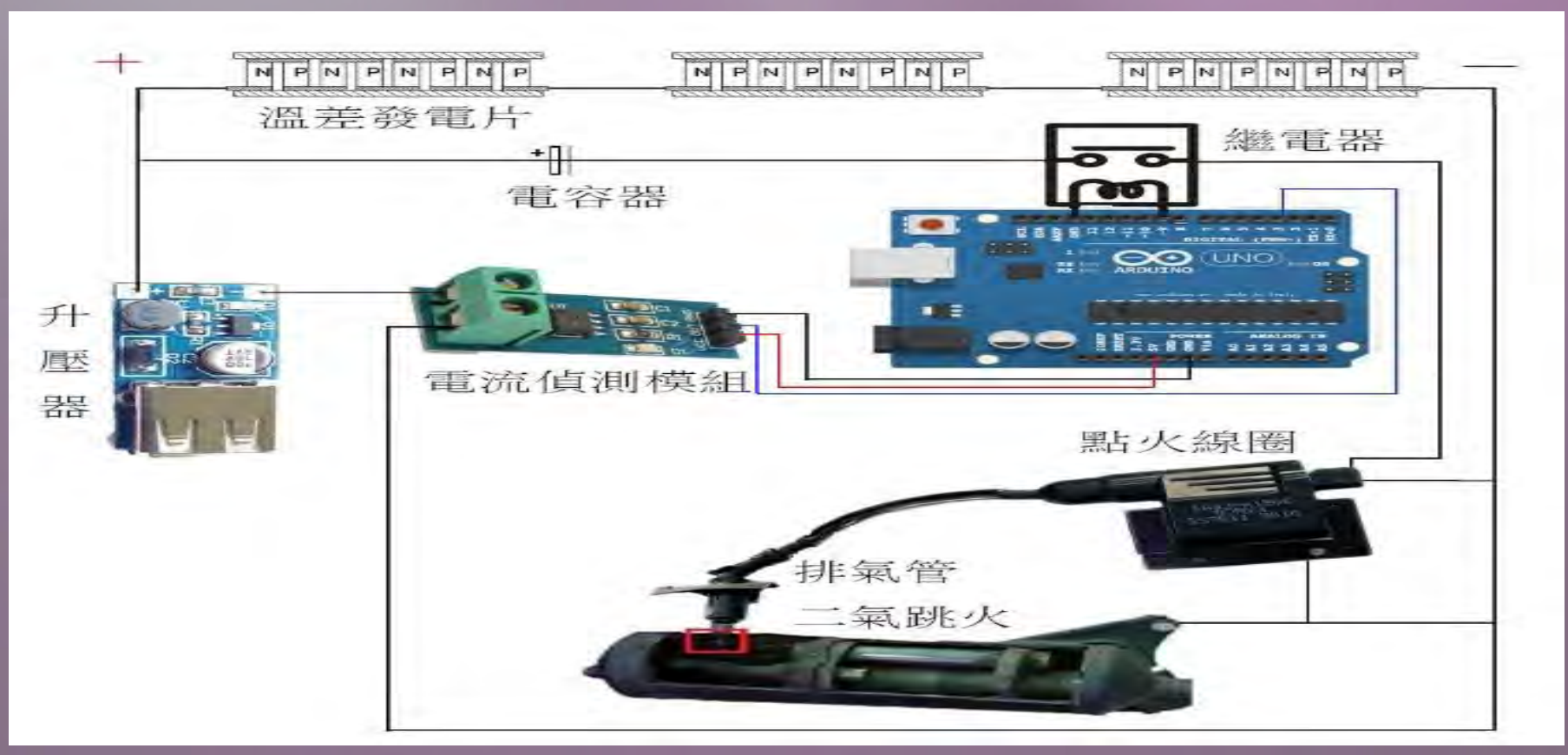


8.完成模擬箱子



9.作品完成圖

線路圖



研究數據

1. 溫差發電片裝置與發電狀況

發電量計算						
型號 TEP1-142T300安裝溫差發電片一片時						
排氣管溫度℃	散熱鰭片溫度	溫差℃	電壓	電流	總瓦數	行駛時間(分鐘)
65	37	28	0.54V	117mA	0.06W	3
84	43	41	0.90V	182mA	0.16W	5
97	49	48	1.20V	199mA	0.23W	10
112	53	59	1.37V	235mA	0.32W	15
124	57	67	1.59V	262mA	0.41W	30
135	64	71	1.65V	269mA	0.44W	45
143	72	71	1.69V	271mA	0.45W	60
157	86	73	1.74V	274mA	0.47W	90
166	92	74	1.76V	273mA	0.48W	120
型號 TEP1-142T300安裝溫差發電片二片時						
65	37	28	1.18V	113mA	0.13W	3
84	43	41	1.67V	173mA	0.28W	5
97	49	48	2.03V	191mA	0.38W	10
112	53	59	2.67V	224mA	0.59W	15
124	57	67	3.02V	254mA	0.76W	30
135	64	71	3.14V	263mA	0.82W	45
143	72	71	3.13V	273mA	0.85W	60
157	86	73	3.24V	268mA	0.86W	90
166	92	74	3.26V	270mA	0.88W	120
型號 TEP1-142T300安裝溫差發電片三片時						
65	37	28	1.75V	114mA	0.19W	3
84	43	41	2.77V	169mA	0.46W	5
97	49	48	3.04V	186mA	0.56W	10
112	53	59	3.50V	219mA	0.76W	15
124	57	67	4.13V	249mA	1.02W	30
135	64	71	4.53V	258mA	1.16W	45
143	72	71	4.66V	267mA	1.24W	60
157	86	73	4.71V	269mA	1.26W	90
166	92	74	4.73V	270mA	1.27W	120

2.產出電力所節省時間

	電壓 V	電流 A	瓦數 W	電容量	充電時間
OPPO R9s	5	4	20	4000	100分鐘
iPhone6 plus	5	1	5	2750	120分鐘
HTC Ultra	5	1	5	3000	135分鐘
Sony Xperia™ XZ	5	1.8	9	2900	100分鐘
SAMSUNG Galaxy S7 edge	5	2	10	3600	150分鐘
小米5C	9	2	18	2860	60分鐘
紅米note4	5	2	10	4050	180分鐘
專題作品	5	0.2~0.3	1~1.5	供應各廠牌	節省__分

3. 二次點火前與二次點火後的廢氣產生量

1.廠牌：光陽/VJR	2.年份：2016	3.排氣量：110cc	4.里程數：18336km
機車排氣管二次點火後廢氣減量			
檢測項目	二次點火前	二次點火後	氣體降低比率
CO(%)	1.62	1.47	9.2%
HC(ppm)	361.51	331.46	8.3%
NOx(ppm)	4.77	4.56	4.4%
O2(%)	6.92	6.69	3.3%
CO_2(%)	11.26	9.13	18.9%

4.二次點火後廢氣總減少量

	減少量	二次點火後(1小時)減少量	二次點火後(30小時)減少量	二次點火後(360小時)減少量
CO(%)	0.15	540	16,200	194,400
HC(ppm)	30.05	108,180	3,245,400	38,944,800
NOx(ppm)	0.21	756	22,680	272,160
O2(%)	0.23	828	24,840	298,080
CO2(%)	2.13	766	22,980	275,760

結論

利用排氣管的廢熱再次的運用成為新的電力使用，結合Arduino單晶片控制將本次專題擁有以下三大創意特色：

1.**儲能:**將產出之電能先儲存並運用

2.**創能:**利用排氣管的廢熱將廢熱轉變為電能。

3.**環保:**利用二次點火有效降低排氣廢氣的產生。

