

中華民國第 51 屆中小學科學展覽會 作品說明書

高中組 生活與應用科學科

040807

手動可調式—多晶矽太陽能複合鍋

學校名稱：臺北市立西松高級中學

作者： 高二 柯坤佑 高三 莫琰婷 高二 王顥翰	指導老師： 呂雲瑞 劉夢如
-----------------------------------	---------------------

關鍵詞：碳足跡、多晶矽太陽能板、能源使用效率

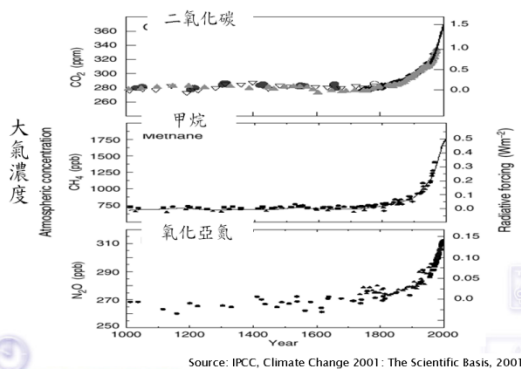
摘要

全球暖化未來影響我們日常生活的程度將會日益嚴重，但只要每個人在日常生活中減少自己的碳足跡(人類活動直接與間接產生的溫室效應氣體，即是所謂的碳足跡)，即能有效挽救暖化的日漸惡化。然而『吃』為人們每天必做之事，要減少碳足跡首先從『吃』的方面開始。因此，開發減少碳足跡『多晶矽太陽能複合鍋』的點子就這樣誕生了。『多晶矽太陽能複合鍋』總共分三層：1、上層太陽能板 2、中層保溫鍋身 3、下層電熱圈加熱器。它以最簡單的方法達到最節省時間和最有效利用熱能。如果推廣使用，預期可使整體碳排放量下降，間接減少了使用的電力，提供一個環保節能的新概念。

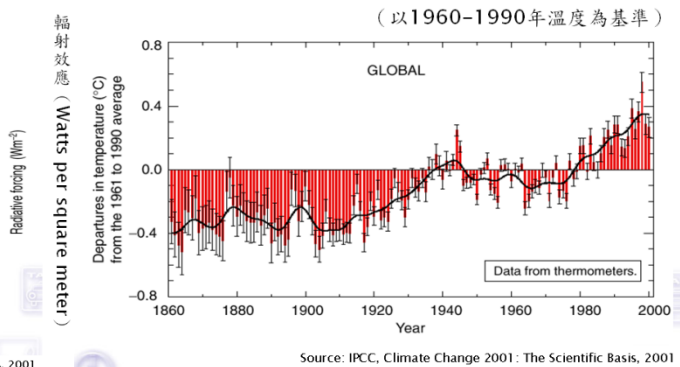
壹、 研究動機

近三十幾年來，由於石油危機，使大家意識到能源的珍貴，因此開始提倡節約能源。直到今日，能源節約仍是個國際事件，歐、美及日本等先進國家，依舊不斷地倡導大家一起為 CO_2 等溫室氣體減量來做努力。

根據聯合國氣候變化政府間專家委員會 IPCC 的監測資料可知(圖一)，大氣中各種溫室氣體濃度不斷上升，過去一百四十年間大氣溫度變化逐年上升(圖二)，全球氣候快速變遷造成環境衝擊影響甚劇，如極地冰原融化，海平面上升，淹沒較低窪之沿海陸地，衝擊低地國及多數國家沿海精華區。全球氣候變遷，導致不正常暴雨及乾旱現象，衝擊水土資源環境衛生及人類生命等。沙漠化現象擴大，生態體系改變，衝擊農林漁牧，社經活動及全球生存環境等。



圖一、溫室氣體濃度監測資料



圖二、1860-2000 大氣溫度變化圖

台灣暖化速度尤其嚴重，過去一百年來，年均溫增加了 1.3 度，是全球平均的兩倍。會出現這樣的數字並不令人意外，因為過去 15 年來，全球二氧化碳總排放量成長約 16%，台灣卻高達 134%，每人平均年排放量超過 12 萬噸，是全球平均值的三倍！

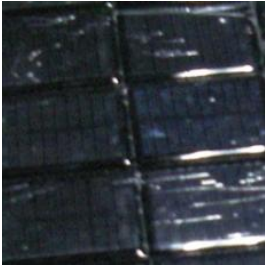


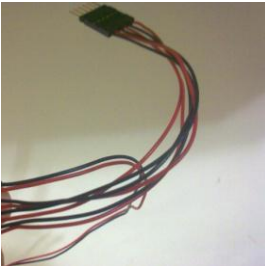






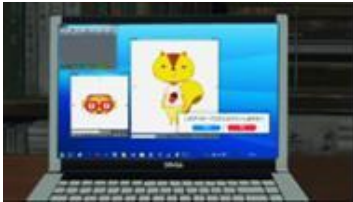

全球暖化已不只是報紙上的國際新聞，未來，暖化影響我們日常生活的程度，只會日漸嚴重。所謂碳足跡，意指生物活動直接與間接產生的碳排放量。不過現在還來得及，只要在日常生活中每個人的減少自己的碳足跡。就能有效減少二氧化碳的排放，挽救暖化的日漸惡化。

爲了不讓地球繼續惡化下去，我們決心發明一項能夠減少碳足跡的器具。俗話說：「民以食爲天」，想當然爾，「吃」爲每人每天必做之重要大事，因此要減少碳足跡先從「吃」開始是最好的。台灣有二千三百萬多的人口，每個家庭爲了飽足食欲果腹，每天都必須使用石化燃料烹煮食物，若使用不對的器具和方法會使在烹煮加熱食材的過程中耗費許多能源，因此我想要創造能夠減少碳足跡的「太陽能鍋」，利用再生能源做爲加熱或保溫的裝置以減少使用石化燃料，設計適當的裝置使熱能在烹煮過程中不易使耗損，透過一個人人皆可使用的家電，讓我們每日的碳足跡減少，積沙成塔將可以減緩地球溫室效應的問題。

貳、 研究目的

- 一. 探討如何提高太陽能板的能源使用效率
- 二. 探討如何在加熱的過程中減少熱能的溢散
- 三. 探討如何以最低成本製成鍋子，以利於推廣給大眾使用
- 四. 設計一個利用太陽能裝置為主的『太陽能複合鍋』
- 五. 比較太陽能鍋和市面上的類似的產品（電磁爐、電鍋、瓦斯爐），並分析其優劣

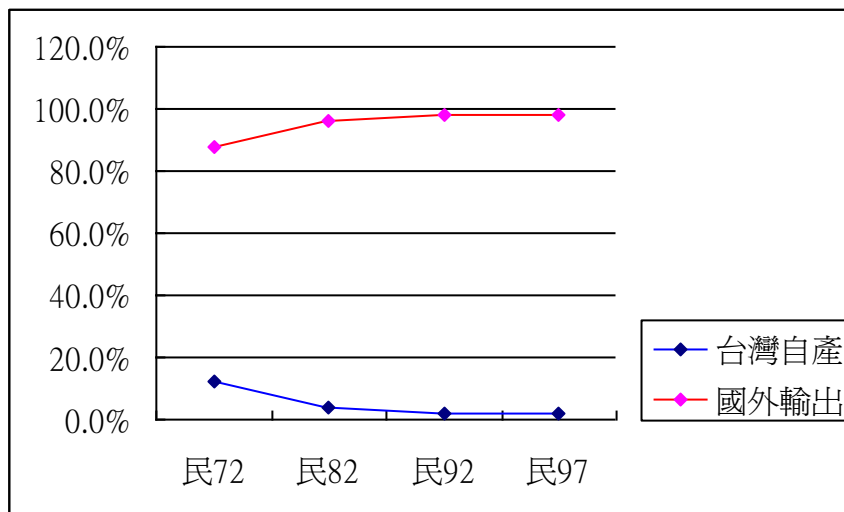
參、 研究設備及器材

太陽能板	電子鍋加熱器	法郎鍋把手與鍋腳
		
電腦的電線	吹風機的插頭	熱水瓶的防熱管
		
廢棄木板	太陽能電源穩定控制器	12 V、8 W 加熱片
		
12 V、8 W 的充電電池	電腦	數位相機
		

肆、 研究過程或方法

一、 為何選用太陽能

(一) 根據經濟部能源局統計資料顯示，台灣地區島內所生產的能源僅占能源供應總量的比率，民國 72 年為 12.4%，民國 82 年為 4.1%，民國 92 年為 2.1%，民國 97 年已達 1.7%。政府雖計劃在 2020 年將比率提升至 6%，但該比率仍持續下降中，顯然是項艱鉅的任務。因此我認為太陽能的發展不僅刻不容緩，而且所具潛力無窮。



圖三、台灣自產能源及國外輸出能源比率比較

(二) 太陽能之優缺點

優點：

1. 普遍性—太陽光照射面積散布地球大部分角落
2. 永久性—太陽的能量至少有六百萬年的期限
3. 無污染性—太陽能發電不會產生環境污染

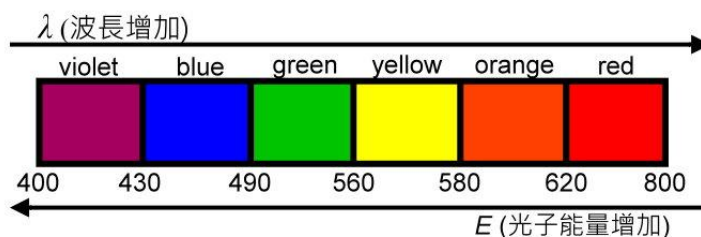
缺點：

1. 能量密度低，需有效收集
2. 穩定性差，受晝夜、地理及氣候影響
3. 太陽能光電發電裝置成本高

二、 探討如何提高太陽能板的能源使用效率

太陽能晶片又稱太陽能電池或光電池，是一種利用太陽光直接發電的光電半導體薄片。它只要被光照到，瞬間就能輸出電壓及電流。在物理學上稱為太陽能光伏(Photovoltaic, PV)，簡稱光伏。

太陽能電池發電是根據愛因斯坦的光電效應而運用於日常生活。普朗克研究光能與頻率間的關係，提出光能與其頻率成正比；愛因斯坦認為光具有粒子性質，稱為光子，每一個光子的能量可用 $E = h \times \nu = \frac{h \times c}{\lambda}$ 表示。



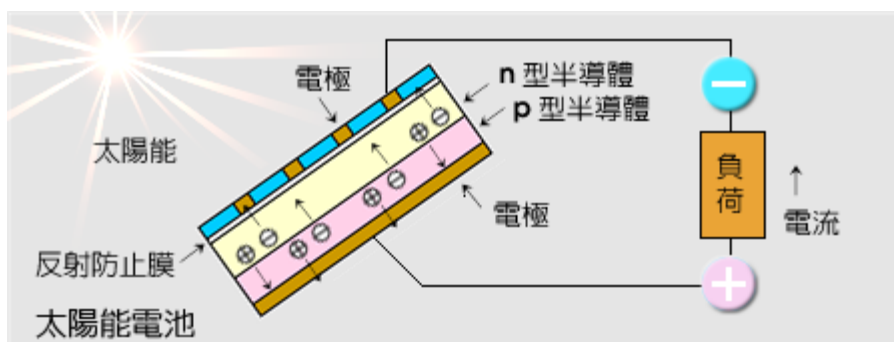
圖四、光譜示意圖

黑體（太陽）輻射出不同波長頻率的電磁波，如紅外線、紫外線、可見光等等。當這些射線照射在不同導體或半導體上，光子與導體或半導體中的自由電子作用產生電流。射線的波長越短，頻率越高，所具有的能量就越高，例如：紫外線所具有的能量要遠遠高於紅外線。但是並非所有波長的射線的能量都能轉化為電能，值得注意的是光電效應於射線的強度大小無關，只有頻率達到或超越可產生光電效應的數值時，電流才能產生。絕大部分的導體，半導體只能對頻率超過黃光的射線產生光電效應。眾所皆知，太陽光以橙黃色為主，因而太陽能電池的發電效率並不高。

太陽電池發電是一種可再生的環保發電方式，發電過程中不會產生二氧化碳等溫室氣體，亦不會對環境造成污染。按照製作材料分為硅基半導體電池、染料敏電池、有機材料電池等。對於太陽電池來說最重要的參數是轉換效率，目前在實驗室所研發的硅基太陽能電池中，單晶矽電池的最高轉換效率為 29%，多晶矽電池為 24%，非晶矽為 17%。實際量產時的轉換效率會較低。

三、 太陽能電池原理

太陽電池，顧名思義，將太陽能轉換成電能。其基本原理主要是係將高純度之半導體材料矽晶格中加入雜質改變其電性，呈現不同的性質。例如在矽(IVA 族)中加入硼(III A 族)可形成 P 型半導體 (p-type semiconductor)，加入磷(VA 族)可形成 N 型半導體 (n-type semiconductor)，在將 P、N 兩種半導體相接合，形成太陽電池，如下圖所示。當光線照射時，攜帶足夠能量之光子(photon)，將可破壞晶體共價鍵而產生電子與電洞，帶負電的電子朝 N 領域（表面）移動，帶正電的電洞往 P 領域（裡面）移動，形成電動勢 ϵ 。若與相當負載串接時，將產生電流通過，提供電力。由於太陽電池產生的電是直流電，因此若需提供電力給家電用品或各式電器則需加裝直／交流轉換器，將直流電轉換成交流電，才能供電至家庭用電或工業用電。



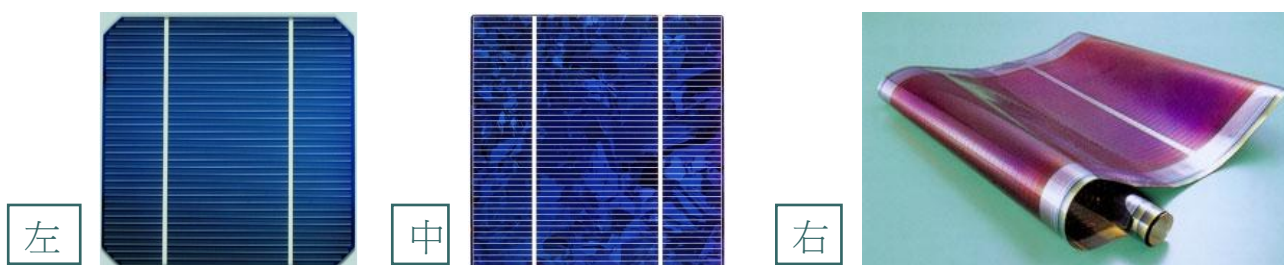
圖五、太陽能電池原理

四、 太陽能電池的種類

太陽電池為一半導體元件，所用之材料主要計有矽(Si)、碲化鎘(CdTe)、硫化鎘(CdS)、砷化鎵 (GaAs)、及鍺(Ge)等數種。一般太陽電池依所使用材料之不同而分為兩大類：

(一) 矽化合物。矽化合物又分為單晶矽太陽電池、多晶矽太陽電池及非晶矽太陽電池等三種。

1. 單結晶矽：轉換效率最高，但其成本亦高。(下圖左)
2. 多結晶矽：效率與成本較單結晶低。(下圖中)
3. 非結晶矽：成本最低，效率最差。(下圖右)



(二) 半導體化合物。半導體化合物包含 III-V 族化合物與 II-VI 族化合物。III-V 族化合物之砷化鎵(GaAs)太陽電池具有較高之轉換效率。II-VI 族化合物之碲化鎘(CdTe)、硫化鎘(CdS)與CuInSe₂太陽電池屬於多元化合物太陽電池。

表一 太陽電池種類與用途表

種類		理論轉換效率 (%)	成本	耐用性	主要用途
單晶矽太陽電池		24	較低	佳	大型電腦發電專用
砷化鎵太陽電池		27	較高	佳	太空用
多晶矽太陽電池		18	較低	佳	獨立電源用
薄膜	非晶矽太陽電池	14	低	普通	民生消費性產品用
太陽電池	硫化鎘 - 碲化鎘太陽電池 多元化合物太陽電池	16 ~ 17	低	佳	民生消費性產品用

晶矽產品主要分為單晶矽(Single-crystal silicon)以及多晶矽(Multicrystalline silicon)兩類，單晶矽效能較佳，實驗室晶片轉換效率可達 24%，一般市售模組大約在 15~16%間；多晶矽的實驗晶片轉換效率最大約 18%，一般市售模組則將近 14%。因此同樣發電功率之光電板，多晶矽會略大於單晶矽。

由於目前太陽光電能系統應用作為發電的成本較石化燃料發電、水力發電、風力發電為高，主要應用多為著重其：

1. 可攜帶性高
2. 燃料仰賴性低
3. 模組化擴充性高
4. 輸出功率與日射量成正比

鑑於以上特性，因此，太陽能應用系統目前以小功率容量系統居多，尤其是像計算機、手錶等取代電池電力或延長電池使用時間之應用最為常見。非晶矽太陽電池所需之光子能量較其他多晶矽、單晶矽太陽電池要低，在一般室內燈光下之光子能量即可使非晶矽太陽電池作動發電。因此諸如在室內或稍有遮蔭情形下使用之小功率電池負載，一般多可使用非晶矽太陽電池之太陽光電能系統取代電池。

其次，山區、偏遠地區或無市電網路地區，獨立式太陽光電系統應用較被使用，諸如，深水泵浦用於汲水灌溉、畜牧，通訊中繼站、蒙古包之電力化系統。

表二 太陽能電池種類



太陽能電池種類		半導體材料	Cell 轉換	模組轉換
矽	結晶矽	單結晶(晶圓型)	14~24%	10~14%
		多結晶 (晶圓型、薄膜型)	10~17%	9~12%
	非晶矽	a-Si、a-SiC、a-SiGe	8~13%	6~9%
化合物 半導體	III-V 族	GaAs (晶圓,薄膜型)	18~30%	
	II-V I族	CdS、CdTe 薄膜型	10~12%	
	多元 化合物	CuInSe ₂ 薄膜型	10~12%	
有機物		TiO ₂ /Dye	7%	

然而，太陽能板將陽光轉換成電力的效率並不高，未來太陽能板的轉換效率再提高的話，太陽能鍋將可以不用插電而只有使用陽光來烹煮食物。

五、 太陽能鍋之「發展史」

(一) 緣起構想

太陽能鍋最初的構想是從反光太陽能鍋和電鍋的結合轉變而來的。太陽能鍋選擇了拋物面型反光太陽能鍋，因為它可使食物烹煮快速，不僅省時省電，其效率愈發可觀。

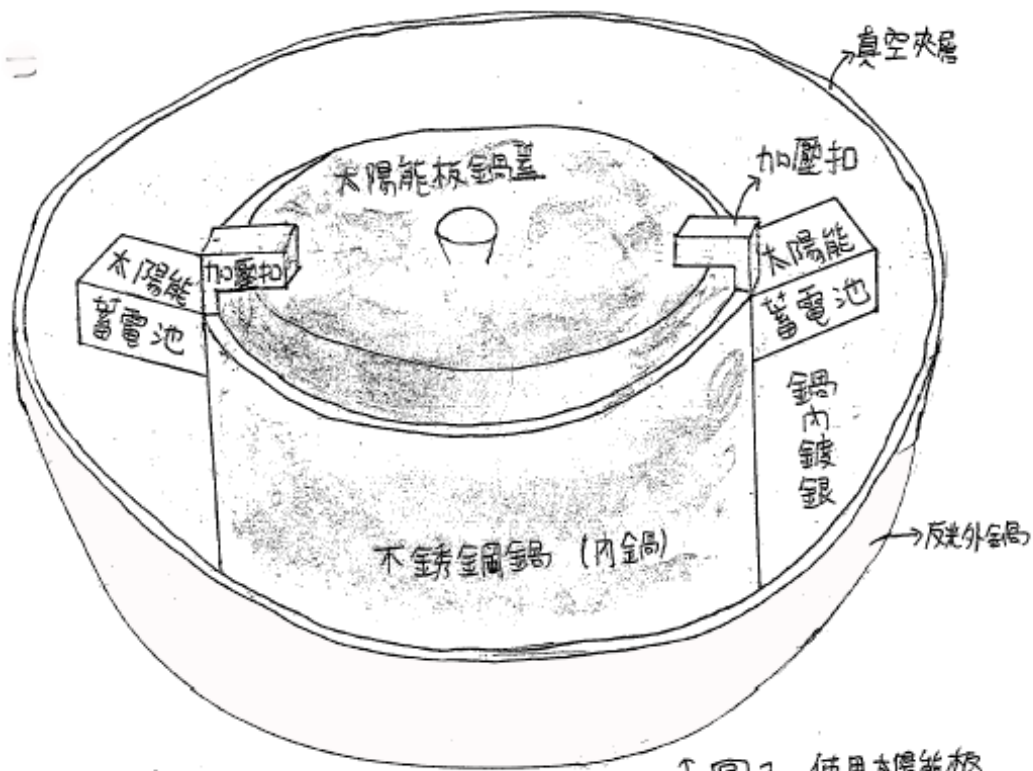
拋物面型		折射型		箱型	
					
用一個碟形的反光碗利用物理原理將陽光會聚在鍋底。		利用鋁箔的紙板，使陽光集中於鍋上。		為頂部透明的保溫箱。有時會將頂部傾向太陽。	
優點	烹煮快速	優點	成本低廉，方便攜帶、不佔空間。	優點	均勻地烹調大量食品。
缺點	不方便製造，且需追蹤太陽、並可能燒焦食物及傷害眼睛。	缺點	空間甚小、加熱不均勻。	缺點	加熱時間慢。

(二) 太陽能鍋之演變

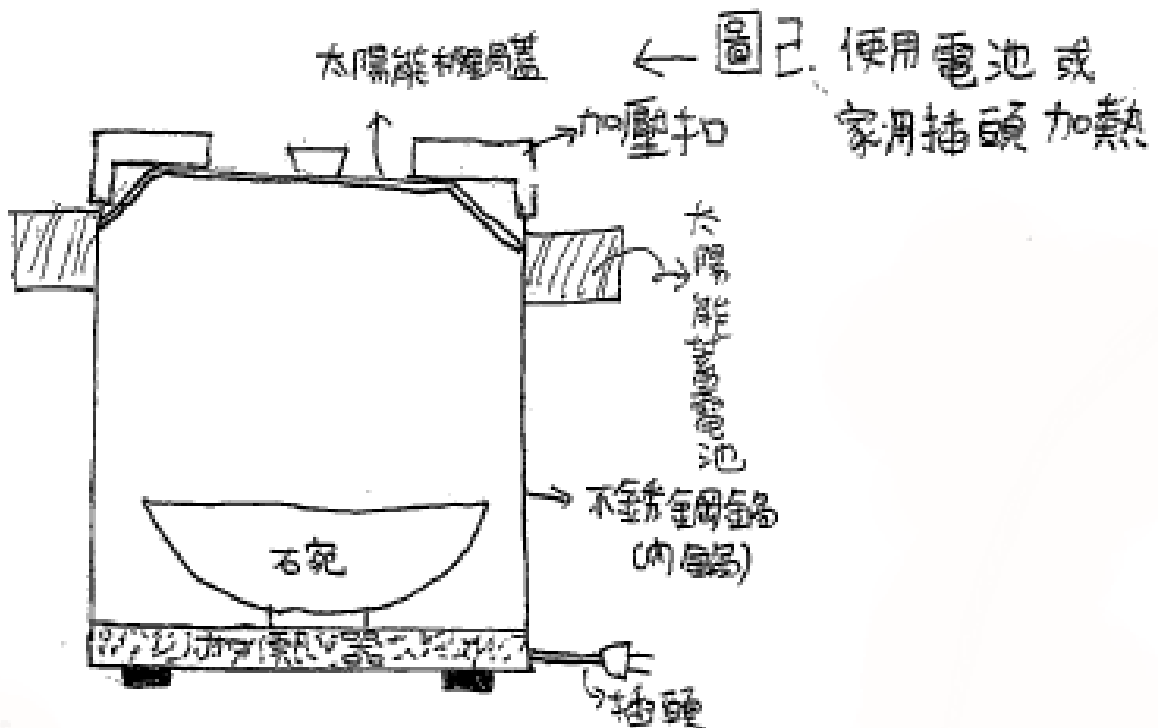
1. 第一代太陽能鍋

以反光太陽能鍋為雛形，設計出有加熱功能的太陽能鍋，並希望足以達到零用電、零碳排放、零污染等展望。

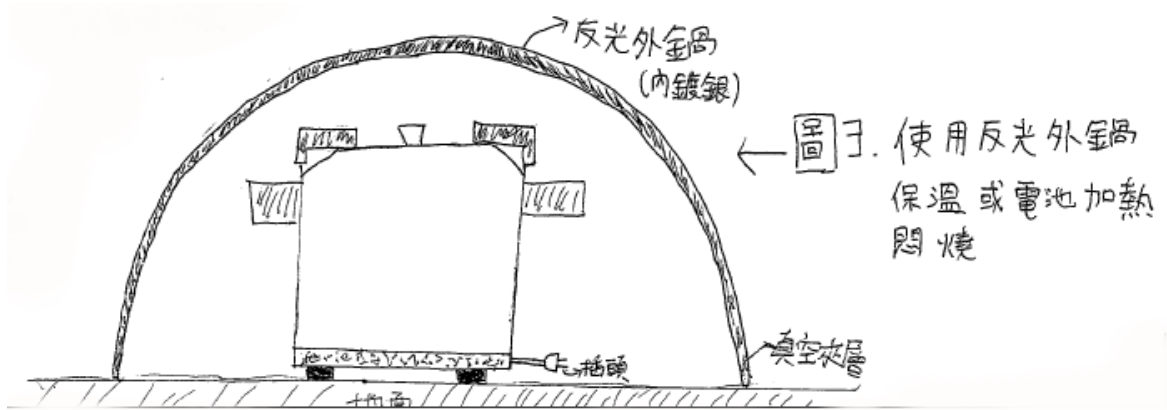
太陽能複合鍋 第一代 裝置配備	不鏽鋼鍋身
	真空夾層外鍋
	反光外鍋
	太陽能板鍋蓋
	太陽能蓄電池
	加壓扣



↑圖1. 使用太陽能板
鋁蓋 + 反光外鍋
加熱



←圖2. 使用電池或
家用插頭加熱



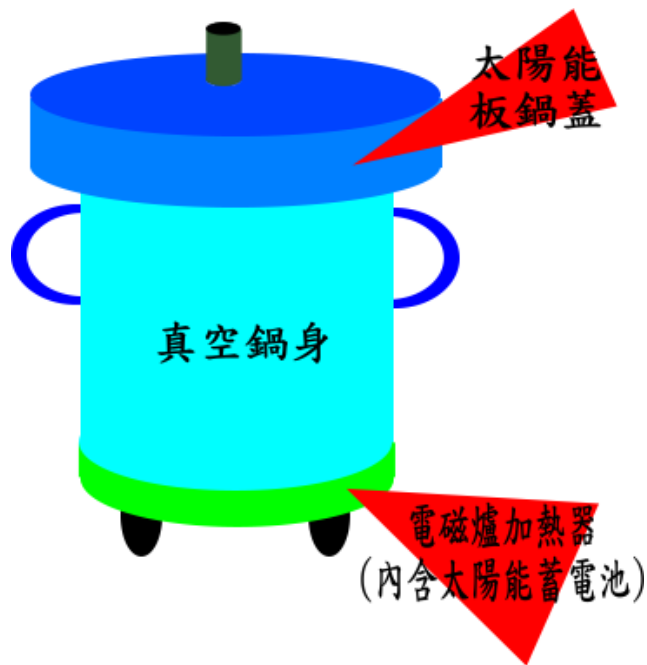
- (1) 太陽能板鍋蓋：有光照的地方，吸收太陽能使電池充電；可搭配內建電池或反光外鍋提供熱能
- (2) 太陽能蓄電持：延長加熱時間，蓄電方式為家用插頭或太陽能板鍋蓋蓄電
- (3) 壓力扣裝置:加熱時壓力扣裝置可使內鍋（不鏽鋼鍋）壓力升高，使食物熟成時間縮短，用電量減少達到節能減碳之目的
- (4) 反光外鍋
 - i、材質:不鏽鋼（一體成形）、加成採真空設計,內層鍍銀
 - ii、用途
 - a. 內層鍍銀：可反射陽光聚焦加熱
 - b. 可單獨陳裝食物
 - c. 倒反裝置於不鏽鋼鍋外，可成外鍋蓋使用，具有保溫（真空夾層）功能

2. 第二代太陽能鍋總共分三層：

- (1) 上層太陽能板鍋蓋
- (2) 中層真空鍋身
- (3) 下層電磁爐加熱器

使用方法：

- (1) 上層太陽能板鍋蓋、中層真空鍋身、下層電磁爐加熱器，皆附有螺旋密封裝置用來互相連接。這三種東西組裝在一起，就能成為具有加壓保溫的電鍋。
- (2) 下層電磁爐加熱器可單獨插電使用，或使用太陽能蓄電池內的電力，即可作為電磁爐。

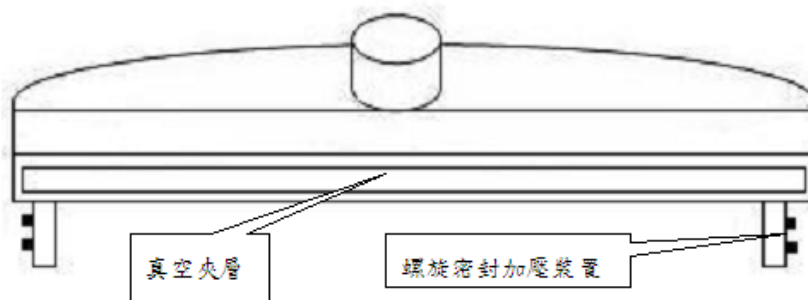


圖六、太陽能鍋全貌

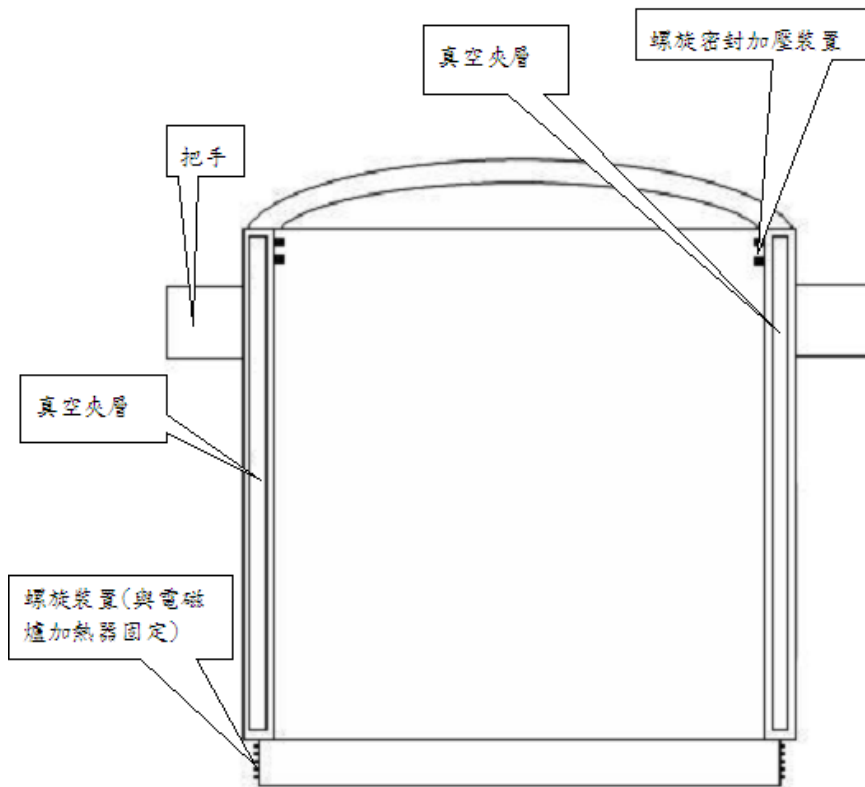
功能說明

- (1) 上層太陽能板鍋蓋：照光處吸收太陽能使太陽能蓄電池充電；可搭太陽能蓄電池一齊使用，提供熱能。
- (2) 太陽能蓄電池：延長加熱時間，蓄電方式為家用插頭或以上層太陽能板鍋蓋充電。
- (3) 上層太陽能板鍋蓋、中層真空鍋身、下層電磁爐加熱器：
 - i、 材質：鋁、銅等不能被磁鐵吸的物質。
 - ii、 夾層採真空設計，內層鍍銀，用來防止輻射熱與傳導熱。
 - iii、 下層為電磁爐加熱器：

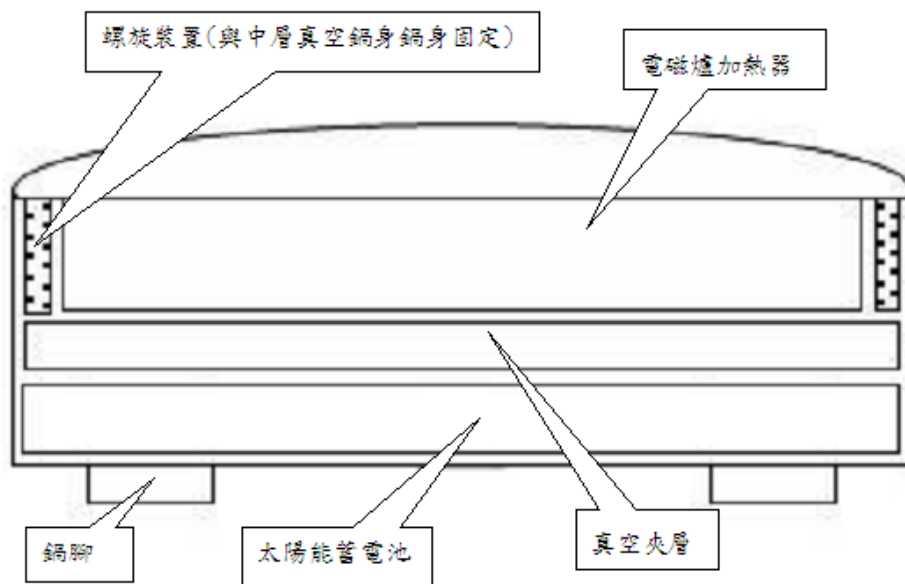
市面上材料行有販售將直流電轉變成交流電的裝置或將交流電轉變成直流電的裝置，電磁爐加熱器的正上方面板為可與磁鐵吸引的物質，以利於電磁爐加熱器的線圈產生磁力線，在鍋底產生電阻熱。
 - iv、 鍋腳、把手：皆為耐熱塑膠製成，以免燙手。



圖七、太陽能鍋—上層太陽能板鍋蓋(剖面圖)



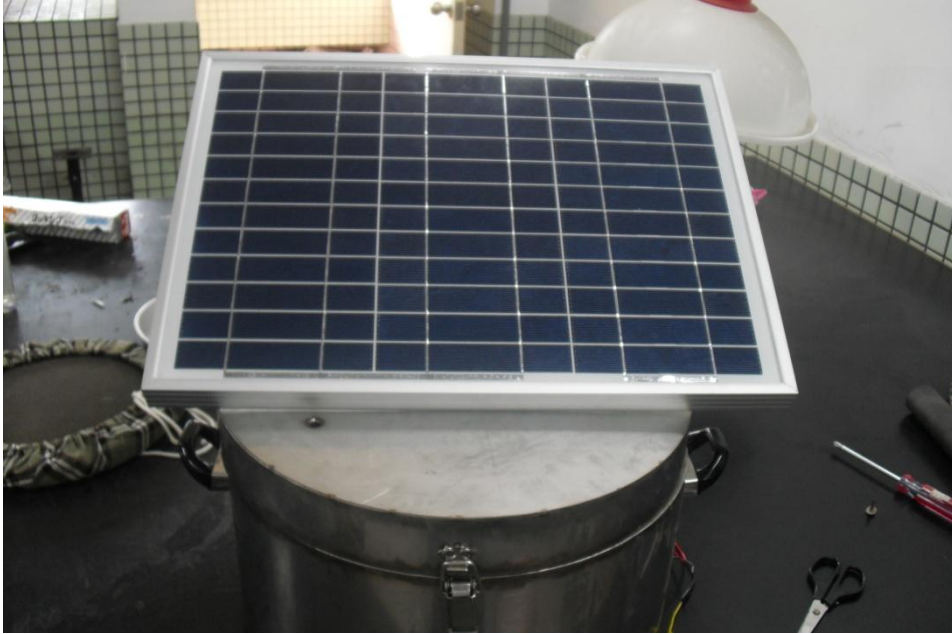
圖八、太陽能鍋—中層真空鍋身(剖面圖)



圖九、太陽能鍋—下層電磁爐加熱器(剖面圖)

3. 第三代太陽能鍋（實體化）：與第二代的太陽能鍋構造功能大致相同，進入的實作的階段，與第二代太陽能鍋之差別如下：

(1) 鍋蓋與鍋身可分離(多晶矽太陽能板，面積 38x52cm，含外框)



(2) 電池爐加熱器改成電熱圈



太陽能板鍋蓋 中層保溫鍋身 下層電熱圈加熱器



圖十&圖十一、太陽能鍋實物分解照

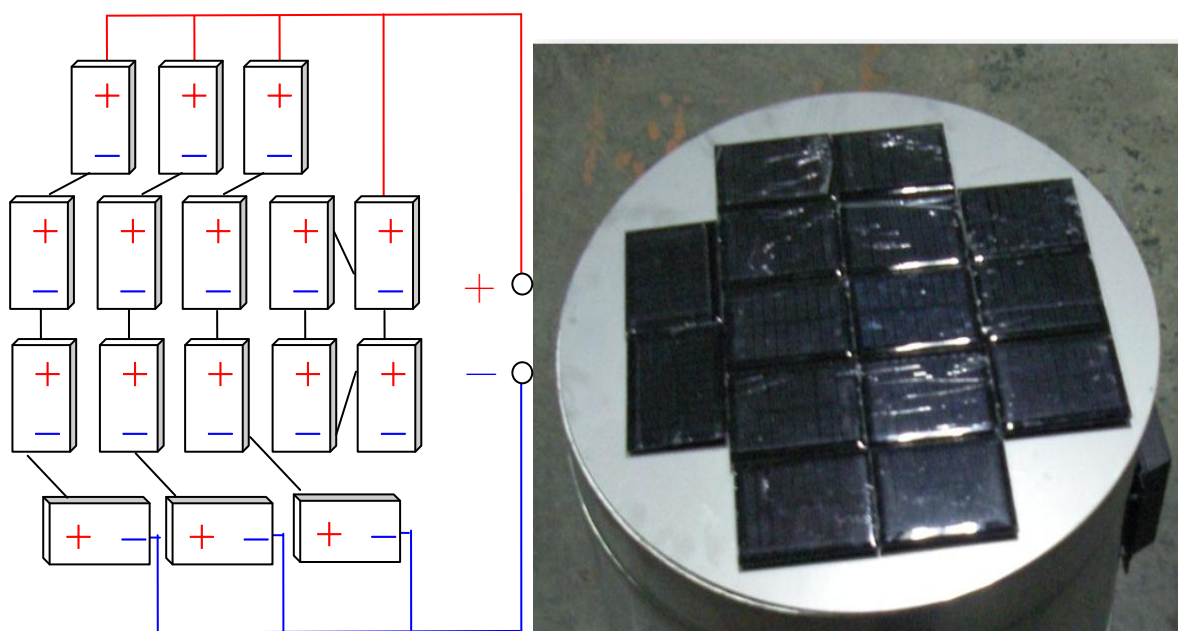


圖十二、太陽能鍋全貌

4. 各代太陽能鍋優缺點分析：

	第一代(雛型)	第二代(精進版)	第三代(實物版)
裝置 配備	1.不鏽鋼鍋身 2.真空夾層外鍋 3.反光外鍋 4.太陽能板鍋蓋 5.太陽能蓄電池 6.加壓扣	1.真空夾層鍋身 2.太陽能板鍋蓋 3.太陽能蓄電池 4.電磁爐加熱器 5.螺旋密封加壓裝置 6.安全減壓透氣孔	1. 保溫棉鍋身 2.太陽能板鍋蓋 3.太陽能蓄電池 4.電熱圈加熱器 5.安全減壓透氣孔 6.內外鍋分離
優點	價格低廉	能源使用效率高、保溫良好、加熱快速	價格較低、拆裝便利、所需技術較簡單、加熱快速
缺點	保溫不完全、需在強烈的太陽光下使用、反光外鍋太大攜帶不便	價格高、現代技術無法做到完全真空（殘留的空氣會造成加熱爆炸）、太陽能的直流電轉交流電會造能量耗損	使用時要不時加水，否則電熱圈會有燒壞的可能

太陽能板的配置：串聯太陽能板以提高電壓，並連串連的太陽能板組以提高安培數



圖十三&圖十四、太陽能板串聯示意圖

表三 太陽能板規格

規格尺寸	開路電壓	工作電流	峰值功率
70x70 mm (1 片)	5 V	100 mA	0.5 W
70x70 mm (16 片) (串連+並 連)	20 V	4 mA	8 W

5. 太陽能鍋的熱能來源

太陽能鍋分成兩個加熱系統，紅色開關控制電熱圈加熱系統：綠色開關控制太陽能加熱系統

(1) 電熱圈加熱系統

使用 110V 的交流電插頭，圖中圓盤狀的為電熱圈加熱器。



圖十五&圖十六、太陽能鍋全貌

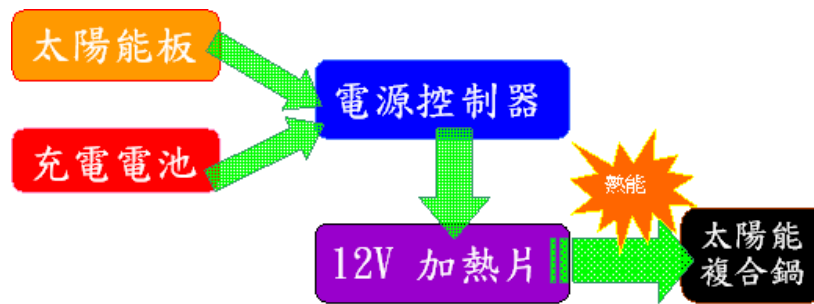


圖十七、電源示意圖 (1)

(2) 太陽能加熱系統

底部安裝 12V 的充電電池三，每顆電池經太陽能板充飽了之後可連續加熱六小時。圖中在鍋子邊緣的為 12V8W 的加熱片，亮燈的為電源控制器





圖十八、電源示意圖 (2)

(3) 電力計算

選用合適的太陽能板是整個太陽能發電系統中最重要的一部份，設計過多的發電量造成金錢上的浪費，不足的發電量造成使用上的困擾，甚至導致用電設備的停頓，產生巨大的損失。電力計算的最終結果必須決定出兩項要素：發電系統所需的太陽能發電量以及蓄電容量，接著才有依據去選擇適合的各種發電系統組件。

太陽能發電系統依其設立目的分為輔助電力系統及獨立電力系統兩大類，計算輔助電力系統的太陽能發電量比較容易，我們只要定出電力負載輔助量就可以決定了，例如電力負載輔助量的目標為每年省下 500KWH(度)的電力，我們只要設計一個發電系統，其每年發電量超過 500 度 (KWH)即可；至於電力獨立系統必須在所有時間 (full time)都能負擔所有用電需求，需要考慮的因子有兩個，包括：

- i. 平均耗電量：依據使用設備耗電量可計算出平均耗電量。
- ii. 尖峰耗電量：依據使用設備耗電量在各個時段使用情形可估算出尖峰耗電量。

以上兩個因素，其發電量必須在所有天候下大於耗電量。

設計的發電量必須在所有時間均能滿足以上兩種因子，所以必須了解發電系統的：

- i. 平均發電量
平均發電量必須大於平均耗電量。
- ii. 季節發電量差異
冬天與夏天的日照時間與強度不同，各季節發電量必須能滿足不同季節的耗電量需求。
- iii. 區域發電量差異
北部與南部，高山與平地的日照情況不同，必須做出正確的估算。
- iv. 最長不足發電時間
連續陰雨天日照量必然降低，必須定出最大連續陰雨天的天數，並備足足夠的蓄電容量備用。

舉例而言，如果是一個 100 平方米(30.9 坪)的辦公室，那麼每月耗電量約為：

$$\frac{113 \left(\frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right) \times 100 \text{ (m}^2) \times 24 \text{ (hrs)}}{1,000} = 271.2 \text{ KWH (度)}$$

表四、依照場所及面積大小概估耗電量大小參考表

單位面積負荷需求概述（單位 $\left(\frac{\text{VA}}{\text{m}^2} \right)$ ）

用途種別	電燈負荷	一般電力	冷暖房電力	全負荷電量
辦公事務所	37	59	37	113
工寮/宿舍	37	25	26	80
店舖/百貨公司	62	72	43	156
學校	27	15	18	40
醫院	47	64	48	145
銀行	46	71	43	134
體育館	32	34	23	83
研究單位	60	108	53	240
倉庫	18	45	33	66
電腦計算中心	33	92	60	260

以上參考資料來源：台灣電力公司及工研院能資所

表五、常用設備及電器耗電量估算表

電器名稱	消費電力 (W)	每年使用時間估計(時)			全年耗電量 (度)	備註
		春、秋天	夏天	冬天		
個人電腦 印表機	150	2 時@360 日			108	
電冰箱	130	24 時@180 日			1123	320 公升
電鍋	800	0.5 時@360 日			144	10 人份
開飲機	800	2 時@360 日			576	
微波爐	1200	0.1 時@360 日			43	
抽油煙機	350	0.3 時@360 日			38	
烘碗機	200	0.5 時@360 日			36	
電磁爐	1200	12 時			15	
電烤箱	800	12 時			10	
洗衣機	420	0.5 時@360 日			76	8 公斤

乾衣機	1200	24 時			37	
電熨斗	800	12 時			10	
抽風機	30	1 時@360 日			11	
吹風機	800	0.2 時@360 日			58	
電視機	140	3 時@360 日			151	28 吋彩色
音響	50	1 時@360 日			18	
冷氣機	900	2 時@180 日	6 時@90 日	0	810	1 噸
電扇	66	2 時@180 日	6 時@90 日	0	48	16 吋
除濕機	285	0.3 時@180 日	0.3 時@90 日	1 時@90 日	49	
省電燈泡	17	5 時@360 日			31	
200W 日光燈	25	5 時@360 日			45	
燈泡(60W)	60	5 時@360 日			108	

(耗電量可能因為廠牌而有所不同) 以上資料參考台灣電力公司網站資料

(4) 太陽能板功率計算

太陽能光電板額定功率為依據 ASTM E1036 標準，將其放置於 25°C、1,000 $\frac{W}{m^2}$ 標準實驗條件下率定而得。光電板發電量隨著日射量大小隨時在改變，通常不會逐日、逐時計算發電量，通常的做法是觀察一段時間(一個月的總值)，然後換算相當於 ASTM E1036 標準的等效日照小時(Equivalent Sunshine Hours, ESH)以簡化計算，本實驗於台北市松山區本高中(N25° 2' 50.57", E121° 33' 45.34")樓頂附近設置 20W 太陽能光電板，2009 年 6~8 月份的發電量，如下所示：

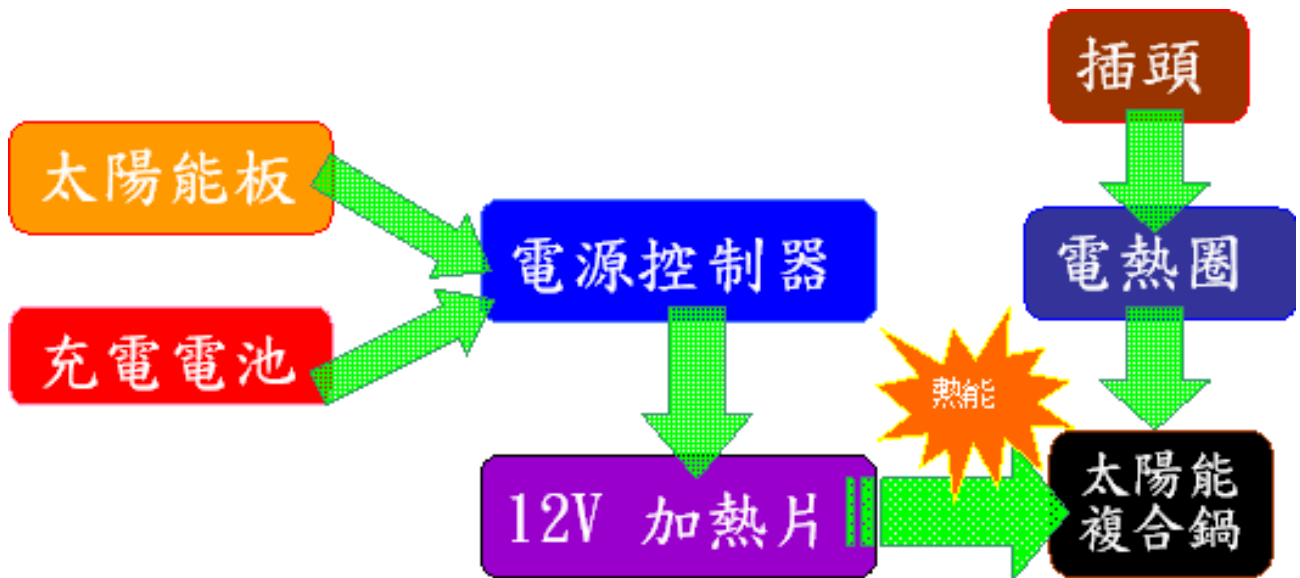
夏季平均有效光強度 (早上十點至下午六點) 約為 8hrs(小時)

其發電量為 $20(W) \times 8(hrs) \times 30(天) = 4.8(kWh)(度)$

預估整年發電量平均約為 $\frac{[6(春)+8(夏)+6(秋)+4(冬)]}{4} = 6(hrs)$

推算發電量 $20(W) \times 6(hrs) \times 365(天) = 43.8(kWh)(度)$

6. 太陽能供整體線路配置



7. 太陽能鍋用途

- (1) 能夠在太陽光下蓄電，儲存在電池中、用於加熱。
- (2) 同步使用『電磁爐加熱器』與『太陽能電池』，能夠縮短烹調時間。
- (3) 分開使用『電磁爐加熱器』與『太陽能電池裝置』
 - i. 單獨使用電磁爐加熱器，可煮飯炒菜。
 - ii. 單獨在使用太陽能電池裝置，可保溫飯菜或蒸煮食材。

伍、 研究結果討論

本科展的研究目的，是以研發出一個具備功能及實用性的家電，以提供給大眾使用。在使用過程之中要減少對初級能源之依賴，以減少對核能、石油之依賴，少了核能電廠也許就可以避免這次因為地震而輻射外洩的日本福島核電廠，有了太陽能鍋可以減少對各種家電產品的依賴（如：電鍋、電池爐、瓦斯爐……等），也可以減少家電的製造，只要太陽能鍋在手，煮遍天下無敵手，未來太陽能板的效率在提升的話，太陽能鍋將可以不用插電就可以煮飯，使人類逃離石油的魔掌之下，減少對核能建立在恐懼之上的依賴。

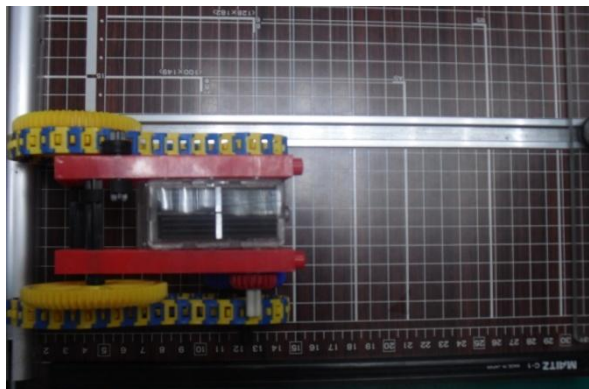
另外也要將太陽能鍋改良成一個加熱快速、方便實用，並在加熱過程中減少熱能溢散率。因此我們設計以下實驗來推導出如何有效利用光能與熱能。

實驗設計(一)：除了陽光外，尋找太陽能板最佳替代光源

多晶矽太陽能車對不同光源的反應

鎢絲燈泡 100W	鹵素燈泡 50~60W	投影機 (DMD)	投影機 (LCD)	日光 燈管	省電 燈泡	LED 手電筒	雷射筆 (簡報用)
會移動	會移動	會移動	會移動	無反應	無反應	無反應	無反應

再將有反應的照明光源就位，一位同學計時，每種光源固定照太陽能車十秒鐘，展開實驗。每一光源的照射高度以 20cm 開始，每次增加 10cm，直到太陽能車不再前進為止。每次高度皆照射 10~40 秒，看看距離的變化是否有規律性。如下圖所示：



圖十九&圖二十、太陽能車全貌

投影機(LCD 晶片) 距離上方 20 cm				
時間(秒)	10	20	30	40
太陽能車 前進距離(cm)	74	154	237	319
每 10 增加 距離(cm)	0	80	83	82

投影機(LCD 晶片) 距離上方 30 cm				
時間(秒)	10	20	30	40
太陽能車 前進距離 (cm)	69	142	209	281
每 10 增加 距離(cm)	0	73	67	72

投影機(LCD 晶片) 距離上方 40 cm				
時間(秒)	10	20	30	40
太陽能車 前進距離(cm)	63	124	182	243
每 10 增加 距離(cm)	0	61	58	61

投影機(LCD 晶片) 距離上方 50 cm				
時間(秒)	10	20	30	40
太陽能車 前進距離 (cm)	28	/	/	/
每 10 增加 距離(cm)	0	28	0	0

投影機 (DMD 晶片) 距離上方 20 cm				
時間(秒)	10	20	30	40
太陽能車 前進距離 (cm)	77	162	245	329
每 10 增加 距離(cm)	0	85	83	84

投影機 (DMD 晶片) 距離上方 30 cm				
時間(秒)	10	20	30	40
太陽能車 前進距離 (cm)	70	147	219	293
每 10 增加 距離(cm)	0	77	72	74

投影機 (DMD 晶片) 距離上方 40 cm				
時間(秒)	10	20	30	40
太陽能車 前進距離 (cm)	71	130	191	251
每 10 增加 距離(cm)	0	59	61	60

投影機 (DMD 晶片) 距離上方 50 cm				
時間(秒)	10	20	30	40
太陽能車 前進距離 (cm)	58	113	169	224
每 10 增加 距離(cm)	0	55	56	55

鎢絲燈 距離上方 20 cm				
時間(秒)	10	20	30	40
太陽能車 前進距離 (cm)	85	167	252	335
每 10 增加 距離(cm)	0	82	85	83

鎢絲燈 距離上方 30 cm				
時間(秒)	10	20	30	40
太陽能車 前進距離 (cm)	68	134	201	270
每 10 增加 距離(cm)	0	64	67	69

鎢絲燈 距離上方 40 cm				
時間(秒)	10	20	30	40
太陽能車 前進距離 (cm)	60	112	163	197
每 10 增加 距離(cm)	0	52	51	54

鎢絲燈 距離上方 50 cm				
時間(秒)	10	20	30	40
太陽能車 前進距離 (cm)	/	/	/	/
每 10 增加 距離(cm)	0	0	0	0

鹵素燈 距離上方 20 cm				
時間(秒)	10	20	30	40
太陽能車 前進距離 (cm)	82	133	180	227
每 10 增加 距離(cm)	0	51	47	47

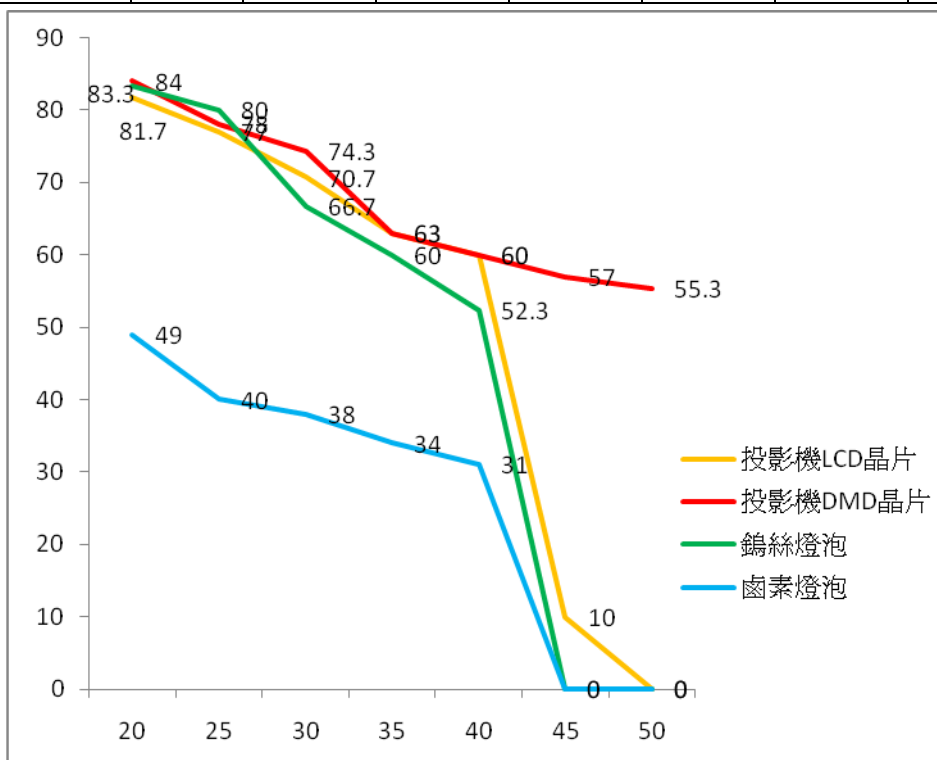
鹵素燈 距離上方 30 cm				
時間(秒)	10	20	30	40
太陽能車 前進距離 (cm)	60	99	137	176
每 10 增加 距離(cm)	0	39	38	37

鹵素燈 距離上方 40 cm				
時間(秒)	10	20	30	40
太陽能車 前進距離 (cm)	52	83	114	143
每 10 增加 距離(cm)	0	31	31	29

鹵素燈 距離上方 50 cm				
時間(秒)	10	20	30	40
太陽能車 前進距離 (cm)	/	/	/	/
每 10 增加 距離(cm)	0	0	0	0

表六、光源距離太陽能車及路程關係表

	20	25	30	35	40	45	50
投影機 LCD 晶片	81.7	77.0	70.7	63.0	60.0	10.0	0.0
投影機 DMD 晶片	84.0	78.0	74.3	63.0	60.0	57.0	55.3
鎢絲燈泡	83.3	80.0	66.7	60.0	52.3	0.0	0.0
鹵素燈泡	49.0	40.0	38.0	34.0	31.0	0.0	0.0



圖二十一、光源距離太陽能車及路程折線圖

1. 在同一光源的情況之下，照射的時間越長，太陽能車所走的距離越長。而且每十秒鐘所增加的距離相差不多，可見距離和太陽能板的效率，扣除極值後，呈現線性的走勢。
2. 在同一光源的情況之下，光源距離太陽能車照射的高度越高，太陽能車所走的距離越短。
3. 以上四種光源，以投影機 DMD 晶片的效率最佳。雖然與投影機 LCD 晶片和鎢絲燈泡差異不大，但依整個圖表的走勢來看，投影機 DMD 晶片還是為最穩定而且效率最高的光源

實驗設計(二)：光源的角度真的會影響到太陽能車前進的距離嗎？

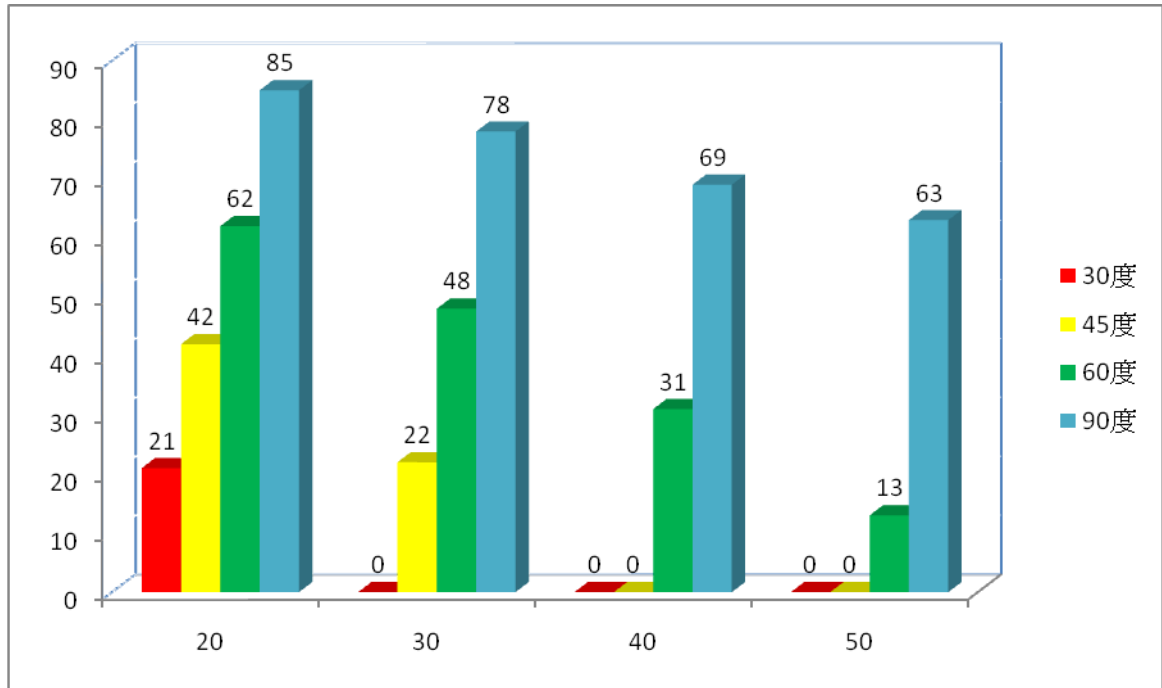
在太陽能車上放置量角器，用細繩拉出所需角度，改變不同高度。再由實驗(1)選定最佳光源(鹵素燈)，每次固定照射 10 秒，展開實驗

光源距離太陽能板高度 20 cm				
角度 (度)	30	45	60	90
太陽能車前進距離 (cm)	21	42	62	83

光源距離太陽能板高度 30 cm				
角度 (度)	30	45	60	90
太陽能車前進距離 (cm)	/	23	50	81

光源距離太陽能板高度 40 cm				
角度 (度)	30	45	60	90
太陽能車前進距離 (cm)	/	/	31	69

光源距離太陽能板高度 50 cm				
角度 (度)	30	45	60	90
太陽能車前進距離 (cm)	/	/	13	63



圖二十二、光源角度及路程關係柱狀圖

1. 光源照射的角度會影響到太陽能車前進的速率，光源照射的角度越小，太陽能車前進的速率越慢。光源照射的距離越遠，這現象就會越明顯。
2. 從實驗數據可知，光源照射的角度和太陽能車前進的速率呈現線性的減少。(誤差在 3cm 以內) 如果單看各個光源照射的角度，太陽能車前進的速率還是呈現線性。
3. 由實驗可推知，光源垂直照射太陽能板的效率最高。從實驗(1)、(2)結果可提供將鍋子放置於室內或改變光源種類及位置安排的參考。

實驗設計(三)：如何減少太陽能內鍋加熱時的熱能散失

熱能的散失，主要可分成三種；傳導、對流、輻射。本研究準備三個大小、形狀相同的鋁製內鍋。每個鋁製內鍋每隔一小時測量其溫度變化。

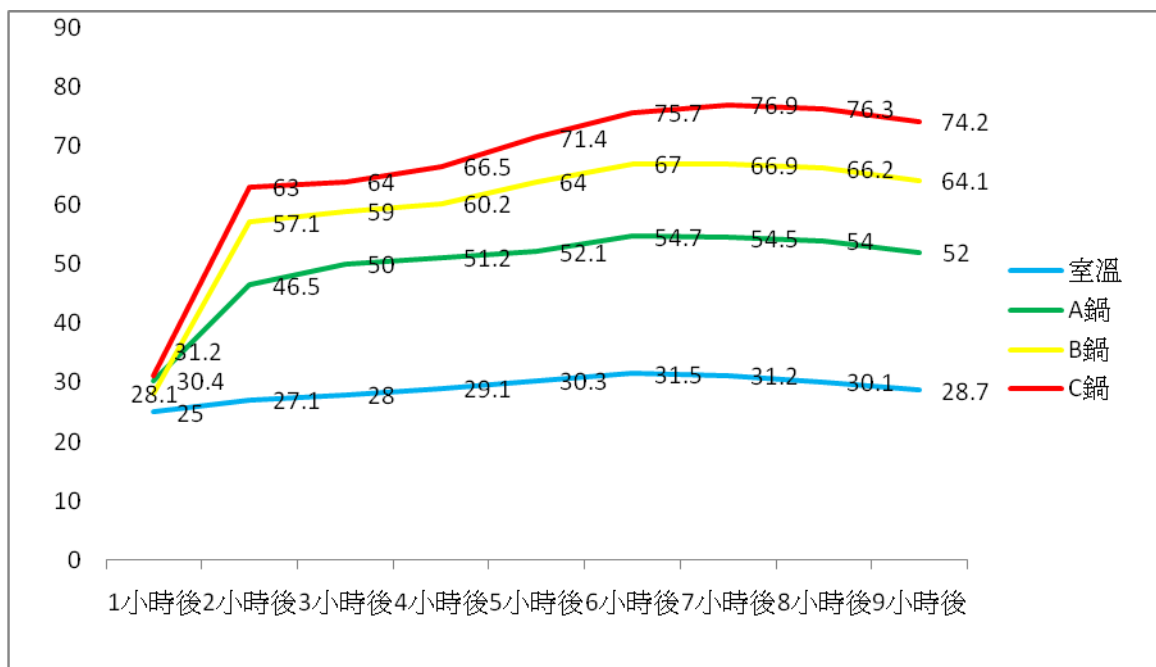
A 鍋：不加蓋的鋁製內鍋。

B 鍋：鋁製內鍋加蓋。

C 鍋：鋁製內鍋加蓋外，上面放置重物

表七、實驗 3 之增溫比較表

	室溫	A 鍋	B 鍋	C 鍋
1 小時後	25	30.4	28.1	31.2
2 小時後	27.1	46.5	57.1	63
3 小時後	28	50	59	64
4 小時後	29.1	51.2	60.2	66.5
5 小時後	30.3	52.1	64	71.4
6 小時後	31.5	54.7	67	75.7
7 小時後	31.2	54.5	66.9	76.9
8 小時後	30.1	54	66.2	76.3
9 小時後	28.7	52	64.1	74.2



圖二十三、增溫比較折線圖

實驗設計(四)：加入太陽能外鍋填充物，增進保溫功能

延伸實驗(三)的結果，也就是將鋁製內鍋加蓋，放置相同重物後，設計如下。

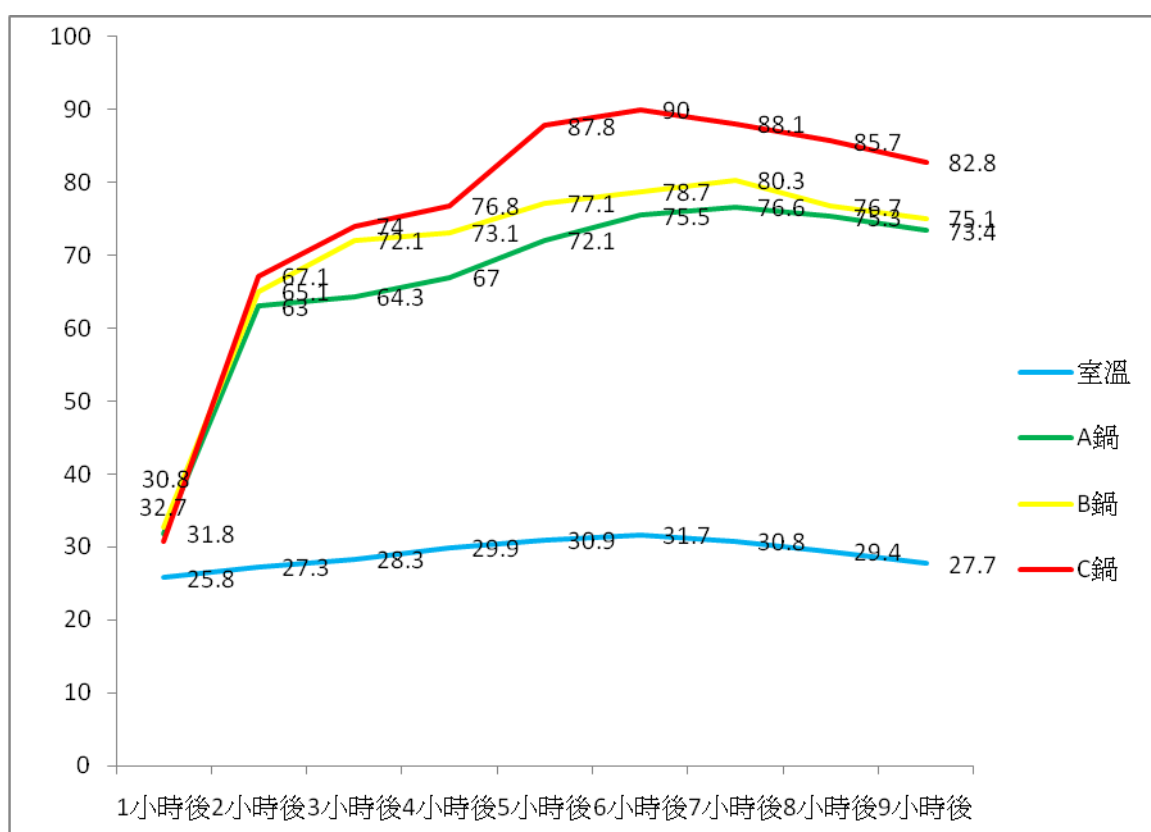
A 鍋：鋁製內鍋加蓋，放置重物，外圍不添加任何物品。

B 鍋：鋁製內鍋加蓋，放置重物，放入紙箱內後密封。

C 鍋：鋁製內鍋加蓋，放置重物，放入內有保溫棉黏貼的紙箱內密封。

表八、實驗 (四) 之增溫比較表

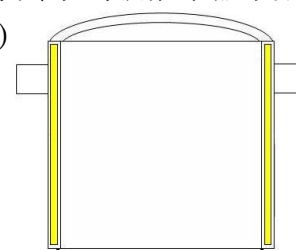
	室溫	A 鍋	B 鍋	C 鍋
1 小時後	25.8	31.8	32.7	30.8
2 小時後	27.3	63.4	65.1	67.1
3 小時後	28.3	64.3	72.1	74
4 小時後	29.9	66.6	73.1	76.8
5 小時後	30.9	72.1	77.1	87.8
6 小時後	31.7	75.5	78.7	90
7 小時後	30.8	76.6	80.3	88.1
8 小時後	29.4	75.3	76.7	85.7
9 小時後	27.7	73.4	75.1	82.8



圖二十四、增溫比較折線圖

由實驗(三)、(四)的結果，本研究選定下列三種方式作為防止熱能散失的設計

- 整體鍋子採用密閉系統，在加熱時可有效的使熱能留存於鍋子內，效用如同壓力鍋。
- 鍋子四周包覆著保溫棉，使熱能不易散失(如右圖黃色部份)
- 鍋子內壁為鏡面不銹鋼材質，以減少輻射。



陸、 結論

一、太陽能鍋之製作成本

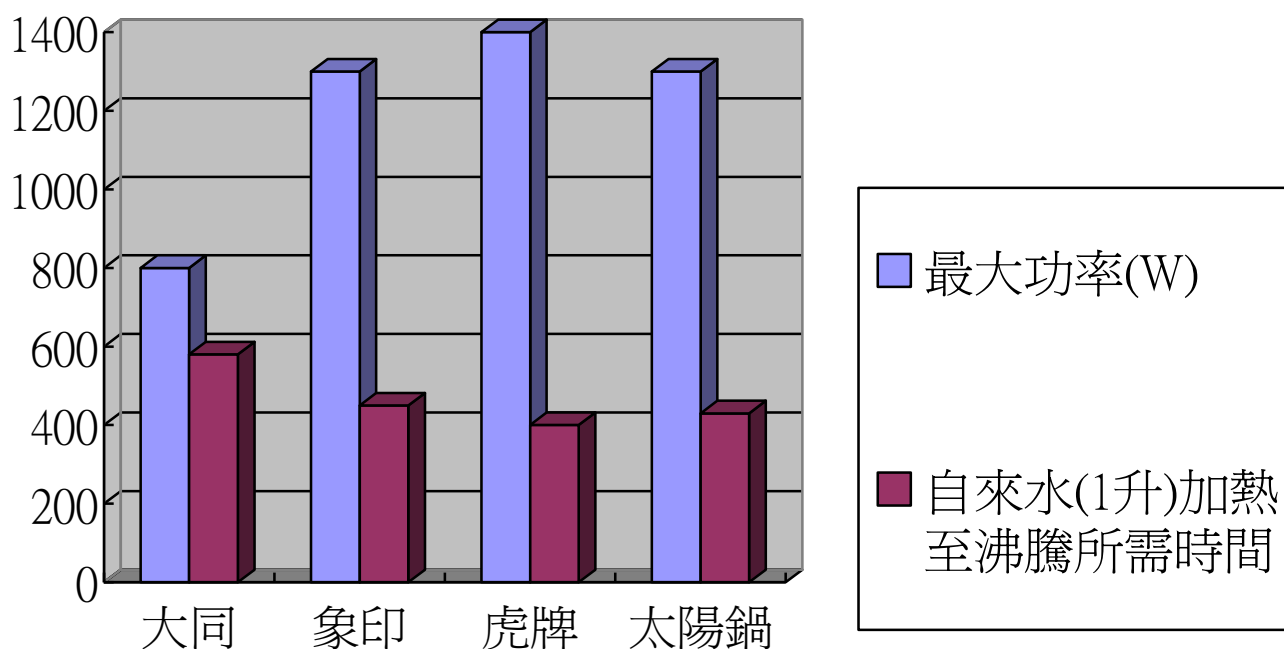
項目	費用
鍋子 (不含工及回收的材料)	4300 元
太陽能系統	2400 元

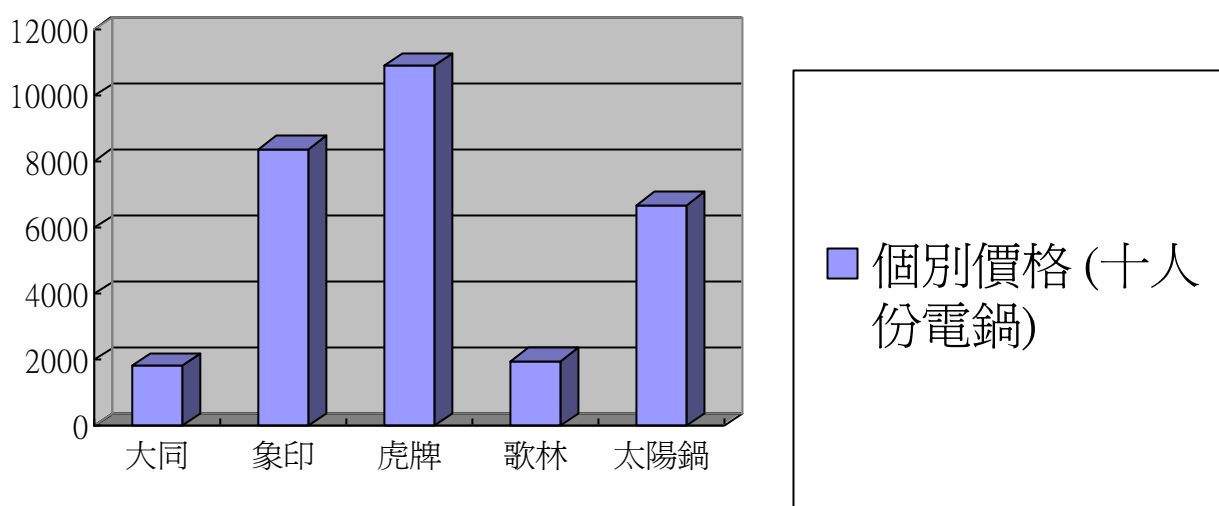
*回收材料包括：電子鍋加熱器、法郎鍋把手與鍋腳、電腦的電線、吹風機的插頭、熱水瓶的防熱管、廢棄木板與塑膠片……等。

二、使用方法：

- (一). 上層使用太陽能板鍋蓋，中層為真空鍋身，下層採用電磁爐加熱器，且皆附有螺旋。密封裝置用來互相連接，這三種東西組裝在一起，就變成了兼具「加壓」與「保溫」裝置的電鍋。
- (二). 下層電磁爐加熱器亦可單獨插電使用，或使用太陽能蓄電池內的電力，即成為電磁爐

三、太陽能鍋與市面產品比較：





表九、太陽能鍋及它牌電鍋比較表

	太陽能鍋	電磁爐	電鍋	壓力鍋
加熱功能	○	○	○	× (無加熱功能)
能量使用效率	最佳	優	劣	× (無加熱功能)
加熱時間	最佳	劣	優	× (無加熱功能)
保溫效率 (不用電)	優	無法保溫	劣	最佳
特色	無給電狀態下亦可加熱與保溫、	能量使用效率佳。	加熱過程能量溢散到大氣中，效率較電磁爐低	方便，但經常發生家用危險

太陽能鍋以最簡單的方法達到最節省時間，並最有效地利用熱能，它的價格及種種可以像電視機、電腦一般普及於各個家庭，每人每天減少一點碳足跡，積少成多將可為世界省下不少電力。

當射熱源為 100%時，瓦斯爐傳導的熱能約 40%，電磁爐則約 83%。

太陽能鍋可以帶出去戶外沒有電力的地方使用。當災區沒水沒電、露營時，將是一個煮飯很好用的工具。如果推廣眾使用將可以使整個國家的碳排放量減少非常多，也間接減少了使用的電力，使台灣成爲一個環保能源國。

柒、 參考資料及其他

- 一、 濱川圭弘 (2009)。光電太陽電池與應用 (Solar photovoltaic cells)。臺北市：五南。
- 二、 楊森 (2006)。太陽鍊金術：透視全球太陽光電產業。台北市：群學。
- 三、 黃惠良 (2006)。太陽電 (Solar Cells)。臺北市：五南。
- 四、 沈輝 (2008)。太陽能光電技術 (Energy & photovoltaic technology)。臺北市：五南。
- 五、 IPCC (2001) . **Climate Change 2001: The Scientific Basis.**
- 六、 太陽能電池 (無日期)。維基百科。取自：
<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%A4%AA%E9%98%B3%E8%83%BD%E7%94%B5%E6%B1%A0>
- 七、 聚恆科技股份有限公司 (2007)。取自：
<http://www.hengs.com/NEWproductmain.html>
- 八、 再生能源網 (2008)。取自：
<http://www.re.org.tw/Re2/knowledge.aspx?CategoryID=3#B>

【評語】 040807

以太陽能複合鍋來加速食物之烹調或保溫的想法很好，但本作品完整度不足，實用性待加強，需要繼續投入，才會有足夠數據可以證明。