

智慧型太陽能通風窗之研製

Design and implementation of an intelligent solar louver

吳佩皇、卓武舜、陳光穎、陳上瑜、李原吉

Pei-Hwang Wu, Wu-Shun Jwo, Guang-Ying Chen, Shang-Yu Chen, Yuan-Ji Li

建國科技大學電機工程系

Department of Electrical Engineering

Chienkuo University of Technology

E-mail : peihwang@gmail.com

E-mail : jwo@ctu.edu.tw

E-mail : ss512042@hotmail.com

E-mail : chrno951@xuite.net

E-mail : li511208@yahoo.com

NSC : 100-2221-E-270 -001

摘要

為響應環保以及新世代所提倡的綠色能源，本研究的目標是設計、開發出一組太陽能溫度控制通風窗，由太陽能源提供啟閉通風窗的電源來達到通風作用，不需要市電供給電力，很適用於人員不易操作且位於高處之通風窗。市場上的通風窗大部分為手動，操作較為不便，通風窗若能依環境條件自動判斷通風窗開啟或閉合，則更為便利，讓居家或工廠室內溫度能經過空氣循環達到合適的溫度，最後經實驗證明此通風窗的可行性。

關鍵字詞：太陽能通風窗、太陽能電池、昇壓轉換器

Abstract

In this paper, an intelligent solar louver is proposed. The louver is controlled by temperature sensors and power source supply by solar cell without utility power. The louver is suitable for difficult to operate and is located in the height. Louver on the market most of the manual, but the operation is more inconvenient. Depending on environmental conditions if the louver can automatically determine the louver opened or closed, it is more convenient. Therefore, indoor temperature of home or factory can reach a comfortable temperature after the air circulation. Finally, the experiment proved the feasibility of this louver.

Keywords: solar louver, solar cell, booster converter

1. 前言

近年來由於世界各國無限制的開採石化能源，不僅使全球石化能源存量面臨即將用罄的危機，其能源轉換過程所產生的有形與無形廢棄物，更嚴重影響地球生態環境，因此，開發無污

染之新能源，已成為世界各先進國家努力的目標。太陽能發電早已被公認為是技術較成熟，且未來極具開發潛力，並符合環保理念之再生能源，由於我國位居亞熱帶，太陽光能極為豐富，但在太陽能發電的推廣方面仍停滯不前，因此，

本論文將研究利用太陽能發電之可行性，並開發設計一組智慧型太陽能通風窗，此作品主要是利用太陽能電池板吸收光能進而轉換成電能，再經由昇壓電路轉換成穩定電壓充電至蓄電池，再利用電池的電能經由溫度控制電路來達成自動控制通風窗的目的。

2. 智慧型太陽能通風窗原理

本研究是採用白天太陽光的能源供應，利用太陽能板吸收到光能轉換成電能，經由 DC/DC 轉換器，再對蓄電池充電與供電給溫度控制電路，根據周圍溫度變化達到控制通風窗動作之目的。圖 1 為智慧型太陽能通風窗方塊圖，包含：太陽能電池、直流馬達、蓄電池、溫度感測電路、DC/DC 昇壓轉換器與通風窗，詳細分述於各小節中。太陽能智慧型通風窗的動作原理流程如圖 2 所示，以溫度感測器分別偵測室內與室外的溫度，再經過溫度感測電路將室內外溫度做比較，當室內溫度高於室外溫度，則控制直流馬達正轉以驅動通風窗開啟，使得室內的高溫空氣可以排放至室外；反之，當室內溫度低於室外溫度，則控制直流馬達反轉以驅動通風窗關閉，使得室外的高溫空氣不會流入室內，如此便可達到夏季以節能方式達到自動調節室內溫度的目的。另外，由於此通風窗採全自動控制開啟與關閉，所以很適合用於人員不易操作且位於高處之通風窗。

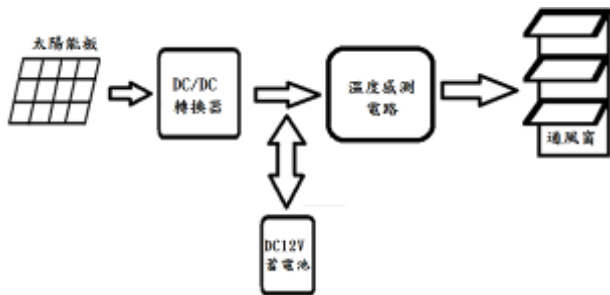


圖 1. 智慧型太陽能通風窗方塊圖

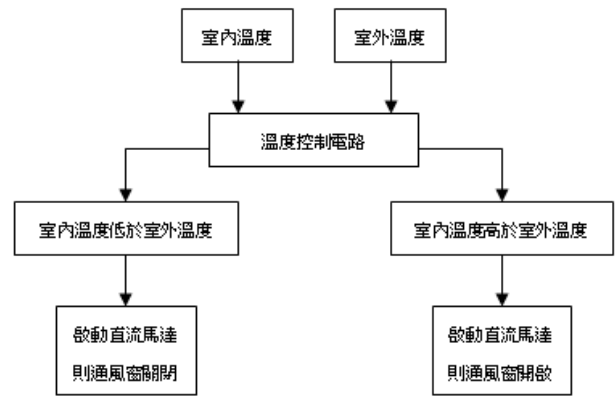


圖 2. 太陽能自動控制通風窗動作流程圖

2.1 太陽能電池

太陽能即地球接收來自太陽的輻射能，它不但直接或間接提供地球上絕大部份的能量，而且是一種很龐大的能源，不會產生廢料，也不會產生任何污染，是一種值得研究開發的新能源，太陽能的優缺點如表 1 所示[1-5]。

表 1. 太陽能的優缺點

優點	缺點
安全及可以永久性的能源	能量密度低
到處都有，不需運輸。	太陽能是間歇性的能源
使用時不會帶來汙染	相較於化石燃料，現階段設置費用與成本仍高。
利用時不會增加地球的熱負荷	

太陽能電池可將太陽能轉換為電力，如圖 3 所示。而太陽能電池目前市場應用上大多為單晶矽、多晶矽及非晶矽三大類，其中單晶矽效率最高，而非晶矽價格最便宜，且無需封裝，生產也最快，本作品是採用單晶矽太陽能電池。

太陽能電池發電能源來自太陽光，而太陽輻射的光譜主要是以可見光為中心，波長從 0.3 微米的紫外光到數微米的紅外光是主要的分布範圍。換算成光子的能量，則大約在 0.3 到 4 eV 之間會具有比較好的光電轉換效率，因此太陽能電池以太陽光或白熾燈之波長較適用當光源。



圖 3. 太陽能電池外觀圖

2.2 直流馬達

此研究所採用之直流馬達，主要工作為開啟與關閉通風窗的葉片，如圖 4 所示，本作品所採用之直流馬達其主要參數如下：

型號：GW370 電壓：DC12V
空載轉速：8r/min 負載轉速：7r/min
輸出扭矩：8kg.cm 額定電流：0.3A
重量：0.18kg



圖 4. 直流馬達實體

此種馬達為一種微型帶渦輪蝸杆減速直流馬達，只要改變馬達的電源接線正負極即可改變馬達的旋轉方向，此馬達具備兩個特點：

- (1). 渦輪蝸杆減速電機具備自鎖性，即在馬達在沒有電的情況下，輸出軸是轉不動的，即自鎖狀態。
- (2). 減速箱輸出軸方向與馬達軸是垂直佈置，整個馬達體輸出軸方向相對普通減速馬達超短，廣泛適應一些對安裝尺寸有該方面要求的場合。

鑒於上面的特點，渦輪蝸杆減速電機廣泛應用於開窗器，開門機，微型捲揚機等場合。

2.3 蓄電池

電池能夠滿足反覆充電放電作用的被稱為是蓄電池。蓄電池之所以能蓄電是因為它把外界

的電能用來使電池發生化學反應，把電能轉換成化學能儲存起來，使用時，內部又進行和上面反方向的化學反應，把儲存的化學能轉變為電能。這種變化反復多次進行，蓄電池也就可以反覆充電。蓄電池的種類之中，電解液蓄電池應用較廣泛。電解液電池多用於汽、機車等交通工具，近年來更發展出各種用途不同的電解液蓄電池，如：可在水中和在低溫下使用的電池，更使其使用範圍增大，對我們愈來愈重要。

2.4 溫度控制電路

溫度控制電路架構分為三大部分，分別是溫度感測、繼電器自保持電路、直流馬達正逆轉與防短路互鎖架構。圖 5 為溫度控制電路圖。

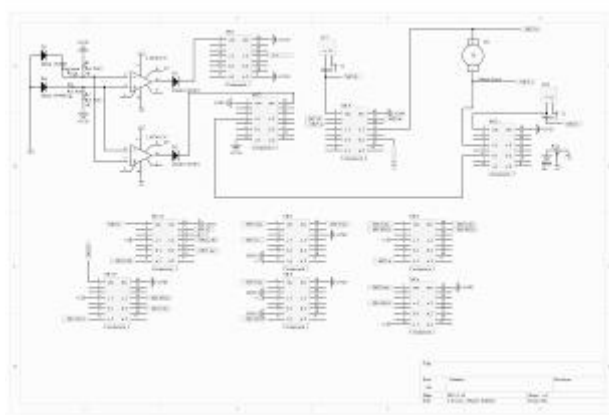


圖 5. 溫度控制電路圖

溫度感測元件採用熱敏電阻，如圖 6 所示。它是一種對溫度（熱）相當敏感的電阻，亦稱為熱阻體。熱敏電阻是用半導體氧化物燒結而成，常利用在一般要求不高的溫度量測或溫度控制等場合中。熱敏電阻因材質的不同，大致可分成三類，分別為正溫度係數（PTC）、負溫度係數（NTC）及臨界溫度係數（CTC），本作品採用 NTC 的熱敏電阻為感溫元件。各類熱敏電阻之特性：

- (1) PTC：正溫度係數
此種熱敏電阻會隨溫度增加，使其電阻增大。
- (2) NTC：負溫度係數
此種熱敏電阻會隨溫度增加，使電阻減少。
- (3) CTC：臨界溫度係數
此種熱敏電阻只針對某一特定的溫度範圍內，電阻會迅速的變化。



圖 6. 熱敏電阻

溫度控制電路設定兩個比較器為開窗關窗的判斷，接著讓運算放大器 $\mu A741$ 的反相與非反相輸入做為交叉判斷，在輸出端接上二極體以阻絕負輸出為第一階段感溫電路，讓所有溫度感測結果只會在單一 $\mu A741$ 比較器輸出端輸出正飽和訊號。

利用繼電器開關設計自保持電路，在 $\mu A741$ 輸出了開窗訊號時，啟動開窗自保持電路，當開窗位置到達全開位置時，將碰觸極限開關(limit switch)而停止馬達正轉的動作，而通風窗動作期間是互鎖保護；關窗電路則是在 $\mu A 741$ 感測溫度訊號轉變時，將啟動關窗電路，相同地由繼電器關窗自保持電路來動作，動作期間也是與開窗電路互鎖，而在直流馬達正負端分別接有開窗與關窗的繼電器開關，為避免電路經由不正確動作，使馬達同時接收正反轉訊號造成短路，所以必須將馬達正反轉電路互鎖。

2.5 DC/DC 昇壓轉換器

直流轉換器主要目的是將太陽能不穩定的直流電壓轉換成穩定的直流電壓，又因本作品採用的太陽能電池輸出電壓低於蓄電池的端電壓，因此直流轉換器是採用昇壓型轉換器，詳細電路如圖 7 所示，此電路具有以下特性[6]：

- (1). 不需要很多的外部元件
- (2). NPN 輸出開關 3.0A，可以至 65V。
- (3). 寬輸入電壓範圍：3.5V 至 40V。
- (4). 為改善瞬態響應，線路調節和電流限制，電流模式操作，52 kHz 的內部振盪器。
- (5). 軟啟動功能降低浪湧電流在啟動過程中。
- (6). 輸出開關電流限制，欠壓鎖定和熱關斷保護。

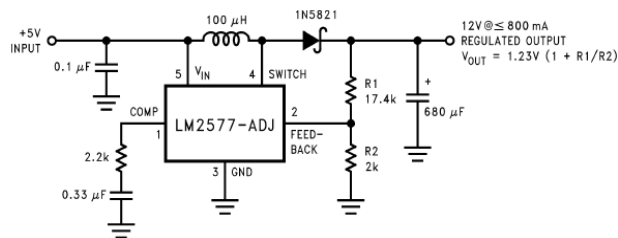


圖 7. 昇壓型轉換器電路

此電路的主要控制元件為 LM2577，其實體外觀及驅動性能分別如圖 8 與圖 9 所示[6]，LM2577 之參數規格如表 2 所示。



圖 8. LM2577 之實體

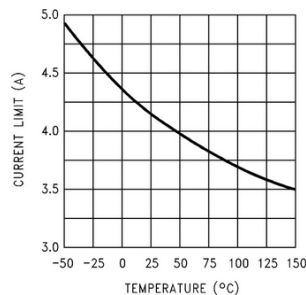


圖 9. LM2577 之驅動性能

表 2. LM2577 之參數規格

	LM2577
開關電流限制 (典型值) (A)	3
I_Q (典型值) (毫安)	10
V_{IN} (MIN) (V)	3.5
V_{IN} (MAX) (V)	40
輸出電壓 V_{out} (最小值) (V)	1.23
V_{OUT} (MAX) (V)	15
開關頻率 (最大) (千赫)	52
開關頻率 (典型值) (千赫)	52
穩壓輸出 (個)	1
工作溫度範圍 (C)	-40到125
頻率 (最小值) (千赫)	52
頻率 (最大值) (千赫)	52

3. 智慧型太陽能通風窗製作與測試

3.1 直流昇壓轉換器製作與測試

此研究利用 LM2577 做為昇壓電路的控制 IC，從圖 7 的電路可設計出想要的輸出電壓，本作品設計轉換器輸出電壓為 28V，才足以對二顆

12V 的串聯蓄電池充電，因此依照圖中所示的公式，計算得到 $R1=22K\Omega$ 及 $R2= 1K\Omega$ ，將輸出電壓分壓電阻網絡的輸出與內部基準電壓 1.23V 進行比較，若電壓有偏差，則可使 LM2577 自動調整內部震盪器的工作週期，而使輸出電壓保持穩定。圖 10 為直流昇壓轉換器之電路圖，圖中輸出端加了一顆二極體，功用在防止讓蓄電池回充至轉換器；圖 11 為直流昇壓轉換器之 Altium Designer 圖；圖 12 為直流昇壓轉換器電路之實體；圖 13 為直流昇壓轉換器電路輸出電壓波形。

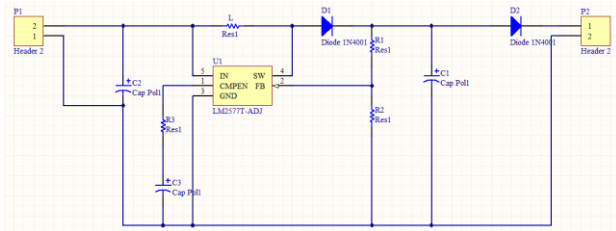


圖 10. 直流昇壓轉換器之電路圖

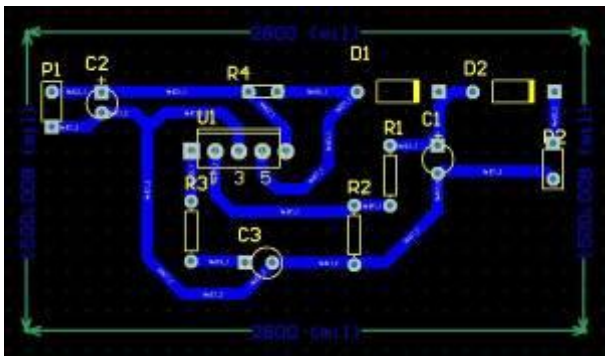


圖 11. 直流昇壓轉換器之 Altium Designer 圖



圖 12. 直流昇壓轉換器電路之實體

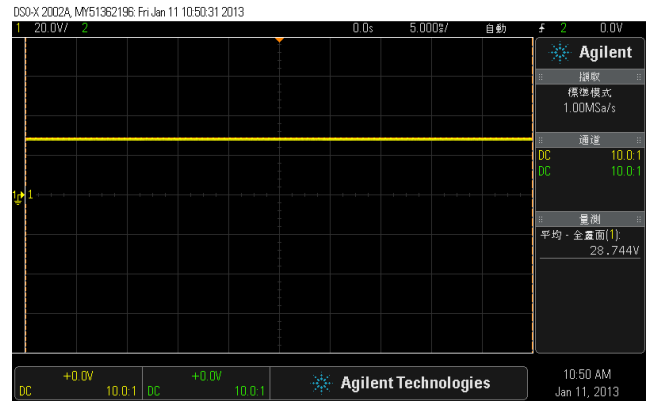


圖 13. 直流昇壓轉換器電路輸出電壓波形

3.2 溫度控制電路製作

圖 14 為溫度控制電路之 Altium Designer 圖；圖 15 為溫度控制電路之實體。

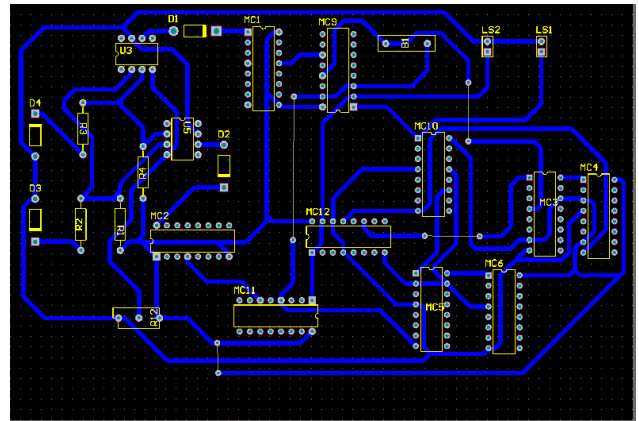


圖 14. 溫度控制電路之 Altium Designer 圖

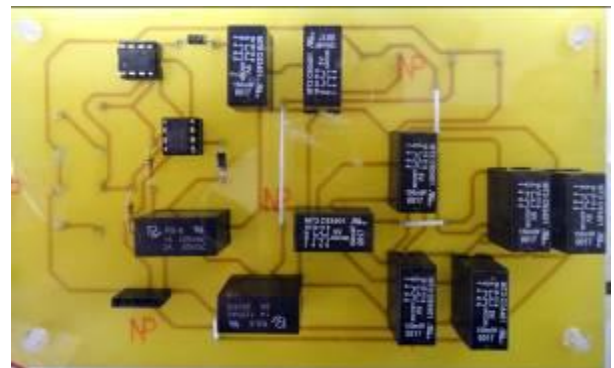


圖 15. 溫度控制電路之實體

3.3 成品功能測試與結果

太陽能智慧型通風窗的功能測試結果如下所述(參考圖 5 之電路)：

- (1). $R2$ 熱敏電阻 T 上升 $R2$ 電阻小於 $R3 >$

此時 MC2 激磁開窗。

- (2). R3 熱敏電阻 T 上升 R3 電阻小於 R2 > 此時 MC1 激磁開窗。
- (3). PB1 開啟時，將關閉 PB2 的輸入，而 PB2 開啟時，將關閉 PB1 的輸入。
- (4). LS1 開啟 MC9 與 MC10，LS2 開啟 MC11 與 MC12 並且互鎖。

圖 17 與圖 18 為智慧型太陽能通風窗成品之關窗與開窗狀態。



圖 17. 太陽能通風窗成品 (關窗狀態)

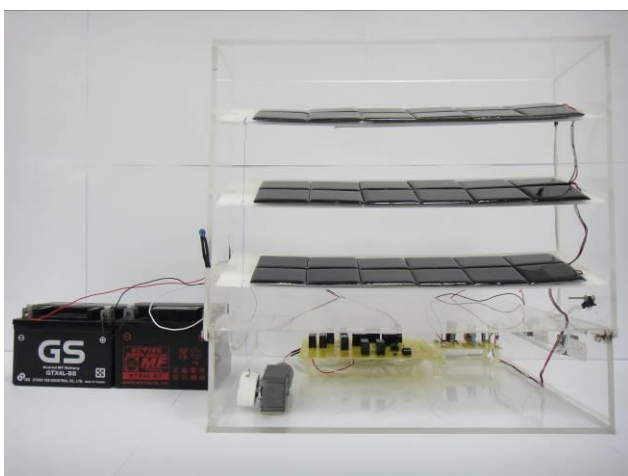


圖 18. 太陽能通風窗成品(開窗狀態)

3.4 結果與討論

經由理論分析與實作的測試，此作品已能準確由溫度感測自動控制開關通風窗，並且讓太陽能電池經由直流昇壓轉換器達到對電池充電的目標，溫度控制電路功能測試已達成預期目標，本研究所設計的成品，雖稱不上完美實用的作品，但確實已經驗證其可行性與實用性。

4. 結論

雖然太陽能電池的發電效率不高，但是期盼未來太陽能電池材料能有突破性發展，可以使太陽能更有效的被利用。本研究所開發的太陽能通風窗之目的，主要是提供一般人員較無法觸碰到的高處使用，只要室內溫度過高就會啟動通風窗，讓室內外溫度平均，其電力來源由太陽光與蓄電池提供，完全可以達成利用綠色能源的目標，讓地球環境遭受人為破壞得以減低。

最後歸納本研究的成品具有以下七個特點：

- (1). 適用於人員不易操作且位於高處之智慧型太陽能通風窗。
- (2). 產品對地球零污染，且不破壞生態環境。
- (3). 主要電能來自太陽能電池，但考慮秋冬季節，太陽光較弱，或於夜間無太陽光時，備有蓄電池持續供電。
- (4). 太陽能板可永久使用且具有安全性。
- (5). 通風效果佳。
- (6). 太陽能板裝置在通風窗的葉片上，不另外佔據安裝太陽能板的空間。
- (7). 渦輪蝸杆減速直流馬達具備自鎖性，適合應用於開窗器所需具備的功能。

5. 參考文獻

- 1 吳財福，張健軒，陳裕愷，太陽能供電與照明系統綜論，全華書局，民國 89 年 1 月。
- 2 古必廣，“數位式高性能太陽能路燈系統之研製”，國立雲林科技大學碩士論文，2006。
- 3 熊谷秀，“再生能源”，科學發展，第 383 期，第 36-41 頁，2004。
- 4 Trishan Eswam, and Patrick L. Chapman, "Comparison of Photovoltaic Array Maximum Power Point Tracking Techniques", *IEEE Transactions on Energy Conversion*, Vol. 22, No. 2, pp. 439-449, June 2007.
- 5 W. S. Jwo, C. C. Tong and C. J. Chao, "Firmware Implementation of an Adaptive Solar Cell Maximum Power Point Tracking Based on PSoC", *The 35th IEEE Photovoltaic Specialists Conference*, pp.407-411, Honolulu, Hawaii,

USA, June 19 - 26, 2010.

- 6 National Semiconductor, “LM2577/LM2577 SIMPLE SWITCHER® Step-Up Voltage Regulator”, April 2005 .