國立臺北大學電機工程學系
103 學年度學生專題製作計畫書

使用太陽能電池之低電壓室內獵能電路

Low-Voltage Indoor Energy Harvesting Using Photovoltaic Cell

組員：

學號：410187031　　姓名：王麒翔

指導老師：黃弘一　老師

中　華　民　國　１０３　年　１２　月　０８　日

壹、計畫摘要

提出一太陽能電池之低電壓室內獵能電路，除了太陽能板與電池之外，無其他被動元件，且此晶片無使用 DC-DC 轉換器，避免使用外部大電感與大電容元件，達到節省成本之目的，使得此實體能源收集系統的體積非常小，後端再對充電電池進行儲能，解決一般電池要定期更換的缺點與花費。

整體系統的供應電壓由單一個(2cm x 2cm)太陽能板元件提供，直流供應電壓範圍在距離光源 110cm(625Lux)350cm(61Lux)，可產生 0.4~0.5 的供應電壓，使用低電壓室內獵能電路對能源進行調節，再利用電荷幫浦電路升壓到 1.3V，對充電電池進行定電流 300uA 充電。

貳、背景及目的

隨著地球能源過度使用之際,全球暖化氣候使得影響地球的生態環境,再加上科技、電腦、網路、軟體等技術的快速發展，加速對能源的使用需求，讓人們不得不重視節省能源的重要性，另一方面，近十年來世界各國也極力研究再生能源的使用方式，讓節能相關技術得以快速發展，由此角度來看，再生能源將會是人類未來所依賴的重要能源。而太陽能在多數再生能源當中，具有許多優點；取之不盡、用之不竭，無環境和噪音的汙染，亦不會產生溫室氣體。太陽能近來頗受矚目的應用方式，為搭配無線感測網路(Wireless Sensor Network；WSN)進行廣泛的環境監測、健康監護、建物與家居自動化等相關領域中，而其中扮演重要角色的技術為獵能器(Energy Harvester)，它是由擷取外部週遭環境的能量，並轉換成電能的一種方式，然而獵能器只適用於微小電源的自給式系統，在小電源的應用領域中，已經有許多發展與產品呈現。

由於半導體製程的演進，使得電子裝置逐漸走向輕薄短小，加上低功耗電路與無線傳輸技術的進步，也使獵能器的特色得以在此領域逐步被實現，還可透過智慧化的方式進行能量的儲存、管理與供應，並同時減少配線的困擾，而如果使用有線感測器，則成本較高且實現困難。太陽能獵能器因受日照時間之限制，因此相當注重儲能問題，若太陽能得以充份儲能，便可克服無日照時段之能源提供問題，實用性亦會隨之提高許多，然而使用太陽能獵能器可以使無線感測器長期放置在荒蕪的地區，用於監測環境，而不需要額外人力更換電池。

本專題之目的為設計一個室內光源之低電壓獵能電路，並且對可充電式電池進行儲能，取代一般電池要定期更換之缺點，和減少室內電線的佈建，達到永續供電的目的。此設計不需額外的電路元件，將實體尺寸降到最小，也只使用單一個太陽能板元件(2cm×2cm)做供應電源，利用此電路設計來調節太陽能電源，使它能成為穩定之電源，提供給感測器做應用，而穩定的系統與電路效能兩大因素，將為本專題需加以考慮的規格。

參、研究方法及進行步驟

總體目標：

設計一完整晶片架構，此晶片僅在單一個(2cm x 2cm)太陽能板元件所提供的低電壓環境下運作，而晶片內部可以透過環形震盪電路(Ring Oscillator Circuit)自行產生穩定震盪的訊號來提供電壓幫浦電路升壓時的切換訊號，接著利用電壓幫浦電路將太陽能板產生的電壓(0.4~0.5V)推升至 1.3V，以 300uA 的穩電電流對外接的鎳氫電池做充電，並且晶片可以自動偵測電池電壓是否高於參考電壓 1.25V，接著中斷充電進而達到保護電池的機制。

優化整個電路架構減少耗能以及增進充電效益，將設計好的電路架構繪製成晶片電路佈局圖，進行晶片下線並且測量晶片功能與檢討。

本專題採用之研究步驟與方法：

在專題開始之前，先充實自己電子電路的基本知識，了解 MOS 元件以及基本架構的特性，並學習相關的軟體操作方式，包含 H-spice、Virtroso Layout、PADS Layout 軟體，讓自己對於晶片由設計到佈局、製作過程的流程有個基本的概念。

專題題目選定之後，先搜集相關的文獻資料，了解現有的應用與發展方向，接著模擬其中的子電路系統了解每個子電路架構的特性與功能，比較各種架構的優缺點並選擇較適當的架構做應用，等自己對於電路架構有一定的熟悉程度後，便可開始進行電路設計的階段，整合所有的小電路為一個系統，並從中發現問題與解決，藉此培養自己思考與克服問題的能力。

於專題研究的進行期間，每周參與進度報告會議，除了督促自己不斷向前進步外，也可藉由此機會磨練自己製作簡報與口語表達能力，且嘗試和同學、老師做知識性的交流與討論，於專題的最後，嘗試做電路架構的創新與突破。

預計可能遭遇之困難及解決途徑：

積體電路設計在基本知識的需求量較大，因此可能耗費較長的時間在學習方面，導致一開始的進度可能較不理想，且由於 MOS 製程的進步，相對提高了電路設計的門檻，在觀察某個電路架構的功能，可能會衍生出很多不理想的效應因而影響到電路的操作結果，若碰到類似上面的問題，僅能主動和學長、同儕切磋與討論，並多試著自己尋找相關資料，試著選擇其他電路的架構應用。

肆、儀器設備需求表

1. 個人桌上型電腦
2. H-spice 套件軟體
3. Virtroso Layout 軟體

伍、預期完成之工作項目及具體成果

列述執行期限內預期完成之工作項目：

1. 完成電路之設計與佈局。
2. 晶片下線。

對於參與成員預期可獲得之訓練：

a. 培養獨立思考與解決問題的能力。
b. 書面與口頭報告的訓練，並培養順暢的表達能力。
c. 具備積體電路設計的基本能力。

陸、預定進度甘梯圖

請視計畫性質及需求自行訂定。

月 次 工作項目	第1月	第2月	第3月	第4月	第5月	第6月	第7月	第8月	第9月	第10月	第11月	第12月
基本軟硬體學習	∨	∨										
資料及文獻收集	∨	∨	∨									
電路模擬與了解		∨	∨	∨	∨	∨	∨	∨	∨	∨		
電路設計							∨	∨	∨	∨	∨	
繪製電路佈局										∨	∨	∨
最後調整與優化												∨
進度累計百分比(%)	2	8	15	22	30	40	53	65	75	85	96	100

柒、參考文獻

1. 嚴紹祖, “使用太陽能電池之低電壓室內獵能電路(Low-Voltage Indoor Energy Harvesting Using Photovoltaic Cell), ” 國立台北大學電機工程學系碩士論文, 民國 103 年 7 月
2. J.-K. Wu and K.-L. Chang , “Mos charge pump for low-voltage operation, ” IEEE J. Solid-state Circuits, vol. 33, pp. 592-597, Apr. 1998.