

節能行動充電器研製

張家豪** 曾憲正* 林勇璋**

*崑山科技大學電子工程系 教授

**崑山科技大學電子工程研究所 碩士生

摘要

近年來，人類在行動電子產品使用上已成為現代人生活一部分，並且在各種設備的需求下劇增，例如人手一機的手機、MP3、MP4、行動 DVD 播放機、行動電腦、手電筒、錄音筆等等。而這些產品都有可能在必要時刻電池全然耗盡，當發生這些情況，要及時找到可充電的區域難上加難，更何況充電器又是千百種，很難會看到同類型的產品或公司替代品，並且很少人外出時會再多帶一組備用電池，故本文將設計出在人體行走時可以自發出微弱電流，並給與電池的使用量。

關鍵字：壓電、充電器、發電機、行動充電

壹、序論

在文明的社會中，電力已經是生活上不可或缺的一種能源，也是文明進步的重要關鍵。但是隨著文明的進步也造成相當可怕的副作用，就是能源危機。目前，社會上強調於節能減碳，在各國的大力推展下，綠色能源(太陽能、風力、水力等)逐漸展現出它的重要性，不但危險度低，且環保。就目前的台灣而言，主要的發電系統是使用火力發電，雖然能夠產生足夠的電力，但是也會造成一定的空氣污染，燃燒後的廢棄物也可能造成土壤或者是水源污染。台灣另一項主要能源是核能發電。核能發電雖然能夠產生強大的能源，但是核能幅射一直是無法解決的問題。因此，在目前環保意識抬頭的情況下，綠色能源越來越被重視，然而，綠色能源的發電及效能較低，需要大量生產及空間才能達到目前的升活需求。因此，目前的太陽能雖然沒有成為生活的主流，但是成功減少了生活上電力的使用量，達到節能減碳的效果。在平常時，可能不以為然或是無關緊要，但隨著自然

災害的發生，以及人為所造成的二度災害，身上的行動電子產品是否有電變成了生存的關鍵。本實驗的理念便是建立在人們處於沒電的情況下需要緊急用的時所使用的緊急用電。

貳、文獻探討

發電機最早是由法國人皮克斯在 1832 年時製出了世界上最早的手搖式發電機。而其手搖式發電機的發電原理位於靠近磁鐵凹槽處，裝上兩個繞在軟鐵芯上的線圈，分別對準磁鐵的兩極。搖轉線圈時，線圈導線中就感應出交流電。每當線圈轉半周，線圈對應的磁極就改變一次，電流方向也跟著改變。在 1867 年德國的韋納·西門子發現用電磁鐵代替永久磁鐵，同樣可以發電。電磁鐵的鐵芯，在不通電時，也還殘留有微弱的磁性，當轉動時，利用微磁發出電流，再反饋給電磁鐵也就能產生出強磁性 1872 年，在西門子公司研究發動機的工程師阿特涅簡化了製造方法，降低了生產成本，改進了發動機的外觀和功能。於是，西門子公司也因此而更有名氣，整個德國，以西門子公司為核心，電力工業得到了迅速發展。1873 年阿特涅發明了交流發電機。到 1891 年，在德國的法蘭克福實驗成功了利用交流電作遠距離輸電。當時發出的交流電壓達 2000 伏特，送到 175 公里之外再將電壓變至 100 伏特，損失電能 25%。由於遠距輸電問題的解決，交流發電機得到廣泛應用。

一、震動式微發電機

震動式微發電機是由具有磁鐵的懸浮彈性薄膜和一個平面線圈所構成如圖的結構，原理是利用人體運動的時候所造成彈性薄膜上下的震動，而使得磁力線切割線圈產生電流 [1-3]。

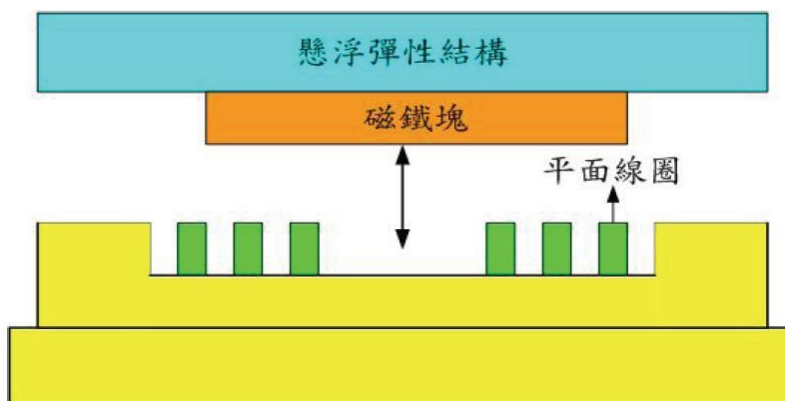


圖 1. 懸浮彈性結構

二、電磁式微發電機基本架構

電磁式微發電機的基本架構包含了線圈、磁性材料和彈簧結構等部份，以下將針對各個部份做簡單的介紹。

(一) 線圈：

線圈依照幾何形狀可以區分為螺線管線圈 (solenoid coil) 和平面線圈 (plane coil) 兩種。依照安培定律，當流過線圈上的電流為固定值時，磁場和線圈的圈數成正比。所以常見以螺線管線圈當做磁場導線的時候，纏繞的圈數越多越好，但是平面線圈因此受限於製作的方法，大都是往平面擴大發展，使用微機電的技術則有可能發展多平面線圈，而且能做到小尺寸但是有密集線圈數。

(二) 磁性材料：

磁性材料可以分類成三種，包含永久磁鐵、電磁鐵和超導磁鐵。而永久型磁鐵大部份是鋁鎳鈷 (AlNiCo)、鐵氧體 (Ferrite) 和稀土永磁材料。永磁材料的磁性比較強而且受到時間影響的因素比一般軟磁鐵還低。永磁材料自從西元1930年開始發展，已經商業化而且大致可分成以鐵、鋁、鈷和鎳合金等組成的磁鐵、鐵氧體磁鐵和稀土類磁鐵等三種。其中稀土類磁鐵具有較高的磁能積，因此在體積縮小的情況之下仍然比其他種類磁鐵的效率來得高，至今仍舊是永磁材料發展主流 [2]。

在應用上，對永久磁鐵的要求有：

1. 可以在某一空間中產生一穩定的磁場強度，無論是時間改變，對溫度、震動和衝擊等環境變化都需要具有穩定的表現。
2. 本身具有適當的機械性質。
3. 適用相關的製程、體積和形狀要求。
4. 價格合理容易製作等特性。

三、彈簧結構：

常見的微機電技術所製作的微彈簧形狀包含了扭轉樑、薄膜、Z字形和螺旋形等。以直接觀察判斷，扭轉樑產生的變形行程不是直線式且根據行程量變化，其端點面和水平線之間的角度將隨之改變；薄膜式的變形量受限於邊界條件和變形樑的長度限制，所以雖然可以提供垂線式的位移但是變形量並不大；Z字形和螺旋形因為邊界條件拘束少而且樑長度長，所以可以提供足夠的變形，以相同材料和相同負載且彈簧長度相似的情形來講，螺旋形彈簧比Z字形有較大的變形行程且材料根部的最大拉伸應力也較小。

四、壓力式發電機介紹

圖 2 為一個簡單的壓電振動能量擷取系統，其中左半部是壓電振動子的等效模型，右半部則代表電壓調節能量儲存機制(Regulator)，兩者之間利用全橋二

極體電路做連結。以壓電振動子而言，其原理是藉由應變場所產生的再極化作用，導致電極兩端產生電位差 [4]。

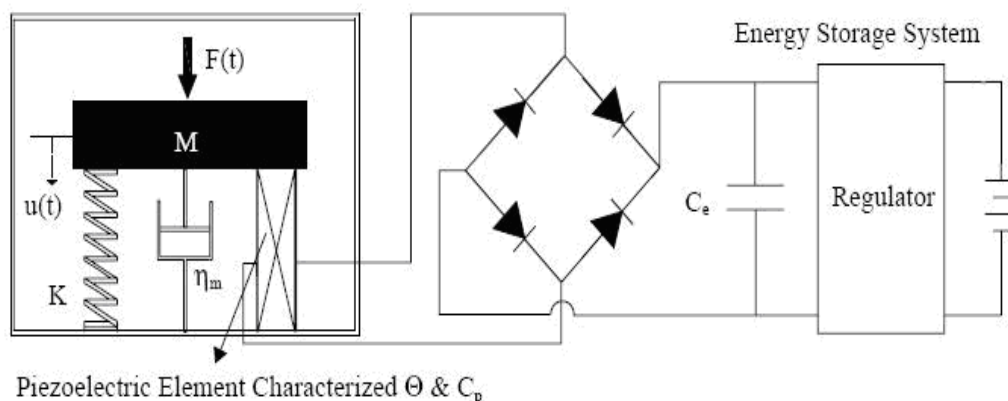


圖 2. 壓電振動能量擷取系統模型

然而在 2005 年卻首次被法國 Guyomar 等知名學者利用 SSHI (Synchronized Switch Harvesting in Inductor) 技術，解決了上述傳統上直接並聯電感所造成的問題。SSHI 技術之前身為 SSD (Synchronized Switch Damping)，為 1998 年由法國 Richard 等學者研究結構減震時所提出之介面電路。由於 SSHI 技術乃藉由單純偵測極值的方式做振動同步控制，因此使用時對於震源穩定的要求相對寬鬆。

參、電池充電器的充電原理

現在就市面上常見的充電電池，有鎳鎘、鎳氫及鋰充電電池三種，其容量單位是 mAh。如果說充電電池 500mAh，代表電流輸出 500mA，可以連續使用 1 小時，再則電流輸出為 50mA，那就是可以使用 $500\text{mAh}/50\text{mA}=10\text{h}$ ，就可以連續使用十小時。選擇容量愈大的充電電池，則使用時間也就愈久。若是想在 1 小時內快速充電完畢，充電電流就必須要 $500\text{mAh}/1\text{h}=500\text{mA}$

一般稱 500mAh 容量的電池，其充電電流是 500mA，稱為 1C。鎳鎘、鎳氫充電電池，若沒有完全放電之後再充電，幾次之後電池的容量便減少，此種現象稱為記憶效應。鋰電池則沒有記憶效應，因此鋰電池在沒有放電完全之後就充電，也不會影響電池的容量。

鎳氫電池是由鎳鎘電池改良而來的，其以能吸收氫的金屬代替 Cd。它以相同的價格提供比鎳鎘電池更高的電容量、比較不明顯的記憶效應、以及比較低的環境污染(不含有毒的鎘)。它被稱為是最環保的電池。但是與鋰離子電池比較時，卻有比較高的記憶效應，以及較高的自我放電反應。鎳氫電池比碳性或鹼性電池有更大的輸出電流，相對地更適合用於高耗電產品，某些型號甚至比鎳鎘電池有更大輸出電流。

現時一般鎳氫電池的容量已高於鹼性電池（以體積計），以 AA 電池為例，

鎳氫電池標示容量可達 2700mAh，而鹼性電池只有~2100mAh，當然也遠高於鎳鎘電池的 1100mAh，但仍未及得上鋰離子電池。近年推出的低自放電鎳氫電池容量較低，約與鹼性電池相若。

鎳鎘電池(通常簡稱 NiCd)是一種流行的蓄電池。對比其他種類的蓄電池，鎳鎘電池的優勢是：可以較小重量儲存一定數量的能量、充電效率很高、放電時終端電壓變化不大，內阻小及對充電環境要求不高。鎳鎘電池的缺點則是記憶效應及鎘的重金屬污染。

肆、功能

利用壓力式震動發電機發電，配合全橋式二極體電路將輸出的信號放大，再將放大的輸出電壓經由電容的充放電穩定輸出的電壓，最後將輸出的電力儲存於電池或者直接充電至其行動電子產品。本實驗室將成品製作於鞋子上，並不會影響本實驗成品的充電品質及其效果，其主要用於在緊急用電上。



圖 3. 完成品 (上圖)鞋子外觀 (下圖) 鞋子底部

伍、實驗

本實驗利用壓力式發電機發電，經過橋式整流電路後輸入至電晶體，將能量經由電晶體放大後輸出至電容，最後由電容輸出至電池，開始進行充電。

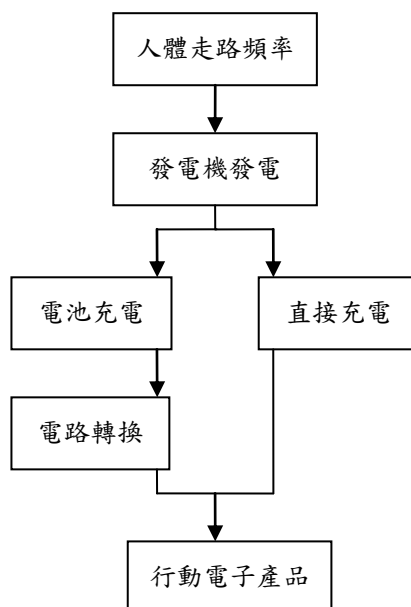


圖 4. 充電器流程方塊圖

當人走動時所產生的振動帶動發電機後產生電能。電壓經過橋式整流後由 AC 轉換成 DC。直流電壓經過電晶體放大後儲存至電容，接著電容放電至電池。人走路會因為各種的情況改變而使發電機的輸出不會一直維持在一定不變的功率。其電容主要的功用用於穩定輸出電壓，使充電的效果不會因人走路時的頻率不同而間斷。除了可以將電能儲存至電池外，還可以直接將電源外接，對各種不同的行動電子產品進行直接的充電。直接外接的部份可以轉換各種不同類型的插頭及接頭，以便應付各種不同的行動電子產品。

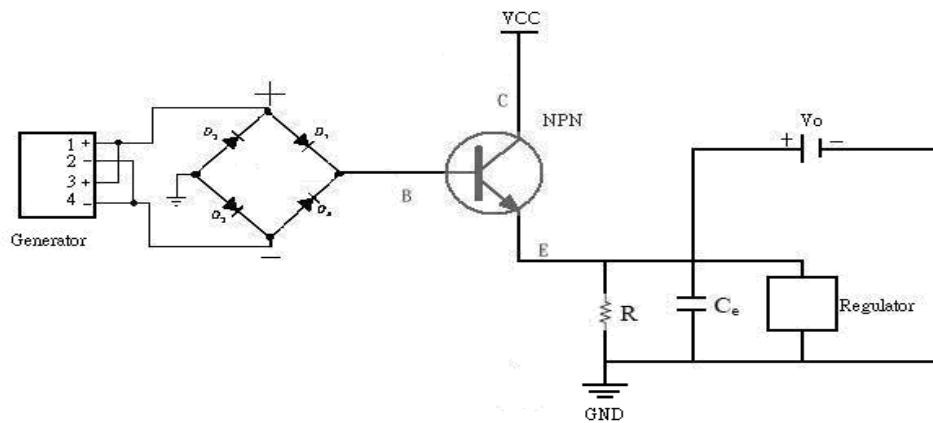


圖 5. 電路圖架構

本次實驗的發電機腳位是正負交叉排列，可以做為兩個輸出。但是將兩個輸出並聯為一個輸出，效果會比單一輸出的效果較佳。電晶體上的Vcc為一個外加的3V電源，是使用鈕扣型鋰電池，目的是用來啟動電晶體，來確定電晶體可以進行放大的作用。

(一) 壓力測試

本實驗所使用的壓力式發電機並未能夠承受太大的重力，而其發電的主要原理是利用感應片的抖動來進行動能轉換電能的化學轉換。因此藉由實際的實驗證實不能承受太大的重量，且感應片的彎曲角度也不能過於彎曲，當發電片的曲度到達一定的程度時便會斷裂。

因為發電片的位置位於鞋子與鞋墊的中間，所以並不會對元件造成傷害。且發電片設計於腳掌，並無彎曲關節，所以也不會因為腳趾關節毀壞。

(二) 功率輸出測試

圖6及圖7為發電機穩壓前後的差異，可以知道當電能通過電路後的輸出為一穩定的狀態。穩定的輸出可增加整體的效率，且能夠保護電池，不會加速減少電池的充放電次數，及維持電池的壽命。當一充電狀態不穩定時，便不容易將電能充至蓄電裝置(各類電池)中，且還有可能形成放電狀態，亦指電池不能進行充電。

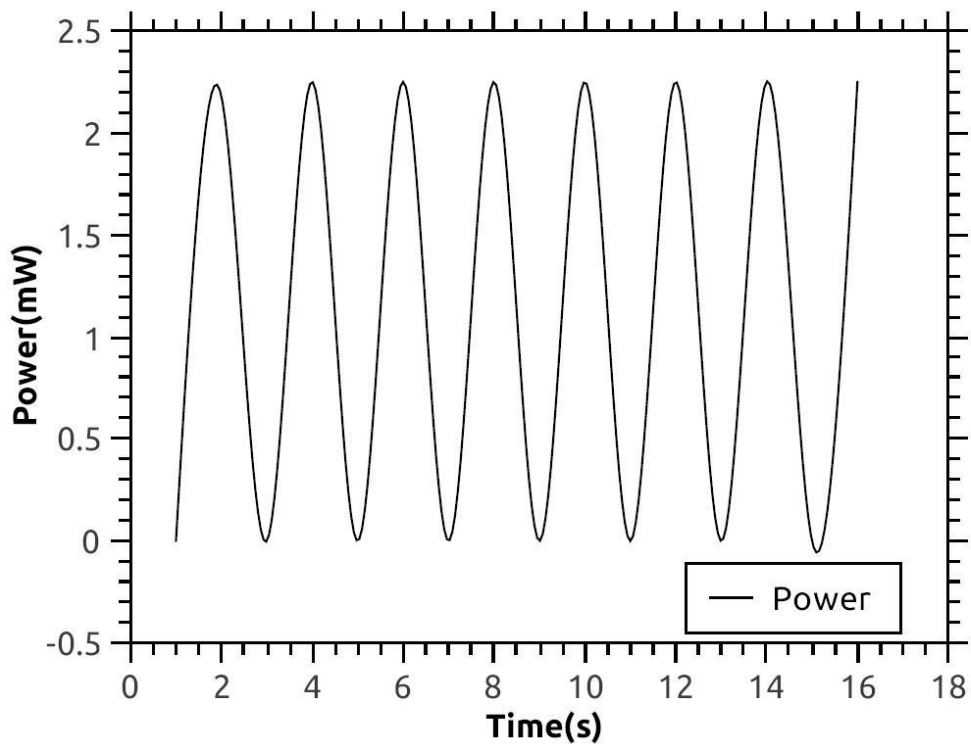


圖6. 人體走路頻率-充電器未經過穩定電路時輸出

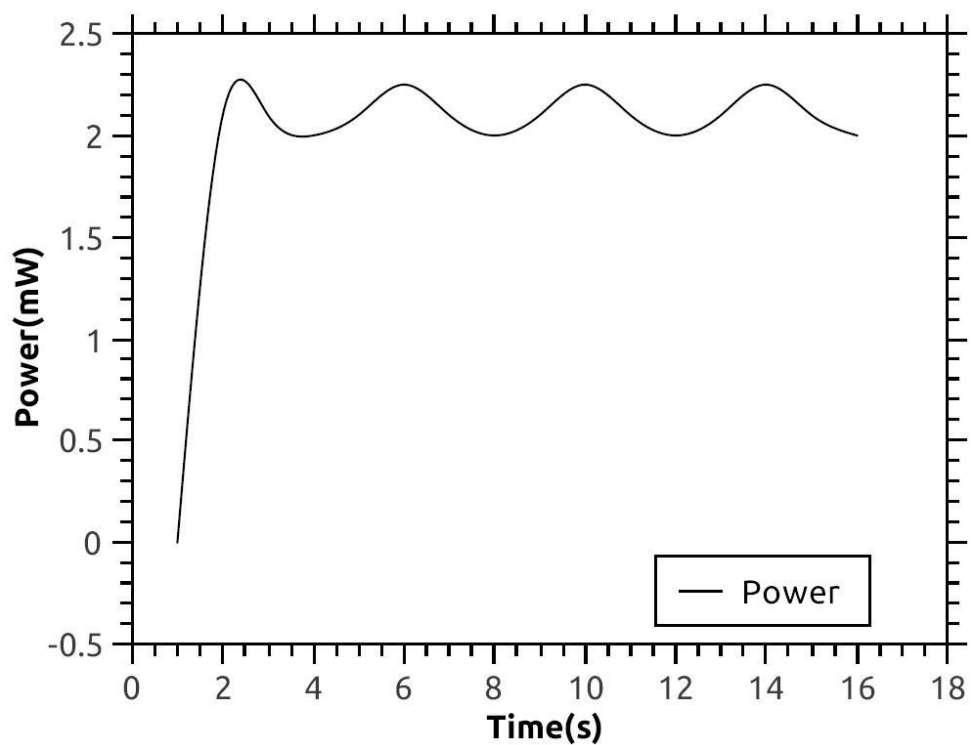


圖7. 人體走路頻率-充電器經過穩定電路時的輸出

陸、討論

我們量測得到本次實驗中發電機的瞬間電壓可達10V~20V。根據人一般走路的頻率來看，其輸出不是為一個穩定的狀態，經由整個電路穩定之後，充電器的輸出電壓為15V~17V。量測到的電流約為150 μ A，而功率約為2.25mW。可以測量到的數據過小，所以我們對以上量測到的數據進行演算，其公式如下：

$$I_{\text{call}} \div I_{\text{charger}} = T(\text{H})$$

其中， I_{call} 為電池標示電流容量其單位為mAh、 I_{charger} 為充電器工作時之電流容量其單位為 μ A、T為需充電的時間其單位為小時。藉由此公式計算可以計算出此這次實驗中的所研製的充電器所需花費的時間。由表1可以得知在一般走路的情況下，將電池由0%充電到100%所需的時間。

表1. 一般常見所使用的電池的所需充電時間

電池種類	電池規格	充電時間(小時)
1號電池 (A)	9000mAh	60000h
3號電池 (AAA)	2700mAh	18000h
4號電池 (AAAA)	950mAh	6333.33h
USB5號電池 (AA)	600mAh	4000h
9V方型鎳氫電池	200mAh	1333.33h
相機專用電池 (RCR-V3)	1400mAh	9333.33h
一般手機用電池(3.7V)	800mAh	5333.33h

柒、未來展望

目前而言，整體的充電效率還有很大的進步及改良的空間，其未來會朝著改良充電器的輸出電流並減少電池的充電時間以符合目前市場的需求。第一：從新設計發電機的配置，藉由增加擺動頻率來提升輸出的效果。第二：在整體的設計上，外觀並非設計的相當雅觀，而且可以使用的種類不多。第三：改善及加強充電器的保護裝置，使人在走動時不必擔心充電器是否破損或損壞的問題。第四：本文因受限發電機體積大小，影響輸出功率，加上3v電池可穩定在電池前端進行充電，未來鋰電池可使用高容量電容，及改用LDO這類電晶體，可在非充電狀態下，減少基本耗電量，並將充電電池的部分電量回充至高容量電容上。在未來的設計上可朝著不破壞鞋子的架構及美觀的前提下去設計及其改善。本研究成品專

利申請中。

本研究由崑山科技大學提供研究經費完成。

捌、參考文獻

- [1]. Yang-Jian Zhang and Hai-Sheng San, “MEMS hybrid power-generator from vibration energy,” *Optics and Precision Engineering*, Vol.17, No.6, June 2009
- [2]. Han Guohua, Jin Xiaoxiong, Joris Degrieck, Wim Van Paepegem, and Hou Yanfang, “Research on piezoelectric material layer thickness based on different piezoelectric actuation mechanism,” *Materials Guide*, Vol. 24, No. 2B, 2001.
- [3]. Min Chen, Gabriel, and A. Rincón-Mora, “Single inductor, multiple input, multiple output (SIMIMO) power mixer-charger-supply system,” in *ISLPED'07*, August 27-29, 2007, Portland, Oregon.
- [4]. Nei-Fun Laiw , Shinn-Liang Chang , Hung-Wen Hsu, Yu-Cheng Lin, Shao-Wen Kao, Shih-Wai Huang, Tzu-Ying Kuo, and His-Fu Chen, “Development of a universal-charger,” in *Technical Report of National Formosa University of Technology*, Vol.28, No.1, pp.21-p.26, March 2009.

The Fabrication of Energy-Saving Movable Charger

Jia-Hao Chang ** Hsien-Cheng Tseng * Yung-Wei Lin **

*Nano R & D Center, Department of Electronic Engineering, Kun Shan University,
professor

**Nano R & D Center, Department of Electronic Engineering, Kun Shan University,
postgraduate

Abstract

In recent years, the applications of electronic products, for human beings, have become a part of modern people's livelihood, and the requirement of a variety of equipments has increased rapidly, e.g., mobile phone、MP3、MP4、portable DVD player、notebook、flashlight、and recording pen. However, these products may run out of the batteries when they are needed desperately. Whenever these situations occur, it is usually difficult to locate the nearby recharging area in time, and the battery chargers also have a number of different product types; therefore, it would be difficult to find out the same types of products or the companies' substitutes in hand, and very few people would like to go out with one more set of backup battery. Hence, this research will design the energy-saving movable charger, and the device can be used to generate weak current as well as to provide short-term use of battery power whenever the human body walks and puts on the device.

Keywords : piezoelectricity, charger, generator, movable charge