

# 2015 中技社科技創意獎學金

## CTCI Science and Technology Creativity Scholarship

### 十萬伏特 ~ 皮卡！靜電手環--主動式抓握之高電壓差輸出裝置



吳俊廷\*、陳奕融、蔡琇雲、萬瑋琳

\*國立清華大學 化學工程學系 碩士班一年級

National Tsing Hua University, Department of Chemical Engineering

特別感謝：清大動機系 楊家翎 教師



#### 創意簡介:

摩擦起電是日常生活中常見的物理現象。不同濕度與環境下，各類物體都可能因摩擦而產生靜電。靜電具有高電壓並能瞬間放電的特性，期望能應用此現象，達成不用電池產電的方式，並能儲存靜電，進而能夠在適當時機放電，利用於防身等特殊功能。



#### 創意動機:

##### 問題：傳統防身裝置的缺點

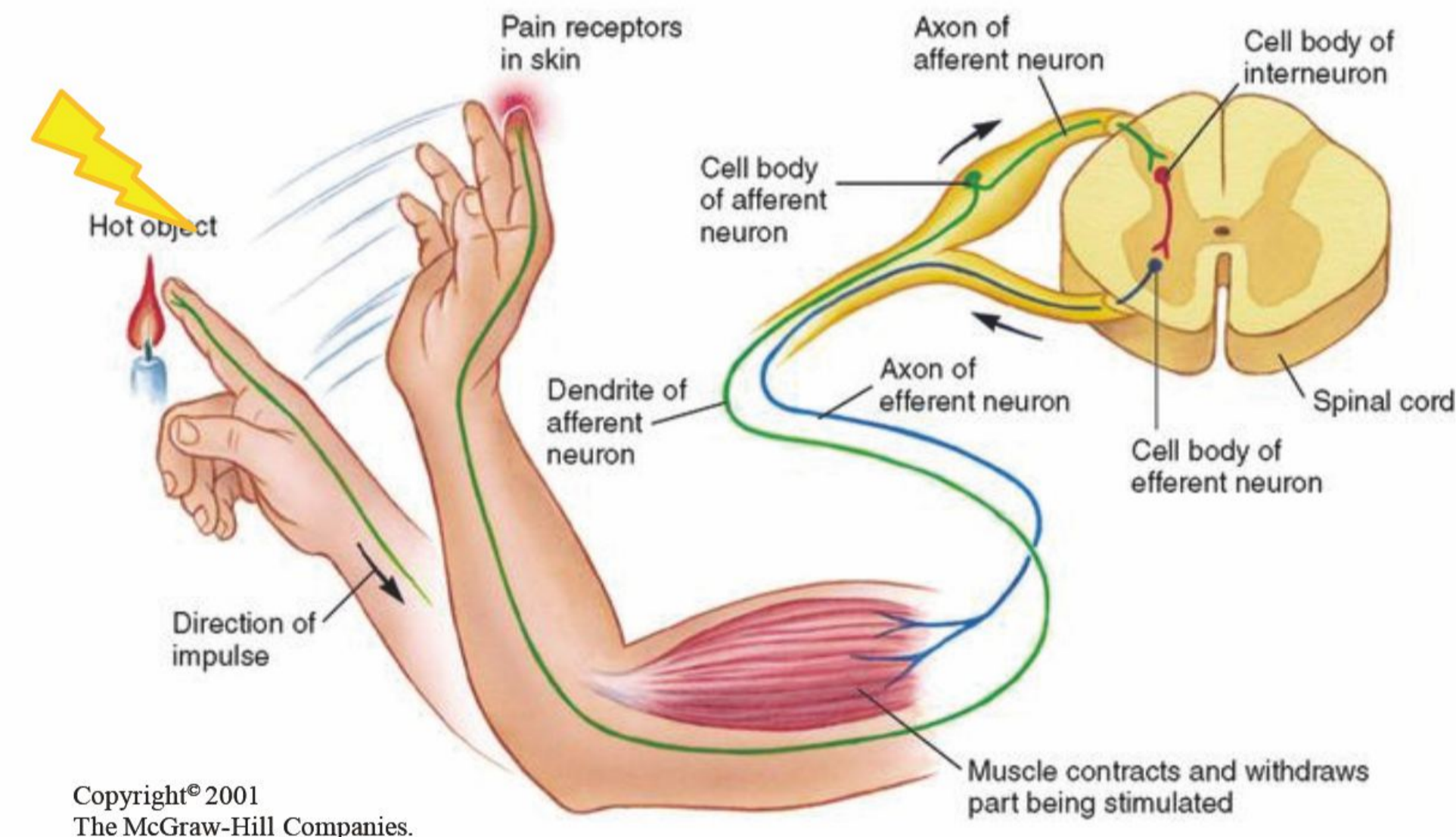
傳統防身用品主要有兩個缺點：首先，因傳統防身用品主要放置於包包或是口袋，缺乏即時性；其次是必須由被害人啟動，若當被害人因某些因素無法使用傳統防身用品，則其無用武之地。

表一：傳統防身用品與靜電手環比較

	警報器	防狼噴霧劑	電擊棒	靜電手環
攻擊性	低	高	高	高
攜帶位置	掛於包包	掛於包包	置於包包內	貼身
啟動來源	被害人	被害人	被害人	加害人
電池	有	無	有	無
時尚感	接近飾品	差	差	接近飾品
價格(NTD)	700~2,100	400~800	1,300~1,800	2,000~2,500

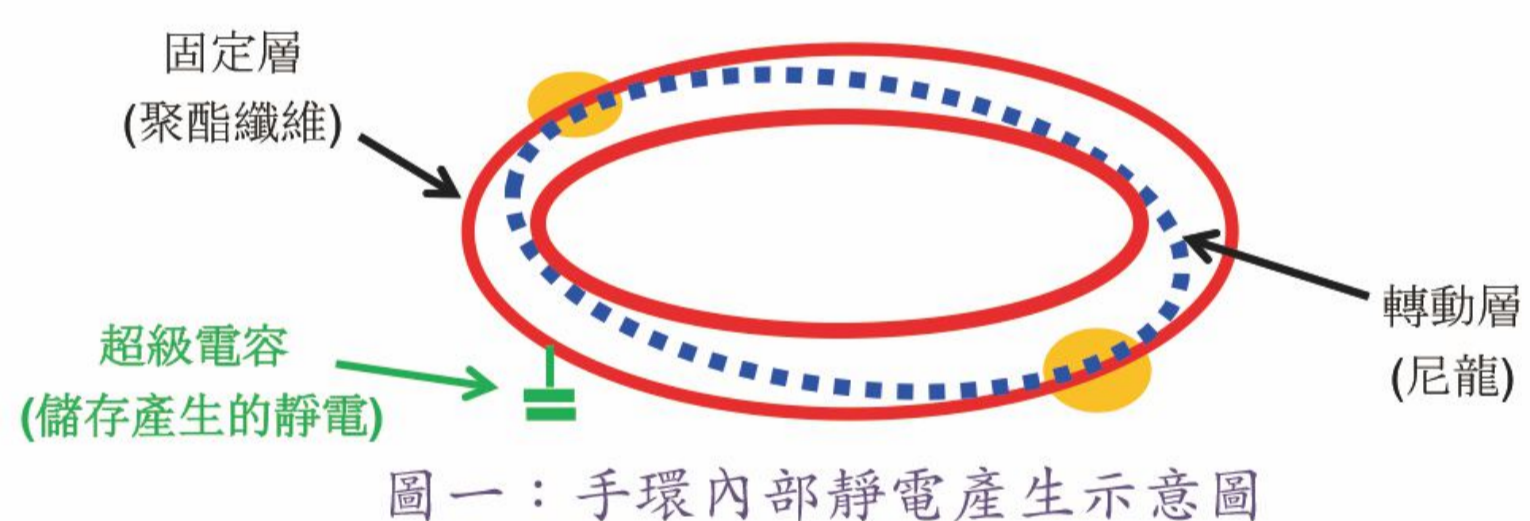
##### 解決方式：創新防身-加害人啟動

創新防身概念核心概念：加害者啟動，是藉由人體保護機制「屈肌收縮反射(Flexor withdrawal reflex)」。本創新設計透過靜電造成加害者(歹徒)皮膚刺痛，驅動屈肌收縮反射而使其鬆手，進而讓受害者具有逃脫機會。



圖一：屈肌收縮反射 (Withdrawal Reflex)

#### 創意設計—靜電利用



圖一：手環內部靜電產生示意圖

利用轉動、扭轉的掙脫動作以及物質帶電序列的不同，使內部可轉動之材料與固定之材料互相摩擦產生靜電，再透過倍壘電容(壘增倍壓電路)，增大輸出電壓。此設計須考量靜電對人體影響及手環釋放靜電電壓量。

根據表二及人體電阻計算，超過3000 V，感覺到刺痛；7000 V以上，心電傳導受到影響。參考表三不同人體帶電狀況，可得知手環可產生之靜電電壓量。

表二：電流對人體影響

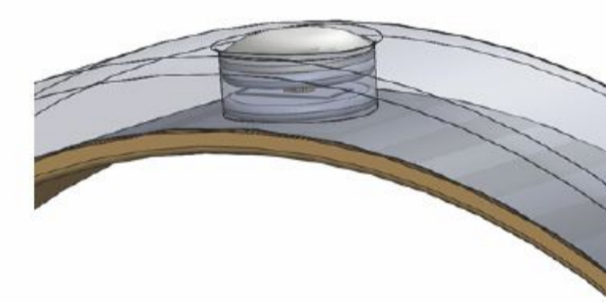
感電影響	直流電流 (mA)	
	男	女
感知電流：開始有刺激	5.2	3.5
可脫逃電流：肌肉可自由活動	62	41
不可脫逃電流：肌肉無法自由活動	74	50
休克電流：肌肉收縮、呼吸困難	90	60

表三：人體在不同狀況下帶電數值

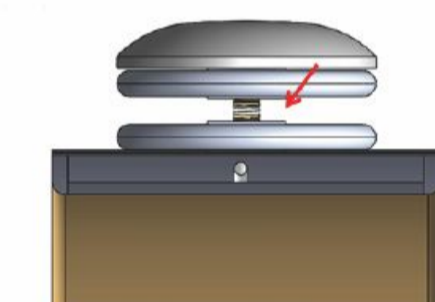
動作	相對濕度(%)		
	10%	40%	55%
地毯上走動	35,000 V	15,000 V	7,500 V
塑膠地磚上走動	12,000 V	5,000 V	3,000 V

資料來源：勞工安全衛生簡訊 第十六期；大紀元新聞網：冬日防靜電200501/11；長庚大學通識教育中心

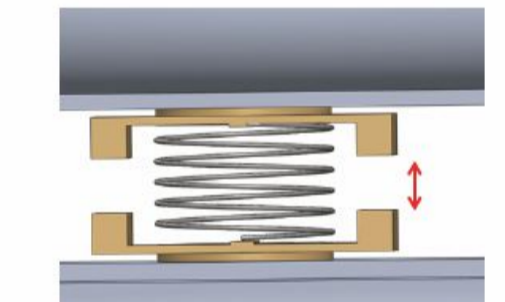
#### 創意設計—壓力元件



圖三：手環透視圖



圖四：放電裝置右視圖



圖五：壓力元件剖面圖



圖六：手環整體側視圖

當壓力元件受到壓力(施力)時，彈簧依虎克定律壓縮，使兩側導電端連接而形成電路通路，進而將儲存之靜電釋放。其設計須考量握力以及彈簧相關參數。

##### 彈簧設計要求：

「虎克定律」 $F=kx$ ； $F$ ：受力； $k$ ：彈簧常數； $x$ ：變形量。

$$k = \frac{G \times D_w^4}{8 \times D_m^3 \times N_c}$$

$N$ ：彈簧總圈數

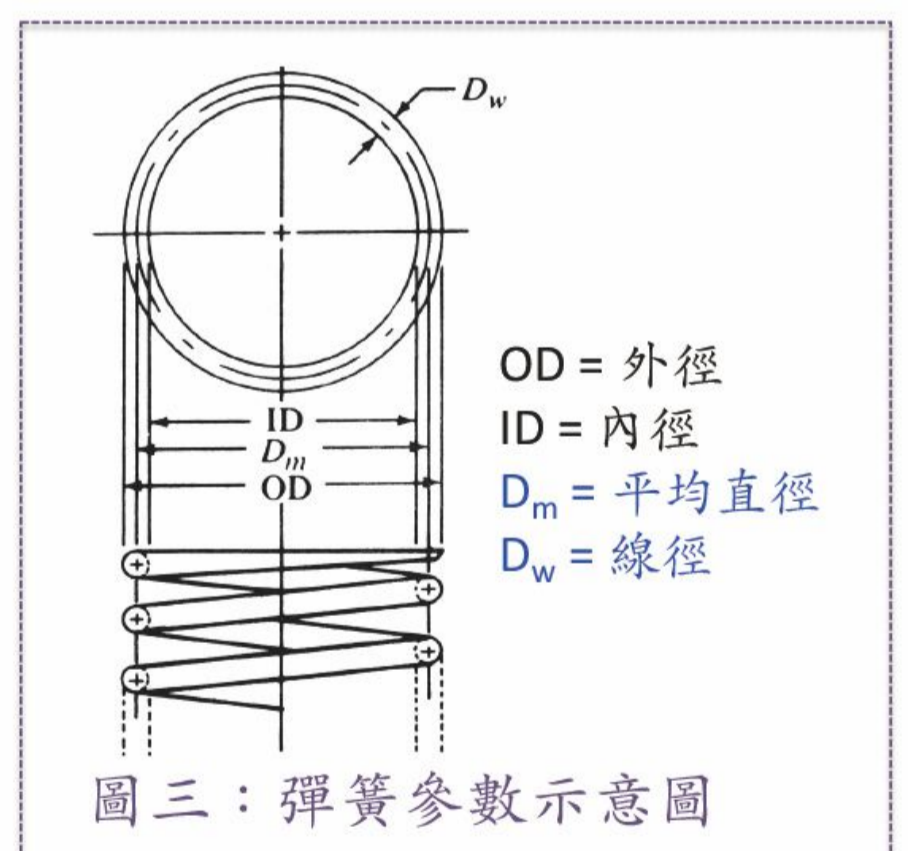
$N_c$ ：有效圈數 =  $N-2$

$G$ ：材料剛性模數 (值越大越不容易發生形變)

##### 握力測量：

表二：握力測量數據

	男性受試者	女性受試者	所有受試者
最大握力 (kg)	42.36±7.86	30.40±3.86	36.67±8.67

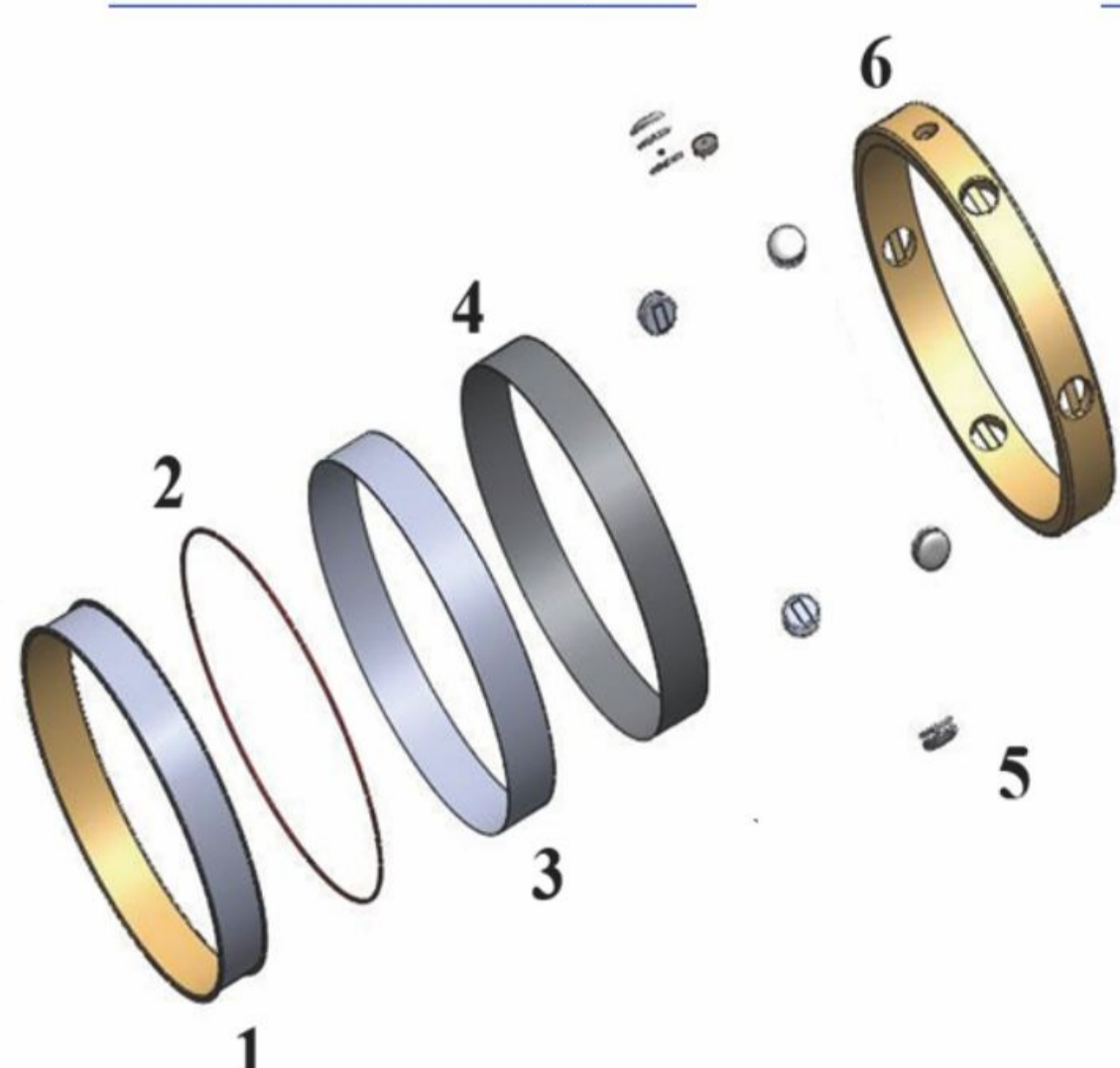


圖三：彈簧參數示意圖

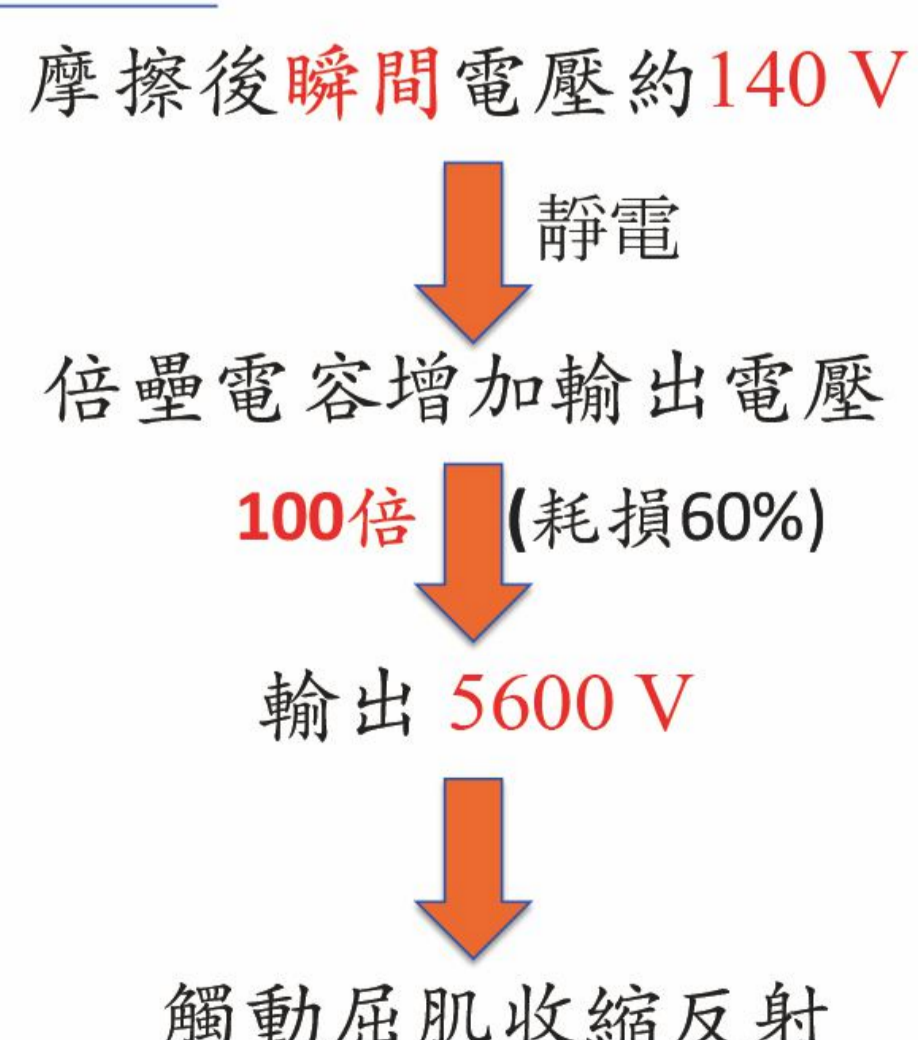
#### 創意成果

##### 手環結構設計：

- 絕緣層
- 轉動摩擦層
- 固定摩擦層
- 傳導層
- 壓力元件
- 手環外殼



##### 靜電輸出流程圖：



#### 未來發展計畫

研究生組 初賽第一名 目標  
決賽第三名



公告本  
SciMu 科學募資平台 (提案中)  
回贈品