

第十二屆旺宏科學獎

成果報告書

參賽編號：SA12-517

作品名稱：能源新契機－燃料電池應用

姓名：王莉芸

關鍵字：綠色能源、燃料電池、急難救助

壹、研究題目：

能源新契機_燃料電池應用

貳、研究動機：

能源是人類日常生活之所需，更是全世界各種動力與工業經濟的命脈。近年來，由於溫室效應日益嚴重，用電量也因此與日俱增，石油也因此快速減少，再過半個世紀，就有可能消耗殆盡。為此，世界各國都很努力的再尋找替代的綠色能源，像是太陽能與風力發電，以即各種再生能源和燃料電池。但太陽能發電能量轉換應用上的效率，仍有一段的技術要突破。而風力發電需要考量地理因素。所以至目前為止，最閃亮的新能源就是燃料電池了。具備高效率低汙染的特性，不僅符合綠色時代所需，再能源界也有舉足輕重的地位。

參、研究目的：

燃料電池與一般電池最大不同點：一般電池會因為化學材料耗盡就不再產生電力，使用時間有限而燃料電池卻可還原後重複使用。利用燃料電池高效率低汙染的特性，應用在日常生活中，替代現在只能使用一次就要回收的一般電池，不僅達到環保能源效果，更能夠應用在不同的產品上，除此之外也更省荷包。於是我們將這電池應用在，救生設備、浮標。

肆、研究過程：

文獻探討：

一、 何為燃料電池？

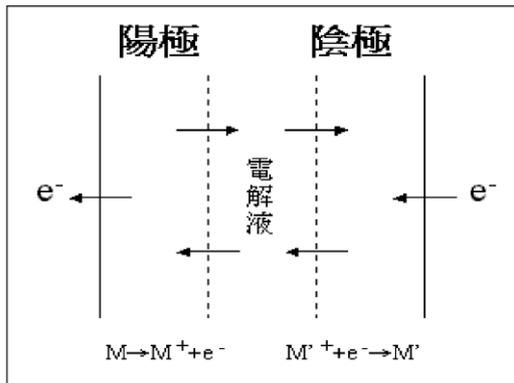
電池的種類可以概分為化學電池與物理電池二種。其中化學電池又可分為一次電池與二次電池，一次電池如熱電池、固體電池、乾電池等，二次電池如鉛酸蓄電池、鋰離子電池及燃料電池。物理電池則可分為太陽能電池、熱起電力電池及原子力電池等。

燃料電池的特色在於正負兩極並無活性物質存在，而是透過外部系統提供，所以只要持續由外部提供活性物質，電池就能夠持續不斷地放電。在正極的部分，進行氧化反應的是空氣或氧氣，在負極的部分，則是以氫氣或煤氣等為主。

二、 應用原理

電池系統向外電路放出電子者稱為陽極，接收電子者稱為陰極。故其外電路之電子流為自陽極至陰極，其電流方向為陰極至陽極。因此我將電池的陽極定為負極，陰極定為正極。如圖一。

環保電池當中，草酸釋放出電子使其經由外電路留至另一電極，讓雙氧水接收電子。另一方面，草酸也釋放出氫離子，經由內電路穿過透析膜流向另一極。因此，我們將草酸定為陽極（負極），雙氧水定為陰極（正極）。



圖一、電池應用原理

三、 燃料電池—鋅空氣電池

燃料電池的運作原理。電池含有陰陽兩極，分別充滿電解液，而兩電極間則為具有滲透性的薄膜所構成。燃料電池與一般電池最大不同點：一般電池會因為化學材料耗盡就不再產生電力，使用時間有限而燃料電池卻可還原後重複使用。

金屬燃料電池又稱為鋅空氣燃料電池，是一種會呼吸的電池。藉由空氣中的氧進入電池中，在正極上發生化學反應，在反應過程中氧氣會被消耗，所以必須不斷地從外部空氣中取得氧氣；而氧氣卻是自然界垂手可得的一種物質，所以在能源的成本上是非常便宜實用。

另一部分反應的物質是金屬鋅，它參與電池中的負極化學反應。在反應過程中金屬鋅會氧化成氧化鋅，並沉澱在電解液中(雙氧水、海水等)。只需收集反應後的氧化鋅，並將氧化鋅電解還原成鋅，便可再生利用。

1. 鋅空氣燃料電池特點

(1). 常溫常壓下即可操作



電解液（NaCl）

(2). 高效率，燃料電池依據電化學原理等溫直接將化學能轉換為電能，電池在工作實際轉換效率平均為40~60%左右，熱電合併效率為80%。

(3). 低噪音，燃料電池結構沒有運轉機械，所以它的運作上非常安靜。

(4). 低污染，以純氫為燃料時，唯一產物為水。

(5). 進料多元，燃料來源例如天然氣、石油、煤炭等氣化產物，或是沼氣、酒精、甲醇等，可以減少主流能源的浩劫。

- (6). 用途廣泛，包括可攜式電力、車輛電力、分散型電廠以及集中型電廠。
- (7). 自放電率低，若在密閉空間中，放電機率為零。
- (8). 重量小、容量大、體積小、系統結構簡單。
- (9). 所需反應物為鋅和空氣，低成本，高環保性，產生電能後，產物為水與氧化鋅，這些物質經處理後接可再使用，環保絕對受肯定。

伍、研究方法：

我們對市面上的所有電池做現況調查

一次電池	二次電池
<p>用完為止（無法充電重複使用）</p> <p>錳鋅乾電池（碳鋅電池）</p> <p>錳鋅系鹼性電池</p> <p>鎳系乾電池</p> <p>鋰電池</p> <p>鹼性水銀電池</p> <p>氧化銀電池</p> <p>空氣鋅電池</p>	<p>只需充電便可重複使用的電池(需使用專用充電器)</p> <p>鎳鎘電池</p> <p>鎳氫電池</p> <p>鋰離子電池</p> <p>小型控制閥式鉛酸電池</p> <p>鉛酸電池</p> <ul style="list-style-type: none"> • 車用鉛酸蓄電池 • 固定場所蓄電池 • 電動車用蓄電池 <p>鹼性蓄電池</p> <ul style="list-style-type: none"> • 燒結式鹼性蓄電池 • 可攜帶式鹼性蓄電池

不論是一次電池或二次電池都需要回收，對環境上及人類來講也有一些傷害，但新能源，燃料電池效率高，卻又不傷害環境，有多方面應用發展的趨勢，因此燃料電池成為目前最受矚目的明星能源，尤其是燃料電池中的鋅空氣電池。

鋅空氣燃料電池能源特性優異，有如下諸多特點：常溫常壓下即可操作、自放電率低、重量小、體積小、容量大、結構簡單、具環保性，其產生電能後，產物即水與氧化鋅，這些物質經處理後皆可再使用。此外，電池所需的反應物主要有鋅和空氣，成本低廉，故經濟性無庸置疑。至於應用層面也很廣，舉凡 3C 產品、電動車輛或區域發電機中均可見其蹤跡。

目前全世界尚無燃料電池的商業化產品，但燃料電池的熱潮卻已成為炙熱的焦點。未來將隨著產品的演進及消費習慣的改變而進入各領域，市場潛力無窮。另外，至目前為止，鋅空氣電池總是用在較大供電需求領域，在此，我們想將此

鋅空氣電池應用在小供電領域。讓即使是較小的用電產品也能夠使用。

前幾個月，看到老師的孩子在玩金屬燃料電池車，覺得有趣，搞清楚原理後，突發奇想，想將這電池原理應用在海上救難工具上。

金屬燃料電池包含鎂空氣燃料電池、鋁空氣燃料電池、銅鋁合金燃料電池和鋅空氣燃料電池。我們為了找出最符合我們需求的燃料電池，為這四種燃料電池做了實驗。以下為實驗結果。

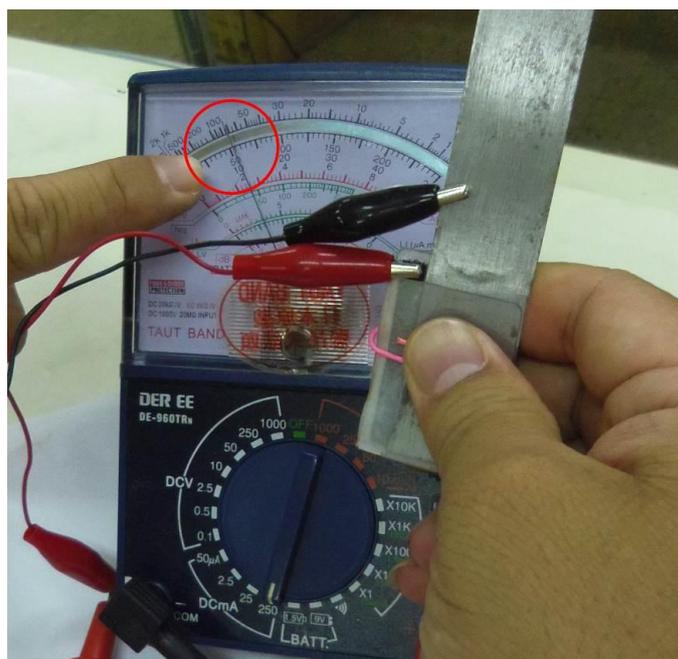
一、 鎂空氣燃料電池

測試條件：

電解液濃度:(NaCl 20%)



圖二、鎂燃料電池測試結果：
電壓：0.5V

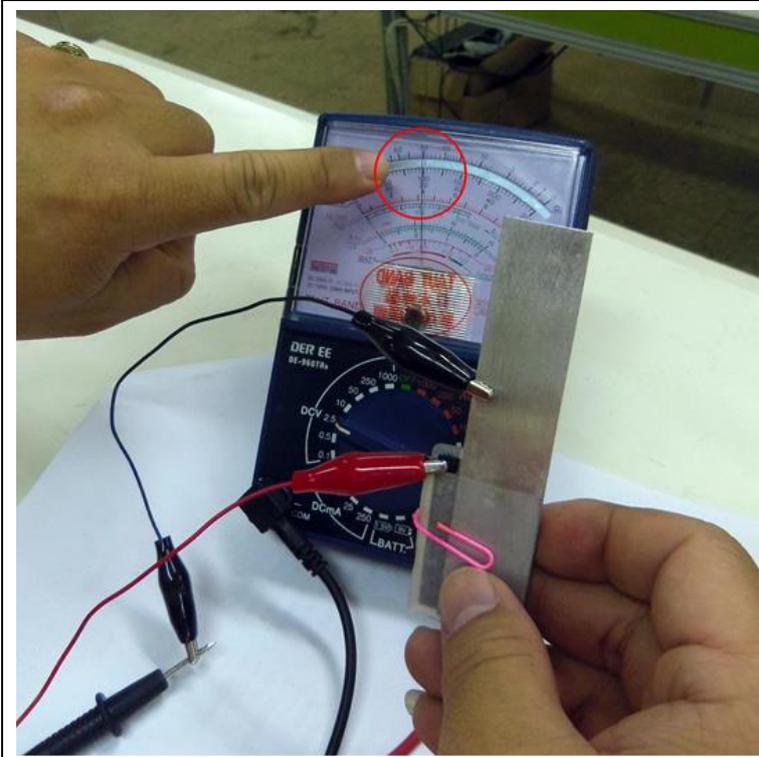


圖三、鎂燃料電池測試結果：
電流：50mA

二、 鋁空氣燃料電池

測試條件：

電解液濃度:(NaCl 20%)



圖四、鋁燃料電池測試

結果：

電壓：1.0V



圖五、鋁燃料電池測試

結果：

電流：100mA

三、 銅鋁合金燃料電池

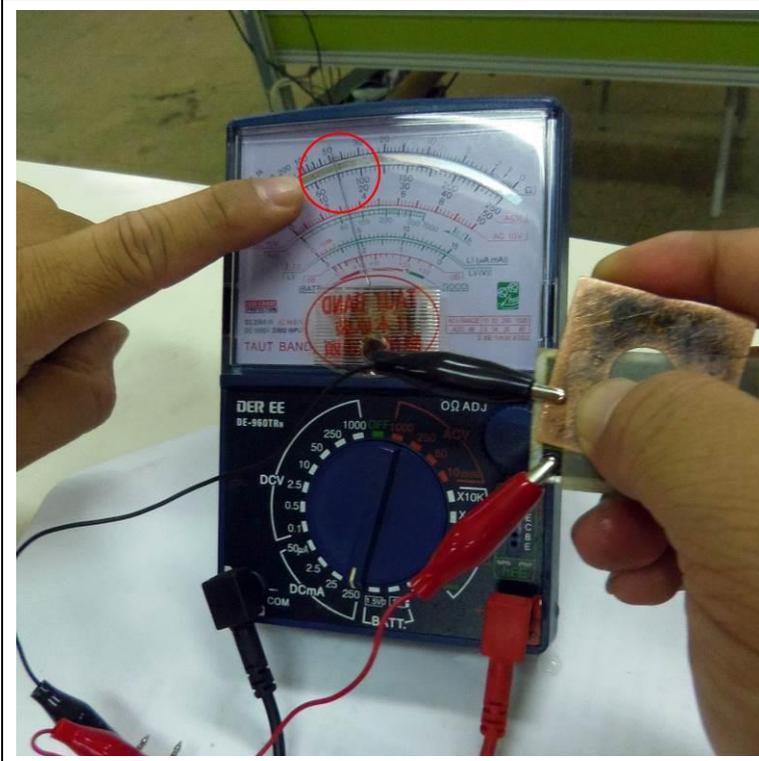
測試條件：

電解液濃度:(NaCl 20%)



圖六、銅鋁合金燃料電池測試結果：

電壓：0.65V



圖七、銅鋁合金燃料電池測試結果：

電流：75mA

四、 鋅空氣燃料電池

測試條件：

電解液濃度:(NaCl 20%)



圖八、 鋅燃料電池測試

結果：

電壓：1.5V



圖九、 鋅燃料電池測試

結果：

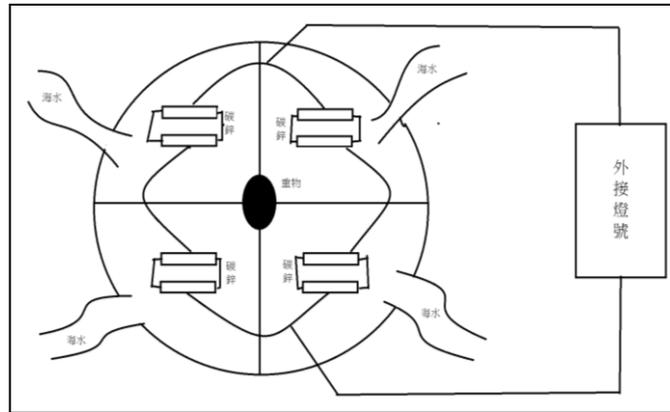
電流：250mA 以上

陸、應用作品：

一、希望蛋生：

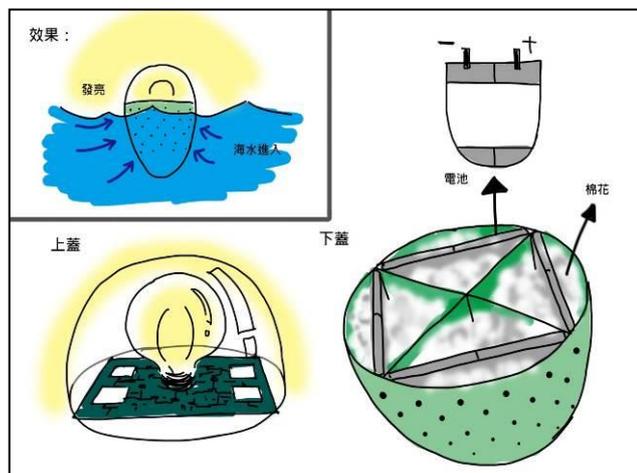
近幾年人們把派對搬上了郵輪等設施，和家人、朋友享受幸福快樂的時光，但天有不測風雲，人有旦夕禍福，意外往往來得令人措手不及，且不是每一個人都能夠順利的搭乘小船逃生。海洋之大，又有洋流，搜救之困難，常會因此錯過救援的黃金七十二小時。為了讓受難者更容易被救起，我們想使用燃料電池，藉由海水使燃料電池產生電力，使蛋上的 LED 燈能夠發送摩斯密碼之 SOS 的求救訊號，讓救難隊能夠更快的搜尋到受難者確切的位置，並完成救援任務。

經過我們的實驗，發現鋅空氣燃料電池最穩定，最符合我們希望之蛋的需求，所以我們選擇鋅空氣燃料電池應用在我們的蛋上。我們的設計是在蛋的下半部內安裝四組碳板和鋅板，將其四組用隔板隔開以便各自發電而不影響其他組發電，然後將蛋的蛋殼打上數個洞讓海水灌進來當作電解質以便讓碳板及鋅產生發電效應。如圖十所示。



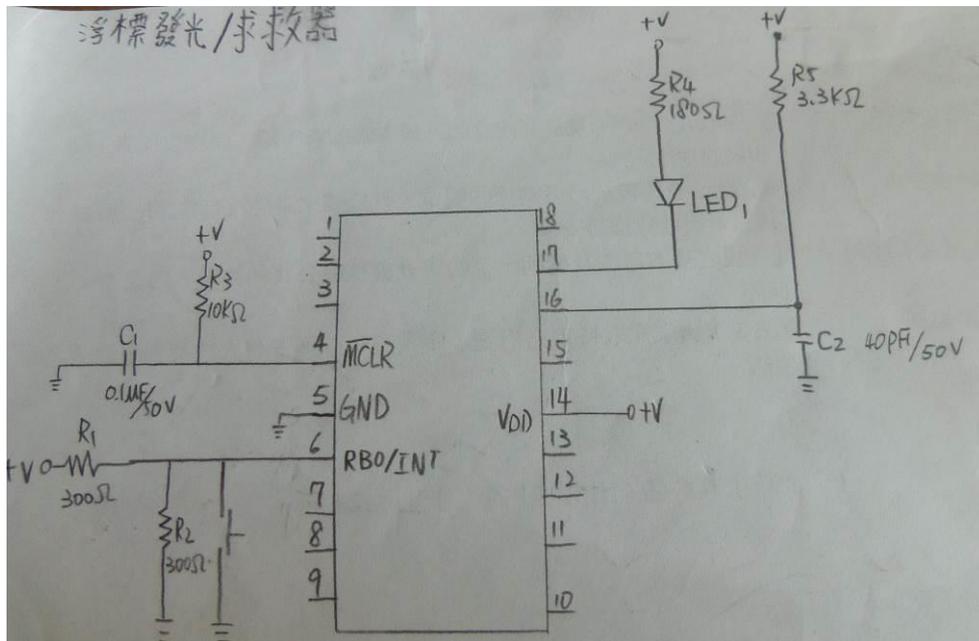
圖十、鋅空氣電池串並聯連接圖

蛋的上蓋裡面裝設閃爍燈號的電路板及 LED 燈泡，而下蓋裡面所裝設的是利用海水當作電解液，碳棒及鋅板進行發電後，將電流傳到蛋的上半部的燈號電路裡，經由電路轉換後讓 LED 燈閃爍發亮，如圖十一所示。



圖十一、功能示意圖

另外我們把 LED 燈的閃爍規則做成 SOS 的摩斯訊號，其電路如圖十二所示。為了不讓求救燈號被忽略或誤認，因此把閃爍燈號加以設定，將它設定成讓所有的搜救人員都認識的求救信號。



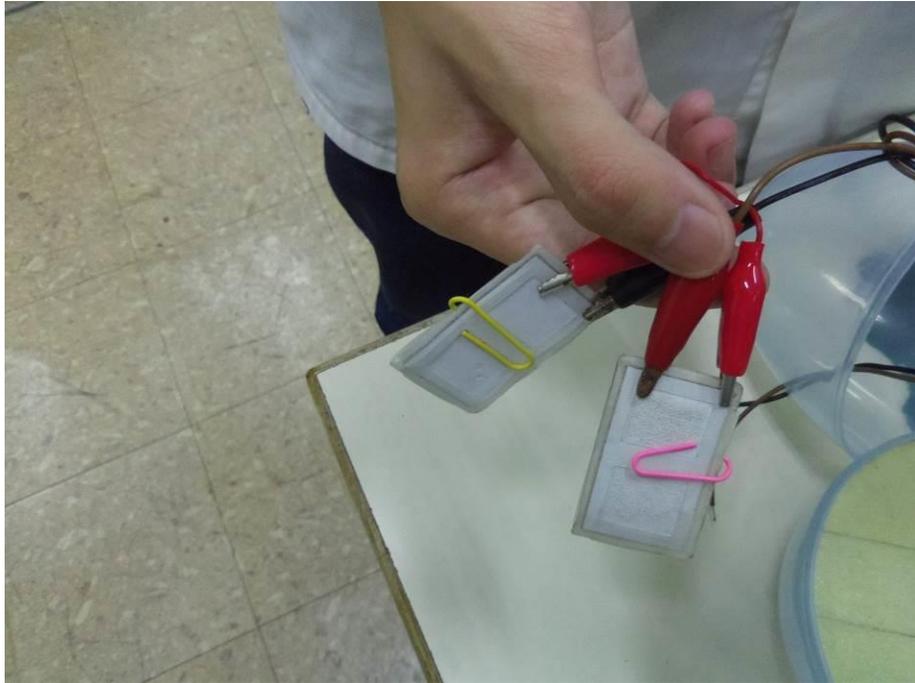
圖十二、SOS 的摩斯訊號電路

實驗材料：

電子材料：	海綿 (蛋的外部吸收海水)
碳板 x4 (製作電池)	棉花 (蛋的內部吸收海水)
鋅板 x4 (製作電池)	資料夾 (捆綁碳、鋅棒)
電阻 x5 (1K x2, 47K x2, 10k)	重物 (使蛋的重心向下)
電容 x2 (22UF x2)	隔板 (分隔四個碳鋅電池)
電晶體 x4	電線 (電源傳輸)
(2SC1685 x2, 2SA1151 x2)	鹽巴 (模擬海水)
	電路板
	蛋殼模型

希望”蛋”生_組裝過程

1. 電池串並聯連接，如圖十三。



圖十三、電池串聯

2. 放入裝置下層，如圖十四。



圖十四、電池放入裝置下層

3. 將鋅空氣電池連接至上層電路，如圖十五。



圖十五、鋅空氣電池接上層電路

4. 組裝完成並放入電解液中測試，如圖十六。

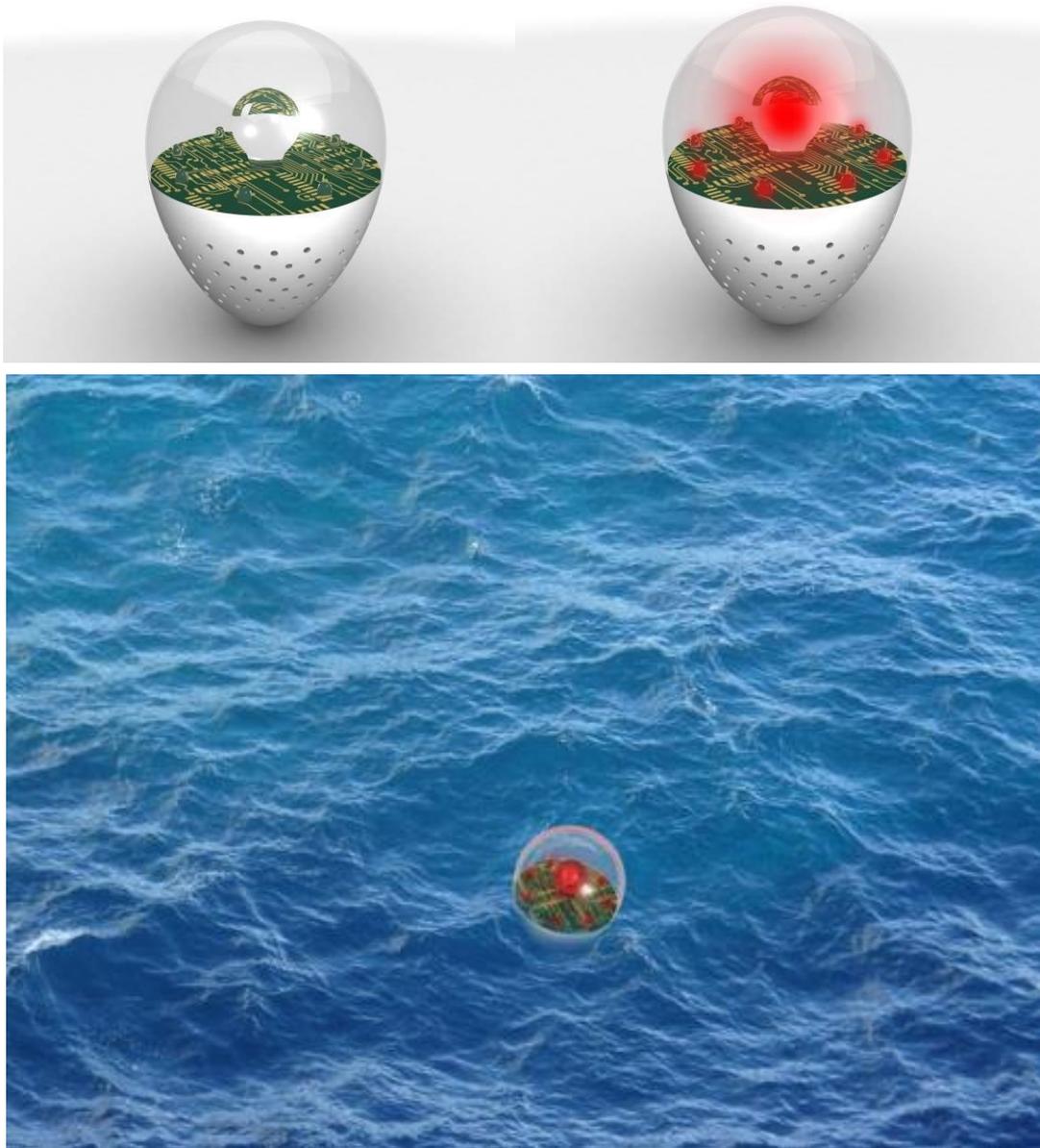


如圖十六、組裝完成測試

討論：

我們目前的作品是以在海上發生情況時所做的基礎作品，但我們希望在未來可以做出水陸通用的希望之蛋，其主要的差異在於電解液的問題，在海上不會缺乏所需電解液，可是陸地卻有，因此從這方面的問題下手，改善這問題就可以做出可以在陸地上使用也不會有電解液問題的作品。

下圖為 3D 渲染模擬圖。如組圖一。



組圖一、希望誕生作品渲染圖

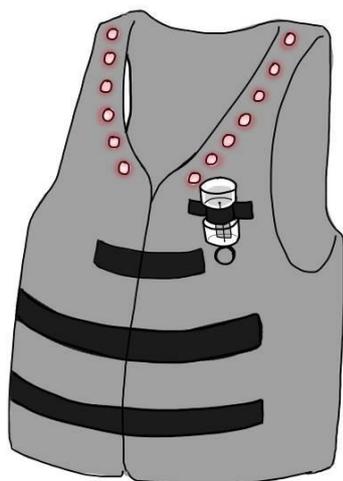
二、希望在身

一般的救生衣只是單純能夠使人浮在水上，如果人落入海裡卻沒有辦法發出訊息告訴外界「我在這裡！快來救我」那也只能在茫茫大海中漂流，救援的黃金 72 小時就在這個時候一點一滴的流走了。

於是我們在救生衣的肩膀和背部加裝多顆高亮度的 LED 燈以及在左邊胸口加裝鋅空氣電池。鋅空氣電池部份我們用了插梢式設計，上層部分是鹽水，下層則是鋅空氣電池。當人落入海中，就不需拉開插梢，海水從下層洞洞進入，和鋅反應，過程中產生電力，使 LED 燈發亮。若緊急狀況發生在陸地上，沒有鹽水，這時候便可拉開插梢，讓上層的鹽水進到下層，與鋅板反應，使肩上的 LED 燈發亮。

如此一來這不只能在水上活動使用，空中活動皆可使用，也不限國家。如此一來便擴大了應用在救援上的廣度。

下圖為「希望在身」之設計圖。如圖十七。



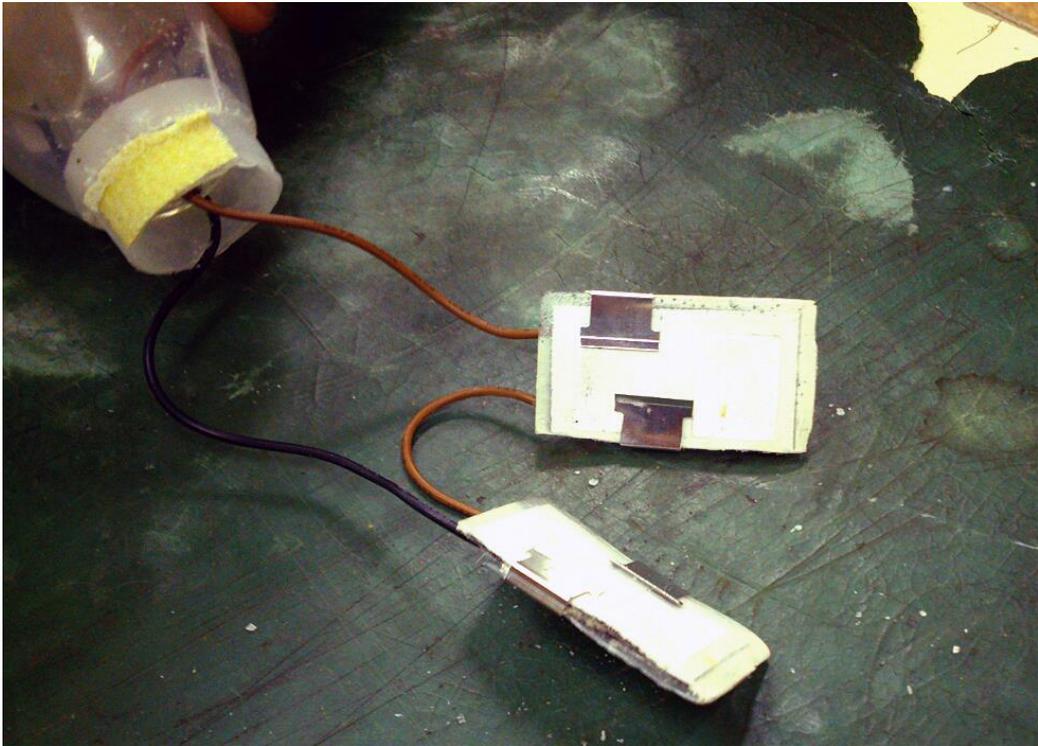
圖十七、希望在身設計圖

實驗材料：

電子材料：	吸管
碳板 x2 (製作電池)	小瓶子、軟木塞
鋅板 x2 (製作電池)	迴紋針 (捆綁碳、鋅棒)
電阻 x5 (180x1 300x2 3.3kx1 10kx1)	電線 (電源傳輸)
電容 x2 (40PF x1 0.1UF)	鹽巴 (模擬海水)
單晶片(PIC16F84A-04/P)	電路板
高亮度紅 LEDx5	插梢殼(上層裝鹽水，下層裝鋅板)
	救生衣

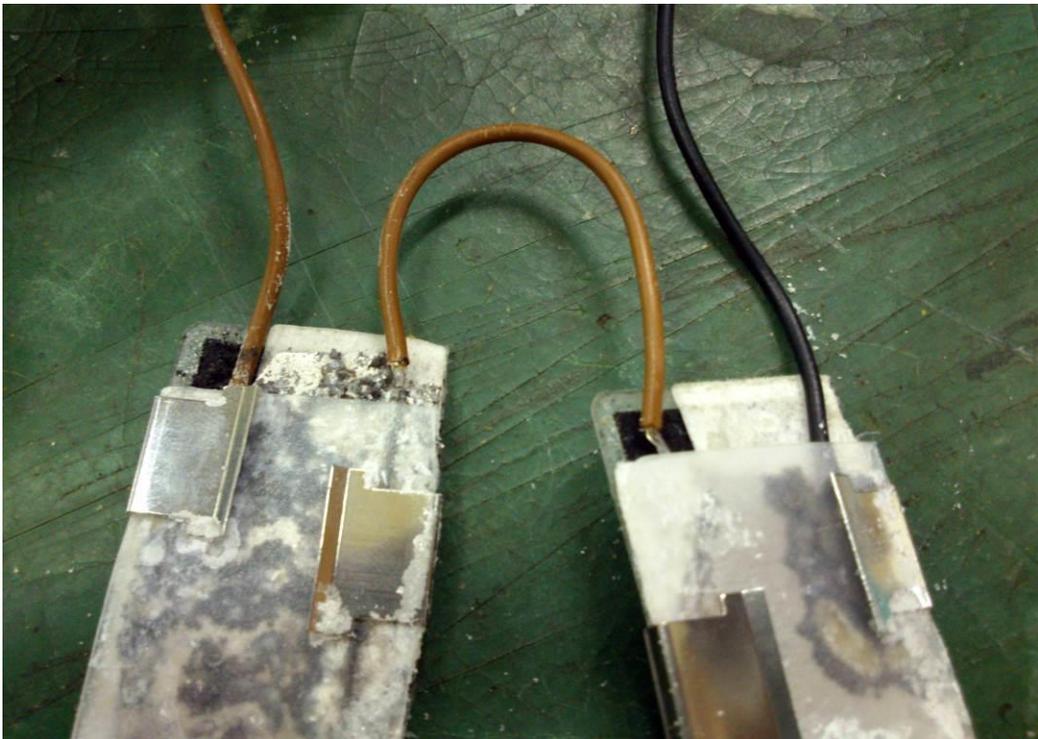
SOS 救生衣組裝過程

1. 上方電路下接鋅空氣電池。如圖十八。



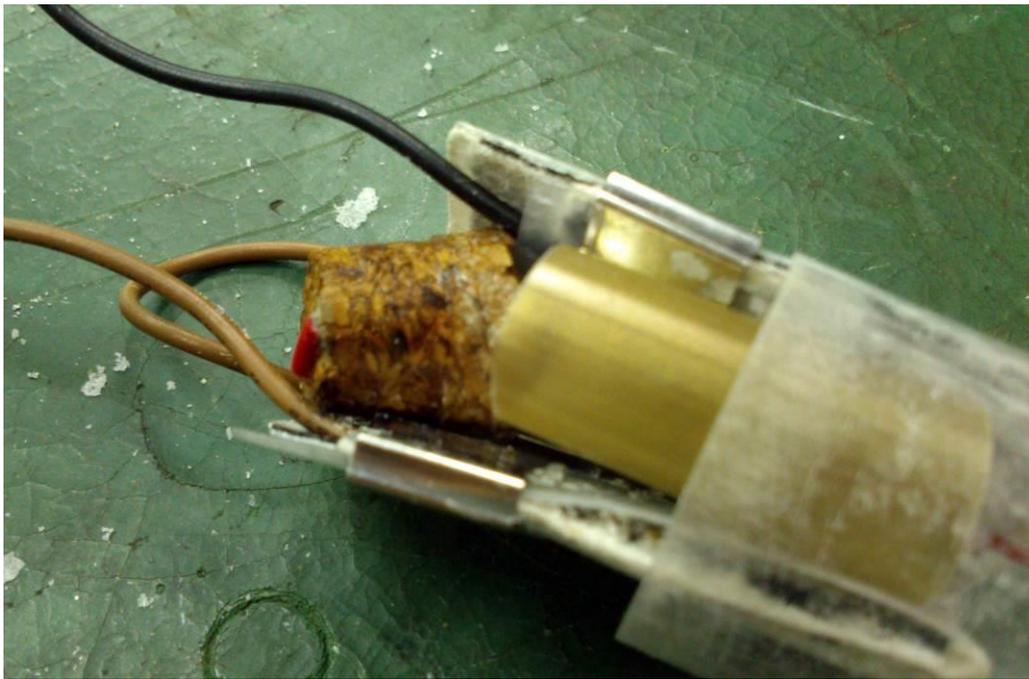
圖十八、上方電路下接鋅空氣電池

2. 把兩電池做串聯。如圖十九。



圖十九、把兩電池做串聯

3. 以一段吸管隔開兩個鋅空氣電池，將電池塞入。如圖二十。



圖二十、塞入電池。

4. 在上層部分的小瓶子裡加入鹽水，用軟木塞塞住瓶口。再將上下部分扣合在一起，便完成。如圖二十一。



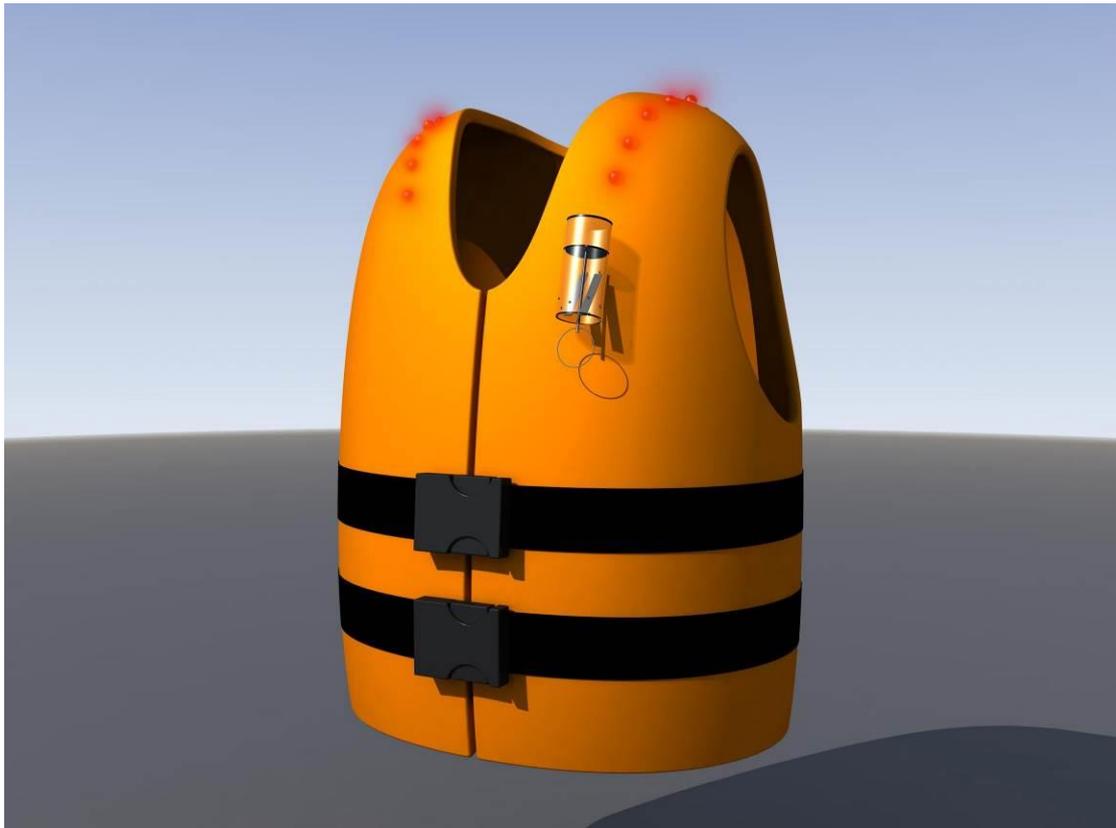
圖二十一、組合上層部分功能

討論：

希望能再做些改造，成一款爬山用的救生衣，把其中的浮板拿掉，改成具保暖功能的材質，肩膀上一樣加裝 LED 燈，胸口也有插梢式的鋅空氣電池但再增加 GPS 的功能。這樣一來，當山難發生時，不僅能使身體保溫，更能使 LED 燈發亮，讓救難隊員能夠更容易發現受難者，完成救援任務。

另外，可將電池部分造型改為長方形，再將體積縮小些，好讓服貼在救生衣的面能夠更大些，更不易脫落。

下圖為「希望在身」之 3D 渲染模擬圖。如圖組圖二。



組圖二、希望在身渲染圖

三、發光浮標

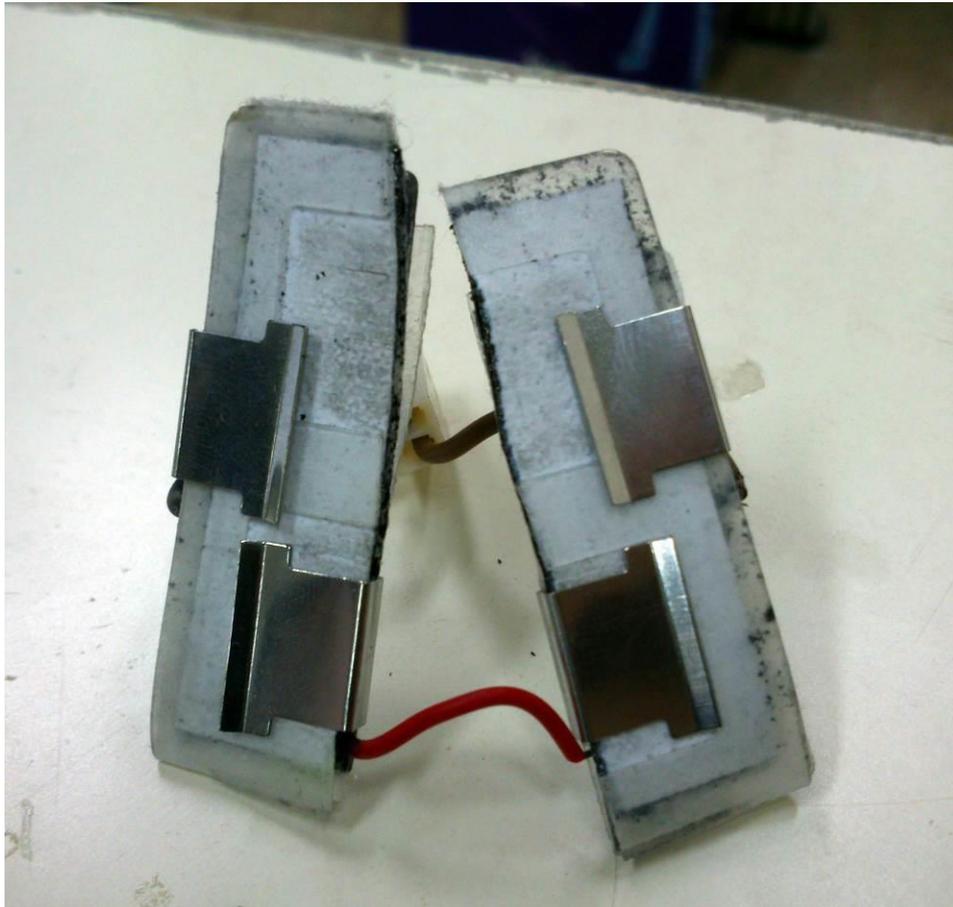
有夜釣小管經驗的人都知道，在釣小管之前，都會先把高亮度的白色燈泡降到船底下吸引有趨光性的小管。如果我們在浮標裡裝上鋅空氣電池和高亮度的LED燈，利用和作品「希望蛋生」一樣的原理，讓漂浮在海上的浮標能夠因為浸泡在海中而使海水中的氯化鈉與鋅板及空氣中的氧氣發生化學反應，使LED燈發亮，以提高成功引誘及釣到小管的機率，讓遠道而來的遊客們不會因為沒釣到小管，敗興而歸囉。

實驗材料：

電子材料：	迴紋針（捆綁碳、鋅棒）
碳板 x2（製作電池）	電線（電源傳輸）
鋅板 x2（製作電池）	鹽巴（模擬海水）
高亮度白 LEDx1	電路板
	浮標

發光浮標組裝過程

1. 將兩鋅空氣電池做串聯。如圖二十二。



圖二十二、電池串聯

2. 將兩鋅空氣電池分別插入插槽中。如圖二十三。



圖二十三、電池分別插入插槽

3. 再將上蓋和下蓋的線接好，蓋上。如圖二十四。



圖二十四、上下蓋連接好

4. 組合完成。如圖二十五。



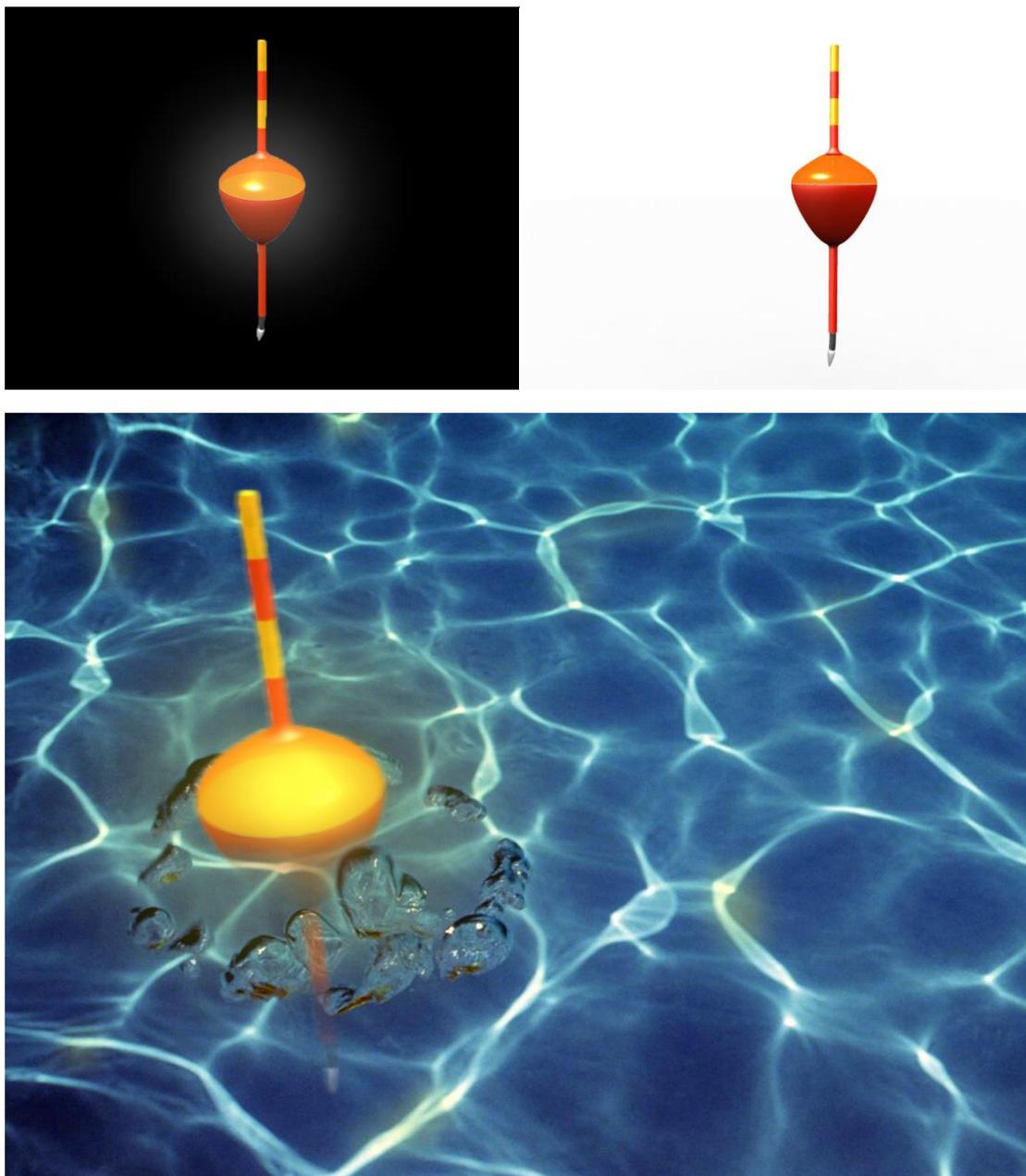
圖二十五、組裝完成。

5. 發光測試。如圖二十六。



圖二十六、組裝完畢後，發光測試

下圖為產品「發光浮標」之 3D 渲染模擬圖。如組圖三。



組圖三、發光浮標渲染圖

柒、 結論

鋅空氣電池，是一個電壓穩定且非常環保的新能源。我們將其遇鹽水即發電的特性應用在救難設備上。雖然不是每個人天天都用得上，但當人們做些水上、空中、陸地上的活動不幸遇難的時候，能夠發揮它很大的功用，就是「保住性命」。不僅能夠使不幸受難的人們更容易地被搜尋到並救起，更能夠為受難者帶來希望，而不再只是在茫茫大海中等死。

捌、 參考資料：

行政院國家科學委員會 [《科學發展》2003 年 7 月，367 期，12~15 頁](#)

<http://web1.nsc.gov.tw/ct.aspx?xItem=7917&ctNode=40>

經濟部能源局 2010 年 09 月能源報導－能源教育

<http://energymonthly.tier.org.tw/outdatecontent.asp?ReportIssue=201009&Page=20>

燃料電池 黃鎮江

<http://www.che.yuntech.edu.tw/Functional%20polymer%20La/fuel%20cell%20good%20point.htm>

電池分類及用途

<http://tw.myblog.yahoo.com/48-hono/article?mid=-2&prev=270&l=a>