

111年度氣候變遷創意實作競賽

決賽作品說明書

隊伍編號+名稱	18 八角形
作品中文名稱	海洋能源轉換機
作品英文名稱	Ocean Energy Converter

參賽學校：雲林科技大學

指導老師：王萱鎬

團隊成員：陳聖義/吳秉翰/張為凱

目錄

Chapter 1 創意構想	1
Chapter 2 機器架構	1
Chapter 3 理論說明	2
Chapter 4 材料合成	2
Chapter 5 電路設計	4
Chapter 5 總結論	5
REFERENCE	5

Chapter 1 創意構想

因全球暖化的影響，海平面上升，因此想出了用電解的方式將海水轉換成氫燃料，透過有效的利用海水資源，能讓地球上的高汙染發電系統減少使用率，且目前依靠氫燃料之載具已逐漸問世，若未來普及化則需要興建製氫的基礎設施，這個過程能轉變人類過度依賴核能發電的現象，本團隊參考了 Solar-driven, highly sustained splitting of seawater into hydrogen and oxygen fuels 這篇論文中將電解陽極改造成鎳鐵氫氧化物·硫化鎳·多孔發泡鎳 (NiFe/NiSx/Ni) 的概念，能夠解決舊有海水電解製氫技術效率差、陽極材料易耗損的問題，且設計五大系統，風力發電系統、太陽能發電系統、電解系統、儲氫設備、幫浦，並應用再生能源發電，發明出了名為海洋能源轉換機的新型概念機器。

Chapter 2 機器架構

機器設計成八角形的外殼，使用壓克力材料製作，將風力發電機、太陽能發電板、電解槽、儲氫瓶、幫浦組裝進機器中，首先從風力發電機、太陽能發電板等設備製造電力，中間透過風力及太陽能控制器加以控制，並將電力儲存到鉛酸電池，再透過降壓模塊將直流電源輸入到電解槽中，因為鎳鐵氫氧化物、硫化鎳、多孔發泡鎳 (NiFe/NiSx/Ni) 的緣故，可高效電解海水並產生 H₂ 和 O₂，之後生成的氫燃料再導入儲氫瓶中，氧氣則選擇不儲存將其排入大氣中，機器設置位置是船上或碼頭，可收集氫燃料及發電，本次競賽的作品為 demo 版，儲氫瓶、幫浦均使用較小的版本。

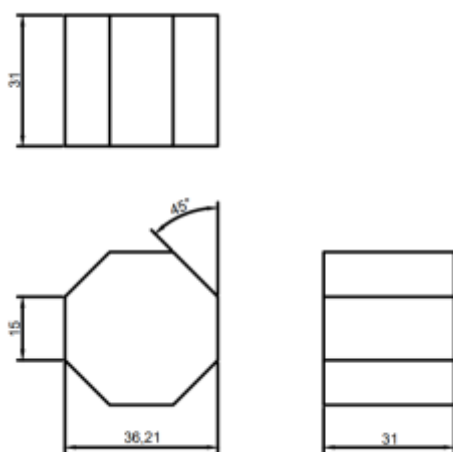


Fig. 1 機器三視圖

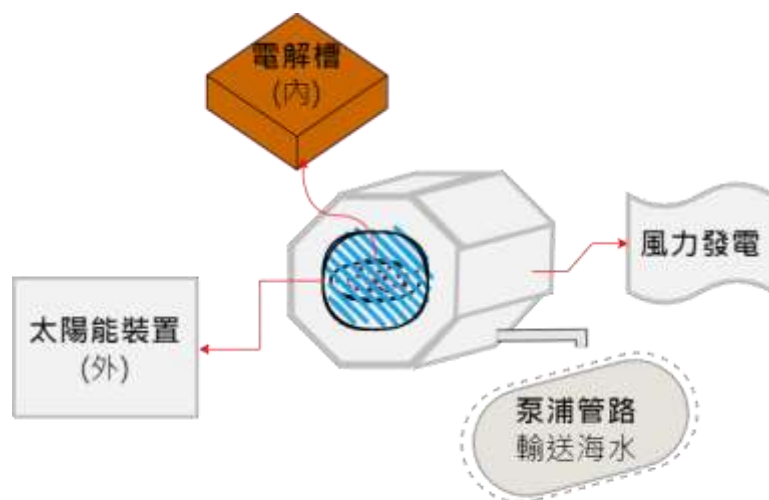


Fig. 2 機器架構圖

Chapter 3 理論說明

在這邊引述 Solar-driven, highly sustained splitting of seawater into hydrogen and oxygen fuels 論文中的大綱:「電解水以產生氫燃料對未來的可再生能源格局至關重要，我們提出了一個由鎳鐵氫氧化物 (NiFe) 電催化劑層組成的多層陽極，該電催化劑層均勻地塗覆在多孔 Ni 泡沫 (NiFe / NiS_x-Ni) 上形成的硫化鎳 (NiS_x) 層上，在工業所需的電流密度 (0.4 至 1 A / cm) 下運行的太陽能驅動的鹼性海水電解中具有優異的催化活性和耐腐蝕性，超過 1,000 小時，連續的、高度析氧反應活性的 NiFe 電催化劑層將陽極電流引向水氧化，並在陽極中形成原位生成的聚原子硫酸鹽，和富含碳酸鹽的鈦化層，是鹽水分解陽極的排斥氯和優異的耐腐蝕性的原因，為設計和製造持續的海水分解電極提供了新的方向，併為使用地球上巨大的海水作為能量載體提供了機會。」

Chapter 4 材料合成

共分成兩種做法(1)為原先論文的完整合成方法，(2)為本團隊改良後的做法。

(1)

NiS_x-Ni 泡沫的形成：Ni 泡沫 (420 g/m²，通過在丙酮和乙醇中超聲脫脂) 首先在 10% H₂ (按體積計，90% Ar) 氣氛中在 500 °C 下退火，以完全去除表面天然氧化物層。在聚四氟乙烯襯裡的不銹鋼高壓釜中，將 50 mg 硫粉 (Sublimed, JT Baker) 溶解在 30 mL 無水甲苯 (Sigma-Aldrich, 99.9%) 中。然後將兩片 1cm×3.5cm 的退火態鎳泡沫放入甲苯溶液中。然後將高壓釜加熱至 150°C 保

持 5 小時。將高壓釜冷卻至室溫後，將產物用乙醇和甲苯洗滌3次並在室溫下乾燥。

接著進行電沉積的部分，將 Ni 泡沫（420 g/m²，通過在丙酮和乙醇中超聲處理脫脂）或 NiS_x-Ni 泡沫置於 150 mL 的 6 mM Ni(NO₃)₂ 溶液中（Sigma-Aldrich, 98%）以 2 mM Fe(NO₃)₃（Sigma-Aldrich, 98%）作為工作電極，具有 Pt 網（計數器）和 Ag/AgCl satd。氯化鉀（參考）。通過冰浴將溶液保持在 10°C 並以 100 rpm 的速度攪拌。工作電極保持在 -1 V vs. Ag/AgCl 飽和。KCl (R = 20 Ω) 45 分鐘，形成氫氧化物層。電極用去離子水沖洗，然後在室溫下乾燥

(2)

先選用泡沫鎳（3 x 6大小），秤重後用繃帶纏繞，先剪一段繃帶，用繃帶纏住3cm x 3cm 的部分，在泡沫鎳上合成 Ni₃S₂ 薄膜，首先用 1 M HCl 溶液、去離子水和無水乙醇清洗數次，Ni₃S₂採用溶劑熱輔助硫化泡沫鎳法，製備含有 0.5 mmol 硫脲(CS(NH₂)₂)(分子量76g/mole) 的 50 mL 乙二醇 (EG)，但本次實驗改用250ml 燒杯，因此其餘參數乘以2.5倍，所以硫脲秤0.095g，乙二醇秤125ml，接著在抽風櫥使用藥勺、吸量管及安全吸球操作，將硫脲和乙二醇溶液加入，並將其轉移到 Teflonlined 不銹鋼高壓釜中，將一塊乾淨的泡沫鎳浸入反應溶液中。然後將高壓釜密封並在電烤箱中保持在 180°C 幾個小時（2、7 和 10 小時），冷卻至室溫後，取出泡沫鎳，用去離子水洗滌，然後在 50 °C 下乾燥 120 分鐘，所製備的 Ni₃S₂薄膜分別表示為 Ni₃S₂-2、Ni₃S₂-7和 Ni₃S₂-10，分別對應於 2、7 和 10 小時的硫化時間，本次實驗經過了10hr 的硫化時間，因此為 Ni₃S₂-10。

然後進行下一個名為電沉積的化學反應，通過超聲處理脫脂(將丙酮和乙醇) 或 NiS_x-Ni 泡沫置於 150 mL 的 6 mM Ni(NO₃)₂ 溶液中(Sigma-Aldrich, 98%) 與 2 mM Fe(NO₃)₃ (Sigma-Aldrich, 98%) 作為工作帶 Pt 網（計數器）和 Ag/AgCl satd 的電極，氯化鉀（參考），解決方案被保留在 10 °C 下通過冰浴並以 100 rpm 的速度攪拌，工作電極保持在 -1 V vs. Ag/AgCl 飽和，KCl (R = 20 Ω) 45 分鐘，形成氫氧化物層，這電極用去離子水沖洗，然後使用烘箱乾燥8小時，到這一步鎳鐵氫氧化物、硫化鎳、多孔發泡鎳（NiFe/NiS_x/Ni）則製作完畢。



Fig 3. 材料成品圖

經過評估後第二種做法對本團隊實驗室的环境下，較為高效率，因此在材料合成的過程中做了改良。

Chapter 5 電路設計

本圖(Fig.4)為海洋能源轉換機的電路架構設計。

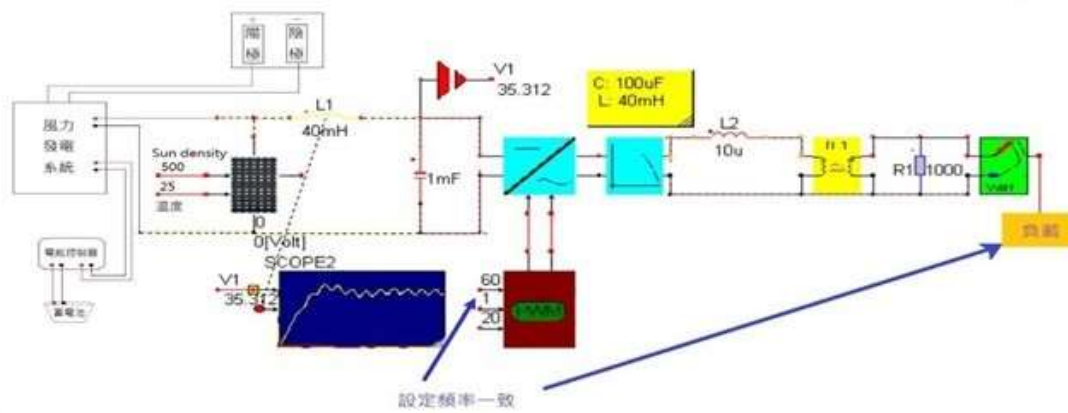


Fig.4 內部電路圖

Chapter 6 總結論

在未來台灣需要用再生能源補足電力缺口，海洋能源轉換機具有收集電力和氫燃料兩種功能，為小型的試驗機台，主要能達成的效益是，會充分的利用海洋的自然資源產生電力及氫燃料，為新型態的試驗型儲能架構，未來等氫燃料車普及後，海洋能源轉換機能夠改裝成類似於氫能源補充站的形式，為可再生能源領域提供了一個未來的新視角。

REFERENCE

- [1] Yun Kuang, Michael J Kenney, Yongtao Meng, Wei-Hsuan Hung, Yijin Liu, Jianan Erick Huang, Rohit Prasanna, Pengsong Li, Yaping Li, Lei Wang, Meng-Chang Lin, Michael D McGehee, and Xiaoming Sun, Hongjie Dai, “Solar-driven, highly sustained splitting of seawater into hydrogen and oxygen fuels”, 2019
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30886092/>
- [2] 陳正輝 (2010)。風力發電技術研習會。取 DOCPLAYER 網址
<https://docsplayer.com/189165353-Powerpoint-%E7%B0%A1%E5%A0%B1.html>