

第三章 實驗方法

3.1 陽極端氣體擴散層之選擇以及製備

一般常見的MEA中就已包含有氣體擴散層(GDL)，而本實驗使用兩種MEA，其一是五層MEA組，包含碳布GDL、觸媒層以及質子交換膜(PEM)，而另一是三層MEA組，最大的差異性在於三層MEA組並沒熱壓GDL。由文獻[6]所知，在陽極端的GDL採用導電性較好的不鏽鋼網會獲得較好的效能，以及因需要觀察陽極端二氧化碳氣泡產生的現象，於是我們將分別採用親水性的不鏽鋼網(200目，線徑 50 μ m)、不鏽鋼網鍍金當作陽極的GDL，用 130 $^{\circ}$ C、100kg/cm²熱壓 3mins使其固定在三層MEA上，陰極則用碳紙當作GDL。

3.2 液氣分離器之配置

μ DMFC 陽極端配置如 Fig. 3.1 所示，最上端為壓力克蓋板，用以固定整個燃料電池組並導引多餘甲醇然後回收。其次是液氣分離器的部份，上方斥水性的碳紙用來阻隔燃料外洩並排氣，下方的流道設計則有液氣分離的作用。而氣體擴散層(GDL)部分我們則採用親水性較佳的不鏽鋼網來取代斥水性的碳布或碳紙，以期增加甲醇燃料進入觸媒層反應能力以及產生之二氧化碳氣泡亦不容易堵塞 GDL。

此外碳紙(TGP-H-300)則使用鐵氟龍(Teflon®)溶液加以增加其斥水性以及縮小其孔隙度，根據文獻[26]所示，我們將碳紙浸泡在鐵氟龍溶液後，放置於 hot plat 上用 60°C 烘烤 30 分鐘，之後再升溫到 300°C 烘烤 15 分鐘後完成碳紙的斥水性處理。我們使用二種不同體積濃度(10 vol.% & 20 vol.%)的鐵氟龍溶液以及未 coating 鐵氟龍溶液之碳紙，觀察其斥水性的變化以及在 SEM 下孔隙度的改變(Fig. 3.2)。

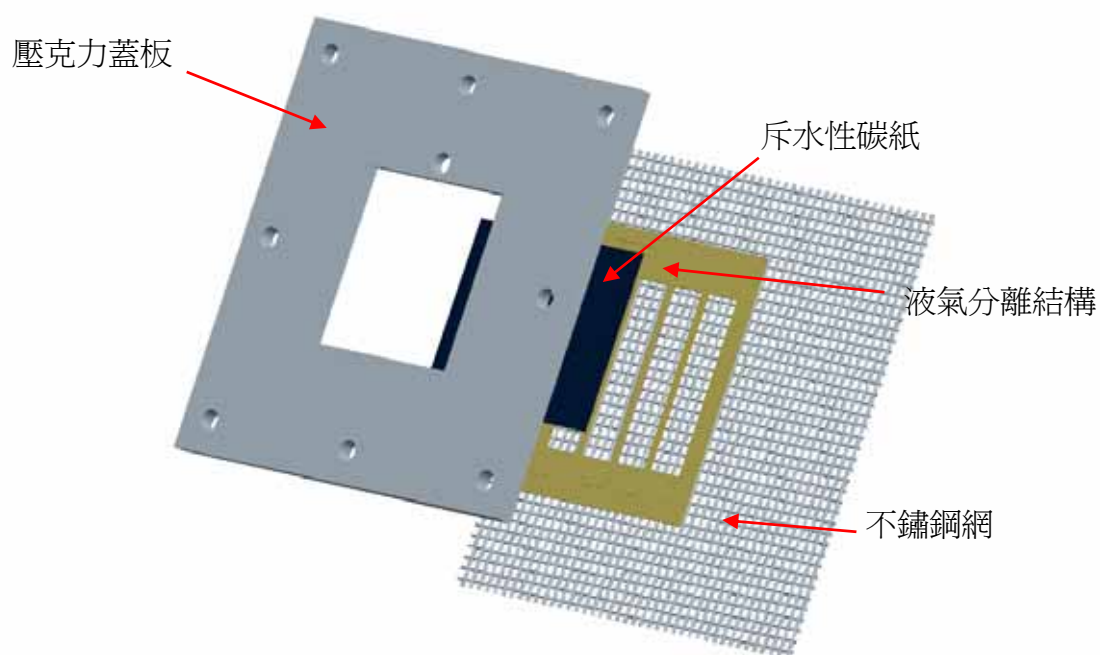
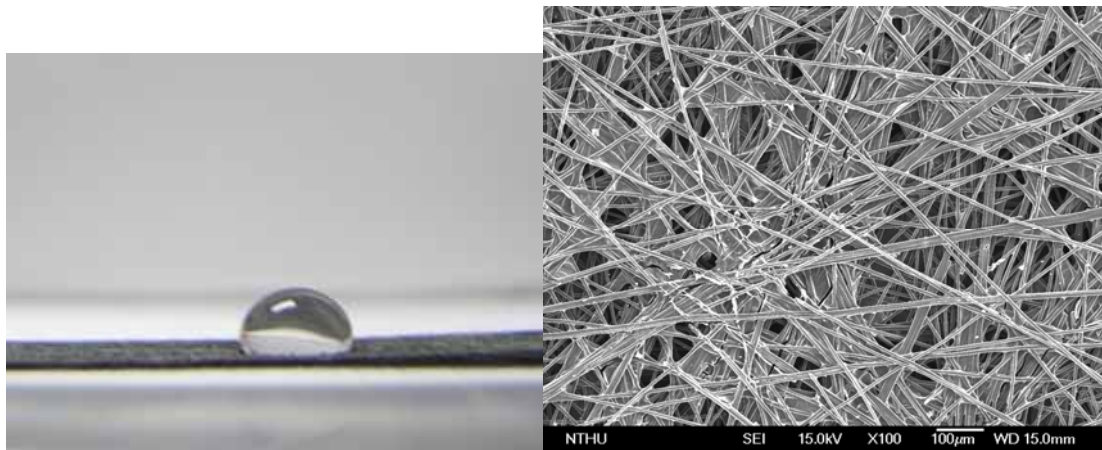
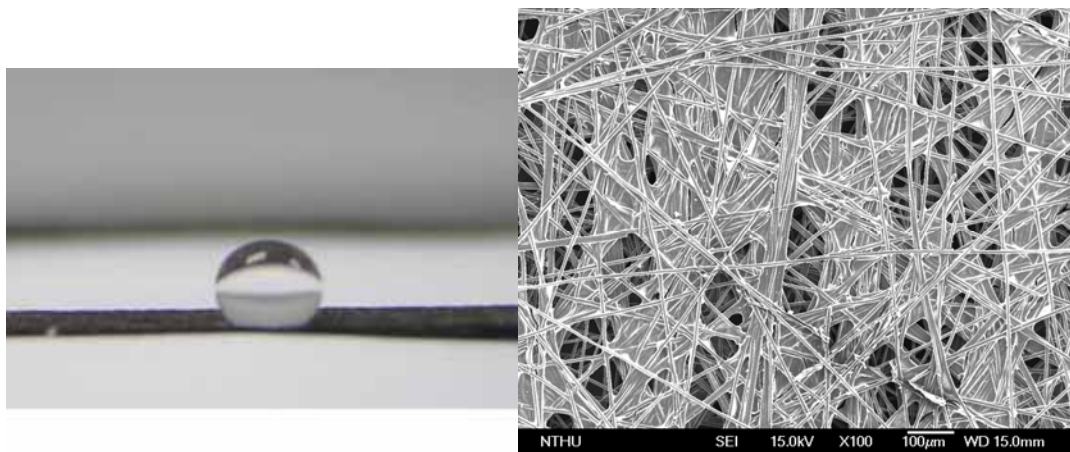


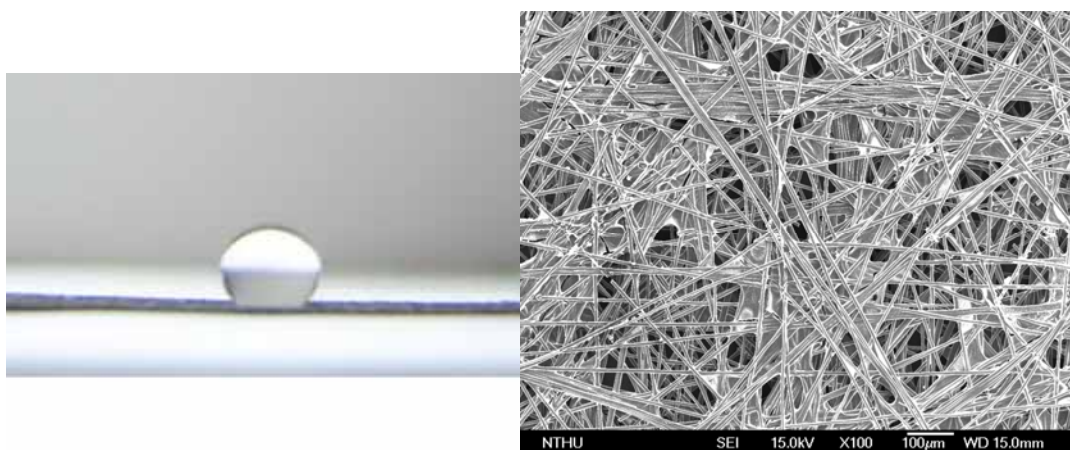
Fig. 3.1 DMFC 陽極端配置圖



(a)無 coating Teflon 之碳紙



(b)10 vol.% coating Teflon 之碳紙



(c)20 vol.% coating Teflon 之碳紙

Fig. 3.2 不同濃度 Teflon coating 碳紙

3.3 流道結構設計

本實驗將延續 Lee and Wong[15]的設計理念並加以改良，首先由於平板區域氣泡排出孔依然有低操作壓力導致液體洩漏的問題，參考 Meng, et al.[12]使用微孔隙膜的作法，我們用斥水性的碳紙來取代斥水性孔洞，以期能增加其洩露壓力。此外將盡量減小氣相流道的寬度，以防止因為泵推動甲醇溶液時操作壓力過大或受衝擊時導致被推擠進入氣相流道，但氣相流道內部配置的排氣孔最小尺寸在 MEMS 製作上有其限制，根據先前的經驗， $50\mu\text{m}$ 已經屬於一極限範圍，因此我們採用在氣相流道入口改成多入口設計，如 Fig. 3.3 所示。此一設計避免了氣相流道過大造成了抗洩漏能力降低外，也可以讓後面的排氣孔蝕穿時有較安全的預度。

而在實際設計上，每個氣相流道我們將會蝕穿兩個或三個排氣孔，這樣可以避免若有水珠不慎進入時，避免水珠堵塞透氣孔而導致流道的功能喪失；而由於氣相流道前端已做了多流道入口設計，是以後來之排氣孔大小可以大於 $50\mu\text{m}$ ，這樣在製程上亦會相對簡單。

此外，由於我們將平板區域整個蝕穿並加上斥水性碳紙，若中間部分缺乏支撐，碳紙很容易變形或是碎裂，故我們將平板區域分割成四大塊，這樣區域和區域中間的壁可以使燃料分配較均勻並兼當支撐穿透膜之功用。在上游端設計一個甲醇分散儲槽，每區域上游各開有

四個燃料進入孔，以期使燃料均勻分布進入四個流道之中。在流道區後端開一側口，用以連接燃料回收的微型泵系統，流道配置如 Fig. 3.4 所示。

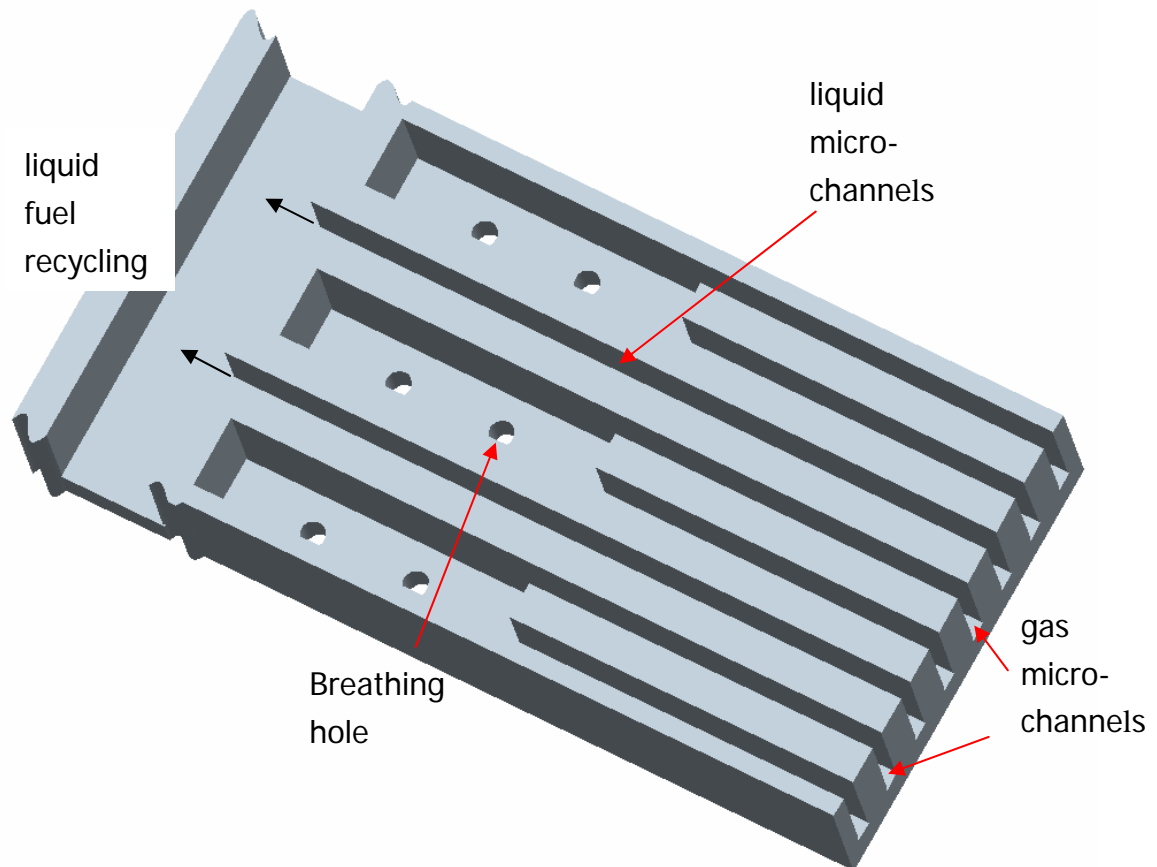


Fig. 3.3 氣相流道設計示意圖(未照比例)

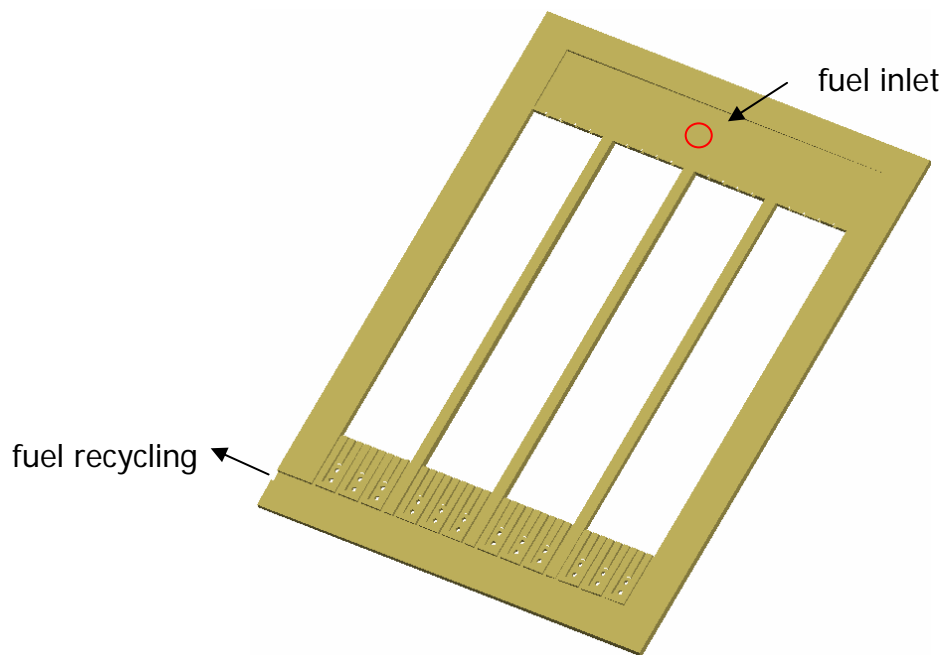
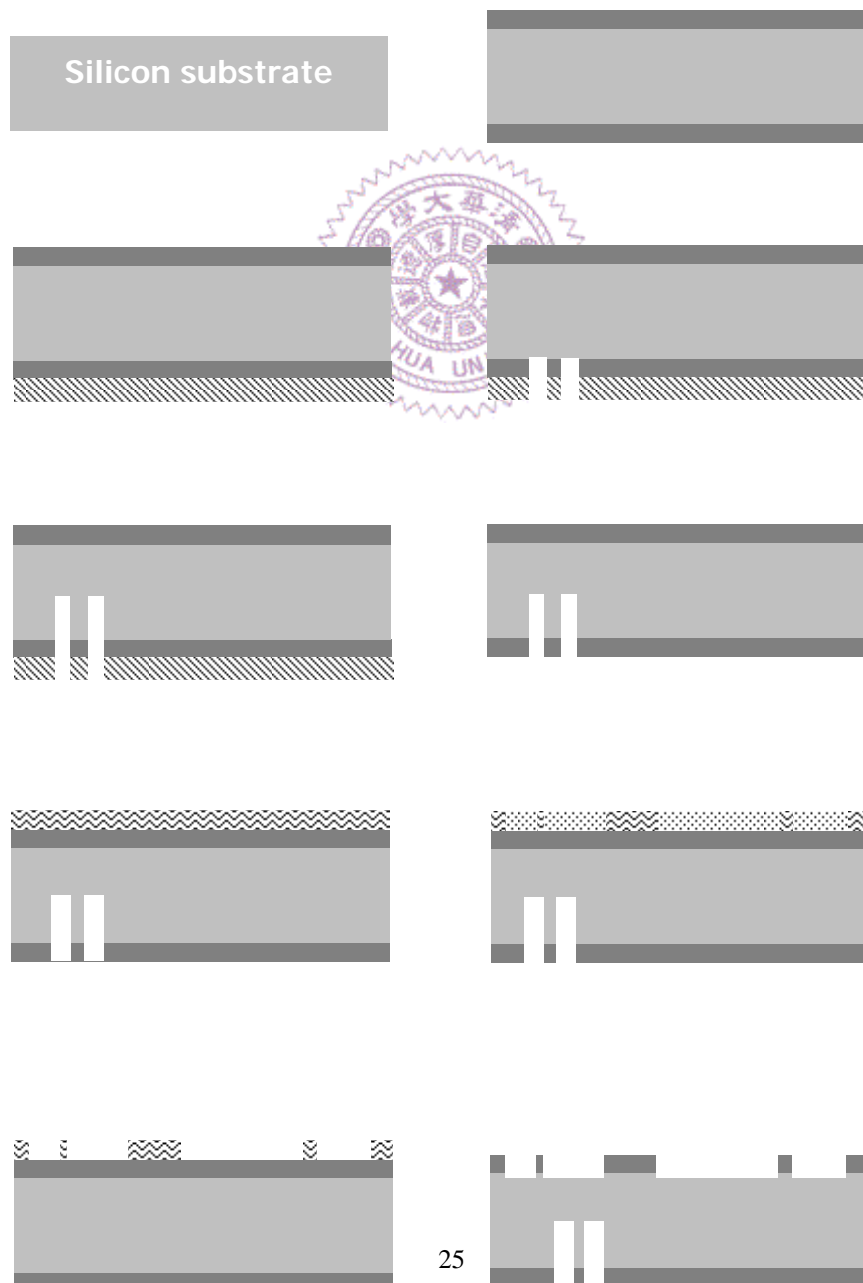


Fig. 3.4 整體構造設計圖(未照比例)

3.4 流道結構製程

流道結構之製程我們將使用KOH雙面蝕刻與ICP蝕刻製程。如Fig. 3.5 所示，我們採用的是厚度為 $525\mu\text{m}$ 的 110 矽晶圓 (silicon wafer) 來作為流道結構的製作；首先我們先將wafer清洗(用 standard RCA process)後，用 LPCVD (low pressure chemical vapor deposition) 在 wafer 上長一層 Si_3N_4 ，約 100nm ，然後塗佈上厚度 $6\mu\text{m}$ 光阻 (AZ4620) 並顯影；用 RIE (reactive ion etching) 除去不需要的 Si_3N_4 後；此時只能顯影背面排氣孔的部份，其他部分皆用光阻擋住，之後送 ICP 進行深蝕刻，蝕刻大約 $300\mu\text{m}$ ；之後在兩面先後塗佈上 $1.2\mu\text{m}$ 光阻 (EPG) 並加以顯影，用 RIE 移除不需要的 Si_3N_4 後除去光阻；此時需要採用雙面對準的技術，否則兩邊結構無法相合則會導致結構的破壞；然後使

用 65°C 5M KOH濕蝕刻來將兩面蝕穿完成結構最後再將wafer上長一層SiO₂，以作為液相流道的親水處理，氣相流道部分我們則使用 10 vol.%鐵氟龍(Teflon®)溶液，此溶液本身屬於親水性，而溶液中水分乾掉後剩下的鐵氟龍成份則為斥水性，利用此特性，我們將鐵氟龍溶液由氣相流道中注入，由於SiO₂為親水性，是以溶液會均勻分布在氣相流道之中；最後將wafer烤乾，就完成了氣相流道的斥水性處理。



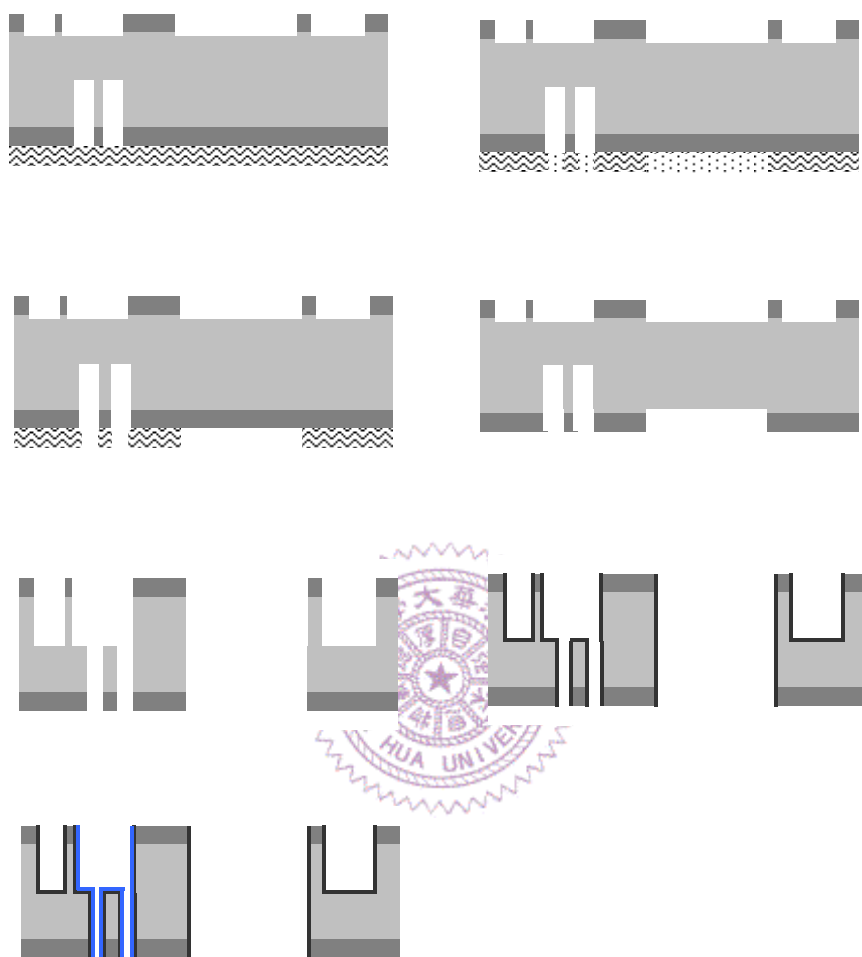


Fig. 3.5 流道結構蝕刻製程

3.5 不銹鋼網 GDL 排氣觀察配置

由於要觀察陽極端 GDL 氣泡現象，於是我們將陽極端朝上以利我們的拍攝觀察，並且將陰陽兩端的 GDL 皆直接暴露於大氣之中，這樣陰極的水可以直接排除，不會有 flooding 的現象產生，在陽極端一側端由步進泵供給 5M 甲醇燃料(2ml/min.)，下方架高以利排水以及空氣的進入，下方側端配置一 80*80*25 風扇，負責供給空氣；最後在陰陽兩極接有一不銹鋼網負責將電導出，連接至電子負載器，改變其負載電壓，測量其效能，如 Fig.3.6 & Fig.3.7 所示。

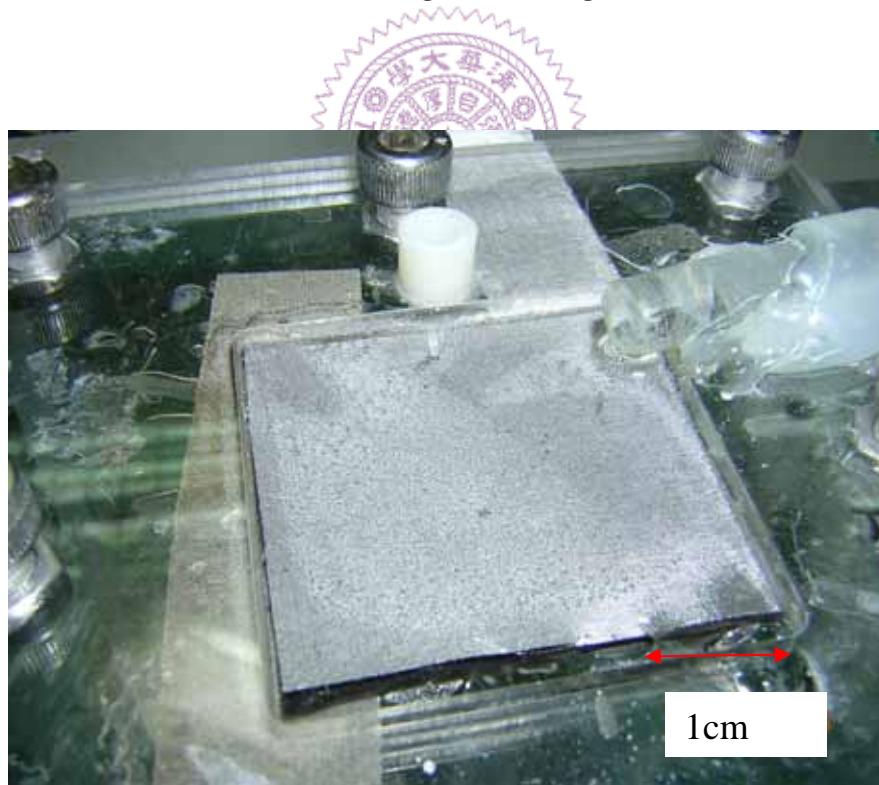


Fig. 3.6 不銹鋼網排氣觀測

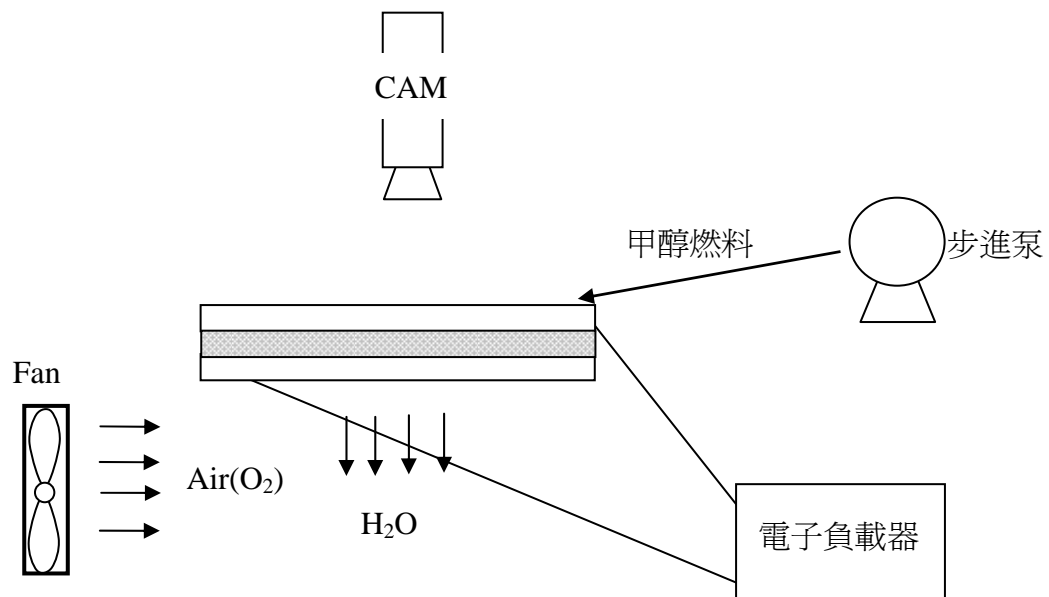


Fig. 3.7 不銹鋼網排氣觀測設置

