

花蓮縣第 59 屆中小學科學展覽會

作品說明書

科別：生活與應用科學(二)

組別：國中組

作品名稱：如膠不如水

-利用瞬間膠蒸氣製作疏水性表面

關鍵詞：瞬間膠蒸鍍、蓮花效應、接觸角

編號：

(由教育處統一編列)

目錄

摘要	1
壹、研究動機	1
貳、研究目的	1
參、研究設備及器材	1
肆、研究方法	2
伍、研究結果	5
一、研究 1-1 :改變不同瞬間膠蒸發速率造成的影響	5
三、研究 1-2 : 改變不同基板，探討是否有疏水性	6
研究 1-2-2 造成箱內混亂氣流，探討是否疏水性更佳	7
研究 1-2-3 增加瞬間膠與接觸面的距離，探討是否疏水性更佳	8
研究 1-2-4 減少瞬間膠與接觸面的距離，探討是否疏水性更佳	9
研究 1-2-5 使用木頭當基板，探討是否疏水性更佳	9
四、研究 1-3 改變表面的粗糙度，探討是否疏水更佳	9
五、研究 1-4 測試電場是否會影響瞬間膠的蒸鍍情形	10
六、研究 1-5 探討提高溫度是否疏水性更佳	12
七、研究 1-6 探討降低溫度是否疏水性更佳	14
八、研究 1-7 真空狀態(抽氣使降低氣壓)是否影響蒸鍍狀況	15
九、研究 2-1 將成功的變因套用試管上	16
十、研究 2-2 後製的處理方式	17
十一、研究 2-3 與市售疏水塗料試管和無鍍試管比較效能	19
陸、討論	24
柒、結論	29
捌、參考文獻	29

摘要

以不同變因觀察對瞬間膠蒸鍍的疏水效能，粗糙表面，能使物體在表面上的接觸角變大，液體就不易溼潤表面而難停留在上，發現有疏水性的樣品表面極少細毛產生，也具平行線條，若無疏水性表面，就以後製方式(丙酮、熱風吹拂)，讓其也具疏水功效，研究疏水性強的試管，投入水中後的比沒鍍的試管速率增加百分之三十三。

壹、研究動機

【愛蓮說】宋·周敦頤:……自李唐來，世人盛愛牡丹；予獨愛蓮之 出淤泥而不染，濯清漣而不妖…… 讀到這篇詩時，我們就好奇蓮花為什麼有這樣的自潔效果，查閱了許多資料，都寫說是因為疏水性的關係，我們想如果有一種物質能模擬這樣的情況，不是太好了嗎？

再加上在聚酯纖維抹布上也有看到水珠在滾動，這區域沒有濕掉，想到瞬間膠的蒸氣跟抹布一樣是具有一定粗糙度，表面跟蓮花和荷葉一樣有小細毛，因此引發我們的好奇心，想要著手來做所謂的「疏水塗料」



圖 1-1 水珠在抹布上的情

貳、研究目的

- 一.利用蒸鍍的方式，使瞬間膠蒸氣附著在平面基板上，使基板產生疏水性
- 二.同目的-蒸鍍瞬間膠蒸氣在試管上，投入水中移動的速度差異並和現在市面的疏水塗料進行比較

參、研究設備及器材

				
瞬間膠	密封盒	萬用箱	資料夾(塑膠片)	壓克力板
				
試管	市售疏水塗料	熱風槍	電源供應器	相機

				
水箱	手機+手機放大鏡	USB 顯微鏡	Gaosuo(顯微軟體)	丙酮

肆、研究過程及方法:

名詞解釋： 瞬間膠成分-氰基丙烯酸酯塗在物件表面上，溶劑蒸發水分形成氧氣離子，利用甲醛與氰基乙酸乙酯縮合反應，合成氰基丙烯酸酯： $\text{CH}_2(\text{CN})\text{CO}_2\text{Et} + \text{CH}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_2=\text{C}(\text{CN})\text{CO}_2\text{Et} + \text{H}_2\text{O}$ ，然後讓該聚合物($\text{CH}_2=\text{C}(\text{CN})\text{CO}_2\text{Et}$)再加熱進行裂化反應形成單體

(即氰基丙烯酸酯) 會使單體迅速地進行陰離子聚合反應 (anionic polymerization) 形成長而強的鏈子，把兩塊表面黏在一起。

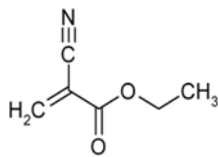


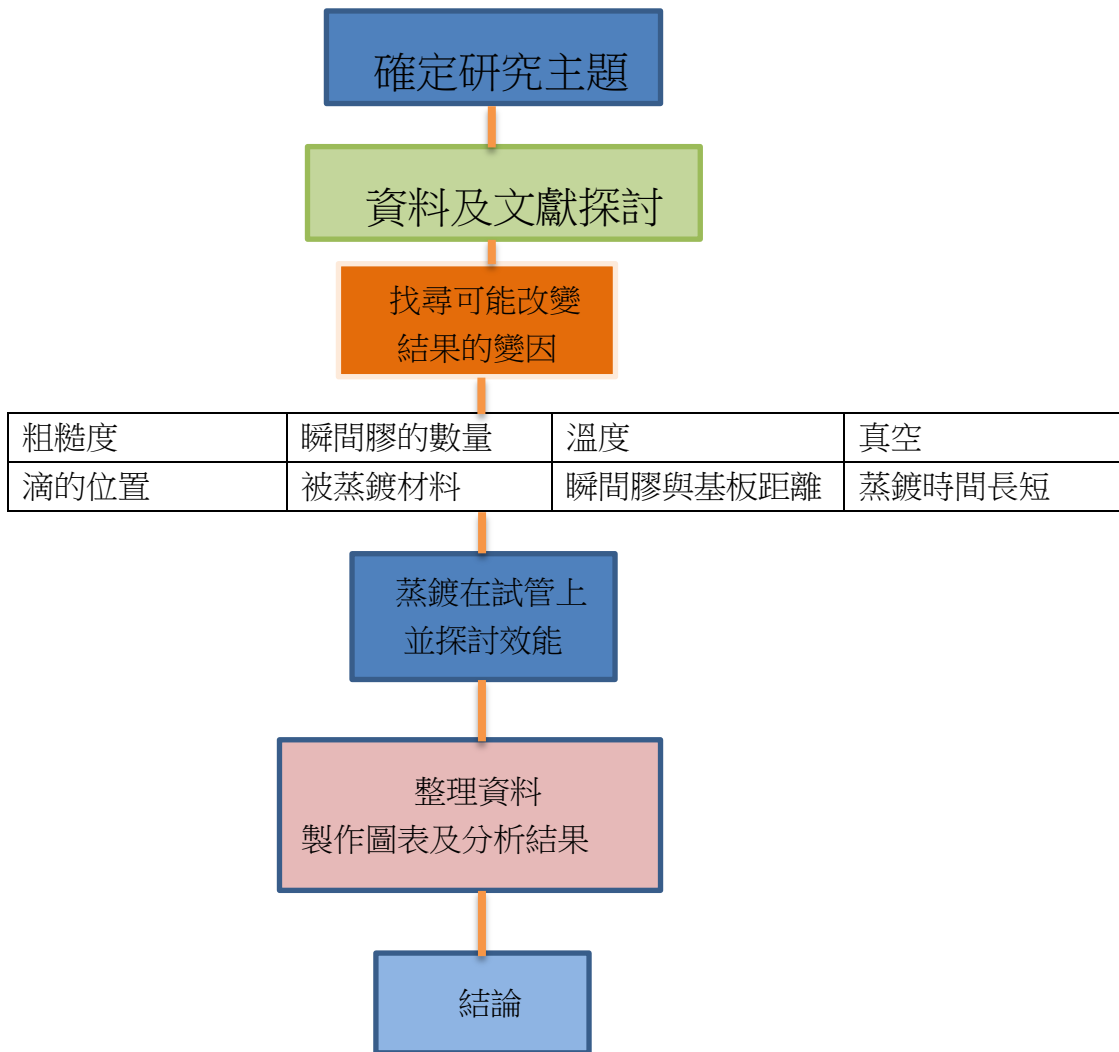
圖 1-2: 氰基丙烯酸酯分子

表面張力：最常見的例子發生在液體與其他物質的接觸面。以水為例，水的表面張力來自於由凡得瓦力所造成的內聚力。當固體，如水黴，跑到水上時，表面張力會盡可能將水面維持平整的狀態，以達到最小表面位能。如果水黴的重量維持在限度以內，那麼水面將只會有少許凹陷，這就是水黴能夠在水面上活動的原理。

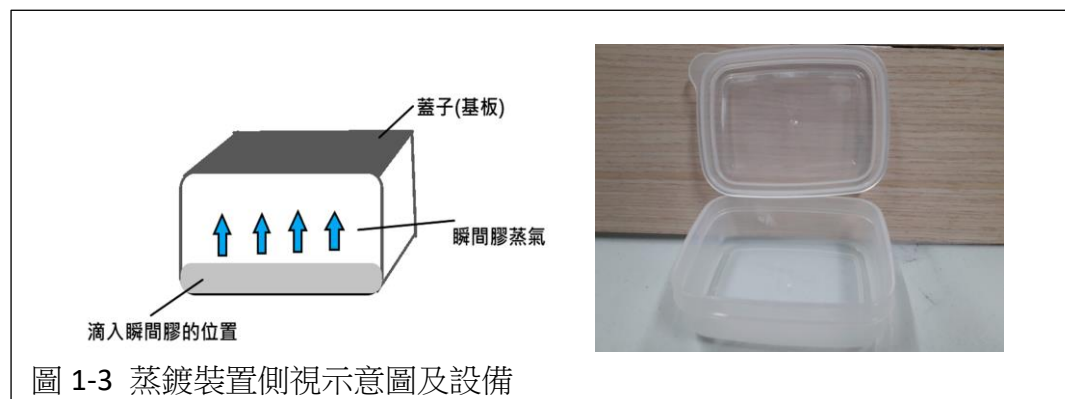


瞬間膠可用於犯罪調查、軍事及醫療上之應用，犯罪調查：在警方的犯罪調查中，會以瞬間膠煙燻方法 (Super-glue fuming) 來查出潛在指紋，軍事及醫療上的應用：以前曾使用瞬間膠來為傷患應急縫合傷口。

研究流程:



實驗方法:瞬間膠滴入箱子底部，基板黏貼在箱蓋下方，由底部蒸發出來的瞬間膠蒸氣會朝上附著在基板，也會附著在萬用箱內壁四周，蒸鍍數天後取下基板，以固定大小的水珠在基板上，以手機放大鏡從側面拍攝水滴和基板的接觸照片，再使用 USB 顯微鏡附加的軟體測量其接觸角，接著用顯微鏡拍攝，比較各種方法蒸鍍後的表面(註: 瞬間膠口徑為 0.05cm 滴管口徑為 0.105cm)



判定蒸鍍後表面是否達到疏水性的標準

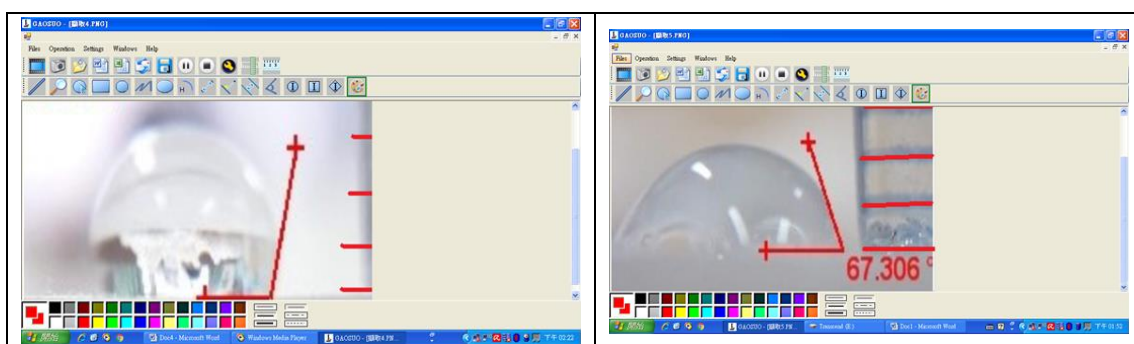
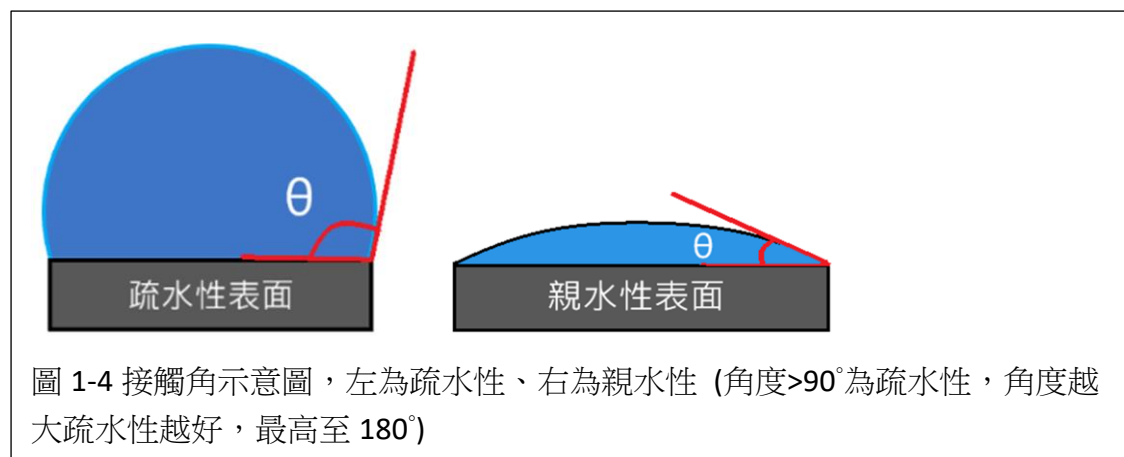


圖 1-5 接觸角實際圖

水箱中放置一根玻璃管(1m)，目的是為了侷限試管的移動，使試管按照我們限制的路徑落下，將試管整根浸泡在玻璃管內，進行投擲，用相機錄製，再將影片傳入 Tracker 追蹤試管，並分析速率，進行蒸鍍試管、無鍍試管以及市售疏水塗料試管間速率的比較

利用 Tracker 分析試管速率及前進方向的差異，繪製成圖，得出結論

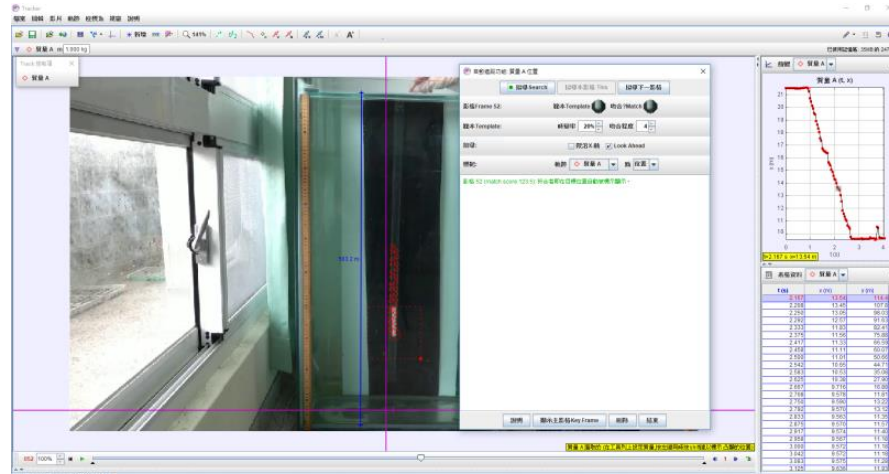


圖 1-6 Tracker 分析實際圖

定義 Tracker 中的 x 軸:以相同位置訂下座標軸，試管從上往下，代表試管移動距離為 y 軸，試管左右晃動的位置為 x 軸



圖 1-7 工作時的照片

伍、研究結果

研究 1-1：改變不同瞬間膠蒸發速率造成的影響

變因分別為: 1. 1 滴/天、1 天

2. 20 滴/天、1 天

3. 20 滴/天、20 天

4. 基板表面先塗瞬間膠，底部蒸發的瞬間膠有加入丙酮

5. 底部蒸發的瞬間膠有加入丙酮

密封盒尺寸: 7*2.5*5

研究 1-1 結果(密封盒)

<p>一天滴一滴只滴一天</p>	<p>一天滴一滴只滴一天</p>	<p>一天滴二十滴只滴天</p>

圖 2-1 密封盒的顯微照片

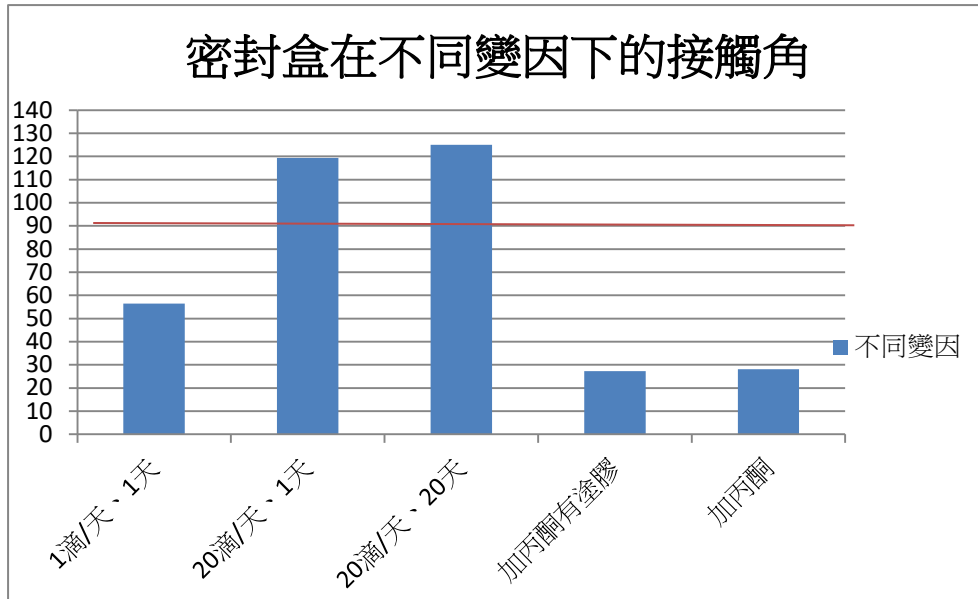


圖 2-2 密封盒在不同變因下的接觸角

發現:

(1)瞬間膠滴入多,蒸發量大,疏水性較佳,而丙酮若直接與瞬間膠一同蒸鍍,應該也會導致蒸發量大,推測蒸鍍上的瞬間膠會被丙酮溶掉,無表面凹凸結構而無疏水性且蒸鍍大多是膠狀物質

(2)使用密封盒進行蒸鍍時,瞬間膠蒸鍍上去後,盒蓋黏貼緊密,用力掀開盒蓋時會損壞盒蓋,也可能影響到蒸鍍後的基板,因此以下改用萬用箱進行蒸鍍

研究 1-2: 改變不同基板, 探討是否有疏水性

註:實驗於萬用箱 萬用箱尺寸:14*21.5*9.5

基板材質分別為:1.塑膠片 2.CD 片 3.壓克力



圖 3-1 萬用箱與受測品擺放位置

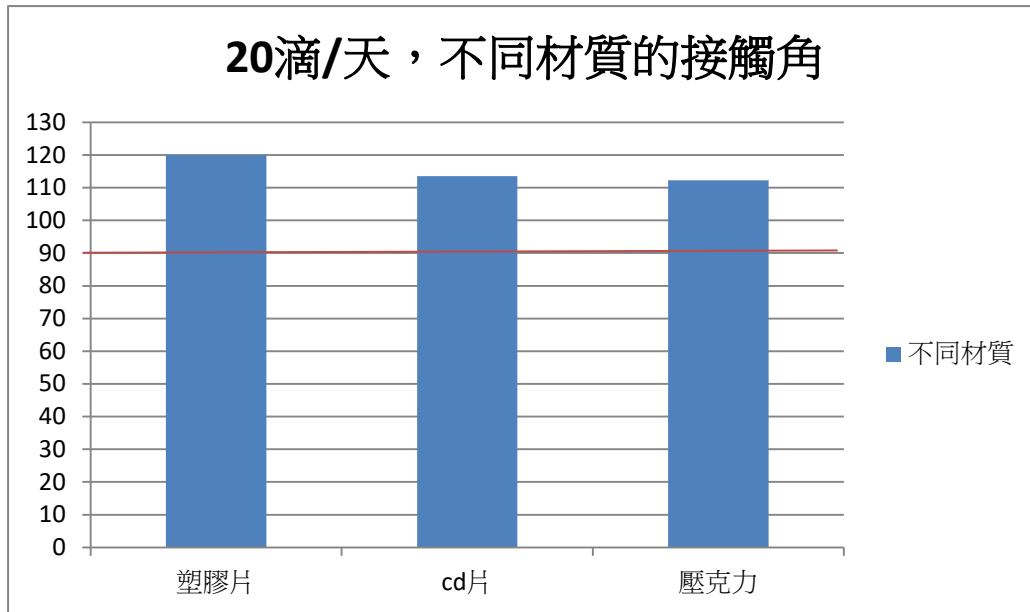


圖 3-2 20/天不同材質的接觸角長條圖
發現皆具有疏水性

研究 1-2 不同變因對瞬間膠蒸發的影響

	塑膠片	CD 片	壓克力片
疏水性	有	有	有

研究 1-2-2: 改變不同基板與使箱內充滿混亂氣流，探討是否疏水性

基板為: 經混亂氣流的塑膠片、壓克力片、CD 片

為了解決蒸鍍分佈不均的問題,我們開始嘗試要讓蒸鍍箱內的氣流紊亂,所以才
會想到以下的混亂氣流實驗

利用 Arduino 與繼電器,設計出了工作五秒,關閉十秒的開關,在外接一個小馬
達到萬用箱內並在裡面分成兩個管子,確保箱子內是混亂氣流(工作五秒,關閉
十秒目的是假如運作時間過長,導致箱子裡的氣流會比較像是穩定的旋轉氣流,
混亂就不明顯,)

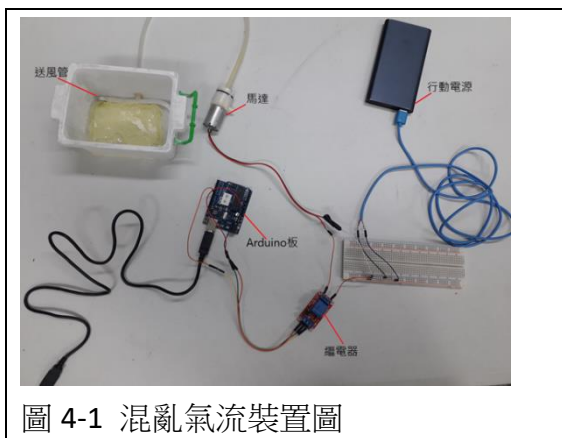


圖 4-1 混亂氣流裝置圖

註:在此研究中,不慎在樣品上留下
指紋(無戴手套),因此做了兩次,有
不同結果

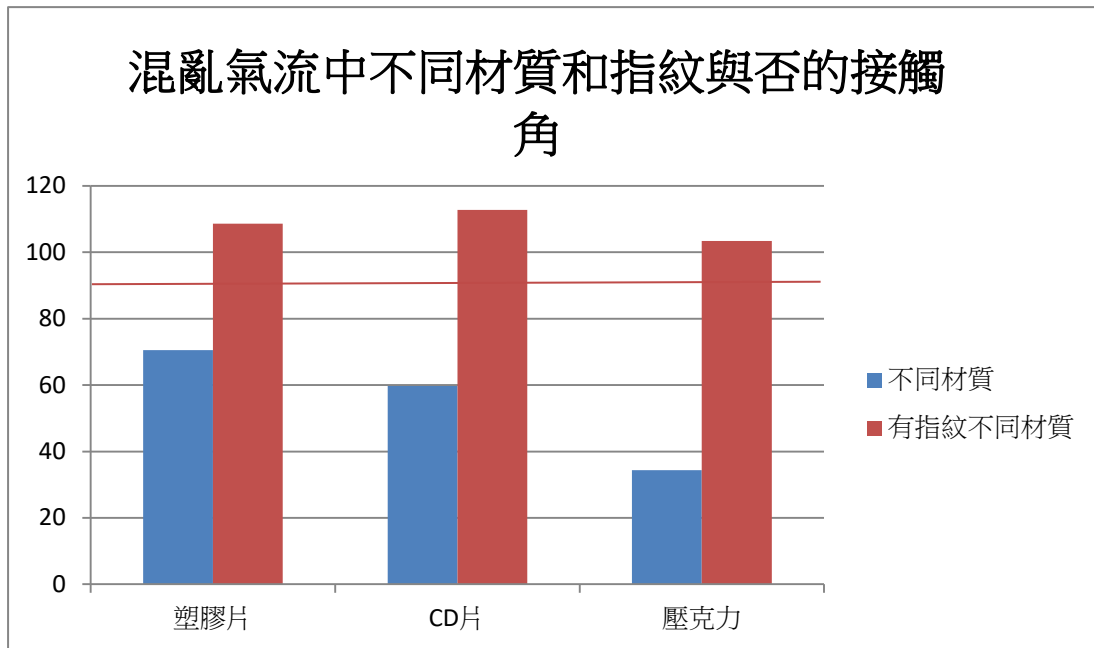


圖 4-2 混亂氣流中不同材質和指紋與否的接觸角長條圖

我們發現:(1)有指紋比無指紋蒸鍍狀況好且皆具有疏水性

(2)有指紋的分布十分不均，多的地方多，少的地方少

研究 1-2-3 增加瞬間膠與接觸面的距離，探討疏水性更佳

變因為:塑膠片、CD 片、壓克力

實驗箱從原萬用箱改成長度較長的圓筒柱(蒸鍍距離 15cm)

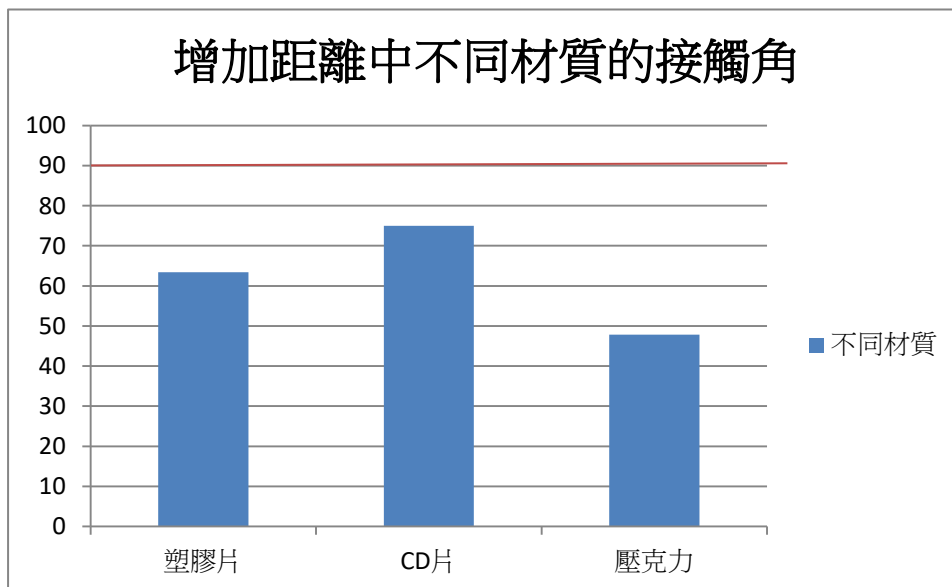


圖 5-1 增加距離中不同材質的接觸角長條圖

從此研究中發現:將受測物架高，整體疏水效果皆不佳。

研究 1-2-4 減少瞬間膠與接觸面的距離，探討疏水性

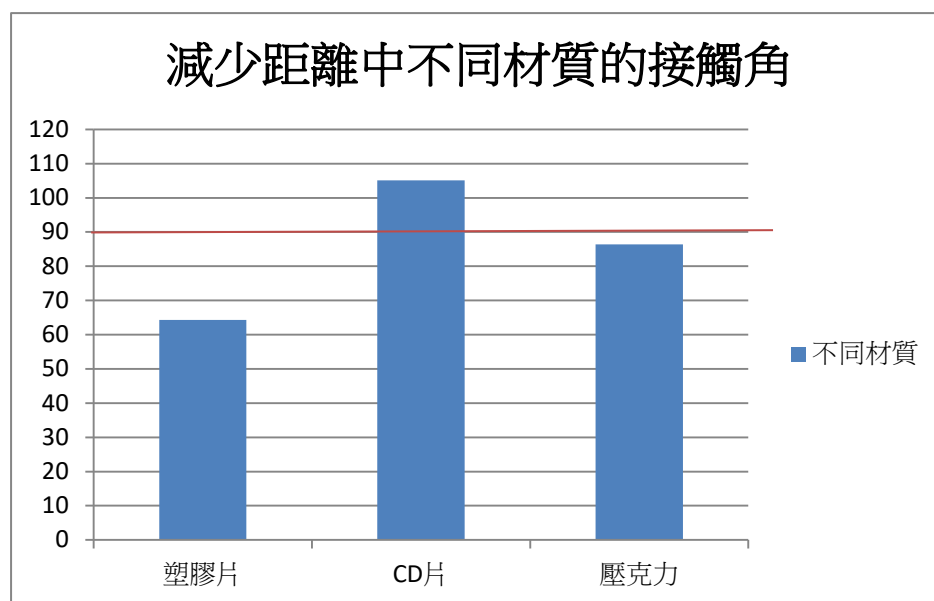


圖 5-2 減少距離中不同材質的接觸角長條圖

增加距離進行蒸鍍，效果比無改變(原始箱子)差

研究 1-2-5 使用木頭當基板，探討是否疏水性更佳

註:從上結果我們推論具有平行條紋皆有疏水性，此條紋可能是粗糙度的影響，因此找了木頭當基板，原因是條紋明顯，表面粗糙度與蓮花相似

研究 1-2-5 木頭疏水性測試結果

以木頭作為受測材料，木頭接觸角為 116.55° ，樣品目視均勻度最好

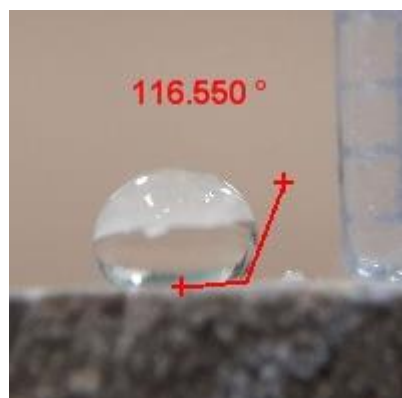


圖 6-1 木頭接觸角

研究 1-3 改變表面的粗糙度，探討是否有疏水性

推測可能是因為粗糙度的關係而會導致疏水性的產生，因此用不同號砂紙磨至基板

研究 1-3 的實驗步驟:

- 1.利用 240、1000、2000、7000 號砂紙將壓克力表面每個方向都磨數遍
- 2.將磨好的壓克力板黏至萬用箱蓋子上

3.一天滴 40 滴在萬用箱底部

註:原本模型是二十滴，容器尺寸變大，因此提升至 40 滴(改變成 21.5*14*9.5)

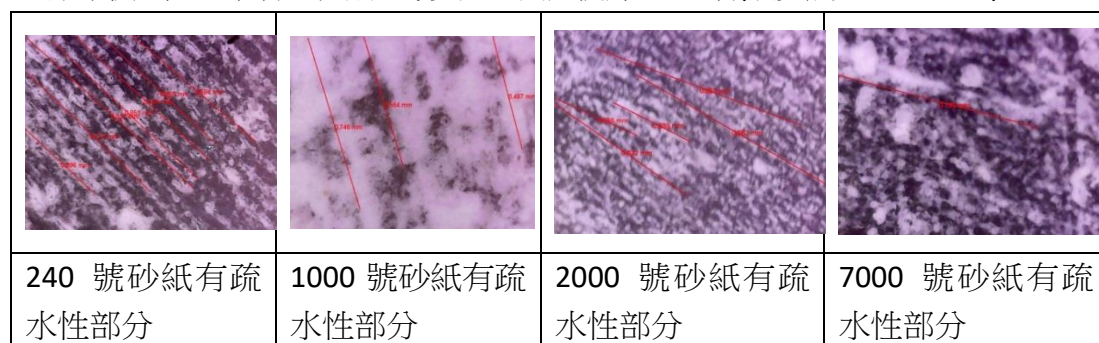


圖 7-1 以 240、1000、2000、7000 號砂紙粗糙處理的壓克力

研究 1-3、改變表面的粗糙度

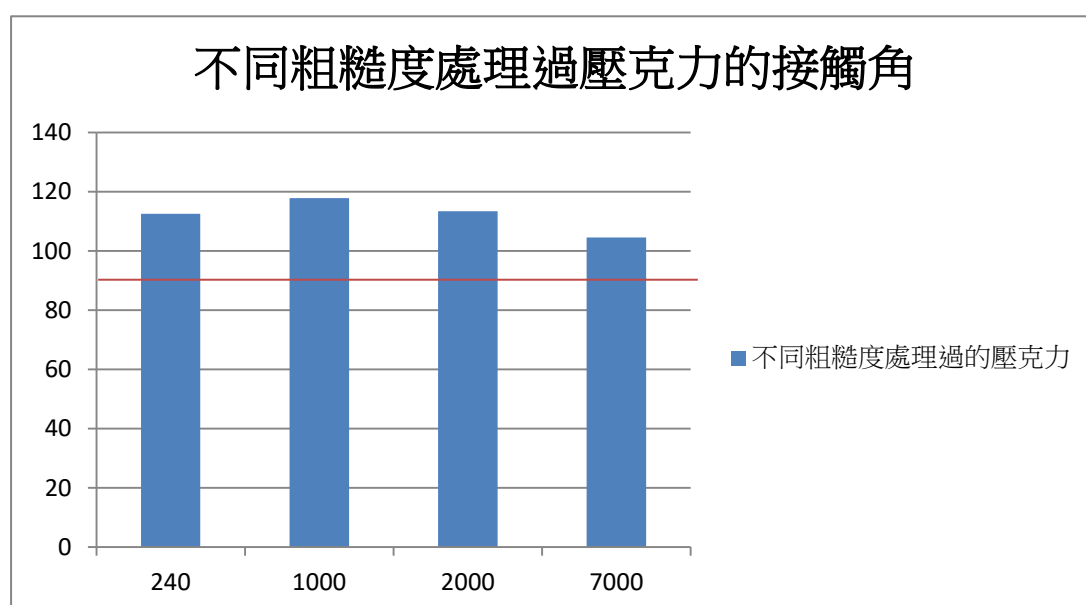


圖 7-2 不同粗糙度處理過壓克力的接觸角長條圖

綜觀圖 7-2，可發現:

- (1) 以 240、1000、2000、7000 號粗糙度砂紙粗糙處理的壓克力片作為蒸鍍材料，以上皆有疏水性。
- (2) 有進行表面粗糙處理的樣品，皆比無作處理的疏水性好
- (3) 發現接觸角比較:1000>2000>7000>240(數字代表砂紙型號)

研究 1-4:測試電場是否會影響瞬間膠的蒸鍍情形

研究 1-4 的實驗步驟:

以下照片中顯示蒸鍍後表面出現平行規律的紋路,是否跟快乾膠的分子本質有關(極性,分子兩端正負電分布不均),猜測快乾膠分子向上蒸發,即將抵達基板的時候,會被已經附著在基板上的分子靜電吸引,因此產生規律的排列,如果是,那麼我們在分子蒸鍍進行的途中施加一個電場,也許可以協助分子排列更整齊,以生最佳的疏水性

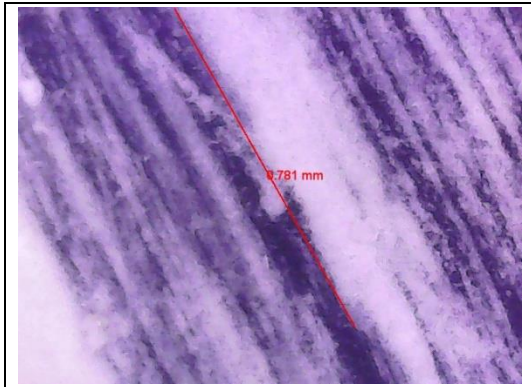


圖 8-1 顯微鏡下的平行條紋

平行電場裝置:

- 1.用一塊平行金屬板，一塊貼滿鋁箔紙的紙板，一個接在電源供應器正極，一個接在負極，上面會充滿負電，另一塊則會帶正電，產生出電場
- 2.受到空氣影響，因此電壓需調的高，電源供應器的電壓調為 30v
- 3.將先前做過的材料：塑膠片、分別用磨過 240、1000、2000 號和未磨過的壓克力板、CD 片當作基板至於萬用箱的蓋子上
- 4.將萬用箱放置在一塊平行金屬板，一塊貼滿鋁箔紙的紙板，(切忌不得將兩個金屬板接觸到，避免短路狀況)

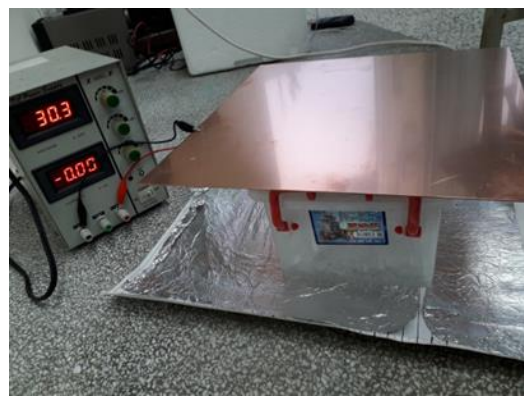


圖 8-2 平行電場裝置側視圖



圖 8-3 平行電場裝置正面圖

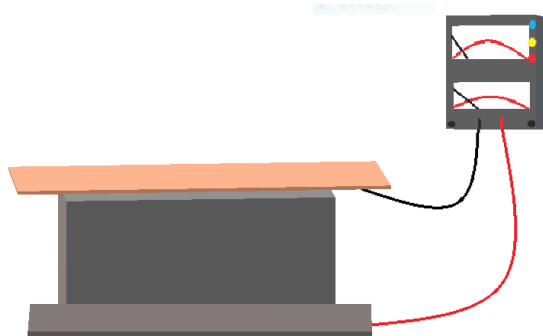


圖 8-4 電場示意圖

1-4、電場的蒸鍍情形

內部受測物為塑膠片、分別用磨過 240、1000、2000 號和未磨過的壓克力片、CD 片，以上皆無大量瞬間膠蒸鍍上表面

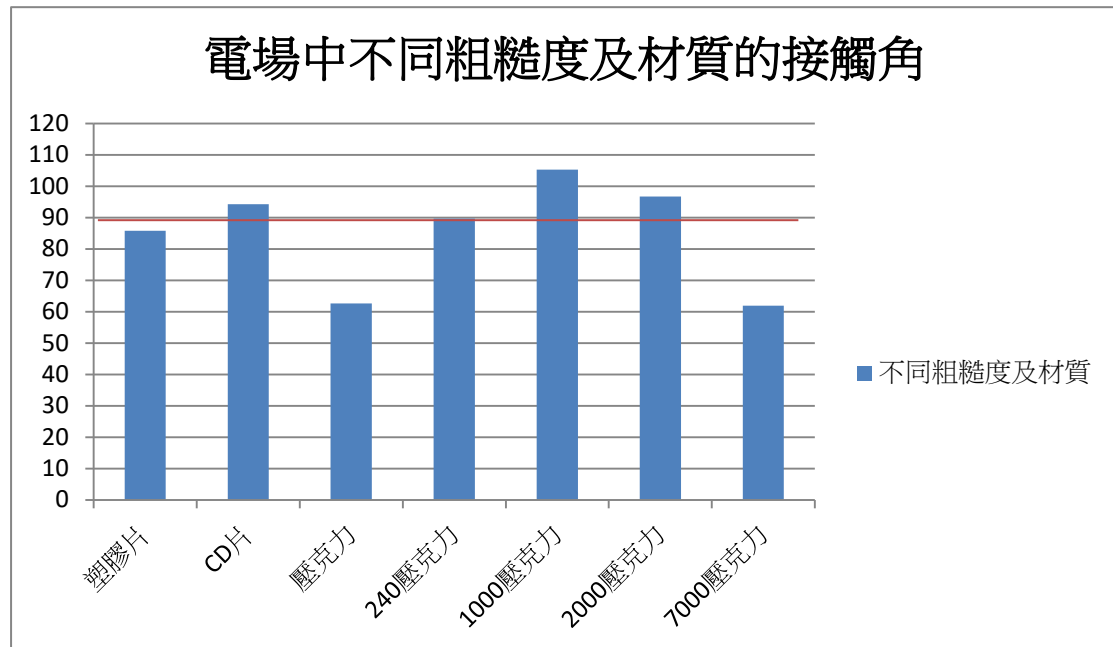


圖 8-5 電場中不同粗糙度及材質的接觸角長條圖

綜觀圖 8-5，得知只有三個樣品具有疏水性且壓克力中粗糙度 1000 號接觸角最大

研究 1-5:探討提高溫度是否疏水性更佳

註:已知溫度越高，瞬間膠蒸發越快

後來我們發現蒸鍍箱內部有某些區域快乾膠蒸氣分佈比較多,滴水珠後發現其疏水性效果較佳,於是假設溫度升高時會導致快乾膠蒸發加速,接著才會想到使用加熱的方法,提高蒸鍍箱的溫度

研究 1-5 的實驗步驟:

長時間加熱物體裝置

1. 將鋁箔紙黏貼至保麗龍盒內部以達保溫效果，底層再放入耐熱的玻璃纖維、絕緣線圈，將其用鱷魚夾與電源供應器連接
2. 電源供應器電壓 10v(測出的溫度是 41°C)，避免萬用箱(塑膠)融化
3. 萬用箱內的受測物：240、1000、2000 號砂紙將壓克力片進行表面粗糙處理、未經處理的壓克力片、沾水木頭、木頭

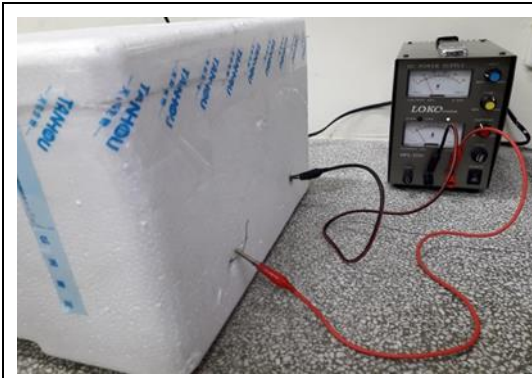


圖 9-1 加熱裝置外



圖 9-2 加熱裝置內

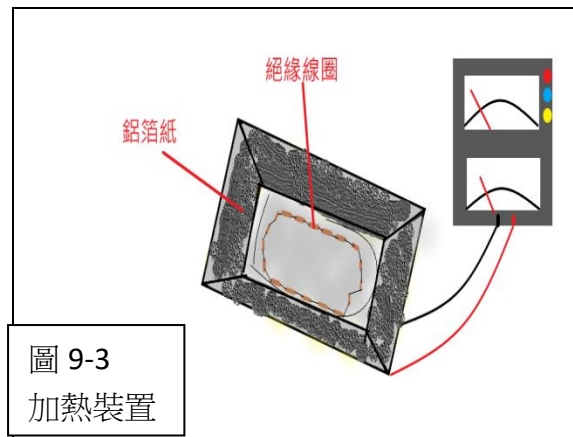


圖 9-3
加熱裝置

1-5、加熱是否影響瞬間膠蒸鍍狀況

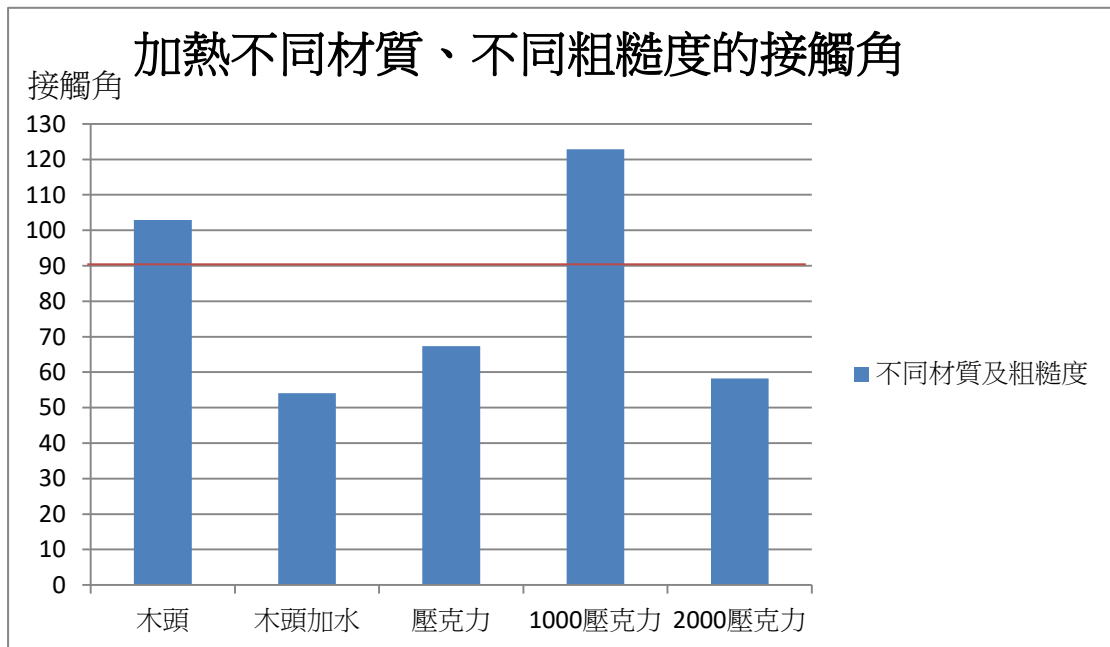


圖 9-4 加熱不同材質、不同粗糙度的接觸角長條圖

圖綜觀圖 9-4，得知

(1) 加熱裝置中，只有木頭和粗糙 1000 的壓克力具有疏水性，其他則無

以上幾乎皆無疏水性，蒸氣分布情形與疏水性效果與實驗五-電場的樣品相似

加熱方法失敗，於是想到用降溫的方式再試試看

研究 1-6: 探討降低溫度是否疏水性更佳

註:因研究六所蒸鍍情況很差，進而探討溫度低是否與溫度高有所差異

加熱方法失敗，我們會猜想，是否溫度升高，導致快乾膠一下子就乾掉使得蒸鍍效果不好，接著才會想到用降溫的方式再試試看

研究 1-6: 降溫是否影響瞬間膠蒸鍍狀況

內部受測物為分別用磨過 240、1000、2000 號和未磨過的壓克力片、未經處理木頭及沾水木頭及沾水木頭(控制變因)

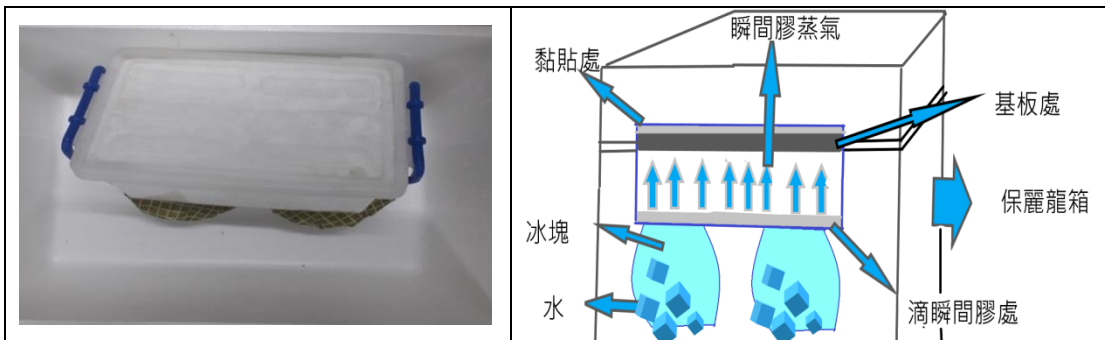


圖 10-1 降溫裝置內

圖 10-2 降溫裝置示意圖

研究 1-6 的實驗步驟：

1. 利用先前的長時間降溫裝置進行降溫
 2. 受測物與研究六相同，240、1000、2000 號砂紙將壓克力片進行表面粗糙處理、未經處理的壓克力片、沾水木頭、木頭
- 溫度約在 17°C 到 22°C 上下

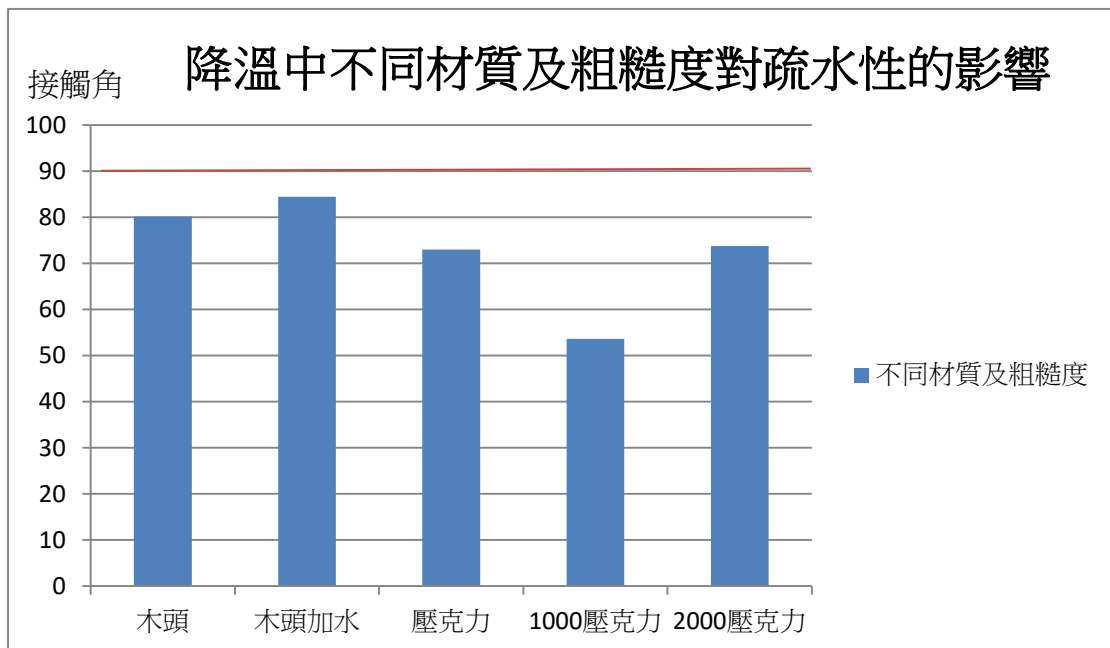


圖 10-3 降溫中不同材質、不同粗糙度的接觸角長條圖

綜觀圖 10-3，可知

- (1) 降溫並無使基板產生疏水性
- (2) 在降溫裝置中，木頭潮濕比木頭效果好，
- (3) 在降溫裝置中，有進行粗糙處理的壓克力比無處理效果好

研究 1-7:真空狀態是否影響蒸鍍狀況

蒸鍍材料的分子在到達基板之前，避免與容器內殘存的氣體分子發生碰撞，以及可以加速瞬間膠蒸發

研究 1-7 的實驗步驟:

利用手動抽氣機(降低氣壓蒸鍍裝置)，抽取當中的空氣，在瓶外塗凡士林，能減少空氣進到裝置內的機率，到達穩定時，便停止抽氣，加速瞬間膠蒸發

- 1.利用手動抽氣機，抽取當中的空氣
- 2.再塗抹凡士林在外底部，能防止空氣進到裝置內
- 3.到達穩定時，便停止抽氣，使瞬間膠快速蒸發



圖 11-1 手動抽氣裝置俯視圖

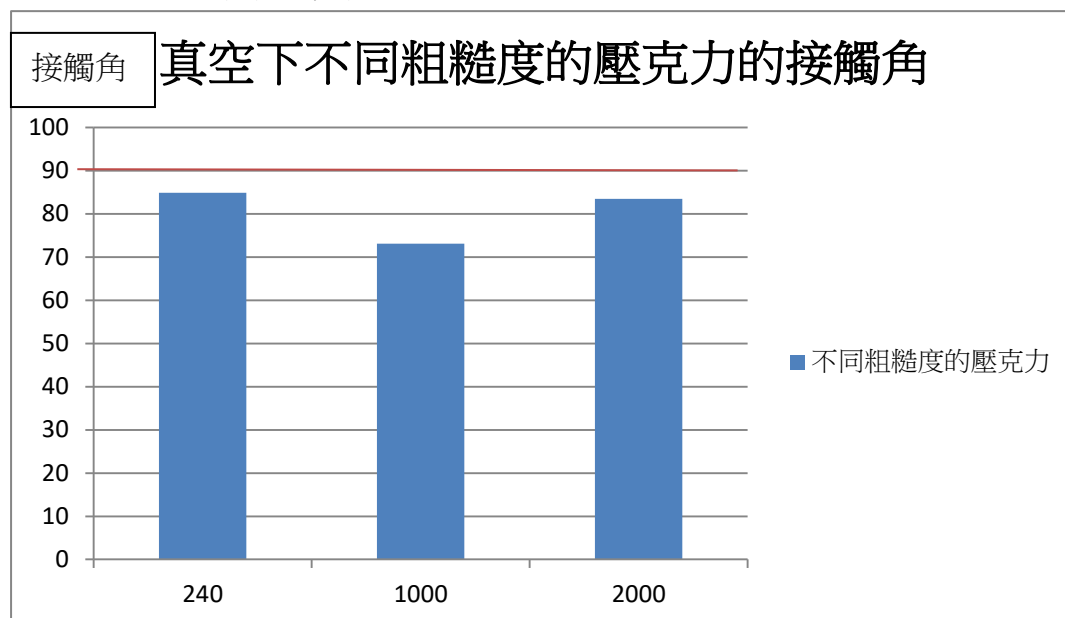


圖 11-2 真空下不同粗糙度的壓克力的接觸角長條圖

發現:

- 三種不同粗糙度的壓克力皆無疏水性
- 蒸鍍狀況不佳

研究 2-1:將成功的變因套用試管

研究 2-1 的實驗變因:一天滴 40 滴、一天滴 100 滴

註:以先前做過的實驗結果推測，瞬間膠量要多

研究 2-1 的實驗步驟:

- 1.將試管蓋子填滿熱塑土
- 2.在蓋子側邊鑽孔並把螺絲釘與試管蓋鎖上
- 3.將試管蓋與試管接上並測試是否能轉動

因為要讓每個面都均勻蒸鍍，因此需要每個時間點都須轉面

不須為了讓某個位置蒸鍍而滴至下方，瞬間膠蒸氣會隨機附著，代表每個位置機率皆是固定的



圖 2-1 試管實際裝置圖

研究 2-1:將成功的變因套用試管

成功的變因:一天滴 40 滴，對照組:一天滴 100 滴

兩種變因試管和尺寸大、中、小以及是否處理粗糙皆有疏水性

試管投入前灌滿白膠和少許鋼珠，鋼珠目的是方便取出

投入水箱前試管重量分別為:大:21g

中:16.9g

小:8.5g



圖 12-2 試管填充後實際圖

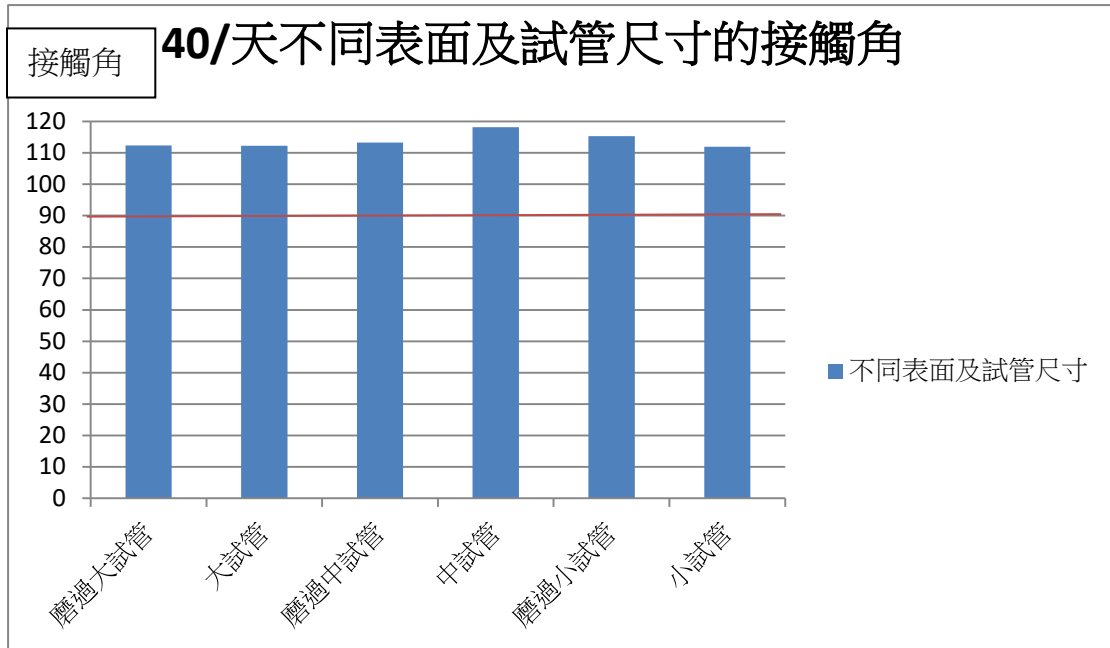


圖 12-3

綜觀圖 12-3，發現每個試管都具有疏水性，且每根試管約在 110°左右

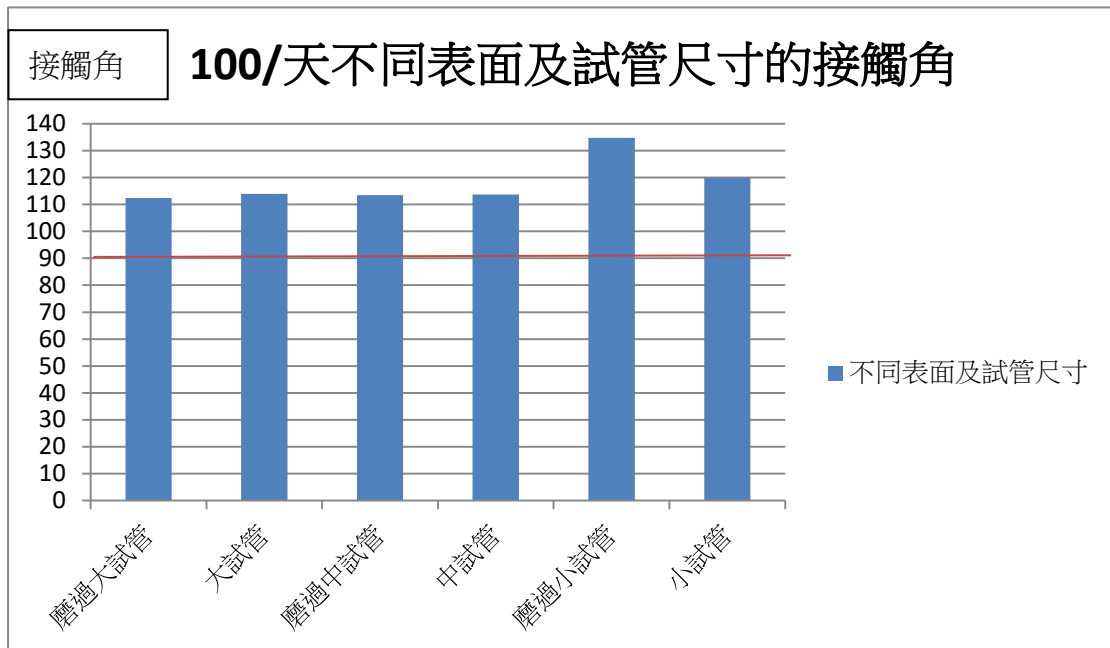


圖 12-4

綜觀圖 12-4，發現

(1)100/天樣品與 40/天的樣品皆有疏水性

(2)同天數但疏水性比 40/天的較佳，由此推論出:瞬間膠的數量越多，疏水性越好

研究 2-2:後製的處理方式

假如有小細毛使水珠不易滾動，可以採取後製的方法，讓其表面有疏水性

方法 1-使用熱風槍

利用熱風吹倒表面的細毛，讓小細毛不要尖銳到以至於刺進水珠

2.從低溫慢慢提升溫度，烤至 117°C 便達到效果

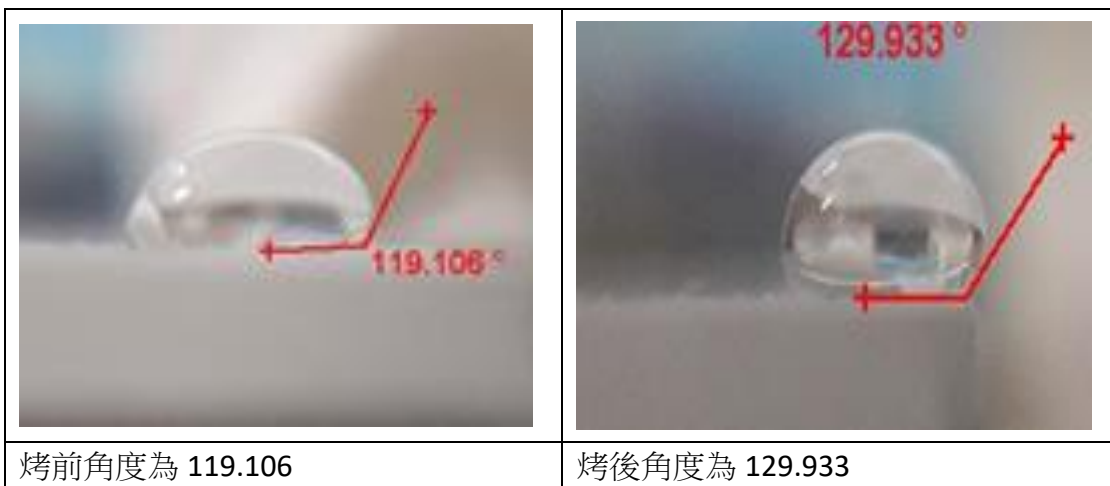


圖 13-1 接觸角改變的實際圖

方法 2-丙酮

瞬間膠能溶於丙酮，代表瞬間膠的蒸氣也能溶於丙酮的蒸氣，利用小馬達連接管子打氣，打進吸濾瓶中的丙酮(管子要浸到丙酮，才能確保丙酮蒸氣有出來)，中間裝有單向閥，目的是不讓丙酮到流而阻塞影響結果

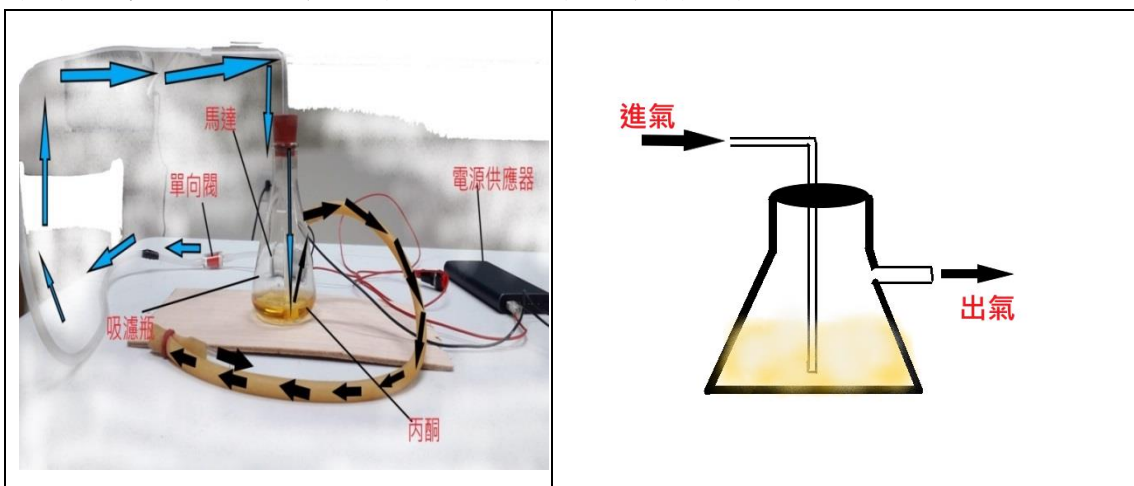


圖 13-2 丙酮裝置側視圖

圖 13-3 丙酮示意圖

註:圖 13-2 藍色箭頭為空氣，黑色則為帶有丙酮的空氣

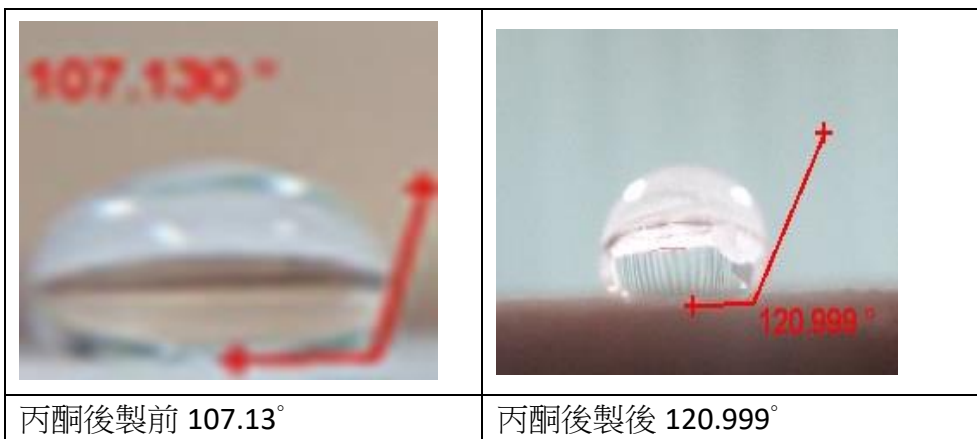


圖 13-4 接觸角改變實際圖

研究 2-3 與市售疏水試管、無鍍試管比較效能

研究 2-3 實驗步驟：

- 1.以同試管大小進行市售的奈米噴劑測試，用以比較瞬間膠蒸鍍之疏水性與其效果的差異
- 2.將受測物先以滴管滴水初步檢測
- 3.再將兩者投入水箱進行速度比較，試管內要填滿熱塑土，避免水滲透進空氣層內
- 4.利用 Tracker 分析每一次的平均速度

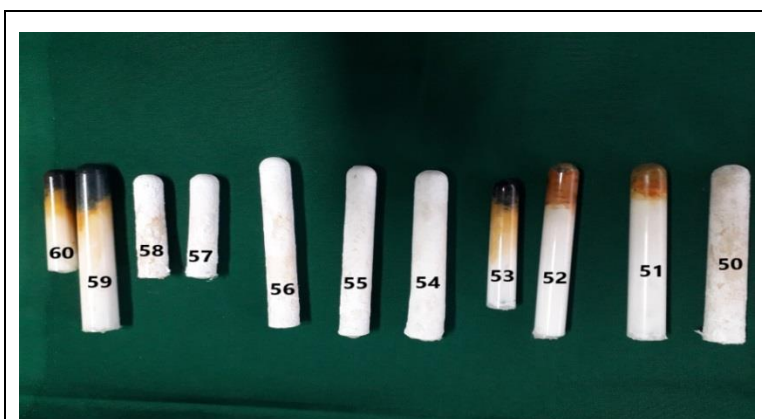


圖 14-1 測試試管編號代碼

研究 2-3 與疏水材料和無鍍試管比較效能

樣品:研究 2-1 成功試管、市售奈米清潔塗料的試管及無處理的試管

不同後製方式下速率的改變，後製方式分別為: (1)使用丙酮蒸氣融掉少許瞬間膠

(2)利用方式(1)加上熱風烤表面

(3)利用丙酮清除突起



圖 14-2 突起實際圖

圖 14-3 無後製速率比較長條圖

註:紫色為蒸鍍試管 藍色為無蒸鍍或市售試管

綜觀圖表，發現: 大試管中，市售的大試管最快，有鍍無磨的大試管最慢

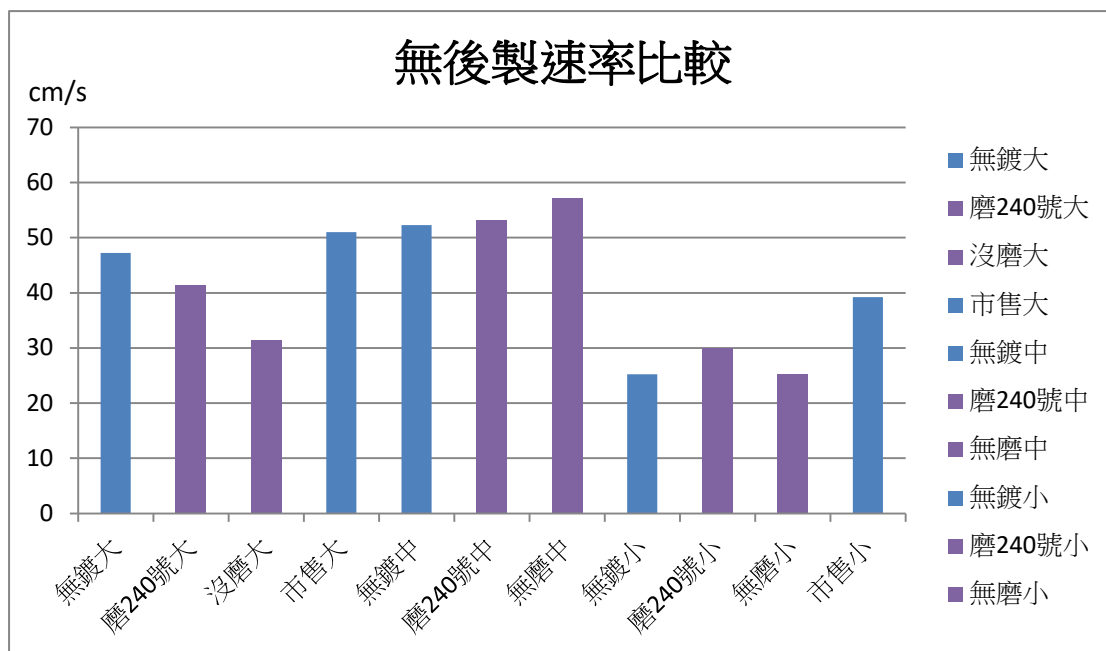


圖 14-3 無後製速率比較

綜觀圖表，發現中試管中，有鍍有磨的中試管最快，無鍍的中試管最慢
 小試管中，市售的小試管最快，無鍍的小試管最慢

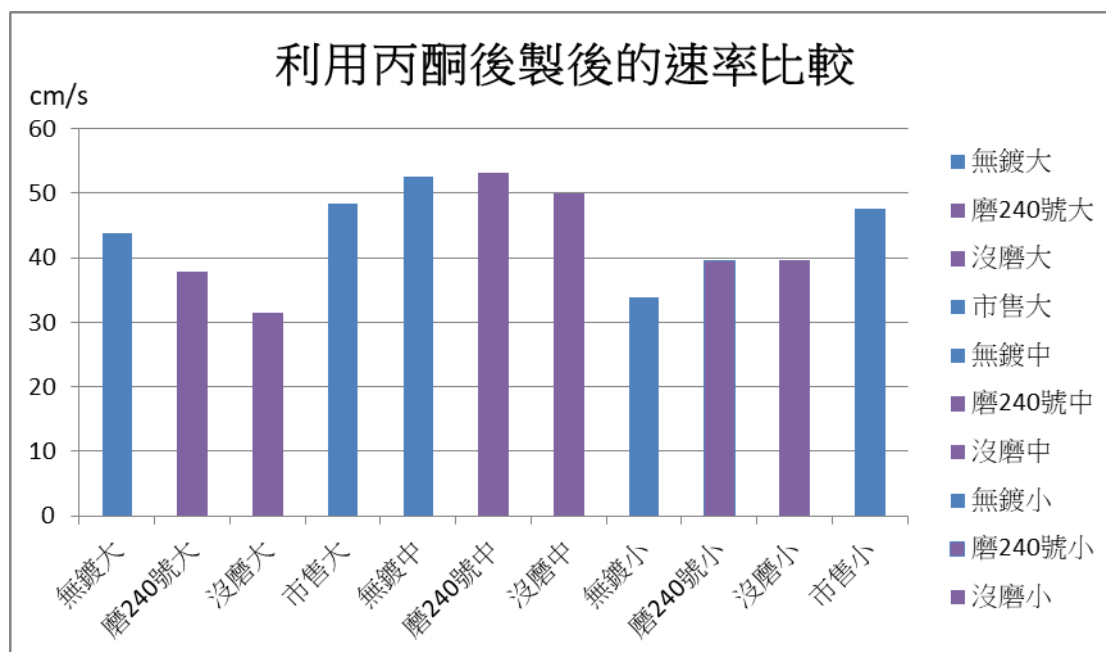


圖 14-4 利用丙酮後製後的速率比較長條圖

綜觀圖表，發現大試管中，市售的大試管最快，有鍍無磨的大試管最慢
 中試管中，有鍍有磨的中試管最快，有鍍無磨的中試管最慢
 小試管中，市售的小試管最快，無鍍的中試管最慢

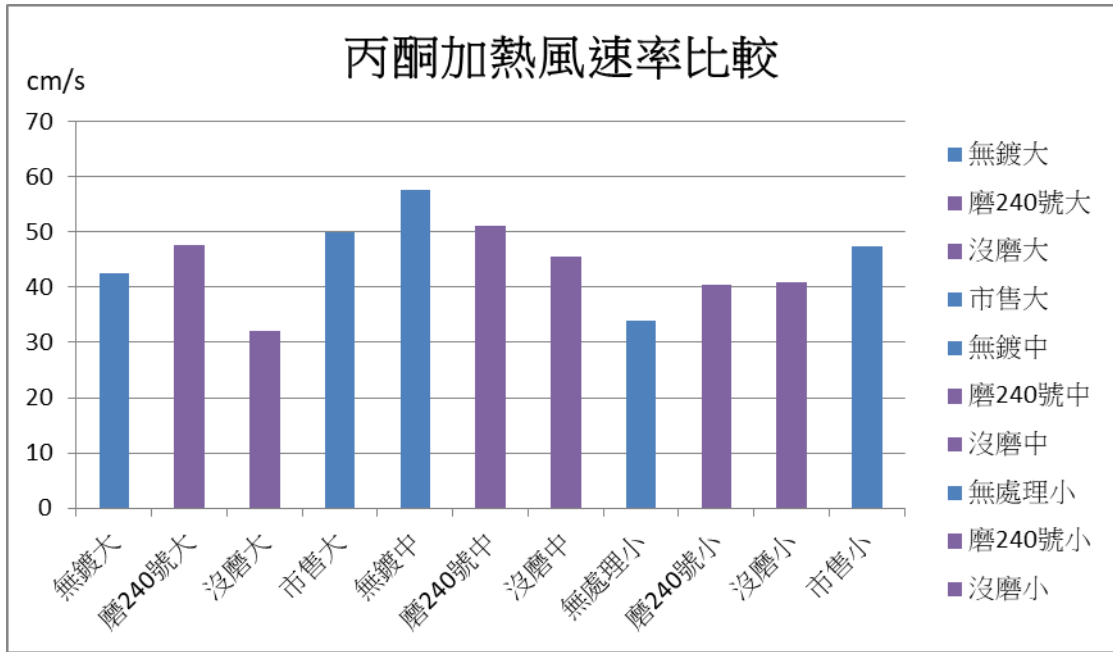


圖 14-5 丙酮加熱風後製後速率比較長條圖

綜觀圖表發現: 大試管中, 市售的大試管最快, 有鍍無磨的大試管最慢
 中試管中, 無鍍的中試管最快, 有鍍無磨的中試管最慢
 小試管中, 市售的小試管最快, 無鍍的中試管最慢

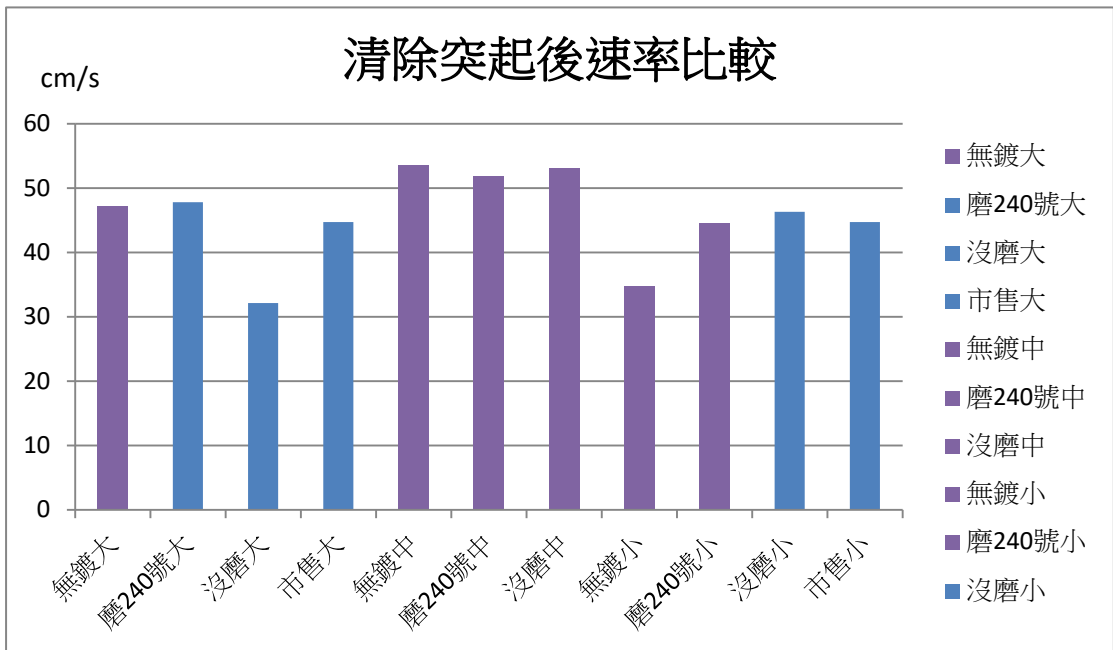


圖 14-6 清除突起後速率比較長條圖

綜觀圖表, 發現: 大試管中, 無鍍的大試管最快, 有鍍無磨的大試管最慢
 中試管中, 無鍍的中試管最快, 有鍍有磨的中試管最慢
 小試管中, 市售的小試管最快, 無鍍的中試管最慢

因為大試管在水中移動時, 我們鍍的效果都不如預期, 所以先分析比較中、小試管

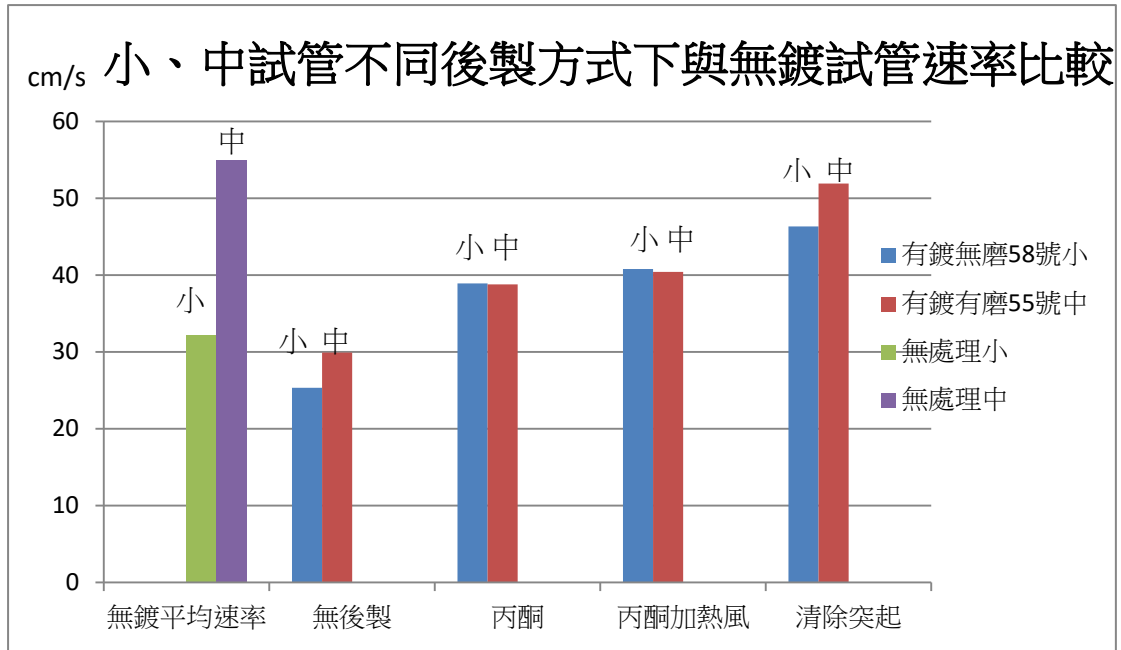


圖 14-7 小、中試管在不同後製方式下與無鍍試管速率比較

此圖中的有鍍有磨中試管(55) 及有鍍無磨小試管(58)在經由後製的處理下，效能逐漸提升

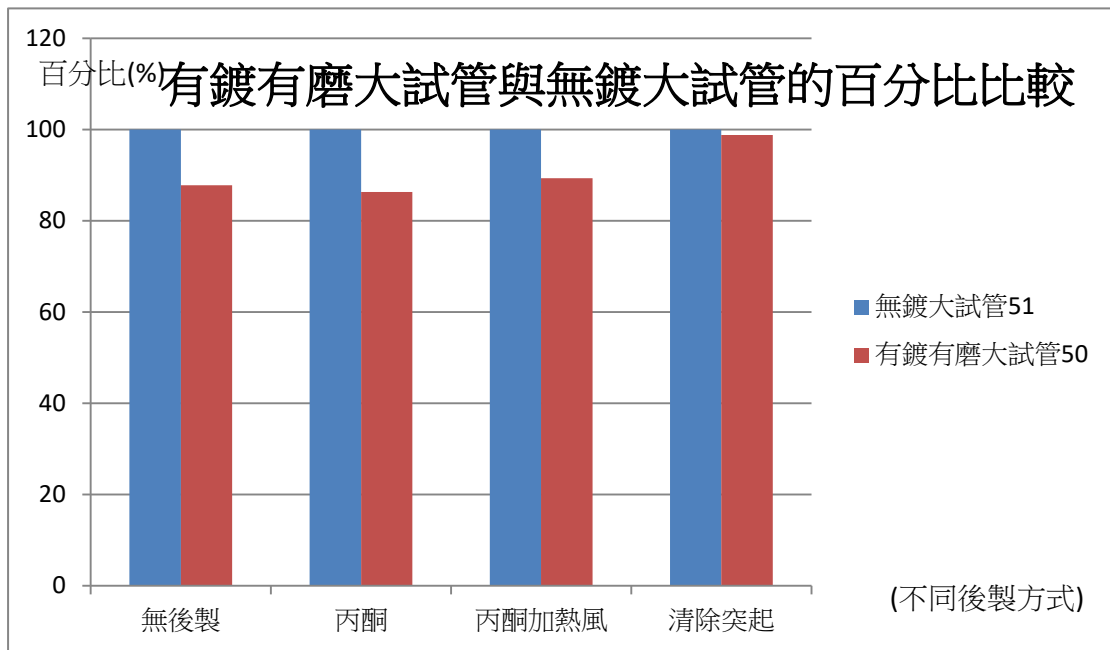


圖 14-8 有鍍有磨大試管與無度大試管的百分比比較

由此圖可看出前兩個後置方式與無後置差別不大，但清除突起比有鍍無後製增加了 11%

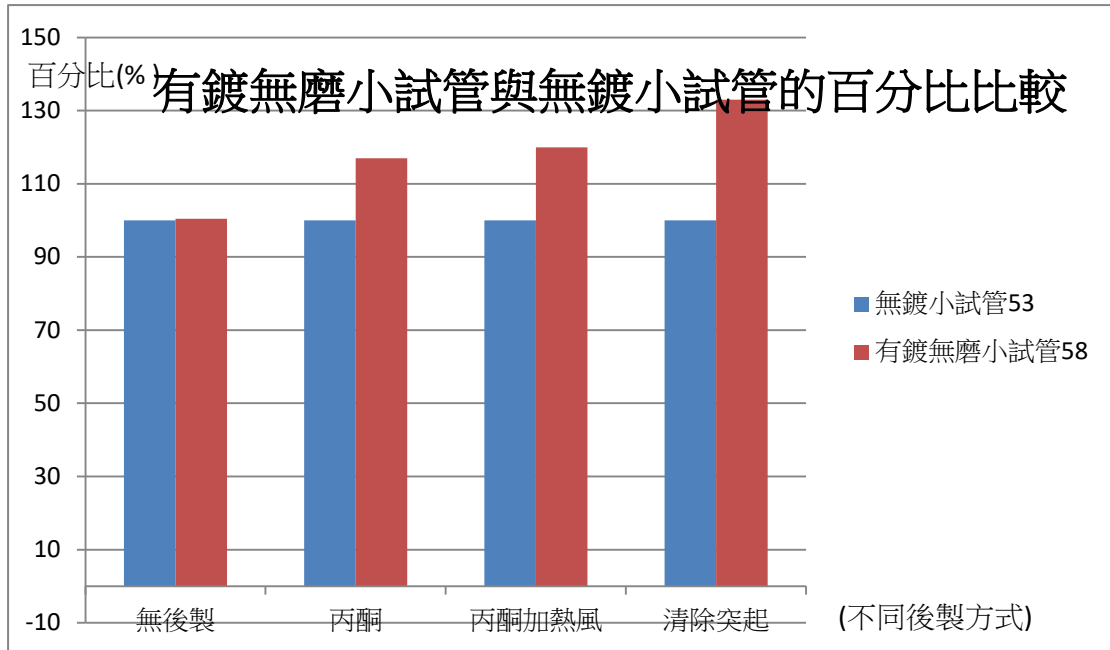


圖 14-9 有鍍無磨小試管與無鍍小試管的百分比比較(無度的小試管當基準 100%)

從此圖可發現:小試管不論在某個後製方式下, 速率皆大於無鍍小試管

丙酮-效能增加 17%

丙酮加熱風-效能增加 20%

清除突起-效能增加 33%

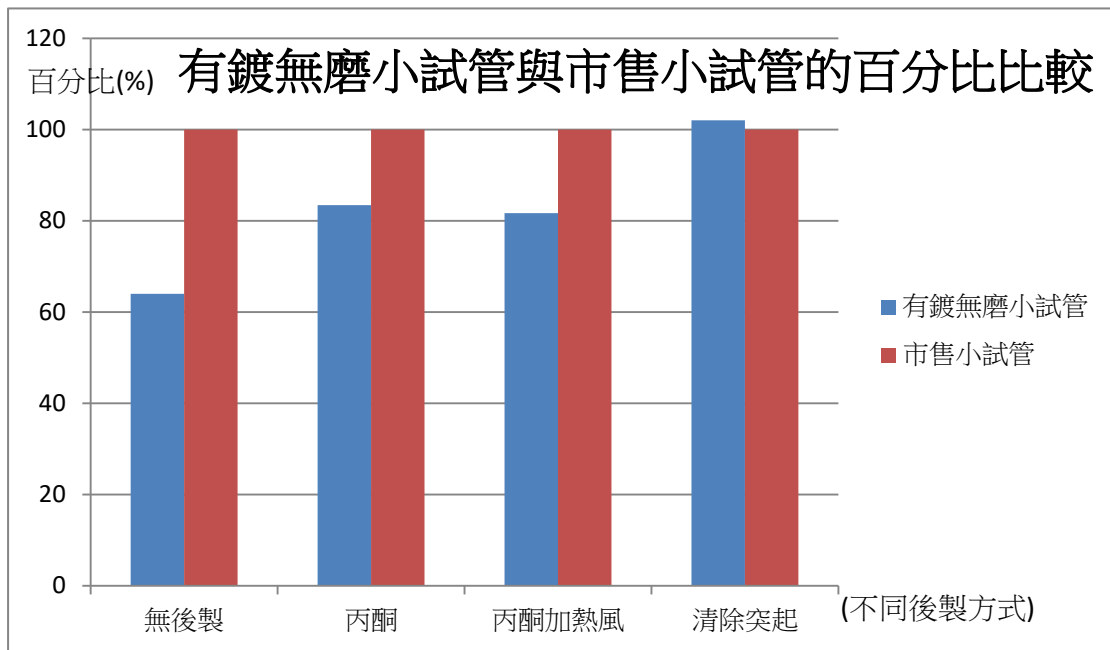


圖 14-10 有鍍無磨小試管與市售小試管的百分比比較

由此圖可以看出丙酮與清除突起的後製方式效果較顯著, 速度不斷提高且只有清除突起優於市售試管

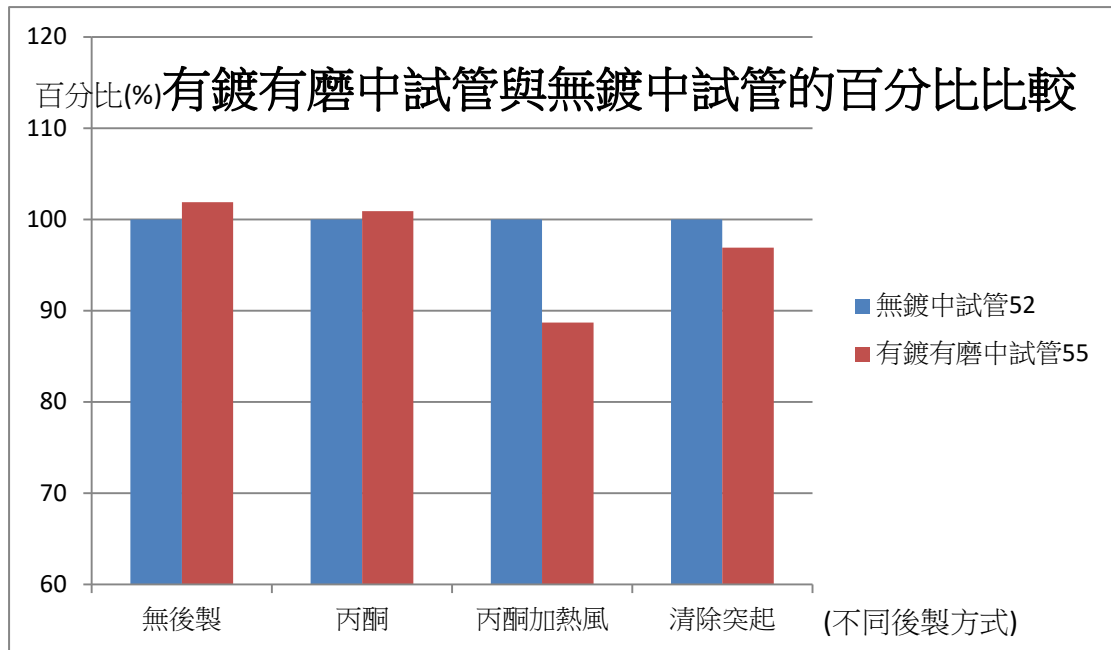


圖 14-11 有鍍有磨中試管與無鍍中試管的百分比比較
由此圖可以看出:後製完的結果都沒有比無後製的好。

陸、討論

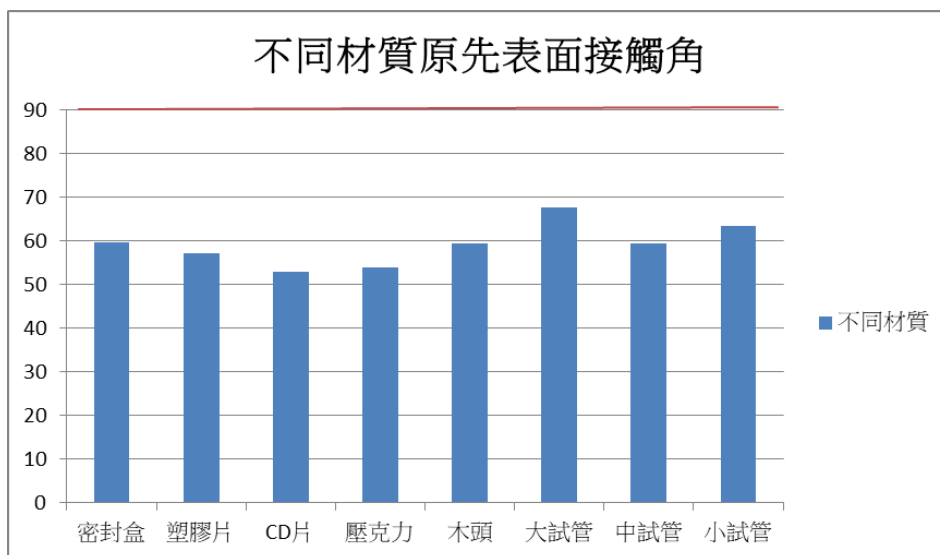


圖 16-1 不同材質原先表面接觸角

從上圖表可以得知:當成蒸鍍材料的基板皆無疏水性，代表我們自製的樣品沒有本身具有疏水性的問題



圖 16-2 水珠疊加圖

上面為兩張水珠疊加圖，可以看出水珠並未殘留在上面，表示有疏水性

研究 1-1：研究不同瞬間膠蒸發速率的影響，密封盒內的瞬間膠與丙酮互融，可能是因為丙酮先將瞬間膠融掉，以致無蒸氣蒸鍍在盒蓋上，想往盒外蒸發，但密封盒阻止行動，所以丙酮帶著瞬間膠蒸發在盒內四周

研究 1-2 中，發現材質對疏水性無太大影響，接觸角沒有一個絕對數值

研究 1-2-2，(1)混亂氣流裝置中，如果要有均勻的蒸氣表面，要有第一個分子先附著上去，接下的分子在吸附在一起，但每個瞬間膠分子附著機率應該一樣，所以無法蒸鍍密集

(2)在表面上留下指紋，雖然密集區域位置極端，但有沾到指紋的地方皆具有疏水性，推測可能是因為指紋內有水的成分，而物件表面或來自空氣中的水份（更準確是水份所形成之氫氧離子）會使單體會迅速地進行陰離子聚合反應，瞬間膠也因此往有水位置蒸鍍

研究 1-2-3:增加距離沒有比無改變的樣品好

研究 1-2-4:增加距離沒有比無改變的樣品好

研究 1-2-5:木頭本身無疏水性，代表粗糙度對疏水性的影響極大

研究 1-3 中，有用砂紙進行處理的樣品比無處理的樣品疏水性好很多，推論表面粗糙容易使瞬間膠分子聚集成規律長鏈，使表面具有疏水性

從研究 1-2-5、1-3 中證實粗糙度確實影響蒸鍍狀況

研究 1-4 中，電場中的樣品接觸角都約在 90 度上下，在裝置中，發現四周的蒸鍍情形較好，推測是四周電場最強且四周較為突出，瞬間膠容易吸附在這樣的情況下，導致樣品狀況不均勻

研究 1-5 中，增高溫度的大部分樣品疏水性沒有比室溫下的好，已知溫度提高，瞬間膠蒸發越快，可能是蒸發速度越快，瞬間膠越快凝結，蒸氣減少，疏水性也就差

研究 1-6 中，探討降低溫度是否疏水性更佳，降溫時，蒸發速率減慢以致瞬間膠蒸鍍現象不明顯

研究 1-7 中，真空裝置中只有滴入瞬間膠時，才有空氣進入，水氣也不多，因瞬間膠需與水氣反應，所以表面蒸鍍狀況不好，也證實水氣對於蒸鍍狀況有重要的影

綜合所進行的瞬間膠實驗，推測瞬間膠的特性可能為碰到同瞬間膠分子時，會互相吸引而無法蒸鍍上物體表面，所以要利用同一個箱子蒸鍍時，要隔絕前後瞬間膠的接觸

在分析試管路徑時發現有些試管後製越多，效果越好，有些則是相反，依照路徑中的時間和試管水平方向繪了散佈圖，以有鍍有磨小試管(57)與有鍍無磨小試管(58)當範例，如下

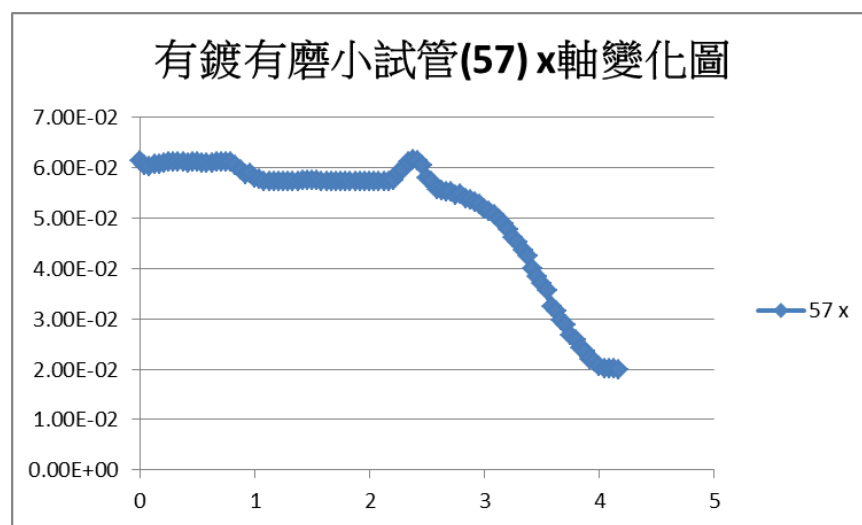


圖 15-1 有鍍有磨小試管(57)x 軸變化圖

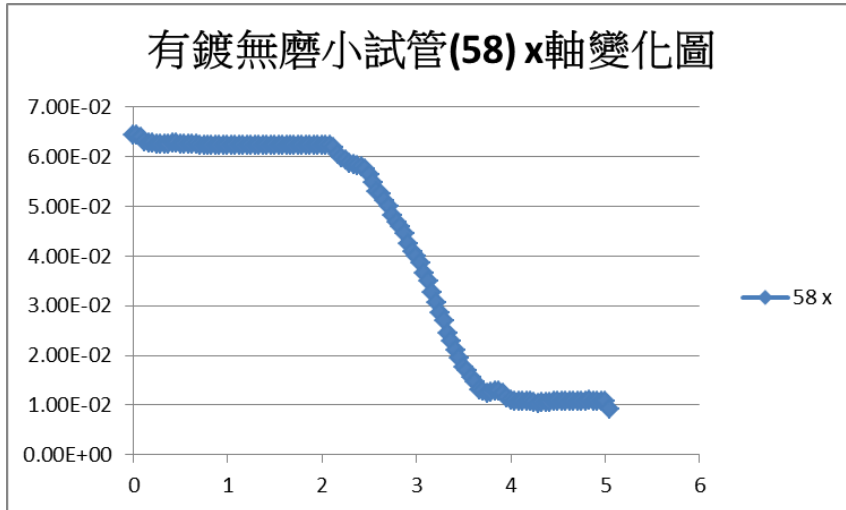


圖 15-2 有鍍無磨小試管(58)x 軸變化圖

上圖為有鍍有磨小試管在清除突起(後製方式)情況下的 X 位置-時間座標圖，下圖為有鍍有磨小試管在清除突起(後製方式)情況下的 X 位置-時間座標圖，從上圖與下圖比對可得知，上圖的 X 軸(試管水平方向)變動較多且幅度較大，反之，下圖的 X 軸(試管方向)變動較少且幅度較小，代表上圖的相對速率大於下圖，與圖 14-6 吻合

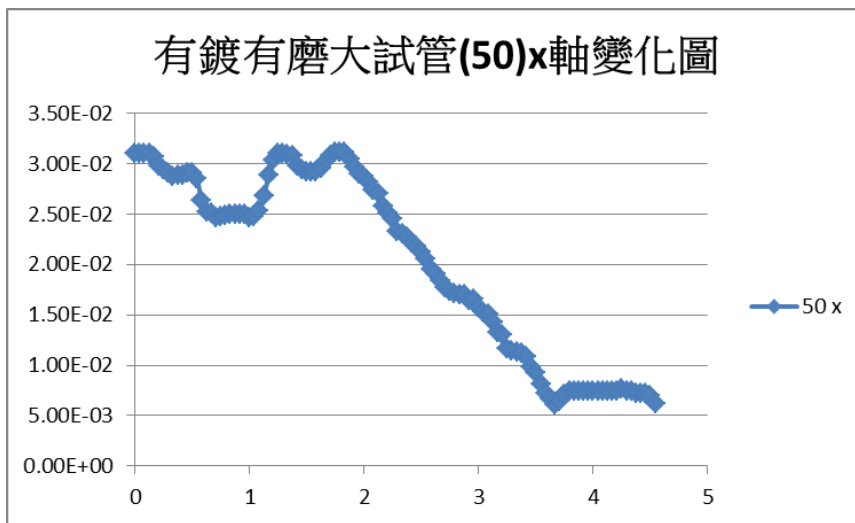


圖 15-3 有鍍有磨大試管(50)x 軸變化圖

註:上圖為無後製情況下

再從上圖可以發現:此試管在無後製的情況下，水平左右震動的幅度很劇烈，因此降下的速度比無鍍的大試管慢。

從此推論出:蒸鍍後的試管表面如果均勻，代表試管各向均勻，不易碰撞到水箱中的管壁，導致路徑增長，阻力增加，進而速率變慢

研究 2-1，我們發現有鍍無磨小試管(58)比沒鍍的試管在清除突起的情況下，速率多出了百分之三十三，推論出有疏水性的表面會在試管和水之間有一層空氣層，水不會接觸到物體表面，會在空氣層上移動，使速率提升，但假使有不具有疏水性的突起，反而造成試管在水中滑動摩擦力更大，因此在清除突起後，有疏水性的小突起和無疏水性的小突起的比例會相較於其他處理方式接近。

我們也分析有鍍無磨大試管(54)不論在哪種情況下皆是最慢的，也發現這根試管的上端已遭受破壞，上端明顯彎曲，因此這跟試管在水中會受到較大的阻力，進而速度變慢。

我們也發現自己鍍的幾乎都沒有比市售的試管快，只有幾根試管快一點點，但我們認為使用瞬間膠當蒸鍍材料比市售噴劑好，它的疏水性能保留很久，但一般市售疏水塗料 4-6 個月就沒效了，因此這是我們的優勢所在，如果能改變瞬間膠附著在物體表面的方法，例如:高壓噴霧，相信瞬間膠當物體疏水性表面會是一個有潛力的材料。

柒、結論

- 1.瞬間膠的蒸鍍原理可能是第一個分子先抵達目標，其他分子會被吸附過去。
- 2.瞬間膠滴數越多，蒸鍍狀況及疏水性越好。
- 3.材料對瞬間膠分子的蒸鍍並無太大影響
- 4.瞬間膠離受測品越近、遠，蒸鍍狀況不好，無疏水性，約在 7-9.5cm，為最佳距離。
- 5.混亂氣流中，無法解決分布不均的問題，氣流會讓瞬間膠分子無法吸附，所以蒸鍍狀況不好。
- 6.有指紋處(水分較多處)，瞬間膠分子容易被吸附過去，導致具有疏水性的地方分布不均。
- 7.以不同型號砂紙磨過的表面疏水性的比較:粗糙度 2000 號砂紙>粗糙度 1000>粗糙度 240>粗糙度 7000。
- 8.疏水性的條件:每處皆蒸鍍均勻、表面突起長度適中。
- 9.電場裝置中，因四周電場最強，所以四周的瞬間膠蒸氣附著最多且易附著在突出部位。
- 10.當加熱蒸鍍時，瞬間膠固化時間快，其中的丙酮很快就蒸發，導致瞬間膠蒸氣不易蒸發到基板表面。
- 11.當降溫蒸鍍時，瞬間膠不易固化，其中的丙酮很慢才蒸發，導致瞬間膠蒸氣不易蒸發到基板表面。
- 12.當蒸鍍時進行真空，水分不足，不易蒸鍍，導致疏水性不好。
- 13.後製方式對試管在水中的速度都有提升，不同厚度和突起都決定了使用哪一

種後製方式較好。

- 14.當不同大小試管在相同空間、相同瞬間膠的蒸氣下，物品越小，瞬間膠分子蒸鍍的越密集，表面也越厚，因此小試管表面密集且厚，不會因某面疏水性較好而往另一面走，代表較不會碰觸、磨擦到管壁，速率當然較快，碰撞到水箱中的管壁，導致路徑增長，阻力增加，進而速率變慢，蒸鍍較厚，空氣層面積大，不直接接觸試管本身，速率也會快。
- 15.對其試管而言，投入水中後的比沒鍍的試管速率增加百分之三十三。
16. 我們認為使用瞬間膠當蒸鍍材料比市售噴劑好，它的疏水性能保留很久，但一般市售疏水塗料 4-6 個月就沒效了，因此這是我們的優勢所在。

捌、參考資料

<https://zh.wikipedia.org/wiki/疏水性>

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/蓮花效應>

奈米新世界

<https://nano.nstm.gov.tw/NaturalPhenomenon/LotusLeafEffect/UnderstandingLotusLeafEffect.htm>

http://hk-phy.org/atomic_world/lotus/lotus01_c.html

http://www.amtech.com.tw/custom_61349.html

能源報導

<https://energymagazine.tier.org.tw/Cont.aspx?CatID=16&ContID=1830>

<https://kknews.cc/zh-tw/science/9m9eb.html>

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%96%8F%E6%B0%B4%E6%80%A7>