

超親水雙離子水膠薄層之抗霧及抗沾黏應用

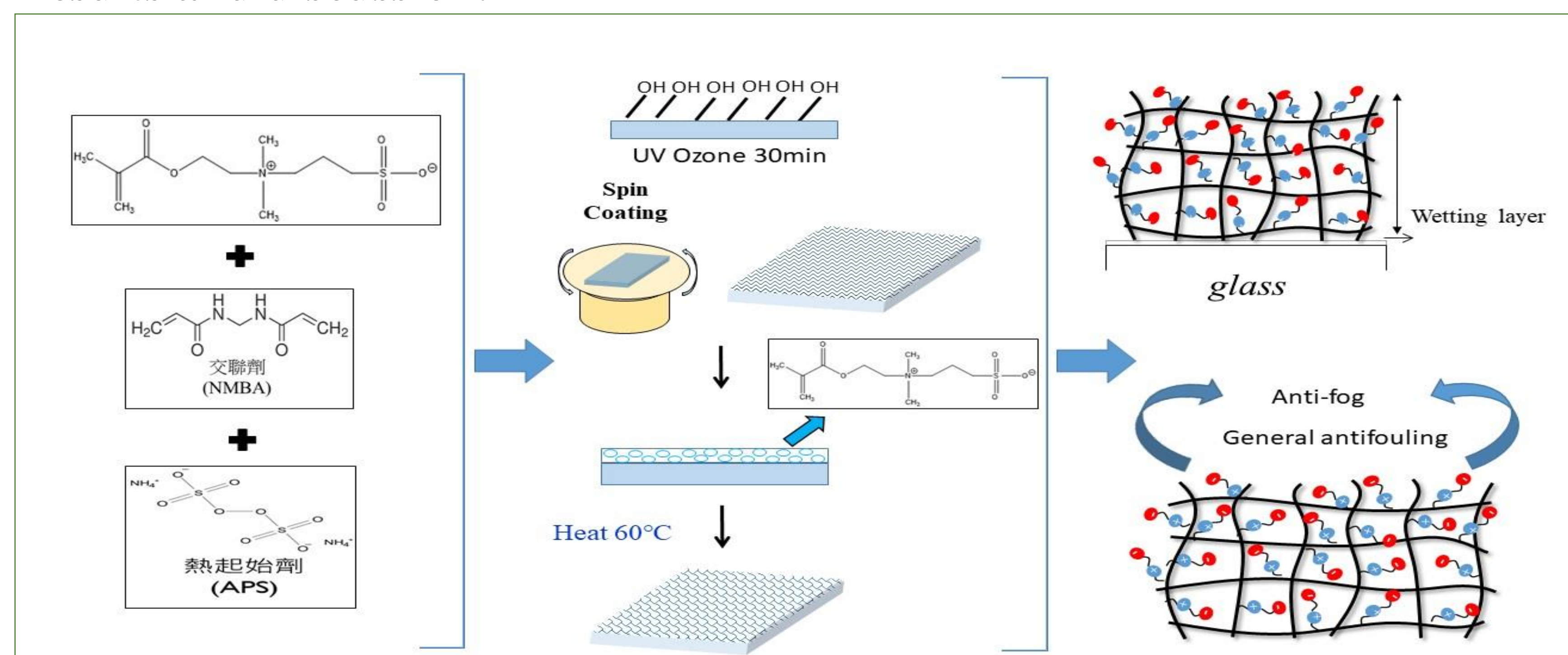
王紹祐、李承翰、周盈年*
南臺科技大學化學工程與材料工程系
†指導教授: Ying-Nien Chou 周盈年
Corresponding author's email: yinchou@stust.edu.tw

Abstract:

在此研究中，兩性離子磺基甜菜鹼單體 (SB) 透過簡單且快速的旋轉塗佈法在氧化後的基質表面上形成磺基甜菜鹼水凝膠薄膜 (SBHTF)，這項研究使基材變得超親水並具有防霧和抗生物沾黏等特性。結果表明，在2000rpm下旋塗濃度為22 wt%，MI比為90:1，在60°C下反應1小時，具有最佳的防霧和抗生物沾黏等特性。水接觸角實驗表明，玻璃的水接觸角從60度降低到大約10度，降低了約83%。XPS證實單體已成功塗覆在玻璃表面上形成了SBHTF。經超音波震洗後，表面結構沒有損壞。而後，在玻璃上的SBHTF上進行了防霧測試，在凍結環境-20°C或熱蒸氣下可以將穿透率從20%增加到100%。

SBHTFs能夠抵抗蛋白質 (牛血清蛋白) 的吸附並降低平均80%的吸附量。此外，還測試了血液 (紅血球 (RBC) 和自體血小板 (PRP)) 的附著，結果表明，SBHTFs可以減少90%的附著吸附，因此，我們證明了SBHTFs的親水特性可以有效地實現抗霧，抗生物沾黏，並通過簡單快速的旋塗法實現，從而在大規模商業應用中顯示出巨大的潛力。

Results and discussion:



Scheme 1. 通過旋塗法在玻璃上的兩性離子磺基甜菜鹼單體水凝膠薄膜 (SBHTFs) 表面塗層示意圖。

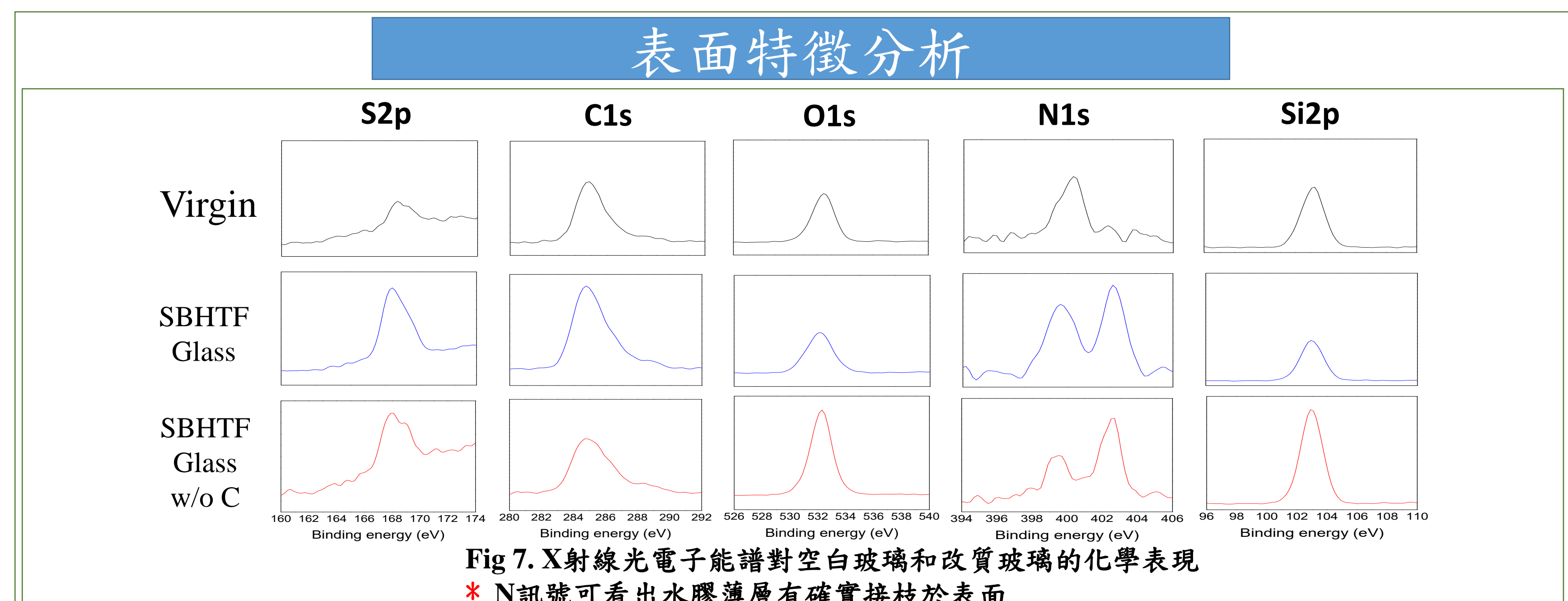


Fig 7. X射線光電子能譜對空白玻璃和改質玻璃的化學表現
* N訊號可看出水膠薄層有確實接枝於表面

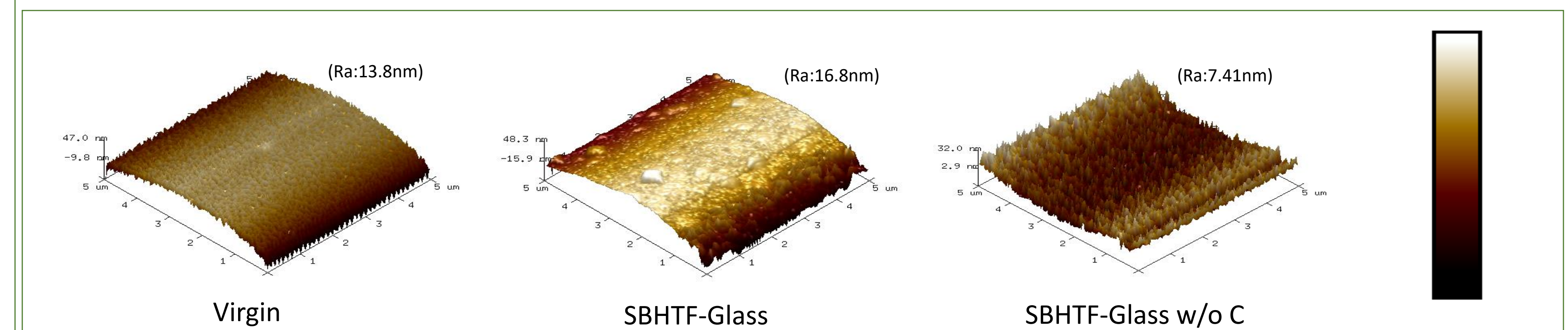


Fig 8. 原子力顯微鏡(AFM)對空白玻璃和改質玻璃之表面分析

* 添加交聯劑之玻璃玻璃 (SBHTF-Glass): 粗糙度些微上升，表面形成網狀結構產生較厚之膠層
* 未添加交聯劑之玻璃玻璃 (SBHTF-Glass w/o C): 粗糙度略微下降，表面單體交聯程度比起有添加交聯劑稍微不足

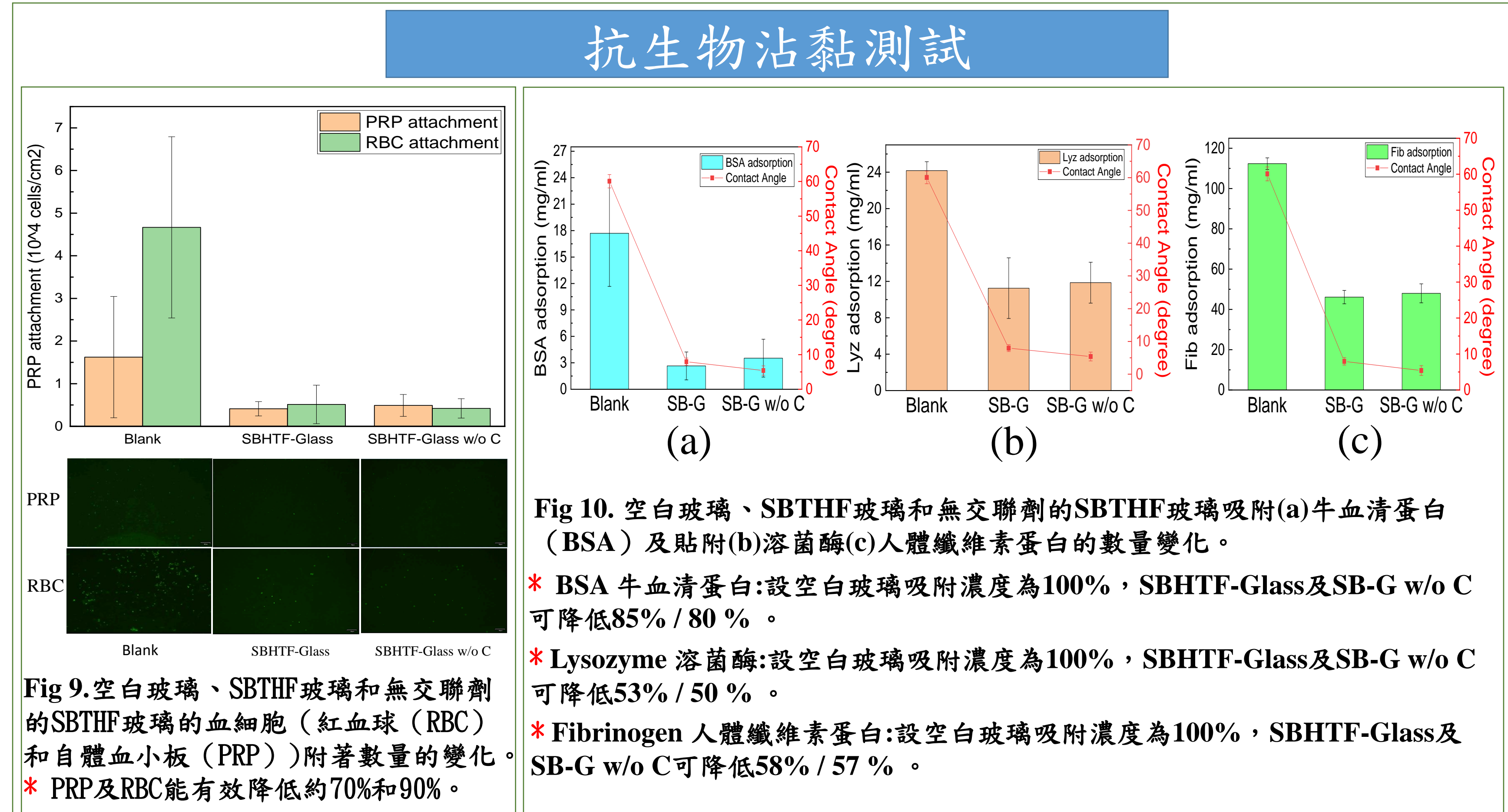


Fig 9. 空白玻璃、SBHTF玻璃和無交聯劑的SBHTF玻璃的血細胞 (紅血球 (RBC) 和自體血小板 (PRP)) 附著數量的變化。

* PRP及RBC能有效降低約70%和90%。

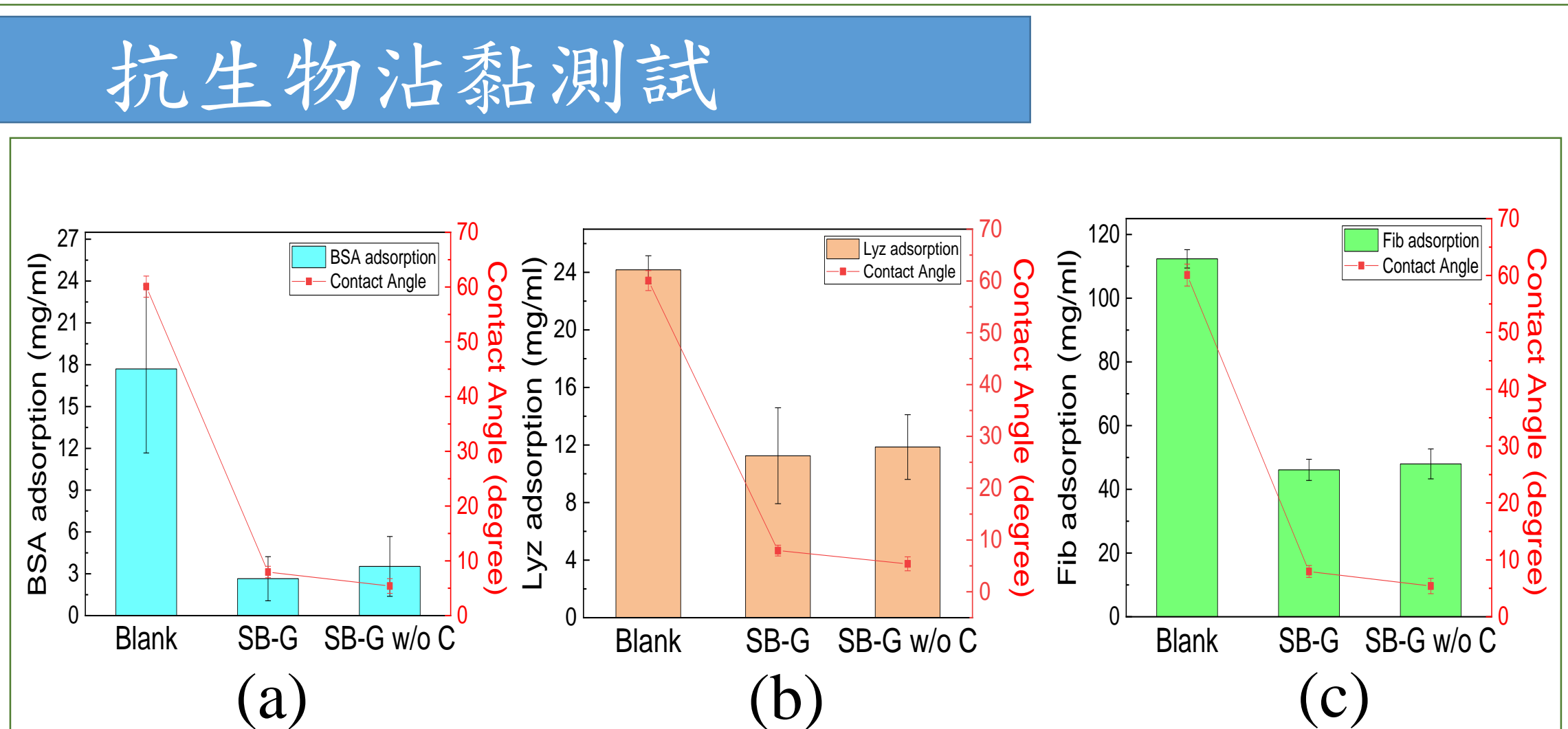


Fig 10. 空白玻璃、SBHTF玻璃和無交聯劑的SBHTF玻璃吸附(a)牛血清蛋白 (BSA) 及貼附(b)溶菌酶(c)人體纖維素蛋白的數量變化。

* BSA 牛血清蛋白: 設空白玻璃吸附濃度為100%，SBHTF-Glass及SB-G w/o C可降低85% / 80%。
* Lysozyme 溶菌酶: 設空白玻璃吸附濃度為100%，SBHTF-Glass及SB-G w/o C可降低53% / 50%。
* Fibrinogen 人體纖維素蛋白: 設空白玻璃吸附濃度為100%，SBHTF-Glass及SB-G w/o C可降低58% / 57%。

親水性試驗

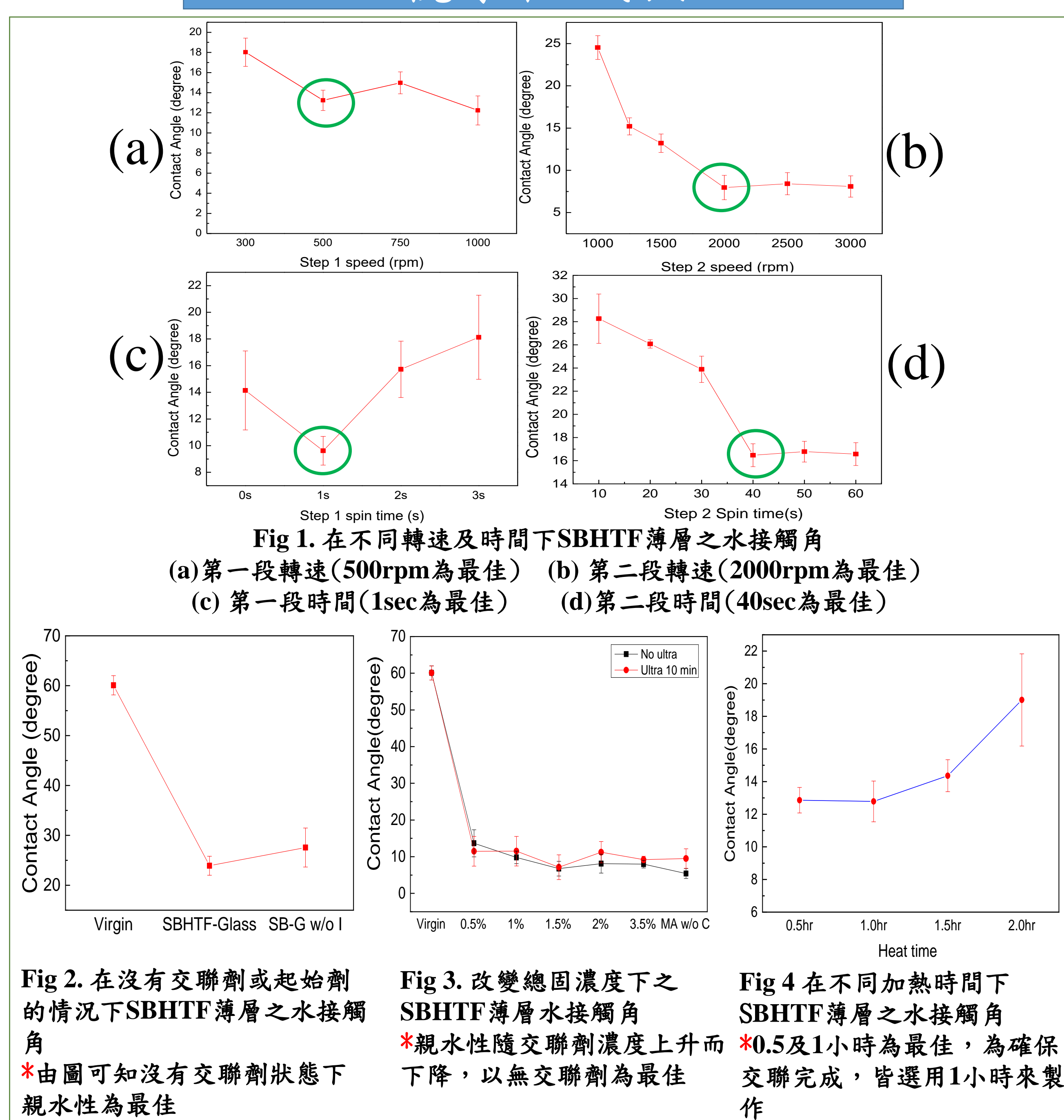


Fig 1. 在不同轉速及時間下SBHTF薄層之水接觸角

(a) 第一段轉速(500rpm為最佳) (b) 第二段轉速(2000rpm為最佳)
(c) 第一段時間(1sec為最佳) (d) 第二段時間(40sec為最佳)

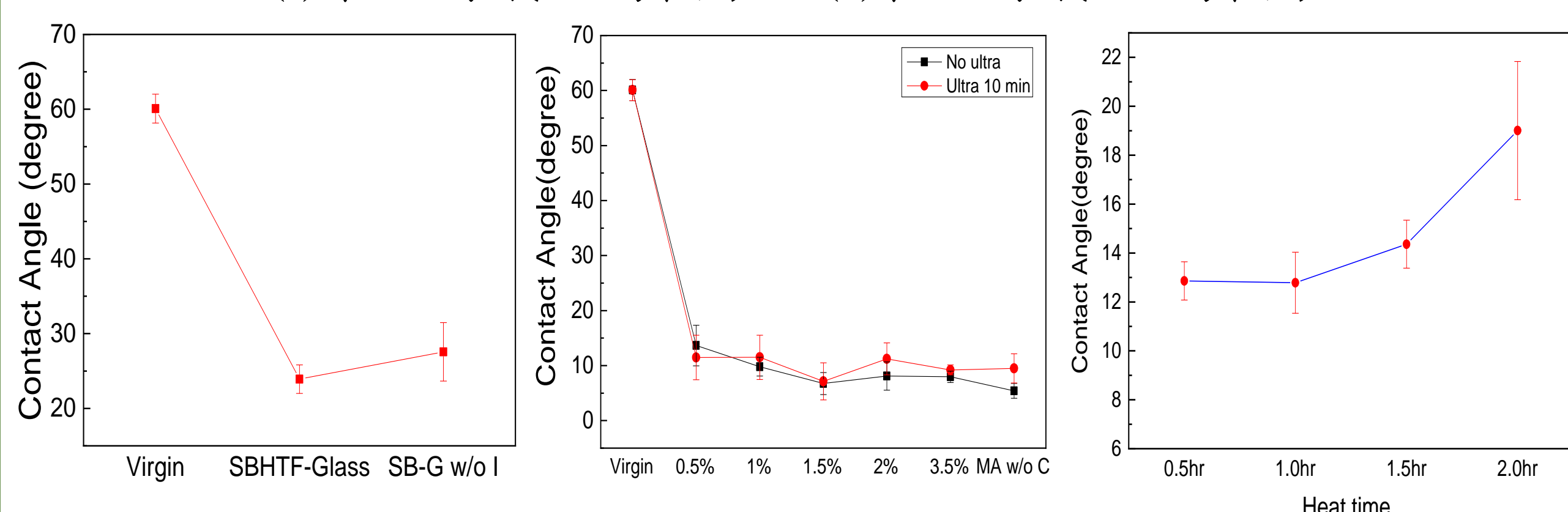


Fig 2. 在沒有交聯劑或起始劑的情況下SBHTF薄層之水接觸角
* 由圖可知沒有交聯劑狀態下親水性為最佳

Fig 3. 改變總固濃度下之SBHTF薄層之水接觸角
* 親水性隨交聯劑濃度上升而下降，以無交聯劑為最佳

Fig 4 在不同加熱時間下SBHTF薄層之水接觸角
* 0.5及1小時為最佳，為確保交聯完成，皆選用1小時來製作

抗霧及自清潔試驗

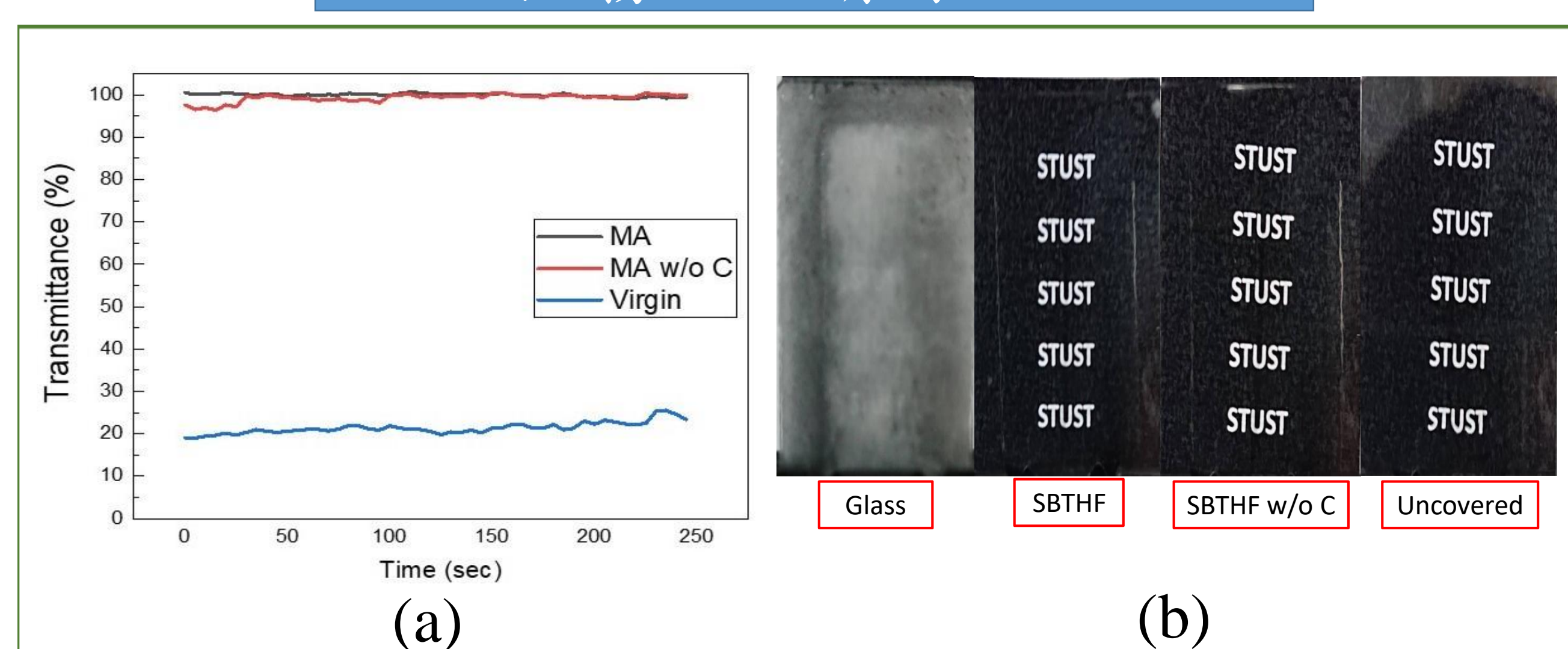


Fig 5. 通過UV盤式光譜儀，空白玻璃和SBHTF玻璃樣品進行水蒸氣或霧氣處理來進行穿透度測試 (a)。將樣品放在帶有“STUST”字母的紙上。經過熱蒸汽或-20°C下冷凍後取出，光透過玻璃，空白玻璃和SBHTF玻璃的樣品透射情形 (b)

* SBHTF-Glass穿透度可由原先空白20%提升至100%。

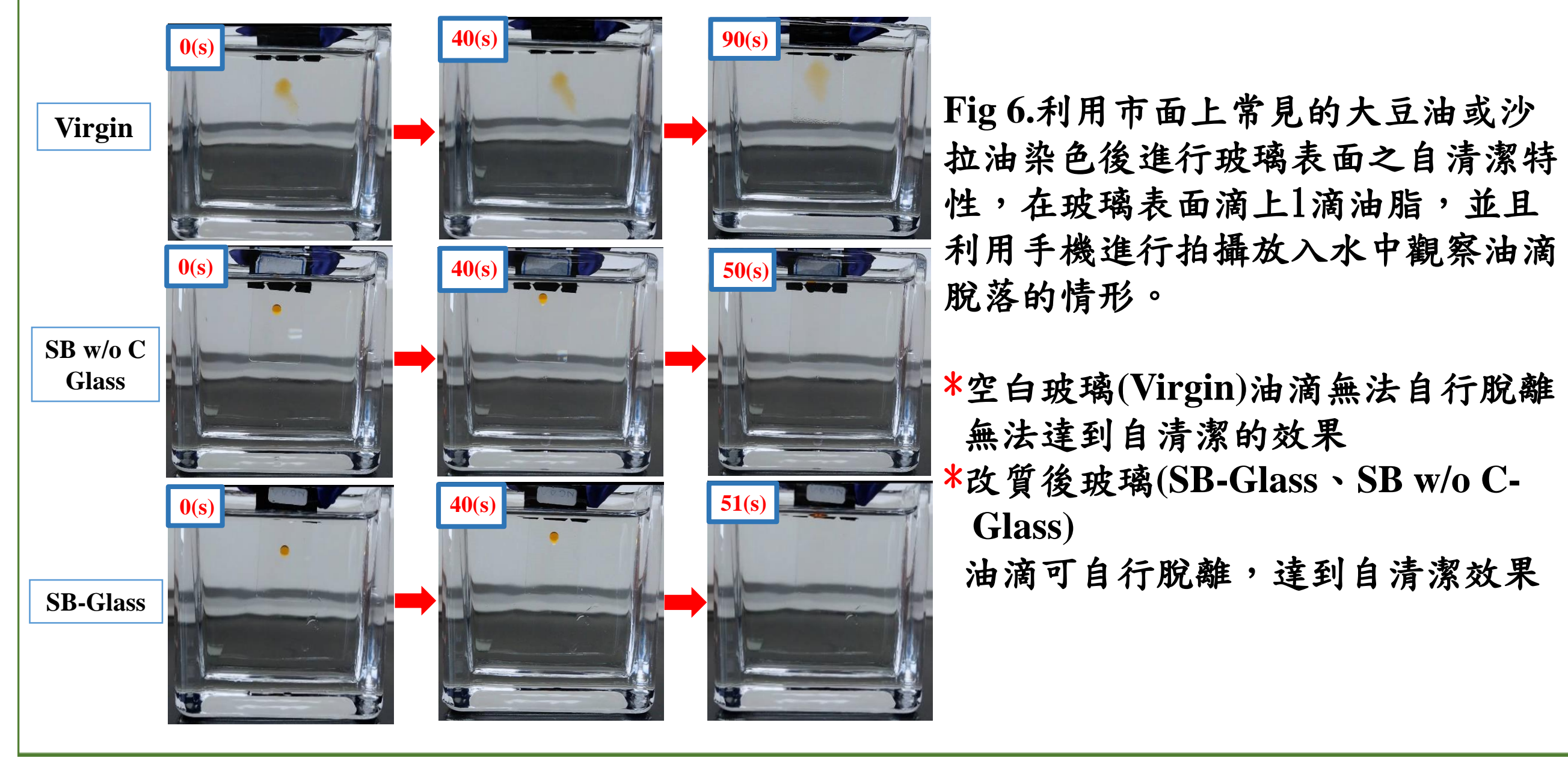


Fig 6. 利用市面上常見的大豆油或沙拉油染色後進行玻璃表面之自清潔特性，在玻璃表面滴上1滴油脂，並且利用手機進行拍攝放入水中觀察油滴脫落的情形。

* 空白玻璃 (Virgin) 油滴無法自行脫離，無法達到自清潔的效果
* 改質後玻璃 (SB-Glass、SB w/o C-Glass) 油滴可自行脫離，達到自清潔效果

Conclusion:

本研究利用超親水雙離子水膠塗層，在不需要多餘的化學修飾的製程下，成功讓空氣中的水分子附著在玻璃表面上形成水膜，達到抗霧，並且同時具有抗生物沾黏的特性。

轉速為1秒500rpm；40秒2000rpm，加熱反應1小時會有最佳的改質參數，SBHTF-Glass在-20°C下取出讓霧氣附著，使用UV盤式光譜儀進行穿透度試驗，其數據證明了玻璃表面的透光度由20%提升至100%，已接近和無霧氣之玻璃相同，代表著親水性的塗層即能有有效的抗霧，在自清潔的試驗也發現，擁有超親水表面即可達成表面自清潔，同時也對超親水的應用有了進一步的提升。

改質後的SBHTF玻璃具有良好的抗血細胞附著及抗蛋白質沾黏，大大拓廣此水膠薄層的應用。

綜合來說，本研究提供了一種全新的表面改質方法，此方法快速又簡便，能有效提升超親水之特性，並以此應用於抗霧及抗沾黏，同時也顯示出親水性材質的巨大潛力。

References:

[1] . Ying-Nien Chou, Fang Sun, Hsiang-Chieh Hung, Priyesh Jain, Andrew Sinclair, Peng Zhang, Tao Bai, Yung Chang, Ten-Chin Wen, Qiuming Yu, Shaoyi Jiang, August 2016, Ultra-low fouling and high antibody loading zwitterionic hydrogel coatings for sensing and detection in complex media, sciencedirect
[2] . Kang-Ting, Huang, Shiu-Bang Yeh, and Chun-Jen Huang, ACS Appl. Mater. Interfaces 2015, 7, 38, 21021–21029 Surface Modification for Superhydrophilicity and Underwater Superoleophobicity: Applications in Antifog, Underwater Self-Cleaning, and Oil–Water Separation