

# 自組裝分子膜製程開發及性質研究 ——防偽標章之製作

呂雲瑞<sup>\*ac</sup>、林明祥<sup>bc</sup>

<sup>a</sup> 台北市立西松高級中學

<sup>b</sup> 新北市立林口高級中學

<sup>c</sup> 教育部高中化學學科中心

\*[chem\\_tim@yahoo.com.tw](mailto:chem_tim@yahoo.com.tw)

## ■ 影片觀賞

本實驗影片由教育部高中化學學科中心和台灣多媒體創意教學協會提供。

## ■ 簡介

微觸印刷原先為用於半導體產業製作，聚二甲基矽氧烷



影片網址：<https://www.youtube.com/watch?v=7PLoETfndrg>, YouTube.

(polydimethylsiloxane, PDMS) 俗稱矽油，是經有機金屬的交叉鏈結反應 (crosslinking reaction) 固化而成的聚合物，固態的聚二甲基矽氧烷為一種矽膠，無毒、疏水性、非易燃性、且透明的惰性彈性物質。利用 PDMS 的性質，透過疏醇溶液的附著，讓有機碳鏈物質吸附在 PDMS 的凸面，使得特殊圖案在金屬表面上形成能夠長時間密合的自組裝分子膜，再依據其疏水性，於使用時以口中水氣辨識圖騰。有關 PDMS 的結構與交叉鏈結反應如圖 1 所示：

自組裝分子膜 (self-assembly monolayer, SAM) 的成膜原理是通過固、液界面間的化學吸附，在基板上形成化學鍵連接的、取向排列的、緊密的二維有序單分子層，活性分子的頭基與基板之間得化學反應使活性分子佔據基體表面上每個可鍵結的位置，並通過分子間作用力使吸附分子緊密排列。如果活性分子的尾基也具有某種反應活性，則又可繼續與別的物质反應，形成多層膜。經由加工所製造出來的印章可重複多次使用，而且表面多具有化學惰性，因此接觸轉印完後，會很容易的離開表面，就算有灰塵附於其上

也很容易洗去，運用此特性，我們可以十分 理，如圖 2 所示：

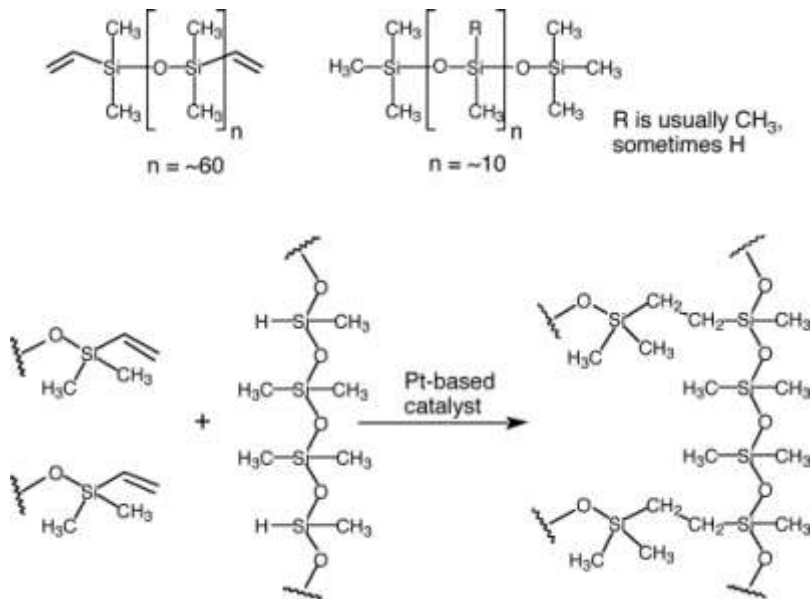


圖 1：兩種不同的 PDMS (聚二甲基矽氧烷) 的結構式 (上) 和本實驗之交叉鏈結反應 (下)

簡便的大量精密複製我們所需的薄膜。當墨水與基板發生反應後便形成自組裝單分子層 (self-assembled monolayers, SAMs)。單分子層對化學腐蝕液有阻隔作用，用蝕刻劑進行腐蝕，就在基板上得到與原蝕刻圖案完全一樣的精細圖案。有關自組裝分子膜的成膜原

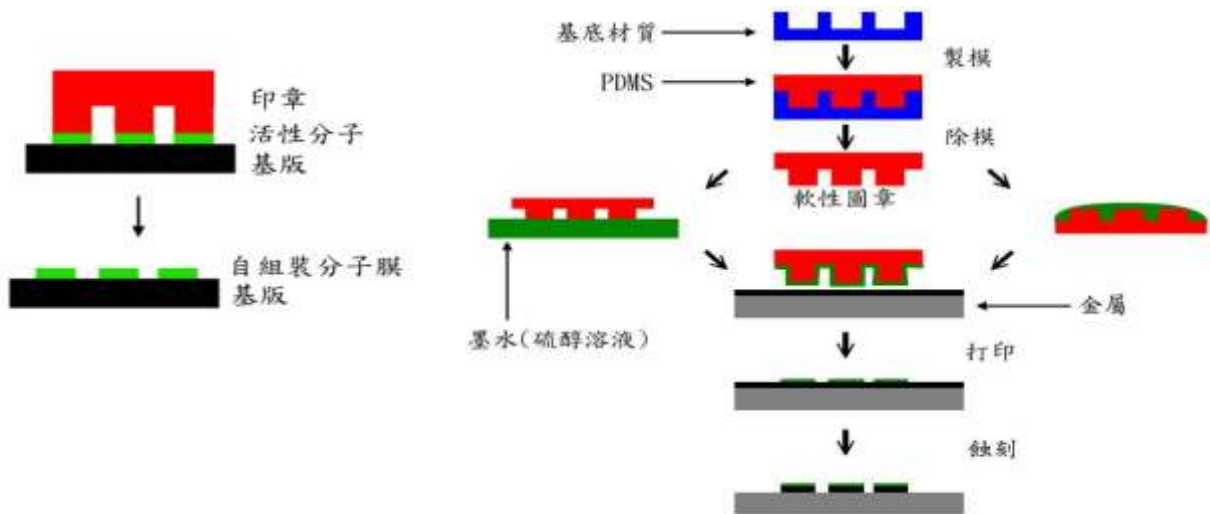


圖 2：自組裝分子膜的成膜示意圖

## 藥品與器材

本實驗所需相關材料，如圖 3 所示。

1. 烤箱
2. 電子秤
3. 金屬器皿
4. PDMS 主劑 (Sylgard polymer) (註 1)
5. PDMS 固化劑 (註 1)
6. 1,6-己烷基雙硫醇 (1,6-Hexanedithiol, HDT)
7. 乙醇
8. 金屬片 (基板)
9. 硬幣 (轉印物件)

## 實驗步驟

### 一、轉印圖章 PDMS 製作

1. 以 10:1 比例調和兩種不同的 PDMS 主劑及固化劑。

2. 倒入金屬容器並攪拌避免氣泡產生。
3. 放入硬幣、象棋作為模型。
4. 放入烤箱固化。
5. 脫模並裁切邊緣。

## 二、轉印圖案於基板

1. 塗抹 1,6-己烷基雙硫醇 (HDT) 於印章上。
2. 以乙醇清洗多餘 HDT。
3. 將圖案蓋印在基板表面。



圖 3：需要的藥品與器材

2. Microcontact Printing, The Center for Nanoscale Chemical-Electrical-Mechanical Manufacturing Systems, [https://nano-cemms.illinois.edu/materials/microcontact\\_printing\\_full](https://nano-cemms.illinois.edu/materials/microcontact_printing_full).

## ■ 安全注意及廢棄物處理

- 本實驗所使用的 1,6-己烷基雙硫醇藥品有刺激臭，宜在通風良好，或抽氣櫃中進行。

## ■ 附註

1. 藥品購買參考網址：  
<http://www.ellsworth.com/dow-corning-sylgard-184-silicone-encapsulant-0-5kg-kit-clear/>

## ■ 參考資料

1. Mrksich, M.; Dike, LE.; Tien, J.; Ingber, DE.; and Whitesides, GM. Using Microcontact Printing to Pattern the Attachment of Mammalian Cells to Self-Assembled Monolayers of Alkanethiolates on Transparent Films of Gold and Silver. *Exp. Cell Res.* **1997** Sep 15;235(2):305-13.