



圖 5.3.20-7 汲取第二十一階段

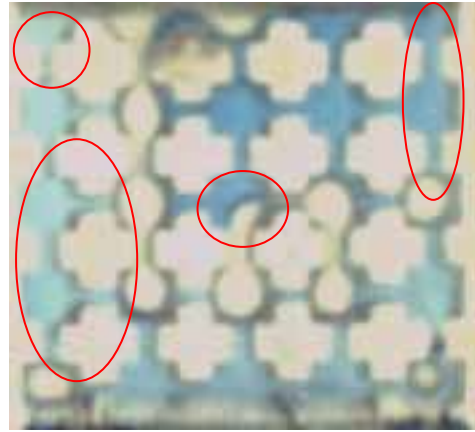


圖 5.3.20-8 汲取第二十一階段

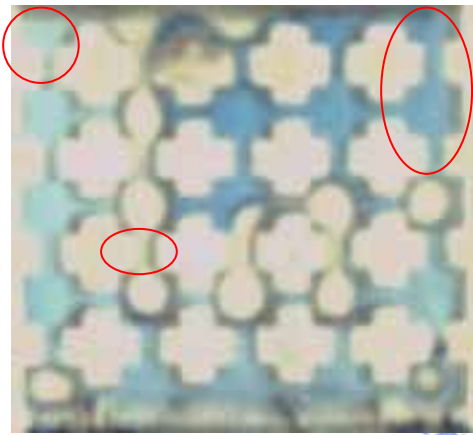


圖 5.3.20-9 汲取第二十一階段

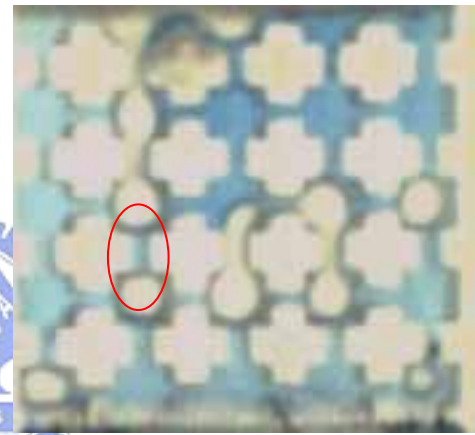


圖 5.3.20-10 汲取第二十一階段

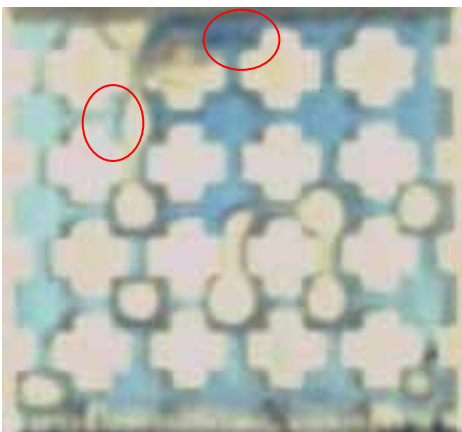


圖 5.3.20-11 汲取第二十一階段

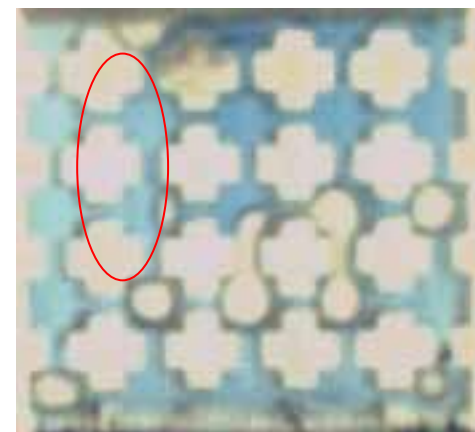


圖 5.3.20-12 汲取第二十一階段

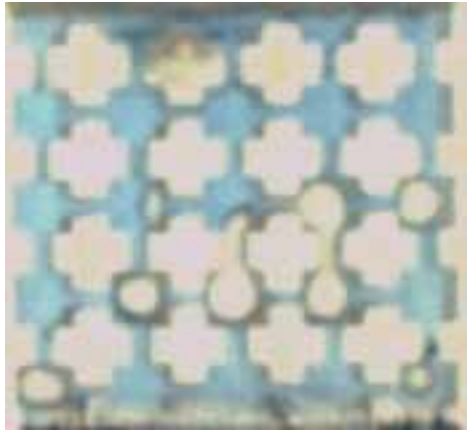


圖 5.3.20-13 汲取第二十一階段

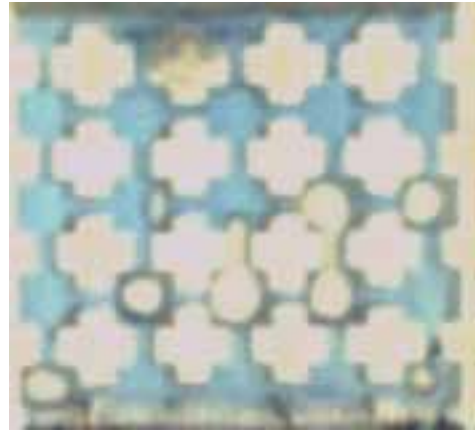


圖 5.3.20-14 汲取第二十一階段

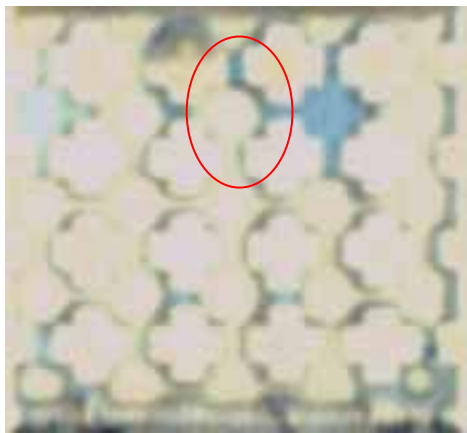


圖 5.3.21-1 I1 型汲取示意圖

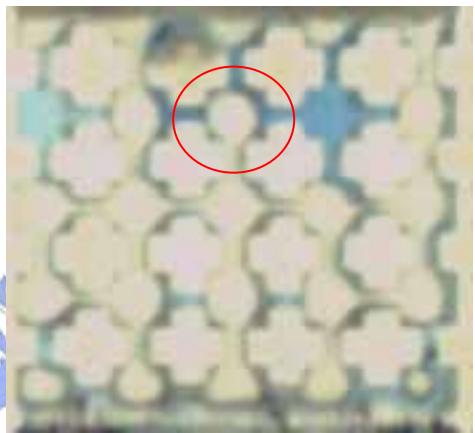


圖 5.3.21-2 I1 型汲取示意圖

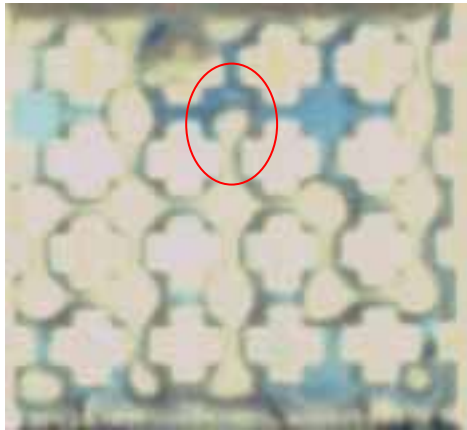


圖 5.3.21-3 I1 型汲取示意圖

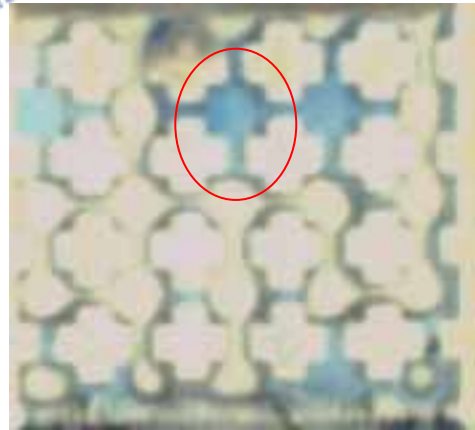


圖 5.3.21-4 I1 型汲取示意圖

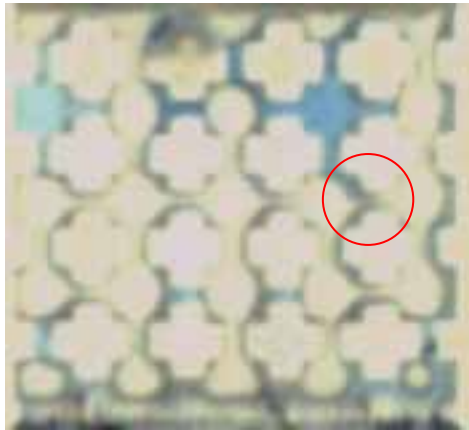


圖 5.3.22-1 攪斷示意圖

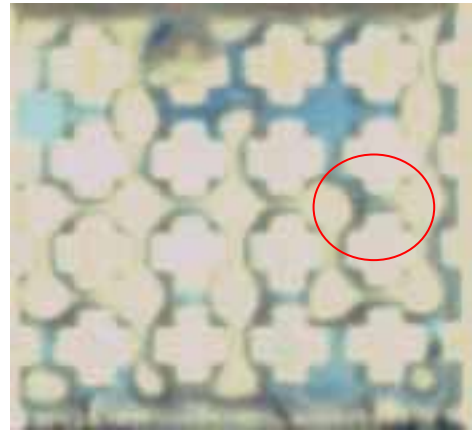


圖 5.3.22-2 攪斷示意圖

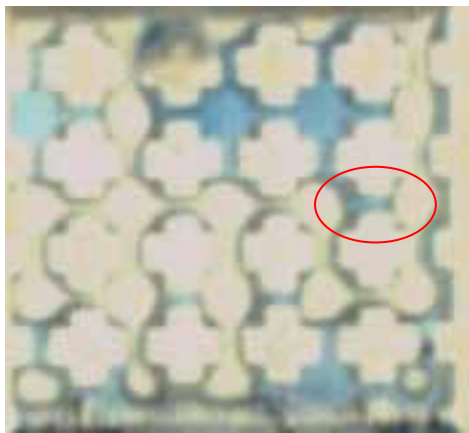


圖 5.3.22-3 攪斷示意圖

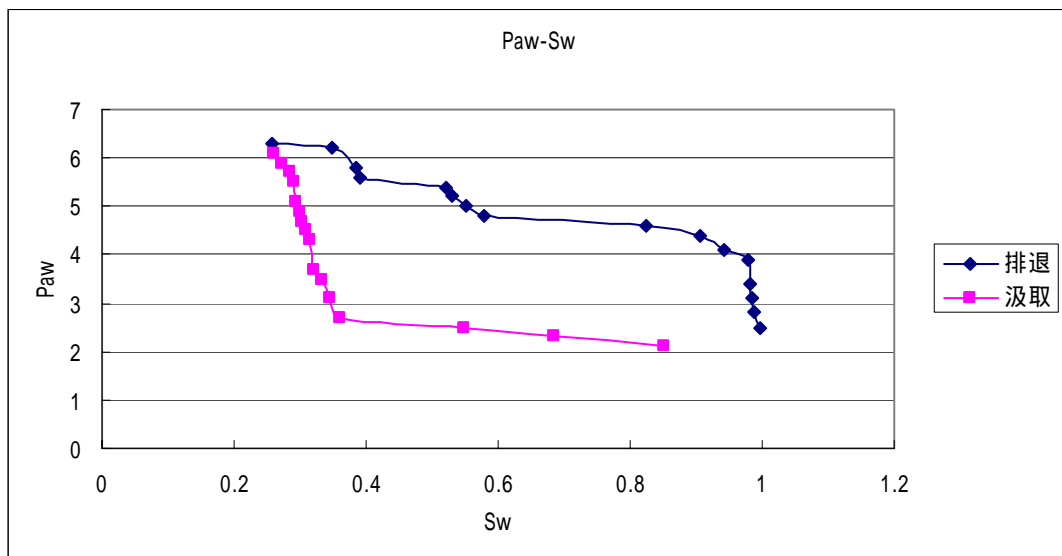


圖 5.3.23 單一寬度的孔與 5 種寬度頸管網絡模型實驗 s-p 曲線圖

5.4 五種寬度的孔與 5 種寬度頸管網絡模型實驗結果比較分析

5.4.1 排退階段

在排退初期，當非潤濕相進入儲存槽後，接著佔領孔，然後不再往左右或往下移動，此時實驗系統的毛細壓力為 2.8 cm，如圖 5.4.1-2 所示，而理論之活塞型運動之壓力門檻值應為 2.8cm，所以非潤濕相進入孔中。

在排退第五階段時，系統毛細壓力為 4cm，並無明顯變化，且非潤濕相仍停留於孔中，並未向前突破頸管。

排退第六階段時，當毛細壓力增加至 4.3cm 時，寬度為 0.5 mm 的頸管其理論活塞型運動的門檻值為 4.51cm，非潤濕相突破寬度為 0.5 mm 的頸管並且充滿與該頸管相連的孔，如圖 5.4.2-2 所示。

在排退第七階段時，系統的毛細壓力為 4.5cm，非潤濕相繼續向前突破寬度為 0.5 mm 的頸管並停留在孔中，但非潤濕相隨後突破寬度為 0.46 mm 的頸管，並停留在頸管中，未進入孔中，如圖 5.4.3-2 所示。

在排退第九階段時，系統毛細壓力為 4.8cm，寬度為 0.46 mm 的頸管其理論活塞型運動的門檻值為 4.75cm，非潤濕相突破寬度為 0.46 mm 的頸管並且充滿與該頸管相連的孔，且開始突破孔周圍的頸管，並繼續進行活塞型置換，在本階段的排退路徑中，頸管寬度都為 0.5mm，所以當系統毛細壓力達到足以排退寬度為 0.46mm 的頸管時，也就足以將寬度大於 0.46mm 的頸管或孔進行排退，此時飽和度由 $S_w=0.85$ 降至 $S_w=0.76$ ，如圖 5.4.4-2 所示。

排退第十階段，系統毛細壓力達到 5.0cm，寬度為 0.42mm 的頸

管其理論活塞型置換的門檻值為 5.04cm，非潤濕相突破寬度為 0.42mm 的頸管，並進入孔中，且持續進行活塞型運動；在本階段的排退路徑中，頸管寬度皆小於 0.42 mm，且該寬度的頸管數量多且相通，所以造成非潤濕相的飽和度迅速增加，由原本的 $S_w=0.76$ 降至 $S_w=0.51$ ，如圖 5.4.5-2 所示。

第十一階段，系統毛細壓力再增加 1mm 時，毛細壓力為 5.1cm，此時，非潤濕相加速了兩根寬度為 0.42mm 的頸管的穿透，因為此兩根頸管原本就已經被非潤濕相穿透一半，而系統毛細壓力再增加時，此兩根頸管位於平行流線方向的位置，再加上排退第十階段即已突破 0.42mm 的頸管，所以非潤濕相會加速此兩根頸管的排退，而不會選擇突破寬度小於 0.42mm 頸管，如圖 5.4.6-2 所示。

第十二階段，系統毛細壓力再增加 2mm，毛細壓力為 5.2cm，此時，非潤濕相突破頸管 0.38mm，但此時非潤濕相並沒有再移動，而停留在頸管中，另一方面，非潤濕相由下方突破寬度為 0.46mm 與 0.5mm 的頸管並停留於頸管中，如圖 5.4.7-2 所示。

在第十三階段，系統毛細壓力增加至 5.4cm，寬度為 0.38mm 的頸管其理論活塞型運動的門檻值為 5.38cm，此時非潤濕相突破寬度為 0.38mm 的頸管往下推進並停留在孔中，另一方向上的非潤濕相亦突破 0.5mm 的頸管進入孔中，並且不再移動，如圖 5.4.8-2 所示。

第十四階段毛細壓力已達到 5.5cm，寬度 0.34mm 的頸管其理論活塞型運動的門檻值為 5.81cm，非潤濕相往下突破寬度為 0.46mm 的頸管進入到孔中，另一方面，非潤濕相已經進入到寬度 0.34mm 的頸管中，但並未再往孔邁進而停留在頸管中，如圖 5.4.9-2 所示。

排退第十五階段，毛細壓力達 5.6cm，非潤濕相開始突破 0.34mm

的頸管，但僅是佔領部分頸管，如圖 5.4.10-2 所示。

排退第十六階段當毛細壓力到達 5.8cm 時，非潤濕相亦未完全突破最小的頸管頸管如圖 5.4.11-2 所示。

本實驗之排退階段，每一階段之平衡時間約為 4 小時。

在本實驗的排退階段中可發現以下幾點特徵：

- (1) 非潤濕相在毛細壓力足以突破'甲'頸管的活塞型運動門檻值時，若有低於該門檻值之頸管尚未突破時，非潤濕相會優先突破該門檻值較低之頸管；若毛細壓力已到達'甲'頸管的門檻值，且與非潤濕相相接的潤濕相頸管之門檻值皆大於'甲'頸管之門檻值，則非潤濕相才會入侵'甲'頸管。
- (2) 在排退階段中，非潤濕相是否會提前入侵頸管與整體頸管的排列方式相關。

表 5.4-1 五種寬度的孔與 5 種寬度頸管網絡模型實驗之各種置換機制理論毛細壓推估值(排退階段)

寬度(單位:cm)		活塞型(cm)
頸管	0.034	5.81
頸管	0.038	5.38
頸管	0.042	5.04
頸管	0.046	4.75
頸管	0.050	4.51
孔	0.060	4.05
孔	0.072	3.66
孔	0.088	3.31
孔	0.114	2.95
孔	0.128	2.82

表 5.4-2 五種寬度的孔與 5 種寬度頸管網絡模型實驗置換機制統計表(排退階段)

	系統毛細壓力	活塞型置換
第 1 階段	2.8	○
第 2 階段	3.1	*
第 3 階段	3.4	*
第 4 階段	3.7	*
第 5 階段	4	*
第 6 階段	4.3	○
第 7 階段	4.5	○
第 8 階段	4.6	*
第 9 階段	4.8	○
第 10 階段	5	○
第 11 階段	5.1	○
第 12 階段	5.2	○
第 13 階段	5.4	○
第 14 階段	5.5	○
第 15 階段	5.6	○
第 16 階段	5.8	○

註：*代表未發生置換，○代表已發生置換

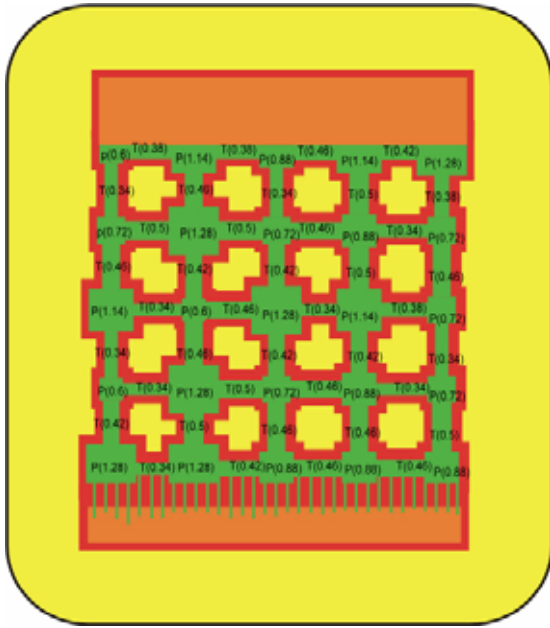


圖 5.4.1-1 微模型孔頸寬度分佈圖

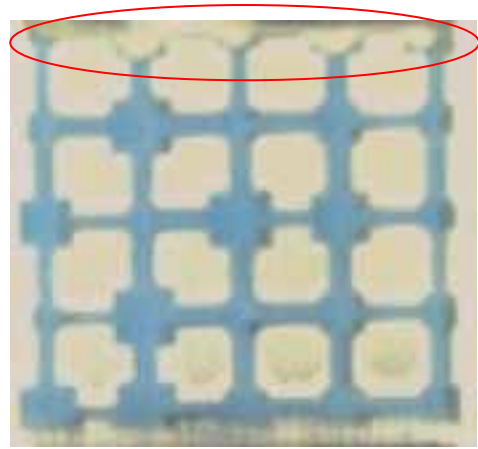


圖 5.4.1-2 排退第一階段

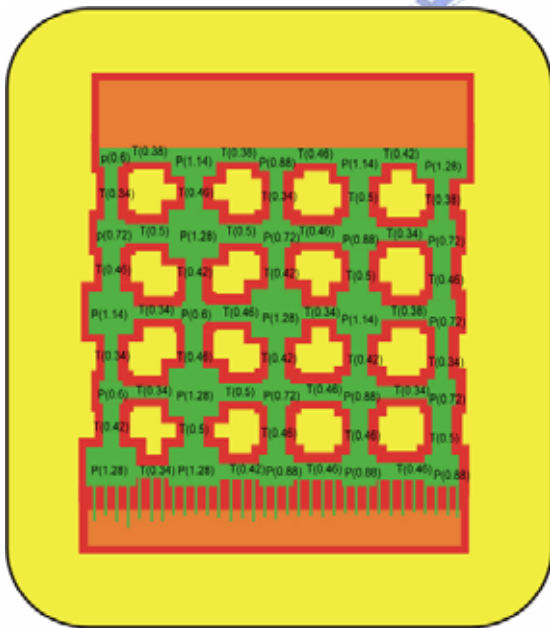


圖 5.4.2-1 微模型孔頸寬度分佈圖

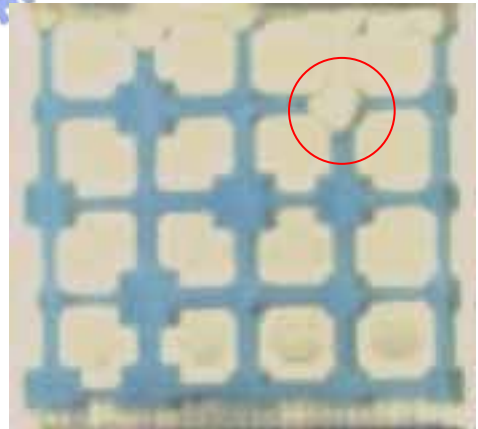


圖 5.4.2-2 排退第六階段

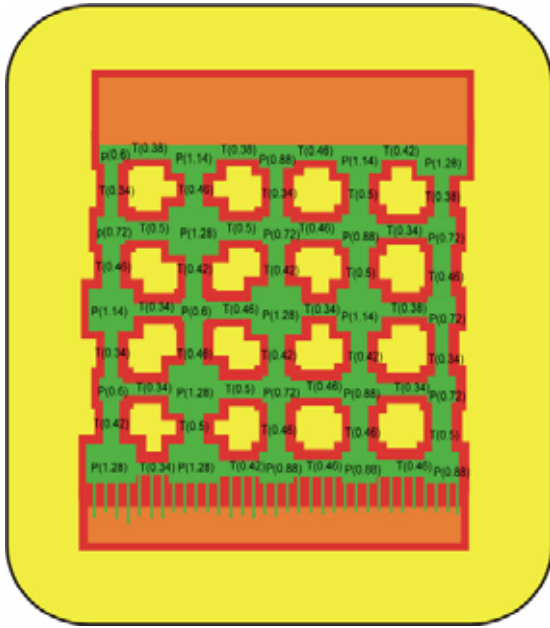


圖 5.4.3-1 微模型孔頸寬度分佈圖

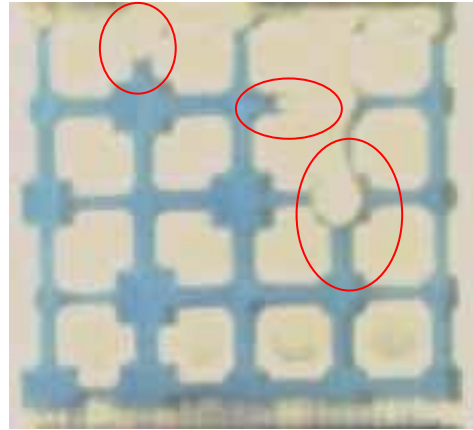


圖 5.4.3-2 排退第七階段

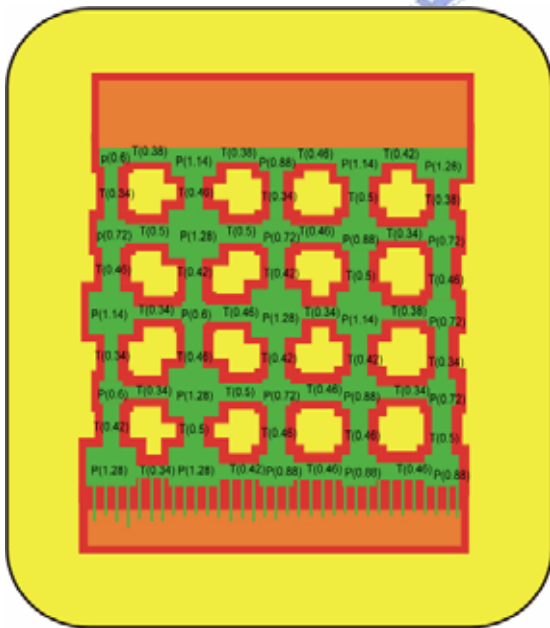


圖 5.4.4-1 微模型孔頸寬度分佈圖

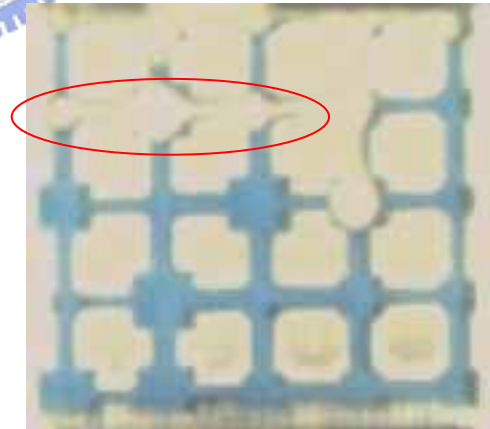


圖 5.4.4-2 排退第九階段

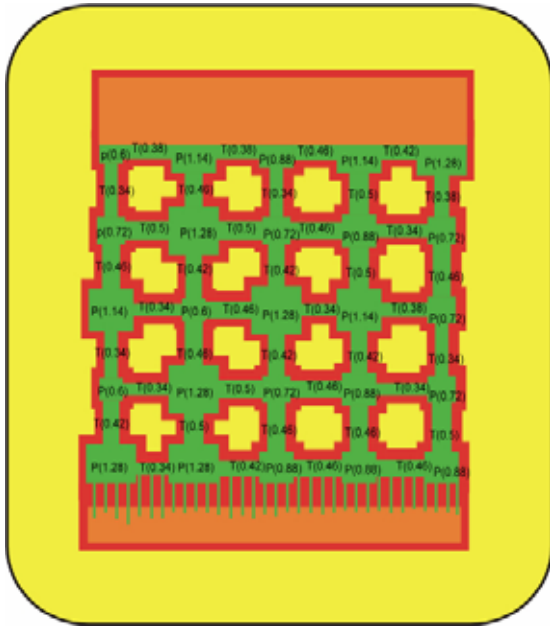


圖 5.4.5-1 微模型孔頸寬度分佈圖

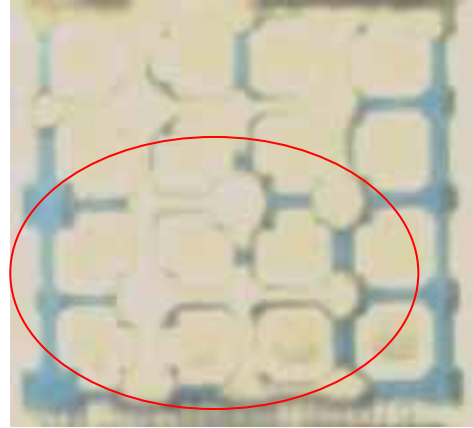


圖 5.4.5-2 排退第十階段

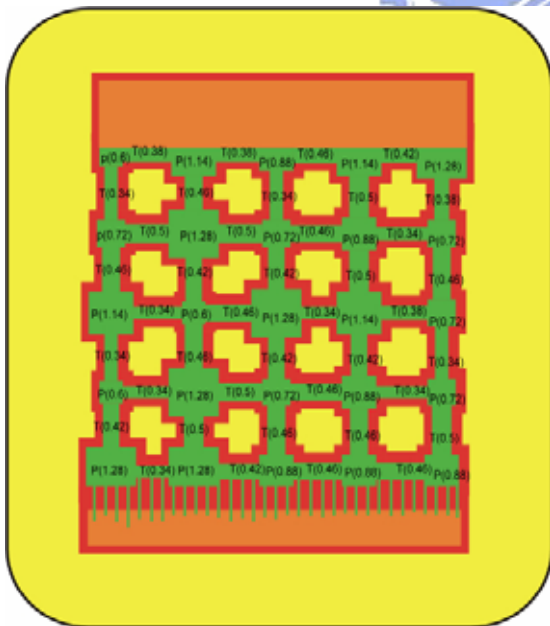


圖 5.4.6-1 微模型孔頸寬度分佈圖

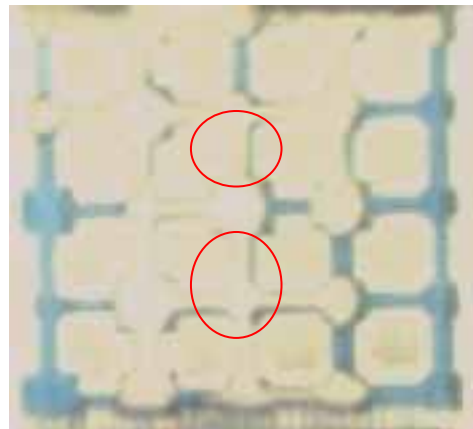


圖 5.4.6-2 排退第十一階段

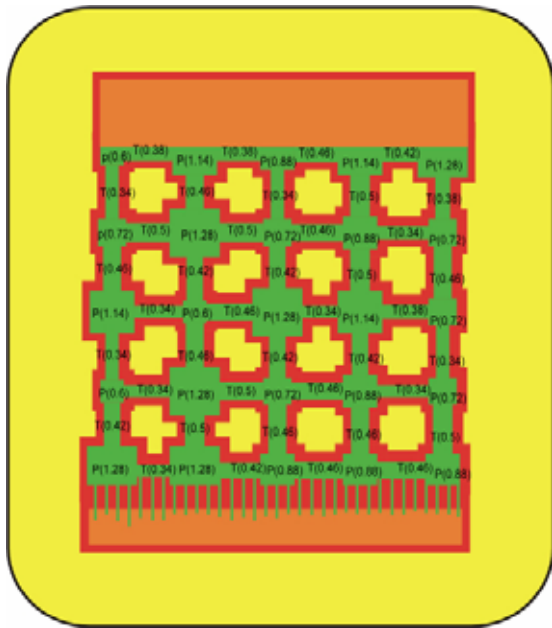


圖 5.4.7-1 微模型孔頸寬度分佈圖

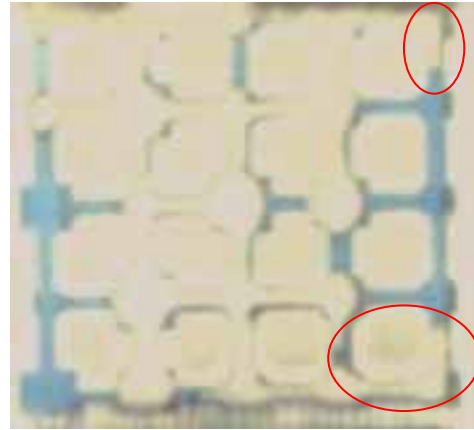


圖 5.4.7-2 排退第十二階段

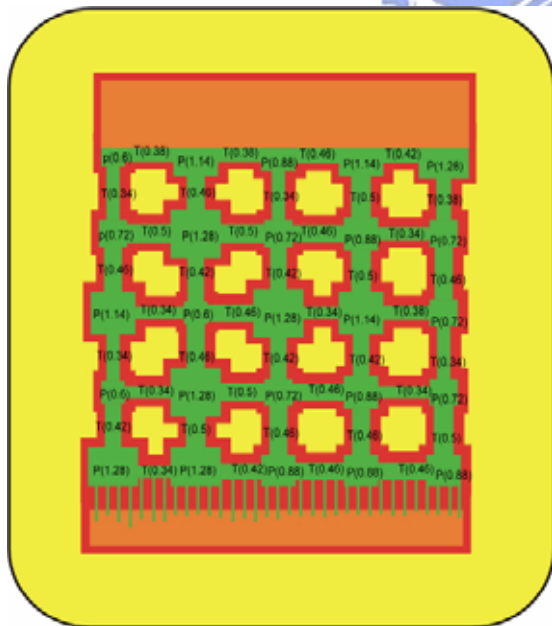


圖 5.4.8-1 微模型孔頸寬度分佈圖

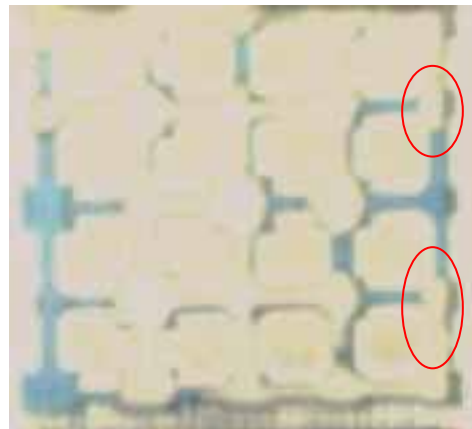


圖 5.4.8-2 排退第十三階段

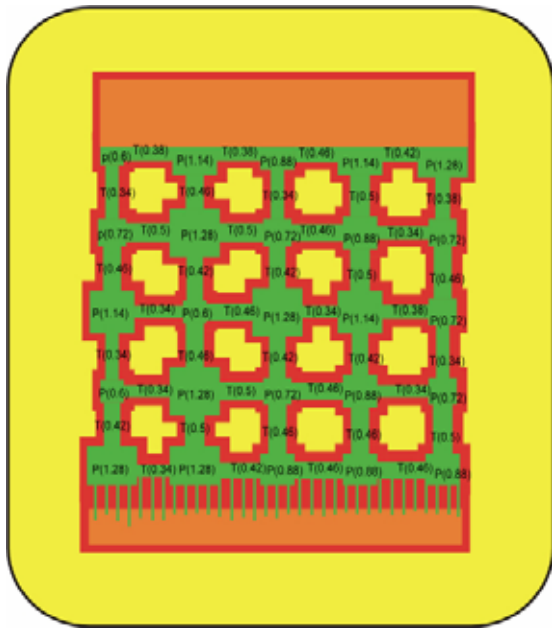


圖 5.4.9-1 微模型孔頸寬度分佈圖

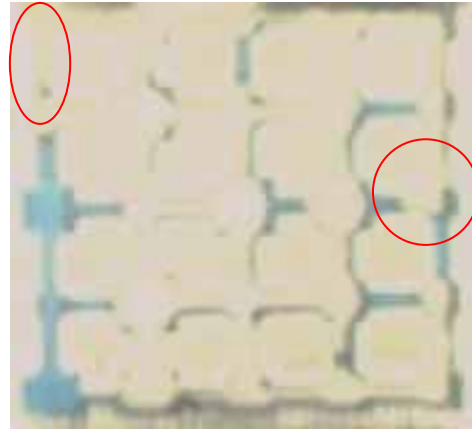


圖 5.4.9-2 排退第十四階段

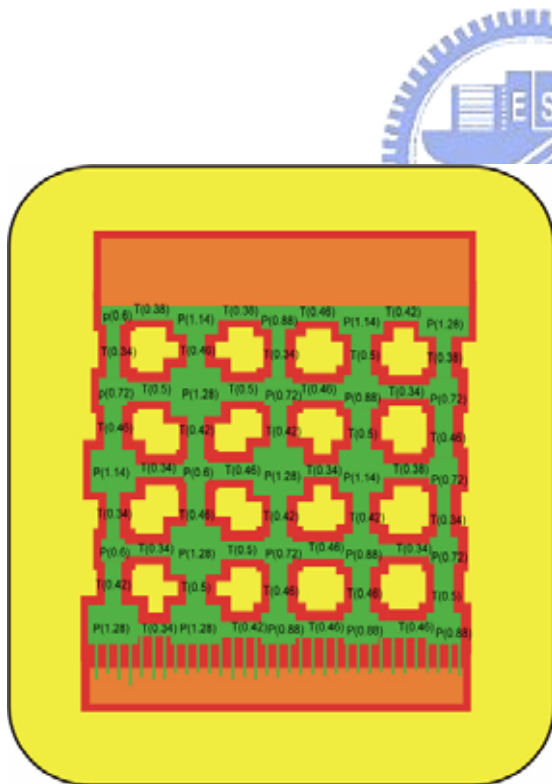


圖 5.4.10-1 微模型孔頸寬度分佈圖



圖 5.4.10-2 排退第十五階段

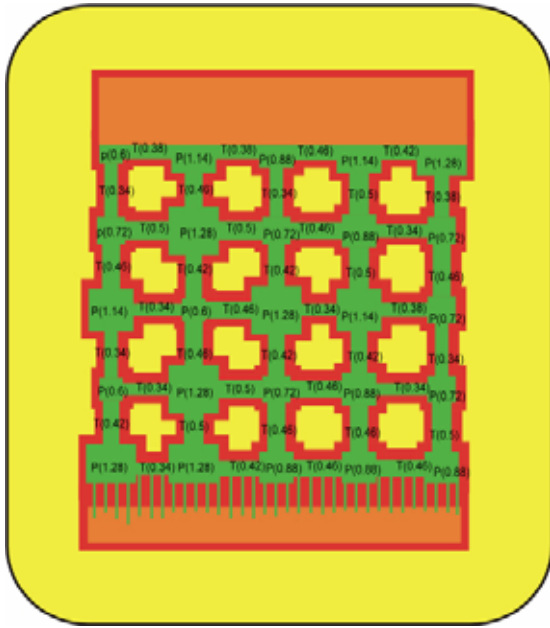


圖 5.4.11-1 微模型孔頸寬度分佈圖

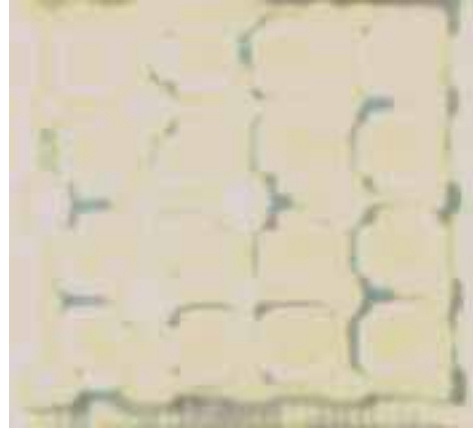


圖 5.4.11-2 排退第十六階段

