

## 附註：電滲透流流向改變原因之探討

在先前之研究中，我們發現本研究之 PE/PET 晶片在 50% ACN + 0.1% Formic acid 為緩衝溶液時，其電滲透流方向發生改變：負極流向正極；首先，我們懷疑此現象是由 Formic acid 所造成，因此我們以相同之實驗方法量測 50% ACN 為緩衝液時之流動現象，由 Table.A 中我們得知去掉 Formic acid 會使得流速變快，但並不會造成電滲透流流動方向改變。

Table.A 以 H<sub>2</sub>O + ACN 為緩衝液之流速

電壓(v/cm)	100	200	300	400	500
流速(cm/min)	-2.13	-5.36	-8.57	-13.64	-17.65

(註：+代表由正極流到負極  
-代表由負極流到正極)

其次，我們推測是因 ACN 而造成電滲透流逆向；我們便以 Methanol 來作為緩衝液，測量不同濃度之 Methanol 在 400 v/cm 電場下之電滲透流。其結果如 Table.B 所示：

Table.B

	20%	40%	60%	80%	100%
Methanol	+10	+7.14	+4.29	+2.6	-3.33

(註：+代表由正極流到負極 速度單位 cm/min  
-代表由負極流到正極 )

由 Table. B 中，我們得知隨著 Methanol 濃度增加，原本由正極流到負極之電滲透流流速逐漸變慢，而在 100% Methanol 濃度下，電滲透流改向為由負極流到正極。Methanol、ACN 皆屬於有機溶液，因此我們推測是管壁受到有機溶液的作用而造成電滲透流流向改變。

一般而言，在進行毛細管電泳時(圖 A)，由於管壁表面的矽醇官能基( $\text{Si-OH}$ )會解離成帶負電的  $\text{Si-O}^-$ ，溶液中的正離子會由於管壁表面的靜電引力而大量聚集於管壁周圍；當施加電壓時，便會產生由正極流向負極之電滲透流；而在本研究中，以 ACN 為緩衝液時，其電滲透流產生逆向，此現象是管壁表面帶正電才會有的現象(如圖 B 中所示)。推究其電滲透流改向之原因，我們首先猜測可能是管壁表面產生修飾作用而導致，但由於緩衝液中並無添加修飾劑，所以排除此項推測。

由於 ACN 是一中極性的有機溶劑，ACN 有可能將塑膠晶片中的一些塑膠添加劑(如：UV 安定劑、熱穩定劑)溶出，使得管壁表面帶正電，而造成電滲透流逆流。由於本研究之塑膠晶片屬於複合式材質，其結構如圖 C 中所示，由 PET、EVA、PE 三種材質組成，之前未使用雙面膠膜時(即以 PET/PE 為晶片材質)，在 ACN 緩衝液下，電滲透流也是由負極流向正極流動，因此 ACN 應該是與 PET 或是 PE

產生作用。為了釐清此疑問，我們製作了全由 PET 組成之塑膠晶片 (圖 D) 來作測試；實驗結果發現其電滲透流仍為逆流，流速並無明顯改變，所以推測應是 ACN 與 PET 部分發生作用，而導致電滲透流流向改變。

從物理的角度，電滲透流逆向的另一種可能原因，或許是由黏滯性所造成的：低濃度的 ACN 會使得 PET 管壁表面黏滯力增加，即使加電壓後，最初被吸引於管壁周圍之陽離子仍無法流向負極，反而造成整體管壁表面變成帶正電，因而使管壁周圍第二層的陰離子流向正極而產生負向的電滲透流(見圖 E 所示)。

Table.C

	ACN	Methanol
20%	— 7.5 cm/min	+ 10 cm/min
40%	— 12.0 cm/min	+ 7.14 cm/min
60%	— 13.64 cm/min	+ 4.29 cm/min
80%	— 4.7 cm/min	+ 2.6 cm/min
100%	不流動	— 3.33 cm/min

在 Table.C 中可知電滲透流流速隨 ACN 濃度增加( 20-60% )而加快，但在高濃度時(> 80% )流速就明顯變慢許多，在 100% ACN 時，

甚至於出現完全不流動之現象；我們將 80% ACN 直接滴於薄膜上，發現 PET 面會產生白色物質，而 EVA 面不會發生外觀改變；此現象在 ACN 揮發後，PET 表面又恢復透明狀，因此我們判斷 ACN 與 PET 作用是一可逆反應。總之，有機溶劑與 PET 部分是會發生反應，而導致電滲透流流向改變；而高濃度之 ACN 更進一步造成管壁 PET 改質，最終造成管壁表面完全不帶電，導致電滲透流停止。

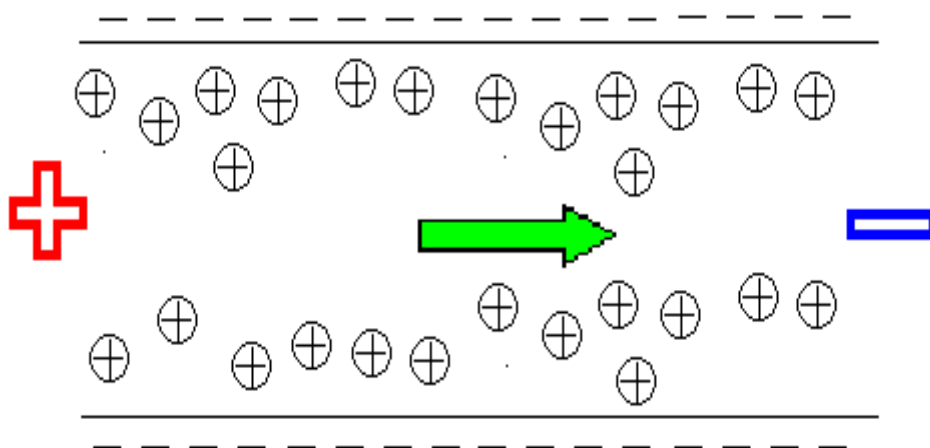


圖 A 一般毛細管電泳電滲透流流動圖 (正極到負極)

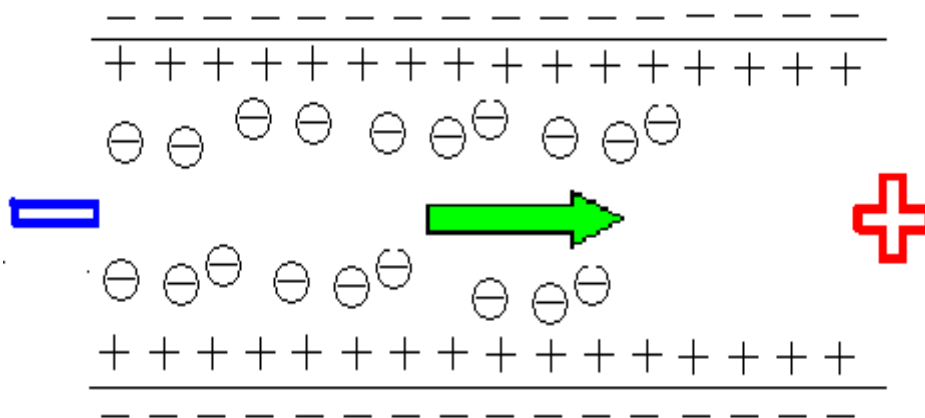
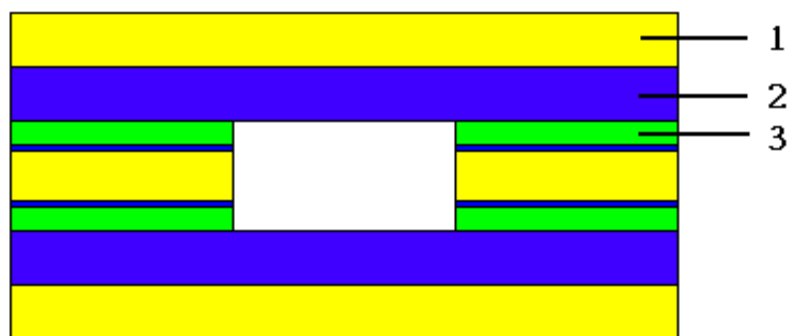


圖 B 以 ACN 為緩衝液之電滲透流流動圖(負極到正極)



- 1 PET
- 2 PE
- 3 EVA

圖 C. PET/PE/EVA 晶片切面結構圖

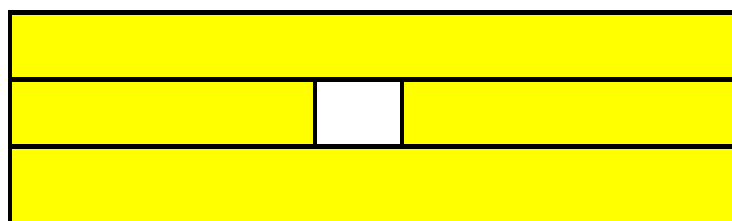


圖 D. PET 晶片切面結構圖

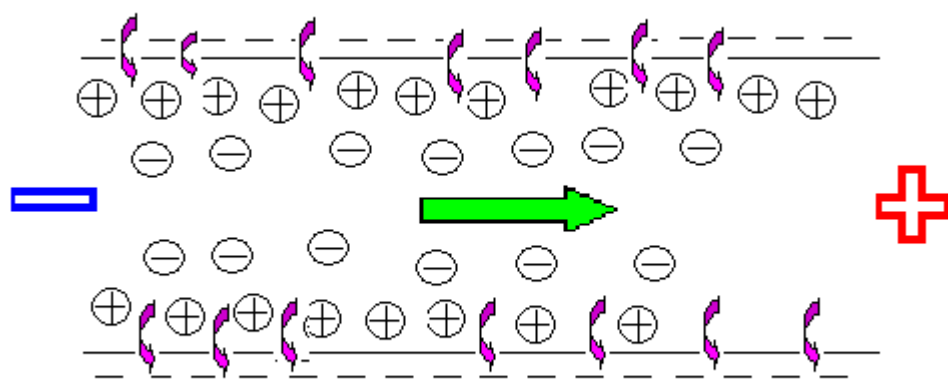


圖.E PET/PE/EVA 晶片電滲透流流動推測圖