

# 電泳微流道之模擬與分析應用

林明甲、韓 斌；黃俊達

E-mail: 9314944@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

本研究成功地利用微機電製程技術，設計並製作出一個利用介電泳力操控細胞之生物晶片。研究中首先詳細地介紹介電泳力基本原理，並對其數學模型進行推導；之後利用Femlab加以模擬，分析介電泳力之各項變數及設計實驗控制參數，並獲得以下模擬結果：（1）樣品注入濃度分佈。（2）樣品分離濃度分佈。（3）流道彎道濃度分佈狀態。（4）流道彎道改善方案。在晶片製作部分，本研究利用半導體加工方式，在PMMA基材上製作十字型微電泳晶片，並提出一種方便、可靠且具有快速的晶片電極印刷技術來製作電極，並且偵測時可以得到良好的訊號，我們的優點在於製程簡單、方便、快速和便宜。最後，研究發現，Femlab模擬資料與實驗結果吻合。藉由此研究之成果，相信能對未來應用介電泳力於生物晶片研發上，具有重大之貢獻。

關鍵詞：微機電系統；生物晶片；Femlab；PMMA基材

## 目錄

目錄 封面內頁 簽名頁 授權書 . . . . .	iii	中文摘要 . . . . .	
. . . . . iv 英文摘要 . . . . .		v 誌謝 . . . . .	
. . . . . vi 目錄 . . . . .		viii 圖目錄 . . . . .	
. . . . . xii 第一章 緒論 . . . . .			
. . . . . 1 1.1前言 . . . . .		1 1.2微機電系統 . . . . .	
. . . . . 2 1.3生物晶片 . . . . .		3 1.4研究動機 . . . . .	
. . . . . 4 第二章 基本概念 . . . . .		6 2.1 電雙層的形成機制 . . . . .	
. . . . . 6 2.2電泳效應 . . . . .			
. . . . . 7 2.3電泳原理 . . . . .		8 2.3.1電荷源來源 . . . . .	
. . . . . 8 2.3.2 電泳速度 . . . . .		8 2.3.3 響電泳速度的外界因素 . . . . .	
. . . . . 9 2.4 滲流的形成 . . . . .		10 第三章 微管流場之理論 . . . . .	
. . . . . 12 3.1理論 . . . . .			
. . . . . 12 3.2 Poisson 方程式 . . . . .		12 3.3 電壓場之Laplace方程式 . . . . .	
. . . . . 13 3.4 Navier-Stokes 方程式 . . . . .		13 3.5 描述檢測液濃度分佈之濃度方程式 . . . . .	
. . . . . 15 第四章 流道製造所須用到儀器工作原理 . . . . .		18 4.1 曝光機的原理 . . . . .	
. . . . . 18 4.1.1光學微影技巧分類 . . . . .			
. . . . . 18 4.1.2光罩對準儀的應用 . . . . .		21 4.2 蒸鍍機原理 . . . . .	
. . . . . 21 4.2.1熱阻式蒸鍍機原理 . . . . .		22 4.2.2擋板的作用 . . . . .	
. . . . . 23 4.3光阻塗佈機的目的 . . . . .		23 4.4熱壓機的應用 . . . . .	
. . . . . 25 4.5結論 . . . . .			
. . . . . 27 第五章 微流體的製作 . . . . .		28 5.1製作流程 . . . . .	
. . . . . 28 5.2試片的準備 . . . . .		28 5.3清潔試片 . . . . .	
. . . . . 29 5.4印刷電極與烘乾 . . . . .		30 5.5光阻塗佈與軟烤 . . . . .	
. . . . . 31 5.6曝光與顯影 . . . . .		32 5.7試片貼合 . . . . .	
. . . . . 35 5.8結論 . . . . .		36 第六章 化學偵測 . . . . .	
. . . . . 37 6.1電化學偵測流程 . . . . .		37 6.2緩衝液測試及配製 . . . . .	
. . . . . 37 6.3維他命C及尿酸藥品配製 . . . . .		38 6.3.1尿酸藥品配製 . . . . .	
. . . . . 38 6.3.2維他命C配製 . . . . .		39 6.4電化學儀器設備之準備 . . . . .	
. . . . . 39 6.5標準維他命C及尿酸測驗 . . . . .		41	
6.5.1緩衝液的注入 . . . . .	41	6.5.2樣品的注入 . . . . .	42
6.5.2樣品的注入 . . . . .	42	6.5.3樣品的分離與偵測 . . . . .	43
6.5.3樣品的分離與偵測 . . . . .	43	6.6實際人體測試 . . . . .	45
6.6實際人體測試 . . . . .	45	6.7結論 . . . . .	46
6.7結論 . . . . .	46	第七章 實際量測及與模擬 . . . . .	
. . . . . 47 7.1前言 . . . . .		47 7.2 FEMLAB模擬步驟 . . . . .	

48	7.3	模擬與實際比較流程圖	49	7.4	設定參數
50	7.5	模擬結果	50	7.5.1	使用Femlab模擬尿酸樣品濃度注入
50	7.5.2	使用Femlab模擬樣品濃度分離	53	7.6	模擬結果與偵測比較
57	7.7	結論	61	第八章 微電滲流幾何形狀之探討	
62	8.1	前言	62	8.2	參數定義
62	8.3	L型彎管	63	8.4	U型彎管
67	8.5	雙L型彎管	73	8.6	縮小轉彎處U型彎管
78	8.7	結論	84	第九章 結論與展望	
85	9.1	結論	85	9.2	未來展望
85	參考文獻				87

## 參考文獻

- 【1】陳德請,吳士揚,“生物光電工程導論”,pp.13-3~13-35,全華書局,民92.【2】周冠伶,“微流道電泳中不同高分子膠片之電滲流研究”,交通大學.【3】張瑞斌,“微電鍍技術及其在生物晶片之應用”,成功大學.【4】傅龍明,“微晶片電滲流場之分析與應用”,成功大學.【5】張志彰,“微流道電滲流流場之壓力分佈與混合機制分析”,成功大學.【6】林彥亨,“利用介電泳力操控細胞之生物晶片研究”,成功大學.【7】鄧樹楨,“天星英漢百科醫學辭典”pp.1~7,三民書局,2002年5月.【8】吳溪煌,田福助,“電化學理論與應用”第8版,pp.1~84,pp.121~166,高立圖書,民82.【9】田福助,“電化學基本原理與應用”pp.11~55,pp.109~124,文笙書局,民77.【10】陶雨台,“表面物理化學”pp.194~239,千華圖書,民77.【11】黃柏興,“毛細管電層析電化學偵測法分析電活性陰離子之研究”,中山大學.【12】Lung-Ming Fu,Ruey-Jen Yang,Gwo-Bin Lee,“Analysis of geometry effects on band spreading of microchip electrophoresis” Electrophoresis, 2002, 23,602~612.【13】莊達人,“VLSI製造技術”第二版,pp.291~344,高立圖書,民92.【14】張勁燕,“半導體製程設備”pp.59~74,317~328,五南圖書,民90【15】J.Cooper McDonald,David C.Duffy,Janelle T. Chiu, HongKai Wu,Olivier J.A.Schueller,George M.Whitesides,“Fabrication of microfluidic systems in poly(dimethylsiloxane)” Electrophoresis,2000,21,27~40.【16】Gregor Ocvirik,Mark Munroe,Thompson Tang,Richard Oleschuk,Ken Westra,D.Jed Harrison,“Electrokinetic control of fluid flow in native poly(dimethylsiloxane) capillary electrophoresis devices” Electrophoresis,2000, 21,107~115.【17】Gerard J.Bruin,“Recent developments in electrokinetically driven analysis on microfabricated devices”Electrophoresis, 2000, 21,3931~3951.【18】Vladislav Dolink,Shaorong Liu,Stevan Jovanovich,“Capillary electrophoresis on microchip” Electrophoresis, 2000,21,41~54.