

# 新型高分子多層複合壓電薄膜之製備與特性分析

劉俊亞、林見昌

E-mail: 325167@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

近代，智慧材料當中的壓電材料因具有電學與力學耦合的壓電效應，而壓電材料又具有感測、制動等能力，所以在許多領域當中被廣泛的應用，尤其在微機電工程這個領域當中使用的範圍更加廣大。高分子材料相較於早期的壓電材料-陶瓷，其優點有可撓曲、成本低廉與製造簡單；所以近年壓電材料的開發方向漸漸偏向於高分子材料，其中COC材料具有低透水性、高透光度等優點，PVDF材料則具有較佳的靈敏度。本論文研究把環烴烯聚合物COC(Cyclic Oefin Copolymer)與聚偏二氟乙烯PVDF(Polyvinylidene Fluorid)這二種材料分別製成COC與PVDF試片，先利用網印方式製成上電極與下電極，再利用高壓電場對COC與PVDF試片做極化，使試片具有壓電特性。然後把COC與PVDF試片製成雙層與多層薄膜，並使用儀器量測薄膜的壓電特性，且進一步針對結果討論是否能獲得可利於應用之參考結果。

關鍵詞：壓電材料、極化

## 目錄

封面內頁 簽名頁 誌謝.....	iii	中文摘要.....	iv	英文摘要.....	iv
摘要.....	v	目錄.....	vi	圖目錄.....	xi
錄.....	ix	表目錄.....	xi	符號說.....	xii
明.....	xii	第一章緒論.....	1	1.1 研究背景與動.....	1
機.....	1	1.2文獻回顧.....	3	1.3 本文架.....	3
構.....	5	第二章壓電材料基本特性與原理.....	7	2.1壓電材料特性介.....	7
紹.....	7	2.1.1壓電效應原理.....	7	2.1.1.1 正壓電效.....	7
應.....	8	2.1.1.1 逆壓電效應.....	9	2.1.2 焦電效.....	9
應.....	9	2.1.3 介電效應.....	10	2.1.4 光電效.....	10
應.....	12	2.2 壓電材料特性參數.....	13	2.2.1 介電常.....	13
數.....	13	2.2.2 介電損失.....	14	2.2.3 機電耦合常.....	14
數.....	14	2.2.4 機械品質因子 $Q_m$ .....	15	2.2.5 壓電應變常數 與壓電電.....	15
壓常數.....	15	2.2.6 焦電常數 $p$ .....	16	2.2.7 居禮溫.....	16
度.....	16	2.3 薄膜的定義.....	16	第三章實驗設.....	16
備.....	18	3.1 直流電源供應器.....	18	3.2熱壓成型.....	18
機.....	19	3.3薄膜測厚儀.....	20	3.4恆溫.....	20
箱.....	21	3.5手動網印機構.....	22	3.6 一千倍高壓放大.....	22
器.....	23	3.7 恆溫矽油槽.....	24	3.8 極化用夾.....	24
具.....	25	3.9 阻抗分析儀.....	26	3.10標準鐵電量測系統.....	26
.....	27	第四章COC與PVDF多層複合材料壓電薄膜之製作與壓電特性之量測.....	28	4.1.....	28
COC與PVDF多層複合材料壓電薄膜製備流程.....	29	4.1.1 PVDF原始試片與COC原始試片壓.....	29	4.1.2 PVDF原始試片與COC原始試片退火處理.....	30
製.....	29	4.1.2 PVDF原始試片與COC原始試片退火處理.....	30	4.1.3 上下電極層網.....	30
印.....	30	4.1.4極化.....	32	4.1.5製作COC與PVDF多層複合壓.....	32
電薄膜試片.....	33	4.2 實驗儀器操作與薄膜壓電特性之量測方法.....	33	第五章結果與討.....	33
論.....	35	5.1量測結果與比較.....	35	5.2 結果討.....	35
論.....	50	第六章結論.....	52	參考文.....	52
獻.....	54	圖目錄 圖1-1 壓電材料應用領域.....	1	圖2-1 正壓電.....	1
效應示意圖.....	8	圖2-2 逆壓電效應示意圖.....	9	圖2-3 焦電效應示意圖.....	9
.....	10	圖2-4 (a)常介電性與(b)反強電性材料之電場與分極關係圖.....	11	圖2-5 強電性材料.....	11
之電場與分極示意圖.....	12	圖2-6 光電效應示意圖.....	13	圖3-1 直流電源供.....	13
應器.....	18	圖3-2 JIA-909B手動熱壓成型機.....	19	圖3-3 薄膜測厚.....	19
儀.....	20	圖3-4 YSC-452恆溫箱.....	21	圖3-5 手動網印機.....	21
構.....	22	圖3-6 一千倍高壓放大器.....	23	圖3-7 恆溫矽油.....	23

槽.....	24	圖3-8 極化用夾具.....	25	圖3-9 阻抗分析
儀.....	26	圖3-10 鐵電量測系統.....	27	圖3-11 高壓放大器介面識
別模組.....	27	圖4-1 多層複合壓電薄膜製作與量測方法之流程圖.....	28	圖4-2 PVDF
與COC高分子原料之實際圖.....	29	圖4-3 試片厚度控制示意圖.....	30	圖4-4 上
下電極層網印之實際圖.....	31	圖4-5 極化配線示意圖.....	32	圖4-6 鐵電量
測系統與高壓放大器之配線圖.....	34	圖5-1 C1試片之電容值量測結果圖.....	38	圖5-2
P1試片之電容值量測結果圖.....	38	圖5-3 A2試片之電容值量測結果圖.....	39	
圖5-4 C1試片之P-E曲線量測結果圖.....	40	圖5-5 P1試片之P-E曲線量測結果		
圖.....	40	圖5-6 A2試片之P-E曲線量測結果圖.....	41	圖5-7 A3試片之電容值量測
結果圖.....	42	圖5-8 A3試片之P-E曲線量測結果圖.....	42	圖5-9 A4試片之電容值
量測結果圖.....	43	圖5-10 A4試片之P-E曲線量測結果圖.....	43	圖5-11 P3試片之
電容值量測結果圖.....	44	圖5-12 C3試片之電容值量測結果圖.....	44	圖5-13 B2試
片之電容值量測結果圖.....	45	圖5-14 P3試片之P-E曲線量測結果圖.....	46	圖5-15
C3試片之P-E曲線量測結果圖.....	46	圖5-16 B2試片之P-E曲線量測結果圖.....	47	
圖5-17 B3試片之電容值量測結果圖.....	48	圖5-18 B3試片之P-E曲線量測結果		
圖.....	48	圖5-19 B4試片之電容值量測結果圖.....	49	圖5-20 B4試片之P-E曲線量測
結果圖.....	49	表目錄 表5-1 COC薄膜試片之電容值與介電常數.....	35	表5-2 PVDF
薄膜試片之電容值與介電常數.....	36	表5-3 多層複合壓電薄膜試片電容與介電常數比較		
表.....	51	符號說明 介電常數 $\epsilon_r$ 壓電應變常數 $d_{iP}$ 壓電電壓常數 $K$ 機電耦合常數 $P_c$ 焦電常數 $Q_m$ 機械品質因		
數 $U_m$ 機電結合能 $U_e$ 機械能 $U_d$ 電能				

## 參考文獻

- [1] 吳朗, 電子陶瓷-壓電, 全欣出版社, 台北、台灣, 1994。
- [2] 陶瓷技術手冊, 經濟部技術處發行, 中華民國產業科技發展協會與中華民國冶金協會出版, 1994。
- [3] 姚培智, 壓電陶瓷總論及應用介紹, 國防部中山科學研究院材料研發中心, 台灣, 1995。
- [4] E. Kiely, G. Washington and J. Bernhard, " Design and Development of Smart Microstrip Patch Antennas, " Smart Mater. Struct. 7,pp792-800, 1998.
- [5] R. P. Bishop, " Footwear Incorporating Piezoelectric Spring System " ,U.S. Patent No.5918502, 1999.
- [6] L. W. Erath, G. Craig, M. Maples and J. Luscombe, " Solid Marine Seismic Cable " ,U.S. Patent No.6128251, 2000.
- [7] V. Jayachandran, N. E. Meyer, M. A. Westervelt and J. Q. Sun, " Piezoelectrically Driven Speakers for Active Aircraft Interior Noise Suppression " ,Applied Acoustice 57, pp. 263-277, 1999.
- [8] L. W. Erath and Craig, " Hydrophone with Ferroelectric Sensor " ,U.S. Patent No.6151277, 2000.
- [9] J. R. Morton and R. G. Provost, " Diaphragm Pumped Air Cooled Planar Heat Exchanger " ,U.S. Patent No.59144856, 1999.
- [10] A. P. Neukermans, " Biocompatible, Implantable Hearing Aid Microactuator " ,U.S. Patent No.5977689, 1999.
- [11] G. H. Haertling, " Monolithic Prestressed Ceramic Devices and Method for Making Same " ,U.S. Patent No.5589725, 1996.
- [12] K. P. Lo, N. V. Nechitailo, H. J. Moses, L. H. Decker, H.p.Groger and R. J. Churchill, " Piezoceramic Vibrotactile Transducer Based on Precompressed Arch, " U.S. Patent No.5973441, 1999.
- [13] R. P. Bishop, " Snap-Action Ferroelectric Transducer, " U.S. Patent No.5831371, 1998.
- [14] T. D. Bryant, " Motor Mounting for Piezoelectric Transducer " ,U.S. Patent No.6140745.
- [15] H. H. Yu, S. J. Hwang and K. C. Hwang, " Preparation and characterization of a novel flexible substrate for OLED " ,Vol.248, p.51, 2005.
- [16] H. H. Yu, S. J. Hwang, M. C. Tseng and C. C. Tseng, " The effect of Ito films thickness on the properties of flexible organic light emitting diode " , Vol.259, p.187, 2006.
- [17] S. J. Hwang and H. H. Yu, " Study of the Novel Polymer COC Waveguide Film " ,Jap. J. Appl. Phys.,Vol.44(4B),p.2541, 2005 [18] 周忠誠, 壓電元件與複合壓電結構之動態特性分析與量測, 博士論文, 台灣大學機械工程研究所, 台北、台灣, 1998。
- [19] 池田拓郎 著、陳世春 譯, 基本壓電材料學, 復漢出版社, 台南、台灣, 1997。
- [20] <http://www.univ-brest.fr> [21] H. Kawai, Ohyobutsuri, 38 (1969) 1133; 39 (1970) 413; 39 (1970) 369.
- [22] H. Ohigadhi, J. Appl. Phys., 47 (1946) 949.
- [23] G T Davis, , J. E. Mckinney, M.G.Broadhurst, S. C. Roth, J. Appl. Phys, 49 (1978) 4998.
- [24] <http://www.uspto.gov> [25] <http://www.apipa.org.tw>