

# 新型高分子複合壓電薄膜之應力與應變分析

呂宜晏、林見昌

E-mail: 346163@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

本論文主要研究目的是將環烴烯聚合物COC(cyclic olefin copolymer)與聚偏二氟乙烯PVDF (Polyvinylidene Fluoride)兩種高分子材料以不同比例混合，製成COC/PVDF混合的新高分子壓電複合材料薄板，並利用有限元素分析軟體ANSYS 11.0來加以分析計算，將此薄板以懸臂樑模式進行分析，對高分子壓電複合材料薄板加入不同的電壓，經過電能與機械能轉換後，分別求得高分子單層壓電材料薄板及複合層結構板在壓電效應下所產生的應力、應變與位移量，並討論其結果與應用。

關鍵詞：壓電材料、COC、PVDF、複合材料、有限元素法

## 目錄

封面內頁 簽名頁 中文摘要.....	iii	英文摘要.....	v
要.....	iv	誌謝.....	v
目錄.....	vi	圖目.....	ix
錄.....	ix	表目.....	xii
錄.....	xii	符號說.....	xiii
明.....	xiii	第一章 緒.....	1
論.....	1	1.1 研究動機.....	1
顧.....	1	1.2 文獻回.....	3
料.....	4	1.3 本文內容與架構.....	3
種類與應用.....	5	第二章 壓電材.....	4
用.....	6	2.1 壓電效應.....	4
紹.....	7	2.2 壓電材料的.....	5
.....	8	2.2.1 壓電材料的種類.....	5
數Kd.....	9	2.2.2 壓電材料的應.....	6
式.....	10	2.2.3 壓電材料震動型態.....	6
陣.....	14	2.3 壓電材料參數介.....	7
陣.....	15	2.3.1 壓電電壓常數 或.....	8
步驟.....	17	2.3.2 壓電應變常數 或.....	8
器.....	18	2.3.3 介電常數.....	8
點.....	21	2.3.4 機電耦合常.....	9
式.....	22	2.3.5 機械品質因數Qm.....	9
型.....	28	2.4 壓電方程.....	10
論.....	35	2.4.1 剛性常數矩陣與柔性常數矩陣.....	11
與彈性層結合之複合層板力學分析.....	42	2.4.2 壓電常數矩.....	14
結構板力學分析.....	56	2.4.3 介電常數矩陣.....	14
.....	67	2.4.4 壓電方程式矩.....	15
.....	79	第三章 ANSYS分析理論與方法.....	17
.....	79	3.1 ANSYS分析簡介與.....	17
.....	79	3.1.1 前處理器.....	17
.....	79	3.1.2 分析.....	17
.....	79	3.1.3 後處理器.....	18
.....	79	3.1.4 ANSYS分析特.....	19
.....	79	3.2 材料性質.....	21
.....	79	3.3 基本方程.....	22
.....	79	3.4 有限元素暫態模擬方程式多層複材層之分析模式.....	27
.....	79	3.5 分析模.....	28
.....	79	3.6 材料參數與結構板拘束條件之設定.....	29
.....	79	第四章 結果與討.....	35
.....	79	4.1 PVDF或COC/PVDF之單層壓電材料薄板分析結果.....	35
.....	79	4.2 以單層壓電層.....	42
.....	79	4.3 以雙層壓電層與彈性層結合之複合層板力學分析.....	54
.....	79	4.3.1 對稱式壓電層之複合層.....	56
.....	79	4.3.2 非對稱式壓電層之複合層結構板力學分析.....	67
.....	79	第五章 結.....	79
.....	79	參考文獻.....	80

## 參考文獻

- [1] 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。
- [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] <http://www.uspto.gov> [4] <http://www.apipa.org.tw> [5] R. J. Phelan, Jr., R. L. Peterson, C. A. Hamilton, and G. W. Day, Ferroelectrics, 7 (1974)375.
- [6] J. Cohen and S. Edelman, J. Appl. Phys., 42 (1971) 3072.
- [7] E. Fukada and K. Nishiyama, Jpn. J. Appl. Phys., 11 (1972) 36.
- [8] E. Fukada and K. Nishiyama, Jpn. J. Appl. Phys., 11 (1972) 36.

- [9] N. Murayama, T. Oikawa, T. Katto, and K. Nakamura, J. Polym. Sci., Phys. Ed., 13 (1975) 1033.
- [10] J. Cohen and S. Edelman, J. Appl. Phys., 42 (1971) 893.
- [11] E. Fukada, M. Date, and K. Hara, Jpn. J. Appl. Phys., 8 (1969) 151.
- [12] E. Fukada and L. Yasuda, Jpn. J. Appl. Phys., 3 (1964) 117.
- [13] M. Date, S. Takashita, and E. Fukada, J. Polym. Sci., Part A-2, 8 (1970) 61.
- [14] T. Furukawa and E. Fukada, Nature, 221 (1969) 1235.
- [15] Sudhakar A. Kulkarni, Kamal M. Bajoria, " Finite element modeling of smart plates/shells using higherorder shear deformation theory " Composite Structures, 62, 41 – 50, 2003 [16] R. Garcia Lage, C.M. Mota Soares, C.A. Mota Soares, J.N. Reddy, " Analysis Of Adaptive Plate Structures By Mixed Layerwise Finite Elements " , Composite Structures, 66, 269 – 276, 2004 [17] Isaku Kanno, Hidetoshi Kotera, Kiyotaka Wasa, " Measurement of transverse piezoelectric properties of PZT thin films. " Sensors and Actuators, May 2003, p.p.68-74 [18] Q Wang, S T Quek, C T Sun and X Liu, " Analysis of piezoelectric coupled circular plate " Smart Mater. Struct. 10, 229 – 239, 2001 [19] 吳朗, 壓電陶瓷-壓電, 全欣出版社, 1994。
- [20] 周卓明, 壓電力學, 全華科技圖書股份有限公司, 92年11月。
- [21] 康淵、陳信吉, ANSYS入門, 全華科技圖書股份有限公司, 93年3月。
- [22] 王國業, ANSYS 10.0 結構分析從入門到精通, 兵器工業出版社, 95年10月。
- [23] Piezo System, Inc.2004#4 catalog.