

鈦酸鋇摻鐳之高介電材料產生的介電弛豫現象

劉國耀、宋皇輝

E-mail: 9607813@mail.dyu.edu.tw

摘要

高介電材料鈦酸鋇(SrTiO_3)被視為有希望取代傳統二氧化矽，作為奈米尺寸半導體元件中之絕緣層。在摻雜鐳(La)元素之後，更進一步提高其介電常數。本研究將探討在溫度變化(300 K ~ 77 K)，不同外加電場頻率對於 $\text{Sr}_{1-x}\text{La}_x\text{TiO}_3$ 樣品，其介電性質的影響，發現 $\text{Sr}_{1-x}\text{La}_x\text{TiO}_3$ 介電損耗峰值對應之溫度，隨量測頻率增加而增高，符合Debye介電弛豫理論。對應之弛豫時間(relaxation time, τ)滿足Arrhenius關係。實驗結果顯示，由Arrhenius Law所得出之活化能(activation energy)介於0.23 ~ 0.3 eV，隨著摻雜的離子濃度上升而增加。我們以Cole-Cole equation與 $\text{Sr}_{0.98}\text{La}_{0.02}\text{TiO}_3$ 、 $\text{Sr}_{0.97}\text{La}_{0.03}\text{TiO}_3$ 之實驗數據適配，分佈常數 n 約在0.26 ~ 0.39之間，適配結果良好，顯示 n 呈現一對稱分佈。

關鍵詞：介電弛豫； $\text{Sr}_{1-x}\text{La}_x\text{TiO}_3$ ；活化能；Cole-Cole plot

目錄

目錄 封面內頁 簽名頁 授權書	iii
. iv 英文摘要	v
. v 誌謝	vi
目錄	vii
. vii 圖目錄	x
. x 表目錄	xii
. xii 第一章 緒論 1.1前言	1
. 1 1.2研究目的與內容	6
. 6 1.3論文架構	8
. 8 第二章 理論基礎 2.1 介電陶瓷(Dielectric ceramics)	9
. 9 2.2 介電原理	9
. 9 2.3 介電常數	12
. 12 2.4 介電損耗與損耗正切(loss tangent, $\tan \delta$)	13
. 13 2.5 介電弛豫	16
. 16 2.6 介電極化強度	16
. 16 2.7 Debye介電理論	19
. 19 2.8 Cole-Cole方程式	21
. 21 第三章 實驗步驟與方法 3.1固態燒結法	24
. 24 3.2實驗粉末	24
. 24 3.3實驗流程	25
. 25 3.4實驗流程敘述	26
. 26 3.5實驗儀器	28
. 28 3.5.1研磨拋光機	28
. 28 3.5.2高溫電性實驗爐	29
. 29 3.5.3 X-ray繞射分析儀	30
. 30 3.5.4掃描式電子顯微鏡(SEM)	32
. 32 3.5.5成分分析儀(EDS)	33
. 33 3.5.6介電頻譜量測	34
. 34 第四章 結果與討論 4.1樣品結構與成分分析	36
. 36 4.1.1 XRD分析	36
. 36 4.1.2 EDS分析	39
. 39 4.2介電性質分析	40
. 40 4.2.1 介電性質對頻率關係	41
. 41 4.2.2介電性質對溫度關係	44
. 44 4.2.3 活化能、弛豫時間對溫度變化關係	56
. 56 4.2.4 Cole-Cole plot適配分析	65
. 65 第五章 結論	67
. 67 參考文獻	68

參考文獻

- 參考文獻 [1]粘斯章, “添加物對鈦酸鋇薄膜特性之影響” 中原大學化學系碩士論文, 民國91年.
[2]吳介帆, “電控式超導濾波器之製作暨特性研究” 大葉大學電信工程學系碩士論文, 民國94年.
[3]J. F. Schooley and W. R. Hosler, Phys. Rev. Lett. 12, 474 (1964) [4]T. Mitsui and W. B. Westphal, Phys. Rev. 124, 1354 (1961) [5]S. Ohta, T. Nomura, H. Ohta, and K. Koumoto, J. Appl. Phys. 97, 034106 (2005) [6]D. W. Johnson, L. E. Cross, and F. A. Hummel, J. Appl. Phys. 41, 2828 (1970) [7]G. I. Skanavi, I. M. Ksendzov, V. A. Trigubenko, and V. G. Prokhvatilov, Sov. Phys. JETP 6, 250 (1958) [8]T. Y. Tien and L. E. Cross, Jap. J. Appl. Phys. 6, 459 (1967) [9]賴昭仁, “半金屬磁性鉻氧化物高頻磁電性質研究” 高雄師範大學物理學系碩士論文, 民國89年.
[10]林志志, “低溫燒結微波介電材料-Bi₂ZnNb₂O₉之研究” 台灣大學材料科學與工程學系碩士論文, 民國91年.
[11]Kao and Kwan Chi, “Dielectric phenomena in solids:with emphasis on physical concepts of electronic processes” .
[12]李岳勳, “異價添加劑對8YSZ離子導體與SrTiO₃半導體其晶體結構與導電性質之影響” 成功大學材料科學與工程學系碩士論文, 民國89年.
[13]C. Ang, A. S. Bhalla, R. Guo, and L. E. Cross, Appl. Phys. Lett. 76, 1929 (2000) [14]Z. Yu, C. Ang, and L. E. Cross, Appl. Phys. Lett. 74, 3044 (1999) [15] Z. Yu, C. Ang, and L. E. Cross, Phys. Rev. B 62, 228 (2000) [16]李志晃, “摻鐳SrTiO₃之傳輸特性研究” 大葉大學電機工程

