

第一章 緒論

§ 1-1 簡介

近年來科技快速發展，為了增加資訊取得之效率，各類電子原件朝向微小化的方向邁進，高密度、高速率、高集積度、高機能性及小型化為其發展之目標。由於各類薄膜成長技術的逐漸成熟，以及對各類材料的瞭解更為深入，鐵電薄膜(ferroelectric thin film)元件的功能與價值越來越受重視。鐵電薄膜的應用範圍十分廣泛，利用其電場極化特性(P-E hysteresis)可製成非揮發性記憶體(nonvolatile memories)；利用其高介電常數(high dielectric constant)可利用在動態隨機存取記憶體(dynamic random-access memory, DRAM)中作為平面電容；導電陶瓷可製成熱敏電阻(thermally sensitive resistor)、濕度及氣體偵測器(humidity and gas sensors)；利用其壓電性(piezoelectric)結合矽微加工技術(Si micromachining)可製成靈敏的壓力感測元件、加速儀(accelerometer)、為馬達(micromotor)以及微幫浦(micropump)等元件；利用其電光性(electric-optic)可製成濾色(color-filter)元件、顯示器(display)、影像儲存系統(image-storage system)以及光閘(optical switch)元件；利用其焦電性(pyroelectric)可製成高感應性室溫紅外線偵測器(infrared detector)。鐵電陶瓷薄膜之應用範圍越來越大，上述

之應用僅為其中之一部份，但均為高科技、高附加價值之關鍵性產品，故對其之研究發展也越來越多^[1-7]。

薄膜製作技術由於半導體工業之蓬勃發展，而越來越進步，目前用以製作鐵電性薄膜的技術，除了較傳統的真空蒸鍍(evaporation)^[8-10]及射頻磁控濺鍍(RF sputtering)^[11-14]外，尚發展出溶膠凝膠法(sol-gel process)^[15-17]、有機金屬分解法(MOD)^[18,19]、金屬有機鹽化學氣相沈積法(metal-organic chemical vapor deposition, MOCVD)^[20-23]、水熱法(hydrothermal method)^[24-26]等化學鍍膜法；以及離子束鍍附法(ion beam deposition)^[27-29]和雷射剝鍍法(laser ablation)^[30-32]等物理鍍膜法，都是應元件開發需要所發展出來的新技術。以上各種鍍膜技術各有其優缺點，以製作鈦酸鋇(barium titanate, BT)系列陶瓷薄膜為例，濺鍍法及雷射剝鍍法的研究最多，成效亦最顯著，但是為了以後大量生產著眼，階梯覆蓋(step coverage)性較佳的金屬有機鹽氣相沈積法的開發漸成主流。

鐵電薄膜的特性深受本身成分及微結構的影響，其與機板(substrate)間的交互作用：諸如磊晶(epitaxial)、優選取向(preferred orientation)、內應力(internal stress)以及緩衝層(buffer layer)等亦會在薄膜的製作過程中對薄膜的特性有所影響，甚至成為控制薄膜特性表現(performance)的主要角色。因此成分、製程、微結

構、機板等因素綜合作用，使得鐵電薄膜的特性表現變的相當複雜。

§ 1-2 研究動機

鐵電薄膜的應用中，研究最多且最富市場潛力者，首推關於記憶體各方面之研究。應用在非揮發性記憶體的鐵電材料，以銦鈦酸鉛($\text{Pb}(\text{Zr}_x\text{Ti}_{1-x})\text{O}_3$, PZT)以及簡稱 Y1 的銻鉍鉭鉍氧化物($\text{SrBi}_2(\text{Ta},\text{Nb})_2\text{O}_9$)最受重視。應用在動態隨機存取記憶體(dynamic random-access memory, DRAM)方面，則以高介電常數的鈦酸鋇添加鈦酸銻，使其在室溫成為順電相(paraelectric phase)而沒有疲勞(fatigue)問題的鈦酸銻鋇($(\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x})\text{TiO}_3$, BST)材料最受重視，其優點包括仍具有高的介電常數、低的漏電流、高的崩潰電場，以及不會有疲勞的問題^[41-43]。本實驗選用射頻磁控濺鍍製作鈦酸銻鋇($(\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x})\text{TiO}_3$, BST)，此為其能得到較好的電性，且具有較高的商業價值。而目前文獻中對於以射頻磁控濺鍍製作鈦酸銻鋇($(\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x})\text{TiO}_3$, BST)薄膜的研究已相當完備，但在不同機板下，如鉑(Pt)、銻(Ir)、鉕(Ru)、氧化銻(IrO_2)、氧化鉕(RuO_2)，電性有著極大的不同，尤令人注目的是如在銻(Ir)或鉕(Ru)上鍍製鈦酸銻鋇($(\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x})\text{TiO}_3$, BST)，雖仍會形成氧化銻(IrO_2)及氧化鉕(RuO_2)，但鈦酸銻鋇($(\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x})\text{TiO}_3$)所表現出的電性遠超於使用氧化銻(IrO_2)或氧化鉕(RuO_2)。且這方面之原因並未有很合理的解釋，故本實驗之目標為找出一合理的解釋。