

於不同條件下鈦酸鋇(111)及矽基板成長BiFeO₃薄膜的物理性質之研究

林久喬 陳柏昇 李得勝
大葉大學電機工程系
彰化縣大村鄉山腳路 112 號

摘要

本實驗是於鈦酸鋇(111)基板及矽基板以磁控濺鍍法成長鈹鐵氧薄膜，本實驗中所使用的靶材是鐵: 鈹為1:1.02之鈹鐵氧靶材，在 3.5×10^{-2} torr的氬氣環境壓力下成長，基板溫度分別在100 °C、200 °C、300 °C、500 °C及600 °C成長此薄膜。垂直於膜的表面之X射線繞射，顯示出所有的薄膜在鈦酸鋇(111)上呈現磊晶特性，晶格參數匹配BiFeO₃鐵電(111)峰。初步的實驗結果，顯示該薄膜具有良好的圖像，乃由於低的溫度成長。

關鍵詞：磁控濺鍍，磊晶，X射線繞射

Study of Physical Properties in BiFeO₃Thin Films Grown at Different Conditions on SrTiO₃(111) and silicon Substrates

JIOU-CHIAU LIN, BO-SHENG CHEN, DER-SHENG LEE
*Department of Electrical Engineering, Dayeh University,
168 University Rd., Dacun, Changhua 51591, Taiwan, R.O.C*

ABSTRACT

This experiment is in strontium titanate (111) and silicon substrates by magnetron sputtering to grow thin films of bismuth ferrite. Target used in this experiment is iron: 1:1.02 of bismuth as bismuth ferrite target. Grow up in an atmosphere of argon pressure of 3.5×10^{-2} torr, the thin film substrate is grown at temperatures of 100 °C, 200 °C, 300 °C, 500 °C and 600 °C. X-ray diffraction is perpendicular to the film surface, showing all the films in the strontium titanate (111) epitaxial characteristics presented. Lattice parameter matching BiFeO₃ ferroelectric (111) peaks. Preliminary experimental results show that the film has a good image, due to the low temperature growth.

Key Words: Magnetron sputtering, epitaxy, X-ray diffraction

一、前言

在近代電子資訊產業與資訊媒體的蓬勃發展，使得在積體電路晶片等電子相關產品需求日益增加，在現今的社會，能源與低成本算是相當重要的議題。以目前的記憶體來講，軟硬碟的容量雖然是很大，但是讀寫的反應速度能然不夠快，DRAM以及SRAM雖然可以快速反應讀寫，但是只能在不斷充電的情況下才能維持資料的記憶儲存，一旦發生斷電狀況，資料可能會因而消失，而對於唯讀記憶體來講，資料雖然不會因為斷電影響，但是只能讀取不能寫入，所以開發出了Flash記憶體，在斷電的情況下仍能保有記憶資料，但是其讀取速度差且讀取次數太少的缺點還是需要改善，因此製造具有非揮發性記憶功能又能快速輕易的重覆讀寫記憶體則為最重要的課題。[1]

目前FeRAM生產中使用的材料，鈹鐵(BiFeO_3)材料能提供多出5倍的資料儲存容量[2]主要採用以BFO為基礎，並運用奈米製程技術打造，因此可將記憶容量擴展到256 Mbit。隨著密度的提高，FeRAM的應用可使電腦能在開機後立即使用。

鐵電薄膜的電滯效應，在薄膜沒有外加電場的時候，仍然具有殘留極化值Pr[3]與磁性材料的殘留極化值Mr[4]特性相同，故適當記憶原件。鐵電材料有很多優點，卻有著漏電流等缺點。

二、實驗方法

首先將磁控濺鍍機中抽真空至 8×10^{-3} torr再通入氬氣至 3.5×10^{-2} torr，鈹酸鋇(111)基板以及矽基板在此環境壓力下成長，以磁控濺鍍法成長鈹鐵氧薄膜，本實驗中所使用的靶材是鐵: 鈹為1:1.02之鈹鐵氧靶材，矽基板溫度分別在100 °C、200 °C、300 °C 成長此薄膜，鈹酸鋇(111)基板溫度在500 °C 及600 °C成長此薄膜，最後再由XRD繞射儀分析。

三、結果與討論

接下來觀察矽基板在不同溫度下的XRD圖來判斷結構如何。

首先是100 °C

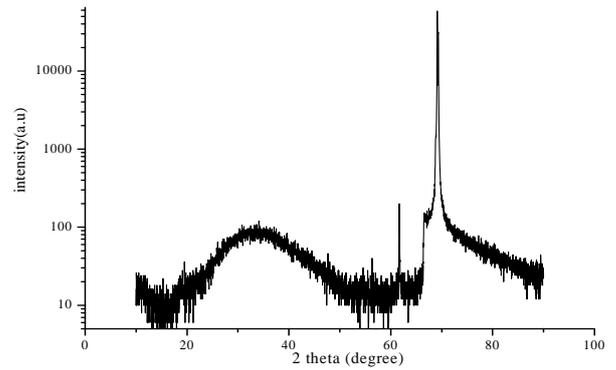


圖 1. 矽基板 100 °C 薄膜的 X-ray 圖

接下來為200 °C:

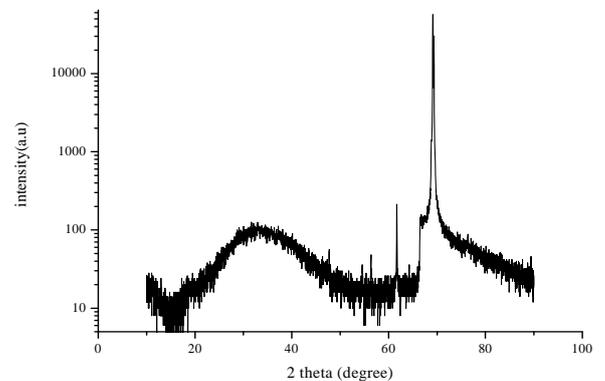


圖 2. 矽基板 200 °C 薄膜的 X-ray 圖

接下來為300 °C:

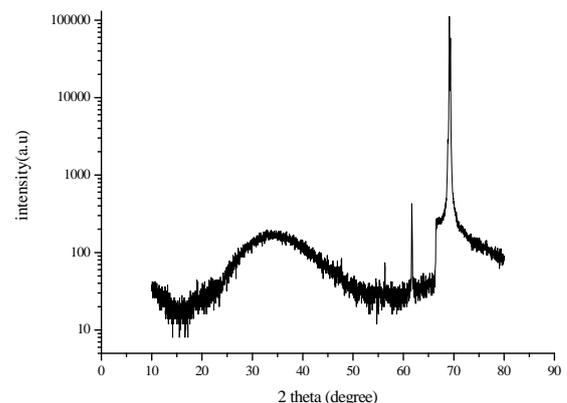


圖 3. 矽基板 300 °C 薄膜的 X-ray 圖

接下來觀察的是在鈹酸鋇基板上不同溫度所成長出來的薄膜XRD圖。

首先是500 °C

參考文獻

1. 張文智(民97)，利用射頻磁控濺鍍系統製備BiFeO₃複鐵式薄膜及相關物性研究，國立成功大學材料及工程研究所碩士論文
2. 2006 富士通與東京工業大學聯手開發FeRAM的新型材料，電子工程專輯
3. <http://web.nchu.edu.tw/~pinlin/>
4. 楊順得(民100)，BiFeO₃薄膜之物理性質之研究，私立大葉大學電機工程研究所碩士論文。

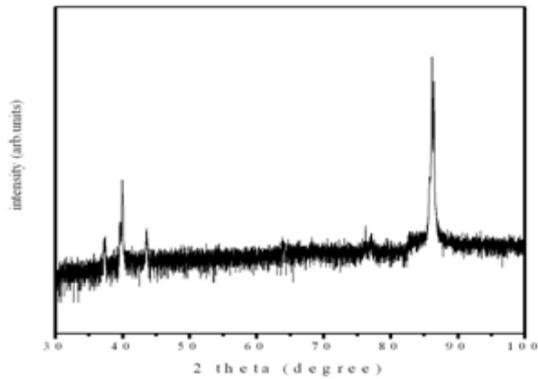


圖 4. 鈦酸鋇基板 500 °C 薄膜的 X-ray 圖

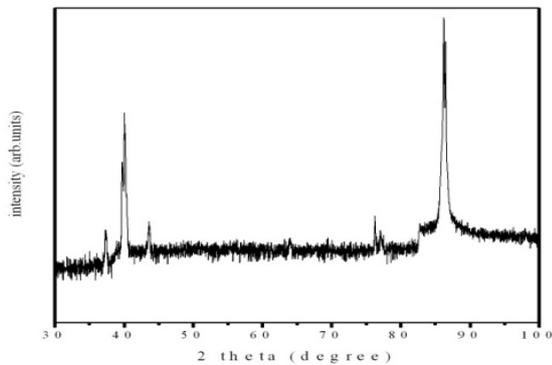


圖 5. 鈦酸鋇基板 600 °C 薄膜的 X-ray 圖

垂直於膜的表面之X射線繞射，顯示出所有的薄膜在鈦酸鋇(111)上呈現磊晶特性，晶格參數匹配BiFeO₃鐵電(111)峰。初步的實驗結果，顯示該薄膜具有良好的圖像，乃由於低的溫度成長。

四、結論

成長溫度在矽基板上比較不明顯會影響BFO結構相，由XRD分析後，顯示出BFO薄膜在矽基板上磊晶特性較無影響，而成長溫度明顯會影響鈦酸鋇基板上BFO結構相與其伴隨之雜相(Bi₂₅FeO₄₀、Bi₂Fe₄O₉)，在鈦酸鋇基板上比較低的成長溫度之下所成長之BFO薄膜會有比較良好的結構，且能減少其雜相形成，經過XRD分析後，顯示出BFO薄膜在鈦酸鋇上呈現磊晶特性，在比較低的溫度成長之下鈦酸鋇基板所成長之BFO薄膜會有比較好之結構相，且在雜相方面也相對有良好的改善。