

以摻鋇鈦酸鋁異質結構製做薄膜場效電晶體之研究

黃俊璋、宋皇輝

E-mail: 9708120@mail.dyu.edu.tw

摘要

本研究利用雙靶離軸射頻磁控濺鍍異質磊晶成長氧化物薄膜體場效電晶體於LaAlO₃(100)基座上。此元件中首先鍍上一層摻鋇鈦酸鋁薄膜 (Sr_xLa_{1-x}TiO₃, SLTO, x = 0.32~0.05)作為p型半導體通道，接著覆以絕緣之鈦酸鋁作為閘極絕緣層。藉由電阻率對溫度關係、I-V特性曲線等量測觀察元件電性。由I-V量測可發現當閘極施以負偏壓時，通道呈現積聚效應。經由V_{ds}/I_d對V_g關係，發現閘極電壓導致通道層產生莫特轉變。當V_{ds} = 0.4 V、V_g = -300 mV時可調變I_d約4倍，在室溫下，當V_{DS} = 1 V元件典型跨導為5.5(μS)。

關鍵詞：鈦酸鋁；場效電晶體

目錄

封面內頁 簽名頁 授權書	iii	中文摘要	iii
.	iv	ABSTRACT	v
.	vi	目錄	vii
.	ix	表目錄	xii
第一章 緒論 1.1研究背景	1	1.2文獻回顧	6
.	2	1.3論文架構	6
.	7	2.1場效電晶體介紹	7
.	8	2.1.1 MOSFET基本結構與類型	9
.	8	2.1.2 MOSFET工作原理	9
.	8	2.1.3 Id-V _{ds} 特性	10
2.2 莫特(Mott)絕緣體	12	2.3 莫特轉變(Mott Transition)場效電晶體	12
2.2 莫特(Mott)絕緣體	12	2.3 莫特轉變(Mott Transition)場效電晶體	12
樣品製備與量測 3.1樣品製備	13	3.1.1薄膜濺鍍系統	13
.	13	3.1.2實驗流程	15
.	13	3.1.3實驗流程敘述	16
相與成分量測	20	3.2.1 X-ray繞射分析儀	20
儀(EDS)	21	3.2.2微區成份分析	20
.	21	3.3電性量測	23
.	23	3.3.1電阻對溫度量測	23
.	23	3.3.2元件I-V量測	24
第四章 結果與討論 4.1薄膜樣品之成長參數與結構、成分分析	26	4.1.1第一層膜Sr _x La _{1-x} TiO ₃	26
.	35	4.1.2第二層膜 STO	35
.	35	4.2樣品之薄膜傳輸特性	37
.	40	4.3樣品之元件I-V特性	37
第五章 結論	50	參考文獻	50
.	51	圖目錄 圖1.1 鈦酸鋁(LaTiO ₃)晶格結構圖	1
特性	3	圖1.2 Al ₂ O ₃ /KTaO ₃ 的Id-V _{ds} 特性	4
.	3	圖1.3 YPBCO/STO/Nb-STO的Id-V _{ds} 特性	4
的Id-V _{ds} 特性	4	圖1.4 STO/LSTO/LAO	5
的Id-V _{ds} 特性	4	圖1.5 摻雜量與載子濃度、載子遷移率關係圖	5
溫度作圖	5	圖2.1 n和p-通道FET的結構比較圖	7
物理結構剖面圖	8	圖2.2 增強型N-MOSFET的	8
實際機台	14	圖2.3 增強型n-MOSFET的Id-V _d 曲線圖	10
轉45°後與Si(100)的晶格	18	圖3.1 濺鍍實驗裝置圖與實	14
示意圖	19	圖3.2 實驗流程圖	15
.	19	圖3.3 LTO (100)晶格旋	15
.	19	圖3.4 微影製程示意圖	18
.	19	圖3.5 薄膜微影製程後	18
.	19	圖3.6 高真空Ar離子蝕刻系統	19
.	19	圖3.7 圖(a)為本實驗	20
.	19	圖3.8 (a)掃描式電子顯微	20
.	19	鏡(SEM) (b)成分分析儀(EDS)	22
.	23	圖3.9 樣品四點量測示意圖	23
.	23	圖3.10 電阻對溫度量測系統	24
.	23	圖3.11 半導體參數分析儀	25
.	25	圖3.12 樣品做I-V量測示意圖	25
Si薄膜XRD圖	28	圖4.1 不同成長壓力下Sr _{1-x} La _x TiO ₃ /	28
.	28	圖4.2 不同成長溫度下Sr _x La _{1-x} TiO ₃ / Si薄膜XRD圖	29
.	30	圖4.3 不同成長溫度下Sr _x La _{1-x} TiO ₃ /	30
.	30	圖4.4 在氬氣壓力25 mtorr溫度440 SLTO / LAO薄膜XRD圖	31
.	31	圖4.5 RF功率調控Sr _x La _{1-x} TiO ₃ 其摻雜Sr和對應La比例圖	33
.	33	圖4.6 Sr _x La _{1-x} TiO ₃ / Si典型元素分析圖	34
.	36	圖4.7 成長溫度440 下SrTiO ₃ / Si薄膜XRD圖	36
.	36	圖4.8 樣品實際拍攝圖	37
.	38	圖4.9 Sr _{0.724} La _{0.276} TiO ₃ / LAO薄膜其電阻對溫	38
.	38	度作圖	38
.	38	圖4.10 Sr _{0.326} La _{0.674} TiO ₃ / LAO薄膜其電阻對溫度作圖	38
.	38	圖4.11 Sr _{0.283} La _{0.717} TiO ₃ / LAO薄膜	38

其電阻對溫度作圖 . . . 39 圖4.12 Sr_{0.051}La_{0.949}TiO₃ / LAO薄膜其電阻對溫度作圖 . . . 39 圖4.13 V_g=0V~-1V時 摻雜量x=0.32之I_d對V_{ds} 42 圖4.14 扣掉漏電流後V_g=0V~-1V時 摻雜量x=0.32之I_d對V_{ds} 42 圖4.15 V_g=0V~1V時 摻雜量x=0.32之I_d對V_{ds} 43 圖4.16 扣掉漏電流後V_g=0V~1V時 摻雜量x=0.32之I_d對V_{ds} 43 圖4.17 V_g=0V~-1V時 摻雜量x=0.05之I_d對V_{ds} 44 圖4.18 扣掉漏電流後V_g=0V~-1V時 摻雜量x=0.05之I_d對V_{ds} 44 圖4.19 V_g=0V~1V時 摻雜量x=0.05之I_d對V_{ds} 45 圖4.20 扣掉漏電流後V_g=0V~1V時 摻雜量x=0.05之I_d對V_{ds} 45 圖4.21 V_{ds}加到30 V 摻雜量x = 0.05之I_d對V_{ds} 46 圖4.22 V_{ds}=0.2V~1.0V時 摻雜量x=0.32之I_d對V_g 46 圖4.23 V_{ds}=0.2V~1.5V時 摻雜量x=0.05之I_d對V_g 47 圖4.24 V_{ds}=0.2V~1.0V時 摻雜量x=0.32之V_{ds}/I_d對V_g 47 圖4.25 V_{ds}=0.2V~1.5V時 摻雜量x=0.051之V_{ds}/I_d對V_g 48 圖4.26 為在V_g=-100mv~-500mv I_d/ I_d對不同摻雜量之關係圖 48 圖4.27 為g_m對V_{ds}之關係圖 49 圖4.28 Pan等人元件中, V_{ds} = 4 V在不同溫度下對應到g_m . 49 表目錄表2.1 MOSFET各類型整理表 9 表4.1 射頻產生器輸出功率與Sr摻雜量之關係 33 表4.2 SLTO和STO之鍍膜最佳參數整理 35 表4.3 各V_{ds}下對應之g_m 49

參考文獻

[1]李志晃, " 摻鏷SrTiO₃之傳輸特性研究 ",大葉大學碩士論文,2006 [2] Ueno, K., I. H. Inoue, H. Akoh, M. Kawasaki, Y. Tokura, and H. Takagi, 2003, Appl. Phys. Lett. 83, 1755.
[3] D. M. News, a) J. A. Misewich, C. C. Tsuei, A Gupta, B. A. Scott, and A. Schrott, 1998, Appl. Phys. Lett. 73, 780.
[4] Feng Pan, David Olaya, John C. Price, and Charles T. Rogers, 2004, Appl. Phys. Lett. 84, 1573.
[5] B. Vilquin, T. Kanki, T. Yanagida, H. Tanaka, T. Kawai, applied surface science 244, 494-497.
[6] C. C. Hays, J.-S. Zhou, J. T. Markert, and J. B. Goodenough, Phys. Rev. B 60, 10367 (1999).
[7] C. H. Ahn, A. Bhattacharya, M. Di Ventura, J. N. Eckstein, C. Daniel Frisbie, M. E. Gershenson, A. M. Goldman, I. H. Inoue, J. Mannhart, Andrew J. Millis, Alberto F. Morpurgo, Douglas Natelson, Jean-Marc Triscone, 2006, Rev. Mod. Phys., Vol. 78, 1185.
[8] C. Zhou, D. M. News, a) J. A. Misewich, and P. C. Pattnaik, 1996, Appl. Phys. Lett. 70, 598 [9] Feng Pan and Charles T. Rogers, 2005, PHYSICAL REVIEW B 72, 094520.
[10] A. Schmehl, F. Lichtenberg, H. Bielefeldt, and J. Mannhart, 2003, Appl. Phys. Lett. 82, 3077.
[11] 吳文斌、黃迪靖 ; 科學研究 " 強電子關聯材料的軌域物理 " 2004年8月 [12] 劉傳璽、陳進來: " CMOS元件物理與製程整合理論與實務 " 2006年1月