

摘要

本論文主要是研究以濺鍍(sputter)成長人工反鐵磁結構 MgO/CoFeB/Nb、Nb/CoFeB/MgO 及MgO/CoFeB/Nb/CoFeB/MgO，分別改變這三種結構鐵磁層或非磁性層材料的厚度，並在退火後量測磁滯曲線，探討其垂直異向性和磁性耦合的變化。研究顯示上結構在退火後，CoFeB厚度1.2~1.6nm之間產生了垂直異向性，並且隨著CoFeB厚度的增加，方正性、矯頑場Hc、磁異向場Hk都有明顯下降，可見上結構中CoFeB的厚度對垂直異向性有很大的影響，下結構在經過退火後，幾乎所有厚度都有垂直異向性，而除了矯頑場Hc值隨著Nb厚度增加，方正性與磁異向場都極為穩定，可推斷下結構中Nb厚度的改變對垂直異向性影響不大，全結構隨著Nb厚度的增加，垂直異向性也跟著減弱。Nb=1.0、1.5nm時擁有的m1及m2變化的趨勢有一致的結果，顯示這兩個結構上下CoFeB層產生磁死層的速度十分相近，Nb=2.0nm時，在255oC~345 oC之間，m1隨著溫度上升，m2卻隨之下降，顯示在這段退火溫度其磁滯曲線不同於Nb=1.0及1.5nm。將我們的實驗數據與參考文獻進行比較後，發現耦合能、異向能及退火溫度等數值，以Nb為間隔層的人工反鐵磁結構都低於以Ru為間隔層的人工反鐵磁結構。

關鍵詞：人工反鐵磁結構、垂直異向性、矯頑場、磁異向場

目錄

封面內頁 簽名頁 中文摘要 iii 英文摘要 iii
. iv 誌謝 v 目錄 vi
. vi 圖目錄 viii 表目錄 x
. x 第一章 緒論 1
第二章 理論基礎 2
2.1 垂直異向性(Perpendicular Magnetic Anisotropy, PMA) 2
2.2 反鐵磁耦合 5
2.3 Spin-Flip and Spin-Flop Transition 6
第三章 實驗儀器與實驗步驟 3.1 濺鍍系統 11
3.1.1 濺鍍原理 12
3.2 振動樣品磁性分析儀 13
3.3 熱退火系統 14
3.4 實驗步驟 15
第四章 實驗結果與討論 4.1 MgO/CoFeB(x)/Nb上結構磁性量測 17
4.2 Nb(x)/CoFeB/MgO 下結構磁性量測 22
4.3 MgO/CoFeB/Nb(x)/CoFeB/MgO全結構磁性量測 27
第五章 結論 37
參考文獻 39
圖目錄 圖2.1.1 異向性常數與磁性層厚度與厚度關係示意圖 3
圖2.2.1 人工反鐵磁結構圖 5
圖2.3.1 Co/Cu(x)/Co 成長於(110)基板上和(111)基板上之磁滯曲線 7
圖2.3.2 spin-flop transition 示意圖 8
圖2.3.3 反鐵磁耦合磁滯曲線線形貌 9
圖2.3.4 spin-flip與spin-flop磁矩翻轉示意圖 10
圖3.1.1 Sputter 儀器圖 11
圖3.2.1 VSM裝置示意圖 13
圖3.4.1 實驗流程示意圖 15
圖4.1.1 上結構Ta/MgO/CoFeB(x)/Nb 17
圖4.1.2 Ta/MgO/CoFeB(x)/Nb未退火之磁滯曲線圖 18
圖4.1.3 Ta/MgO/CoFeB(x)/Nb退火之磁滯曲線圖 19
圖4.1.4 上結構的(a)飽和磁化量和殘餘磁化量、(b)矯頑場、(c)磁異向場 21
圖4.2.1 下結構Nb(x)/CoFeB/MgO/Ta 22
圖4.2.2 Nb(x)/CoFeB/MgO/Ta未退火之磁滯曲線圖 23
圖4.2.3 Nb(x)/CoFeB/MgO/Ta退火之磁滯曲線圖 24
圖4.2.4 下結構的(a)飽和磁化量和殘餘磁化量、(b)矯頑場、(c)磁異向場 25
圖4.2.5 Nb(x)/CoFeB/MgO/Ta退火之磁異向能 26
圖4.3.1 全結構Ta/MgO/CoFeB/Nb(X)/CoFeB/MgO/Ta 27
圖4.3.2 Ta/MgO/CoFeB/Nb(1.0)/CoFeB/MgO/Ta 退火M-H圖 29
圖4.3.3 Ta/MgO/CoFeB/Nb(1.5)/CoFeB/MgO/Ta 退火M-H圖 30
圖4.3.4 Ta/MgO/CoFeB/Nb(2.0)/CoFeB/MgO/Ta 退火M-H圖 31
圖4.3.5 退火溫度與單一層磁化量之關係 34
圖4.3.6 退火溫度與飽和磁化量及殘餘磁化量之關係 35
圖4.3.7 參考文獻[10]上圖:退火溫度與飽和磁化量及殘餘磁化量之關係。下圖:退火溫度與單一層

磁化量之關係	36
表目錄 表4.1.1 退火後飽和磁化量、殘餘磁化量、矯頑場、方正性及磁異向場比較	21
表4.2.1 退火後飽和磁化量、殘餘磁化量、矯頑場、方正性及磁異向場比較	26
表4.3.1 Ta/MgO/CoFeB/Nb(x)/CoFeB/MgO/Ta 耦合能J	32
表4.3.2 Ta/MgO/CoFeB/Nb(x)/CoFeB/MgO/Ta 磁異向能K	32

參考文獻

[1] J. Hayakawa, S. Ikeda, Y. M. Lee, F. Matsukura, and H. Ohno, Appl. Phys. Lett. 89, 232510 (2006).

[2] 陳鴻銘, "Ta/CoFeB/MgO結構之介面對垂直異向性之影響"中正大學物理研究所 碩士論文(2011) [3] M.T. Johnson et al. , Rep. Prog. Phys. 59, 1409 (1996).

[4] A. Manchon, C. Ducruet, L. Lombard, S. Auffret, B. Rodmacq, B. Dieny, S. Pizzini, J. Vogel, V. Uhli?, M. Hochstrasser, and G. Panaccione, J. Appl. Phys. 104, 043914 (2008).

[5] K. Kyuno, R. Yamamoto, and S. Asano, J. Phys. Soc. Jpn. 61, 2099 (1992).

[6] D. Weller, Y. Wu, J. St?hr, M. G. Salant, B. D. Hermsmeier, and C. Chappert, Phys. Rev. B 49, 12888 (1994).

[7] 鄭琮譯, "MgO/CoFeB/Nb(or Ru)/CoFeB/MgO結構之交換耦合及垂直異向性探討"中正大學物理研究所 碩士論文(2012) [8] M.T. Johnson, R. Coehoorn, J.J. de Vries, N. W. E. McGee, J. aan de Stegge, and P. J. H. Bloemen, Phys. Rev. Lett. 69, 969(1992) [9] D. C. Worledge, G. Hu, David W. Abraham, J. Z. Sun, P.L.Trouilloud, J. Nowak, S. Brown, M. C. Gaidis, E. J. O ' Sullivan, and R. P. Robertazzi, Appl. Phys. Lett. 98, 022501 (2011).

[10] 陳建璋, "MgO/CoFeB/Ru/CoFeB/MgO從水平式到垂直式之介面交換耦合"中正大學物理研究所 碩士論文(2013)