

高溫超導鈣鋇銅氧薄膜之磁通運動傳輸特性研究

鍾建宇、王立民

E-mail: 9708118@mail.dyu.edu.tw

摘要

我們分析混合態之縱向電阻率 ρ_{xx} 及橫向電阻率 ρ_{xy} ，藉以探討具有人工釘扎反點(洞)陣列之高溫超導YBa₂Cu₃O_y (YBCO) 薄膜之磁通釘扎效應。利用電子束微影技術，在20 μm \times 20 μm 之微橋上製作出不同長寬比例之人工釘扎反點(洞)陣列(短軸a：長軸b = 1 μm : 1.6 μm)，並將外加電流平行於a軸及b軸方向，量測其縱向電阻率 ρ_{xx} 、橫向電阻率 ρ_{xy} 、活化能(activation energy)U及霍爾係數RH。當電流平行於a軸時，我們發現霍爾係數RH之反正行為(Sign reversal)及活化能U較小，這表示磁通渦流運動對不規則之霍爾效應以及磁通釘扎效應對RH之反正行為有極大的相關性。另外，縱向電阻率 ρ_{xx} 及橫向電阻率 ρ_{xy} 之關係式 $\rho_{xy} \sim \rho_{xx}$ ，其冪次關係值隨磁場降低而變小。此實驗結果可以磁通渦流動力學討論之。

關鍵詞：高溫超導；霍爾效應；釘扎能；霍爾負阻

目錄

封面內頁 簽名頁 授權書	iii	中文摘要	
iv 英文摘要	v	誌謝	
vi 目錄	vii	圖目錄	
x 表目錄	xiv	第一章 緒論	1.1 研究背景
1 1.1.1 混合態霍爾效應與磁通釘扎	1	1.1.2 霍爾效應的反正行為(Sign Reversal)	4
1.1.3 人通磁通釘扎	7	1.2 研究動機	7
第二章 基本原理	10	2.1 超導體磁性質	12
2.2 第一類超導體	13	2.2.2 第二類超導體	13
2.3 非理想的第二類超導體與磁通釘扎	14	2.4 理想的磁通流動(Flux flow)	16
2.5 Anderson-Kim磁通蠕動模型	18	2.6 霍爾電阻率與縱向電阻率關係式	25
第三章 實驗方法與儀器設備	27	3.1 前言	26
3.2 實驗儀器	27	3.2.1 薄膜濺鍍系統	27
3.2.2 熱蒸鍍系統	30	3.2.3 掃描電子顯微鏡之應用	31
3.2.4 Ar離子蝕刻	34	3.2.5 霍爾量測系統-超導量子干涉儀	37
3.2.6 原子力顯微鏡(AFM)	38	3.3 樣品製程與量測	40
3.3.1 樣品製程	40	3.3.2 樣品分析與量測	51
第四章 結果與討論	56	4.1 利用電子束微影技術之不對稱比例(1:1.6)人工釘扎反點(洞)陣列之特性探討	56
4.1.1 樣品Hall6ab之縱向電阻率 ρ_{xx} 特性討論	56	4.1.2 樣品Hall6ab之釘扎位能U之討論	58
4.1.3 樣品Hall6ab之霍爾係數RH之討論	64	4.1.4 樣品Hall6ab之縱向電阻率 ρ_{xx} 及霍爾電阻率 ρ_{xy} 之冪次關係	68
4.2 利用黃光微影技術之人工釘扎點陣列之特性討論	71	4.2.1 樣品M20dot之縱向電阻率 ρ_{xx} 特性討論	71
4.2.2 樣品M20dot之釘扎位能U之討論	72	4.2.3 樣品M20dot之霍爾係數RH之討論	75
4.2.4 樣品M20dot之縱向電阻率 ρ_{xx} 及霍爾電阻率 ρ_{xy} 之冪次關係	77	第五章 結論	80
參考文獻	80		82

參考文獻

- [1]Y. Iye, S. Nakamura, and T. Tanegai, Physica (Amsterdam) 159 C, 616 (1989).
- [2]K.C.Woo, K.E.Gray, R.T.Kampurith, and J.H.Kang,Physica 162C-164C, 1011 (1989).
- [3]T. Tamegic and Y.Iye,Phys. Rev. B 44, 10167 (1991).(Amsterdam) [4]N. P. Ong et al., Physica (Amsterdam) 185C, 34 (1991).
- [5]Z. V. Zavarisky, A. V. Samoilov, and A. A. Yurgens, Physica (Amsterdam) 180C, 417 (1991).
- [6]I.Puica, W.Land, W.Gob and Roman Sobolewski, Phys. Rev. B 69, 104513 (2004).
- [7]A.G.Arrov and S. H. Kami, Phys. Rev. B 41, 9548 (1990).
- [8]J. E. Hirsch and F. Marsiglio, Phys. Rev. B 43, 424 (1991).

- [9]L. Lu, Ph.D. dissertation, Beijing University, China, 1992.
- [10]A. Freimuth, C. Hohn, and M. Galffy, Phys. Rev. B 44, 10396 (1991).
- [11]J.L.Chen and T.J. Yang, Phys.Rev. B 50, 4064 (1994).
- [12]Y.X.Jia, T.Z.Liu, M.D.Lau, and R.N.Shelton, phys. Rev. B 47, 6043 (1993).
- [13]E.Z.Meilikhov and R.M.Farzetdinova. Physica (Amsterdam) 210C, 473 (1993).
- [14]Z.D.Wang and C.S.Ting, Phys. Rev. B 46, 284 (1992).
- [15]H. E. Horng et al., Solid State Commun. 93, 537 (1995).
- [16]L.M. Wang, H.C. Yang, H.E. Horng, Phys. Rev. Lett.78, 527 (1997).
- [17]W. N. Kang, S. H. Yun, J. Z. Wu D. and H. Kim, Phys. Rev. B 55, 621 (1997).
- [18]J. Bardeen and M. J. Stefan, Phys. Rev. 140, A1197 (1965); J. Bardeen and M. J. Stefan, Phys. Rev. Lett. 14, 112 (1965).
- [19]P. Nozieres and W. F. Vinen, Philos. Mag. 14,667 (1966).
- [20]J. M. Harris, N. P. Ong, and Y. F. Yan, Phys. Rev.Lett.71,1455 (1993).B. D. Josephson, Phys. Lett. 16, 242 (1965).
- [21]R. C. Budhani, S. H. Liou, and Z. X. Cai, Phys. Rev. Lett. 71, 621 (1993).
- [22]S. Ullah and A.T. Dorsey, Phys. Rev. B 44, 262 (1991).
- [23]A. T. Dorsey, Phys.Rev. B 46, 8376 (1992).
- [24]R. J. Troy and A. T. Dorsey, Phys. Rev. B 47, 2715 (1993).
- [25]N. B. Kopnin, B. I. Ivlev, and V. A. Kalatsky, J. Low. Temp. phys, 90, 1 (1993).
- [26]W. Gob,1 W. Liebich, W. Lang, I. Puica, Roman Sobolewski, R. Rossler, J. D. Pedarnig, and D. Bauerle, Phys.Rev. B 62, 9780 (2000).
- [27]N. B. Kopnin and V. M. Vinokur, Phys. Rev. Lett. 83, 4864 (1999).
- [28]J.-Y. Lin, M. Gurvitch, S. K. Tolpygo, A. Bourdillon, S. Y. Hou and Julia M. Phillips, Phys.Rev. B 54, R12717 (1996).
- [29]Yukio Yamamoto , Keiichi Ogawa, Physica C 371, 209 (2002).
- [30]大葉大學 , 郭志謙 , 95碩士論文 [31]W. Meissner and R. Ochsenfeld, Naturwiss, 21(1933), 787.
- [32]T. Nishizaki et al., Physica (Amsterdam) 181C, 223 (1991).
- [33]超導電性導論p189-193 , p137-153 , P208-210 [34]P. W. Anderson, and Y. B. Kim, Rev. of Mod. Phys. (1964) 39.
- [35]H.C. Yang, J.C. Chen, L.M. Wang, H.H. Sung, H.E.Horng, S.Y. Yang, J.T. Jeng, Journal of Physics and Chemistry of Solids 62, 1837 (2001)
- [36] J. Luo, T.P. Orlando, J. M. Graybeal, X. D. Wu, and R. Muenchausen, Phys. Rev. Lett. 68, 690 (1992).
- [37]A. V. Samoilov, Phys. Rev. Lett. 71,617 (1993).
- [38]H.C. Yang, H.E. Horng, L.M. Wang, Chin. J. Phys. 36, 527 (1998) [39]H.C Yang, L.M. Wang, H.E. Horng, Phys. Rev. B 56, 99(1997)
- [40]L.M. Wang,H.W. Yu,H.C. Yang,H.E. Horng, Physica C 256.57-63. (1996)