

# Minimization of YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7</sub>- High-TC Superconducting Filters

邱世明、王立民；許崇宜

E-mail: 9511369@mail.dyu.edu.tw

## ABSTRACT

Fabrication of minimized high-TC superconducting (HTS) cross-coupled narrow-band filters have been studied in this work. The HTS filters were fabricated by patterning YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-y</sub>(YBCO) films double-sided deposited on LaAlO<sub>3</sub> (LAO) substrates with an RF sputtering technique. The filter show a 2.53-GHz center frequency with a 5-MHz bandwidth and a 2.4-dB insertion loss at 77 K. In addition, the effects of annealing in high-pressure Oxygen and flux pinning on the surface resistance R<sub>S</sub> of YBCO micro stripe. Line have been studied. The YBCO micro stripe Line with annealing at 400 , shows a lower R<sub>s</sub> of 0.25 m , which is smaller than that of 0.234 m for sample before annealing . This results indicates the annealing in high-pressure oxygen can improve the microwave properties of YBCO. Moreover, it is found that the R<sub>s</sub> of YBCO micro stripe Line with La<sub>0.7</sub>Sr<sub>0.3</sub>MnO<sub>3</sub> pinning centers does not be increased by an applied magnetic field.

Keywords : YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>y</sub> (YBCO) ; flux pinning ; La<sub>0.7</sub>Sr<sub>0.3</sub>MnO<sub>3</sub> (LSMO)

## Table of Contents

封面內頁 簽名頁 授權書 . . . . .	iii	中文摘要 . . . . .	iii
. . . . .	iv	英文摘要 . . . . .	v
. . . . .	vi	目錄 . . . . .	vii
. . . . .	x	表目錄 . . . . .	xiii
第一章 簡介 1.1研究背景 . . . . .	1	1.1.1高溫超導濾波器之發展 . . . . .	1
1.1.2大面積超導薄膜製作需 . . . . .	2	1.1.3磁通運動對超導微波性質之影響 . . . . .	2
. . . . .	4	1.2研究動機 . . . . .	4
1.2.1薄膜微波特性之改善高壓氧退火處理與磁釘扎 . . . . .	4	1.2.2微小化濾波器之設 . . . . .	4
1.2.2微小化濾波器之設 . . . . .	4	1.3論文架構 . . . . .	5
2.1高溫超導體概論 . . . . .	7	第二章 基本原理	
2.1.1超導電現象與反磁作 . . . . .	7	2.1.1超導電現象與反磁作 . . . . .	7
2.1.2高溫超導體與介電質 . . . . .	8	2.1.2高溫超導體與介電質 . . . . .	8
2.1.3二流體模型 . . . . .	11	2.1.3二流體模型 . . . . .	11
2.1.4倫敦方程式 . . . . .	14	2.1.4倫敦方程式 . . . . .	14
2.1.5表面阻抗 . . . . .	17	2.2表面電阻量測法-探針耦合式微帶共 . . . . .	20
2.2表面電阻量測法-探針耦合式微帶共 . . . . .	20	2.3濾波器設計之原理 . . . . .	23
2.3濾波器設計之原理 . . . . .	23	2.3.1並聯共振 . . . . .	23
2.3.1並聯共振 . . . . .	23	2.3.2介入損失函數法設計濾波 . . . . .	25
2.3.2介入損失函數法設計濾波 . . . . .	25	2.4濾波器理論 . . . . .	26
2.4濾波器理論 . . . . .	26	2.4.1濾波器的型式 . . . . .	26
2.4.1濾波器的型式 . . . . .	26	2.4.2參數之定義與物理意義 . . . . .	29
2.4.2參數之定義與物理意義 . . . . .	29	第三章 交叉耦合濾波器設計原理與步驟 3.1簡介 . . . . .	32
第三章 交叉耦合濾波器設計原理與步驟 3.1簡介 . . . . .	32	3.2設計方法 . . . . .	33
3.2設計方法 . . . . .	33	3.3共振器耦合結構 . . . . .	36
3.3共振器耦合結構 . . . . .	36	3.4交叉耦合型式濾波器之實際設計流程 . . . . .	44
3.4交叉耦合型式濾波器之實際設計流程 . . . . .	44	第四章 實驗方法與步驟 4.1研究架構流程 . . . . .	48
4.1研究架構流程 . . . . .	48	4.2超導薄膜製程 . . . . .	49
4.2超導薄膜製程 . . . . .	49	4.2.1雙離軸式(off-axis)磁控濺鍍法 . . . . .	49
4.2.1雙離軸式(off-axis)磁控濺鍍法 . . . . .	49	4.3製作流程與製程技術 . . . . .	50
4.3製作流程與製程技術 . . . . .	50	4.3.1 YBCO薄膜與濾波器的製作 . . . . .	50
4.3.1 YBCO薄膜與濾波器的製作 . . . . .	50	4.3.2 LSMO 磁性點的製作 . . . . .	52
4.3.2 LSMO 磁性點的製作 . . . . .	52	4.4蝕刻方式的選擇 . . . . .	53
4.4蝕刻方式的選擇 . . . . .	53	4.5封裝與量測 . . . . .	55
4.5封裝與量測 . . . . .	55	4.6高氧退火處理製作 . . . . .	56
4.6高氧退火處理製作 . . . . .	56	4.6.1高氧退火處理 . . . . .	56
4.6.1高氧退火處理 . . . . .	56	4.6.2 表面電阻R <sub>s</sub> 量測 . . . . .	57
4.6.2 表面電阻R <sub>s</sub> 量測 . . . . .	57	第五章 結果與討論 5.1 表面阻抗R <sub>S</sub> 及通氧退火對R <sub>S</sub> 之效應 . . . . .	58
5.1 表面阻抗R <sub>S</sub> 及通氧退火對R <sub>S</sub> 之效應 . . . . .	58	5.1 (a)不同退火溫度對超導臨界溫度TC之影響 . . . . .	58
5.1 (a)不同退火溫度對超導臨界溫度TC之影響 . . . . .	58	5.1 (b) R <sub>s</sub> 之量測結果 . . . . .	59
5.1 (b) R <sub>s</sub> 之量測結果 . . . . .	59	5.1 (c)不同溫度之YBCO表面阻抗之變化 . . . . .	61
5.1 (c)不同溫度之YBCO表面阻抗之變化 . . . . .	61	5.2 微帶線外加磁性點量測結果及TC . . . . .	64
5.2 微帶線外加磁性點量測結果及TC . . . . .	64	5.3 微小化高溫超導濾波器之實作結果 . . . . .	65
5.3 微小化高溫超導濾波器之實作結果 . . . . .	65	第六章 結論 . . . . .	68

## REFERENCES

- 1] T.Kinpara, M.Kusunoki, M.Mukaaيدا, and S.Ohsima, " Design ofcross-coupled microstrip bandpass filter, " Physica C vol. 357-360 pp.1503-1506,2001.
- [2] Balam A. Willemsen , " HTS Filter Subsystems for WirelessTelecommunications , " IEEE Transactions on AppliedSuperconductivity , " Vol.11, pp.60-67, Mar. 2001.

- [3] Edward G. Cristal, and Sidney Frankel, " Hairpin-Line and Hybrid Hairpin-Line/ Half-Wave Parallel-Coupled-Line Filter, " IEEE Trans. Microwave Theory and Tech., Vol. MTT-20, pp. 719-728, Nov. 1972.
- [4] Seymour B. Cohn, " Parallel-Coupled Transmission-Line-Resonator Filters, " IRE Transactions on Microwave Theory and Techniques, pp. 223-231, 1958.
- [5] Jen-Tasi Kuo, Ming-Jyh Maa, and Ping-Han Lu, " A Microstrip Elliptic Function Filter with Compact Miniaturized Hairpin Resonators, " IEEE Microwave and Guided Wave Letters, Vol. 10, pp. 94-95, Mar. 2000.
- [6] L. M. Wang, Mao-Yuan Horng, Chen-Chung Liu, Jyh-Haur Tsao, H. H. Sung, H. C. Yang, and H. E. Horng, " Narrow-Band Filter for the Frequency Range of 1.9 GHz Using Double-Sided YBCO Films on 10-mm-Square and 20-mm-Square LaAlO<sub>3</sub> Substrates, " IEEE Transactions on Applied Superconductivity, Vol. 13, NO. 2, June 2003
- [7] Roger Wordenwiser, Peter Lahl, and Jan Edinfeld " Improvement of the Microwave Properties of Y-B-C-O Films with Artificial Defects " IEEE Vol. 11 No. 1 March 2001
- [8] B. Prof. Ohshima Group ' s work " 2002 Taiwan-Japan Symposium on SQUID & Communication Electronics " , and Physica C, vol. 372-376, pp. 671-674, Aug. 2002.
- [9] Zhi-Yuan Shen, " High-Temperature Superconducting Microwave Circuits, " 高立, 民國86年.
- [10] Terry P. Orlando, Kevin A. Delin, " Foundations of Applied Superconductivity, " Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1995.
- [11] Eisberg Robert, " 量子物理學, " 復漢, 民國77年.
- [12] Charles Kittel, " 固態物理學導論, " 高立, 民國86年.
- [13] 傅勝利, " 電子材料, " 全華, 民國89年.
- [14] Terry P. Orlando, Kevin A. Delin, " Foundations of Applied Superconductivity, " Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1995.
- [15] Eisberg Robert, " 量子物理學, " 復漢, 民國77年.
- [16] Daisuke Okai etc. , " New Measurement Technique of the Surface Impedance of Superconductors Using the Probe-Coupling Type Microstripline Resonator " , Microwave Conference , vol. 3 pp. 880 - 883 , 1999.
- [17] J. A. G. Maltherbe , Microwave Transmission Line Filter , Artech House , Dedham , Mass , 1979.
- [18] 張盛富、載明鳳 無線通信之射頻被動電路設計 " 全華 , 民國九十二年
- [19] J. S. Hong and M. J. Lancaster, " Microstrip Filters For Rf/Microwave Applications " John Wiley & Sons, Inc. 2001.
- [20] J. S. Hong and M. J. Lancaster, " Design of highly selective microstrip bandpass filters with a single pair of attenuation poles at finite frequencies " IEEE Trans. Microwave Theory Tech., vol. 48, pp. 1098 - 1107, July. 2000.