

藍寶石晶片薄化技術與應用

吳嘉城、姚品全；韓斌；武東星

E-mail: 9314935@mail.dyu.edu.tw

摘要

由於無線通訊、光電、光纖通訊等產業的快速發展，帶動所需的關鍵元件(如表面聲波濾波器、通訊IC、光纖連接器、高密度波長多功分波器、發光二極體與雷射二極體...等)需求快速成長，並造成元件供不應求，這些產業需求的共通點在於這些元件需要更多更高品質的氧化物與化合物半導體基板(Substrate)晶圓(Wafer)，以藍白光LED用的2" Sapphire(藍寶石)晶圓為例，目前國內市場需求約為每月3萬片，全世界市場規模約為每月15萬片，而到2002年底，國內則會超過每月5萬片，全世界預估每月可達20萬片。藍寶石(Sapphire)，其晶體為 $-Al_2O_3$ ，藍寶石基板為主要成長氮化鎵(GaN)之基板，而GaN為藍、白光發光二極體(LED)之主要材料，由於LED因壽命長且耗電量低，故應用市場漸趨於廣泛，且因GaN為能夠製作白光之材料，因此其市場發展較有潛力。也正因為如此，元件的後續工件也變的更為重要，因此本論文嘗試以化學機械研磨與乾蝕刻的方法，找出晶片薄化最佳製程，也就是希望晶片厚度能從原先的430 μm 薄化到50 μm 而無破損。目前我們使用磨號為600及240的碳化硼為Lapping的顆粒，其中以碳化硼#240為Lapping的第一道，其中我們使用的平台轉為70 rpm、未施加壓力(載具本身的重量)、研磨液滴速為100滴/min、研磨液濃度為10%、載具擺速為12次/min及擺幅20%~80%，及使用鑄鐵盤為研磨盤，其研磨速率可以達到4.23 $\mu m/min$ ，且薄化到120~100 μm 之間。碳化硼#600為Lapping的第二道，其中我們使用的平台轉為60 rpm、未施加壓力(載具本身的重量)、研磨液滴速為100滴/min、研磨液濃度為10%、載具擺速為8次/min及擺幅30%~70%，及使用鑄鐵盤為研磨盤，其研磨速率可以達到0.33 $\mu m/min$ ，且薄化到80~75 μm 之間。而拋光的部份，我們使用的平台轉為60 rpm、未施加壓力(載具本身的重量)、拋光液滴速為60滴/min、拋光液為SF1、載具擺速為8次/min及擺幅30%~70%，及使用鑄鐵盤為拋光盤，其拋光速率可以達到0.13 $\mu m/min$ ，且薄化到75~70 μm 之間。至於70~50 μm 之間我們使用ICP蝕刻系統來薄化，其優點為不像化學機械研磨會造成晶片的損傷，因此在良率上也會大幅的提升。

關鍵詞：藍寶石；薄化； Al_2O_3 ；碳化硼

目錄

目錄 封面內頁 簽名頁 授權書	iii	中文摘要	iv
.	iv	Abstract	vi
.	vii	目錄	viii
.	viii	圖目錄	xii
.	xiv	第一章 緒論 1.1 前言	1
動機	1	1.2 研究背景	3
.	3	1.3 研究方法	5
1.4 論文架構	5	第二章 化學機械研磨 2.1 化學機械研磨機	7
制	7	2.2 化學機械研磨的構造	7
.	7	2.3 化學機械研磨運動模式	8
.	9	2.4 化學機械研磨製程參數	9
.	9	2.4.1 機械作用參數	9
.	10	2.4.1 化學反應參數	10
.	10	2.5 化學機械研磨之Lapping	11
2.6 化學機械研磨之拋光	12	第三章 蝕刻 3.1 濕式蝕刻	14
.	14	3.2 乾式蝕刻	14
的選擇	15	3.2.1 機台的選擇	15
.	16	3.2.2 蝕刻氣體的選擇	16
.	16	3.2.3 機台參數的影響	18
實驗設計	20	第四章 實驗設計和實驗設備 4.1 實驗	20
.	23	4.2 實驗設備	23
.	23	4.2.1 實驗儀器	23
.	23	4.2.1 量測儀器	23
.	23	4.3 實驗步驟	24
晶片清洗	24	4.3.1 試片清洗	24
.	24	4.3.2 上臘及壓合	25
.	24	4.3.2.1 蠟	25
.	25	4.3.2.2 PC3-6000	25
.	25	4.3.3 化學機械研磨實驗	26
轉速的實驗	27	4.3.3.1 平台轉速的實驗	27
.	27	4.3.3.2 施加壓力的實驗	27
.	27	4.3.3.3 研磨液滴速的實驗	27
.	27	4.3.3.4 研磨液濃度的實驗	27

28 4.3.3.5 載具擺幅的實驗	28 4.3.3.6 載具擺速的實驗
29 4.3.4.1 主要製程氣體比例實驗	30 4.3.4.2 腔體壓力的實驗
30 4.3.4.3 ICP功率的實驗	30 4.3.4.4 DC偏壓的實驗
31 4.3.4.5 加入Ar的實驗	31 4.3.4.6 加入N ₂ 的實驗
32 5.1.1 化學機械研磨參數實驗	32 5.1.1.1 平台轉速的影響
32 5.1.1.2 施加壓力的影響	33 5.1.1.3 研磨液滴速的影響
35 5.1.1.4 研磨液濃度的影響	36 5.1.1.5 載具擺幅的影響
37 5.1.1.6 載具擺速的影響	38 5.1.2 使用不同Bonding介質
39 5.1.3 化學機械研磨厚度之安全距離	42 5.1.3.1 第一組安全距離實驗
42 5.1.3.2 第二組安全距離實驗	42 5.1.3.3 第三組安全距離實驗
42 5.1.3.4 第四組安全距離實驗	43 5.1.3.5 第五組安全距離實驗
43 5.1.3.6 第六組安全距離實驗	43 5.1.3.7 化學機械研磨厚度之安全距離之結論
44 5.1.4 研磨後表面形態	45 5.2 感應耦合電漿蝕刻實驗
53 5.2.1 Cl ₂ /BCl ₃ 的氣體比例影響	53 5.2.2 腔體壓力的影響
54 5.2.3 ICP功率的影響	56 5.2.4 DC偏壓的影響
57 5.2.6 加入Ar的影響	58 5.2.7 加入N ₂ 的影響
59 第六章 結論	61 參考文獻
62 附件一	65

參考文獻

- 參考文獻 [1] 洪建中, 國立中興大學碩士論文(2002) [2] 汪建明, "陶瓷技術手冊(下)", 經濟部技術發行, 1994 [3] 半導體科技, "晶圓薄化超薄晶圓薄化技術", No.35, 2003 [4] L.E. Samuels, "Metallographic Polishing by Mechanical M", 3rd Edition [5] 捷斯奧企業有限公司及環球研磨產品有限公司網站 [6] R. Lee, J. Vac. Sci. Technol. A16(1974)164.
- [7] X. Dongzhu, Z. Dezhang, P. Haochang, X. Hochang, X. Hongjie, R. Zongxin, J. Phys. D: Appl. Phys. 31(1998)1647 [8] J.W. Kim, Y.C. Kim, W.J. Lee, J. Appl. Phys. 78(3) (1995)2045 [9] J.B. Fedison, T. P. Chow, H. Lu, I.B. Bhat, J. Electrochem. Soc. 144 (8) (1997) L221.
- [10] S.I. Dongaev, A.A. Lyalin, A.V. Simakin, V.V. Voronov, G.A. Shafeev, Appl. Surf. Sci. 109/110 (1997)201 [11] Y.J. Sung, H.S. Kim, Y.H. Lee, J.W. Lee, S.H. Chae, Y.J. Park, G.Y. Yeom, Mater. Sci. Eng. B82 (2001) 50.
- [12] C.H. Jeong, D.W. Kim, J.W. Bse, Y.J. Sung, J.S. Kwak, Y.J. Park, G.Y. Yeom, Mater. Sci. Eng. B93 (2002) 60-63 [13] C.H. Jeong, D.W. Kim, K.N. Khn, G.Y. Yeom, Jpn. J. Appl. Phys. Vo 41 (2002) pp. 6206-6208 [14] C.H. Jeong, D.W. Kim, Y.H. Lee, Y.J. Sung, G.Y. Yeom, Surf. Coat. Tech. 171 (2003) 280-284 [15] D.W. Kim, C.H. Jeong, K.N. Khn, Y.H. Lee, H.S. Kim, Y.J. Sung, G.Y. Yeom, Thin Sol. Film. 435 (2003) 242-246 [16] 李世鴻, "半導體工原理", 1996, 全威 [17] G. Santhoff, "Intermetallic phase materials developments and prospects", Z. Metllkde. (1989)
- [18] 林江財, "氧化鋁陶瓷特性及製作", 精密陶瓷科技, 經濟部中小企業及工業技術研究院工業材料研究所聯合編印 [19] R. Stommer, H. Gobel, A.R. Martin, W. Hub, U. Pietsch, "X-Ray Scattering from Silicon Surfaces", Semicond. Inter. pp.81-88, May 1998.
- [20] The National Technology Roadmap for Semiconductor, Semiconductor Industry Association (SIA), San Jose, CA, 1994.
- [21] L.M. Cook, "Chemical Processes in Glass Polishing", J. Non-cry. Sol., vol. 120, pp.152-171, 1990.
- [22] S.R. Runnels, "Feature-Scale Fluid-Based Erosion Modeling for Chemical-mechanical Polishing", J. Electrochem. Soc., vol. 141, no.7, pp.1900-1904, 1994 [23] F. Preston, J. Soc. Glass Technol., vol. 11. 1927.
- [24] N.J. Brown, P.C. Baker, and R.T. Maney, Proc. SPIE., 306, 42 (1981) [25] J.M. Steigerwald, A Fundamental Study of Chemical Mechanical Polishing of Copper Thin Film, PHD Thesis, Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, NY (1995) [26] F.B. Kaufman, D.B. Thompson, R.E. Broadie, M.A. Jaso, W.L. Guthrie, D.J. Pearsons, and M.B. Small, J. Electrochem. Soc., 138, 3406 (1991) [27] 楊錫杭, "微機械加工概論", 2000, 全華 [28] 簡志偉, 私立淡江大學, 1998 [29] 莊達人, "VLSI製造技術", 1995, 高立 [30] Y.H. Lee, H.S. Kim, and G.Y. Yeom, J. Vac. Sci. Technol. A 16(3), 1478 (1998).
- [31] J. Honh, J.W. Lee, E.S. Lambers, C.R. Abernathy, C.J. Santana, and S.J. Pearton, J. Electron. Mater. 25, 9, pp.1428 (1996) [32] Hyeon-Soo Kim, Geun-Tung Yeom, Jae-Won Lee, and Tae-Ii Kim, Thin Solild Films 341, 180 (1999) [33] J.K. Sheu, and Y.K. Su, Appl. Phys. Lett. 85, pp.1970 (1990) [34] 張勁燕, "半導體製程設備", 2000, 五南 [35] 王建榮, 林必寯, 林慶福 "半導體平坦化CMP技術", 1998, 全華 [36] 姜庭隆, "半導體製程", 2001, 滄海 [37] 歐沐怡, 國立中興大學碩士論文(1998) [38] 蔡明義, 國立中興大學碩士論文(1999) [39] 莊宗伯, 國立交通大學碩士論文(2000) [40] 林明智, 國立中央大學碩士論文(2000) [41] 劉銘雄, 國立海洋大學碩士論文(2000) [42] 翁勢凱, 國立台灣大學碩士論

文(2000) [43] 李政麟,私立逢甲大學碩士論文(2001)