

矽晶圓輪磨表面粗糙度預測模型之研究

張仁威、紀華偉

E-mail: 9607839@mail.dyu.edu.tw

摘要

晶圓片在晶圓錠中切割為片後，須經研磨、磨削、拋光、蝕刻等許多加工過程，而研磨與磨削為其中最重要製程之一。其目的為藉由減少晶圓片厚度使晶圓片表面得到理想的粗糙度以確保電路的品質。本文根據磨削加工條件，以晶圓片磨削加工運動分析，配合加工條件與磨粒大小，以Box-Benkhen 實驗設計方法建立晶圓片磨削加工表面粗糙度預測模型。本文以切削深度進行探討，嘗試以切削深度進行迴歸，探討切削深度與表面粗糙度間的關係。並且以乘冪迴歸多項式建立一表面粗糙度預測模型，藉由控制因子模擬表面粗糙度分佈狀況。並且建立各因子與表面粗糙度的趨勢圖，探討當各因子改變時，對表面粗糙度的影響。

關鍵詞：晶圓、Box-Benkhen 實驗設計、表面粗糙度

目錄

封面內頁 簽名頁 授權書	iii	中文摘要	iv	英文摘要	v
致謝	vi	目錄	vii	圖目錄	viii
表目錄	xiii	符號說明	xv	第一章 緒論	1
1.1 前言	1	1.2 研究目的	3	1.3 論文架構	5
第二章 文獻回顧	6	2.1 輪磨參數對表面粗糙度影響與探討	6	2.2 晶圓磨削後表面影響的各種因素	10
第三章 加工原理與分析理論	14	3.1 輪磨(grinding)加工原理	14	3.2 表面粗糙度理論	16
3.3 表面粗糙度量測方法	19	3.4 晶圓輪磨單一磨粒切深探討	21	3.5 迴歸基本概念	27
第四章 實驗計畫	29	4.1 研究方法	29	4.2 實驗設備	29
4.3 實驗參數規劃	32	4.4 實驗流程	37	第五章 結果與討論	43
5.1 表面粗糙度量測	43	5.2 晶圓輪磨切削深度分析	44	5.3 預測切削深度分析	51
5.3.1 切削深度預測模型一	51	5.3.2 切削深度預測模型二	55	5.3.3 切削深度預測模型三	60
5.4 整合因子迴歸多項式	65	5.5 驗證乘冪預測模型	70	5.6 參數改變於對表面粗糙度的影響	72
5.6.1 主軸轉速對於表面粗糙度的影響	73	5.6.2 工作台轉速對於表面粗糙度的影響	78	5.6.3 進給速率對於表面粗糙度的影響	84
5.6.4 量測位置對於表面粗糙度的影響	90	5.6.5 表面粗糙度趨勢結果整理	91	5.7 晶圓輪磨最佳參數	91
第六章 結論與未來展望	92	6.1 結論	92	6.2 未來展望	93
參考文獻	93	附錄	95	附錄	99

參考文獻

- [1] 王文瑞, "晶圓超精密輪磨技術研討", 機械工業雜誌, 255 期, 115 ~ 124 頁, 2004 年。
- [2] <http://aoi.cordis.lu/article.cfm?article=494> [3] Chidambaram, S., Pei, Z.J., Kassir, S., "Fine grinding of silicon wafer: a mathematical model for grinding marks," International Journal of Machine Tools & Manufacture, vol.43, pp.1592-1602, 2003.
- [4] Zhou, L.B., Eda, H., Shimizu, J., "State-of-the-art technologies and kinematical analysis for the one-stop finishing of 300 mm Si wafer," Journal of Material Processing Technology, 129, pp. 34-40, 2002.
- [5] Zhou, L., Shimizu, J., Shinohara, K., Eda, H., "Three-dimension kinematical analyses for surface grinding of large scale substrate," Precision Engineering, 27, pp.175-184, 2003 [6] Pei, Z.J., Strasbaugh, A., "Fine grinding of silicon wafers," International Journal of Machine Tools & Manufacture, 41, pp.659 - 672, 2001.
- [7] Pei, Z.J., "A study on surface grinding of 300 mm silicon wafers," International Journal of Machine Tools & Manufacture, 42, pp.385 - 393, 2002.
- [8] Pei, Z.J., Strasbaugh, A., "Fine grinding of silicon wafers: designed experiments," International Journal of Machine Tools & Manufacture, 42, pp.395 - 404, 2002.
- [9] Huang, H., Yin, L., Zhou, L., "High speed grinding of silicon nitride with resin bond diamond wheels," Journal of Materials Processing Technology, 141, pp.329 - 336, 2003.
- [10] Inasaki, I., "Grinding process simulation based on the wheel topography measurement," Annals of the CIRP, 45, pp.347-350, 1996.

- [11] Zhou, X., Xi, F., " Modeling and predicting surface roughness of the grinding process, " International Journal of Machine Tools & Manufacture, 42, pp.969-977, 2002.
- [12] Sharp .K.W., M.H.Miller, and R.O.Scattergood, " Analysis of the Grain Depth of Cut in plunge Grinding, " Journal of the International Societies for Precision Engineering and Nanotechnology, Vol.24, pp.220-230,2000.
- [13] 黃弘毅, " 矽晶圓超精密輪磨之研究 ", 國立台灣大學機械工程 學研究所碩士論文, 2003.
- [14] Hecker, R.L., Liang, S.Y., " Predictive modeling of surface roughness in grinding, " International Journal of Machine Tools & Manufacture, 43, pp.755-761, 2003 [15] 陳鴻榮, " 磨削能量對磨後工件表面品質之探討 ", 國立高雄 第一科技大學機械與自動化工程研究所, 2002.
- [16] 陳谷全, " 平面超細磨削矽晶圓加工之研究 ", 樊華大學機電 工程研究所, 2001.
- [17] 廖文仁, " 立軸轉台平面磨床磨削晶圓之表面輪廓研究 ", 國 立清華大學動力機械工程研究所, 1999.
- [18] 林健平, " 再生晶圓表面輪廓之輪磨加工特性研究 ", 國立清 華大學動力機械工程研究所, 2000.
- [19] Liu, W. J., Pei, Z.J., Xin, X.J., " Finite element analysis for grinding and lapping of wire-sawn silicon wafers, " Journal of Material Processing Technology, 129, pp.2-9, 2002.
- [20] Pei, Z.J., Xin, X.J., Liu, W., " Finite element analysis for grinding of wire-sawn silicon wafers: a designed experiment, " International Journal of Machine Tools & Manufacture, 43, pp.7 – 16, 2003 [21] Sun, X., Pei, Z.J., Xin, X.J., Fouts M., " Waviness removal in grinding of wire-sawn silicon wafers: 3D finite element analysis with designed experiments, " International Journal of Machine Tools & Manufacture, 44, pp.11 – 19, 2004.
- [22] Pei ,Z.j., S.R. Billingsley, S. Miura, " Grinding induced subsurface cracks in silicon wafer " , International Journal of Machine Tools & Manufacture, vol.39, pp.1103 – 1116 , 1999.
- [23] Pei, Z.J., Strasbaugh, A., " Fine grinding of silicon wafers, " International Journal of Machine Tools & Manufacture, 41, pp.659 – 672, 2001.
- [24] 蘇侃, " 由研磨加工時的工件溫度分佈預測表面平坦度 ", 國 立台灣大學機械工程學研究所, 2003.
- [25] Tsai, H.H., H. Hocheng, " Prediction of thermally induced concave ground surface of the workpiece in surface grinding " , Journal of Materials Processing Technology, vol.122, pp. 148 – 159,2002。
- [26] Y.C. Fu , H.J. Xu , J.H. Xu, " Optimization design of grinding wheel topography for high efficiency grinding " ,Journal of Materials Processing Technology , vol.129, pp. 118 – 122 , 2002。
- [27] Pei, Z.j., S.R. Billingsley, S.Miura, " Grinding induced subsurface cracks in silicon wafer " ,International Journal of Machine Tools & Manufacture, vol.39, pp.1103 – 1116, 1999。
- [28] 黃弘毅, " 矽晶圓超精密輪磨技術 ", 國立台灣大學機械工程 研究所, 2003。
- [29] Park Scientific Instruments " User ' s Guide To Autoprobe Cp " ,1998。
- [30] 羅紹威, " 矽晶圓磨削特性與磨削參數之研究 ", 大葉大學機械 與自動化工程學系研究所, 2006。