

運用蒙地卡羅模擬預測關鍵設備維護時間點之研究：以半導體廠為例 = A study on monte carlo simulation for key equipment ...

孫嘉正、葉子明

E-mail: 9708063@mail.dyu.edu.tw

摘要

半導體製造廠已進入十二吋晶圓的時代，製造程序均超過五百道以上的製程，其中包含製造與量測的站點，製造程序包含了薄膜、蝕刻、擴散、化學機械研磨、清洗、黃光、量測金屬線寬度CD (Critical Dimension) 以及缺陷的量測 (Defect)，對於關鍵之製程量測需定義為KIP (Key Inline Parameter) 作為製程管制 (SPC) 的必要管制站點，SPC依照製程狀況設定，一但超出管制或規格界線，便需採取改善措施。設備之狀況穩不穩定是造成製程異常的主因，因此設備的維護度 (Maintainability) 是一門非常大的學問，如何讓設備穩定的生產且製程變異小，建立一套有效的維護度模式，規範定期維護維護計畫，維護度之配置 (Allocation) 與預測 (Prediction) 是產品製造重要的兩項工作，當產品系統維護度確定後，依照此預防維護 (Preventive Maintenance, PM) 模式，確保設備妥善度達到目標。本研究期望建立一套模式，先找出半導體廠之關鍵設備 (Key Equipment)，再依照半導體廠設備PM型態 (累積小時數、累積使用片數、累積千瓦數小時數、累積膜厚數、累積Chamber的批量數) 的歷史資料，運用蒙地卡羅模擬方法預測下次PM之時間點，能有效預測設備預防維護之未來狀況，進而妥善安排設備之各相關作業。

關鍵詞：預防維護；失效模式效應分析；蒙地卡羅模擬

目錄

封面內頁 簽名頁 授權書.....	iii	中文摘要.....	iv	ABSTRACT.....	v
誌謝.....	vi	目錄.....	vii	圖目錄.....	x
表目錄.....	ix	第一章 緒論 1.1 研究背景與動機.....	1	1.2 研究目的.....	4
1.3 預期研究貢獻.....	5	1.4 研究架構.....	7	第二章 文獻探討 2.1 預測的定義.....	10
2.2 預測的方法.....	12	2.3 模擬的應用.....	15	2.4 蒙地卡羅模擬 (Monte Carlo Simulation)	18
2.4.1 蒙地卡羅模擬的歷史.....	18	2.4.2 蒙地卡羅模擬成要素.....	19	2.4.3 蒙地卡羅模擬方法.....	20
2.4.4 蒙地卡羅模擬的基礎理論架構.....	21	2.4.5 蒙地卡羅模擬之應用與比較.....	26	2.4.5.1 蒙地卡羅法相關文獻.....	26
2.4.5.2 蒙地卡羅法與模糊理論比較.....	27	2.5 失效模式效應分析.....	28	2.5.1 FMEA的功能與應用.....	29
2.5.2 FMEA風險優先係數的定義.....	31	2.5.3 FMEA的基本步驟.....	32	2.5.4 FMEA參考文獻整理.....	34
2.6 維護預測維護時間點之文獻探討.....	35	第三章 研究方法與分析 3.1 研究方法.....	37	3.1.1 定義FMEA判定關鍵設備.....	38
3.1.2 運用蒙地卡羅模擬概念建立維護預測模式.....	43	3.1.3 模式分析.....	45	3.2 預測說明.....	48
第四章 案例驗證 4.1 資料說明.....	50	4.2 運用FMEA確定關鍵設備.....	51	4.3 預測結果與分析.....	53
4.3.1 累積小時數結果與分析.....	53	4.3.2 累積使用片數結果與分析.....	59	4.3.3 累積千瓦數小時數結果與分析.....	64
4.3.4 累積膜厚數結果與分析.....	70	4.3.5 累積Chamber的批量數結果與分析.....	75	第五章 結論與未來研究 5.1 結論.....	81
5.2 研究貢獻.....	82	5.2.1 學術上之貢獻.....	82	5.2.2 實務上之貢獻.....	83
5.2.3 管理上之貢獻.....	84	5.3 研究限制.....	84	5.4 未來研究.....	85
參考文獻.....	87				

參考文獻

1. 方鈞等，2000，「建構版導體製程改善之失效模式與效應分析架構及其應用研究」，工業工程學刊，第17卷，第2期，pp.133-146。
2. 王文俊，2005，「認識FUZZY」，台北：全華科技圖書。
3. 林宏祥，2004，「使用蒙地卡羅模擬方法設計預防維修系統」，元智大學工業工程與管理學研究所碩士論文。
4. 林俊宏，1998，「台灣加權股價指數模擬與預測--類神經網路之應用」，國立中興大學企業管理學系碩士論文。
5. 沈育樹，2003，「維護管理系統設計與模式分析」，中原大學工業工程研究所博士論文。
6. 吳富春，2001，「礮石河床鮭魚卵存活率之風險評估 (二)」，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告。
7. 吳貴彬、陳相如，2003，「失效模式與效應分析之應用」，第9屆全國品質管理研討會。
8. 柯協助，2000，「失效模式效應分析-企業最佳預防措施」，電子量測與品管，pp.54-57。
9. 柯輝耀，2005，「可靠度保證」，台北：中華民國品質學會。
10. 倪愛偉、翁剛、吳克勤、謝里陽，2007，「確定RCM 中最佳維修間隔期數學模型的適用條件」，上海：機械設計，第24卷，第2期，pp.7-10。
11. 徐桂祥，1996，「灰色系統

在商情預測上之研究」，國立雲林科技大學資訊管理技術研究所碩士論文。 12. 陳家榮、顏榮祥，1999，「國內生活與工業用需求預測方法之探討」，台灣土地金融季刊，第36卷，第2期，pp.63-75。 13. 陳道宏，2003，「檢測PCBA之FMEA系統建立」，元智大學工業工程研究所碩士論文。 14. 郭晉源，2006，「晶圓測試廠維護策略對生產績效影響之研究」，國立清華大學工業工程與工程管理學研究所博士論文。 15. 郭晉源，2006，「半導體晶圓廠設備設機台維護保養預測之研究」，勞工安全研究季刊，第14卷，第2期，pp.24-132。 16. 張少華，2006，「使用灰色理論及遺傳演算法於設備維護時間點預測」，國立清華大學工業工程與工程管理學研究所碩士論文。 17. 張浩如，2000，「常用統計套裝軟體的U(0,1)亂數產生器之探討」，國立政治大學統計學系碩士論文。 18. 葉怡成，2003，「應用類神經網路」，台北:儒林圖書公司。 19. 楊義明、曹健齡，1997，「失效模式與效應分析的作業方式」，品質管制月刊，第10卷，第4期，pp.55-59。 20. 鄭春生，1999，「品質管理」，台北:育友圖書有限公司。 21. 蔣旭政，1999，「應用物件導向資料庫技術建構同步模擬的環境」，中原大學工業工程學系碩士論文。 22. 劉鴻第，2005，「蒙地卡羅法在軍事作業之應用 評估彈道飛彈攻擊機場之情況」，逢甲大學工業工程與系統管理學研究所碩士論文。 23. 關季明，2003，「維護度工程與系統所善度」，台北:中華民國品質學會，pp.23。

二、英文部分 1. AIAG, 1995, "Reference manual: potential failure mode and effects analysis (FMEA)", AIAG, USA. 2. Barbara, G., 2007, "Crystal Ball 7.3 User Manual", Oracle. 3. Chaitin, G.J., 2001, "Exploring Randomness", Springer-Verlag. 4. Cheng, W. X., Chen, L. Q., Gong, S. G. and Ding Y. Z., 2006, "Readiness simulation of ship equipment based on Monte-Carlo method", China Ordnance Society, Vol.6. 5. Chien, C., Hsiao, A. and Wang, I., 2004, "Constructing Semiconductor manufacturing performance index and applying data mining for manufacturing data analysis", Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers, Vol. 21, No.4, pp.313-327. 6. Djuric, P., Perkel, J., Vidakovic, B. and Novosel, D., 2006, "New probabilistic method for estimation of equipment failures and development of replacement strategies", Proceedings of the 39th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, pp.246.1. 7. De Lemos, Z., 2004, "FMEA software program for managing preventive maintenance of medical equipment", Proceedings of the IEEE 30th Annual Northeast Bioengineering Conference, pp.247-248. 8. Dong, Y. L., Gu, Y. J. and Yang, K., 2003, "Criticality analysis on equipment in power plant based on Monte Carlo simulation", Proceedings of the Chinese Society for Electrical Engineering, Vol.8. 9. Gao, W., Liu, N., Tan, K., Wang, L., Liang, G. and Li, W., 2003, "Decision on maintenance period for power transformer based on Monte Carlo simulation of reliability", Proceedings of the IEEE International Conference on Properties and Applications of Dielectric Materials, Vol.1, pp.479-482. 10. Hayter, J.A., 1996, "Probability and Statistics for Engineers and Scientists", PWS publishing company, Boston, pp.271. 11. Houshyar, A., 2005, "Reliability and maintainability of machinery and equipment, part 2: Benchmarking, life-cycle cost, and predictive maintenance", International Journal of Modeling and Simulation, Vol.25, pp. 1-11. 12. James E., 1998, "Risk analysis: two tools you can use to assure product safety and reliability", The Validation Consultant. 13. John von Neumann, 1946, "The Principles of Large-Scale Computing Machines", Reprinted in Ann. Hist. Comp., Vol.3, pp.263-273. 14. Julong, D., 1982, "Control problems of grey systems", System & Control Letters, Vol.5, pp.228-294. 15. Kalos, M.H. and Whitlock, P.A., 1986, "Monte Carlo Methods", Vol.1, John Wiley and Sons, New York. 16. Lebell, D. and Krasner, O.J., 1997, "Selecting Environmental Forecasting from Business Planning Requirements", The Academy of Management Review, Vol.2, No.3, pp.373-383. 17. Lehmer, D.H., 1951, "Mathematical methods in large-scale computing units", Proceedings of the Second Symposium on Large Scale Digital Computing Machinery, Harvard University Press, pp.141-146. 18. Manno, I., 1999, "Introduction to the Monte Carlo Method", Akademiai Kiado. 19. Moon, M.A., 2005, "What is world class forecasting? A perspective on 20 years research", Proceedings of the 2005 Crystal Ball User Conference. 20. Park, S.K. and Miller, K.W., 1988, "Random number generators: good ones are hard to find", Communications of the ACM, Vol.31, pp.1192-1201. 21. Press, W. H., Flannery, B. P., Teukolsky, S. A. and Vetterling, W. T., 1992, "Numerical Recipes in FORTRAN 77: The Art of Scientific Computing", Cambridge University Press, pp.295-299 and 306-319, 2nd Edition. 22. Rubinstein, R.Y. and Kroese, D.P., 2007, "Simulation and the Monte Carlo Method", John Wiley & Sons, 2nd Edition. 20. Robert, C.P. and Casella, G., 2004, "Monte Carlo Statistical Methods", Springer-Verlag, 2nd Edition. 23. Sachs, N., 1993, "Failure analysis of mechanical components", Maintenance Technology Magazine. 24. Seung, J. R. and Kosuke, I., 2003, "Using cost based FMEA to enhance reliability and serviceability", Advanced Engineering Informatics Vol.17, July - October, pp.179-188. 25. Wang, J., Hou, T., Chen, L. and Xu, X., 1999, "Conformational analysis of peptides using Monte Carlo simulations combined with the genetic algorithm", Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems, Vol.45, No.1, pp.347-351. 26. Wichmann B.A. and Hill I.D., 1982, "An efficient and portable pseudo-random number generator", Applied Statistics, Vol. 31, No.2, pp.188-190.

三、線上文獻 1. Mathews, J.H., 2005, "Module for Monte Carlo Pi", California State Univ. Fullerton Department of Mathematics Fullerton, 2/26/2008. <http://math.fullerton.edu/mathews/n2003/MonteCarloPiMod.html> 2. Writer, J.W., 6/1/2004, "Monte Carlo Simulation Basics", Vertex42.com., 2/21/2008, <http://vertex42.com/ExcelArticles/mc/MonteCarloSimulation.html> 3. Nikos, D., 4/25/1995, "Introduction to Monte Carlo Methods", Max-Planck-Institut fu"r Plasmaphysik (IPP), 2/24/2008. http://www.ipp.mpg.de/de/for/bereiche/stellarator/Comp_sci/CompScience/csep/csep1.phy.ornl.gov/mc/mc.html 4. Nakisa, R., "Monte Carlo method", 6/11/2002, Wikipedia the free encyclopedia, 2/24/2008. http://en.wikipedia.org/wiki/Monte_Carlo_Simulation 5. Michael, H., "Stanislaw Ulam", 1/31/2002, Wikipedia the free encyclopedia, 2/8/2008. http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Stanislaw_Ulam&oldid=188187038 6. 彰基醫品部，「失效模式與效應分析」，11/24/2005，根本原因分析 (RCA)，彰化健康照護品質 (Changhua Healthcare Quality)，2/28/2008，http://www.qi.org.tw/tqm/aims/fmea/fmea_c.asp