

行政院國科會專題研究成果報告

晶圓廠機台控制界面程式模組化構建之研究

The Construction of Modularized Machine Interface and Emulator for a Wafer Fab

計畫編號：NSC 89-2212-E-009-028

執行期限：1999年8月1日至2000年7月31日

主持人：彭德保 教授 國立交通大學工業工程與管理學系

計畫參與人員：王佩琳、李齊偉 研究生 國立交通大學工業工程與管理系

一.中文摘要

半導體產業在變遷迅速與競爭激烈的前提下，如何將製造控制環境最佳化是相當重要的目標，而主要的關鍵在於機台的利用與管理；目前國內晶圓廠在機台控制技術方面已有相當成熟的發展，但對於其機台控制界面程式的建構方面，仍需花費相當的人力與時間。在另一方面，由於晶圓廠設備技術的提升以及複雜度的提高，對於機台控制而言，更需要彈性化的發展與結構化的構建，才能適時準確地控制機台的一切加工動作，可是目前國內對於彈性化與結構化之機台控制界面程式建構方面的研究，仍然不足。

因此本研究針對晶圓廠機台高度自動化、功能複雜多變化以及精確性製程控制的特性，發展出一套彈性化、結構化的機台控制界面程式建構流程。本建構流程的機制，是利用軟體工程模組化與結構化的方法分析，將機台自動化控制流程予以分割為各個專司處理不同功能的模組，依此功能模組架構再來完成機台控制界面程式的建構與程式的撰寫，另一方面，可以依此架構來建構各類型模組的程式資料庫，提供給欲構建類似控制流程的機台控制界面程式之用，如此不但可增加機台控制界面程式的撰寫彈性、縮短其實際構建的時間，更可增加程式可讀性與簡化程式更新、維護的步驟。對機台控制方面而言，更能依現場實際控制的需求，較簡便地進行適當、精確的調整與變更。對現場操作人員、設備維護工程師以及自動化部門的工程師均可帶來莫大的便利。

關鍵字：機台控制界面程式、模組化與結構化設計

Abstract

Under the fast growth and highly competitiveness situation of semiconductor industry, how to optimize the manufacturing environment is a very important issue. One of the key issues is about the utilization and management of the manufacturing equipment. Currently, there is sound technique in the automatic control of the equipment. But, it is still in its infancy in the area of automatic construction of the machine interface. Much effort and long time have to be spent in constructing a linkage when a new manufacturing equipment is to be added. Due to the progress of semiconductor manufacturing technique and equipment, a structured machine interface construction approach has also to facilitate the production line maintenance. Only very few research result can be found in the present.

This project is to develop a set of reconfigurable and structured function modules in constructing the interface between semiconductor manufacturing equipment. The construction mechanism uses the modularized and structured methodology and based on the domain knowledge of semiconductor automatic manufacturing. We divide the equipment automatic control flow into separate modules by different manufacturing functions. On the other hand, a set of motion pictures and graphics are used to demonstrate the operations and the message streams of the implemented interfaces between equipments. The proposed architecture can provide a set of modularized function libraries for those

who want to construct similar interfaces between the automatic manufacturing equipments. Thus, the effort and time spent will be greatly reduced. Under such circumstances, the shop floor staffs, including operators, equipment maintenance engineers and automatic engineers, can easily use, understand and construct the automatic environment of a wafer fab.

Keyword : machine interface, reconfigurable and structured function

二. 緣由與目的

以往的半導體工廠是屬於主機集中式的系統管理架構，生產作業則是以操作員為中心。但是因為產品的多樣化與產量的增加，使得必要的管理資訊量（製程、批量、裝置）亦急速增加，所以對於人員的管理已達其界限了。同時為求潔淨度的提昇與晶圓大口徑化，假設仍由人員介入處理將會難於達成。再加上作業環境的要求嚴酷，漸漸地將難於確保人才。針對這些問題，可行的對策將是考慮提升自動化的程度，亦即是：(1) 裝置自動化 / 搬運自動化 / 資訊自動化之提升；(2) 資料庫系統功能之增強與分散式管理；(3) 控制系統的即時性。

近年來，各產業之生產工廠紛紛朝向自動化發展，希望能藉由遠端主機與生產機台直接的通訊，將控制命令直接由主機下達給機台，進行自動化生產[鍾聖倫, 1995]。但一般工廠在自動化的過程中，面臨一個重要的關鍵問題是，如何整合分散在工廠各個角落的機台。解決的方法之一是，定義一套完整、嚴謹、有彈性的通訊協定[鍾聖倫, 1995]。在半導體工廠中所使用的通訊協定是由 SEMI (Semiconductor Equipment and Materials International)[Book of SEMI Standards, 1997] 所定義的 SECS 標準，此 SECS 主要是有關半導體製造裝置與主機電腦之

間訊息交換的通訊界面。

機台控制界面程式在工廠電腦整合自動化實行中，是扮演著與機台直接溝通的角色，也是關係著機台是否能依現場生產需求而正常加工的重要關鍵部份，所以就工廠全面自動化而言，機台控制界面程式的構建與準確的控制，就顯得格外重要。

就機台控制界面程式撰寫過程之複雜與缺乏彈性而言，國內相當多系統依然有這方面的問題，所以本研究的目的，想透過學術上與實務上的探討來達到：

1. 增加機台控制界面程式的可讀性；
2. 增加機台控制界面程式對各類型機台撰寫過程的彈性化；
3. 增加機台控制界面程式對現場控制流程變更時的應變能力；
4. 減少機台控制界面程式開發所需的時間；
5. 減少機台控制界面程式做更新、維修時，所花費的時間；

並要求所建構的自動化機台控制界面程式需達到下列功能：

1. 監控機台運作狀態；
2. 自動記錄機台工作日誌(log file)；
3. 自動收集機台量測資料；
4. 連線自動過帳與生產配方的下達；
5. 機台異常狀況的自動告知。

三. 結果與討論

半導體工廠的投資重心，主要在於生產設備上，動輒數百億台幣，如何有效的發揮設備生產力，是每個公司獲利的關鍵，所以本研究提出的機台控制界面程式模組化構建，主要的貢獻可分別由以下四點描述之：

- (1) 透過模組化構建的程式設計理念，使機台控制界面程式在開發過程中，擁有以下數點特性：平行獨立式開發、構建彈性化、構建流程簡單化、程式碼重覆使用性高、程式適應性高、程式結構化。
- (2) 透過模組化構建的程式設計理念，縮

短機台控制界面程式開發時所花費的時間與步驟。

- (3) 機台控制界面程式是由各類專司不同功能之模組元件架構而成，無形中增加了程式可除錯的能力，由以往的“大海撈針”方式轉變成“對症下藥”的模式，相對地也縮短了程式做編修及除錯所花費的時間與成本。

除錯追蹤方式：

大海撈針：事件 ∪ 原始程式碼 (由前至後循序追蹤)

對症下藥：事件 ∪ 模組元件 ∪ 控制處理程序(原始程式碼)

- (4) 由於機台控制界面程式的核心部份，是由不同類型的功能模組元件所架構而成，所以欲新增額外的控制功能時，對控制界面程式在構建過程中，並不會造成過多的困擾與障礙；架構於此發展的環境條件下，本研究所構建之機台控制界面程式可提供以下數項功能：

- 連線自動過帳與生產配方的下達；
- 異常狀態的處理(例如：警訊自動告知或暫時停止機台運作)；
- 製程環境的檢查(例如溫度或壓力)；
- 機台維修時間的自動告知或機台加工負荷時數的限制；
- 自動收集機台量測資料與自動記錄機台工作日記；

增加控制界面程式的功能，一方面能夠降低上層控制系統的處理負荷量，另一方面因應現場的狀態，能夠做出即時性的控制與處理，避免造成更多的錯誤與損失，相對地便能提昇機台穩定性及製程穩定度，進而提升晶圓製造的總體效益。

- (5) 本研究所構建之控制界面程式，在訊息溝通界面上，同時支援 RS-232 與 TCP/IP 的通訊標準。如此，較以往控制界面程式的不同之處，在於已完成與上層 MES 系統直接連線通訊，縮短了訊息資料傳送的時間；在未來的 MES 系統構建理念上，也朝向模組化

的構建方式，並且其功能也愈漸強大，所以對機台控制界面程式而言，可能將會成為上層 MES 系統與下層機台間重要的溝通橋樑 [林浚民,1999]；

- (1) 本研究所搜集的資料仍相當有限，所構建之模組元件，其適用範圍僅局限在某幾類機台(蝕刻、量測、CVD、DVD)；對於特殊功能的機台而言，需另建模組元件控制。因此，若欲構建較完整的虛擬晶圓廠，可將擴增模組元件種類，列為未來研究發展之重點。
- (2) 對於本研究所提出之半導體廠生產運作自動化控制的系統架構，僅完成最基層的機台溝通界面部份，對於上層之各項模組系統，可架構在此環境下，繼續加以開發完成，對虛擬晶圓廠自動化控制方面，將會有莫大的幫助。
- (3) 對於機台控制界面程式在構建技巧上，未使用 OOD 及 OOP 的物件導向設計理念，故缺乏封裝性及繼承性，所以亦可為未來發展的方向。

四.計畫成果自評

本計畫經一年來的努力，所得到的結果，與當初所預期的目標甚為相符，未來，可真正將此成果運用在晶圓代工廠上，幫助各製造機台的連線，做到更有效率的自動化生產技術。除此之外，各廠想要持續提升生產力跟良率，更新新技術、製程、並訓練新進人員如：製程工程師，線上作業員等，都需要適當的操作訓練環境，然而，製造機台昂貴，將成為各廠的主要障礙，本計畫成果，將可輕易的解決此問題。本計畫考量實際的生產環境和資訊，利用虛擬機台替代實際機台，並將操作時有關的實際資訊一併呈現出來，受訓者不需到實際的生產環境，透過電腦網路便可得到相同的訓練成效，這對於提升競爭力將是一大貢獻。

在此，我們願意將這些成果的相關技術提供給產業界和學術界，希望相關單

位，能將此成果公開於有關學術期刊，供所需者參考。

五.參考文獻

- [1] Sheng-Luen Chung, Chia-Hug Hwang, Song-Hen Cho, and Jing-Huh Luh. "Some practical issues encountered in automation of semiconductor manufacturing." *In Proceedings of The Third International Conference on Automation Technology, Taipei, Taiwan, July 6-9*, pages 149-154, 1994.
- [2] P. Engel, G.;Solomon. "In situ diagnostics, monitoring and metrology." *Proceeding of the SPIE – The International Society for Optical Engineering*, 1594:210-12, 1992.
- [3] Baylis Automation Inc., SECS Training Manual.
- [4] Semiconductor Equipment and Material International. *Book of SEMI Stands*. SEMI, Mountain View, CA 94043, 1997. Equipment Automation/Software Volume.
- [5] Anant Kumar, Douglas Scott. "MES : Integratable System in the Semiconductor Industry", Promis Systems Corporation, Ltd. 1998.
- [6] Bill Hananson, "Manufacturing execution system : Where's the pay-off", *Instrumentation Control Systems*, pp. 47-50, March 1996.
- [7] *Orchestrating Continuous Success*. 1998 Conference Proceedings 16th Annual Promis User Group Conference, June 22-26, 1998.
- [8] 蘇承俊, 半導體廠以生產隧道為基礎之製程機台與載俱的模擬環境“, 國立台灣科技大學電機工程技術研究所碩士論文, 民國八十六年, 六月。
- [9] 郭子文, “由積體電路(IC)製造業看電腦整合製造(CIM)之應用”, 機械月刊, 第二十一卷第十二期, 154-157 頁, 1995。
- [10] 潘泰吉, “CIM – 提升產業競爭力之利器”, 自動化科技月刊, 161-165 頁, 民國八十三年, 八月。
- [11] 李武璋, 李祖添, 鍾聖倫, “半導體製造執行系統之設計與實現”, 國立台灣科技大學電機工程技術研究所碩士論文, 民國八十七年, 七月。
- [12] 張翰文, 陳志明, 李祖添, “全自動化半導體廠之流程控制系統設計與實現”, 國立台灣科技大學電機工程技術研究所碩士論文, 民國八十六年, 六月。
- [13] 邱崧恆, 鍾聖倫, “以 MS-Windows 為基礎之泛單元控制器的設計與實現”, 國立台灣科技大學電機工程技術研究所碩士論文, 民國八十四年, 六月。
- [14] 蔡宗河 編譯, *CIM 原理與實務*, 全華, 民國八十三年。
- [15] 鍾聖倫, 謝寶松, “半導體製程自動化中 GEM/SECS 通訊界面及儀器伺服器之設計與實現”, 國立台灣科技大學電機工程技術研究所碩士論文, 民國八十四年, 六月。
- [16] 鍾聖倫, 謝寶松, “半導體製程自動化中 GEM 界面的設計與實現”, 第八屆全國自動化科技研討會論文集, 84-91 頁, 民國八十四年, 七月。
- [17] 鍾聖倫, 謝寶松, “半導體製程自動化中 SECS-II 界面的設計與實現”, 1995 中華民國自動控制研討會, 477-481 頁, 民國八十四年, 三月。
- [18] 莊明峰, 王立志, “可互控式現場控制訊息標準之發展”, 東海大學工業工程研究所碩士論文, 民國八十七年, 六月。
- [19] 友碩工作室 譯, *Visual Basic 5 程式設計聖經*, 和碩, 民國八十六年, 七月。
- [20] 陳聖雯 譯, *Visual Basic 5.0 製作物件*, 松崗, 民國八十七年, 七月。

