

Tunnel-Based Real Time Display System in Semiconductor Manufacturing

半導體廠以隧道為基礎的即時圖形監控系統

林家德
Lin Chia-Te

國立台灣科技大學管理技術研究所
Department of Information Management
National Taiwan University of Science and Technology
m8509028@cs.ntust.edu.tw

陸承志
Luh Cheng-Jye

國立台灣科技大學管理技術研究所
Department of Information Management
National Taiwan University of Science and Technology
luh@cs.ntust.edu.tw

摘要

以隧道為基礎的即時圖形監控系統旨在以圖形化的使用者界面,即時的反應一個隧道內所有機台及正在該隧道內處理之物料的現況,並蒐集記錄機台運作過程中所發生的事件。

關鍵字: 單元控制器、計算機整合製造、製造執行系統、細部排班調度系統、機台控制系統、物料後勤支援系統

Abstract

Tunnel based realtime display system provides the user a friendly interface, realtime display of machines state, the status of the processing materials and logging the operation events in a tunnel.

keywords: Cell Controller, Computer Integrated Manufacturing(CIM), Manufacturing Execution System(MES), Flow Control System(FCS), Equipment Control System(ECS), Material Control System(MCS)

一. 前言

相較於傳統製造業,半導體是製程較複雜、且資本及技術密集的製造業,以國內將新建的半導體廠為例,每家投入的資金約兩三百億,其中又以為數兩三百台的機台設備費用為大宗。由於一般晶片生產處理過程漫長、繁複(平均而言,晶片需要經過三百個製程,歷時三個月才能出廠),配合微米級的製程需要及嚴格品管要求,些微的操作差錯,極可能導致先前製程所投入耗費時間、人力、及昂貴的儀器設備成本,全部化為烏有。因此,為了節省現場監控、物料搬運的人力、提高生產效率以及減少人為疏失,計算機整合製造系統(CIM)的實現,在半導體製程中的應用上變得更為迫切與需要。

在理想的全自動化半導體廠中(見圖 1),一個完整的計算機整合製造系統應包括:上層全廠房為主的MES系統,中層以隧道為基礎的單元控制器和下層機台的監控。上層的MES及廠區系統負責儀

器、製程與批貨的定義、物流追蹤、以及整廠製程排程。單元控制器負責:機台、物料(即晶舟)倉

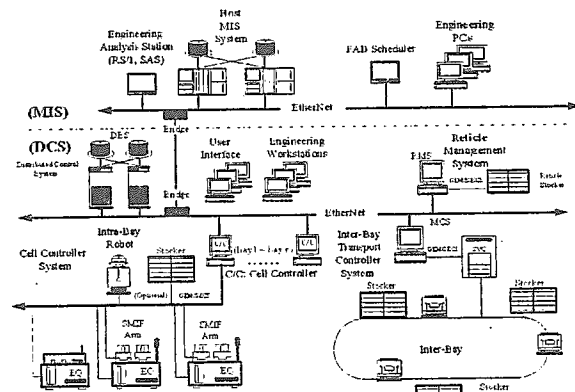


圖 1. 全自動半導體廠之計算機整合製造架構

儲系統(stocker)和無人搬運車(AGV)的協調與即時監控追蹤、以日為基礎的短期排程、和線上品管與程序控制。而最下層的機台的監控部份,負責機台狀態的回報,正常處理流程的啟動,資料收集與異常情況的處理。本即時監控系統的研究目標在設計和實現一個生產隧道內所有機台與載具的監控自動化,以人機界面的方式來直接監控一個隧道的所有機台,以供生管、物管、製造、維護部門做即時參考及分析用。

在現代化的半導體晶片製造廠中,儀器設備種類繁多,且功能用途、機台特性不盡相同。一般而言,整廠的設備包括:生產或量測機台、物料儲存系統、無人搬運車等三類。其中為了便於搬運物料以及上層控制、管理的原因,提供類似功能的幾個機台會放置在一起,形成一個隧道(tunnel)。本即時監控系統所要監控的對象是半導體廠中一個以隧道為基礎的生產單元,其中由一個單元控制器(cell controller)來統合控制該單元內的各機器及指揮調度單元內工作的進行,另外管理者亦可藉由單元控制器來記錄該單元內機台或是物料處理的相關資料。

在以隧道為基礎的半導體晶片製造廠中,一個隧道由兩個灣(bays)構成,如圖 2 為一典型無人化半導體廠

的佈局。

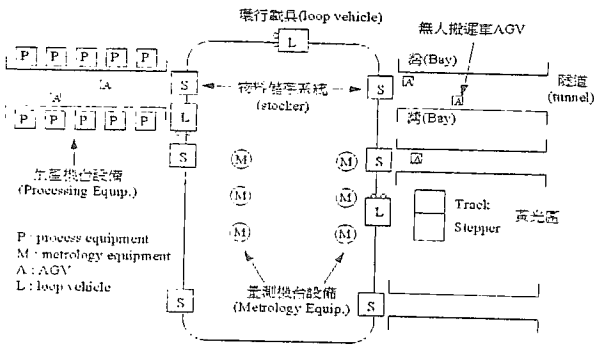


圖 2. 現代化半導體廠之廠區佈局

其中，一個隧道由一個單元控制器來控制，而整個半導體廠房的控制系統架構可用圖 3 來表示，

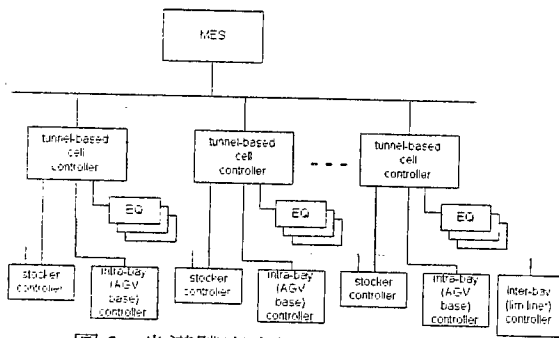


圖 3. 半導體廠之單元控制架構

單元控制器與機台設備間是以 RS-232 相連接，而單元控制器間則是用乙太網路相連，再由上層的製造執行系統(MES)整合全廠的各子系統。

在同一個隧道內(灣內)，機台與物料儲存系統之間，以及不同機台間物料的搬運是由無人搬運車來完成，而不同隧道間(灣間)物料的搬運，則是由物料儲存系統經由環形載具來輸送。如此，分散在廠區中各個角落的機台皆可藉由物料儲存系統及無人搬運車達成輸送物料的目的。同一個隧道內物料的供給是由一個物料儲存系統(stocker)來負責，而其內的生產機台設備則是由製程相似或連續的生產程序機台構成，方便生產流程的控制與管理。

半導體廠的物料傳輸系統一般分為灣內(intra-bay)及灣間(inter-bay)傳輸系統[10]。灣內物料的傳輸是將欲加工的晶舟(cassette)由物料儲存系統取出後，再將晶舟運送至同一隧道內的生產機台設備加工，完成後再運送晶舟回物料儲存系統。而灣間物料傳輸系統是將欲加工的晶舟，由原來所存放在某一特定灣的物料儲存系統內取出，經由環形載具再運送至另一灣的物料儲存系統，如圖 4 所示。

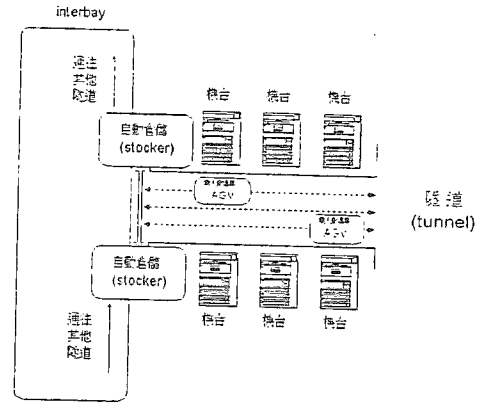


圖 4. 灣間及灣內傳輸系統

根據上述需求，單元控制器的系統架構如圖 5 所示，各元件的所具備的功能為：

1. 細部排班調度系統 (FCS)：負責自依本單元的工作及資源狀況做細部排班及調度，使得資源能得到最大的利用，而且工作也能適時地完成。
2. 機台控制系統 (ECS)：各生產及量測機台經由 SECS 與主機連線後，ECS 可自機台直接收取其目前狀態，並協調其他子系統使機台之使用率提高，故障時能得到及時的修護；並負責將來自排班調度系統的工作要求，轉為要求本隧道內機台服務的命令及對來自機台的資料做適當處理、儲存及轉送。
3. 物料後勤支援系統 (MCS)：專責管理本隧道倉儲運輸設備及批貨管理，將來自 ECS 搬運批貨要求，轉為要求適當倉儲備適時做搬運、儲存批貨的命令。MCS 主要做倉儲運輸設備及批貨管理，運輸路徑選擇，倉儲運輸設備指派的工作；與自動傳輸設備結合達到物料傳送及監控的目標，而對於機台則完全由 ECS 處理。
4. 人機圖控界面 (UI)：提供管理者來直接監控整個單元生產的途徑。
5. 資料庫系統 (DB)：用以儲存機台發生的事件及相關批貨資料或命令。

本研究實現即時圖形監控系統，以人機界面直接監控一個隧道內所有機台，以供生管、物管、製造、維護部門作即時參考及分析用。

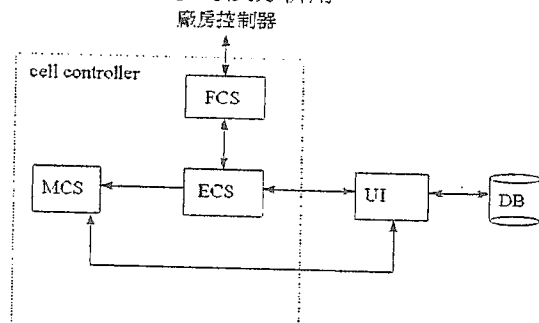


圖 5. 單元控制器系統架構

二. 研究方法

A. 系統需求

本系統(圖 6)以圖形人機介面(GUI)來監視一個生產隧道內,所有生產機台的狀態動作,以及其中處理貨的追蹤。除可供作簡單單元控制器的雛形外,另外可配合上層生管、物管、製造以及維護部門做即時性資料收集及參考用。

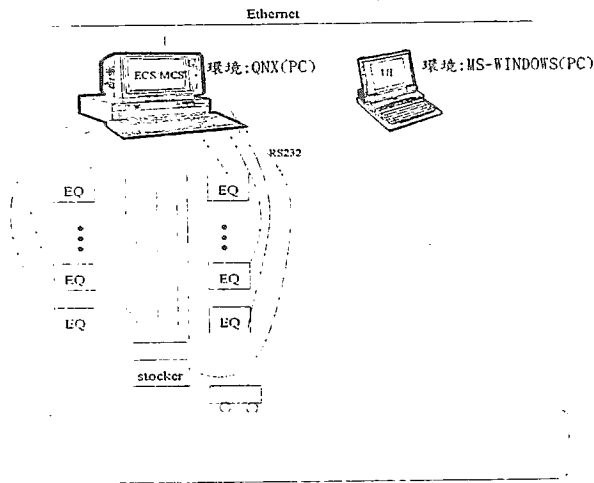


圖 6. 以隧道為基礎的即時圖形監控系統架構圖

B. 系統實現方法

根據功能規格,機台監控系統(ECS)和物料監控系統(MCS)在 QNX 上執行,圖形監控界面在 MS-Windows95 上以 MS Visual Basic 製作。在 QNX 端使用 C++, 配合 SDi 公司發展的 ToolKit, 包括 sdiDCT 和 FACET Server[7][8]。

QNX 和 Windows 兩平台間的通訊環境如圖 7 所示:

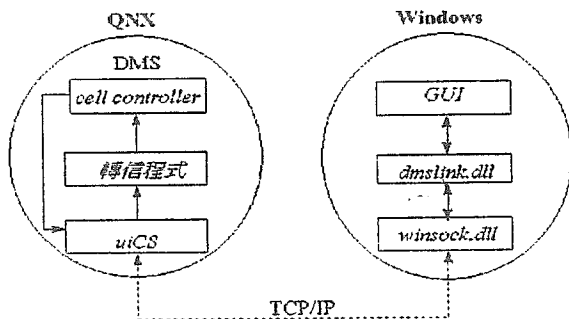


圖 7. QNX 和 Windows 間的通訊環境

Windows 和 QNX 兩端所採用的網路通訊協定為 TCP/IP, 整個通訊的流程如圖 8 所示:

1. 在 QNX 端首先須啟動 DMS 環境。
2. 接著執行擔任 server 角色的應用程式及負責與

Windows 端通訊的 uiCS 程式, 之後即進入等待來自 client 端要求的狀態。

3. 之後 Windows 端的程式可執行建立連線的動作。
4. uiCS 收到連接要求之後, 會為 client 程式建立通訊用的信箱, server 會把所要送給 client 的訊息送到此信箱中, 再由 uiCS 轉送之。
5. 建立連線之後, client 就可透過 uiCS 向 server 發出詢問, 之後 server 也是藉由 uiCS 回應給 client, 如此即完成一個通訊週期。

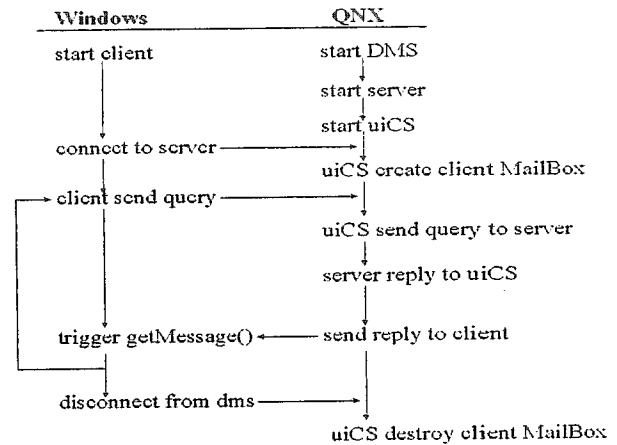


圖 8. Windows 及 QNX 端的通訊流程

根據單元控制系統架構, 一個隧道內各系統間的運作流程如圖 9,

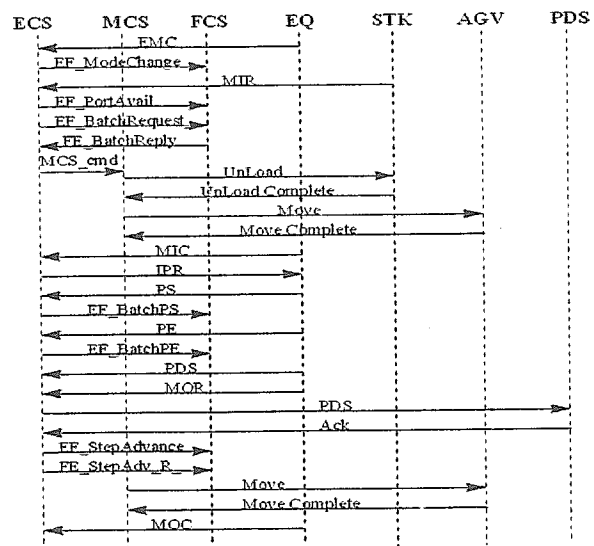


圖 9. 單元控制器的正常操作流程

各步驟敘述如下:

1. 由生產機台(EQ)發出 EMC(Equipment Mode Change)訊息給機台監控系統, 表示機台狀態已轉換。
2. 機台監控系統(ECS)收到之後, 會通知細部排班

- 調度系統(FCS)。
3. EQ 會接著向 ECS 發出 MIR(Move In Request)訊息，要求將物料搬入。
 4. ECS 通知 FCS，之後 FCS 會依排程分派工作給 ECS。
 5. ECS 會依所分派的工作請求 MCS 透過 AGV、stocker 把所需物料搬到生產機台上。
 6. 搬移完成後 EQ 會向 ECS 發出 MIC(Move In Complete)，表示物料已搬入。
 7. 再由 ECS 下 IPR(物料處理之 Recipe 編號)給 EQ。
 8. EQ 發出 PS(Process Start)訊息給 ECS 表示要開始進行處理，再由 ECS 回報給 FCS。
 9. 處理完成後，EQ 會向 ECS 發出 PE(Process End)訊息，ECS 再回報給 FCS。
 10. EQ 接著會送出 PDS(即物料的處理情形)給 ECS，然後送出 MOR(Move Out Request)要求將處理完的物料搬出以便處理下一批料物。
 11. 完成搬出的動作之後，EQ 會送出 MOC(Move Out complete)給 ECS，並回到原先的預備狀態，等待下一批貨的處理。

三. 研究成果

本研究成果部分共分為監控端與機台端之間的訊息交換、顯示規格兩部分。

A. 訊息意義

QNX 及 Windows 兩平台間之通訊的訊息皆包含 MessageID 及 Message body 兩部份，MessageID 是用來判斷 Message body 的結構，本研究定義下列七種訊息：

1. Query equipment mode
查詢機台目前連線狀況、操控模式。
2. Query equipment port status
查詢生產機台各埠的現況，例如正在處理的批貨編號、執行配方、埠名稱及埠的現況等。
3. Query equipment state
查詢機台目前所處現況，例如 Alarm、MIR、MIC、MOR、MOC、PS、PE 等。
4. Query equipment initial data
查詢生產機台的初始化資料。
5. Query MCS Moving
查詢正在搬運的批貨資料。
6. Query MCS initial data
查詢 AGV、stocker 的初始化資料。
7. Query MCS working in process
查詢所有正在此隧道內的批貨現況。

B. 顯示規格

圖形人機介面的顯示畫面分成隧道整體、儀器機台、和資料層三層樹狀結構圖，如圖 10 示：

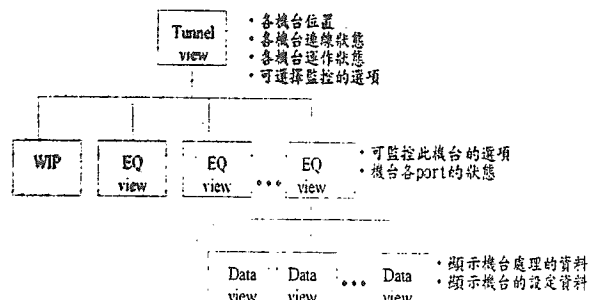


圖 10. 系統顯示畫面樹狀結構圖

本系統的顯示畫面分成三層：

1. 在隧道整體層：

- 以圖形方式顯示該隧道內最多十台機台設備的分佈情形，以及各機台與控制系統的通訊連線狀況(如：連線中、斷線中)以及顯示機台運作情形(如：Auto、Semi-auto、或 Local)。

2. 在儀器機台層：

- 顯示各晶舟搬出入 port 的位置。
- 可顯示該機台的利用率(utilization)。
- 以圖形方式顯示機台的動態運作。
- 及顯示該機台的相關細部資訊。

3. 在資料層：

- 顯示該機台的初始化設定資料。
- 顯示整個隧道內 WIP(work in process)的資訊，同一時間最多可達 50 個批貨(lot)。
- 顯示目前執行中批貨的 recipe 資料。
- 顯示 alarm 的細部資訊，以供維護參考。
- 顯示 event report 及 alarm 的 logfile。

四. 結論

A. 貢獻

本系統的主要訴求是藉由圖形化的人機界面將半導體廠內機台的運作現況即時的反應給管理者，應用本監控系統可得到以下功能：

1. 以圖形的方式來反應該隧道內所有機台設備(含生產機台、AGV、stocker)的現況，使管理者隨時都可輕易的藉由此監控系統來了解機台設備的運作情形，舉凡單元控制器與機台的連線狀態、目前的控制模式(全自動、半自動..等)、警示訊息...等等；以及正在此隧道內處理的物料相關資訊。
2. 收集並記錄隧道內的各機台設備的初始化資料及發生的所有事件(含常態事件及警告事件)，可以將之提供給其它相關的各部門參考或事後的追蹤查核。

B. 未來研究

對於廠房的實際需求，以下是未來可考慮的幾個研究方向：

1. 針對不同隧道的環境配置，可機動性的以不同畫面顯示；因各隧道內機台的功能及數目不盡相同，所以當監控的隧道不同時，即時監控系統應反應出不同的運作情形及訊息。
2. 反應排程控制子系統(FCS)的相關資料：雖然即時監系統強調的是反應隧道內機台的現況，但若可進一步和 FCS 通訊以詢問未來的工作排程，將可使監控的功能更加完善。
3. 以一部 PC 同時對多個隧道進行監控：本即時監控系統同一個時間只能連線到一個單元控制器，亦即只能同時監控一個隧道內的機台情況，但一個半導體廠裏往往包括有多個隧道，若能以一部 PC 同時監控全廠多個隧道，則更能符合實際需求，更能有效即時掌握全廠運作動態。

參考文獻

- [1] 陳金豐, 國立台灣工業技術學院工程技術研究所自組碩士論文-"全自動化半導體廠之物料後勤支援系統設計與實現," 民國八十五年。
- [2] 柯金杰, 國立台灣工業技術學院電機工程技術研究所碩士論文-"半導體製程自動化中爐管設備之結集控制與模擬," 民國八十五年。
- [3] 何立起, "Visual Basic for windows 程式設計基礎篇," 基峰資訊公司, 民國八十四年八月。
- [4] 林永森, "Visual Basic 4.0 視窗程式設計 物件篇," 波全資訊股份有限公司}, 民國八十五年八月。
- [5] 方盈, "TCP/IP 通訊協定 - 理論與實務," 二位元, 民國八十三年。
- [6] Jeff Webb, Mike McKelvy, Ronald Martinsen, Taylor Maxwell, and Michael Regelsdi, "Using Visual Basic 4," Que Corporation, 1995.
- [7] Systematic Designs Inc., "FACET programming manual," Systematic Designs Inc., Vancouver WA, 1995.
- [8] Systematic Designs Inc., "Distributed Control Toolkit User's Manual," Systematic Designs Inc., May 1993.
- [9] T. Odajima and T. Torii, "Functional Modeling of the Cell Controller in Computer Integrated Manufacturing Systems," Eleventh IEEE/CHMT International Electronics Manufacturing Technology Symposium (Cat. No.91CH3043-7), pages. 105-- 109, 1991.
- [10] T. Aoki, "Prospects of the automation for ULSI manufacturing," in 9th IEEE/CHMT Int. Electron. Manufact. Technol. Symp., pages 19--22, 1990.
- [11] W. R. Stevens. "Unix Network Programming" Prentice Hall Software Series, 1991.

本研究係由國科會產學合作案， NSC85-2622-E011-005 經費支持，特致謝忱。