

國立交通大學

工學院精密與自動化工程學程

碩士論文

集束型製程設備與上層主機通訊介面

之軟體設計與應用



Communication Interface Design for Cluster Tools
with Generic Equipment Model

研究生：曹洪泰
指導教授：李安謙教授

中華民國九十三年七月

集束型製程設備與上層主機通訊介面
之軟體設計與應用

Communication Interface Design for Cluster Tools
with Generic Equipment Model

研究生：曹洪泰 Student : Hung-Tai Tsao
指導教授：李安謙 Advisor : Dr. An-Chen Lee

國立交通大學

工學院精密與自動化工程學程



A Thesis

Submitted to Degree Program of Automation and Precision
Engineering

College of Engineering

National Chiao Tung University

in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master of Science

in

Automation and Precision Engineering

July 2004

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國 九十三年 七月

集束型製程設備與上層主機通訊介面 之軟體設計與應用

學生：曹洪泰

指導教授：李安謙 博士

國立交通大學精密與自動化碩士專班



摘要

本文主要目的是設計一套符合 SEMI E30 GEM 規範的集束型製程設備設備與上層主機通訊介面軟體。軟體主要功能是作為集束型製程設備控制器(CTC)與上層主機(HOST)之間的通訊橋樑，讓上層主機與集束型製程設備用相同的訊息語言溝通，然後上層主機可以經由訊息傳遞從設備擷取資料供製程分析與設備管理。由於軟體的設計融入了物件導向與 Design Patterns 的觀念，所以本軟體具有容易維護特性的特性、類別的可再利用的特性，只需要局部的修改本軟體便可以應用於其它的半導體設備控制器。

Communication Interface Design for Cluster Tools with Generic Equipment Model

Student : Hung-Tai Tsao

Advisor: Dr. An-Chen Lee

Institute of Automation and Precision Engineering
National Chiao Tung University

Abstract

In this thesis, communication interface software conforming to SEMI standard E30 - Generic Equipment Model (GEM) is developed. The developed interface is responsible for the communication between Host computer and Cluster Tool Controller (CTC). The main goal of this software is to let Host and CTC communicate with each other under the same communication interface structure so that Host can collect processing data from CTC very easily and furthermore, Host can manage these Cluster Tools based on these collected data.

In the development of this software, the concepts Object Oriented Analysis and Design (OOAD) and Design Patterns are involved to maintain flexible and reusable software architecture. Since the UML is adopted for OOAD and Java language is used for programming, the developed software can be applied to other different types of equipment controllers with few modifications.

Finally, the developed software is linked to Host and CTC to test its capacity and performance, and the results are presented as well.

目 錄

| | |
|--|-----|
| 摘 要..... | i |
| 目 錄..... | iii |
| 圖 目 錄..... | v |
| 表 目 錄..... | vii |
| 第 1 章 緒論..... | 10 |
| 1.1. 研究動機與目的..... | 10 |
| 1.2. 研究方法..... | 12 |
| 1.3. 文獻回顧..... | 13 |
| 1.4. 軟體發展工具..... | 14 |
| 1.5. 本文組織架構..... | 15 |
| 第 2 章 統一化模式語言介紹..... | 16 |
| 2.1. UML特點..... | 16 |
| 2.2. UML圖形..... | 17 |
| 第 3 章 集束型製程設備與上層主機通訊介面規劃..... | 23 |
| 3.1. 簡介..... | 23 |
| 3.2. 狀態關係圖說明..... | 24 |
| 3.2.1. 連線狀態圖說明..... | 24 |
| 3.2.2. 控制狀態圖說明..... | 26 |
| 3.3. 設備性能和設備通訊介面劇本..... | 29 |
| 3.3.1. 建立連線的劇本..... | 29 |
| 3.3.2. 資料收集的劇本..... | 29 |
| 3.3.3. 警報管理的劇本..... | 36 |
| 3.3.4. 遠端控制的劇本..... | 37 |
| 3.3.5. 製程配方案管理的劇本..... | 38 |
| 3.3.6. 材料搬運的劇本..... | 40 |
| 3.3.7. 設備終端機服務的劇本..... | 41 |
| 3.3.8. 訊息格式錯誤回報的劇本..... | 42 |
| 3.3.9. 時間管理的劇本..... | 44 |
| 3.3.10. 控制狀態圖遷移的劇本..... | 45 |
| 3.4. 事件報告收集..... | 49 |
| 3.4.1. 事件報告的清單..... | 49 |
| 3.4.2. 事件報告的初始設定..... | 51 |
| 3.5. 劇本的資料項目與變數清單說明..... | 56 |
| 3.5.1. 劇本的資料項目說明..... | 56 |
| 3.5.2. <i>Status Variable List</i> | 58 |
| 3.5.3. <i>Equipment Constants List</i> | 60 |

| | | |
|--------|---|----|
| 3.5.4. | <i>Data Variable List</i> | 60 |
| 第 4 章 | 軟體架構設計..... | 62 |
| 4.1. | DESIGN PATTERNS介紹與應用..... | 62 |
| 4.1.1. | <i>Bridge Pattern</i> | 62 |
| 4.1.2. | <i>Adapter Pattern</i> | 63 |
| 4.2. | 軟體架構..... | 64 |
| 4.2.1. | <i>Use case圖</i> | 64 |
| 4.2.2. | <i>程式類別整體架構說明</i> | 65 |
| 4.3. | 程式類別說明..... | 66 |
| 4.3.1. | <i>Message Router類別</i> | 66 |
| 4.3.2. | <i>Communication類別</i> | 67 |
| 4.3.3. | <i>Recipe類別</i> | 68 |
| 4.3.4. | <i>Data Collection類別</i> | 70 |
| 第 5 章 | 軟體的應用說明..... | 72 |
| 5.1. | 軟體畫面操作..... | 72 |
| 5.1.1. | <i>連線狀態操作說明</i> | 72 |
| 5.1.2. | <i>控制狀態操作說明</i> | 73 |
| 5.1.3. | <i>On Line Log操作說明</i> | 74 |
| 5.1.4. | <i>SVID Link操作畫面</i> | 75 |
| 5.1.5. | <i>Terminal Service操作畫面說明</i> | 76 |
| 5.2. | 軟體的特性..... | 77 |
| 5.2.1. | <i>軟體的擴充性</i> | 78 |
| 5.2.2. | <i>軟體的維護說明例(快速熱處理模組使用GEM Interface)</i> | 78 |
| 第 6 章 | 軟體驗證..... | 82 |
| 6.1. | 軟體驗證方法說明..... | 82 |
| 6.2. | 軟體驗證結果..... | 84 |
| 6.2.1. | <i>控制狀態圖的成果驗證</i> | 84 |
| 6.2.2. | <i>連線狀態圖的成果驗證</i> | 85 |
| 6.2.3. | <i>事件報告收集劇本成果驗證</i> | 86 |
| 6.2.4. | <i>追蹤資料收集劇本成果驗證</i> | 87 |
| 6.2.5. | <i>製程配方案管理的劇本成果驗證</i> | 89 |
| 第 7 章 | 結果討論與未來展望..... | 96 |
| 7.1. | 結果討論..... | 96 |
| 7.2. | 未來展望..... | 97 |
| 參考文獻 | | 98 |

圖 目 錄

| | |
|---|----|
| 圖 1-1 軟體通訊架構圖 | 12 |
| 圖 2-1 使用案例圖 | 17 |
| 圖 2-2 類別圖 | 19 |
| 圖 2-3 循序圖 | 19 |
| 圖 2-4 狀態圖 | 20 |
| 圖 2-5 活動圖 | 21 |
| 圖 2-6 元件圖 | 21 |
| 圖 2-7 部署圖 | 22 |
| 圖 2-8 合作圖 | 22 |
| 圖 3-1 ON-LINE架構圖 | 23 |
| 圖 3-2 COMMUNICATION STATE MODEL | 24 |
| 圖 3-3 控制狀態圖 | 26 |
| 圖 3-4 LIMITS MONITORING關係圖 | 35 |
| 圖 4-1 BRIDGE PATTERN..... | 63 |
| 圖 4-2 ADAPTER PATTERN..... | 63 |
| 圖 4-3 集束型製程設備與上層主機通訊介面軟體的 USE CASE圖 | 64 |
| 圖 4-4 集束型製程設備與上層主機通訊介面軟體類別圖 | 65 |
| 圖 4-5 MESSAGE ROUTER類別圖 | 66 |
| 圖 4-6 COMMUNICATION類別圖 | 67 |
| 圖 4-7 RECIPEMANAGEMENT類別圖 | 69 |
| 圖 4-8 DATACOLLECTION類別圖 | 70 |
| 圖 5-1 連線狀態操作畫面 | 72 |
| 圖 5-2 控制狀態操作畫面 | 73 |
| 圖 5-3 ON LINE LOG操作畫面 | 74 |

| | |
|--|----|
| 圖 5-4 SVID LINK操作畫面 | 75 |
| 圖 5-5 TERMINAL SERVICE操作畫面 | 76 |
| 圖 5-6 GEM INTERFACE的應用圖 | 78 |
| 圖 5-7 RTPC製程配方管理實作類別圖 | 79 |
| 圖 6-1 工研院的SECS EMULATOR v1.5 上層主機模擬器 | 83 |



表 目 錄

| | |
|--|----|
| 表格 3-1 連線狀態位置的說明..... | 25 |
| 表格 3-2 連線狀態圖的狀態遷移說明..... | 25 |
| 表格 3-3 控制狀態圖的位置說明..... | 27 |
| 表格 3-4 控制狀態圖的狀態遷移說明..... | 27 |
| 表格 3-5 HOST ATTEMPTS TO ESTABLISH COMMUNICATION..... | 29 |
| 表格 3-6 EVENT REPORT FROM EQUIPMENT..... | 30 |
| 表格 3-7 HOST REQUESTS EVENT REPORT..... | 30 |
| 表格 3-8 EVENT REPORTING SETUP..... | 31 |
| 表格 3-9 HOST REQUESTS A REPORT..... | 32 |
| 表格 3-10 HOST REQUESTS CURRENT STATUS VARIABLE VALUE..... | 32 |
| 表格 3-11 HOST REQUESTS STATUS VARIABLE NAME LIST..... | 33 |
| 表格 3-12 HOST REQUESTS EQUIPMENT CURRENT CONSTANT VALUES..... | 33 |
| 表格 3-13 HOST REQUESTS EQUIPMENT CONSTANT NAME LIST..... | 33 |
| 表格 3-14 TRACE DATA COLLECTION..... | 34 |
| 表格 3-15 HOST DEFINES LIMIT ATTRIBUTES..... | 35 |
| 表格 3-16 HOST QUERIES EQUIPMENT FOR CURRENT LIMITS..... | 35 |
| 表格 3-17 LIMIT ZONE TRANSITION EVENT FROM EQUIPMENT..... | 36 |
| 表格 3-18 HOST INITIATED..... | 36 |
| 表格 3-19 SEND ALARM REPORT..... | 37 |
| 表格 3-20 遠端控制功能的項目與限制..... | 37 |
| 表格 3-21 HOST SENDS EQUIPMENT A REMOTE COMMAND..... | 38 |
| 表格 3-22 PROCESS PROGRAM CREATING, EDITING, OR DELETING ON EQUIPMENT..... | 38 |
| 表格 3-23 DELETING A PROCESS PROGRAM BY HOST..... | 39 |
| 表格 3-24 HOST REQUEST EQUIPMENT PROCESS PROGRAM DIRECTORY..... | 39 |

| | |
|--|----|
| 表格 3-25 EQUIPMENT-INITIATED PROCESS PROGRAM UPLOADING..... | 39 |
| 表格 3-26 HOST-INITIATED PROCESS PROGRAM DOWNLOADING..... | 40 |
| 表格 3-27 MATERIAL MOVEMENT..... | 40 |
| 表格 3-28 HOST SENDS INFORMATION TO EQUIPMENT..... | 41 |
| 表格 3-29 OPERATOR SENDS TEXT INFORMATION TO HOST..... | 41 |
| 表格 3-30 MESSAGE FAULT DUE TO UNRECOGNIZED DEVICE ID..... | 42 |
| 表格 3-31 MESSAGE FAULT DUE TO UNRECOGNIZED STREAM TYPE..... | 42 |
| 表格 3-32 MESSAGE FAULT DUE TO UNRECOGNIZED FUNCTION TYPE..... | 43 |
| 表格 3-33 MESSAGE FAULT DUE TO UNRECOGNIZED DATA FORMAT..... | 43 |
| 表格 3-34 MESSAGE FAULT DUE TO TRANSACTION TIMER TIMEOUT..... | 43 |
| 表格 3-35 EQUIPMENT REQUESTS TIME..... | 44 |
| 表格 3-36 HOST REQUESTS EQUIPMENT TO SET TIME..... | 44 |
| 表格 3-37 HOST REQUESTS EQUIPMENT'S TIME VALUE..... | 45 |
| 表格 3-38 HOST ACCEPTS ON-LINE REQUEST FROM EQUIPMENT..... | 45 |
| 表格 3-39 HOST REFUSES ON-LINE REQUEST..... | 46 |
| 表格 3-40 OPERATOR ATTEMPTS TO ENTER OFF-LINE..... | 46 |
| 表格 3-41 OPERATOR ATTEMPTS TO ENTER REMOTE..... | 46 |
| 表格 3-42 OPERATOR ATTEMPTS TO ENTER LOCAL..... | 47 |
| 表格 3-43 HOST REQUESTS TO ENTER OFFLINE..... | 47 |
| 表格 3-44 HOST ATTEMPTS ENTER ONLINE..... | 48 |
| 表格 3-45 HOST CONFIRMS EQUIPMENT PRESENCE..... | 48 |
| 表格 3-46 EVENT LIST..... | 49 |
| 表格 3-47 ALARM EVENT GROUP的資料連結預設值..... | 51 |
| 表格 3-48 CONTROL-RELATED EVENTS的資料連結預設值..... | 52 |
| 表格 3-49 OPERATOR CHANGE EVENT GROUP的資料連結預設值..... | 53 |
| 表格 3-50 PROCESS PROGRAM EVENT GROUP的資料連結預設值..... | 54 |

| | | |
|---------|---|----|
| 表格 3-51 | PROCESS-RELATED EVENTS GROUP的資料連結預設值..... | 55 |
| 表格 3-52 | DATA ITEMS DESCRIPTION..... | 56 |
| 表格 3-53 | STATUS VARIABLES ID(SVID)..... | 58 |
| 表格 3-54 | EQUIPMENT CONSTANTS ID (ECID)..... | 60 |
| 表格 3-55 | DATA VARIABLE ID (DVID)..... | 60 |
| 表格 4-1 | MESSAGE ROUTER類別的方法說明..... | 67 |
| 表格 4-2 | COMMUNICATION_IMPL類別的方法說明..... | 68 |
| 表格 4-3 | RECIPE_IMPL類別的方法說明..... | 69 |
| 表格 4-4 | DATA COLLECTION類別..... | 71 |
| 表格 5-1 | 連線狀態軟體畫面按鍵說明..... | 73 |
| 表格 5-2 | 控制狀態軟體畫面按鍵說明..... | 74 |
| 表格 5-3 | ON LINE LOG欄位說明..... | 75 |
| 表格 5-4 | 控制狀態軟體畫面按鍵說明..... | 76 |
| 表格 5-5 | TERMINAL SERVICE欄位說明..... | 77 |
| 表格 5-6 | 如何修改程式裏的事件報告預設值..... | 79 |
| 表格 5-7 | 如何修改程式裏的資料變數預設值預設值..... | 80 |
| 表格 6-1 | 系統測試環境說明表..... | 82 |

第1章 緒論

1.1. 研究動機與目的

目前國內半導體新廠投資已朝向 300 mm 晶圓的發展，傳統半導體設備使用的製程均採批次處理(batch processing)的概念，也就是單一機台通常僅能處理單一製程。為達效率一般均對一批晶圓同時處理，處理完後再取出晶圓運送至下一機台，這對 200~300 道手續的製程而言，必需有相當好潔淨環境(clean room)以保證在運送的過程中達零污染，這使得一般製造廠的建構成本升高。其次，批次處理其靈活程度低，尤其在大面積(300 mm)晶圓及彈性生產的趨勢下，對產能將有極大的負面影響。因此發展出將不相同的製程機台聚集成為一個生產設備，被稱之為集束型製程設備(Cluster Tools)。這種設備的優點包括：高真空度、潔淨度(提供小區域的真空環境使真空度更易達到與維護)、可靠度、精密度、設備佔地面積小、產出率高，並提供半導體業製程選擇的彈性化等優點。

Cluster Tools 可根據半導體廠商需求，在傳輸腔體周圍掛上所需的製程腔體，因此有很大的彈性可以去調整所需要的製程。然而半導體設備商各自發展自我品牌的製程腔體，對半導體製造廠而言選擇增加，但是整合上卻是一大難題。因此經由國際半導體設備及材料協會(Semiconductor Equipment and Materials International, SEMI)推動及全球半導體製造廠及設備廠參與討論表決共同訂定集束型設備的硬體介面標準及軟體通訊協定標準，以提供不同模組之間傳輸與溝通介面的標準化，並利於整合於集束型製程設備內[6][7][8][9][16]。

由於半導體製程的進步使得半導體設備與上層主機之間需要一套溝通的方法與機制，所以國際半導體設備及材料協會在 SEMI 中規範了一套溝通方式用於半導體設備與上層主機(HOST)之間的溝通。這個溝通規範我們稱為 SEMI E30 GEM

(GENERIC MODEL FOR COMMUNICATIONS AND CONTROL OF MANUFACTURING EQUIPMENT)，在 GEM 的規範裏統一半導體設備與上層主機的溝通方式，其中包括了事件報告、遠端控制、材料搬運、資料收集等功能[1][3]。

本文設計一符合 SEMI E30 GEM 規範的集束型製程設備與上層主機通訊介面軟體，這個通訊介面軟體融合物件導向與 Design Patterns 的觀念來完成設計，軟體功能是作為集束型製程設備控制器與上層主機之間的通訊，讓上層主機可以很容易的與設備溝通並從設備擷取資料供製程分析。

在本文中，集束型製程設備與上層主機通訊介面軟體具有下述的特色：

- 特色一：上層主機可以很容易的與設備溝通，並經由通訊介面從設備擷取資料供製程分析，在未來發展 APC(Advanced Process Control)這是必要條件。
- 特色二：由於通訊介面軟體依照物件導向的觀念設計完成，所以軟體具有擴充性，只需要增加子類別即可擴充軟體功能。
- 特色三：當 Cluster tools 的製程模組變更時，只需將變數連結到新的路徑就可以將資料回報到上層主機不需要重新大幅修改程式碼。

綜合上述的特色後，集束型製程設備與上層主機通訊介面軟體只需要小幅的修改就可以應用於製程模組變更的需求，因此日後設計通訊介面軟體時不需要重新設計軟體，只需套用程式架構並替換實作類別的程式碼即可，所以減少程式重複設計的成本也縮短程式設計的時間[15]。

1.2. 研究方法

本論文軟體依照 SEMI E30 GEM 規範來設計，軟體功能是負責集束型製程設備控制器與上層主機之間的通訊介面，讓上層主機可以與設備進行訊息的傳遞，訊息劇本有事件報告、遠端控制、材料搬運、資料收集等訊息劇本。當程式設計完成後，將把本論文設計的軟體應用於集束型製程設備控制器(CTC)，在 CTC 上增加通訊介面(GEM Interface)，讓集束型製程設備控制器與上層主機之間就可以進行訊息傳遞。圖 1-1 軟體通訊架構圖，為 CTC 與 HOST 的網路架構，CTC 與 HOST 之間的訊息傳遞是藉由乙太網路做為媒介[2][3][4]。

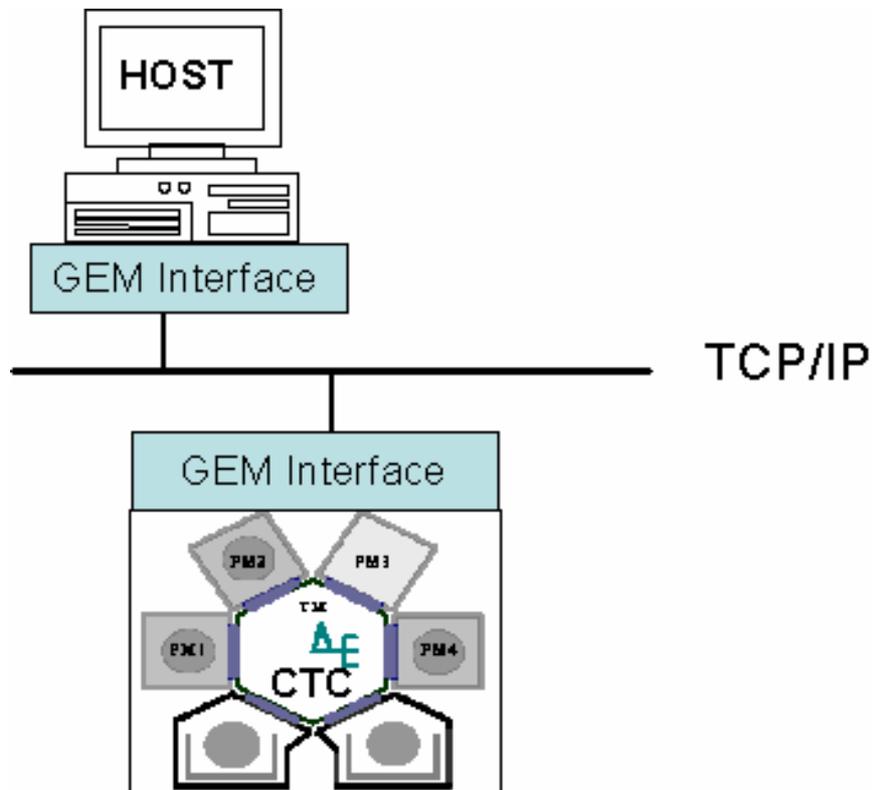


圖 1-1 軟體通訊架構圖

1.3. 文獻回顧

在半導體發展初期時為了統一製程與設備自動化等標準，所以半導體製造廠英代爾、富士通、台灣機體電路及半導體設備商美商應用材料、東京電子等國際大廠共同成立國際半導設備及材料協會(Semiconductor Equipment and Materials International)。這個協會成立後開始制定技術規範，在這些標準規範裏有一部分為半導體設備自動的標準，本論文研究設計了集束型製程設備與上層主機通訊介面軟體，所以設計的軟體是遵照半導體標準所開發[1][2][3][4]。

由於本論文所設計軟體將應用於交通大學李安謙實驗室的集束型製程設備，所以論文研究之前必須對集束型製程設備有深入了解後，才能進一步使本軟體與集束型製程設備控制器軟體相結合，因此必須先了解集束型製程設備控制器設計的相關研究報告[6][7][8][9]。

在軟體設計方面採用統一化模型語言(UML)，是一種物件導向模型語言，提供規格化、視覺化以及文件化的表示方法。軟體設計工具使用 JAVAV 語言來開發軟體。最後論文驗證將以工研院所設計的上層主機模擬器來做為軟體測試工具[5][10][11][12]。

1.4. 軟體發展工具

本節說明在集束型製程設備與上層主機通訊介面軟體發展過程中所會應用到的軟體工具與理論，分述如下：

■ 物件導向 (Object Oriented)

物件導向的程式設計具有以下優點：第一為物件的模型可對應到真實世界的實際物體，利於溝通瞭解；第二為物件具有封裝性，當程式異動時，物件介面維持不變，只對內部做些微更動即可，使程式擴展容易；第三為物件具有可重用性，功能類似的物件其程式碼可再利用，以減少程式撰寫時間與測試時間，容易維護並提高可靠度。

■ UML (Unified Modeling Language)

這是一種用來針對物件導向軟體作分析與設計的模型語言，它提供豐富的圖形表示法來表示物件的靜態架構、動態行為、生命週期、狀態變化等，從各種圖形表示法當中設計者可以瞭解到可能發生的問題及是否滿足設計需求。在物件導向程式語言已成為軟體撰寫主流之際，這種物件導向分析模型語言也愈來愈多，UML 在 1997 年 11 月已正式通過物件管理組織 (OMG) 的認證，成為物件導向模型語言的工業標準，因此以 UML 作為本文物件導向分析與設計的工具。

■ Java

這是昇陽 (Sun Micro System) 公司所發展的一套程式語言，它提供比 C++ 更完整的物件導向機制，使得用 Java 寫成的程式更短、更易於瞭解與維護。Java 語言本身亦提供了許多發展套件，程式發展者可以直接運用這些套件來發展應用程式，大大縮短程式發展時間。此外 Java 語言最大的特點在於其具有跨平台的特性，一旦程式碼寫成，在任何作業平台都可以執行。Java 現今已成為物件導向語言的主流，因此本文採用 Java 作為發展製程控制器的程式語言工具。Java 並且擁有完善的例外處理機制，對於製程控制器的設計而言，使用 Java 語言可以加強控制器中對於例外狀況的管理。

1.5. 本文組織架構

本文共分七章，第一章為緒論，說明本論文研究的動機與文獻回顧；第二章為 UML 之介紹，說明什麼是 UML 與為何要使用 UML 來設計軟體架構；第三章為集束型製程設備的通訊劇本規劃，說明為何要提供上層主機這些通訊本，並詳細的說明每個劇本的內容；第四章則將實踐第三章所規劃的通訊劇本，用 UML 來設計程式架構，用 Java 來實做類別程式碼，另外詳細說明類別方法功用；第五章是軟體應用說明，詳細說明軟體畫面的操作方法，舉例說明如何把軟體從集束型製程設備控制器移植到快速熱處理控制器，使快速熱處理控制器具備了 GEM 的劇本，讓上層主機可以與快速熱處理控制器進行訊息傳遞；第六章為實機測試驗證結果，說明軟體驗證的方法，詳細紀錄軟體驗證的結果；第七章為本論文的討論結果與未來展望。



第2章 統一化模式語言介紹

統一化模式語言 (Unified Modeling Language, UML)，是一種物件導向模型語言，提供規格化、視覺化以及文件化的表示方法，使用這些表示法以描述一個真實或抽象的系統，包括：類別圖、物件圖、使用者案例圖、循序圖、合作圖、狀態圖、活動圖、元件圖和部署圖。目標主要在於發展一個簡單、可擴展、並可立即使用的視覺化模型語言。自 UML 推出以來，即廣受領導廠商與正式組織的支援，並且經物件管理組織 (Object Management Group, OMG) 採納為標準語言，已經廣被物件導向發展產業接受。它的運用廣泛，涵蓋多種工具，而且是業界標準的模型語言，適用於各種型態的系統、專業領域、以及實務方法，因此本文使用 UML 工具以物件導向方式設計集束型製程設備與上層主機通訊介面軟體[11]。

2.1. UML 特點

UML 有很多特色與優點分述如下：

- 1 UML 是一種語言，它不只是一種用來描繪圖形的表示法，而是一種為了達成溝通的目標，並可描繪某個主題的知識 (語意)，以及展現關於此主題之知識 (語法) 的語言。
- 2 UML 是整合資訊系統與工業界最佳工程實作 (原理、技術、方法和工具) 的結果，適用於各種不同型態的系統、領域、方法或程序。
- 3 UML 是以物件導向的方法將系統作完整的描述、設想、建構與註解，並且提供戰術、策略及行動之知識的保存、傳遞及平衡，藉由提高品質、降低成本以提高價值，並控制可能增加的改變與複雜度所帶來的風險。
- 4 UML 是一個簡單、可擴展、並可立即使用的視覺化模型語言，擁有擴展所需的延展性及專門化機制，並與發展的過程和實作的程式語言無關，因此具有廣泛的適用性與使用性。

2.2. UML 圖形

UML 定義了九種型態的圖形：使用案例圖、類別圖、物件圖、循序圖、合作圖、狀態圖、元件圖和部署圖。所有圖形的基本原則，就是將概念描繪成符號，並將概念之間的相互關係描繪為連接符號的路徑（直線）。其內容分述如下：

1. 使用案例圖 (Use case diagram)：沒有系統是隔離單獨存在的，因此系統通常需與人或其他系統交互作用來達到預期的目標，使用案例圖描述了一個系統的行為與功能，以及此系統的使用者（如圖 2-1 使用案例圖）。這些圖形包含以下的元素：

- a. 行為者 (actor)：表示此系統的使用者，包括人類的使用者及其它的系統。
- b. 使用案例 (use case)：表示一個系統提供給使用者的功能或服務。

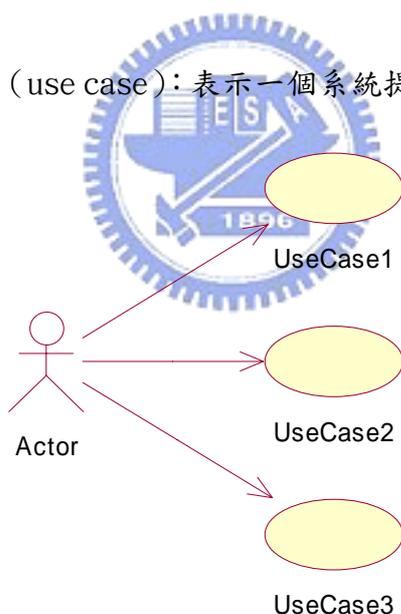


圖 2-1 使用案例圖

2. 類別圖 (Class diagram)：類別圖是一般物件導向模型最常見的圖形，描述一個系統的靜態結構，而不討論涉及動態行為的活動。主要是由屬性、操作方法和結合關係所組成；屬性是類別的結構化特徵，也就是關於類別的資訊，操作方法是類別的行為化特徵，也就是類別所提供的服務，而結合關

係則說明了類別與類別間彼此的互動。這些圖形包含以下元素：

- a. 類別 (class)：表示擁有共同性質或特徵的物體，這些特徵包含屬性、操作方法。類別中所定義的能見度(visibility)，係表示於類別的屬性或是操作方法前面加上一個符號，用來表示此屬性或者操作方法是否可在類別之外被使用。公開的能見度，表示在類別之外可以使用。受保護的能見度，表示在類別之外無法存取，但是若與此類別有一般性的關係則能存取。私有的能見度，表示類別之外無法存取。
- b. 結合關係 (associations)：表示與其它兩個或多個類別之間的相互關係，這些相互關係擁有共同的性質或特徵。聚集(aggregation)關係說明一個類別由其它的類別所組成，但彼此之間並不相關聯，當上層類別被刪除後，其所聚集的類別依然存在。而組成(composition)關係為聚集關係的一種特例，說明一個類別由其它的類別所組成，且類別之間產生關聯性，然而當此類別一旦被刪除後，其它的相關類別也將一併被刪除。

多重性(multiplicity)說明了類別之間的結合關係並非一對一，類別中可能包含多個物件與其它類別的單一物件有關。附加於類別旁邊的數字代表著此關係包含了多少個他類別的物件。一般化(generalization)如同物件導向語言中『繼承』(inheritance)這個術語的觀念，是表示某個類別和其他類別之間，存在著隸屬於(is-a-kind-of)的關係。

以圖 2-2 為例，一個視窗(Window)類別應該具備的屬性有起始位置和大小，而其方法包含：打開、關上、移動和顯示。而且視窗和事件(Event)之間有相依(dependency)的關係。

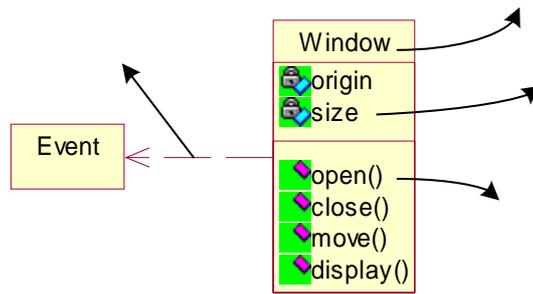


圖 2-2 類別圖

3. 循序圖 (Sequence diagram)：循序圖為互動圖的一種，描述物件之間的互動關係，這些互動關係被模組化為訊息的交換。這些圖所關注的焦點在類別及它們所交換的訊息，藉以達成某些預期的行為。它包含以下元素：

- a. 類別角色 (class role)：表示此物件在互動關係中所扮演的角色。
- b. 生命線 (lifeline)：表示一個物件存活的時間。
- c. 訊息 (message)：表示物件之間所進行的溝通。

循序圖可以瞭解訊息和操作方法，為了執行某些預期的行為或功能，系統中的類別必須提供這些訊息和操作方法。循序圖也可以用來實現使用案例，因為其指明了類別角色之間藉由訊息的互換來達成某種功能，藉以實現使用案例。

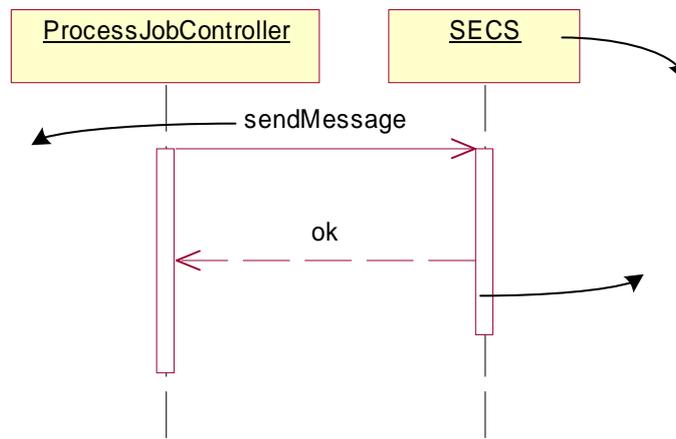


圖 2-3 循序圖

以圖 2-3 說明 PMC 送出 SECSII 訊息給外界的循序圖。ProcessJobController 物件呼叫 SECS 物件的 sendMessage() 方法來送出 SECSII 訊息給外界，並回傳 ok 表示送出訊息成功。

4. 狀態圖 (Statechart diagram): 狀態圖描述了一個類別的狀態和回應，它描述了一個類別對於外來刺激的反應。它包含了以下元素：

- a. 狀態 (state): 表示一個物件在生命期中之狀況，在此期間這個物件滿足某些條件、執行某些活動或是等待某些事件出現。狀態圖中包含了開始狀態 (start state)，以小實心圓表示，也包含了終止狀態 (end state)。當到達終止狀態時，該物件在圖中所描繪的狀態都將被摧毀。
- b. 轉換 (transition): 表示一個物件在不同狀態之間的交互關係。

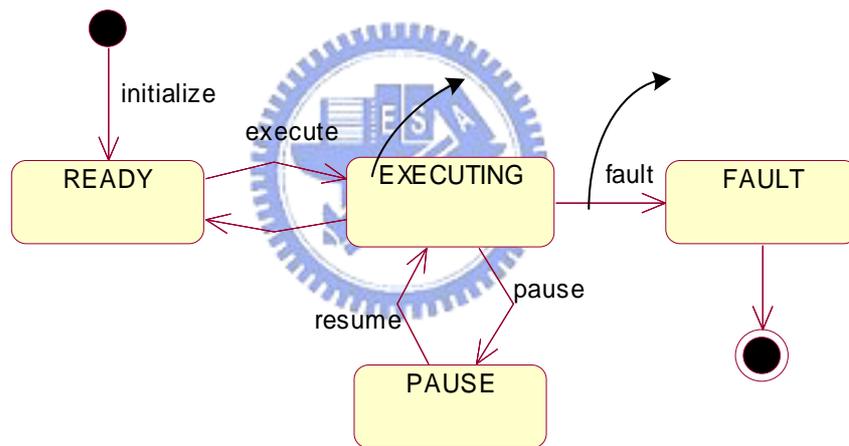


圖 2-4 狀態圖

圖 2-4 說明一般控制系統狀態的改變。初始化後進入 READY 的狀態；當收到 execute 的命令後進入 EXECUTING 的狀態；執行的過程中發生錯誤則跳到 FAULT 的狀態；若收到 pause 命令則進入 PAUSE 的狀態；等收到 resume 命令再回到 EXECUTING 的狀態；如果正常執行完畢則回到 READY 的狀態。

5. 活動圖 (Activity diagram): 活動圖敘述一個類別的活動，這些圖形很類似狀態圖，也都使用相似的慣例，而活動圖是描述一個類別回應內部處理的行為，狀態圖則是描述回應外部事件的行為。游泳水道 (swimlane)，用

來表示在整個活動中，一個或多個負責動作的物件；亦即將活動狀態分成好幾組，再將這些群組分配給必須執行此活動的物件。動作狀態(如圖 2.5 之 Activity1)是用來表示物體無法被中斷的動作，或是一個演算法執行過程中的步驟。狀態中間也可以是判斷式(如圖 2-5 之菱形圖形)，作為下一動作狀態的條件。如同狀態圖一般，活動圖也同樣使用開始狀態和終止狀態。

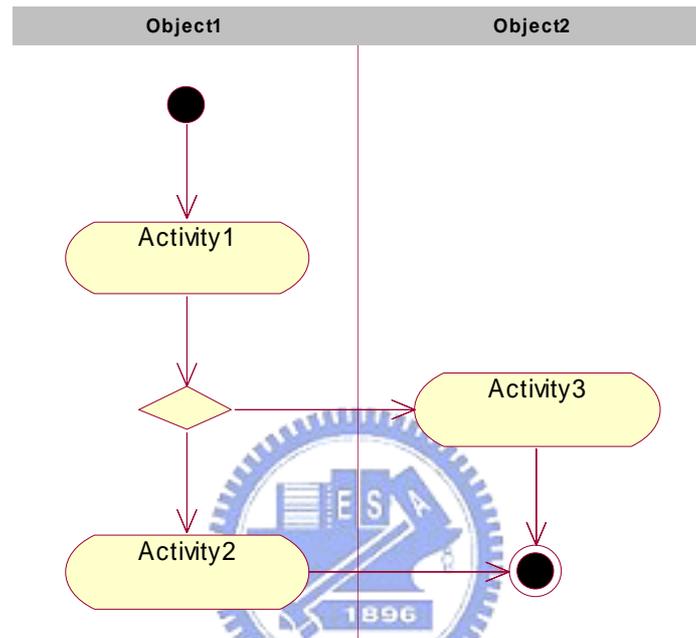


圖 2-5 活動圖

6. 元件圖 (Component diagram)：元件圖敘述軟體實做元件的組織架構及其相依關係，這些圖形包含元件，元件表示可拆散的實體單位，包括原始程式碼、目的碼、以及可執程式碼或函式庫。

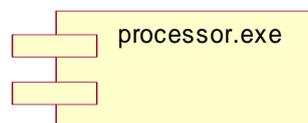


圖 2-6 元件圖

圖 2-6 為一個執行製程的可執程式的示意圖。

7. 部署圖 (Deployment diagram)：部署圖敘述處理資源元素的組態，以及軟體實做元件的對應方式。這些圖形包含了元件和節點 (node)，節點表

示一種處理或計算的資源。圖 2-7 說明個人電腦透過網際網路向伺服器請求一些資訊的示意圖。Client 透過 TCP/IP 連上 Application server，Application server 從資料庫裡搜尋資料，再將結果回傳給 Client。

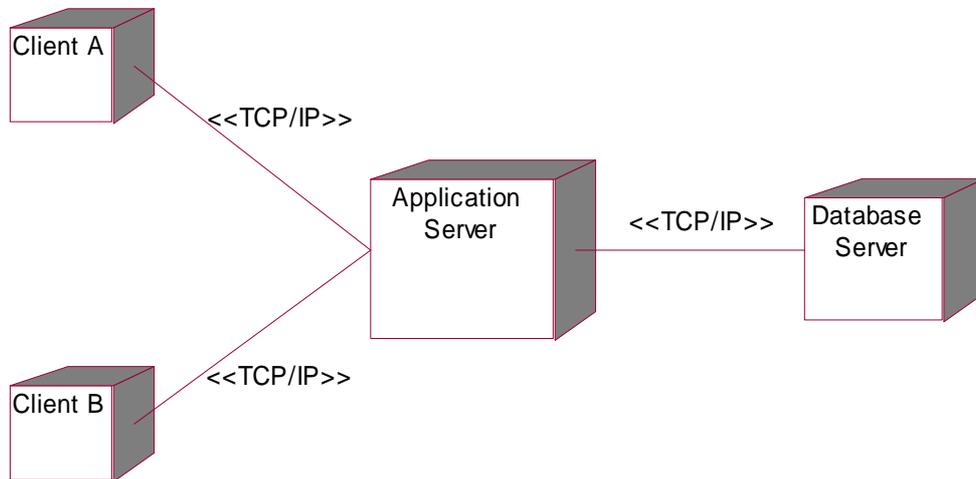


圖 2-7 部署圖

8. 合作圖 (Collaboration diagram)：合作圖定義如何透過系統中的元件將行為具體化，包含類別和結合關係之間的相互作用，這些相互作用被模組化成類別之間的訊息交換，而訊息的交換是藉由類別之間的結合關係來進行，它也是互動圖的一種。圖 2-8 說明新增一個顧客的合作圖。使用者新增一個顧客時，MainWindow 物件會建立 Customer 物件，並顯示在視窗上，當使用者輸入資料後，將這些資料更新在 Customer 物件中。

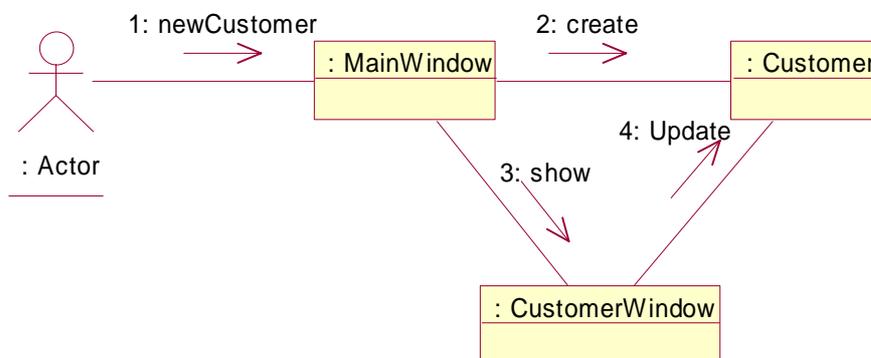


圖 2-8 合作圖

第3章 集束型製程設備與上層主機通訊介面規劃

3.1. 簡介

由於設備與上層主機之間的訊息交握必須有一定的規則，所以 SEMI E30 GEM 規範了訊息傳遞的時機與內容來適用於所有的半導體設備，但是不同製程設備的硬體架構會產生不同的製程變數、事件報告、警報等項目，所以設計集束型製程設備與上層主機通訊介面軟體之前必須依照 SEMI E30 GEM 的規範，來規劃一套適合集束型製程設備的劇本，接下來才可以開始設計程式碼[3][6][7]。

由圖 3-1 ON-LINE 架構圖說明 GEM 的訊息傳遞是利用 TCP/IP 做為訊息傳輸底層，而要實踐 GEM 的訊息必須先完成 SEMI E5 SECS II 與 SEMI E37 HSMS 的規範。SEMI E5 SECS II 內容是訊息傳遞的基本格式，E30 GEM 是規範了訊息傳遞的劇本(Scenario)，因此要實現 GEM 的功能就一定要先完成底層的架構。另外圖上的 E87 CMS、E94 CJM、E40 PJM、E58 ARAMS 是為了發展 12 吋晶圓廠全廠自動化與製程分析而擴展的新規範，這些新增加的規範是為了使製程分析更為準確。

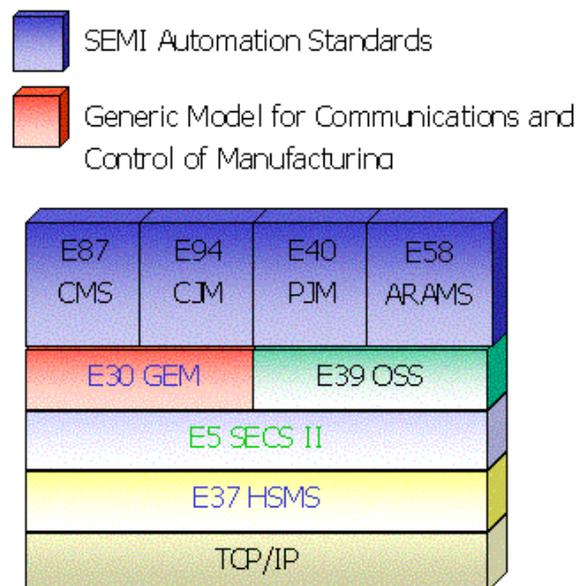


圖 3-1 ON-LINE 架構圖

3.2. 狀態關係圖說明

狀態關係圖是用來表示設備與上層主機之間的通訊狀態，在半導體標準 SEMI E30 GEM 裏規定了兩個狀態圖，一個是連線狀態圖另一個是控制狀態圖。連線狀態圖是用於設備與上層主機的建立連線時的規則。控制狀態圖是用於遠端控制的權限管理，由控制狀態圖上我們得知設備的控制權是被上層主機所管理還是被設備操作者所使用。下面章節說將說明這兩個狀態圖的意義[3]。

3.2.1. 連線狀態圖說明

圖 3-2 Communication State Model 為連線狀態圖，圖上的箭頭方線代表的是狀態遷移的動向，藉由訊息 SIF13 與訊息 SIF14 傳遞可以建立彼此間連線。建立連線可以由設備操作者手動操作使設備送出訊息 SIF13 要求上層主機建立連線，等上層主機回覆訊息 SIF14 時代表建立連線成功。而上層主機也可以主動去送出訊息 SIF13 給設備要求建立連線。

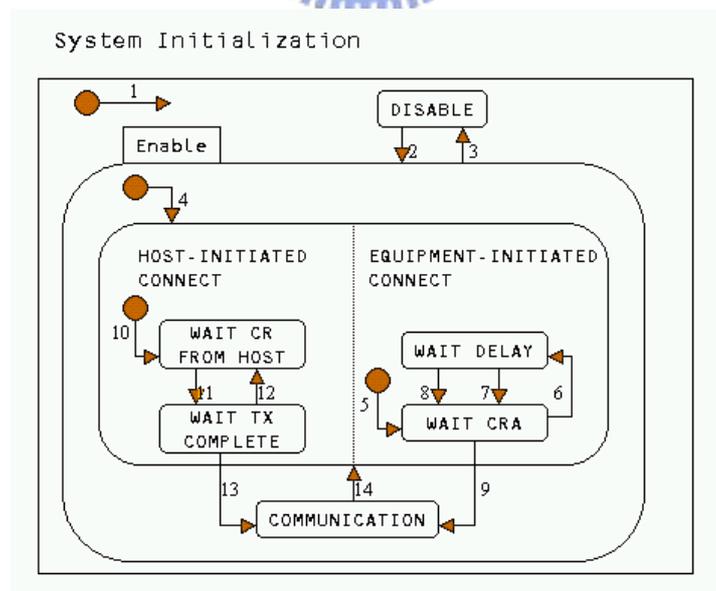


圖 3-2 Communication State Model

每個連線狀態圖的位置停留都有特定的意義，表格 3-1 說明連線狀態位置的定義與動作描述。

表格 3-1 連線狀態位置的說明

| 狀態名稱 | 動作描述 |
|------------------------------|---------------------------|
| DISABLED | 設備與 HOST 中斷通信。 |
| ENABLED | 設備與 HOST 建立通信。 |
| NOT COMMUNICATING | 等待通訊建立(S1F13/S1F14)。 |
| EQUIPMENT -INITIATED CONNECT | 由設備主動去建立通信。 |
| WAIT CRA | 送出 S1F13 去 HOST，等待 S1F14。 |
| WAIT DELAY | 監控等待 S1F14 的時間間隔。 |
| HOST-INITIATED CONNECT | 由 HOST 主動去建立通信。 |
| WAIT CR FROM HOST | 送出 S1F13 去設備，等待 S1F14。 |
| WAIT TX COMPLETE | 監控等待 S1F14 的時間間隔。 |
| COMMUNICATING | 連線狀態已被建立。 |

我們將狀態遷移的箭頭編上號碼，並在表格 3-2 說明連線狀態圖的狀態遷移的觸發原因，圖上的編號 1 到 14 為狀態遷移的編號。

表格 3-2 連線狀態圖的狀態遷移說明

| 狀態遷移編號 | 狀態觸發原因 | 訊息傳遞 |
|--------|--|------|
| 1 | 設備開機時做 Initialize | 無 |
| 2 | 手動操作讓連線狀態變成 Enable | 無 |
| 3 | 手動操作讓連線狀態變成 Disable | 無 |
| 4 | 進入 NOT COMMUNICATION 後等待 HOST 或等待設備主動去建立連線 | 無 |

| | | |
|----|-------------------------|-------------------|
| 5 | 設備主動要求與上層主機連線的訊息 | 設備上傳 S1F13 到 HOST |
| 6 | 等待 HOST 回覆 S1F14 訊息 | 無 |
| 7 | HOST 已回覆 S1F14 並拒絕建立連線 | 無 |
| 8 | 收到上層主機要求連線的訊息 | HOST 下傳 S1F13 到設備 |
| 9 | HOST 已回覆 S1F14 並同意建立連線 | HOST 下傳 S1F14 到設備 |
| 10 | HOST 主動要求與設備連線的訊息 | HOST 下傳 S1F13 到設備 |
| 11 | 設備同意建立連線回覆 S1F14 訊息 | 設備上傳 S1F14 到 HOST |
| 12 | S1F14 傳送失敗，等待下一次的 S1F13 | 無 |
| 13 | S1F14 傳送成功，連線建立 | 無 |
| 14 | 連線中斷 | 無 |

3.2.2. 控制狀態圖說明

控制狀態圖(Control State Model)的位置影響於遠端控制的功能，在控制狀態圖上的位置主要可分為 OFF-LINE 與 ON-LINE 兩個區塊，只有在 ON-LINE 區塊時上層主機才可以對設備進行遠端控制，圖 3-3 說明控制狀態圖每個位置的定義。遠端控制的限制在 3.3.4 一節有詳細說明請參考之。

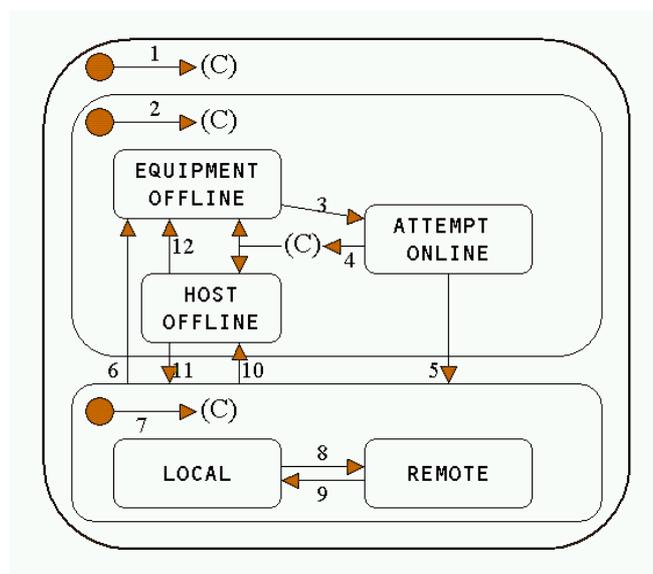


圖 3-3 控制狀態圖

每個控制狀態圖的位置停留都有特定的意義，表格 3-3 說明控制狀態位置的意義與動作描述。

表格 3-3 控制狀態圖的位置說明

| STATE NAME | 狀態 |
|-------------------|---|
| OFFLINE | 通信已建立成功，等待被手動切狀態。 |
| EQUIPMENT OFFLINE | 設備的原始設定是 OFFLINE，等待被切換成 ONLINE/OFFLINE。 |
| HOST OFFLINE | HOST 藉由 S1F17 來切換成 OFFLINE。 |
| ATTEMPT ONLINE | 嘗試切換成 ONLINE，若失敗會變成 OFFLINE。 |
| ONLINE | 可以進行 SECS 的訊息交換。 |
| LOCAL | 可以手動操作設備，上層主機遠端控制功能會受到限制部分限制。 |
| REMOTE | 由上層主機來控制設備，手動操作的部分功能會受到限制。 |

我們將狀態遷移的箭頭編上號碼，並在表格 3-4 說明控制狀態圖的狀態遷移的觸發原因，圖上的編號 1 到 12 為狀態遷移的編號，如果狀態位置改變時會產生一個事件，設備必須用訊息 S6F11 傳送事件報告給上層主機。

表格 3-4 控制狀態圖的狀態遷移說明

| 狀態遷移編號 | 狀態觸發原因 | 訊息傳遞 |
|--------|---|------------|
| 1 | 設備開機時做 Initialize | 無 |
| 2 | 開機後進入 OFF-LINE 狀態 | 無 |
| 3 | 手動選擇 ON-LINE 的按鈕使狀態變成 ON-LINE | 設備上傳 S1F1 |
| 4 | S1F1 上傳失敗或 S1F2 接收失敗，狀態變成 EQUIP. OFF-LINE 或 HOST OFF-LINE(依照設備設定值)。 | 設備上傳 S6F11 |

| | | |
|----|---------------------------------|-------------------|
| 5 | HOST 已回覆 S1F2 並同意進入 ON-LINE 狀態 | 設備上傳 S6F11 |
| 6 | 手動選擇 OFF-LINE 的按鈕使狀態變成 OFF-LINE | 設備上傳 S6F11 |
| 7 | 開機後進入 ON-LINE 狀態 | 無 |
| 8 | 手動選擇將 REMOTE 開關使狀態變成 REMOTE | 設備上傳 S6F11 |
| 9 | 手動選擇將 LOCAL 開關使狀態變成 LOCAL | 設備上傳 S6F11 |
| 10 | HOST 主動要求狀態變成 OFF-LINE | HOST 下傳 S1F15 到設備 |
| 11 | HOST 主動要求狀態變成 ON-LINE | HOST 下傳 S1F17 到設備 |
| 12 | 手動選擇 OFF-LINE 的按鈕使狀態變成 OFF-LINE | 設備上傳 S6F11 |



3.3. 設備性能和設備通訊介面劇本

本節說明設備性能和設備通訊介面劇本(Equipment Capabilities and Scenarios)，上層通訊介面軟體設計前必須有完整的訊息劇本可以參照，因此本章將依據 SEMI E30 GEM 的規範來規劃集束型製程設備上層主機通訊介的劇本內容。符號意義以表格 3-5 為例說明，上層主機送出訊息 S1F13 給 CTC，符號(→)表示訊息傳遞的方向，當設備處理完訊息 S1F13 的命令後，回覆訊息 S1F14 給上層主機[3]。

3.3.1. 建立連線的劇本

如果上層主機想要與 CTC 做訊息的傳遞，則通訊之前必須先建立 HSMS 的通訊後再完成建立連線的劇本的訊息傳遞，當連線狀態位置在 COMMUNICATION 時，上層主機才可以與 CTC 進行其它劇本的溝通，所以如果連現狀態在其它狀態位置則任何訊息強制送出也是無意意義的，表格 3-5 為建立連線的劇本。

表格 3-5 Host Attempts to Establish Communication

| Comment | Host | | Equipment | Comment |
|------------|-------|---|-----------|-----------|
| 上層主機要求建立連線 | S1F13 | → | | |
| | | ← | S1F14 | 建立連線後回覆訊息 |

3.3.2. 資料收集的劇本

上層主機可以藉由資料收集(Data Collection)的劇本來擷取設備狀態與製程參數，上層主機收到資料後可以製作成各種統計圖表來進行分析，在未來發展 APC(Advanced Process Control)這是一個重要的劇本單元。

3.3.2.1. 事件報告收集(Event Data Collection)

當設備有事件發生時，設備會送出事件報告給上層主機，而事件報告的傳送使用訊息 S6F11 來通知上層主機，每個事件報告上傳時都會連結一些資料送給上層主機，表格 3-6 為事件報告傳送的劇本。

表格 3-6 Event Report from Equipment

| Comment | Host | | Equipment | Comment |
|-------------|-------|---|-----------|------------------------|
| | | ← | S6F11 | 當事件發生時, 設備送出事件報告給Host. |
| 上層主機回覆訊息已收到 | S6F12 | → | | |

由於每個事件報告都有特定的編號(CEID), 所以上層主機可以要求設備上傳特定事件報告所連結的資料內容，只要使用訊息 S6F15 指定所需的 CEID 後傳送給設備，待設備回傳訊息 S6F16 即可得到所需的資料，表格 3-7 為取得事件報告資料的劇本。

表格 3-7 Host Requests Event Report

| Comment | Host | | Equipment | Comment |
|-----------------------|-------|---|-----------|--------------|
| Host 要求上傳CEID所連結的資料現況 | S6F15 | → | | |
| | | ← | S6F16 | 上傳CEID所連結的資料 |

每個事件報告都有資料連結的預設值，但是為了滿足製程分析的需要。所以這個預設值是可以被任意改變的，表格 3-8 提供了修改事件報告的預設值的劇本，藉由這個劇本上層主機可以任意修改事件報告與資料連結預設值，執行完這個劇本以後，設備控制器不需要重新開機即可完成新資料連結。

表格 3-8 Event Reporting Setup

| Comment | Host | | Equipment | Comment |
|-------------------|-------|---|-----------|---------|
| 設定RPTID與VID之間的連結 | S2F33 | → | | |
| | | ← | S2F34 | 回覆設定結果 |
| 設定CEID與RPTID之間的連結 | S2F35 | → | | |
| | | ← | S2F36 | 回覆設定結果 |
| 設定事件發生時是否要上傳 | S2F37 | → | | |
| | | ← | S2F38 | 回覆設定結果 |

3.3.2.2. 變數資料收集(Variable Data Collection)

在半導體設備裏的製程變數可分為有三種，分別為狀態變數(SV)、設備常數(EC)、事件變數(DV)下面詳細說明之：

(1) 狀態變數(Status Variables, 簡稱 SV)：

連續不間斷的製程變數稱之為狀態變數，例如濕度、風速、排氣、熱板溫度、時間等等，集束型製程設備的狀態變數編號(SVID)在 3.5.2 一節有表列說明。

(2) 設備常數 (Equipment Constants, 簡稱 EC)

當設備出廠時既有的設定值稱之為設備常數，當設備硬體或軟體版本不被修改的情形下設備常數的值是不應該被改變，例如軟體版本、設備硬體模組編號等等，集束型製程設備的設備常數編號(ECID)在 3.5.3 一節有表列說明。

(3) 事件變數(Data Variables, 簡稱 DV)：

因事件而產生變數稱之為事件變數，但如果沒有事件的發生這個變數就應該不存在，例如當模組製程模組開始時間、模組收到晶圓的時間等等，集束型製程設備的事件變數編號(DVID)在 3.5.4 一節有表列說明。

每個筆資料變數都可以重複被群組歸類，而我們以報告編號(RPTID)作為分每個群組的名稱。所以上層主機可以要求設備上傳特定變數群組所連結的變數內容，只要使用訊息 S6F19 並指定所需的 RPTID 後傳送給設備，設備會回傳訊息 S6F20 給上層主機，表格 3-9 為取得變數群組劇本。

表格 3-9 Host Requests a Report

| Comment | Host | | Equipment | Comment |
|--------------------------|-------|---|-----------|--------------------|
| Host 要求上傳 RPTID 所連結的資料數據 | S6F19 | → | | |
| | | ← | S6F20 | 上傳 RPTID 所連結的 SV 值 |

變數的種類為 SV、EC、DV 三種，每個變數名稱都被賦予一個編碼，所以上層主機可以指定變數編號(SVID、ECID、DVID)向設備詢問變數目前的數值。如果要取得狀態變數(Status Variable，簡稱 SV)內容時只要使用訊息 S1F3 傳送給設備，設備會回傳訊息 S1F4 給上層主機並附帶狀態變數內容，表格 3-10 為取得狀態變數內容的劇本。

表格 3-10 Host Requests Current Status Variable Value

| Comment | Host | | Equipment | Comment |
|-----------------|------|---|-----------|----------------|
| 上層主機要狀態變數(SV)資料 | S1F3 | → | | |
| | | ← | S1F4 | 設備上傳狀態變數(SV)資料 |

每個狀態變數都有一個名稱，上層主機可以使用訊息 S1F11 來要求設備上傳所有狀態變數的名稱與變數編號，設備會回傳訊息 S1F12 給上層主機並附上所有狀態變數名稱與變數編號，表格 3-11 為取得狀態變數清單的劇本。

表格 3-11 Host Requests Status Variable Name list

| Comment | Host | | Equipment | Comment |
|--------------------|-------|---|-----------|----------------|
| 上層主機要求狀態變數(SV)名稱清單 | S1F11 | → | | |
| | | ← | S1F12 | 設備上傳狀態變數(SV)清單 |

變數的種類為 SV、EC、DV 三種，每個變數名稱都被賦予一個編碼，所以上層主機可以指定變數編號(SVID、ECID、DVID)向設備詢問變數目前的數值。如果要取得設備常設常數(Equipment Constant，簡稱 EC)內容時只要使用訊息 S2F13 傳送給設備，設備會回傳訊息 S2F14 給上層主機並附帶設備常數內容，表格 3-12 為取得設備常數內容的劇本。

表格 3-12 Host Requests Equipment Current Constant Values

| Comment | Host | | Equipment | Comment |
|--------------|-------|---|-----------|------------|
| 上層主機需要設備常數資料 | S2F13 | → | | |
| | | ← | S2F14 | 設備上傳設備常數資料 |

每個設備常數都有一個名稱，上層主機可以使用訊息 S2F29 來要求設備上傳所有設備常數的名稱與變數編號，設備會回傳訊息 S2F30 給上層主機並附上所有設備常數名稱與變數編號，表格 3-13 為取得設備常數清單的劇本。

表格 3-13 Host Requests Equipment Constant Name list

| Comment | Host | | Equipment | Comment |
|--------------|-------|---|-----------|--------------|
| 上層主機需要設備常數名稱 | S2F29 | → | | |
| | | ← | S2F30 | 設備上傳設備常數名稱清單 |

3.3.2.3. 追蹤資料收集 (Trace Data Collection)

為了讓上層主機長時間取得製程資料，設備提供了追蹤資料收集的劇本，上層主機先用訊息 S2F23 來規定設備上傳製程資料的頻率與次數，然後設備會固定監控頻率用訊息 S6F1 附帶製程資料給上層主機，訊息 S6F1 的傳送次數設備會依照上層主機規定來完成，當最後一筆製程資料上傳以後會產生一個事件報告，這個事件報告會用訊息 S6F11 上傳給上層主機。表格 3-14 為追蹤資料收集的劇本，另外在章節 6.2.4 有追蹤資料劇本的驗證與說明請參考之。

表格 3-14 Trace Data Collection

| Comment | Host | | Equipment | Comment |
|------------------------|-------|---|-----------|--------------------|
| 上層主機要求設備送出Trace Report | S2F23 | → | | |
| | | ← | S2F24 | 回覆訊息已收到 |
| | | ← | S6F1 | 上傳{SV...SV} |
| 回覆訊息已收到Trace Report | S6F2 | → | | |
| | | ← | S6F11 | 送出Trace Report結束事件 |
| 回覆訊息已收到 | S6F12 | → | | |

3.3.2.4. 製程變數區間監控 (Limits Monitoring)

上層主機可以利用追蹤報告的劇本來監控制程變數(指狀態變數, SV)，但如果這個製程變數只要做區間監控時，我們可以使用本章節的劇本來完成任務。將製程變數監控的工作交給設備控制器，圖 3-4 Limits Monitoring 關係圖說明設備控制器對製程變數的做區間監控，如果變數超過監控區間的上限(UPPERDB)或下限(LOWERDB)值時，設備會用訊息 S6F11 送出事件報告給上層主機。如果上層主機必須同時與三十台設備進行溝通時，這類劇本的優點大大降低網路流量，追蹤報告的劇本可能會造成網路過載。

當製程變數超過監控區間的上限(UPPERDB)或下限(LOWERDB)值時，設備會用訊息 S6F11 送出事件報告給上層主機，上層主機的使用者可以馬上通知相關人員前往處理，以免造成晶圓的損失。

表格 3-17 Limit Zone Transition Event from Equipment

| Comment | Host | | Equipment | Comment |
|-------------|-------|---|-----------|--------------|
| | | ← | S6F11 | 當SV超過監控的上下限時 |
| 上層主機回覆訊息已收到 | S6F12 | → | | |

3.3.2.5. 連線狀態確認(ON-LINE Identification)

由於上層主機與設備長時間進行訊息的交換，有時候乙太網路會發生異常或是訊息資料流失，這時候上層主機可以利用訊息 S1F1 來測試彼此之間的連線是否正常，只要上層主機可以完整的接收設備回覆的訊息 S1F2，那麼訊息測試結果就算正常。表格 3-18 為上層主機與設備測試連線的劇本。

表格 3-18 Host Initiated

| Comment | Host | | Equipment | Comment |
|------------|------|---|-----------|------------|
| 測試連線狀態是否正常 | S1F1 | → | | |
| | | ← | S1F2 | 設備回覆上層主機訊息 |

3.3.3. 警報管理的劇本

當設備發生異常時，例如機械手臂撞到機身造成伺服驅動器異常，這時候設備會主動送出警報訊息(Alarm)S5F1 給上層主機，但由於設備異常是一個重要事件，所以設備也會傳送事件報告用訊息 S6F11 傳給上層主機。表格 3-19 為設備異常發生時的劇本，經由這個劇本上層主機可以知道設備發生緊急的事故。

表格 3-19 Send Alarm Report

| Comment | Host | | Equipment | Comment |
|-------------|-------|---|-----------|----------------|
| | | ← | S5F1 | 設備送出Alarm報告 |
| 上層主機回覆訊息已收到 | S5F2 | → | | |
| | | ← | S6F11 | 送出Alarm發生的事件報告 |
| 上層主機回覆訊息已收到 | S6F12 | → | | |

3.3.4. 遠端控制的劇本

設備提供上層主機遠端控制的功能，上層主機可以用訊息 S2F41 來對設備進行遠端控制。本章節規劃遠端控制(Remote Control)功能的劇本，但遠端控制功能被控制狀態圖所規範，所以表格 3-20 說明遠端控制功能的項目與限制。

我們以” START” 功能為例說明之，表格 3-20 的符號” ○” 為允許功能、符號” ×” 為禁止功能，當狀態位置在 LOCAL 時，上層主機無法要求設備開始執行製程工作必須要手動操作。當狀態位置在 REMOTE 時手動操作無效，製程工作開始必須由上層主機來控制。

表格 3-20 遠端控制功能的項目與限制

| 遠端控制命令/手動操作 | 狀態圖在 LOCAL 時 | | 狀態圖在 REMOTE 時 | |
|----------------|--------------|---------|---------------|---------|
| | 手動操作 | Host 控制 | 手動操作 | Host 控制 |
| PR-JOB CREATE | × | ○ | × | ○ |
| START | ○ | × | × | ○ |
| ABORT | ○ | × | ○ | ○ |
| PAUSE | ○ | × | ○ | ○ |
| RESUM | ○ | × | ○ | ○ |
| ON-LINE LOCAL | × | × | ○ | ○ |
| ON-LINE REMOTE | ○ | ○ | × | × |

當上層主機要對設備進行遠端控制時候，上層主機會傳遞訊息 S2F41 給設備，要求執行遠端控制命令，而每個遠端控制命令都被控制狀態圖所限制，所以設備並不是一定會執行命令。當遠端控制命令被執行時會產生一個事件，這時候設備會上傳事件報告用訊息 S6F11 送給上層主機，表格 3-21 為遠端控制命令的訊息劇本。

表格 3-21 Host Sends Equipment a Remote Command

| Comment | Host | | Equipment | Comment |
|--------------|-------|---|-----------|---------------|
| 上層主機下達遠端控制命令 | S2F41 | → | | |
| | | ← | S2F42 | 設備收到遠端控制命令 |
| | | ← | S6F11 | 執行新的工作後上傳事件報告 |
| 上層主機回覆訊息已收到 | S6F12 | → | | |

3.3.5. 製程配方管理的劇本

製程配方的管理功能有上傳、下載、刪除等項目，一般我們編輯新的製程配方時是使用設備控制器所提供的操作畫面，但為了讓上層主機也可以編修設備內的製程配方所以規劃了製程配方管理的劇本，上層主機只需要藉由訊息劇本的傳遞也可以完成 CTC 操作畫面上所提供的各項功能。當製程配方被建立、編輯、刪除、更名時會有事件產生，這時候設備必須傳送事件報告給上層主機，表格 3-22 為製程配方被建立、編輯、刪除、更名時，設備送給上層主機的事件報告劇本。

表格 3-22 Process Program Creating, Editing, or Deleting on Equipment

| Comment | Host | | Equipment | Comment |
|-------------|-------|---|-----------|-----------------------|
| | | ← | S6F11 | 當對製程配方進行建立、編輯、刪除、更名時。 |
| 上層主機回覆訊息已收到 | S6F12 | → | | |

當上層主機要刪除製程配方時，上層主機會傳送訊息 S7F17 給設備並指定製程配方名稱 (Process Program ID, 簡稱 PPID)，當設備收到訊息後會刪除這筆 PPID 後回覆上層主機訊息 S7F18。表格 3-23 為製程配方被建刪除的劇本，另外在章節 6.2.5.4 有劇本的驗證與說明請參考之。

表格 3-23 Deleting a Process Program by Host

| Comment | Host | | Equipment | Comment |
|--------------|-------|---|-----------|---------|
| 上層主機要求刪除製程配方 | S7F17 | → | | |
| | | ← | S7F18 | 製程配方已刪除 |

當上層主機要設備提供製程配方名稱清單時，上層主機會傳送訊息 S7F19 給設備，設備會用訊息 S7F20 來回報製程配方名稱清單給上層主機，表格 3-24 為上層主機要求設備提供製程配方名稱清單的劇本。

表格 3-24 Host Request Equipment Process Program Directory

| Comment | Host | | Equipment | Comment |
|-----------------|-------|---|-----------|-----------|
| 上層主機要求上傳製程配方的清單 | S7F19 | → | | |
| | | ← | S7F20 | 上傳製程配方的清單 |

當上層主機要設備提供製程配方內容時，上層主機會用訊息 S7F25 並指定 PPID 傳送給設備，設備會用訊息 S7F26 來回報製程配方內容給上層主機。

表格 3-25 Equipment-initiated Process Program Uploading

| Comment | Host | | Equipment | Comment |
|--------------|-------|---|-----------|---------|
| 上層主機要求上傳製程配方 | S7F25 | → | | |
| | | ← | S7F26 | 上傳製程配方 |

當上層主機要建立新的製程配方時，上層主機會先用訊息 S7F1 詢問是否同意建立新的製程配方，設備會回覆訊息 S7F2 給上層主機並答覆上層主機。如設備同意上層主機建立新的製程配方時，這時候上層主機會用訊息 S7F23 來建立新的製程配方。而設備會檢查製程配方的格式是否有錯誤，檢查結果會用訊息 S7F27 來告知上層主機。表格 3-26 為上層主機建立新的製程配方的劇本。

表格 3-26 Host-initiated Process Program Downloading

| Comment | Host | | Equipment | Comment |
|--------------|-------|---|-----------|-------------|
| 詢問製程配方是否可以下傳 | S7F1 | → | | |
| | | ← | S7F2 | 同意下傳 |
| 開始下傳製程配方 | S7F23 | → | | |
| | | ← | S7F24 | 已收到製程配方 |
| | | ← | S7F27 | 回報製程配方的檢查結果 |
| 回覆已收到檢查結果 | S7F28 | → | | |

3.3.6. 材料搬運的劇本

當晶圓被機械手臂傳送到製程模組時會產生事件，這時候設備必須用訊息 S6F11 來傳送事件報告給上層主機。上層主機可以利用材料搬運的事件訊息來紀錄晶圓的傳輸時間用於估算設備產能。表格 3-27 晶圓被搬運時的事件報告劇本。

表格 3-27 Material Movement

| Comment | Host | | Equipment | Comment |
|-------------|-------|---|-----------|------------------------|
| | | ← | S6F11 | 製程模組收到 wafer 或送出 wafer |
| 上層主機回覆訊息已收到 | S6F12 | → | | |

3.3.7. 設備終端機服務的劇本

上層主機與設備使用者如果要傳遞文字訊息可以用設備終端機服務 (Equipment Terminal Service) 的劇本，這個劇本提供了雙向的文字訊息傳遞，藉由終端機服務的劇本可以讓雙方即時交換資訊。

上層主機傳送文字訊息給設備時使用訊息 S10F3，當文字訊息被顯示在機台畫面時候會產生事件，設備會用訊息 S6F11 來傳送事件報告，上層主機藉由這個事件報告得知文字訊息已被設備使用者接收。表格 3-28 為上層主機送出文字訊息給設備的劇本。

表格 3-28 Host Sends Information to Equipment

| Comment | Host | | Equipment | Comment |
|---------------|-------|---|-----------|--------------|
| 上層主機送出文字訊息給設備 | S10F3 | → | | |
| | | ← | S10F4 | 設備收到文字訊息 |
| | | ← | S6F11 | 文字內容已在設備端被顯示 |
| 上層主機回覆訊息已收到 | S6F12 | → | | |

設備使用者傳送文字訊息給上層主機時使用訊息 S10F1，上層主機接收訊息後會回覆訊息 S10F2 給設備使用者。表格 3-29 為設備送出文字訊息給上層主機的劇本。

表格 3-29 Operator Sends TEXT Information to Host

| Comment | Host | | Equipment | Comment |
|-------------|-------|---|-----------|-------------|
| | | ← | S10F1 | 設備使用者送出文字訊息 |
| 上層主機回覆訊息已收到 | S10F2 | → | | |

3.3.8. 訊息格式錯誤回報的劇本

本章節提供訊息格式錯誤報的劇本，當上層主機與設備之間訊息傳遞時發生訊息格式的問題時，設備必須上傳一個 S9 系列的訊息格式錯誤報告(Error message)給上層主機，讓上層主機知道通訊發生異常。關於訊息格式規定請參考 SEMI E37 HSMS 有詳細說明。

每個設備都有一個編號 (Device Id)，當上層主機傳送訊息給設備時為避免傳送錯誤，所以上層主機必須在 HSMS 訊息格式的第 2 個 byte 位置寫入設備編號，待設備接收訊息後可以藉由這 byte 的資料來判斷這個訊息是否有傳送錯誤。表格 3-30 為設備發現錯誤的 device 的劇本，劇本裏的符號” SxFy” 泛指所有的訊息編號。

表格 3-30 Message Fault due to Unrecognized Device ID

| Comment | Host | | Equipment | Comment |
|----------|------|---|-----------|----------------|
| 上層主機傳送訊息 | SxFy | → | | |
| | | ← | S9F1 | Device Id 未被認可 |

當上層主機下傳的訊息裏的 Stream(符號 Sx)有格式錯誤時，設備會利用訊息 S9F3 來告知上層主機錯誤的原因，在 HSMS 的訊息格式第 3 個 byte 位置的前 7 個 bit(數值 0 到 127)為 Sx 的編號。表格 3-31 為設備發現 Sx 錯誤的劇本。

表格 3-31 Message Fault due to Unrecognized Stream Type

| Comment | Host | | Equipment | Comment |
|----------|------|---|-----------|------------------|
| 上層主機傳送訊息 | SxFy | → | | |
| | | ← | S9F3 | Stream Type 未被認可 |

當上層主機下傳的訊息裏的 Function (符號 Fx)有格式錯誤時，設備會利用訊息 S9F5 來告知上層主機錯誤的原因，在 HSMS 的訊息格式第 4 個 byte 位置為 Fx 的編號。表格 3-32 為設備發現 Fx 錯誤的劇本。

表格 3-32 Message Fault due to Unrecognized Function Type

| Comment | Host | | Equipment | Comment |
|----------|------|---|-----------|--------------------|
| 上層主機傳送訊息 | SxFy | → | | |
| | | ← | S9F5 | Function Type 未被認可 |

當上層主機下傳的訊息格式錯誤時，設備會利用訊息 S9F7 來告知上層主機錯誤的原因，在 HSMS 的訊息格式從第 11 個 byte 以後的位置為訊息格式。表格 3-33 為設備發現訊息格式錯誤的劇本。

表格 3-33 Message Fault due to Unrecognized Data Format

| Comment | Host | | Equipment | Comment |
|----------|------|---|-----------|-----------|
| 上層主機傳送訊息 | SxFy | → | | |
| | | ← | S9F7 | 未被認可的資料格式 |

大多的訊息(SxFy)都為單數送出偶數接收，如果設備上傳訊息給上層主機而上層主機超過 T3 秒未回覆訊息給設備時，這時候設備會利用訊息 S9F9 來告知上層主機等待回覆時間超過 T3 的異常發生。表格 3-34 為設備等待回覆訊息過久的劇本。劇本裏的 T3 為時間代碼，一般設定值為 30 到 60 秒。

表格 3-34 Message Fault due to Transaction Timer Timeout

| Comment | Host | | Equipment | Comment |
|----------|------|---|-----------|------------|
| 上層主機傳送訊息 | SxFy | → | | |
| | | ← | S9F9 | T3 timeout |

3.3.9. 時間管理的劇本

上層主機與設備之間的時間必須一致，如果兩者的時間有落差時會造成製程分析與設備履歷管理困難所以兩者的系統時間必須同步，本章節規劃時間管理的劇本用於時間管理。

設備為了要和上層主機時間同步，設備會送出訊息 S2F17 給上層主機，上層主機會回覆目前時間用訊息 S2F18 給設備。表格 3-35 為設備向上層主機要時間的劇本。

表格 3-35 Equipment Requests TIME

| Comment | Host | | Equipment | Comment |
|---------|-------|---|-----------|--------------|
| | | ← | S2F17 | 要求上層主機下傳正確時間 |
| 下傳正確時間 | S2F18 | → | | |

當上層主機要求設備調整時間時，上層主機會將時間用訊息 S2F31 來下傳給設備，待設備設更新系統時間後，設備會回覆訊息 S2F32 給上層主機。表格 3-36 為上層主機要求設備更新系統時間的劇本。

表格 3-36 Host Requests Equipment to Set Time

| Comment | Host | | Equipment | Comment |
|----------|-------|---|-----------|-----------------------------|
| 上層主機下傳時間 | S2F31 | → | | 格式如下： 14:49:58.55(時分秒毫秒) |
| | | ← | S2F32 | 回覆收到，並重新設定時間 |

當上層主機想要知道設備目前的系統時間時，上層主機會將時間用訊息 S2F17 來下傳給設備，設備會將系統時間用訊息 S2F18 給回覆給上層主機。表格 3-37 為上層主機要求設備上傳系統時間的劇本。

表格 3-37 Host Requests Equipment's Time Value

| Comment | Host | | Equipment | Comment |
|------------|-------|---|-----------|---------|
| 上層主機要求設備時間 | S2F17 | → | | |
| | | ← | S2F18 | 送出設備時間 |

3.3.10. 控制狀態圖遷移的劇本

遠端控制的功能受限於控制狀態圖，本章節說明如何使用劇本訊息來改變控制狀態圖的位置，而設備與上層主機之間的控制狀態遷移，上層主機可訊息劇本來改變設備的控制狀態也可以由設備使用者來手動操作的改變控制狀態。



當設備想要改變控制狀態位置從『OFF-LINE』遷移到到『ON-LINE』時，這時設備會詢問上層主機是否同意改變控制狀態位置用訊息 S1F1，待上層主機回覆訊息 S1F2 後設備會去改變控制狀態。當控制狀態被改變時會產生一個事件報告，這個事件報告會用訊息 S6F11 上傳給上層主機。表格 3-38 為上層主機接受設備『ON-LINE』要求的劇本。

表格 3-38 Host Accepts ON-LINE Request from Equipment

| Comment | Host | | Equipment | Comment |
|----------|-------|---|-----------|---------------|
| | | ← | S1F1 | 設備要求改變控制狀態 |
| 上層主機回覆訊息 | S1F2 | → | | |
| | | ← | S6F11 | 控制狀態改變後送出事件報告 |
| 上層主機回覆訊息 | S6F12 | → | | |

當設備想要改變控制狀態位置從『OFF-LINE』變成『ON-LINE』時，這時設備會詢問上層主機是否同意改變控制狀態位置用訊息 S1F1，如果上層主機拒絕控制狀態被改變時會用訊息 S1F0 來告知設備。表格 3-39 為上層主機拒絕設備『ON-LINE』要求的劇本。

表格 3-39 Host Refuses ON-LINE Request

| Comment | Host | | Equipment | Comment |
|----------|------|---|-----------|------------|
| | | ← | S1F1 | 設備要求改變控制狀態 |
| 上層主機回覆訊息 | S1F2 | → | | |

當設備使用者用設備軟體操作設備畫面來改變控制狀態位置時會產生一個事件報告，這個事件報告會用訊息 S6F11 上傳給上層主機。表格 3-40 為手動改變控制狀態位置到『OFF-LINE』的劇本。

表格 3-40 Operator Attempts to Enter OFF-LINE

| Comment | Host | | Equipment | Comment |
|----------|-------|---|-----------|-------------------|
| | | ← | S6F11 | 手動操作狀態遷移到OFF-LINE |
| 上層主機回覆訊息 | S6F12 | → | | |

當設備使用者想要改變控制狀態位置變成『ON-LINE REMOTE』時會產生一個事件報告，這個事件報告會用訊息 S6F11 上傳給上層主機。表格 3-41 為手動改變控制狀態位置到『ON-LINE REMOTE』的劇本。

表格 3-41 Operator Attempts to Enter REMOTE

| Comment | Host | | Equipment | Comment |
|----------|-------|---|-----------|-----------------|
| | | ← | S6F11 | 手動操作狀態遷移到REMOTE |
| 上層主機回覆訊息 | S6F12 | → | | |

當設備使用者想要改變控制狀態位置變成『ON-LINE LOCAL』時會產生一個事件報告，這個事件報告會用訊息 S6F11 上傳給上層主機。表格 3-42 為手動改變控制狀態位置到『ON-LINE LOCAL』的劇本。

表格 3-42 Operator Attempts to Enter LOCAL

| Comment | Host | | Equipment | Comment |
|----------|-------|---|-----------|----------------|
| | | ← | S6F11 | 手動操作狀態遷移到LOCAL |
| 上層主機回覆訊息 | S6F12 | → | | |

當上層主機想要改變控制狀態位置從『ON-LINE』遷移到到『OFF-LINE』時，這時上層主機會要求設備改變控制狀態位置用訊息 S1F15，設備會回覆訊息 S1F16 給上層主幾，待設備改變控制狀態以後時會產生一個事件報告，這個事件報告會用訊息 S6F11 上傳給上層主機。表格 3-43 為上層主機要求控制狀態變成『OFF-LINE』的劇本。

表格 3-43 Host Requests to Enter OFFLINE

| Comment | Host | | Equipment | Comment |
|-----------------------|-------|---|-----------|-------------------------|
| 上層主機要求控制狀態切換為OFF-LINE | S1F15 | → | | |
| | | ← | S1F16 | ON-LINE狀態切換成OFF-LINE狀態， |
| | | ← | S6F11 | 控制狀態改變送出事件報告 |
| 上層主機回覆訊息 | S6F12 | → | | |

當上層主機想要改變控制狀態位置從『OFF-LINE』遷移到到『ON-LINE』時，這時上層主機會要求設備改變控制狀態位置用訊息 S1F17，設備會回覆訊息 S1F18 給上層主幾，待設備改變控制狀態以後時會產生一個事件報告，這個事件報告會用訊息 S6F11 上傳給上層主機。表格 3-44 為上層主機要求控制狀態變成『ON-LINE』的劇本。

表格 3-44 Host Attempts Enter ONLINE.

| Comment | Host | | Equipment | Comment |
|-----------------------|-------|---|-----------|--------------------------|
| 上層主機要求控制狀態切換為 ON-LINE | S1F17 | → | | |
| | | ← | S1F18 | 從OFF-LINE狀態切換 ON-LINE 狀態 |
| | | ← | S6F11 | 控制狀態改變送出事件報告 |
| 上層主機回覆訊息已收到 | S6F12 | → | | |

上層主機可以利用訊息 S1F1 來測試彼此之間的連線是否正常，只要上層主機可以完整的接收設備回覆的訊息 S1F2，那麼訊息測試結果就算正常。表格 3-45 為上層主機與設備測試連線的劇本，另外在 SEMI E30 GEM 規範裏這個訊息劇本出現過兩次但功能相同，在章節 3.3.2.5 可以看到說明。

表格 3-45 Host Confirms Equipment Presence

| Comment | Host | | Equipment | Comment |
|------------|------|---|-----------|------------|
| 測試連線狀態是否正常 | S1F1 | → | | |
| | | ← | S1F2 | 設備回覆上層主機訊息 |

3.4. 事件報告收集

當設備進行晶圓製程、wafer 搬運動作、控制狀態改變等工作時會有事件發生，這時候設備必須上傳給上層主機事件報告，上層主機也可以藉由事件報告的發生來做為設備的監控管理或是自動化作業的依據。當事件發生時設備會上傳訊息 S6F11 給上層主機，而事件報告會連結 RPTID 與 SVID 給上層主機，待上層主機確認訊息後會回覆訊息 S6F12 給設備[3]。

3.4.1. 事件報告的清單

每一個事件的發生都會有一個事件報告上傳給上層主機，在這事件報告裏的資料包括 CEID、Event Name 等參數，事件報告送出時需要連結與這事件相關的 RPTID 與 SVID，表格 3-46 為事件報告的清單 (Event List)，表中的欄位 CEID (Collection Events ID) 代表的是事件報告的代碼，欄位 Event Name 是事件報告名稱，欄位 Description 是觸發事件發生的原因。

表格 3-46 Event List

| CEID | Event Name | Description |
|-----------------------------|------------------------------|-------------------------|
| Control-Related Events : | | |
| 100 | Equipment OFF-LINE | 當狀態改變成 OFF-LINE 時 |
| 101 | Control State LOCAL | 當狀態改變成 ON-LINE LOCAL 時 |
| 102 | Control State REMOTE | 當狀態改變成 ON-LINE REMOTE 時 |
| 103 | Operator Chang Control State | 當被手動操畫面時作時 |
| Alarm Management Events : | | |
| 110 | Alarm Detected | 當 Alarm 發生時 |
| 111 | Alarm Cleared | 當故障排除後 Alarm 被消除時 |
| Equipment Constant Events : | | |

| | | |
|-------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| 115 | Operator Equipment Constant Change | 當 ECID 設定被更動時 |
| Process Program Management Events : | | |
| 117 | Process Program Change | 當 Process Program 被變更時 |
| Limits Monitoring : | | |
| 120 | Limits Zone Transition | 當數值超警界範圍時(Limits Monitoring) |
| 121 | Start of trace data collection | 收集指定的製程資料開始 |
| 122 | End of trace data collection | 收集指定的製程資料結束 |
| Terminal Services Events : | | |
| 131 | Message Recognition | 確認受到的訊息 |
| Process-Related Events : | | |
| 140 | Processing Started | 當 PMC1 製程開始執行時 |
| 141 | Processing Completed | 當 PMC1 製程結束時 |
| 142 | Process Stopped | 當 PMC1 製程停止時 |
| 143 | Process Abort | 當 PMC1 製程被強制中止時 |
| 150 | Processing Started | 當 PMC2 製程開始執行時 |
| 151 | Processing Completed | 當 PMC2 製程結束時 |
| 152 | Process Stopped | 當 PMC2 製程停止時 |
| 153 | Process Abort | 當 PMC2 製程被強制中止時 |
| 160 | Processing Started | 當 PMC3 製程開始執行時 |
| 161 | Processing Completed | 當 PMC3 製程結束時 |
| 162 | Process Stopped | 當 PMC3 製程停止時 |
| 163 | Process Abort | 當 PMC3 製程被強制中止時 |
| 170 | Processing Started | 當 PMC4 製程開始執行時 |
| 171 | Processing Completed | 當 PMC4 製程結束時 |

| | | |
|----------------------------|--------------------|-----------------|
| 172 | Process Stopped | 當 PMC4 製程停止時 |
| 173 | Process Abort | 當 PMC4 製程被強制中止時 |
| Material Movement Events : | | |
| 180 | TMC TRJob Start | TMC 模組傳輸工做作做開始 |
| 181 | TMC TRJob Complete | TMC 模組傳輸工做作做結束 |

3.4.2. 事件報告的初始設定

當設備上傳事件報告時必須連結 RPTID，而 RPTID 必須連結 VID 的資料。以表格 3-47 為例說明例，欄位 Events Format 是用 SML 語法來表示訊息格式，VID 是變數代碼，Format 是變數資料格式，Variable Item 是變數的分類，符號『』部分為 SML 語法說明。在表格 3-47、表格 3-48、表格 3-49、表格 3-50、表格 3-51 說明資料連結的預設值。當設備開機時軟體就已經預設這些資料的連結。如果想要變更資料的連結，可以用手動的方式設定或由藉由訊息劇本來修改。

表格 3-47 Alarm Event Group 的資料連結預設值

CEID:110 Alarm Detected 『CEID 編號為 110，Event Name 為 Alarm Detected』

CEID:111 Alarm Cleared 『CEID 編號為 111，Event Name 為 Alarm Cleared』

| Events Format (採用 SML 語法) | VID | Format | Variable Item |
|---|-----|--------|---------------|
| L, 3 『1 個 List 下掛了 3 個 List』 | | 20 | |
| 1. <DATAID> 『第 1 個 List 是 DATA ID』 | | 20 | |
| 2. <CEID> 『第 2 個 List 是 CEID』 | | | |
| 3. L, 1 『第 3 個 List 下又掛了 1 個 List』 | | | |
| 1. L, 2 『雖然只有 1 個 List 但又掛了 2 個 List』 | | | |
| 1. <RPTID> 『第 1 個 List 是 RPTID』 | 1 | 20 | |
| 2. L, 2 『第 2 個 List 又掛了 2 個 List』 | | | |
| 1. <CLOCK> 『第 1 個 List 是 CLOCK』 | 101 | 20 | SV |
| 2. <EventName> 『第 2 個 List 是 EventName』 | 311 | 20 | DV |

表格 3-48 Control-Related Events 的資料連結預設值

CEID:100 Equipment OFF-LINE

CEID:101 Control State LOCAL

CEID:102 Control State REMOTE

| Events Format | VID | Format | Variable Item |
|---------------------------|-----|--------|---------------|
| L, 3 | | | |
| 1. <DATAID> | | 20 | |
| 2. <CEID> | | 20 | |
| 3. L, 2 | | | |
| 1. L, 2 | | | |
| 1. <RPTID>=1 | | 20 | |
| 2. L, 2 | | | |
| 1. <CLOCK> | 101 | 20 | SV |
| 2. <EventName> | 311 | 20 | DV |
| 2. L, 2 | | | |
| 1. <RPTID>=2 | | 20 | |
| 2. L, 2 | | | |
| 1. <ControlState> | 102 | 20 | SV |
| 2. <PreviousControlState> | 103 | 20 | SV |

【訊息範例】

```

S6F11
<L[3]
  <A[1] "1">
  <A[3] "100">
  <L[2]
    <L[2]
      <A[7] "RPTID 1">
      <L[2]
        <A[8] "01:26:43">
        <A[13] "Equipment OFF-LINE">
      >
    >
  >
  <L[2]
    <A[7] "RPTID 2">
    <L[2]
      <A[2] "30">
      <A[2] "10">
    >
  >
>
>
.
    
```

表格 3-49 Operator Change Event Group的資料連結預設值

CEID:103 Operator Chang Control State

| Events Format | VID | Format | Variable Item |
|--------------------|-----|--------|---------------|
| L, 3 | | | |
| 1. <DATAID> | | 20 | |
| 2. <CEID> | | 20 | |
| 3. L, 2 | | | |
| 1. L, 2 | | | |
| 1. <RPTID>=1 | | 20 | |
| 2. L, 2 | | | |
| 1. <CLOCK> | 101 | 20 | SV |
| 2. <EventName> | 311 | 20 | DV |
| 2. L, 2 | | | |
| 1. <RPTID>=14 | | 20 | |
| 2. L, 2 | | | |
| 1. <OperatorName> | 121 | 20 | SV |
| 2. <OperatorLevel> | 122 | 20 | SV |

【訊息範例】

```

S6F11
<L[3]
  <A[1] "1">
  <A[3] "103">
  <L[2]
    <L[2]
      <A[7] "RPTID 1">
      <L[2]
        <A[8] "02:55:51">
        <A[0] "Operator Chang Control State">
      >
    >
  <L[2]
    <A[8] "RPTID 14">
    <L[2]
      <A[5] "Barry">
      <A[1] "3">
    >
  >
>
>
>
.
    
```


表格 3-51 Process-Related Events Group 的資料連結預設值

CEID: 140、150、160、170 Process Started

CEID: 141、151、161、171 Processing Completed

CEID: 142、152、162、172 Process Stopped

CEID: 143、153、163、173 Process Abort

| Events Format | VID | Format | Variable Item |
|----------------------|-----|--------|---------------|
| L, 3 | | | |
| 1. <DATAID> | | 20 | |
| 2. <CEID> | | 20 | |
| 3. L, 2 | | | |
| 1. L, 2 | | | |
| 1. <RPTID>=1 | | 20 | |
| 2. L, 2 | | | |
| 1. <CLOCK> | 101 | 20 | SV |
| 2. <EventName> | 311 | 20 | DV |
| 2. L, 2 | | | |
| 1. <RPTID>=8 | | 20 | |
| 2. L, 4 | | | |
| 1. <EventPrJobID> | 307 | 20 | DV |
| 2. <EventPrJobState> | 308 | 20 | DV |
| 3. <EventPrJobTime> | 309 | 20 | DV |
| 4. <PPID> | 310 | 20 | DV |

【訊息範例】

```

S6F11
<L[3]
  <A[1] "1">
  <A[3] "140">
  <L[2]
    <L[2]
      <A[7] "RPTID 1">
      <L[2]
        <A[8] "03:18:01">
        <A[0] "Process Started">
      >
    >
  <L[2]
    <A[8] "RPTID 16">
    <L[4]
      <A[0] "LOT001">
      <A[0] "2">
      <A[0] "03:18:01">
      <A[0] "AMD555">
    >
  >
>
>>

```

3.5. 劇本的資料項目與變數清單說明

在前面幾節我們規劃了訊息劇本做為上層主機與集束型製程設備控制器(CTC)的共同溝通語言，一個被傳送的訊息裏會包括了訊息編碼(Stream Function)、資料項目(Data Item)與變數(Variable)，下面用訊息 S6F11 作為範例說明 [3][7]。

【S6F11 訊息格式範本】

S6F11 說明：訊息編碼(Stream Function)

L, 3

1. <DATAID> 說明：DATAID為資料項目

2. <CEID> 說明：CEID為資料項目

3. L, a

1. L, 2

1. <RPTID1> 說明：RPTID為資料項目

2. L, b

1. <V1> 說明：V1 為變數

b. <Vb> 說明：Vb 為變數



3.5.1. 劇本的資料項目說明

每一個訊息劇本資料項目都不相同，因為任何一個劇本都是為了特定的功能而設計的，不過雖然項目繁雜但是所有的設備控制器都是參照 SEMI E30 GEM 來設計的，表格 3-52 列舉說明資料項目的意義，如表格裏未提到的資料項目請參考 SEMI E30 GEM 有詳細說明。

表格 3-52 Data Items Description

| Data Item | Description | occasion |
|-----------|---------------------------|-------------------------|
| CEID | Collect Event ID(事件報告的代碼) | S6F11 |
| DATAID | Data ID | S6F11、S2F33、S2F35、S2F39 |
| CPNAME | Command Parameter Name | S2F41 |
| ALID | Alarm 的代碼 | S5F1 |

| | | |
|------------------------|--|-----------------------|
| ALCD | 表示 Alarm 的狀態 0 = Not used. 1 = Personal safety. 2 = Equipment safety. 3 = Not safety. | S5F1 |
| PROCESS MODULE NAME | 模組名稱: FEMC/TMC/PMC1/PMC2/PMC3/PMC4 | S6F11、S6F12 |
| ONLACK | ON-LINE Request Acknowledge Code: 0 = ON-LINE acknowledge. 1 = ON-LINE not allowed. 2 = Equipment is already ON-LINE. 64 = Error occurred on equipment software. | S1F18 |
| OFFLACK | OFF-LINE Acknowledge Acknowledge Code: 0 = OFF-LINE acknowledge. 64 = Error occurred on equipment software. | S1F16 |
| ACKC7A | Acknowledgement Character Code : (電腦回覆字元) 0= Accepted. 1= Checked recipe error. | S2F27 |
| ACKC10 | Acknowledge Code, 1 byte. 0 = Accepted. 1 = Message will not be displayed. | S10F2、S10F4、 S10F6 |
| ERRW7 | 設備檢查上層主機下傳的 RECIPE 時,若有錯誤則用 40Byte 的文字內容描述錯誤訊息。 | S2F27 |
| TACK | Time Acknowledge Code, 1 byte. Format 10 0 = OK. 1 = Error, not done. 64 = Error occurred on equipment software. | S2F32 |
| MDLN | 設備名稱:CTC | S1F13、S1F2 |
| SOFTREV | 1.0.0 (CTC+SECSii+GEM) | S1F13、S1F2 |
| PPGNT | Process Program load request acknowledge code, 0 = OK. 1 = Already have. 2 = Invalid PPID. 64 = Error occurred on equipment software. | S7F2 |

3.5.2. Status Variable List

狀態變數(Status Variables，簡稱SV)，連續不間斷的製程變數稱之為狀態變數，表格 3-53 為集束型製程設備的狀態變數清單，表格內 SVID 為變數代碼、SVNAME 為狀態變數名稱、Format 為資料型別，另外在 Description 欄位說明狀態變數的意義。

表格 3-53 Status Variables ID(SVID)

| SVID | SVNAME | Format | Description |
|------|------------------------|--------|---|
| 101 | Clock | 20 | 05:05:01 ”，(5 點 5 分 1 秒) |
| 102 | Control State | 20 | 目前的控制狀態： 10=OFF-LINE/EQUIPMENT OFF-LINE 20=OFF-LINE/ATTEMPT ON-LINE 30=OFF-LINE/HOST OFF-LINE 40=ON-LINE/LOCAL 50=ON-LINE/REMOTE |
| 103 | PreviousControlState | 20 | 上一次的控制狀態 10=OFF-LINE/EQUIPMENT OFF-LINE 20=OFF-LINE/ATTEMPT ON-LINE 30=OFF-LINE/HOST OFF-LINE 40=ON-LINE/LOCAL 50=ON-LINE/REMOTE |
| 104 | EventsEnabled | 20 | 可上傳給 Host 的 CEID 清單 |
| 105 | PPExecName | 20 | 目前製程中的 PPID 名稱 EX. test |
| 106 | EquipmentState | 20 | 目前設備的狀態。(指整個設備) 0=Undefined 1=IN ACTIVE 2=INITIALIZING 3=IDLE 4=READY 5=EXECUTING |
| 107 | PreviousEquipmentState | 20 | 上一次設備的狀態 編碼方式同 EquipmentState 規則 |
| 108 | ProcessPrJobList | 20 | 提供目前正在執行的 JOB 狀態清單 |

| | | | |
|-----|----------------|----|--|
| 109 | FEMState | 20 | 前端模組的狀態, 0=Undefined 1=LOCATION DISABLE 2=LOCATION EMPTY 3=LOCATION READY 4=LOCATION PROCESSING |
| 110 | TMState | 20 | 傳輸模組的狀態, 編碼方式同 SV 的 FEMCState 規則 |
| 111 | PM1State | 20 | 製程模組的狀態, 編碼方式同 SV 的 FEMCState 規則 |
| 112 | PM2State | 20 | 製程模組的狀態, 編碼方式同 SV 的 FEMCState 規則 |
| 113 | PM3State | 20 | 製程模組的狀態, 編碼方式同 SV 的 FEMCState 規則 |
| 114 | PM4State | 20 | 製程模組的狀態, 編碼方式同 SV 的 FEMCState 規則 |
| 115 | FEMAirSpeed | 20 | FEM 風速計讀值 |
| 116 | TMCAirSpeed | 20 | FEM 風速計讀值 |
| 117 | PM1ProcessTemp | 20 | EX:350 (溫度是 350°C) |
| 118 | PM2ProcessTemp | 20 | EX:350 (溫度是 350°C) |
| 119 | PM3ProcessTemp | 20 | EX:350 (溫度是 350°C) |
| 120 | PM4ProcessTemp | 20 | EX:350 (溫度是 350°C) |
| 121 | OperatorName | 20 | 目前使用設備的操作員姓名 |
| 122 | OperatorLevel | 20 | 目前使用設備的操作員等級 0=作業員 1=製程工程師 2=設備工程師 3=原廠技師 |

3.5.3. Equipment Constants List

設備常數 (Equipment Constants, 簡稱 EC), 設備出廠時既有的設定值稱之為設備常數, 如果設備硬體或軟體版本不被修改的情形下設備常數的值是不應該被改變。表格 3-54 為集束型製程設備的設備常數清單, 表格內 ECID 為設備常數代碼、ECNAME 為設備常數名稱、Format 為資料型別, 另外在 Description 欄位說明設備常數的意義。

表格 3-54 Equipment Constants ID (ECID)

| ECID | ECNAME | Format | Description |
|------|----------------------------|--------|--|
| 201 | SoftVersion | 20 | CTC01.001 (CTC 版本+SECS 版本) |
| 202 | EquipmentConfigurationList | 20 | 提供設備的硬體架構資料 EX:FEMC TMC PMC1 PMC2 PMC3 PMC4 |
| 203 | TimeFormat | 20 | " 17:05" 30:30" ("時:分:秒:毫 秒") |

3.5.4. Data Variable List

事件變數(Data Variables, 簡稱 DV), 因事件而產生變數稱之為事件變數, 表格 3-55 為集束型製程設備的事件變數清單, 表格內 DVID 為事件變數代碼、DVNAME 為事件變數名稱、Format 為資料型別, 另外在 Description 欄位說明事件變數的意義。

表格 3-55 Data Variable ID (DVID)

| DVID | DVNAME | Format | Description |
|------|--------------|--------|---|
| 301 | AlarmID | 20 | Alarm 的代碼 |
| 302 | PPChangeName | 20 | 當 Process Program(PPID)被修改時, 會產生一個事件報告, 這個事件報告必須下掛 PPChangeName 的名稱 |

| | | | |
|-----|-----------------|----|--|
| 303 | PPChangeStatus | 20 | Process Program(PPID)被改變的狀態 1 = Created 2 = Edited 3 = Deleted 4 = Name changed |
| 304 | PPRenamedName | 20 | Process Program 的新名稱 |
| 305 | EventLimit | 20 | L, n 1. <LIMITID1> : n. <LIMITIDn> |
| 306 | LimitVariable | 20 | SVID that triggered zone transition by limit monitoring function. |
| 307 | EventPrJobID | 20 | 執行製程配方工作時的任務名稱 Job ID(Lot ID). |
| 308 | EventPrJobState | 20 | 執行製程配方工作時的任務狀態 0=PROCESS JOB CREATED 1=PROCESS JOB SETUP 2=PROCESS JOB PROCESSING 3=PROCESS JOB STOPPING 4=PROCESS JOB ABORTING |
| 309 | EventPrJobTime | 20 | 同 SVID:CLOCK. |
| 310 | PPID | 20 | 製程配方的名稱 Process Program ID. 長度限制 20 Byet |
| 311 | EventName | 20 | 事件報告名稱 |

第4章 軟體架構設計

本章將用 Design Patterns 與 UML 來設計集束型製程設備與上層主機通訊介面軟體，Design Patterns 讓應用程式更容易重複利用、並有擴充功能。UML 讓程式的架構系統化[5][11][12]。

4.1. Design Patterns 介紹與應用

一個容易維護的系統，就是類別的可再利用性高，物件導向軟體必須設計出合適的類別，並適當的定義類別的介面與繼承階層。同時，也必須考慮彼此間的關聯性，若程式架構要規劃的完整，則容易維護的系統與可再利用性高的類別將是追求的目標。利用 Design Pattern 使我們以另一個全新的觀點來重新評估我們平常所寫的程式，讓應用程式更容易重複利用、擴充功能[5][12]。



4.1.1. Bridge Pattern

Bridge pattern(橋樑樣式)的用意是”將抽象化(Abstraction)與實作化(Implementation)分開使兩個類別可以獨立變化”。在功能類別與實作類別之間建構溝通橋樑，這個橋樑我們稱做 Bridge Pattern。

圖 4-1 有四個類別，功能層包括了 Print function 類別與 New Print function 類別，實做層包括了 Printer Interface 類別與 Printer driver 類別。

■ 功能的類別階層：

功能的類別只有建立功能的架構不做功能的實作，如果想要擴充程式的功能則新增的功能放在子類別。

■ 實作的類別階層：

程式撰寫在實作類別實踐，實作的類別功能並隱藏抽象類別後面實作的細節。

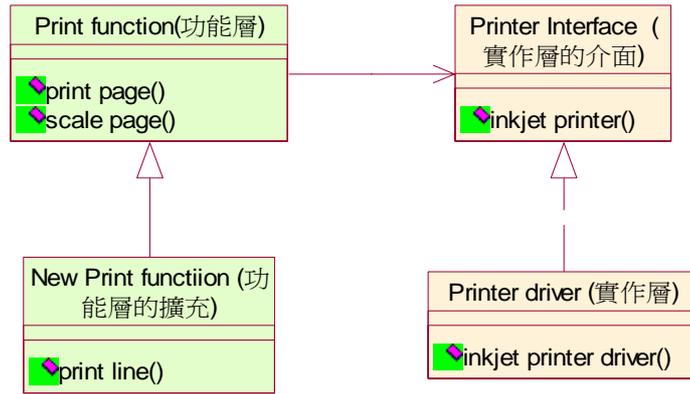


圖 4-1 Bridge pattern

4.1.2. Adapter Pattern

物件的 Adapter Pattern(配接樣式)是把需要被配接的來源類別的 API 轉換成目標類別的 API。物件的 Adapter 樣式是在配接器建立來源類別的物件來達成轉換的功能。

以圖 4-2 為說明 Adapter Pattern 用途，當軟體使用到噴墨印表機驅動程式時雷射印表機還未發明，所以程式設計時只需要外掛噴墨印表機驅動程式。後來發明雷射印表機後，軟體使用雷射印機驅動程式時只需要修改”配接器”的部分，用建立物件的方式將程式配接到雷射印機驅動程式，並就不需要大幅修改軟體，利用 Adapter Pattern 程式架構使一個配接器可以應付多個來源類別也使的問題得以簡化。

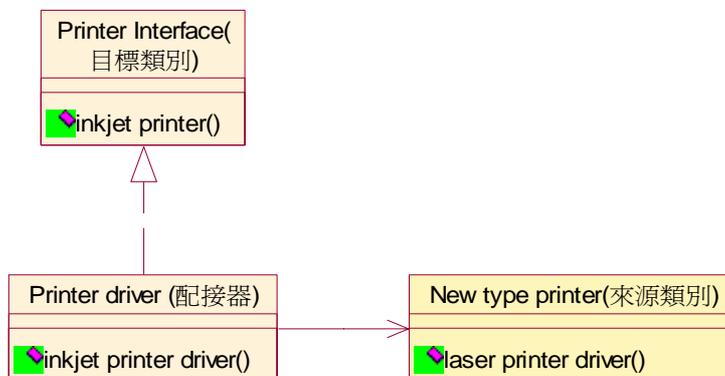


圖 4-2 Adapter Pattern

4.2. 軟體架構

集束型製程設備集束型製程設備與上層主機通訊介面軟體設計，依照 SEMI E30 GEM 的規範來設計軟體，讓上層主機可以藉由 GEM 的訊息與設備端溝通。在這次的計畫裏我們增加 GEM 的訊息在通訊模組中，這些新增的訊息就是做為上層主機與設備溝通的介面[11]。

4.2.1. Use case 圖

圖 4-3 是軟體的 Use case 圖，上層主機(HOST)的訊息經由下傳到 CTC 時由 CTC 內的 GEM Server 來接收訊息，GEM Server 是 CTC 對外通訊的窗口，上層主機可以經由這個窗口對設備進行建立連線、製程配方管理、資料收集、遠端控制等工作，但是 CTC 也會主動藉由 GEM Server 來上傳事件報告、警報報告、材料搬運等訊息。Control state Screen 與 Communication State Screen 是為了讓設備操作者了解目前設備與上層主機之間的通訊狀態及訊息傳遞紀錄。

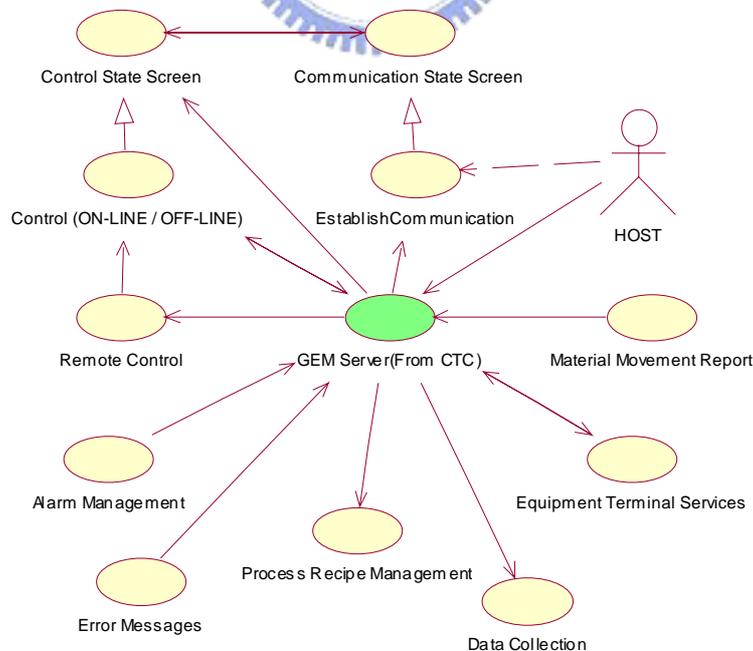


圖 4-3 集束型製程設備與上層主機通訊介面軟體的 Use case 圖

4.2.2. 程式類別整體架構說明

Message Router 類別是一個執行緒，這個執行緒不斷的擷取上層主機下傳的訊息，Message Router 收到的訊息後依照劇本定義將訊息分派到不同的功能類別。由功能類別對實做類別建立物件後完成通訊工作。GEM 的劇本定義請參考 3.3 一節有詳細的說明。

圖 4-4 為集束型製程設備與上層主機通訊介面軟體的類別圖，類別圖表示了軟體的程式架構，利用 Design Pattern 的觀念設計程式。我們以製程配方管理劇本為例說明程式架構。假設上層主機要刪除一筆製程配方時，上層主機會送出 S7F17 訊息給設備，當 Message Router 類別收到上層主機的訊息後會對 Recipe Management 功能類別建立物件 ” theRecipeManagement” 並分派 S7F17 訊息，這時候設備會刪除製程配方且回傳 S7F18 訊息給上層主機。但由於製程配方被刪除所是一個重的事件，所以設備必須再送出事件報告 S6F11 訊息給上層主機，讓上層主機知道製程配方被刪除，待上層主機收到 S6F11 訊息後會回傳 S6F12 給設備才算完整的劇本。

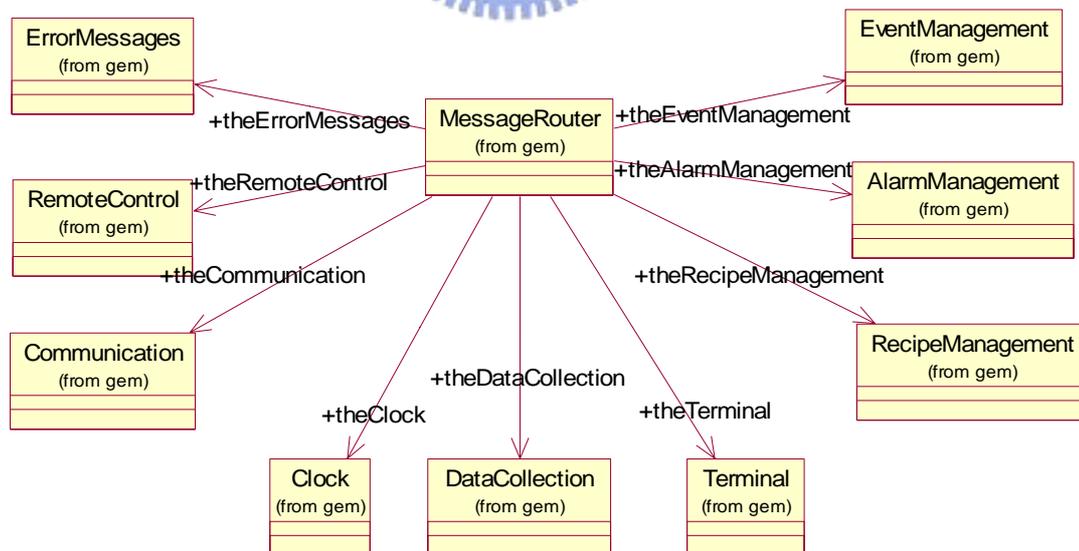


圖 4-4 集束型製程設備與上層主機通訊介面軟體類別圖

4.3. 程式類別說明

集束型製程設備與上層主機通訊介面軟體設計，程式類別可分為功能類別與實作類別，功能類別的應用必須依照 GEM 的劇本來傳送訊息，實做類別是實踐功能類別的工作。假設軟體日後要轉用在其它半導體設備控制器裏，這時候只需要替修改實作類別的程式碼，功能類別是程式的框架可以套用不需修改，換言之功能類別汽車的儀表，實作類別是汽車的電路。

本章節將列舉說明 3 個實作類別意義與方法，功能類別的說明在第 3 章束型製程設備與上層主機通訊介面規劃有詳細說明請參考之[11][12]。

4.3.1. Message Router 類別

圖 4-5 Message Router 類別，當訊息自上層主機傳下時 Message Router 類別將訊息判斷後再分派到給功能類別，由功能類別來執行上層主機命令。以 S1F17 訊息例，上層主機傳送 S1F17 訊息到設備，這時候 Message Router 會從通訊模組的 Message 類別裏擷取上層主機的訊息，經過了 dispatch() 方法將訊息判斷後再分派到 Communication 類別，當 Communication 類別執行完上層機命令後回傳 S1F18 給上層主機。

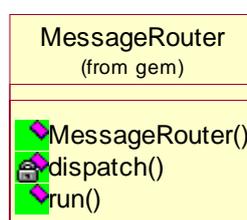


圖 4-5 Message Router 類別圖

表格 4-1 說明 Message Router 類別的方法的功用說明

表格 4-1 Message Router 類別的方法說明

| 名稱 | 說明 |
|----------------|------------------------|
| Message Router | Message Router 類別的建構函式 |
| dispatch | 判斷訊息種類並分派訊息給功能類別 |
| run | 執行緒，負責接收上層主機的訊息 |

4.3.2. Communication 類別

圖 4-6 為 Communication 類別圖，類別功能包括了連線狀態劇本與控制狀態劇本，程式的架構是 Design patterns 裏的 Bridge pattern(橋樑樣式)。

Communication 類別為功能類別，Communication_interface 類別為實作類別的介面，而程式碼的實作是在 Communication_Impl 類別。

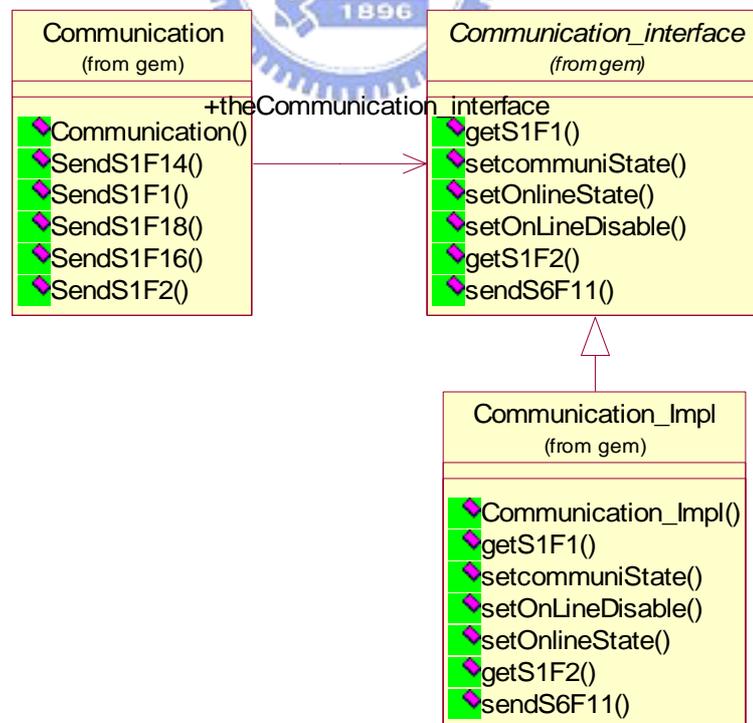


圖 4-6 Communication 類別圖

表格 4-2 說明 Communication_Impl 類別的方法功用，類別是負責上層主機與設備之間的控制狀態圖的遷移和連線狀態圖的遷移管理。劇本說明在 3.2 狀態關係圖一節有詳細說明請參考之。

表格 4-2 Communication_Impl 類別的方法說明

| 名稱 | 說明 |
|--------------------|--|
| Communication_Impl | 類別的建構函式 |
| getS1F1 | 取得 S1F1 訊息物件 |
| setcommuniState | 設定連線狀態，並回傳 S1F14 訊息物件 |
| setOnLineDisable | 設定控制狀態為 Disable，並回傳 S1F16 訊息物件 |
| setOnlineState | 設定控制狀態為 Online，並回傳 S1F18 訊息物件 |
| getS1F2 | 取得 S1F2 訊息物件 |
| sendS6F11 | 利用 Adapter Pattern 的方式，對 EventManagement 類別建立物件，送出事件報告 |

4.3.3. Recipe 類別

圖 4-7 為 RecipeManagement 類別圖，類別功能包括了程配方管理劇本，程式的架構是 Design patterns 裏的 Bridge pattern(橋樑樣式)，RecipeManagement 類別為功能類別，RecipeInterface 類別為實作類別的介面，而程式碼的實作是在 Recipe_Impl 類別。

集束型製程設備控制器的製程配方的管理使用 MYSQL 資料庫，資料庫的存取是由 Recipe_Impl 類別來負責，如果日後資料庫系統替換只需要修改 Recipe_Impl 類別即可。

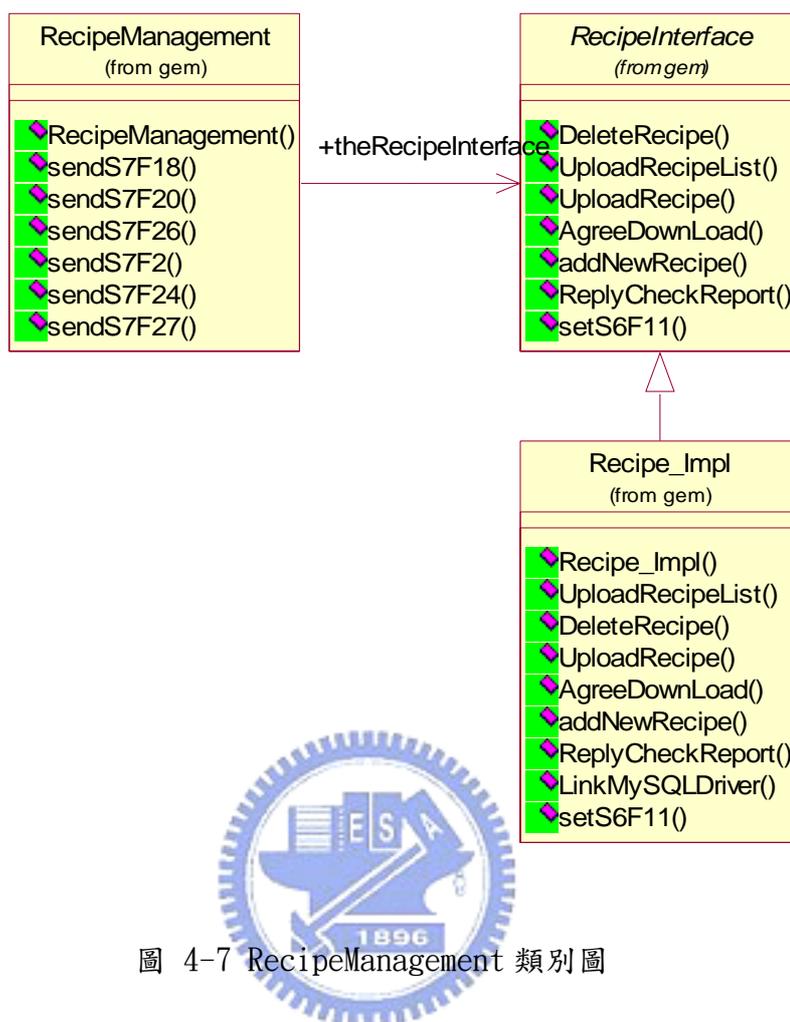


圖 4-7 RecipeManagement 類別圖

表格 4-3 說明 Recipe_Impl 類別的方法功用，類別是負責製程配方管理劇本的應用，上層主機可以對設備上的製程配方進行上傳、下載、刪除等管理工作，製程配方管理劇本說明在 3.3.5 一節有詳細說明請參考之。

表格 4-3 Recipe_Impl 類別的方法說明

| 名稱 | 說明 |
|------------------|------------|
| Recipe_Impl | 類別的建構函式 |
| UploadRecipeList | 上傳製程配方的清單 |
| DeleteRecipe | 從資料庫刪除製程配方 |
| UploadRecipe | 上傳製程配方 |

| | |
|------------------|------------------|
| AgreeDownload | 同意上層主機下傳製程配方到資料庫 |
| addNewRecipe | 增加新的製程配方到資料庫 |
| ReplyCheckReport | 上傳製程配方的檢查結果 |
| LinkMySQLDriver | 程式連結資料庫 |
| setS6F11 | 送出事件報告 |

4.3.4. Data Collection 類別

圖 4-8 為 DataCollection 類別圖，類別功能為追蹤資料收集劇本，程式的架構是 Design patterns 裏的 Bridge pattern(橋樑樣式)。DataCollection 類別為功能類別，DataCollection_Interface 類別為實作類別的介面，而程式碼的實作是在 DataCollection_Impl 類別。

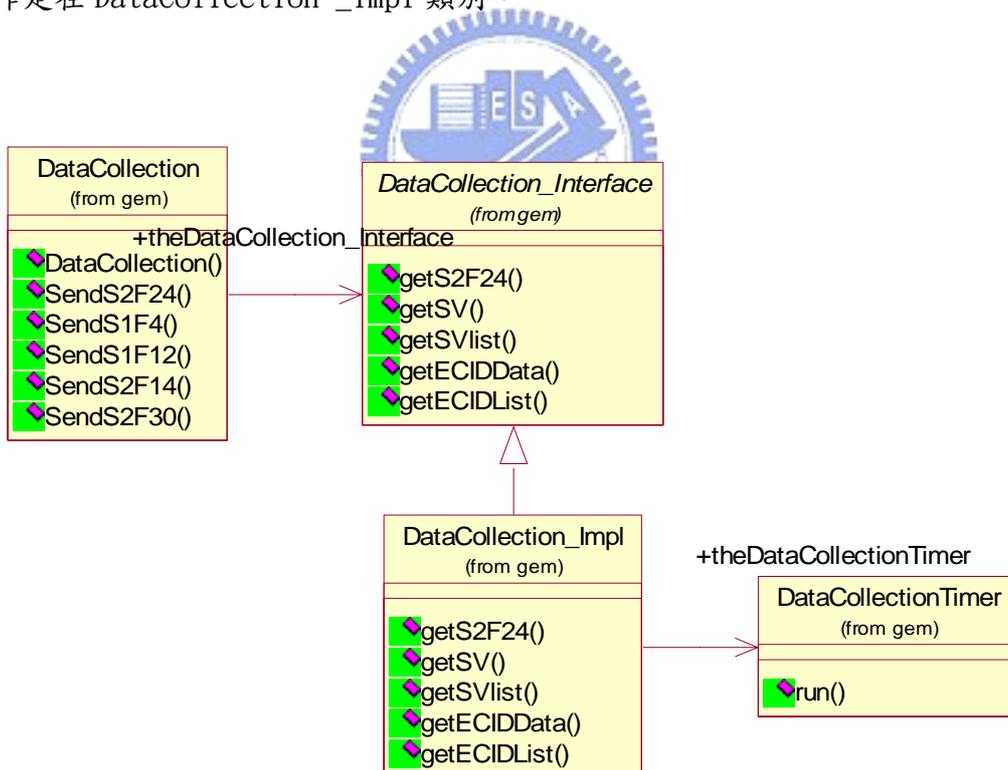


圖 4-8 DataCollection 類別圖

表格 4-4 說明 DataCollection _Impl 類別的方法功用，當上層主機利用追蹤資料收集劇本向設備要溫度、壓力、等製程資料。劇本說明在 3.3.2 資料收集一節有詳細說明請參考之。

表格 4-4 DataCollection 類別

| 名稱 | 說明 |
|-------------|--------------------------|
| getS2F24 | 建立新追蹤資料收集(Trace Report) |
| getSV | 取得狀態變數目前資料內容 |
| getSVlist | 取得狀態變數名稱清單 |
| getECIDData | 取得設備常數目前資料內容 |
| getECIDList | 取得設備常數名稱清單 |
| run | 執行緒，追蹤資料收集(Trace Report) |



第5章 軟體的應用說明

本章將說明軟體畫面操作與軟體的擴充性，軟體畫面操作一章節主要是讓使用者可以掌握集束型製程設備控制器與上層主機之間的通訊狀態，軟體的擴充性一章節，說明如何修改軟體使軟體可以很容易的應用其它半導體設備的控制器裏。

5.1. 軟體畫面操作

集束型製程設備與上層主機通訊介面軟體包括 SECS II 通訊模組、GEM 通訊模組、Control State 操作畫面、Communication 操作畫面、On Line Log 操作畫面、SVID Link 操作畫面、Terminal 操作畫面，本章節將說明畫面操作方法。

5.1.1. 連線狀態操作說明

圖 5-1 連線狀態操作畫面用於顯示上層主機與設備之間的連線狀態，當上 HSMS 連線完成以後，狀態圖會停留在 WAIT CR FROM HOST 狀態，待設備收到層主機送出 S1F13 訊息後狀態圖會遷移到 COMMUNICATION 狀態。訊息劇本在第 3 章集束型製程設備與上層主機通訊介面規劃中有詳細說明請參考之。

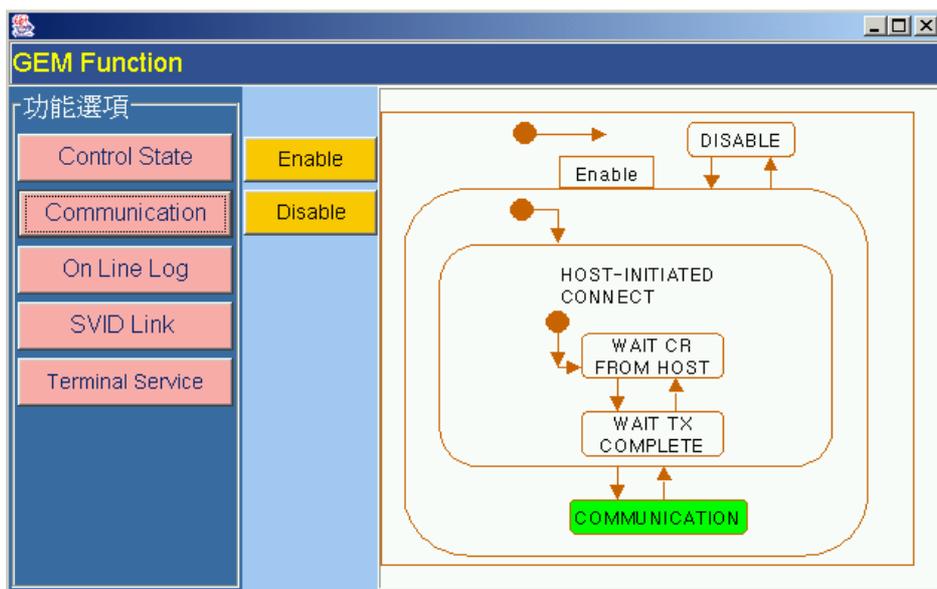


圖 5-1 連線狀態操作畫面

表格 5-1 連線狀態軟體畫面按鍵說明

| 按鍵名稱 | 操作說明 |
|---------|-----------------------------|
| Enable | 進入等待連線的狀態，等待上層主機下傳 S1F13 訊息 |
| Disable | 跳出等待連線的狀態，中斷上層主機和設備之間的通訊 |

5.1.2. 控制狀態操作說明

圖 5-2 控制狀態操作畫面用於顯示上層主機與設備之間的設備控制權限，視窗是依照 SEMI E30 GEM 所規範而設計，控制狀態圖的遷移由上層主機傳送訊息使狀態圖遷移，或是用手動操作的方式強制改變狀態。

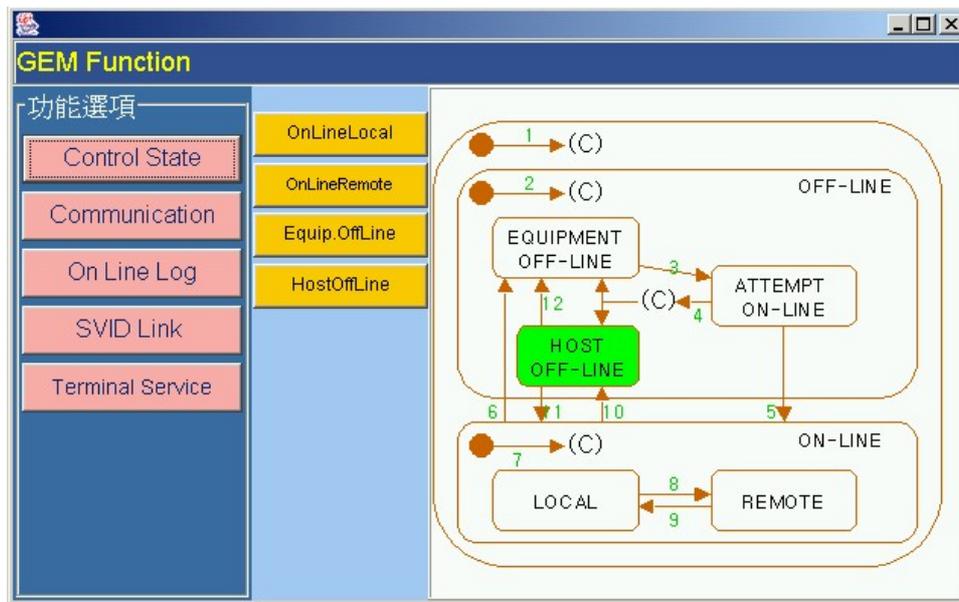


圖 5-2 控制狀態操作畫面

表格 5-2 說明手動操作方法，操作時先按下 Control State 按鍵後會出現手動選項。用手動操作按鍵可以使狀態圖遷移，但是狀態的遷移會讓上層主機無法遠端控制設備量產或是中斷上層主機對設備的控制權。訊息劇本在第 3 章(集束型製程設備與上層主機通訊介面規劃)中有詳細說明請參考之。

表格 5-2 控制狀態軟體畫面按鍵說明

| 按鍵名稱 | 操作說明 |
|---------------|----------------------------|
| OnLineLocal | 進入 ON-LINE LOCAL 的狀態。 |
| OnLineRemote | 進入 ON-LINE REMOTE 的狀態。 |
| Equip.offLine | 進入 EQUIPMENT OFF-LINE 的狀態。 |
| Host.offLine | 進入 HOST OFF-LINE 的狀態。 |

5.1.3. On Line Log 操作說明

圖 5-3 On Line Log 操作畫面用於紀錄上層主機與設備之間訊息傳遞內容，訊息內容的紀錄有助於了解目前通訊的狀況，當有問題時可以經由紀錄找出問題所在。

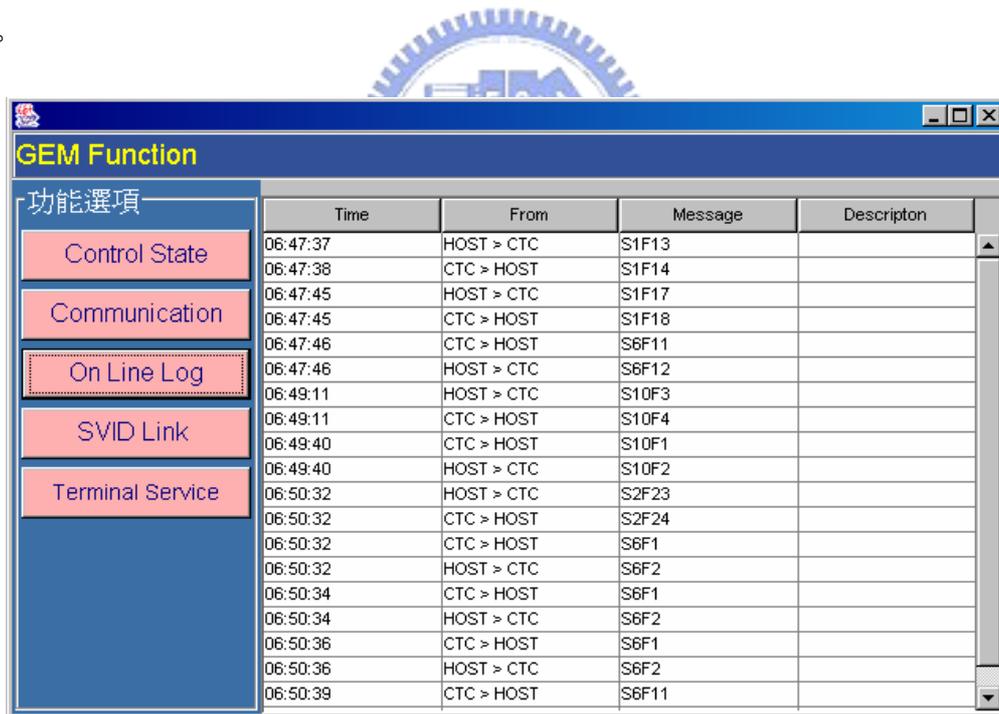


圖 5-3 On Line Log 操作畫面

畫面操作時先選取 On Line Log 按鍵後就可以看到訊息紀錄，只要有訊息出現無論是接收到上層主機訊息或是設備送出訊息，都會即時的被紀錄下來。表格 5-3 說明每個欄位的意義。

表格 5-3 On Line Log 欄位說明

| | |
|------------|--------------------------------------|
| 欄位名稱 | 欄位說明 |
| Time | 送出訊息的時間或接收到訊息的時間 |
| From | 訊息的發送者與接收者，『CTC>HOST』代表 CTC 送訊息給上層主機 |
| Message | 訊息格式 |
| Descripton | 訊息內容 |

5.1.4. SVID Link 操作畫面

當一個事件發生時會產生事件代碼(CEID)，而事件報告上傳上層主機會連結資料群組代碼(RPTID)與變數代碼(Variable ID)。圖 5-4 SVID Link 操作畫面用於 CEID、RPTID、SVID 之間的連結手動設定。這個操作畫面提供設備使用者修改設定，修改後不影響通訊也不需要重新開啟軟體。

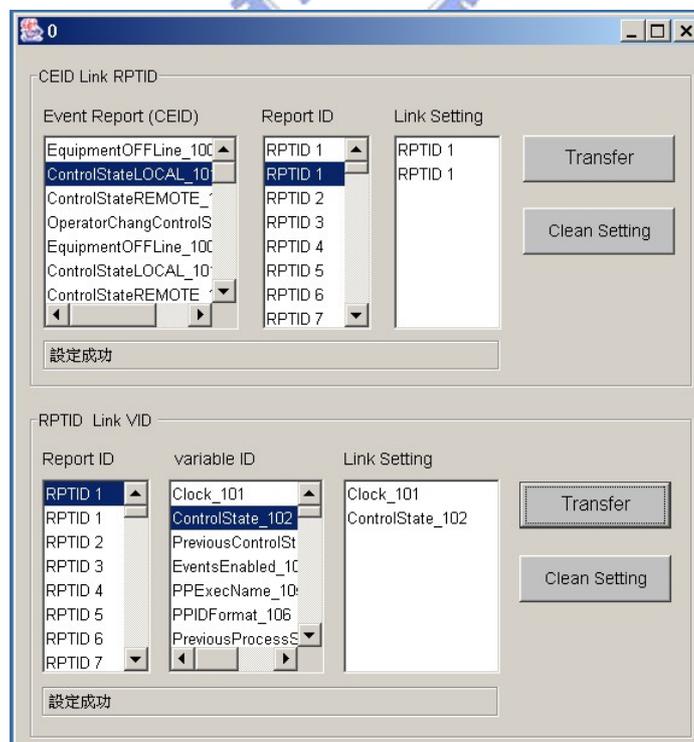


圖 5-4 SVID Link 操作畫面

表格 5-4 說明 CEID、RPTID、SVID 之間的連結手動操作方法，操作時先按下 SVID Link 按鍵後會出現手動選項。在軟體裏有對每個事件報告的連做好初始的設定，在第 3 章 集束型製程設備與上層主機通訊介面規劃 中有詳細說明請參考之。

表格 5-4 控制狀態軟體畫面按鍵說明

| 按鍵名稱 | 操作說明 |
|----------------------|---------------------|
| Transfer (CEID) | 設定 CEID 與 RPTID 的連結 |
| Clean Setting (CEID) | 清除 CEID 與 RPTID 的連結 |
| Transfer | 設定 RPTID 與 SVID 的連結 |
| Clean Setting | 清除 RPTID 與 SVID 的連結 |

5.1.5. Terminal Service 操作畫面說明

圖 5-5 Terminal Service 操作畫面用於紀錄上層主機與設備之間的終端服務訊息，上層主機的使用者可以下達訊息給設備操作者。

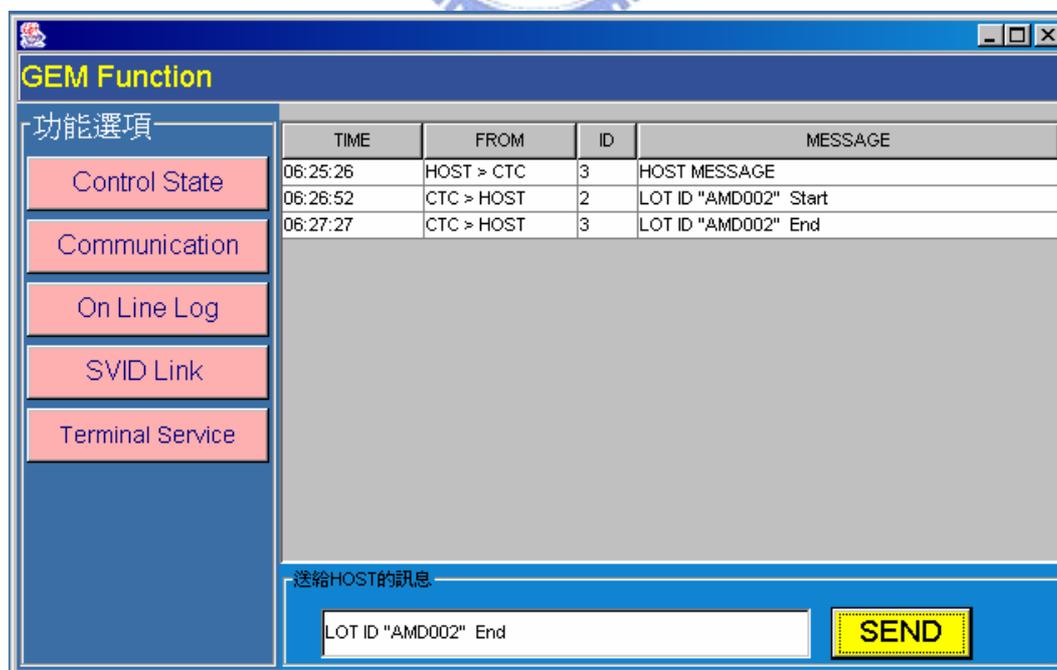


圖 5-5 Terminal Service 操作畫面

畫面操作時先選取 Terminal Service 按鍵後就可以看到訊息紀錄，只要有訊息出現無論是接收到上層主機訊息或是設備送出訊息，都會即時的被紀錄下來。表格 5-5 說明每個欄位的意義。

表格 5-5 Terminal Service 欄位說明

| 欄位名稱 | 欄位說明 |
|---------|---------------------------------------|
| Time | 送出訊息的時間或接收到訊息的時間 |
| From | 訊息的發送者與接收者，『HOST > CTC』代表上層主機送訊息給 CTC |
| ID | 訊息編號 |
| MESSAGE | 訊息內容 |

5.2. 軟體的特性

本論文設計的軟體為考慮軟體的擴充性，因此利用程式碼模組化的觀念來使軟體有架構簡單化、模組化。所以使用架構(Framework)做局部自訂修改(Customize)並與其他模組搭配應用或擴充架構。

物件導向語言所設計出來的程式架構稱為物件導向架構(Object-Oriented Framework)。架構具有類似抽象類別的性質，在設計物件導向架構時多半會利用抽象類別的性質，先在抽象類別定義幾個方法的實作，至於欲更有彈性修改實作的方法，則程式碼實作在子類別[15]。

軟體擴充性的目標：

- 能更有彈性的自行修改或擴充
- 減少使用架構時須寫的程式
- 簡化介面讓使用者容易瞭解
- 製作文件讓使用者容易瞭解

5.2.1. 軟體的擴充性

本論文所設計的軟體具有 Framework 的特色，集束型製程設備與上層主機通訊介面軟體(簡稱 GEM Interface)除了可被應用於集束型製程設備控制器外也可被應用於其它設備控制器。圖 5-6 為 GEM Interface 的應用圖，GEM Interface 應用於其它設備控制器時只需要對軟體做局部修改即可，在章節 5.2.2 說明之。

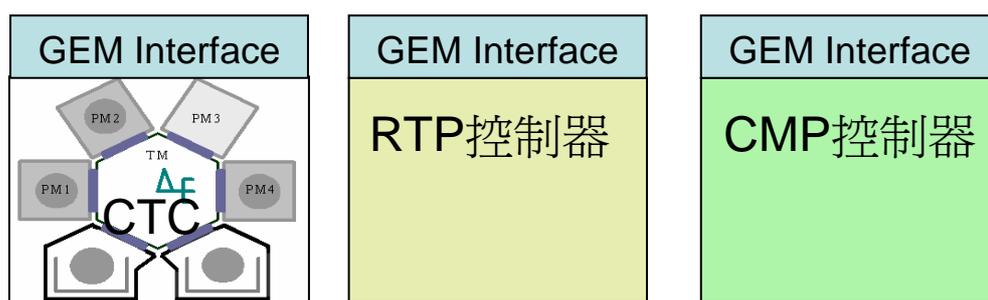


圖 5-6 GEM Interface 的應用圖

5.2.2. 軟體的維護說明例(快速熱處理模組使用 GEM Interface)

集束型製程設備控制器與上層主機通訊介面軟體(簡稱 GEM Interface)應用於其它設備控制器時，由於半導體設備的硬體架構相異，所以當本軟體應用於其它半導體設備控制時只需修改局部實作層的程式碼與重新規劃本論文的章節 3.4 事件報告收集與章節 3.5 劇本的資料項目說明與設備變數清單後本軟體即可應用。

下面小節將以快速熱處理模組控制器(RTPC)例，說明快速熱處理模組控制器如何應用本論文所設計的軟體使其具有與上層主機通訊的功能。

5.2.2.1. 如何修改實作層的程式碼

我們以製程配方管理為例說明，由於 CTC 控制器的製程配方與 RTPC 的製程配方格式不同，所以實作類別 Recipe_Impl 類別裏的程式碼必須修改。例如製程配方的欄位長度不同、晶圓加熱方式不同，這些都是因為硬體變更所以需要修改軟體。但是功能層類別完全不需要修改可以沿用。

圖 5-7 為 RTPC 製程配方管理實作類別圖，RTPC 與 CTC 在製程配方管理實作類別裏，因製程配方格式不同而需要被修改的方法項目有 UploadRecipe()、addNewRecipe()、ReplyCheckReport()3 個，其餘的方法不需修改。

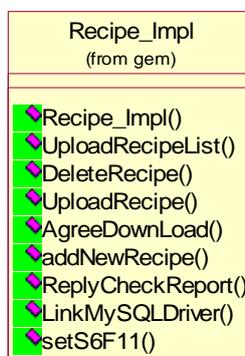


圖 5-7 RTPC 製程配方管理實作類別圖

5.2.2.2. 如何修改事件報告清單與變數清單預設值

由於集束型製程設備裏包括了前端模組(FEM)、傳輸模組(TM)、製程模組(PM)，而快速熱處理設備(RTP)的硬體與集束型製程設備並不相同，所以事件報告清單與資料變數清單應該被重新規劃。

當事件報告清單被重新規劃後會產生新的事件報告編號(CEID)與事件名稱，所以程式設計者必須依照新的 CEID 編碼去修改 Event_LinkFrame 類別裏的 CEID 預設值即可。假設相同的 CEID 編號 140 號，RTPC 將 CEID 編號 140 號規劃成 "Received Wafer"，表格 5-6 說明如何修改程式碼。

表格 5-6 如何修改程式裏的事件報告預設值

| CTC 的事件報告預設值(CEID:140) | RTPC 的事件報告預設值(CEID:140) |
|---|---|
| 【修改前的程式碼】 CEID[13][0]="140"; CEID[13][1]="Processing Started"; CEID[13][2]="Enable"; CEID[13][3]="RPTID 1"; CEID[13][4]="RPTID 16"; | 【修改後的程式碼】 CEID[13][0]="140"; CEID[13][1]="Received Wafer"; CEID[13][2]="Enable"; CEID[13][3]="RPTID 1"; CEID[13][4]="RPTID 16"; |

當變數清單被重新規劃後會產生新的變數編號(SVID)與變數名稱，所以程式設計者必須依照新的 SVID 編碼去修改 Event_LinkFrame 類別裏的 SVID 預設值即可。假設相同的 SVID 編號 117 號，RTPC 將 SVID 編號 117 號規劃成 " N2 flow " ，表格 5-7 說明如何修改程式碼。

表格 5-7 如何修改程式裏的資料變數預設值預設值

| CTC 的資料變數預設值(SVID:117) | RTPC 的資料變數預設值(SVID:117) |
|---|--|
| 【修改前的程式碼】 SV[16][0]="117"; SV[16][1]="PM1ProcessTemp"; SV[16][2]="150"; | 【修改後的程式碼】 SV[16][0]="117"; SV[16][1]=" N2 flow "; SV[16][2]="150"; |

5.2.2.3. 如何修改資料變數路徑

集束型製程設備與上層主機通訊介面軟體的程式類別 Event_LinkFrame 裏宣告二維陣列(程式語法:String SV[][])，並將 SV、DV、EC 的值都塞入陣列裏。假設當事件發生時 CTC 必需要上傳訊息 S6F11 給上層主機(HOST)，這時候類別實作層會取出事件報告所連結的資料變數並塞入物件 S6F11 裏。由於集束型製程設備與快速熱處理(RTP)設備的硬體不相同，所以修改資料變數的路徑相就當重要，如果資料塞到錯誤的陣列位置，則類別實作層就會取道錯誤的資料。

以 SVID 編號 101 號，變數名稱" Clock" 為說明例，如果 RTPC 將系統時間的 SVID 重新編號為 120 號，則資料變數路徑需要被修改。因為程式是用一個執行緒類別 ClockUpdateTimer 以秒為單位對陣列(SV[0][2])塞入新的時間字串，所以我們必須修改原路徑將系統時間指向新的陣列(SV[19][2])。

【修改前的程式碼】

```
public void run()
{
    .....
    String time = timeFmt.format(new Date());    //取得時間系統
    Event_LinkFrame.SV[0][2]=time.substring(3); //把時間塞入 SV[0][2]
    try{
        Thread.sleep(1000); .....    //每一秒更新 SV[0][2]內的資料
    }
```

【修改後的程式碼】

```
public void run()
{
    .....
    String time = timeFmt.format(new Date());//取得時間系統
    Event_LinkFrame.SV[19][2]=time.substring(3); //把時間塞入 SV[19][2]
    try{
        Thread.sleep(1000); .....    //每一秒更新 SV[19][2]內的資料
    }
```



第6章 軟體驗證

本論文驗證的方法為在集束型製程設備控制器(CTC)裏加入本論文設計的通訊介面軟體，另外使用一台電腦當做上層主機模擬器(HOST)，用市購軟體(工研院的SECS Emulator v1.5)來模擬 GEM 的訊息來和 CTC 進行訊息驗證。通訊硬體是透過乙太網路 TCP/IP 進行訊息交換，表格 6-1 說明軟體驗證硬體配備。

表格 6-1 系統測試環境說明表

| | | CTC 控制器 | HOST 模擬器 |
|-----------------|------|-------------------------|-------------------------|
| 系統執行之 軟、硬體需求 | CPU | P4-1.4G | P4-1.8G |
| | 網路卡 | 10/100Mbps | 10/100Mbps |
| | 記憶體 | 128M RAMbus | 512M RAM |
| | 作業系統 | Windows XP Professional | Windows XP Professional |
| | 軟體版本 | 本論文所設計的軟體 | SECS Emulator v1.5 |
| 軟體開發環境 | | JBuilder 9 Personal | C 語言 |

6.1. 軟體驗證方法說明

以用以工研院的SECS Emulator v1.5軟體(圖6-1)做為上層主機模擬器，由上層主機模擬器送出本論文所規劃的訊息劇本給集束型製程設備控制器(CTC)，驗證方法以上層主機模擬器所紀錄下來的訊息做為驗證的結果。

訊息紀錄為SML格式(SECS Message Language)，這個語法與寫網頁的語法類似，我們以訊息劇本S6F11來說明資料結構，符號”L”代表List、符號”a”代表List數目、符號”<>”代表參數內容，下面為SML語法範例說明，訊息格式為SEMI E5 SECSII所規範[17]。

【SML 語法說明】

S6F11

L,3 說明:List 分別 L1、L2、L3 一共 3 筆資料

1.<DATAID>

2.<CEID>

3.L,a 說明:L3 下掛 L3.1 到 L3.a 一共 a 筆資料

1.L,2 說明:L3.1 下掛 L3.1.1 和 L3.1.2 一共 2 筆資料

1.<RPTID1>

2.L,b 說明:L3.1.2 下掛 L3.1.2.1 和 L3.1.2.b 一共 b 筆資料

1.<V1>

:

b.<Vb>

:

a.L,2 說明:L3.2 下掛 L3.2.1 和 L3.2.2 一共 2 筆資料

1.<RPTIDa>

2.L,c 說明:L3.2.2 下掛 L3.2.2.1 和 L3.2.2.c 一共 c 筆資料

1.<V1>

:

c.<Vc>

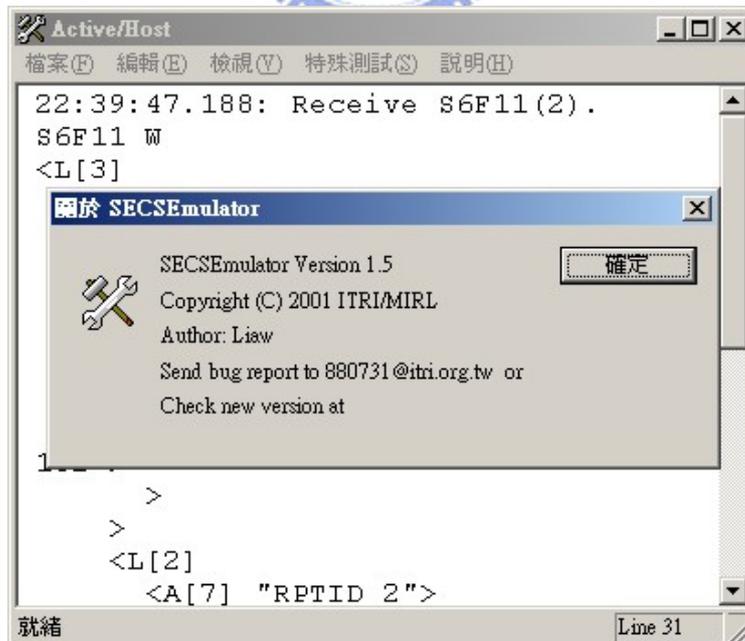


圖 6-1 工研院的 SECS Emulator v1.5 上層主機模擬器

6.2. 軟體驗證結果

本章節為軟體的驗證結果，驗證工具與驗證方法在章節 6.1 中已有詳細說明，下面小節開始將會對本文所規範的訊息劇本加以驗證並說明訊息內容。訊息劇本的詳細說明在第 3 章有詳細說明請參考之[3][17]。

6.2.1. 控制狀態圖的成果驗證

由上層主機模擬器(HOST)送出訊息 S1F17 給集束型製程控制器(CTC)使的控制狀態變從 HOST OFF-LINE 變成 ON-LINE LOCAL 後設備回覆 HOST 訊息 S1F18。

【測試紀錄/SML 語法】

20:37:12.579: Send S1F17(23704255).

S1F17 W 說明:HOST送出S1F17給CTC要求改變控制狀態

20:37:12.829: Receive S1F18(23704255).

S1F18 說明:CTCS回覆S1F18給HOST

<B[1] 0x00>

20:37:12.889: Receive S6F11(23704256).

S6F11 W 說明:狀態改變後CTCS送出事件報告S6F11給HOST

<L[3]

<A[1] "1"> 說明:CTC開機後的第一筆事件訊息

<A[3] "101"> 說明:CEID編號101號

<L[2]

<L[2]

<A[7] "RPTID 1"> 說明:第一個資料群組

<L[2]

<A[8] "08:37:12"> 說明:目前時間(SV)

<A[0] "" ControlStateLOCAL > 說明:事件名稱(DV)

>

>

<L[2]

<A[7] "RPTID 2"> 說明:第二個資料群組

<L[2]

<A[2] "40"> 說明:目前控制狀態(SV)

<A[2] "30"> 說明:前一個控制狀態(SV)

>

>

>

>

.

20:37:12.909: Send S6F12(23704256).

S6F12 說明:HOST收到事件報告以後回覆訊息S6F12給CTC

<B[1] 0x0C>

.

6.2.2. 連線狀態圖的成果驗證

由上層主機模擬器(HOST)送出訊息 S1F13 給集束型製程控制器(CTC) 使的連線狀態變為 COMMUNICATION 後設備回覆 HOST 訊息 S1F14。

【測試紀錄/SML 語法】

21:02:30.191: Send S1F13(25220976).

S1F13 W 說明:HOST送出S1F13給CTC要求改變連線狀態

<L[2]

<A[10] " CTC "> 說明:設備名稱

<A[13] " CTC.0.1"> 說明:軟體版本

>

.

21:02:30.391: Receive S1F14(25220976).

S1F14 說明:CTC回覆S1F14給HOST

<L[2]

<B[1] 0x00>

<L[2]

<A[3] "CTC"> 說明:設備名稱

<A[7] "CTC.0.1"> 說明:軟體版本

>

>

.

6.2.3. 事件報告收集劇本成果驗證

由上層主機模擬器(HOST)送出訊息 S6F15 給集束型製程控制器(CTC),要求 CTC 用訊息 S6F16 上傳 CEID 編號 140 號所連結的資料。但由於 CEID 編號 140 號為 PMC1 製程開始,如果沒有事件發生則 HOST 收到的 DV 資料欄位為空白。

【測試紀錄/SML 語法】

S6F15 W 說明:HOST送出S6F15給CTC,要求CTC上傳CEID140號的資料
<A[3] "140">

.

21:49:36.505: Receive S6F16(25221024).

S6F16

<L[3] 說明:CTC回覆S6F16給HOST,要求CTC上傳CEID編號140的資料

<A[1] "1"> 說明:CTC開機後的第一筆事件訊息

<A[3] "140">

<L[2]

<L[2]

<A[7] "RPTID 1"> 說明:第1個資料群組

<L[2]

<A[8] "09:49:35"> 說明:目前時間(SV)

<A[0] ""> 說明:事件名稱(DV)

>

>

<L[2]

<A[8] "RPTID 16"> 說明:第16個資料群組

<L[4]

<A[0] ""> 說明:EventPrJobID (DV)

<A[0] ""> 說明:EventPrJobState (DV)

<A[8] ""> 說明:EventPrJobTime (DV)

<A[0] ""> 說明:PPID (DV)

>

>

>

>

.

6.2.4. 追蹤資料收集劇本成果驗證

由上層主機模擬器(HOST)需要追蹤報告所以送出訊息 S2F23 給集束型製程控制器(CTC)，要求 CTC 每 2 秒上傳一次製程模組的溫度，CTC 一共需要上傳 3 次。

【測試紀錄/SML 語法】

02:35:41.715: Send S2F23(9262639).

S2F23 W 說明:HOST送出S2F23給CTC，要求CTC上傳製程模組溫度

<L[5]

<A[7] "Trace01">

<A[1] "2"> 說明:每兩秒上傳一次資料給HOST

<A[1] "3"> 說明:一共要上傳資料3次

<A[1] "1"> 說明:資料大小

<L[4]

<A[3] "117"> 說明:製程模組一目前溫度(SVID)

<A[3] "118"> 說明:製程模組二目前溫度(SVID)

<A[3] "119"> 說明:製程模組三目前溫度(SVID)

<A[3] "120"> 說明:製程模組四目前溫度(SVID)

>

>

.

02:35:41.956: Receive S2F24(9262639).

S2F24 說明:CTC回覆S2F24給HOST，答覆接受指令

<B[1] 0x00> .

02:35:41.976: Receive S6F1(9262640).

S6F1 W 說明:CTC第上傳S6F1給上層主機

<L[4]

<A[7] "Trace01"> 說明:追蹤報告編號一號

<I4[1] 1> 說明:上傳的第一筆訊息

<A[8] "02:35:41"> 說明:上傳的第一筆訊息時間

<L[4]

<A[3] "28"> 說明:製程模組一目前溫度(SV)

<A[3] "28"> 說明:製程模組二目前溫度(SV)

<A[3] "28"> 說明:製程模組三目前溫度(SV)

<A[3] "28.5"> 說明:製程模組四目前溫度(SV)

>

>

.
02:35:42.006: Send S6F2(9262640).

S6F2 說明:HOST回覆訊息S6F2給CTC，告知已收到S6F1

<B[1] 0x00>

.
02:35:44.009: Receive S6F1(9262642).

S6F1 W

<L[4]

<A[7] "Trace01"> 說明:追蹤報告編號一號

<I4[1] 2> 說明:上傳的第二筆訊息

<A[8] "02:35:44"> 說明:上傳的第一筆訊息時間

<L[4]

<A[3] "28"> 說明:製程模組一目前溫度(SV)

<A[3] "28"> 說明:製程模組二目前溫度(SV)

<A[3] "28"> 說明:製程模組三目前溫度(SV)

<A[3] "28.5"> 說明:製程模組四目前溫度(SV)

>

>

.
02:35:44.029: Send S6F2(9262642).

S6F2 說明:HOST回覆訊息S6F2給CTC，告知已收到S6F1

<B[1] 0x00>

.
02:35:46.012: Receive S6F1(9262644).

S6F1 W

<L[4]

<A[7] "Trace01"> 說明:追蹤報告編號一號

<I4[1] 3> 說明:上傳的第三筆訊息

<A[8] "02:35:46"> 說明:上傳的第一筆訊息時間

<L[4]

<A[3] "28"> 說明:製程模組一目前溫度(SV)

<A[3] "28"> 說明:製程模組二目前溫度(SV)

<A[3] "28"> 說明:製程模組三目前溫度(SV)

<A[3] "28.5"> 說明:製程模組四目前溫度(SV)

>

>

.

02:35:46.032: Send S6F2(9262644).
S6F2 說明:HOST回覆訊息S6F2給CTC，告知已收到S6F1
<B[1] 0x00>
.
02:35:48.064: Receive S6F11(9262646).
S6F11 W 說明:當追蹤報告結束後，CTC上傳訊息S6F11給HOST
<L[3]
 <A[1] "1"> 說明:CTC開機後的第一筆事件訊息
 <A[3] "122"> 說明:CEID編號101號
 <L[1]
 <L[2]
 <A[7] "RPTID 1"> 說明:第一個資料群組
 <L[2]
 <A[8] "02:35:47"> 說明:目前時間(SV)
 <A[29] "End of trace data collection "> 說明:事件名稱(DV)
 >
 >
 >
 >
 .
02:35:48.105: Send S6F12(9262646).
S6F12 說明:HOST收到事件報告以後回覆訊息S6F12給CTC
<B[1] 0x0C>



6.2.5. 製程配方管理的劇本成果驗證

上層主機(HOST)對集束型製程控制器(CTC)的製程配方管理的劇本有四個，分別為新增製程配方、上傳製程配方清單、上傳製程配方、刪除製程配方四個劇本，後面章節為四個劇本的驗證。

6.2.5.1. HOST 新增製程配方到 CTC

HOST 傳送訊息 S7F1 給 CTC，詢問現在是否可以下傳製程配方 "recipe01"，CTC 會檢資料庫裏目前是否有相同的製程配方名稱並回覆訊息 S7F2 給 HOST 告知結果。接下來 HOST 會用訊息 S7F23 來傳送製程配方給 CTC，待 CTC 接收新的製程

配方後回覆訊息 S7F24 給 HOST。最後 CTC 會檢查剛剛下傳的製程配是否格式正確，檢查結果出來以後 CTC 會送出訊息 S7F27 給 HOST，告知 HOST 製程配方檢查結果，HOST 會回覆訊息 S7F28 給 CTC。

【測試紀錄/SML 語法】

04:54:25.398: Send S7F1(17552199).

S7F1 W 說明:HOST送出S7F1給CTC，詢問CTC是現在是否可以下傳製程配方

<L[2]

<A[8] "recipe01"> 說明:要下傳的製程配方名稱為"recipe01"

<I4[1] 23>

>

.

04:54:25.588: Receive S7F2(17552199).

S7F2 說明:CTC回覆訊息S7F2給HOST告知不接受製程配方下傳

<B[1] 0x01> 說明:參數為0x01代表發現相同名稱的製程配方

.

04:55:00.624: Send S7F1(17827485).

S7F1 W 說明:HOST送出S7F1給CTC，詢問CTC是現在是否可以下傳製程配方

<L[2]

<A[8] "recipe05"> 說明:要下傳的製程配方名稱為"recipe05"

<I4[1] 23> 說明:製程配方長度為23個byte

>

.

04:55:00.764: Receive S7F2(17827485).

S7F2 說明:CTC回覆訊息S7F2給HOST告知接受製程配方下傳

<B[1] 0x00> 說明:參數為0x00代表接受製程配方下傳

.

04:55:14.996: Send S7F23(17552203).

S7F23 W 說明:HOST傳送訊息S7F23給CTC開始下傳製程配方

<L[4]

<A[8] "recipe05"> 說明:新的製程配方名稱

<A[3] "CTC"> 說明:設備名稱

<A[8] "CTC1.0.0"> 說明:製程配方所適用的軟體版本

<L[1]

<L[2]

<I2[1] 1> 說明:製程配方格式(1代表RTP專用格式)

<L[4]

<A[2] "50"> 說明:製程配方內容,PMC1溫度

<A[2] "60"> 說明:製程配方內容,PMC2溫度

<A[2] "70"> 說明:製程配方內容,PMC3溫度

<A[2] "80"> 說明:製程配方內容,PMC4溫度

>

>

>

>

.

04:55:15.206: Receive S7F24(17552203).

S7F24 說明:CTC接收新的製程配方後回覆訊息S7F24給HOST

<B[1] 0x00> 說明:參數為0x00代表接收新的製程配方順利完成

.

04:55:15.226: Receive S7F27(17552204).

S7F27 W 說明:CTC送出訊息S7F27給HOST告知製程配檢查結果

<L[2]

<A[8] "recipe05">

<L[1]

<L[3]

<U1[1] 0>

<U1[1] 0>

<A[7] "NoError"> 說明:製程配檢查結果無誤

>

>

>

.

04:55:15.266: Send S7F28(17552204).

S7F28 說明:HOST回覆訊息S7F28給CTC

.

04:55:15.276: Receive S6F11(17552205).

S6F11 W 說明:當製程配方被新增後,CTC上傳訊息S6F11給HOST

<L[3]

<A[1] "1">

<A[3] "117">

<L[2]

<L[2]



6.2.5.3. HOST 要求 CTC 上傳製程配方

HOST 傳送訊息 S7F25 給 CTC，要求 CTC 上傳製程配方 "recipe05"，也利用這個訊息來驗證剛剛新增的製程配方"recipe05"看看格式是否和先前一樣，這時候 CTC 會用訊息 S7F26 來傳送製程配方的內容給 HOST。

【測試紀錄/SML 語法】

04:58:49.088: Send S7F25(24208702).

S7F25 W 說明: HOST傳送訊息S7F25給CTC，要求CTC上傳製程配方
<A[8] "recipe05">

04:58:49.269: Receive S7F26(24208702).

S7F26 說明:CTC用訊息S7F26來傳送製程配方給HOST

<L[4]

<A[8] "recipe05"> 說明:製程配方名稱

<A[3] "CTC"> 說明:設備名稱

<A[8] "CTC1.0.0"> 說明:製程配方所適用的軟體版本

<L[1]

<L[2]

<I2[1] 0>

<L[4]

<A[2] "50"> 說明:製程配方內容,PMC1溫度

<A[2] "60"> 說明:製程配方內容,PMC2溫度

<A[2] "70"> 說明:製程配方內容,PMC3溫度

<A[2] "80"> 說明:製程配方內容,PMC4溫度

>

>

>

>

.



6.2.5.4. HOST 要求 CTC 刪除製程配方

HOST 傳送訊息 S7F17 給 CTC，要求 CTC 刪除製程配方 "recipe05"，CTC 刪除製程配方以後會傳送訊息 S7F18 給 HOST。為了驗證任務是否被 CTC 執行，所以我們再利用訊息 S7F19 要求 CTC 上傳製程配方清單來驗證。

【測試紀錄/SML 語法】

05:05:01.303: Send S7F17(24988934).

S7F17 W 說明: HOST傳送訊息S7F17給CTC，要求CTC刪除製程配方

```
<L[1]
  <A[8] "recipe05">
```

```
>
```

```
.
```

05:05:01.434: Receive S7F18(24988934).

S7F18 說明:CTC傳送訊息S7F18給HOST，告知製程配方已被刪除

```
<B[1] 0x00>
```

```
.
```

05:05:01.454: Receive S6F11(24988935).

S6F11 W 說明:當製程配方被新增後，CTC上傳訊息S6F11給HOST

```
<L[3]
  <A[1] "1">
  <A[3] "117">
```

```
<L[2]
```

```
<L[2]
```

```
<A[7] "RPTID 1">
```

```
<L[2]
```

```
<A[8] "05:05:01">
```

```
<A[20] "ProcessProgramChange">
```

```
>
```

```
>
```

```
<L[2]
```

```
<A[8] "RPTID 15">
```

```
<L[3]
```

```
<A[0] " recipe05">
```

```
<A[0] "1"> 說明:參數1代表製程配方被刪除
```

```
<A[0] " recipe05">
```

```
>
```

>

>

>

.

05:05:01.504: Send S6F12(24988935).

S6F12 說明:HOST收到事件報告以後回覆訊息S6F12給CTC

<B[1] 0x0C>

.

05:05:21.973: Send S7F19(24988935).

S7F19 W 說明:HOST傳送訊息S7F19給CTC，要求CTC上傳製程配方清單

.

05:05:22.093: Receive S7F20(24988935).

S7F20 說明:CTC用訊息S7F20來傳送製程配方清單給HOST

<L[2]

<A[8] "recipe01"> 說明: 製程配方"recipe05" 已不見了，CTC任務執行成功

<A[8] "recipe02">

>

.



第7章 結果討論與未來展望

7.1. 結果討論

目前已經完成集束型製程設備與上層主機通訊介面軟體設計，並融入 Design Patterns 與 UML 的觀念，並用 JAVA 語言完成程式設計。軟體的驗證使用工研院的 SECS Emulator v1.5 做為上層主機模擬器，並驗證上層主機通訊介面軟體的每一個訊息的正確性。驗證結果顯示上層主機通訊介面軟體可以和 Emulator 順利溝通，並順利完成驗證 GEM 的訊息劇本。唯章節 3.3.2.4 製程變數監控 (Limits Monitoring) 一節，目前已完成劇本規劃與功能層程式碼，但因 SECS II 通訊模組的函式庫未支援此功能，所以實作層程式碼未能順利完成。不過這個功能可以利用 3.3.2.3 追蹤資料收集 (Trace Data Collection) 一節的劇本代替之，也可達到相同的目的。

束型製程設備與上層主機通訊介面軟體完成功能如下：

- 建立連線的功能。
- 資料收集的功能。
- 警報管理的功能。
- 遠端控制的功能。
- 設備常數的功能。
- 製程程式的功能。
- 材料搬運的功能。
- 錯誤訊息的功能。
- 設備終端服務的功能。

7.2. 未來展望

集束型製程設備與上層主機通訊介面軟體設計有兩個目標，第一個目標為依照 SEMI E30 GEM 的規範來完成軟體設計外，第二個目標就是讓這軟體具有擴充性，由於軟體的設計融入了物件導向與 Design Patterns 的觀念，所以本軟體具有容易維護特性的特性、類別的可再利用的特性，只需要局部的修改本軟體便可以應用於其它的半導體設備控制器。

目前集束型製程設備與上層主機通訊介面軟體已被應用於集束型製程設備控制器(CTC)與快速熱處理設備控制器(RTPC)裏。在 CTC 的部分已經過測試且結束，在 RTPC 的部分目前還在設計中。我們樂見於集束型製程設備與上層主機通訊介面軟體被廣泛應用的於設備控制器的軟體開發，並降低設備控制器軟體開發的時間與成本[8]。



參考文獻

- [1] SEMI E5-0301, “SEMI Equipment Communications Standard 2 Message Content (SECS-II)” , 2001.
- [2] SEMI E4-0301, “SEMI Equipment Communications Standard 2 Message Transfer (SECS-I)” , 2001.
- [3] SEMI E30, “Generic Model for Communications and Control of Manufacturing Equipment (GEM) ” , 2001.
- [4] SEMI E37, “High-Speed SECS Message Services (HSMS) Generic Services” , 2001.
- [5] Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, John Vlissides, “Design Patterns- Elements of Reusable Object-Oriented Software” , ADDISON-WESLEY, 2001。
- [6] 李安謙教授, ” 集束型製程設備物件導向控制軟體製作測試驗證” , 中山科學研究院期末報告, 2002。
- [7] 李安謙教授, ” 具物件導向功能之集束型設備控制器整合測試驗證研究” , 中山科學研究院期末報告, 2003。
- [8] 李安謙教授, ” 物件導向集束型設備控制器架構設計研究” , 中山科學研究院期中報告, 2004。
- [9] 李妍慧, “集束型製程設備傳輸模組控制器及通訊模組設計與測試” , 國立交通大學機械工程研究所碩士論文, 民 92 年。

- [10] 詹孟璋， “半導體與光電製程設備通訊模組之研究與開發”， 國立交通大學機械工程研究所碩士論文， 民 93 年。
- [11] 張裕益 著， ” UML 理論與實作”， 博碩文化， 2002。
- [12] 結城 浩著， 李于青譯， “Design Pattern 於 Java 語言上的實例應用”， 博碩文化， 2002。
- [13] Borland， “JBuilder® 9 實用技術手冊”， 基峰， 2003。
- [14] 陳會安 著， ” Java 2 程式設計範例教本”， 學貫行銷， 2002。
- [15] 戶松 豊和著， 李于青譯， “Java2 物件導向技術專題—Design Patterns、Framework、Multithread、Concurrent”， 博碩文化， 2002。
- [16] 交通大學， 半導體製程診斷及設備自動化教學之改善計畫
<http://www.cc.nctu.edu.tw/~coe/4-b1.htm>
- [17] 工研院機械所， SECS Emulator v1.5, <http://secs.itri.org.tw/>