

國立交通大學

工學院精密與自動化工程學程

碩士論文

以嵌入式控制器設計與開發光碟旋轉塗佈設備之通訊模組

SECS Communication Module for CD/DVD Spin-Coat Process
Equipment Using Embedded Controller



研究生：陳文燦

指導教授：李安謙 教授

中華民國九十六年七月

以嵌入式控制器設計設計與開發光碟旋轉塗佈設備之通訊模組

SECS Communication Module for CD/DVD Spin-Coat Process

Equipment Using Embedded Controller

研 究 生：陳文燦

Student : Wen-Tsan Chen

指 導 教 授：李安謙

Advisor : An-Chen Lee

國立交通大學

工學院精密與自動化工程學程

碩 士 論 文

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 2007

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十六年七月

以嵌入式控制器設計與開發光碟旋轉塗佈設備之通訊模組

研究生：陳文燦

指導教授：李安謙 教授

國立交通大學精密與自動化碩士專班

摘要

本論文主要目的為針對光碟旋轉塗佈製程，設計一套通訊模組設備(SECS Box)，使得光碟生產機台能擁有SECS通訊能力，利用半導體產業完整的製程設備通訊技術SECS(SEMI Equipment Communications Standard)來擴充目前光碟旋轉塗佈設備的通訊介面，並以Embedded Linux Controller (ICPDAS LinCon-8000)的硬體來實作，SECS Box是利用半導設備及材料協會(Semiconductor Equipment and Materials International, SEMI)的通訊規範HSMS(E37)，透過網路通訊(TCP/IP)以Socket的形式來進行訊息的交握(Handshake)，而訊息傳遞的內容則依據SEMI的通訊規範SECS-II(E5)的規範格式編寫而成。論文中說明光碟旋轉塗佈設備與半導體產業的CIM(Computer Integrated Manufacturing)系統架構，同時介紹有關通訊介面的規範以及SECS Box所應具備的功能，最後整合實驗室內現有的光碟旋轉塗佈設備來驗證所實作的SECS Box。

SECS Communication Module for CD/DVD Spin-Coat Process Equipment Using Embedded Controller

Student : Wen-Tsan Chen

Advisor : An-Chen Lee

Department of Automation and Precision Engineering

National Chiao Tung University



ABSTRACT

The objective of this study is to develop a communication module (SECS Box) which contains SECS (SEMI Equipment Communications Standard) functionality for the spin-coat process. The SECS Box is realized by Embedded Linux Controller hardware and it can extend communication interface of the spin-coat process using the SECS technology of semiconductor industries nowadays. The SECS Box performs the handshake of message which complies with HSMS E37 (High-Speed SECS Message Service) format by TCP/IP and Socket format. The contents of message follow the SECS-II E5 format. This thesis introduces CD/DVD spin-coat process equipments, CIM (Computer Integrated Manufacturing) system, communication interface and capabilities of SECS Box. Finally, a complete spin-coat system which link SECS Box to spin-coat equipment is tested and verified the capabilities and performance.

誌 謝

研究生涯轉眼即逝，在此首先要感謝指導教授李安謙博士的悉心指導及諄諄教誨，使論文得以順利的完成，同時感謝教授在這段期間的教導與鼓勵，使我不論是在做人、做事、做學問等方面都到老師深遠的教誨與督促，在此致上最高誠摯的謝意。

感謝研究室陳俊宏學長、吳建峰學長、李德修學長、郭子瑋學長，在研究方面提供諸多意見與傾力協助，讓我在論文的研究上獲益匪淺，感謝實驗室的伙伴，啟業、昭安、明宏、宗孟、仲豪、文凱、雙偉等在研究期間所提供的幫忙與鼓勵，在此一併致上最深的謝意。

最後，我要感謝的是我的妻子亞萍，在我忙於學業與工作時能細心的照顧家庭以及我們的女兒亮昀，讓我能專心的完成學業而無後顧之憂，謹將這份榮耀獻給我的家人以及一路上陪伴與幫助過我的人，有了你們在背後傾全力的支持與鼓勵，讓我在求學階段無後顧之憂，謝謝你們。



目 錄

摘 要	i
ABSTRACT	ii
誌 謝	iii
目 錄	iv
圖 目 錄	vii
第一章 緒論	1
1.1 研究目的與動機	1
1.2 文獻回顧	2
1.3 研究流程及方法	3
1.4 論文組織架構	7
第二章 光碟製程及旋轉塗佈製程介紹	8
2.1 光碟結構簡介	8
2.2 光碟製程簡介	9
2.3 旋轉塗佈製程介紹	13
第三章 系統架構	15
3.1 硬體系統架構	15
3.1.1. SECS Box 硬體介紹	16
3.1.2. 旋轉塗佈設備控制器PLC硬體介紹	17
3.1.3. PLC Serial Port 通訊之擴充	18
3.1.4. SECS Box與PLC硬體配線	18
3.1.5. PLC Serial Port 通訊設定	19
3.2 軟體系統架構	20
3.2.1 光碟廠應用SECS Box之CIM系統架構	21

3.3	通訊介面之軟體規劃與設計	22
3.3.1	SECS Box和上層主機通訊模型(GEM)的系統規劃立.....	23
3.3.1.1.	建立連線 (Establish Communications)	24
3.3.1.2.	ON-LINE狀態確認 (ON-LINE Identification)	25
3.3.1.3.	事件資料收集 (Event Data Collection).....	26
3.3.1.4.	製程配方管理 (Process Program Management).....	27
3.3.1.5.	遠端控制 (Remote Control).....	29
3.3.1.6.	警報管理 (Alarm Management)	31
3.3.1.7.	材料搬運 (Material Movement).....	32
3.3.1.8.	設備終端服務 (Equipment Terminal Service).....	33
3.3.1.9.	訊息格式錯誤回報 (Error Message).....	34
3.3.1.10.	時間管理 (Clock).....	36
3.3.1.11.	控制狀態的遷移 (Control State Transition).....	37
3.3.2	SECS Box之RS-232設備通訊規劃.....	41
3.2.1.1.	RS232 Service	42
3.2.1.2.	PLC內部接收與傳送RS-232訊息的通訊模型規劃.....	43
第四章	SECS Box整合旋轉塗佈機台之實作與測試.....	45
4.1	SECS BOX 之實作.....	46
4.1.1.	Interface-1 Service之實作.....	46
4.1.2.	Interface-2 Service之實作.....	49
4.1.3.	SECS BSECS Box使用者介面(GUI).....	50
4.2	虛擬上層主機(HOST)之實作	51
4.2.1.	虛擬上層主機(Host)之功能選擇區塊.....	52
4.2.2.	虛擬上層主機(Host)之狀態顯示區塊.....	52
4.2.3.	虛擬上層主機(Host)之製程配方新增區塊.....	53
4.2.4.	虛擬上層主機(Host)之製程配方管理區塊.....	53
4.2.5.	虛擬上層主機(Host)之訊息顯示區塊.....	54
4.3	SECS Box整合旋轉塗佈機台之測試與驗證	55
4.3.1	建立連線之測試與驗證	56

4.3.2	ON-LINE 狀態確認之測試與驗證.....	57
4.3.3	事件資料收集之測試與驗證.....	58
4.3.4	製程配方管理之測試與驗證.....	59
4.3.5	遠端控制之測試與驗證.....	62
4.3.6	警報管理之測試與驗證.....	63
4.3.7	材料搬運之測試與驗證.....	64
4.3.8	設備終端機服務之測試與驗證.....	65
4.3.9	訊息格式錯誤回報之測試與驗證.....	66
4.3.10	時間管理之測試與驗證.....	68
4.3.11	控制狀態圖的遷移之測試與驗證.....	69
第五章	結論與未來展望.....	73
5.1	結論.....	73
5.2	未來展望.....	74
參考文獻		75



圖目錄

圖 1.2	SECS Box 的開發流程.....	3
圖 1.3	嵌入式系統架構.....	4
圖 1.4	SEMI生產自動化規範架構圖.....	5
圖 1.5	Java 跨作業平台特性.....	5
圖 1.6	SECS Box軟體架構圖.....	6
圖 2.1	光碟片結構圖.....	8
圖 2.2	DVD、BD的層結構圖.....	8
圖 2.3	光碟製作流程圖.....	9
圖 2.4	感光樹脂的塗佈製程.....	9
圖 2.5	雷射刻版製程.....	10
圖 2.6	顯影化製程.....	10
圖 2.7	母版電鑄製程.....	11
圖 2.8	壓模脫離製程.....	11
圖 2.9	射出成形製程.....	11
圖 2.10	濺鍍製程.....	12
圖 2.11	膠合製程.....	12
圖 2.12	印刷製程.....	12
圖 2.13	旋轉塗佈下塗料之示意圖.....	13
圖 2.14	旋轉塗佈塗料之示意圖.....	13
圖 2.15	照射UV光使其薄膜硬化之示意圖.....	14
圖 3.1	SECS Box整合旋轉塗佈設備之系統架構圖.....	15
圖 3.2	LinCon-8000週邊功能.....	16
圖 3.3	PLC擴充Serial Port元件.....	18
圖 3.4	SECS Box與 PLC硬體接線圖.....	18
圖 3.5	CIM Framework.....	20
圖 3.6	光碟廠自動化系統架構.....	21
圖 3.7	SECS Box與製程設備整合之系統規劃.....	22

圖 3.8	SECS Box與上層主機通訊模型(GEM)的Use case圖	23
圖 3.9	HOST Attempts to Establish Communication	24
圖 3.10	ON-LINE Identification	25
圖 3.11	Event Report from Equipment.....	26
圖 3.12	Deleting a Process Program by Host	27
圖 3.13	Host Request Equipment Process Program Directory	27
圖 3.14	Equipment-initiated Process Program Uploading	28
圖 3.15	Host-initiated Process Program Downloading	28
圖 3.16	Remote Command	30
圖 3.17	Alarm Report	31
圖 3.18	CD exist Report from Equipment.....	32
圖 3.19	No CD exist Report from Equipment.....	32
圖 3.20	Host Send Information to Equipment.....	33
圖 3.21	Operator Send TEXT Information to Host.....	33
圖 3.22	Device ID錯誤.....	34
圖 3.23	Stream Type錯誤.....	34
圖 3.24	Function Type錯誤.....	35
圖 3.25	Data Format錯誤	35
圖 3.26	Data Format錯誤	35
圖 3.27	HOST or Equipment Requests TIME.....	36
圖 3.28	HOST Accepts ON-LINE Request from Equipment	37
圖 3.29	HOST Requests to Enter OFFLINE	38
圖 3.30	HOST Attempts to Enter ONLINE	39
圖 3.31	Operator Attempts to Enter REMOTE	40
圖 3.32	Operator Attempts to Enter LOCAL	40
圖 3.33	SECS Box RS232Control類別圖	42
圖 3.34	SECS Box與PLC訊息傳遞循序圖.....	42
圖 3.35	PLC經Serial Port發送訊息資料之時序圖	43
圖 3.36	PLC傳送訊息圖	43
圖 3.37	PLC接收Serial Port訊息資料之時序圖	44

圖 3.38	PLC接收訊息階梯圖	44
圖 4.1	系統架構圖	45
圖 4.2	SECS Box Use case 圖	46
圖 4.3	SECS Box 通訊類別圖	47
圖 4.7	PLC 改變狀態的傳送訊息圖	49
圖 4.8	SECS Box的主畫面	50
圖 4.9	SECS Box的主畫面	51
圖 4.10	虛擬上層主機之功能選擇區塊	52
圖 4.11	虛擬上層主機之狀態顯示區塊	52
圖 4.12	虛擬上層主機之製程配方新增區塊	53
圖 4.13	虛擬上層主機之製程配方管理區塊	53
圖 4.14	虛擬上層主機之訊息顯示區塊	54
圖 4.15	SECS Box整合旋轉塗佈機台之實作完成機台	55
圖 4.16	建立連線測試	56
圖 4.17	Online 狀態確認測試	57
圖 4.18	事件資料收集測試	58
圖 4.19	上傳製程清單測試	59
圖 4.20	上傳製程配方測試	60
圖 4.21	刪除製程配方測試	60
圖 4.22	新增製程配方測試	61
圖 4.23	遠端控制測試	62
圖 4.24	警報管理測試	63
圖 4.25	材料搬運測試	64
圖 4.26	設備終端服務測試	65
圖 4.27	Stream Type 錯誤訊息測試	66
圖 4.28	Function Type 錯誤訊息測試	67
圖 4.29	時間管理測試	68
圖 4.30	OFFLINE 切換測試	69
圖 4.31	ONLINE 切換測試	70
圖 4.32	LOCAL 切換測試	71



第一章 緒論

1.1 研究目的與動機

SECS(SEMI Equipment Communications Standard)的通訊標準在半導體業的應用已經非常成熟，但是在光碟片產業卻完全沒有導入，所以各個光碟生產機台彼此獨立作業無法有效的溝通，本研究要利用半導體產業完整的設備通訊技術來開發與建立光碟旋轉塗佈設備之SECS通訊模組設備(SECS Box)。

目前光碟片製造業所有機台間的溝通並無統一的通訊介面標準，光碟片製造業者時常為了各個不同設備公司、不同種類的生產機台相互的溝通大傷腦筋，此種雞同鴨講的現象，對於目前越來越嚴苛的製程品質要求有如雪上加霜，所以為目前光碟片廠各個生產機台設計出一套能讓彼此以及上層主機(HOST)互相溝通的通訊模組為進一步製程控制的當務之急。

SECS Box是利用半導設備及材料協會(Semiconductor Equipment and Materials International, SEMI)的通訊規範『HSMS』，透過網路通訊(TCP/IP)以Socket的形式來進行訊息的交握(Handshake)，而訊息傳遞的內容則依據SEMI Standard『SECS-II』的規範格式編寫而成。SECS Box除了對訊息的讀取、設定、編譯與解譯的動作外，還必須提供控制器與控制器之間通訊連線的建立、訊息的傳送與接收，而連線的建立與中斷、訊息的傳遞，皆需要遵照SECS的規範來進行設計。

在本文中，SECS Box具有下述的特色：

- 特色一：採用CIM Framework的設計觀念，將SECS Box模組化，其他無SECS通訊介面標準之光碟生產機台，只需擴充設備控制器之RS-232通訊介面與加裝SECS Box即可直接擁有SECS通訊介面。
- 特色二：SECS Box遵照SEMI的SECS通訊介面，當製程流程改變時，只需修改上層主機的生產流程程式或生產參數。
- 特色三：上層主機可以很容易的與生產機台溝通，經由SECS Box從生產機台擷取各項生產資料供製程分析。

1.2 文獻回顧

國際半導設備及材料協會(SEMI)於1978年開始發行有關半導體製程技術與設備自動化等的標準規範SEMI Standards，1980年開始發行SECS相關通訊標準規範，SECS的通訊協定標準幾乎是目前全球晶圓廠生產機台間的通訊標準基礎，從八吋晶圓廠開始導入SECS作為通訊的標準到目前十二吋晶圓廠的全廠自動化是遠端控制與資料傳遞重要的基礎通訊標準。

1980年SEMI出版了有關生產機台與上層主機如何透過RS-232通訊設備來進行訊息傳遞的通訊介面標準規範『SECS-I』(E4)[1]，並於1982年發行SECS標準通訊語言『SECS-II』(E5)[2]，該規範主要為定義如何將所傳遞的訊息內容轉換為標準的SECS通訊語言格式，續SECS-I與SECS-II後SEMI又於1992年再發行生產機台與上層主機的標準通訊模型規範『GEM』(E30)[3]，該規範主要為定義生產機台與上層主機之間溝通的方法與機制。

1992年Ernest J. Wood提出利用物件導向的觀念來架構SECS的通訊層系統，稱為OOSECS(Object-Oriented SECS System)[4]，1993年Ernest J. Wood再應用OOSECS物件導向的觀念使用SECS-I通訊規範與C++程式語言建構OOSECS的SECS通訊模組軟體[5]，讓使用者可以透過OOSECS的通訊模組軟體來解譯不同的SECS通信訊息。

由於SECS-I利用RS-232的底層通訊架構對於現今大資料量的通訊傳輸在速度上稍嫌不足，於是SEMI 1994年再發行以網路通信架構為基礎的高速通訊介面標準規格『E37』(HSMS)[6]，HSMS主要為規範如何以網路為底層通訊設備來作為通訊的介面標準。

1997年SEMATCH提出建構CIM Framework的系統架構藍圖[7]，1998年SEMI以OBEM(Object-Based Equipment Model)物件的概念來發展CIM Framework的系統架構[8]，1999年Darren Govoni提出以Java來架構Framework的系統架構[9]，該架構是一種基於特定目的而設計成可再利用的模組群架構，它可以以以最少的工時和人力開發出能滿足所要求的應用軟體，由於Java它提供比C++更有效率的記憶體管理與比C++更完整的物件導向機制，使得Java快速成為開發物件導向的主流軟體並且於1999年開始被應用於通訊模組的開發上[11]，此外UML(Unified Modeling Language)[11][14]與Design Patterns[12][13]的軟體設計方法也相繼被使用於開發SECS通訊模組的軟體上。

1.3 研究流程及方法

本論文使用Java程式語言應用李安謙實驗室所開發之『SECS通訊軟體模組』[15][16][17][18][19]以統一塑模語言(Unified Modeling Language, UML)的軟體架構進行設計開發SECS Box。SECS Box的開發分為四個階段：如圖1.2所示。

1. 應用Java程式語言開發軟體JBuilder於個人電腦上進行第一階段大部功能的開發工作(如：SECS-II類別與GEM類別等的開發工作)，待完成後再利用Java程式語言跨平台的特性將組譯完成之檔案移植到Embedded Linux系統中(LinCon-8000)進行第二階段關於RS-232通訊程式的連結。
2. SECS Box在開發有關RS-232的通訊軟體必須在LinCon-8000上利用該公司所提供的ICPDAS Communication Service來建立RS-232的底層通訊[20]，並訂定與PLC通訊資料傳輸格式和資料擷取功能服務程式(RS232 Service)。
3. 擴充原設備控制器(PLC)之RS232硬體通訊介面並增加PLC內部傳送與接收RS-232通訊的功能服務。
4. SECS Box與旋轉塗佈設備的系統整合。

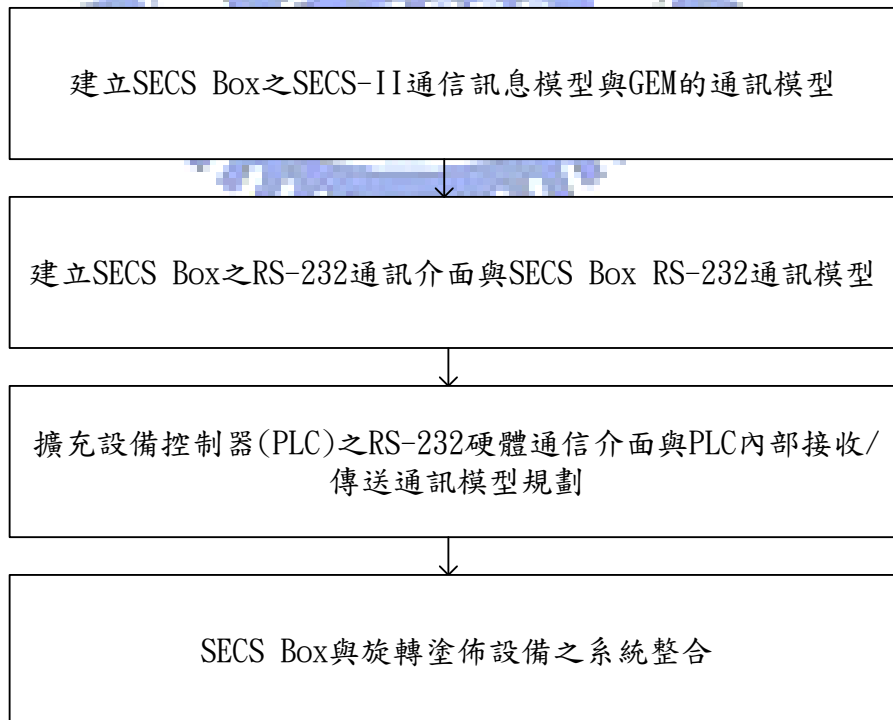


圖 1.2 SECS Box 的開發流程

SECS Box 將與實驗室現有的光碟片旋轉塗佈設備做實際的整合，並使用工研院所開發的SECS 模擬軟體(SECSEmulator Version 1.5)[21]來模擬工廠生產自動化上層主機進行生產的測試驗證。本節說明SECS Box在發展過程中所會應用到的軟硬體工具與研究方法，分述如下：

■ 嵌入式系統(Embedded System)

所謂嵌入式系統即是直接把作業系統放到系統的ROM中，開機時直接讀取記憶體建立作業系統不但開機時間較快，而且也沒有一般電腦因磁碟機怕震動的問題，任何的微處理器MPU(Micro Process Unit)皆可作為一個嵌入式系統的核心，根據英國電機工程師協會(IEE-The Institution of Electrical Engineers)對嵌入式系統所做的定義，「嵌入系統為控制、監視或輔助某個設備、機器或甚至工廠運作的裝置」。這個定義就目前而言已經太過於狹窄，現今的PDA、手機、WebPad都可以算是嵌入系統的範疇。

嵌入式系統和一般電腦系統一樣，包含了五大部分：處理器、記憶體、輸出/輸入介面、作業系統與應用軟體。實際上嵌入式系統可以想像成一個縮小版的電腦系統，但嵌入式系統通常為特定功能的專用系統，如圖1.3所示。

目前比較著名的嵌入式作業系統有 Vxwork、uClinux、Palm、Windows CE、Embedded Linux等，而Embedded Linux是指Linux經小型後應用於特定目的的專用作業系統，它與一般個人電腦的Linux一樣是免費的作業系統，Embedded Linux承襲了Linux在個人電腦作業系統的優點，不論從技術、成本或相容性的角度，Embedded Linux都是嵌入式作業系統的最佳選擇，目前嵌入式作業系統以Embedded Linux與Windows CE為兩大主流。

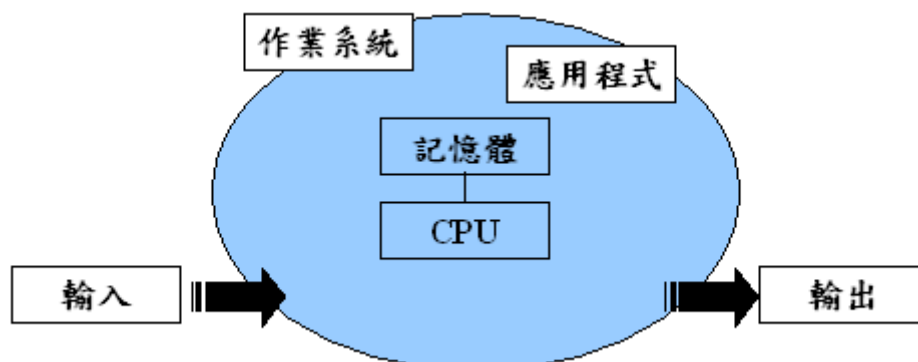


圖 1.3 嵌入式系統架構

■ SECS

SECS 通訊協定是由 SEMI 所制訂，全名為 SEMI Equipment Communication Standard，其目的為使半導體設備與上層控制主機(HOST)之間能依照標準的通訊介面溝通，當製程設備更換時，因為有共同的通訊介面，製程設備間得以繼續以SECS的標準介面互相溝通，不需重新設計架構，使系統擴充性增加同時降低系統開發的時程，SECS 的通訊協定主要有SECS-I(E-4)[1]、SECS-II(E-5)[2]、HSMS(E-37)[6]及GEM(E30)[3]等通訊規範，如SEMI生產自動化規範架構圖1.4所示。

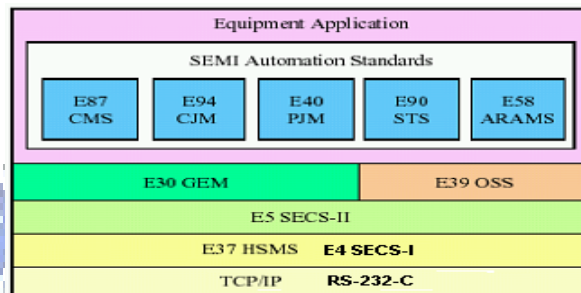


圖 1.4 SEMI 生產自動化規範架構圖

■ Java 語言

Java是由美國昇陽公司(Sun Micro System)的Green Group小組在1991年開始發展，於1995年5月發表的程式語言[22][23]，該程式語言最大的特點在於其具跨平台特性，一旦程式開發完成後，利用各個不同作業平台的Java虛擬機器(Java Virtual Machine, JVM)Java程式即可在不同的作業平台執行，如圖1.5所示，它提供比C++有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，大大縮短程式開發時間。

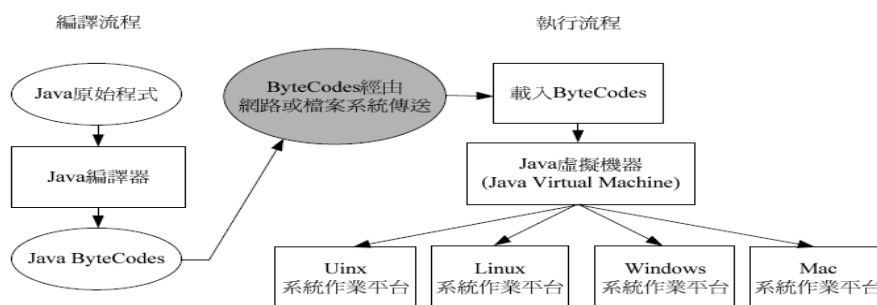


圖 1.5 Java 跨作業平台特性

■ 統一塑模語言(UML)

UML(Unified Modeling Language)是一種用來針對物件導向軟體作分析與設計的模式語言[11][14]，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的主流，而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SECS Box以UML作為本文物件導向分析與設計的工具。

■ SECS 通訊軟體模組(SECS Module)

SECS Module為李安謙實驗室所開發針對以Java程式語言用來開發SECS通訊相關應用程式的軟體開發組件[15][16][17][18][19]，SECS Module主要的功能為傳遞、編譯與解譯SECS訊息，而SECS Box利用SECS Module來完成SEMI所規範之HSMS與SESC-II的SECS底層通訊，圖1.6為SECS Box軟體架構圖。

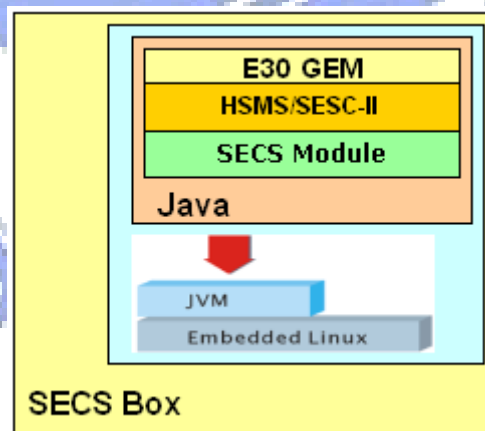


圖 1.6 SECS Box 軟體架構圖

1.4 論文組織架構

本文內容共分為五章，大綱分述如下：

第一章：緒論

討論研究的動機與目的，並簡單描述過去相關的參考文獻，接著說明有關本文研究流程及方法和論文組織架構。

第二章：光碟製程及旋轉塗佈製程介紹

本章簡介光碟相關製作流程、旋轉塗佈製程與機台。

第三章：系統架構

本章介紹SECS Box整合旋轉塗佈設備之系統架構，說明SECS Box與製程設備整合之通訊系統規劃：SECS Box與上層主機通訊模型的系統規劃、SECS Box之RS-232設備通訊規劃、與設備控制器 PLC 內部接收與傳送 RS-232 訊息的通訊模型規劃。

第四章：SECS Box整合旋轉塗佈機之實作與測試

本章是以上述所規劃之通訊介面架構來分別進行SECS Box整合旋轉塗佈機台的實作、虛擬上層主機的實作與全系統整合測試。

第五章：結論與未來展望

依據本論文的研究結果，說明研究的心得、及未來研究重點與發展方向。

第二章 光碟製程及旋轉塗佈製程介紹

2.1 光碟結構簡介

光碟片的結構因資料容量與規格特性的不同而有所不同，一般光碟片的結構皆包含有基板、反射層、保護層等基本結構，如圖2.1所示。圖2.2為DVD、BD等不同光碟片之結構圖。

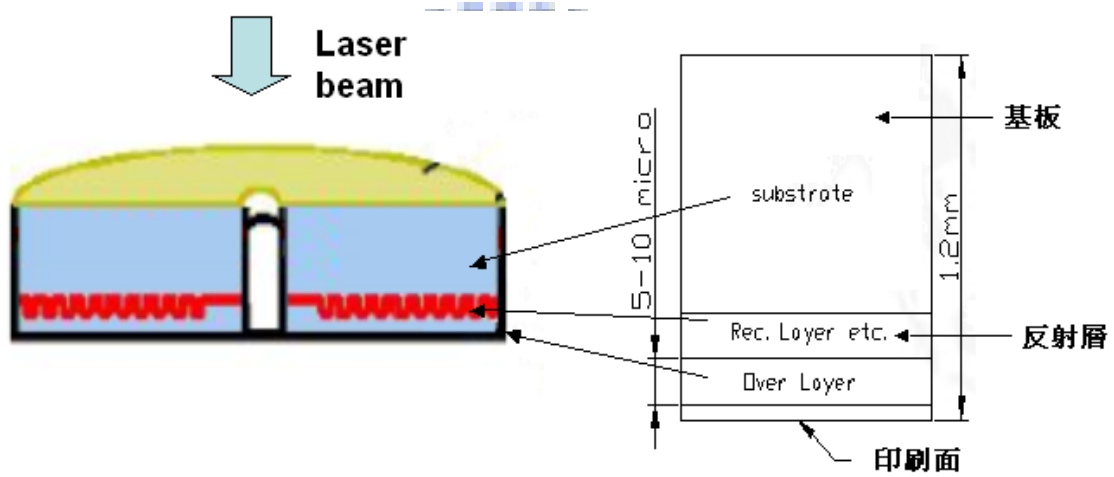


圖 2.1 光碟片結構圖

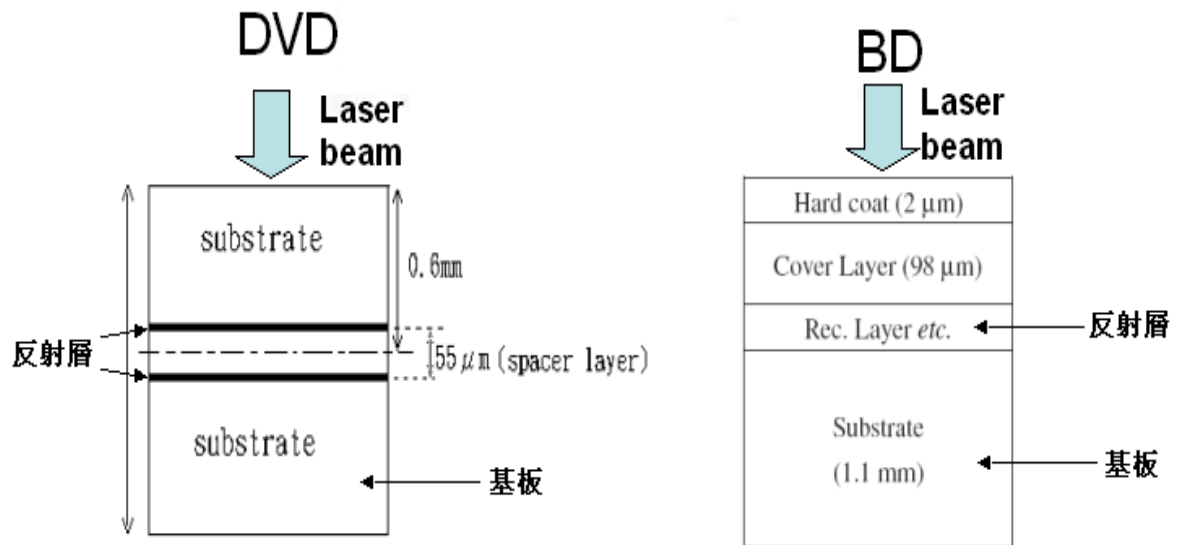


圖 2.2 DVD、BD 的層結構圖

2.2 光碟製程簡介

光碟的製作過程包含了，前段製程及後段製程，其製作程流程圖，如圖2.3所示。其中前段製程包括感光樹脂塗佈製程、雷射刻版製程、顯影化製程、母版電鑄製程與壓模脫離製程。後段製程則包括射出成型製程、反射層濺鍍製程、膠合製程與印刷製程。以下將一一說明各個光碟製程。

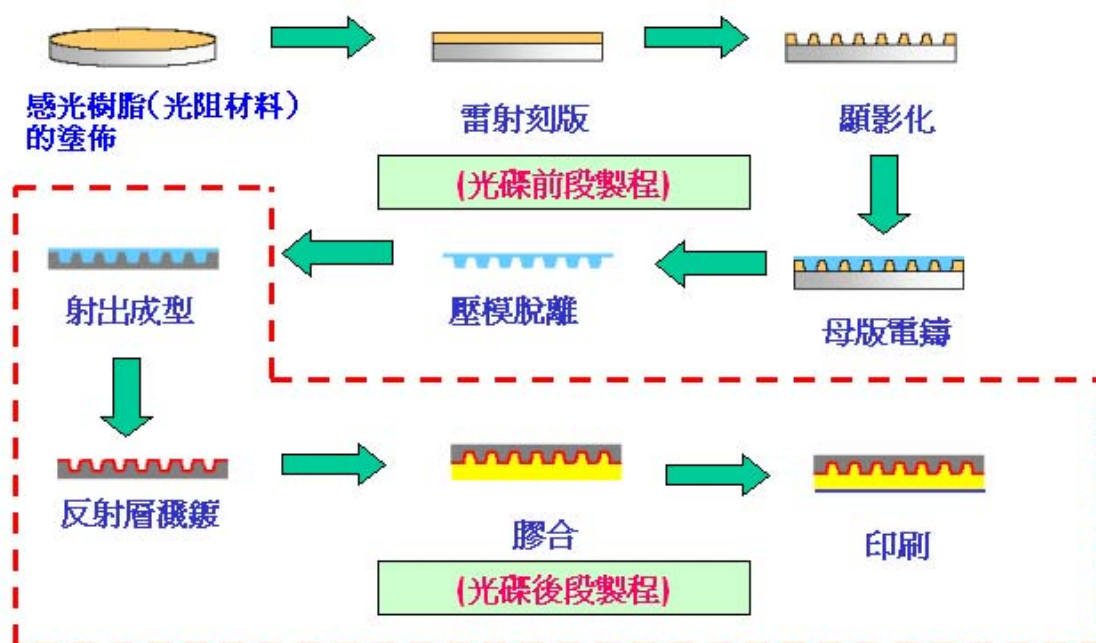


圖 2.3 光碟製作流程圖

1. 感光樹脂塗佈製程：

母版的主要材料為玻璃基板(圓盤狀的玻璃)，將回收之玻璃基板清洗完畢之後，在玻璃基板上塗光阻劑(photo resist)，使其均勻塗佈再經過烘乾及檢測後作為刻版機訊號刻錄之基材，如圖2.4所示。



圖 2.4 感光樹脂的塗佈製程

2. 雷射刻版製程：

刻版是母版製作的心臟製程，其功能將工作母帶的數位資料經訊號源介面系統(MIS)轉換成高頻訊號送至刻版機讀取器，並驅動紫外雷射光刻錄在塗有光阻劑的玻璃基板上進行轉錄製程，如圖2.5所示。

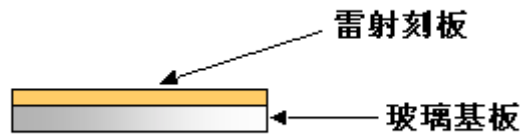


圖 2.5 雷射刻版製程

3. 顯影化製程

顯影化的功能是把刻錄的訊號顯像出來。雷射光刻錄在塗有光阻劑的玻璃基板上，在顯影機藉顯影液將受曝光的點洗去，而顯像出有訊號的凹凸坑洞。顯影完成之玻璃基板上鍍上一層金屬層，使有訊號之凹凸坑洞為金屬狀態，以便作為導電的電極一般，可以用來供電鑄成形使用。所濺鍍的金屬層早期都使用銀，但價格較貴之外其機械性質也不夠好(讓所生的版表面硬度不高，容易變形)，目前都改用鎳鈮合金靶(Ni-V Alloy Target)，如圖2.6所示。

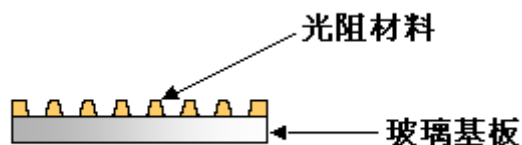


圖 2.6 顯影化製程

4. 母版電鑄製程：

金屬化後的玻璃基板需經電鑄製程，將150nm的鎳鈦合金導電層增厚至約300um，此厚度才能符合射出機模具的容納規格，如圖2.7所示。

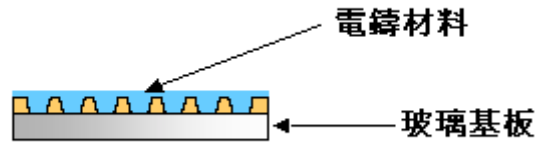


圖 2.7 母版電鑄製程

5. 壓模脫離製程：

將電鑄製程後的電鑄金屬部份與玻璃基板脫離成為製作光碟片的母模，如圖2.8所示。

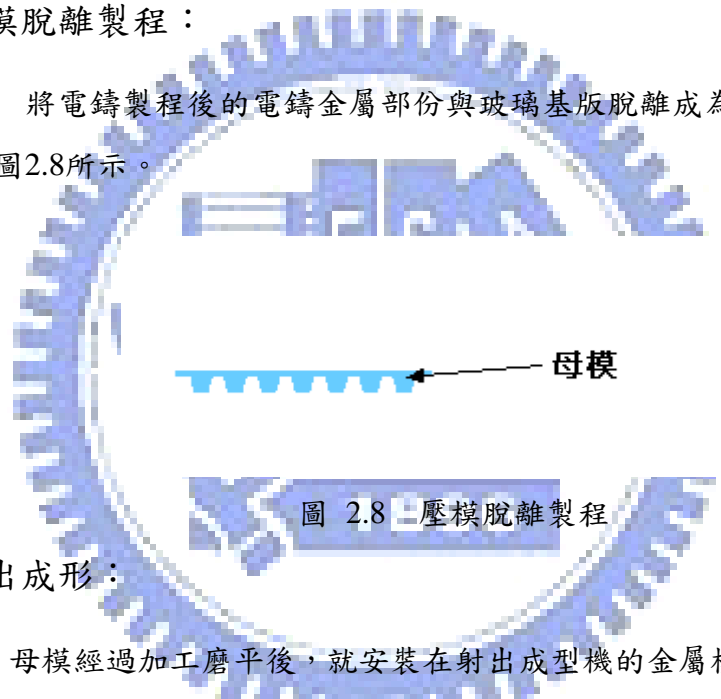


圖 2.8 壓模脫離製程

6. 射出成形：

母模經過加工磨平後，就安裝在射出成型機的金屬模內。樹脂粒加熱後成溶解狀態，藉由螺桿的推動將樹脂擠壓製模具內，再以數十噸的壓力夾住。待樹脂冷卻凝固後，將模型打開取出樹脂基板，如圖2.9所示。在DVD-ROM製程中，成型的過程大概費時5秒。

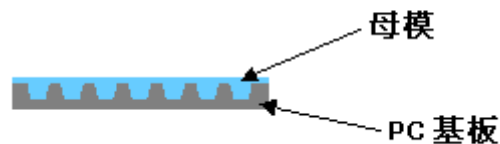


圖 2.9 射出成形製程

7. 濺鍍製程：

在射出成形機取出之基版的凹槽上使用金屬濺鍍的方式上一層鋁合金的反射層，如圖 2.10 所示。如此光學讀寫頭藉由凹槽上的反射層的反射，可以讀取光碟裡的資訊。

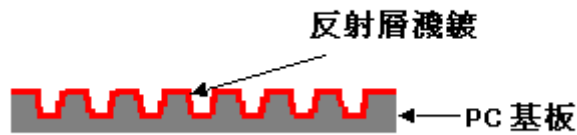


圖 2.10 濺鍍製程

8. 膠合製程：

於鍍有反射層之基版上利用旋轉塗佈製程塗敷一層保護層再給予照到UV使其該保護層硬化，如圖2.11所示。

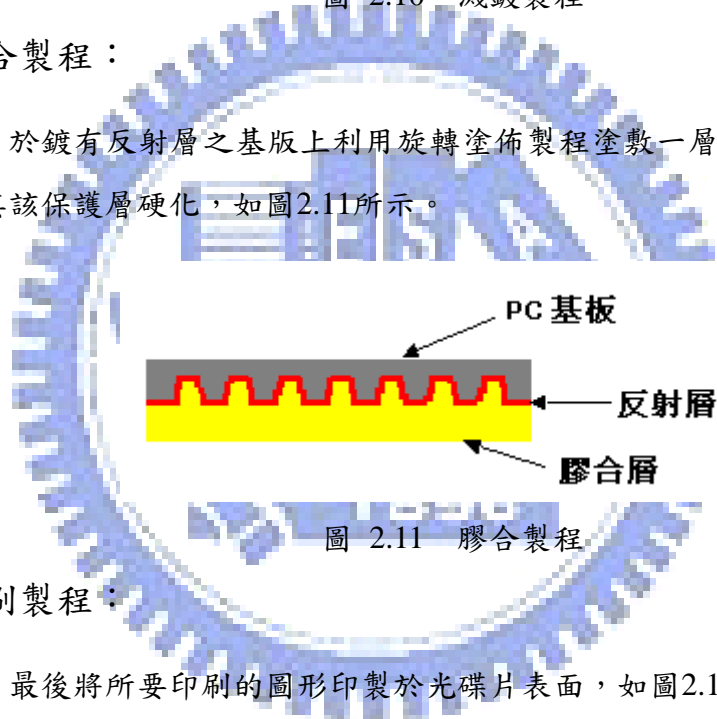


圖 2.11 膠合製程

9. 印刷製程：

最後將所要印刷的圖形印製於光碟片表面，如圖2.12所示，一片光碟片就完成了。

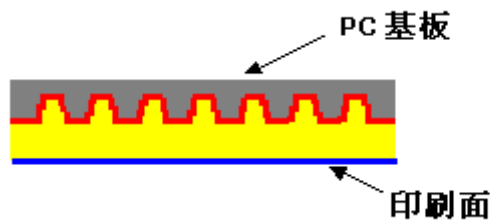


圖 2.12 印刷製程

2.3 旋轉塗佈製程介紹

光碟片生產的製作過程中有多個製程需使用到旋轉塗佈製程技術，如感光樹脂的塗佈製程與光碟片各個保護層的膠合製程。本文擬針對光碟旋轉塗佈設備研發其通訊模組設備(SECS Box)，如此工廠製造管理系統(MES)的上層主機(HOST)便能透過SECS Box 即時收集相關製程參數與控制製程品質。接下來將介紹旋轉塗佈製程設備的生產流程。

1. 下塗料：

光碟片半成品先靜止不動，下料針頭順時針旋轉同時依製程下料時間塗敷控制適當的塗料，如圖2.13所示。

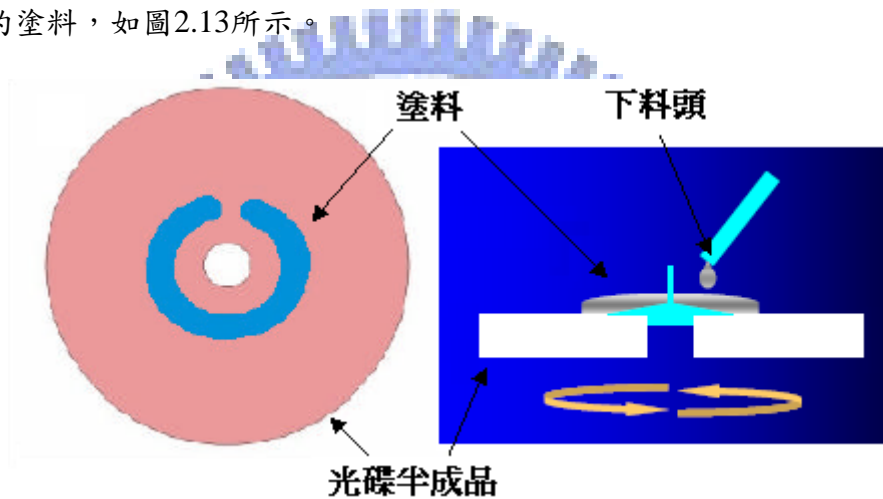


圖 2.13 旋轉塗佈下塗料之示意圖

2. 旋轉塗佈：

旋轉托盤以真空吸引力將光碟片的半成品固定於托盤上，再旋轉光碟片並加速至製程轉速與持續旋轉至製程旋轉時間使得UV膠能均勻塗佈於光碟片上，如圖2.14所示。

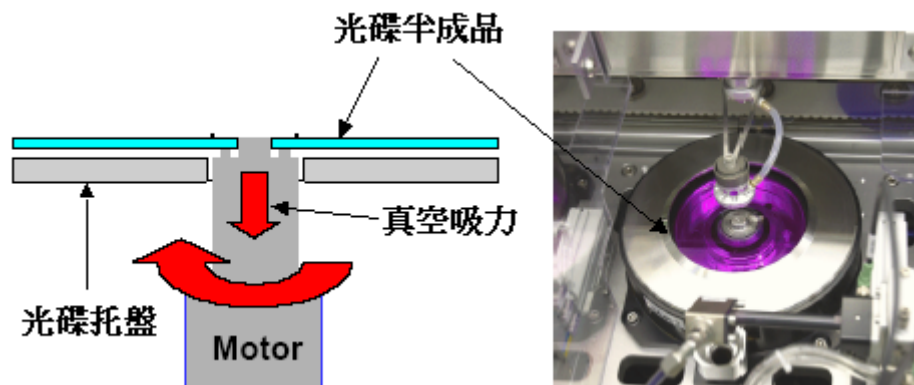


圖 2.14 旋轉塗佈塗料之示意圖

3. 塗佈薄膜硬化：

塗佈完成後的光碟片半成品給予照射適當製程時間的UV光使其薄膜硬化，如圖2.15所示。

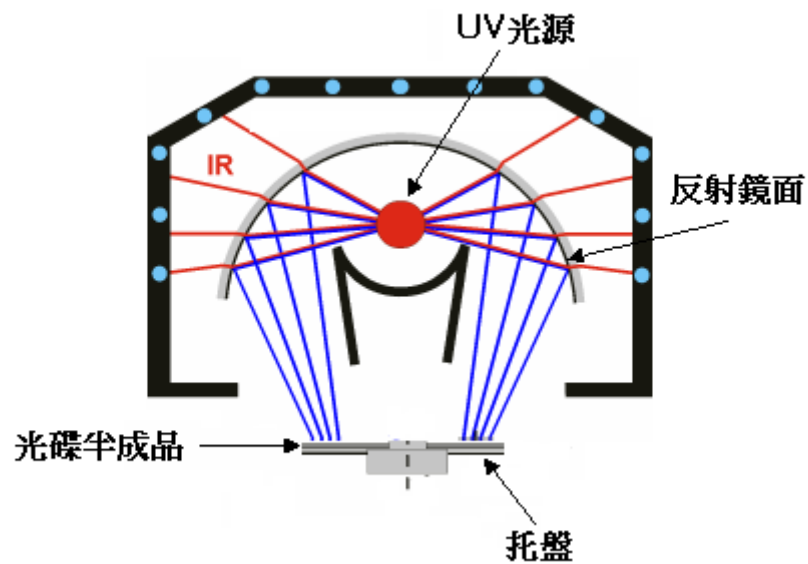


圖 2.15 照射 UV 光使其薄膜硬化之示意圖



第三章 系統架構

SECS Box與光碟旋轉塗佈製程設備之整合系統架構，分為：硬體系統架構、軟體系統架構以及各系統間通訊介面之軟體規劃與設計等三個部分，以下幾節將依序說明以下內容：

- 硬體系統架構
- 軟體系統架構
- 通訊介面之軟體規劃與設計

3.1 硬體系統架構

圖3.1為SECS Box整合旋轉塗佈設備之系統架構圖，SECS Box運用本身之Serial Port來接收與傳送光碟旋轉塗佈設備控制器(PLC)之RS-232訊息，並將部份接收到的訊息轉換為SECS通訊訊息與利用SECS之網路通訊協定(HSMS)以SECS-II的標準訊息傳送給上層主機(HOST)，旋轉塗佈設備因加裝上SECS Box後上層主機(HOST)即可於生產的過程中隨時收集製程設備的各項生產資訊或傳送新的生產命令。

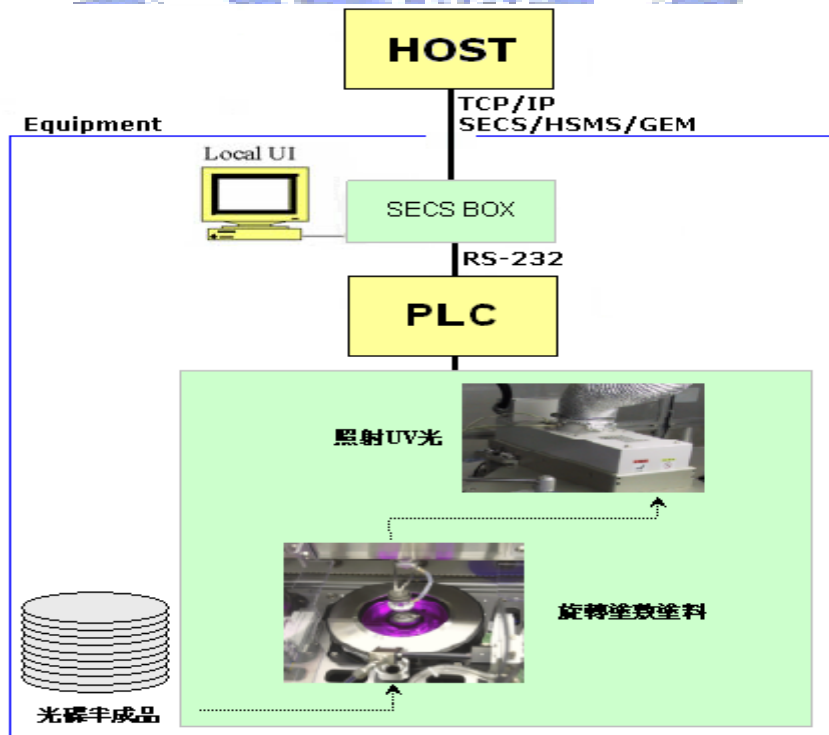


圖 3.1 SECS Box 整合旋轉塗佈設備之系統架構圖

3.1.1. SECS Box硬體介紹

本論文採用泓格科技公司(ICPDAS)所生產的LinCon-8000 來作為SECS Box發展之硬體平台[20]，由於該控制器內建有Emdedded Linux作業系統與網路通訊硬體介面，如此可直接移植在一般電腦所開發完成的Java模組或套件，縮短SECS Box程式軟體所開發的時間，其詳細規格如下：

- 擁有內建 Embedded Linux 作業系統
- Intel StrongArm 206 MHz
- 64 M bytes SDRAM
- 32M bytes Flash Memory
- 16K bytes EEPROM
- 周邊功能如：Ethernet、PCMCIA、Monitor、USB、Serial Port、擴充Slot等...，如圖3.2所示。

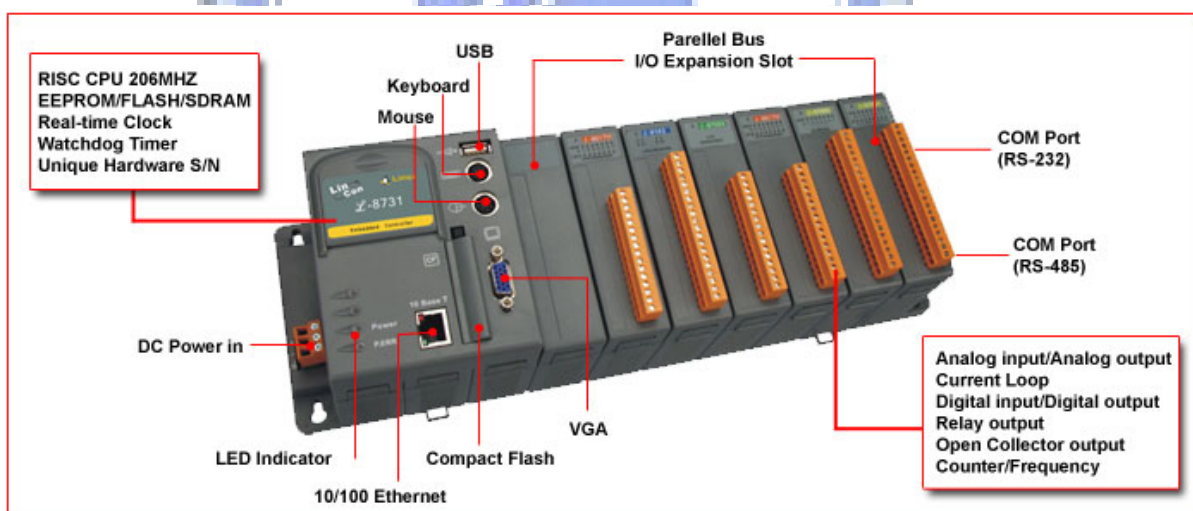


圖 3.2 LinCon-8000 週邊功能

3.1.2. 旋轉塗佈設備控制器PLC硬體介紹

旋轉塗佈設備所使用的控制器為三菱(Mitsubishi) Fx2n之可程式控制器(PLC)[24][25]，該型PLC的詳細規格如表3.1所示，其特色如下：

- 超高速的運算速度(0.08 μ s/step)
- 50%小型化設計
- 程式容量，內藏8K、最大可擴充至16K
- 可使用 FX 系列模組
- 可做 8 台主機連線

表 3.1 Fx2n 詳細規格表

項目		規格	
演算控制方式		往覆來回掃描(專用LSI)	
I/O處理方式		結束再生方式(直接I/O輸出，輸入延遲時間可調)	
演算處理速度	基本命令	0.08 μ s/命令	
	應用命令	數1.52 μ s~數100 μ s/命令	
程式語言		階梯圖+步進階梯圖	
記憶容量・記憶體種類		8K STEP RAM內藏 最大可擴至16K STEP (可裝置EPROM、EEPROM、RAM記憶卡匣)	
指令數命令的種類	基本・步進階梯圖指令	基本指令27個 步進階梯圖指令2個	
	應用指令	128種 298個	
輸入點		184點 X0~X267	
輸出點		184點 Y0~Y267	
		合計256點	
輔助繼電器	一般用	M0~M499 500點	
	停電保持用	M500~M3071 2572點	
	特殊用	M8000~M8256 256點	
計時器	100ms	T0~T199 200點	
	10ms	T200~T245 46點	
	1ms積算形	T246~T249 4點	
	100ms積算形	T250~T255 6點	
	時計	1點	
計數器	加算型	一般用	C0~C99 100點(16位元)
		停電保持用	C100~C199 100點(16位元)
	加算/減算型	一般用	C200~C219 20點(32位元)
		停電保持用	C220~C234 15點(32位元)
	高速用		1相60KHz 2點、10KHz 4點 2相30KHz 1點、5KHz 1點
	資料暫存器	一般用暫存器	一般用
停電保持用			D200~D7999 7800點(16位元)
特殊用		D8000~D8255 256點(16位元)	
間接指定用		V0~V7, Z0~Z7 16點(16位元)	
檔案用		D1000以後暫存器，以500點為1單位，最多7000點	
指標	JUMP, CALL用	P0~P127 128點	
	插斷用	I0□□~I8□□ 15點	
主控點		N0~N7 8點	

3.1.3. PLC Serial Port通訊之擴充

本論文使用李安謙實驗室之光碟片旋轉塗佈設備來做實際的系統整合，其設備控制器(PLC)為三菱(Mitsubishi) Fx2n之可程式控制器，由於PLC本身並無Serial Port的通訊設備需額外加裝Fx2n-232-bd之通訊介面元件，如圖3.3所示，PLC透過該RS-232通訊元件以ASCII的格式訊息，使用SECS Box與PLC的通訊模型相互溝通，於3.3.2章節將作較詳細的說明。

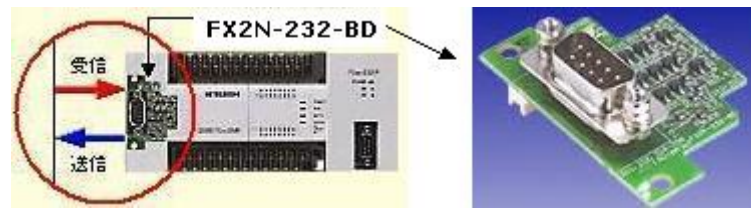


圖 3.3 PLC 擴充 Serial Port 元件

3.1.4. SECS Box與PLC硬體配線

SECS Box與PLC是透過RS-232的通訊讓彼此能接收與傳送溝通訊息，其詳細硬體配線如圖3.4所示。

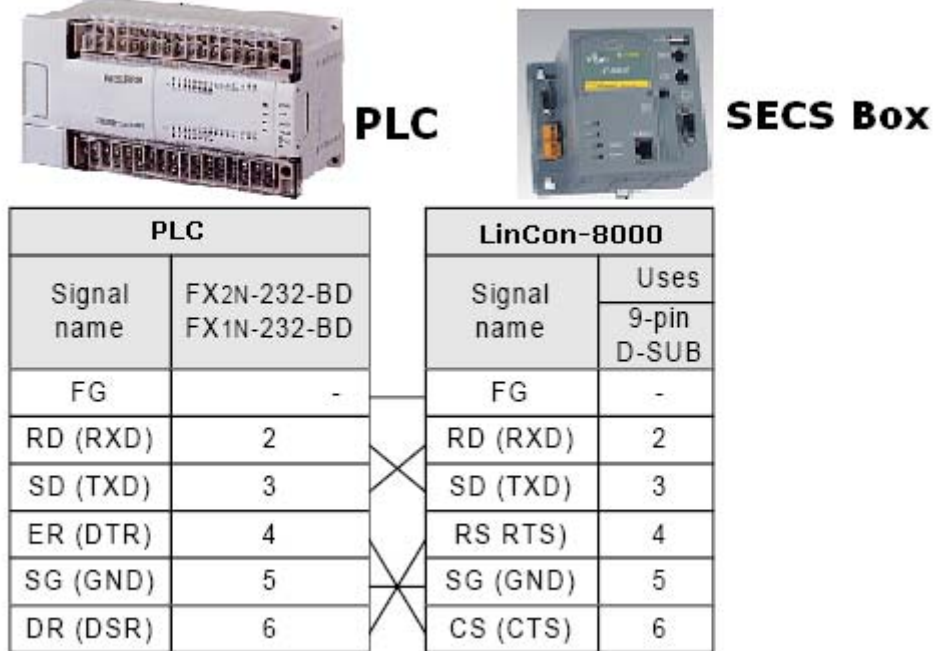


圖 3.4 SECS Box 與 PLC 硬體接線圖

3.1.5. PLC Serial Port通訊設定

PLC與SECS Box之通訊格式為，資料長度：8 bit、同位元檢查：None、停止位元：1 bit、通訊傳送速率：9600 bps、Protocol：No Protocol、Header：No used、Terminator：No used、Control line：Normal mode 1。

三菱(Mitsubishi) Fx2N可程式控制器(PLC)之Serial Port通訊設定可透過PLC內部暫存器D8120(D8120=0C81H)可予適當的設定，其詳細設定內容如表3.2所示。

表 3.2 PLC RS-232 通訊介面設定表

Bit No.	Name	Description	
		0 (bit = OFF)	1 (bit = ON)
b0	Data length	7 bit	8 bit
b1 b2	Parity	(b2, b1) (0, 0): None (0, 1): Odd (1, 1): Even	
b3	Stop bit	1 bit	2 bit
b4 b5 b6 b7	Baud rate (bps)	(b7, b6, b5, b4) (0, 0, 1, 1): 300 (0, 1, 0, 0): 600 (0, 1, 0, 1): 1200 (0, 1, 1, 0): 2400	(0, 1, 1, 1): 4800 (1, 0, 0, 0): 9600 (1, 0, 0, 1): 19200
b8	Header	None	Effective (D8124 Default : STX (02H))
b9	Terminator	None	Effective (D8125) Default : ETX (03H)
b10 b11 b12	Control Line	No protocol	(b12, b11, b10) (0, 0, 0): No use <RS232C interface> (0, 0, 1): Terminal mode <RS232C interface> (0, 1, 0): Interlink mode <RS232C interface> (0, 1, 1): Normal mode 1 <RS232C interface> (1, 0, 1): Normal mode 2 <RS232C interface>
		Computer link	(b12, b11, b10) (0, 0, 0): RS485(422) interface (0, 1, 0): RS232C interface
b13	Sum check	Sum check code is not added	Sum chek code is added automatically
b14	Protocol	No protocol	Dedioated protocol
b15	Transmission Control Protocol	Protocol format 1	Protocol format 4

3.2 軟體系統架構

利用半導體產業CIM(Computer Integrated Manufacturing)的系統架構來建構光碟產業生產自動化系統，CIM的系統一般分為三階層的系統架構，如圖3.5所示。

CIM的第一層系統組成以製造管理系統(Manufacturing Execution System, MES)為核心系統主要負責執行整個工廠的生產工作並紀錄各項製程資料與進行生產流程控制，如此各項生產流程較不容易因人為異常而發生產品報廢的情形。在半導體產業CIM架構的第一層系統中一般除了MES系統外還包括：負責全廠各項製程的生產控制的Process Control系統(如：APC、FDC、RCMS...)與製程管制SPC系統。

CIM的第二層系統組成以設備自動化系統(Equipment Application Program, EAP)與傳送自動化系統(Material Control System, MCS)為主，EAP系統主要負責生產機台與CIM系統的連結、MCS系統則主要負責管控全廠半成品的生產傳送，EAP系統與MCS系統皆利用SECS的通訊架構來與機台設備進行通訊。

CIM的第三層系統組成各為各個設備機台控制器組合而成，包括：Process Tool、Metrology Tool與Transportation System等。

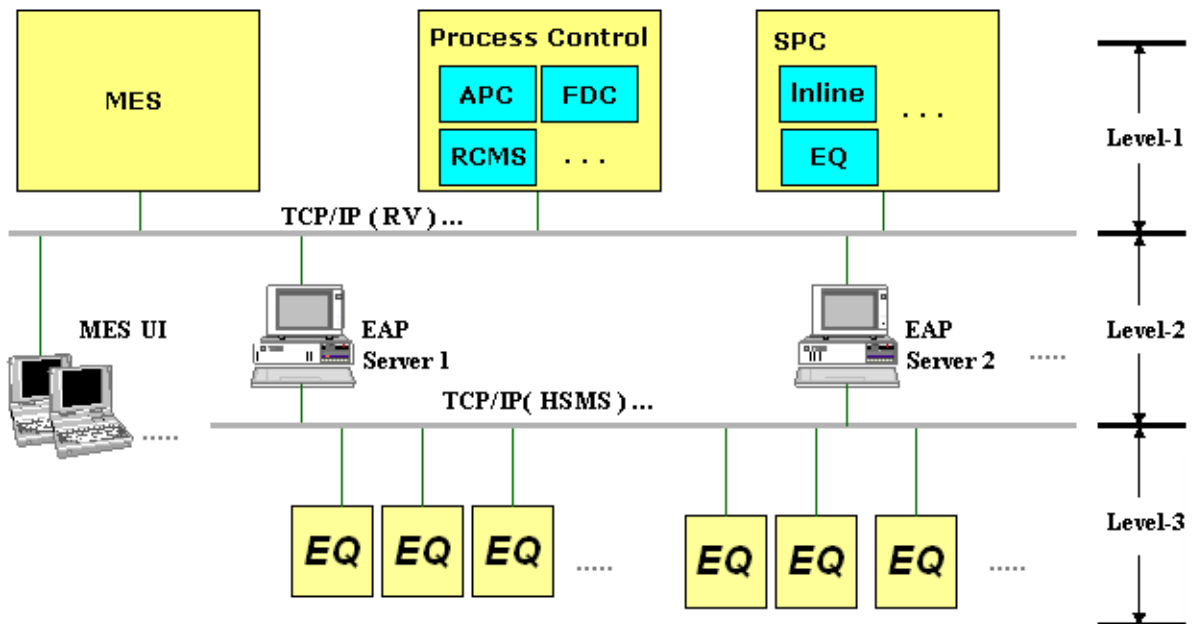


圖 3.5 CIM Framework

3.2.1 光碟廠應用SECS Box之CIM系統架構

由於目前的光碟生產設備皆無SECS通訊能力，如要達成全廠生產自動化的第一步就是要擴充光碟生產機台的SECS通訊設備使得光碟生產機台能擁有SEMI所規範的各項共同通訊標準介面，如此所有符合SEMI Standard的生產機台均使用相同的訊息內容以及通訊介面來溝通。SECS Box利用RS-232通信介面與生產機台控制器相連接，當SECS Box與生產機台控制器整合後即可利用網路透過TCP/IP以HSMS的SECS通訊架構與CIM系統相連結，如此便能利用半導體產業開發完整的CIM系統架構來逐一發展光碟產業的CIM自動化系統，其架構如圖3.6所示。

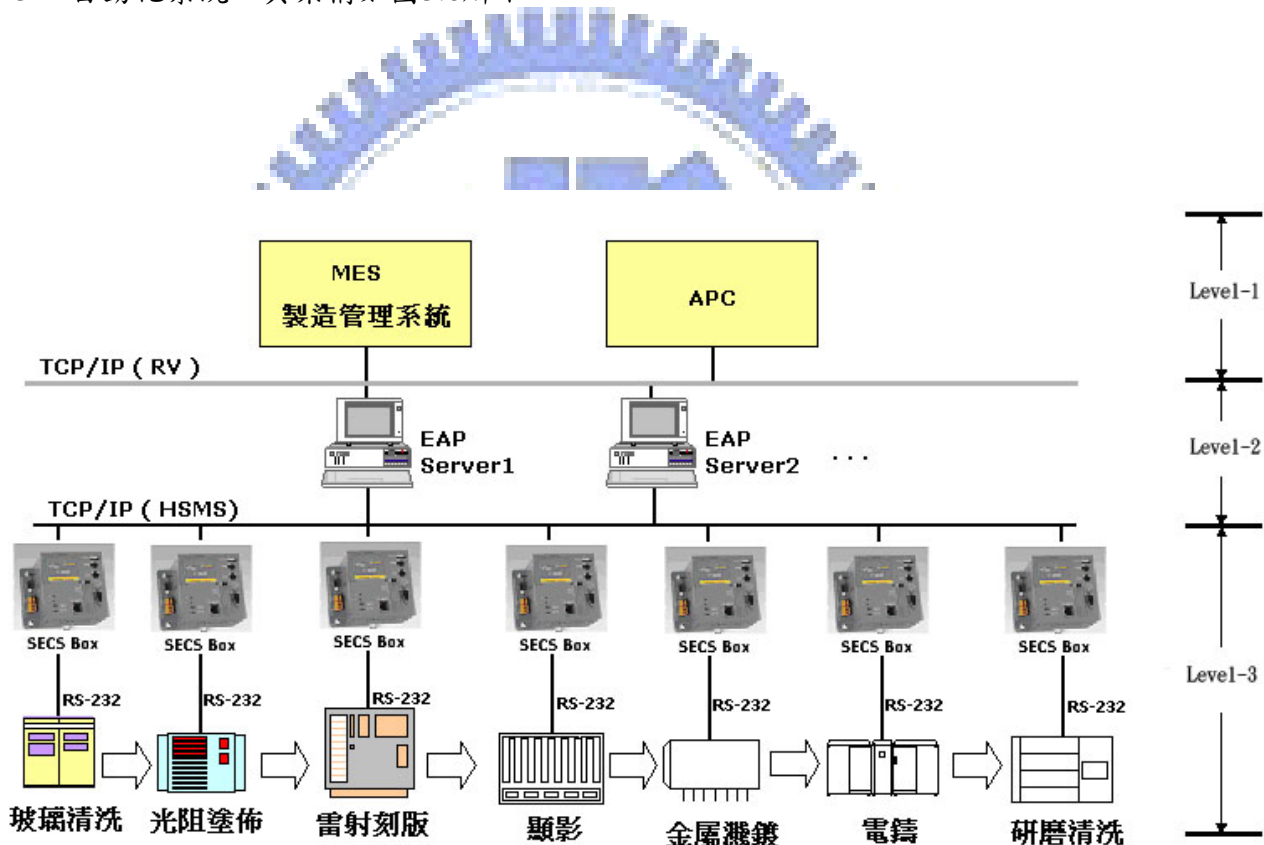


圖 3.6 光碟廠自動化系統架構

3.3 通訊介面之軟體規劃與設計

通訊介面之系統規劃，將分為：1. SECS Box和上層主機的通訊層、2. SECS Box和下層設備控制器(PLC)通訊層、3. PLC內部接收與傳送RS-232訊息的通訊模型規劃三個部分，如圖3.7所示，下幾節將依序說明以下內容：

- Interface 1：SECS Box和上層主機通訊模型(GEM)的系統規劃。
- Interface 2：SECS Box和下層設備控制器(PLC)通訊規劃。
- 設備控制器PLC內部接收與傳送RS-232訊息的通訊模型規劃。

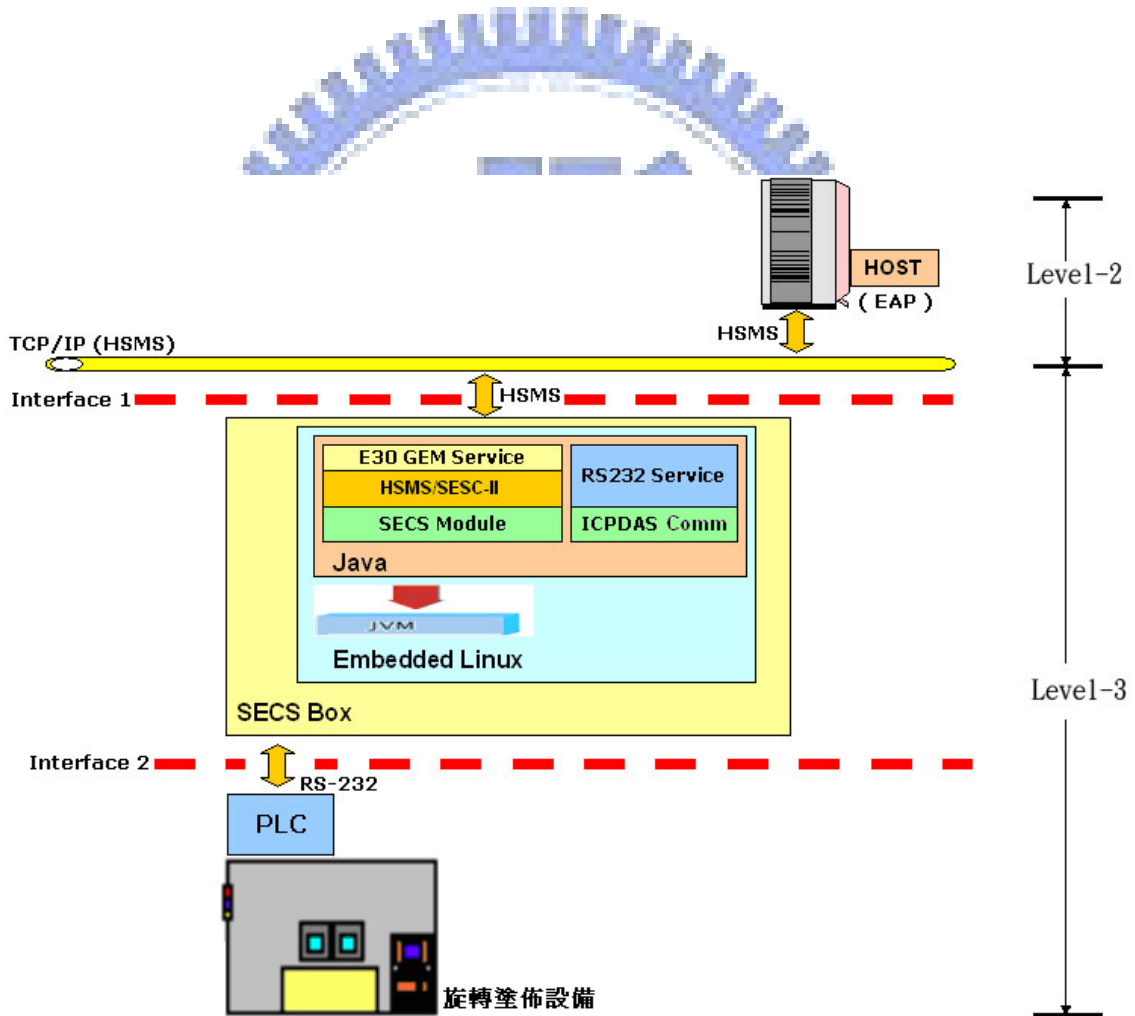


圖 3.7 SECS Box 與製程設備整合之系統規劃

3.3.1 SECS Box和上層主機通訊模型(GEM)的系統規劃立

現代化的製程設備都必須要有能力於生產的過程中回報各項的生產資訊給上層主機(HOST)，並允許上層主機於遠端操控設備機台，因此SEMI E30(GEM)定義了半導體製程設備控制器與上層主機之間的通訊模型，目的是希望將所有的生產設備資訊作有效的整合。本節將說明SECS Box和上層主機通訊的劇本模型，吾人依據SEMI E30(GEM)的規範來規劃SECS Box與上層主機通訊的劇本內容，圖3.8為SECS Box與上層主機通訊模型(GEM)的Use case圖。SECS Box與上層主機通訊的模型，其種類如下：

- 建立連線的劇本 (Establish Communications)
- ON-LINE狀態確認的劇本 (ON-LINE Identification)
- 事件資料收集的劇本 (Event Data Collection)
- 製程配方管理的劇本 (Process Program Management)
- 遠端控制的劇本 (Remote Control)
- 警報管理的劇本 (Alarm Management)
- 材料搬運的劇本 (Material Movement)
- 設備終端服務的劇本 (Equipment Terminal Service)
- 訊息格式錯誤回報的劇本 (Error Message)
- 時間調整的劇本 (Clock)
- 控制狀態遷移的劇本 (Control State Transition)

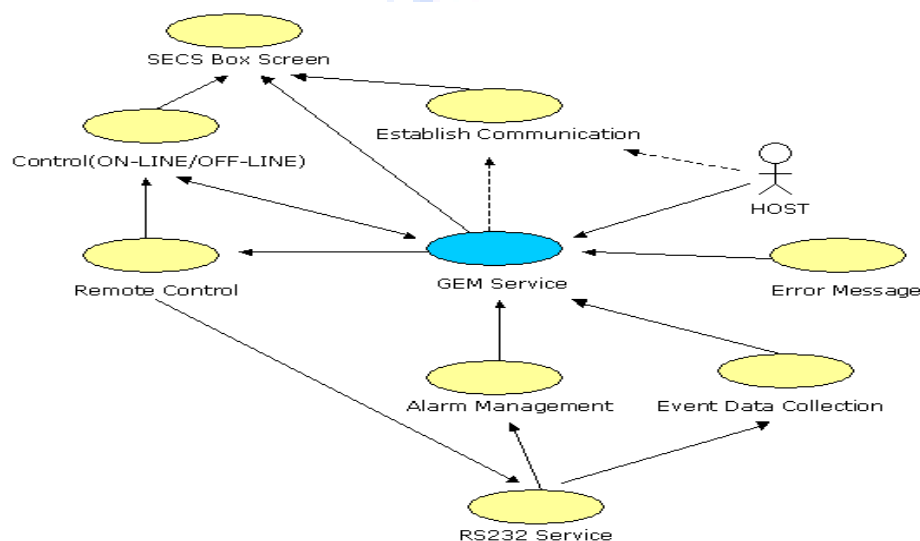


圖 3.8 SECS Box 與上層主機通訊模型(GEM)的 Use case 圖

3.3.1.1. 建立連線 (Establish Communications)

上層主機(HOST)與SECS Box在未連線前彼此對於相互的狀況不明無法進行各項命令訊息的下達與設備事件的回報，本節將說明SECS Box與上層主機(HOST)之間建立連線的劇本。HOST主動下傳S1F13訊息給SECS Box，箭頭(→)表示訊息傳遞的方向，當SECS Box收到S1F13後必須回傳S1F14的訊息給HOST完成訊息交握。但是如果訊息的交握無法順利完成，例如：「設備不想連線(Ex:EQ Controller Mode狀態不正確)」，則必須在S1F14回傳訊息中做設定；如果是「S1F13的訊息格式錯誤」，則SECS Box無法對應訊息，因此必須以Stream 9(Error Message)來回覆HOST，如圖3.9所示。

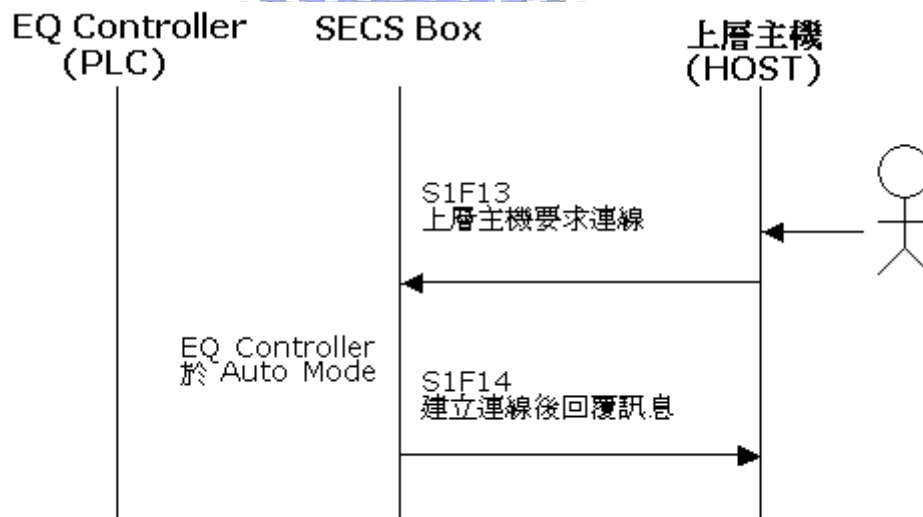


圖 3.9 HOST Attempts to Establish Communication

3.3.1.2.ON-LINE狀態確認 (ON-LINE Identification)

SECS Box與HOST皆可以送出S1F1訊息來詢問的對方連線是否為ON-LINE狀態，當回覆S1F2訊息時需要連結變數MDLN與SOFTREV的資料，MDLN表示的是設備型號，SOFTREV則是代表軟體版本，如3.10所示。

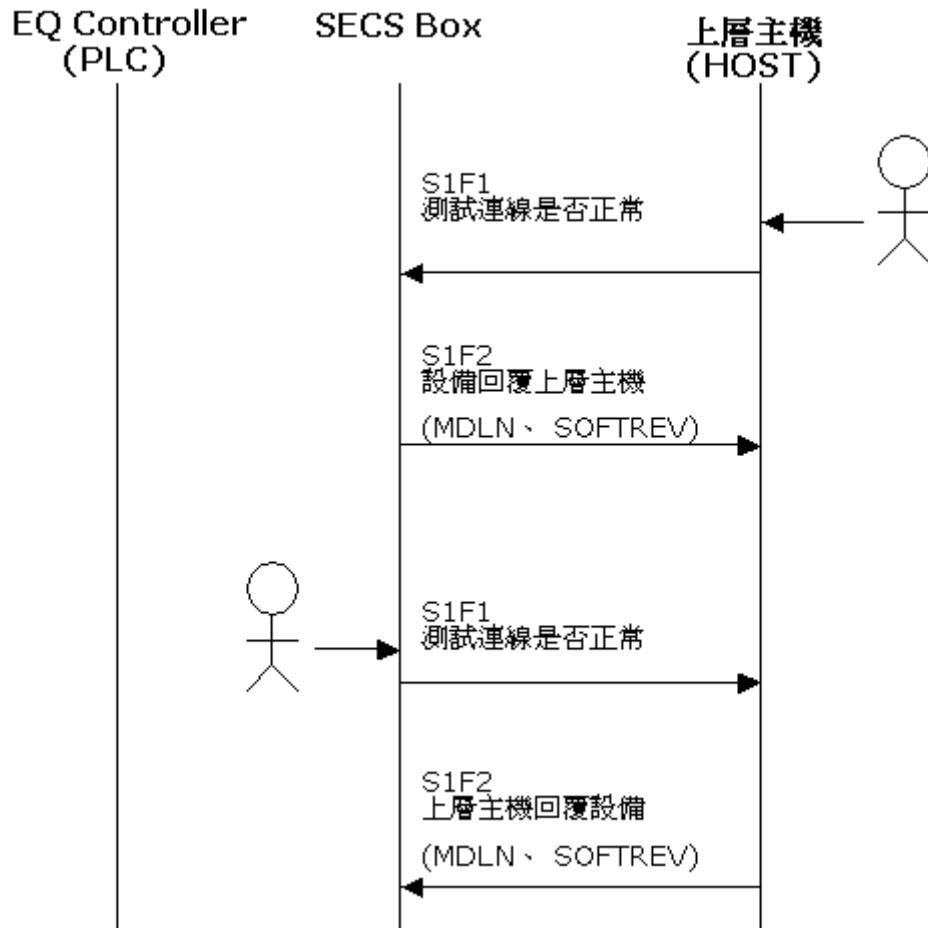


圖 3.10 ON-LINE Identification

3.3.1.3. 事件資料收集 (Event Data Collection)

事件資料收集劇本可以提供上層主機監控設備狀況、製程狀態以及製程參數資料收集等功能，HOST必須先藉由資料收集的劇本與SECS Box溝通並取得設備內的變數資料。如圖3.11所示為旋轉塗佈機光碟片到達定位HOST與SECS Box的事件報告的資料收集劇本。由於每個事件報告都有特定的編號(CEID)，上層主機可以依據設備上傳特定事件報告的CEID得知事件的內容。如表3.3所示。

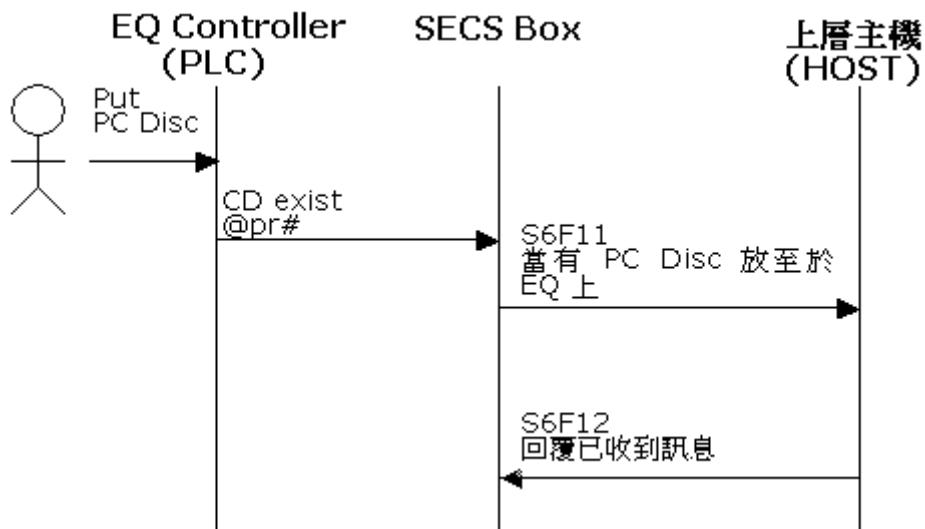


圖 3.11 Event Report from Equipment

表 3.3 S6F11 CEID List

CEID	Description	Type	Comment
10001	EQ Mode	ASCII	“MAINTENANCE” AUTO”
10002	PC Disc on EQ Status	I2	0:Not Exist 1:Exist
10003	Coating Start/End	I2	0:Start 1:End
20001	LOCAL Mode		
20002	REMOTE Mode		
30001	OFF-LINE		
30002	ON-LINE		

3.3.1.4. 製程配方管理 (Process Program Management)

製程配方的管理功能有上傳、下載、刪除等項目，上層主機只需要藉由製程配方管理訊息劇本的傳遞即可以運用製程配方管理的各項功能。

■ 刪除製程配方

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，圖3.12為製程配方被建刪除的循序圖。

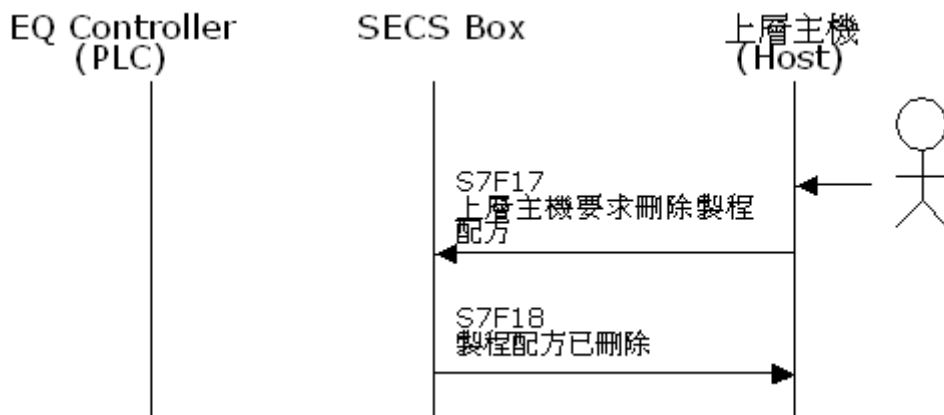


圖 3.12 Deleting a Process Program by Host

■ 查詢製程配方的清單

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，圖3.13為上層主機要求設備提供製程配方名稱清單的循序圖。

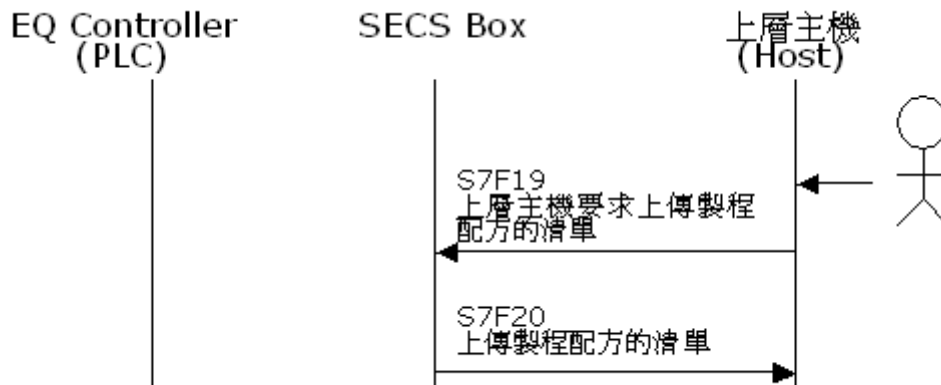


圖 3.13 Host Request Equipment Process Program Directory

■ 查詢製程配方內容

當上層主機要求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，如圖3.14所示。

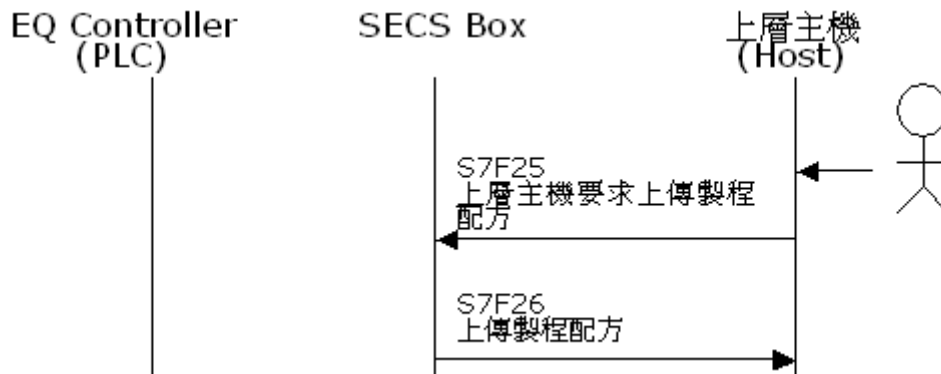


圖 3.14 Equipment-initiated Process Program Uploading

■ 新增製程配方

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。圖3.15為上層主機建立新的製程配方的循序圖。

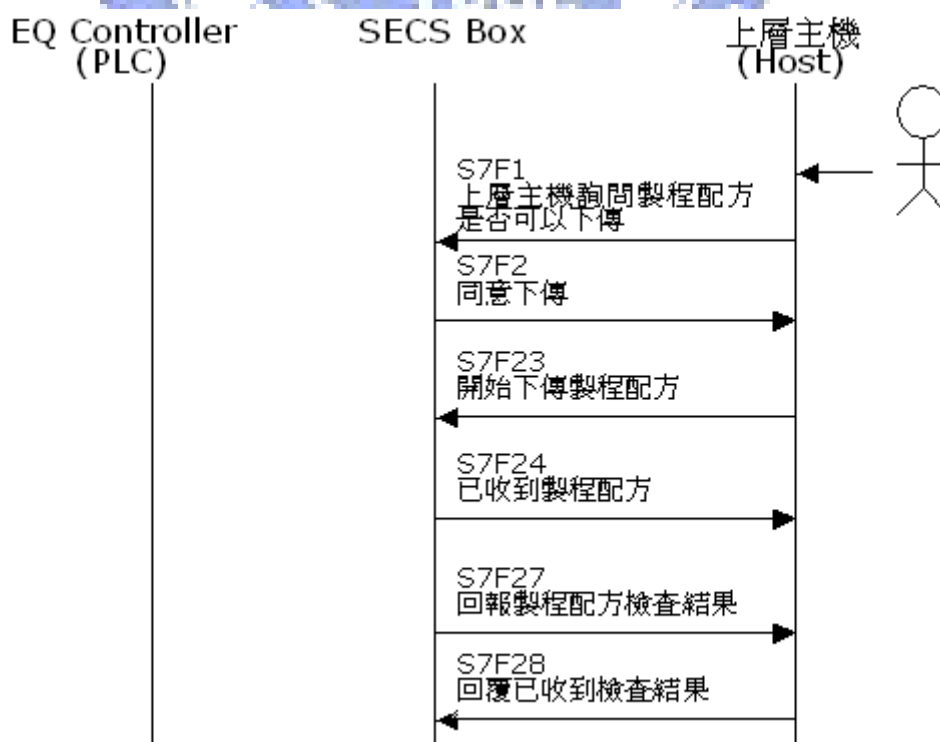


圖 3.15 Host-initiated Process Program Downloading

3.3.1.5.遠端控制 (Remote Control)

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3.4說明遠端控制功能的項目與限制。

下面以” START”功能為例說明之，表3.4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。當狀態位置在REMOTE時製程工作開始必須要由上層主機來控制。

表 3.4 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
START	○	×	×	○
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，如圖3.16所示。

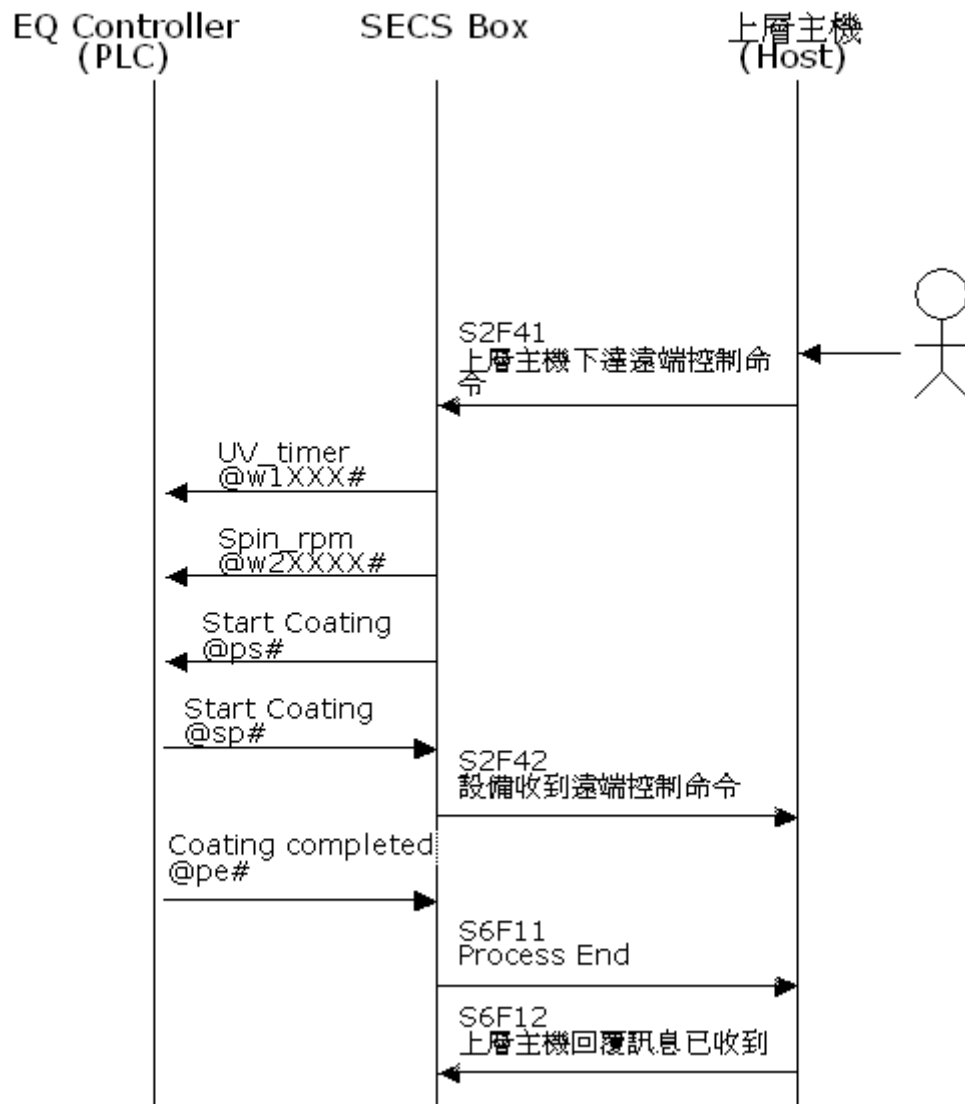


圖 3.16 Remote Command

3.3.1.6. 警報管理 (Alarm Management)

本節說明警報管理的方式與訊息傳遞的劇本，當設備端發生警報時，設備控制器利用S5F1訊息來上傳Alarm報告，因為Alarm的發生也是一種事件的發生，因此設備端控制器必須再上傳S6F11事件報告給上層主機，如圖3.17所示。

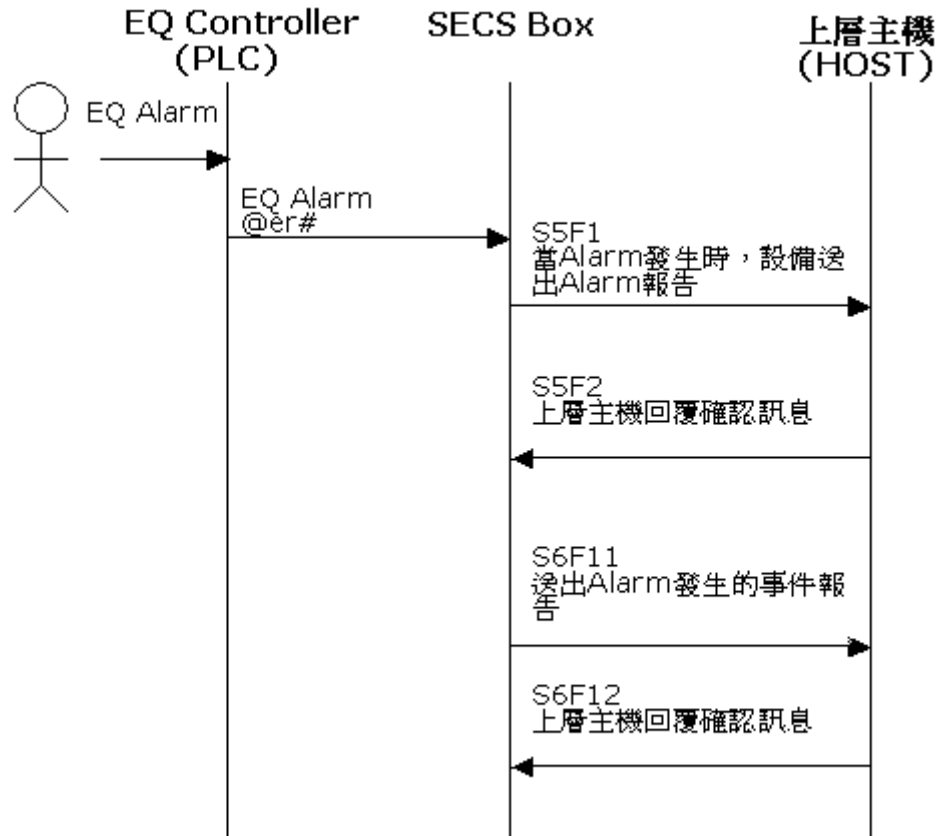


圖 3.17 Alarm Report

3.3.1.7.材料搬運 (Material Movement)

當光碟片被傳送到達旋轉模組或傳送離開旋轉模組時，SECS Box 會產生一個 S6F11 的事件訊息來報告給上層主機，如圖3.18、圖3.19所示。上層主機可以利用材料搬運的事件訊息來紀錄光碟的傳輸時間用於估算設備產能。

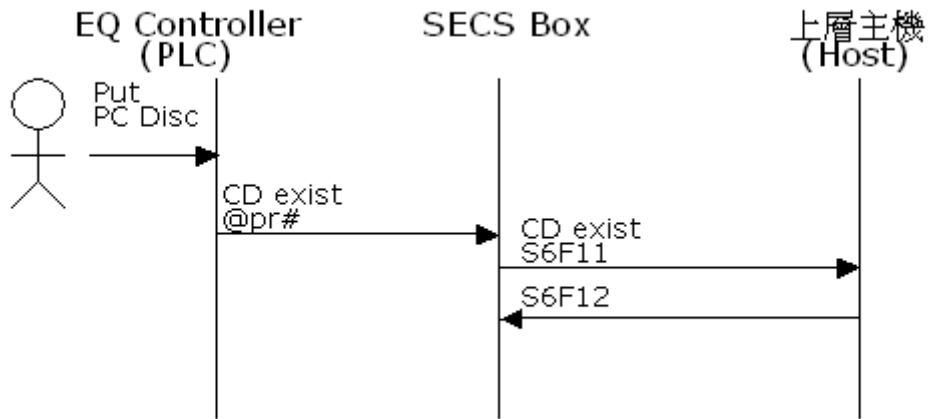


圖 3.18 CD exist Report from Equipment

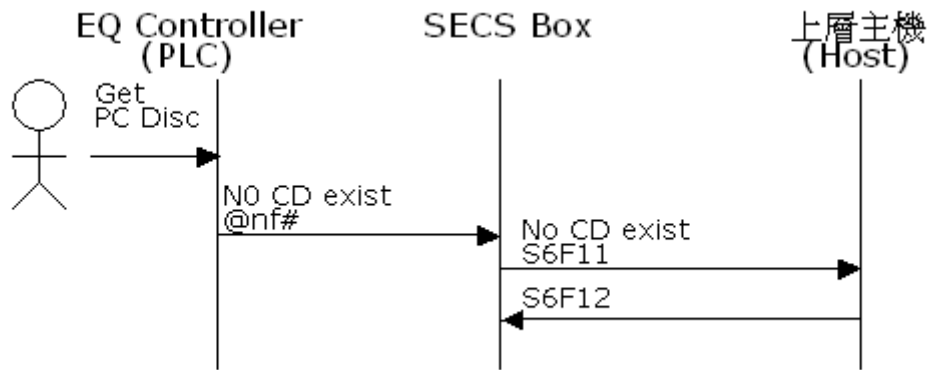


圖 3.19 No CD exist Report from Equipment

3.3.1.8.設備終端服務 (Equipment Terminal Service)

上層主機與設備使用者如果要傳遞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。圖3.20為上層主機送出文字訊息給設備的循序圖。

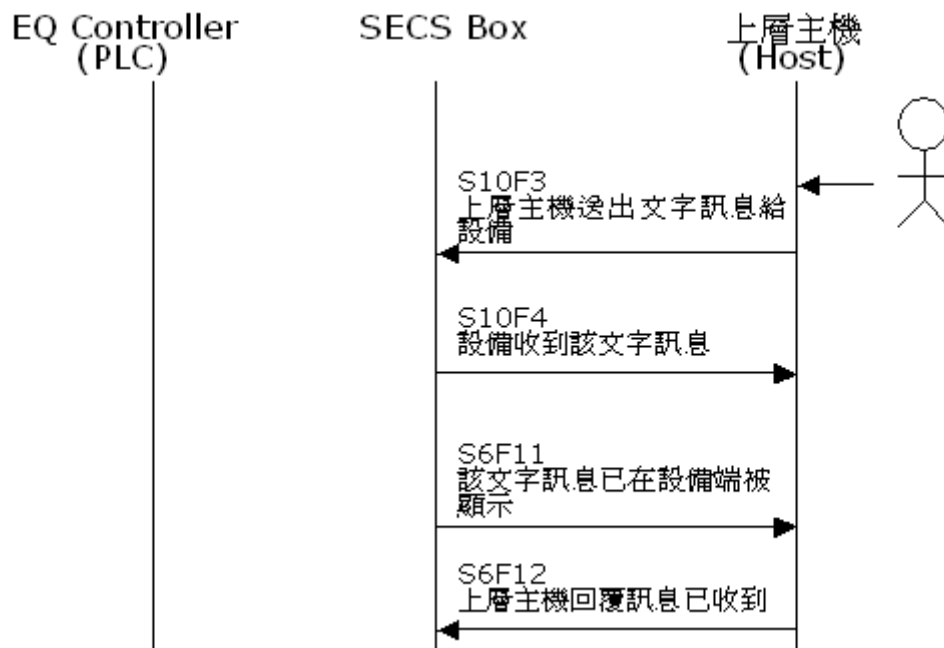


圖 3.20 Host Send Information to Equipment

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。圖3.21為設備送出文字訊息給上層主機的循序圖。

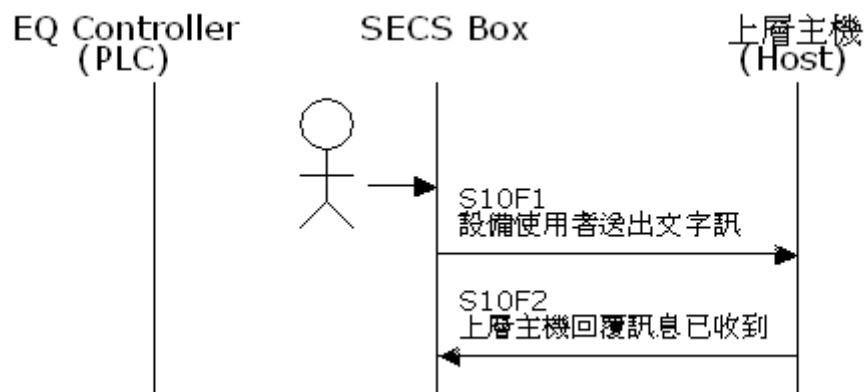


圖 3.21 Operator Send TEXT Information to Host

3.3.1.9. 訊息格式錯誤回報 (Error Message)

當HOST與SECS Box之間的訊息傳遞失敗或發生逾時(Timeout)時，會發出「訊息格式錯誤報告」Stream 9的訊息，讓對方控制器知道訊息傳遞失敗，並作相關的處置。圖4.17說明當上層主機下傳的訊息有錯誤時，設備控制器回應錯誤訊息的劇本。一般來說，訊息格式檢查的項目有：Device ID(如圖3.22)、Stream Type(如圖3.23)、Function Type(如圖3.24)、Data Format(如圖3.25)以及T3 Timeout(如圖3.26)等。

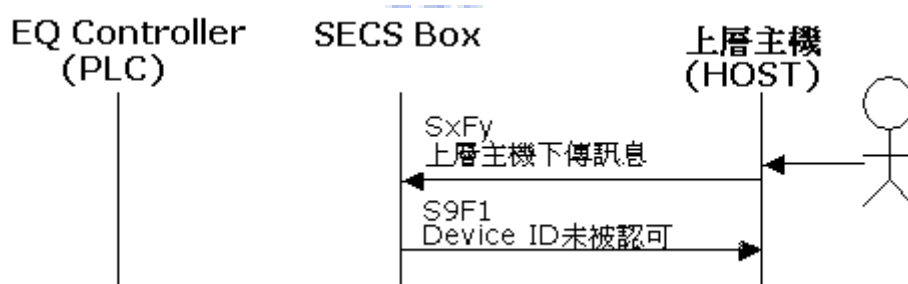


圖 3.22 Device ID 錯誤

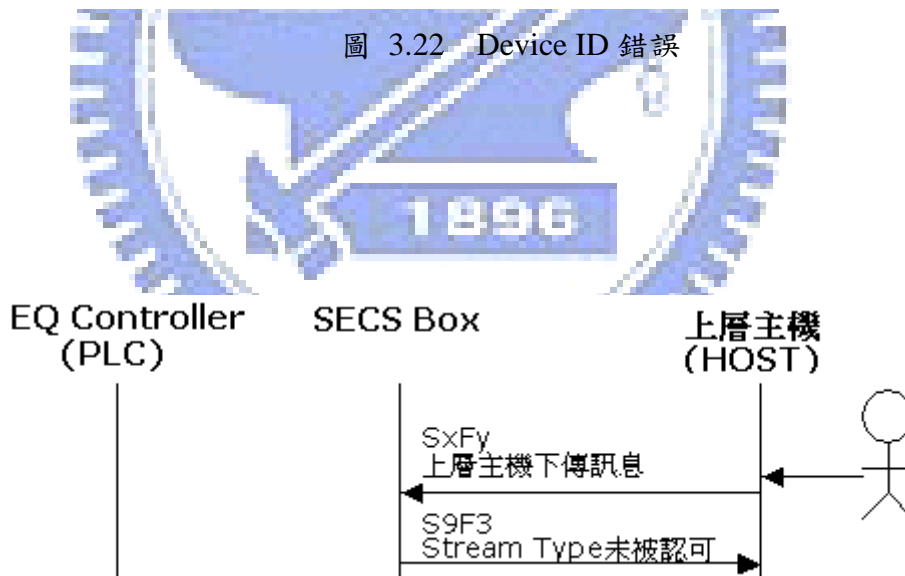


圖 3.23 Stream Type 錯誤

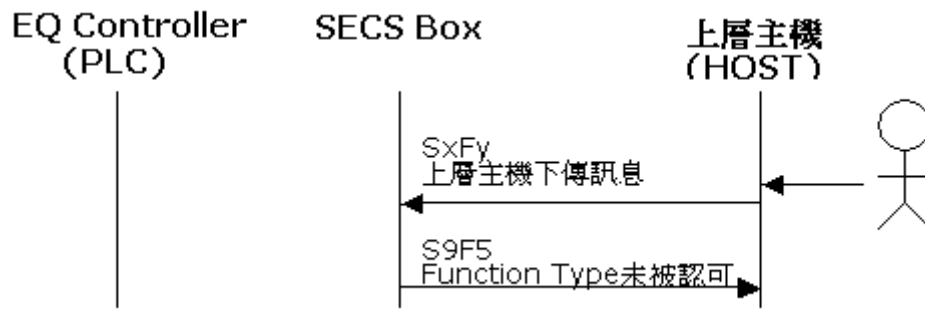


圖 3.24 Function Type 錯誤

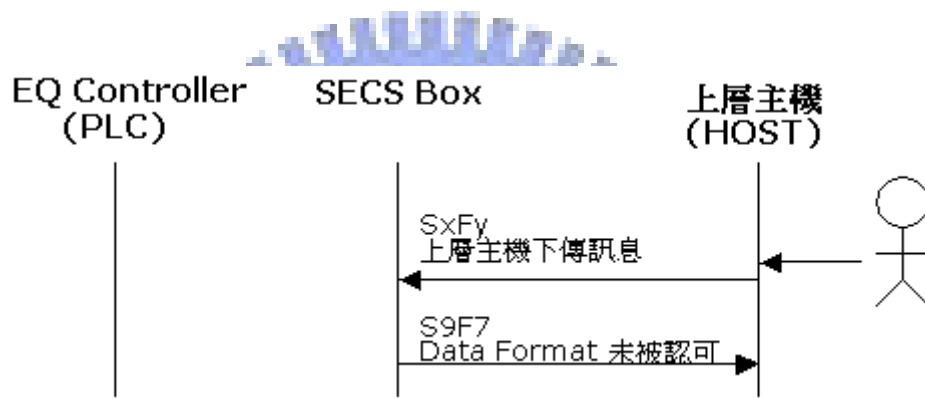


圖 3.25 Data Format 錯誤

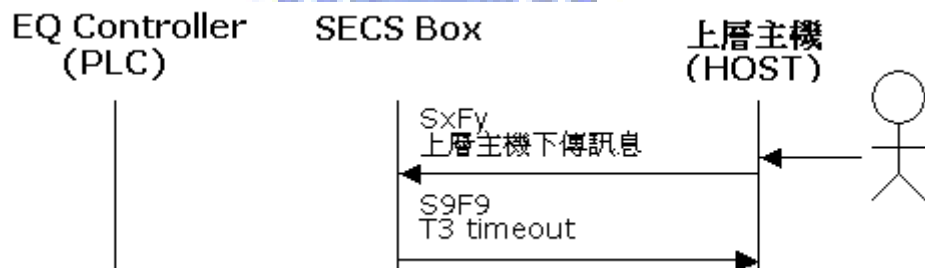


圖 3.26 Data Format 錯誤

3.3.1.10. 時間管理 (Clock)

本節說明上層主機與SECS Box的時間管理方式，圖3.27說明SECS Box與HOST間可以經由時間管理的劇本，由SECS Box主動要求HOST下傳正確的時間或由HOST下傳訊息要求SECS Box回報本身的時間，主要功能為避免因為時間不一致而導致擷取到的訊息資料產生誤差。SECS Box在設計上並不主動要求調整時間，僅被動的等待HOST下傳訊息要求回報SECS Box本身的時間。

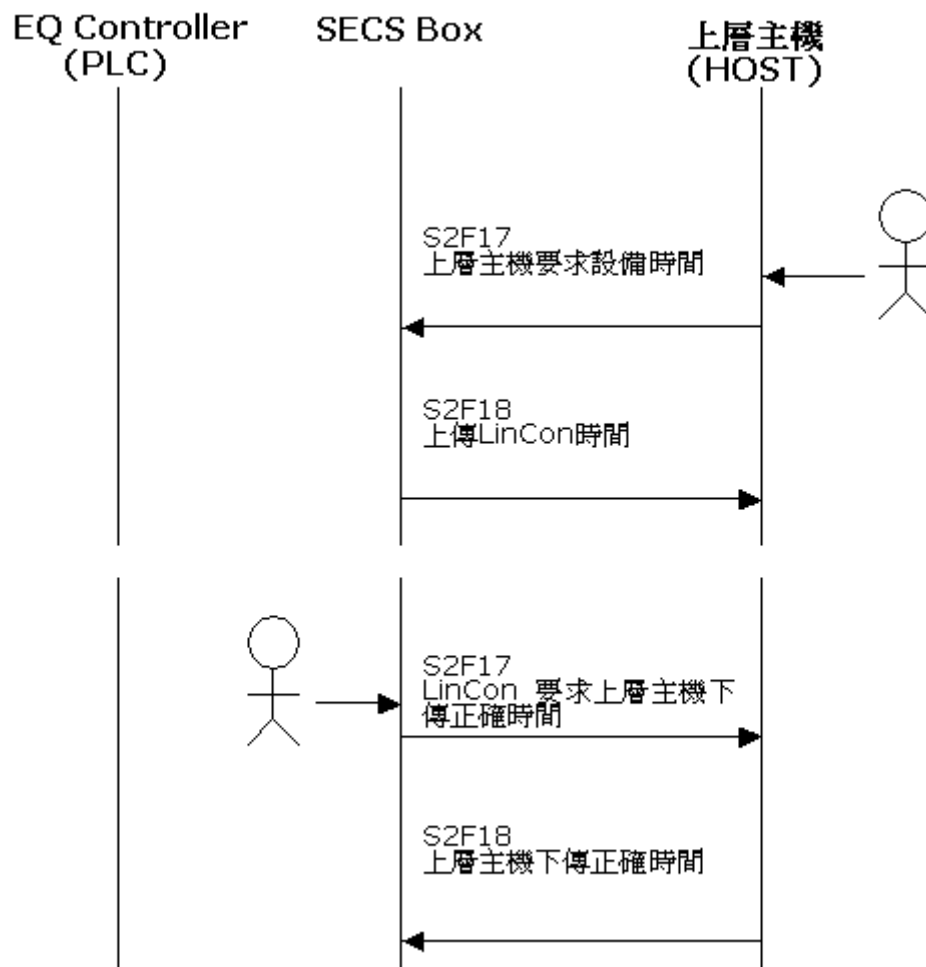


圖 3.27 HOST or Equipment Requests TIME

3.3.1.11. 控制狀態的遷移 (Control State Transition)

遠端控制的功能受限於控制狀態，本章節說明如何使用劇本訊息來改變控制的狀態，而SECS Box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SECS Box的控制狀態也可以由SECS Box的操作畫面來手動操作的改變控制狀態。

設備要求改變控制狀態至『ON-LINE』

當SECS Box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，如圖3.28所示。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。

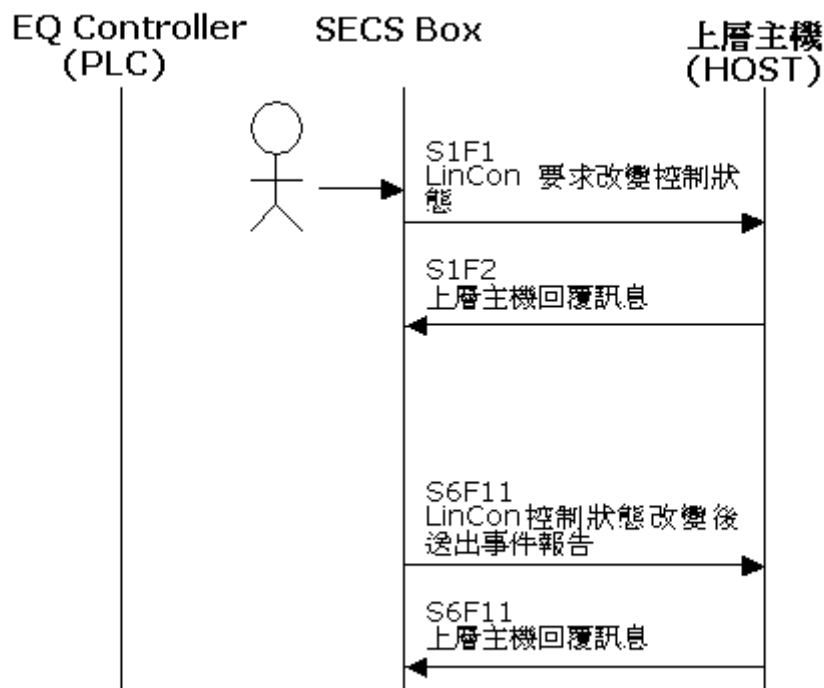


圖 3.28 HOST Accepts ON-LINE Request from Equipment

上層主機要求控制模式切換『OFF-LINE Mode』

當上層主機想要改變控制狀態位置從『ON-LINE』遷移到『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給上層主機，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，如圖3.29所示。

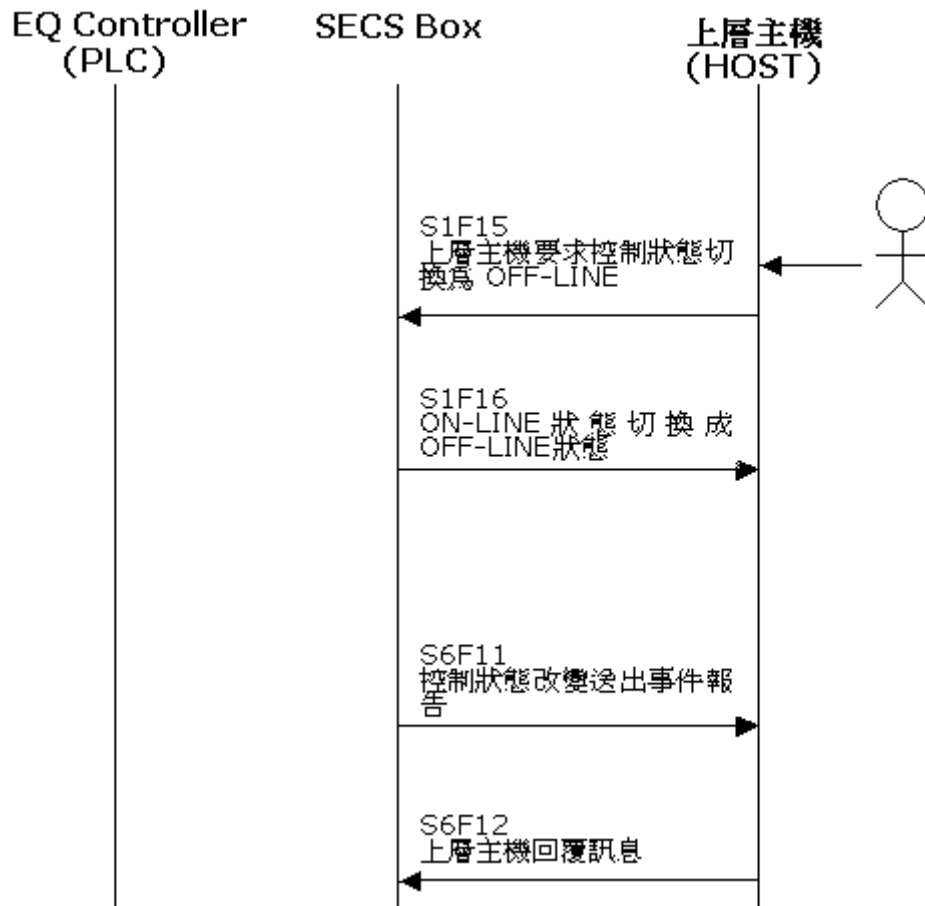


圖 3.29 HOST Requests to Enter OFFLINE

上層主機要求控制模式切換成『ON-LINE Mode』

當上層主機想要改變控制狀態位置從『OFF-LINE』遷移到『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給上層主機，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，如圖3.30所示。

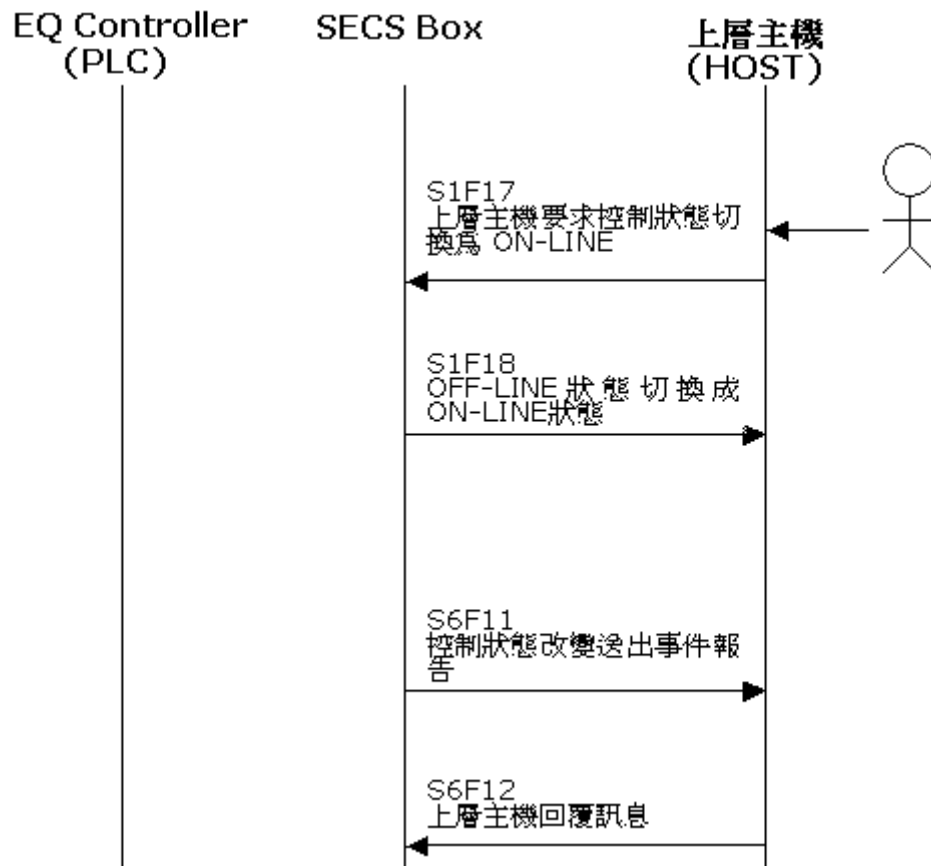


圖 3.30 HOST Attempts to Enter ONLINE

SECS Box改變控制狀態位置至『ON-LINE REMOTE』

當SECS Box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，如圖3.31所示。

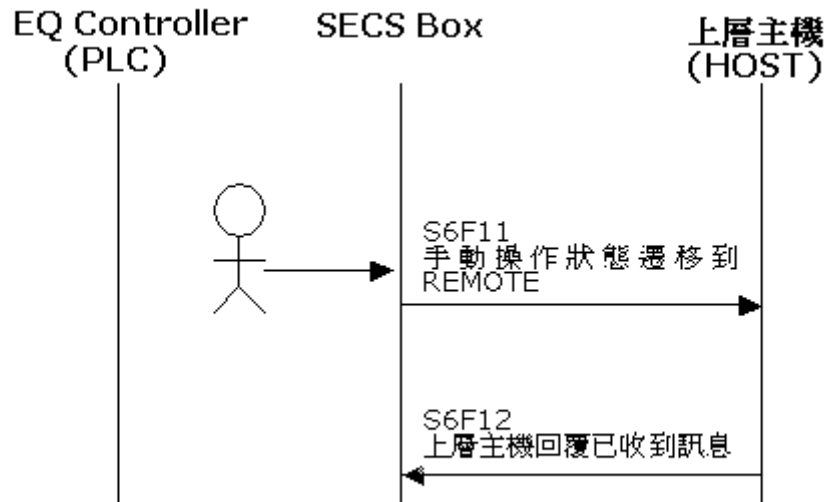


圖 3.31 Operator Attempts to Enter REMOTE

SECS Box改變控制狀態位置至『ON-LINE LOCAL』

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，如圖3.32所示。

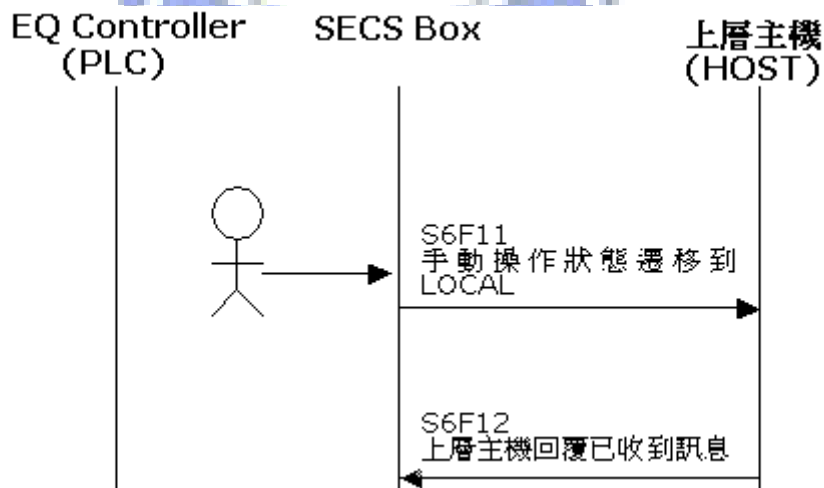


圖 3.32 Operator Attempts to Enter LOCAL

3.3.2 SECS Box之RS-232設備通訊規劃

SECS Box將於系統內開發一個RS232 Service的服務程式，RS232 Service將處理有關需藉由RS-232通信進出SECS Box的訊息服務，當SECS Box啟動時RS232 Service則不斷的擷取下層設備控制器PLC所上傳的RS-232訊息並將所接收到的訊息按表3.5所訂定的訊息列表進行SECS Box各項功能類別的執行，SECS Box則依據該訊息格式與PLC相互溝通。

表 3.5 SECS Box <-> PLC Message

Item	Code/Status	Description	Signal Flow	Remark
1	@h#	Initialize the system	SECS Box->PLC	
2	@ii#	Initialize completed	PLC-> SECS Box	
3	@am#	Auto Mode	PLC->SECS Box	
4	@mm#	Manual Mode	PLC->SECS Box	
5	@nf#	No PC Disc exit	PLC->SECS Box	
6	@pr#	PC Disc exit	PLC->SECS Box	
7	@er#	EQ Error	PLC->SECS Box	
8	@w1XXXX#	UV resin valve Timer	SECS Box->PLC	XXX:001~999/10 Sec
9	@ws1#	Receive w1	PLC->SECS Box	
10	@w2XXXX#	Spin_rpm	SECS Box->PLC	XXXX:0001~4200 rpm
11	@ws2#	Receive w1	PLC->SECS Box	
12	@ws#	Write completed	PLC->SECS Box	
13	@wf#	Write failed	PLC->SECS Box	
14	@q#	Check system status	SECS Box->PLC	
15	@ps#	Start Coating	SECS Box->PLC	
16	@sp#	EQ Start Coating	PLC->SECS Box	
17	@pe#	Coating completed	PLC->SECS Box	

3.2.1.1.RS232 Service

當 SECS Box 程式啟動執行時會對 RS232Control 功能類別建立物件 ” theRS232Control” 並直接開啟預設 Serial Port(COM1)，RS232Control 類別是一個執行緒，這個執行緒不斷的擷取下層設備控制器所上傳的訊息，其中需引用泓格科技公司 (ICPDAS)之 ICPDAS communication service 來處理 Serial Port 之訊息，如圖 3.33 所示。

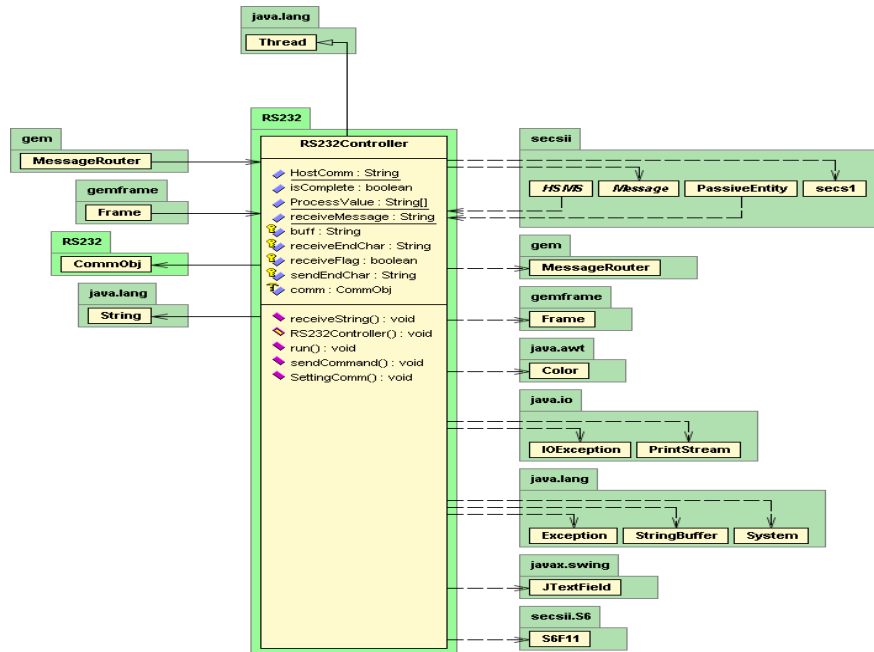


圖 3.33 SECS Box RS232Control 類別圖

以光碟半成品放置於設備中準備生產為例，當 SECS Box 收到 ” @pr#” 的 RS-232 訊息時系統則需轉發 ” S6F11” 的 SECS 訊息給上層主機 (HOST)，如圖 3.34 所示。

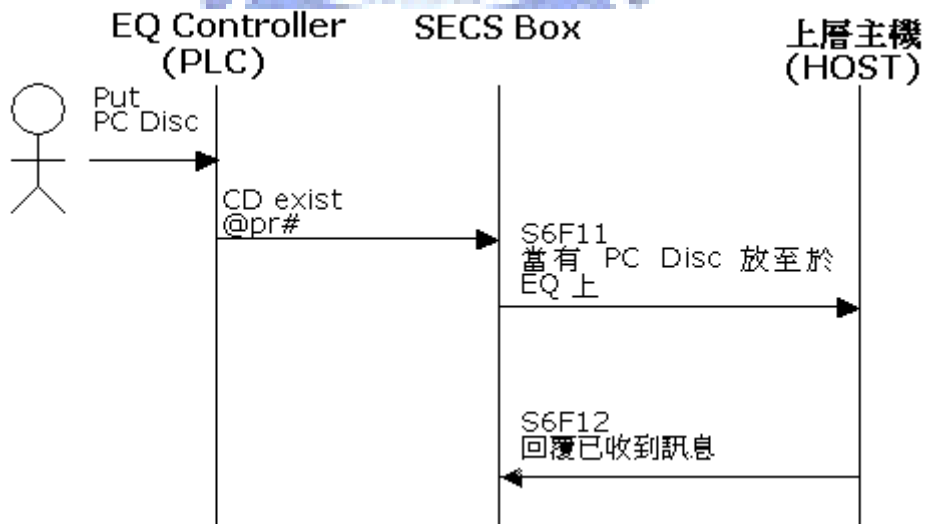


圖 3.34 SECS Box 與 PLC 訊息傳遞循序圖

3.2.1.2. PLC內部接收與傳送RS-232訊息的通訊模型規劃

由於原設備控制器(PLC)並無RS232通訊功能，本論文利用三菱Fx2n之PLC本身所提供RS232通訊擴充方法，加裝Fx2n-232-bd元件以表3.5 PLC與SECS Box之通訊模型來與SECS Box進行溝通。圖3.35、圖3.37為PLC經Serial Port發送或接收RS-232訊息資料之時序圖，本節分別以PLC如何發送訊息與接收訊息兩部分來說明。

To send message to SECS Box

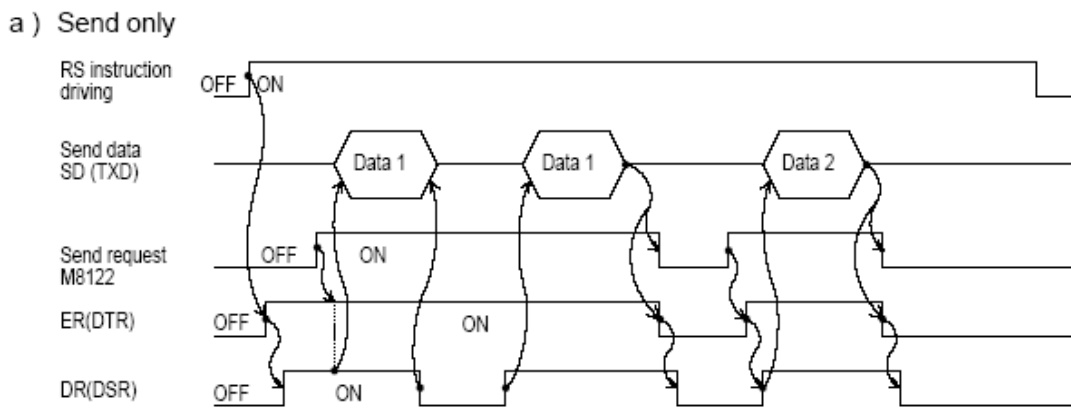


圖 3.35 PLC 經 Serial Port 發送訊息資料之時序圖

以設備控制器(PLC)從Manual Mode切換至Auto Mode欲送一個RS232的訊息到SECS Box為例，當PLC切換至Auto Mode時PLC內部繼電器M100會產生一個上緣觸發的信號並將” @am#” 的ASCII資料訊息置於PLC內部的RS-232 Send buffer中，如圖3.36所示，當PLC每次程式掃描週期時檢查RS-232 Send buffer內有無RS232訊息資料需傳送，如有資料於該暫存區內則以每次掃描週期傳送一筆RS232訊息的方式進行傳送。

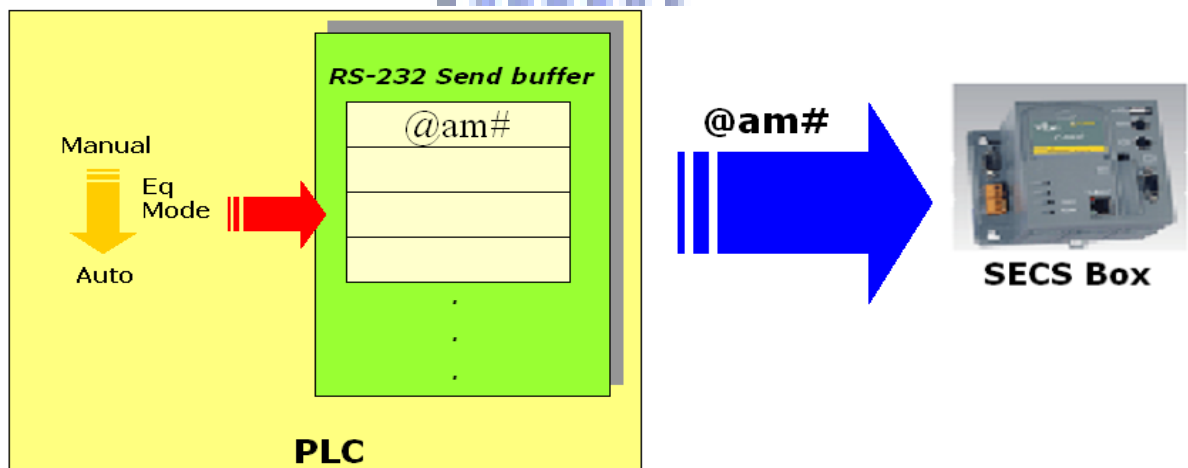


圖 3.36 PLC 傳送訊息圖

To receive message from SECS Box

b) Receive only

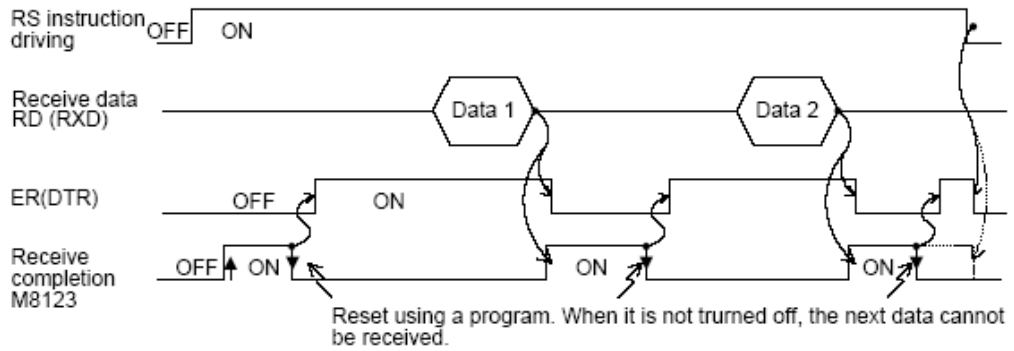


圖 3.37 PLC 接收 Serial Port 訊息資料之時序圖

以設備控制器(PLC)接收SECS Box ”@h#” 的RS232訊息為例，當PLC的Serial Port 有訊息傳送進來時，PLC內部繼電器M8123的信號會為”ON”待資料讀取完成後再將M8123的信號設為”OFF”，如圖3.38所示，其所接收到的訊息資料先行存放於暫存器D40中。

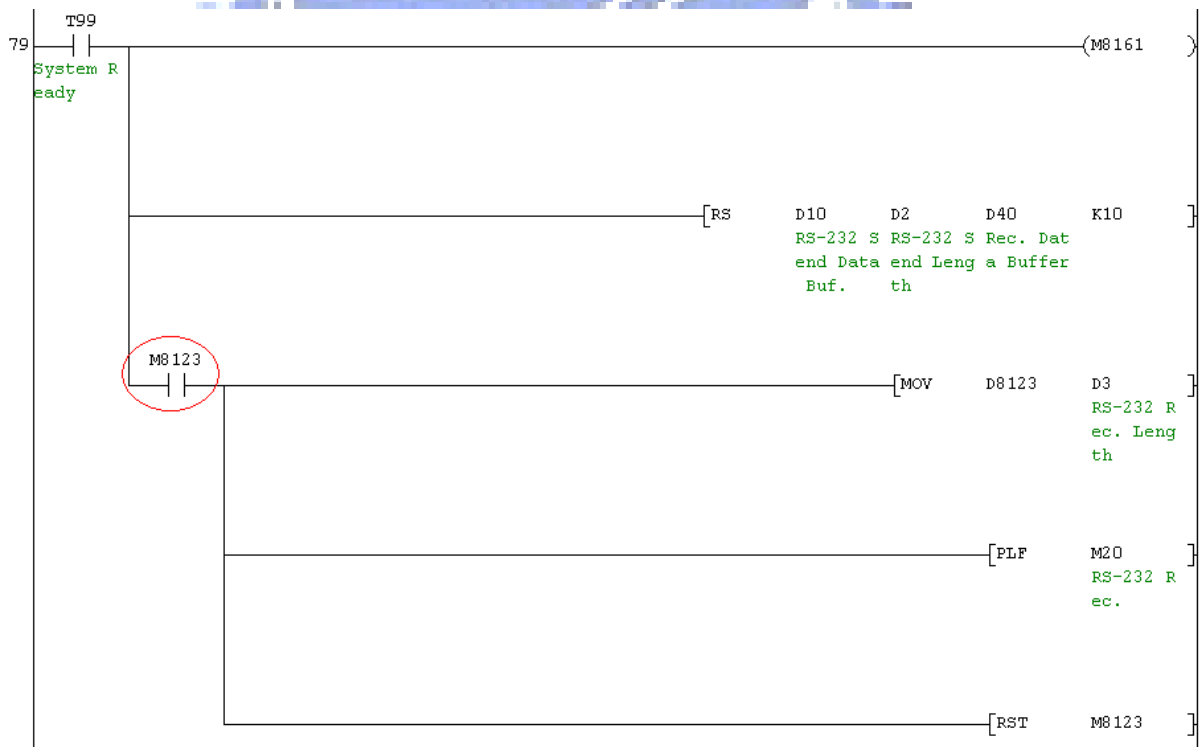


圖 3.38 PLC 接收訊息階梯圖

第四章 SECS Box整合旋轉塗佈機台之實作與測試

SECS Box的設計目的是希望將SECS通訊的功能整合到光碟製程機台上，並藉由訊息的傳遞達到設備控制與製程監控的目的。為了能快速擴充光碟製程機台的 SECS 通訊功能，因此在系統架構的設計上採用Framework (如圖4.1所示)的觀念，將整合系統架構模組化，當其他光碟製程機台欲擴充SECS通訊功能時僅需安裝上SECS Box並符合Interface-2 (節3.3.2)的通訊規劃即可直接擁有SECS 通訊功能，不需再修改SECS Box的應用程式，減少程式重新開發的時程。本章節將依 SECS Box 整合光碟製程機台的系統架構(如圖4.1所示)，分別說明：1 .SECS Box之實作 2.虛擬上層主機(Host)之實作 3.SECS Box整合旋轉塗佈機之測試，以下幾章節將依序說明：

- SECS Box 之實作
- 虛擬上層主機(Host)之實作
- SECS Box整合旋轉塗佈機之測試

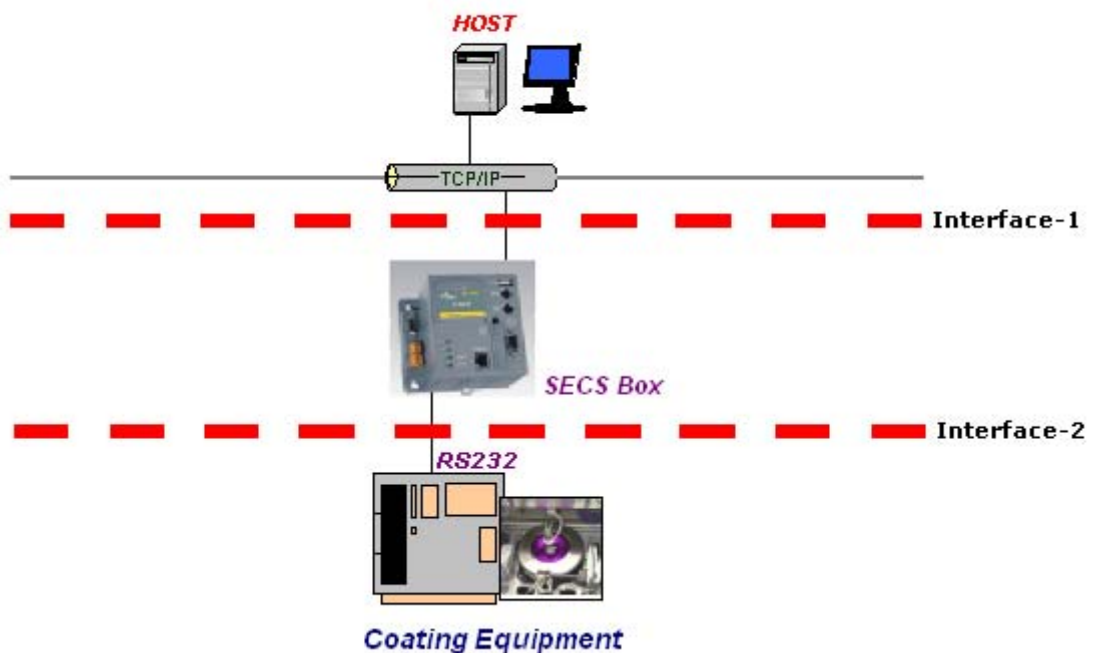


圖 4.1 系統架構圖

4.1 SECS Box 之實作

本章節以SECS Box的使用案例圖(如圖4.2所示)將SECS Box分為三個服務功能模組：Interface-1通訊模組、Interface-2 通訊模組、使用者介面模組(GUI Service)，並分別來說明各個服務模組的實作成果。

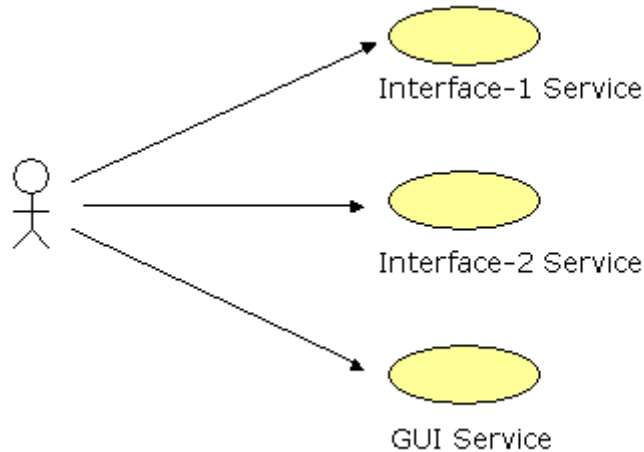


圖 4.2 SECS Box Use case 圖

4.1.1.Interface-1 Service之實作

Interface-1通訊模組主要以底層SECS通訊實作(E5、E37)與機台和上層主機訊息傳遞範本GEM(E37)的通訊模型實作，以下幾章節將依序說明：

- SECS 通訊模組之實作
- GEM Service模組之實作

SECS 通訊模組

SECS通訊模組核心程式主要提供對訊息物件的讀取、設定、編譯與解譯的動作，同時也提供控制器與控制器之間TCP/IP連線建立以及訊息的傳送與接收功能，為了遵照SECS-II的標準，每個訊息必須加上HSMS所定義的Header並串接SECS-II所定義的訊息格式後再以位元組的方式傳送。當接受到訊息時，SECS通訊模組將所收到的位元組解譯成相對應的訊息物件，並將訊息物件放入MessageQueue物件中，提供控制器讀取SECS通訊模組所接收到的訊息物件。圖4.3所示為SECS通訊模組各個物件間的類別關係。

GEM Service 模組主要功能為負責SECS Box和上層主機的通訊服務，GEM Service 模組使用Message Router類別的執行緒不斷的擷取上層主機下傳的訊息，Message Router 會依照GEM的通訊模型將訊息分派到不同的功能類別，再由功能類別對實做類別建立物件後完成訊息傳遞的工作。

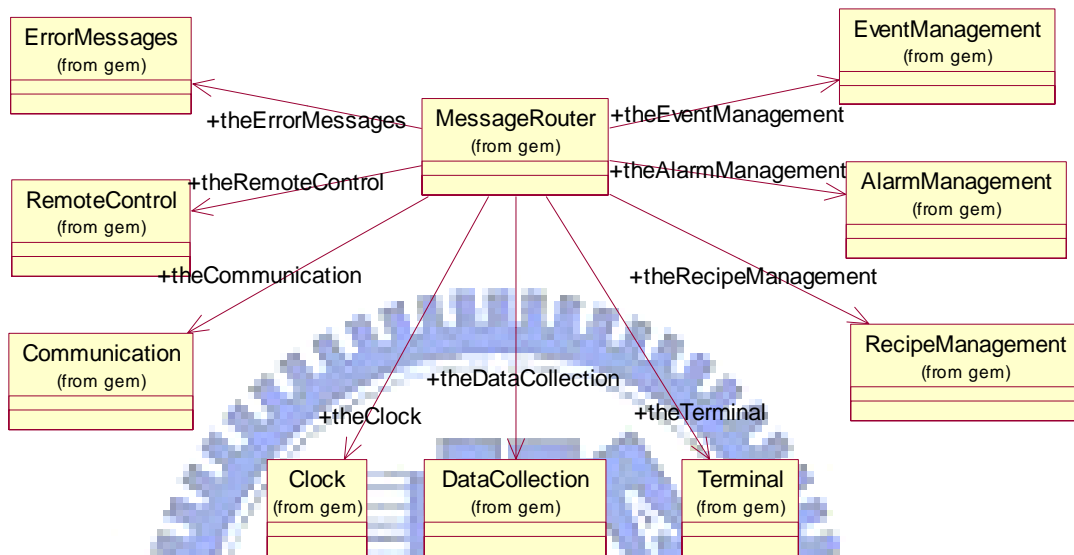


圖 4.5 SECS Box 與上層主機通訊介面軟體類別圖

吾人以SECS Box與上層主機ON-LINE狀態確認的通訊模型來說明GEM Service。假設上層主機要對SECS Box進行ON-LINE狀態的確認工作，上層主機會送出S1F1的訊息給SECS Box，當Message Router類別收到上層主機的訊息後會對Communication功能類別建立物件 ” theCommunication” 並分派S1F1的訊息，這時候SECS Box會再送出S1F2訊息給上層主機，讓上層主機知道SECS Box的ON-LINE狀態、軟體名稱與軟體版本，如圖4.6所示。

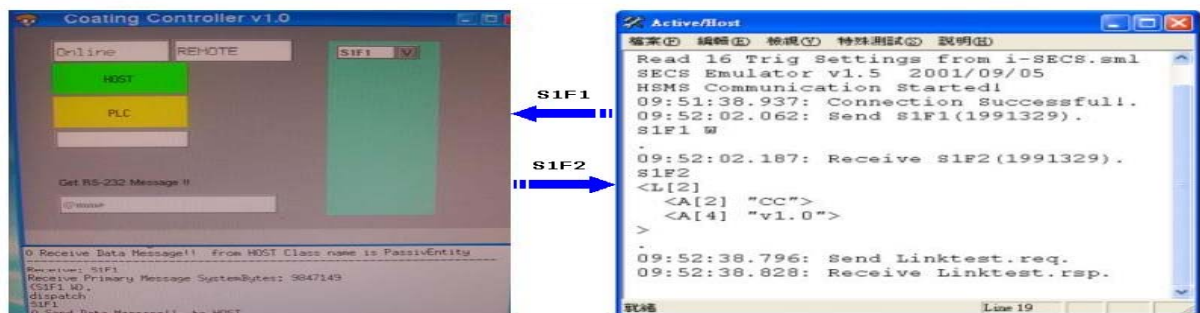


圖 4.6 上層主機對 SECS Box 進行 ON-LINE 狀態確認

4.1.2.Interface-2 Service之實作

Interface-2 Service主要功能為負責SECS Box和PLC的通訊服務，當SECS Box程式啟動執行時會對RS232Control功能類別建立物件” theRS232Control” 並直接開啟RS232 Service預設Serial Port(COM1)的RS-232通訊服務，RS232Control類別是一個執行緒，這個執行緒不斷的擷取PLC所上傳的訊息，其中RS232 Service需引用泓格科技公司(ICPDAS)之ICPDAS communication packages來處理底層RS-232之通訊服務。

吾人以製程機台改變操作狀態來說明PLC與SECS Box RS232 Service實作的成果。SECS Box與PLC間的通訊測試以三菱PLC階梯圖開發軟體來操作與監視PLC內部階梯圖程式運作狀況，當製程機台由Manual Mode切換到Auto Mode的狀態，此時PLC會送出” @am#” 的控制訊息給SECS Box(節3.3.2)，當RS232Control的類別收到PLC的訊息後會即時改變SECS Box本身的相關各項狀態，如圖4.7所示。

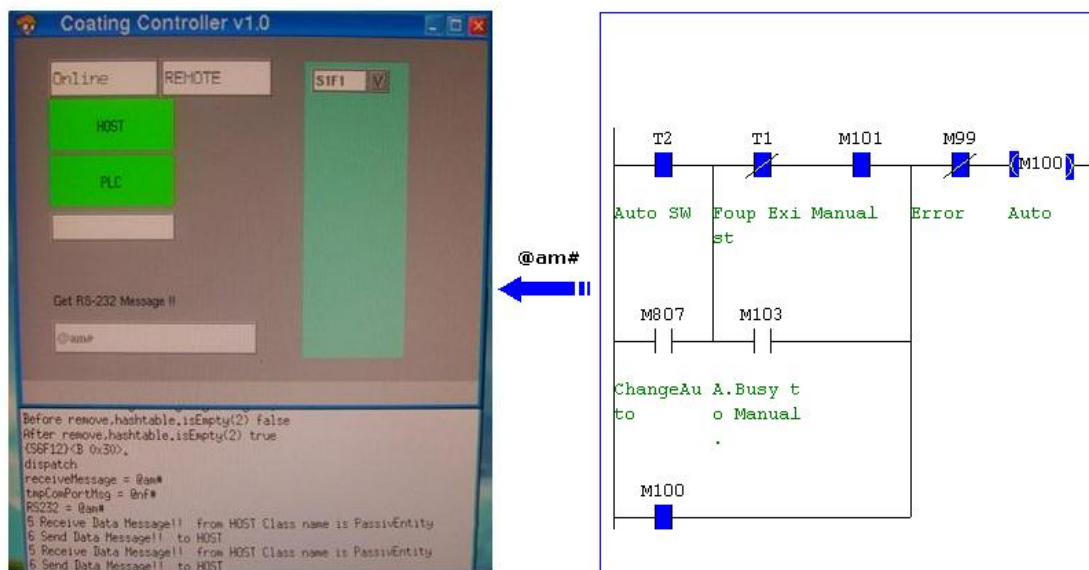


圖 4.7 PLC 改變狀態的傳送訊息圖

4.1.3. SECS BSECS Box使用者介面(GUI)

GUI(Graphic User Interface)的服務模組主要是提供使用者一個操作與監控SECS Box的使用介面,包含:SECS Box目前Mode的狀態、SECS Box與HOST連線的狀況、SECS Box與PLC連線的狀況、接收到PLC的訊息內容視窗及SECS Box訊息的顯示視窗等服務,如圖4.8所示。

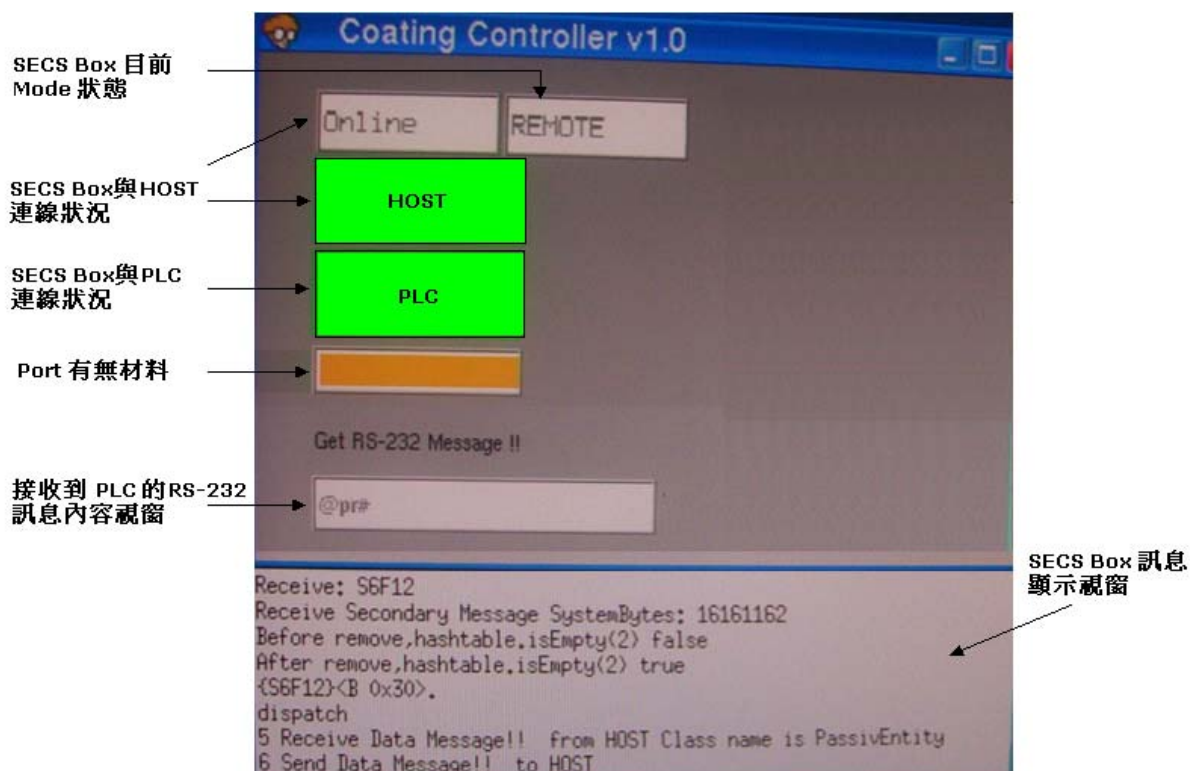


圖 4.8 SECS Box 的主畫面

4.2 虛擬上層主機(Host)之實作

虛擬上層主機(Host)依據SECS Box系統架構Interface-2(節3.3.1)的通訊模型規劃來開發設計，虛擬上層主機擁有SECS的通訊能力與GEM的通訊規劃並可藉由SECS訊息的傳遞來完成設備控制與製程監控的目的，虛擬上層主機(Host)提供使用者介面(GUI)供操作人員使用，GUI上主要功能包含了SML格式的SECS訊息顯示、機台連線狀態、機台狀態、製程配方管理、HSMS通訊參數設定及設備終端服務等，以下將對 GUI 部分做詳細說明。

虛擬上層主機(Host)之主畫面，如圖4.9所示，分為五個區塊，分別是：功能選擇區塊、狀態顯示區塊、製程配方新增區塊、製程配方管理區塊與訊息顯示區塊，以下幾章節將依序說明：

- 功能選擇區塊
- 狀態顯示區塊
- 製程配方新增區塊
- 製程配方管理區塊
- 訊息顯示區塊

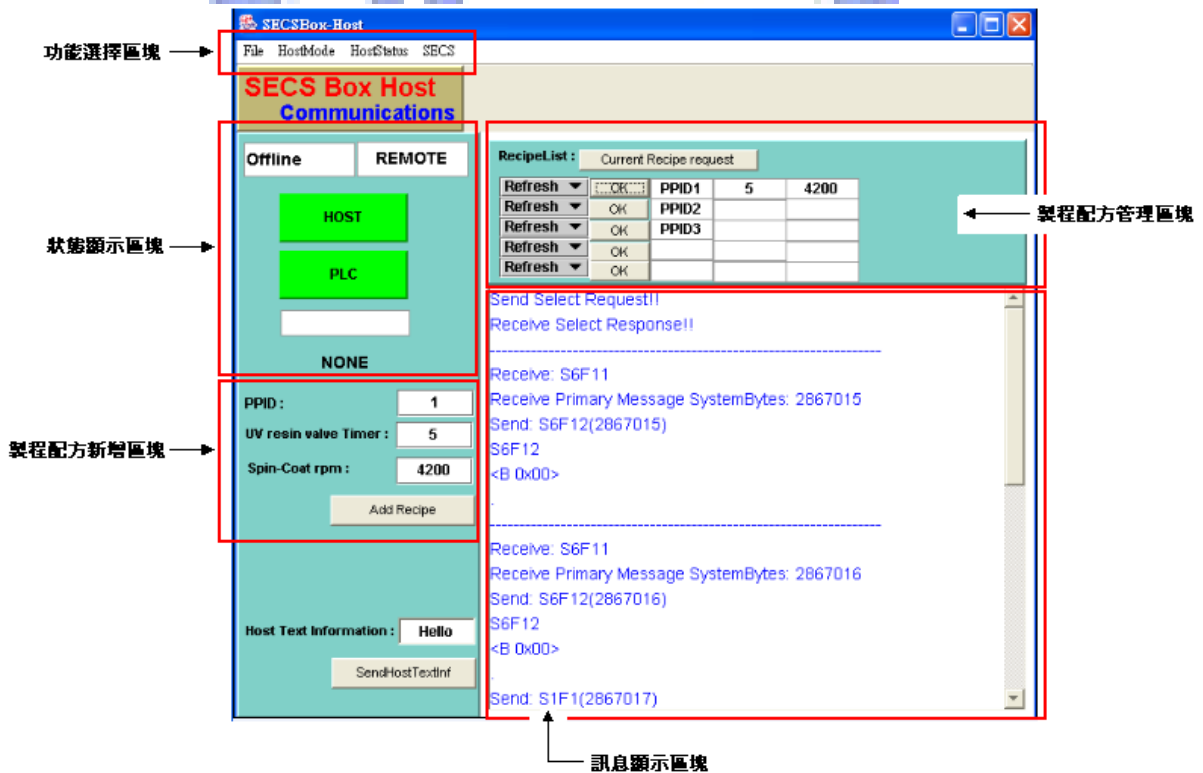


圖 4.9 SECS Box 的主畫面

4.2.1. 虛擬上層主機(Host)之功能選擇區塊

操作者可藉由功能選擇區塊來對虛擬上層主機作各項功能的操作，如：Message顯示視窗訊息的清除、SECS Message顯示視窗訊息的清除、HostMode的切換、HostStatus的切換、參數設定與SECS 通訊功能命令等，如圖4.10所示。

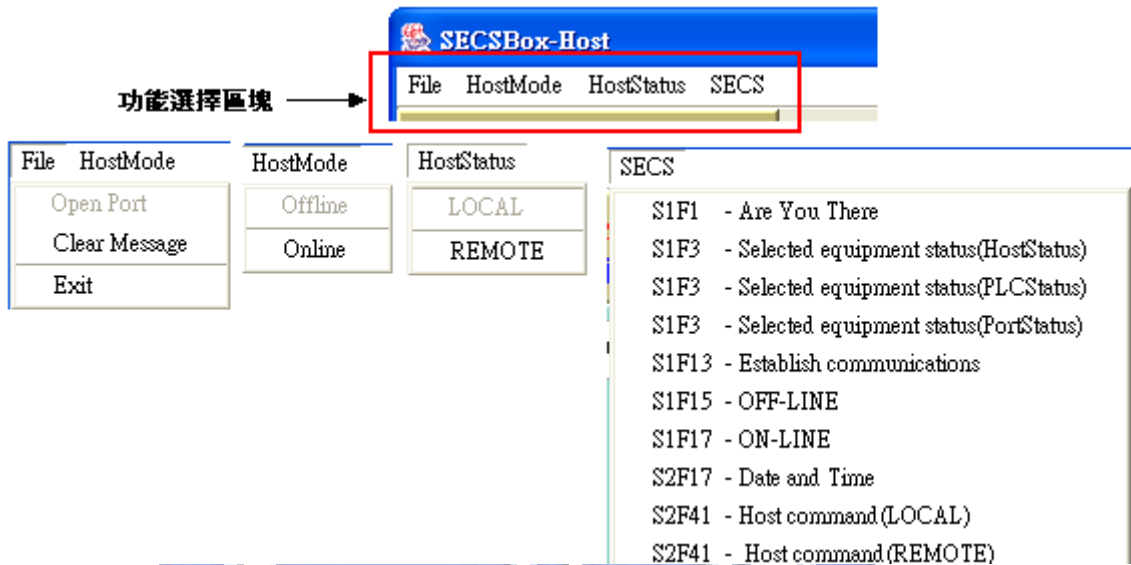


圖 4.10 虛擬上層主機之功能選擇區塊

4.2.2. 虛擬上層主機(Host)之狀態顯示區塊

狀態顯示區塊可顯示目前機台與Host間的各种狀態，如：EQ控制狀態、EQ連線狀態、Host與SECS Box連線狀況、EQ PLC Mode狀態、EQ Port目前狀態等，如圖4.11所示。

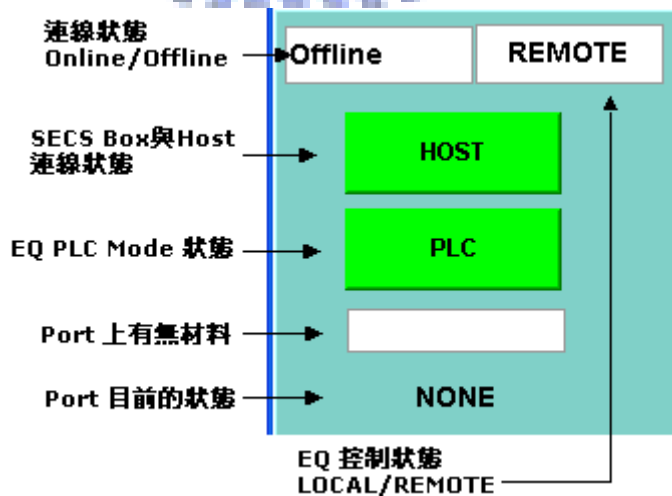


圖 4.11 虛擬上層主機之狀態顯示區塊

4.2.3. 虛擬上層主機(Host)之製程配方新增區塊

當上層主機欲增加新的製程配方至製程機台時可藉由虛擬上層主機的製程配方新增區塊來完成，使用者僅需輸入區塊內的新增製程參數(圖4.12所示)虛擬上層主機會自動依據SEMI GEM(E30)的訊息傳遞規範來對製程機台新增製程配方。

製程配方新增區塊

PPID : 1
UV resin valve Timer : 5
Spin-Coat rpm : 4200
Add Recipe

圖 4.12 虛擬上層主機之製程配方新增區塊

4.2.4. 虛擬上層主機(Host)之製程配方管理區塊

關於製程配方的刪除、更新、選擇與執行等功能選項可於虛擬上層主機之製程配方管理區塊來執行，使用者僅需選擇” Del”、” Refresh”、” Select” 或 ” Start” 等選項即可依據SEMI GEM(E30)的製程配方管理與遠端控制之訊息傳遞規範來對製程機台作刪除、更新、選擇與執行製程配方的工作，如圖4.13所示。

製程配方管理區塊

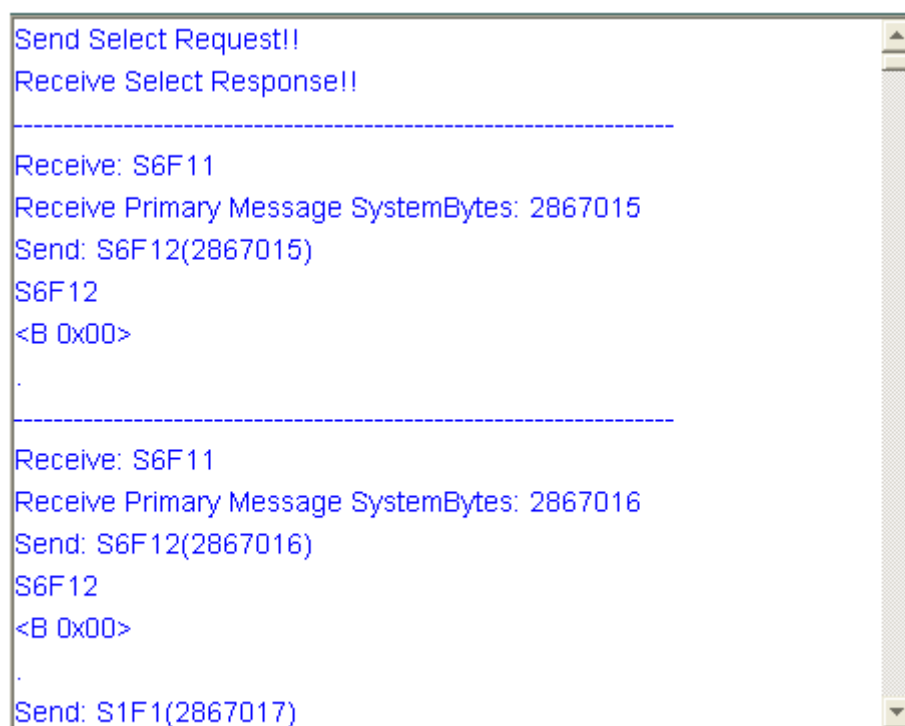
RecipeList : Current Recipe request

Refresh ▼	OK	PPID1	5	4200
Refresh ▼	OK	PPID2		
Refresh ▼	OK	PPID3		
Refresh ▼	OK			
Refresh ▼	OK			

圖 4.13 虛擬上層主機之製程配方管理區塊

4.2.5. 虛擬上層主機(Host)之訊息顯示區塊

訊息顯示區塊主要顯示虛擬主機本身運作的相關訊息與顯示虛擬主機與SECS Box間的SECS通信訊息，如圖4.14所示。



```
Send Select Request!!  
Receive Select Response!!  
-----  
Receive: S6F11  
Receive Primary Message SystemBytes: 2867015  
Send: S6F12(2867015)  
S6F12  
<B 0x00>  
.  
-----  
Receive: S6F11  
Receive Primary Message SystemBytes: 2867016  
Send: S6F12(2867016)  
S6F12  
<B 0x00>  
.  
Send: S1F1(2867017)
```

訊息顯示區塊

圖 4.14 虛擬上層主機之訊息顯示區塊

4.3 SECS Box整合旋轉塗佈機台之測試與驗證

本節以SECS Box整合旋轉塗佈機台之實作完成機(如圖4.15所示)來驗證SECS Box對上層主機Interface-1(節3.3.1)的SECS通訊能力與SECS Box對下層機台PLC控制器Interface-2(節3.3.2)的通訊能力，並使用虛擬上層主機(節4.2)來一一驗證GEM的通訊規範：

- 建立連線的劇本 (Establish Communications)
- ON-LINE狀態確認的劇本 (ON-LINE Identification)
- 事件資料收集的劇本 (Event Data Collection)
- 製程配方管理的劇本 (Process Program Management)
- 遠端控制的劇本 (Remote Control)
- 警報管理的劇本 (Alarm Management)
- 材料搬運的劇本 (Material Movement)
- 設備終端服務的劇本 (Equipment Terminal Service)
- 訊息格式錯誤回報的劇本 (Error Message)
- 時間調整的劇本 (Clock)
- 控制狀態遷移的劇本 (Control State Transition)

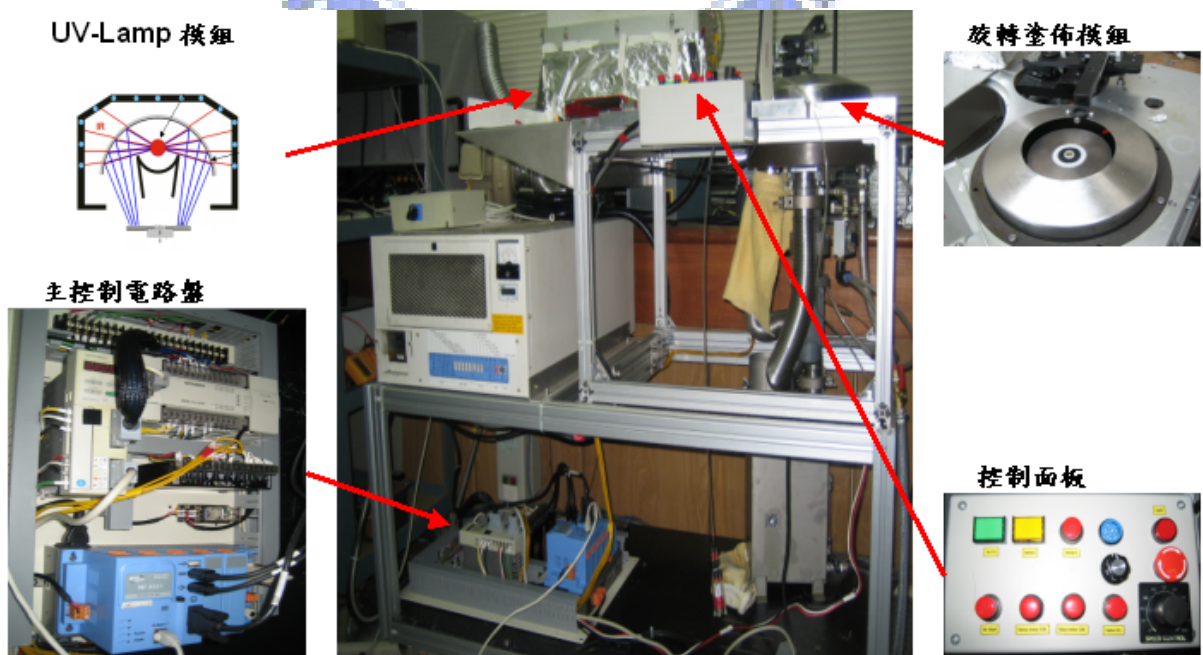


圖 4.15 SECS Box 整合旋轉塗佈機台之實作完成機台

4.3.1 建立連線之測試與驗證

表4.1說明SECS Box與上層主機(Host)之間建立連線的劇本，Host主動下傳S1F13訊息給SECS Box，箭頭(→)表示訊息傳遞的方向，當收到S1F13後必須回傳S1F14的訊息給Host完成訊息交握。但是如果訊息的交握無法順利完成，例如：「設備不想連線」，則必須在S1F14回傳訊息中做設定；如果是「S1F13的訊息格式錯誤」，則無法對應訊息，因此SECS Box以Stream 9(Error Message)來回覆HOST，圖4.16為SECS Box與虛擬上層主機測試Interface-1(節3.3.1)之建立連線通訊的測試結果。

表 4.1 Host Attempts to Establish Communication

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

SECS Box

SecsBox v1.0

Online LOCAL

HOST

PLC

Receive RS-232 Message = @am#

send Reject response!!

HostComm = Conn

0 Receive Data Message!! from HOST Class name is PassivEntity

Receive: S1F13

Receive Primary Message SystemBytes: 1

(S1F13 W)<L=2<A "S1F13_MDLN"><A "S1F13_SOFTREV">.

S1F14(SendS1F14)

0 Send Data Message!! to HOST

SECS Message

```

** E-->H S1 F13 Dev:0 Trans:1
S1F13: 'CR' /* Establish communications request */
<L [2]
<A [10] 'S1F13_MDLN'>
<A [13] 'S1F13_SOFTREV'>
>.
S1F14: 'CRA' /* Establish communications request ackr
<L [2]
<B 0>.
<L [2]
<A [7] 'secsbox'>
<A [4] 'v1.0'>
>
>.

```

Host

圖 4.16 建立連線測試

4.3.2 ON-LINE 狀態確認之測試與驗證

表4.2說明SECS Box與上層主機(Host)之間Online狀態確認的劇本，當Host主動下傳S1F1訊息時，SECS Box回覆S1F2訊息並完成交握，圖4.17為SECS Box與Host間Online狀態的通訊測試結果。

表 4.2 Host Confirms Equipment Presence

Comment	SECS Box		Host	Comment
		←	S1F1	測試連線狀態是否正常
設備回覆上層主機(包括ECID項目MDLN、SOFTREV)	S1F2	→		

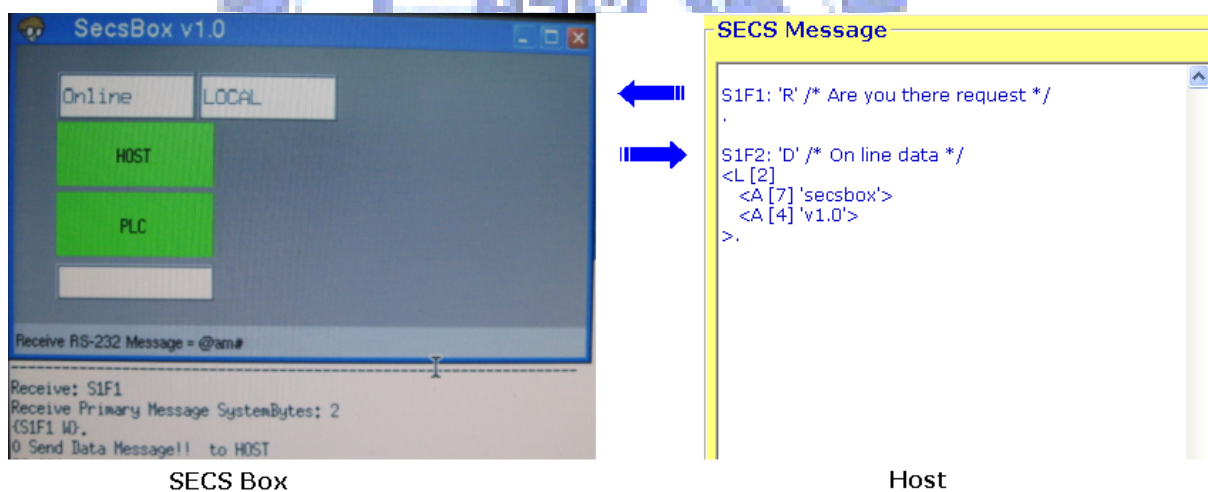


圖 4.17 Online 狀態確認測試

4.3.3 事件資料收集之測試與驗證

事件資料收集劇本可以提供上層主機監控設備機台狀況、製程狀態等功能，Host可藉由事件資料收集的劇本經由SECS Box得知設備內的狀態資料，如表4.3所示。接下來以切換機台Mode的事件為例來測試SECS Box與Host間的設備事件資料收集劇本，當機台由” Manual Mode” 切換至” Auto Mode” 時SECS Box會主動送出事件報告S6F11訊息來通知上層主機，上層主機則以S6F12的訊息來回覆，如圖4.18所示。

表 4.3 Event Report from Equipment

Comment	SECS Box		Host	Comment
當事件發生時,SECS Box上傳事件報告給Host	S6F11	→		
		←	S6F12	上層主機回覆訊息

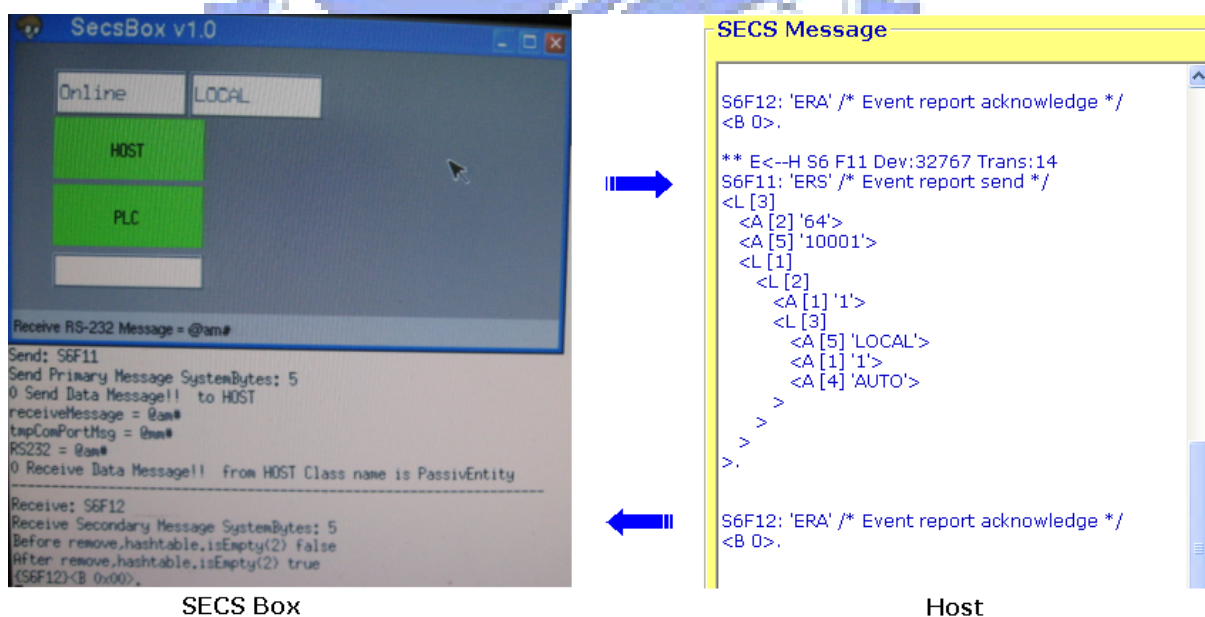


圖 4.18 事件資料收集測試

4.3.4 製程配方管理之測試與驗證

製程配方管理測試主要的目的是驗證SECS Box與上層主機(Host)間可否完成上傳、下載、建立與刪除製程配方的功能，讓Host可以透過製程配方管理的劇本，決定旋轉塗佈機台的製程參數，如表4.4、表4.5、表4.6、表4.7所示。圖4.19所示為上傳機台製程清單的測試結果、如圖4.20所示為上傳機台製程配方參數的測試結果、如圖4.21所示為刪除一製程配方的測試結果、如圖4.22所示為新增一製程配方至SECS Box的測試結果。

表 4.4 Host Requests Equipment Process Program Directory

Comment	SECS Box		Host	Comment
		←	S7F19	上層主機要求上傳製程配方清單
設備控制器上傳製程配方清單	S7F20	→		

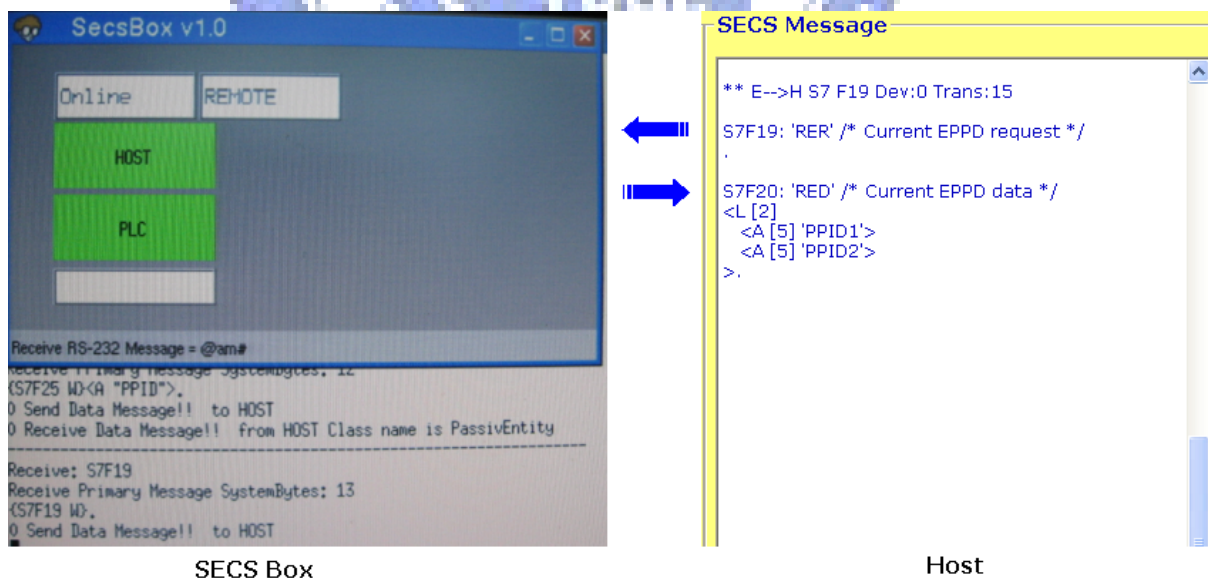
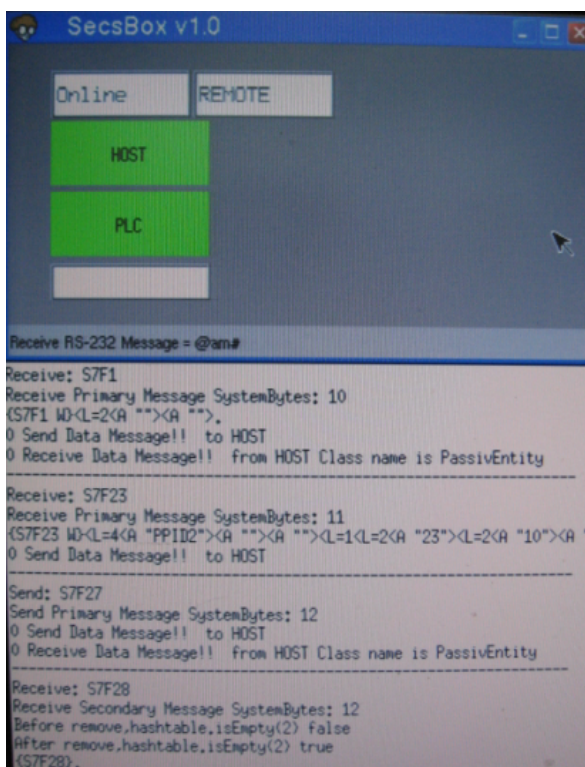


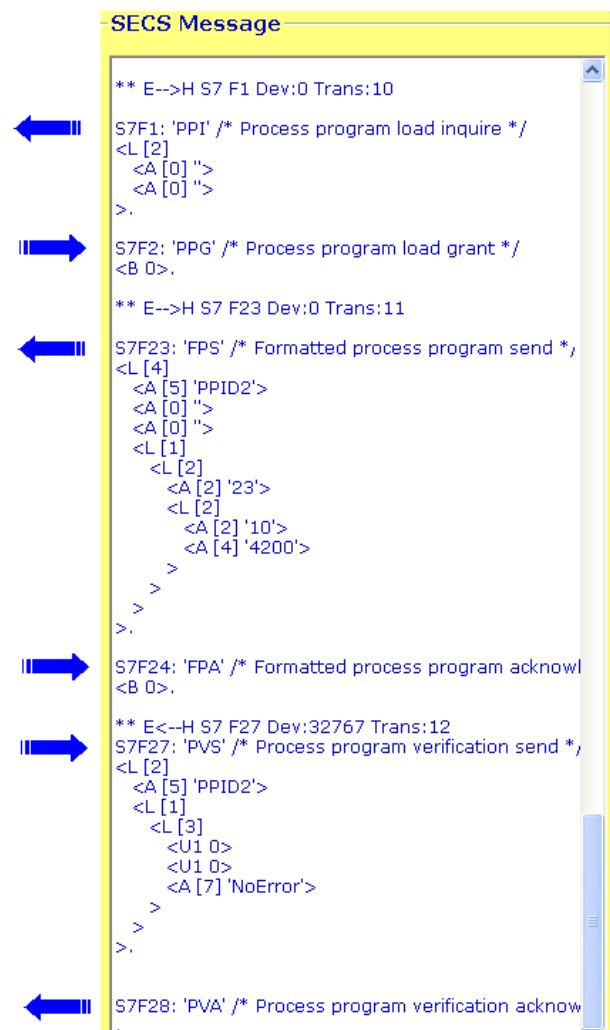
圖 4.19 上傳製程清單測試

表 4.7 Host-initiated Process Program Downloading

Comment	SECS Box		Host	Comment
		←	S7F1	詢問設備製程配方是否可以下傳
同意下傳	S7F2	→		
		←	S7F23	開始下傳製程配方
確認製程配方已收到	S7F24	→		
回報製程配方的檢查結果	S7F27	→		
		←	S7F28	回覆已收到檢查結果



SECS Box



Host

圖 4.22 新增製程配方測試

4.3.5 遠端控制之測試與驗證

當上層主機(Host)要對設備機台進行遠端控制時，Host會傳遞出S2F41的訊息給機台設備，要求執行遠端控制命令，如表4.8所示。圖4.23所示為上層主機對旋轉機台執行”START”的遠端控制命令，當機台接受該命令時並開始執行命令後會再上傳事件報告給上層主機。

表 4.8 Host Sends Equipment a Remote Command

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

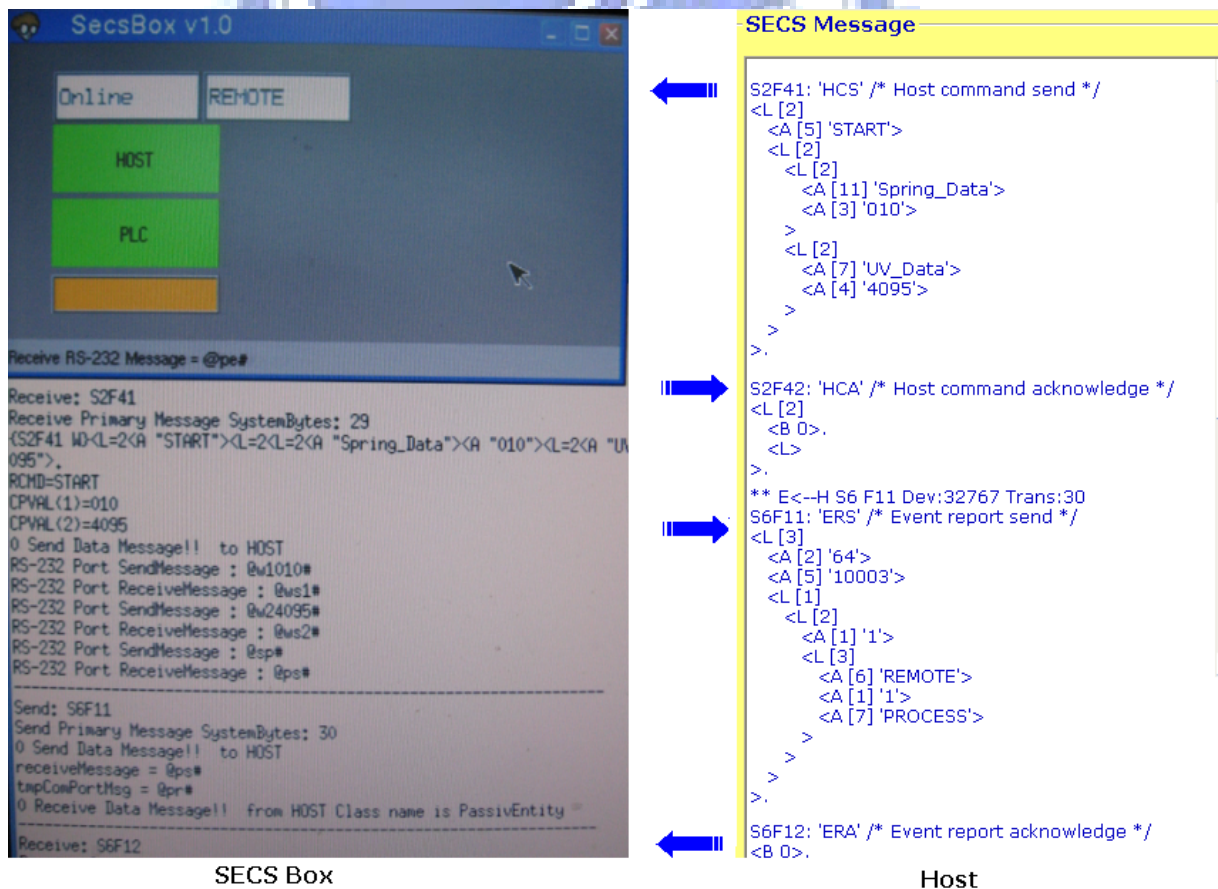


圖 4.23 遠端控制測試

4.3.6 警報管理之測試與驗證

表4.9說明警報管理的方式與訊息傳遞的劇本，當設備機台端發生警報時，SECS Box 利用S5F1的訊息來上傳Alarm報告，圖4.24所示為旋轉塗佈機台觸發一緊停按鈕開關的 Alarm訊息傳遞測試結果。

表 4.9 Send Alarm Report

Comment	SECS Box		Host	Comment
當 Alarm 發生時,設備送出 Alarm 報告	S5F1	→		
		←	S5F2	上層主機回覆確認訊息

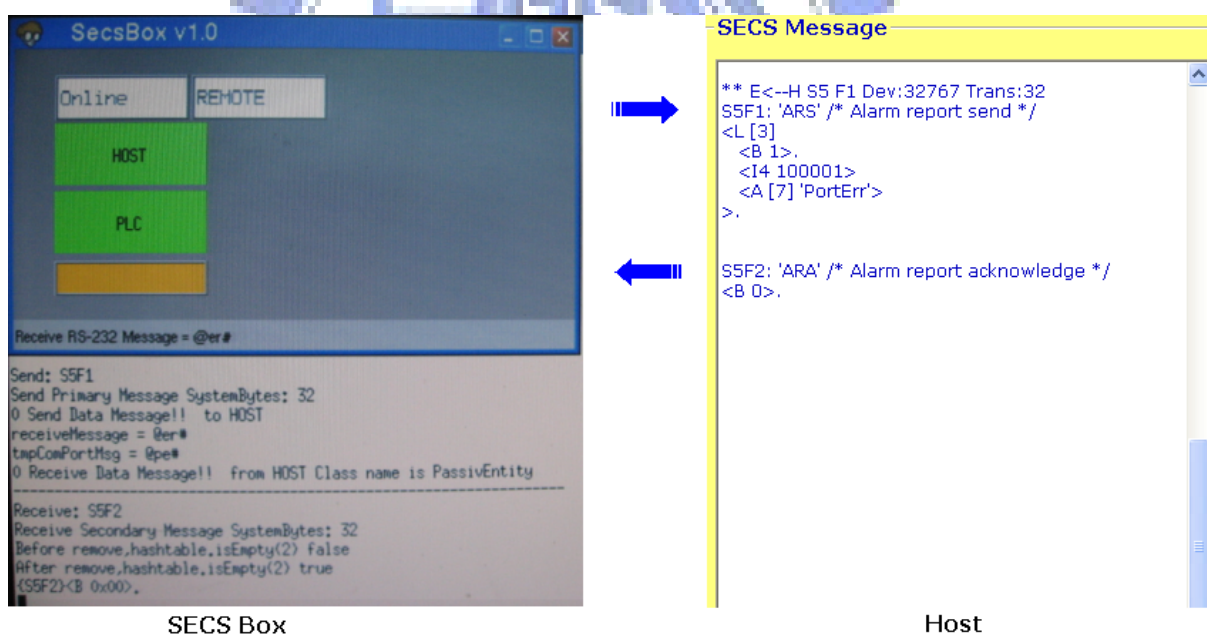


圖 4.24 警報管理測試

4.3.7 材料搬運之測試與驗證

表4.10說明當光碟片在搬運進出設備機台時SECS Box會產生事件報告並上傳給上層主機(Host)，例如：光碟片進入旋轉塗佈模組時，SECS Box會上傳一事件報告給Host；當光碟片塗佈製程後要離開旋轉塗佈模組時，SECS Box也會上傳一事件報告給Host告知目前的設備狀況，圖4.25所示為光碟片搬運進入旋轉塗佈機台的測試結果。

表 6.10 Material Movement

Comment	SECS Box		Host	Comment
當旋轉塗佈模組收到或送出光碟片時SECS Box會主動送出事件報告	S6F11	→		
		←	S6F12	上層主機回覆訊息已收到

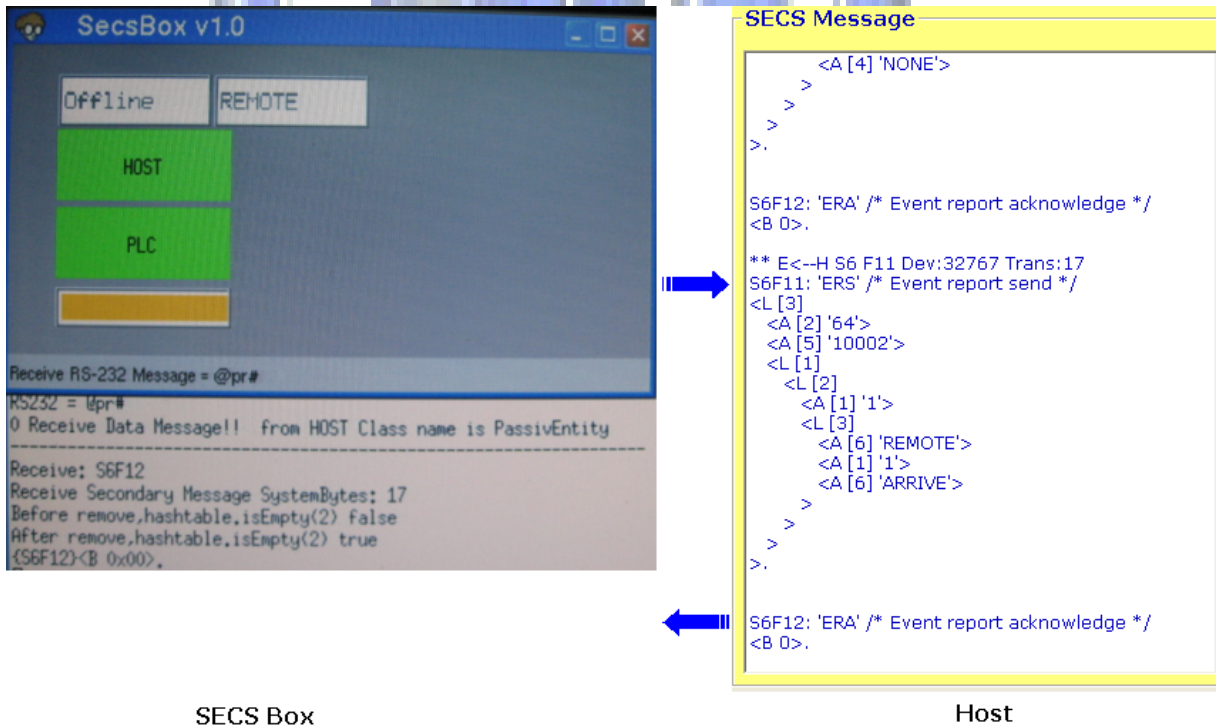


圖 4.25 材料搬運測試

4.3.9 訊息格式錯誤回報之測試與驗證

當上層主機(Host)與SECS Box之間的訊息傳遞失敗或發生逾時(Timeout)時，會發出「訊息格式錯誤報告」Stream 9的訊息，讓對方控制器知道訊息傳遞失敗，並作相關的處置。以下使用工研院所開發之SECSEmulator來模擬Stream Type錯誤與Function Type錯誤的訊息格式回報測試，表4.12、圖4.27說明當Host下傳的Stream Type訊息有錯誤時，設備控制器回應錯誤訊息的測試結果，表4.13、圖4.28則說明Host下傳Function Type訊息錯誤的測試結果。

表 4.12 Message Fault due to Unrecognized Stream Type

Comment	SECS Box		Host	Comment
		←	SxFy	上層主機下傳訊息
Stream Type未被認可	S9F3	→		

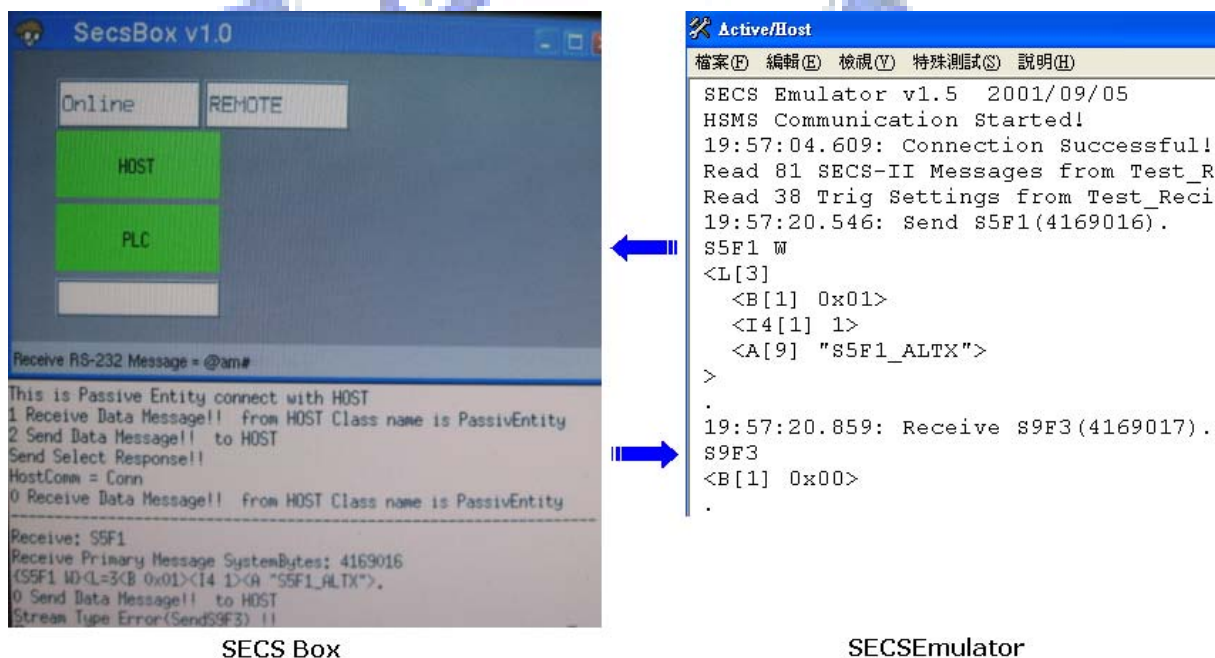


圖 4.27 Stream Type 錯誤訊息測試

4.3.10 時間管理之測試與驗證

表4.14說明由上層主機(Host)主動要求SECS Box上傳正確的時間，避免因為時間不一致而導致擷取到的訊息資料產生誤差，SECS Box在設計上並不主動要求調整時間，僅被動的等待上傳時間訊息，圖4.29所示為Host要求SECS Box傳送設備時間的測試結果。

表 4.14 Host Requests Time Value from Equipment

Comment	SECS Box		Host	Comment
		→	S2F17	上層主機要求設備時間
上傳設備控制器時間	S2F18	←		

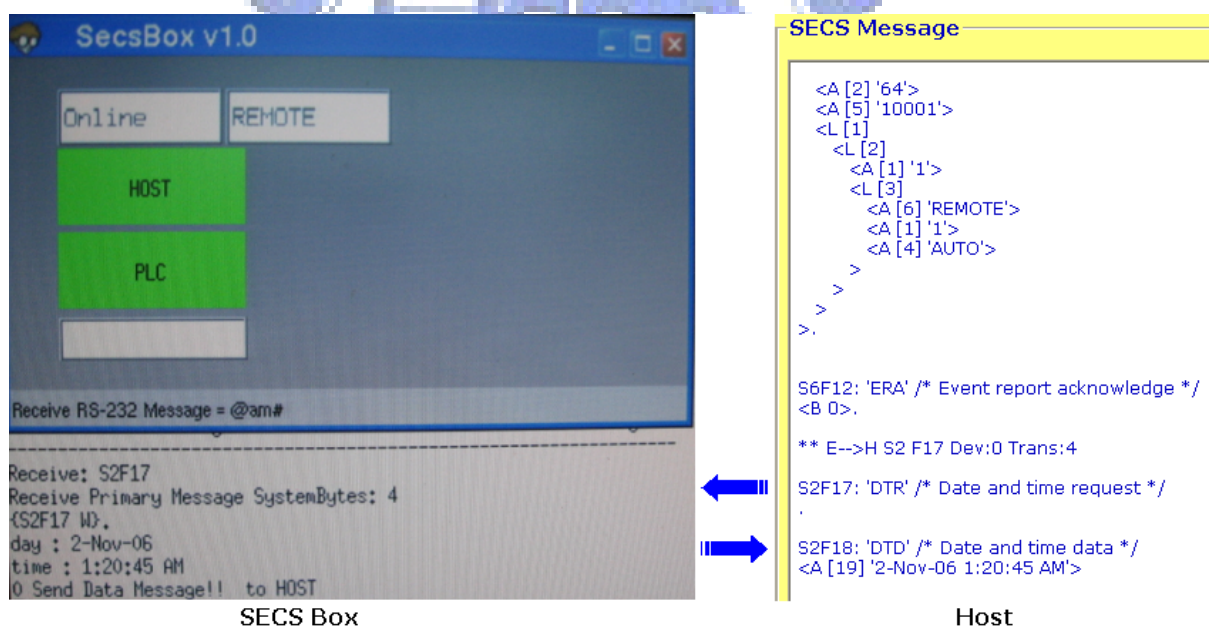


圖 4.29 時間管理測試

4.3.11 控制狀態圖的遷移之測試與驗證

本節說明設備控制器與上層主機(Host)間控制狀態遷移劇本的相關測試。Host可以藉由特定的訊息劇本下達命令來要求設備控制器改變控制狀態。

『OFF-LINE』與『ON-LINE』的控制狀態改變

表4.15、表4.16說明上層主機(Host)要求設備端由OFF-LINE Mode變成ON-LINE Mode或由ON-LINE Mode變成OFF-LINE Mode的訊息溝通方式。圖4.30、圖4.31分別為Host要求設備端切換控制狀態的測試結果。

表 4.15 Host Requests to Enter OFFLINE

Comment	SECS Box		Host	Comment
		←	S1F15	上層主機要求控制狀態切換為OFF-LINE
切換成OFF-LINE狀態後回覆確認訊息	S1F16	→		
控制狀態改變後送出事件報告	S6F11	→		
		←	S6F12	上層主機回覆訊息已收到

SecsBox v1.0

Offline REMOTE

HOST

PLC

Receive RS-232 Message = @am#

Receive: S1F15
Receive Primary Message SystemBytes: 5
{S1F15 W}.

0 Send Data Message!! to HOST

Send: S6F11
Send Primary Message SystemBytes: 6
0 Send Data Message!! to HOST
tmpHostOnline

0 Receive Data Message!! from HOST Class name is PassivEntity

Receive: S6F12
Receive Secondary Message SystemBytes: 6

SECS Message

```

<A [19] '2-Nov-06 1:20:45 AM'>
** E-->H S1 F15 Dev:0 Trans:5
S1F15: 'ROFL' /* Request OFF-LINE */
.
S1F16: 'OFLA' /* OFF-LINE acknowledge */
<B 0>.
** E<--H S6 F11 Dev:32767 Trans:6
S6F11: 'ERS' /* Event report send */
<L [3]
  <A [2] '64'>
  <A [5] '10002'>
  <L [1]
    <L [2]
      <A [1] '1'>
      <L [3]
        <A [6] 'REMOTE'>
        <A [1] '1'>
        <A [7] 'Offline'>
      >
    >
  >
  >.
S6F12: 'ERA' /* Event report acknowledge */
<B 0>.

```

圖 4.30 OFFLINE 切換測試

表 4.16 Host Attempts Enter ONLINE.

Comment	SECS Box		Host	Comment
		←	S1F17	上層主機要求控制狀態切換為ON-LINE
切換成ON-LINE狀態後回覆確認訊息	S1F18	→		
控制狀態改變後送出事件報告	S6F11	→		
		←	S6F12	上層主機回覆訊息已收到

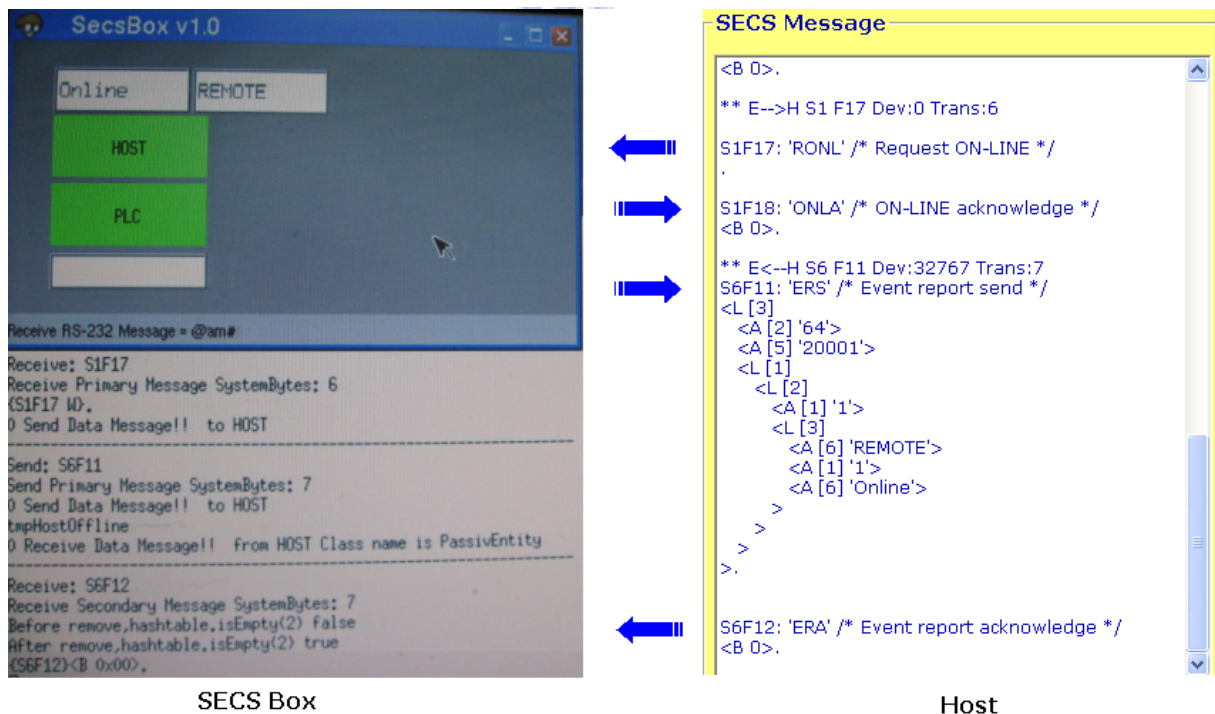


圖 4.31 ONLINE 切換測試

表 4.17 Host Attempts to Enter REMOTE

Comment	SECS Box		Host	Comment
		←	S2F41	上層主機要求控制狀態切換為 LOCAL
切換成REMOTE狀態後回覆確認訊息	S2F42	→		
控制狀態改變後送出事件報告	S6F11	→		
		←	S6F12	上層主機回覆訊息已收到

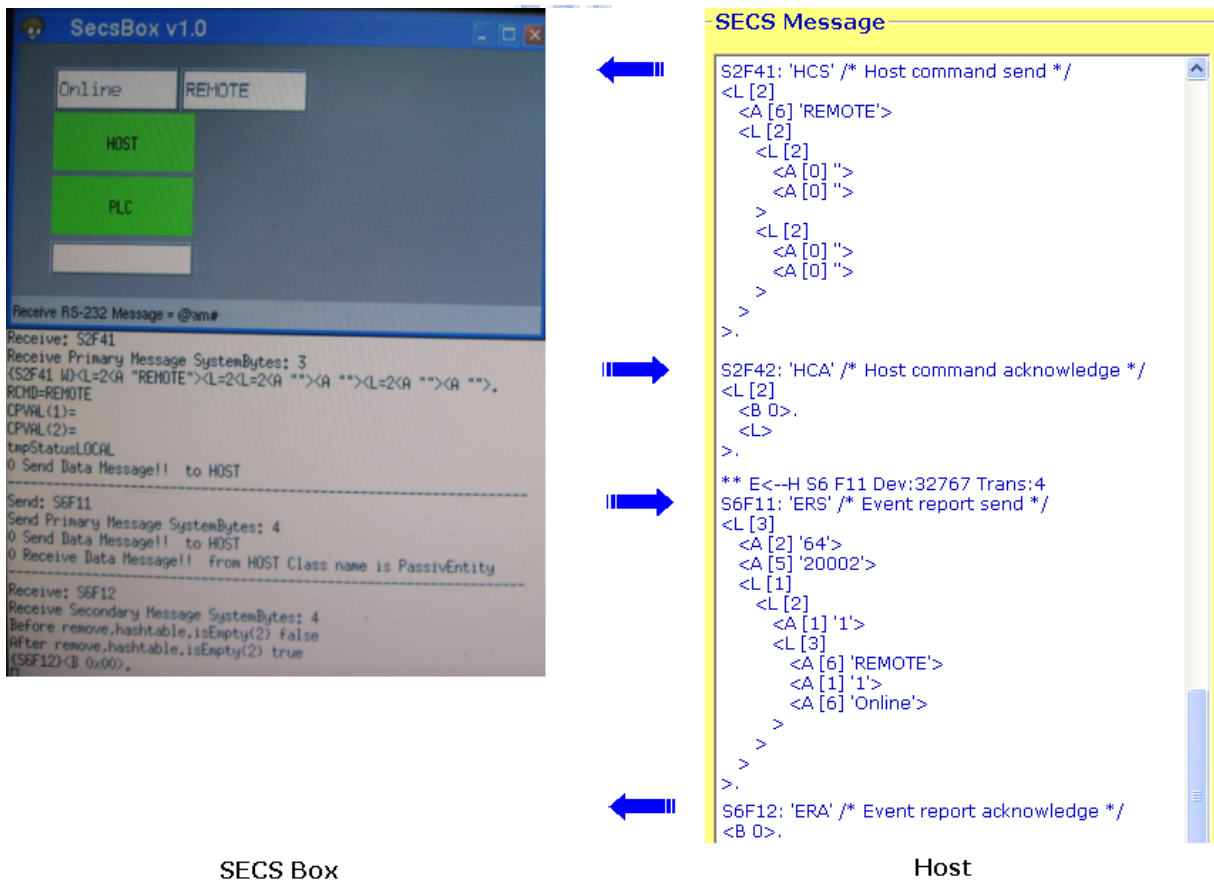


圖 4.33 REMOTE 切換測試

第五章 結論與未來展望

5.1 結論

本文運用SEMI E5、E30、E37等通信規範以Embedded Linux Controller(ICPDAS LinCon-8000)的硬體實作完成SECS Box並與光碟旋轉塗佈機台整合，使塗佈機台能夠依照SECS的通信規範接受上層主機(Host)的命令來完成設備控制與製程監控的目的，整體系統架構參照現行半導體廠自動化系統，以模組化的系統架構設計，其他光碟製程機台僅需符合Interface 2(節3.3.2)的通訊協定與安裝上SECS Box即可立即擁有SECS通訊功能。目前已完成GEM訊息劇本的實作並使用工研院的SECS Emulator v1.5做為上層主機模擬器來一一測試與驗證，唯GEM訊息劇本中的變數資料收集(Variable Data Collection)、追蹤資料收集(Trace Data Collection)、極限變數監控(Limits Monitoring)等三個部份，目前已完成GEM的劇本規劃，但因目前使用整合之光碟旋轉塗佈機台並無輸出相關製程變數資料，所以無法順利完成該部份的實作與測試。

SECS Box利用UML模型語言，以物件導向的方式來設計與開發應用軟體，並利用具有跨平台特性的Java語言來完成整個控制器程式的實作，最後並利用Java跨平台的特性成功的將SECS Box應用軟體移植至Embedded Linux Controller上使得SECS Box同時也具備了嵌入式系統的優點，以下為SECS Box所具備的特點：

- 遵循SEMI E5 SECS-II標準的規範，可以讓控制器間傳遞符合SEMI Standard 共通的SECS-II格式的訊息。
- 遵循SEMI E37 HSMS標準的規範，可以讓控制器以TCP/IP(Ethernet)的方式來傳遞SECS-II格式的訊息。
- 遵循SEMI E30 GEM標準的規範，可以讓設備機台與上層主機間根據上層主機通訊介面劇本來傳遞訊息，允許上層主機遠端監控設備機台。
- 實作Interface-2(節3.3.2)通訊介面，可以讓其他光碟製程機台利用該通訊介面輕易的安裝SECS Box與輕易的擴充機台SECS通訊功能。

5.2 未來展望

本文的最終目的是希望能將SECS Box廣泛普及的應用在光碟廠設備機台上，讓現行的光碟廠設備機台擁有SECS通訊能力經由乙太網路(Ethernet)連線的方式能相互通訊與擷取各種生產機台資訊，以達到設備控制與製程監控的目的，進而藉由設備機台的SECS通訊完成全廠生產自動化的理想。目前，我們已完成實驗室內光碟旋轉塗佈機台與SECS Box的整合並完成SECS Box的各項功能驗證；未來，希望能夠將SECS Box整合到光碟製造領域的製程設備上，透過SECS訊息的傳遞，進而發展光碟產業CIM(Computer Integrated Manufacturing)的系統架構與建構光碟產業之生產自動化系統。



參考文獻

- [1] SEMI E4-0301, “SEMI Equipment Communications Standard 1 Message Transfer (SECS-I)”, Semiconductor Equipment and Materials International, 2002.
- [2] SEMI E5-0301, “SEMI Equipment Communications Standard 2 Message Content (SECS-II)”, Semiconductor Equipment and Materials International, 2002.
- [3] SEMI E30, “Generic Model for Communications and Control of Manufacturing Equipment (GEM)”, Semiconductor Equipment and Materials International, 2001.
- [4] Ernest J. Wood, “Object-Oriented SECS Programming system,” IEEE/SEMI International Semiconductor Manufacturing Science Symposium, pp.130–136, June 1992.
- [5] Ernest J. Wood, “An Object-Oriented SECS Programming Environment,” IEEE Transactions on Semiconductor manufacturing, Vol. 6, NO. 2, pp.119-127, May 1993.
- [6] SEMI E37, “High-Speed SECS Message Services (HSMS) Generic Services”, Semiconductor Equipment and Materials International, 2002.
- [7] SEMATCH, “CIM Framework Specification 2.0”, SEMATCH, 1997.
- [8] SEMI, “SEMI Draft Document. #2748 Standard for the Object-equipment model, revision OBEM-010”, Semiconductor Equipment and Materials International, 1998.
- [9] Darren Govoni, “Java Application Frameworks”, WILEY, 1999.
- [10] Fan-Tien Cheng, Meng-Tsang Lin, “Enhancement of semiconductor equipment communications using a web-enabled equipment driver,” IEEE Transactions on Semiconductor manufacturing, Vol. 14, No 4, pp372-380, November. 2001.
- [11] Grady Booch, James Rumbaugh, Ivar Jacobson, “The Unified Modeling Language User Guide”, ADDISON-WESLEY, 1999.
- [12] Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, John Vlissides, “Design Patterns- Elements of Reusable Object-Oriented Software”, ADDISON-WESLEY, 2001.

- [13] Robin Qiu, Phillip Laplante, "Design and Development of Component-base Equipment Connectivity for Semiconductor Manufacturing", The Fourth International Conference on Control and Automation (ICAA '03), pp63-67, June 2003.
- [14] 張裕益, UML 理論與實作, 博碩文化, 2002。
- [15] 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。
- [16] 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。
- [17] 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, 民國 92 年。
- [18] 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, 民國 93 年。
- [19] 曹洪泰, 集束型製程設備與上層主機通訊介面之軟體設計與應用, 國立交通大學工學院精密與自動化專班碩士論文, 民國 93 年。
- [20] 泓格科技編著, LinCon-8000 User's Manual, 泓格科技公司, 2004。
- [21] 工研院機械所, SECS Emulator v1.5, 工研院機械所, 2001。
- [22] Borland 台灣分公司編著, JBuilder® 9 實用技術手冊, 基峰, 2003。
- [23] 陳會安, Java 2 程式設計範例教本, 學貫行銷, 2002。
- [24] 廖文賢, 三菱可程式控制器 FX2N 專用指令篇, 雙象貿易股份有限公司, 1998。
- [25] 雙象貿易股份有限公司編譯, 三菱可程式控制器 FX2N 中文使用手冊, 雙象貿易股份有限公司, 1999。