

ULVAC

石英晶體式成膜控制器

CRTM-6000G

操作說明書



使用本製品前，請務必詳閱本操作說明書。
請妥善保管，以利隨時使用。

株式會社 ULVAC
規格品事業部

〒253-8543 神奈川縣茅崎市萩園 2500

<http://www.ulvac.com.tw/>

使用本製品前

非常感謝您選購本公司製品。收到本製品時，基於確保製品的完整性，請確認製品內容與您的訂購是否相符，以及有沒有運輸上的破損。



為長久使用本製品，本製品安裝、操作、檢查或是擴充前，請務必詳閱本操作說明書，充分理解安全須知事項、本製品的規格及操作方法相關事項。



未經本公司允許，嚴禁擅自複製本操作說明書的任一部份，或提供第三者使用。

安全符號/標記



為方便使用者瞭解應遵守的事項，本操作說明書的警告標誌註明各種有關安全的符號/標記。相關符號的說明如下。



操作錯誤時，足以導致使用者死亡或是受到重傷。



操作錯誤時，可能導致使用者死亡或是受到重傷。



操作錯誤時，可能導致使用者受到中度傷害，或是機械的重大損傷。



操作錯誤時，可能引起機械損傷，或無法正常的動作。

安全須知



阻斷電源

膜厚計（控制器、振盪器、偵測器、連接纜線）萬一破損時，請立即將開關 OFF，並且拔出電源插頭。否則，一旦持續使用，可能引起火災、觸電。基於安全起見，請送交經銷商修理或聯絡本操作說明書記載之網址或本公司規格品事業部。



阻斷電源

膜厚計（控制器、振盪器、偵測器、連接纜線）萬一發生異常高溫或冒煙、或出現異臭時，請立即將開關 OFF，並且拔出電源插頭。否則，一旦持續使用，可能引起火災、觸電。基於安全起見，請送交經銷商修理或聯絡本操作說明書記載之網址或本公司規格品事業部。



阻斷電源

更換保險絲時，請務必將開關 OFF，拔出電源插頭。在連接電源的狀態下更換保險絲時容易觸電。



遵守額定

請使用指定的保險絲，使用非指定的保險絲時，一旦保險絲座短路，容易破損及引起火災的危險。



禁止分解

分解膜厚計（控制器、振盪器、偵測器、連接纜線）。



禁止改造

請勿擅自改造膜厚計（控制器、振盪器、偵測器、連接纜線）。擅自改造時，恕不保證動作。此外，也容易引起火災、觸電。



確認接線

基於安全起見，控制的 GND 端子請接地線。



使用環境注意

請避免在容易受潮的場所使用膜厚計（控制器、振盪器、偵測器、連接纜線），膜厚計一旦沾到水時，容易故障、漏電或引起火災。



確認接線

電源開啓前，請確認配線是否正確。一旦連接錯誤，容易引起破損及火災。



電源電壓確認

電源開啓前，請確認膜厚計的使用電壓與供應電壓是否正確，一旦連接錯誤的電源，機器容易破損及引起火災。



確保通風

請避免膜厚計控制器的通氣孔堵塞。一旦通氣孔堵塞，內部就會變熱，機器容易破損及引起火災。



注意異物的侵入

金屬類或易燃物等異物從膜厚計的通氣孔等開口部流入內部時，請務必清除，否則容易導致膜厚計破損。



注意貨運包裝

膜厚計運輸時，請維持在出廠時的狀態，否則容易造成機器破損。



注意使用條件

請在規格規定的環境範圍內使用膜厚計（控制器、振盪器、偵測器、連接纜線）。



廢棄

本製品廢棄時，請遵照縣市政府等規定的相關條例處理。尤其是曾經在可能危及人體的環境中使用的偵測器類，請務必委託專業的處理業者處理。廢棄的相關費用，請自行負擔。此外，製品除了製品本體之外，還包括其他附屬品、附帶文件類、媒介體等。



通氣孔

請避免控制器本體的通氣孔堵塞。

目次

1. 規格	1
1.1. CRTM-6000G 的規格.....	1
1.1.1. 一般規格.....	1
1.1.2. 性能規格.....	1
1.1.3. 附屬品一覽表（標準組成）.....	2
1.2. 偵測器部的規格.....	3
1.2.1. 偵測器的種類.....	4
1.3. 石英震盪片的種類與須知.....	5
1.3.1. 真空內部纜線.....	6
1.3.2. 輔助纜線.....	6
1.3.3. 外部纜線.....	6
1.3.4. 振盪器控制纜線.....	6
1.4. 外觀.....	7
2. 裝置的設置	8
2.1. 電源配線.....	8
2.2. 控制器、振盪器、偵測器的連接.....	8
2.3. 振盪器的種類與連接.....	8
2.3.1. OSC-12BG.....	8
2.3.2. OSC-12DG.....	8
2.4. 偵測器的安裝與配線.....	9
2.5. 指撥開關的設定.....	10
3. 使用方法	11
3.1. 按鍵操作.....	11
3.1.1. 主選單、子選單.....	11
3.1.2. 程式、維修.....	11
3.2. 主選單畫面.....	12
3.3. DATA DISPLAY 畫面.....	13
3.4. PROGRAM MENU.....	14
3.4.1. SYSTEM PARAMETER.....	15
3.4.2. DEPOSITION PROGRAM.....	16
3.4.3. DEPOSITION PROGRAM 畫面（監視模式）.....	17
3.4.4. PROCESS PROGRAM.....	18
3.4.4.1. PROCESS MODE.....	18
3.4.4.2. BCD MODE.....	19
3.4.5. DIGITAL INPUT.....	20
3.4.6. DIGITAL OUTPUT.....	22
3.4.7. ANALOG OUTPUT.....	23
3.5. 作為監視器的使用方法.....	24
3.6. 作為控制器的使用方法.....	25
4. 應用篇	27
4.1. 使用 I/O.....	27
4.1.1. I/O 接頭.....	27
4.1.2. DIGITAL INPUT 的連接.....	28
4.1.3. DIGITAL OUTPUT 的連接.....	29
4.1.4. ANALOG OUTPUT 的連接.....	30
4.1.5. DIGITAL INPUT9~12CH，類比輸出的連接.....	31
4.2. 使用 RS-232C 通信.....	32
4.2.1. 設定.....	32
4.2.2. 連接.....	32
4.2.3. 指令.....	34
4.2.3.1. 取得版本.....	34
4.2.3.2. 設定／取得 SYSTEM PARAMTER.....	34

4.2.3.3.	設定／取得 DEPOSITION PROGRAM	35
4.2.3.4.	設定／取得 PROCESS PROGRAM	37
4.2.3.5.	設定／取得 PROCESS PROGRAM 的編號	37
4.2.3.6.	取得 DIGITAL INPUT PORT	38
4.2.3.7.	設定／取得 DIGITAL OUTPUT PORT	39
4.2.3.8.	設定／取得 ANALOG OUTPUT PORT	40
4.2.3.9.	取得資料	40
4.2.3.10.	遠端指令	41
4.2.3.11.	取得錯誤、警報資訊	41
4.2.3.12.	取得狀態	42
4.2.3.13.	取得 DIGITAL OUTPUT PORT 狀態	42
4.3.	使用 WINDOWS 的作業系統確認通信	43
4.3.1.	CRTM-6000G 的準備	43
4.3.2.	作業系統的設定	43
4.3.3.	通信	46
4.4.	估算 TOOLING	47
4.5.	未知的 Z-RATIO	47
4.5.1.	程序控制的理論	48
4.5.1.1.	Ziegler-Nichols 的過渡應答法	48
4.5.1.2.	Ziegler-Nichols 的界限感度法	49
4.5.2.	CRTM-6000G 的控制	49
4.5.3.	實際決定 CRTM-6000G 的參數	50
4.5.3.1.	過渡應答法	50
4.5.3.2.	界限感度法	50
4.6.	測量膜厚	51
4.7.	成膜程序	52
4.7.1.	待機	52
4.7.2.	蒸發源的加熱、除氣	52
4.7.3.	成膜	52
4.7.4.	蒸發源的冷卻、蒸發材料的補充、餘熱待機	53
4.8.	間歇性測量	54
4.9.	遮板延遲	55
4.10.	TIME POWER	56
4.11.	震盪片失效時的動作	57
4.11.1.	單一偵測器	57
4.11.2.	雙重偵測器	57
4.11.3.	多重偵測器	57
4.12.	頻率躍變時的動作	57
4.13.	關於高速通信規格	58
5.	韌體的版本升級	59
5.1.	PC 及 CRTM 的連接	59
5.2.	CRTM 的準備	59
5.3.	PC 的準備	59
5.4.	韌體的傳送	61
5.5.	韌體傳送完成	62
5.6.	轉送的途中電源中斷時	63
6.	故障排除	64
6.1.	故障內容與原因、因應處理方法	64
6.1.1.	TEST MODE 的測試	65
6.1.1.1.	測量頻率的顯示	65
6.1.1.2.	key 的測試	65
6.1.1.3.	顯示的測試	66
6.1.1.4.	I/O 的測試	66
6.1.1.5.	RS-232C 的測試	67
6.1.1.6.	記憶體初始化	67
6.1.1.7.	單位的設定	68
6.1.1.8.	參數的鎖定	68

6.2.	ULVAC 偵測器的維修保養	69
7.	保證.....	70
8.	封底資料.....	71
8.1.	材料表(DENSITY , Z-RATIO 表).....	71
8.2.	石英震盪片.....	73
8.2.1.	溫度特性.....	73
8.2.2.	主共振與副共振.....	76
8.3.	CRTM 的狀態與 I/O 的有效性.....	77
8.4.	狀態遷移圖.....	78
8.5.	消耗品.....	79
8.6.	輸送須知.....	79
8.7.	RoHS 指令.....	80
8.7.1.	歐洲 RoHS.....	80
8.7.2.	中國 RoHS 管理辦法.....	80
8.8.	外形尺寸.....	81
8.9.	洽詢表.....	82

1. 規格

1.1. CRTM-6000G的規格

1.1.1. 一般規格

表 1-1 一般規格

大小	240W× 99H× 350D mm
質量	3.6 kg
公用規格	AC 85~230 V、50 Hz 或 60 Hz
消費電力	30Wmax
使用環境	溫度 5~40°C 濕度 5~95 %RH (不可結露)
絕緣電阻	AC 輸入端子與地線之間 5MΩ以上(使用 DC 500 V 電阻計測量)
耐電壓	AC 輸入端子與地線之間 AC 3000V、50 Hz 或 60 Hz、10 分鐘
耐雜訊	IEC61000-4-2 靜電氣放電抗擾性 IEC61000-4-3 放射抗擾性 IEC61000-4-4 初暫態/短時脈衝抗擾性 IEC61000-4-5 突波抗擾性 IEC61000-4-6 對無線頻率磁場誘導之導通妨礙的抗擾性 IEC61000-4-8 電源頻率磁場抗擾性 IEC61000-4-11 對電壓 DIP、短時間停電及電壓變化的抗擾性
暖機時間	10 分

1.1.2. 性能規格

表 1-2 性能規格

功能	規格
支援偵測器	5, 6 MHz
可安裝的偵測器個數	2
支援多重偵測器的個數	1
多元成膜	不可
頻率顯示範圍	3.0~6.0 MHz
頻率解析度	0.024 Hz
顯示範圍	0.1~999.9 nm/s(0.1~999.9 Å/s)
成膜速度解析度	0.0041 nm/s(0.041 Å/s(5 MHz))
膜厚顯示範圍	0.000~999.9 μm(0.000~999.9 kÅ)
膜厚解析度	0.0041 nm/s(0.041 Å(5 MHz))
取樣速率	125 ms
多層膜數	99
程序與程式數	30
DEPO 程式個數	30
POWER RAMP	3
POWER CONST	3
RATE RAMP	3
RATE CONST	3
數位輸入	12ch, 可程式化, 絕緣 (8ch 為 D-Sub 25pin 連接頭、4ch 為 D-Sub 9pin 連接頭)
數位輸出	12ch, 可程式化, 絕緣
類比輸出	3ch, 0~10 V, 可程式化、絕緣
通信	RS-232C(標準配備)



留意

本機基於方便標示, Å (angstrom、10-10m) 註明為 Å。

※SI單位與Å可利用MAINTENANCE-7的UNIT切換(請參考6.1.1.7單位的設定)

1.1.3. 附屬品一覽表（標準組成）

表 1-3

品目	規格	數量
電源纜線	3m	1 條
接接頭(D-SUB 25pin、母頭)		1 組
連接頭(D-SUB 9pin、公頭)		1 組
真空外部纜線（BNC-BNC4m）		1 條
操作說明書（CD）	PDF	1 張



留意

電源纜線的使用限制

附屬的電源纜線只能在國內使用，出口至國外時請勿使用。

1.2. 偵測器部的規格

表 1-4 偵測器的規格

石英震盪片	頻率	AT cut 5 MHz
	電極	Au、Ag
水冷導管	材質	Cu
	處理	鍍金
	長度（真空內）	100~800 mm
使用溫度範圍		量測：0~80 °C 烘烤：最高 150 °C



ULVAC 蒸鍍偵測器回收後再使用時，可能無法穩定的成膜。



注意氧化

開封後剩餘的偵測器放入乾燥器等保管，以免氧化。



注意冷卻水水質

為避免影響到 CRTS 系列的水冷導管使用壽命，請使用符合以下水質基準的冷卻水。

表 1-5 冷卻水的水質基準

項目	基準值
視覺混濁度〔度(混濁度標準液)〕	3 以下
電阻率 (25°C 0)	5 kΩ·cm 以上
腐蝕性指數	-0.5~0.5
pH (25°C)	6.5~7.5
氯離子 Cl-	50 ppm 以下
硫酸離子 SO42-	50 ppm 以下
全鐵 Fe	0.3 ppm 以下
錳	0.3 ppm 以下
碳酸鈣 CaCO3	50 ppm 以下
全硬度 CaCO3	50 ppm 以下
硫磺離子 S2-	未測出
氨離子 NH4+	未測出
矽 SiO2	20 ppm 以下
混合物	相當於通過 50 網目以下的過濾網，水溫 60°C 不會產生水垢、沈殿物的固體物總量 200 mg/ l 以下

〔注〕水質檢查以 JIS K0101 為依據。



注意結霜

請特別注意室溫、室內的濕度，以免偵測器結露。



注意 EB(Electron Beam)

當冷卻導管或真空內部纜線接觸到 EB，極有可能會漏水，請採取保護措施，以免接觸到光束。



注意基板加熱

基板加熱用的指示燈直接照射在石英震盪片上時，石英震盪片的表面溫度會上升，無法顯示正確的膜厚，請阻斷指示燈的照射。

1.2.1. 偵測器的種類

表 1-6 偵測器的種類

單一偵測器	CRTS-0	沒有水冷導管、凸緣，只有偵測器。
	CRTS-0 水冷套	可插入 CRTS-0 的水冷套。
	CRTS-4 UFC070	$\phi 4$ 的水冷導管、附 UFC 法蘭。
	CRTS-4 $\phi 30$	$\phi 4$ 的水冷導管、附 $\phi 30$ 的導入端子。
	CRTS-6 UFC	$\phi 6$ 的水冷導管、附 UFC 法蘭。
	CRTS-6 $\phi 30$	$\phi 6$ 的水冷導管、附 $\phi 30$ 的導入端子。
	CRTS-4U	$\phi 4$ 的水冷導管、附 UFC 法蘭、可加熱烘烤型。
	CRTS-6U	$\phi 6$ 的水冷導管、附 UFC 法蘭、可加熱烘烤型。
多重偵測器	CRTS-12NS	可搭載 12 片石英震盪片，使用時，振盪器變成 OSC-12DG。

※ 關於上述內容，振盪器的標準是 OSC-12BG (CRTS-12NS 除外) 連字符號(-)之後是 8 吋，振盪器變成 OSC-12DG。
範例：CRTS-84、CRTS-86 等。

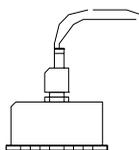


圖 1-1 CRTS-0 偵測器

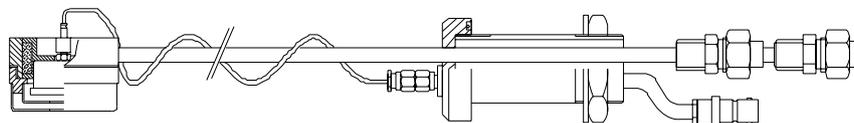


圖 1-2 水冷套與 CRTS-0 的組合

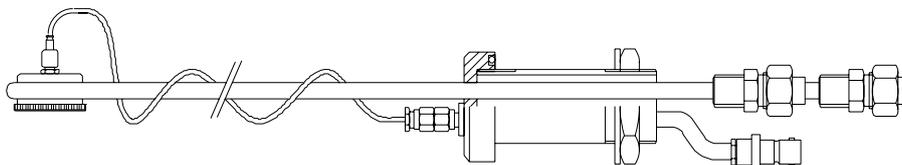


圖 1-3 CRTS-4、6 型附 $\Phi 30$ 導入端子

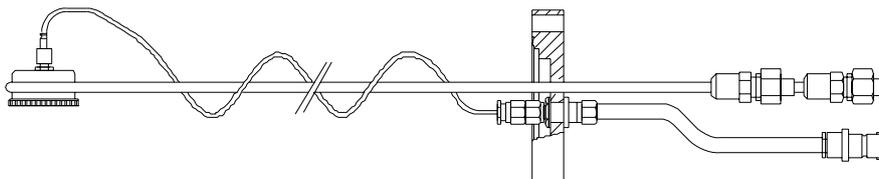


圖 1-4 CRTS-4、6 型附 UFC070 法蘭

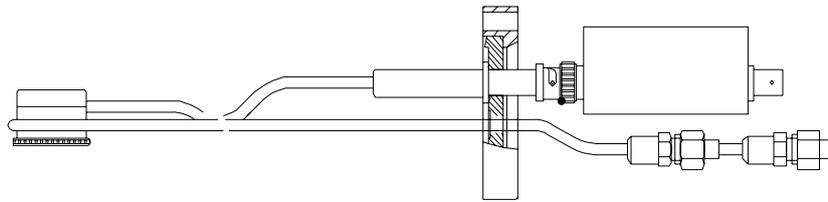


圖 1-5 CRTS-4U、6U 型（可加熱烘烤）附 UFC070

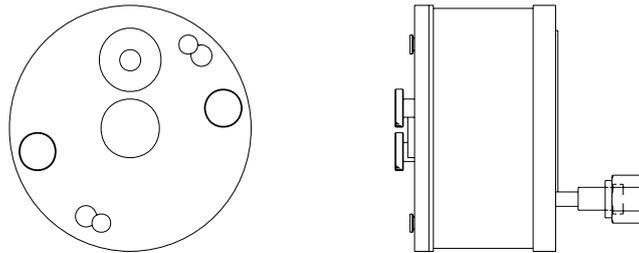


圖 1-6 多重偵測器 CRTS-12NS 偵測器

1.3. 石英震盪片的種類與須知

ULVAC 製石英震盪片的電極材料種類共有金（CR5G1）與銀（CR5S1）2 種，不論電極膜種類為何，基本振盪頻率都是 5MHz，主要依成膜材料與成膜氣體環境（腐蝕氣體）劃分使用。在腐蝕性、反應性高的環境中，如果是銀電極，銀有時會變質，因此，使用金電極製品比較安心。特別情況時除外，基於保管的方便性、耐腐蝕性，實際上也是以使用金電極居多。

因材料的關係，對石英震盪片的附著性有時因電極材料而各有不同。對於各材料的附著性，恕本公司不負責確認，請自行個別確認後使用。

石英震盪片安裝至偵測器時，如下圖所示，呈現島狀的電極面請朝向成膜側安裝。

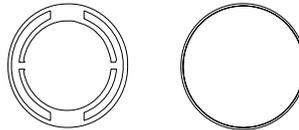


圖 1-7 石英震盪片（左：成膜面、右：背面）

1.3.1. 真空內部纜線

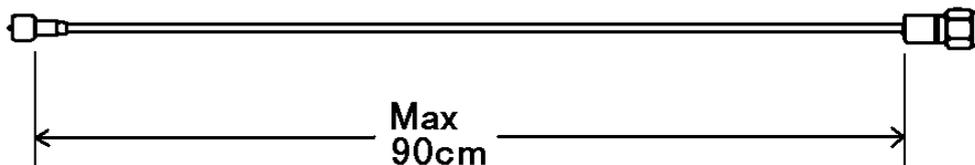


圖 1-8 真空內部纜線

長度 最長 900 mm



注意

注意真空內部纜線長度

比 900 mm 還要長時，石英震盪片的振盪會變得不穩定。本公司對於從 900 mm 開始延長的真空內部纜線恕不提供任何保證。



留意

真空內部纜線保護

蒸鍍物如果直接附著在真空內部纜線，會加速劣化。基於保護真空內部纜線，請盡可能捲在鋁圈上或採取其他應變處置。

1.3.2. 輔助纜線

連接振盪器與法蘭、或導入端子的 OSM 連接器之間的纜線。可加熱烘烤型 CRTS-4U，6U 不可使用，長度 0.15m。



圖 1-9 輔助纜線

1.3.3. 外部纜線

連接 CRTM-6000G 與振盪器的兩端 BNC 纜線，長度可選擇 4m、8m、12m 或 16m。

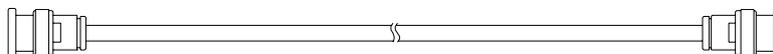


圖 1-10 外部纜線

1.3.4. 振盪器控制纜線

連接 CRTM-6000G 與振盪器 OSC-12DG 的纜線，使用 OSC-12BG 時不可使用。



圖 1-11 振盪器控制纜線

1.4. 外觀

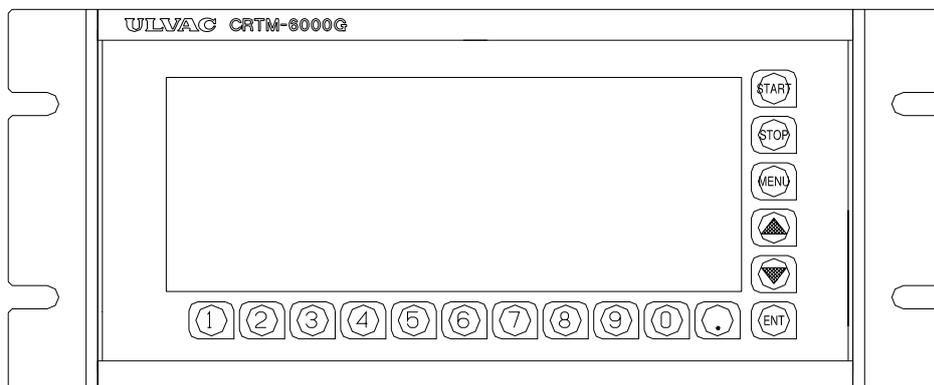


圖 1-12 CRTM-6000G 的外觀 (正面)

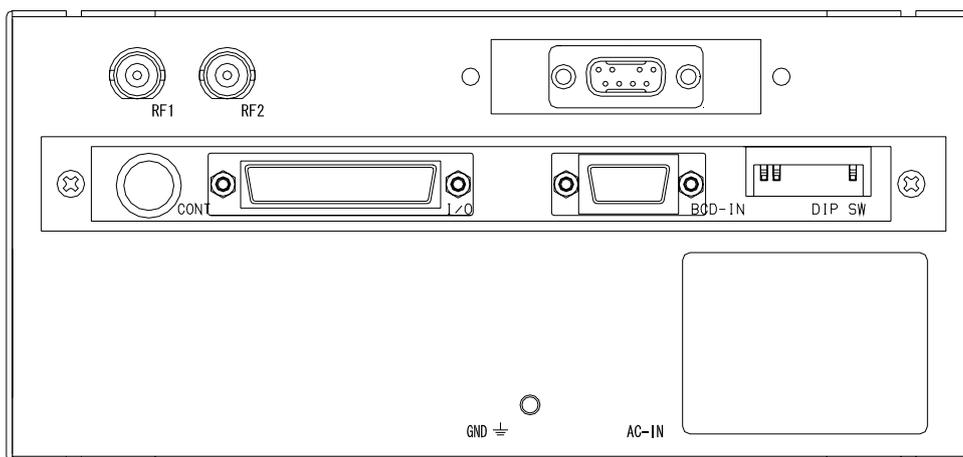


圖 1-13 CRTM-6000G 的外觀 (背面)

2. 裝置的設置

2.1. 電源配線

請使用附屬的電源纜線，連接 AC 電源。插座側是附 GND 端子的 3 pin 插頭，請務必連接 GND 線。

2.2. 控制器、振盪器、偵測器的連接

連接時請參考圖 2-1。

使用外部纜線連接控制器與振盪器。如果振盪器可直接連接凸緣時則直接連接，否則兩者之間連接輔助纜線。法蘭與偵測器之間，以真空內部纜線連接。

可加熱烘烤型偵測器，因真空內部纜線穿過銅導管內的關係，所以不需要配線。

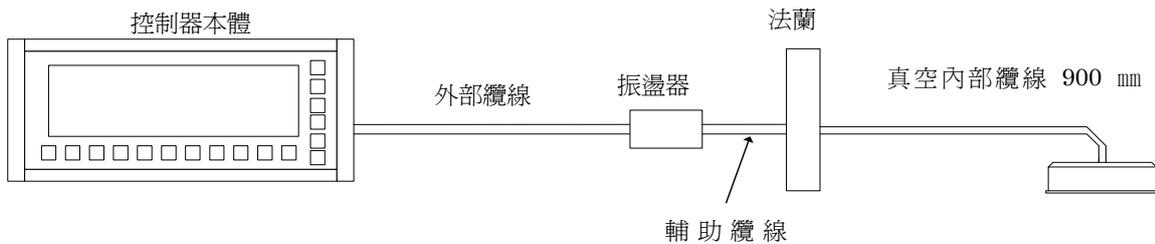


圖 2-1 機器的連接

2.3. 振盪器的種類與連接

2.3.1. OSC-12BG

使用 BNC 纜線將接頭①與控制器連接，接頭②與真空裝置側輔助纜線連接或直接安裝於法蘭上。

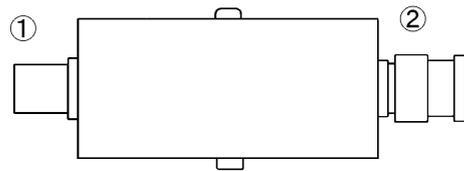


圖 2-2 OSC-12BG 外觀

2.3.2. OSC-12DG

可輸入控制振盪器的訊號，接頭①、②的連接方式與 OSC-12BG 相同。

接頭③使用選配外部纜線連接。

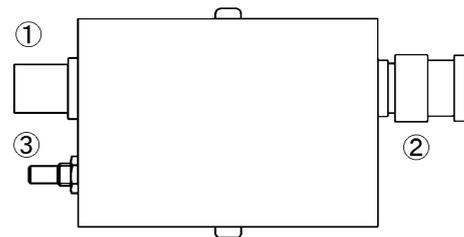


圖 2-3 OSC-12DG 外觀

2.4. 偵測器的安裝與配線

偵測器的安裝位置對監控器膜厚與基板膜厚相關的再現性有重大影響。蒸發源的分佈也會因為蒸發材料的量而改變，請將偵測器安裝在距離蒸發源正上方夾角 30 度以內。



蒸發源正上方的角度越是廣角度，膜厚成膜速度會影響到監控器的穩定性。

務必以水冷配管讓偵測器冷卻。

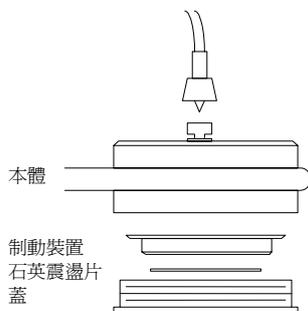


圖2-4 石英震盪片的安裝

※制動裝置是指「石英震盪片壓板」。

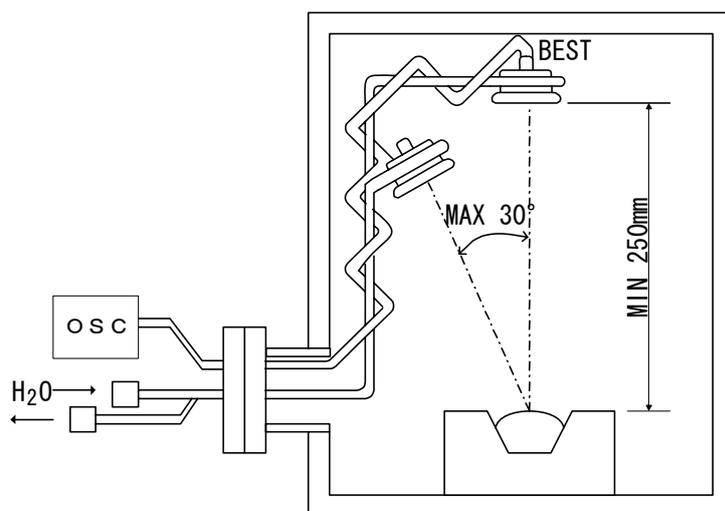


圖2-5 偵測器的安裝



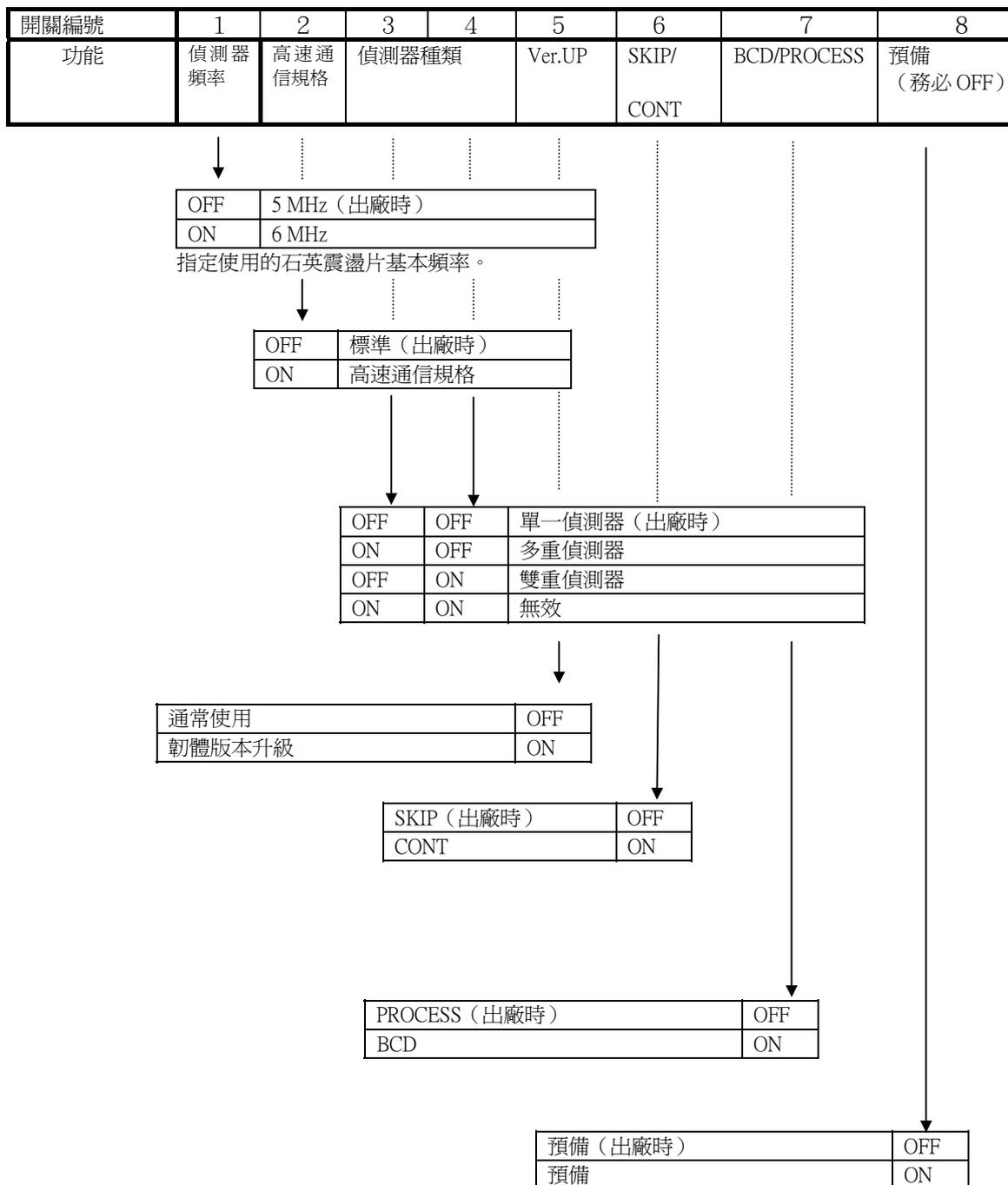
打開真空腔時，如果室內的濕度太高會導致偵測器結露，請停止冷卻水等或採取其他因應措施。

2.5. 指撥開關的設定

可利用本體背面部的指撥開關進行各種設定。

電源開啓時，設定內容隨即生效，變更設定時，必須重新啓動。

若是無效的設定時，則維持在出廠時的數值。



※ SW2 的高速通信規格請參考「4.13關於高速通信規格」。

※ SW6 的SKIP/CONT請參考「3.4.5. DIGITAL INPUT」

圖 2-6 指撥開關的設定

3. 使用方法

3.1. 按鍵操作

操作面板的各按鍵功能如下。

數字按鍵 1~0 以及：使用於輸入參數數值及選單、項目的選擇。

	選單選擇、項目選擇時可移動游標。
	選單選擇、項目選擇時可移動游標。
	畫面切換用按鍵。
	開始成膜。
	停止成膜的按鍵
	資料輸入確定、換頁用按鍵

3.1.1. 主選單、子選單

有游標的 LINE 反白顯示。可利用 ， 按鍵上下移動游標，按下  鍵，轉移至所選擇的項目畫面。此外，按下希望選擇的項目編號後也可以移動。

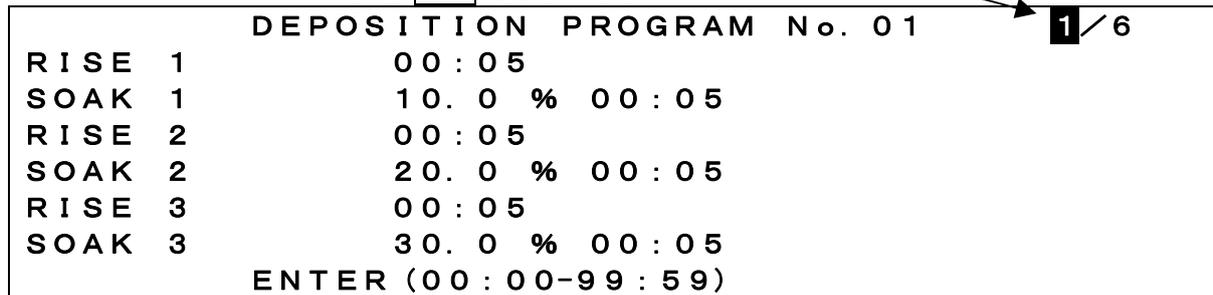
3.1.2. 程式、維修

DEPOSITION PROGRAM 橫跨 6 頁。為方便頁與頁之間的移動，當右上的頁面顯示位置有游標時，只要輸入希望移動的頁碼數字，即可直接移動至該頁的畫面。不是輸入數字而按下  鍵，則是移動至下一頁。

可利用 ， 按鍵移動游標。輸入參數的位置有游標時，最底下一行會顯示參數的輸入範圍。

輸入數字後隨即顯示該頁。

按下  鍵隨即顯示下一頁。



DEPOSITION PROGRAM No. 01			1 / 6
RISE	1	00 : 05	
SOAK	1	10. 0 %	00 : 05
RISE	2	00 : 05	
SOAK	2	20. 0 %	00 : 05
RISE	3	00 : 05	
SOAK	3	30. 0 %	00 : 05
ENTER (00 : 00-99 : 59)			

圖 3-1 頁數切換

3.2. 主選單畫面

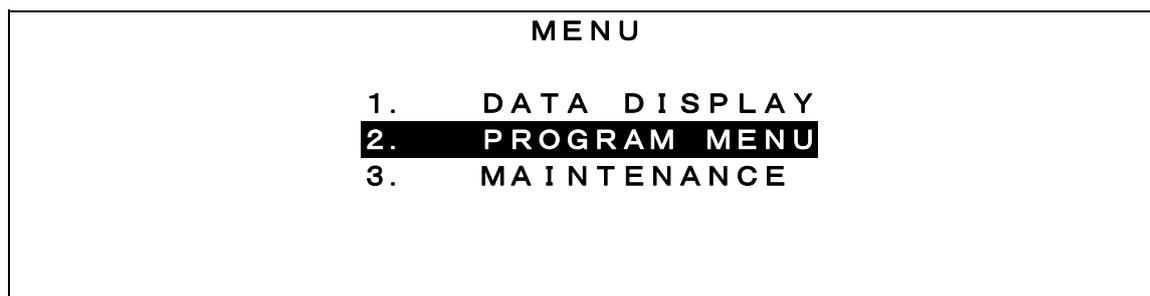


圖 3-2 主選單畫面

以上是主選單畫面。連續按 **MENU** 鍵、最後到達的是最底層的選單畫面。當不知如何操作時，可返回至此一畫面再進行下一步的操作。各功能說明如下。

1. DATA DISPLAY：顯示膜厚、成膜速度等的測量結果或各種狀態。
2. PROGRAM MENU：控制成膜的程式、或設定各種動作。
3. MAINTENANCE：顯示、設定 CRTM-6000G 的各種狀態，主要使用於維修。

可按下 1~3 按鍵直接選擇，或是利用 **↑**、**↓** 按鍵，將游標置於選單上再按下 **ENT** 鍵選擇。

3.3. DATA DISPLAY畫面

程序與程式的 LAYER



圖 3-3 DATA DISPLAY 畫面

以上的畫面顯示膜厚等的測量結果或各種狀態。

上面算起第二行的大型按鍵數字，從左開始依序是成膜速度(RATE)、功率輸出、膜厚值。各數值底下的長條圖，各自依以下的數值範圍顯示。

成膜速度：左端是 0、右端是 DEPOSITION PROGRAM 的設定值的 2 倍。

動力輸出：左端是 0、右端是 99.9%。

膜厚：左端是 0、右端是依據 DEPOSITION PROGRAM 設定的值，沒有設定值時則是 99.99 μm(999.9kÅ)。

剩餘率的計算公式如下：

$$\text{剩餘率} = \frac{\text{現在的石英震盪頻率} - \text{DEPOSITION PROGRAM的FREQUENCY}}{\text{新品的石英震盪水晶頻率} - \text{DEPOSITION PROGRAM的 FREQUENCY}} \times 100[\%]$$

最底下的一行各數字分別是

1:RESET 是指 LAYER 以 1 待機。

2:THK0 是指膜厚值為 0。

3:SKIP 是指 LAYER+1，最後的 LAYER 時變成 1。

4:CONT 是指因為震盪片失效與錯誤等，CRTM 本體變成 ABORT 狀態之後，輸入 CONT，從之前執行 PROCESS PROG.的 LAYER 內的 DEPO.PROG.最前面的階段開始，依 ABORT 發生時的累計膜厚值開始成膜。再者，CONT 輸入是從 ABORT 的狀態開始使用（ABORT 狀態在階段的顯示反白）

※SI單位與Å可利用MAINTENANCE-7 的UNIT切換（請參考6.1.1.7單位的設定）。

3.4. PROGRAM MENU

可在 PROGRAM MENU 的畫面，執行 CRTM-6000G 的成膜控制程式、或設定各種動作。
如圖 3-4所示，PROGRAM MENU畫面大致可劃分成 6 種項目。

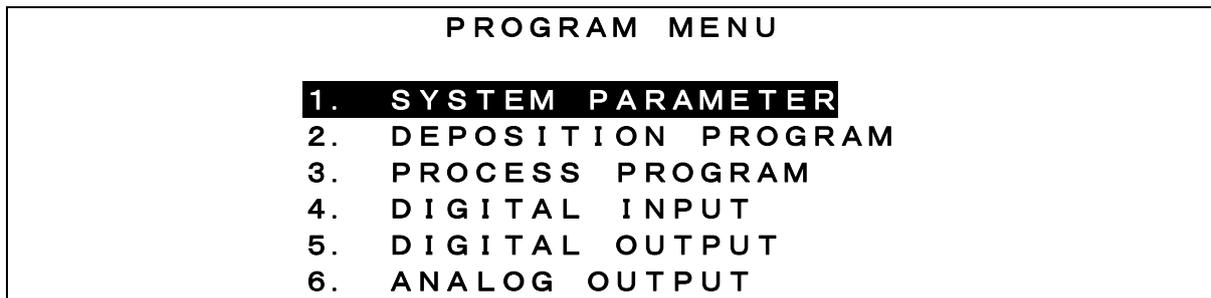


圖 3-4 PROGRAM MENU 畫面

CRTM-6000G 可使用、可編輯的程式如下：

- SYSTEM PARAMETER (請參考3.4.1SYSTEM PARAMETER)
執行震盪片失效時的動作或通信設定等。
- DEPOSITION PROGRAM (請參考3.4.4PROCESS PROGRAM)
決定 LAYER 形成方法的程式，本程式詳述成膜的各種相關條件。
- PROCESS PROGRAM (請參考3.4.2DEPOSITION PROGRAM)
決定 LAYER 如何層疊的程式。
採用 CRTM-6000G 成膜時，找出本程式記載的 DEPOSITION PROGRAM 編號，參考與其對應的 DEPOSITION PROGRAM 後再依序執行。
- DIGITAL INPUT (請參考3.4.5DIGITAL INPUT)
CRTM-6000G 的動作狀態等可任意分配至 12 點的數位輸入。
- DIGITAL OUTPUT (請參考3.4.6DIGITAL OUTPUT)
CRTM-6000G 的動作狀態等可任意分配至 12 點的數位輸出。
本程式與 PROCESS PROGRAM、DEPOSITION PROGRAM 是各自獨立。
- ANALOG OUTPUT (請參考3.4.7ANALOG OUTPUT)
成膜速度、膜厚、蒸鍍電源的控制值以 3 種電壓輸出。
本程式與 PROCESS PROGRAM、DEPOSITION PROGRAM 各自獨立。

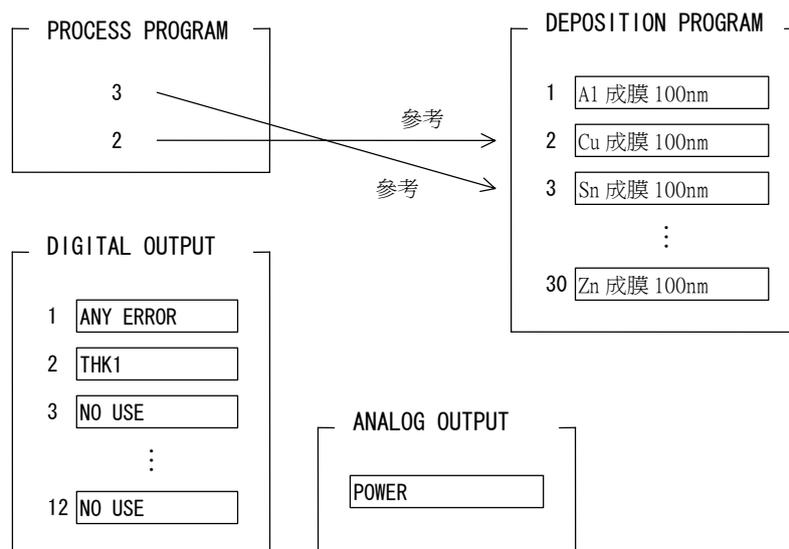


圖 3-5 各程式的構成概念圖

3.4.1. SYSTEM PARAMETER

SYSTEM PARAMETER	
1.	WHEN XTAL FAIL
2.	BAUD RATE
3.	TEST MODE
4.	MONITOR MODE
5.	COMMUNICATION MODE
6.	SENSOR CHANGE 00

圖 3-6 SYSTEM PARAMETER 畫面

可在SYSTEM PARAMETER畫面執行震盪片失效時的動作或通信設定等，各項目的功能如表 3-1所示。

表 3-1 SYSTEM PARAMETER

功能	動作與種類
WHEN XTAL FAIL	X TAL FAIL 後的成膜控制可依據（1:TIME POWER / 2:ABORT）選擇。 關於TIME POWER請參考「4. 10Time Power」。 ABORT 是指中斷成膜。
BAUD RATE	RS-232C 的通信速度可依據（1:38400/ 2:19200 / 3:9600 / 4:2400）選擇。
TEST MODE	即使沒有連接偵測器，仍可執行程式的模式。採用本模式時，請選擇(1:YES / 2:NO)當中的 1:YES。 在沒有連接偵測器時的動作確認，通常選擇 2:NO，功能的細節請參考「6.1.1TEST MODE的測試」。
MONITOR MODE	可讓有關回授(feedback)的參數變成無效的膜厚測量模式。採用本模式時，請選擇(1:YES / 2:NO)當中的 1:YES。 關於監視模式，請參考「3.5作為監視器的使用方法」。
COMMUNICATION MODE	1:NORMAL 是指回應指令。 2:LOGGING 是指每秒鐘傳送相當於與 C7 指令的資料約 8 次。
SENSOR CHANGE	多重偵測器旋轉後的延遲時間可依(00 - 99 s)指定。多重偵測器切換訊號的脈衝範圍固定為 1s。

3.4.2. DEPOSITION PROGRAM

在SYSTEM PARAMETER畫面，MONITOR MODE選擇 2:NO時，一邊執行回授控制、一邊執行程式，圖 3-7的程式畫面上的所有參數皆可設定。各參數的說明請參考表 3-6 作為控制器使用的參數 (P.25)。

DEPOSITION PROGRAM No. 01			1/6
RISE 1		00:05	
SOAK 1	10.0 %	00:05	
RISE 2		00:05	
SOAK 2	20.0 %	00:05	
RISE 3		00:05	
SOAK 3	30.0 %	00:05	
ENTER (00:00-99:59)			

DEPOSITION PROGRAM No. 01			2/6
RATE RAMP 1		00:10	
RATE 1	1.00 nm/s	1.00	μm
RATE RAMP 2		00:20	
RATE 2	2.00 nm/s	2.00	μm
RATE RAMP 3		00:30	
RATE 3	3.00 nm/s	3.00	μm
ENTER (0.000-999.9)			

DEPOSITION PROGRAM No. 01			3/6
FALL 1		00:00	
FEED	00.0 %	00:00	
FALL 2		00:00	
IDLE POWER	0.0 %		
ENTER (00:00-99:59)			

DEPOSITION PROGRAM No. 01			4/6
DENSITY		1.000	
Z-RATIO		1.000	
TOOLING1, 2		100.0	%、98.6 %
SHUTTER OPEN&CLOSE		00:00	00:00 0.0%
SHUTTER DELAY		00:00	
AVERAGE		01	
ENTER (10.00-999.9)			

DEPOSITION PROGRAM No. 01			5/6
GAIN		5.0	
TIME CONSTANT		1.0	
LIMIT		10.0%	
MAX POWER		30.0%	00:10
FREQUENCY		4.000MHz	
ENTER (0.0-99.9)			

```

DEPOSITION PROGRAM No. 01      6/6
TIMER                          00:00
RATE LOSS                       0.0 %
HEARTH No.                      01
SENSOR No.                      1
RATE FULL SCALE                 10.00 nm/s
THK FULL SCALL                 1.00 μm
ENTER (00:00-99:59)

```

圖 3-7 DEPOSITION PROGRAM 畫面

※SI單位與Å可利用MAINTENANCE-7的UNIT切換（請參考6.1.1.7單位的設定）。

3.4.3. DEPOSITION PROGRAM畫面（監視模式）

在 SYSTEM PARAMETER 畫面，MONITOR MODE 如果是選擇 1:YES，不會進行回授控制，主要只執行膜厚或成膜速度的測量。

可設定圖 3-8的程式畫面上的參數。

```

DEPOSITION PROGRAM No. 01      1/2
DENSITY                         2.700
Z-RATIO                         1.080
TOOLING1, 2                     100.0 % 98.6 %
ENTER (10.00-999.9)

```

```

DEPOSITION PROGRAM No. 01      2/2
AVERAGE                        01
RATE FULL SCALE                 1.00 nm/s
THK FULL SCALE                 5.00 μm
ENTER (1.000-999.9)

```

圖 3-8 DEPOSITION PROGRAM 畫面(監視模式)

※SI單位與Å可利用MAINTENANCE-7的UNIT切換（請參考6.1.1.7單位的設定）。

3.4.4. PROCESS PROGRAM

依指撥開關第 7 個bit選擇PROCESS時(請參考2.5指撥開關的設定)，PROCESS PROGRAM的畫面隨即顯示PROCESS PROGRAM No.。設定方法可先將游標按鍵置於PROCESS PROGRAM右側的No.，再輸入希望執行的PROCESS編號即可，現在顯示的編號變成動態的PROCESS編號。

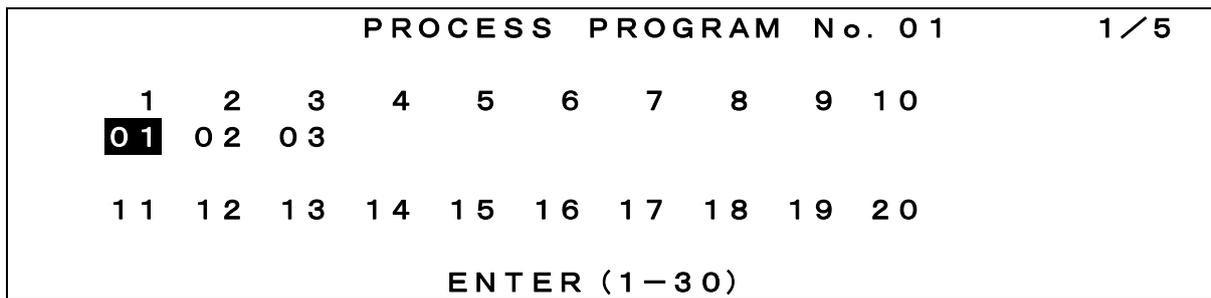
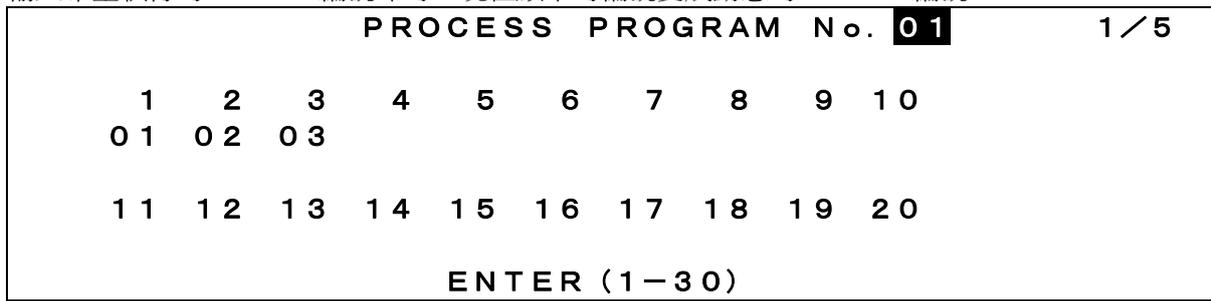


圖 3-9 PROCESS PROGRAM 畫面

3.4.4.1. PROCESS MODE

選擇 PROCESS 時，LAYER 數是 99。

PROCESS PROGRAM	
LAYER	DEPOSITION PROGRAM
1	1
2	2
3	1
4	3
5	4
6	5
.	.
.	.
.	.
99	30

3.4.4.2. BCD MODE

以指撥開關選擇 BCD 時，LAYER 數變成 1(動態的 PROCESS 編號的 LAYER1)。PROCESS PROGRAM 可設定的 DEPOSITION PROGRAM 可到 99 為止，但利用外部 I/O 的 BCD 輸入可指定的 DEPOSITION PROGRAM 則是 1-15。

從外部 I/O 的 BCD 輸入之後開始時，在 BCD 輸入的狀態下，輸入外部 I/O 的 START 訊號。在沒有外部 I/O 輸入的狀態下，即使從外部輸入 START 訊號，也不會開始成膜。

正面面板的 KEY 輸入或是來自 RS-232C 通信的 START 以及 CONT，可開始進行 PROCESS PROGRAM 的 PROCESS No.LAYER1 的 DEPOSITION PROGRAM。

PROCESS PROGRAM	
LAYER	DEPOSITION PROGRAM
1	1 2
2	無效
·	無效
·	無效

3.4.5. DIGITAL INPUT

數位輸入全部共 12 點，各輸入編號分配的功能都是可程式化（圖 3-10）。當游標置於埠(port)編號的行時，從右側的功能一覽表輸入數值後即可分配訊號。如有I/O輸入時，參數數字前面會顯示*符號。

DIGITAL INPUT			1 / 2
PORT	CODE (0-12)		
1. THK0	1. THK0	0. NO USE	
* 2. START	2. START	7. RESET	
3. STOP	3. STOP	8. RETRY END	
4. EOD	4. EOD	9. PRG. BCD 1	
5. SOAK3HOLD	5. SOAK3HOLD	10. PRG. BCD 2	
6. SKIP	6. SKIP	11. PRG. BCD 3	
		12. PRG. BCD 4	

DIGITAL INPUT			2 / 2
PORT	CODE (0-12)		
7. RESET	1. THK0	0. NO USE	
8. RETRY END	2. START	7. RESET	
9. PRG. BCD 1	3. STOP	8. RETRY END	
* 10. PRG. BCD 2	4. EOD	9. PRG. BCD 1	
11. PRG. BCD 3	5. SOAK3HOLD	10. PRG. BCD 2	
12. PRG. BCD 4	6. SKIP	11. PRG. BCD 3	
		12. PRG. BCD 4	

圖 3-10 DIGITAL INPUT 畫面

表 3-2說明各訊號的功能，關於pin腳位配置請參考「4. 1使用I/O」。輸入埠的 1~8 為D-Sub 25pin頭（母頭）用，9~12 為D-Sub 9pin（公頭）用。

表 3-2 DIGITAL INPUT 功能一覽表

編號	功能	功能說明	輸入
0	NO USE	未使用該埠。	
1	THK0	刪除膜厚值，隨時有效。	Edge
2	START	DEPOSITION PROGRAM 的開始	Edge
3	STOP	DEPOSITION PROGRAM 的停止(LAYER 維持不變、變成 READY 的狀態)	Level
4	EOD	位於 RATE 階段時、轉移至 FALL1 階段。	Edge
5	SOAK3HOLD	使用於希望保持 SOAK3 的狀態時。	Level
6	SKIP	跳過(skip)LAYER，只在變成 PROCESS 的模式時有效（DIP SW-6 OFF 時：預設值）	Edge
	CONT	ABORT 後的 CONT 輸入，可再次啓動 DEPO. PROG.。功能的細節請參考 P.10 「4：CONT」的記載（DIP SW-6 ON 時）	Edge
7	RESET	LAYER 移動至最前面。	Edge
8	RETRY END	輸入本訊號後，無法變更多重偵測器。	Level
9~12	BCD		

※PORT6 的“SKIP”與“CONT”以指撥開關設定後，只能使用其中之一（請參考2.5指撥開關的設定）。

關於edge輸入與level輸入

CRTM-6000G的DIGITAL INPUT，可依 125ms的測量間隔呈現輸入線路的狀態。edge輸入可讓訊號的上升/下降顯著，level輸入則是讓當時訊號的有無顯著。也就是說，在圖 3-11的②的時間點，edge輸入、level輸入都沒有輸入。edge輸入在之後的③的時間點證實有輸入，在④以後的時間點雖持續輸入狀態，卻是被忽略。另一方面，在level輸入，證實③~⑥是輸入Hearth。

如此一來，edge輸入必須是 125ms 以上的 ON 狀態。若是 250ms 以上的 ON 狀態，則證實確實輸入。

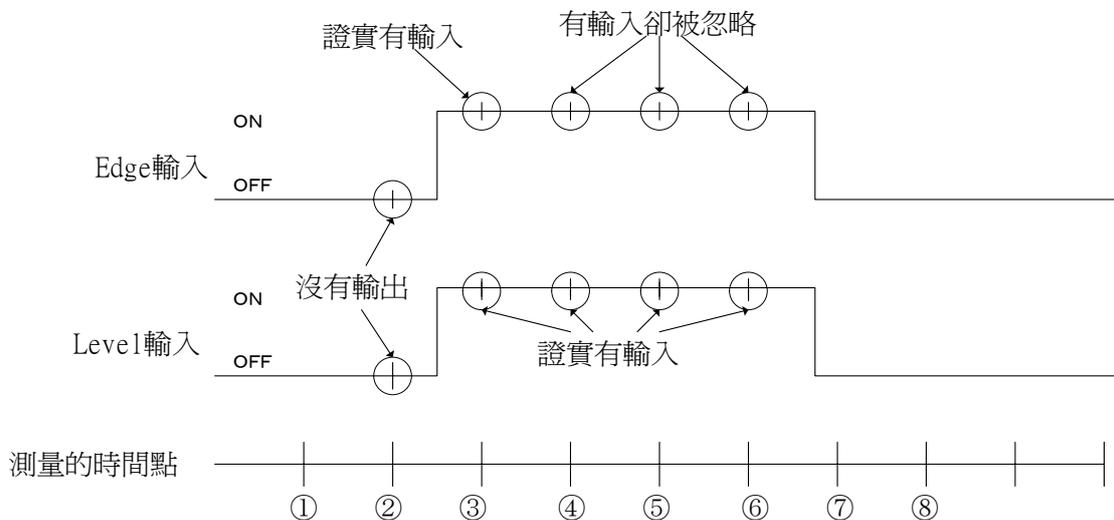


圖 3-11 edge 輸入與 level 輸入

3.4.6. DIGITAL OUTPUT

數位輸出全部共 12 點，各輸出(PORT)編號可分配各種的功能，在圖 3-12的畫面、設定其對應。電源開啓時，會從 DIGITAL OUTPUT 瞬間輸出，並非異常。

DIGITAL OUTPUT			1 / 2
PORT	CODE (01-27)		
1. THK 3	0. NO USE	6. FREQ	
2. STOP	1. THK 1	7. DEPO	
3. ANY ERROR	2. THK 2	8. READY	
4. DEPO	3. THK 3	9. RESET	
5. SHUTTER	4. TIMER	10. RUN	
6. NO USE	5. SHUTTER	11. HEARTH BCD 1	

圖 3-12 DIGITAL OUTPUT 畫面

表 3-3說明各訊號的功能，關於探針配置請參考「4.1使用I/O」。幾乎所有的輸出都是level輸出，只要一直都是該狀態、就會持續輸出。只有 SENSOR CHANGE輸出則是脈衝輸出，SENSOR CHANGE的脈衝範圍是 1 秒鐘。SENCER C與INTER L只在執行成膜程式時有效，請參考「8.3CRTM的狀態與I/O的有效性」。

表 3-3 DIGITAL OUTPUT 功能一覽表

編號	輸出訊號名稱 () 內顯示畫面	說明	輸出種類
0	NO USE	刪除設定的內容	off
1	THK1	達到 RATE1 的設定膜厚	level
2	THK2	達到 RATE2 的設定膜厚	level
3	THK3	達到 RATE3 的設定膜厚	level
4	TIMER	成膜開始後超出設定時間時	level
5	SHUTTER	偵測器遮板開/關訊號	level
6	FREQUENCY (FREQ)	低於設定頻率以下輸出	level
7	DEPOSITION (DEPO)	源光閘(source shutter)開/關訊號	level
8	READY	表示 READY 狀態的訊號	level
9	RESET	表示 RESET 狀態的訊號	level
10	RUN	表示 RUN 狀態的訊號	level
11	HEARTH BCD1 (HEARTH B1)	Hearth No.(LSB)	level
12	HEARTH BCD2 (HEARTH B2)	Hearth No.	level
13	HEARTH BCD3 (HEARTH B3)	Hearth No.	level
14	HEARTH BCD4 (HEARTH B4)	Hearth No. (MSB)	level
15	SOAK3	表示 SOAK3 階段的訊號	level
16	END OF PROCESS (END PROC.)	程序結束	level
17	SENSOR CHANGE (SENSOR C.)	偵測器切換訊號 (1sec 脈衝)	脈衝
18	XFAIL	震盪片失效 (E)	level
19	MAX POWER STOP (M.P.S.)	MAX POWER STOP ERROR (E)	level
20	BAD PROGRAM (BAD PRG)	程式的參數異常 (E)	level
21	FREQUENCY JUMP (FREQ JMP)	發生頻率躍變錯誤 (E)	level
22	ANY ERROR	發生某種錯誤 (E)	level
23	MAX POWER	達到 MAX POWER (A)	level
24	RATE LOSS	RATE 不穩定 (A)	level
25	ANY ALARM	發生某種警報 (A)	level
26	SENSOR No.(SENSOR N.)	SENSOR No.1:OFF, 2:ON	level

※表中的 (E) 代表 ERROR 訊號、(A) 代表 ALARM 訊號

3.4.7. ANALOG OUTPUT

類比輸出屬於可程式化，共有 3 種可供選擇:POWER / RATE / THK，對應的偵測器編號可選擇 0、1 或 2。1、2 各自表示偵測器編號的號碼，0 表示現在選擇的偵測器編號。

單一偵測器：指定感應器編號後進行成膜。設定 1、2，0 不設定。

雙重偵測器：另一台偵測器預備使用。震盪片失效時，偵測器雖然會切換，希望持續類比輸出時再設定。

多重偵測器：因為只有 RF1 安裝，所以只有 1 的設定。

輸出探針的排列請參考「4.1.1 I/O」、「4.1.5DIGITAL INPUT9~12CH，類比輸出的連接」。

表 3-4 類比輸出埠的設定

設定	內容
NO USE	未使用該埠。
POWER 0	對應現在測量的偵測器編號、輸出 POWER。
RATE 0	對應現在測量的偵測器編號、輸出 RATE。
THK 0	對應現在測量的偵測器編號、輸出 THK。
POWER 1	輸出偵測器編號 1 的 POWER。
RATE 1	輸出偵測器編號 1 的 RATE 輸出。
THK 1	輸出偵測器編號 1 的 THK 輸出。
POWER 2	輸出偵測器編號 2 的 POWER 輸出。
RATE 2	輸出偵測器編號 2 的 RATE 輸出。
THK2	輸出偵測器編號 2 的 THK 輸出。

ANALOG OUTPUT			
CH 1	POWER	1	
CH 2	POWER	2	
CH 3	RATE	0	
0 : NO USE 1 : POWER 2 : RATE 3 : THK			

ANALOG OUTPUT			
CH 1	POWER	1	
CH 2	POWER	2	
CH 3	RATE	0	
ENTER (0-2)			

圖 3-13 ANALOG OUTPUT 畫面



類比輸出最好是連接 1 台機器，超過 2 台時，範例如連接圖表記錄器與電腦的 A/D 轉換埠 2 台機器時，電壓值有時會變得不穩定。在此情況下，請將類比輸出連接緩衝放大器、其他機器則從放大器輸出位置再另行分支。



圖表記錄器這一類輸入阻抗高的機器，會因為外來雜訊的影響而變得不穩定，請可能縮短圖表記錄器的配線。

3.5. 作為監視器的使用方法

不控制成膜源，只要眼前的膜厚或成膜速度的測量能夠確實時，切換成監視模式後即可簡單使用。類比輸出維持 0 V，參數雖然是 DEPOSITION PROGRAM No.1，強制作為監視模式的參數使用。

若要切換成監視模式，在圖 3-14的SYSTEM PARAMETER畫面，MONITOR MODE選擇 1:YES。如圖 3-8所示，DEPOSITION PROGRAM不再顯示回授不要的參數。

切換成監視模式後，不需要按下 **START** 按鍵。

SYSTEM PARAMETER	
1.	WHEN XTAL FAIL
2.	BAUD RATE
3.	TEST MODE
4.	MONITOR MODE
5.	COMMUNICATION MODE
6.	SENSOR CHANGE 00

1 : YES 2 : NO

圖 3-14 切換成監視模式

表示的參數及其說明如表 3-5所示，關於輸入範圍請參考「3.6作為控制器的使用方法」。

表 3-5 監視模式時的參數

參數	說明
DENSITY	輸入成膜物質的密度，Default:1。
Z-RATIO	輸入成膜物質的 Z-RATIO(音響阻抗比)。主要物質的Z-RATIO如表 8-1的記載。不明物質成膜時，請參考「4.5未知的Z-RATIO」。
TOOLING1, 2	輸入偵測器 1 與偵測器 2 的TOOLING值。依「4.4估算TOOLING」所估算的數值，輸入TOOLING值。估算 TOOLING 前輸入 100。
AVERAGE	讓測量的成膜速度平均移動，平均的期間輸入時間[s]，通常是 1 (Default)。
RATE FULL SCALE	輸入對應類比輸出 full scale 的 RATE。沒有連接圖表記錄器等機器時，本參數不需要設定。
THK FULL SCALE	輸入對應類比輸出 full scale 的 THK。沒有連接圖表記錄器等機器時，本參數不需要設定。

3.6. 作為控制器的使用方法

希望一邊控制成膜源、同時依照程式設計的步驟進行成膜時，必須使用CRTM-6000G具備的各種程式功能。採用作為控制器使用的方法時，請務必先瞭解CRTM-6000G構成的成膜程序。關於詳細的成膜程序請參考「4.7成膜」。CRTM-6000G的成膜程序切換成作為控制器使用的模式時，請在圖 3-14的SYSTEM PARAMETER畫面，MONITOR MODE選擇 2:NO。監視模式與說明會有重複，成膜所需之參數如表 3-6所示。

表 3-6 作為控制器使用的參數

參數	功能說明	輸入範圍	單位
RISE TIME	在此設定時間內，在達到 SOAK POWER 之前，提高動力輸出，共分為 3 段式。	00:00 - 99:59	min:sec
SOAK POWER	設定為保持固定動力的輸出值，共分為 3 段式。	0.0 - 99.9	%
SOAK TIME	設定為保持固定動力的時間，共分為 3 段式。	00:00 - 99:59	min:sec
RATE RAMP	在指定的時間內，進行回授控制，直到達到以下的設定 RATE，共分為 3 段式。	00:00 - 99:59	min:sec
RATE	設定為保持固定的成膜速度，共分為 3 段式。	0.00-99.99 (0.0-999.9)	nm/s (Å/s)
THK	設定成膜結束的膜厚，共分為 3 段式。	0.000-99.99 (0.000-999.9)	μm (kÅ)
FALL TIME	依設定的時間降低功率輸出，共分為 2 段式。	00:00 - 99:59	min:sec
FEED POWER	設定為保持固定的功率輸出值。	0.0 - 99.9	%
FEED TIME	設定為保持固定功率的時間。	00:00 - 99:59	min:sec
IDLE POWER	設定空轉的 POWER 輸出值。	0.0 - 99.9	%
DENSITY	輸入成膜物質的密度，Default:1。	0.100 - 99.99	g/cm ³
Z-RATIO	輸入成膜物質的 Z-RATIO(音響阻抗比)。主要物質的Z-RATIO如表 8-1的記載。不明物質成膜時，請參考「4.5未知的Z-RATIO」。	0.100 - 9.999	
TOOLING1, 2	輸入偵測器 1 與偵測器 2 的TOOLING值。依「4.4 估算TOOLING」所估算的數值，輸入TOOLING值。估算 TOOLING 前輸入 100。	10.00 - 999.9	%
GAIN	設定回授參數的 GAIN 量。數值越大、POWER 的增減越大。	0.0 - 99.9	
TIME- CONSTANT	設定回授參數的時間常數。	0.1 - 99.9	sec
LIMIT	依 GAIN 與 TIME-CONSTANT 估算的 POWER 值增減量，不會比本設定值還要大。	0.0 - 99.9	%
MAX POWER	基於保護外部電源的動力的上限值。DEPOSITION PROGRAM 發揮作用時，輸出的數值以此為限。	0.0 - 99.9	%
參數	功能說明	輸入範圍	單位
MAX POWER STOP TIME	到達 MAX POWER 後，屆滿本設定時間時結束成膜。	00:00 - 99:59	min:sec
TIMER	屆滿設定的時間後，輸出訊號。但，DIGITAL OUTPUT PROGRAM 也必須設定。	00:00 - 99:59	min:sec
SHUTTER OPEN TIME	間歇性測量時的偵測器遮板打開時間。	00:00 - 99:59	min:sec
SHUTTER CLOSE TIME	間歇性測量時的偵測器遮板關閉時間。	00:00 - 99:59	min:sec
STABILITY	遮板打開期間的穩定性。輸入 0、表示只依單純的時間打開/關閉，輸入 0 以外時，在進入設定 RATE ±STABILITY 的範圍內之前，遮板不會被關閉。	0.0 - 99.9	%

SHUTTER DELAY	間歇性測量時的 SHUTTER OPEN TIME 事件時，偵測器遮板打開之後，在「SHUTTER DELAY」設定時間內，只有膜厚監視不進行回授控制。	00:00 - 99:59	min:sec
RATE LOSS	輸入 0，被忽略、不會構成警報。成膜速度不在設定 RATE±RATE LOSS 範圍內時，響起警報。	0.0 - 99.9	%
AVERAGE	讓測量的成膜速度平均移動，平均的期間輸入時間[s]，通常是 1 (Default)。	1 - 10	Sec
FREQUENCY	偵測器的頻率低於此處設定之頻率以下時發佈警告。	3.000 - 6.000	MHz
HEARTH No.	設定 Hearth 編號。	1 - 15	
SENSOR No.	指定偵測器編號 (Default:1) 指定 0 時，接續前一 Layer 最後使用的偵測器編號。	0 - 2	
RATE FULL SCALE	設定成膜速度的類比輸出 full scale (在 DATA DISPLAY 畫面，長條圖的 full scale 是 RATE 階段的 2 倍數值)	1.00 - 99.99 (10.0 - 999.9)	nm/sec (Å/sec)
THK FULL SCALE	設定膜厚的類比輸出 full scale(在 DATA DISPLAY 畫面，長條圖的 full scale 是 DEPOSITION PROGRAM 中、設定膜厚值的最大值)	0.100 - 99.99 (1.000-999.9)	μm (kÅ)

0)內是指指在 MAINTENANCE 選單，將單位切換成 Å 時。

4. 應用篇

4.1. 使用I/O

希望從外部的機器接收某些指示時、或是對外部的機器傳輸 CRTM-6000G 的狀態或指示時等，皆可使用 I/O 執行。

I/O 功能共有 3 種。

DIGITAL INPUT：以數位接收來自外部的訊號。

可輸入 12 件，各件訊號的功能可依程式進行變更。

DIGITAL OUTPUT：以數位輸出訊號至外部。

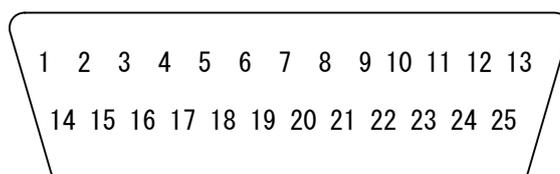
可輸出 12 件，各件訊號的功能可依程式進行變更。

ANALOG OUTPUT：以類比輸出訊號至外部。

可輸出 POWER、RATE、THK。

4.1.1. I/O接頭

I/O接頭pin配置如圖 4-1所示。



使用接頭 D-SUB 25pin、母頭

圖 4-1 I/O 接頭 pin 配置

接腳編號與訊號線名稱如表 4-1所示。DIGITAL INPUT後面的數字與圖 3-10畫面中的項目編號、表 3-2表中的PORT相對應。此外，DIGITAL OUTPUT後面的數字與圖 3-12畫面左欄的PORT相對應。DIGITAL INPUT 9~12 的探針配置，請參考表 4-2。

表 4-1 I/O 接頭 pin 編號與訊號線名稱

PIN 編號	訊號線名稱	PIN 編號	訊號線名稱
1	ANALOG OUTPUT(Ch1)	14	ANALOG OUTPUT RETURN
2	DIGITAL OUTPUT 1	15	DIGITAL OUTPUT 2
3	DIGITAL OUTPUT 3	16	DIGITAL OUTPUT 4
4	DIGITAL OUTPUT 5	17	DIGITAL OUTPUT 6
5	DIGITAL OUTPUT 7	18	DIGITAL OUTPUT 8
6	DIGITAL OUTPUT 9	19	DIGITAL OUTPUT 10
7	DIGITAL OUTPUT 11	20	DIGITAL OUTPUT 12
8	NC (無連接)	21	DIGITAL OUTPUT -COM
9	DIGITAL INPUT 1	22	DIGITAL INPUT 2
10	DIGITAL INPUT 3	23	DIGITAL INPUT 4
11	DIGITAL INPUT 5	24	DIGITAL INPUT 6
12	DIGITAL INPUT 7	25	DIGITAL INPUT 8
13	DIGITAL INPUT +COM		



留意

使用 DIGITAL INPUT 時，必須仰賴+12~+24V 的 DC 電源。



注意

連接器拆/裝相關須知

在通電狀態下進行接頭的拆/裝時，可能導致 CRTM-6000G 或接頭破損。拆/裝前，請務必切斷雙方的電源。

4.1.2. DIGITAL INPUT的连接

DIGITAL INPUT内部线路如图 4-2所示，所有的DIGITAL INPUT都是以光电耦合器绝缘。+COM端子变成光电耦合器的电源。连接线路范例如图 4-3所示，虽然这是连接开关的范例，也可以改用继电器、集电极开路等。

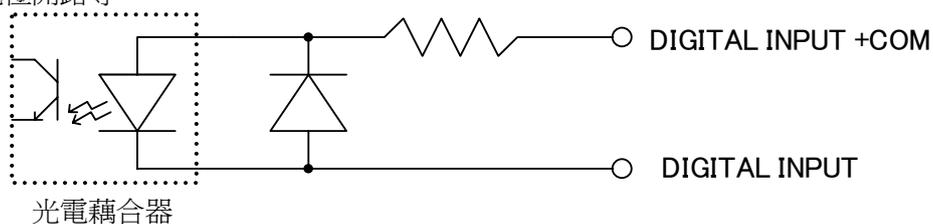


图 4-2 DIGITAL INPUT 内部线路

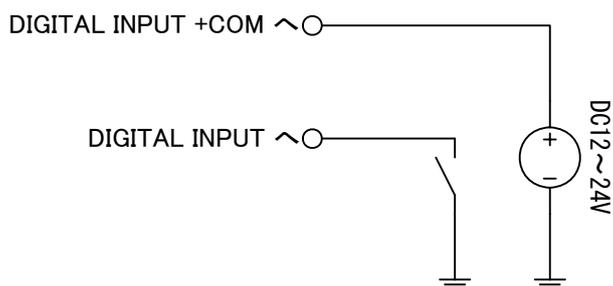


图 4-3 DIGITAL INPUT 连接线路范例（开关时）



配线请使用附屏蔽的多芯缆线。可利用 CRTM 本体侧的金属连接器外壳作为屏蔽，另一侧的屏蔽线不要连接。

4.1.4. ANALOG OUTPUT的連接

ANALOG OUTPUT輸出線路如圖 4-5所示，ANALOG OUTPUT是利用隔離放大器絕緣。因內部備有電源，不需要由外供應電源。

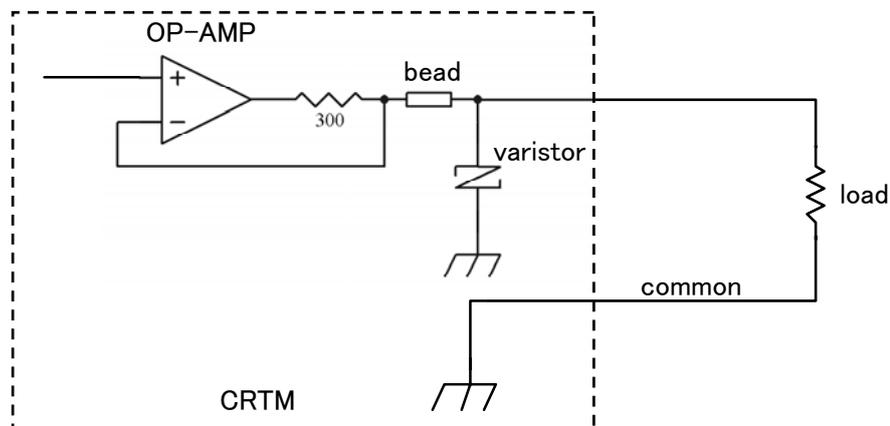


圖 4-5 ANALOG OUTPUT 內部線路



連接器拆/裝相關須知

在通電狀態下進行接頭的拆/裝時，可能導致 CRTM-6000G 或接頭損壞。拆/裝前，請務必切斷雙方的電源。

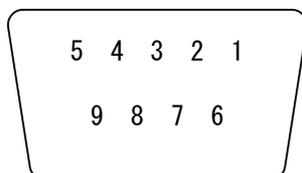


配線請使用附屏蔽的多芯纜線。可利用 CRTM 本體側的金屬連接器外殼作為屏蔽，另一側的屏蔽線不要連接。

4.1.5. DIGITAL INPUT9~12CH，類比輸出的連接

DIGITAL INPUT 9~12CH以及ANALOG OUTPUT的CH2、CH3，係使用如圖 4-6所示之D-SUB9pin接頭。DIGITAL INPUT 9~12CH的内部線路與該 1~8CH相同，請參考DIGITAL INPUT的内部線路（圖 4-2）。此外，ANALOG OUTPUT CH2、3 的内部線路與標準配備的ANALOG OUTPUT相同（請參考圖 4-5）。類比輸出的輸出設定請參考3.4.7ANALOG OUTPUT。

DIGITAL INPUT +COM是利用表 4-1的 13pin與CRTM内部連接，只要利用其中之一的接頭供應電源即可發揮功能。



使用接頭 D-SUB 9pin、公頭

圖 4-6 PROGRAM BCD，DAC 模組用接頭

pin編號與訊號線名稱如表 4-2所示。

表 4-2 DIGITAL INPUT9~12，類比輸出連接器的接腳編號與訊號線名稱

PIN 編號	訊號線名稱	PIN 編號	訊號線名稱
1	DIGITAL INPUT 9	6	DIGITAL INPUT 10
2	DIGITAL INPUT 11	7	DIGITAL INPUT 12
3	DIGITAL INPUT +COM	8	ANALOG OUTPUT (Ch2)
4	ANALOG OUTPUT RETURN (Ch2)	9	ANALOG OUTPUT (Ch3)
5	ANALOG OUTPUT RETURN (Ch3)		



連接器拆/裝相關須知

在通電狀態進行接頭的拆/裝時，可能導致 CRTM-6000G 或接頭損壞。拆/裝前，請務必切斷雙方的電源。



配線請使用附屏蔽的多芯纜線。可利用 CRTM 本體側的金屬連接器外殼作為屏蔽，另一側的屏蔽線不要連接。

容易引起通信錯誤、或本體動作失誤。在此情況下，雜訊可能是從 RS-232C 入侵，建議您最好是先行光轉換再傳送。RS-232C 光通信的單元，由 FA 製品的製造商銷售。



連接器拆/裝相關須知

在通電狀態下進行接頭的拆/裝時，可能導致 CRTM-6000G 或接頭損壞。拆/裝前，請務必切斷雙方的電源。



配線請使用附屏蔽的多芯纜線。可利用 CRTM 本體側的金屬連接器外殼作為屏蔽，另一側的屏蔽線不要連接。

4.2.3. 指令

電腦通信 (RS-232C)的功能如下:

- 1 · 取得 Version
- 2 · 設定／取得 SYSTEM PARAMETER
- 3 · 設定／取得 DEPOSITION PROGRAM
- 4 · 設定／取得 PROCESS PROGRAM
- 5 · 設定／取得 DIGITAL INPUT & OUTPUT PORT
- 6 · 設定／取得 ANALOG OUTPUT
- 7 · 取得資料
- 8 · 遠端指令
- 9 · 取得錯誤、警報資訊
- 1 0 · 取得狀態(status)
- 1 1 · 取得 DIGITAL OUTPUT PORT 狀態

在以下的格式，“□”表示 Space，字形是半形大寫。當 CRTM 無法辨識指令時會傳回“?”。出現“/”時表示“或是”，“↓”表示歸位字元。

4.2.3.1. 取得版本

指令：C0

電腦傳送格式 C0↓（3 個字）

		指令格式	字串數
取得	傳送	C0↓	3
	接收	R0□CRTM-6000G□VX.XX↓	20

4.2.3.2. 設定／取得 SYSTEM PARAMTER

指令：C1

-1：設定

-2：取得

		指令格式	字串數
設定	傳送	C1-1:n□pp↓	10
	接收	R1-1:OK/NG↓	8
取得	傳送	C1-2:n↓	7
	接收	R1-2:pp/NG↓	8

關於pp請參考下表，參數的內容請參考「3.4.1 SYSTEM PARAMETER」。

n	參數	Pp
1	WHEN XTAL FAIL	01:TIME POWER / 02:ABORT
2	TEST MODE	01:YES / 02:NO
3	MONITOR MODE	01:YES / 02:NO
4	SENSOR CHANGE	00 - 99 [sec]

範例)

C1-1:1 01↓

R1-1:OK↓

C1-2:1↓

R1-2:01↓

4.2.3.3. 設定／取得 DEPOSITION PROGRAM

指令：C2

-1：設定

-2：取得

		指令格式	字串數
設定	傳送	C2-1:mm□nn□pp ↓	可變長度
	接收	R2-1:OK/NG ↓	8
取得	傳送	C2-2:mm□nn ↓	11
	接收	R2-2:pp/ng ↓	可變長度/8

mm:PROGRAM No.(=01~30)

關於 nn 與 pp 請參考下表。

小數的參數可省略整數與小數多餘的 0。

Nn	功能名稱	pp	pp 的數值範圍
01	RISE 1 TIME	MM:SS	00:00 - 99:59
02	SOAK 1 TIME	MM:SS	00:00 - 99:59
03	SOAK 1 POWER	XX.X	0.0 - 99.9
04	RISE 2 TIME	MM:SS	00:00 - 99:59
05	SOAK 2 TIME	MM:SS	00:00 - 99:59
06	SOAK 2 POWER	XX.X	0.0 - 99.9
07	RISE 3 TIME	MM:SS	00:00 - 99:59
08	SOAK 3 TIME	MM:SS	00:00 - 99:59
09	SOAK 3 POWER	XX.X	0.0 - 99.9
10	RATE RAMP 1 TIME	MM:SS	00:00 - 99:59
11	RATE 1	XX.XX	0.00-99.99
12	THK 1	X.XXX (<10) XX.XX (>=10)	0.000-99.99
13	RATE RAMP 2 TIME	MM:SS	00:00 - 99:59
14	RATE 2	XX.XX	0.00-99.99
15	THK 2	X.XXX (<10) XX.XX (>=10)	0.000-99.99
16	RATE RAMP 3 TIME	MM:SS	00:00 - 99:59
17	RATE 3	XX.XX	0.00-99.99
18	THK 3	X.XXX (<10) XX.XX (>=10)	0.000-99.99
19	FALL 1 TIME	MM:SS	00:00 - 99:59
20	FEED POWER	XX.X	0.0 - 99.9
21	FEED TIME	MM:SS	00:00 - 99:59
22	FALL 2 TIME	MM:SS	00:00 - 99:59
23	IDLE POWER	XX.X	0.0 - 99.9
24	DENSITY	X.XXX (<10) XX.XX (>=10)	0.100 - 99.99
25	Z-RATIO	X.XXX	0.100 - 9.999
26	TOOLING	XX.XX (<100) XXX.X (>=100)	10.00 - 999.9
27	TOOLING2	XX.XX (<100) XXX.X (>=100)	10.00 - 999.9
28	GAIN	XX.X	0.0 - 99.9
29	TIME-CONSTANT	XX.X	0.1 - 99.9

30	LIMIT	XX.X	0.0 - 99.9
31	MAX POWER STOP POWER	XX.X	0.0 - 99.9
32	MAX POWER STOP TIME	MM:SS	00:00 - 99:59
33	TIMER	MM:SS	00:00 - 99:59
34	SHUTTER OPEN TIME	MM:SS	00:00 - 99:59
35	SHUTTER CLOSE TIME	MM:SS	00:00 - 99:59
36	STABILITY	XX.X	0.0 - 99.9
37	RATE LOSS	XX.X	0.0 - 99.9
38	AVERAGE	XX	1 - 10
39	FREQUENCY	X.XXX	3.000 - 6.000
40	RATE FULL SCALE	XX.XX	1.00 - 99.99
41	THK FULL SCALE	X.XXX (<10) XX.XX (>=10)	0.100 - 99.99
42	HERTH No.	XX	1 - 15
43	SENSOR No.	XX	01-02



關於單位類

設定／取得用的單位僅限 SI 單位。

範例)

C2-1:01 01 04:30 ↓

R2-1:OK ↓

C2-2:01 01 ↓

R2-2:04:30 ↓

4.2.3.4. 設定／取得 PROCESS PROGRAM

指令：C3

-1：設定

-2：取得

		指令格式	字串數
設定	傳送	C3-1:nn□m1□m2□m3□m4□m5 ↓	23
	接收	R3-1:OK/NG ↓	8
取得	傳送	C3-2:nn ↓	8
	接收	R3-2:m1□m2□m3□m4□m5/NG ↓	20/8

設定／取得正在選擇的動態的PROCESS PROGRAM No.的內容。亦即在設定／取得PROCESS PROGRAM No.時，首先根據以下的指令（4.2.3.5 設定／取得PROCESS PROGRAM的編號）指定動態的PROCESS編號再執行該指令。從nn所指定之從LAYER No.開始，設定、取得 5 個LAYER的PROCESS PROGRAM。

內容

nn：設定、取得最初的 LAYER No. (=01~95)

m1~m5：DEPOSITION PROGRAM No. (各=01~30)

範例)

C3-1:01 01 00 00 00 00 ↓

R3-1:OK ↓

C3-2:01 ↓

R3-2:01 00 00 00 00 ↓

4.2.3.5. 設定／取得 PROCESS PROGRAM 的編號

指令：C3

-3：設定

-4：取得

		指令格式	字串數
設定	傳送	C3-3:nn ↓	23
	接收	R3-3:OK/NG ↓	8
取得	傳送	C3-4 ↓	8
	接收	R3-4:nn ↓	20/8

內容

nn：設定、取得的程序與程式編號 (=01~30)

範例)

C3-3:02 ↓

R3-3:OK ↓

C3-4 ↓

R3-4:02 ↓

4.2.3.6. 取得 DIGITAL INPUT PORT

指令：C4

		指令格式	字串數
取得	傳送	C4 ↓	3
	接收	R4:abcdefghijkl ↓	16

以下的 a~h 如有輸入時顯示 1、否則顯示 0。

- a : INPUT1
- b : INPUT2
- c : INPUT3
- d : INPUT4
- e : INPUT5
- f : INPUT6
- g : INPUT7
- h : INPUT8
- i : PRG.BCD1
- j : PRG.BCD2
- k : PRG.BCD3
- l : PRG.BCD4

範例)

C4 ↓

R4:100000000000 ↓

以下追加指令

		指令格式	字串數
設定	傳送	C4-1 : nn□pp ↓	11
	接收	R4-1 : OK/NG ↓	8
取得	傳送	C4-2 : nn ↓	8
	接收	R4-2 : pp/NG ↓	8

Nn 是埠編號，關於 pp 請參考以下的一覽表。

pp	訊號名稱	pp	訊號名稱
00	NO USE	07	RESET
01	THK0	08	RETRY END
02	START	09	PRG.BCD1
03	STOP	10	PRG.BCD2
04	EOD	11	PRG.BCD3
05	SOAK3HOLD	12	PRG.BCD4
06	SKIP/CONT		

※ PORT6 的“SKIP”與“CONT”的動作取決於DIP SW設定（請參考2.5指撥開關的設定）。

4.2.3.7. 設定／取得 DIGITAL OUTPUT PORT

指令：C5

-1：設定

-2：取得

		指令格式	字串數
設定	傳送	C5-1:nn□pp ↓	11
	接收	R5-1:OK/NG ↓	8
取得	傳送	C5-2:nn ↓	8
	接收	R5-2:pp/NG ↓	8

Nn是埠編號。關於pp請參考以下的一覽表，訊號的內容請參考「3.4.6DIGITAL OUTPUT」以及「8.3CRTM的狀態與I/O的有效性」。

內容

DD	訊號名稱	DD	訊號名稱
00	NO USE	14	HEARTH BCD4
01	THK1	15	SOAK3
02	THK2	16	END OF PROCESS
03	THK3	17	SENSOR CHANGE
04	TIMER	18	XFAIL
05	SHUTTER	19	MAX POWER STOP
06	FREQUENCY	20	BAD PROGRAM
07	DEPO	21	FREQ. JUMP
08	READY	22	ANY ERROR
09	RESET	23	MAX POWER
10	RUN	24	RATE LOSS
11	HEARTH BCD1	25	ANY ALARM
12	HEARTH BCD2	26	SENSOR NO.
13	HEARTH BCD3	27	INTER L

範例)

C5-1:01 05 ↓

R5-1:OK ↓

C5-2:01 ↓

R5-2:05 ↓

4.2.3.8. 設定／取得 ANALOG OUTPUT PORT

因為類比輸出的設定是可程式化，指令與CRTM-6000 時不同。偵測器類型若是單一型時，pp的數值與希望使用的偵測器編號指定對應的 1 或 2。偵測器類型若是雙重偵測器時，pp的數值指定 0。感應器類型若是多重偵測器時，只有 1 才是有效的偵測器編號。pp無論是 0 或是 1 均可動作。關於偵測器類型的確認，請參考2.5指撥開關的設定。

指令：C6

-1：設定

-2：確認

		指令格式	字串數
設定	傳送	C6-1：n□pp ↓	10
	接收	R6-1：OK／NG ↓	8
取得	傳送	C6-2：n ↓	8
	接收	R6-2：pp／NG ↓	8

n：ch 編號

pp 的內容如下：

pp	設定	內容
00	NO USE	未使用該埠。
01	POWER 0	對應現在測量的偵測器編號輸出 POWER。
02	RATE 0	對應現在測量的偵測器編號輸出 RATE。
03	THK 0	對應現在測量的偵測器編號輸出 THK。
04	POWER 1	輸出偵測器編號 1 的 POWER。
05	RATE 1	輸出偵測器編號 1 的 RATE。
06	THK 1	輸出偵測器編號 1 的 THK。
07	POWER 2	輸出偵測器編號 2 的 POWER。
08	RATE 2	輸出偵測器編號 2 的 RATE。
09	THK2	輸出偵測器編號 2 的 THK。

範例)

C6-1:1 01 ↓

R6-1:OK ↓

C6-2:1 ↓

R6-2:01 ↓

4.2.3.9. 取得資料

指令：C7

		指令格式	字串數
取得	傳送	C7 ↓	3
	接收	R7:LL□PP□rrrr□pp.p□tttt□f.fffff／NG ↓	35/6

LL	LAYER No.
PP	PROGRAM No.
Rrrrr	RATE
pp.p	POWER
Ttttt	THK
f.fffff	頻率

範例)

C7 ↓

R7:01 01 12.05 38.5 2.051 4.899712 ↓



關於單位

資料的單位與 DATA DISPLAY 顯示的內容相同。

4.2.3.10. 遠端指令

指令：C8

		指令格式	字串數
設定	傳送	C8:n ↓	5
	接收	R8:OK / NG ↓	6

n 的內容如下:

n	
1	START
2	STOP
3	RESET
4	THK0
5	SKIP
6	CONT

範例)

C8:4 ↓

R8:OK ↓

4.2.3.11. 取得錯誤、警報資訊

指令：C9

		指令	字串數
取得	傳送	C9 ↓	8
	接收	沒有錯誤、警報時 R9:/NG ↓	4/6
		有錯誤、警報時 R9X□ . . . □X/G ↓	可變長度/6

X 的內容如下:

X	內容
1	XTAL FAIL
2	MAX POWER STOP
3	BAD PROGRAM
4	FREQ JUMP
5	MAX POWER
6	RATE LOSS

範例)

C9 ↓

R9:1 4 ↓

4.2.3.12. 取得狀態

指令：CA

		指令	字串數
取得	傳送	CA ↓	3
	接收	RA:S□PP□mm:ss/NG ↓	14/6

S 的內容如下:

S	內容
0	RESET
1	READY
2	RUN
3	ABORT

PP 的內容如下:

PP	內容	PP	內容
00	READY 或是 RESET	08	RATE1
01	RISE1	09	RATE RAMP2
02	SOAK1	10	RATE2
03	RISE2	11	RATE RAMP3
04	SOAK2	12	RATE3
05	RISE3	13	FALL1
06	SOAK3	14	FEED
07	RATE RAMP1	15	FALL2

mm:ss 表示 RATE 階段時、開始進入階段的時間，其他則表示該階段剩餘的時間。

範例)

CA ↓

RA:2 06 04:28 ↓

4.2.3.13. 取得 DIGITAL OUTPUT PORT 狀態

指令：CB

		指令格式	字串數
取得	傳送	CB ↓	3
	接收	RB:ABCDEFGHIJKL ↓	16

在以下的 a~l，如有輸出時顯示 1，否則顯示 0。

A: DIGITAL OUTPUT1

B: DIGITAL OUTPUT2

C: DIGITAL OUTPUT3

D: DIGITAL OUTPUT4

E: DIGITAL OUTPUT5

F: DIGITAL OUTPUT6

G: DIGITAL OUTPUT7

H: DIGITAL OUTPUT8

I: DIGITAL OUTPUT9

J: DIGITAL OUTPUT10

K: DIGITAL OUTPUT11

L: DIGITAL OUTPUT12

範例)

CB ↓

RB:100000000000 ↓

4.3. 使用WINDOWS的作業系統確認通信

4.3.1. CRTM-6000G的準備

在 SYSTEM PARAMETER，將游標置於 BAUD RATE（通信速度），選擇與作業系統相同的通信速度，可選擇的範圍是:2400bps~38400bps。

4.3.2. 作業系統的設定

Windows2000、WindowsXP的作業系統選擇，請依圖 4-9所示進行選擇。由於會顯示圖 4-10的连接設定畫面，只要適當的設定名稱即可。由於會顯示圖 4-11的连接設定畫面，除了選擇與CRTM-6000G的BAUD RATE相同的通信速度之外，流程控制選擇“無”（圖 4-12）。作業系統啟動後，開啓特性（圖 4-13）、點選ASCII設定。如圖 4-14所示，附有勾選框。此外，Windows Vista並未標準搭載作業系統，請從Microsoft公司的官網下載後使用。

※Windows2000，WindowsXP，Windows Vista 為美國 Microsoft Corporation 在美國及其他國家地區的註冊商標。

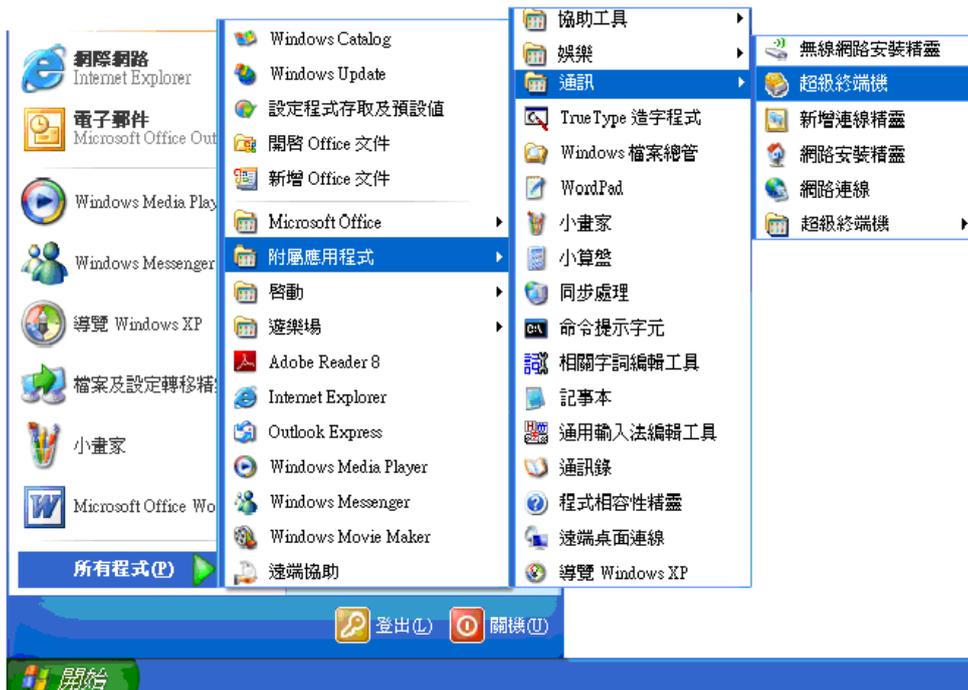


圖 4-9 Windows2000 的作業系統選擇



圖 4-10 連接的設定



圖 4-11 連接的設定畫面

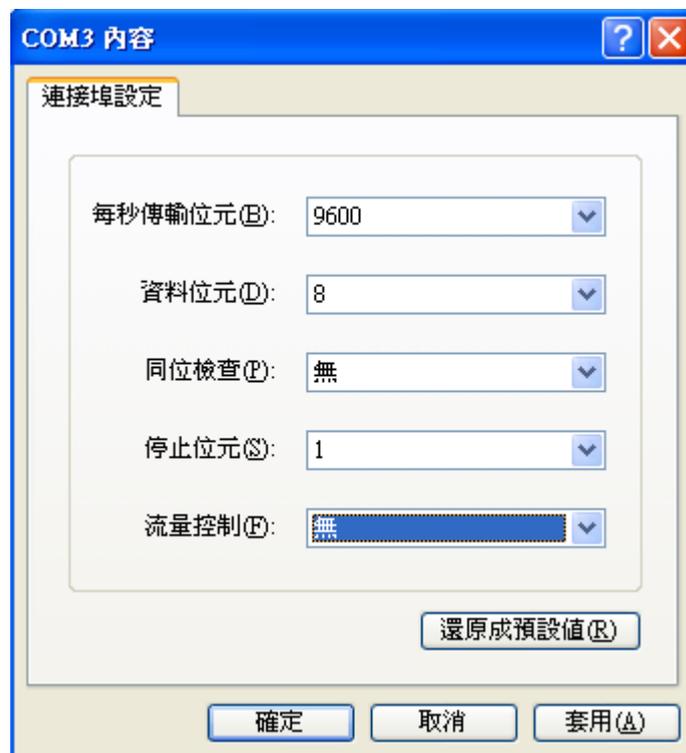


圖 4-12 通信埠的特性 7 畫面(1)

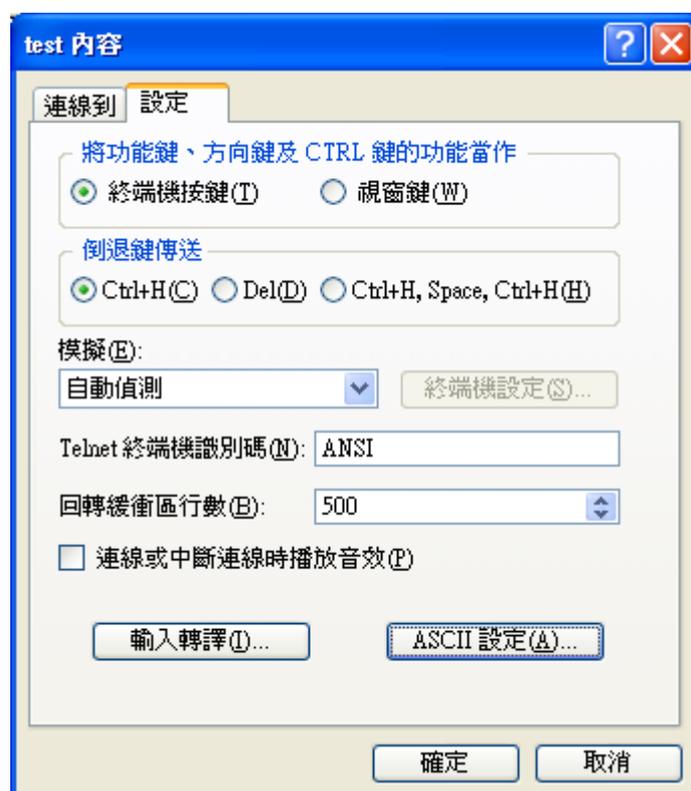
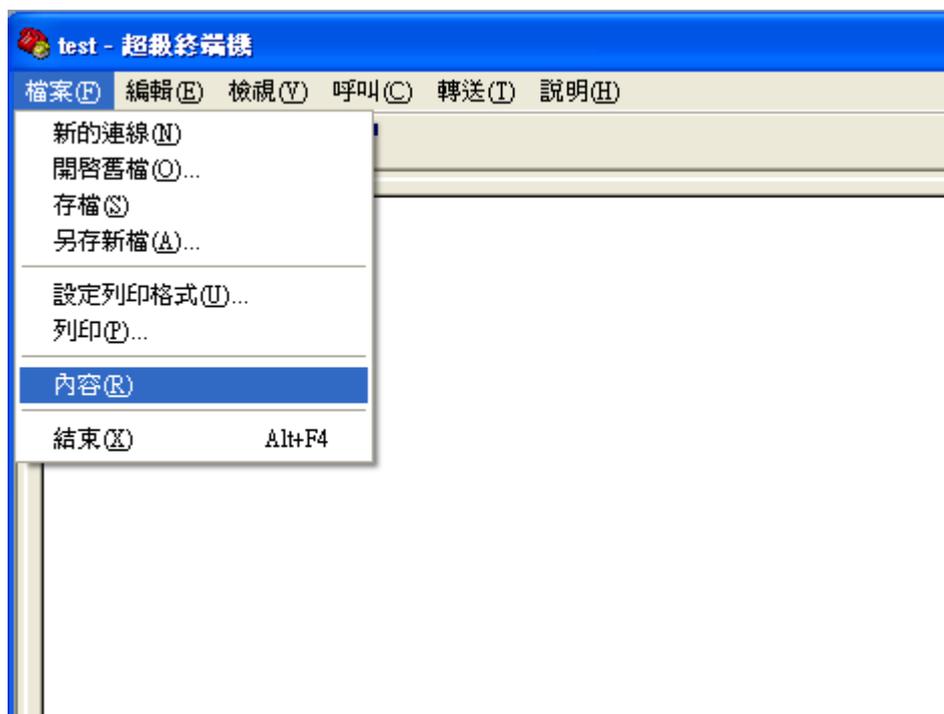


圖 4-13 通信設定“test”的特性畫面

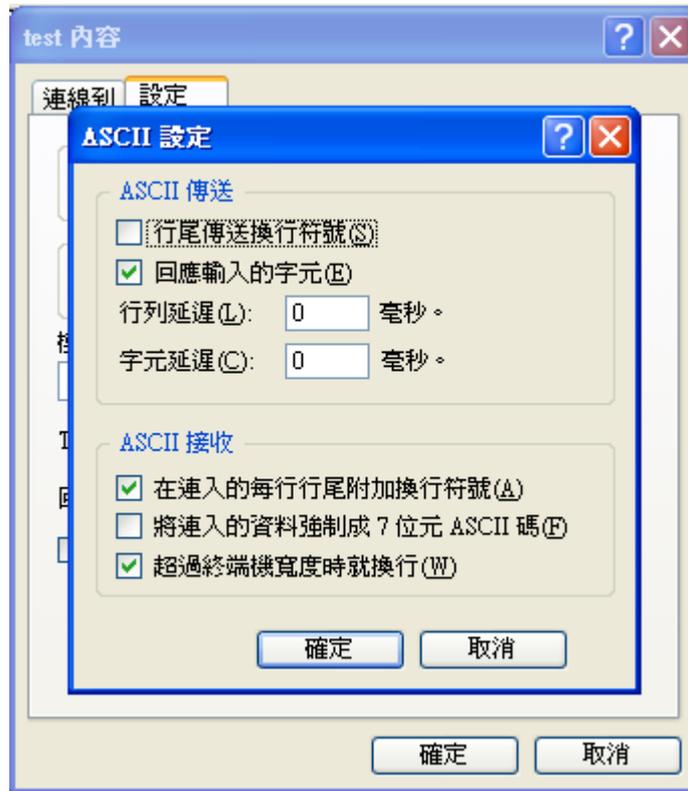


圖 4-14 ASCII 設定

4.3.3. 通信

在作業系統的主控台上輸入C0 並按下ENTER鍵，隨即顯示CRTM的版本資訊。關於其他指令，請參考上述的4.2.3指令。

4.4. 估算TOOLING

對 TOOLING 輸入 100%時，隨即顯示石英震盪片上的膜厚。

偵測器的設置位置與成膜的對象物（基板或薄膜）之間有一定距離，石英震盪片上的膜厚與對象物上的膜厚出現差異時，即可利用 TOOLING 修正。

欲顯示基板上的膜厚時，可利用以下的公式決定 TOOLING。

一旦成膜的條件(成膜材料、成膜速度等)或感應頭的位置改變，差異也會出現變動，因此，TOOLING 值也必須重新設定。

$$\text{TOOLING} = \frac{\text{基板上的膜厚}}{\text{石英震盪片上的膜厚}} \times 100[\%]$$

4.5. 未知的Z-RATIO

測量表 8-1沒有的物質或化合物時，測量方法有以下 3 種。

Z-RATIO 設定為 1.0，石英震盪片的頻率在 5.0 MHz~4.8 MHz(6 MHz 模式時則是 6.0 MHz~5.8 MHz) 範圍內使用。在此範圍內使用時，Z-RATIO 幾乎不會影響到膜厚計算。

在裝有新石英震盪片的偵測器附近，放置樣品基板、實施數次的成膜。每次均需測量成膜後的頻率與樣品基板上的膜厚，並且繪製在圖 4-17、圖 4-18 上，與邏輯曲線比較後再決定 Z-RATIO。

已知成膜材料的密度 $D_f[\text{kg}/\text{m}^3]$ 與歪斜彈性率（剛性率） $U_f[\text{N}/\text{m}^2]$ 的物質，可依下列公式計算。

$$\text{Z-RATIO} = \frac{8.834 \times 10^6}{\sqrt{D_f \cdot U_f}}$$

已知膜的密度與彈性波速度之橫波速度 $V_s[\text{m}/\text{s}]$ 的物質，可依下列公式計算。

$$\text{Z-RATIO} = \frac{8.834 \times 10^6}{D_f \cdot V_s}$$

範例：若是銅 (Cu)，則是 $D_f=8.96 \times 10^6[\text{kg}/\text{m}^3]$ ， $V_s=2270[\text{m}/\text{s}]$ ，代入上述公式後，估算出的結果如下：

$$\text{Z-RATIO} = \frac{8.834 \times 10^6}{8.96 \times 10^6 \times 2270} = 0.434$$

估算回授控制參數

4.5.1. 程序控制的理論

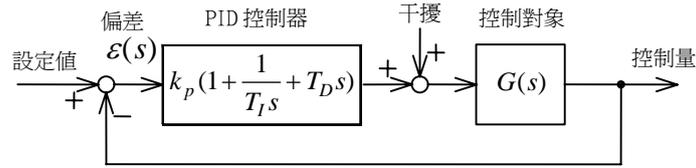


圖 4-15 一般程序控制的區段線圖

一般的程序控制表如圖 4-15所示，因控制對象的特性複雜，有時並沒有像伺服類這樣的物理考察來估算傳達函數。

不過，其階梯應答多數時候會像圖 4-16所示，因具備 s 字型特性的關係，經常與傳達函數

$$G(s) = \frac{K}{1+T_s} e^{-Ls}$$

近似，因此，可根據此來調節PID調節器的參數 K_p ， T_i ， T_D 。

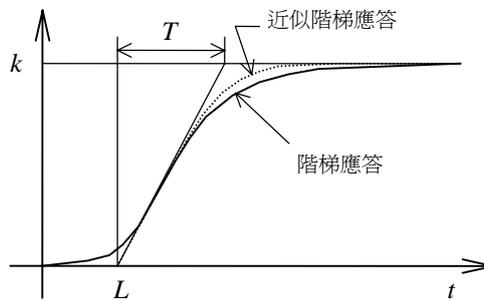


圖 4-16 程序控制類的階梯應答

調整方法列舉如下。

4.5.1.1. Ziegler-Nichols 的過渡應答法

本方法的原理在於觀察對控制類的設定值施以階梯輸入時取得控制量的應答、再決定參數的方法。爲了讓偏差 $\varepsilon(t)$ 的振幅減衰比達到約 25%，使用各種根據經驗法則估算的係數。

在圖 4-16，T表示穩定前的時間、L表示浪費的時間時，設定如表 4-4所示之各參數。

控制動作	K_p	T_i	T_D
P	T/L		
PI	0.9·T/L	3.3·L	
PID	1.2·T/L	2·L	0.5·L

※CRTM-6000 執行 PI 控制

表 4-4 過渡應答法的調整條件

4.5.1.2. Ziegler-Nichols 的界限感度法

本方法的原理在於估算類似對控制類持續引起振動的條件，再根據該數值決定參數的方法，一樣也是使用根據各種經驗法則估算的係數。

程序控制類依比例動作控制，逐漸提高此一比例感度，持續在控制類內引起振動。此時，以比例感度為界限感度 K_c 、持續振動的周期稱為界限周期 T_c 。採用 K_c 與 T_c 的數值，設定如表 4-5所示的各參數。

控制動作	K_p	T_I	T_D
P	$0.5 \cdot K_c$		
PI	$0.45 \cdot K_c$	$0.83 \cdot T_c$	
PID	$0.6 \cdot K_c$	$0.5 \cdot T_c$	$0.125 \cdot T_c$

※CRTM-6000G 執行 PI 控制

表 4-5 界限感度法的調整條件

4.5.2. CRTM-6000G的控制

各自以 $\varepsilon(t)$ 、 $y(t)$ 代表圖 4-15的PID調節器的輸入、以及輸出的拉普拉斯逆變換，其關係如以下公式所示：

$$y(t) = K_p \left(\varepsilon(t) + \frac{1}{T_I} \int \varepsilon(t) dt + T_D \frac{d}{dt} \varepsilon(t) \right)$$

若以抽樣值控制(數位控制)時，可依以下的公式實現：

$$y_t = y_{t-1} + K_p \left((\varepsilon_t - \varepsilon_{t-1}) + \frac{\Delta}{T_I} \varepsilon_{t-1} + \frac{T_D}{\Delta} (\varepsilon_t - 2\varepsilon_{t-1} + \varepsilon_{t-2}) \right) \quad \Delta : \text{抽樣周期}$$

CRTM-6000G實際上是執行PI控制，因此，內部的計算公式是 $T_D=0$

$$y_t = y_{t-1} + K_p \left((\varepsilon_t - \varepsilon_{t-1}) + \frac{\Delta}{T_I} \varepsilon_{t-1} \right)$$

成膜(RATE CONSTANT)中，為維持一定的成膜速度，以此計算結果作為電壓訊號，回授至蒸鍍源電源，該訊號就是動力(POWER)。

根據設定的成膜速度與測量的成膜速度差異、以及現在輸出的功率值，決定下次輸出的功率。

接著，以設定成膜速度為 RATE_{set}、以成膜速度為 RATE_n、以 DEPOSITION PROGRAM 中的回授參數分別為 GAIN、TIME CONSTANT、LIMIT，進行以下的計算。

$$\varepsilon_n = \frac{\text{RATE}_{set} - \text{RATE}_n}{\text{RATE}_{set}}$$

$$K_p = \text{GAIN}$$

$$T_I = \text{TIME CONSTANT}$$

$$dy = K_p \left((\varepsilon_t - \varepsilon_{t-1}) + \frac{\Delta}{T_I} \varepsilon_{t-1} \right)$$

$$y_n = y_{n-1} + dy$$

但， $-\text{LIMIT} < dy$ 時， $dy = -\text{LIMIT}$ 、 $dy < \text{LIMIT}$ 時，為了使 $dy = \text{LIMIT}$ ，必須限制 dy 。

此外，MAX POWER 一旦在 MAX POWER STOP TIME 期間連續輸出時，會變成 ABORT 狀態。

4.5.3. 實際決定CRTM-6000G的參數

回授控制相關的參數是 GAIN，TIME – CONSTANT/LIMIT，估算的範例之一如下所示。

4.5.3.1. 過渡應答法

類比輸出的成膜速度輸出連接至圖表記錄器，定電壓源連接至圖表記錄器與蒸發源電源的控制輸入。

在監視模式下啓動 CRTM-6000G。

讓定電壓源的輸出從 0 V開始、階梯狀變化至適當的數值（適當的達到成膜速度）。階梯狀變化的功率、以及圖 4-16所示之緩慢變化的成膜速度記錄在記錄紙上。

從記錄紙上讀取圖 4-16上的 L (功率的上升~成膜速度的開始上升爲止的延遲時間)與 T， $GAIN=0.9*T/L$ 、 $TIME\ CONSTANT=3.3*L$ [單位:秒]進行程式設計。

視必要性採取以下的調整:

類比輸出的功率輸出連接至蒸發源電源。

讓成膜速度的設定值變化約 20%，觀察成膜速度與功率的動態，讓 GAIN 和 TIME CONSTANT 微量的變化，以取得最佳值。RATE CONSTANT 階段最初的過調量(overshoot)越大，須以波動周期數倍的時間設計 RATE RAMP 階段的程式，或是縮小 LIMIT 來限制功率的變化率。

4.5.3.2. 界限感度法

蒸發源控制訊號動力連接至圖表記錄器，類比輸出成膜速度也連接至圖表記錄器。

回授參數的設定如下:

$GAIN = 0.01$

$TIME-CONSTANT = 99.9sec$

$LIMIT = 99.9\%$

啓動 CRTM-6000G。

進入RATE CONSTANT階段後，一邊注意成膜速度與功率的動態，同時逐漸升高GAIN。當成膜速度與功率開始波動後，以此時的GAIN爲 K_c 、以波動的周期爲 T_c 。

規劃 $GAIN=0.45 K_c$ ， $TIME\ CONSTANT=0.83 T_c$ 。

視必要性採取以下的調整:

讓成膜速度的設定值變化約 20%，觀察成膜速度與功率的動態，讓 GAIN 和 TIME CONSTANT 微量的變化，以取得最佳值。

RATE CONSTANT階段最初的過調量(overshoot)越大，須以波動周期 T_c 數倍的時間規劃RATE RAMP階段、或是縮小LIMIT來限制動力的變化率。

4.6. 測量膜厚

放置在真空成膜裝置中的石英震盪片，其共振頻率會因為物質成膜後的重量而下降，CRTM-6000G可測量其頻率，計算出膜的厚度。

頻率與膜厚的關係如圖 4-17、圖 4-18所示。參數的DENSITY、Z-RATIO使用於估算石英震盪片上的膜厚，TOOLING則是被成膜基板上的膜厚修正顯示用比例常數。

一旦估算出膜厚，即可根據其時間變化估算出成膜速度（RATE 值）。

雖然ULVAC製的蒸鍍偵測器僅限 5MHz用，CRTM-6000G可使用於 5MHz或是 6MHz的石英震盪片。使用於 6MHz的石英震盪片時，可利用本體背面的指撥開關設定（請參考「2.5指撥開關的設定」），出廠時，已設定為 5MHz。

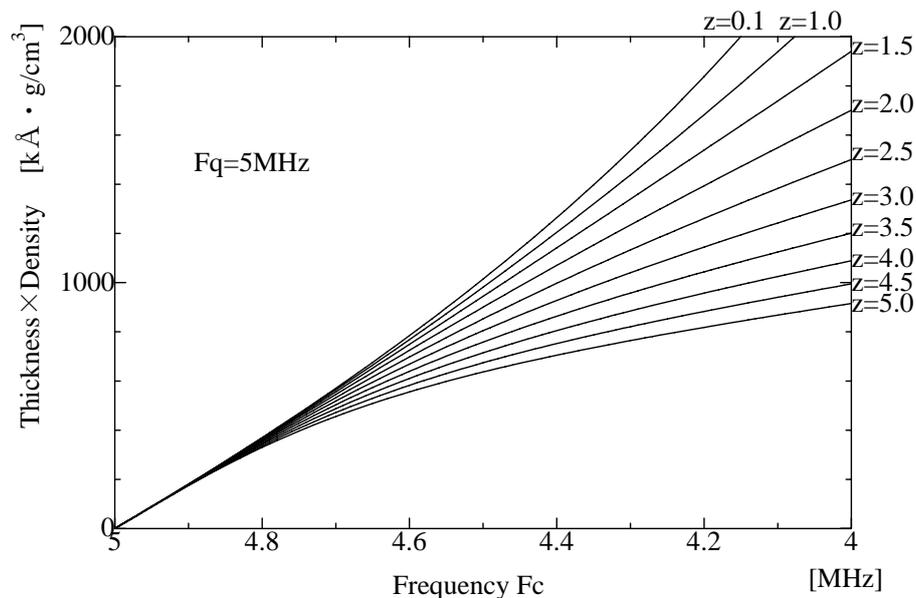


圖 4-17 石英震盪片的共振頻率與膜厚的關係（5MHz）

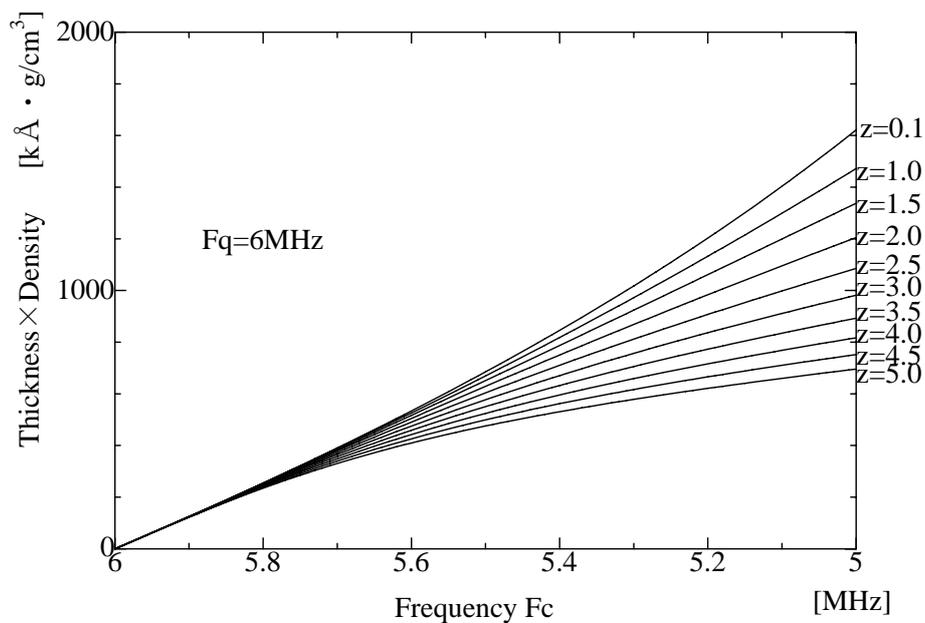


圖 4-18 石英震盪片的共振頻率與膜厚的關係（6MHz）

4.7. 成膜程序

一般的成膜程序如下:

- (1) 待機
- (2) 蒸發源的加熱、除氣
- (3) 成膜
- (4) 蒸發源的冷卻、補充蒸發材料
- (5) 餘熱待機

CRTM-6000G 依上述順序導致程式，因此，上述的順序不可替換。

4.7.1. 待機

等候成膜 START 的狀態，餘熱待機時，會輸出 IDLE POWER。

4.7.2. 蒸發源的加熱、除氣

CRTM-6000G 共有 3 段式的預備加熱，各階段如圖 4-19 所示，①的期間稱為RISE、②的期間稱為SOAK。

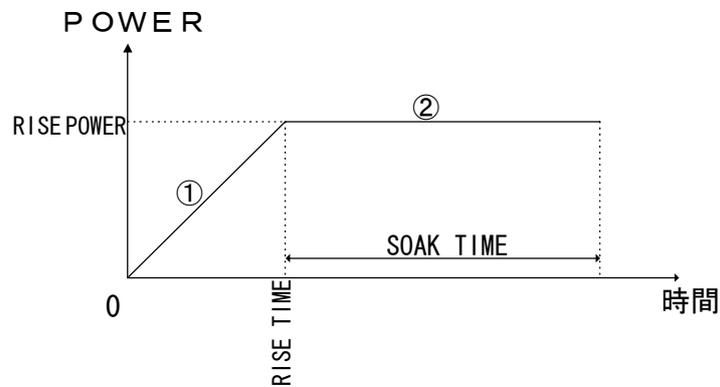


圖 4-19 預備加熱

4.7.3. 成膜

可執行 3 段式的 RATE 控制成膜，各階段分別是①稱為 RATE RAMP、②稱為 RATE。各階段若是達到設定值 THK 時，隨即轉移至下一階段。DIGITAL OUTPUT 的 THK 輸出，只在超過設定值期間輸出。後續階段若是低於 THK 值時，將不再輸出。

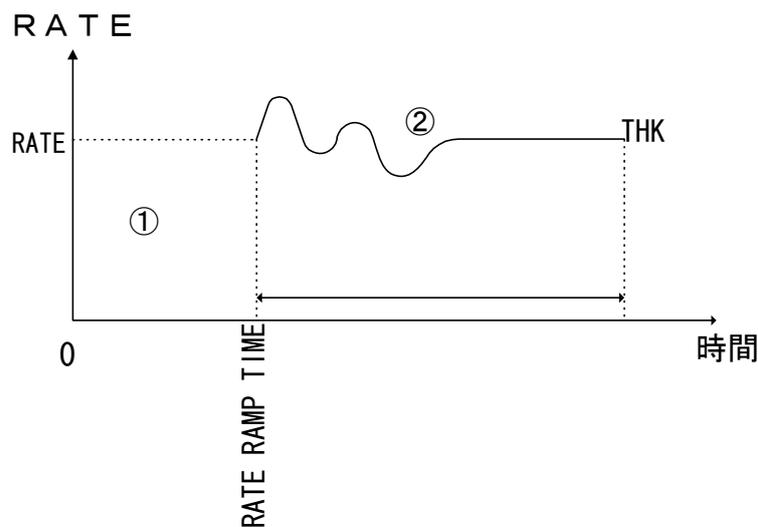
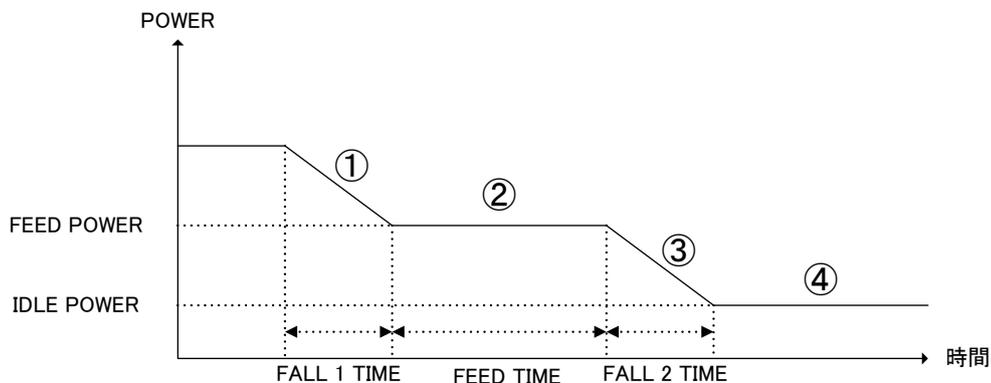


圖 4-20 成膜

4.7.4. 蒸發源的冷卻、蒸發材料的補充、餘熱待機

可執行 2 段式冷卻。①FALL1 可在 FEED POWER 之前降低 POWER，②是只在 FEED TIME 的時間維持 POWER，③的 FALL2 降至 IDLE POWER 為止，以上任何一個皆可省略。

結束成膜後，有時會希望 POWER 不要降至 0、而是維持一定數值。IDLE POWER 輸入 0 以外的數值，即可餘熱待機。



4.8. 間歇性測量

一般會在成膜中隨時測量膜厚，形成厚膜時，一批石英震盪片完成前會引起振盪不良。此時的應用方式是在石英震盪片的前面安裝遮板，間歇性打開遮板後測量即可解決。

間歇性測量時，參數 SHUTTER OPEN TIME， SHUTTER CLOSE TIME 設定為 00:04 以上。遮板關閉期間，暫定為維持在關閉前遮板打開時的功率、且成膜速度固定，開始累計膜厚。成膜速度是該 RATE 階段開始 SHUTTER DELAY 設定時間經過後~遮板關閉之前的平均值。

在 RATE RAMP 階段，因成膜速度容易變得不穩定，所以維持”開”，從 RATE CONSTANT 階段的最初反覆開/關。

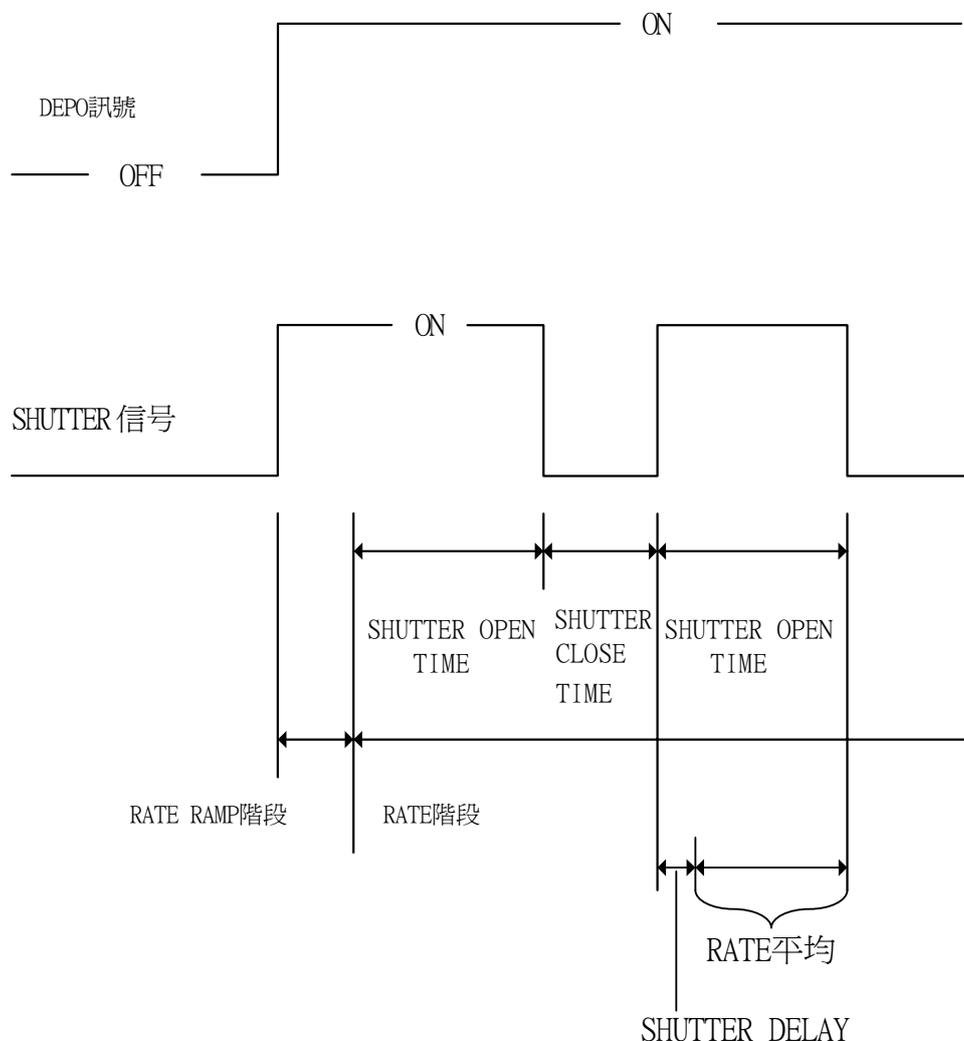


圖 4-21 SENSOR SHUTTER 的時間點

4.9. 遮板延遲

使用間歇性測量時，連同遮板開啓在內、成膜速度有時會變慢，這是因為遮板開啓時的熱衝擊而引起頻率變動的關係。經過一段時間後隨即恢復原狀，但，若是在這段時間內執行回授控制，將會影響到膜質。可藉由設定遮板開啓後~重新開始回授控制的時間，排除遮板延遲的影響。

設定是在SYSTEM PARAMETER當中執行（請參考「3.4.1SYSTEM PARAMETER」）。

間歇性測量時與通常測量時之間，遮板延遲的作用區間各自不同，請參考下圖。所有以斜線塗滿的區間，都是 SHUTTER DELAY 的作用區間。

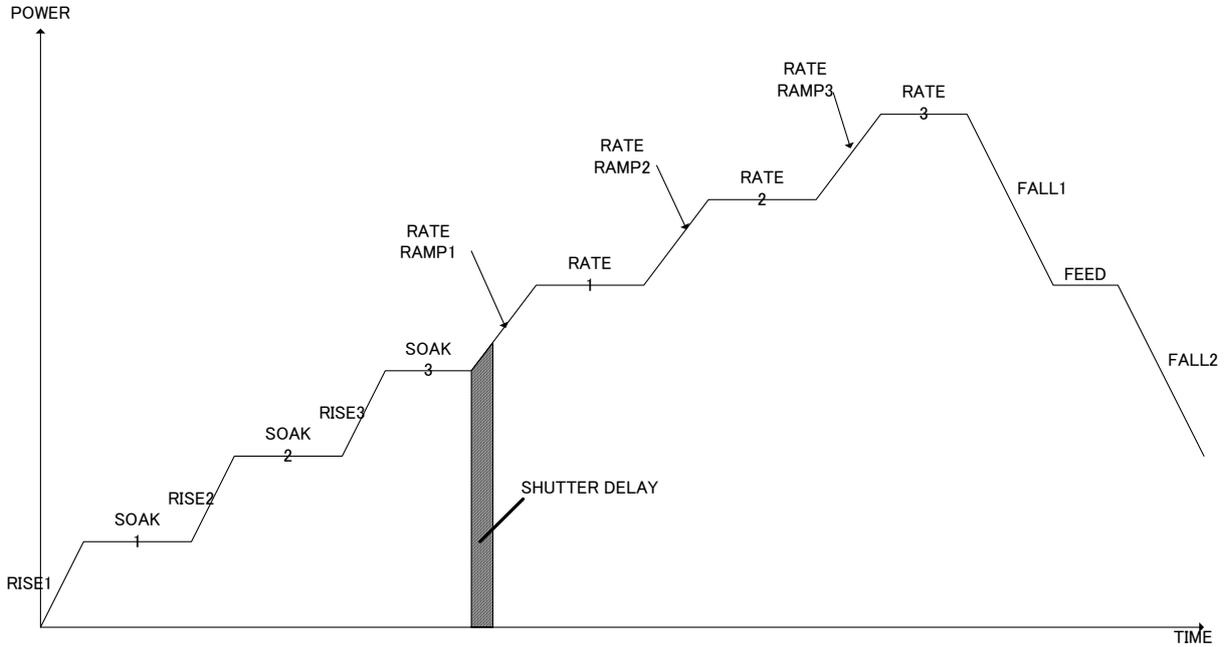


圖 4-22 通常測量時的遮板延遲有效期間

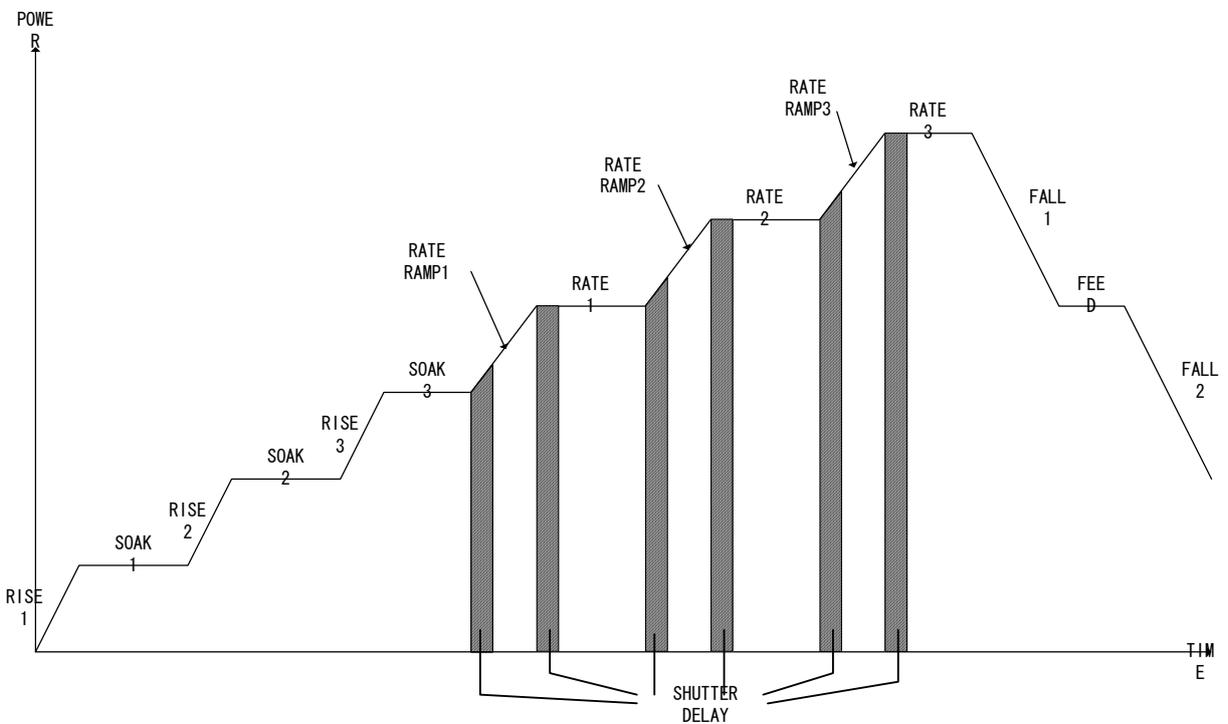


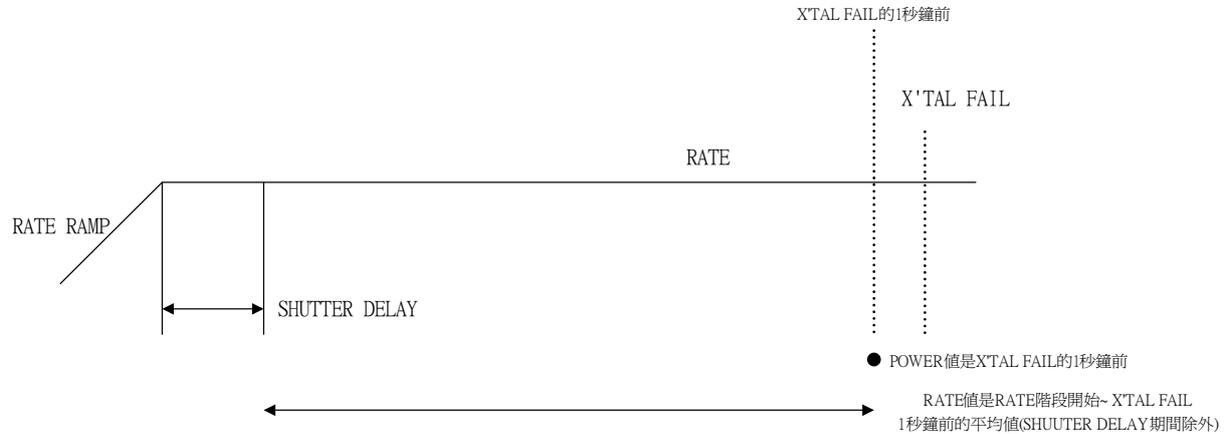
圖 4-23 間歇性測量時的遮板延遲有效期間

4.10. Time Power

Time Power 是一種在 RATE CONSTANT 階段，當石英震盪片在成膜中引起振盪不良時，讓成膜結束條件前的剩餘可依時間與一定功率成膜的功能。之所以切換成 Time Power，是因為引起石英震盪片振盪不良時、以及多重偵測器的切換中。

不使用 Time Power 的功能時，SYSTEM PARAMETER 的 WHEN XTAL FAIL 設定為異常終止 (ABORT)。

引起石英震盪片振盪不良的形態，並非每次都一樣，所以，無法隨時期望從這項功能取得正確的膜厚。原則上，應更換石英震盪片，以免在成膜途中引起振盪不良。



Time Power 中的 POWER 是採用判定為 X' TAL FAIL 1 秒鐘前的 POWER 值。成膜速度是指該 RATE 階段開始 (SHUTTER DELAY 期間除外) ~判定為 X' TAL FAIL 1 秒鐘前的平均值，膜厚值則是退回到判定 X' TAL FAIL 的前 1 秒鐘後，加上成膜速度的平均值。

4.11. 震盪片失效時的動作

XTAL FAIL時，CRTM-6000G的動作因偵測器類型而各有不同，僅現在選擇的偵測器才會輸出ERROR。啟動DEPO PROGRAM後，先檢視選擇偵測器側的頻率，若是在正常範圍內則解除ERROR。關於震盪片失效的內容，請參考「6.1故障內容與原因、因應處理方法」。

4.11.1. 單一偵測器

XTAL FAIL時，轉移至SYSTEM PARAMETER的WHEN XTAL FAIL所設定的動作。屆時，並不會切換至另一個偵測器，偵測器則是選擇DEPO PROGRAM的SENSOR No所指定的偵測器編號。SENSOR No是0時，則是選擇上一偵測器編號。電源OFF時，依舊維持當時的偵測器編號。

4.11.2. 雙重偵測器

XTAL FAIL時，只切換偵測器一次。切換動作中，處於TimePower的狀態，並保持動力、成膜速度。使用雙重偵測器時，請開啓(ON)指撥開關的No.4（請參考「2.5.指撥開關的設定」）。

4.11.3. 多重偵測器

XTAL FAIL時，動作因條件而各有不同。DIGITAL INPUT沒有輸入RETRY END的訊號時，則切換偵測器，DIGITAL INPUT如有輸入RETRY END的訊號，不切換、轉移至WHEN XTAL FAIL設定的動作。

多重偵測器只能連接RF1（請參考「4.10Time Power」）。

4.12. 頻率躍變時的動作

石英震盪片分為基本振動、以及稱為虛擬(spurious)的振動模式。CRTM-6000G是利用其中的基本振動，測量振動的石英震盪片頻率後再計算膜厚，但在成膜途中，因轉移至虛擬振盪，計算後的膜厚變為異常的值。CRTM-6000G在這樣的情況下，會對振盪器（選配的振盪器OSC-12DG）輸出控制訊號、返回基本振動，否則一旦在30秒鐘內發生2次時，DATA DISPLAY畫面會顯示“FREQ JUMP”，亦即變成X TAL FAIL。

多重偵測器時，沒有頻率躍變的功能。

4.13. 關於高速通信規格

高速通信規格是一種為縮短 CRTM-6000G 通信應答時間的規格。

開啓(ON)本體背面部的DIP SW No. 2 後，就是高速通信規格。此時，為加速通信的回覆，**DATA DISPLAY畫面不再顯示**。取而代之的畫面是在RS-232C通信時，本體接收到歸位字元時顯示”COM”，或是從本體傳送歸位字元時”COM”消失。

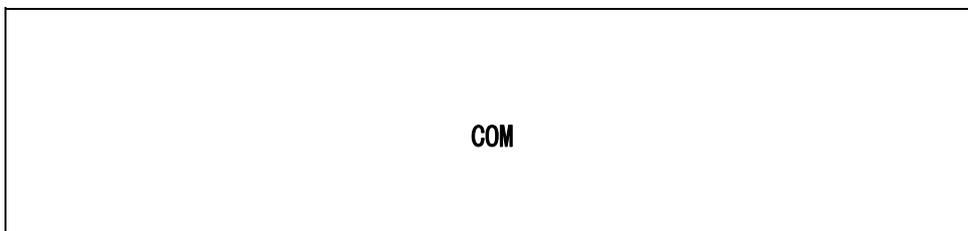


圖 4-24 DATA DISPLAY 顯示範例（出現接收歸位字元時）

使用本規格時，敬請務必遵守以下注意事項。

1. 通信處理中，隔膜(membrane)開關的 **START**、**STOP** 按鍵以外，請勿使用其他按鍵。
2. 利用按鍵輸入設定各參數時，請先切斷通信。輸入 **MENU** 按鍵後，雖然可以輸入各參數，因為會顯示設定畫面，所以可能會導致通信的應答變慢。

5. 韌體的版本升級

5.1. PC及CRTM的連接

PC-CRTM-6000G之間請使用交叉纜線連接，請參考4.2.2連接。

5.2. CRTM的準備

在電源切斷狀態下，請開啓(ON)DIP SW5。開啓電源後，顯示接受版本升級的畫面（圖 5-1）。



圖 5-1 CRTM-6000G 韌體重寫模式的啓動畫面

5.3. PC的準備

工具的啓動

請從儲存執行檔C6KGFT.EXE的目錄（資料夾）啓動C6KGFT.EXE，以可以從複製到CRTM附屬的CD（Instruction Manual）或USB快閃記憶體的狀態下啓動，啓動的畫面如圖 5-2所示。

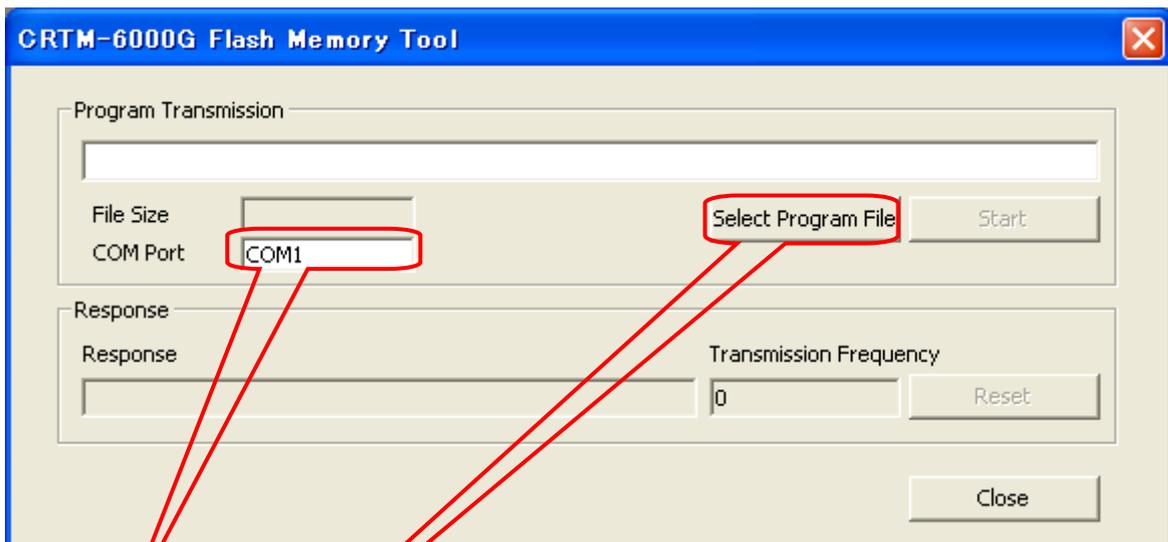


圖 5-2 CRTM-6000G 用 Flash 工具畫面 for Windows（啓動時）

COM Port 的選擇

與 PC 連接的通信埠編號記載至「COM 埠」欄。從 Windows 系統的特性點選「硬體」tab，再點選裝置管理員，即可調查可通信的通信埠。

程式的選擇

按下「程式選擇」按鈕，從CRTM6KG.mot檔案儲存的資料夾選擇檔案（圖 5-3）。

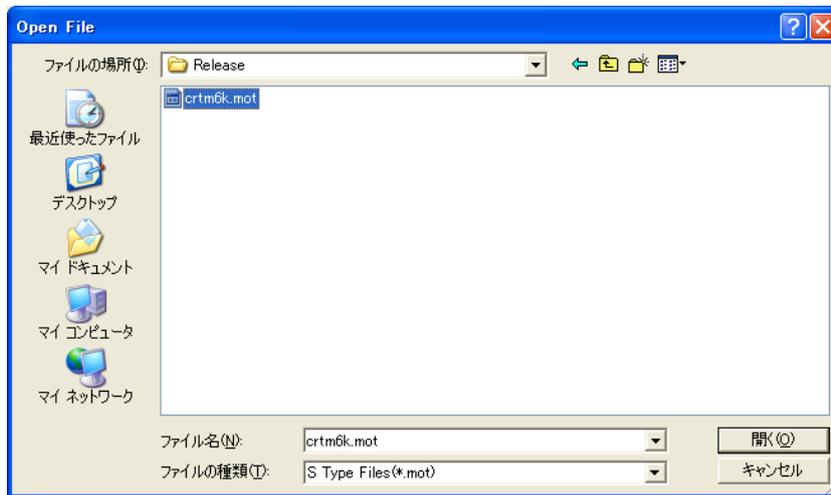


圖 5-3 檔案選擇畫面

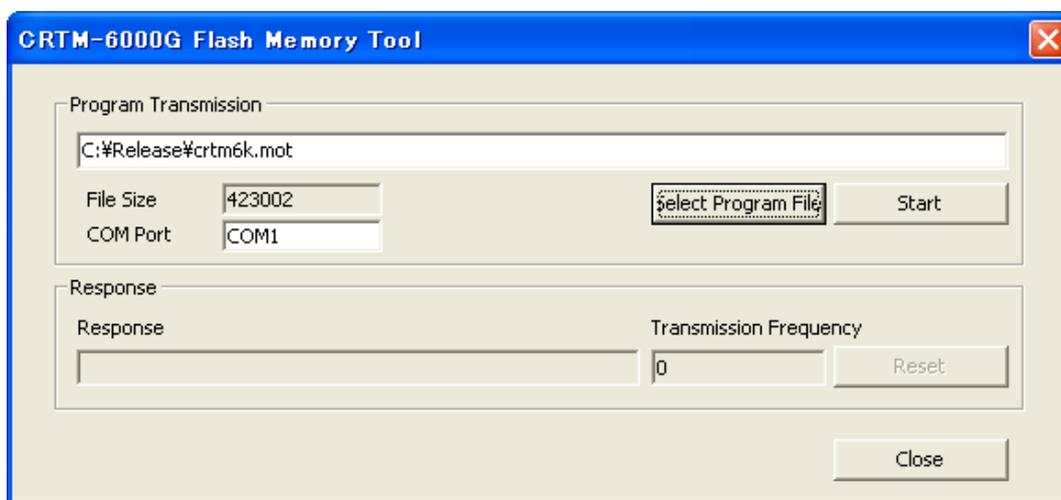


圖 5-4 CRTM-6000G 用 Flash 工具畫面 for Windows (檔案選擇後)

選擇程式、顯示圖 5-4的畫面後，即可使用「START」按鈕。此時若是選擇大小為 0 byte的檔案或是 10,000,000 byte以上的檔案時，隨即顯示

圖 5-5的錯誤訊息，請從程式的選擇重新操作。

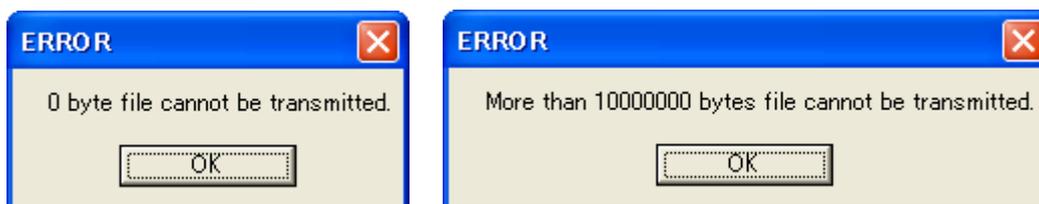


圖 5-5 錯誤訊息(1)

5.4. 韌體的傳送

接著按下「START」按鈕，開始傳送時，工具的畫面變成如圖 5-7所示的畫面，CRTM-6000G的畫面變成圖 5-8的畫面。記載不存在的檔案名稱時顯示圖 5-6（左）訊息，指定的COM埠不存在等、或是RS-232C的初始化有問題時，則顯示圖 5-6（右）的訊息。



圖 5-6 錯誤訊息(2)

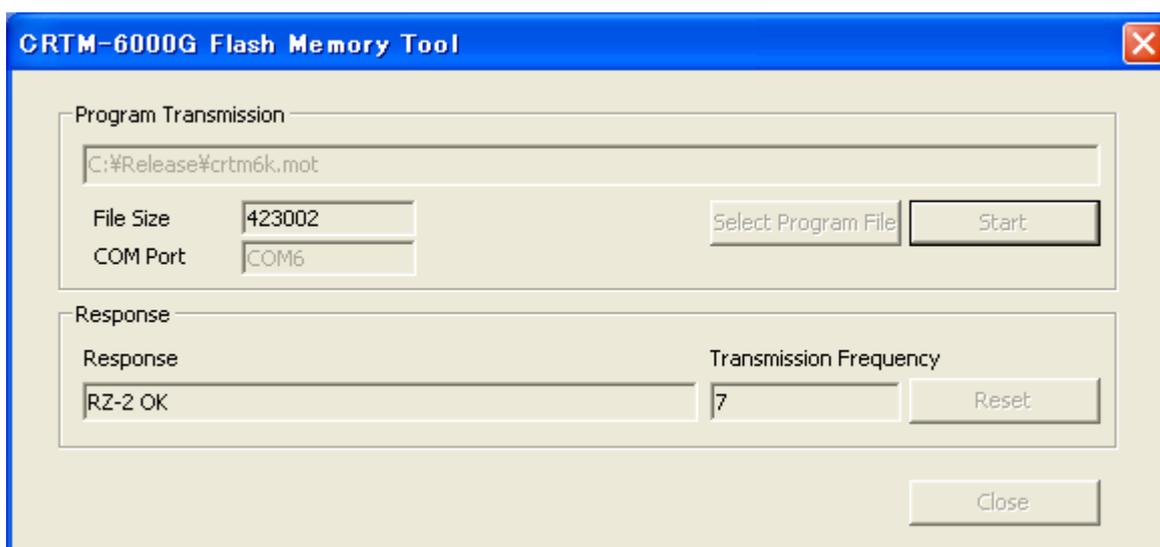


圖 5-7 CRTM-6000G 用 Flash 工具畫面 for Windows（轉送中）

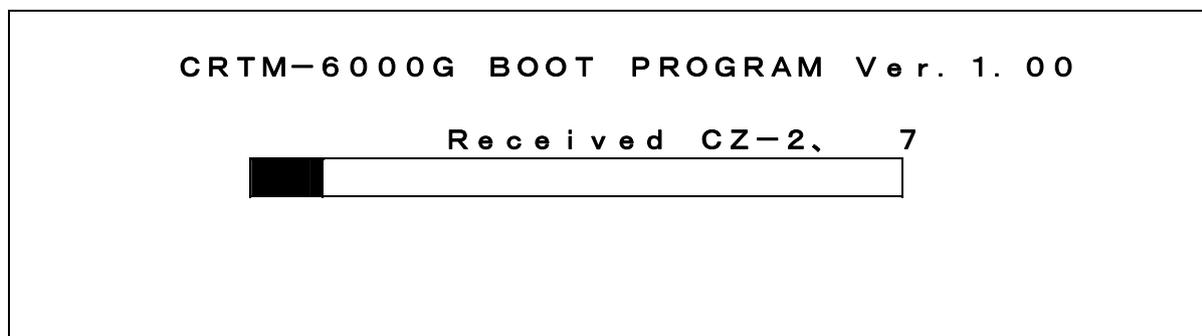


圖 5-8 CRTM-6000G 畫面（韌體轉送中）

RS-232C 纜線未連接時、或是 CRTM-6000G 側的開機程式未啟動時（電源未開啓、或是本體程式已啟動時），因無法接收應答指令，所以，「應答指令」欄沒有任何顯示，[RESET]按鈕也無效，因此，請點選右上的x按鈕，結束 Flash 工具，確認纜線的連接等。

5.5. 韌體傳送完成

CRTM-6000G經過圖 5-9的畫面、變成圖 5-10，Windows的工具畫面如果顯示圖 5-11的畫面，表示韌體重寫的處理已經完成。CRTM-6000G的DIP SW5 切換至OFF，重新開啓電源，將以重寫的韌體啓動。

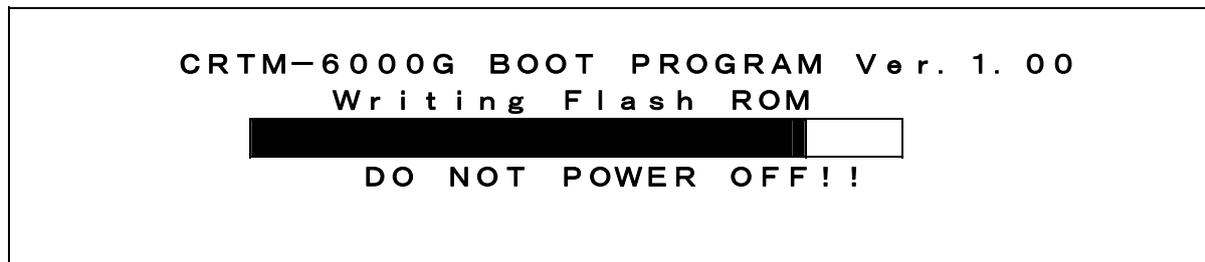


圖 5-9 CRTM-6000G 畫面 (韌體寫入中)



圖 5-10 CRTM-6000G 畫面 (韌體重寫完成)

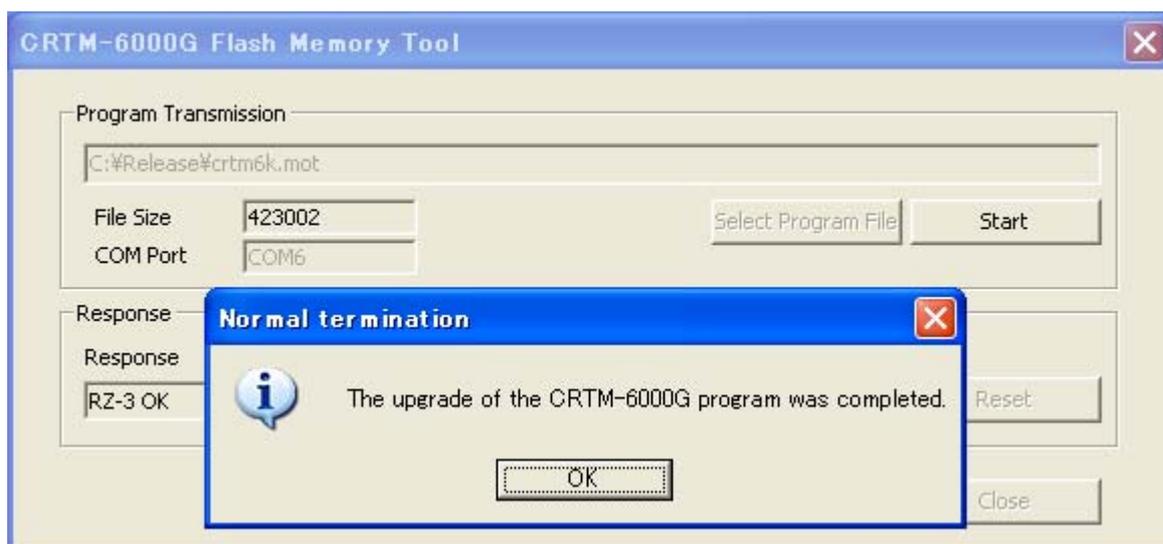


圖 5-11 CRTM-6000G 用 Flash 工具畫面 for Windows (重寫完成)



圖 5-12 錯誤訊息(3)

檔案轉送的途中，轉送資料出現異常、或是通信發生異常時，隨即顯示圖 5-12的畫面。請確認RS-232C纜線有沒有脫落、或是檔案有沒有受損。

5.6. 轉送的途中電源中斷時

轉送的途中，顯示圖 5-9的畫面之前，一旦CRTM-6000G的電源中斷，韌體不會被更新。尤其是結束轉送、快閃記憶體消除之後，到處理完成之前，圖 5-10電源中斷時，CRTM-6000G的DIP SW5 切換至OFF，依平常的方式啟動亦無法啟動。請在DIP SW5 開啓(ON)的狀態下重新啟動，並從Windows的版本升級開始重新操作。

6. 故障排除

疑似故障時，首先請詳閱本章節。依然無法查明原因、或是沒有動作時，請參考封底的通訊處聯絡本公司。



電源開啓

切斷電源後，最好是經過 5 秒鐘以上再重新開啓電源。

6.1. 故障內容與原因、因應處理方法

發生錯誤、警報時，DATA DISPLAY 畫面閃爍顯示，如果已對 DIGITAL OUTPUT 設計程式，會被輸出。

錯誤、故障	原因	因應處理方法
錯誤顯示行的 XTAL_FAIL 閃爍顯示	因超出測量範圍的頻率而振盪時 5 MHz 模式的正常範圍:3.00 MHz~5.01 MHz， 6 MHz 模式的正常範圍:4.00 MHz~6.01 MHz。 如須瞭解詳細的頻率請參考6.1.1.1(P.65)的項目。 發生 FREQ_JUMP 時(以下請參考 FREQ_JUMP)	更換石英震盪片後，以 SKIP、START 或 RESET 復原。
錯誤顯示行的 MAX_PWR 閃爍顯示	成膜的材料枯竭。	排除原因後，以 SKIP、START 或 RESET 復原。
	遮板未打開。	
	DEPOSITION PROGRAM 的 MAX POWER STOP 所設定的功率值太小、或到達 STOP 的時間設定太小。	
錯誤顯示行的 BAD_PROG 閃爍顯示	參數、程式內容輸入範圍外的值。	電源一旦開啓就會充電。讓記憶體初始化，輸入程式。
	因某種原因，參數、程式內容出現範圍外的值。	修正程式或是讓記憶體初始化、或重新輸入程式。
顯示 MAX_PWR	到達 MAX POWER 指定的功率時，在達到 STOP 時間之前發生。	
顯示 RATE_LOSS	從設定 RATE 偏離 RATE LOSS 參數所指定的比例時，例如依 1 nm/s 的設定 RATE 設定 50% 的 RATE LOSS 時是 0.5 nm/s 以下，以及在 1.5 nm/s 以上的成膜速度時顯示。	
顯示 FREQ_JUMP	測量中的頻率、每秒鐘升高超出 100Hz 以上的頻率時。或是測量一次、頻率往高的方向出現超出 1 kHz 以上的變化時。	
FREQUENCY	測量頻率低於 DEPOSITION PROGRAM 中的參數 FREQUENCY 所設定的頻率時。	更換石英震盪片、或是降低設定值。

6.1.1. TEST MODE的測試

MENU → · (PROGRAM) → · (SYSTEM PARAMETER) → · (TEST MODE)點選 · (YES)，隨即啓動 TEST MODE。此時，在 DATA DISPLAY 畫面上，反白顯示 **TEST**。

TEST MODE 並非執行實際的成膜，而是 I/O 動作確認用的功能。在 TEST MODE 按下 **START**，降低虛擬頻率，進行膜厚計算。依 DEPOSITION PROGRAM 執行 PROGRAM，開始數位、類比輸出。此時，即使連接偵測器，也不會計算感應器的頻率（以及膜厚計算）。

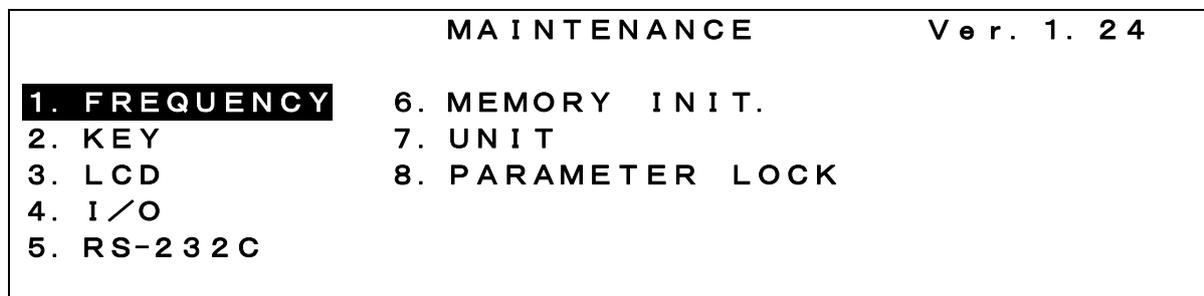


圖 6-1 MAINTENANCE 選單畫面

6.1.1.1. 測量頻率的顯示

選擇偵測器編號後，選擇的偵測器頻率比起 DATA DISPLAY 畫面的顯示，更能夠顯示詳細的頻率資訊。頻率以外的資料只是顯示內部變數，與成膜無關。

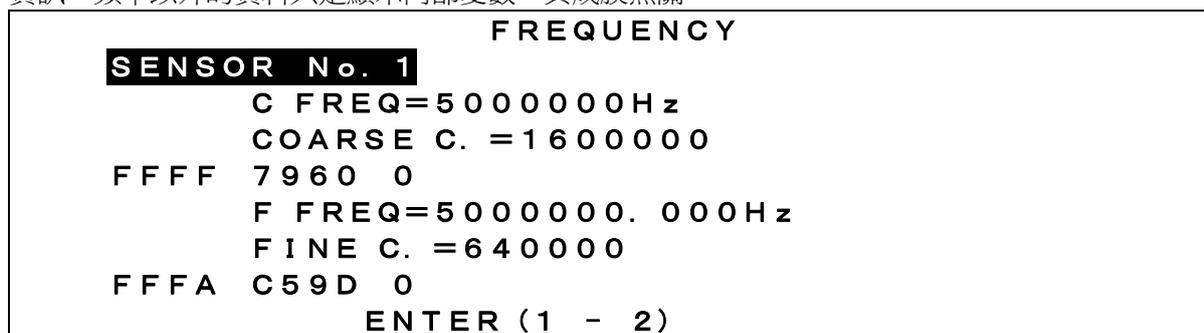


圖 6-2 頻率確認畫面

6.1.1.2. key 的測試

在本畫面按下任一按鍵，隨即顯示按下的是哪一個按鍵，再按下 **MENU** 按鍵後返回。

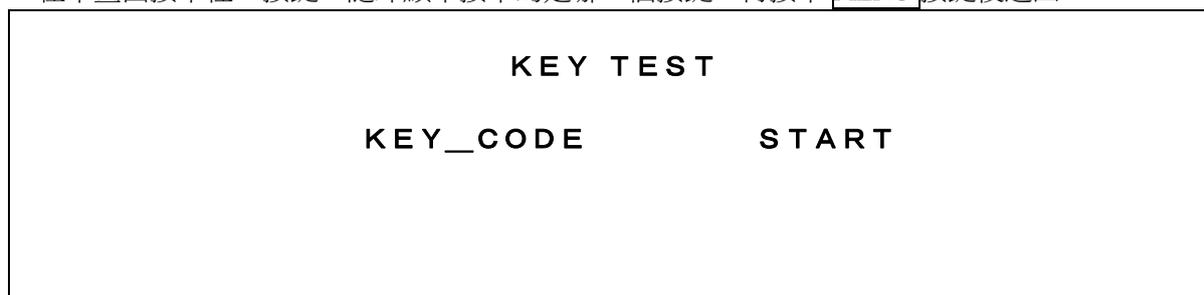


圖 6-3 按鍵測試畫面

6.1.1.3. 顯示的測試

測試畫面顯示，畫面全面顯示內部的字符資料。

6.1.1.4. I/O 的測試

實施 DIGITAL INPUT/OUTPUT 與 ANALOG OUTPUT 的測試。在 MAINTENANCE MENU 畫面，選擇 . . . (DIGITAL INPUT/OUTPUT)後，隨即顯示以下的畫面。

IN：如有輸入，該埠的數字顯示” 1” ，否則顯示” 0” 。

OUT：在希望控制輸出的埠，以 ， 按鍵與游標對齊後，輸入 1 或 0。輸入 . 表示輸出、. 表示不輸出。無論現在的輸出狀態為何，皆以輸入的值為優先。按下 按鍵之前，持續維持輸入的值。

DIP SW：確認本體背面的 DIP SW 的狀態。

DIGITAL INPUT/OUTPUT												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
IN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OUT	<input type="checkbox"/>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DIP SW	= 0 0 0 0 0 0 0 0											

圖 6-4 DIGITAL INPUT/OUTPUT 測試畫面

AO TEST		
1	2	3
<input type="checkbox"/>		
ENTER (0. 00 - 9. 99)		

圖 6-5 ANALOG OUTPUT 測試畫面

6.1.1.5. RS-232C 的測試

利用回路(loopback)測試，確認本體的 RS-232C 通信功能是否正常。首先由本體本身接收 CRTM-6000G 本體送出的字串，再藉由比較傳送資料與接收資料來進行測試。

基於安全起見，先切斷電源、以免本體損壞。CRTM-6000G本體背面的RS-232C連接器依圖 6-6的方式連接，亦即讓SD(TxD)-RD(RxD)端子間短路。

重新開啓電源，依[MENU] - · (MAINTENANCE)→ · (RS-232C)執行回路測試。未依圖 6-6連接時、或是在連接主體(HOST)的狀態下執行測試，都會變成NG。

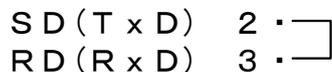


圖 6-6 回路測試時的連接方法

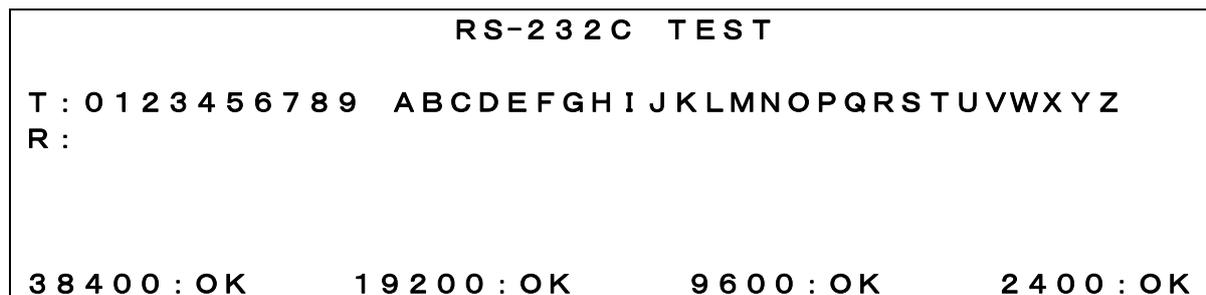


圖 6-7 RS-232C 回送測試畫面

6.1.1.6. 記憶體初始化

發生「動作總是很奇怪」、「顯示很奇怪的文字」等情況時，請執行記憶體的初始化。

此外，在記憶體初始化的畫面未顯示資料期間，本體動作停止時，暫時先切斷電源、按下 [MENU] 按鍵同時重新啓動，所有參數清除成 0 後啓動。啓動後、記憶體開始初始化。

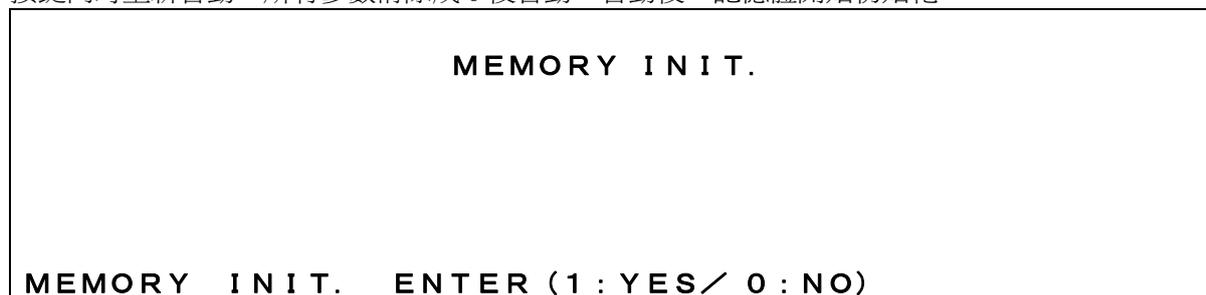


圖 6-8 記憶體初始化畫面

6.1.1.7. 單位的設定

CRTM-6000G 的單位預設值，已設定為 SI 單位類。
 um (膜厚：THK)、nm (成膜速度：RATE)
 舊有的 Å(10-10m)可依照 **MENU** - · (MAINTENANCE)- · (UNIT)選擇。
 SI 單位類與 Å 的轉換如以下所示。
 1 um=10 k Å
 1 nm=10Å

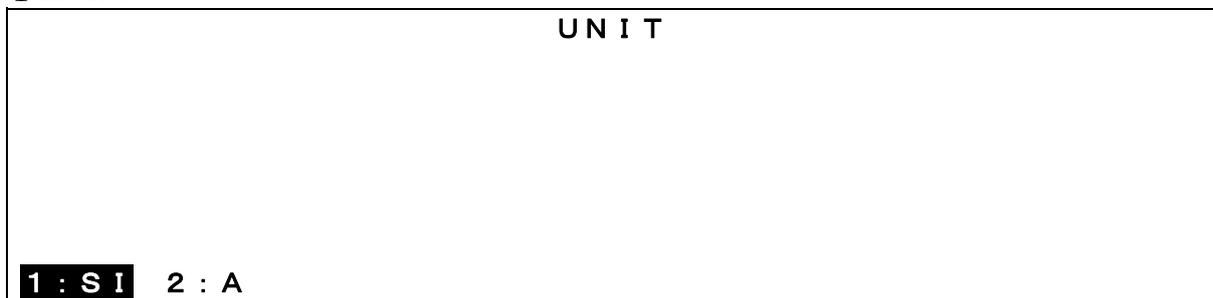


圖 6-9 單位類設定畫面

6.1.1.8. 參數的鎖定

為避免設定的參數或程式被誤改而設有鎖定功能。SYSTEM PARAMETER、PROCESS PROGRAM、OUTPUT PROGRAM 統一設有 LOCK/UNLOCK。DEPOSITION PROGRAM 則是各參數各自設有 LOCK/UNLOCK。將游標置於 SETTING，再按下 **ENT** 按鍵，隨即顯示 DEPOSITION PROGRAM 畫面，各參數被 LOCK 時反轉顯示，UNLOCK 的狀態則是正常顯示。

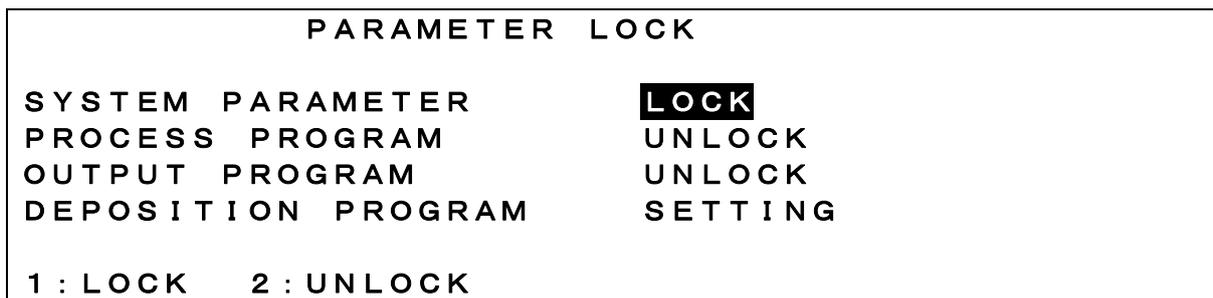


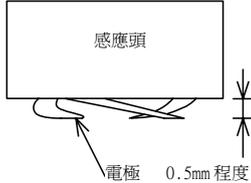
圖 6-10 PARAMETER LOCK 畫面

SYSTEM PARAMETER	1:LOCK / 2:UNLOCK
PROCESS PROGRAM	1:LOCK / 2:UNLOCK
OUTPUT PROGRAM	1:LOCK / 2:UNLOCK
DEPOSITION PROGRAM	顯示 DEPOSITION PROGRAM 的參數，各項目各自設定 LOCK/UNLOCK。

6.2. ULVAC偵測器的維修保養

偵測器定期實施以下的檢查。

表 6-1 偵測器的保養

編號	項目	說明
1	更換石英震盪片	請盡可能在震盪片失效前更換。
2	感應頭內部污損(更換石英震盪片時)	可能是蒸鍍物質流入感應頭內，尤其是蓋子與石英震盪片的接觸面，一旦附著絕緣物就會導致震盪片失效。
3	偵測器內部電極(電極片)的變形(更換石英震盪片時)	請讓 3 片電極片均等的壓制石英震盪片。 注) 避免外擴至接觸到蓋子
		 <p>在取出蓋子的狀態下，電極外露量約為 0.5 mm。</p>
4	各部連接器鬆動(1次/月以上)	避免引起接觸不良
5	真空內部纜線的絕緣不良、斷線(1次/月以上)	捲繞在水冷導管、以免因高溫而受損，上面再以鋁圈包覆。
6	冷卻水(使用前、每次)	如未注入冷卻水，石英震盪片的溫度會上升，膜厚、蒸鍍速度變得不穩定。

依下列步驟簡單確認偵測器的振盪不良。但，對於可加熱烘烤的偵測器，不可採用以下的方法確認，請依上表的 No.3 確實實施。

- ①在裝上石英震盪片的狀態下，從輔助纜線的位置開始，使用測試儀測量電阻值(圖 6-11)，可加熱烘烤偵測器則是從凸緣的BNC連接器測量。石英震盪片若是無限大表示正常，如果是數MΩ，表示振盪不良，不良的原因可能是真空內部纜線的燒毀、導入端子部分結霜、感應頭電極(電極片)變形等。
- ②拆除石英震盪片、只旋緊蓋子。比照①的方式，從輔助纜線的位置開始，使用測試儀測量電阻值。電阻值低於 1Ω 表示正常，數Ω 表示振盪不良，不良原因可能是真空內部纜線的燒毀、接頭鬆動或偵測器電極(電極片)變形等。採用可加熱烘烤的偵測器時，當電極未接觸到蓋子，電阻值有時可能顯示無限大、或是不會變小，因此，請個別測量 BNC 接頭的芯側、電極、BNC 連接器的外側與蓋子的導通。

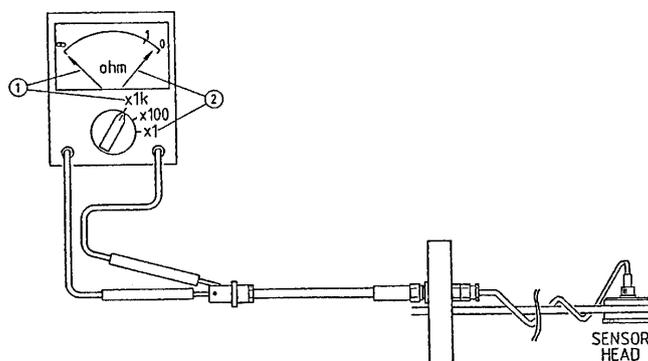


圖 6-11 偵測頭的絕緣不良測試

7. 保證

本製品一律經過嚴格的內部檢查後才出貨，萬一因製造上的疏失、貨運途中的事故等其他起因於本公司製造責任的故障時，請聯絡經銷商或最近的營業處、代理商或本公司規格品事業部著手免費的修理或更換。

保證對象

成膜控制器 CRTM-6000G 以及附屬品、振盪器，自交貨日起一年以內的製品。

保證範圍

① 交貨時發生因貨運疏失引起的損傷時
② 無論是否依據使用溫度範圍、使用電壓、基本使用條件使用，不符合本製品基本規格的製品。

保證範圍外

- ① 超過保證期間的製品
- ② 因天災引起的故障、缺失
- ③ 水晶偵測器、蒸鍍偵測器一式（振盪器除外）
- ④ 因操作不慎、使用方法錯誤而引起的故障、缺失
- ⑤ 異常環境下（磁場強烈、放射線環境、高溫、高濕等）使用後引起的故障、缺失
- ⑥ 因雜訊引起的故障、缺失

保障的上限

本製品使用上發生損害時，保證的上限為使用者支付的本製品購買金額。

必須修理時，驗收後 1 年以內由本公司負責收回修理，超過 1 年以後由 ULVAC Techno(株)取回修理。受到有害物質、或放射性物質污染時，恕不受理修理，敬請諒解。

8. 封底資料

8.1. 材料表(Density, Z-RATIO表)

代表性物質的DENSITY與Z-RATIO如表 8-1所示。

本表的目的僅止於說明物性值，恕不保證成膜的品質或石英震盪片的使用壽命，敬請諒解。

表 8-1 主要元素的 DENSITY 與 Z-RATIO

物質	化學符號	熔點[°C]	Density [g/cm ³]	Z-RATIO
Aluminum	Al	660	2.70	1.08
Antimony	Sb	631	6.69	0.768
Arsenic	As	612	5.73	0.966
Barium	Ba	729	3.5	2.1
Beryllium	Be	1287	1.85	0.543
Bismuth	Bi	271	9.78	0.79
Boron	B	2067	2.535	0.389
Cadmium	Cd	321	8.65	0.682
Cadmium Sulphide	CdS	1750	4.83	1.02
Cadmium Telluride	CdTe	1041	6.20	0.980
Calcium	Ca	839	1.55	2.62
Calcium Fluoride	CaF ₂	1360	3.18	0.775
Carbon (Diamond)	C	3550	3.52	0.22
Carbon (Graphite)	C	3652	2.25	3.26
Chromium	Cr	1857	7.20	0.305
Cobalt	Co	1495	8.71	0.343
Copper	Cu	1083	8.933	0.437
Copper(I)Sulphide(Alpha)	Cu ₂ S	1100	5.6	0.69
Copper(I)Sulphide(Beta)	Cu ₂ S		5.8	0.67
Copper(II)Sulphide	CuS		4.6	0.82
Dysprosium	Dy	1909	8.56	0.600
Erbium	Er	1522	9.051	0.74
Gadolinium	Gd	1312	7.895	0.67
Gallium	Ga	30	5.93	0.593
Gallium Arsenide	GaAs	1238	5.31	1.590
Germanium	Ge	937	5.4	0.516
Gold	Au	1063	19.3	0.381
Hafnium	Hf	2227	13.3	0.36
Holmium	Ho	1470	8.803	0.58
Indium	In	157	7.24	0.841
Indium Antimonide	InSb	535	5.76	0.769
Iridium	Ir	2434	22.42	0.129
Iron	Fe	1536	7.86	0.349
Lanthanum	La	920	6.15	0.92
Lead	Pb	327	11.342	1.13
Lead Sulphide	PbS	1114	7.50	0.566
Lithium	Li	181	0.534	5.9
Lithium Fluoride	LiF	896	2.64	0.774
Magnesium	Mg	649	1.74	1.61
Magnesium Oxide	MgO	2642	3.58	0.411
Manganese	Mn	1244	7.44	0.377
Manganese Sulphide	MnS		3.99	0.94
Mercury	Hg	-39	13.6	0.74

Molybdenum	Mo	2617	10.2	0.257
Nichel	Ni	1453	8.85	0.331
Niobium	Nb	2467	8.56	0.493
Palladium	Pd	1552	12.16	0.357
Platinum	Pt	1770	21.37	0.245
Potassium Chloride	KCl	770	1.98	2.05
Rhenium	Re	3180	21.2	0.15
Rhodium	Rh	1960	12.44	0.21
Rubidium	Rb	39	1.53	2.54
Samarium	Sm	1072	7.7	0.89
Scandium	Sc	1539	3.02	0.91
Selenium	Se	221	4.82	0.864
Silicon	Si	1412	2.34	0.712
Silicon Dioxide	SiO ₂	1610	2.202	1.07
Silicon Monoxide	SiO	1702	2.13	0.87
Silver	Ag	961	10.492	0.529
Silver Bromide	AgBr	432	6.47	1.18
Silver Chloride	AgCl	455	5.56	1.32
Sodium	Na	98	0.971	4.8
Sodium Chloride	NaCl	800	2.17	1.57
Sulphur	S ₈	115	2.07	2.29
Tantalum	Ta	2977	16.6	0.262
Tantalum Pentoxide	Ta ₂ O ₅	1877	8.2	0.30
Tellurium	Te	450	6.25	0.900
Terbium	Tb	1357	8.272	0.66
Thallium	Tl	304	11.86	1.55
Tin	Sn	232	7.29	0.724
Titanium	Ti	1670	4.5	0.628
Titanium Dioxide	TiO ₂	1825	4.26	0.40
Tungsten	W	3380	19.3	0.163
Tungsten Carbide	W ₂ C	2860	15.6	0.151
Uranium	U	1132	18.7	0.238
Vanadium	V	1902	5.87	0.530
Ytterbium	Yb	824	6.96	1.13
Yttrium	Y	1526	4.48	0.835
Zinc	Zn	420	7.14	0.514
Zinc Oxide	ZnO	1975	5.61	0.556
Zinc Selenide	ZnSe	1100	5.42	0.722
Zinc Sulphide	ZnS	1700	4.10	0.775
Zirconium	Zr	1852	6.53	0.60

8.2. 石英震盪片

8.2.1. 溫度特性

偵測器用的石英震盪片因性質的關係，會因為溫度出現變化時、振盪頻率跟著變動。頻率與溫度的關係如圖 8-1所示之曲線（直軸是從 5MHz附近取出，作為相對值）。

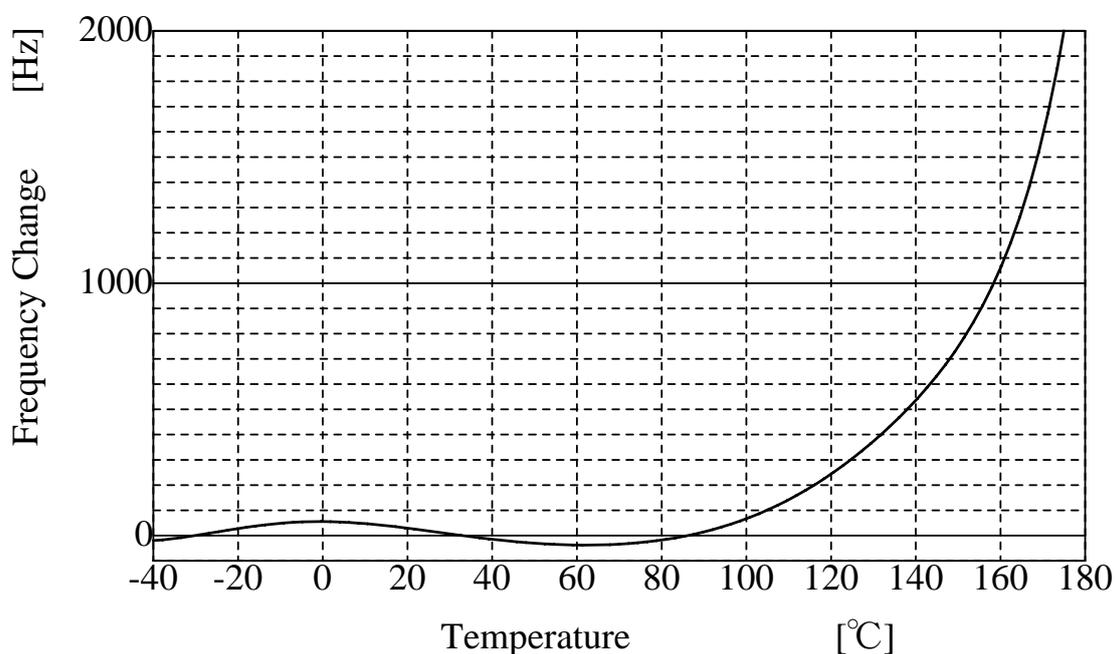


圖 8-1 石英震盪片的頻率對溫度圖(AT cut 5MHz)

基於這樣的特性，實際成膜時可能會出現以下的現象：

- (a) 開始成膜時，因受到來自蒸鍍源大量的熱，顯示的厚度可能會與實際附著的膜厚不同，成膜速度的上升不佳。
- (b) 成膜結束時，因偵測器的溫度變冷，無論成膜材料是否已經停止附著，成膜速度在一定時間內不會歸零。
- (c) 冷卻水的溫度一旦出現變化(室溫在空氣中產生變化)，沒有成膜卻出現膜厚或成膜速度。

在此情況下的範例如下：

- 使用遮板遮蔽成膜對象物，偵測器的溫度穩定之後，打開光閘開始成膜。結束時，在蒸鍍源的功率減弱前關閉遮板。
- 盡量避免溫度出現變化，例如避開從冷卻水途徑產生熱的方式、讓冷卻水固定溫度等採取應變對策。

(a)的具體範例如下:

連同偵測器與基板在內，都使用遮板遮蔽時，當遮板打開時，成膜材料一旦同時附著在基板與偵測器，就會出現如下圖所示之動作。

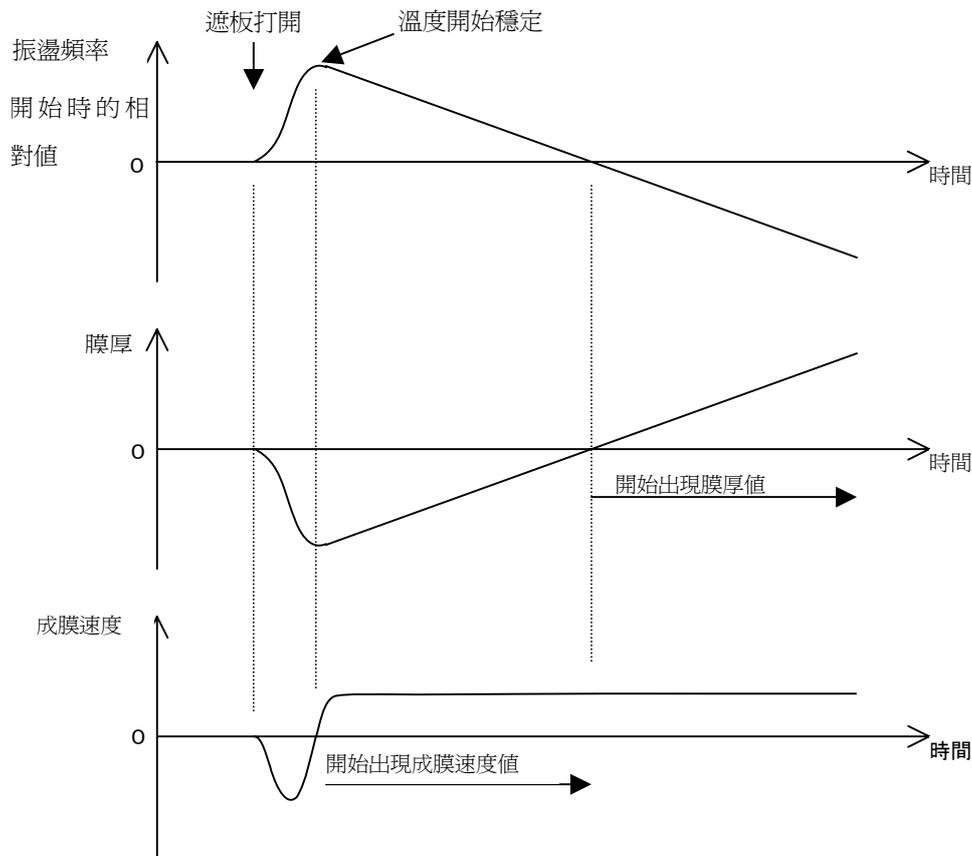


圖 8-2 成膜開始時的習性範例

遮板打開後，石英震盪片的溫度會突然上昇，所以，振盪頻率也會升高，當溫度開始穩定之後，隨著成膜材料的附著，原來的頻率開始下降。

膜厚的關係如圖 4-17、圖 4-18所示，在一定程度的時間變成負數值。

因成膜速度是膜厚的時間微分，當溫度開始穩定後即變成正數值。

在 CRTM-6000G 的畫面顯示上，膜厚與成膜速度以 0 表示負數值，打開遮板後，成膜速度正常、膜厚會在一段時間內都是顯示 0。此外，自遮板打開、到開始出現膜厚值之前，這段期間附著的膜厚不會被累計。

此時的應變對策如下:

1. 在溫度穩定的時間點執行 THK0。但，溫度穩定前附著的膜厚會被忽略。
2. 偵測器從遮板配置在蒸鍍源側，溫度穩定後，即可打開遮板。雖然石英震盪片會因為附著多餘的成膜材料而縮短使用壽命，測量的膜厚卻比 1 更為正確。

但，上圖是全新的石英震盪片，亦即成膜速度比較慢，當石英震盪片附著一定程度的膜或在高速的成膜速度下就會出現不同的動作。

以下說明(c)的具體範例。

下圖所示的狀況是在冷卻水的配管附近設有發熱的功率源，依一定周期反覆 ON/OFF，讓供應至偵測器的冷卻水水溫產生變化。

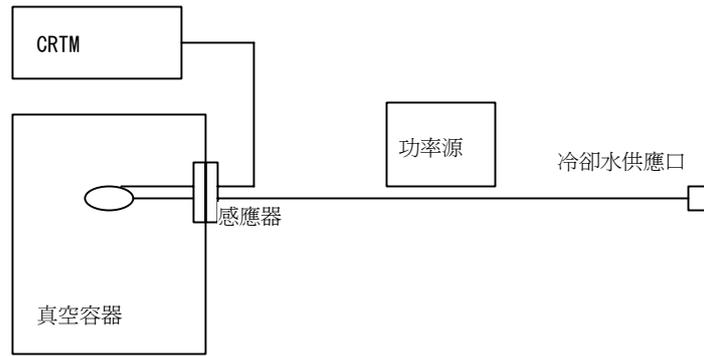


圖 8-3 冷卻水的水溫變化

5MHz的新品石英震盪片時，根據圖 4-17，膜厚變化 $d(thk)$ 與振盪頻率變化 df 的關係如以下公式所示。

$$\frac{d(thk)}{df} = \frac{0.17}{\rho} \text{ [nm/Hz]} \quad (\rho \text{ [g/cm}^3\text{] 是膜的密度)}$$

根據圖 8-1，振盪頻率變化 df 與石英震盪片溫度變化 dT 的關係大致如以下公式所示。

$$\frac{df}{dT} = 1.5 \text{ [Hz/}^\circ\text{C]} \quad (T = 20^\circ\text{C})$$

因此，引導出的結果如下：

$$\frac{d(thk)}{dT} = \frac{0.255}{\rho} \text{ [nm/}^\circ\text{C]}$$

例如，鋰 ($\rho = 0.5 \text{ [g/cm}^3\text{]})$ 成膜中，當水溫變化 2°C 時，膜厚變化如下：

$$\begin{aligned} d(thk) &= \frac{0.255}{0.5} \cdot 2 \\ &= 1.02 \text{ [nm]} \end{aligned}$$

密度越小、引起的現象越明顯，當恢復到原來的溫度時、膜厚也會復原，所以不會被累積成誤差。

此時的應變對策是盡可能減少水溫變化，配置時採取避開配管與動力源的方法。

基於上述的現象，成膜速度的變動對品質有重大影響的應用程式、例如低 RATE 控制時必須特別注意。 $2、3^\circ\text{C}$ 的水溫變化構成問題時，如果設置冰水機等的定溫裝置，反而會引起反效果。

8.2.2. 主共振與副共振

一般而言，石英震盪片存在多個可以共振的頻率。其中，共振最大的頻率稱為主共振頻率，其他則稱為副共振頻率。通常，使用石英震盪片的振盪器，會採用其中之一構成振盪的線路。

ULVAC 製 5MHz 石英震盪片的主共振頻率是 5MHz、副共振頻率是 5.2MHz 附近與 5.5MHz 附近，共振頻率較大。

下圖是網路分析儀所觀察的頻率頻譜。

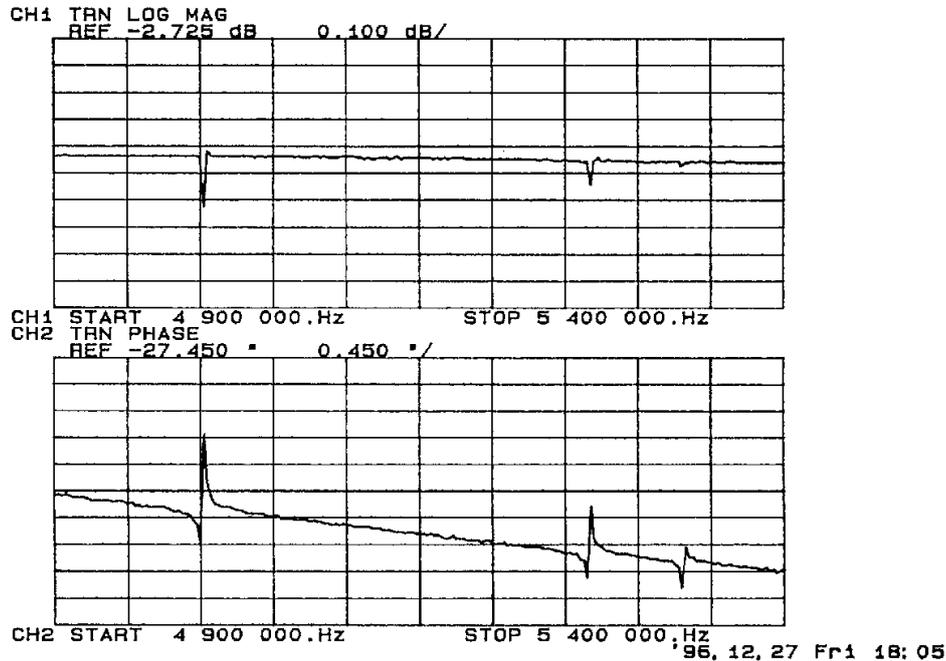


圖 8-4 石英震盪片的頻率頻譜

成膜時，當石英震盪片表面附著膜之後引起的共振變化如下。

·主共振頻率、副共振頻率以膜的附著量為比例的下降：

CRTM 的膜厚測量即利用此一性質。

·共振的穩定性以膜的附著量為比例的下降：

石英震盪片雖屬於共振頻率比較穩定(變化或振動等較少)的元件，隨著膜厚越來越厚，也會逐漸變得不穩定。不穩定的程度與頻率的關係、膜的材質及成膜條件等有關。

附著的膜厚越來越厚之後，振盪變得不穩定，在機械性或電氣性等刺激的助長之下，終究因為共振頻率而再也無法振盪，這種現象在 CRTM 稱為震盪片失效。此時，石英震盪片不會完全停止振動，會因為比較穩定的其他共振頻率而重新開始振盪。

因此性質的關係，例如在膜附著至一定程度的狀態下，當振盪頻率從主共振 4.5MHz 轉移至副共振 4.7MHz 時，CRTM 便視為震盪片失效處理。此時，振盪頻率若是在 5.01MHz 以下(5MHz 模式時)，只要執行 START 等、即可解除震盪片失效。換句話說，雖然程式依舊可以運作，振盪狀態不穩定、或再次轉移至其他副共振頻率，容易導致振盪停止，因此，在此狀態時切勿使用。

雖與副共振無直接關係，但附著於石英震盪片的膜若是在成膜中剝落或出現龜裂等，振盪頻率也會突然變化。與轉移至副共振等一樣，CRTM 也會將此頻率變化視為震盪片失效處理。

8.4. 狀態遷移圖

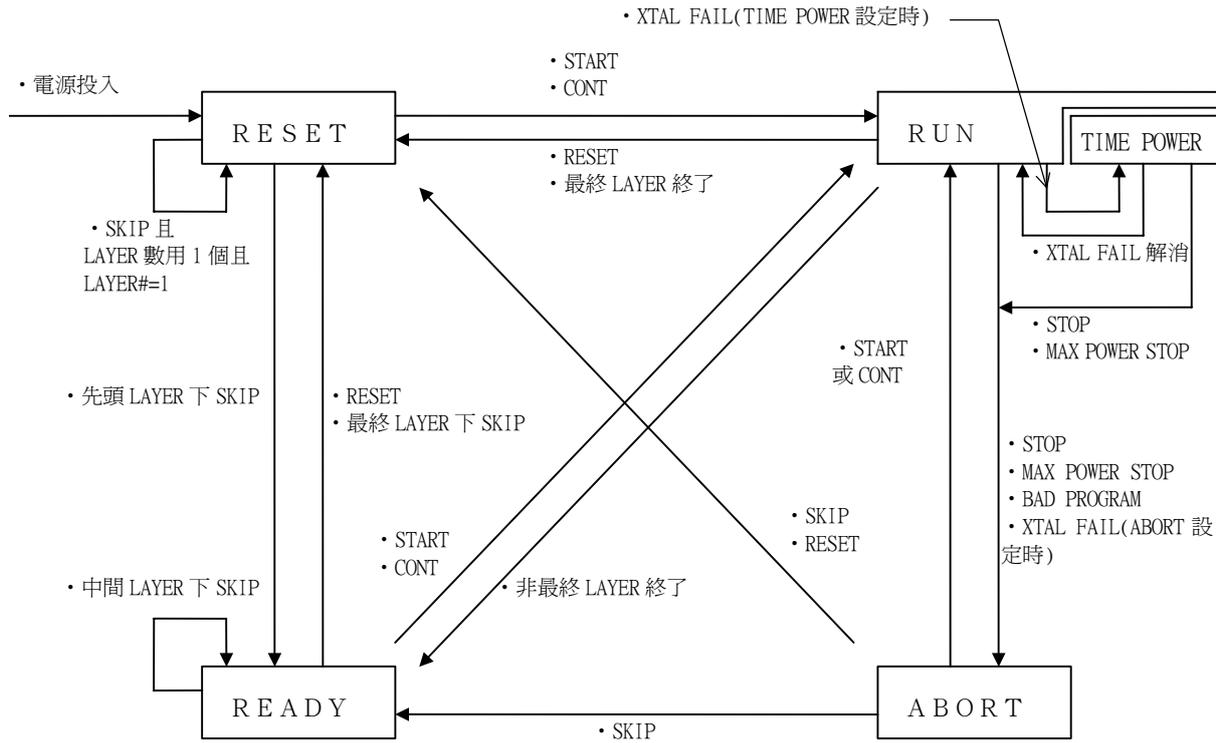


圖 8-5 CRTM-6000G 狀態遷移圖

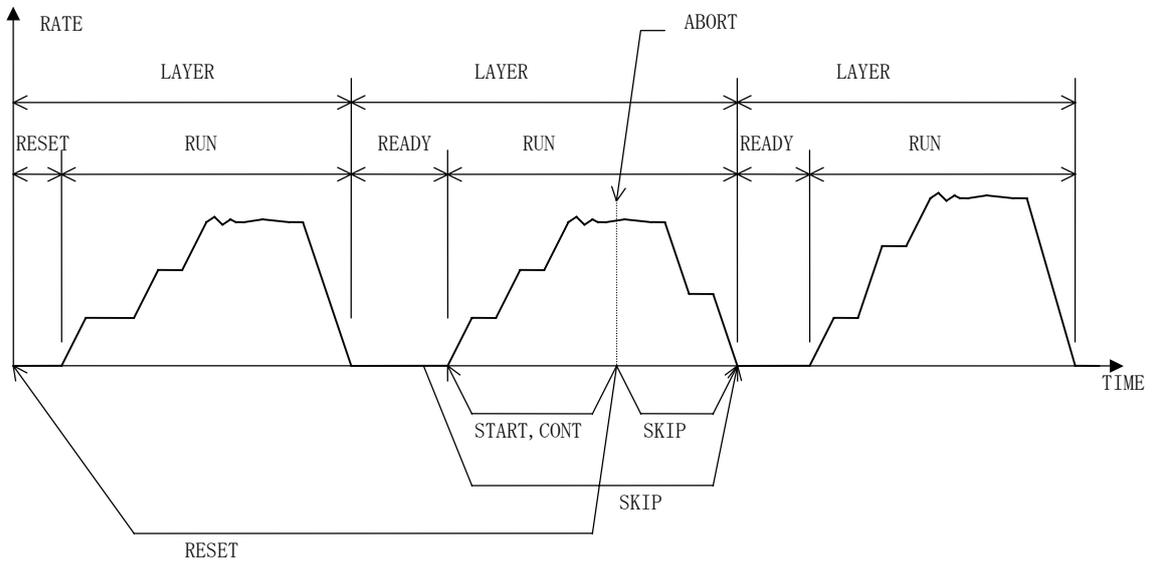


圖 8-6 程式執行中各指令的動作

表 8-2 各狀態的指令動作

trigger	狀態			
	RESET	READY	RUN	ABORT
START CONT	LAYER 執行開始 →RUN	LAYER 實行開始 →RUN	無效	LAYER 執行開始 →RUN
STOP	無效	無效	對無條件有效 →ABORT	無效
SKIP	至下一 LAYER 的前面 →READY 或 RESET	至下一 LAYER 的前面 →READY 或 RESET	無效	至下一 LAYER 的前面 →READY 或 RESET
RESET	無效	至前一 LAYER 的前面 →RESET	至前一 LAYER 的前面 →RESET	至前一 LAYER 的前面 →RESET

·BAD PROGRAM 是在電源開啓時、START 時、PROGRAM 變更時（每操作一次按鍵、RS-232C 接收指令）執行檢測。

·XTAL FAIL 的確認則是依抽樣周期隨時執行。

·XTAL FAIL、BAD PROGRAM 的 status、與各狀態的遷移皆屬獨立。RUN 狀態時，應觀察兩邊的狀態，再判定是否遷移至 ABORT 狀態。

8.5. 消耗品

因科技的進步，儘管電子機器、組件的使用壽命越來越長，終究無法永久的使用。一般的使用之下，CRTM-6000G 也有一定的使用壽命，基於安心的使用，必須更換以下的組件。

消耗品名稱	規格	製造商	預期使用壽命	本公司內部編號
液晶顯示器	KCG062HV1AA-G030	京瓷	60000 小時以上	200006970800
切換電源	LDC-15F-1Y	COSEL		200000068000
切換電源	LDC-30F-5Y	COSEL		200006975500
隔膜按鍵	客製品	山形 silk screen	10 萬次以上	200006971300
鋁製電解電容器			5~8 年	※1

※1 鋁製電解電容器使用於主基板、SW 電源。

8.6. 輸送須知

成膜控制器 CRTM-6000G 本體因修理等而輸送時，請將本體確實妥善包裝。此外，液晶顯示器的部分採用雙重包裝材等，請特別注意保護。

8.7. RoHS指令
8.7.1. 歐洲RoHS

表 8-3 歐洲 RoHS 指令的組件一覽表

組件名稱	有毒有害物質或元素					
	鉛 (Pb)	水銀 (Hg)	鎘 (Cd)	六價鉻 (Cr+)	聚溴聯苯 (PBB)	聚溴二苯醚 (PBDE)
印刷配線板類	○	○	○	○	○	○
液晶顯示器	○	○	○	○	○	○

○：表示該組件所有均質材料的有毒有害物質含量必須低於規定限量以下。

8.7.2. 中國RoHS管理辦法



本標誌適用於在中華人民共和國銷售的電子資訊製品，標誌中央的數字表示環境保護的使用期限年數。確實遵守本製品相關安全或使用須知，自製造日期起、到此一年限內，對環境污染、人體或財產就不會造成不良影響。
※環境保護的使用期限意指品質對環境的安全性期限，並非製品的保證期間(安全使用期限)。

表 8-4 對應中國 RoHS 管理辦法的組件一覽

組件名稱	有毒有害物質或元素					
	鉛 (Pb)	水銀 (Hg)	鎘 (Cd)	六價鉻 (Cr+)	聚溴聯苯 (PBB)	聚溴二苯醚 (PBDE)
印刷配線板類	x	○	○	○	○	○
板金類	○	○	○	○	○	○
液晶顯示器	x	○	○	○	○	○
纜線、連接器類	x	○	○	○	○	○

○：表示該組件所有均質材料的有毒有害物質含量必須低於 SJ/T11363-2006 標準規定的限量以下。

※規定的含量雖與歐洲 RoHS 相同，歐洲 RoHS 許可的除外規定，並未出現在中國 RoHS。

8.8. 外形尺寸

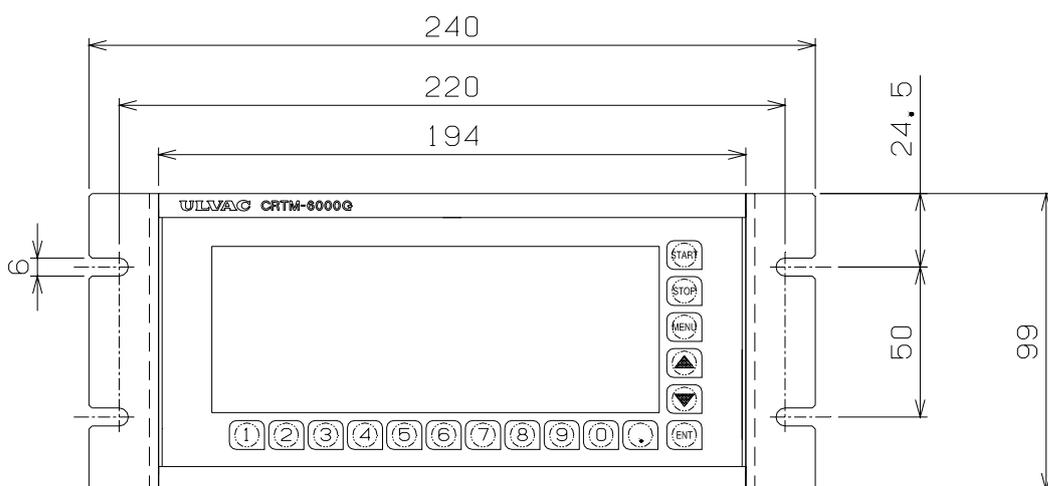


圖 7 正面圖

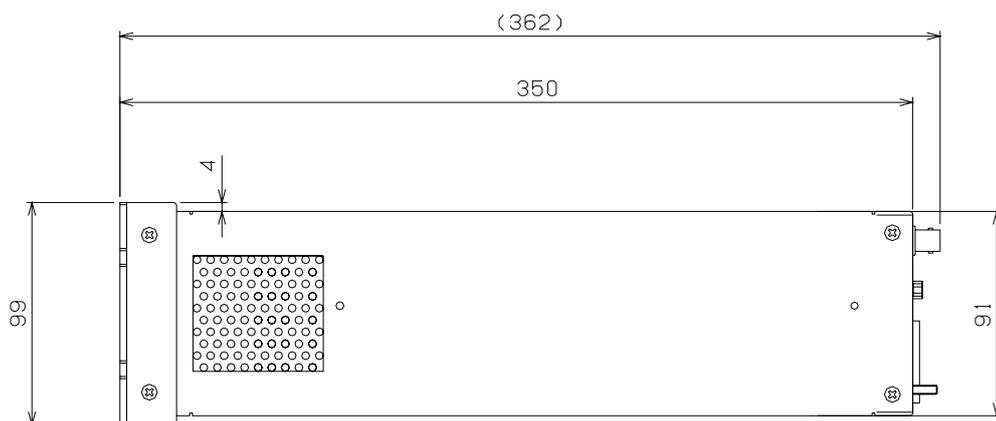


圖 8 側面圖

※不含螺絲等突起類的尺寸。

8.9. 洽詢表

技術性的諮詢請洽總公司/工廠（株式會社 ULVAC 規格品事業部）。

Tel : 0467-89-2411 (技術部專線)
 Fax : 0467-57-0737
 住址 : 神奈川縣茅崎市萩園 2500
 URL : <http://www.ulvac.co.jp/>

請填寫必要事項後傳真至本公司，以利盡速查明原因、順利解決。
 註明／的部份，請務必圈選。

通訊處			
公司名稱			
部門名稱		承辦人姓名	
T E L		F A X	

本體資訊			
本體機種	CRTM-6000G	Version	
偵測器種類		電源	EB／電阻／sputter

SYSTEM PARAMETER			
WHEN XTAL FAIL	TIME POWER / ABORT	MONITOR MODE	YES / NO
BAUD RATE	38400 / 19200 / 9600 / 2400	SENSOR CHANGE	sec
TEST MODE	YES / NO		

DEPOSITION PROGRAM (其他必要項目請填寫至其他欄位)			
DENSITY		TIME-CONSTANT	
Z-RATIO		LIMIT	
TOOLING FACTOR		MAX POWER	%、 :
GAIN		FREQUENCY	MHz

症狀（在什麼樣的情況下發生何種現象？）

其他必須說明的事項（石英震盪片不是 ULVAC 製、纜線是特製品等）

ULVAC 元件 污染證明書

本表為 ULVAC 製元件委託修理／檢查等時的污染證明書。
 貴公司保有的機器因修理等送交本公司之前，請先填寫本表再交給委託作業的單位或各營業處。
 關於有毒氣體使用品、反應衍生物質附著品，請事先洽詢委託作業的單位或各營業處。

商品名稱 ：
 型號 ：
 S/N ：
 用途 ：
 委託內容

故障狀況 _____

其他備註事項 _____

污染物質（請勾選部）

- 保證上述製品並未受到有害物質的污染。
- 上述製品因以下的有害物質而受到污染。

	污染物質名稱(分子式)	特性
1		
2		
3		
5		

株式會社 ULVAC 鈞鑒

貴公司擔任窗口的承辦人員姓名 _____

年 月 日

顧客公司名稱

所屬部門

承辦人員

TEL

FAX

E-mail

印

※對於運送至本公司途中，因發生污染物質而引起的事務，將由貴公司自行負責，請充分注意包裝的妥當性。若因污染物質及污染狀況而無法受理修理等時，將立即退回給貴公司。

株式會社 ULVAC 處理欄 MSDS 申請：有／無	受 理 章	
指示編號		