FLX 2320 Stress Measurement System

薄膜應力量測儀操作手冊

本文件及文件之內容屬**成大微奈米科技研究中心**所有，謹供列印閱讀，未經許可，請勿以任何形式翻製抄襲。
This document is the property of the Mirco/Nano Technology Research Center. You are very welcome to browse and print out the document. It is extremely illegal to copy any part of this document in any forms without permission!

Document Type	Title	Document No.	Edition	Editor	Date
SOP	薄膜應力量測儀	12345-678	1	Y.R. Cheng, C.T. Chang	2005/10/15

原理：

一般而言，在基材上沉積一層薄膜會造成整體結構翹曲， FLX-2320 即是藉由雷射量測結構的翹曲，並運用 Stoney's equation 來計算薄膜的應力

$$\sigma = \frac{Eh^2}{6(1-\nu)Rt} \quad , \qquad (1)$$

其中，σ 為薄膜的應力， $E/(1-\upsilon)$ 為基材的 biaxial modulus，如: 矽基材的 biaxial modulus 為 180.5 GPa； h 為基材的厚度，如: 4 吋晶圓約為 525 um， 6 吋晶圓約為 650 um； t 為薄膜的厚度，R 為基材的曲率半徑。 如圖 1. 所示為各參數的示意圖。 在此舉一實例說明，如在 4 吋矽晶圓沉積 7500 A 的薄膜，使晶圓造成曲率半徑為 30 m 的翹曲。由此例我們可獲得以下參數: $E/(1-\upsilon)$ =180.5 GPa, h = 525 um, t = 7500 A

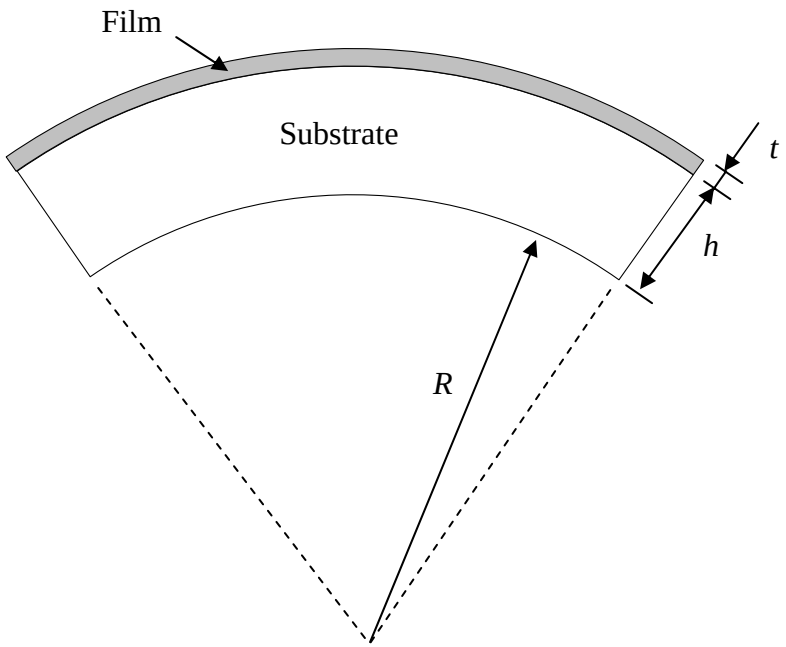


圖 1. 基材與薄膜結構示意圖

其中比較需要注意的是應力是反比於薄膜沉積前後的曲率變化

$$\sigma \propto \frac{1}{R}, \text{ and } \frac{1}{R} = \frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \quad \text{or} \quad R = \frac{R_1 R_2}{R_1 - R_2} \quad ,$$

其中， R_1 為未沉積薄膜前基材的曲率， R_2 為沉積薄膜後基材的曲率，故計算薄膜應力時，必須

本文件及文件之內容屬**成大微奈米科技研究中心**所有，謹供列印閱讀，未經許可，請勿以任何形式翻製抄襲。
This document is the property of the Mirco/Nano Technology Research Center. You are very welcome to browse and print out the document. It is extremely illegal to copy any part of this document in any forms without permission!

在沉積薄膜前後各量測一次曲率半徑，方能獲得薄膜的應力。 另外，基本上 Stony equation 是在 Small deformation 的基本假設下推導，故如果所沉積的為厚膜，很有可能造成結構是處於 Large deformation 的狀態，進而造成 FLX-2320 會低估薄膜的應力，此時可自行利用 FLX-2320 所量測的曲率，代入修正後之 Stoney's equation 計算薄膜的應力

$$\sigma = \frac{Eh^3}{6(1-\nu)Rt^2(1+\frac{t}{h})} \text{。} \qquad (2)$$

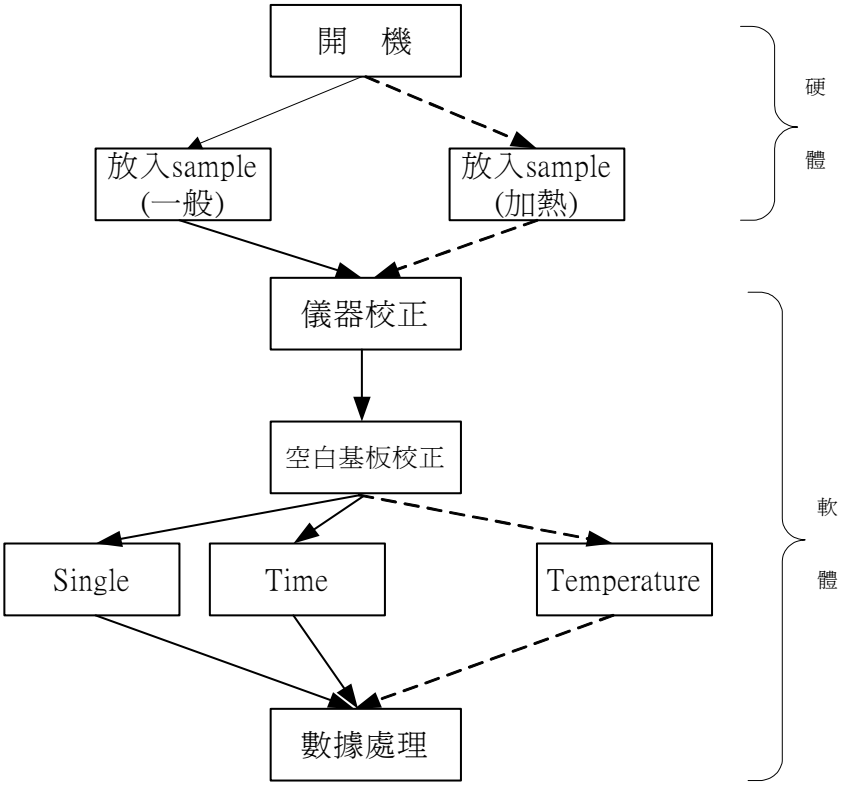
一般而言，針對一般半導體廠與微電子廠所沉積薄膜，式(2)已足夠能換算出準確薄膜應力。

前言：

本量測設備除了在一開始放入樣品的程序之外，大部份的作業都在軟體使用上。

而軟體的操作分爲四大部份，儀器校正、空白基板校正、應力量測、數據(圖形)處理。FLX-2320 有三種量測方式，因此在"應力量測"一項又可再細分爲分別是 single、time、temperature 三種模式。single 及 time 的其它步驟一模一樣，而 temperature 在放入樣品時有幾點不同之外，其餘在軟體使用上也大致相同。

以樹狀圖表示如下：



本文件及文件之內容屬**成大微奈米科技研究中心**所有，謹供列印閱讀，未經許可，請勿以任何形式翻製抄襲。
This document is the property of the Mirco/Nano Technology Research Center. You are very welcome to browse and print out the document. It is extremely illegal to copy any part of this document in any forms without permission!

一、硬體篇

Single 與 Time 這部份完全相同，Temperature 則略有不同，因此將分爲兩節做介紹。

1-1. Single scan 與 Time scan

Step1. 開啓總電源

Step2. 打開 FLX-2320 電源總開關

Step3. 打開 FLX-2320 控制面板開關

Step4. 開電腦

本文件及文件之內容屬**成大微奈米科技研究中心**所有，謹供列印閱讀，未經許可，請勿以任何形式翻製抄襲。
This document is the property of the Mirco/Nano Technology Research Center. You are very welcome to browse and print out the document. It is extremely illegal to copy any part of this document in any forms without permission!

Step5. 選擇適當的 locator (不同尺寸的 wafer 有不同的 locator 有 3~8 吋)，並放入 quartz plate。放的時候請注意，每個 locator 邊緣都有三個小凹槽，請確實對正 quartz plate 上的三個小凸點，如下圖所示:

Step6. 將 sample(或 wafer)放在 locator 上，並關上主機門。

1-2. Temperature scan

Step1. 開啓總電源

Step2. 打開 FLX-2320 電源總開關

Step3. 打開 FLX-2320 控制面板開關

Step4. 開電腦

Step5. 選擇適當的 locator (不同尺寸 wafer 用不同 locator)，並放入 quartz plate。放的時候請注意，每個 locator 邊緣都有三個小凹槽，請確實對正 quartz plate 上的三個小凸點。

Step6. 將 sample(或 wafer)放在 locator 上，之後小心拿起 locator，勿讓 locator 碰歪 wafer。

Step7. 將透明石英片放在 heater 上。

Step8. 蓋上升溫用不鏽鋼外罩，並將四個旋鈕鎖緊。

Step9. 開 N_2 氣閥，氣閥位置如下圖。目前 N_2 流量已固定，請勿自行調整。

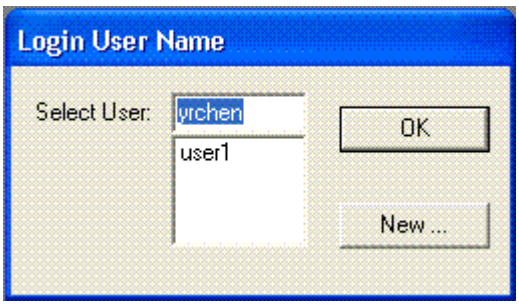
Step10.關上主機門，並按下機臺上 Heater 與 Fan 的開關(綠色按鈕)。

本文件及文件之內容屬**成大微奈米科技研究中心**所有，謹供列印閱讀，未經許可，請勿以任何形式翻製抄襲。
This document is the property of the Mirco/Nano Technology Research Center. You are very welcome to browse and print out the document. It is extremely illegal to copy any part of this document in any forms without permission!

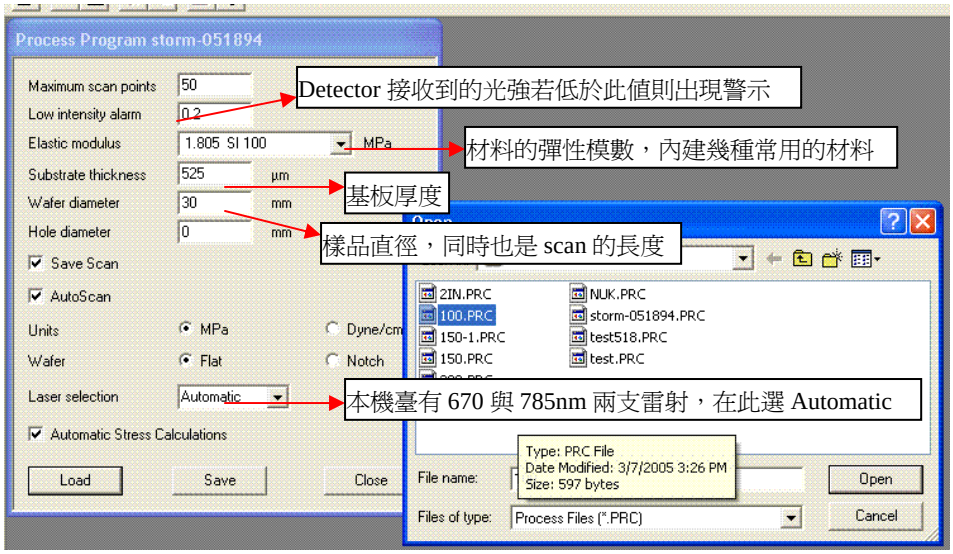
二、軟體篇

2-1. 儀器校正

Step1. 開啓軟體之後以”user1”帳號登入。



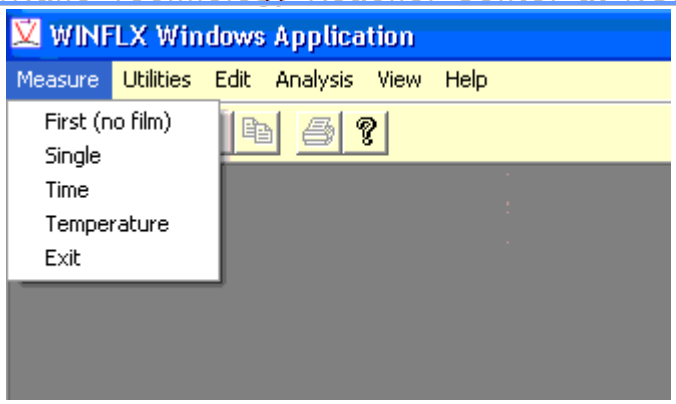
Step2. 點選”Edit/Process programs”，”Load”進適當的參數檔案。若樣品爲 4”的 wafer 可選 100.prc(4 inch=100 mm)，8”的 wafer 可選 200.prc。但若材料並非 wafer，則必須選別的檔案，或自行填入適當參數後按”Save”。各參數的意義如下圖所標示。Load 或 Save 完成之後請按”Close”結數此步驟。



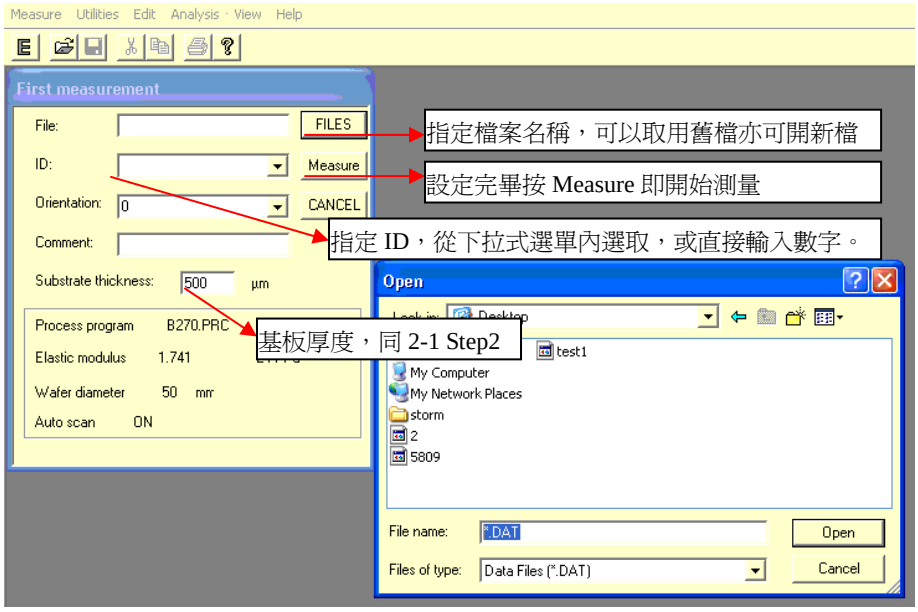
2-2. 空白基板校正

Step1. 點選”Measure/First(no film)”，設定本次量測的資料存放位置。

本文件及文件之內容屬**成大微奈米科技研究中心**所有，謹供列印閱讀，未經許可，請勿以任何形式翻製抄襲。
This document is the property of the Mirco/Nano Technology Research Center. You are very welcome to browse and print out the document. It is extremely illegal to copy any part of this document in any forms without permission!

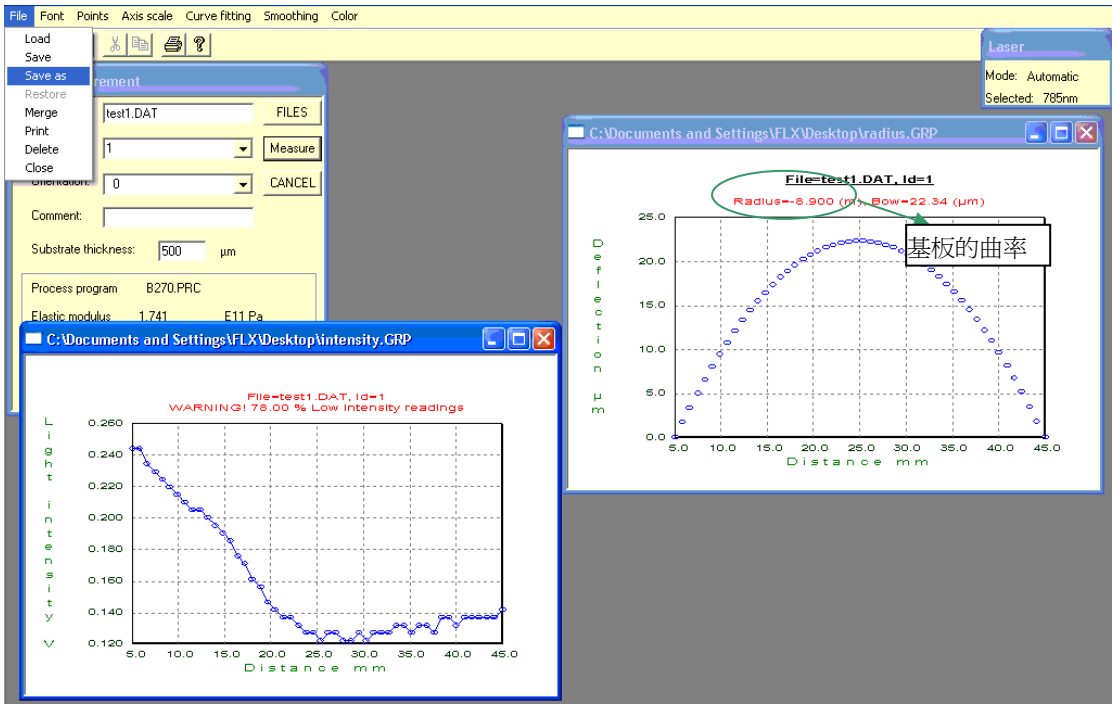


Step2. 量測所得的數據是以資料庫的概念存放，”File”爲資料庫名稱，”ID”即爲索引值。因此同一片樣品，即使進行多次量測，仍可以存在同一檔案中(本手冊以 test1.dat 爲例)。在 2-4 節中將提到如何取出同一檔案中各次量測的數據。
設定方法詳見下圖。



Step3. 設定完畢後按下”Measure”，開始量測。其原理是偵測掃描過程中光強度的變化，並將其換算成該基板的曲率。其量測結果如下。

本文件及文件之內容屬**成大微奈米科技研究中心**所有，謹供列印閱讀，未經許可，請勿以任何形式翻製抄襲。
This document is the property of the Mirco/Nano Technology Research Center. You are very welcome to browse and print out the document. It is extremely illegal to copy any part of this document in any forms without permission!



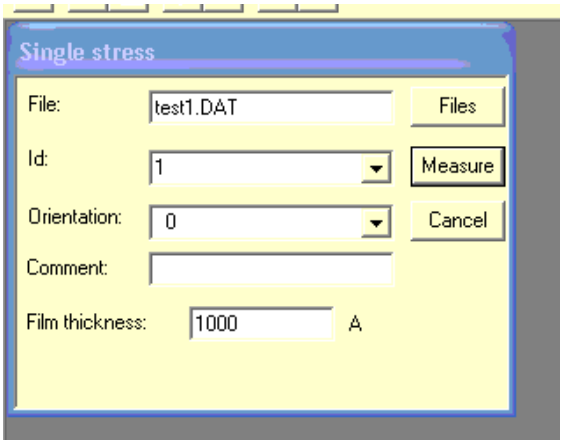
Step4. 如上圖，可分別對兩個圖形做儲存，附檔名爲.grp。儲存後的資料將在 2-4 節介紹。

本文件及文件之內容屬**成大微奈米科技研究中心**所有，謹供列印閱讀，未經許可，請勿以任何形式翻製抄襲。
This document is the property of the Mirco/Nano Technology Research Center. You are very welcome to browse and print out the document. It is extremely illegal to copy any part of this document in any forms without permission!

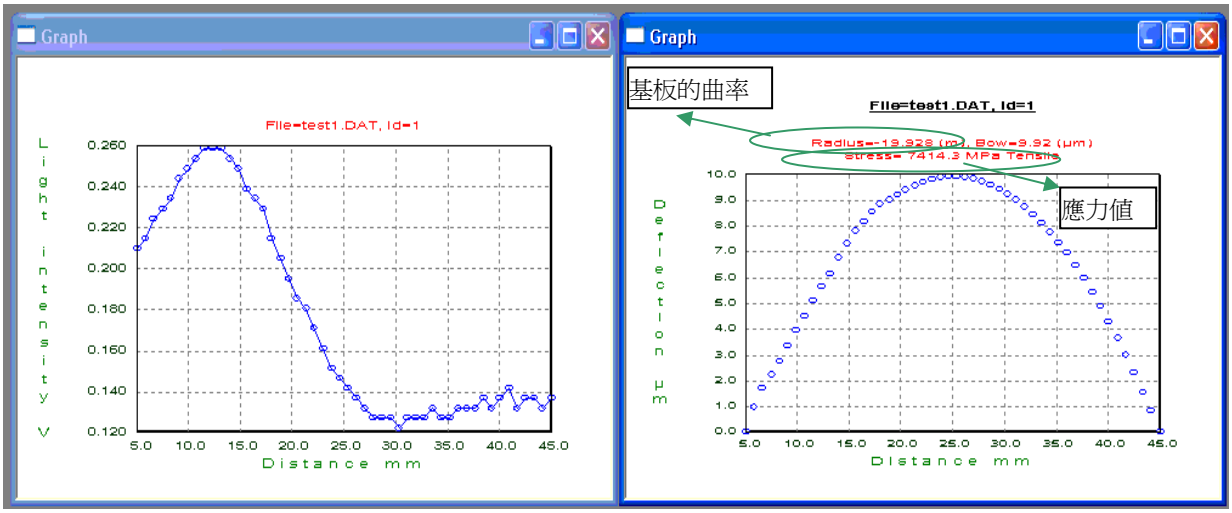
2-3. 應力量測

2-3-1. Single mode

Step1. 點選”File/Single”，設定本次量測的資料存放位置及膜厚。



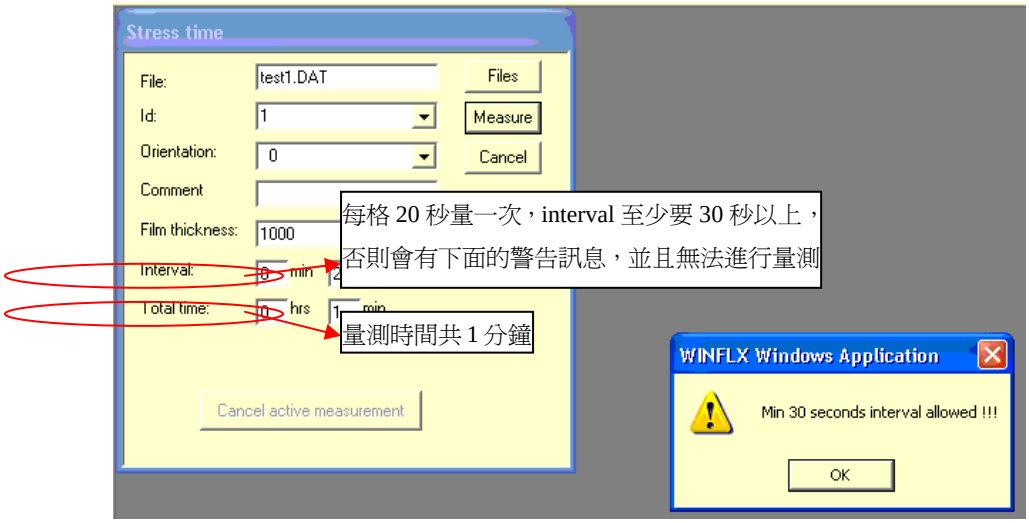
Step2. 設定完畢後按下”Measure”，開始量測。將得到如下兩曲線圖。



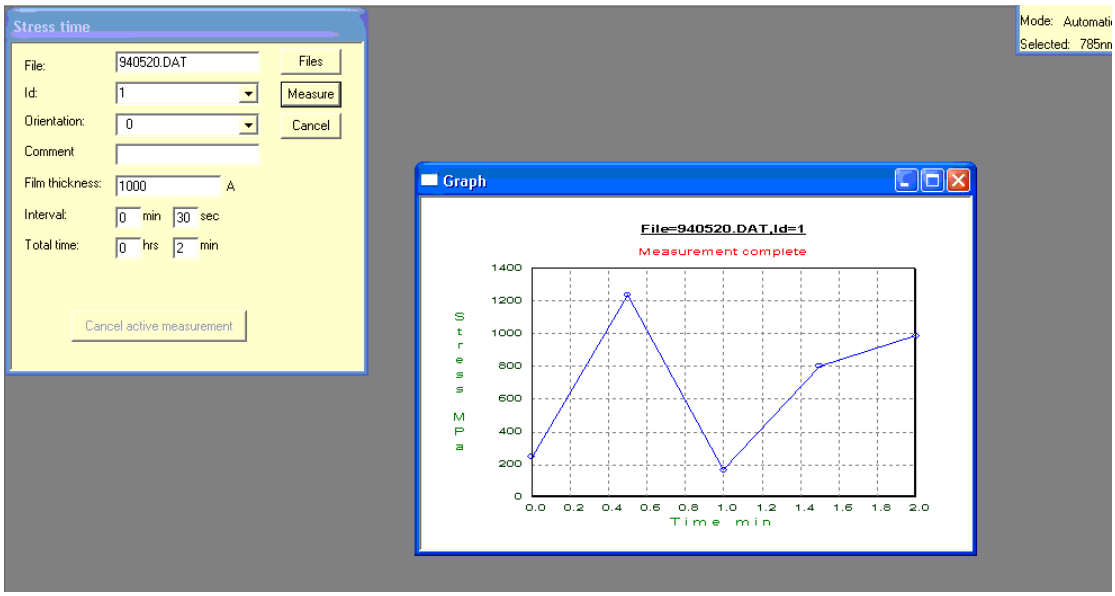
2-3-2. Time mode

Step1. 點選”File/Time”，除了設定本次量測的資料存放位置及膜厚，還需另外設定時間，說明請見下圖。

本文件及文件之內容屬**成大微奈米科技研究中心**所有，謹供列印閱讀，未經許可，請勿以任何形式翻製抄襲。
This document is the property of the Mirco/Nano Technology Research Center. You are very welcome to browse and print out the document. It is extremely illegal to copy any part of this document in any forms without permission!



Step2. 設定完畢後按下”Measure”，開始量測。將得到如下曲線圖，注意縱座標是以換算後的應力值。



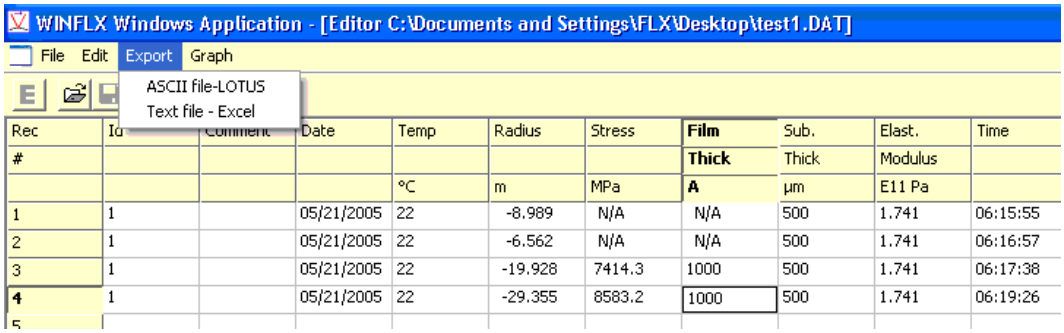
2-4. 數據處理

Step1. 不論是 Single、Time 或 Temperature，任何曲線圖都可由”File/Save as”存成副檔名為 grp 的檔案。

Step2. 由”Edit/Data files”開啓前文中存放量測數據的”test1.dat”。因為前面做了四次的 Single mode 量測，所以在下圖中可看到這四次量測的相關資訊。

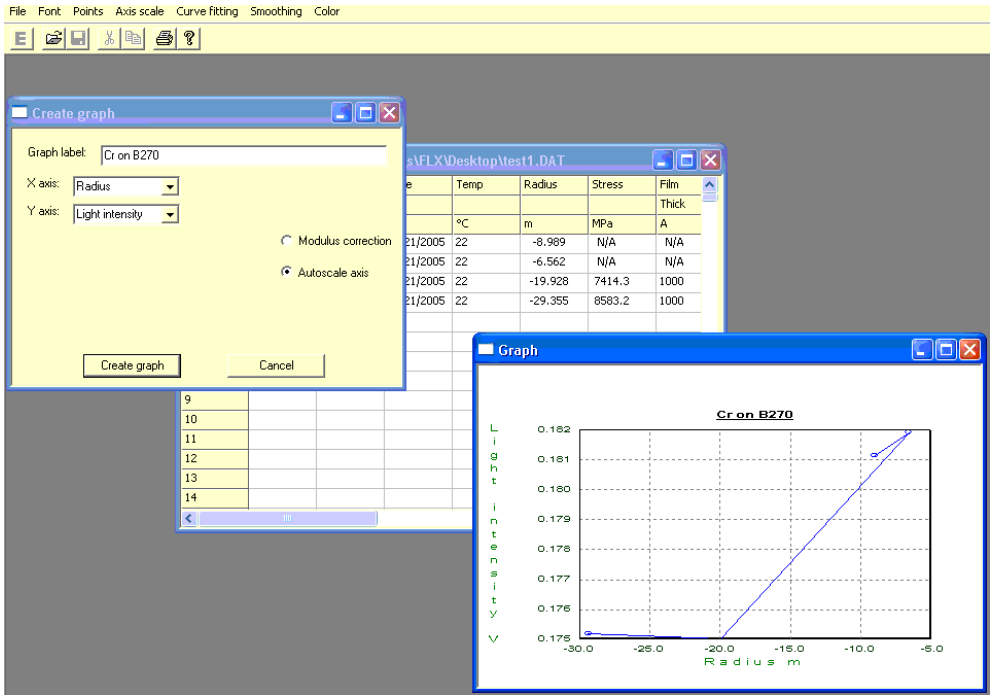
本文件及文件之內容屬**成大微奈米科技研究中心**所有，謹供列印閱讀，未經許可，請勿以任何形式翻製抄襲。
This document is the property of the Mirco/Nano Technology Research Center. You are very welcome to browse and print out the document. It is extremely illegal to copy any part of this document in any forms without permission!

這份表格可以由 Export 選項輸出成文字檔。



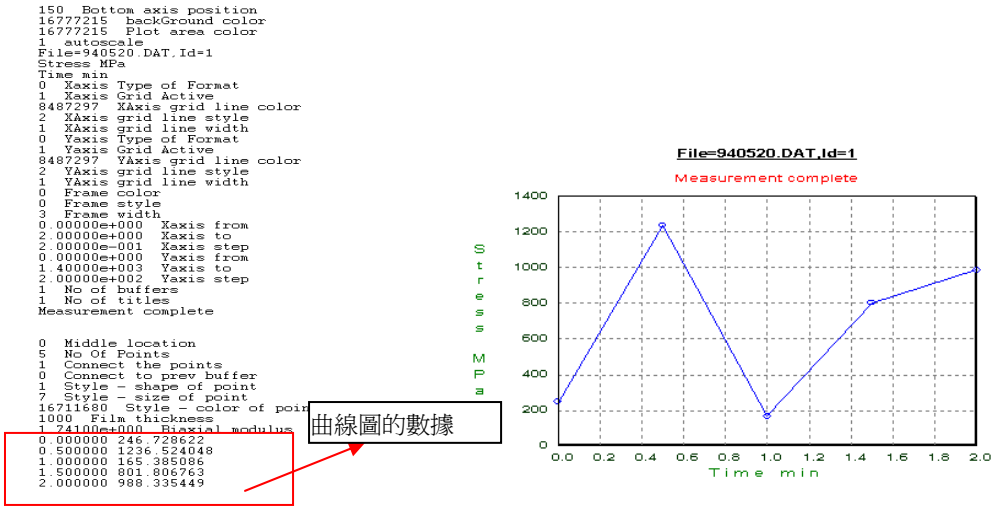
Rec	Id	Comment	Date	Temp	Radius	Stress	Film	Sub.	Elast.	Time
#							Thick	Thick	Modulus	
				°C	m	MPa	A	µm	E11 Pa	
1	1		05/21/2005	22	-8.989	N/A	N/A	500	1.741	06:15:55
2	1		05/21/2005	22	-6.562	N/A	N/A	500	1.741	06:16:57
3	1		05/21/2005	22	-19.928	7414.3	1000	500	1.741	06:17:38
4	1		05/21/2005	22	-29.355	8583.2	1000	500	1.741	06:19:26

Step3. 選定其中一列，按”Graph/Create”，即可取出該次的曲線圖。若在前面步驟沒有對圖形做存檔的動作，在此亦可從”File/Save as”存成*.grp 的檔案。

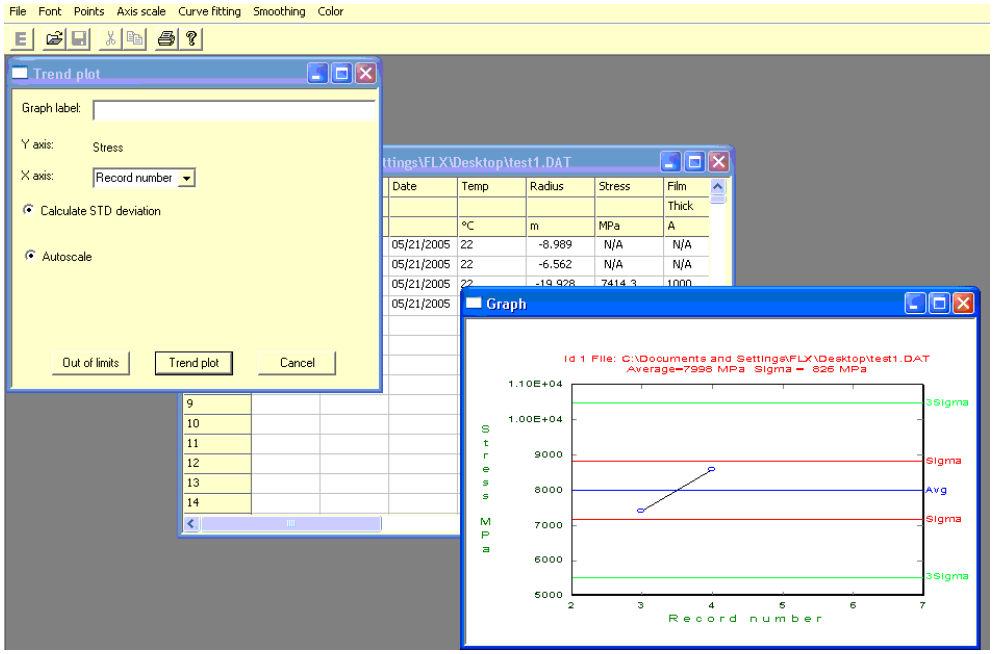


Step4. *.grp 其實是份文字檔，以記事本等文字編輯器即可開啓，下圖是一份 Time mode 得到的 grp 檔案。

本文件及文件之內容屬**成大微奈米科技研究中心**所有，謹供列印閱讀，未經許可，請勿以任何形式翻製抄襲。
This document is the property of the Mirco/Nano Technology Research Center. You are very welcome to browse and print out the document. It is extremely illegal to copy any part of this document in any forms without permission!



Step5. 回到 Step2 中的 test1.dat，選”Graph/Trend plot”，畫出四次量測結果的分佈，並計算平均值。(因 test1.dat 中有兩次量不出來—Stress 欄的數值顯示”N/A”，所以畫出來的圖只有兩點)

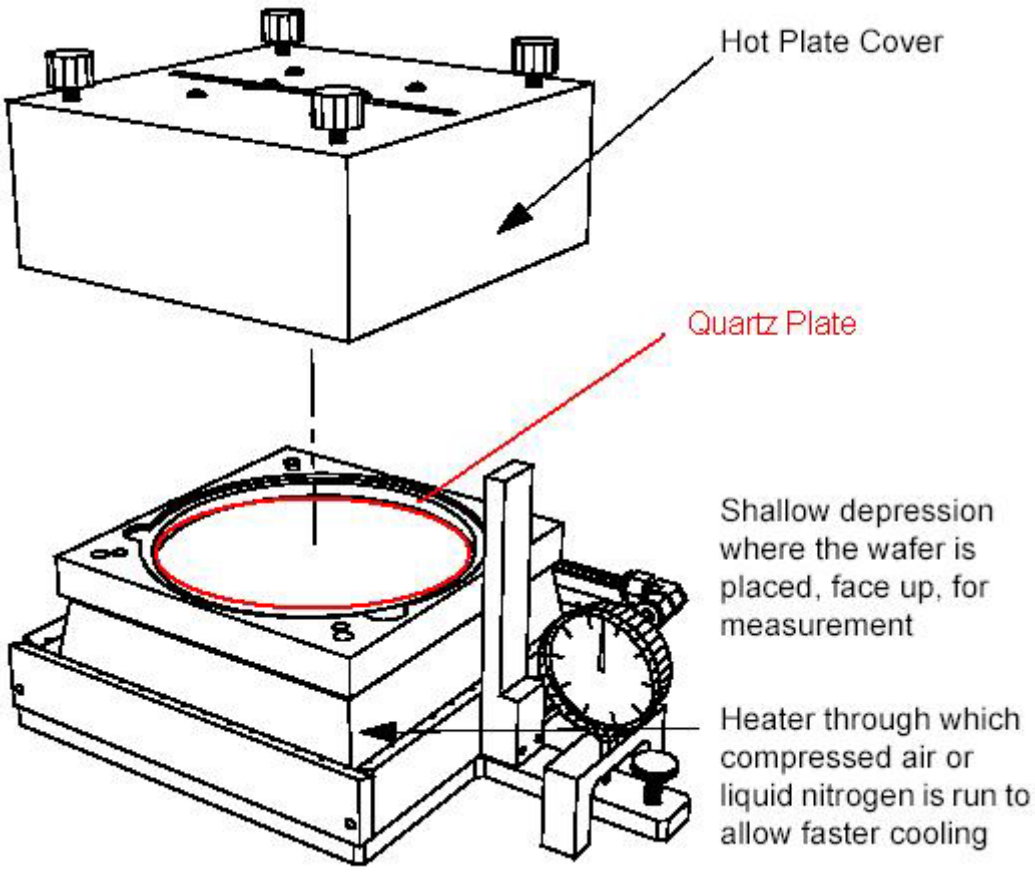


本文件及文件之內容屬**成大微奈米科技研究中心**所有，謹供列印閱讀，未經許可，請勿以任何形式翻製抄襲。
This document is the property of the Mirco/Nano Technology Research Center. You are very welcome to browse and print out the document. It is extremely illegal to copy any part of this document in any forms without permission!

三、 Stress –Temp 加溫應力量測

3-1 Wafer 放置方法

1. 打開主機門蓋，將 Wafer 置於 Locator 內, 將 Wafer 定位於中心，請記住 Wafer 放的方向。
2. 請小心取出 Wafer Locator，取出時勿移動到 Wafer。
3. 將透明石英片放置 Heater 上。
4. 蓋上升溫用不鏽鋼外罩，將四個旋扭鎖緊。
5. 將 N2 打開*極微量*，只要微量充入 Chamber 既可，量過大會造成 Wafer 震動或溫度無法有效上升。(此項為有接才使用)
6. 將 CDA 打開至> 60 psi。(此項為有接才使用)
7. 按下機台上之 Heater 與 Fan 開關(綠色按鈕)。
8. 關上門蓋。

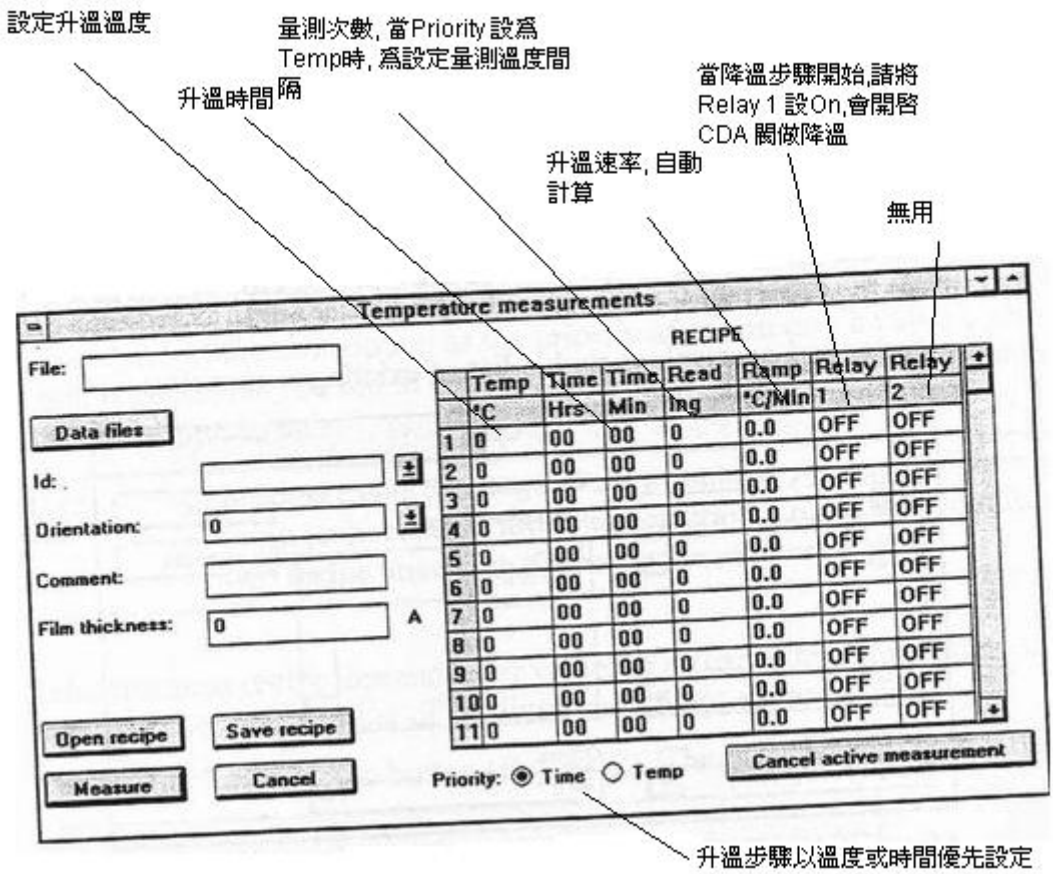


本文件及文件之內容屬**成大微奈米科技研究中心**所有，謹供列印閱讀，未經許可，請勿以任何形式翻製抄襲。
This document is the property of the Mirco/Nano Technology Research Center. You are very welcome to browse and print out the document. It is extremely illegal to copy any part of this document in any forms without permission!

3-2 軟體操作

當 Wafer 做完製程後，可做昇溫量測；選擇主選單 Measure 下之 Temperature。

1. 輸入與之前相同之檔名或按下 File 選擇，輸入與之前相同之 ID，輸入膜層之厚度（Å）。
2. 於昇溫之 Recipe 內可輸入每階段之昇溫或降溫條件，最高昇溫速率約為每分鐘 15~20℃，最高溫度為 500℃。



3. 輸入完成後，按 Measure 即開始量測，量測間會顯示溫度與量測變化，結束會顯示 Stress 之升降溫圖。

※ 注意：降溫至室溫時請將該步驟溫度設定大於室溫約 10 度(例 40℃)，以避免等待時間過長到達室溫。

3-3 其他功能

1. Data Edit & Review
   Edit 選單下選擇 Data，可叫出已存檔之資料，供檢視或繪製圖形。
2. 校正 Calibration
   隨機之 Certified Wafer 可供做定期檢測量測之正確性。請將 Wafer A 做 First 量測，將

本文件及文件之內容屬**成大微奈米科技研究中心**所有，謹供列印閱讀，未經許可，請勿以任何形式翻製抄襲。
This document is the property of the Mirco/Nano Technology Research Center. You are very welcome to browse and print out the document. It is extremely illegal to copy any part of this document in any forms without permission!

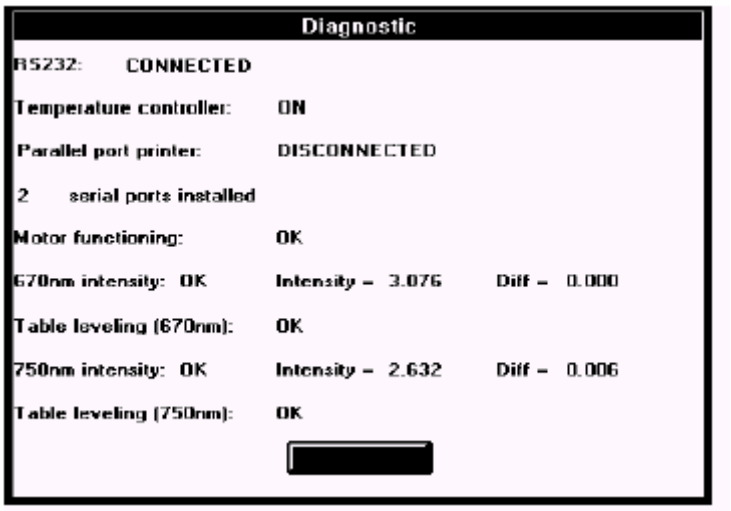
Wafer B 做 Single 量測，(參照其附之 Certified Data sheet)，看其量測值是否在標準值 ±2.5% 之規格內。

3. 雷射強度與位置檢查

a 將一 Bare Silicon Wafer 至於主機 Chamber 內。

b. 執行主選單 Utilities 下之 Diagnostics。

c. 當顯示放入一 Bare Silicon Wafer 時，按 OK。



d. 畫面上會顯示 650nm 與 750nm 雷射之強度（Intensity）及位置（Diff），若雷射位置無誤，則 Table Leveling 會顯示 OK；否則會顯示 CW 或 CCW 令你將主機內晶片載台旁之水平調整鈕順時針或逆時針旋轉調整，調整至 Table Leveling 顯示 OK 既可。(此時 Diff 值應介於±0.1 之間)

e. 雷射強度 Intensity 一般界於 2.0 ~ 3.2 之間。

f. 若調整均無法回覆正常值，請檢查 Wafer 是否放正放平。

本文件及文件之內容屬**成大微奈米科技研究中心**所有，謹供列印閱讀，未經許可，請勿以任何形式翻製抄襲。
This document is the property of the Mirco/Nano Technology Research Center. You are very welcome to browse and print out the document. It is extremely illegal to copy any part of this document in any forms without permission!