

行政院國科會尖端科技計劃第二年報告

* 具網路連結功能之半導體製造集結式機台-子計劃四： *
* 網路式量測單元之開發:橢偏儀介面及遠端使用者介面 *
* Network Ready Semiconductor Manufacturing Cluster Tools- *
* Development of Network Ready Metrology Unit: *
* Ellipsometer Interface and Remote User Interface *

計劃類別： 個別型 整合型

計劃編號：NSC 88-2218-E-0C2-005

執行期間：88年8月1日至89年7月31日

整合型計劃：總計劃主持人：呂秀雄
子計劃三主持：李世光

註：整合型計劃，總報告與子計劃成果報告請分開編印
各成一冊，彙整一起繳送國科會。

處理方式： 可立即對外提供
 一年後可對外提供參考
 兩年後可對外提供參考
(必要時，本會得展延後發表時限)

執行單位：國立台灣大學應用力學研究所

中華民國八十九年九月十八日

摘要

本子計畫係配合總計畫--"具網路連結功能之半導體製造集結式機台(Network Ready Semiconductor Manufacturing Cluster Tools)"提出的主要目的在進行網路式量測單元之開發，期望將集結式機台之其中一槽當作橢偏儀(ellipsometer)量測槽，以利半導體製程設備之線上檢測。由於總經費之限制，本子計畫目前以進行先期建構橢偏儀介面及遠端使用者介面為主要階段目標，並於第二年嘗試自組低成本之微型橢偏儀，並建立與半導體製造集結式機台整合之相關軟硬體，目前已有初步成果，並持續不斷改進研製目標當中。

在子計劃四中，將集結式機台之其中一槽當作橢偏儀量測槽，由於目前之半導體製造集結式機台之各槽上方有一觀測窗隔開，致使欲實施能夠變更入射角之橢偏儀量測變的極為困難。綜觀各橢偏儀製造商，雖然迄今尚無可透過一個觀測窗來實施變更入射角量測之商用橢偏儀，但本計劃歷經第一年之系統分析與研究，發明出一種利用像差校正之準拋物面鏡式迷你橢偏儀，將可以解決上述所提欲透過觀測窗進行入射角變更之橢偏儀量測難題，且同時可以進行變入射角橢偏術之測量，第二年度計劃目標橢偏儀原型機 PEARL 已試製完成，取得中華民國發明專利，並正由國科會申請美國專利中，也完成系統與集結式機台光機設計硬體介面參數整合工作，目前於系統上實施光學調校與薄膜量測工作，以期完備系統功能與提高重覆性，若此目標一旦施行成功，將為全球首次解決此問題。

一、研究目標與系統規格

由於第一年已研發規劃創新像差校正準拋物面鏡式之橢偏儀，因此在第二年持續研發工作，將朝實際研製上述創新迷你橢偏儀努力。主要工作敘述如下：

1. 橢偏儀介面部分

- (1) 設計及製作創新迷你橢偏儀
- (2) 評估及選擇真空環境適用之 X-Y 移動平台。
- (3) 設計及製造橢偏儀量測槽：配合集結式機台之共同介面及已選用之橢偏儀組態，設計及製造橢偏儀量測槽。
- (4) 訂定軟體傳輸介面規則。
- (5) 測試軟體介面。

2. 遠端使用者介面部分

- (6) 架設網路伺服器

將於 Microsoft NT 作業系統下架設 Microsoft Internet Information Server (IIS) 以提供 World Wide Web (WWW) 服務，並架設 ODBC 程式作為 IIS 與 SQL Server 間之介面。

- (7) 撰寫使用者界面程式

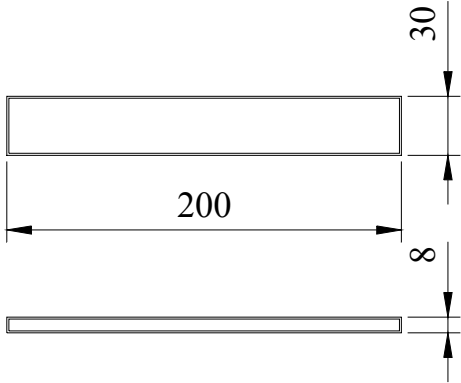
第一階段以靜態網頁為主，將利用 Microsoft FrontPage 98 編譯器以及 HTML 語法撰寫網頁，網頁內容以計畫近況以及共用技術資料為主體。第二階段以動態網頁為主，仍以 Microsoft FrontPage 98 編譯器以及 HTML 語法撰寫網頁，並利用 Active Server Page (ASP) 聯結 SQL Server，將 SQL 資料庫內容透過 IIS 傳送給遠端使用者。

集結式機台橢偏儀界面規格

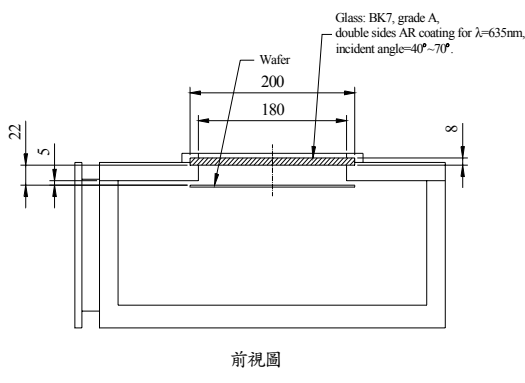
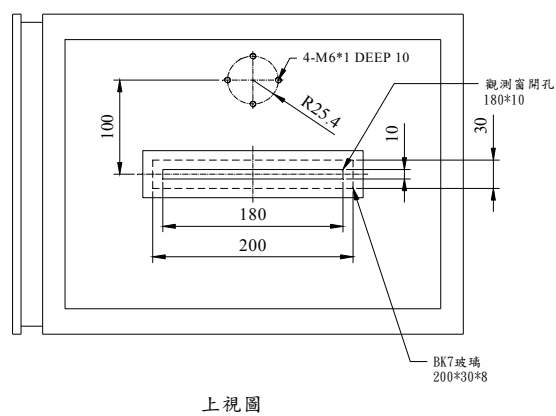
1. 界面規格圖：見上視圖、前視圖及右視圖。
2. 界面規格：
 - (1) 模擬腔之上蓋板須做觀測窗開口：180mm×10mm。
 - (2) 觀測窗：

Specification no.:	Rectangular parallel window
S 18	window

1. Dimensions: 200×30×8mm
2. Material: BK7, grade A
3. Surface flatness: $\lambda/10$ @ 633nm
4. Surface quality: 10/5 (Both sides)
5. Parallelism: ≤ 10 sec
6. Dimension tolerance: +0.00/-0.20mm
7. Thickness tolerance: ± 0.25 mm
8. Clear aperture: 90% of area
9. Bevel: 0.3mm(max)×45°
10. Surface irregularity for peripheral surface: $\lambda/10$ @ 633nm
11. AR coating: Both sides for $\lambda=635$ nm,



3. 模擬腔之上蓋板須做 4 個螺孔，詳上視圖。
4. 晶圓之上表面距上蓋板之底面 5mm。
5. 晶圓之上表面距觀測窗玻璃板之底面 22mm。



二、計劃執行進度與成果

(一)創新迷你橢偏儀之研製 PEARL (Paraboloidal Ellipsometer with Accurate Retardance and Latitude)

目前已完成拋物面鏡式之創新迷你橢偏儀之設計與製造，目前正進行此錐形機之量測，以進行系統之評估與改良，並針對集結式機台穿透玻璃量測進行準拋物面鏡之設計與製造。

A. 硬體部分

1. 準拋物面鏡之參數化設計: 系統參數

d- 玻璃厚度, L- 焦頂距, ϕ - 入射角 由 Snell 定律

$$n_1 \sin(90 - \theta) = n_2 \sin \phi$$

$$\phi = \sin^{-1} \left(\frac{n_1 \sin(90 - \theta)}{n_2} \right)$$

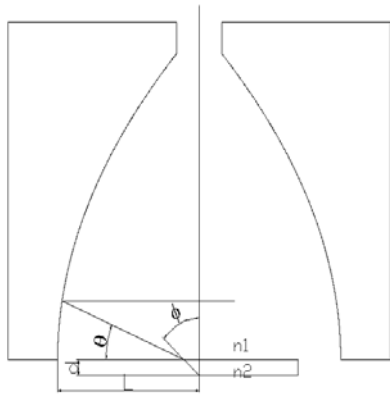
$$\theta = \sin^{-1} \left(\frac{n_1 \sin \phi}{n_2} \right)$$

$$C = L - d \tan \phi$$

$$r = \frac{2c}{1 + \cos \theta}$$

因此可得參數化準拋物面鏡之參數座標

系統架構之初步設計圖

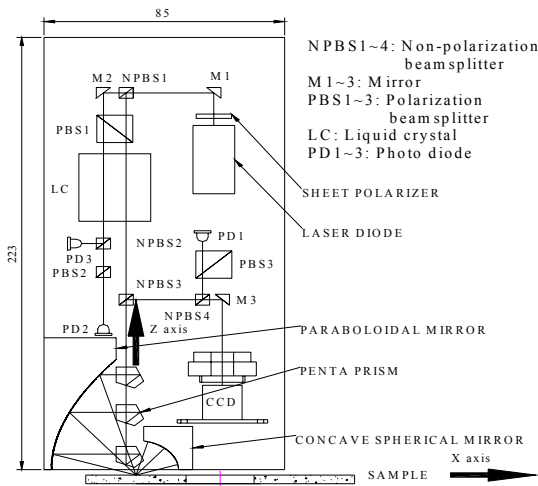


```

n0 = 1
n1 = 1.4
l = 100
d = 30
phi = 0
thi = 0
c = l - d * Tan(phi)
q = 1000
pt1(0) = 0
pt1(1) = 0
pt2(0) = r * Sin(thi)
pt2(1) = r
Dim lineobj As AcadLine
For i = 0 To q
    pt2(1) = r * Sin(thi)
    pt2(0) = r
    phi = phi + (45 / q * 3.1415926 /

```

- | | |
|--------------------------------------|-----------------------------------|
| Polarization Control Unit | Polarization Analysis Unit |
| L: Light source | W: Concave spherical mirror |
| NPBS: Non-polarization beam splitter | X: Paraboloidal mirror |
| R: Mirror | Y: Attenuator |
| P: Linear polarizer | S: Sample |
| M: Retarder | Q: Penta prism |
| A: Analyzer | |
| D: Detector | |



```

180)
    thi = Atn(n1 / n0 * Sin(phi) / (1 -
(n1 / n0 * Sin(phi)) ^ 2))
    r = c * 2 / (1 + Cos(thi))
    Set lineobj =
ThisDrawing.ModelSpace.AddLine(pt1,
pt2)
    ThisDrawing.Application.ZoomAll
    pt1(0) = pt2(0)
    pt2(1) = pt2(1)
Next i
End Sub

```

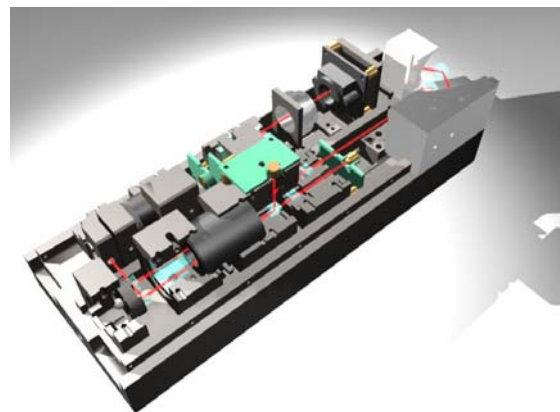
3. 創新橢偏儀之原型機之研製成果

2. 以 Visual Basic 進程式碼之編譯

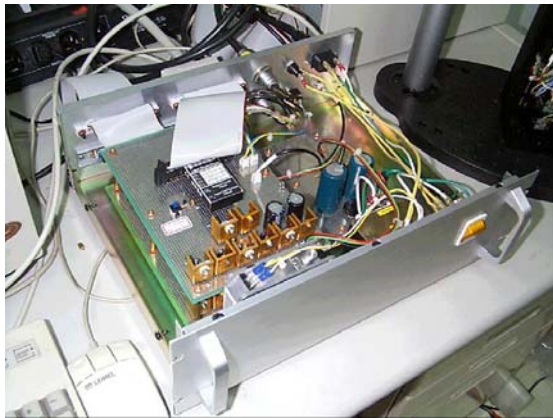
```

Public Sub modified_parabolic_profile()
'此為參數化之修正拋物面鏡設計
Dim pt1(0 To 2) As Double
Dim pt2(0 To 2) As Double
Dim r As Double
Dim c As Double
Dim l As Double 'l 為焦頂距
Dim d As Double 'd 為玻璃厚度
Dim thi As Double 'thi 為觀測窗之入射角
Dim phi As Double 'phi 為玻璃折射角
Dim q As Double
Dim n0 As Double 'n0 為空氣折射率
Dim n1 As Double 'n1 為玻璃折射率

```



電腦輔助設計



系統電子電路設計與製作



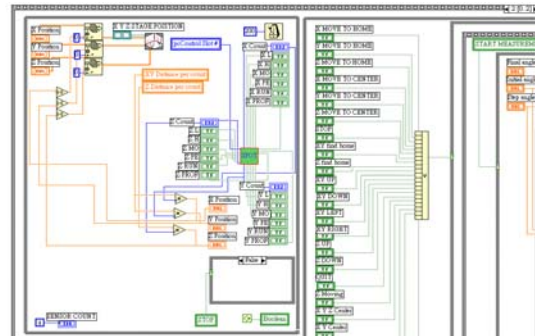
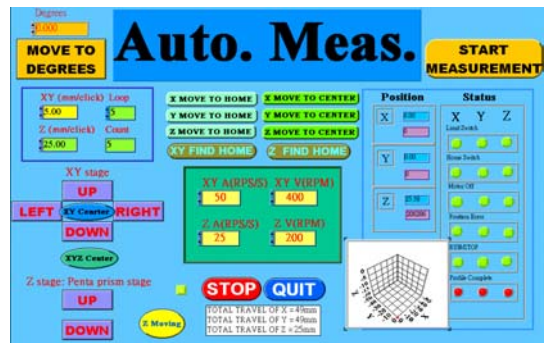
機光電設計與製作



Network Ready & PC-Based 光學系統
軟體與硬體整合

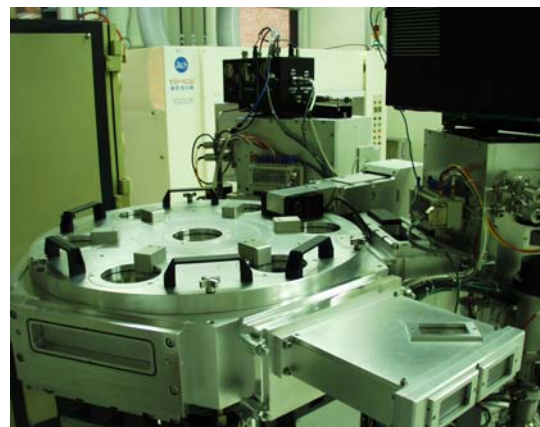
B. 軟體部分

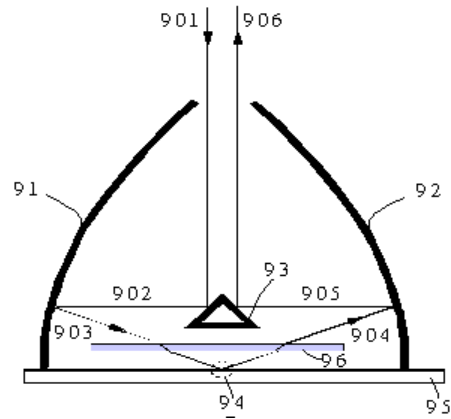
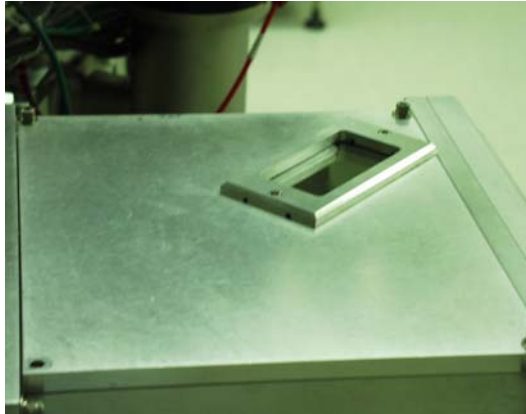
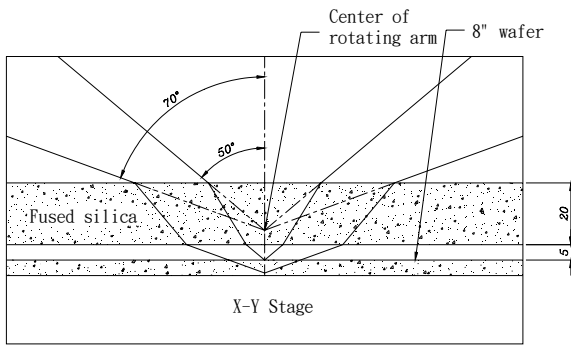
完成 Local 端之系統校準、系統控制、
初步量測



(二) 橢圓儀與集結式機台整合

取得集結式機台之介面參數: 如觀測窗玻璃厚度與折射率、操作器與觀測窗之高度後, 以程式化調整所需要的光學機構設計來精準控制光束角度, 以利橢圓儀之介面順利整合, 目前的設計將準拋物面鏡委託北京機床研究所超高精密研究室以五軸鑽石加工機製作。





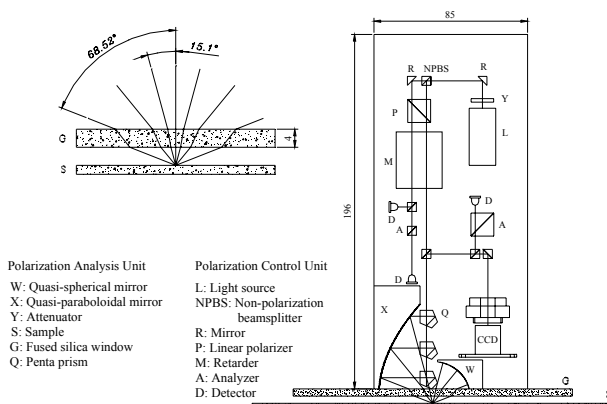
三、結論

第二年原定目標下，計畫執行順利，正持續進行整體系統之改進中。

1. 針對集結式機台橢偏儀，設計透觀測玻璃之準拋物面鏡進行光學分析軟體 CODEV 與 LightTools 分析、設計與製造。
2. 對於創新迷你橢偏儀之原型機，進行系統效能測試與評估，並著手進行系統。
3. 嚐試與真空量測槽組立。
4. 完成與資料庫聯結及動態網頁程式撰寫。

四、參考文獻

1. Abeles, F., "Methods for determining optical parameters of thin films," *Progress in Optics*, 2, Wolf, B., Ed., North Holland (1963)
2. Archer, O., E. Bigan, "Improvement of phase-modulated ellipsometry," *Rev. Sci. Instrum.*, 60 (1), 65-77 (1989)
3. Azzam, R. M. A. and N. M. Bashara, *Ellipsometry and Polarized Light*, North-Holland, New York, New York (1988).
4. Bermudez, V. M., and Ritz, H., "Wavelength-scanning polarization-modulation ellipsometry: some practical considerations," *Appl. Opt.* 17, 542-548 (1978)



三、專利與論文發表

1. 本計劃項下發明“一種具大角度變換且可精準控制光束角度之光學機構”已於中華民國八十九年三月二十九日獲經濟部智慧財產局專利核准。
2. 由國科會申請美國專利中。

5. Borgogno, J. P. and Pelletier, E., "Determination of the extinction coefficient of dielectric thin films from spectrophotometric measurements," *Appl. Opt.* **28**, 2895-2900 (1989).
6. Bosch, Salvador., "Ellipsometry: a tool for surface analysis," *European Microscopy and Analysis*, **9**, 13-15 (1991)
7. Ellipsometric Parameters Δ and Ψ and Derived Thickness and Refractive Index of a Silicon Dioxide Layer on Silicon; NIST Special Publication 260-109 (1988).
8. Chen, L. Y. and D. W. Lynch: *Appl. Opt.* **26**, 5221 (1987). Chu, Cheng-Wei, Lee, Cheng-Chung, "Phase-Shifting Ellipsometer," *Jpn. J. Appl. Phys.* **33(1)**, 8, 4769-4772 (1994)
9. Chandrasekhar, S., *Liquid Crystals*, Chap. 3, Cambridge University Press, New York, .
10. 李孝文, 李世光. "積成式球體分析儀," 中科院國防計劃 CS 85-0210-D-002-017 (1995)
11. 李孝文, 李世光. "相位解析式橢圓偏光儀," 台灣光電產業技術發展會論文特刊, (1997)
12. 李孝文. "積分球橢偏儀," 台灣大學博士論文, (1997)
13. 李兆祐, 李世光. "像差校正準拋物面鏡式迷你橢偏儀," 第十一屆自動化科技研討會刊, (1999)
14. 李兆祐, "精準相位延遲拋物面橢偏儀," 台灣大學博士論文, (1999)