

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

多電子束微影系統設計--子計畫一：多電子束微影系統腔體結構之設計與分析(I) 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：整合型
計畫編號：NSC 95-2221-E-002-434-
執行期間：95年08月01日至96年10月31日
執行單位：國立臺灣大學機械工程學系暨研究所

計畫主持人：劉正良
共同主持人：鍾添東
計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理：陳子揚、楊捷仁

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 97年01月31日

多電子束平行掃瞄微影系統設計

一子計畫一：多電子束平行掃瞄微影系統腔體結構之設計與分析

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 95-2221-E-002-434

執行期間：95年08月01日至96年07月31日

計畫主持人：劉正良 教授

共同主持人：顏家鈺 教授、鍾添東 副教授、蔡坤諭 助理教授、王富正 助理教授

計畫參與人員：陳子揚、楊捷仁

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)：精簡報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：

中 華 民 國 96 年 09 月 30 日

多電子束平行掃瞄微影系統設計

一子計畫一：多電子束平行掃瞄微影系統腔體結構之設計與分析

計畫編號：NSC 95-2221-E-002 -434

執行期限：95 年 08 月 01 日至 96 年 07 月 31 日

主持人：劉正良 教授 國立台灣大學機械系

共同主持人：鍾添東 副教授國立台灣大學機械系

計畫參與人員：陳子揚、楊捷仁

一、中英文摘要

中文摘要

本子計畫進行電子束平行掃瞄微影系統之腔體之設計與分析。多電子束平行掃瞄微影系統之腔體結構包含腔體、電子柱與試片平台等。首先，參考現有的掃瞄式電子顯微鏡以進行腔體結構之設計，並且根據設計需求訂立腔體結構之規範；同時也建立一個參數化繪圖程式，可在電腦輔助設計軟體中自動產生腔體結構之三維實體模型。接著進行腔體結構之有限元素結構分析，例如自體重量之變形、高度真空條件之變形與振動分析等，以確認符合設計規範。

關鍵詞：腔體、參數化繪圖

ABSTRACT

The purpose of this sub-project is to design and analyze the chamber structure of an E-beam based massively parallel maskless lithography system.

The chamber structure includes the chamber, the electron column, and specimen stage. First, a chamber structure is designed based on an existing scanning electron microscopy, and structural specifications of the chamber are defined according to the design requirements. A parametric modeling program is also developed for automatically generating 3D solid model of the chamber structure in a CAD software. Second, a series of finite element structural analysis for the chamber structure, such as deformation due to self weight, deformation due to high vacuum condition, and vibration analysis is also carried out to check the design specifications.

Keywords: chamber、parametric modeling program

二、前言與研究目的

半導體製程的進步日新月異，產業界對大型積體電路的要求也一日比一日嚴苛，以往所謂次微米的技術今日已經減小到點 13 的製程，而產業界並不以此為滿足，仍然不斷的尋求繼續縮小積體電路尺寸的方法。而在眾多的製程方法中，「電子束微影」目前被認為是最具有潛力發展成為次世代半導體製程設備的技術。本計畫因此著手於「電子束微影系統」的開發，從自行設計規劃此系統的電子光學系統與腔體來檢討目前「電子束微影系統」在實際應用上所遭遇的困難，並提供改進設計。

本計畫的目的是進行多電子束平行掃瞄微影系統結構設計與分析，並設計出腔體結構與電子柱結構。腔體內部安置有多自由度微動平台，用於移動試片到達量測位置；腔體結構上有插件孔，可供操作員插入相關的量測設備，如圖 2-1 所示，例如二次電子偵測器，紅外線量測器、X 射線偵測器、真空度感測器等，以獲得充分的試片資訊。電子柱用於安裝電子槍與電磁線圈，並且具有足夠之結構強度維持相關元件之位置。



圖 2-1 掃瞄式電子顯微鏡之外觀構造

三、文獻探討

多電子束平行掃描微影系統之組件數量眾多且造型複雜，為了方便各子計畫的連結及必要的尺寸修改，所以可以利用電腦輔助設計進行參數化設計，以便縮短設計時間及節省成本，而一般較常用的 CAD 參數化實體模型繪圖軟體如 AutoCAD、MDT 或 Pro/ENGINEER 等。Prasead 和 Somasundaram[1]在1992年發展了一套名為 Computer-Aided Die Design System (CADDs) 的參數化實體模型設計系統，此系統使用 Fortran77 與 AutoCAD 內建之程式語言 AutoLISP，撰寫成巨集程式來進行參數化設計，並利用此系統應用於汽車中 sheet-metal blanks 的設計。

由於電腦科技快速的進步，電腦具有好的分析能力及資料處理速度，對於多電子束平行掃描微影系統上各種複雜結構，大部分可以利用 CAE 電腦輔助分析進行結構分析的方式來取代。使用電腦模擬、分析除了可以減少真正做實體測試實試的次數以大幅降低製造成本，也能瞭解 SEM 結構於不同負載作用後的行為及其行能，評估設計是否符合需求及提供後續設計使用。這對於 SEM 之設計變更或新結構之開發設計有很大的幫助，亦可縮短分析時間及節省成本。常用的 CAE 商業有限元素分析軟體有 ANSYS 和 Nastran 等。Hieke[2]在1999年使用 ANSYS 內建之參數化程式語言 APDL (ANSYS Parametric Design Language) 撰寫成之巨集程式 (macro file) 自動進行 3D capacitance in on- and off-chips 的結構分析。

電子槍所產生的電子束必須在高度真空的環境中運動。若腔體內具有空氣，經過的電子束會將氣體分子分解成離子，並且因為電壓的牽引會令離子往陰極或陽極移動。當離子到達陰極發射口時會形成部分的短路，造成電子槍的損壞並且縮短電子槍的壽命。因此高度真空的腔體是保護電子槍的

重要設計。除了將空氣抽成真空外，真空壓縮機的選擇也是很重要的。一般而言，壓縮機會具有潤滑聚合物，例如潤滑用油，它們在真空下會容易揮發，然後在物體表面形成覆膜(coating)。對於電子槍或試片而言，揮發的聚合物是很嚴重的污染物。因此，選擇乾淨的壓縮機是非常重要的工作。Gnauck[3]在一份技術報告中提到了下圖 3-1 之 SEM 真空系統。此真空系統分成四個區域，在電子槍附近的壓力與電子柱上層的真空是由兩個離子式真空幫浦(Ion Getter Pumps, IGP)產生，電子柱下層的真空則是由(Turbo Molecular Pump, TMP)分子渦輪幫浦產生，試片腔體之壓力則是由乾式旋轉壓縮機結合尖口筏門所調整。

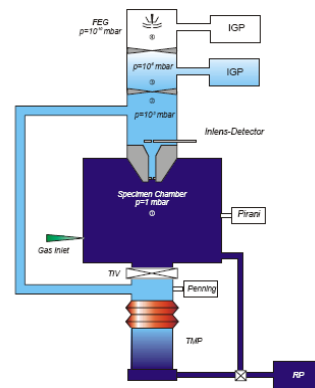


圖 3-1 SEM 的真空系統[3]

Schamber[4]等人敘述了一種真空裝置，如圖 3-2 所示，可以避免真空壓縮機會油封之潤滑油在汽化時，對電子槍或試片產生污染，提高試片的量測精度。

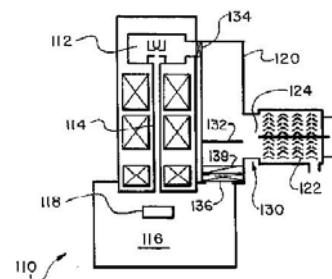


圖 3-2 SEM 的真空系統[4]

四、研究方法

4.1 真空系統配置

根據文獻中的設計，配合此次計畫的需求，對系統管路的連結與配置作出了如圖 4-1 的更改設計，其中電子柱與腔體所需的真空度各為 10^{-8} 與 10^{-5} Torr，幫浦方面採用離子幫浦、迴轉幫浦以及擴散幫浦，因為幫浦的運作啟動壓力各有所不同，所以使用單一幫浦沒辦法達到所需的高真空度，需要多個幫浦相互搭配才能達到需求，以離子幫浦為例，離子幫浦的運作壓力大於 10^{-5} Torr，所以此系統一開始僅先啟動迴轉幫浦，待迴轉幫浦抽至 10^{-2} Torr後再啟動擴散幫浦，等待擴散幫浦抽至 10^{-5} Torr，最後再啟動離子幫浦抽至 10^{-8} Torr。此外，由於擴散幫浦本身有油氣回流的問題，為避免油氣回流影響真空系統的真空度，故在擴散幫浦的前方裝置一油氣捕捉陷阱以解決油氣的問題。

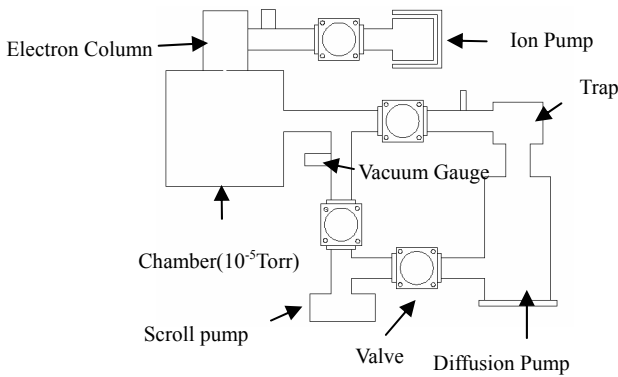


圖 4-1 真空系統配置圖

4.2 氣導(Conductance)

(一) 氣體的平均自由動徑

平均自由動徑(free mean path) λ 定義一個粒子碰撞到其他粒子前所走的平均距離，氣體的平均自由動徑可用下式計算：

$$\lambda = \frac{1}{n\pi d^2} \quad (4.1)$$

(4.1) 式中， d 為氣體分子的直徑， n 為單位體積的分子數。一個氣體之黏滯特性可由 Knudsen number (K_n) 來定義，其表示式為：

$$K_n = \frac{\lambda}{d} \quad (4.2)$$

當 $K_n < 0.01$ 時的氣體分子為粘滯流， $0.01 < K_n < 1$ 時的氣體分子為過渡流， $K_n > 1$ 時的氣體分子為分子流。

(二) 氣導

氣流通量(throughput) Q 的定義為在特定溫度中單位時間內通過真空系統斷面的氣體數量，亦即 $d(PV)/dt = Q$ 。在穩定狀況時，氣導(C) 的定義為單位壓力差下的氣流通量。假設 P_1 、 P_2 為一管路在其兩側斷面的壓力，則氣導公式為：

$$C = \frac{Q}{P_2 - P_1} \quad (4.3)$$

當真空環境下的氣流為黏滯流時，通常已無亂流(turbulent flow)發生，故均可採用層流理論來計算管路的氣導，在管路為長直管時，根據Hagen-Poiseuille's公式可得知管路中的氣流通量為：

$$Q = \frac{\pi d^4}{128\eta l} \frac{P_1 + P_2}{2} (P_1 - P_2) \quad (4.4)$$

上式(4.4)中的 l 為管長， η 為黏滯係數(viscosity)，其單位為g/cm-s。當真空環境下的氣流為分子流時，長直管之氣導可由下式計算：

$$C_{tube} = \frac{\pi}{12} v \frac{d^3}{l} \quad (4.5)$$

其中上式(4.5)中的 v 為分子速率，當氣流為分子流，但管路僅為一薄壁小孔時，其氣流通量由下列式子表示。

$$Q = \frac{KT}{4} v A (n_1 - n_2) = \frac{v}{4} A (P_1 - P_2) \quad (4.6)$$

由上式(4.6)推導，氣導可表為(4.7)式。

$$C = \frac{Q}{P_1 - P_2} = \frac{v}{4} A \quad (4.7)$$

在(4.7)式中， A 為開孔面積，其單位為 cm^2 ，假設在 22°C 大氣環境條件下，我們可得下述(4.8)式。

$$C = 11.6A \quad (4.8)$$

氣導的計算方式隨著管路配置的不同，其氣

導也會有所不同，其計算方式與電阻計算方法類似，當管路並連時，氣導可表示為下列式。

$$C_T = C_1 + C_2 + C_3 + \dots \quad (4.9)$$

當管路並連時，氣導則可表示為下列式子。

$$C_T = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots} \quad (4.10)$$

(三)有效抽氣速率

假設幫浦本身的抽氣速率為S，則經過管子傳達對真空腔體實際的有效抽氣速率為 S_{eff} ，圖4-2為簡單的幫浦腔體連結示意圖，用以表示幫浦抽氣速率與有效抽氣速率間的關係，而有效抽氣速率的推導如下。

$$Q = C(P_1 - P_2) = P_1 \times S_{eff} = P_2 \times S$$

$$S = C \left(\frac{P_1}{P_2} - 1 \right)$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{S}{S_{eff}} = \frac{S}{C} + 1 = \frac{S + C}{C} \quad (4.11)$$

$$S_{eff} = \frac{S \times C}{S + C} = \frac{S}{1 + \frac{S}{C}} \quad (4.12)$$

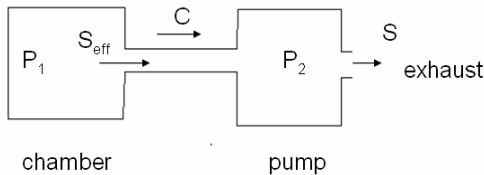


圖4-2抽氣示意圖

(四)腔體與電子柱間的設計

圖4.3為電子柱與腔體間的鑽孔氣導示意圖，其中的電子柱所需壓力為 10^{-8} Torr腔體所需壓力為 10^{-5} Torr。

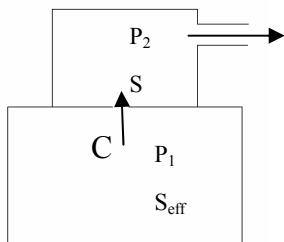


圖4-3 腔體與電子柱間小孔的氣導

依據上述公式，我們概略計算出腔體與電子柱間的開孔直徑大小與抽氣幫浦速率間的關係。

假設兩腔室之間的開孔直徑為5cm，面積 $A=19.634(\text{cm}^2)$ ，根據(4.8)式可求得C值為：

$$C=11.6A=227.7544 \text{ (L/s)}$$

P_1 、 P_2 分別以 10^{-8} 及 10^{-5} (Torr)代入(4-11)式可求得所需的幫浦抽氣速率為：

$$\frac{10^{-5}}{10^{-8}} = \frac{S}{227.7544} + 1$$

$$S=227526.64(\text{L/s})$$

我們選取的離子幫浦抽氣速率為400(L/s)，再代回(4.11)式與(4.8)式可得面積

$A=0.0345(\text{cm}^2)$ ，相當於直徑0.2 (cm)的圓孔。

由上述的計算得知，在不考慮釋氣下，若用離子幫浦，兩腔室間所能開的孔徑直徑大小為0.2 (cm)，若想開直徑5cm的孔，所需的幫浦抽氣速率為227526.64(L/s)，目前市面上還未看到此規格的幫浦，所以我們設計必須作必要的修改，此計劃的腔體也依據此結論作了變更設計。

4.3 真空材料

(一) 釋氣

欲達到高真空度，除了需要適當的真空幫浦配合之外，還要考慮釋氣的影響。釋氣主要來源包括：金屬表面吸附氣體、真空幫浦回流的氣體、金屬間細縫所夾藏的氣體等等，這些不斷釋出的氣體是影響腔體真空度的主要因素之一，圖4-4為釋氣來源示意圖。

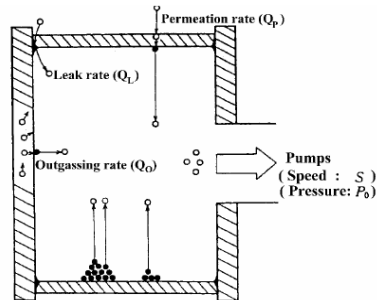


圖4-4 釋氣來源示意圖[5]

總釋氣率(Q_T)可表示為:

$$Q_T = Q_O + Q_L + Q_P \quad (4.13)$$

其中，釋氣 Q 的單位為 $\text{Pa m}^3/\text{s}$ 。令腔體的壓力為(P)，它可以被定義如下：

$$P = \frac{Q}{S} \quad (4.14)$$

(4.14)式中， P 為真空系統中的理論壓值； Q 為上面所提到的釋氣； S 為幫浦抽氣速率，單位為 m^3/s 。從公式(4.14)我們可以知道，由於幫浦速率為固定值，影響真空度最主要是由公式中的 Q 來決定，所以想達高真空度就必須從降低釋氣率著手。

降低釋氣有一些比較簡單的方法可以參考，在抽真空前，我們可以做無油的加工、化學清洗等處理。實驗時也要戴手套及口罩防止外來濕氣對腔體的干擾，動作前可用酒精等化學藥劑先行擦拭腔壁，以清除表面髒污。此外，我們也可以透過烘烤的方式來降低釋氣率，如圖4-5。

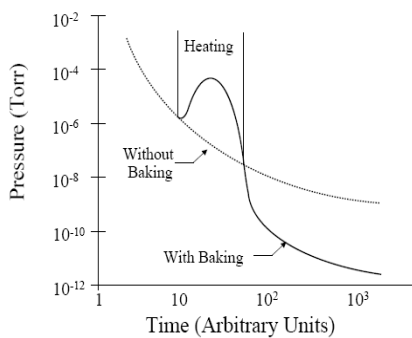


圖4-5 烘烤除氣真空度曲線圖[5]

由圖4-5可知，經過烘烤除氣處理比未經處理的部份更輕易達高真空度。沒經過處理的曲線，因為會有氣體吸附或是藏在金屬材料之中不易排除，到達一定的真空度之後

曲線會呈緩慢下降的趨勢，甚至停滯。烘烤除氣處理方法，可在腔體外部罩上電熱毯烘烤腔體結構，以逼出藏匿的氣體，有助於到達高真空度，從圖4-5中可明顯看到此結果。

(二)材料選擇

除了烘烤處理，影響釋氣的主要因素還有加工材料的選取，下列表格2.1為適合在高真空環境下操作的一些相關材料。

表4.1 高真空度系統適用材料表[5]

元件名稱	高真空用材料	超高真空用材料	功能
容器及內部元件	不銹鋼、鋁合金	不銹鋼、鋁合金、銅	高硬度
密封墊圈	橡皮(O-ring)、塑膠、銅、鈦	Viton、銅、金、鈷、鈦、Inconel	低硬度
視窗	玻璃	玻璃、藍寶石(Sapphire)、石英(Quartz)	高透光性
電氣用元件	銅、鎳、金	銅、鎳、金	高導電度
絕緣用元件	橡皮、纖維、玻璃、陶瓷	高密度陶瓷、Macor、PBN	高電阻
潤滑劑	低蒸氣壓油、油脂(Grease)	鈷、二硫化鈷、銀	低摩擦
加熱元件	鎳鉻合金(Nichrome)、鈦	鈷、鎢、鈦	高熔點
冷卻元件	銅、鋁	銅、鋁	高熱導性
機構元件	銅合金、不銹鋼	銅合金、Inconel、不銹鋼	高強度
幫浦元件	碳鋼、不銹鋼、鋁合金	不銹鋼、鋁合金、陶瓷、鈦、鎢合金	
測量元件	玻璃、白金、鈷、鎢	鎢、鈷	

我們腔體結構選取材料以不鏽鋼、銅、鋁合金為主，這些材料的共通特性為低釋氣率。釋氣是影響真空度非常重要的一個環節，表4.2為一些常用真空材料的釋氣率整理。

表4.2 材料釋氣率表[6]

Approximate outgassing rates to use for choosing vacuum materials or calculating gas loads
(All rates are for 1 hour of pumping)

Vacuum Material	Outgassing Rate (torr liter/sec/cm ²)
Stainless Steel	6×10^{-9}
Aluminum	7×10^{-9}
Mild Steel	5×10^{-9}
Brass	4×10^{-9}
High Density Ceramic	3×10^{-9}
Pyrex	8×10^{-9}

Vacuum Material	Outgassing Rate (torr liter/sec/linear cm)
Viton (Unbaked)	8×10^{-7}
Viton (Baked)	4×10^{-8}

不鏽鋼具有低釋氣率、容易焊接、抗腐蝕的特性；銅可以用於電鍍、焊接及真空電線，且釋氣率也相當的低；鋁合金以 6061-T6 最為廣泛使用，且釋氣率在 8×10^{-7} 到 5×10^{-13} (Torr Liter/sec cm²) 之間，經過真空烘烤處理後，釋氣率甚至可以比不銹鋼低。

4.5 腔體結構之設計

對於結構設計，首先要瞭解各部位功能。腔體結構提供電子束微影系統量測與操作的空間，內部為真空環境並且具有移動試片的微動平台，結構上的插孔可插入各式量測儀器，如圖 4-6 所示，例如 X 光射線能量散佈分析儀(EDS, energy dispersive X-ray analyzer)、X 光射線波長散佈分析儀(WDS, Wavelength Dispersive X-ray Spectroscopy) 等，提供各式量測儀器伸入內部取得資訊。

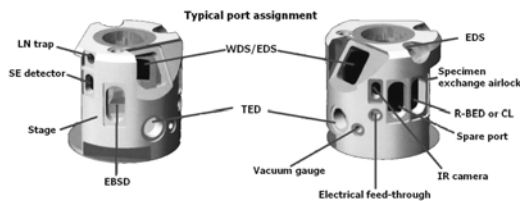


圖 4-6 腔體插孔與相關插件示意圖

由於多電子束平行掃描微影系統之組件數量眾多且複雜，因此需要一套系統化之設計實體模型，方便各子計畫之間之交流與討論。首先在多電子束平行掃描微影系統的概念設計過程，我們需要利用電腦軟體輔助，繪製結構之主要元件實體模型，並檢視概念設計之可行性。因此需要將電子束平行掃描微影系統作參數化繪圖處理，方便在尺寸需要修改或是零件模型與配置需要改變時，僅需改變預先訂定的設計參數即可將多電子束平行掃描微影系統模型重新繪製。

在本計畫中，為方便設計人員更改尺寸，於是將元件做參數化設計，此舉可輕易地重新繪製實體模型，避免重複繁雜的繪製工作，同時降低不必要的花費，亦可加快設

計流程。針對多電子束平行掃描微影系統之細部零件進行模型繪製，建立方式大致流程如下：

1. 首先定義各部零件間的關係，並且繪製各零件的實體模型，並做參數化設計。
2. 配合計畫各子計畫做適度的簡化及修改。
3. 將建構完成之實體模型做檔案儲存，以便提供後續之有限元素分析與最佳化使用。

依據上述的概念及文獻的回顧，下列圖示是配合各子計畫簡化後之整體外觀設計及 X-Y 平台的概念設計圖，其中，圖 4-7 為整體設計概念圖，主要是由腔體、平台、阻尼、離子幫浦、擴散式幫浦、前期幫浦，架構而成。

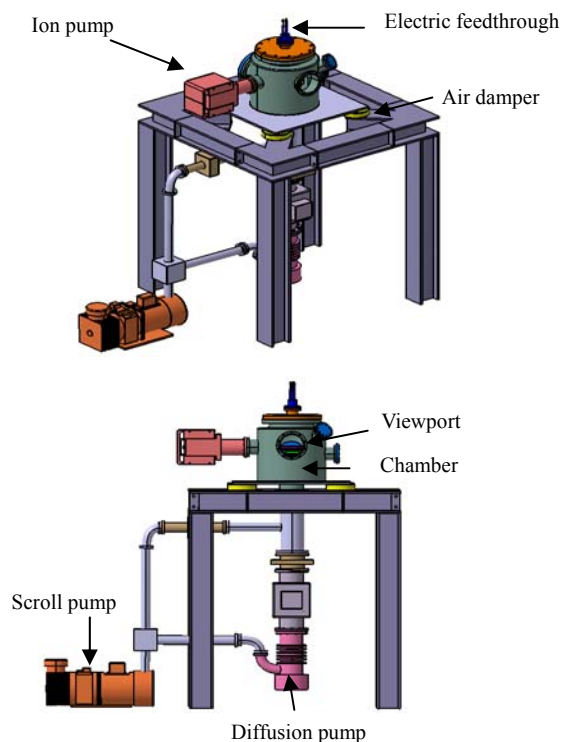


圖 4-7 整體概念設計示意圖

圖 4-8 為腔體內部設計及配置剖圖，X-Y 粗調平台擺放在一連接於腔體上蓋的圓形固定平台上，此固定平台以真空用螺絲及螺

帽固定於腔體上層蓋子底面；此外，電子發射及光學鏡片等系統擺放於摟空的拖盤上，托盤則套在設計的圓柱桿上，藉由螺絲與桿件固定，托盤亦可上下調整到理想的位置。

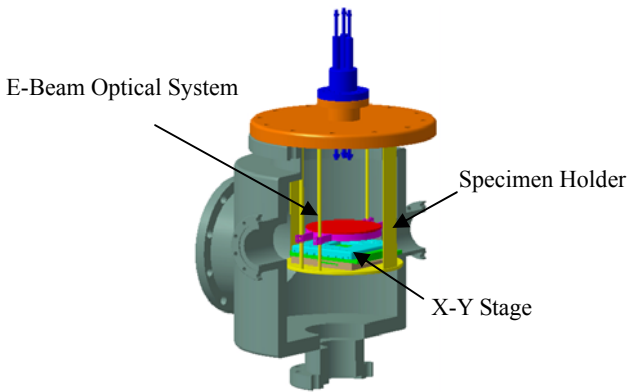


圖 4-8 腔體內部設計及配置概念圖

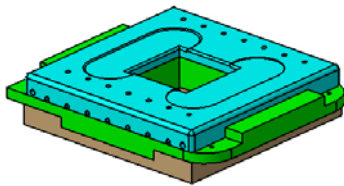


圖 4-9 X-Y 平台設計圖

圖 4-9 之 X-Y 移動平台由三片鈦薄板組合而成，x 方向及 y 方向的移動分別由第二及第三片薄板作動來達成。平板側邊及上層皆設有小孔，此孔洞的用意主要是讓平板接觸面上的殘留氣體有向外界排放的途徑，有助於到腔體達較高真空度。

4.6 腔體結構之參數化實體模型

為方便設計人員更改尺寸與繁複地重新繪製實體模型工作，及降低不必要的花費，以加快設計流程。針對多電子束平行掃描微影系統之細部零件進行模型繪製並作參數化處理。

本計畫發展腔體結構系統之參數化實體模型自動繪圖程式，可根據輸入的參數自動繪製腔體實體模型。我們使用參數化繪圖程語言為 AutoLISP。繪製完成之實體模型

可利用 SAT 檔案格式輸出，然後在有限元素軟體 ANSYS 中匯入此 SAT 檔案，對腔體結構進行有限元素分析。

腔體的各部位的尺寸大小均可配合需求做適度的修改，如腔體半徑、高度、開孔的孔徑大小等等。各結構位置也可以依照設計需求作適度的調整或刪減更改，圖 4-10、4-11、4-12、4-13、4-14 為我們所設計的腔體之各角度視圖。

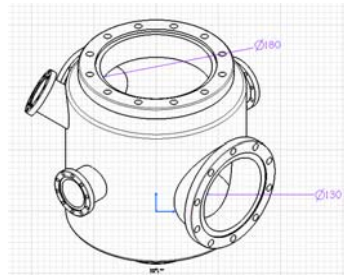


圖 4-10 腔體之等角示圖

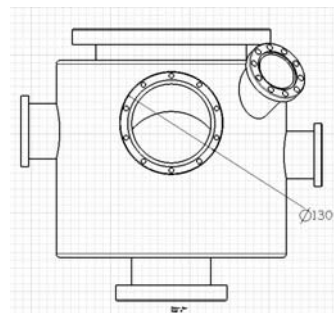
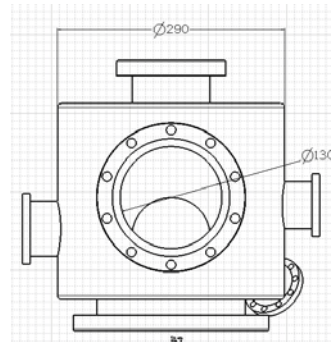


圖 4-11 腔體之左右側示圖

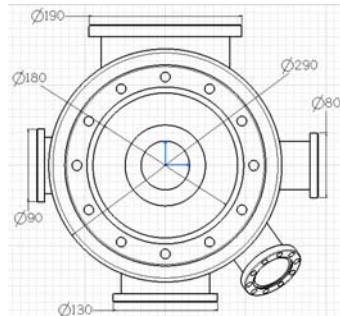


圖 4-12 腔體之俯視圖

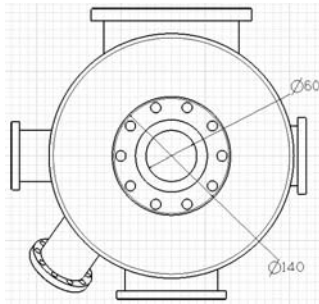


圖 4-13 腔體之仰視圖

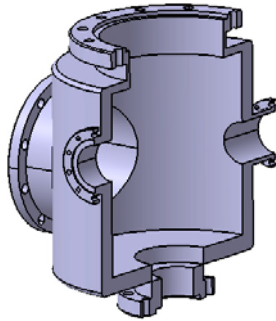


圖 4-14 腔體之剖面圖

4.7 腔體結構之結構分析

有限元素分析

腔體結構所受的外力主要為大氣壓力，針對此問題。本計畫發展有限元素分析方法，評估腔體與鎖於腔體上的蓋子受力後的變形位移量及受力情形，以便決定採用腔體元件的種類及尺寸。

(1) 分析方法

本計畫採用有限元素分析軟體 ANSYS，首先載入 AutoCAD 所產生實體模型檔案，然後給定元素形式、材料性質、負載與邊界條件，並建立有限元素分析模型，自動產生腔體有限元素模型之網格模型，自動進行腔體之受力分佈及變形位移分析。腔體的有限元素分析模型如圖 4-15 所示。有限元素分析之元素選擇上，是以 SOLID95 元素進行受力分佈及結構變形分析。總元素數量為 6172 個。

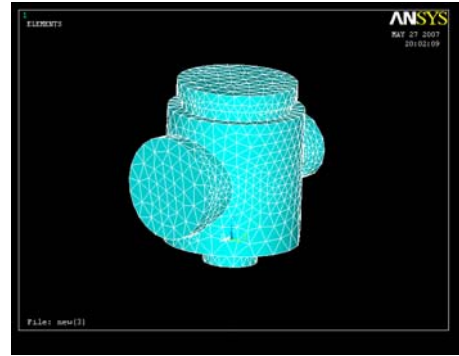


圖 4-15 有限元素分析網格圖

有關腔體結構應力及變形分析，我們採取不鏽鋼為主要材料討論之，本腔體使用材料之材料性質如表 4.3 所示。然後固定腔體上蓋子的厚度為 2cm，改變腔體主體厚度分成 0.5cm、2cm、3cm 三種情況分別討論之

表 4.3 不鏽鋼料性質表

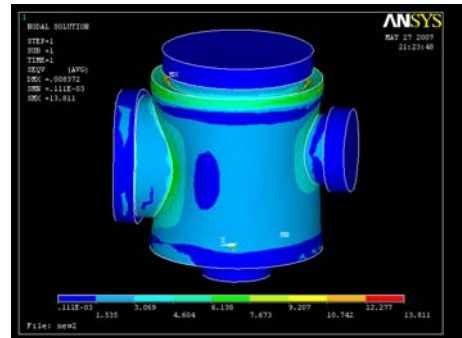
	Young's modulus GPa	Tensile Strength MPa	Yield Strength 0.2% Proof MPa	Elongation % in 50mm
304	193	515	205	40
304L	193	485	170	40
304H	193	515	205	40

為了在有限元素法軟體中建立腔體結構受力及變形分析模型，必須對腔體的材料及模型做以下的假設及簡化：

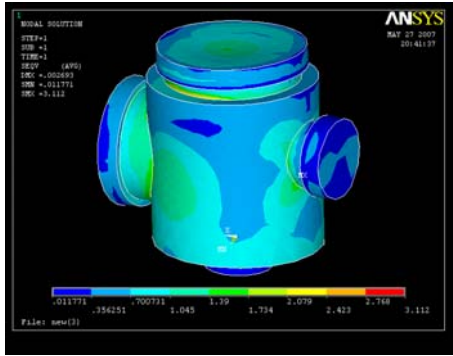
- ◆ 腔體導角部分全部取消並取消預留聯結孔
- ◆ 假設腔體底面與平台固定
- ◆ 假設腔體內部壓力為零(約 10^{-12} MPa)，外界壓力以 0.1013MPa 分析

(2) 分析結果

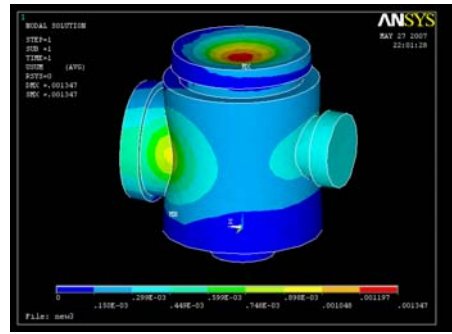
腔體在三種情況的應力分佈如圖 4-16 所示，腔體位移形情況如圖 4-17 所示。



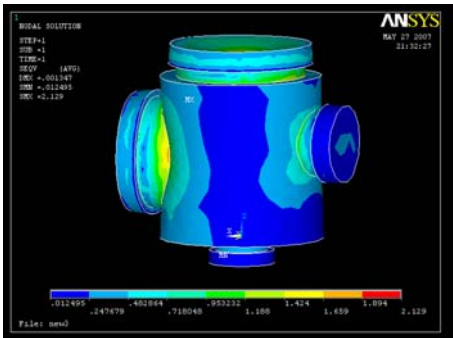
腔壁厚度 0.5cm



腔壁厚度 2cm

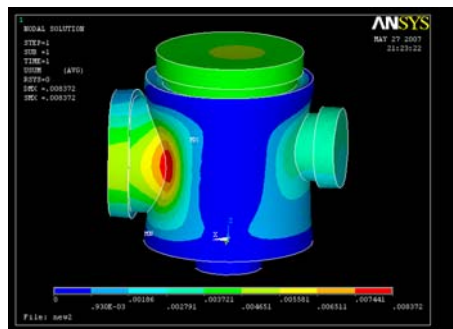


腔壁厚度 3cm

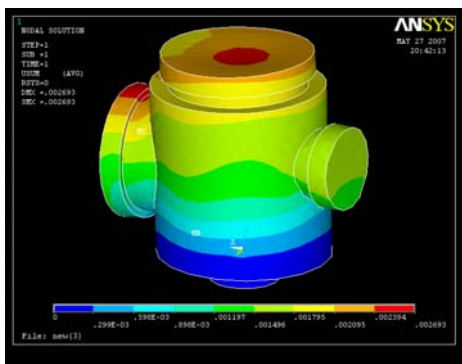


腔壁厚度 3cm

圖 4-16 各情況下的應力分佈圖



腔壁厚度 0.5cm



腔壁厚度 2cm

圖 4-17 各情況下的應位移分佈圖

預設之三種情況最大位移量均發生在上蓋中心處，如表 4.4 所示。且該位移量有隨壁厚增加而減少的趨勢，最大受力則都在降伏應力可接受範圍內。

Thickness(cm)	Displacement (mm)	Stress (MPa)
0.5	0.008372	13.811
2	0.002693	3.112
3	0.001347	2.129

表 4.4 不同厚度下腔體受力及位移

四、結果與討論

我們將根據設計需求訂定規格，提出簡化後之腔體設計。接著利用 3D 實體模型繪圖軟體 AutoCAD 自動繪製腔體之實體模型，並 SAT 檔案格式輸出，接著在有限元素軟體 ANSYS 中匯入此 SAT 檔案，以供對腔體結構進行應力及變形之位移分析。

進行腔體結構分析時，預設三種不同之條件，並輸入到有限元素模型，利用 ANSYS 軟體分析腔體結構之應力及變形位移分佈，最後計算出腔體受力的大小及分佈，以及腔體受力之後位移分佈。由分析結果可知，蓋子上的變形會受腔體之腔壁厚度所影響，所以可藉由增加腔壁厚度來降低腔體上的蓋子之變形量。而分析所用的厚度皆能承受實驗所需環境之壓力，不致崩壞。

五、計畫自評

本計畫已執行進度如下：

- 腔體結構之概念設計
- 腔體結構之參數化實體模型

- 腔體結構概略應力及變形分析

本計畫進行中的工作如下:

- 腔體結構之結構改良設計
- 腔體結構之受力分析

參考文獻

- [1] Y.K.D.V. Prasad, and S. Somasundaram,,
“CADDs: an automated die design system for
sheet-metal blanking,” Computing & Control
Engineering Journal, Vol. 3, pp.185-191,1992
- [2] A.Hieke,“Precise chip and package 3D
capacitance simulations of realistic
interconnects using a general purpose
FEM-tool,” Electrical Performance of
Electronic Packaging (held in San Diego CA,
USA), pp 111-114, 1999
- [3] P. Gnauck,“A New High Resolution Field
Emission SEM with Variable Pressure
capabilities,” Carl Zeiss SMT web site
- [4] F. H. Schamber, F.C.Schwerer, A. H. Beebe, and
R. J. Lee, “Turbo-pumped scanning electron
microscope”, US Patent Number 5,376,799,
1994
- [5] 熊高鈺(G.Y.Hsiung),超高真空技術研會講義,
於交通大學,95.12.22
- [6] Phil Danielson, “Choosing the Right Vacuum
Materials,” A Journal of Practical and Useful
Vacuum, 2003
- [7] A User’s Guide to Vacuum Technology, 3rd
Edition. John F.O’Hanlon,1993
- [8] 蘇青森,真空技術,台灣東華三版, 1990

東京考察報告

參觀摘要

本考察團是由台大機械所電腦輔助實驗研究生組成，由老師鍾添東帶領，成員包含碩士班學生廖昭仰、陳子揚、楊捷仁、陳勇志、鄭伊婷與盧芷筠，於民國九十六年十月四日上午參訪於日本東京舉辦的國際福祉機器展及 Toyota 國際設計中心。



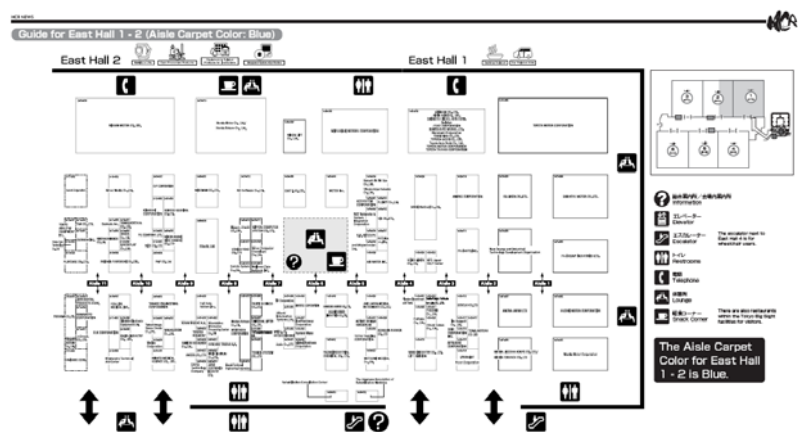
參訪成員合照

參觀過程

日本東京為國際大城，交通運輸不但方便發達且動線規劃也十分完善，即使語言有所隔閡，透過路標及指示仍可輕易地搭乘大眾運輸抵達展場所在地。

首先，我們參觀了福祉機器展，展場是由幾個汽車大廠聯合展出自家設計的福祉座椅及一些專為身心障礙者所開發新型產品。

參觀完福祉機械展後，緊接著我們來到位於展場旁邊的 Toyota 國際設計中心。整個展區分為六個區塊，包含三個主題館及三個跑道，主要是用來展示概念車、主流車種、油電混合車及 50 年代到 70 年代的車款以及過去的賽車，跑道區則是讓參訪者親身體驗各式車種。



福祉機械展會場平面圖



福祉機械展-汽車升降椅



福祉機械展-衛浴設備



福祉機械展-健身器材



Toyota 國際展示中心-概念設計車



Toyota 國際展示中心-F1 賽車



Toyota 國際展示中心-混合動力車引擎

參觀心得

東京的國際福祉機器展中發表最新技術之產品，每年參觀人數都有數萬人之譜。藉由福祉機器展，福祉機構的廠商可以互相觀摩，對我們來講則可趁機了解福祉設備的發展趨勢，對於學設計的我們也可以因此得到許多的啟發。

Toyota 國際展示中心展示所有自家所研發出的產品，從市

面上看到的車輛到集高科技技術於一身的 F1 賽車及未來概念車，甚至當下最關注的環保車款，應有盡有。經過此次的體驗之後，我們對於車輛的演進也有了更進一步的瞭解，也對於未來車輛發展趨勢有更進一步的認識，希望經過這次的參訪之後，我們可以因此激發出更多的設計概念。