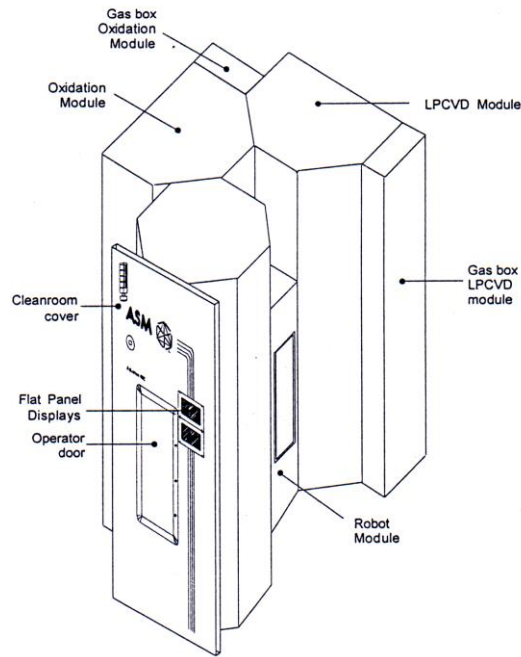


垂直爐管技術資料



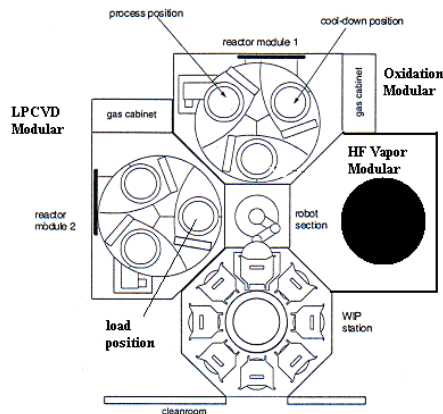
1、概觀

1.1 A-400

A-400 是模組化爐管，設計為處理矽晶片，如半導體元件製造的一部份。

A-400 結構由下列組成：

- Work-In-Progress (WIP) station
- Robot section
- Reactor module (two or three)



WIP Station

WIP station 包含一組 Carousel，共有三層，每一層能置放 8 個晶舟（每個晶舟可放 25 片晶片）。

WIP station 共可容納 24 個晶舟(600 片晶片)。

操作欲進入到 Carousel 須過裝設在 WIP 側面的操作門。

Robot Section

Robot 藉由氣密門隔離 WIP 和 Reactor 模組〔Open 僅當 Loading 和 Unloading 時〕。

Robot 傳送晶片從 WIP 到 Reactor boat 載入位置。

Reactor Module

Reactor Module 是個小型裝置，包含 Reactor tube，Boat elevator，3 個 Boat position carousel 和所有電子及供氣系統零件供應此模組。

Reactor carousel 配件，提供最大 3 個石英 Boat 的位置。

如同 Carousel 旋轉，移動 Boat 到三個位置之一。

- Load position：相對於 Robot 位置，提供晶片載入位置。
- Process position：當 Boat 移動到 Reactor tube 下面，能夠被 Boat Elevator 升起進到製程 Tube。
- Cooldown position：當製程結束時，Boat elevator 將 Boat 降下，再旋轉至此位置冷卻 Boat 中之晶片〔大約 15 分鐘〕，避免晶片過熱，在傳送過程中導致破片。

氣體系統被架構給予特殊處理，不是整合在模組櫃中，就是包含在氣體櫃中，建構在 Reactor 模組側面。泵浦系統給予低壓製程，由 ASM 提供。

1.2 製程

A-400 製程包括如下：

Atmospheric Processes

- Dry/Wet Oxide

Low Pressure Processes

- Poly Silicon

1.3 特性

1.3.1 模組化設計

A-400 能支援一或二個甚至三個 Reactor 模組，組合在單一的 WIP station 和 Robot section。這設計提供下列優點：

- 製程是 “Cassette-to-Cassette”，在乾淨、含氧量及塵粒減少的環境。
- 製程執行在獨立性的晶片操作。
- 中央的 Robot 完成所有晶片傳輸。
- 機台置於無塵室的空間是最小。
- 日後額外的模組能夠被增加到單一 Reactor 系統。
- 在沒有改變 Robot 及 WIP 情況下，模組能夠更換支援不同的製程。
- 共同的零件及標準模組配置容易維修和系統之親和性。
- 各模組備份零件常常可互相交換使用。

1.3.2 製程群集

- 兩個模組能夠執行同一製程，提供高生產量。
- 各模組能執行不同製程。
- 各模組能順序地完成兩個不同製程。

1.3.3 周圍環境的控制

在 A-400 組織中，任一模組和區域可單獨地 Purge，藉由重覆循環過濾的空氣。N₂ purge 引入機台中，以減少含氧量。

介於 Robot 和模組，氣密門僅當 Loading 和 Unloading 及機台內之氧含量在予許的範圍內，才予以開啟。

維持任一模組在可控制的環境下和防止介於各模組中交互污染。

1.3.4 中央 Robot 操作

Robot section 由 Genmark Gencobot IV robot 構成，穩定地傳送晶片介於 WIP station 和 Reactor section 間。

Robot section 擁有光學自我校正機構，在晶片傳送過程中可排除塵粒產生的可能性和例行維護過程中花費最少的時間。

1.3.5 自動化

晶片操作和製程順序由 Robot 和 Logistics 控制器來控制。

另外，許多操作和維修任務可自動的單鈕操作。

A-400 有自動化標準模式。若機台閒置時，空的 Boat 會被載入至製程 Tube，Tube 門關閉及 Standby recipe 被啟動。

1.4 選擇性

1.4.1 晶片操作／傳送選擇性

Standard Mechanical Interface (SMIF) 裝置

SMIF 裝置連接在此系統無塵室側面的 SMIF pod 和 WIP carousel 給予晶片及晶舟的傳送。

Tube to Tube

允許傳送晶片從一個 Reactor 模組到其他模組給予循序地晶片處理。

1.4.2 氣體／泵浦系統選擇性

N2 purge

N2 purge 能引入重覆循環的空氣，在 WIP、Robot 和 Reactor 模組。

N2 的高流量快速地減少含氧量，因此減少晶片表面的氧化。

O2 分析器安裝在各模組中，以隨時監控氧含量。

壓力控制—N2 注入或節流閥

壓力調節不是藉由 N2 注入介於 Blower 和泵浦中，就是藉由節流閥和壓力控制器的使用。

氣體櫃

在 A-400 系統中，氣體系統座落在 Reactor 模組內。

1.4.3 控制界面的選擇

有下列界面可供利用：

Flat Panel Display (FPD)

FPD 是一台小型的觸摸螢幕，提供 A-400 完全的控制。

FPD 一般在固定在吊門上。

分離的 FPD 為了方便能被安裝在其他位置，以利控制。

Micro System Controller (MSC II)

MSC II 是一台電腦控制器，提供 FPD 所有的功能。

另外，MSC II 提供資料登入在硬碟中。

MSC II 功能可供給檢查歷史趨勢和報告系統事件。

MSC II Control Stations

MSC II Control Station 是一台電腦控制器，取代 FPD 當做 A-400 組織的控制裝置。

Control station 經由本域網路連接到 MSC II supervisor。

Remote Host Control (RHC)

MSC II 的組合，RHC 包裝根據你的要求去允許搖控和記錄。

SECS I 和 I 通訊標準化可支援。

Production Control System (PCS)

PCS 是批次導向功能介面到操作者和 A-400 控制器。

PCS 提供簡單，架構使用者介面，減輕許多操作者時間消耗任務，諸如 Download recipe

和 table。

1.5 安全性

A-400 被建立在高標準下給予人員及設備安全性。

人員安全

一些人員安全性特色如下：

- Emergency off (EMO) 按鈕位於較易看到的位置。

EMO 按鈕關掉所有系統。

- Motion-stop 按鈕禁止所有 Carousel (WIP station 和 Reactor 模組), Robot 和 Boat Elevator 移動。
- 氣體系統被架構當電源關機, 沒有反應氣體能夠流動。
- 欲進入機台移動零件, 提供 Interlock, 避免誤動作。
- 如果有障礙物被偵測到, 操作門和隔離門立即停止和再度開啓, 。
- 當操作門打開, WIP carousel 將不會旋轉。
- Interlock 面板包含一組開關, Interlock 電子電源, 外部的控制和反應氣體。

產品和設備安全性

一些產品和設備安全特性如下:

- Reactor 過熱保護, 當加熱元件或冷卻水系統溫度超過預設值時, 加熱元件關掉電源。
- 在外邊火炬系統延伸的 Interlock, 包括火焰偵測和 H₂/O₂ 比例 Interlock。
- 壓力 Interlock (一般設定在 2 Torr) 保護在 LPCVD 系統反應氣體的流量。
- 壓縮空氣和 N₂ 流量 Interlock 處理氣體。
- 製程 Interlock, 在 Recipe 階段:
 - Alarms
 - Aborts
- 可見及可聽的警報:
 - 在 WIP 櫃的方向色碼信號燈, 提供簡單的和快速辨認狀態的工具。
 - Recipe-activated 警告能夠被程式化在兩個可聽見的音調。

1.6 維修容易

欲進入 A-400 維修, 可從電腦操作區或者維修區著手。

特性包括:

- 在各模組架上之門允許進入到所有設備。
- 維修門在提供容易進入給予 boat/plug quartzware 檢查和置放
- 玻璃檢視門在提快速視覺檢查。
- 起重機構包括給予舉起 reactor 組合。
- 在冷卻水電路上有彈性的橡皮管連接到 reactor flanges 和 water-cooled reactor jacket 有快速接頭。
- 較不需要維修的 Robot。

2、Reactor 模組介紹

2.1 Dry/Wet Oxidation

2.1.1 Dry Oxidation

2.1.1.1 使用氣體:

N₂: 1–20slm

O₂: 1.5–15slm

N₂O: 1–10slm

Trans-LC

2.1.1.2 製程溫度: 800~1000°C

2.1.1.3 製程厚度: 25–350Å

2.1.1.4 製程介紹:

1. 以 Dry Oxidation 所長出的 SiO₂ 將具備較佳的氧化層電性。

因此只要是所需要的 SiO₂ 層的電性品質的要求很高或是所需的厚度不厚時, 通常都以 Dry Oxidation 來執行 SiO₂ 的製作。

如 Gate Oxide 便是其中之一。

2. 在矽的氧化反應中，以 N₂O 氣體，形成 SiO₂ 進行 “Nitridation” 以減少 SiO₂ 層內一些未完全的鍵結的鍵結數量，以提升 SiO₂ 層的電性或是在 SiO₂ 裡加入少量的氟，也可以幫助改善傳統熱氧化 SiO₂ 層一些性質。

2.1.2 Wet Oxidation

2.1.2.1 使用氣體：

H₂ : 1 – 15slm

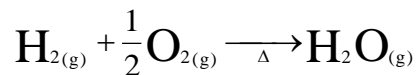
O₂ : 1.5 – 15slm

2.1.2.2 製程溫度：900 ~ 1100°C

2.1.2.3 製程厚度：350 – 10000Å

2.1.2.4 製程介紹：

1. 當所需要的氧化層厚度很厚，且對氧化層的電性要求不高時，Wet Oxidation 便是一個很好的選擇。因為氧化速率較快，可以節省製程所需要的時間，主要的應用如 Field Oxide 的製作。
2. 較高的爐管溫度，可以避免未反應完全的氫氣的累積，以預防所謂的“氫爆”。



2.2 Poly/In-Situ Deposition

2.1.1 Poly Deposition

2.1.1.1 使用氣體：

N₂ : 1 – 5slm

SiH₄ : 1slm

2.1.1.2 製程溫度：550 ~ 650°C

2.1.1.3 製程厚度：500-5000Å

2.1.1.4 製程介紹：

所謂的 Polysilicon，就是一種由多種不同 Crystal Orientation 的 Single Crystal of Silicon Grains 所組成純矽物質。更簡單的說，就是介於晶矽與 Amorphous Silicon 之間的一種純矽。其中，多晶矽內的每個單晶晶粒彼此間，則是一種二次元 Defects—Grain Boundary 所隔開。因為晶粒界面內含有各種的 Line Defects 及 Point Defects，這使得雜質經這些晶粒界面而進行擴散的能力，將較經由晶粒內部的還來得快。就是基於這個因素，我們才會選擇對多晶矽進行摻雜，以改變其電性，並獲得符合製程所需求的矽”。

以 LPCVD 沉積的多晶矽，本身的 Resistivity 很高。因此可以做為 IC 設計上所需要的 Resistor 經 Heavily Doped 後的 Polysilicon，則因為電阻率可以降到 500~1200μΩ-cm 之間，因此可以成為 IC 元件的導電材料。除了這兩種功能之外，Trench Structure 也可以用 LPCVD 多晶矽加以填入，以做為 DRAM 的電容器，或是做為不同元件間的 Isolation 之用。

在現在的商業化 VLSI 製程裏，多晶矽的沉積，都是以 LPCVD 的方式，藉著將矽甲烷 (Silane, 即 SiH₄) 經加熱後解離的方式，如下式所示，來沉積所需要的多晶矽層。

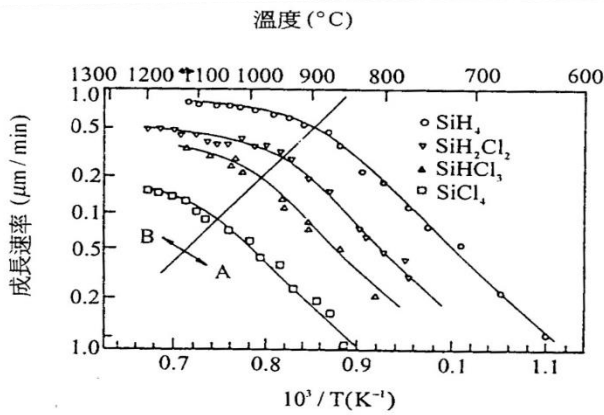
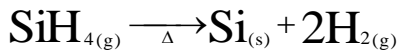


圖 顯示以 SiH_4 等為反應氣體，進行矽薄膜沈積的溫度與沈積速率之間的關係^[5]



在上圖即示有上式的反應速率對溫度的倒數作圖的曲線。假如進行上式的反應溫度低於 575°C 以下，則所獲得的矽沉積將以 Amorphous 的形態存在。

如果溫度介於 575°C 到 650°C 之間，則 Polysilicon 的反應將發生，而且溫度愈高，其 Crystallinity 將愈明顯。基本上，上式的 Polysilicon 沉積反應的溫度若太高，反應會傾向以 Homogeneous Nucleation 的方式進行，使沉積的 Uniformity 變差；但是如果溫度降的太低，則會有沉積速率太慢的困擾。

因此，在商業的應用上，溫度大都控制在 600°C 到 650°C 左右，壓力約在 0.3 到 0.6 Torr 之間。在這個操作區間內，沉積反應的反應速率是由 SiH_4 的濃度或稱為 Partial Pressure 所控制的。

2.2.1 In-Situ Deposition

2.2.1.1 使用氣體：

N_2 : 1-5slm

SiH_4 : 1slm

PH_3 : 200sccm

2.2.1.2 製程溫度： $550\sim 575^\circ\text{C}$

2.2.1.3 製程厚度：500-5000Å

2.2.1.4 製程介紹：

In-situ 摻入雜質的方式，是在長複晶矽時直接加入摻入雜質氣源於反應氣體中，而直接長 n-type 或 p-type 複晶矽。

這種方法雖然直接，但是因為膜厚控制，摻入雜質均勻度，以及沉積速率，都會因摻入雜質量的不同而有所改變，一般而言，加 B_2H_6 來長 p-type 複晶，會造成沉積速率的增加，而用來長 n-type 的 PH_3 及 AsH_3 ，則會降低沉積速率。而且晶粒大小，方向也會因而改變。另外必須注意的是，在後續退火時或之前，表面必須蓋上一層氧化層，以避免摻入雜質由表面向外擴散，但是若複晶成長溫度夠高，且阻值夠低，則可省去高溫度退火。