



MOCVD腔體熱流場分析研究



指導教授：蕭述三

學生：王大鈞 機械四B 973003040

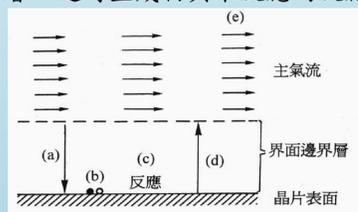
摘要

MOCVD是利用能量，使氣態金屬有機物化合物在固體表面產生化學反應，並在固體表面沉積，形成穩定固態非晶形薄膜的過程；其中，化學沉積對於薄膜性能的好壞有明顯的影響，我們希望能找出最佳化之沉積方法。首先，我們分析出在不考慮沉積化學反應下，影響薄膜成長之因素有：晶片表面流場、溫度分布之均勻性；再來就這些因素設計各種腔體的參數來改善沉積反應，設計之參數有：載盤轉速、載盤高度、出口位置、出口角度；然後利用分析軟體COMSOL計算出模擬的結果，找出最佳的製程參數。

研究理論

1. 薄膜沉積反應機構：

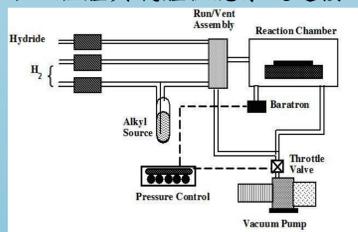
化學氣相沉積的過程可分成五個機構，如圖一所示，反應物先以擴散通過界面邊界層，吸附在晶片的表面，然後產生化學沉積反應，大部分的生成物會沉積在晶片表面，這時在晶片表面上便成長了薄膜，而一部份的生成物會藉由擴散通過界面邊界層，這時生成物與未反應的反應物進到主氣流裡並離開系統。



圖一、沉積反應的五個機構

2. MOCVD系統介紹

MOCVD系統的組件大致可分為：反應腔體、氣體控制及混合系統、反應源及廢氣處理系統等，如圖二所示，本研究將把焦點放在反應腔上面。反應腔體是所有氣體混合及發生反應的地方，腔體與氣體供應系統連接，藉由噴嘴或噴氣頭將氣體混合。



圖二、MOCVD系統的組件

3. 影響沉積反應的因素

先不考慮化學反應的影響，單就熱流場討論，我們歸納出以下幾項因素：

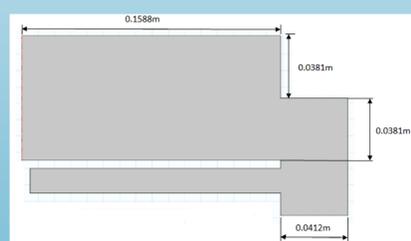
- 甲、晶片表面流場之均勻性
- 乙、晶片表面溫度分布之均勻性

研究方法

在本研究中，我們利用COMSOL建立腔體的模型，並設計了以下幾項腔體的參數：

- a) 載盤轉速；
- b) 載盤高度；
- c) 出口位置；
- d) 出口角度；

藉由COMSOL計算出之結果做分析，而我們建立的腔體模型如圖二所示。



圖二、標準之腔體

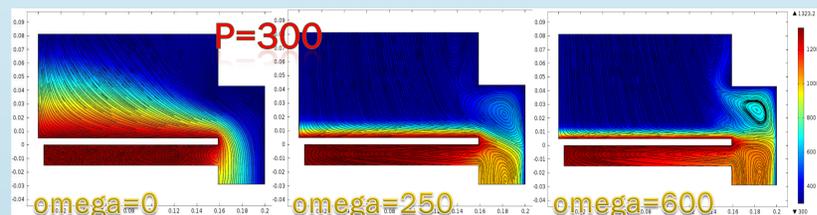
結論與未來方向

由模擬之結果可以發現，載盤轉速對於載盤上的熱流場分布最直接，而且改變轉盤轉速也是設計上最為容易改變的參數，我們並發現在入口流速為100kg/min、腔體壓力為300torr、轉速為400~500rpm時有最佳之熱流場分布。

我們希望能更進一步的把模擬的結果與前人所做的實驗數據做比較，以得到進一步的驗證。

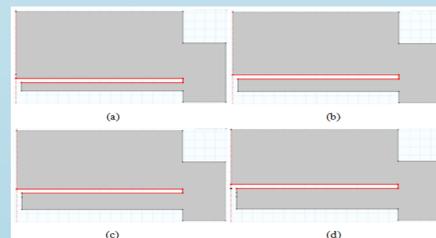
結果與討論

- 載盤轉速對熱流場之影響最為顯著，如圖三所示，在轉速為零時，熱浮力的現象相當顯著，以至於溫度分布極不平均，當轉速慢慢提升時熱浮力現象被抑制下來，但是在轉速提升到一個臨界值之後，靠近出口端處的流場會變得紊亂。

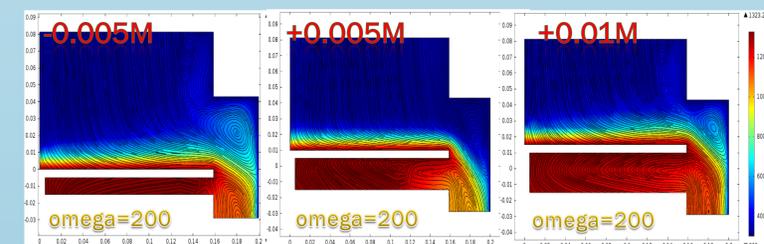


圖三、改變載盤轉速對腔體熱流場之模擬結果

- 載盤高度太低，腔體會形成較大之空間成長較大之渦流，在轉速夠高時渦流太大產生迴流；載盤高度過高，造成腔體空間和出口太小，流體易產生迴流，如圖五所示。

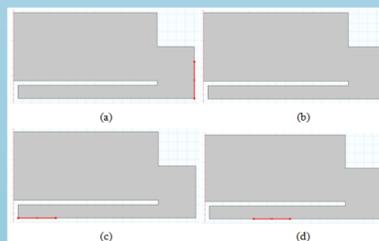


圖四、各種載盤高度之位置配置。(a)較原始高度低5mm；(b)原始高度；(c)較原始高度高5mm；(d)較原始高度高10mm。

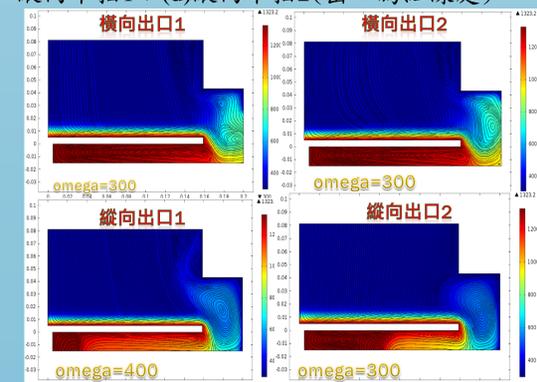


圖五、改變載盤高度對腔體熱流場之模擬結果

- 出口位置以橫向出口2與縱向出口2的表現較佳，如圖七所示。

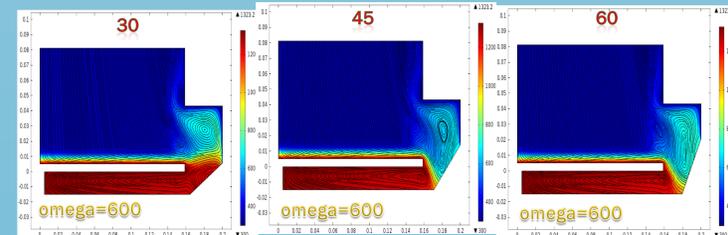


圖六、各種出口位置之配置。(a)橫向側抽1；(b)橫向側抽2；(c)縱向下抽1；(d)縱向下抽2(出口為紅線處)



圖七、改變出口位置對腔體熱流場之模擬結果

- 出口角度以45度最佳，60度次之，30度最差，如圖八所示。



圖八、改變出口角度位置對腔體熱流場之模擬結果