電漿輔助原子層鍍膜設備電控系統介紹

Introduce the electric system for PEALD equipment

李昇亮

工研院機械所
新興能源機械技術組

關鍵詞

- 電漿輔助原子層鍍膜
  plasma enhanced atomic layer deposition (PEALD)
- 前趨物　precursor
- 電漿　plasma
- 質流控制器　mass flow controller (MFC)

摘要

本文以本所研發 PEALD 設備之電控系統當範例作說明，內容包含有周邊元件選用、電控系統軟體及硬體規劃等，最後將會介紹本系統所規劃之人機介面及操作方法。

The article will introduce about electric control system for PEALD equipment which research and develop recently gives showing, the content contains the peripheral part to select, plan the software and hardware for electrically controlled system, finally will be able to introduce the GUI and operating procedure this system plan

前言

原子層沉積(Atomic layer deposition, ALD)技術正逐漸成爲微電子元件製造領域的重要技術。ALD 技術於 1977 年首次由芬蘭的 Dr.T.Suntola 及其研究團對所發展出來，他們利用 ZnC_{12} 和 H_2S 來沉積應用於電致發光器件中的硫化鋅薄膜。多年來原子層沉積技術的應用範圍從液晶顯示面板到工業塗層等領域。目前該技術正被應用到先進

電子製程中，例如 IC 元件堆疊及電容器中的 High k 介電層和金屬薄膜、銅阻擋/籽晶膜、蝕刻終止層、多種間隙層和薄膜擴散阻擋層、磁頭以及非揮發存儲器等上。

ALD 比傳統的 MOCVD 和 PVD 等沉積方法具有先天之優勢。它充分利用表面飽和反應，天生具備厚度控制和高度的穩定性能，對溫度和反應物通量的變化不太敏感。這樣得到的薄膜具有高純度且高密度，既平整又良好的保型性，即使對於縱寬比高達 100:1 的結構也可實現良好之階梯覆蓋，多數 ALD 製程都可以在攝氏 400 度以下進行。

電漿輔助原子層鍍膜(PEALD)與原子層鍍膜(ALD)皆屬原子層等級之精細鍍膜技術，PEALD 與傳統 ALD 作比較，具有製程溫度較低、薄膜表面較平整、較佳薄膜電性及短工作週期等優點。本篇將會先對 PEALD 之成長機製作說明，其次將介紹有關 PEALD 設備其電控系統之研製技術。

PEALD 之成長機制

此製程主要靠著兩道前趨物的分時交替作用達成原子層等級之鍍膜，其沉積過程是在經活性表面處理的基材上進行。首先將第一種反應物引入製程腔體使發生化學吸附，直至基材表面達到飽和。其過剩的反應物則將由系統中被抽出清除，然後將第二種反應物送進製程腔體中，使之和基材上被吸附的物質發生反應。剩餘的反應物和反應副產品將再次經由惰性氣體(載氣)及幫浦清除乾淨，如此將可得到目標化合物的單層飽和表面。這種循環方式的成長可實現一層接一層之生長，從而可以達到對沉積厚度的精確控制。

以成長 Al_2O_3 薄膜爲例，反應機制如圖 1 所示，鍍膜反應基本上是以第一前趨物三甲基鋁($Al(CH_3)_3$)和電漿激化後之第二前趨物($H_2O_{(g)}$或 N_2+O_2 等)分時交替作用在基材的表面。

PEADL 設備之電控系統

PEALD 設備之電控系統研發需選用及控制一些較特殊的周邊元件，如：質流控制器(MFC)、溫度控制器、RF 電源供應器、壓力控制器(APC)、真空計、真空邦浦..等。其主要之周邊元件可歸類成下述的四大模組：

1. 真空模組：包含有壓力控制器(APC)、真空計、真空邦浦等。當系統之背壓要求到達 10^{-3}Torr 以下時，則需考慮使用 Turbo Pump，因其使用時之限制條件很多，所以要啓動 Turbo Pump 時，須注意其進口及出口之真空度。

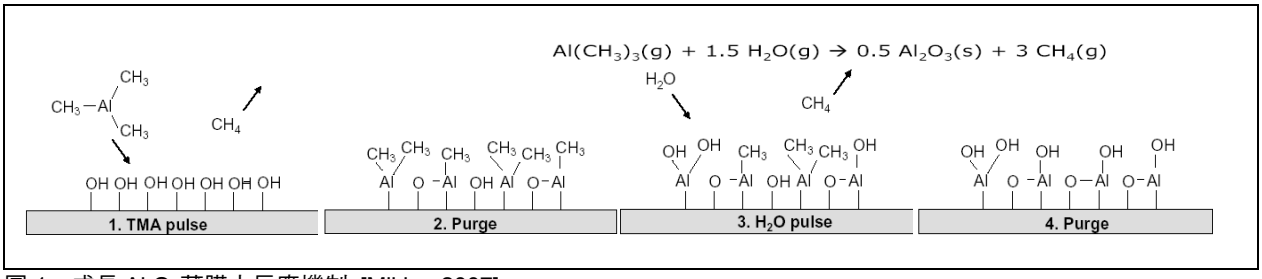

圖 1　成長 Al_2O_3 薄膜之反應機制 [Mikko, 2007]

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】338 期・100 年 5 月號

每期 220 元・一年 12 期 2200 元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：www.automan.tw