

國立交通大學
工學院精密與自動化工程在職
碩士學程

碩士論文

PECVD 電漿 Arcing 之改善研究



On the reduction of the Plasma Arcing
in a PECVD Chamber

學 生：彭元宗

指導教授：吳宗信 教授

中華民國九十五年四月

PECVD 電漿 Arcing 之改善研究

學生:彭元宗

指導教授:吳宗信博士

國立交通大學

工學院精密與自動化在職碩士學程

摘要:

本論文主要以晶圓廠中 ASM PECVD PETEOS 製程發生之實際問題 Plasma Arcing 作題目。PECVD Plasma Arcing 會導致沉積之薄膜產生厚度不均勻之結果，因為厚度均勻性太差，導致生產線上之晶片報廢，降低晶圓廠生產良率，也增加設備復機成本。

論文中將研究 Plasma Arcing 發生的主因及改善方法，討論 PECVD RF 之作用原理，Heater Top Plate 受電漿蝕刻離子轟擊，導致陽極膜破損進而導致 Plasma Arcing 的作用原理。

論文中也將提出預防 RF Plasma Arcing 之方法，並實驗改變各種製程參數如增加 Pre coat 二氧化矽或改變陽極膜厚度，改變腔體壓力、RF 功率等，討論改變參數後對 Arcing 發生頻率的影響，設計新 Top Plate，試驗對 Wafer Arcing 之影響。

On the reduction of the Plasma Arcing in a PECVD Chamber

Student: Yuon Chung Peng Advisor: Dr.J.-S.(Chongsin) WU

Degree Program of Automation and Precision Engineering
National Chiao Tung University

Abstract

The thesis is about the investigation of ASM PECVD process plasma arcing issue in the foundry. PECVD plasma arcing problem results in deposition uniformity issue of the film deposition. The bad uniformity of the film causes the in-line wafer scrap and the reduction of the production yield. It increases the cost for recovery of the production machine also.

The thesis talks about the study of plasma arcing root cause and the improvement method, including PECVD RF theory, the ion bombardment of the heater top plate by the plasma etching reaction, and further plasma arcing phenomenon due to the anode damage.

The prevention of RF plasma arcing is also mentioned in this topic. There were experiments done to discuss the effect to arcing frequency by change the process parameters such as adding the SiO₂ pre-coat step, changing the anodizing coating film thickness, chamber pressure or RF power

目 錄

摘要	.
圖 目 錄	.
表 目 錄	.
第一章 緒論	1
1.1 研究動機	1
1.2 研究目的	2
1.3 本文架構	2
第二章 研究背景	3
2.1 PECVD 原理	3
2.2 電漿在半導體上的應用	7
2.2.1 高密度電漿	8
2.2.2 交流式電漿	.11
2.2.3 簡介 RF Vdc 與 Vpp	.13
2.2.4 利用 RF Vdc 來 catch Etch clean Endpoint	17
2.3 Wafer Arcing	20
2.3.1 Wafer Arcing 成因與異常現象	.21
第三章 實驗方法	.29
3.1 實驗設備 ASM Eagle-10 PECVD Equipmen	.29

3.2	實驗條件與材料	.36
3.3	量測原理與儀器	.37
3.4	Wafer Arcing 實驗改善方法	.39
第四章	實驗結果與分析	.40
4.1	Pre coat 二氧化矽薄膜	40
4.2	不同厚度陽極膜之 Top plate 比較	..43
4.2.1	Top plate 陽極膜厚度與 Arcing 之關係	43
4.3	改變製程參數條件之比較	.46
4.4	試驗新設計之 Top Plate , 並比較其測機差異	.48
4.5	修改 Top plate 圓弧導角之測機差異值	..50
第五章	結論與未來展望	.51
5.1	結論	51
5.2	未來展望	51
	參考資料	..52
	附錄 A: 陽極處理技術簡介	53

圖目錄

圖 1.1 晶片製程剖面圖	1
圖 2.1 化學氣相沉積 CVD 簡圖	3
圖 2.2 PECVD 製程流程	4
圖 2.3 製程剖面圖	5
圖 2.4 RIE 與 PECVD 腔體比較	5
圖 2.5 直流式電漿簡圖	.10
圖 2.6 交流式電漿簡圖	10
圖 2.7 交流式電漿作用圖	. 11
圖 2.8 電容耦合型電漿簡圖	. 12
圖 2.9 Vdc 與 Vpp	14
圖 2.10 Vdc 與 Vpp	15
圖 2.11 實驗設備 A S M P E C V D Vpp 與 Vdc 之量測	16
圖 2.12 電漿蝕刻作用圖	. 17
圖 2.13 利用 RF 阻抗來偵測蝕刻終點	19
圖 2.14 Vdc&Vpp chart	19
圖 2.15 Arcing 晶片厚度分布圖	20
圖 2.16 Arcing Chamber Parts 之異常	.21
圖 2.17 Shower Head 氣孔顯微圖	22
圖 2.18 異常晶片厚度立體圖	23



圖 2.19	Wafer Arcing 流程圖	24
圖 2.20	腔體內式意圖	25
圖 2.21	正常 Vdc chart	25
圖 2.22	異常 Vdc chart	26
圖 2.23	Showerhead 後出現白粉	.26
圖 2.24	晶片 Arcing 處膜厚厚度凹陷	27
圖 2.25	Arcing 腔體內不正常現象	.27
圖 2.26	Chamber arcing 的路徑	28
圖 3.1	腔體結構圖	30
圖 3.2	腔 體	30
圖 3.3	Top plate	31
圖 3.4	Shower Plate	31
圖 3.5	ASM PECVD 上電極圖	.32
圖 3. 6	ASM PECVD 氣體管路圖	.33
圖 3.7	RF 系統圖	34
圖 3.8	RF Matching Network	34
圖 3.9	ASM Heater 加熱器	.35
圖 3.10	晶片膜厚量測取樣點分布圖	.37
圖 3.11	ADTEC RF Generator	38



圖 3.12	MKS 622A Baratron gauge	39
圖 4.1	Pre coat 二氧化矽預防 Arcing	40
圖 4.2	ASM PECVD 製程流程圖	41
圖 4.3	Pre coat 加入後測機厚度均勻性	42
圖 4.4	陽極膜厚度	43
圖 4.5	電漿及氟離子侵蝕陽極膜	43
圖 4.6	PECVD RF Power 與沉積薄膜應力特性圖	47
圖 4.6	新設計 Top Plate 圖形	48
圖 4.7	新設計 Top Plate edge ring	49
圖 4.8	新設計 Top Plate 測機膜厚均勻性	49
圖 4.9	原廠無修圓弧導角 Top plate 示意圖	50
圖 4.10	圓弧導角 Top plate 示意圖	50
附錄 A.	陽極膜長成示意圖	57

表 目 錄

表 2.1 不同製程之二氧化矽薄膜特性比較圖	6
表 2.2 偵測蝕刻終點之方法	18
表 2.3 蝕刻終點波長特性表	18
表 3.1 實驗條件表	36
表 4.1 ASM 日本原廠 Top Plate 種類表	.45
表 4.2 ASM 日本 Top Plate 出廠檢測單	..45

