



大氣電漿之電漿源設計介紹

Introduction of the Designs of Atmospheric Plasma

胡家睿

工研院機械所
先進機械技術組
先進薄膜設備部

梁金興

工研院機械所
先進機械技術組
先進薄膜設備部

林冠宇

工研院機械所
先進機械技術組
先進薄膜設備部

關鍵詞(Keywords)

- 大氣電漿 Atmospheric Plasma
- 機構設計 Mechanism Design
- 氣旋式電漿 Cyclonic Plasma

摘要(Abstract)

隨著台灣半導體產業的蓬勃發展與其製程相關之電漿技術也成為越來越不可或缺的腳色，產業競爭的情況下整體製程會往單位面積下高密度產出以及高能源使用效率的方向來進行提升，因此越來越多研究轉向常壓下可執行之電漿加工，近年來大氣電漿的技術突破使得表面加工變得更加靈活，依據不同的加工條件、加工效果而衍生

出各式各樣之電漿源之設計，本文在此將對目前常見的幾種大氣電漿源做其運作機制之解析，文中也將提出一種新式旋風型電漿源之設計。

Plasma technology has become more and more irreplaceable for the growth of the semiconductor industry in Taiwan. Under competition, the whole industry looks for upgrades by increasing productivity and promoting energy efficiency. Consequently, lots of research is dedicate to the atmospheric plasma. Recently, breakthroughs in the atmospheric plasma made surface treatment processes more flexible. There are many different types of atmospheric plasma source with different working conditions and product performances. This article will introduce several kinds of the working mechanism of the atmospheric plasma. In the end,



the article also reveals a new design type of the atmospheric plasma source.

1. 前言

電漿於產業界的運用非常廣泛，包含材料之表面活化、刻蝕、蒸鍍、切割等等，除了良好有效率的加工能力之外電漿製程同時包含許多傳統加工所缺乏之優點，電漿之非等向性特性使其較傳統之濕蝕刻有較高之蝕刻效率，電漿濺鍍可鍍上附著能力更強之薄膜，另一方面以磁控之方式則可控制電漿內粒子前進的方向，因此對於複雜的工件也較無加工限制，同時以電漿進行製程對於環境也較不會產生負擔，因此在 1970 年代後電漿被廣泛地運用於半導體產業，為目前最主要之應用。

Tonks 和 Langmuir 首先研究電漿中的現象，並在 1929 年使用了「電漿(plasma)」來敘述此一離子化氣體的現象[1]，所謂電漿指的是物質之第四型態，其本體是由電量相等之正負帶電粒子組成，藉由外加電壓使粒子解離並產生動能而相互碰撞，這些碰撞反應維持著電漿本體之存在，電子受到加速後撞擊氣體粒子，當粒子能量足夠時便能將二次電子撞出原子中，而一次電子與二次電子又持續受到加速，因此可不斷的發生連鎖之反應，然而此一反應易受到電漿中的懸浮微粒所影響，微粒是由儀器表面被撞擊出之原子在電漿中重新產生化學反應結合而成，其可能吸附大量之負電荷使電子聚集而不能進行碰撞之反應，對於電漿密度、溫度及電位都有很大之影響，為了

減少微粒污染因此製程大多需在低氣壓接近真空狀態下來進行，需利用額外之幫浦將加工環境控制在真空的環境底下[2]，除了額外的設備增加系統之體積之外，也需耗費多餘的能量維持系統之壓力，以及複雜之加工流程而大大降低產業優勢。

2. 大氣電漿介紹

基本上電漿以熱平衡與否分為兩種形式[3]，在大於 13332 Pa 的條件下，氣體之密度較高因此擁有較短之平均自由徑而易相互碰撞產生能量，也因此局部熱平衡電漿內部之離子能量與電子能量容易達到能量累積與平衡，平衡時溫度可高達 10000 K，有較強之能量，在小於 133.32 Pa 的條件下，非熱平衡電漿又稱為冷電漿，有較長之平均自由徑，能量大部分落在電子身上而較重的粒子並沒有獲得太多的能量，非局部熱平衡電漿的特性在於電子擁有的能量遠大於離子擁有的能量，因此造成離子及氣體本身之溫度遠小於電子之溫度，大約落在室溫至 10000 °K 的範圍間，如圖 1 所示 (Y 軸坐標有問題，X 軸坐標以 torr 表示較佳)，其中 T_e 代表電子之溫度而 T_g 代表氣體平衡之溫度。

大氣電漿(atmosphere plasma, AP)顧名思義是可在接近常壓下產生之電壓，其同樣能以此定義區分為大類，在熱平衡條件下，常見的大氣電壓為熱電漿電弧銲接，其擁有高達 80 %之能量轉換效率，將所接收之外加電能以熱的方式放出，通常以小範圍加工為其應用，而非熱平衡式大氣電

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】387期・104年6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