

電漿製程技術

(100 分鐘不看書)

100.5.3

1. (a) 請計算(i)RF (13.56MHz) 的波長和(ii)5V 之電子溫度(°C)。
 (b) 已知一項冷電漿中之電子溫度為 50000K，請問該電子之熱速度應為若干？
 (c) 蝕刻 Si 晶(i)和清除光阻劑(ii)應該選擇什麼樣的電漿化學？
2. (a) (i) 請說明直流放電過程中二次電子的來源有哪些；(ii) anode fall 和 cathode fall 的特質是些什麼？
 (b) 請以粒子溫度與氣體壓力分別為座標說明什麼是 cold plasma 和 thermal plasma？
 (c) 若一電子與一氬原子做彈性碰撞，電子的能量損失應為若干？若是非彈性碰撞，電子又會失去若干能量？
3. (a) 已知電子在一項屬於 collisionless plasma 之 RF (13.56MHz) 電場中震盪，欲使期間之 Ar 游離，請問 RF 電場強度 (field strength) 之最低值應為若干？
 (b) 假設 $n_e = 10^{10} \text{ cm}^{-3}$, $kT_e = 2 \text{ eV}$ ，請問 λ_D 的實際數值為多少？在此 Debye sphere 內含有多少個電子？
 (c) 已知一項僅由離子組成的電漿，其電漿密度為 $n_i = 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ ，電極間距為 $l = 10 \text{ cm}$ ，試問該電漿之最高電位應為若干？
 (d) 電漿之所以出現，有哪些條件需要滿足，請分別敘述之。

$e^- = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$
 $m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$
 $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$
 $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$
 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$
 $N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ molecules/mole}$
 $\text{Ar}^* = 11.5 \text{ V}, \text{Ar}^+ = 15.7 \text{ V}$
 $\text{Ne}^* = 16.6 \text{ V}, \text{Ne}^+ = 21.6 \text{ V}$
 $\text{Ar atomic weight} = 39.9$
 $\text{Ne atomic weight} = 20.2$

Poisson eq'n: $\nabla^2 \phi = \frac{\rho}{\epsilon_0}$

Electron energy transfer:

elastic, $W_{tr} = \frac{2m_e}{M} W$

inelastic, $W_{tr} = \frac{M}{m_i + M} W$

e^- velocity in a collisionless plasma: $\dot{x} = \frac{dx}{dt} = \frac{eE_0}{m_e \omega}$

Debye length: $\lambda_D = \left(\frac{\epsilon_0 kT_e}{n_e e^2} \right)^{1/2}$

Plasma frequency: $\omega_p = \left(\frac{n_e e^2}{m_e \epsilon_0} \right)^{1/2}$

Larmor radius: $r_L = \frac{m v_{\perp}}{eB}$

Electron cyclotron frequency: $\omega_c = \frac{eB}{m_e}$

Mean power absorbed by e^- : $\bar{p} = \frac{e^2 E_0^2}{2m_e} \frac{v_{ea}}{v_{ea}^2 + \omega^2}$

Child-Langmuir eq'n: $j_i = \frac{kV^{3/2}}{m_i^{1/2} d^2}$