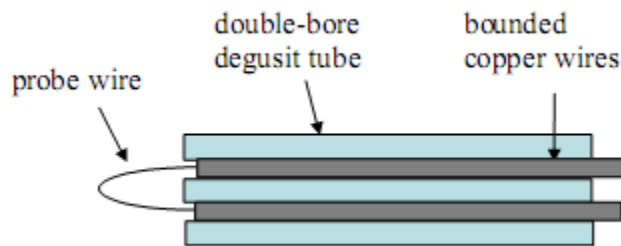


Emissive probe – u dò phát x

1. Gi i thi u

u dò phát x c s d ng nh m t d ng c o c thích h p xác nh th plasma trong nhi u lo i plasma, t plasma nhi t th p n plasma nhi t cao, plasma áp su t th p n plasma áp su t cao. Ph ng pháp này có u i m là s d ng c trong plasma mà v ch a plasma không d n i n, s d ng c trong c plasma t n s sóng vô tuy n mà th plasma c a nó th ng thay i b t th ng, và m t u i m n a là b m t c a nó c gi s ch trong su t quá trình o.

C u trúc c a m t u dò phát x : dây u dò làm b ng tungsten ng kính c 1.5mm. S k t n i i n gi a dây u dò và ng ng d n c t o r a b i nh ng dây ng nh c g n ch t xung quanh dây u dò. u dò c t vào m t ng b ng g m (ho c m t ch t nào ó cách i n) có hai l khoan v i ng kính chính kho ng 2.4mm.



2. Ho t ng:

Vì c o c b ng u dò phát x ph thu c vào nguyên lí c b n ó là: N u th u dò là d ng so v i th plasma, các electron phát ra v i n ng l ng th p b hút tr l i u dò. Trong tr ng h p này dòng u dò là không thay i

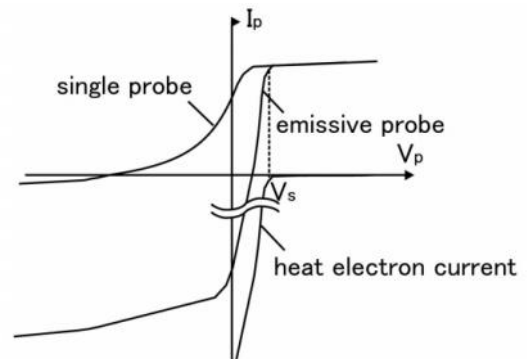


Figure 3.2: I-V characteristic of emissive probe.

b i s phát x ra các electron. N u th u dò là âm so v i th plasma, các electron phát x có th i vào plasma.

N u u dò c nung nóng cho n khi phát x ra electron, dòng u dò t ng c ng, là m t hàm c a i n th u dò, c cho b i công th c:

$$I_p(V_p) = I_i + I_{em} - I_e$$

I_i và I_e c xác nh gi ng nh v i u dò Langmuir. i v i dòng phát x I_{em} , chúng ta coi nhi t u dò là T_w , u dò phát x phát ra các electron nhi t có n ng l ng vào kho ng kT_w . Khi i n th u dò âm h n i n th plasma, các electron nhi t t u dò i vào trong plasma. Gi s b qua gi i h n i n tích không gian, dòng phát x c cho b i công th c Richardson:

$$j_{em} = A^* T_w^2 \exp\left[-\frac{e\phi_w}{kT_w}\right] \quad (3.6)$$

Dòng phát x :

$$I_{em} = A_{em} A^* T_w^2 \exp\left(-\frac{e\phi_w}{k_B T_w}\right)$$

V i A_{em} là di n tích phát x , A^* là h ng s Richardson, T_w là nhi t c a u dò và ϕ_w là công thoát i n t b m t u dò.

Khái ni m v u dò phát x có th c mô hình nh sau:

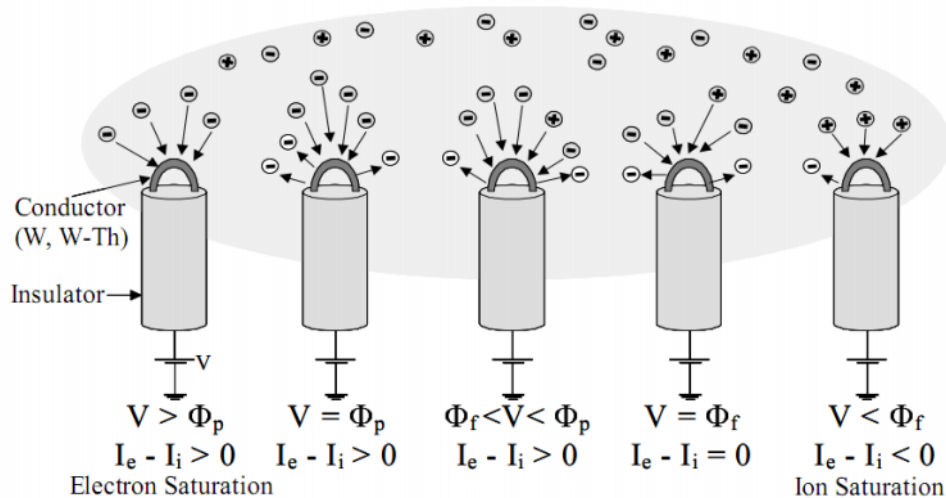


Figure 2.5 Emissive probe concept.

o th plasma v i u dò phát x ng i ta dùng 2 ph ng pháp chính: ph ng pháp th u n, ph ng pháp th n i.

- Ph ng pháp th u n: Ph ng pháp này chú ý t i dòng phát x electron. N u th u dò là d ng so v i plasma, ng c tr ng c a u dò phát x và u dò Langmuir là nh nhau. N u th u dò là âm so v i th plasma, dòng

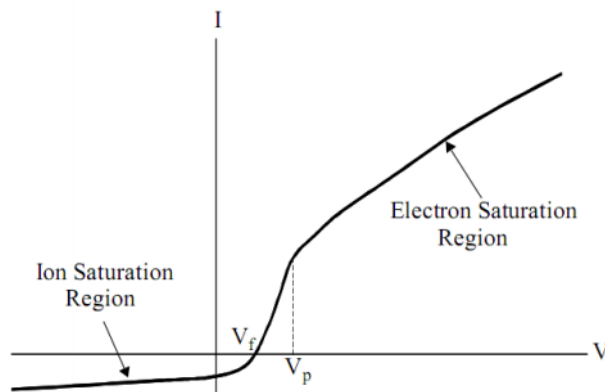
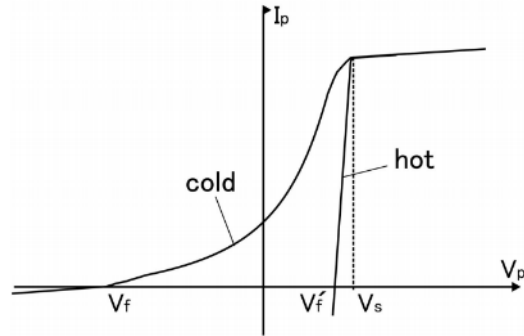


Figure 2.6 General appearance of the I-V characteristic for an emissive probe.

electron phát x s ph thu c vào nhi t dây u dò, và dòng t ng c ng s gi m nhanh t i vùng electron tr . Hi n t ng này không x y ra u dò Langmuir vì nó không nóng làm phát x electron. Do ó, u dò Langmuir c g i là u dò l nh, còn u dò phát x c g i là u dò nóng. Th mà t i ó xu t hi n i m u n trên ng c tr ng c a u dò phát x t ng ng v i th plasma. Nh v y, nguyên t c c a ph ng pháp này là d a trên vi c xác nh tr c ti p th plasma t ng c tr ng u dò phát x .

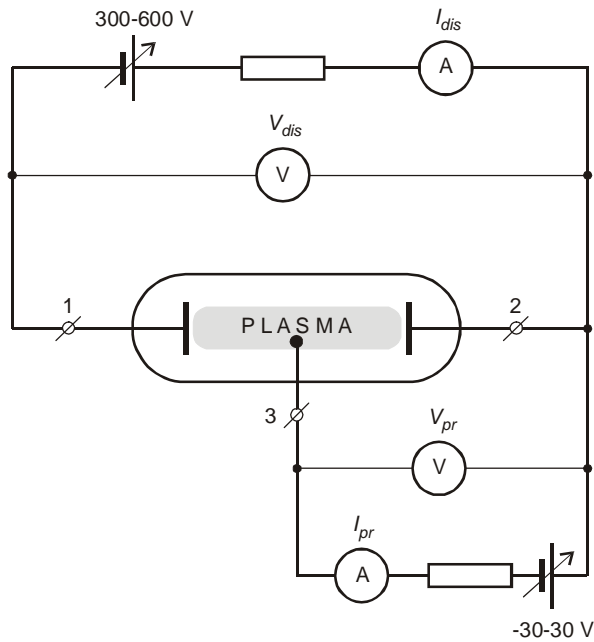
- Ph ng pháp th n i: ph ng pháp này bao g m vi c o các th n i c a u dò các dòng nhi t khác nhau. Khi dòng nhi t t ng lên, th n i c a u dò s d ch chuy n (t ng) cho n khi nó t giá tr bão hòa ng v i th plasma. Ph ng pháp này c n ph i có s phát x electron l n g n gi i h n i n tích không gian. i v i phát x m nh, khi dòng u dò t i n n giá tr bão hòa V_{fs} t i n n r t g n V_s . Tuy nhiên, th o c trong th c t th ng không chính xác là

th plasma. B i vì m t ph n các electron b hút ng c v phía u dò do t n t i



m t th r t nh gi a b m t u dò và plasma. Chính i u này ã ng n không cho th u dò ti n n chính xác th plasma.

Trong th c t , o th u dò, dòng i n u dò, ng i ta th ng s d ng Vôn k và Ampe k m c theo s sau:



S m ch i n c a u dò t trong plasma

T số dòng ion và ion thu thập Ampe k và Vôn k , ta vẽ công thức
cường I-V, để xác định các tham số plasma theo mô tả trong các phương pháp
trên.

Ưu dò Faraday

1. Mô tả

Ưu dò Faraday là một dạng của ưu dò dòng. Có nhiều loại ưu dò khác nhau: ưu dò nết (nude probe), ưu dò dẹt chén (cupped probe), ưu dò chuẩn trục (collimated probe), ưu dò lưới (gridded probe), ưu dò lọc từ (magnetically filtered probe)... Tuy nhiên các loại ưu dò này đều có cấu tạo cơ bản sau: Ưu dò Faraday bao gồm một vành góp phân cực âm trong một vòng bảo vệ cathode trong một thiết bị trong khoảng 12V - 30V để đẩy electron. Các vành góp và vòng bảo vệ cathode cùng một thiết bị làm giảm hiệu ứng bắn ngược cách tạo ra một màn chắn ngăn chặn trục vành góp. Tuy nhiên, dòng ion chính tập trung chính trên vành góp. Vành góp thường làm bằng thép không gỉ và các phun một lớp tungsten làm giảm sự phát xạ electron thứ cấp và bắn phá ion. Vòng bảo vệ cathode dùng để che chắn vành góp khỏi các ion năng lượng thấp đi ngược phía bên ngoài vành góp.



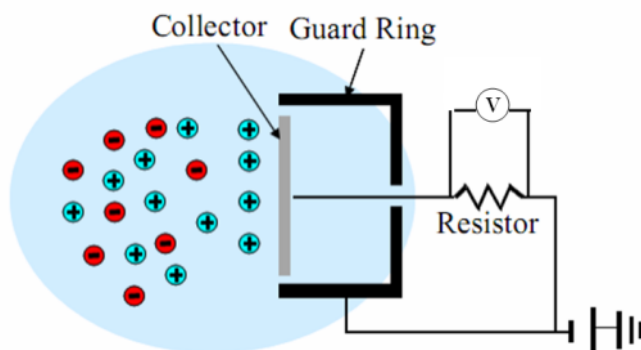
2. Thiết kế ưu dò

Một tụ dò Faraday có thể gây ra sự nhiễu loạn plasma, do đó nhiễu xạ của nó là một vấn đề. Thiết kế một tụ dò tốt hơn giúp làm giảm sự nhiễu loạn plasma và ngược lại cho phép nâng cao phân giải. Làm giảm hiệu ứng nhiễu xạ xung quanh vành góp, lớp vỏ và vành góp phụ trợ và ngược lại. Điều này đòi hỏi khoảng trống giữa vành góp và vòng bảo vệ phải nhỏ hơn một chút so với phần bên trong của vành góp và vòng bảo vệ. Vành góp và vòng bảo vệ phải được làm bằng các vật liệu có điểm nóng chảy cao và sẽ phát xạ electron theo phần tử của nó. Đồng thời, chúng cũng phải có khả năng chịu được dòng điện, dòng điện không làm biến đổi quá nhiều các ion và làm tăng sự phân bố của các ion.

3. Hoạt động

Một dòng điện có thể đo được trên nguyên lý: Khi các ion đi vào bên trong vành góp, các electron chỉ trong phần kim loại của tụ dò Faraday tuôn ra bên ngoài tụ dò trung hòa các ion tích điện trên bề mặt. Các electron di chuyển tạo ra dòng điện ngược lại, dòng này bằng với dòng ion. Một dòng điện xác định bởi tốc độ của dòng ion và điện tích của vành góp.

$$j = I/A = nqv$$



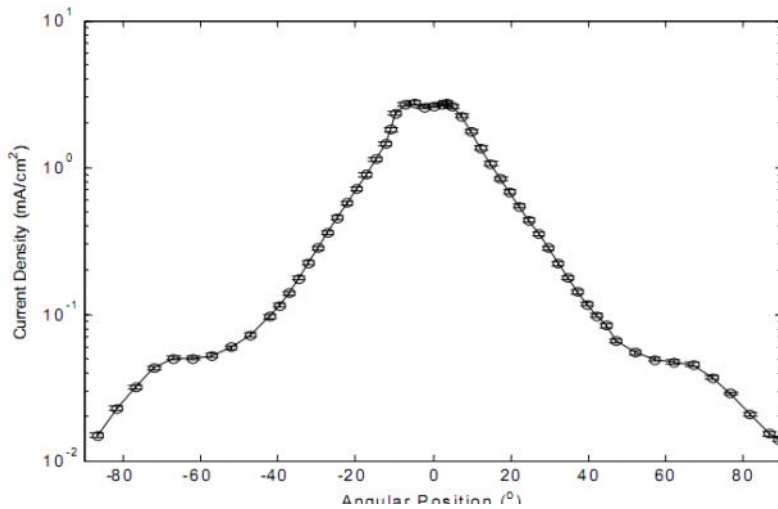
Sơ đồ hoạt động của tụ dò Faraday

Trong thực nghiệm: Nếu ta sử dụng một voltmeter để đo V, sau đó một dòng sẽ tính như sau:

$$j = \frac{V}{RA}$$

V là điện áp, R là điện trở trong mạch, A là tiết diện của dây.

Mật độ dòng điện ở các vị trí góc khác nhau thu được các phân bố mật



thể hiện sự phân bố mật độ dòng điện vào vị trí góc

dòng. Sự phân bố mật độ dòng điện có thể giải thích sự sinh ra dòng tia mà ta có thể thu được ở góc phân cực của dòng chảy.

Hiện tượng Faraday minh họa sự phân bố dòng Langmuir, tuy nhiên nó chỉ là một dòng mà không có nhiệt của electron. Quét một hiện tượng Faraday qua một dòng chảy bên trong sự cung cấp dòng tia cũng cho việc tính toán hiệu suất. Để hiểu về hiện tượng Faraday cũng xem là khá dễ dàng thích, mặc dù trong buồng chân không, hiệu ứng của sự chuyển động tích điện áp suất rất cao hơn phải xem xét. Kết quả của sự chuyển động tích điện trên một dòng là một vài dòng điện tách khỏi tâm của chùm tia, thay thế bởi các ion nhanh, và mở rộng ở các góc tia trên các điểm trung hòa phân bố ngẫu nhiên trên nó.

Tài liệu tham khảo:

1. Azziz, Y., Instrument Development and Plasma Measurements on a 200-Watt Hall Thruster Plume, S.M Thesis, Massachusetts Institute of Technology, September 2003
2. Azziz, Y., Experimental and Theoretical Characterization of a Hall Thruster Plume, Ph.D Thesis, Massachusetts Institute of Technology, June 2007
3. Thomas, S., Developing a space Shuttle Experiment for Hall and Pulsed Plasma Thruster, S.M Thesis, Massachusetts Institute of Technology, February 200
4. aerospace.engin.umich.edu
5. www.electricpropulsionlaboratory.com