

ESTUDO DA SUPRESSÃO MAGNÉTICA DE ELÉTRONS SECUNDÁRIOS NO PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO IÔNICA POR IMERSÃO EM PLASMA

E. J. D. M. Pillaca^{1*}, M. Ueda², A. R. da Silva Jr.², K. G. Kostov¹

¹Universidade Estadual Paulista-UNESP/FEG

²Instituto Nacional de Pesquisa Espacial-INPE/LAP

1. Introdução

Implantação iônica por imersão em plasma (IIIP) é uma técnica rápida e eficiente para a modificação superficial de materiais e componentes industriais [1]. Aplicando pulsos negativos de alta tensão num alvo imerso em plasma, íons são extraídos do plasma, acelerados e implantados na superfície. Por cada íon implantado, alguns elétrons - chamados elétrons secundários (ES) - são liberados e acelerados através da diferença de potencial na bainha formada ao redor do alvo, atingindo uma energia equivalente à da tensão aplicada. Emissão descontrolada de ES pode reduzir a eficiência do sistema IIIP [2]. Além disso, a radiação dos raios X produzida pelo bombardeamento dos elétrons energéticos nas paredes da câmara coloca a segurança dos operadores em risco. Estudos recentes demonstram que ES em IIIP são significativamente afetados por um campo magnético (**B**) externo, especialmente quando este campo é paralelo à superfície do alvo [3]. Neste trabalho o efeito de campo magnético na dinâmica dos elétrons secundários e sua influência na corrente de implantação em sistemas IIIP são investigados.

2. Experimento

O arranjo experimental para a medida dos elétrons secundários com campo magnético durante o processo IIIP é mostrado na Figura 1. O experimento foi realizado usando uma câmara cilíndrica de 26 cm de diâmetro e 38 cm de comprimento. Para produzir o campo magnético axial, foram utilizadas duas bobinas de 90 voltas cada uma. Utilizou-se um sistema de vácuo convencional, constituído por bombas mecânica e difusora obtendo-se uma pressão base de $6,3 \times 10^{-5}$ mbarr. Com a pressão de trabalho de $6,3 \times 10^{-3}$ mbarr, utilizou-se gás de nitrogênio. Dentro da câmara é colocado um filamento de tungstênio com o qual o potencial do plasma é controlado por um “chuveiro” de elétrons. O material alvo foi polarizado negativamente com pulsos de tensões entre 5 e 10 kV em plasma de nitrogênio. Um copo de Faraday, colocado perpendicularmente ao alvo, foi usado para detectar a presença dos ES, enquanto a corrente no alvo foi medida com uma bobina de Rogowski.

3. Resultados e Discussões

Experimentalmente encontramos que os ES ejetados da superfície do alvo são influenciados pelo campo magnético. Como é mostrada na figura 2, com o aumento da intensidade do campo **B**, a corrente de ES perpendicular a **B** diminui. Esse resultado pode ser compreendido em termos do raio de Larmor (r_L), onde, para determinado valor do campo **B**, os ES capturados são obrigados a seguir trajetórias helicoidais em torno das linhas do **B** com determinado r_L . Como consequência a corrente eletrônica vindo da superfície do alvo não consegue ser detectada pelo copo de Faraday, sendo suprimida completamente para **B** > 35 G, na direção perpendicular a **B**.

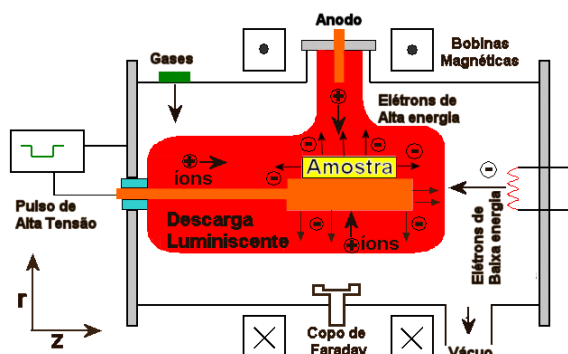


Fig. 1. Arranjo do sistema IIIP com bobinas magnéticas.

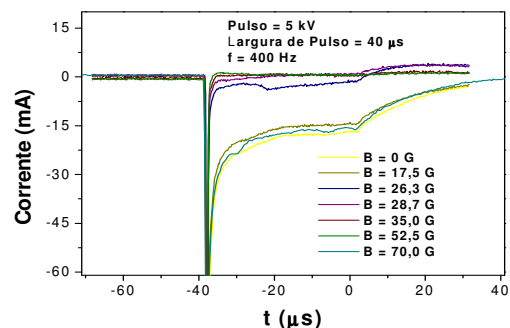


Fig. 2. Corrente eletrônica medida pelo copo de Faraday, posicionado perpendicularmente a **B**.

4. Referências

- [1] S. Mukherjee, Surf. & Coat. Tech., 156(2002)115-118.
- [2] D. J. Rej, R. J. Faehl, J. N. Matossian, Surf. & Coat. Tech., 96(1997)45-51.
- [3] M. Ueda, I. H. Tan, R. S. Dallaqua, and J. O. Rossi, Surf. & Coat. Tech., 201(2007)6597-6600.

*Autor Correspondente: elver_jdd@feg.unesp.br