

**"MAGNETRON SPUTTERING"
(CONSTRUÇÃO E APLICAÇÃO)**

Sebastião Eleutério Filho*, Eduardo A. Farah
e Sérgio A. B. Bilac

Instituto de Física - Universidade Estadual
de Campinas - C.P. 6165 - Campinas - S. P.

Construímos um sistema de vácuo para a deposição de filmes pela técnica "magnetron sputtering". Foram projetados e construídos eletrodos de várias configurações com ímãs permanentes para o confinamento de plasma. As geometrias empregadas foram planares (circulares e retangular). Os catodos foram caracterizados pela curva I-V em função da pressão de gás (Argônio). O "magnetron" retangular foi o que apresentou melhores resultados, se comparados com a atual bibliografia do assunto.

vácuo, "magnetron sputtering", curva I-V.

1. INTRODUÇÃO

O "sputtering" realizado por eletrodos do tipo "magnetron" [1] [2], utiliza campos magnéticos gerados por ímãs permanentes ou eletro-ímãs, para atuarem como armadilhas de elétrons; fato este que gerará, se comparado ao "sputtering" convencional, um grande aumento do efeito ionizante na região próxima à superfície do catodo, possibilitando o trabalho à pressões baixas (aproximadamente 10^{-4} Torr). O projeto visa utilizar somente materiais de fabricação nacional e de custo não elevado, como por exemplo, o uso de ímãs encontrados em alto-falantes.

* Bolsista FAPESP

A grande maioria dos elétrons confinados não sai das proximidades do catodo, consequentemente não se observa no processo de "magnetron sputtering" o aquecimento excessivo do substrato por bombardeamento de elétrons secundários. O aumento da eficiência do processo é responsável pela obtenção de taxas de deposição de 1000 a 10000 maiores que o "sputtering" convencional possibilitando a confecção de camadas com espessuras de microns em tempos restritos a minutos [3].

O modo "magnetron", obedece a uma relação da forma

$$I = kV^n$$

onde I é a corrente no catodo e V , o potencial no mesmo. O índice " n " nos dá uma medida do confinamento, ou seja, a performance da armadilha de elétrons; indicando quão quanto maior for o " n ", mais eficiente será a geometria [4].

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

2.1 Equipamento

O equipamento consta de uma câmara cilíndrica vertical com entradas, para o catodo e admissão de gases com fluxo controlado por válvulas do tipo agulha (Edwards FV5). O sistema de vácuo consta de uma bomba mecânica (Welch mod. 1402) e uma bomba de difusão (Edwards EO4) com arrefecimento à água refrigerada, um "baffle" de água também refrigerada e um "trap" de Nitrogênio líquido (LN_2). As pressões na câmara e na bomba foram determinadas através de dois medidores de pressão dos tipos, termopar e Penning (fig.1).

2.2 CONSTRUÇÃO DOS "MAGNETRONS"

Utilizamos três geometrias (distribuição dos ímãs no corpo do catodo): duas circulares e uma retangular.

As geometrias circulares são apresentadas abaixo (fig.2 (a) (b)) e constituem-se de um corpo de latão (catodo) no qual é fixado uma peça (alvo), no nosso caso feito de Cobre.

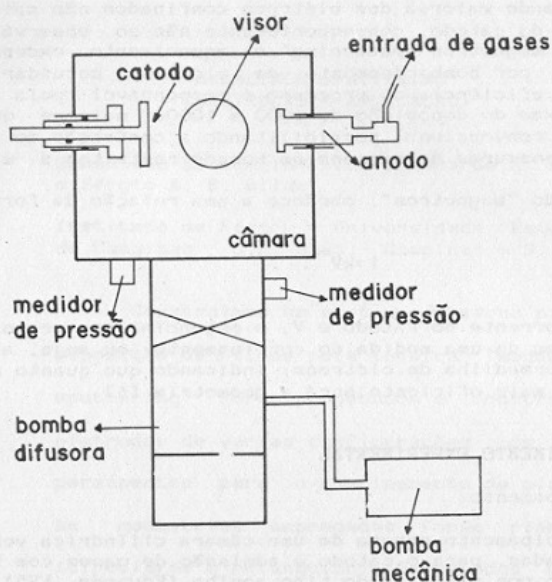
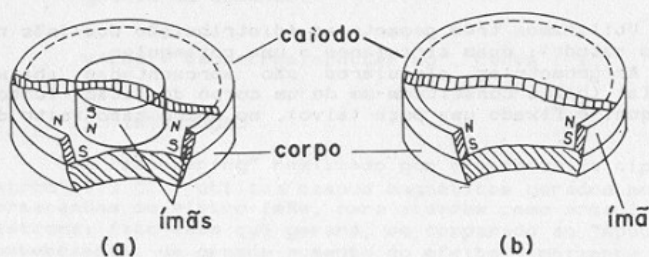


fig.1: configuração do equipamento

fig.2: fonte "magnetron sputtering" planar-circular.
(a) geometria com dois ímãs; (b) um só ímã

A geometria retangular (fig.3) foi confeccionada de modo análogo, porém, com alvo de latão.

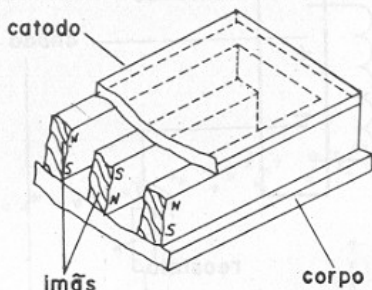


fig.3: fonte "magnetron sputtering" plana-retangular

Estes catodos possuem dutos de entrada e saída de água com vistas ao seu resfriamento.

2.3 CONFIGURAÇÃO ELÉTRICA E DE MEDIDAS

A parte elétrica do sistema consta de uma fonte de corrente contínua (0-1kV, 1A), uma resistência variável (reostato); as medidas de corrente e tensão foram fornecidas por dois multímetros acoplados ao circuito (fig.4).

3. RESULTADOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO

Investigamos a característica I-V do dispositivo em função da pressão de Argônio, característica essa que revelará a eficiência do confinamento.

Obtivemos três gráficos, cada um deles apresentando os pontos experimentais (para várias pressões) para as três geometrias empregadas (figs. 5, 6, 7).

4. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

O desempenho das geometrias foi comparado com as curvas I-V das referências [1] [4] e a partir disso, analisando-se as curvas obtidas nas caracterizações efetuadas, notamos que o confinamento proporcionado pelos ímãs está razoavelmente bom.

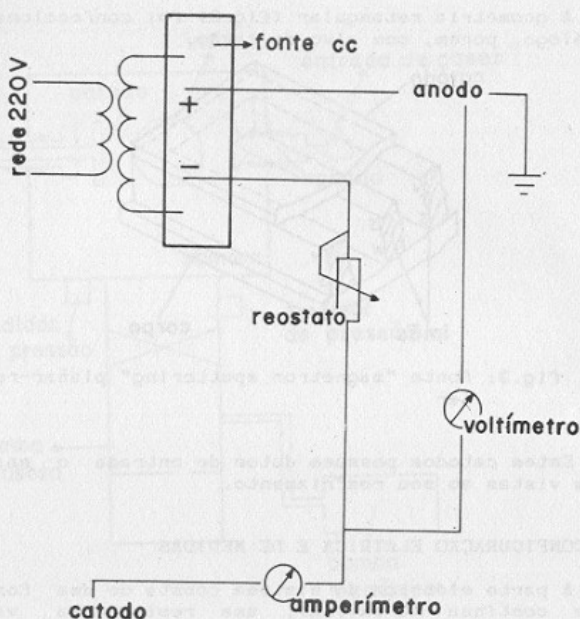
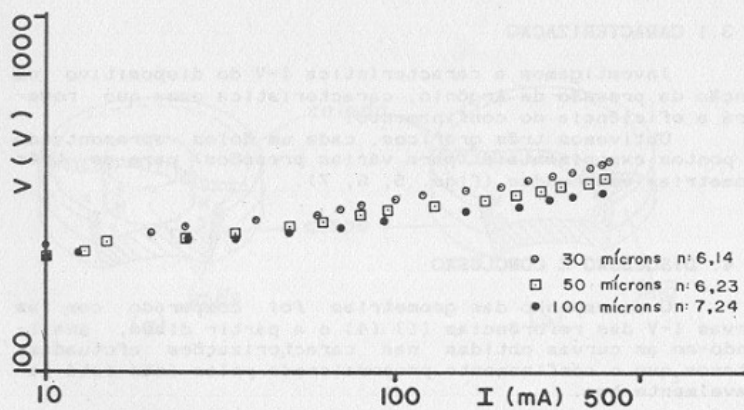


fig.4: esquema elétrico do sistema

fig.5: curva I-V, ímã circular com ímã central
alvo: Cobre
gás: Argônio

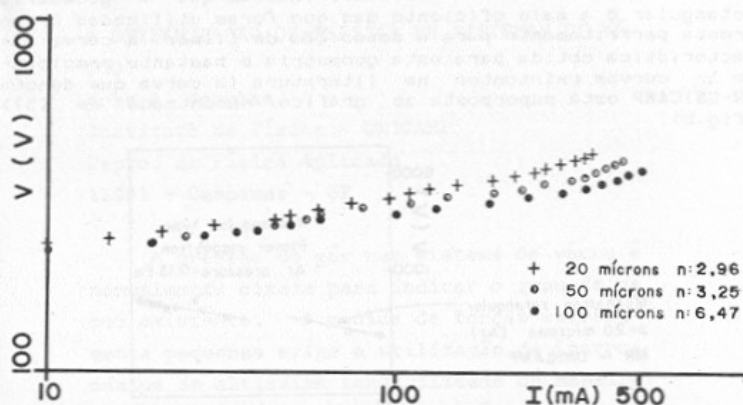


fig.6: curva I-V, ímã circular sem ímã central
alvo: Cobre gás: Argônio

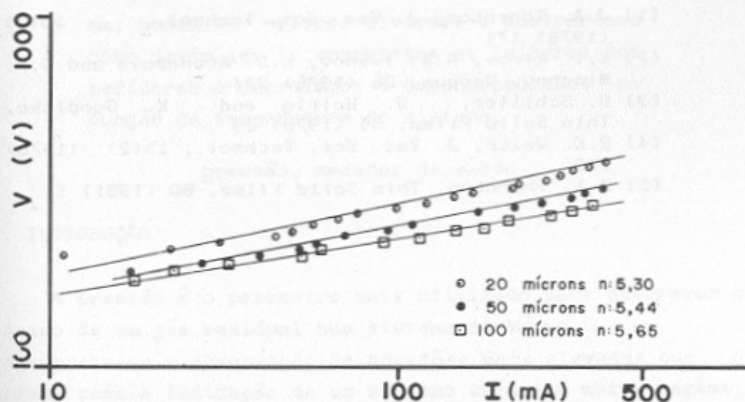


fig.7: curva I-V, ímã retangular
alvo: latão gás: Argônio

Os valores de "n" obtidos, indicam que a geometria retangular é a mais eficiente das que foram utilizadas e se presta perfeitamente para a deposição de filmes. A curva característica obtida para esta geometria é bastante semelhante às curvas existentes na literatura (a curva que denota MR-UNICAMP está superposta ao gráfico encontrado em [5]) (fig.8).

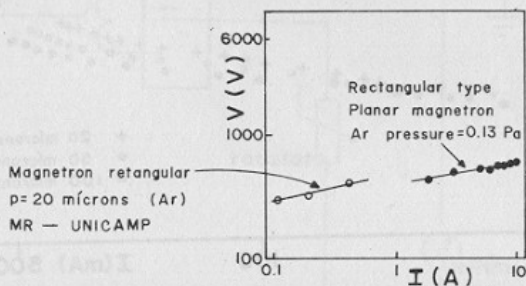


fig.8: comparação MR-UNICAMP/literatura

Quanto às geometrias circulares, o confinamento não é tão eficiente, talvez devido ao fato do campo magnético não ser tão intenso quanto no caso anterior.

5. REFERÊNCIAS

- [1] J.A. Thornton, J. Vac. Sci. Technol., 15(2) (1978) 171
- [2] K.I. Kirov, N.A. Ivanov, E.D. Atanasova and G.M. Minchev, Vacuum, 26 (1976) 237
- [3] S. Schiller, U. Heisig and K. Goodicke, Thin Solid Films, 54 (1978) 33
- [4] R.K. Waits, J. Vac. Sci. Technol., 15(2) (1978) 179
- [5] J.A. Thornton, Thin Solid Films, 80 (1981) 1