

PROCESSO DE SPUTTERING FONTES DE SPUTTERING

Fonte planar cilíndrica operada com corrente contínua

Alvo de Ni. Típicas condições de deposição: separação catodo – substrato 4,5 cm; tensão no catodo 3000 V, pressão 75 mTorr (10 Pa); densidade de corrente 1 mA/cm²; taxa de deposição 36 nm/min.

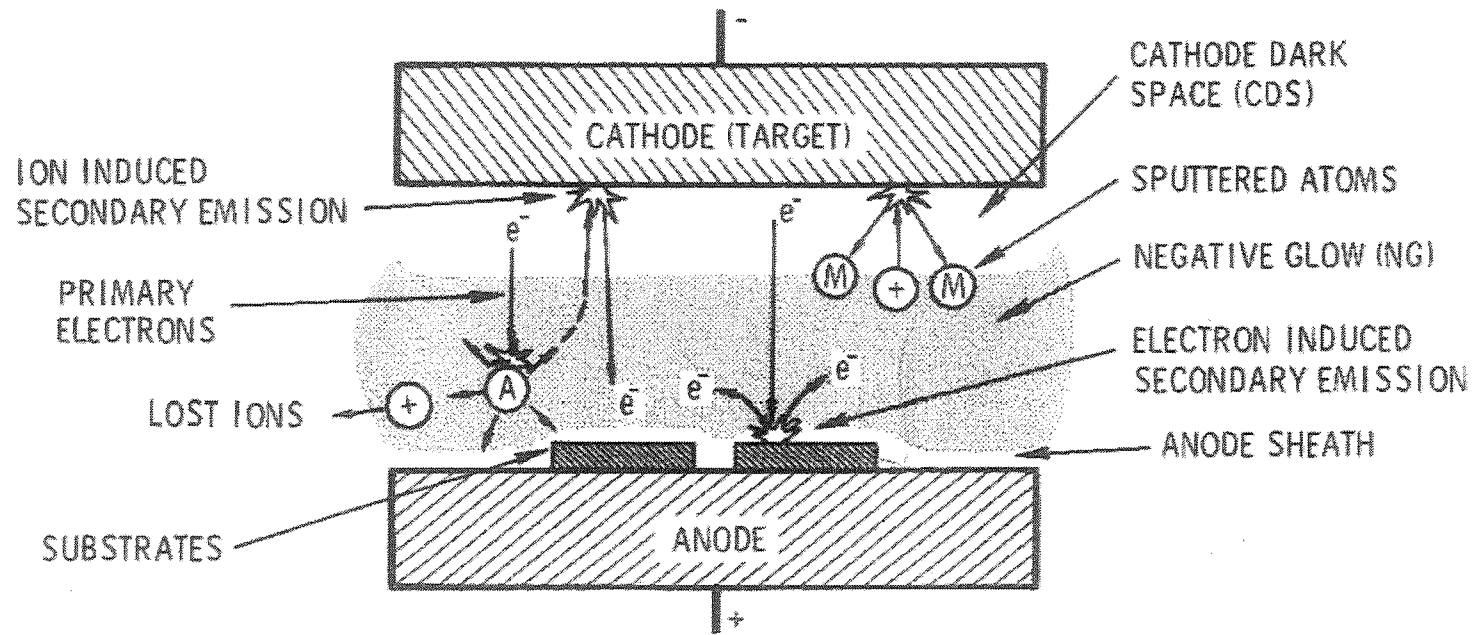


Fig. 1. Schematic representation of the plasma in planar diode sputtering.

PROCESSO DE SPUTTERING FONTES DE SPUTTERING

Fontes que operam com campos elétricos e magnéticos combinados.
As trajetórias dos elétrons no campo cruzado $E \times B$ são esquematizadas na figura.

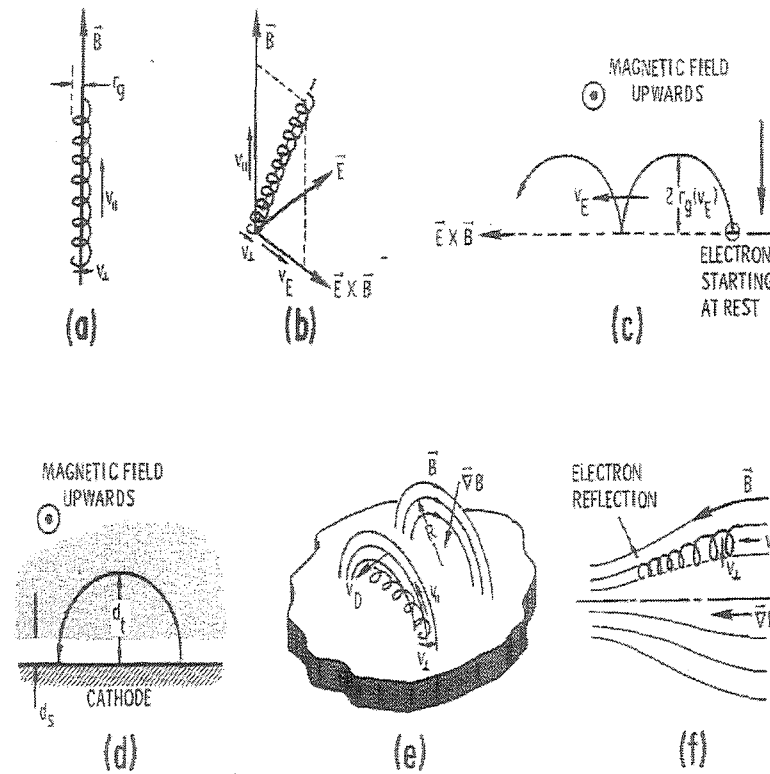


Fig. 4. Electron motion in static electric and magnetic fields.

PROCESSO DE SPUTTERING

FONTES DE SPUTTERING

Magnetron planar

Uma fonte cilíndrica e outra retangular exemplificam magnetrons planares. Imãs permanentes de alto campo compõem o circuito magnético da fonte

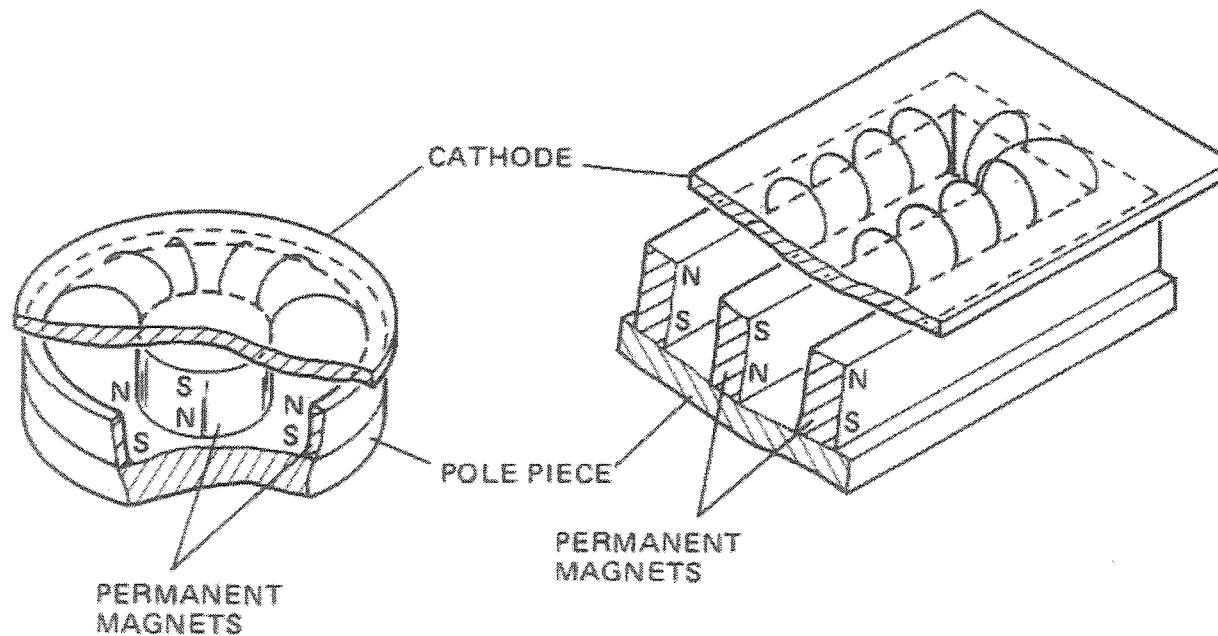


Fig. 2. Circular and rectangular planar magnetron sputtering sources. Curved lines represent magnetic field lines.

PROCESSO DE SPUTTERING FONTES DE SPUTTERING

Um circuito de plasma de alta intensidade é localizado na região próxima ao alvo onde existe um campo magnético mais intenso.

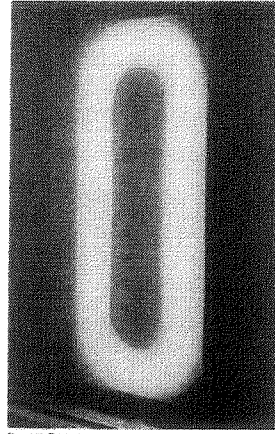
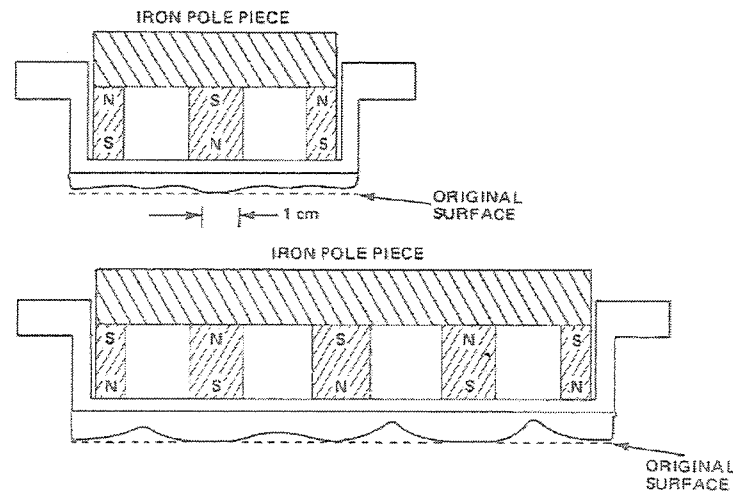


FIGURE 4-47 The plasma circuit diagram, with magnetron sputtering, is shown in the next figure.

Como é de se esperar, existe maior erosão do alvo nas regiões onde a densidade iônica do plasma é maior.



PROCESSO DE SPUTTERING FONTES DE SPUTTERING

Fonte S-Gun

Seção de corte detalhada de uma fonte S-Gun e corte esquemático da fonte mostrando a seção do anel de plasma.

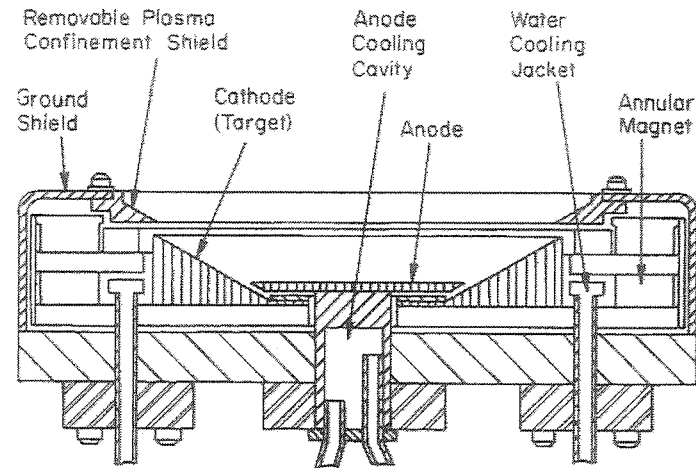


Fig. 1. Cross-section view of the 12.5 cm S-Gun (courtesy Varian Associates).

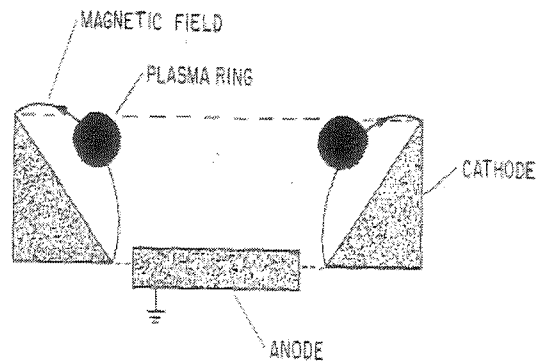


Fig. 3. Cross-section view of the 12.5 cm S-Gun electrodes with B field and plasma ring.

PROCESSO DE SPUTTERING FONTES DE SPUTTERING

Magnetron Cilíndrico

Devido à distribuição radial da deposição do filme, um grande número de pequenos objetos colocados no porta substrato podem ser recobertos simultaneamente.

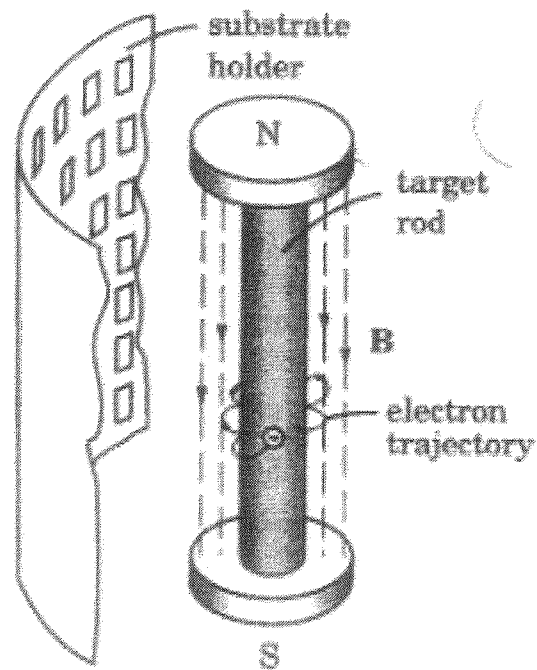


Figure 9.11 Geometry of the cylindrical post magnetron. (Anode rings not shown.)

O campo magnético é gerado por um solenóide interior ao alvo.

PROCESSO DE SPUTTERING

FATORES QUE INFLUENCIAM A TAXA DE DEPOSIÇÃO

1. Tensão do alvo

Para tensões abaixo de 5 kV, tipicamente, a taxa de deposição cresce monotonicamente com a tensão. (Exemplificado aqui para Ar como gás de sputtering).

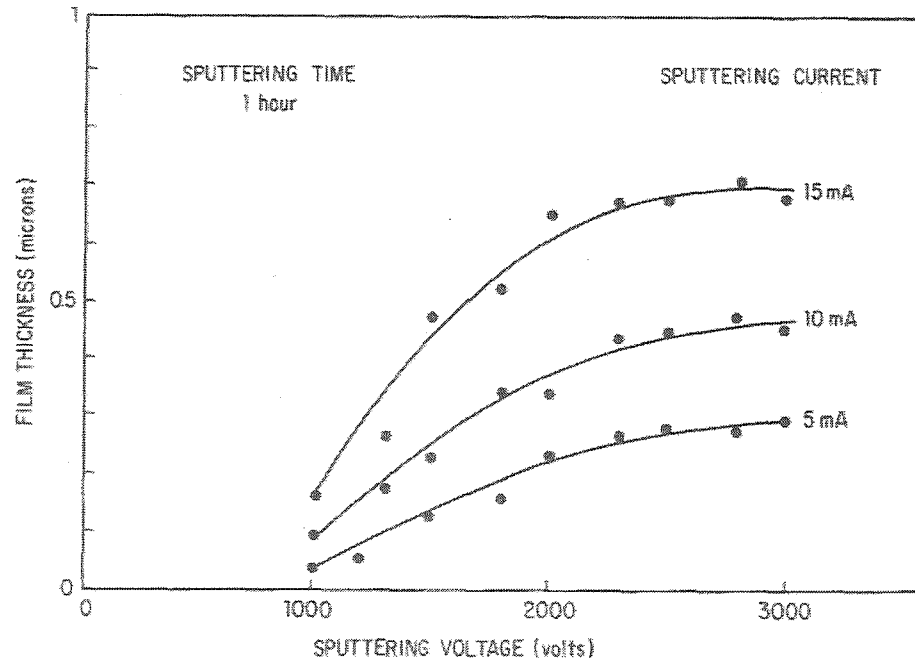


Fig. 11 Deposition rate of tantalum films vs. voltage at constant current.

PROCESSO DE SPUTTERING

FATORES QUE INFLUENCIAM A TAXA DE DEPOSIÇÃO

2. Pressão do Gás.

Para pressões de argônio no intervalo de dezenas de mTorr, a taxa de deposição e a corrente no plasma dependem linearmente da pressão.

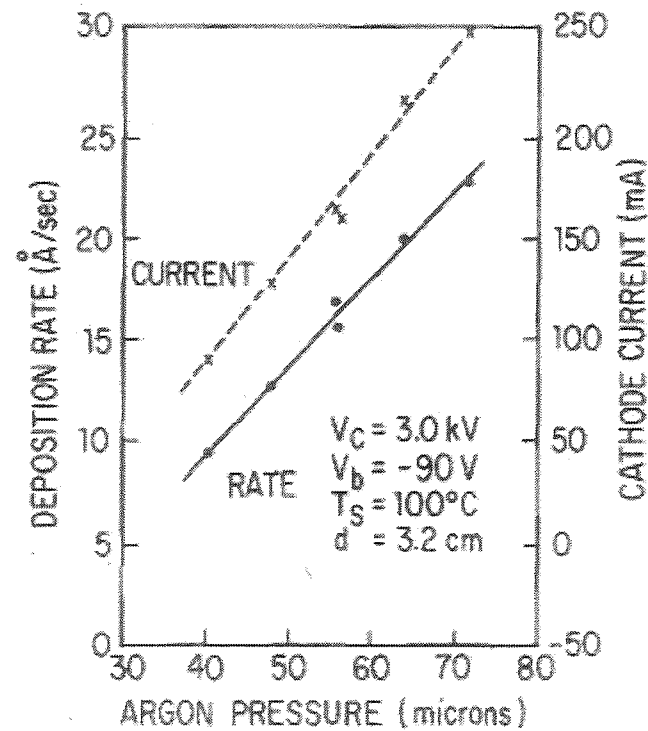


Fig. 12 Deposition rate of molybdenum vs. pressure.

PROCESSO DE SPUTTERING

FATORES QUE INFLUENCIAM A TAXA DE DEPOSIÇÃO

3. Dependência na temperatura do substrato

A taxa de deposição, para uma mesma tensão de polarização do substrato, é fortemente influenciada pela temperatura do substrato.

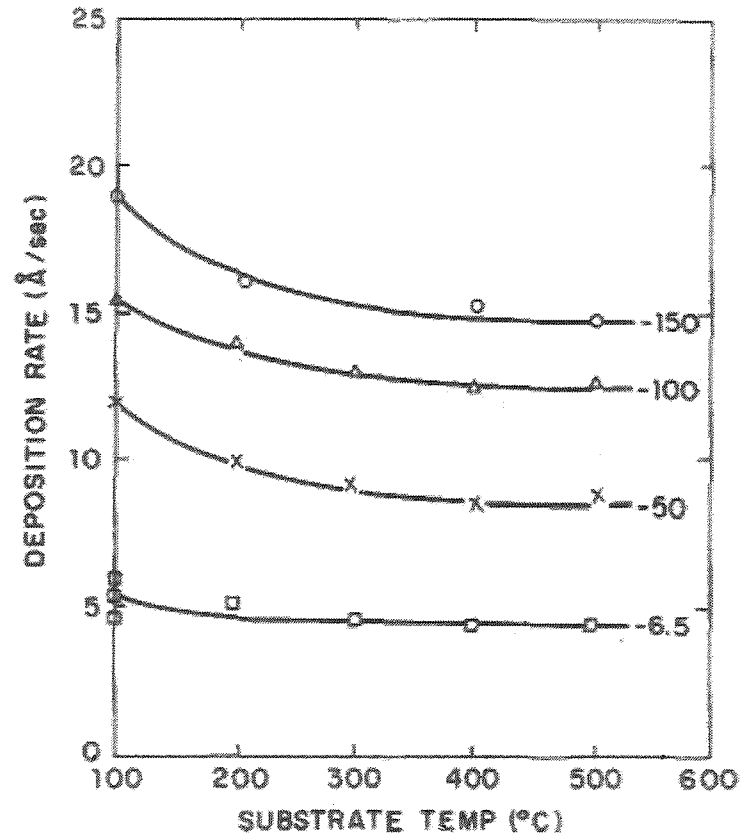


Fig. 14 Deposition rate vs. temperature for molybdenum films at several substrate biases.

PROCESSO DE SPUTTERING

FATORES QUE INFLUENCIAM A TAXA DE DEPOSIÇÃO

4. Impurezas na fase gasosa

Mecanismos distintos respondem, conforme o gás de impureza, pela a redução da taxa de deposição.

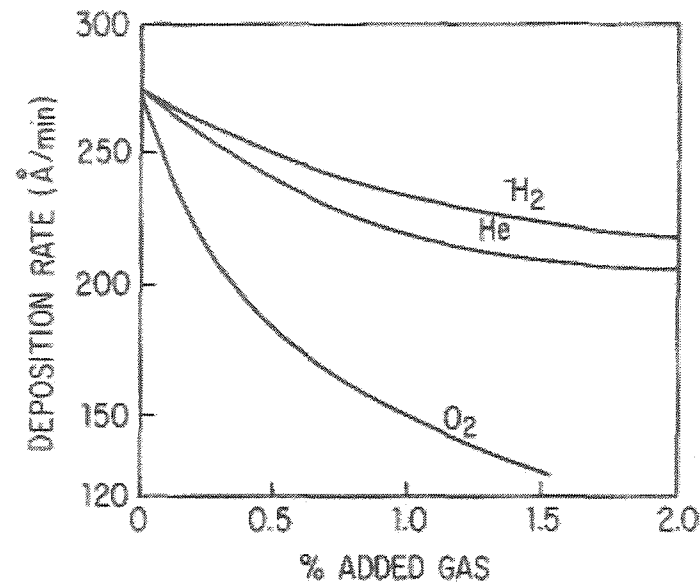


Fig. 13 Effect of H₂, He, and O₂ on deposition rate of SiO₂.

- Parte da corrente de sputtering é gasta na ionização de H₂ e He que não contribuem para sputtering (baixíssimos yields).
- Considere-se, separadamente, taxas de ejeção do alvo de oxigênio, R_O e de Si, R_{Si}. Como oxigênio é ejetado preferencialmente ao Si, R_O > R_{Si}. Com o aumento da pressão parcial de O₂, aumenta a reposição de oxigênio no alvo, aumentando ainda mais a diferença entre R_O e R_{Si} e, conseqüentemente, a redução da taxa de deposição.