

PROCESSO DE SPUTTERING SPUTTERING REATIVO

É o processo em que um gás reativo adicionado ao sistema de deposição de sputtering incorpora-se quimicamente ao filme depositado.

Exemplos:

- alvo de Al + atmosfera de $N_2 \rightarrow AlN$
- " " Ti + " " $CH_4 \rightarrow TiC$
- " " Cr + " " $O_2 \rightarrow Cr_2O_3$
- " " Cd + " " $H_2S \rightarrow CdS$

Em baixas pressões, a estequiometria do composto depende da taxa de chegada, no substrato, do vapor do metal e do gás reativo.

Questionamento pertinente ao processo:

- A reação se dá no alvo e o composto que se forma é ejetado pelo efeito de sputtering?
- O composto se forma na fase gasosa e a seguir se deposita?
- A reação acontece na superfície do substrato?

PROCESSO DE SPUTTERING

Filmes dos mesmos elementos químicos mas com diferentes estequiometrias podem ocorrer dependendo das condições de deposição.

Exemplo ilustrativo:

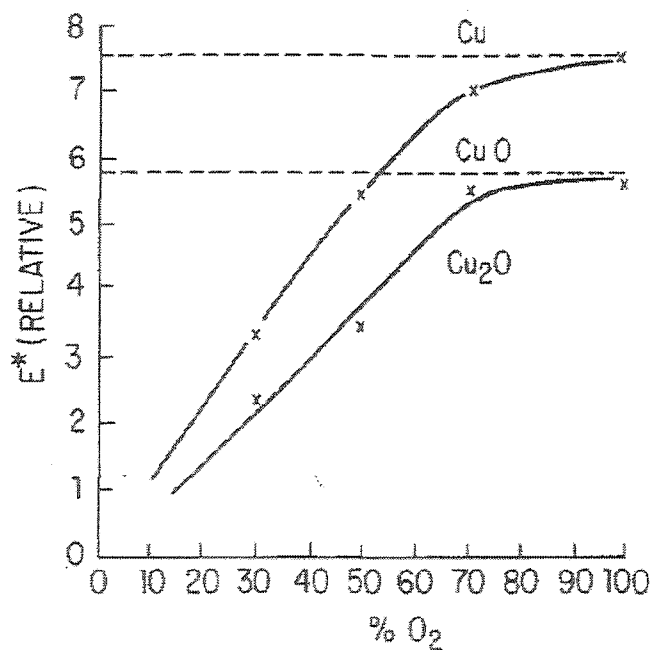


Fig. 21 "Phase diagram" showing formation of various copper oxide phases as a function of percent O_2 and the reduced field.

A ordenada E^* é o *campo reduzido* definida por

$$E^* = \text{tensão no alvo} / (\text{distância catodo anodo} \times \text{pressão do gás reagente})$$

Observe-se as três "fases" do material depositado conforme E^* .

PROCESSO DE SPUTTERING SPUTTERING REATIVO

Deposição de óxidos metálicos

No processo de sputtering de um alvo metálico em atmosfera de oxigênio, paralelamente à formação do filme de óxido do metal no substrato, ocorre a oxidação do substrato.

De um modo geral, o rendimento de sputtering de um óxido é bem menor que o de um metal, e esta é a principal causa do formato característico das curvas de taxa de óxidos metálicos em função da pressão parcial de O_2 . Duas dessas curvas (para óxido de ferro e óxido de gálio) estão representadas abaixo.

REACTIVE SPUTTERING OF METALS IN OXIDIZING ATMOSPHERES

169

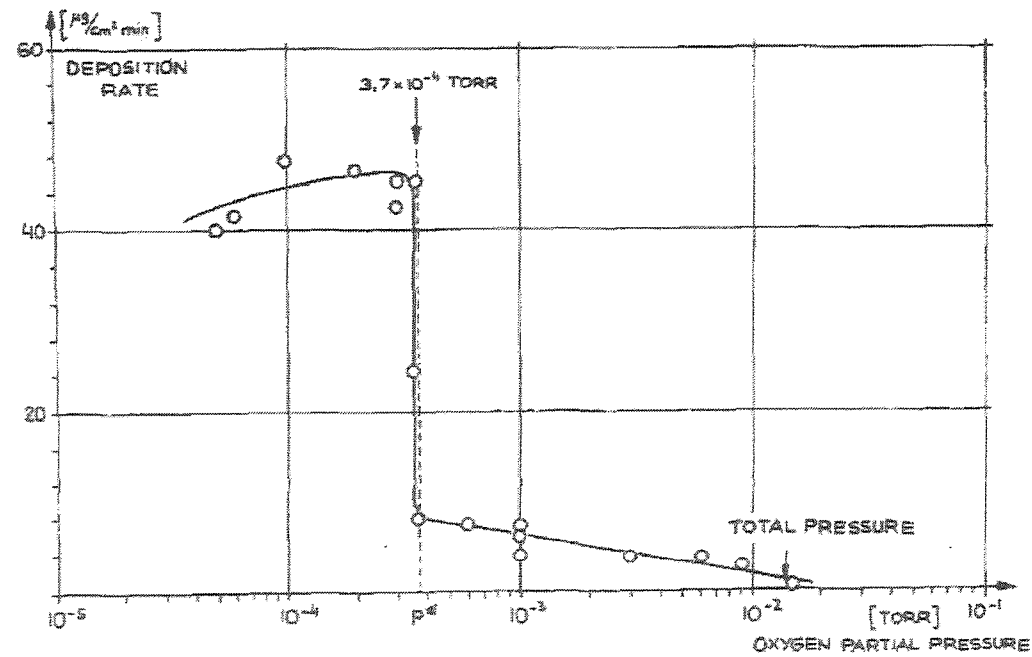


Fig. 8. Deposition rate vs. oxygen partial pressure; iron target. Ar + O_2 r.f. glow discharge $6.5 \text{ W}/\text{cm}^2$, total pressure 1.5×10^{-2} torr; $p < p^*$: metal deposits; $p > p^*$: $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ deposits.

PROCESSO DE SPUTTERING

SPUTTERING REATIVO

Dois regimes, são sugeridos pela curva, separados por um limiar abrupto na taxa de deposição:

Regime de baixa pressão (< 0,5 mTorr de O₂, aproximadamente)

-a taxa de formação do óxido no alvo não é significativa, pouco interferindo com sua taxa de sputtering e a taxa de formação do óxido no substrato cresce com o aumento da pressão.

Regime de alta pressão (> 0,5 mTorr de O₂, aproximadamente)

-o filme de óxido cobriu uma parte significativa do alvo, decrescendo sua taxa de sputtering e a queda na taxa de deposição no substrato continua à medida em que alvo vai sendo recoberto .

A queda abrupta na taxa de formação do óxido no substrato é a soma de três fatores:

- rendimento de sputtering do óxido << rendimento para o metal
- emissão de elétrons secundários do óxido >> emissão dos metais
- rendimento de sputtering para oxigênio < rendimento para gás de sputtering (geralmente Ar)

Como resultado da maior emissão de elétrons do óxido, as fontes de energia de sputtering que operam com corrente constante , automaticamente reduzem sua tensão, contribuindo com uma queda na taxa de sputtering.

DEPOSIÇÃO DE FILMES POR SPUTTERING

SPUTTERING REATIVO

Deposição de nitreto de titânio

A figura abaixo se refere à deposição de nitreto de titânio numa atmosfera de Ar-N₂ empregando um sistema S-Gun operando com corrente contínua e um alvo de Ti. Diversas estequiometrias são observadas conforme as condições de deposição.

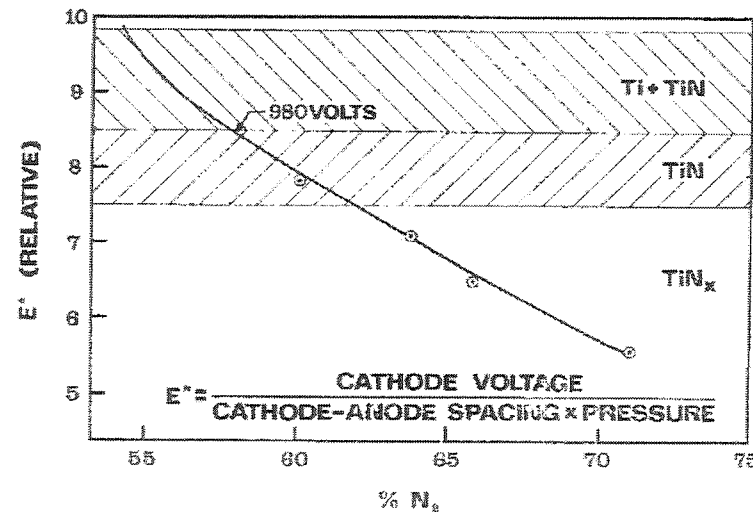


FIG. 2 Shows the various TiN "phases" as a function of percent N and the reduced field.

Os filmes exibem cores variadas conforme o campo reduzido E^* :

E^* muito alto, aspecto incolor, metálico;

$E^* \approx 8$, leve coloração dourada;

$E^* \approx 7$, cor dourada mais profunda;

$E^* \approx 6$, cor rósea profunda.

DEPOSIÇÃO DE FILMES POR SPUTTERING SPUTTERING REATIVO

Imagens de microscopia de varredura de fratura de filmes depositados em lâminas de slide de microscópio mostram uma estrutura colunar

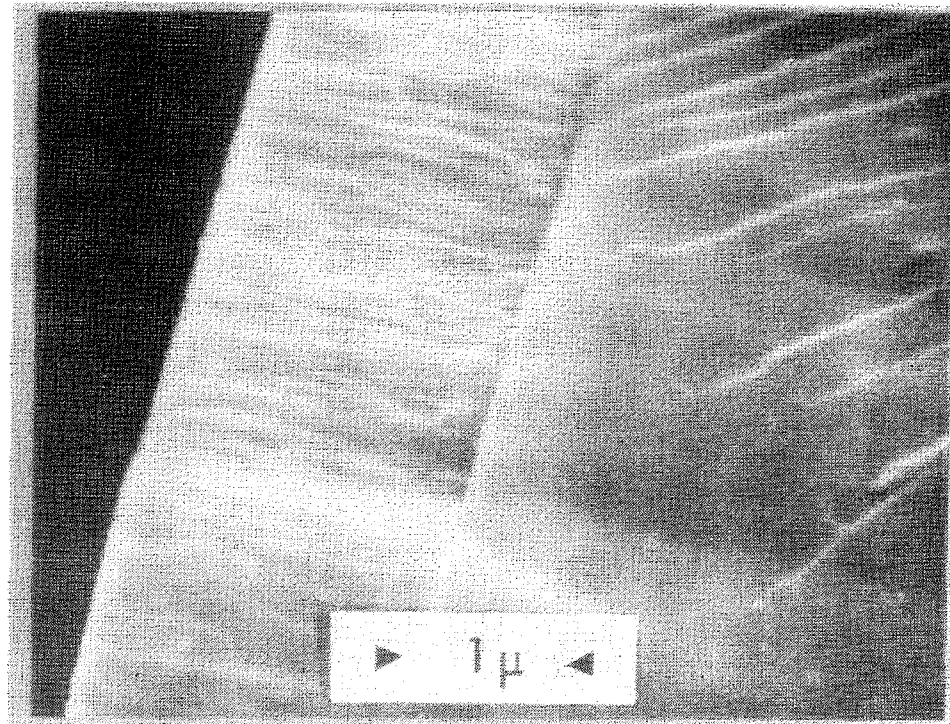


FIG. 4 Sem micrograph fracture cross section of TiN on a glass slide.