

PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FILMES FINOS SEMICONDUCTORES DE ÓXIDO DE ZINCO DOPADOS COM ALUMÍNIO PARA POSSÍVEL APLICAÇÃO EM CÉLULAS SOLARES

Leonardo Santos Ribeiro, discente de graduação, Universidade Federal do Pampa,
Campus Bagé

Rejane Tellechea Fernandes, discente de pós-graduação, Universidade Federal do
Pampa, Campus Bagé

Wladimir Hernandez Flores, docente, Universidade Federal do Pampa, Campus
Bagé

André Gündel, docente, Universidade Federal do Pampa, Campus Bagé

leonardoribeiro.aluno@unipampa.edu.br

Células solares são dispositivos produzidos com material semicondutor que convertem a energia solar em energia elétrica. Dentre os diversos tipos e células fotovoltaicas existentes, as baseadas em filmes finos semicondutores apresentam grande potencial de fabricação em escala industrial pela facilidade e baixo custo de produção. Este trabalho tem como objetivo a produção de filmes finos de óxido de zinco dopados com alumínio (ZnO:Al ou AZO), para possível aplicação em células solares. Para o desenvolvimento deste estudo, o ZnO foi sintetizado por eletrodeposição, sobre substratos de ouro de fácil obtenção (CDtrodos), para o qual foram testadas duas soluções eletrolíticas e dopagem com diferentes concentrações de alumínio. Foram utilizadas para análise dos filmes depositados: a técnica de difratometria de raios X (DRX), para caracterização estrutural, microscopia de força atômica (AFM) para caracterização morfológica e medidas fotoeletroquímicas (PEC). As soluções foram divididas em dois grupos nomeados de S1 e S2. Para os dois grupos, foi mantida constante a concentração do zinco e variada a concentração do alumínio, sendo as soluções de S1 depositadas em temperatura de 90°C e as do grupo S2 em 70°C. As análises obtidas por DRX mostraram que os filmes da solução S1 apresentam picos de difração bem definidos nos ângulos 31,7; 34,4 e 36,2 graus, correspondendo às orientações cristalográficas do óxido de zinco (100), (002) e (101), respectivamente. Esta técnica também mostrou em detalhe os picos das reflexões de Bragg (002), para duas concentrações de alumínio (1,0 mM e 2,0 mM) e óxido de zinco sem adição de alumínio. Na análise do difratograma dos filmes da solução S2 foi possível observar os três picos característicos do óxido de zinco, confirmando que a deposição foi feita corretamente. Na concentração de 0,5 mM de alumínio, pode-se observar uma diminuição significativa no sinal do material depositado. A partir das caracterizações morfológicas realizadas por AFM, foi observado para as amostras depositadas com a solução S2, nanopartículas com morfologias esféricas e alongadas depositadas na superfície do ouro. O tamanho dos grãos dos filmes dopados com 0,05 mM de Al variou entre 200 e 400 nm. À medida que a concentração de Al aumentou para 0,1 mM, os grãos apresentaram tamanhos maiores, variando entre 250 e 500

nm. Já para os filmes depositados em Al 0,5 mM, o tamanho diminuiu, permanecendo entre 200 e 300 nm. O crescimento de grãos de ZnO causado pelo teor de Al alterou a rugosidade dos filmes. Nestas amostras, a rugosidade dos filmes de ZnO foi de 43 nm e os valores de rugosidade variaram entre 119 e 165 nm quando o Al foi incorporado na rede do material. As medidas PEC foram realizadas para as amostras produzidas com a solução S1, dopada com alumínio na concentração de 0,1 mM, para dois potenciais de polarização (-0,2 V e -0,3 V). Para ambos os potenciais foi observado aumento da fotocorrente ao ligar a lâmpada e diminuição quando a lâmpada foi desligada, indicando o caráter semicondutor dos filmes. Os resultados das etapas de caracterização indicam que as amostras depositadas com solução S1 mostraram-se mais satisfatórias. Os resultados de DRX das amostras do grupo S1 mostram três picos de difração de óxido de zinco, e seus pequenos deslocamentos angulares são evidentes com a adição de alumínio. Os resultados também mostram que o filme dopado com alumínio na concentração de 1 mM perdeu qualidade cristalina, o que pode ser percebido pela diminuição da intensidade de reflexão de Bragg nas direções (100), (002) e (101). Os resultados da análise fotoeletroquímica do filme fino confirmaram que um material semicondutor tipo n foi obtido. Resta determinar quais ajustes nos parâmetros de deposição são necessários para que este material atenda aos requisitos ideais para possíveis aplicações em células solares de alta eficiência. As amostras sintetizadas com solução S2 não foram satisfatórias, pois apresentaram poucos sinais de dopagem com alumínio. A partir da análise de DRX dos filmes eletrodepositados a 70°C, observou-se a deposição de óxido de zinco, mas não foi possível observar o deslocamento do pico de reflexão de Bragg descrito na literatura, o que caracteriza a introdução de alumínio na rede de óxido de zinco, que indica que no filme fino o alumínio é incorporado. No entanto, a análise de AFM mostrou que alguns filmes depositados em eletrólitos contendo nitrato de zinco e alumínio apresentaram alterações no tamanho de grão e rugosidade em relação aos filmes não dopados, o que pode ser um indício da presença do alumínio. Assim, com os resultados obtidos, a continuidade do trabalho se concentrará na geração de um novo conjunto de amostras a partir da solução S1, com menores concentrações de alumínio. A morfologia e estrutura das amostras serão caracterizadas pelas técnicas de AFM e DRX, respectivamente, e a resposta fotoeletroquímica e a estabilidade das amostras serão estudadas detalhadamente.

Agradecimentos: à FAPERGS pelo fomento da pesquisa, ao professor André Gündel pelos conhecimentos transmitidos e à UNIPAMPA.

Palavras-chave: Eletrodeposição; filmes finos; óxido de zinco dopado com alumínio (ZnO:Al ou AZO).