

ANÁLISE DAS PROPRIEDADES TERMOELÉTRICAS DE TITANATO DE ESTRÔNCIO

Autores: Istefania Helena Pinto, estudante Centro Universitário de Itajubá-FEPI, Engenharia de Produção;

Franccine Ladislau Carvalho, estudante Centro Universitário de Itajubá-FEPI, Engenharia de Produção;

André Silva Chaves, professor Centro Universitário de Itajubá-FEPI e orientador.

RESUMO

Obtenção de cerâmicas semicondutoras, do tipo n, a base de titanato de estrôncio (SrTiO_3), com alta Figura de Mérito (ZT), através do processo de síntese convencional (RES). Para avaliar as propriedades do material sinterizado para futuras aplicações em módulos termoeletrônicos foram avaliados as características físicas e estruturais do material inicialmente e para trabalhos futuros serão avaliados as propriedades elétricas e térmicas do mesmo.

Palavras-chave: cerâmicas avançadas, titanato de estrôncio, termoeletrônicos.

INTRODUÇÃO

O titanato de estrôncio (SrTiO_3) tem sido investigado por ser uma cerâmica que apresenta propriedades termoeletrônicas (HARMAN; WALSH; LAFORGE, 2005; KOUMOTO et al., 2013; RAPONI et al., 2014; SILVA CHAVES et al., 2014) (CARDONA, 1965), baixo custo e estabilidade térmica a altas temperaturas (WANG et al., 2011). Os materiais termoeletrônicos são aqueles que quando submetidos a um gradiente de temperatura são capazes de gerar uma diferença de potencial (ddp). A eficiência dessa conversão esta relacionada com a figura de mérito (ZT - *Figure of Merit*) do material (ROWE, 1995).

$$ZT = \frac{S^2 \sigma T}{\kappa} \quad (1)$$

Em que S é o coeficiente de Seebeck, σ condutividade elétrica, κ condutividade térmica e T temperatura absoluta. Em geral, para aumentar a Figura de Mérito dos materiais é necessário aumentar a condutividade elétrica e diminuir a condutividade térmica. Contudo, a preparação de dispositivos termoeletrônicos visa atender faixas específicas de temperaturas, ou seja, os

materiais semicondutores como Bi_2Te_3 são bons termoeletrônicos ZT = 1.1 a 300K (MEHTA, ZHANG, et al., 2012) a temperatura inferiores a 585°C (temperatura de fusão). Enquanto que cerâmicas semicondutores como o SrTiO_3 possuem Figura de Mérito inferior ZT ~0.05 a 300 K and ~0.3 a 1000 K (OHTA, SUGIURA e KOUMOTO, 2008) , porém podem operar em temperaturas de até 2080°C (temperatura de fusão).

A seleção dos materiais que compõem o módulo TE é feito a partir de uma análise da estabilidade térmica, tendo em vista que a temperatura máxima de operação é limitada ao material de menor temperatura de fusão. O coeficiente de Seebeck, a condutividade elétrica e térmica também são parâmetros relevantes na escolha dos materiais a serem utilizados na construção de um módulo TE.

A estrutura perovskita pode ser interpretada como uma combinação da estrutura cúbica simples (CS), com a cúbica de corpo centrado (CCC) e a cúbica de face centrada (CFC).

O titanato de estrôncio é uma cerâmica, tipo n, que possui uma estrutura perovskita cúbica representada pela fórmula ABO_3 , a temperaturas acima de 105K (RISTE; SAMUELSEN; OTNES, 1971) (RISTE; SAMUELSEN; OTNES, 1971). Os cátions A estão localizados nos vértices do cubo,

enquanto os cátions B encontram-se no centro e o oxigênio no centro das faces, conforme **Erro! Fonte de referência não encontrada.**(BOCHER, 2009; LAST, 1957).

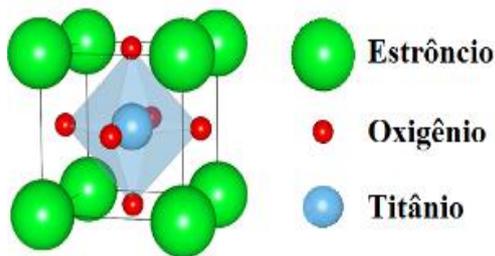


figura 1- Representação de uma estrutura perovskita (ABO₃).

Para aplicações termoelétricas é necessário conciliar a propriedade de estabilidade física a altas temperaturas das cerâmicas com a eficiência dos semicondutores. Assim, busca-se desenvolver cerâmicas nanoestruturadas, pois com a redução do tamanho de grãos há a diminuição da condutividade térmica (κ), sem influenciar significativamente na condutividade elétrica (σ), resultando em um aumento de ZT.

MATERIAL E MÉTODOS

Etapa 1: Uma revisão bibliográfica em artigos publicados em revistas científicas, material de divulgação de indústrias do setor energético, matérias de jornais/revistas de circulação nacional/internacional e em livros. Essa etapa proporcionou o aluno conhecer as propriedades de um material termoelétrico e as etapas para síntese do titanato de estrôncio pela rota convencional (RES).

Etapa 2: A etapa inicial da síntese foi a realização dos cálculos da massa molar dos precursores, conforme **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

Tabela 1- Massas dos precursores obtidas pelos cálculos molares.

| Pó cerâmico | Massa (g) |
|-------------------|-----------|
| SrCO ₃ | 4,1126 |
| TiO ₂ | 2,1849 |

Após os cálculos as massas dos precursores foram pesadas em uma balança analítica de quatro dígitos a fim de obter a proporção estequiométrica desejada: SrTiO₃.

Amostra de SrCO₃ contendo 98% de pureza, sendo da marca Sigma-Alorich. Amostra de TiO₂ contendo 99,8% de pureza, sendo da marca Vetec.

Etapa 3: Os precursores cerâmicos foram homogeneizados em um jarro de polipropileno com água destilada em um moinho de bolas por um período de 2,5hrs. Após esse tempo foi seco em estufa ao ar por 24hrs a 75°C.

Etapa 4: Os pós misturados foram calcinados ao ar a 1000°C com taxa de aquecimento de 10°C/min e com tempo de patamar de 2hrs.

Etapa 5: O pó de SrTiO₃ foi peneirado e compacto em discos cerâmicos em prensa uniaxial com carga de 1,5ton em um molde de 12mm de diâmetro e 1,08mm de altura.

Etapa 6: O pastilha de titanato de estrôncio a verde foi submetida a um tratamento térmico de sinterização em forno ao ar a 1380°C por um período de 1hr com taxa de aquecimento de 10°C/min.

Etapa 7: Etapa dedicada a confecção do relatório final com a descrição das atividades prevista neste projeto de acordo com as normas de relatório do Núcleo de Pesquisa Institucional / FEPI

CONCLUSÕES

A conversão de energia cinética em energia elétrica é um dos desafios mais importantes no campo atual, resultados são obtidos por meio de geradores termoelétricos. Nesse campo se inclui as cerâmicas avançadas, que foi motivo desse estudo. Foi possível obter pastilha de titanato de estrôncio (SrTiO₃), sendo uma cerâmica que apresenta propriedades termoelétricas, a partir do processo de síntese convencional (RES).

REFERÊNCIAS

BOCHER, L. Synthesis, structure, microstructure, and thermoelectric properties of perovskite-type manganate.

HARMAN, T.; WALSH, M.; LAFORGE, B. Nanostructured thermoelectric materials. of electronic materials, 2005.

KOUMOTO, K. et al. Thermoelectric Ceramics for Energy Harvesting. Journal of the American



Ceramic Society, v. 96, n. 1, p. 1–23, 21 jan. 2013.

LAST, J. Infrared-absorption studies on barium titanate and related materials. *Physical Review*, v. 105, p. 1740, 1957.

MOMMA, F. VESTA 3 for three-dimensional visualization of crystal, volumetric and morphology data. *J. Appl. Crystallogr.*, v. 44, p. 1272 – 1276, 2011.

RAPONI, O. et al. Ultrasonic Synthesis of SrTiO₃. *Materials Science Forum*, v. 975, p. 56–60, 2014.

RISTE, T.; SAMUELSEN, E.; OTNES, K. Critical Behaviour of SrTiO₃ near the 105K Phase Transition. *Solid State Commun*, v. 9, n. 17, p. 1455–1458, 1971.

ROWE, D. M. Introduction. 1995.

SILVA CHAVES, A. et al. Strontium Titanate Ceramics Obtained by Conventional and Microwave Methods. *Materials Science Forum*, v. 775-776, p. 445–449, jan. 2014.

WANG, H. C. et al. Doping Effect of La and Dy on the Thermoelectric Properties of SrTiO₃. *Journal of the American Ceramic Society*, v. 94, n. 3, p. 838–842, 4 mar. 2011.