

RESSOADORES DIELÉTRICOS DE SrBi₂Nb₂O₉(SBN) DOPADOS COM ÓXIDO DE BISMUTO(Bi₂O₃) PARA A APLICAÇÃO EM ANTENAS DIELÉTRICAS

SAMUEL OLIVEIRA SATURNO¹, ROTERDAN FERNANDES ABREU², EMMANUELLE DE OLIVEIRA SANCHO^{3*}, EDUARDO ALBUQUERQUE ARAÚJO⁴, ANTONIO SÉRGIO BEZERRA SOMBRA⁵

¹ Estudante Mestrado em Engenharia de Telecomunicações, IFCE, Fortaleza-CE. Fone: (85) 3307-3607, samuel.saturno@alu.ufc.br

² Estudante Mestrado em Engenharia de Telecomunicações, IFCE, Fortaleza-CE. Fone: (85) 3307-3607, roterdan.fernandes@gmail.com

³ Laboratório de Telecomunicações e Ciência e Engenharia de Materiais - LOCEM, UFC, Fortaleza-CE. Fone: (85) 3366-9332, esancho@unifor.br

⁴ Estudante de Engenharia Química, UFC, Fortaleza-CE. Fone: 3366-9596, eduardo-albuquerque93@hotmail.com

⁵ Dr. Coordenador Laboratório de Telecomunicações e Ciência e Engenharia de Materiais - LOCEM, UFC, Fortaleza-CE. Fone: (85) 3366-9332, asbsombra@gmail.com

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC' 2015
15 a 18 de setembro de 2015 - Fortaleza-CE, Brasil

RESUMO: Pesquisas são realizadas para desenvolver materiais que apresentem melhores propriedades dielétricas. Um destes materiais é um ferroelétrico conhecido como titanato zirconato de chumbo (PZT) muito utilizado em dispositivos de memória. Contudo, o PZT está ligado diretamente à degradação ambiental por possuir chumbo em sua composição. O SrBi₂Nb₂O₉ (SBN), foi estudado devido às suas excelentes propriedades ferroelétricas, e por não conter chumbo torna-se uma melhor alternativa. A síntese foi processada por moagem de alta energia durante 8 horas e 360 rpm, em seguida foi calcinado por 2 horas a 900°C. Confirmada a fase por difração de raios-X foi feita adição de Bi₂O₃ sobre o SBN. Amostras foram sinterizadas a 850°C, pois o óxido de bismuto é um fundente, isto é, reduz a temperatura de sinterização. Nos ensaios elétricos os resultados apontam que adição de Bi₂O₃ causou aumento na permissividade de 39,61 para 115,87 e o valor da tangente de perda de 1,31.10⁻² para 8,2.10⁻³.

PALAVRAS-CHAVE: SrBi₂Nb₂O₉, óxido de bismuto, difração de raios - X.

RESONATORS OF DIELECTRIC SrBi₂Nb₂O₉ (SBN) DOPED WITH BISMUTH OXIDE BISMUTH (Bi₂O₃) FOR APPLICATION IN DIELECTRIC ANTENNAS

ABSTRACT: Researches are conducted to develop materials that have better dielectric properties. One of these materials is known as a ferroelectric lead zirconate titanate (PZT) widely used in memory devices. However, the PZT is directly linked to environmental degradation have lead in their composition. The SrBi₂Nb₂O₉ (SBN) was studied due to its excellent ferroelectric properties, and does not contain lead it is a better alternative. The synthesis was processed by high energy ball milling for 8 hours and 360 rpm, then was calcined for 2 hours at 900°C. Phase confirmed by X-ray diffraction was made on the addition of Bi₂O₃ SBN. Samples were sintered at 850° C, for the bismuth oxide is a dopant, i.e., reduces sintering temperature. In electrical testing results indicate that addition of Bi₂O₃ caused increased permissiveness of 39.61 to 115.87 and the value of lost 1,31.10⁻² tangent to 8,2.10⁻³

KEYWORDS: SrBi₂Nb₂O₉, bismuth oxide, DR-X.

INTRODUÇÃO

O anseio dos consumidores por novas tecnologias, tanto de produtos na área da eletrônica quanto na área das telecomunicações, fez com que houvesse uma crescente e rápida busca por sistemas de preço acessível e com melhor desempenho. Consequentemente essa exigência fez com que crescesse constantemente a busca por novos materiais que proporcionem o aprimoramento dessas tecnologias, como os estudos aprofundados na área de micro-ondas, a partir de materiais de cerâmicas

dielétricas e antenas dielétricas. Conhecer e entender esses materiais através de seu estudo é imprescindível, pois os mesmos trazem consigo grandes possibilidades para o desenvolvimento tecnológico de antenas dielétricas. Com base na pesquisa realizou-se um estudo de síntese e caracterização desse material dielétrico para a aplicação em frequência de micro-ondas.

MATERIAL E MÉTODOS

O SBN foi sintetizado pelo método cerâmico convencional utilizando um moinho Fritsch Pulverisette 5, um moinho planetário de alta energia. Os óxidos foram pesados em balança analítica e homogeneizado em almofariz, em seguida foram colocado em reatores poliméricos de poliactal, material que é muito utilizado em engenharia por possuir baixa tendência à ruptura por fadiga, e que se adapta às aplicações que no passado eram reservadas exclusivamente aos metais. A esse reator adicionamos esferas de zircônia para moagem, pois possuem baixo índice de contaminação na reação. O material foi moído por 8 horas a uma velocidade de 360 rpm, e, o produto obtido foi submetido a tratamento térmico de calcinação por 2 horas a temperatura de 900^oC. Para comprovarmos a formação da fase desejada foi feita medidas de raios-x no difratômetro modelo X'Pert Pro MPD da Panalytical, com tubo de K α Co, o material foi scaneado, 2theta de 20-80 a uma taxa de 1/2 grau por minuto. A amostra foi identificada pelo programa X'Pert HighScore 1.0. para identificação dos picos e para o refinamento o programa DBWS Tools 2.3Beta baseado no método de Rietveld. O valor da constante dielétrica (k) foi calculado a partir da capacitância medida C(ω), da espessura das amostras (t) e da área dos eletrodos (A), de acordo com a equação B. A capacitância medida C(ω) foi obtida a partir da impedância elétrica Z(ω), e é uma quantidade complexa cujas partes real e imaginária são às componentes real (k') e imaginária (k'') da constante dielétrica, respectivamente:

$$C(\omega) = C'(\omega) - jC''(\omega) = (A/t) [k'(\omega) - jk''(\omega)] \quad (A)$$

A tangente do ângulo de perdas é dado por:

$$\text{tg}\delta = C''(\omega)/C'(\omega) = k''(\omega)/k'(\omega) \quad (B)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os produtos foram caracterizados estruturalmente por difração de raios - X, pois é uma técnica versátil, não-destrutiva que revela informações detalhadas sobre a composição química e a estrutura cristalográfica de materiais. A identificação foi feita com o ICSD – Inorganic Crystal Structure Database n. 82-280, disponível no portal da Capes, para o refinamento de estrutura. A Figura 1 mostra o difratograma obtido do pó calcinado a 900^oC, comprovando a formação da fase isolada SBN, e os parâmetros obtidos são apresentados na Tabela 1.

Figura 1 – Refinamento de Rietveld para o SrBi₂Nb₂O₉ calcinado a 900^oC.

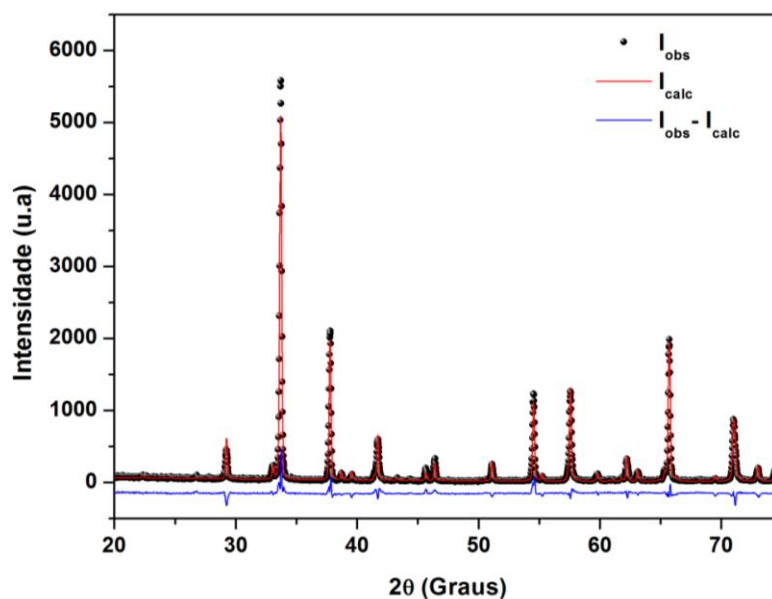


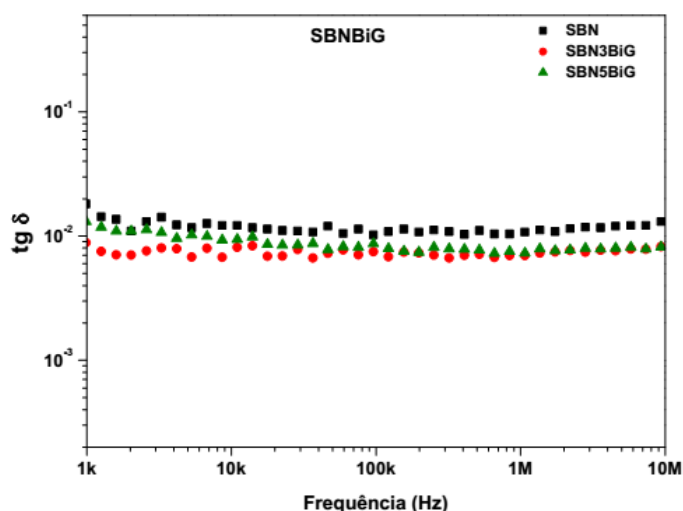
Tabela 1- Parâmetros obtidos no Refinamento de Rietveld para o $\text{SrBi}_2\text{Nb}_2\text{O}_9$

T	Parâmetros de rede	R_{EXP} (%)	R_{WP} (%)	S	d_{WD}	V (\AA^3)	ρ_{teo} (g/cm^3)
900 °C	a = 5,5141 \AA , b = 5,5158 \AA , c = 25,0789 \AA ; $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	12,40	16,43	1,62	0,16	762,778	7,277

T = temperatura de calcinação; R_{exp} = valor esperado; R_{wp} = erro residual; S = qualidade do refinamento; d_{WD} = Durbin-Watson; V = volume da célula; ρ_{teo} = densidade teórica;

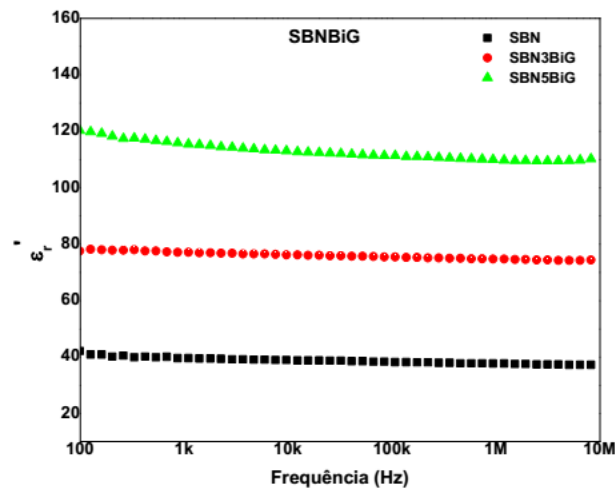
A caracterização em Radiofrequência das amostras foi realizada à temperatura ambiente. Os valores de tangente de perda dielétrica, também chamado de fator de dissipação ($\tan \delta_E$) apresentaram uma pequena diminuição acima de 1 kHz, seguido de pequeno aumento em frequências maiores, como pode ser visto na Figura 2. Podemos notar que com a adição de 3% de Bi_2O_3 ocorreu uma diminuição nos valores de $\tan \delta_E$, e em seguida foi aumentando com o aumento da concentração de Bi_2O_3 . Provavelmente porque o aumento da concentração de dopantes pode ter aumentado a condutividade dielétrica do material. Com a adição de 5% de Bi_2O_3 ocorreu uma diminuição nos valores de $\tan \delta_E$, indicando que o aumento da concentração de dopantes a pelo menos 5% deve ter aumentado a condutividade dielétrica do material, fato ocorrido pelo empacotamento mais eficiente no processo de prensagem.

Figura 2 Fator de dissipação ($\tan \delta_E$) em função da frequência para as amostras SBNBi, SBN3Bi e SBN5Bi sinterizadas a 850°C/2h.



A variação da permissividade dielétrica (ϵ'_r) em função da frequência são apresentadas na Figura 3. As amostras apresentaram uma pequena diminuição nos valores de ϵ'_r em toda faixa de frequência, fato que é explicado pelo fenômeno da relaxação de dipolos, no qual em baixas frequências os dipolos seguem a frequência do campo aplicado. O SBN apresentou um aumento nos valores de ϵ'_r com a adição nas concentrações de 3% e 5%, indicando que essa concentração adicionada ainda não acontece saturação, ou seja, o número de poros nessa região é maior que o número de átomos de impurezas que causam a dopagem.

Figura 3 Permissividade dielétrica (ϵ') das amostras SBNBi, SBN3Bi e SBN5Bi sinterizadas a 850°C/2h.



CONCLUSÕES

Concluimos pelos resultados obtidos através da técnica de difração de raios-x que o método cerâmico convencional e os parâmetros utilizados, como o tempo de moagem, temperatura e tempo de calcinação, foram eficazes para a síntese do SBN, pois para as três temperaturas estudadas foi identificada uma única fase de estrutura ortorrômbica (grupo espacial: A21am) que foram refinadas obtendo-se parâmetros de confiança aceitáveis nos três casos. Os valores obtidos da permissividade dielétrica e tangente de perda dielétrica apresentam-se satisfatórios para uso em dispositivos eletrônicos na faixa de rádio frequência. Nos ensaios elétricos os resultados apontam que adição de Bi_2O_3 causou aumento na permissividade de 39,61 para 115,87 e o valor da tangente de perda de $1,31 \cdot 10^{-2}$ para $8,2 \cdot 10^{-3}$.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao LOCEM - Laboratório de Telecomunicações e Ciência e Engenharia de Materiais e ao Laboratório de Raios-X, Departamento de Física da UFC.

REFERÊNCIAS

AURIVILLIUS, B. and FANG, P.H., Phys. Rev. 126(3): 893, 1962.

BORBA, C. D. G., RODRIGUES NETO, J. B., OLIVEIRA, A, P. N., ECHUDE, E. C. F., ALARCÓN, O. E.. Estudo de Matérias Primas Fundentes, Cerâmica Industrial, 01 (02) Maio/Junho, 1996.

GERRERO, F., PORTEJES, J.J., AMORIN, H., FUNDORA, A., SIQUEIROS, J., HIRATA, G.. Sintering Characteristics of the LSBN Ceramics and Influence of the Lanthanum Content J. Eur. Ceram. Soc., v.18, p.745, 1998.

KITTEL, C. Introduction to solid state physics. 6.ed. New York: John Wiley, 646 p. 1986.

KUMAR, M. M., YADAV, K. L. J. The effect of Ti substitution on magnetoelectric coupling at room temperature in the $\text{BiFe}_{1-x}\text{Ti}_x\text{O}_3$ system. Phys.: Condens. Matter 18, 2006, p. L503.

RICHERSON, D.W., Modern Ceramic Engineering – Properties, Processing, and Use in Design, Taylor & Francis Group, New York, 2006.