

Resistividade elétrica de filmes de TiAl obtidos por magnetron sputtering ¹

Anna Paula Meneghelli de Oliveira², Abel André Cândido Recco³, Julio César Sagás⁴

¹ Vinculado ao projeto “Diagnóstico e simulação de plasmas gerados em descargas magnetron”

² Acadêmico (a) do Curso de Licenciatura em Física – CCT – Bolsista PROBITI

³ Professor, Departamento de Física – CCT

⁴ Orientador, Departamento de Física – CCT – julio.sagas@udesc.br

Filmes finos podem alterar as propriedades superficiais dos materiais, como a resistência ao desgaste, à oxidação, à corrosão, propriedades elétricas, mecânicas, magnéticas e óticas. As principais propriedades de interesse para os filmes finos intermetálicos de Ti-Al são a resistência a altas temperatura e a corrosão, devido à formação de um filme de óxidos [1-2]. Os revestimentos de Ti-Al são de grande interesse para as indústrias de turbinas a gás e motores de aeronaves, onde suas propriedades de alta temperatura e baixa densidade oferecem um ganho na redução de seu peso. Além disso, o filme de TiAl vendo sendo empregado em aplicações na geração de energia e nas indústrias automotivas [3-4]. Neste trabalho, foram estudas as propriedades elétricas e filmes de Ti-Al em função da sua composição química. Para isso, foram feitas medidas de resistividade elétrica em dez amostras de filmes finos com composições químicas que variavam entre 5,6% at. a 70% at. de Al.

Os filmes finos de Ti-Al foram depositados pelo processo de *magnetron sputtering* alimentado por corrente contínua. Nesta técnica, os filmes são depositados dentro de um reator com plasma magneticamente confinado, onde o alvo (catodo) é pulverizado por íons positivos, o que causa a ejeção e deposição de átomos do material nas paredes do reator e na superfície do substrato (ânodo), localizado abaixo do alvo.

Foram realizadas as seguintes caracterizações nas amostras: Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), espectroscopia de energia dispersiva (EDS) e resistividade elétrica (RE). A MEV permite a observação da seção transversal do filme e a obtenção de sua espessura. A análise foi realizada num equipamento FEG-MEV da marca JOEL modelo 6701F. A EDS permite a análise química dos percentuais atômicos Ti e Al presentes no filme. Esta análise foi realizada num equipamento da marca SHIMADZU modelo EDX-720. Já a RE foi medida pelo método de Van der Pauw, utilizando o equipamento da marca Ecopia modelo HMS-5500.

A figura 1 mostra a resistividade elétrica em função do teor de Al incorporado no filme. A resistividade elétrica de sistemas metálicos é afetada por perturbações em suas estruturas cristalinas, sendo assim, a formação de fases intermetálicas de titânio afeta a resistividade dos filmes [5]. Para altas concentrações de titânio, o alumínio se comporta como um soluto na estrutura do filme, e o titânio possui papel dominante na resistividade resultante. O aumento da concentração de alumínio leva à transição da estrutura cristalina do filme – da HCP do titânio para a FCC do alumínio - e ao surgimento de fases intermetálicas, o que causa o aumento da resistividade elétrica observado na figura 1. Já para altas concentrações de alumínio, o seu papel passa a ser predominante, o que ocasiona a diminuição da resistividade elétrica dos filmes [6-7].

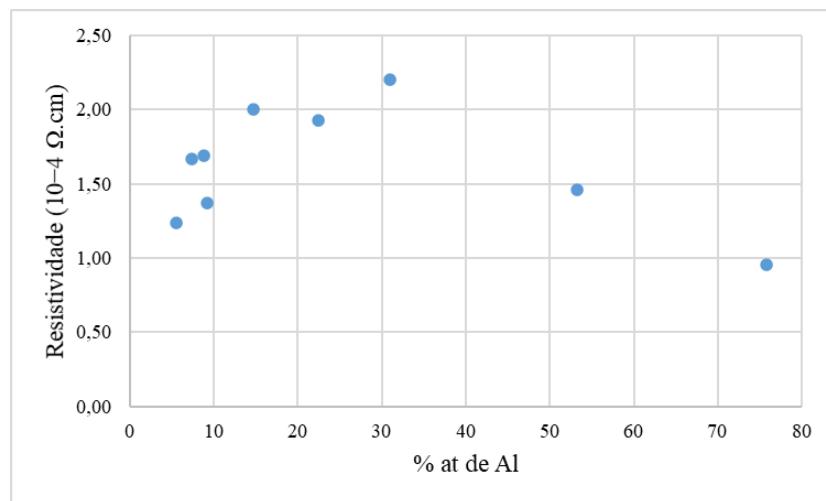


Figura 1. Gráfico da % at de Al pela resistividade.

Já a figura 2, apresenta a imagem da amostra P1 obtida por MEV. É possível perceber a microestrutura do revestimento do tipo colunar correspondente a zona T do diagrama de Thornton [8]. Nas demais condições observou-se a mesma microestrutura, de forma que o teor atômico de Al não afeta a microestrutura.

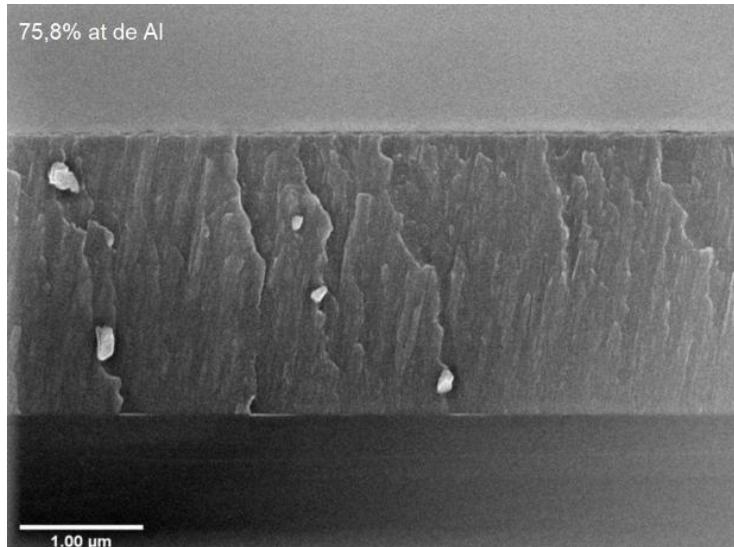


Figura 2. Imagens de seção transversal de Filmes de TiAl obtidas por FEG.

Palavras-chave: Filmes finos de TiAl. Resistividade elétrica.

- [1] RIGNEY, D. V. et al. PVD thermal barrier coating applications and process development for aircraft engines. **Journal of thermal spray technology**, v. 6, n. 2, p. 167-175, 1997.
- [2] MURLIEVA, Zh Kh et al. Correlation between the electrical resistivity and thermal expansion of intermetallide Ti₃Al. **Journal of Physics: Conference Series**. IOP Publishing, 2019. p. 012017.
- [3] UDAYASHANKAR, N. K.; RAJASEKARAN, S.; NAYAK, Jagannath. Oxidation and corrosion resistance of TiAl 3 coatings. **Transactions of the Indian Institute of Metals**, v. 61, n. 2-3, p. 231-233, 2008.
- [4] CHEN, J. T. et al. Characterization and temperature controlling property of TiAlN coatings deposited by reactive magnetron co-sputtering. **Journal of Alloys and Compounds**, v. 472, n. 1-2, p. 91-96, 2009.
- [5] NAGARJUNA, S.; BALASUBRAMANIAN, K.; SARMA, D. S. Effect of Ti additions on the electrical resistivity of copper. **Materials Science and Engineering: A**, v. 225, n. 1-2, p. 118-124, 1997.
- [6] LOPES, C. et al. Multifunctional Ti-Me (Me= Al, Cu) thin film systems for biomedical sensing devices. **Vacuum**, v. 122, p. 353-359, 2015.
- [7] VIEIRA, Mónica Sofia Bastos. **Estudo das propriedades físicas fundamentais de filmes finos intermetálicos do tipo Ti-Me (Me= Al, Au) na funcionalização de elétrodos-sensores para dispositivos biomédicos**. p. 121. Tese de Doutorado. Universidade do Minho. Braga, Portugal. 2015.
- [8] THORNTON, John A. Influence of apparatus geometry and deposition conditions on the structure and topography of thick sputtered coatings. **Journal of Vacuum Science and Technology**, v. 11, n. 4, p. 666-670, 1974.