



## EXPANDING THE USES OF THE FOCUSED ION BEAM TECHNIQUE: 3D-ANALYSIS OF MORPHOLOGY AND CRYSTALLOGRAPHY OF MICRO AND NANOSTRUCTURES.

Flavio Soldera\*, Sebastian Suárez y Frank Mücklich

*Functional Materials, Department of Materials Science and Engineering, Saarland University, Campus D3.3, 66123 Saarbrücken, Germany.*

\*Correo Electrónico (autor de contacto): [f.soldera@matsci.uni-sb.de](mailto:f.soldera@matsci.uni-sb.de)

### RESUMEN

La información morfológica tridimensional de las estructuras de los materiales es fundamental para entender la relación entre los parámetros de manufactura y las propiedades de dichos materiales. Además, su información cristalográfica y química son inevitablemente necesarias cuando se debe optimizar para una aplicación específica el procesamiento y las propiedades resultantes. Los equipos “Dual Beam” que combinan microscopía Focused Ion Beam (FIB) y microscopía electrónica de barrido (SEM) han demostrado ser herramientas muy versátiles para el estudio de microestructuras con varios usos alternativos, como por ejemplo: análisis de secciones transversales, tomografías, preparación específica de láminas delgadas, o imágenes por iones [1]. Estas extraordinarias capacidades de la técnica FIB pueden ser expandidas cuando se las combina con técnicas alternativas, como por ejemplo la difracción de electrones retrodispersados (EBSD). Por un lado, el pulido por iones en FIB provee una calidad superficial óptima para EBSD, que luego puede ser utilizada para realizar tomografías FIB/EBSD. Por otro lado, se pueden preparar películas delgadas del material y analizarlas por EBSD en modo transmisión (también conocido como Transmission Kikuchi Diffraction, TKD [2]).

El objetivo de este trabajo es presentar diferentes alternativas de caracterización avanzada (tomografías, TKD, preparación específica) aplicadas al estudio de nanocompuestos de matriz metálica, incluyendo compuestos de matriz de Ni reforzados con nanotubos de carbono, onion-like carbons y nanodiamantes. Estas nanopartículas han demostrado anteriormente su capacidad de controlar la microestructura y estabilizarla ante cargas térmicas [3,4]. Por lo mencionado, el estudio de este material modelo a través de las técnicas mencionadas es de particular interés, ya que nos permitirá entender la evolución microestructural (con un alto grado de precisión) bajo cargas mecánicas, en particular para aplicaciones tribológicas.

### ABSTRACT

The information about the three dimensional (3D) morphological structure of materials is the key to understand the relationships between its manufacturing parameters and properties of such materials. Moreover, its crystallographic and chemical information become also unavoidably necessary if the processing and the properties of materials has to be optimized for a specific application. Dual Beam workstations combining a Focused Ion Beam (FIB) with Scanning Electron Microscopy (SEM) have shown to be a very versatile tool for studying the microstructure with different possibilities, like for instance cross sectioning, tomography, site-specific preparation of thin foils, or FIB-imaging [1]. The outstanding capabilities of the FIB technique can be further expanded when combined with alternative techniques, as for instance Electron Backscattered Diffraction (EBSD). On one side, FIB polishing provides an optimal surface quality for EBSD, and therefore can be used for the preparation of samples, including also the realization of

*FIB/EBSD tomographies. On the other side, thin films can be prepared by FIB and analyzed in transmission with EBSD (also known as Transmission Kikuchi Diffraction [2]).*

*In this work we will present different advanced characterization possibilities (tomography, TKD, site-specific preparation) applied to the study of metal matrix nanocomposites, including Ni reinforced with carbon nanotubes, onion-like carbons and nanodiamonds. These nanoparticles have already shown the capability of tailoring the microstructure and stabilizing it against thermal loading [3, 4]. Thereby, the study of this model material by the aforementioned complementary techniques will allow us to understand (with a high grade of accuracy) the microstructural evolution under mechanical stresses, particularly in tribological applications.*

## **REFERENCIAS**

1. C. A. Volkert, A.M. Minor, "Focused Ion Beam Microscopy and Micromachining", MRS Bulletin 32 (2007), p. 389 - 395.
2. Patrick W. Trimby, "Orientation mapping of nanostructured materials using transmission Kikuchi diffraction in the scanning electron microscope", Ultramicroscopy 120 (2012), p. 16-24.
3. S. Suarez, F. Lasserre, F. Mücklich, „Mechanical properties of MWNT/Ni bulk composites: Influence of the microstructural refinement on the hardness“, Materials Science & Engineering A, 587 (2013), p. 381-386.
4. S. Suárez, F. Lasserre, F. Soldera, R. Pippan, F. Mücklich, „Microstructural thermal stability of CNT-reinforced composites processed by severe plastic deformation“, Materials Science and Engineering: A, 626 (2015), p. 122-127.

**TÓPICO DEL CONGRESO O SIMPOSIO:** *T19.*

**PRESENTACIÓN (ORAL O PÓSTER):** *O (oral)*