



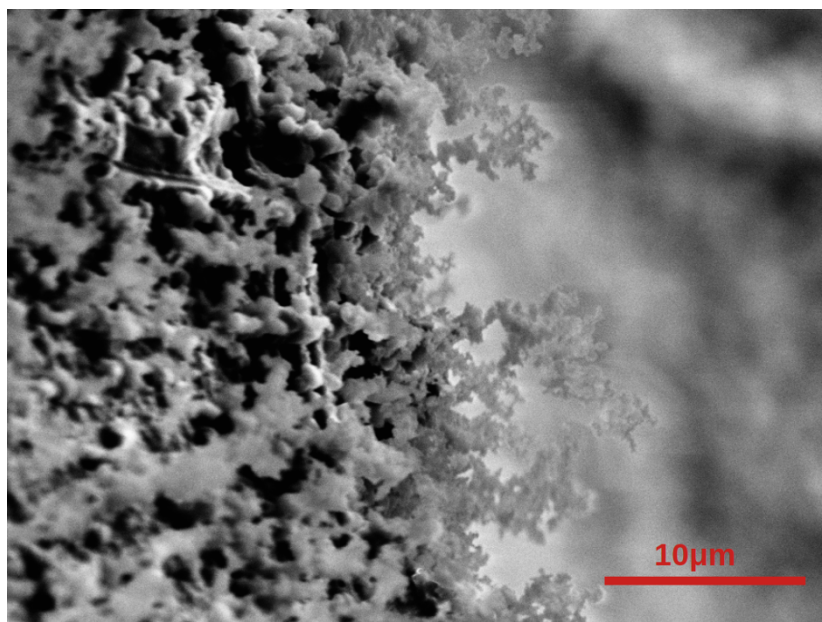
MECHANISM OF IMPERFECT ATOMIC LAYER DEPOSITION IN POROUS MATERIALS

Nupur Bihari¹, Ismo Rauha², Giovanni Marin², Craig Ekstrum¹, Pierce Mayville¹, Shane Oberloier¹, Hele Savin², Maarit Karppinen², and Joshua Pearce³

¹ Michigan Technological University

² Aalto University

³ Western University, Canada



Polymer-based materials used for 3D printing are often porous[1]. While these materials are coated with an adsorption based method for conformal coatings, atomic layer deposition (ALD), the incoming precursor gets exposed to a very large surface area. Once the surface is saturated, a purge cycle is initiated, which takes away the un-adsorbed, gas-phase excess precursor. However due to the highly porous nature of 3D printed plastic materials, the degree in tortuosity in the purge gas path is very high. When this purge gas is introduced, it is unable to reach all the gas phase precursor molecules, often leading to incomplete removal of un-adsorbed precursor species. When the oxidizer is introduced, it not only reacts with the adsorbed precursor as desired, but also with the precursor trapped in the voids. This leads to the ALD growth having a significant parasitic Chemical Vapor Deposition (CVD) component to it. This is seen as the fractal-like AlO_x growth emerging out of the plastic polypropylene substrate as imaged here. The resultant coating has a high degree of surface roughness due to the CVD growth and may break off to form particle based contaminants. A Philips XL40 ESEM was used to image this polypropylene surface coated with AlO_x fractals.

1. Bihari N. *et al.* (2020). *J. Vacuum Sci. & Tech. A*, 38(5):053204.

Contact: Nupur Bihari <nbihari@mtu.edu>

Los materiales basados en polímeros para la impresión en 3D suelen ser porosos[1]. Mientras estos materiales son recubiertos con un método para recubrimientos conformados basado en la adsorción, deposición de capas atómicas (DCA), el precursor entrante queda expuesto a una superficie muy grande. Cuando la superficie queda saturada, se inicia un ciclo de purga, que remueve el exceso de precursor no adsorbido en fase gaseosa. Sin embargo, debido a la naturaleza altamente porosa de los materiales plásticos impresos en 3D, el grado de tortuosidad en el camino de la purga del gas es muy elevado. Cuando se introduce este gas purgador, no puede alcanzar todas las moléculas de la fase gaseosa del precursor, por lo que a menudo la eliminación de las especies precursoras no adsorbidas es incompleta. Cuando se introduce el oxidante, no solo reacciona con el precursor adsorbido tal y como se desea, sino también con el precursor atrapado en los huecos. Esto conlleva que el crecimiento de la DCA tenga una deposición química de vapor (DQV) parasitaria significativa. Esto se observa en la imagen como el crecimiento en forma de fractal del AlO_x que emerge del sustrato plástico de polipropileno. El recubrimiento resultante tiene un alto grado de rugosidad en la superficie debido al crecimiento de la DQV y podría romperse para formar partículas de contaminantes. Para obtener la imagen de esta superficie de polipropileno recubierto de AlO_x fractales se utilizó un MEBA Philips XL40.