
DEPOSICIÓN POR ROCÍO PIROLÍTICO ULTRASÓNICO (ULTRASONIC SPRAY PYROLYSIS)

Luis Guillermo Venegas Pineda

Instituto Politécnico Nacional

luisguillermovp@gmail.com

Abstract

The present document resumes the ultrasonic spray pyrolysis technique, used in a wide variety of technological and industrial processes, from nanoparticle formation to crystalline thin film deposition of different materials. Furthermore, the basic construction of an ultrasonic nozzle, used in the application of this technique, and its characteristics are described.

Resumen

En el presente documento se resume la técnica de rocío pirolítico ultrasónico, utilizada en una gran variedad de procesos tecnológicos e industriales, desde la formación de nanopartículas a la deposición de capas cristalinas delgadas de distintos materiales. Además, se describe la constitución básica de una boquilla ultrasónica, empleada en la aplicación de ésta técnica, y sus características.

Uno de los aspectos que han evolucionado de manera acelerada en las últimas décadas dentro del campo de la ciencia y la tecnología es la reducción y miniaturización de los componentes de las máquinas y sistemas con los que se cuentan. Para lograr lo anterior, se han desarrollado técnicas para la producción de dichos elementos, los cuales no podrían ser directamente fabricados por la mano humana.

Las técnicas de deposición de capa fina se pueden dividir en dos categorías principales: procesos de deposición física y procesos de deposición química. Dentro de los métodos físicos se encuentra la deposición física de vapor (PVD), la ablación láser y la salpicadura. Los métodos químicos comprenden las técnicas de deposición de fase gaseosa (Deposición química de vapor (CVD)) y las técnicas por solución (Rocío pirolítico, Sol - Gel, recubrimiento por rotación y recubrimiento por inmersión).

La técnica del recubrimiento es el precursor de las distintas técnicas de deposición química de vapor. La cubierta es aplicada a altas temperaturas mediante el rocío de gotas de líquido precursor a sustratos calentados. Las principales ventajas que presenta el rocío pirolítico es que las capas son más resistentes, la variedad de precursores que pueden ser empleados y el precio reducido que representa en comparación con las técnicas de rocío químico y deposición al vacío.

El rocío pirolítico es un método versátil en la preparación de películas densas y porosas de una o varias capas, así como de recubrimientos cerámicos. (Hamedani, 2008)

En comparación con otros métodos de deposición, el rocío pirolítico presenta ventajas, incluyendo un proceso en atmósfera no controlada, acceso para observar el proceso de deposición y ajuste durante el mismo. De igual manera, cuenta con la capacidad de fabricación multicapa y la libertad de calibrar las variables de deposición tales como: temperatura de deposición, sustrato de deposición, la composición y concentración de precursor, composición del solvente, por mencionar algunas. (Hamedani, 2008).

La técnica de rocío ultrasónico pirolítico pertenece a un grupo de solución en aerosol por termólisis, que es un conjunto general de métodos para la producción de elementos basados en la atomización del precursor (Tamaño de gota de 1 – 100 μm) con conducción por aerosol a través de un reactor con temperatura y atmósfera controladas. La morfología del elemento resultante en estos métodos es resultado del tamaño de la gota, la concentración del precursor y sus características físicas, la temperatura de operación y el grado de evaporación. (Bogovic, Stopic, & Friedrich, 2011).

Atomización ultrasónica

La atomización ultrasónica depende de un dispositivo electromecánico que oscila a una muy alta frecuencia. Solo los fluidos no Newtonianos de baja viscosidad pueden ser atomizados al hacerlos circular sobre una superficie oscilante y las vibraciones ocasionan que el fluido se descomponga en pequeñas gotas (Figura 1).

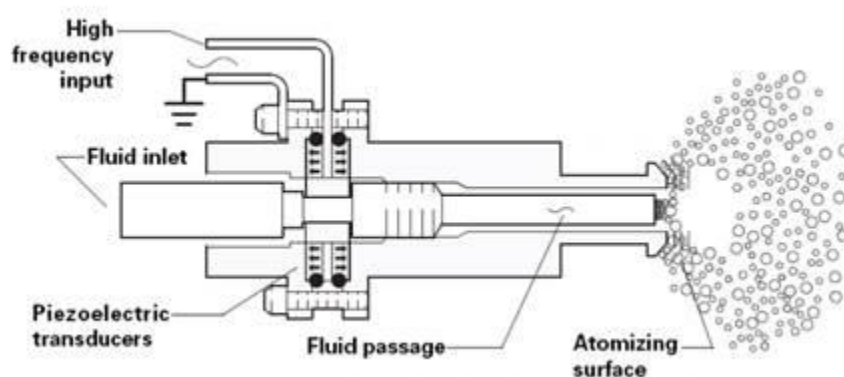


Figura 1. Diagrama esquemático básico de un atomizador ultrasónico.

De forma simple, cuando una capa líquida es colocada sobre una superficie suave que es sometida a movimiento oscilatorio, de forma que la dirección de las vibraciones es perpendicular a la superficie, el líquido absorbe parte de la energía oscilatoria, transformándose en ondas constantes. Estas ondas, conocidas como ondas capilares, forman un patrón de rejilla rectangular en la superficie del líquido alternando crestas y surcos continuamente.

Cuando se aumenta la amplitud de la vibración, la amplitud de las ondas crece a la par; las crestas se vuelven más grandes y los surcos más profundos. Finalmente, una amplitud crítica es alcanzada en la cual la altura de las ondas capilares excede aquella requerida para mantener la estabilidad. El resultado es que las ondas colapsan y pequeñas gotas son expulsadas de los puntos más altos de las ondas de manera normal a la superficie atomizadora. (Sono-Tek®, Sono-Tek®, 2017)

¿Cómo funciona una boquilla ultrasónica?

Las boquillas ultrasónicas son fabricadas, generalmente, a partir de una aleación de titanio de alta dureza y acero inoxidable 316. Los elementos electrónicos se contienen dentro de un recubrimiento que protege los transductores piezoeléctricos, electrodos y cables de conexión de agentes contaminantes externos. (Sono-Tek®, Sono - Tek®, 2017)

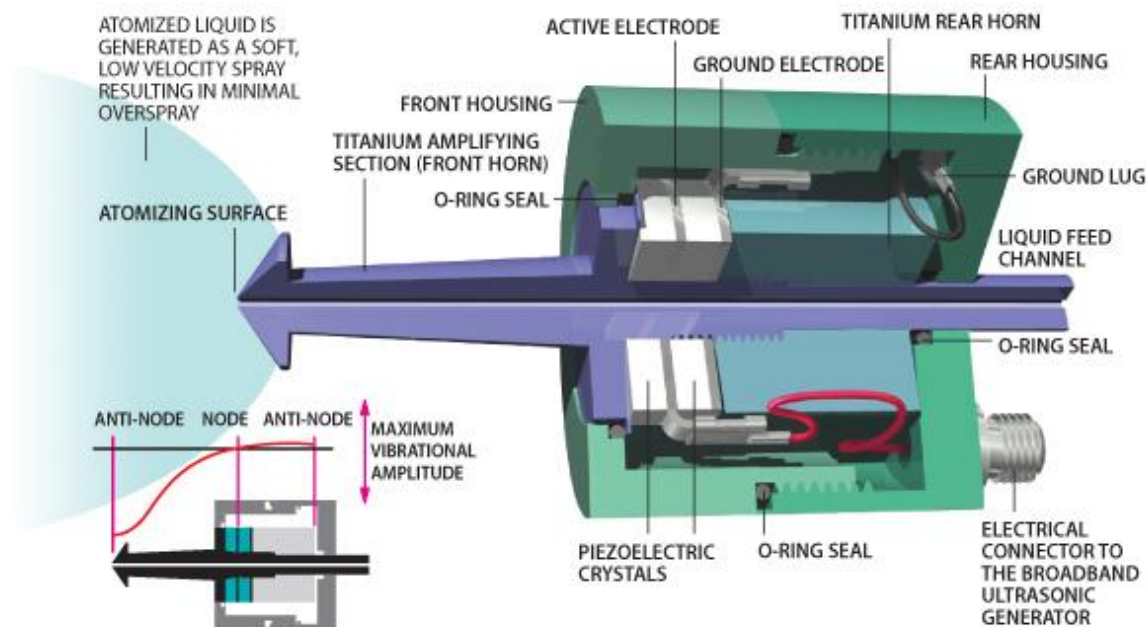


Figura 2. Construcción de una boquilla ultrasónica de la marca Sono – Tek®.

En la Figura 2 se muestra la construcción de una boquilla ultrasónica de la marca Sono – Tek®, se utilizará como ejemplo para describir el funcionamiento de las boquillas ultrasónicas.

De manera general, el funcionamiento de una boquilla ultrasónica es el siguiente.

En primer lugar, se permite el flujo de líquido a través del conducto dedicado para ello (liquid feed channel). El circuito interno, ya alimentado, produce oscilaciones de alta frecuencia en el piezoeléctrico, cuando el líquido entra en contacto con los elementos osciladores comienza a vibrar a la misma frecuencia que el resonador, hasta el punto en que la viscosidad y la tensión superficial son vencidas, forzando al líquido a un cambio de fase y convirtiéndolo en gas (Atomización ultrasónica).

Una vez se tiene atomizado el líquido, se direcciona mediante el flujo de un torrente constante de aire, llevándolo al punto que se desee.

Existen factores de gran importancia durante el proceso, especialmente la frecuencia de oscilación del elemento piezoeléctrico y la forma de la superficie atomizadora (atomizing surface).

La frecuencia de oscilación es la encargada de controlar el tamaño promedio de la gota atomizada, esto resulta importante en aplicaciones que requieran una gran precisión.

Por otra parte, la forma que tenga la superficie atomizadora determinará el área efectiva y la concentración de material depositado. En la Figura 3, se puede apreciar un claro ejemplo de la variación existente. (Sono-Tek®, Sono - Tek®, 2017)

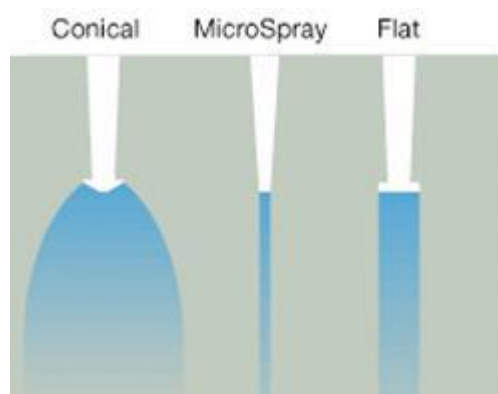


Figura 3. Ejemplos de la variación presente en el área efectiva con respecto a la variación de la superficie atomizadora.

El rocío pirolítico ultrasónico ofrece una solución para satisfacer la creciente necesidad tecnológica, brindando la posibilidad de fabricar componentes de calidad, con ahorro de recursos y en tiempos reducidos. Por otra parte, el rocío pirolítico, en sus diferentes variaciones, ha permitido el desarrollo de nuevas tecnologías, tanto por la reducción de tamaño como en aplicaciones flexibles.

Referencias

Bogovic, J., Stopic, S., & Friedrich, B. (2011). Nanosized metallic oxide produced by Ultrasonic Spray Pyrolysis. Karlsruhe: RWTH Aachen University.

Hamedani, H. A. (2008). Investigation of Deposition parameters in ultrasonic spary pyrolysis for fabrication of solid oxide fuel cell cathode. Georgia: Georgia Institute of Technology.

Sono-Tek®. (2017). Sono - Tek®. Retrieved from Sono - Tek®: <http://www.sono-tek.com/how-ultrasonic-nozzles-work/> Sono-Tek®. (2017).

Sono-Tek®. Retrieved from Sono-Tek®: <http://www.sono-tek.com/ultrasonic-nozzle-technology/>