

Diseño de Una Boquilla Ultrasónica Para la Técnica de Deposición por Rocío Piroclítico Ultrasónico (Ultrasonic Spray Pyrolysis).

Luis Guillermo Venegas Pineda.

Instituto Politécnico Nacional.

luisguillermovp@gmail.com

Resumen

En el presente documento se describe el proceso de diseño de una boquilla especializada para la técnica de deposición por rocío pirolítico ultrasónico. Se muestran los elementos de mayor importancia en su construcción, parámetros de interés y finalmente una idea básica de construcción de dicho dispositivo. Cabe destacar que se pueden generar una gran cantidad de diseños, dependiendo de las características que se requieran, por lo que la propuesta presentada solo es una idea del proceso a seguir.

Abstract

The present document describes the design process of a specialized ultrasonic pyrolysis nozzle used in the ultrasonic pyrolysis deposition technique. The main elements needed, important parameters and finally a basic idea of construction for this device. It must be pointed that there can be a lot of possible designs, depending on the required characteristics, therefore the approach given is just a basic idea of the process to follow.

La boquilla ultrasónica es un elemento básico durante el proceso de deposición pirolítica ultrasónica de materiales para la fabricación de láminas de película fina, empleadas en el desarrollo de sensores y componentes electrónicos. Dicha técnica es utilizada debido a la flexibilidad de procesamiento que proporciona, la amplia gama de variables que permite manipular y, entre otros, el ahorro de tiempo y material debido a la precisión de la misma.

De manera general, durante el proceso de deposición pirolítica por ultrasonido, el líquido a trabajar es introducido a la boquilla por un conducto especializado, al llegar a un compartimiento especial, un elemento piezoeléctrico operando a muy alta frecuencia (ultrasónica) es el encargado de atomizarlo y generar pequeñas gotas similares a un vapor. Posteriormente, estas pequeñas gotas son expulsadas por un conducto de salida mediante la inyección de aire presurizado.

Durante todo el proceso, son una gran cantidad de variables las que se pueden controlar con la finalidad de tener los resultados requeridos por la aplicación a desarrollar.

Efecto piezoeléctrico.

Consiste en la aparición de una polarización eléctrica en un material al deformarse bajo la acción de un esfuerzo. Es un efecto reversible de modo que al aplicar una diferencia de potencial eléctrico entre dos caras de un material piezoeléctrico, aparece una deformación. Ambos efectos fueron descubiertos por Jacques y Pierre Curie en 1880 – 81.

La piezoelectricidad no debe confundirse con la ferroelectricidad, que es la propiedad de presentar un momento eléctrico dipolar (espontáneo o inducido). Todos los materiales ferroeléctricos son piezoeléctricos, pero no al revés. Mientras la piezoelectricidad está relacionada con la estructura cristalina (iónica), el ferromagnetismo está relacionado con el espín de los electrones.

Las propiedades piezoeléctricas se manifiestan en 20 de las 32 clases cristalográficas, aunque en la práctica se usan sólo pocas, y también en materiales amorfos ferroeléctricos. De aquellas 20 clases, sólo 10 tienen propiedades ferroeléctricas.

En cualquier caso, todos los materiales piezoeléctricos son necesariamente anisotrópicos. En la Figura 1 se muestra por qué deben ser así. En el caso a hay simetría central, y al aplicar un esfuerzo no aparece polarización eléctrica. En el caso b, en cambio, aparece una polarización paralela al esfuerzo, mientras que en el caso c aparece una polarización en dirección perpendicular al esfuerzo.

Entre los materiales piezoeléctricos naturales, los de uso más frecuente son el cuarzo y la turmalina. De las sustancias sintéticas, las que han encontrado mayor aplicación no son monocristalinas sino cerámicas. En ellas hay mucho monocristales pequeños (del orden de 1 μm), con una gran compacidad. Estas cerámicas son ferroeléctricas y para orientar los monocristales por igual se someten a un campo eléctrico durante su fabricación. La diferencia de potencial aplicada depende del espesor, pero se crean campos del orden de 10 kV/cm, cuando están un poco por encima de la temperatura de Curie. Luego se enfrían manteniendo aplicado el potencial. Al cesar éste, los monocristales no se pueden desordenar totalmente de nuevo debido a las tensiones mecánicas acumuladas, y queda una polarización remanente.

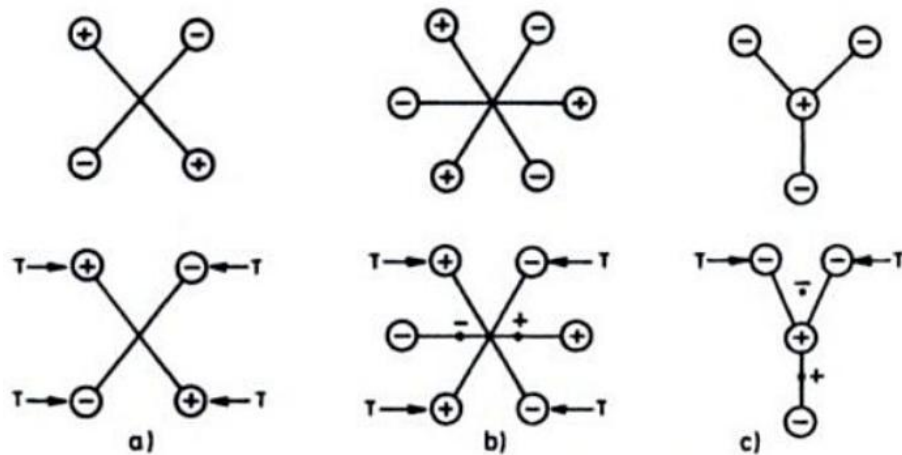


Figura 1: Efectos de un esfuerzo mecánico en diferentes moléculas según su simetría. a) Si hay simetría central no se produce polarización. b) Polarización paralela al esfuerzo. c) Polarización perpendicular al esfuerzo.

Las cerámicas piezoeléctricas tienen gran estabilidad térmica y física, pueden fabricarse en muy distintas formas y con un amplio margen de valores en las propiedades de interés. Su principal desventaja es la sensibilidad térmica de sus parámetros y su susceptibilidad a envejecer si su temperatura se acerca a la de Curie. Las más empleadas son los titanatos - circonatos de plomo (PZT), el titanato de bario y el metaniobato de plomo. (Pallás Areny, 2003)

Circuito Oscilador.

Una vez comprendido el concepto del principio piezoeléctrico, se entiende la necesidad de un circuito capaz de producir vibraciones mecánicas cíclicas dentro de un piezoeléctrico, partiendo de energía eléctrica.

A continuación se presenta un diseño de circuito eléctrico realizado con el fin de ilustrar el proceso de diseño de los mismos.

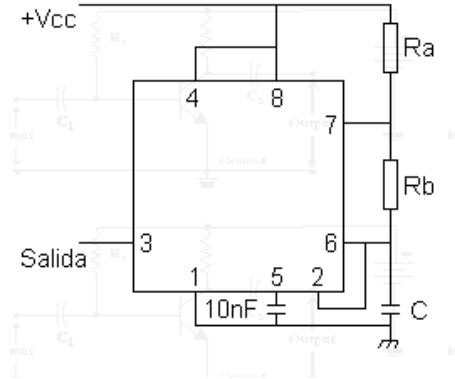


Figura 2: Diagrama esquemático de conexión para circuito 555 en modo astable.

En este modo se genera una señal cuadrada oscilante de frecuencia:

$$F = \frac{1}{T} = \frac{1.44}{[C * (R_a + 2R_b)]} \dots (1)$$

La señal cuadrada tendrá como valor alto Vcc y como valor bajo 0 V.

Si se desea ajustar el tiempo que está a nivel alto y bajo se deben aplicar las fórmulas (2) y (3), para el tiempo en alto y bajo, respectivamente. (Marín, 2017)

$$T_1 = 0.693(R_a + R_b)C \dots (2)$$

$$T_2 = 0.693R_b C \dots (3)$$

Para obtener una frecuencia de 50 kHz se propone el siguiente diseño.

Venegas, L.

Diseño de Una Boquilla Ultrasonónica Para la Técnica de Deposición por Rocío Piroclítico Ultrasonónico (Ultrasonic Spray Pyrolysis).

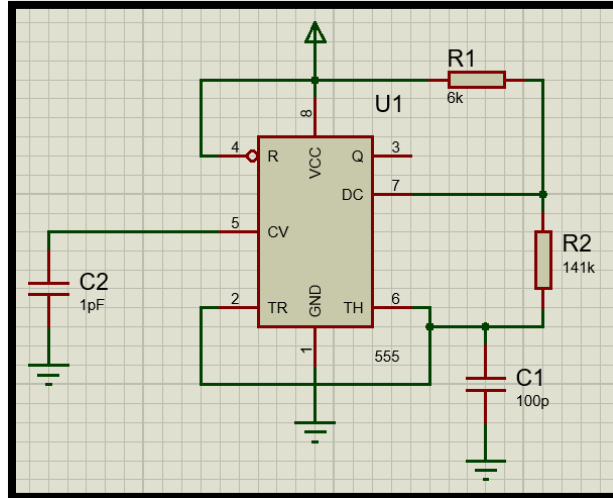


Figura 3: Diseño propuesto para circuito 555 en modo astable para una señal cuadrada con frecuencia aproximada de 50 kHz.

Diseño mecánico.

Finalmente, se presenta una propuesta de diseño mecánico realizada para describir de manera general el proceso de deposición por medio de ultrasonido (Figura 4) y un corte seccional para apreciar su interior (Figura 5).

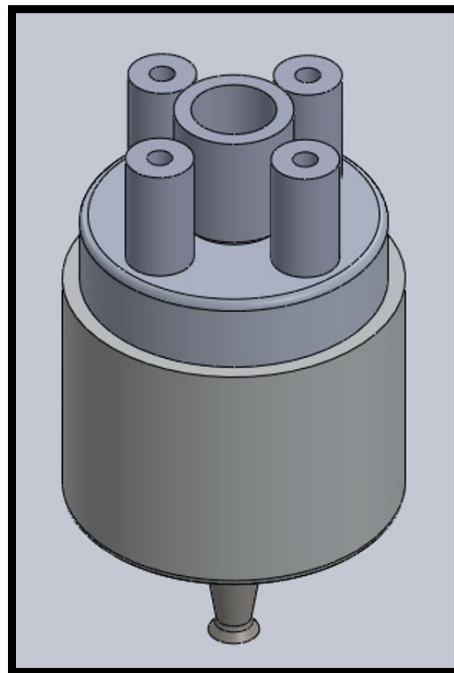


Figura 4: Vista isométrica de boquilla propuesta.

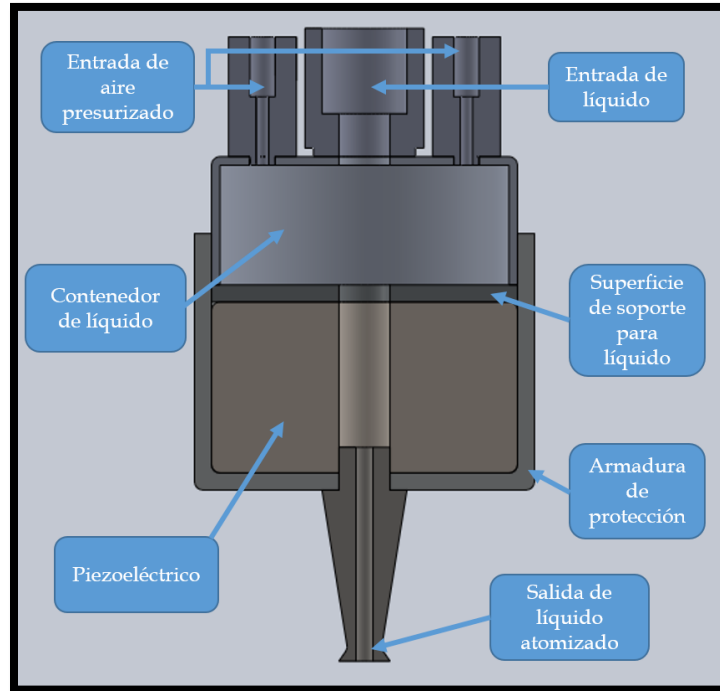


Figura 5: Vista por sección de boquilla propuesta.

El proceso de diseño de una boquilla ultrasónica involucra una gran cantidad de variables y factores que pueden modificar el comportamiento de la misma. Para cada material piezoeléctrico empleado, así como cualquier líquido a depositar, se tienen frecuencias especiales de operación, por lo que es necesario realizar un estudio previo para conocer dichas características.

Por otra parte, el diseño mecánico puede ser muy variado, dependiendo de los requerimientos de diseño, sin embargo, una parte muy importante es la forma que tenga la salida del líquido atomizado. Lo anterior, por la precisión que se desee así como el área que se busque abarcar con el fin de ahorrar material.

Referencias

Marín, J. L. (2017). *El 555*. Obtenido de El 555: <http://www.uv.es/marinjl/electro/555.htm>

Pallás Areny, R. (2003). *Sensores y acondicionares de señal*. Barcelona, España: Marcombo, S. A.