

Análisis de acoplamiento simple entre dos elementos ultrasónicos por medio del substrato que los contiene

García Morillo, María Fernanda; Gwirc, Sergio.

INTI- Electrónica e Informática

Introducción

Los transductores de ultrasonido en dos dimensiones resultan actualmente esenciales para obtener mejoras en la calidad de las imágenes tanto para ensayos no destructivos como en equipamiento médico. En trabajos presentados anteriormente ^[1] se observó que los transductores ultrasónicos fabricados con tecnología de película gruesa presentan una buena adhesión al substrato. En base a esto, debe tenerse en cuenta al substrato como posible medio de acoplamiento entre los elementos. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es el análisis de la interacción entre dos elementos a través del substrato que los contiene.

Metodología

Los transductores utilizados se realizaron con tecnología de película gruesa ^[2-4], con geometría circular y cuadrada de 4mm de lado y diámetro respectivamente, 160 micrómetros de espesor para la película piezoeléctrica, y en ambos casos fueron pintados de a pares sobre substratos de alúmina y "greentape", a distancias variables entre sus centros. Las frecuencias de resonancia principales resultaron en aproximadamente 3.5MHz para el substrato de alúmina y 6MHz para el de "greentape".

Debido a que la interacción a través del substrato es un efecto no deseado entre los elementos, se evaluaron diferentes mecanismos para conseguir eliminar o por lo menos disminuir su acoplamiento. Las técnicas utilizadas fueron: la evaluación en función de la distancia que separa a los elementos, la utilización de una mezcla de epoxi-tungsteno como material absorbente, y la realización de perforaciones en la zona media del substrato que separa a ambos transductores. Esta última técnica de corte fue aplicada sólo sobre el substrato de cerámica verde, debido a su menor espesor.

En el análisis de la interacción entre elementos se emplearon dos técnicas, una con excitación continua y otra con excitación pulsada, pero en ambos casos el principio de medición es el mismo: se excita uno de los elementos y se analiza la respuesta en el otro. La diferencia entre ambas técnicas es que en la pulsada, debido a la mayor potencia utilizada, se involucra a

todo el substrato. En la excitación continua, un hidrófono se desplaza desde el centro del elemento excitado hasta el otro, registrando la vibración.

Para corroborar que se establece el acoplamiento entre los elementos a través del substrato, se los separó cortando la alúmina y dejándolos como transductores independientes. Por medio de la técnica de pulso-eco, sobre un bloque de lucite de aproximadamente 3 cm de espesor, se compararon los ecos obtenidos cuando ambos elementos comparten el substrato y cuando están independientes.

Resultados

En la espectroscopía acústica se observó acoplamiento sólo a la menor distancia entre elementos. Puede observarse también que si bien el acoplamiento se produce en las tres frecuencias de resonancia es preponderante en la más baja de ellas (Ver Fig.1).

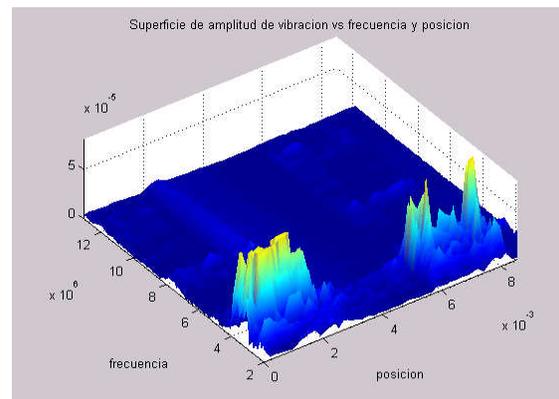


Fig 1: Espectroscopía acústica de dos elementos con forma de disco de 160 μm de espesor, separados una distancia de 7.4 mm entre sus centros sobre substrato de alúmina.

Al analizar el acoplamiento con excitación pulsada en función de la distancia se vio que si bien existe, no presenta variaciones significativas, es decir que la amplitud de señal no disminuye al aumentar la distancia.

Cuando se colocó el material absorbente se observó una atenuación en el acoplamiento con respecto a la señal de control, siendo más significativa cuando la mezcla es colocada en la parte de atrás de la muestra sobre la zona del emisor y/o del receptor que cuando se coloca en la parte de adelante en la zona media que separa a ambos elementos (Ver Fig.2).

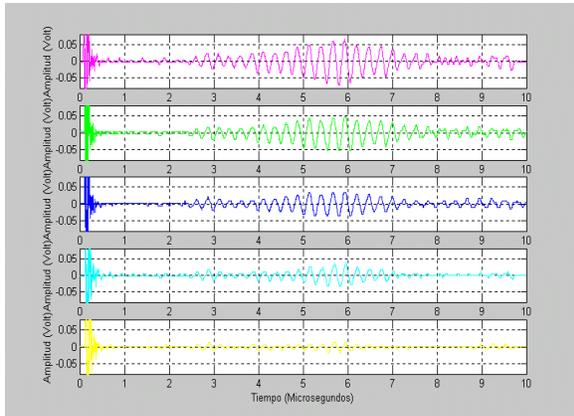


Fig2: Comparación de acoplamiento en modo pulsado, sobre la muestra con elementos a 7.4mm.

—: Señal control.

—: Con camino de epoxi-tungsteno en la zona que separa ambos elementos sobre la cara frontal.

—: Con epoxi-tungsteno en la zona que separa ambos elementos sobre la cara frontal y posterior.

—: Con epoxi-tungsteno sobre el área que ocupa el receptor en la cara posterior de la muestra.

—: Con epoxi-tungsteno sobre el área que ocupa el receptor y el emisor en la cara posterior de la muestra

Al separar a los elementos, la amplitud del eco en respuesta a la excitación pulsada aumento aproximadamente el doble respecto a la señal tomada cuando ambos elementos compartían el substrato (Ver Fig.3).

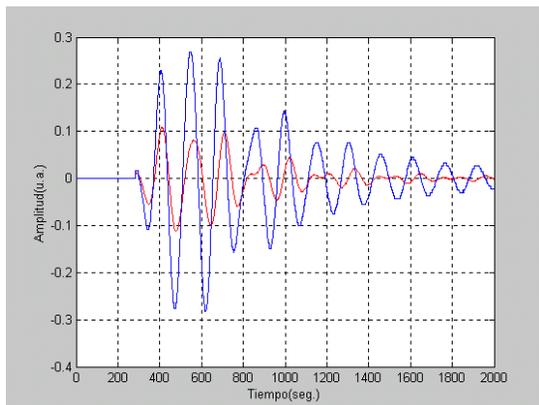


Fig.3: Ecos obtenidos por la técnica pulso-eco.

— : Compartiendo el Substrato

— : Con substrato independiente

En las muestras sobre cerámica verde donde se había

realizado un camino troquelado sobre el substrato en la zona media entre los elementos se vio que no produjo ningún tipo de desacoplamiento. Esto se debe a que la longitud de onda de la perturbación que se propaga en el substrato (aproximadamente de 1mm, considerando el modo espesor) es menor a la separación entre los orificios, permitiendo así el paso de las ondas.

Conclusiones

Debido a la buena adhesión de la pintura a los substratos utilizados, alúmina y cerámica verde se comprobó el efecto de acoplamiento a través del substrato. De las técnicas para intentar desacoplar a los elementos por medio de material absorbente se puede observar que el efecto de las ondas superficiales es muy leve y su atenuación en la cara superior es observable pero no significativo. Sin embargo los efectos de atenuación con el absorbente en la cara inferior es mayor, lo que significa que las ondas de volumen tienen el efecto más importante en este tipo de acoplamiento. La distancia no resultó un factor preponderante en el acoplamiento y atenuación por lo que se debe repetir a distancias menores, similares a las de un "array" real. De la técnica de desacoplamiento por troquelado del substrato de cerámica verde se concluye que requiere la realización de perforaciones de menor tamaño y más juntas lo que resulta difícil de conseguir en la práctica.

Referencias

- [1] Sergio Gwirc, Salvador Tropea, María Fernanda García Morillo. Emisores de ultrasonido de película gruesa sobre alúmina y silicio".V II Workshop International IBERCHIP 2001. 1-23 Marzo 2001, Montevideo, Uruguay.
- [2] G. Ed. M. Prudenziati, *Handbook of sensors and Actuators/Thick Film Sensors*, vol. 1, Elsevier, NH, 1994.
- [3] M. Prudenziati and R. dell'Acqua, *Thick film Sensors*, 1994, 85- 97
- [4] G. S. Kino, "Acoustic Waves", Egewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc., 1987 S. Gwirc, S. Tropea, M. F. García Morillo y C. Negreira, "Emisores de Ultrasonido de Película Gruesa Pintados sobre Alúmina y Silicio", VII Workshop IBERCHIP, Montevideo, Uruguay. 21-23 marzo de 2001.

Para mayor información contactarse con:
M.Fernanda García Morillo - fernanda@inti.gov.ar