

Transductor de ultrasonido de película gruesa para ensayos no destructivos

Gwirc, Sergio; García Morillo, M.Fernanda; Acquaricci, Fabián.

INTI - Electrónica e Informática

Introducción

El ultrasonido representa una técnica ampliamente utilizada para la detección de fallas internas en distintos tipos de materiales por medio de los ensayos no destructivos (EDN). Estos colaboran en la optimización tanto del diseño como del uso de recursos, ya que permiten asegurar la calidad del producto final y optimizar los procesos de fabricación. En este trabajo proponemos la fabricación y el análisis del funcionamiento en modo pulsado de un transductor de ultrasonido para ensayos no destructivos desarrollado en base a la tecnología de película gruesa.

Metodología

El transductor piezoeléctrico ultrasónico de película gruesa se realizó mediante un proceso serigráfico [1-3] de alta resolución con pintura basada en Titanato Zirconato de Plomo (PZT), desarrollada en nuestro laboratorio. La capa piezoeléctrica es de aproximadamente 160 micrones de espesor, con geometría circular de 4 mm de diámetro, y substrato de alúmina de 635 micrones de espesor. Luego del proceso de polarización, para lograr la orientación de los dipolos, la frecuencia de resonancia principal fue medida en 3.6 MHz, con una impedancia de 80 ohm.

Al momento de analizar el comportamiento a través de la técnica de pulso-eco, existen numerosas causas, debidas al transductor, que complican su rendimiento disminuyendo la amplitud del eco a evaluar. Entre ellas se encuentran la desadaptación eléctrica producida por la diferencia de impedancias entre el transductor y los 50 ohm estandarizados del generador, así como la desadaptación entre la impedancia acústica del transductor y la del material en contacto. Para mejorar el acoplamiento eléctrico se implementó un programa para la síntesis y la validación de la red de adaptación de impedancias, a partir de la frecuencia de resonancia, el módulo y la fase de la impedancia del transductor a dicha frecuencia, y la impedancia característica deseada. El reducido tamaño de la red (1cm²) permite ubicarla luego, en el mismo encapsulado que el transductor.

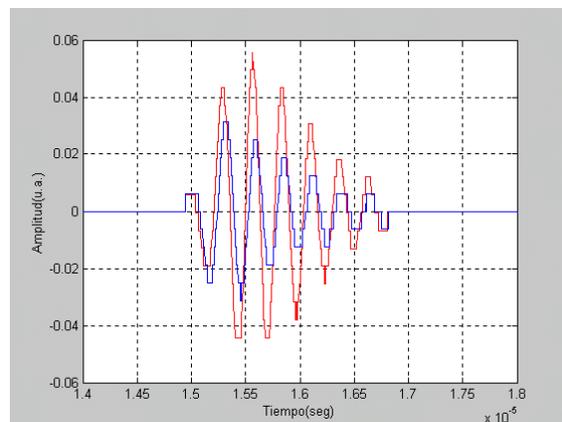
Un importante componente del sistema es el generador de pulsos utilizado para excitar al transductor. Se diseñó un generador de pulsos [4-8] que permite obtener pulsos negativos de 100 a 500

nseg. de duración y 100V de amplitud, apto para ultrasonido industrial a partir de una tensión de alimentación de +/- 12Vcc.

Por último, para mejorar la señal de salida debido a las oscilaciones de las ondas retroreflejadas, se comparó el comportamiento de diferentes composiciones de "backings", con el objetivo de obtener el de mayor atenuación, y mejor adaptación acústica. Para esto se utilizó la combinación de una resina poliéster, y una resina epoxi, con materiales tales como: tungsteno y ferrotungsteno en diferentes porcentajes en volumen, y vidrio en polvo y en escamas.

Resultados

El generador de pulsos desarrollado mostró una gran versatilidad y un buen desempeño en las pruebas realizadas. La red de adaptación implementada permitió una mejora del 56% en la transferencia de energía hacia el transductor, mejorando así la amplitud de los ecos. Esto puede verse al comparar la respuesta del transductor sin adaptación eléctrica y luego de



agregarle la red (ver Fig. 1).



En el análisis de las diferentes combinaciones de "backings", la mejor, resultó ser, la formada por la resina epoxi, con 40% en volumen de ferrotungsteno de malla 40.

Al comparar la respuesta pulsada entre el transductor de película gruesa con otro comercial con frecuencia de resonancia de aproximadamente 5MHz, se observaron resultados comparables entre ambos (ver Fig.2).

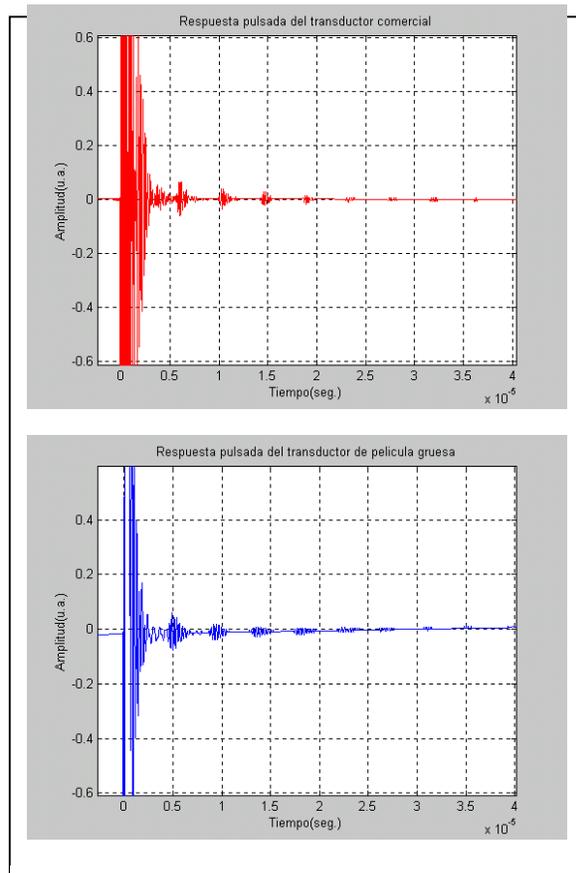


Figura 2: Respuesta pulsada
 — : Transductor comercial.
 — : Transductor de película gruesa

Teniendo en cuenta que la amplitud y potencia de la señal están directamente relacionada con el tamaño del elemento piezoeléctrico, siendo el área del transductor de película gruesa aproximadamente la mitad del comercial, resulta entonces, en una mayor eficiencia del transductor de película gruesa. Otro punto a tener en cuenta en la comparación, es la disminución de la zona muerta respecto del comercial. Esto es una importante ventaja debido a que es esta zona la determina el tiempo que se mantienen las oscilaciones propias del transductor limitando el tiempo mínimo para recibir un eco y que no se superpongan.

Por último para proteger al transductor se utilizó una capa frontal de epoxi de espesor tal que no interfiera con la respuesta del transductor a la señal de excitación.

Conclusiones

El transductor de ultrasonido de PG desarrollado en el trabajo presenta muy buenas condiciones para ser utilizado en ensayos no destructivos. Se lograron

mejoras tanto de adaptación eléctrica como acústica respecto a trabajos anteriores [9] presentando inclusive ventajas sobre los comerciales como menor zona muerta y la posibilidad de reducir el tamaño final del transductor. Si bien el "backing" utilizado mejoró la señal queda, para futuros trabajos probar con nuevos materiales epoxídicos o por medio de dos interfaces para lograr un acoplamiento acústico aún más ajustado. Su portabilidad permite su utilización en sistemas de ultrasonido industrial para inspección en campo.

Los resultados obtenidos del análisis del transductor de ultrasonido desarrollado en base a la tecnología de película gruesa, unidos al hecho de la falta de producción nacional de estos transductores para ensayos no destructivos, nos permite la posibilidad de ofrecer la transferencia de su desarrollo a la industria.

Referencias

- [1] Ed. M. Prudenziati, Handbook of sensors and Actuators/Thick Film Sensors, vol. 1, Elsevier, NH, 1994.
- [2] M. Prudenziati and R. dell'Acqua, Thick film Sensors, 1994, 85- 97
- [3] P.G. Dargie, N.R. Harris, N.M. White, J.K. Atkinson and R.P. Sion, "Sensors and their Applications VIII", Glasgow, Sept. 1997.
- [4] J. A. Brown; G. R. Lockwood, A Low-Cost, High-Performance Pulse Generator for Ultrasound Imaging, IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control, Vol. 49, No.6, June 2002.
- [5] National Semiconductor, www.national.com
- [6] Supertex Inc., www.supertex.com
- [7] Directed Energy Inc., www.directedenergy.com
- [8] G. S. Kino, "Acoustic Waves", Egewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc., 1987.
- [9] S. Gwirc, M. F. García Morrillo, D.Brengi, "Tranductor piezoeléctrico pulsado de película gruesa", VIII Workshop IBERCHIP, 3-5 de Abril de 2002 Guadalajara, México.

Para mayor información contactarse con:
 Sergio Gwirc - sng@inti.gov.ar