

## **Remoción de plástico para blindaje electromagnético en microcircuitos electrónicos**

Lidia Vargas, Eduardo Cabrera, Benjamín Valdez, Amparo Oliveros y Roberto Ibarra

L. Vargas, E. Cabrera, B. Valdez, A. Oliveros y R. Ibarra  
Universidad Politécnica de Baja California, Calle de la claridad S/N, Col. Plutarco Elías Calles, CP. 21376. Mexicali, Baja California. México.  
Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Ingeniería, Blvd. Benito Juárez y calle de la Normal s/n Col. Insurgentes Este. CP. 21280, Mexicali, Baja California. México.  
levargaso@upbc.edu.mx

M. Ramos., V.Aguilera., (eds.) .Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2014.

## Abstract

The manufacture of electronic components continues an increasing trend towards miniaturization and more complex designs. A consequence of taking advantage of full function modules and integration is an increased susceptibility to electromagnetic interference on devices.

It has been necessary to develop new shielding techniques to protect sensitive electronic devices from any external interference while at the same time preventing any interference being emitted from the device to adversely react with adjacent circuits.

There was reviewed a shielding in circuit approach consisting in removing a thin top layer of molding compound thru sand blast and a subsequent application of a conductive acrylic paint with silver to create a highly conductive coating to obtain a Faraday's cage. Process ablation alternatives were developed using a laser and plasma cleaning on components with plastic molding compress.

## 10 Introducción

Los aparatos electrónicos emiten radiación electromagnética cuando están funcionando normalmente y esto puede afectar a otros dispositivos electrónicos cercanos o en su alrededor.

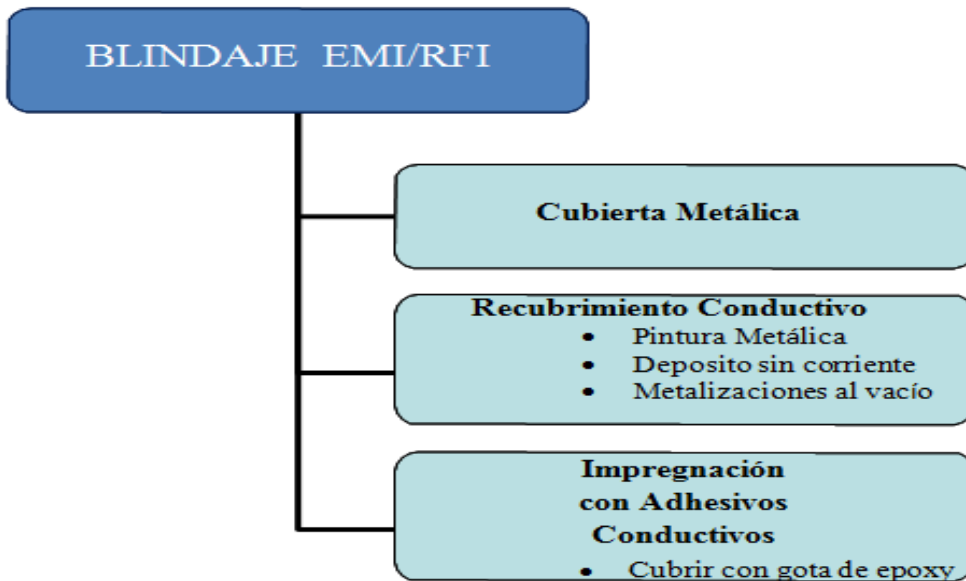
La emisión no deseada de las ondas electromagnéticas puede permitir fallos inesperados de los dispositivos afectados. La interferencia electromagnética (EMI) es en realidad una frecuencia de ruido eléctrico, mientras que la interferencia por radiofrecuencia (RFI) es un subconjunto específico de ruido eléctrico en el espectro de EMI, ambos términos se usan indistintamente.

La interferencia electromagnética en un dispositivo puede ser minimizada a través de un diseño adecuado del circuito. Sin embargo, hay algunas áreas sensibles que requieren protección adicional, por lo que se utiliza el blindaje electromagnético o blindaje EMI, a través de la construcción de una jaula de Faraday.

El blindaje electromagnético que bloquea la radiación electromagnética de radiofrecuencia también se conoce como blindaje EMI/RFI. El objetivo principal es evitar el paso de ondas electromagnéticas dentro o fuera del dispositivo.

El campo electromagnético es bloqueado al utilizar barreras de materiales conductores o magnéticos, que pueden trabajar por reflexión, absorción, o llevar la radiación electromagnética a tierra. Los principales métodos utilizados para el blindaje EMI/RFI son mostrados en la figura 1

**Figura 10** Métodos utilizados para el blindaje EMI/RFI



### 10.1 Materiales y métodos

Alternativas de remoción de plástico, uso tecnología láser y plasma.

El proceso normalmente utilizado y que ha demostrado su capacidad para remover el plástico de moldeo, en dispositivos que posteriormente serán sometidos al proceso de blindaje EMI/RFI, consiste en una micro abrasión con arena, pero los costos generados por el uso y disposición de la misma y el desprendimiento de polvo en un ambiente limpio de ensamble de componentes electrónicos no parece la opción viable en el mediano plazo.

Por otro lado, en la industria de la microelectrónica, durante el análisis de fallas, se utiliza comúnmente ácido nítrico y ácido sulfúrico, ya sea en forma individual o en combinación para remover el plástico de moldeo que encapsula a los dispositivos microelectrónicos. A pesar de que ésta técnica de decapado es muy efectiva, también es común que en ocasiones se dañe internamente el microcircuito. Existen otras alternativas como la ablación del plástico con láser hasta llegar poco antes de la superficie del dado, de manera que solo se requiera una cantidad mínima de ácido, favoreciendo de esta manera la integridad de la circuitería interna. Otra opción al uso del ácido es la ablación con laser más un ataque con plasma para terminar la exposición del dado. Sin embargo, cuando el laser es utilizado para remover todo el plástico a profundidades mayores, puede ocasionar daños por un excesivo calentamiento en los tableros, alambres y otros componentes del microcircuito.

El Plasma se ha utilizado los últimos 50 años para la remoción de polímeros en ambientes controlados. El plasma combinado con oxígeno es muy efectivo en la remoción de contaminaciones orgánicas y polímeros utilizados en la industria electrónica. Por lo anterior, se consideraron en este trabajo las alternativas de láser y plasma para la preparación de los dispositivos microelectrónicos previa al blindaje contra la interferencia electromagnética.

## Moldeo por Compresión

En el moldeo por inyección, el cual ha sido durante mucho tiempo el sistema más utilizado en la industria electrónica, un pistón inyecta a alta presión la resina, de un polímero termo fijo, permitiendo el flujo y llenando de las cavidades en un molde. Sin embargo, retos en la tecnología de empaquetamiento tales como el aumento en el número de componentes, tamaño de dado, dados apilados y alambres más delgados, limitan el espacio para permitir el flujo de la resina o incrementar el número de conexiones más largas.

Debido a esto, el método de moldeo por compresión, el cual es libre de flujo y de espesor delgado, ha cobrado fuerza y ganando terreno rápidamente en más aplicaciones convirtiéndose posiblemente en el próximo método estándar más utilizado en esta industria.

En este proceso se coloca y sujeta una película en la base inferior del molde y el sustrato se carga, en la parte superior con un cargador mecánico. Mientras que la resina, originalmente en forma granular, es preparada en un contenedor para ser suministrada en el fondo del molde inferior y en la cantidad requerida de acuerdo al número de circuitos. El flujo de resina es mínimo y el compuesto queda confinado en una pequeña área. La película en el fondo del molde ayuda a que se despreque fácilmente y a moldear sin tener que limpiar el molde después de cada ciclo, el vacío ayuda también a moldear cualquier espacio abierto.

Las alternativas evaluadas en el proceso de remoción de plástico, fueron:

- 1) Moldeo de plástico por compresión y posterior limpieza usando plasma con una mezcla de gases  $O_2/Ar$ .
- 2) Moldeo de plástico por compresión y posterior limpieza usando un láser.
- 3) Moldeo de plástico por inyección remoción del plástico usando un láser y posterior limpieza con plasma combinación de gases  $O_2/Ar$
- 4) Moldeo de plástico por inyección remoción del plástico usando un láser y posterior limpieza fina con láser.

Desarrollo del proceso en equipo laser

El equipo de láser utilizado es enfriado por aire, del tipo de diodo de bombeo final con un cristal de Nd: YVO<sub>4</sub>, con potencia de salida de 10W y una longitud de onda de 1064 nm, con un pulso de frecuencia que varía de 1 a 200 kHz, en una mesa con área de barrido de 120 x 120 mm y un consumo de 500W. Las variables utilizadas en el desarrollo del proceso fueron: frecuencia, intensidad y velocidad de barrido. Con el objetivo de remover 30 micrones de plástico durante la limpieza gruesa y 5 micrones en una limpieza fina, se realizó también inspección final de las piezas bajo microscopio 7-30X, buscando el efectos de sobre calentamiento por el láser, patrones de remoción, etc.

## Desarrollo del proceso en equipo plasma

Se utilizó un equipo de gas plasma etch de 300 watts, con un generador de RF a 13.5 MHz. Las variables utilizadas durante el desarrollo, fueron el tiempo de exposición y la relación de gases alimentados, Argón y Oxígeno suministrados en lt/min. El objetivo fue remover el remanente de plástico a una profundidad aproximada de 5 micrones.

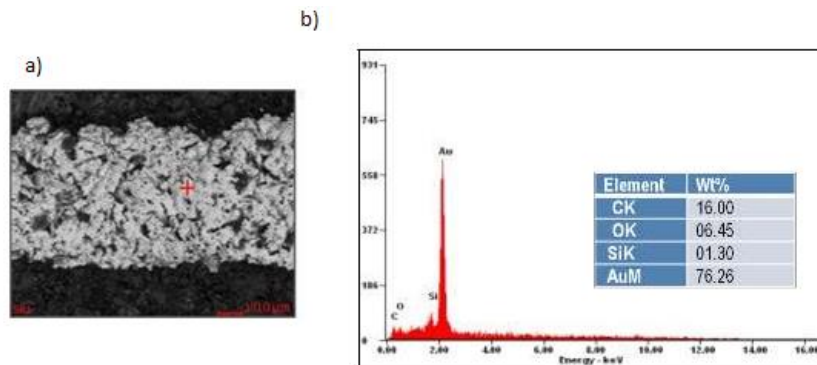
## Inspección de resultados

La observación bajo el microscopio óptico a 200x, no fue suficiente por lo que se requirió el uso de un microscopio electrónico de barrido SEM, con detector EDX que permitió analizar la presencia de elementos químicos presentes en el punto de muestreo.

## 10.2 Resultados

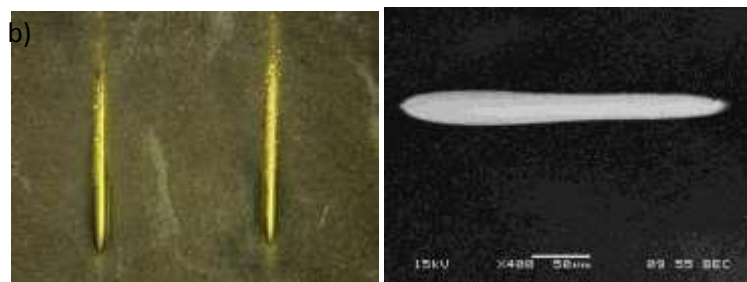
Análisis SEM/EDX de muestra sometida a remoción de plástico de moldeo por micro abrasión con arena (Figura).

**Figura 10.1** a) Imagen SEM mostrando apariencia de alambre de oro después de remoción de plástico con arena; b) análisis EDX realizado sobre la superficie del alambre.

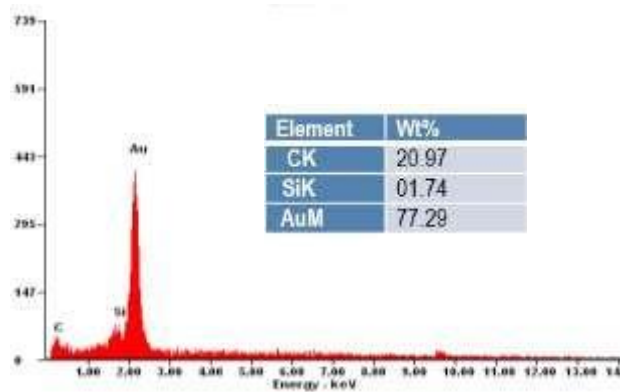


Análisis SEM/EDX de muestra sometida a moldeo de plástico por compresión y posterior limpieza usando plasma con una mezcla de gases O<sub>2</sub>/Ar (Figura)

**Figura 10.2** a) Imagen SEM mostrando apariencia de alambre de oro después de limpieza con plasma

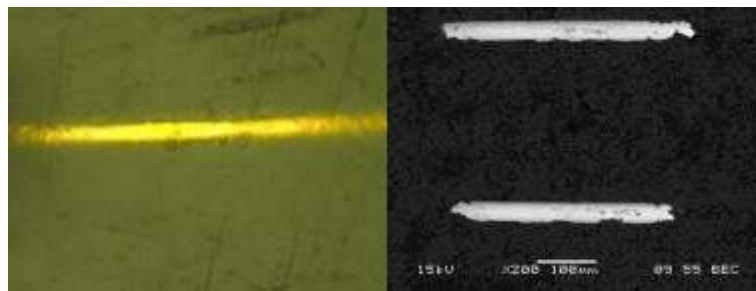


**Gráfico 10** Análisis EDX realizado sobre la superficie del alambre

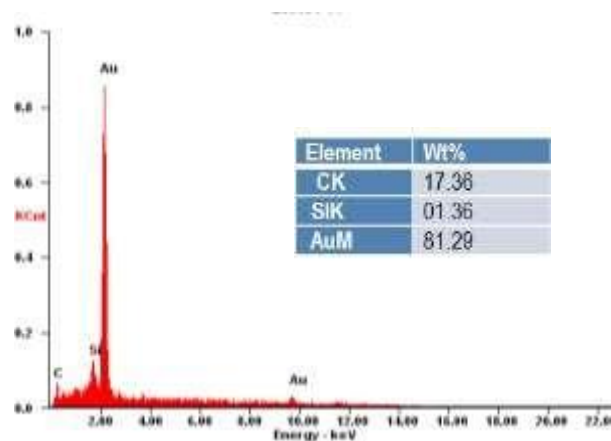


Análisis SEM/EDX de muestra sometida a moldeo de plástico por compresión y posterior limpieza usando un láser (Figura)

**Figura 10.3** Imagen SEM mostrando apariencia de alambre de oro después de limpieza con laser

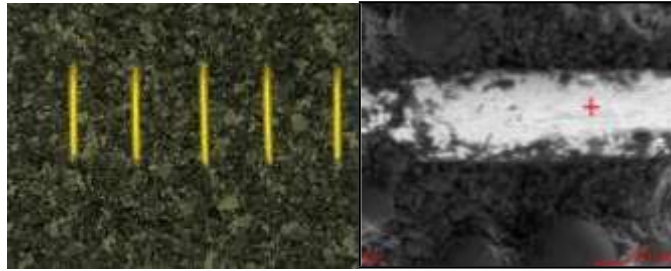


**Gráfico 10.1** Análisis EDX realizado sobre la superficie del alambre

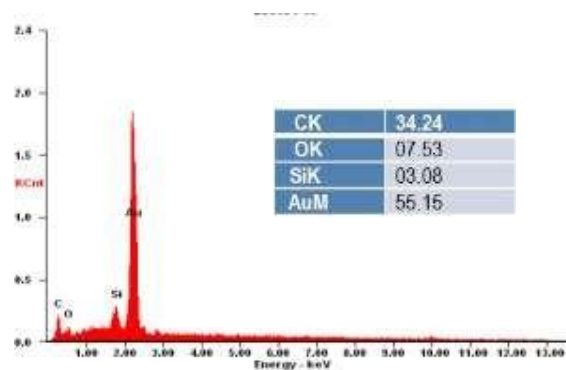


Análisis SEM/EDX de muestra sometida a moldeo de plástico por inyección y remoción del plástico usando un láser con posterior limpieza con plasma combinación de gases O<sub>2</sub>/Ar (Figura).

**Figura 10.4** Imagen SEM mostrando apariencia de alambre de oro después de remoción con láser y limpieza con plasma

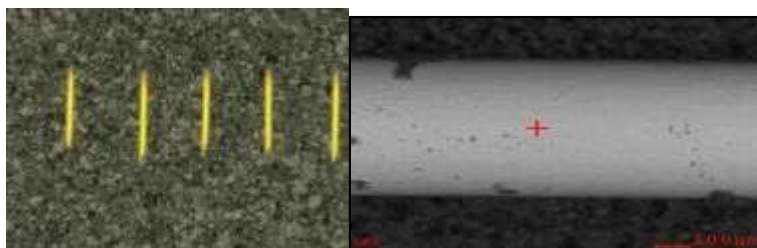


**Gráfico 10.2** análisis EDX realizado sobre la superficie del alambre

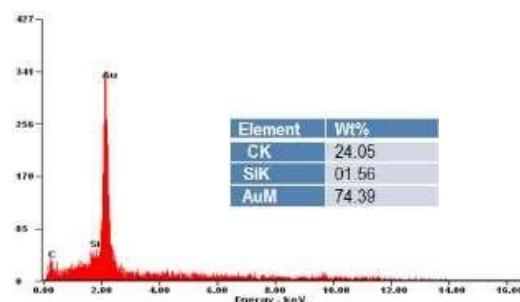


Análisis SEM/EDX de muestra sometida a moldeo de plástico por inyección con remoción del plástico usando un láser y posterior limpieza fina con láser (Figura).

**Figura 10.5** Imagen SEM mostrando apariencia de alambre de oro después de remoción con láser y limpieza con láser



**Gráfico 10.3** análisis EDX realizado sobre la superficie del alambre



### 10.3 Discusión

Proceso remoción por micro abrasión con arena.

- a) Se observa un agresivo ataque sobre el alambre de oro producto de la micro abrasión con arena. El alambre se deforma, en su superficie se observan incrustaciones de plástico y arena. La rugosidad observada crea una situación que favorece una buena adhesión.
- b) El EDX muestra un contenido de Oro 76.3%, Carbón 16% y Oxígeno 6.4%. La combinación de Carbón y Oxígeno delata la presencia de residuos de plástico.

Moldeo de plástico por compresión y posterior limpieza usando plasma con una mezcla de gases O<sub>2</sub>/Ar.

Se observa una completa remoción del plástico sobre la superficie del alambre, superficie lisa con externos limpios pero acotados por el plástico alrededor, lo que dificultaría un buen anclaje con la pintura.

EDX no muestra contenido de Oxígeno, lo que representa que se alcanzó una buena limpieza. Aunque, el porcentaje de Oro no mejora sustancialmente.

El tiempo de ciclo de limpieza para plasma 90s es de 2 minutos para 5 tiras, aproximadamente 24 segundos por tira

Moldeo de plástico por compresión y posterior limpieza usando un láser.

El láser comienza a eliminar plástico en las orillas del alambre pero no logra hacerlo por completo, y arroja residuos de plástico encima en la superficie del alambre. EDX muestra que el porcentaje de Oro aumenta por encima del 81%, pero no hay una limpieza uniforme.

El tiempo de ciclo por tira se eleva a 60 segundos.

Moldeo de plástico por inyección remoción del plástico usando un láser y posterior limpieza con plasma combinación de gases O<sub>2</sub>/Ar.

Aunque el láser se considera una alternativa elegante de remoción, al evaporar los sólidos y dejar residuos casi nulos. El proceso de remoción de plástico en las zonas más frías que no alcanzan a evaporarse, se presentan en forma de hojuelas que se desprenden del sólido. Al aplicar limpieza con plasma estas colapsan sobre el alambre. Esta opción más que limpiar ensucia los alambres.

EDX muestra que el porcentaje de Oro cae significativamente hasta un porcentaje de 55% y vuelve a detectarse oxígeno en un 7.5%

El tiempo de tratamiento por tira alcanza 1 min por remoción de plástico con láser + 24 segundos por tira en un proceso de plasma de 2 minutos por 5 tiras.



Moldeo de plástico por inyección remoción del plástico usando un láser y posterior limpieza fina con láser.

- a) Se observa una mayor exposición del alambre en los extremos, extremos muy limpios y con mínimos residuos en la superficie, con alambres lisos libres de ataque.
- b) EDX un porcentaje de Oro en casi 75%, libre de carbono.
- c) El tiempo de ciclo se mantiene en 90 segundos, en un primer tratamiento el láser remueve el 90% del material y en un segundo paso sin salir del equipo, se realiza con menor energía y más velocidad una limpieza fina para terminar el tratamiento.

#### **10.4 Conclusiones**

En el desarrollo de este trabajo y de acuerdo a los resultados obtenidos en las distintas corridas, se desarrollaron proceso y parámetros de dos posibles soluciones para la preparación de la superficie del plástico de moldeo de los dispositivos microelectrónicos previa al proceso de blindaje para protegerlo contra la interferencia electromagnética: 1) Moldeo de plástico por compresión y posterior limpieza usando plasma con una mezcla de gases O<sub>2</sub>/Ar y 2) Moldeo de plástico por inyección remoción del plástico usando un láser y posterior limpieza fina con láser. A partir de estas soluciones, se propone realizar corridas piloto para realizar pruebas del nivel de resistencia eléctrica, prueba de estrés térmico, humedad y envejecimiento, para corroborar la confiabilidad de los procedimientos propuestos por el laboratorio de análisis de fallas.

#### **Referencias**

Fogarrassy E., Lazare S. (1992). Laser ablation of electronic material: Basic mechanism and applications. *European Materials Research Society Monographs*, North Holland.

Foote D. (2012). Using Plasma Processing as a Mold De-Cap Method for Copper Wire Bonded Devices. *Nordson MARCH Inc.*

Zeus Technical Newsletter, EMI Shielding with plastics (2012).

Bao L.R., Wei B., Xiam Y.A. (2007). Conductive Coating Formulations with Low Silver Content. National Starch and Chemical Company. Electronic Components and Technology Conference.

Martens S., Fink M., Mack W., Voelklein F., Wilde J. Simulation-Based Analysis of the Heat-Affected Zone during Target Preparation by Pulsed- Laser Ablation through Stacked Silicon Dies in 3D integrated System-in-Packages. Infineon Technologies AG.