

CAPÍTULO IV

PROCEDIMIENTO ESTANDAR

DE ACTUACIÓN

4. PROCEDIMIENTOS ESTÁNDAR DE ACTUACIÓN

En este apartado se define detalladamente el proceso completo para llegar a conseguir el objetivo de este proyecto, que no es otro que introducir el proceso de electroplating en el diseño de MEMs.

En este apartado se definen los diferentes parámetros de cada una de las etapas así como las diferentes precauciones y recomendaciones de cada una de ellas.

Para llevar a cabo el proceso, se va a usar un PCB sobre el que se van a realizar las diferentes deposiciones para obtener el esquema diseñado. Los diferentes instrumentos que entran en juego en la realización de las diferentes etapas del diseño son:

- Sputter K550X
- Bombona de Argón
- Flash copper (“electroplating”)
 - Recipiente y soporte
 - Fuente de alimentación
 - cables cocodrilo
- Spin coater
- Bomba de vacío
- Hotplate
- Insoladora
- Ultrasonido P – Selecta
- Bandejas, probetas y pipetas
- Medidor de temperatura

En cuanto a los productos a usar son:

- Oro
- Flash copper
 - Lámina de cobre

- Compuestos flash copper part A, flash copper part B, flash copper part C
- Agua destilada
- Resina AZ 4562
- Revelador AZ400K developer
- Remover AZ100
- Ácido nítrico 65%
- Ácido clorhídrico 37%
- Acetona
- Isopropanol (IPA)



Figura 39. Acetona, IPA y agua destilada.

1. Adquisición del sustrato PCB

Lo primero que hay que hacer es cortar una placa de la lámina de PCB con medidas entre 60 x 60 mm ó 70 x 70 mm. Una vez cortado, quitar la lámina protectora azul que tiene y posteriormente eliminar la resina protectora que tiene el PCB. Para ello coger el PCB y limpiar con acetona ambas caras del sustrato. Una vez eliminada dicha resina, pasar a eliminar la capa de cobre que hay sobre una o sobre las dos caras del PCB, según el tipo de lámina elegida. Para ello hay que realizar la siguiente mezcla:

- 2 proporciones de agua (50 ml)
- 1 proporción de agua fuerte (25 ml)
- 1 proporción de agua oxigenada (25 ml)



Figura 40. Bandeja, agua de grifo, agua fuerte y agua oxigenada.

Depositar dicha mezcla sobre la bandeja e introducir el PCB en el baño. Agitar suavemente la bandeja para agilizar la eliminación del cobre. Cuando el PCB queda totalmente de color amarillo, se ha eliminado por completo el cobre, por lo que sacar el PCB del baño. A continuación limpiar con acetona e IPA para eliminar residuos.

Eliminar la mezcla realizada en la cubeta de residuos que existe en el laboratorio.

Llegados a este punto el PCB ya está listo para depositar el resto de elementos.

Una de las cosas a tener muy en cuenta es el lado sobre el cual se va a depositar las capas de metal, en este caso oro y cobre. En el caso de un PCB con cobre en las dos caras no tenemos ese problema. Sin embargo, si el PCB es de una sola cara hay que elegir bien el lado para depositar posteriormente los metales. De las 2 caras del PCB hay una más “rugosa” y unas más lisa y brillante. Tenemos que depositar el

oro sobre la capa mas rugosa ya que sobre la parte más lisa, la adhesión es mucho peor y cuando se deposita el cobre, la capa de oro se despega del PCB.

En resumen, depositar las capas de metal sobre la cara del PCB donde anteriormente se ha eliminado el cobre.

Saber si se ha elegido la cara correcta es fácil de identificar al principio del proceso. Si en la etapa posterior, la deposición del oro sobre el PCB queda de un color dorado brillante, se ha elegido la cara errónea y aparecerán problemas en las siguientes etapas. En cambio la deposición sobre la cara correcta no se aprecia ese color dorado y el PCB queda simplemente más oscuro.

2. Sputtering de oro

Una vez queda limpio el PCB y en condiciones, pasar a depositar la capa de oro sobre el sustrato. Para ello hacer uso del sputter coater.

En primer lugar hay que abrir la bomba de argón. Abrir la llave del argón en el sentido indicado en la Figura 41 y posteriormente girar la rueda blanca pequeña hacia la derecha hasta que la aguja de la izquierda marque 0,3 bares aproximadamente.

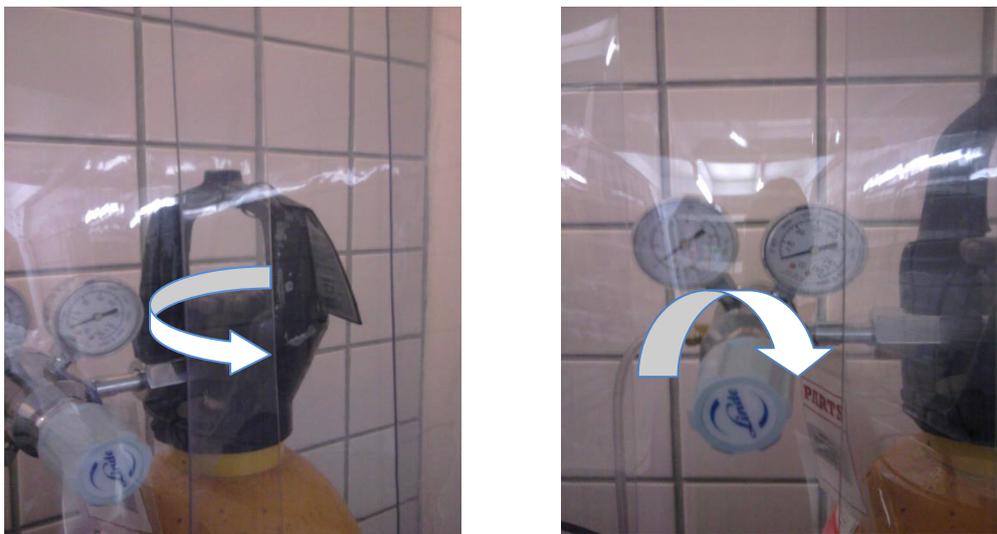


Figura 41. Bomba de argón

A continuación encender el sputter coater, meter el PCB dentro de la cúpula y definir los parámetros.

Para cambiar los parámetros pulsar en las flechas de arriba y abajo. Pulsar el botón central (ENTER) para cambiar al siguiente parámetro a modificar.



Figura 42. Sputtering

Los parámetros que hay que modificar del sputtering son:

- Intensidad 30 mA.
- Tiempo deposición 3 minutos.
- Material “gold”
- Activar Pump hold

El resto de parámetros no se modifican. Una vez definido los parámetros pulsar el botón “START” y se inicia la deposición del oro.

Al principio, se hace el vacío en el interior de la cúpula. La presión dentro de la cúpula tiene que ser inferior a $1 \times 10^{-1} \text{ mbar}$. Está configurado un tiempo para llegar a esa presión deseada. Dicho tiempo es grande con lo que cuando la presión está por debajo de la deseada pulsar cualquier botón para que comience la deposición y no esperar el tiempo completo. Dejar pasar el tiempo no tiene consecuencias negativas. Simplemente la presión baja más y se tarda más en pasar a la siguiente etapa, el “electroplating”.

Una vez finalizado el tiempo, sacar el PCB, apagar el sputter coater y cerrar las llaves de la bomba de argón abiertas al principio de esta etapa.

3. Electroplating

Esta etapa tiene un proceso más elaborado en cuanto a preparación de instrumentos y materiales. Primeramente hay que depositar la mezcla de “flash copper” (líquido azul) dentro del recipiente (1500ml). Si la mezcla está realizada verificar que el nivel del líquido es correcto. Si no es correcto rellenar hasta llegar al nivel con agua destilada. Si la mezcla no está realizada, las proporciones para obtener el flash copper son:



Figura 43. Kit Flash copper

- $\frac{2}{3}$ partes de agua destilada.
- $\frac{2}{9}$ partes de flash copper A.
- $\frac{1}{18}$ partes de flash copper B.
- $\frac{1}{18}$ partes de flash copper C.

Una vez depositado el líquido conductor dentro del recipiente introducir este dentro del ultrasonido. Una vez depositado dentro hay que colocar el ultrasonido a 40°C durante 40 min sin realizar ningún tipo de acción. Con el laser medidor de temperatura, comprobar que se llega a la temperatura deseada dentro del recipiente. Cuando este a 40° C aproximadamente ya se puede empezar a chapar.

Una vez se alcanza la temperatura deseada, introducir la lámina de cobre a un lado y conectar la lámina mediante un cable cocodrilo con el positivo de la fuente de alimentación. El PCB se conecta al igual que la lámina de cobre, pero con el negativo de la fuente de alimentación. Introducir la placa dentro del recipiente, frente por frente la capa de oro a la lámina de cobre tal y como se muestra en la Figura 44.

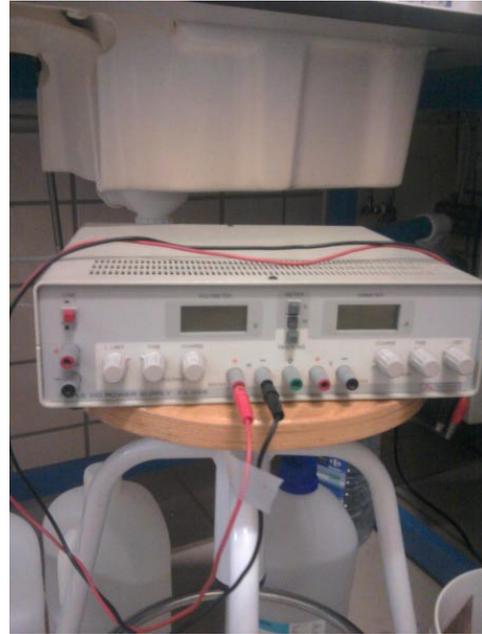


Figura 44. Electroplating y fuente de alimentación

Colocar la fuente de alimentación a 2 V, encender el ultrasonido y dejar chapando durante 20 min. Con este tiempo se deposita aproximadamente entre 7 y 9 micras de cobre.

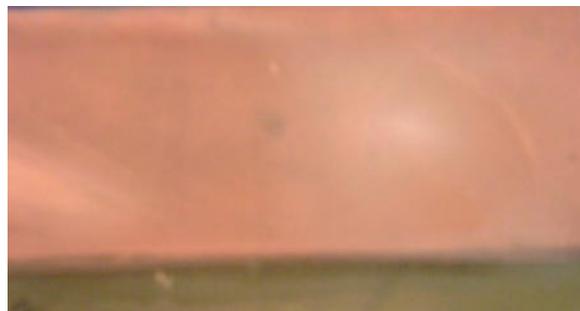


Figura 45. Deposición de cobre sobre PCB

Una vez agotado el tiempo, apagar todo y sacar el PCB del recipiente y limpiar este con acetona e IPA para eliminar residuos.

En cuanto al líquido “flash copper”, filtrarlo con un filtro de café y guardarlo en el recipiente correspondiente.

4. Deposición de fotorresina mediante Spin Coater

En este paso se va a depositar la fotorresina sobre el PCB para luego eliminar la resina de las zonas donde no se quiere tener cobre. En esta etapa hasta la etapa posterior de revelado, la luz de la sala tiene que estar apagada, solo se puede tener luz amarilla mientras se trabaja con la resina. Para el paso en el que nos encontramos hay que colocar el PCB sobre el spin coater y activar la bomba de vacío para que el PCB



Figura 46. Spin coater y bomba de vacío de izquierda a derecha respectivamente

quede fijado y no se mueva durante este proceso.

Con una jeringuilla, depositar aproximadamente 2 ml de resina sobre el sustrato. Esta cantidad es variable en función del tamaño de la placa.

A continuación fijar los parámetros del spin – coater:

- Velocidad 2000 rpm.
- Tiempo 40-45 s.

Para fijar las revoluciones, pulsar varias veces el botón “MODE” hasta que aparezca en el display “P00” y posteriormente usar las flechas para colocar el spin coater en el “P18”. A continuación pulsar en “ENTER” y pulsar las flechas hasta llegar al valor de 33.30. A continuación pulsar de nuevo el botón “ENTER” y ya queda fijada la velocidad.

En cuanto al tiempo, pulsar el segundo botón por la derecha para cambiar el tiempo. A continuación pulsar las flechas para desplazarse hacia la derecha o para aumentar dicho dígito. Una vez fijado el tiempo deseado pulsar el botón de la izquierda y ya queda fijado el tiempo.



Figura 47. De izquierda a derecha, displays para ajustar el tiempo y la velocidad respectivamente

Una vez fijados los parámetros cerrar la tapa y pulsar en “START”.

Cuando termina este proceso, sacar el PCB, apagar la bomba de vacío y el spin-coater y limpiar este último con acetona.

5. Prebake

Una vez depositada la fotorresina sobre el PCB esperar 15 min antes de calentar. Este tiempo es para que se expulsen los vapores que se producen en la deposición de este tipo de resina. Tras este tiempo de espera, colocar el hotplate a 100°C. Cuando esté caliente colocar el PCB sobre el “hotplate” durante 90 s y posteriormente apagar el “hotplate”



Figura 48. Hotplate

6. Insoladora

A continuación, hay que eliminar la resina de las zonas donde no se desea que quede cobre. Para ello, hay que exponer el PCB a luz ultravioleta en la insoladora. Colocar sobre el PCB una máscara e introducir este dentro de la insoladora. Las zonas donde incide la luz serán eliminadas posteriormente en la etapa de revelado.

Los parámetros de la insoladora son:

- 2 caras NO.
- Tiempo: 90 sg.

Pulsar 'V' para comenzar y cuando finalice apagar la insoladora y sacar el PCB.



Figura 49. Insoladora

7. Revelador AZ400K

Ahora hay que eliminar la resina de las zonas donde ha estado expuesto a la luz. Para ello hay que hacer una mezcla entre agua destilada y el revelador AZ400K, cuyas proporciones son 4 (80 ml) partes y 1 (20 ml) parte respectivamente.

Revelar durante un tiempo de 3 min. aproximadamente. Es aconsejable pasado este tiempo, introducir el PCB en un nuevo baño durante un par de minutos para eliminar por completo la resina que pueda quedar.

Finalizado este tiempo dejar secar la placa y eliminar la mezcla.

Importante no usar ni acetona ni IPA sobre la fotorresina ya que ambas reaccionan con ella y la elimina.

8. Agua regia

En este paso hay que tener mucho cuidado ya que se va a trabajar con ácidos que son altamente corrosivos. Para ello hay que equiparse con gafas, mascarilla además de la vestimenta propia de una sala blanca. Además, hay que usar un recipiente, probeta y pipeta de cristal.

Lo primero es hacer la mezcla que forma el aguarería. El aguarería está compuesto de 1 parte de ácido nítrico (20 ml) y 3 partes de ácido clorhídrico (60 ml). Otra mezcla que es menos agresiva son las proporciones 9 (18 ml) : 41 (82 ml).

Ayudados con la pipeta, depositar las cantidades dentro de la probeta para posteriormente depositarlos en el recipiente donde se va a introducir el PCB a continuación.

Una vez que se obtiene la mezcla introducir el PCB en la solución. Pasado 90 segundos aproximadamente las zonas donde no se desea que quede metal se elimina, quedando en esas zonas visible la capa de sustrato de color amarillo.

Pasado el tiempo, sacar el PCB de la solución ayudado con unas pinzas y bañar el PCB en agua destilada para eliminar los ácidos que puedan quedar en él.

En este caso se puede usar posteriormente acetona o IPA sin ningún problema ya que el siguiente paso consiste en eliminar la fotorresina de toda la superficie, así que no hay problema en que reaccione esta ni con la acetona ni con el IPA.

En cuanto a la mezcla realizada echar agua de grifo y dejar todos los elementos usados en esta etapa bañados en agua.

9. Remover AZ100

Este último paso consiste en eliminar por completo la resina de todo el PCB. Para ello usar una solución que es una mezcla de agua destilada y el remover AZ100 en proporciones 1 (40 ml):1 (40 ml). El tiempo de esta etapa es 5 minutos aproximadamente.

Finalmente para eliminar residuos que puedan quedar, bañar la placa en acetona e IPA y ya se tiene el diseño deseado sobre el PCB.

Eliminamos la mezcla realizada en el fregadero.

Siguiendo todas estas etapas, se consigue mediante un método sencillo y barato la deposición de pistas de cobre sobre un sustrato de PCB. Este mismo proceso puede seguirse usando otros tipos de sustratos como por ejemplo obleas de silicio.



Figura 50. Diseño final