

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 394 361**

51 Int. Cl.:

C23C 18/54 (2006.01)

H05K 3/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.09.2006 E 06814817 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la solicitud europea: **01.10.2008 EP 1973670**

54 Título: **Método de uso de ultrasonidos para metalizado de plata**

30 Prioridad:

14.12.2005 US 300254

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

31.01.2013

73 Titular/es:

**MACDERMID, INCORPORATED (100.0%)
245 FREIGHT STREET
WATERBURY, CT 06702, US**

72 Inventor/es:

**CASTALDI, STEVEN, A.;
SWANSON, JOHN y
PAW, WITOLD**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 394 361 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método de uso de ultrasonidos para metalizado de plata

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere al uso de ultrasonidos en metalizado por inmersión, en particular metalizado de plata por medio de técnicas de metalizado por inmersión como acabado final en el procesado de tarjetas de circuito. De manera más específica, el uso de ultrasonidos está destinado a la reducción de la corrosión galvánica excesiva en la interfase de la máscara de soldador y de las trazas de circuito de cobre durante el proceso de metalizado de plata por inmersión.

Antecedentes de la invención

15 Típicamente, los procesos de fabricación de tarjetas de circuito impreso (PCB) comprenden muchas etapas, en parte debido a la creciente demanda de un mayor rendimiento. Normalmente, los circuitos superficiales de PCBs incluyen materiales de cobre y de aleación de cobre que se encuentran revestidos para proporcionar una buena conexión mecánica y eléctrica con otros dispositivos del conjunto. En la producción de una tarjeta de circuito impreso, una primera etapa comprende preparar la tarjeta de circuito y la segunda etapa comprende montar diferentes componentes sobre la tarjeta de circuito.

20 Generalmente, existen dos tipos de componentes que se pueden fijar a la tarjeta de circuito: a) componentes con patas, tales como resistores, transistores, etc., que se encuentran fijados a la tarjeta de circuito pasando cada una de las patas a través de un orificio en la tarjeta y posteriormente garantizando que el orificio alrededor de la pata se encuentra relleno de soldadura; y b) dispositivos de montaje en superficie, que se encuentran fijados a la superficie de la tarjeta por medio de soldadura con un área de contacto plana o mediante adhesión usando un adhesivo.

25 Las tarjetas metalizadas de circuito impreso con orificios pasantes se pueden fabricar por medio de un proceso que comprende la siguiente secuencia de etapas, aunque también se pueden usar otras secuencias de etapas. Se pueden intercalar lavados con agua limpia entre cada una de las etapas.

- 30 1) Perforar orificios a través del laminado de revestimiento de cobre;
- 2) Procesar las tarjetas a través del ciclo de orificios pasantes de metalizado estándar para producir el metalizado de cobre no electrolítico en el interior de los orificios y sobre la superficie;
- 35 3) Aplicar una máscara de metalizado;
- 4) Metalizar electrolíticamente cobre hasta el espesor deseado en el interior de los orificios y sobre el circuito expuesto;
- 5) Metalizar electrolíticamente estaño en el interior de los orificios y sobre el circuito expuesto para que sirva como capa protectora frente a ataque químico;
- 40 6) Separar la capa protectora de metalizado;
- 7) Producir el ataque químico del cobre expuesto (es decir, cobre no metalizado con estaño);
- 8) Separar el estaño;
- 9) Aplicar imagen y desarrollar una máscara de soldador de manera que la máscara de soldador cubra sustancialmente toda la superficie de la tarjeta excepto las áreas de conexión;
- 45 10) Capa protectora; y
- 11) Limpiar y someter a micro-ataque químico las áreas de conexión.

50 Otros ejemplos de secuencias de etapas que se pueden usar para preparar tarjetas de circuito impreso en la primera etapa se describen en la patente de Estados Unidos N°. 6.319.543 de Soutar y col., la patente de Estados Unidos N°. 6.656.370 de Toscano y col. y en la patente de Estados Unidos N°. 6.815.126 de Fey y col.

La formación de máscara de soldador es una operación en la cual se cubre de forma selectiva todo el área de una tarjeta de circuito impreso, exceptuando las capas de soldador, las capas de montaje superficial y los orificios pasantes impresos, con un revestimiento polimérico orgánico. El revestimiento polimérico orgánico actúa como un filtro alrededor de las capas para evitar el flujo no deseado de soldador durante el montaje, también mejora la resistencia de aislamiento eléctrico entre conductores y proporciona protección frente al entorno.

60 Típicamente, el compuesto de máscara de soldador es una resina epoxi que es compatible con el sustrato. La máscara de soldador se puede serigrafiar sobre la tarjeta de circuito impreso con el patrón deseado o también puede ser una máscara de soldador de película seca apta para formación de imágenes fotográficas que se reviste sobre la superficie. De manera general, ambos tipos de máscaras de soldadura resultan bien conocidos por los expertos en la técnica.

65 Las áreas de contacto incluyen áreas de unión con alambre, áreas de fijación de chip, áreas de soldadura y otras áreas de contacto. Por ejemplo, los acabados de contacto deben proporcionar una buena capacidad de soldadura, buen rendimiento de unión de alambre y elevada resistencia frente a la corrosión. Algunos acabados de contacto

deben también proporcionar una elevada conductividad, elevada resistencia al desgaste y elevada resistencia frente a la corrosión. Un revestimiento de acabado de contacto típico de la técnica anterior puede incluir un revestimiento de níquel electrolítico con una capa de oro electrolítica sobre la parte superior, aunque otros revestimientos también resultan conocidos por el experto en la técnica.

5 De manera general, la soldadura se usa para realizar conexiones mecánicas, electro-mecánicas o electrónicas en una variedad de artículos. En la fabricación de equipamiento electrónico que utiliza circuitos impresos, las conexiones de los componentes electrónicos con los circuitos impresos se realizan mediante soldadura de las conexiones de los componentes con los orificios pasantes, los revestimientos circundantes, los depósitos conductores y otros puntos de conexión (de manera colectiva, "Áreas de Conexión"). Típicamente, la conexión tiene lugar por medio de técnicas de soldadura de ondas.

15 Para facilitar la presente operación de soldadura, se requiere que el fabricante del circuito impreso disponga los orificios pasantes, revestimientos, depósitos conductores y otros puntos de conexión de manera que sean susceptibles de experimentar los procesos posteriores de soldadura. De este modo, las superficies deben mostrarse fácilmente humectables por el soldador y deben permitir una conexión conductora integral con las conexiones o superficies de los componentes electrónicos. Debido a las presentes necesidades, los fabricantes de circuitos impresos han evaluado diferentes métodos para conservar y mejorar la aptitud de soldadura de las superficies. Ejemplos de dichos métodos se describen en la patente de Estados Unidos N°. 6.773.757 de Redline y col. y en la patente de Estados Unidos N°. 5.955.640 de Ferrier y col.

25 Como se comenta en las patentes 6.773.757 y 5.955.640, se sabe que los depósitos de plata de inmersión proporcionan excelentes conservantes de aptitud de soldadura, que resultan particularmente útiles en la fabricación de tarjetas de circuito impreso. El metalizado por inmersión es un proceso que es el resultado de una reacción de sustitución, en la cual la superficie objeto de metalizado se disuelve en una disolución y, al mismo tiempo, el metal objeto de metalizado se deposita a partir de la disolución de metalizado sobre la superficie. El metalizado por inmersión se inicia sin activación previa de las superficies. De manera general, el metal objeto de metalizado es más noble que el metal de la superficie. De este modo, normalmente, el metalizado por inmersión resulta más fácil de controlar y es significativamente más rentable que el metalizado no electrolítico, que requiere disoluciones de metalizado auto-catalíticas sofisticadas y procesos de activación de las superficies antes del metalizado.

35 No obstante, el uso de los depósitos de inmersión de plata puede resultar problemático debido a la posibilidad de ataque sobre la interfase de la máscara de soldador (SMIA), pudiendo el ataque galvánico erosionar la traza de cobre de la interfase que existe entre la máscara de soldador y la traza de cobre. SMIA también resulta conocido por otros nombres tales como corrosión intersticial de la máscara de soldador y simplemente ataque galvánico en la interfase de la máscara de soldador. Independientemente del nombre, el problema comprende un ataque galvánico en la interfase máscara de soldador-cobre. Por tanto, resulta necesario un proceso mejorado de metalizado por inmersión que pueda minimizar o eliminar el ataque galvánico de la interfase. Para tal fin, los inventores de la presente invención han descubierto que el uso de ultrasonidos en combinación con un proceso de metalizado por inmersión, en particular un proceso de metalizado de plata por inmersión, puede proporcionar un resultado beneficioso. Este ataque galvánico de la interfase surge como resultado de la estructura de la interfase máscara de soldador-cobre y del mecanismo de metalizado por inmersión.

45 Se han usado ultrasonidos para la limpieza de tarjetas de circuito impreso para el metalizado. También se han usado ultrasonidos para contribuir a rellenar las micro-vías y las micro-vías ciegas. Por ejemplo, la patente de Estados Unidos N°. 5.705.230 de Matanabe y col., describe un método para rellenar pequeños orificios o para cubrir pequeños rebajes en las superficies de substratos, en el que durante la deposición, se aplica un voltaje variable controlado y/o una energía tal como vibraciones de baja frecuencia, alta frecuencia o de ultrasonidos, al substrato con el fin de mejorar la eficacia del depósito metalizado. De igual forma, la patente de Estados Unidos N°. 6.746.590 de Zhang y col., describe el uso de energía de ultrasonidos para mejorar los procesos de metalizado. La solicitud de patente de Estados Unidos 2004/0043159 A1 describe un método de metalizado por inmersión en un proceso de fabricación de tarjetas de circuito impreso de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. No obstante, no se han usado ultrasonidos en combinación con procesos de metalizado por inmersión de la manera que se describe en el presente documento.

55 **Breve descripción de las figuras**

60 Las Figuras 1A y 1B muestran dibujos de fotografía de microscopio de barrido electrónico (SEM) de la interfase de máscara de soldador bajo las condiciones de C-1 (control, sin ultrasonidos) y 40-1 (40 kHz, 90 segundos de tiempo de metalizado).

65 Las Figuras 2A, 2B y 2C muestran fotografías SEM de superficies de plata a partir de muestras para ensayo metalizadas bajo las condiciones de C-1 (control, sin ultrasonidos, 90 segundos de tiempo de metalizado), 40-1 (40 kHz, 90 segundos de tiempo de metalizado) y 170-1 (170 kHz, 90 segundos de tiempo de metalizado).

Las Figuras 3A y 3B muestran dibujos SEM de las muestras para ensayo bajo las condiciones de C-1 (control,

sin ultrasonidos, 90 segundos de tiempo de metalizado) y 40-1 (40 kHz, 90 segundos de tiempo de metalizado).

Las Figuras 4A, 4B, 4C y 4D muestran el suministro de plata a la interfase de máscara de soldador bajo diferentes condiciones.

5

Sumario de la invención

Es un objeto de la presente invención eliminar o minimizar sustancialmente los efectos del ataque de la interfase de máscara de soldador durante un proceso de fabricación de tarjetas de circuito impreso.

10

Es otro objeto de la presente invención investigar el uso de ultrasonidos en metalizado por inmersión, en particular metalizado de plata por inmersión, para proporcionar un depósito de plata que no exhiba SMIA.

15

A tal fin, la presente invención va destinada a un método para reducir el ataque de interfase de máscara de soldador en un proceso de fabricación de tarjetas de circuito impreso que comprende las etapas de:

- a) proporcionar una tarjeta de circuito impreso con una máscara de soldador aplicada sobre la misma;
- b) tratar la tarjeta de circuito impreso con una disolución de metalizado por inmersión, en la que la tarjeta de circuito impreso se trata sumergiendo la tarjeta de circuito impreso en una disolución de metalizado por inmersión, al tiempo que se aplica simultáneamente vibraciones de ultrasonidos a la tarjeta de circuito impreso; que se caracteriza por que el método además comprende las etapas de:
- c) evaluar el efecto de la frecuencia de ultrasonidos sobre el ataque de interfase de máscara de soldador;
- d) determinar el efecto de la dirección y duración de los ultrasonidos sobre el ataque de interfase de máscara de soldador;
- e) determinar los efectos de la modulación de potencia y desviación de frecuencia sobre el ataque de interfase de máscara de soldador; y
- f) seleccionar la frecuencia, duración, dirección, modulación de potencia y desviación de frecuencia que produzcan mejores resultados.

20

25

30

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

Los inventores han descubierto que se puede mejorar un proceso de metalizado por inmersión, en particular un proceso de metalizado de plata por inmersión, por medio del uso de ultrasonidos durante el metalizado, lo que minimiza o elimina SMIA y produce un mejor depósito de metalizado por inmersión.

35

La presente invención va destinada a un método para reducir el ataque de interfase de máscara de soldador en un proceso de fabricación de tarjetas de circuito impreso que comprende las etapas de:

- a) proporcionar una tarjeta de circuito impreso con máscara de soldador aplicada sobre la misma;
- b) tratar la tarjeta de circuito impreso con una disolución de metalizado por inmersión, en la que la tarjeta de circuito impreso se trata sumergiendo la tarjeta de circuito impreso en un baño de metalizado por inmersión, al tiempo que se aplican de forma simultánea vibraciones a la tarjeta de circuito impreso, de manera que se reduce el ataque de interfase de máscara de soldador cuando se compara con el mismo proceso llevado a la práctica sin vibraciones de ultrasonidos. El metalizado de plata por inmersión resulta especialmente preferido.

40

45

Preferentemente, las vibraciones de ultrasonidos se aplican a una frecuencia de menos de aproximadamente 80 kHz, más preferentemente entre aproximadamente 40 y 80 kHz, del modo más preferido a aproximadamente 40 kHz. Aunque la duración de las vibraciones de ultrasonidos aplicadas no resulta crítica, típicamente los ultrasonidos se aplican con una duración de aproximadamente 60 a aproximadamente 180 segundos. En una realización preferida, las vibraciones de ultrasonidos se aplican durante todo el tiempo que dura el metalizado.

50

La fuente de energía de ultrasonidos se monta en el tanque de metalizado por inmersión de tal forma que se pueda dirigir la energía de ultrasonidos emitida por la fuente de energía de ultrasonidos hacia la superficie de metalizado. La tarjeta de circuito impreso también se puede orientar en la dirección vertical u horizontal con respecto a la dirección de las vibraciones de ultrasonidos aplicadas. En una realización, la tarjeta de circuito impreso se encuentra orientada en la dirección horizontal con respecto a la dirección de las vibraciones de ultrasonidos aplicadas. La aplicación de vibraciones a las tarjetas de circuito impreso durante el metalizado se puede llevar a cabo usando cualesquiera aparatos conocidos de forma general en la técnica. Por ejemplo, como se describe en la patente de Estados Unidos N°. 6.746.590 de Zhang y col., se puede proporcionar la fuente de energía de ultrasonidos en forma de transductor alargado sencillo o se puede proporcionar en forma de conjunto de transductores montados a lo largo de un eje.

55

60

Se puede utilizar un número de composiciones apropiadas de metalizado de plata por inmersión que, típicamente, comprenden:

65

- a) una fuente soluble de iones de plata,

- b) un ácido y/o agente tampón,
- c) un agente de formación de complejos (quelante),
- d) un agente de refinado de grano,
- e) un inhibidor de decoloración,
- f) un tensioactivo.

5

Debe entenderse que existen muchas variaciones de la presente fórmula general. Su característica común es que todas ellas producen el metalizado de depósitos de plata por medio de un mecanismo de metalizado por inmersión, es decir por medio de desplazamiento galvánico de cobre por plata, al contrario que en los procesos electrolíticos (accionados por medio de la corriente eléctrica aplicada) y no electrolíticos en los que se usa un agente reductor. De manera específica, el uso de ultrasonidos de la presente invención se aplica a los procesos de inmersión.

10

La fuente soluble de iones de plata puede proceder de una variedad de compuestos de plata, aunque se prefiere nitrato de plata. Aunque una variedad de ácidos resulta apropiada para su uso en la presente formulación, el más preferido es ácido metano sulfónico. La inclusión de un imidazol o derivado de imidazol presenta un impacto positivo en el metalizado producido por parte de las disoluciones de metalizado de plata por inmersión. La inclusión de un imidazol, como se ha descrito anteriormente, abriga el depósito metalizado y mejora la integridad y las propiedades físicas del depósito metalizado resultante. Además, el imidazol también amplía la vida útil de la disolución de metalizado por inmersión. Histidina es un ejemplo de imidazol particularmente preferido. De manera opcional, pero preferentemente, la disolución de metalizado, puede también contener compuestos nitro aromáticos, del modo más preferido compuestos dinitro, tales como ácido 3,5-dinitrohidroxibenzoico.

15

20

La disolución de plata de inmersión se puede usar en los procesos de la presente invención a temperaturas que varían desde temperatura ambiente a 93 °C (200 °F) pero preferentemente se usa a una temperatura de 27 a 49 °C (de 80 a 120 °F). El tiempo de inmersión en la disolución de metalizado puede variar de aproximadamente 60 a aproximadamente 180 segundos.

25

Ejemplos

Con el fin de demostrar al rendimiento beneficioso de los ultrasonidos sobre los depósitos de metalizado de plata por inmersión se llevaron a cabo una serie de ensayos para estudiar el efecto de los ultrasonidos sobre los depósitos de inmersión durante el metalizado sobre las áreas de contacto sobre las superficies de las tarjetas de circuito impreso.

30

Se usó un tanque de ultrasonidos de aproximadamente 15 litros de capacidad con un vaso de precipitados de 1 l con una disolución estándar de metalizado de plata (ácido de 2%) a 50 °C. Una disolución apropiada para su uso en la presente invención es el Sistema de Metalizado de Plata STERLING®, disponible en MacDermid, Inc.

35

Se colocó el vaso de precipitados sobre un soporte de 5 cm (2-pulgadas) de alto. Se movieron las muestras para ensayo usadas, a mano, en la disolución durante el metalizado de plata y no se agitó la disolución. El suministro de potencia usado ofreció diferentes frecuencias de ultrasonidos, y se usaron frecuencias de 40, 80, 120 y 170 kHz. También se investigaron la modulación de potencia y la desviación de frecuencia a tasas elevadas y bajas y anchuras variables.

40

Ejemplo 1. Investigación de ensayo sobre el efecto de los ultrasonidos a diferentes frecuencias

45

Con el fin de evaluar la viabilidad del uso de ultrasonidos en los baños de metalizado de plata, se llevó a cabo una serie de muestras para evaluar el ataque galvánico de interfase mediante la variación de la frecuencia de ultrasonidos desde un control (sin usar ultrasonidos) hasta una frecuencia elevada de 170 kHz, durante un período de tiempo de 90 segundos o 180 segundos. Los resultados se presentan en la Tabla 1.

50

Tabla 1. Efecto de la frecuencia de ultrasonidos sobre el ataque galvánico de la interfase

Etiqueta	Frecuencia de ultrasonidos	Tiempo (s)	Espesor nm (mm)	SMIA ¹	Comentarios
C-1	No se usó	90	259 (10,2)	4	Control
C-2	No se usó	180	617 (24,3)	4+	Control
40-1	40 kHz	90	356 (14,0)	2	Significativamente mejor que el control
40-2	40 kHz	180	716 (28,2)	2-3	Significativamente mejor que el control
80-1	80 kHz	90	325 (12,8)	2-4	Bastante mejor que el control
80-2	80 kHz	180	660 (26,0)	2-3	Bastante mejor que el control
120-1	120 kHz	90	297 (11,7)	4	Similar al control
120-2	120 kHz	180	625 (24,6)	3-4+	Similar al control

Etiqueta	Frecuencia de ultrasonidos	Tiempo (s)	Espesor nm (mm)	SMIA ¹	Comentarios
170-1	170 kHz	90	302 (11,9)	4+	Pero que el control
170-2	170 kHz	180	632 (24,9)	4-5	Pero que el control

Calificación SMI¹ : 1- sin SMIA
 2 - algo de ataque pero a nivel aceptable
 3 - nivel aceptable de ataque
 4 - ataque muy intenso
 5 - abierto

5 Como se observa en la Tabla 1, el ultrasonido aplicado a aproximadamente 40 kHz demostró un efecto significativo a la hora de reducir el ataque galvánico de la interfase. El efecto es menor a frecuencias más elevadas (aproximadamente 80 kHz) e incluso se invierte al valor más elevado de frecuencia de ultrasonidos (aproximadamente 170 kHz).

10 Las Figuras 1A y 1B muestran los dibujos de microscopio electrónico de barrido (SEM) de interfase de máscara de soldador bajo condiciones de C-1 (control, sin ultrasonidos) y 40-1 (40 kHz, 90 segundos de tiempo de metalizado). Como puede observarse, el uso de ultrasonidos a aproximadamente 40 kHz durante el período que dura el metalizado produjo un resultado mejor.

15 Las Figuras 2A, 2B y 2C muestran fotografías de SEM de superficies de plata de muestras para ensayo metalizadas en las condiciones de C-1 (control, sin ultrasonidos, 90 segundos de tiempo de metalizado), 40-1 (40 kHz, 90 segundos de tiempo de metalizado), y 170-1 (170 kHz, 90 segundos de tiempo de metalizado). Como puede verse a partir de las fotografías SEM, no se observaron diferencias apreciables entre las superficies.

20 A continuación, se evaluaron las muestras para ensayo en cuanto a ataque lateral y las Figuras 3A y 3B proporcionan fotografías representativas. Las Figuras 3A y 3B muestran dibujos de SEM de las muestras para ensayo bajo las condiciones de C-1 (control, sin ultrasonidos, 90 segundos de tiempo de metalizado) y 40-1 (40 kHz, 90 segundos de tiempo de metalizado). El ataque se observa para ambos casos, con y sin ultrasonidos. No obstante, parecer existir una diferencia en el uso de ultrasonidos a aproximadamente 40 kHz, en cuanto a que el ataque es más estrecho, en lugar de ser más corto y más ancho como se observa con el control.

25 **Ejemplo 2. Variación de la dirección aplicada de ultrasonidos y duración**

30 Se usó la segunda serie de ensayos para determinar si: (a) la orientación del panel PC, paralela o perpendicular con respecto a la dirección de ultrasonidos, es importante para el efecto; y (b) el tiempo de la aplicación de ultrasonidos, 25% o 200 % de la duración del metalizado, juega un papel. Se metalizaron todas las piezas a aproximadamente una frecuencia de 40 kHz. Los resultados se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Efecto de la dirección y duración de ultrasonidos sobre el ataque galvánico de interfase

Etiqueta	Posición de la muestra para ensayo	Tiempo (s) ²	Espesor nm (min)	SMIA	Comentarios ¹
cv	vertical	0/60	175 (6,9)	4	Control para vertical
cv	vertical	0/60	178 (7,0)	4	Control para vertical
15v	vertical	15/60	188 (7,4)	3-4	Ligeramente mejor que el control
15v	vertical	15/60	160 (6,3)	3-4	Ligeramente mejor que el control
60v	vertical	60/60	206 (8,1)	2	Significativamente mejor que el control
60v	vertical	60/60	191 (7,5)	2	Significativamente mejor que el control
ch	horizontal	0/60	97 (3,8)	4	Control para horizontal
ch	horizontal	0/60	94 (3,7)	4	Control para horizontal
15h	horizontal	15/60	132 (5,2)	3	Ligeramente mejor que el control
15h	horizontal	15/60	119 (4,7)	3-4	Ligeramente mejor que el control
60h	horizontal	60/60	165 (6,5)	1-2	Significativamente mejor que el control
60h	horizontal	60/60	132 (5,2)	1-2	Significativamente mejor que el control

Etiqueta	Posición de la muestra para ensayo	Tiempo (s) ²	Espesor nm (min)	SMIA	Comentarios ¹
¹ Vertical es paralelo a la dirección de ultrasonidos, mientras que horizontal es perpendicular a la dirección de ultrasonidos. ² 15/60 significa que el ultrasonido se aplica durante los primeros 15 segundos del total de 60 segundos del tiempo de residencia					

Como puede observarse a partir de la Tabla 2, los resultados mostraron que los efectos de los ultrasonidos se encuentran presentes en las orientaciones tanto verticales como horizontales y que los resultados son proporcionales a la duración del ultrasonidos aplicado.

5 **Ejemplo 3. Variaciones de la modulación de potencia y desviación de frecuencia**

10 Se llevó a cabo una tercera serie de ensayos para determinar los efectos de la modulación de potencia y de la desviación de frecuencia sobre el ataque galvánico de interfase. En los presentes ensayos, se usó una frecuencia de ultrasonidos de aproximadamente 40 kHz y el tiempo de residencia fue de 2 minutos.

Tabla 3. Efecto de la modulación de potencia y desviación de frecuencia sobre el ataque galvánico de interfase

Etiqueta	Modulación de potencia	Tasa de desviación	Amplitud de desviación	Espesor	SMIA
1	No	No	No	21,2	2
2	No	Elevada	Elevada	23,6	2
3	No	Elevada	Baja	17,9	2
4	No	Baja	Elevada	20,9	2
5	No	Baja	Baja	19,3	2
6	Si	No	No	18,7	2
c	x	x	x	12,8	4+

15 No se observaron diferencias específicas entre las muestras 1-6 y todas las muestras exhibieron un SMIA significativamente mejor que el control c. No obstante, se apreció una dependencia de la tasa mayor: tasa más elevada con ultrasonidos. Las Figuras 4A, 4B, 4C y 4D muestran el suministro de plata a la interfase de máscara de soldador en las condiciones del control (Fig. 4A) y tres de las muestras (muestras 2, 4 y 5), mostradas en la Fig. 4B, 4C y 4D, respectivamente.

20 Como puede observarse a partir de los resultados anteriores, los ensayos mostraron ataque galvánico de interfase significativamente menor con el uso de ultrasonidos. Parece que la magnitud del efecto también es proporcional a la duración de los ultrasonidos.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para reducir el ataque de interfase de máscara de soldador en un proceso de fabricación de tarjetas de circuito impreso que comprende las etapas de:
- 10 a) proporcionar una tarjeta de circuito impreso con una máscara de soldador aplicada sobre la misma;
b) tratar la tarjeta de circuito impreso con una disolución de metalizado por inmersión, en la que la tarjeta de circuito impreso se trata sumergiendo la tarjeta de circuito impreso en una disolución de metalizado por inmersión, al tiempo que se aplican simultáneamente vibraciones de ultrasonidos a la tarjeta de circuito impreso;
- 15 **que se caracteriza por que** el método además comprende las etapas de:
c) evaluar el efecto de la frecuencia de ultrasonidos sobre el ataque de interfase de máscara de soldador;
d) determinar el efecto de la dirección y duración de los ultrasonidos sobre el ataque de interfase de máscara de soldador; y
e) determinar los efectos de la modulación de potencia y desviación de frecuencia sobre el ataque de interfase de máscara de soldador; y
f) seleccionar la frecuencia, duración, dirección, modulación de potencia y desviación de frecuencia que produzcan mejores resultados.
- 20 2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la disolución de metalizado por inmersión comprende una disolución de metalizado por inmersión de plata.
3. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que se aplican vibraciones de ultrasonidos a una frecuencia de entre aproximadamente 40 y 80 kHz.
- 25 4. El método de acuerdo con la reivindicación 2, en el que las vibraciones de ultrasonidos se aplican a una frecuencia de aproximadamente 40 kHz.
- 30 5. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que las vibraciones de ultrasonidos se aplican durante un periodo de aproximadamente 60 a aproximadamente 180 segundos.
6. El método de acuerdo con la reivindicación 2, en el que las vibraciones de ultrasonidos se aplican durante todo el tiempo que dura el metalizado.
- 35 7. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la tarjeta de circuito impreso se encuentra orientada en la dirección vertical u horizontal con respecto a la dirección de las vibraciones de ultrasonidos aplicadas.
8. El método de la reivindicación 7, en el que la tarjeta de circuito impreso se encuentra orientada en la dirección horizontal con respecto a la dirección de las vibraciones de ultrasonidos aplicadas.
- 40 9. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que las vibraciones de ultrasonidos se aplican a una frecuencia de menos de aproximadamente 80 kHz.
- 45 10. El método de acuerdo con la reivindicación 2, en el que las vibraciones de ultrasonidos se aplican a una frecuencia de menos de aproximadamente 80 kHz.



FIG. 1A

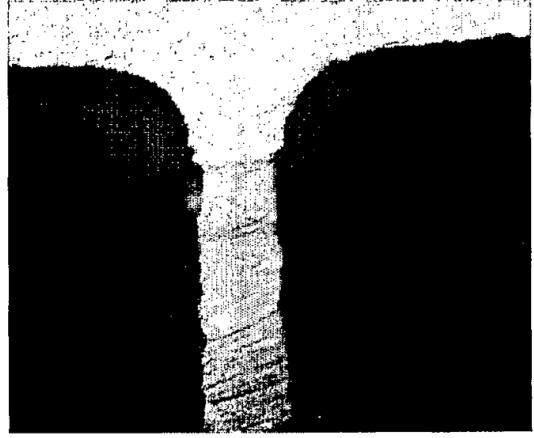


FIG. 1B



FIG. 2A

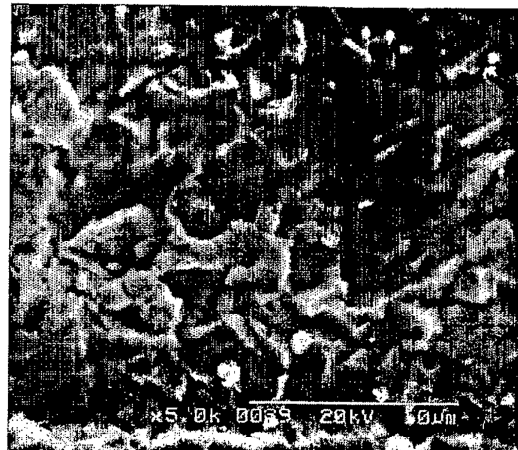


FIG. 2B



FIG. 2C

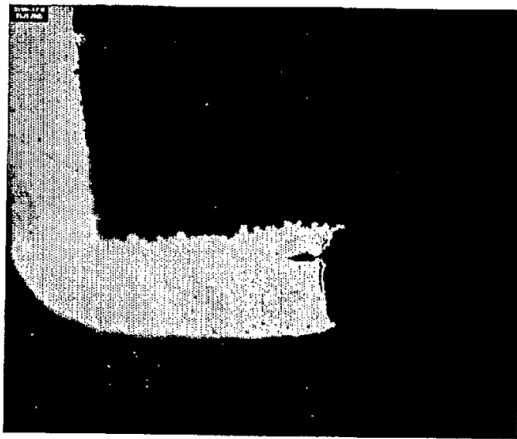


FIG. 3A



FIG. 3B

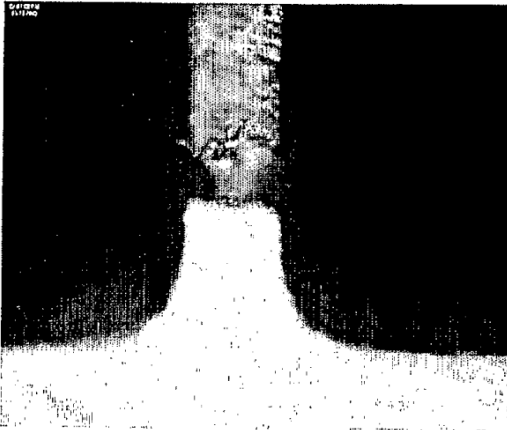


FIG. 4A

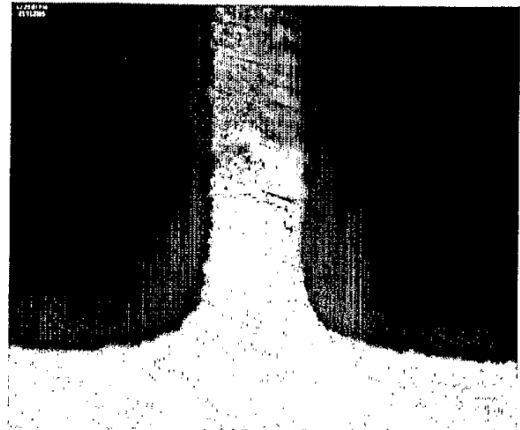


FIG. 4B

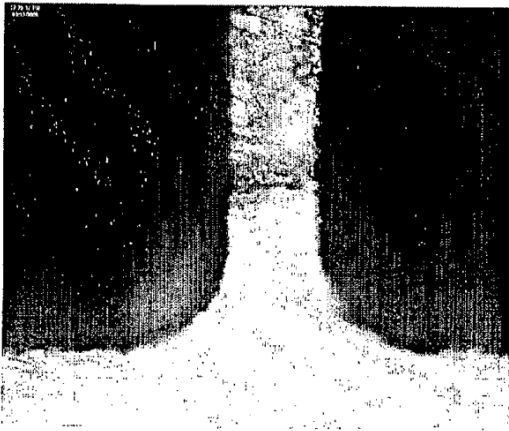


FIG. 4C

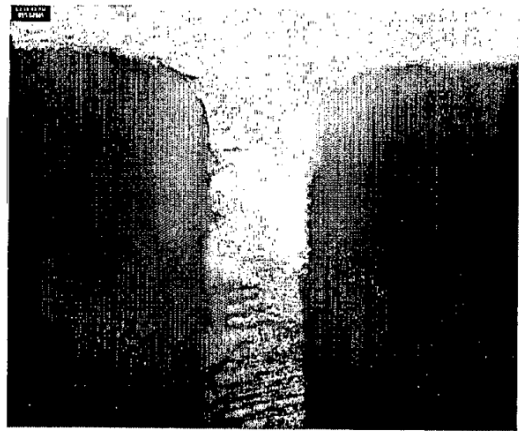


FIG. 4D