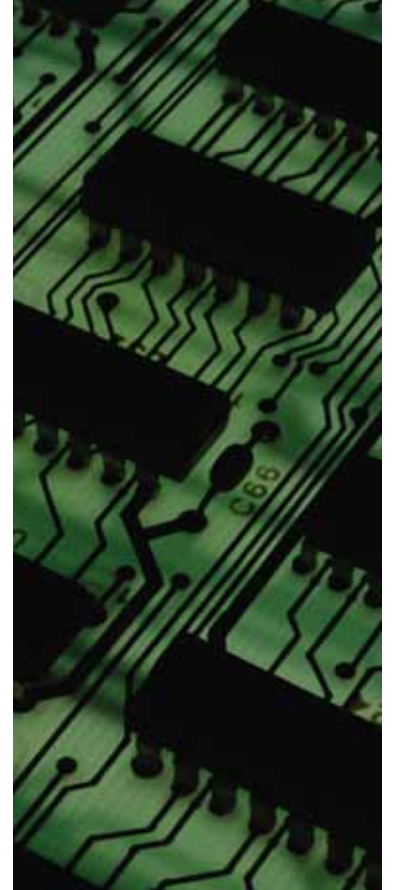


Manual Técnico y Legislación RoHS

Guía Paso a Paso
(versión 2)



FARNELL
inone

BUCK|HICKMAN
inone

NEWARK
inone



Directiva RoHS

Manual Técnico y Legislación RoHS

Guía Paso a Paso

(versión 2)

Contenido

Título	Página
Introducción a los requisitos de la Directiva RoHS	2
Alcance de la Directiva	2, 9
Excepciones	2, 10, 11
Guía paso a paso para el cumplimiento de la Directiva	3-11
6 pasos para el cumplimiento	3
Responsabilidad	4
Valores de concentración máximos	4
Material homogéneo	4
Productores / declaraciones	5, 6
Análisis	7, 8
Categorías de equipos incluidos en la Directiva RoHS	9
Sustancias prohibidas	12-13
Dónde se encuentran	12
Limitaciones de las alternativas	13
Soldadura sin plomo	14-20
Glosario de términos	14
Sustitutos de la soldadura estándar	15
Problemas de fiabilidad con la soldadura sin plomo	16
Equipos y procesos	17, 18
Ejemplos de juntas de soldadura	18
Guía y solución de problemas	19, 20
Medio ambiente	21
Cuestiones medioambientales	21
Situación global	21

Introducción A Los Requisitos De La Directiva RoHS 2002/95/Ce

La Directiva sobre Restricciones a la utilización de determinadas Sustancias Peligrosas en Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RoHS) limita el uso de seis sustancias:-

- ▶ Plomo (Pb)
- ▶ Mercurio (Hg)
- ▶ Cromo hexavalente (Cr(VI))
- ▶ Cadmio (Cd)
- ▶ Polibromobifenilos (PBB) piroretardantes
- ▶ Polibromodifeniléteres (PBDE) piroretardantes

Estos materiales están prohibidos en los equipos a los que se aplica la Directiva, es decir, aparatos eléctricos y electrónicos que dependen de campos eléctricos o electromagnéticos para funcionar adecuadamente. También incluye a los aparatos necesarios para generar, transmitir y medir tales corrientes y campos, pertenecientes a las categorías indicadas en la página 9 de esta guía y diseñados para funcionar con una tensión nominal que no supere los 1.000 voltios en corriente alterna y 1.500 voltios en corriente continua.

El campo de aplicación afecta a ocho de las diez categorías recogidas en la Directiva sobre Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), esto es:

1. Grandes electrodomésticos
2. Pequeños electrodomésticos
3. Equipos de informática y telecomunicaciones
4. Aparatos eléctricos de consumo
5. Aparatos de alumbrado (incluyendo bombillas eléctricas y luminarias domésticas)
6. Herramientas eléctricas y electrónicas (con excepción de las herramientas industriales fijas de gran envergadura)
7. Juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre
8. Máquinas expendedoras

Los requisitos de la Directiva RoHS se aplican a productos finales incluidos en todas estas categorías. Esto significa que todos los componentes, así como los subconjuntos formados a partir de la combinación de componentes, no deben contener ninguna de las sustancias en niveles por encima de los valores de concentración máximos definidos en la página 4.

Excepciones

Existen algunas excepciones:

- Plomo: ▶ en soldaduras de alta temperatura de fusión
- ▶ en el vidrio de los tubos de rayos catódicos, componentes electrónicos y tubos fluorescentes
- ▶ en componentes electrónicos de cerámica
- ▶ en determinadas aleaciones en concentraciones limitadas
- ▶ en soldaduras para servidores, sistemas de almacenamiento y matrices de almacenamiento, y equipos de infraestructura de redes de telecomunicaciones
- Mercurio: En lámparas fluorescentes y de otro tipo
- Cadmio: En el cadmiado, a excepción de las aplicaciones prohibidas por la Directiva 91/338/CEE (Directiva sobre el Cadmio)

Cromo hexavalente:

Como protección anticorrosiva para los sistemas de refrigeración de acero al carbono que se utilizan en los frigoríficos de absorción.

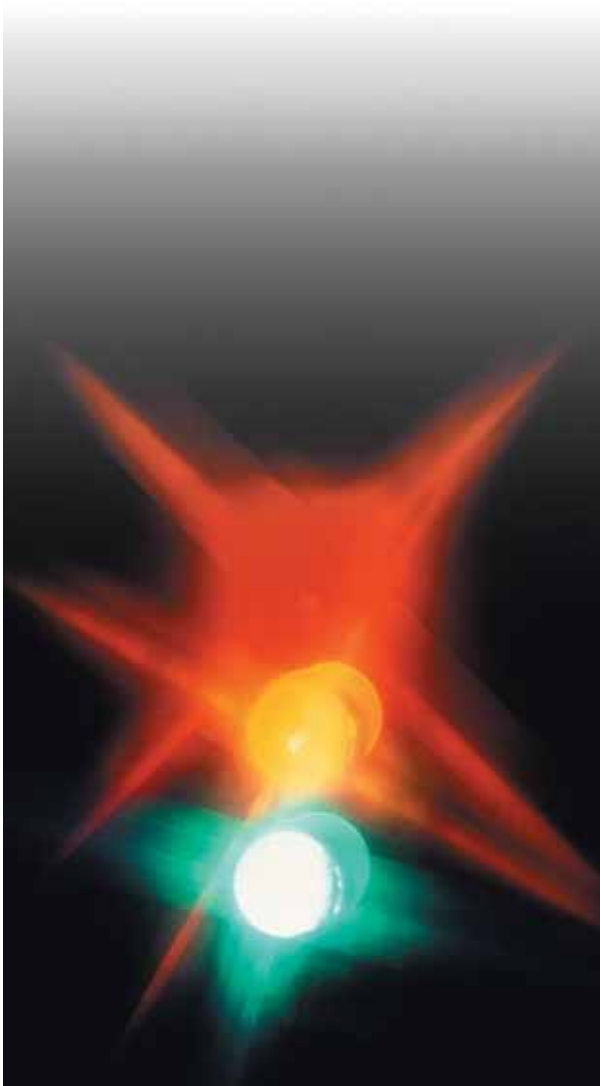
En el momento de imprimir este documento, la Comisión Europea está en fase de evaluación de otras excepciones.

Las baterías no están incluidas en la Directiva RoHS, ya que poseen su propia legislación.

Téngase en cuenta que hay muchas otras sustancias que están prohibidas por la Directiva de Sustancias Peligrosas. Esta incluye dos PBDE piroretardantes, el Penta y el Octa BDE, cuya comercialización está prohibida desde agosto de 2004. Sin embargo, la mayoría de los otros brominados piroretardantes son de uso seguro.

Guía Paso a Paso para el cumplimiento de la Directiva RoHS

Las páginas 3 a la 11 muestran la Guía Paso a Paso para el cumplimiento de la Directiva RoHS realizada conjuntamente por Farnell InOne y ERA Technology y disponible para nuestros clientes desde finales del año 2004.



1 ¿Su producto necesita cumplir la Directiva RoHS?

- ▶ La Directiva se aplica a los equipos eléctricos y electrónicos que dependen de campos eléctricos o electromagnéticos para funcionar adecuadamente. También incluye a los aparatos necesarios para generar, transmitir y medir tales corrientes y campos, pertenecientes a las categorías indicadas en el Apéndice A de esta guía y diseñados para funcionar con una tensión nominal que no supere los 1.000 voltios en corriente alterna y 1.500 voltios en corriente continua.

2 Contacte con sus suministradores y pregúnteles si sus materiales, piezas, componentes, etc. contienen cualquiera de las seis sustancias prohibidas

- ▶ Plomo, cadmio, mercurio, cromo hexavalente, polibromobifenilos (PBB) o polibromodifeniléteres (PBDE) piroretardantes.
- ▶ Los suministradores deben proporcionar una declaración que puede presentarse en varios formatos. Algunos pueden ofrecer esta información en sus páginas web.

3 ¿Existe alguna duda sobre la presencia de una sustancia prohibida?

- ▶ Aplique el esquema de decisión que aparece en la página 5 de esta guía para decidir si es necesario un análisis.
- ▶ La frecuencia del análisis dependerá de muchos factores, incluyendo su relación con los suministradores.
- ▶ La frecuencia del análisis también depende del potencial impacto medioambiental del uso inadvertido de una sustancia prohibida. Las autoridades esperan análisis más frecuentes de partes en productos comercializados en gran número que en aquellos comercializados en cantidades relativamente pequeñas.

4 Algunos suministradores puede que no modifiquen la numeración de sus componentes, de modo que será necesario separar los componentes compatibles e incompatibles con la Directiva RoHS.

5 Guarde las declaraciones de los suministradores y los datos de los análisis en un archivo técnico

- ▶ Las autoridades querrán examinar esta información en caso de posible infracción.

6 Sus clientes pueden preguntarle sobre el cumplimiento de la Directiva RoHS y solicitarle una declaración al respecto.

Introducción a la Directiva RoHS



La Directiva sobre Restricciones a la utilización de determinadas Sustancias Peligrosas en Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RoHS) entrará en vigor el 1 de julio de 2006. A partir de esta fecha, los productores de ciertas categorías de aparatos eléctricos y electrónicos no podrán comercializar productos que contengan seis sustancias prohibidas, a menos que se les apliquen exenciones específicas. Esto parece claro, pero, ¿qué esperan las autoridades que hagan los productores?

¿Qué es un producto conforme?

La Directiva RoHS se aplica a equipos que entran dentro de su alcance (ver más arriba). Ningún "material homogéneo" utilizado en los productos conformes debe contener las seis sustancias prohibidas en concentraciones por encima de los "valores de concentración máximos" (VCM).

¿Quién es responsable?

Los productores de equipos son responsables de asegurar que sus productos no contienen las seis sustancias prohibidas. La Directiva no cubre los componentes o subconjuntos, por lo que los productores de equipos deberán tomar sus propias medidas para asegurar que todas las partes y materiales empleados en sus productos no contienen sustancias prohibidas. Por "productor" se entiende cualquier persona que, con independencia de la técnica de venta utilizada:

- i) fabrique y venda aparatos eléctricos y electrónicos con marcas propias,
- ii) revenda con marcas propias aparatos fabricados por terceros; o
- iii) se dedique profesionalmente a la importación o exportación de dichos aparatos eléctricos y electrónicos a un Estado miembro.

Según esto, está claro que habrá circunstancias en las que no será el verdadero fabricante quien tenga que asumir las responsabilidades del "productor"..

¿Cuáles son los valores de concentración máximos (VCM)?

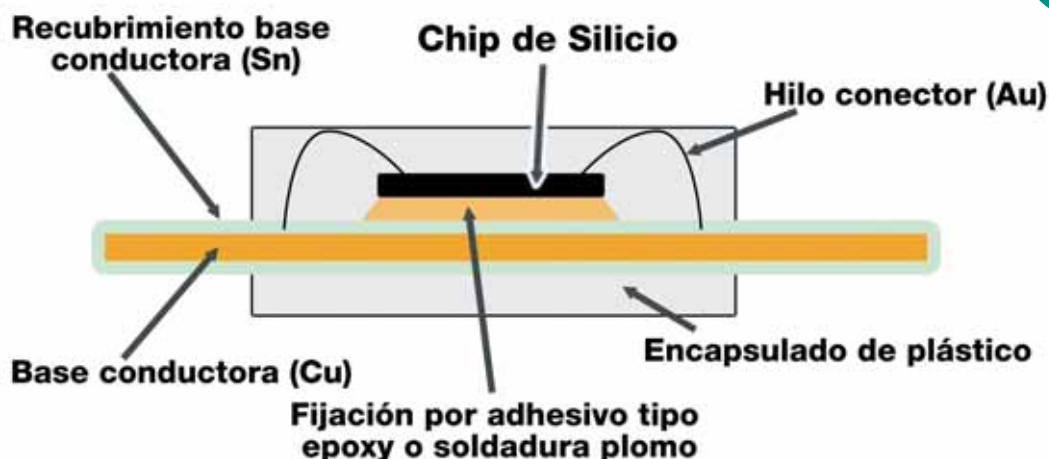
Todavía no han sido acordados formalmente, pero probablemente serán el 0.1% en peso del plomo, mercurio, cromo hexavalente, PBB y PBDE y el 0.01% en peso del cadmio en los materiales homogéneos.

¿Qué es un material homogéneo?

La definición de materiales homogéneos ha provocado alguna confusión en el pasado, pero finalmente ha sido clarificada en borradores de directrices publicadas por la Comisión Europea. Un material homogéneo es una sustancia simple como el plástico, por ejemplo el aislamiento de PVC o el hilo de cobre aislado. Los componentes como los condensadores, los transistores y los semiconductores no son "materiales", pero pueden contener varios materiales diferentes. Por ejemplo, un semiconductor contiene como mínimo seis materiales, como muestra el siguiente dibujo.

4

Ejemplo material homogéneo - Semiconductor



Introducción a la Directiva RoHS

¿Qué deberán hacer los productores para cumplir la legislación RoHS?

Por el mero hecho de poner sus productos en el mercado, los productores declaran que éstos cumplen la legislación RoHS. Esta es la base de la “autodeclaración” que se utiliza en muchas otras directivas de la Unión Europea. No existen requisitos de aplicación de un marcado específico o de prueba por terceras partes independientes. Sin embargo, las autoridades de cada Estado miembro llevarán a cabo una labor de vigilancia del mercado y realizarán comprobaciones de los productos. Si descubren que un producto no cumple la legislación RoHS, se exigirá al productor que demuestre que ha adoptado las “medidas razonables” para su cumplimiento. Esta defensa legal se utiliza para otras leyes, pero no se ha definido lo que constituye “medidas razonables”.

Los productores podrán utilizar dos estrategias para el cumplimiento:

- ▶ Obtener declaraciones de conformidad de los materiales, componentes y otras partes de los suministradores.
- ▶ Análisis seleccionados.

Cuando las autoridades descubran equipos no conformes, auditarán los registros del productor, que deben guardarse en forma de “archivo técnico”. Estos archivos deben guardarse durante al menos cuatro años.

Declaraciones de conformidad

Los productores de equipos necesitarán obtener declaraciones o certificaciones de conformidad de los materiales de sus suministradores. Actualmente no existen formatos estándar para estas declaraciones, aunque se están desarrollando varios. La información mínima que deberán recoger estas declaraciones es que los materiales, partes o componentes a los que se refieran pueden emplearse para producir equipos conformes con la directiva RoHS. Esta confirmación debe hacerse para materiales individuales, no para todos los componentes (debido al requisito relativo a los materiales homogéneos mencionado en la página 2).

Algunos fabricantes de componentes elaboran declaraciones de materiales para gamas de productos, por ejemplo una declaración para todos los tipos de encapsulados cuadrados planos (QFP). Esto es comprensible, ya que todos ellos están fabricados con los mismos materiales, por lo que una declaración para un código de producto sería idéntica a la de otro de la misma gama, y porque la composición de todos los materiales es idéntica.

Los productores de equipos a menudo se abastecen de una pieza regularmente de un suministrador, y ésta puede proceder durante un tiempo de un número de lotes. Las declaraciones separadas para cada lote no serían necesarias, a menos que el fabricante haya realizado un cambio en el proceso de producción. Sin embargo, los productores de equipos deberán estar informados de las posibles modificaciones entre lotes.

5



Declaración seguimiento materiales



La ausencia o presencia de las seis sustancias prohibidas es rastreada a través de toda la cadena de producción. Por ejemplo, el fabricante de un ordenador portátil obtendrá declaraciones de componentes individuales y

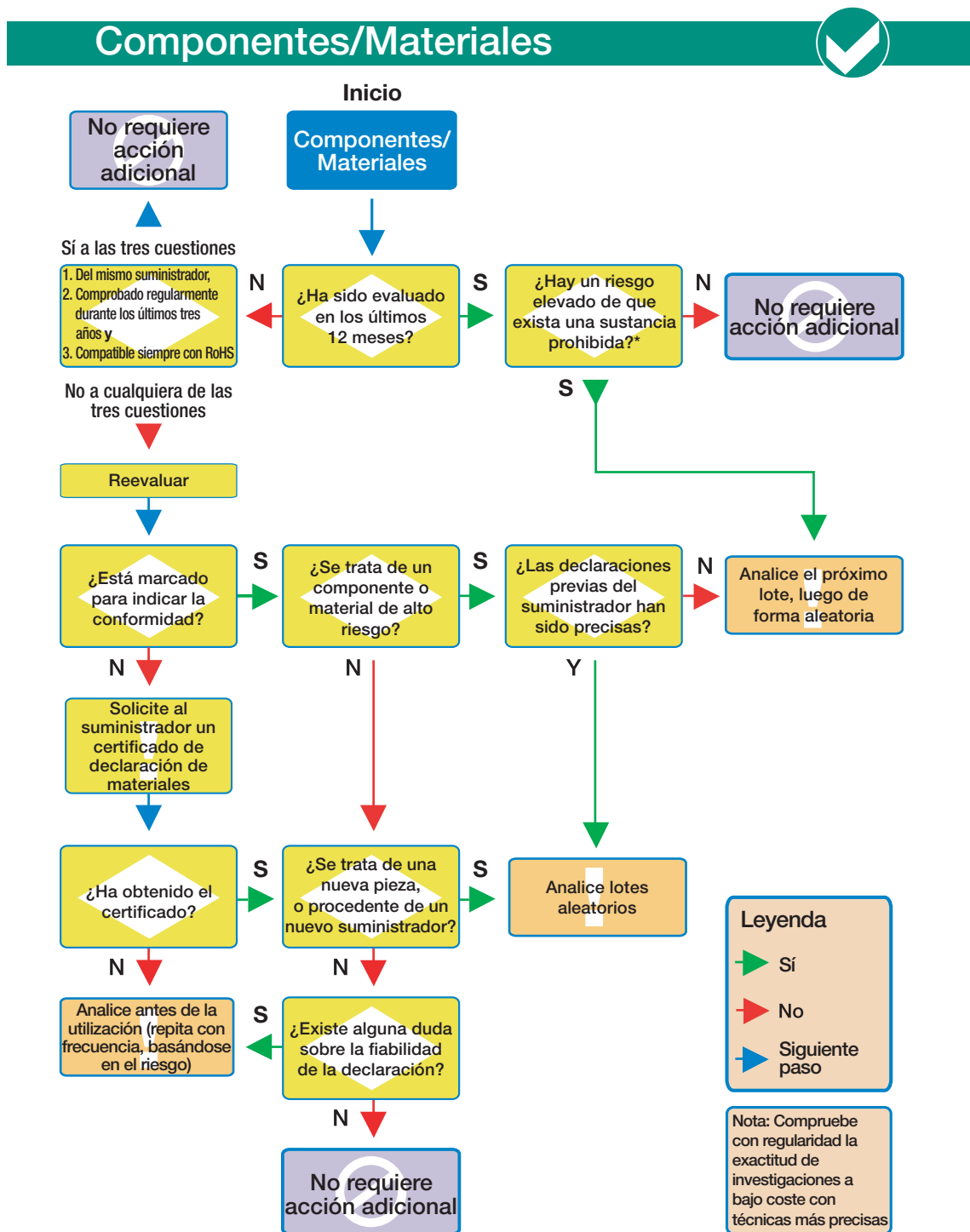
subconjuntos, y llevará a cabo análisis seleccionados. Las declaraciones de materiales pueden recogerse en papel o en formato electrónico.



Análisis seleccionados - ¿Cuándo analizar?

Puede haber ocasiones en las que sea aconsejable para un productor llevar a cabo análisis para determinar si una sustancia prohibida está presente. Hay varias razones por las que esto pueda ser necesario, pero la decisión corresponde al productor del equipo. ERA Technology ha

desarrollado un ejemplo de árbol de decisión para ayudar a los productores a decidir cuándo es necesario un análisis, incluida por el Gobierno británico en su propuesta de transposición de la directiva RoHS. A continuación se ofrece una versión modificada:



*Existen materiales que tienen un riesgo relativamente elevado de contener una sustancia prohibida. Por ejemplo, el PVC obtenido del Extremo Oriente a menudo contiene plomo y cadmio, sustancias que también se encuentra ocasionalmente en otros tipos de plásticos. Por otro lado, puede haber una variación significativa entre lotes diferentes, por lo que un productor de equipos que utilice múltiples lotes debe ser consciente de esta circunstancia.

Análisis seleccionados - ¿cuándo analizar?



La decisión de realizar o no un análisis dependerá en gran parte de la relación con el suministrador. Los análisis serán menos necesarios para aquellos productos que procedan de suministradores con una fiabilidad demostrada que para los que procedan de suministradores “desconocidos”. En algunos casos, incluso no será necesario realizar nunca un análisis.

Cómo y qué analizar

Resulta claramente innecesario y demasiado costoso analizar cada material. Sólo los materiales susceptibles de contener una sustancia prohibida deben ser comprobados. Por ejemplo, en el caso del semiconductor mostrado en la página 2, el único sitio donde puede encontrarse una sustancia prohibida es en el revestimiento de estaño de la terminación, debido a una impureza o a que se ha utilizado una aleación de estaño/plomo en lugar de estaño. Los conectores pueden contener sustancias prohibidas tanto en las piezas de plástico (plomo, cadmio o PBDE) y en los revestimientos electrolíticos de estaño.

El procedimiento recomendado para un análisis rutinario de los componentes y los materiales consta de dos fases. En todos los casos, el productor debe asegurarse de que el examinador tiene experiencia en el análisis de componentes electrónicos.



Paso 1 - Investigación rutinaria.

El primer paso consiste en utilizar una técnica de muestreo, como el análisis de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva (EDXRF). Este tiene suficiente precisión como para determinar:

- ▶ Si no hay presencia de Pb, Cd, Cr, Hg o Br, o
- ▶ Si hay presencia de Pb, Cd, Cr, Hg o Br en concentraciones “significativas”.

Esta técnica sólo ofrece valores aproximados, a menos que la máquina esté precalibrada con estándares adecuados. Si éstos no están disponibles, puede ser necesario un análisis con una técnica diferente si el resultado es próximo al VCM. El límite de detección del plomo en el estaño es del 0,03% si se utilizan condiciones de análisis óptimas.

Existen dos tipos de EDXRF. El equipo de mano es rápido y fácil de usar pero no resulta tan preciso como las máquinas de banco. Ambos tipos presentan limitaciones que deben ser comprendidas claramente por el analista. Existen otros métodos de muestreo rutinario.

Paso 2 - Análisis más precisos

Estos serán necesarios en las siguientes circunstancias:

- ▶ Detección de Pb, Cd o Hg en concentraciones que rozan el límite. El método utilizado dependerá del material.
- ▶ Detección de Cr
- ▶ Detección de Br

En estos casos, se aconseja recurrir a un laboratorio profesional para analizar los materiales sospechosos.

Guía Paso a Paso

Apéndice A

Lista de categorías de equipos que deben cumplir la directiva RoHS

La lista de productos incluida en cada categoría es ilustrativa y no exhaustiva.

1. Grandes electrodomésticos

(Tales como grandes equipos refrigeradores; frigoríficos; congeladores; otros grandes aparatos utilizados para la refrigeración, conservación y almacenamiento de alimentos; lavadoras; secadoras; lavavajillas; cocinas; estufas eléctricas; placas de calor eléctricas; hornos de microondas; otros grandes aparatos utilizados para cocinar y en otros procesos de transformación de alimentos; aparatos de calefacción eléctricos; radiadores eléctricos; otros grandes aparatos utilizados para calentar habitaciones, camas, muebles para sentarse; ventiladores eléctricos; aparatos de aire acondicionado; otros aparatos de aireación, ventilación aspirante y aire acondicionado).

2. Pequeños electrodomésticos

(Tales como aspiradoras; limpiamoquetas; otros aparatos de limpieza; aparatos utilizados para coser, hacer punto, tejer y otras tareas con tejidos; planchas y otros aparatos de planchado y cuidado de la ropa; tostadoras; freidoras; molinillos, cafeteras eléctricas y aparatos para abrir o precintar envases o paquetes; cuchillos eléctricos; aparatos para cortar y secar el pelo, para cepillarse los dientes, afeitarse, masajear y otros cuidados del cuerpo; relojes y otros aparatos para medir, indicar o registrar el tiempo; balanzas)

3. Equipos de informática y telecomunicaciones

(Tales como procesamiento de datos centralizado; ordenadores centrales; miniordenadores; impresoras; ordenadores personales, incluyendo la CPU, el ratón y el teclado; ordenadores portátiles; equipos de copiado; máquinas de escribir eléctricas y electrónicas; calculadoras de bolsillo y de sobremesa; otros productos y equipos para la recopilación, almacenamiento, procesamiento, presentación o comunicación de información por medios electrónicos; terminales y sistemas de usuario; faxes; telex; teléfonos; teléfonos de pago; teléfonos inalámbricos; teléfonos móviles; contestadores automáticos; otros productos o equipos de transmisión de sonido, imágenes u otra información mediante telecomunicaciones)

4. Aparatos electrónicos de consumo

(Tales como aparatos de radio; televisores; videocámaras; grabadoras de vídeo; equipos de alta fidelidad; amplificadores de audio; instrumentos musicales; otros productos o equipos para registrar o reproducir sonido o imágenes, incluyendo señales u otras tecnologías para la distribución de sonido e imágenes además de las telecomunicaciones)

5. Aparatos de alumbrado (incluyendo bombillas eléctricas y luminarias domésticas)

(Tales como luminarias para lámparas fluorescentes; lámparas fluorescentes rectas; lámparas fluorescentes compactas; lámparas de descarga de alta intensidad, incluyendo lámparas de sodio de presión y lámparas de haluros metálicos; lámparas de sodio de baja presión; otros equipos de difusión o control de la luz)

6. Herramientas eléctricas y electrónicas (con excepción de las herramientas industriales fijas de gran envergadura)

(Tales como taladros; sierras; máquinas de coser; equipos para torneado, fresado, lijado, amolar, serrado, cortar, cizallar, taladrar, perforar y punzonar; plegado u otros procedimientos similares de la madera, el metal y otros materiales; herramientas para remachar, clavar, atornillar o extraer remaches, clavos, tornillos o similares; herramientas de soldar o similares; equipos de proyección, dispersión u otros tratamientos de sustancias líquidas o gaseosas por otros medios; herramientas para segar u otras actividades de jardín).

7. Juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre

(Tales como trenes eléctricos o juegos de carreras de coches; consolas de videojuego de mano; videojuegos; ordenadores para realizar ciclismo, submarinismo, correr, hacer remo, etc.; aparatos de deporte con componentes eléctricos o electrónicos; máquinas tragaperras)

8. Máquinas expendedoras

(Tales como máquinas expendedoras de bebidas calientes, máquinas expendedoras de botellas o latas, frías o calientes, máquinas expendedoras de productos sólidos; máquinas de cambio de moneda; y, en general, cualquier máquina expendedora de toda clase de producto)

Guía Paso a Paso

Apéndice B



Excepciones

La Directiva RoHS no se aplica a:

- ▶ Herramientas industriales fijas de gran envergadura. (Se entiende por tales máquinas o sistemas integradas por una combinación de equipos, sistemas o productos, cada uno de los cuales ha sido fabricado solamente para su utilización en aplicaciones industriales fijas).
- ▶ Piezas de repuesto para la reparación de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE) comercializados antes del 1 de julio de 2006, y componentes de repuesto que amplíen la capacidad y/o actualicen AEE comercializados antes del 1 de julio de 2006.
- ▶ Reutilización de AEE comercializados antes del 1 de julio de 2006.
- ▶ Aplicaciones específicas del mercurio, plomo, cadmio y cromo hexavalente indicadas en la página siguiente.

Aplicaciones del plomo, mercurio, cadmio y cromo hexavalente que quedan exceptuadas de los requisitos de la Directiva RoHS.

1. El mercurio en lámparas fluorescentes compactas si no sobrepasa los 5 mg por lámpara.
2. El mercurio en lámparas fluorescentes rectas para usos generales si no sobrepasa:
 - halofosfato 10 mg
 - trifosfato con vida normal 5 mg
 - trifosfato con vida larga 8 mg.
3. El mercurio en lámparas fluorescentes rectas para usos especiales.
4. El mercurio en lámparas no mencionadas específicamente en este Apéndice.
5. El plomo en el vidrio de los tubos de rayos catódicos, componentes electrónicos y tubos fluorescentes.
6. El plomo como elemento de aleación en acero hasta el 0,35 % de plomo en peso, en aluminio que contenga hasta el 0,4 % de plomo en peso y en las aleaciones de cobre que contengan hasta el 4 % de plomo en peso
7. El plomo en soldaduras del tipo de alta fusión (es decir, soldaduras de aleación estaño-plomo que contengan más de 85 % de plomo),
8. El plomo en soldaduras para servidores, sistemas de almacenamiento y matrices de almacenamiento (exención concedida hasta 2010),
9. El plomo en soldaduras para equipos de infraestructura de redes para conmutación, señalización, transmisión, así como gestión de redes en el ámbito de las telecomunicaciones,
10. El plomo en componentes electrónicos de cerámica (por ejemplo dispositivos piezoeléctricos).

11. El cadmiado, a excepción de aplicaciones prohibidas conforme a la Directiva 91/338/CEE del Consejo (1) por la que se modifica la Directiva 76/769/CEE (2) sobre restricciones a la comercialización y el uso de determinadas sustancias y preparados peligrosos.
12. El cromo hexavalente como protección anticorrosiva para los sistemas de refrigeración de acero al carbono que se utilizan en los frigoríficos de absorción.

Nota: - la Comisión evaluará las aplicaciones de:

- Deca BDE,
- el mercurio en lámparas fluorescentes rectas para usos especiales,
- el plomo en soldaduras para servidores, sistemas de almacenamiento y matrices de almacenamiento, para equipos de infraestructura de redes para conmutación, señalización, transmisión, así como gestión de redes en el ámbito de las telecomunicaciones (para fijar un plazo límite específico para esta exención), y
- las bombillas, de forma prioritaria, para determinar cuanto antes si estos asuntos deben modificarse en consecuencia.


10

Posibles excepciones futuras

La Comisión Europea está revisando actualmente el estado de dos de las excepciones mencionadas anteriormente y el de las bombillas, así como siete nuevos casos para futuras excepciones y una clarificación de las excepciones existentes.

Los siete nuevos casos para una posible excepción son:-

- ▶ El plomo utilizado en sistemas de conexión de pin VHDM (muy alta densidad)
- ▶ El plomo como material de recubrimiento de un módulo c-ring de conducción térmica
- ▶ El plomo y el cadmio en vidrios ópticos y de filtro
- ▶ El plomo en transmisores-receptores ópticos para aplicaciones industriales
- ▶ El plomo en soldaduras que consten de más de dos elementos para la conexión entre los pines y el encapsulado de microprocesadores con un contenido en plomo superior al 85% en proporción al contenido de estaño-plomo (excepción propuesta hasta 2010)
- ▶ El plomo en soldaduras para completar una conexión eléctrica interna en ciertos encapsulados de circuitos integrados ('Flip Chips') (excepción propuesta hasta 2010)
- ▶ El plomo en cojinetes cilíndricos y casquillos de cojinetes



La excepción existente que está siendo revisada para una posible clarificación y ampliación puede ser modificada en los siguientes términos:

- ▶ El plomo en soldaduras del tipo de alta temperatura de fusión (es decir, aleaciones de estaño-plomo que contengan más del 85% de plomo) y cualquier soldadura de baja temperatura de fusión necesaria para su uso con soldadura de alta temperatura de fusión para completar una conexión eléctrica viable.

Además, la Comisión está revisando el estado de Deca BDE. De momento, Deca BDE está incluido en el alcance de la Directiva.

Un estudio realizado por encargo de la Comisión ha concluido recientemente que la evaluación del riesgo en el uso de Deca BDE debería cerrarse sin restricciones para ninguna aplicación. El estudio también ha concluido que las cuestiones relativas al impacto medioambiental de Deca BDE en Europa deben ser abordadas mediante un programa de monitorización, complementado por un programa adicional voluntario de controles de emisiones industriales, en colaboración con las industrias usuarias de Deca BDE en Europa.

La Comisión está considerando actualmente cómo deberían aplicarse estas conclusiones en relación con el alcance de la Directiva RoHS.

Sustancias Prohibidas - Dónde Pueden Encontrarse

Sustancia	Aplicación
Plomo	Soldaduras
	Recubrimientos de terminaciones en componentes
	Pinturas como pigmentos y secantes
	PVC como estabilizador
	Baterías (no cubiertas por la Directiva RoHS)
Cadmio	Recubrimientos galvanoplásticos
	Soldaduras especiales (p.ej. en algunos tipos de fundentes)
	Contactos, relés e interruptores eléctricos
	Estabilizador de PVC
	Plásticos, vidrio y pigmentos cerámicos
	En algunos materiales de vidrio y cerámicos
Mercurio	Lámparas
	Sensores
	Relés
Cromo hexavalente	Recubrimientos de pasivación en metales
	En pinturas resistentes a la corrosión
PBB y PBDE	Pirorretardantes en plásticos

12

	Potenciometro, puede contener cadmio en el interior		Plomo en la soldadura o en el recubrimiento de terminación
	Lámpara, el vidrio y la soldadura pueden contener plomo		Carcasas de plástico, PBB, PBDE, cadmio y plomo
	El conector plástico y el aislamiento del cable pueden contener plomo o cadmio		Condensador electrolítico; plomo en el recubrimiento de las terminaciones y en el plástico si éste es de PVC
	Condensador cerámico multicapa (MLCC); el plomo en la cerámica está exento, pero no en la terminación		Cadmio o plomo en el plástico y plomo en los recubrimientos galvanoplásticos

Limitaciones de las alternativas

Material o componente	Alternativa	Limitaciones de la alternativa
Soldadura de estaño/plomo	Soldaduras sin plomo	Diferentes al estaño/plomo, consultar la siguiente sección
Contactos de óxido de plata/cadmio	Oxido de plata/estaño	Bien a baja tensión, se desgasta más rápido a tensiones elevadas
Pasivación cromada	Varias	La mayoría son menos eficaces como inhibidores de la corrosión en metales sin recubrir
Interruptores de mercurio	Contactos dorados	Sólo el mercurio ofrece un contacto libre de fluctuaciones, y la duración es significativamente mayor
Terminaciones galvanoplásticas de estaño plomo	Estaño, aleaciones de estaño	Riesgo de filamentos de estaño. Características de humectación diferentes
PBDE pirorretardantes	Otros pirorretardantes	Las características pueden diferir. Necesidad de cumplir la normativa contra incendios

Los fabricantes pueden solicitar excepciones para algunas de estas aplicaciones. En el caso de disponer de alternativas, éstas podrían ser más caras.

Soldadura Sin Plomo

Glosario de términos

¿Qué son los filamentos de estaño?

Los filamentos de estaño son estructuras de cristal en forma de cabello, eléctricamente conductivas, que se forman sobre superficies de estaño puro libre de plomo.

¿Qué son las dendritas?

Las dendritas son cristalizaciones arborescentes o en forma de copo de nieve que se originan a lo largo de una superficie (plano x-y) más que hacia fuera, como los filamentos de estaño. El mecanismo de crecimiento de las dendritas es bien conocido, y requiere cierto tipo de humedad capaz de disolver el metal (p. ej., estaño) en una solución de iones metálicos, que luego se redistribuyen mediante electro-migración en presencia de un campo electromagnético.

¿Qué es la SIR?

Resistencia del aislamiento de la superficie

La migración metálica entre conductores aislados en un conjunto completo puede producir cortocircuitos. Estos ocurren cuando el espacio entre los conductores es "puenteado" por dendritas formadas por iones metálicos vueltos a depositar.

¿Qué es una reacción de tipo "palomitas"?

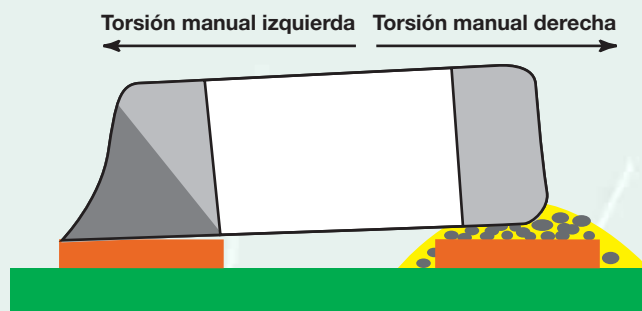
Cuando se aplica calor rápidamente a componentes moldeados, la humedad puede acumularse. Por encima de 100°C, se expande, se convierte en gas y trata de escapar. Si no lo consigue, tiende a romper o "inflar" el componente moldeado con un efecto de palomita de maíz.

¿Qué es la humectación?

La capacidad de un líquido para fluir a través de una superficie en lugar de adherirse a la misma. La humectación se produce cuando la energía de atracción de superficie de una pastilla o el plomo es mayor que la energía de superficie de la soldadura, extrayendo una fina capa molecular de soldadura a través de sí misma. El calor de la soldadura se suma a la energía de superficie en la soldadura, de modo que, cuanto más fría sea la soldadura, mejor será la humectación.

¿Qué es el cabeceo?

Se define como la elevación o levantamiento del extremo de un componente sin plomo de la pasta de soldadura. Este fenómeno es el resultado de un desequilibrio de las fuerzas de humectación durante la soldadura de reflujo.



Fases iniciales del cabeceo debido a la fuerza de desequilibrio provocada por las diferencias de temperatura

¿Qué es el amasamiento?

El proceso de mezcla del polvo con el fundente de soldadura para formar la pasta de soldadura

¿Qué es la oxidación?

La formación de óxidos y otros contaminantes sobre la soldadura fundida.

Sustitutos De La Soldadura Estándar

A pesar de las exhaustivas investigaciones, no existe un sustituto fácil para la soldadura de estaño/plomo estándar. Todas las aleaciones sin plomo son diferentes. (P.f. = punto de fusión)

Composición de la aleación	P.f. °C	Comentarios
Soldadura de estaño/plomo eutéctica	183	Incluida para comparación. Buena humectación y baja temperatura de fusión
Sn0.7Cu	227	Usada para aplicaciones de soldadura por ola (conocidas como 99C), temperatura de fusión alta y humectación inferior a SnAg
Sn3.5Ag	221	Utilizada como soldadura de alta temperatura, humectación inferior a SnAgCu
Sn3.5Ag0.7Cu (y sus variaciones)	217	La aleación sin plomo más utilizada. Se utilizan varios porcentajes de plata y cobre. La temperatura de fusión es 34°C superior a la del estaño/plomo, y la humectación es inferior
Aleaciones SnAgBi (algunas con Cu)	Aprox. 210-215	Propiedades de humectación mejores que SnAgCu, pero no debe utilizarse con plomo. Empleadas principalmente como pastas de soldadura, pero también han sido utilizadas para soldadura por onda, sobre todo en Japón. No disponibles en hilo de soldar
Sn9Zn	198	Necesita un fundente especial y es susceptible a la oxidación
Sn8Zn3Bi	Aprox. 191	Utilizada por varios fabricantes japoneses en aplicaciones que incorporan componentes sensibles al calor. Manejo complicado
58Bi42Sn	138	Punto de fusión bajo, aleación dura pero quebradiza

Problemas De Fiabilidad Con Las Soldaduras Sin Plomo:

Las principales diferencias entre las aleaciones sin plomo y las de estaño/plomo que deben conocerse para evitar problemas de fiabilidad son las siguientes:

Temperatura de fusión más elevada

La temperatura de soldadura de la aleación sin plomo es mayor (30°C - 40°C), lo que puede provocar varios defectos, como:

- ▶ Fatiga térmica de las juntas soldadas - fenómeno poco conocido y que sigue bajo investigación
- ▶ Filamentos en recubrimientos galvanoplásticos con terminación de estaño - fenómeno no del todo conocido y todavía bajo investigación
- ▶ Exfoliación de circuitos impresos multicapa
- ▶ Daños en orificios pasantes recubiertos - especialmente con orificios estrechos en láminas más espesas
- ▶ Deformación del circuito impreso - puede dañar los componentes, provocar circuitos abiertos y desalineaciones
- ▶ Los encapsulados de los circuitos integrados son más susceptibles al fallo del tipo "palomita". El Nivel de Sensibilidad a la Humedad IPC/JEDEC-020B para componentes con soldadura sin plomo puede ser 1 o 2 niveles inferior.
- ▶ Daños en componentes sensibles al calor. Comprobar el límite de temperatura superior en la hoja de datos del fabricante

Humectación

La humectación de la mayoría de soldaduras sin plomo es inferior a la del estaño/plomo

- ▶ Los recubrimientos de estaño se comportan de forma diferente a los de estaño/plomo, incluso con soldadura de estaño/plomo

Componentes:

Condensador electrolítico de aluminio - la temperatura máxima depende del tamaño

Condensador de tantalio - varios tipos

MLCC frecuencia de rampa más importante

Condensador de película

Relé montado en superficie

Oscilador de cristal

Conector - depende del tipo de plástico utilizado

LED - puede funcionar, pero la emisión de luz se verá afectada

Dispositivos de matriz de rejilla de bolas y encapsulado de chip

Otros circuitos integrados

- ▶ Importancia de la correcta elección del fundente
- ▶ En la soldadura sin plomo, es más importante que las terminaciones del componente y las superficies a soldar estén limpias y libres de óxido
- ▶ Utilice el perfil de temperatura correcto. Si la temperatura aumenta demasiado lentamente debido a un control o una potencia insuficientes, las superficies se oxidarán, haciendo que la humectación de la soldadura sea más difícil. También hay que vigilar el aumento de temperatura demasiado rápido, ya que puede dañar algunos componentes y los circuitos impresos debido al choque térmico.
- ▶ La tensión superficial de las soldaduras sin plomo es mayor que en las soldaduras de estaño/plomo. Esto limita la difusión de la soldadura y a la vez aumenta el riesgo de cabeceo.



Ejemplo de cabeceo

El cabeceo puede prevenirse alineando el componente de forma perpendicular a la dirección del conductor, utilizando una pasta con un rango de pastosidad más amplio, lo que asegurará la buena soldabilidad de todas las superficies.

Temperaturas máximas típicas

240°C -250°C

220°C -260°C

240°C -260°C

230°C -300°C

226°C -245°C

235°C -245°C

220°C -245°C

240°C -280°C

220°C -240°C

245°C -260°C

Equipos Y Procesos

Soldadura manual

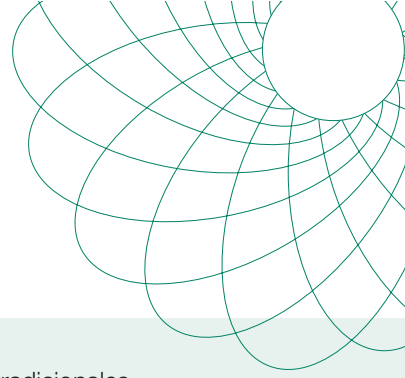
- ▶ Relativamente sencilla. Los ensayos con muestras de hilo son fáciles de llevar a cabo
- ▶ La mayor dificultad estriba con los componentes de gran masa térmica
- ▶ Existen muchos productos de hilo sin plomo SnCu, SnAgCu y SnAg a disposición
- ▶ Las aleaciones con bismuto no están generalmente disponibles, ya que son quebradizas y difíciles de fabricar en alambre (pueden realizarse como producto especial, pero resultan más caras)
- ▶ La punta de soldar necesita una temperatura ligeramente mayor
- ▶ Las soldaduras y los fundentes más agresivos acortan la vida útil de la punta. Un aumento de 10°C puede reducir a la mitad la duración de la punta.
- ▶ El precalentamiento es más largo, y la humectación dura más a menos que se aplique una temperatura muy alta (lo que reduce la productividad)
- ▶ Las puntas de soldar antiguas ofrecen un control de temperatura limitado, lo que puede provocar sobrecalentamiento (ciclo de temperatura más largo)
- ▶ Las nuevas puntas de soldar ofrecen un control de temperatura mucho mejor
- ▶ Se están desarrollando puntas de soldar “sin plomo”
- ▶ Con frecuencia se emplea una temperatura demasiado elevada con SnPb para obtener una humectación más rápida. En estos casos, los operarios pueden aplicar la misma temperatura con alambre sin plomo
- ▶ Para conseguir la temperatura de la punta óptima: comience a 350°C, reduzca la temperatura hasta que se obtengan resultados pobres, y entonces aumentela en 10°C (o hasta que obtenga de nuevo buenos resultados).

Soldadura de ola

- ▶ Las soldaduras sin plomo pueden dañar las piezas de acero. Solicite información al suministrador de la máquina
- ▶ Requiere una temperatura más elevada
- ▶ Necesidad de escoger el fundente adecuado
- ▶ Algunos componentes pueden dañarse si atraviesan la onda
- ▶ Porcentaje de oxidación más elevado. Considere la posibilidad de utilizar nitrógeno sobre la onda
- ▶ Verifique al inicio la composición del baño, especialmente si se utilizan determinados componentes terminados con estaño/plomo.

Montaje en superficie

- ▶ Se requiere un calentamiento por convección de aire forzada para un mejor control de la temperatura
- ▶ Minimice la temperatura de pico mediante un buen control de temperatura y muchas zonas calientes. Los hornos deberán ser más largos y con una potencia inferior para conseguir buenos resultados
- ▶ Se recomienda una frecuencia de refrigeración controlada, ya que algunos recubrimientos de los componentes pueden romperse si se refrigeran demasiado lentamente. Por otro lado, una refrigeración demasiado rápida puede dañar ciertos componentes frágiles, como los MLCC
- ▶ El nitrógeno ayuda pero no es esencial
- ▶ Elija la pasta adecuada mediante pruebas comparativas con circuitos impresos reales. Pruebe cada pasta en un periodo de 8 horas. Esto puede realizarse con 12 circuitos impresos:
- ▶ Imprima cuatro circuitos, sitúe los componentes y compruebe la adherencia en dos de ellos
- ▶ En uno de los circuitos, espere una hora y entonces efectúe la refusión
- ▶ En otro circuito, espere tres horas y entonces efectúe la refusión
- ▶ Espere seis horas, luego sitúe los componentes, compruebe la adherencia, y entonces efectúe la refusión.
- ▶ Repita con otros cuatro circuitos después de una hora
- ▶ Repita las pruebas
- ▶ Repita con otros cuatro circuitos después de una hora
- ▶ Repita las pruebas.



Recubrimientos de circuitos impresos

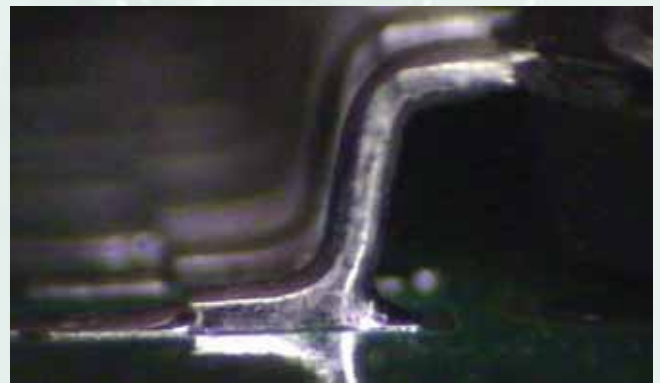
- ▶ Los recubrimientos con nivelación de soldadura de aire caliente (HASL) de estaño/plomo tradicionales no pueden utilizarse.

Las alternativas incluyen:

Recubrimiento del circuito impreso	Limitaciones
HASL sin plomo	Requiere nuevos equipos, circuitos precocidos
Níquel/oro (ENIG)	Ofrece una buena protección y soldabilidad hasta un año, pero es la opción más cara
Pasivado	Opción de bajo coste, protección hasta seis meses, se daña muy fácilmente
Plata de inmersión	Buen comportamiento, pero se oxida (sulfuros)
Estaño de inmersión	Buen comportamiento, pero se deteriora en condiciones cálidas o húmedas

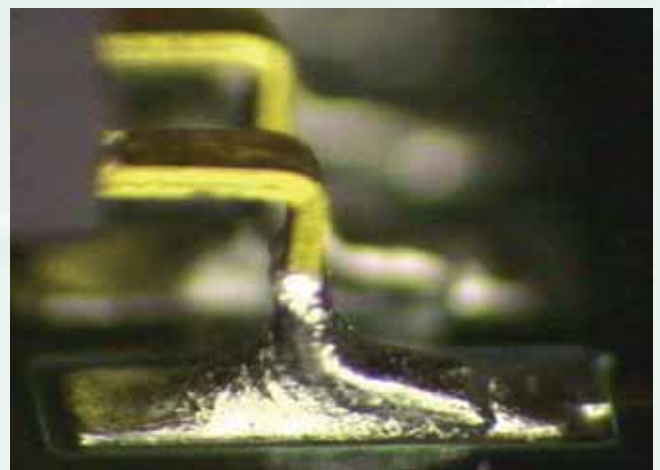
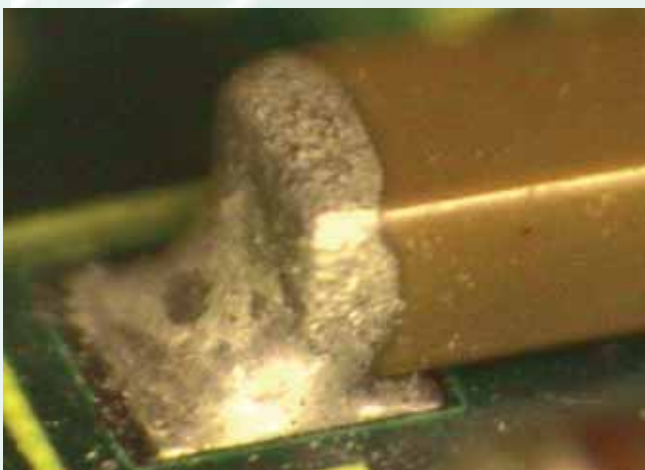
Inspección

La junta de la soldadura sin plomo tienen un aspecto diferente a las de estaño/plomo, por lo que se requiere una formación para que los operarios puedan reconocer juntas de soldadura buenos y malos. Los criterios en IPC-610C, aunque fueron escritos originalmente para el estaño/plomo, también deberían aplicarse a la soldadura sin plomo.



18

Ejemplos de juntas de soldadura de estaño plomo



Ejemplos de juntas de soldadura de estaño/plata/cobre

Reacondicionamiento Y Reparación

Las piezas de repuesto para la reparación de equipos comercializados antes del 1 de julio de 2006 no están afectadas por la Directiva RoHS. En consecuencia, estos recambios pueden contener legalmente las seis sustancias prohibidas. Por deducción, las piezas de repuesto para la reparación de equipos comercializados después de la fecha mencionada no deben contener sustancias prohibidas.

Las mismas herramientas de reacondicionamiento utilizadas para el estaño/plomo pueden emplearse para las soldaduras sin plomo. Sin embargo, se aconseja evitar

en la medida de lo posible la mezcla de aleaciones y llevar a cabo la reparación utilizando la misma soldadura original. Algunas combinaciones pueden ofrecer una fiabilidad muy pobre, en particular el plomo y el bismuto.

La temperatura tendrá que ser alta, por lo que existe un mayor riesgo de daños en componentes sensibles al calor y en circuitos impresos, incluyendo orificios pasantes recubiertos con alta relación de aspecto.

Pueden ser necesarios fundentes más agresivos, que causen problemas de SIR, corrosión y dendritas.

Guía de solución de problemas

Nº	Defecto	Causa	Solución
1	Humectación pobre	i. Fundente inadecuado ii. Superficies oxidadas o contaminadas iii. Control de temperatura insuficiente	i. Utilice un fundente diferente ii. Asegúrese de que las superficies están limpias y sin óxido. No utilice piezas caducadas. Alterne las existencias de componentes y circuitos impresos
2	Humectación nula	Pieza insuficientemente calentada Potencia de calentamiento insuficiente para alcanzar la temperatura de fusión en un tiempo corto	Utilice un equipo con un buen control de temperatura y suficiente potencia
3	Exfoliación del circuito impreso	Humedad en el laminado y perfil de temperatura incorrecto	Aumente el tiempo/temperatura de precalentamiento para secar el circuito antes de la refusión
4	Deformación del circuito impreso	Perfil de temperatura elevado	Reduzca la temperatura de refusión Utilice laminados con alto Tg Modifique el diseño para eliminar el estrés durante la refusión
5	Efecto palomita en los circuitos integrados	Humedad dentro del encapsulado	Compruebe el nivel de sensibilidad a la humedad del componente en los procesos sin plomo. Puede requerir el almacenamiento en un ambiente seco o el precalentamiento antes del uso
6	Orificio del pin (PTH) roto	Estrés en el cobre debido a un coeficiente térmico de expansión (TCE) elevado del laminado. Los defectos de taladrado aumentan el riesgo	Modifique el diseño con un laminado más fino, PTH con diámetro superior, aumente el espesor del cobre, utilice laminado con un TCE en el eje z bajo. Sustituya las brocas con más frecuencia
7	Componentes dañados	Temperatura máxima excedida	Utilice componentes alternativos si están disponibles Modifique el diseño para evitar componentes sensibles al calor Aplique una temperatura de refusión más baja (esto puede requerir un nuevo equipo)

Reacondicionamiento Y Reparación



Guía de solución de problemas (continuación)

Nº	Defecto	Causa	Solución
8	Cortocircuitos en la placa (puenteo)	Las soldaduras sin plomo padecen una tensión superficial más elevada que las de plomo	Utilice un cuchillo de aire caliente tras la refusión Aumente el tiempo por encima de la temperatura de fusión Utilice un fundente diferente
9	Número excesivo de bolas de soldadura	Perfil de refusión de soldadura incorrecto, fundente inadecuado	Modifique el perfil, utilice un fundente más activo
10	Huecos en las juntas de soldadura	Gas aprisionado en los recubrimientos o el fundente	Aumente el tiempo de precalentamiento y por encima de la temperatura de fusión
11	Las uniones soldadas se rompen fácilmente tras el reflujó	Formación de una capa intermetálica espesa y frágil	Reduzca la temperatura máxima y el tiempo por encima de la temperatura de fusión. Utilice una capa de níquel de protección bajo el recubrimiento soldable
12	Reservas de soldadura	i. Formación de filamentos de estaño tras un periodo de servicio ii. Dendritas	i. Especifique recubrimientos con una baja sensibilidad a los filamentos de estaño ii. Utilice un fundente menos activo o limpie los residuos de fundente
13	Se producen circuitos abiertos en reservas de soldadura debido a la fatiga térmica	i. Tensiones elevadas en las juntas soldadas ii. Humectación de la soldadura pobre	i. Modifique el diseño para minimizar la tensión de la junta ii. Aumente la humectación - ver 1

Medio Ambiente

Aspectos medioambientales

El principal objetivo de la Directiva RoHS es evitar que los materiales peligrosos acaben depositados en los vertederos. La Unión Europea restringe el uso de las seis sustancias prohibidas sobre la base del principio de precaución, dado que estas seis sustancias están clasificadas como dañinas o tóxicas.

Los fabricantes de equipos no sufrirán un gran impacto con la sustitución por materiales alternativos. Por ejemplo, la extracción de humos debería utilizarse para los procesos de soldadura, pero en realidad es para eliminar el vapor del fundente. Los fundentes sin plomo son químicamente similares a los que se usan con soldaduras de estaño/plomo, por lo que esta clase de equipo no cambiará. Las sustancias químicas empleadas para producir recubrimientos de cromo hexavalente son tóxicas y cancerígenas, por lo que los usuarios de dichas sustancias se verán beneficiados, ya que las alternativas son mucho menos dañinas. Sin embargo, en la actualidad no existe evidencia alguna de que los recubrimientos finos de cromo hexavalente que se fabrican supongan un riesgo para la salud humana durante el uso normal.

Situación global

Europa: la Directiva RoHS entrará en vigor el 1 de julio de 2006.

Japón: actualmente el plomo no está prohibido, pero muchos fabricantes japoneses ya han adoptado tecnologías de producción sin plomo como resultado de las normativas sobre reciclaje. Está prevista la prohibición de la soldadura con plomo.

China: se está elaborando una legislación que será similar, pero no idéntica a la Directiva RoHS de la UE. Probablemente entrará en vigor también el 1 de julio de 2006.

EE.UU: planes para legislar sobre el tema en California y otros estados.

15 estados disponen de leyes en vigor, o pendientes de aprobación, similares a la Directiva RAEE.

5 estados han dispuesto que los fabricantes faciliten información por adelantado del contenido de mercurio, y otros 5 exigen una etiqueta especial.

Resto del mundo: probablemente seguirá pasos similares

21

Nota:

La información contenida en esta guía es de naturaleza general y no pretende abarcar las circunstancias de cualquier individuo o entidad particular. Aunque nos hemos esforzado en proporcionar la información más precisa y actualizada posible, no podemos garantizar que tal información sea exacta en la fecha en que sea recibida, o que continúe siendo exacta en el futuro. Nadie debe actuar en base a esta información sin recurrir a un asesoramiento profesional adecuado tras un examen a fondo de cada situación particular.

Versión 2 - 2005