

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 393 029**

51 Int. Cl.:

C22B 25/08 (2006.01)

C22B 9/02 (2006.01)

C22B 9/10 (2006.01)

H05K 3/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06781546 .4**

96 Fecha de presentación: **25.07.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1908853**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **09.04.2008**

54 Título: **Método de precipitación de cobre en suelda sin plomo y método de recuperación de estaño**

30 Prioridad:

26.07.2005 JP 2005215946

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

17.12.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

17.12.2012

73 Titular/es:

**NIHON SUPERIOR SHA CO., LTD (100.0%)
16-15, Esakacho 1-chome Suita-shi
Osaka 564-0063, JP**

72 Inventor/es:

NISHIMURA, TETSURO

74 Agente/Representante:

MIR PLAJA, Mireia

ES 2 393 029 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 precipitación de cobre en suelda sin plomo y método de recuperación de estaño

5 **Ámbito Técnico**

[0001] La presente invención se refiere a la separación del cobre sobrante lixiviado en un baño de soldadura sin plomo y a la recuperación de estaño a partir de ahí en un proceso de estañosoldeo de artículos tales como una placa de circuito impreso que tenga un folio de cobre y un componente montado en superficie que tenga un hilo conductor de cobre.

10

Antecedentes de la Técnica

[0002] La suelda sin plomo consta principalmente de estaño y contiene una cantidad apropiada de cobre, plata, níquel, bismuto, indio, fósforo y germanio. Habitualmente, un fenómeno de mojado comienza alrededor de una temperatura del orden de 250°C, y por consiguiente un proceso de estañosoldeo se lleva a cabo sumergiendo elementos de una placa de circuito impreso, etc. en un baño de soldadura calentado hasta la temperatura del orden de la anteriormente mencionada o bien poniendo a elementos de una placa de circuito impreso, etc. en contacto con un chorro de suelda fundida formado en un baño de soldadura.

15

20

[0003] Sin embargo, el cobre usado para un hilo conductor de una placa de circuito impreso, un elemento, etc. es calentado hasta el mencionado nivel de temperatura en el proceso de estañosoldeo y es eluido pasando a la suelda. Este fenómeno es la así llamada "lixiviación de cobre". Cuando se produce lixiviación de cobre, la tensión superficial y la fluidez de la suelda fundida se ven afectadas al conducir una concentración de cobre en un baño de soldadura rápidamente a un incremento del punto de fusión de la suelda. Como resultado de ello son ocasionados defectos tales como puentes de soldadura, soldaduras con perforaciones, partes no soldadas, soldaduras con cuernos, carámbanos de soldadura, etc., los cuales conducen a un deterioro de la calidad de la soldadura.

25

[0004] Por consiguiente, cuando aumenta la concentración de cobre en un baño de soldadura, debe ser sustituida una parte o la totalidad de la soldadura en el baño de soldadura. La soldadura usada extraída en este proceso es desechada tal cual ésta, o bien se recupera Sn ejecutando algún proceso adicional para su reutilización como material de soldadura.

30

[0005] Como método de recuperación de Sn, se usan convencionalmente un método en el que se hace uso de la diferencia entre puntos de fusión, un método de refinado electrolítico, etc.

35

Exposición de la Invención**Problemas a Resolver Mediante la Invención**

40

[0006] Un método convencional de recuperación de Sn requiere un equipo a gran escala que conduce a la necesidad de una gran instalación, y además es necesario un equipo tal como un calentador que consume una llama y gran cantidad de electricidad para mantener alta la temperatura de un objeto no refinado. Esto obliga a un funcionamiento peligroso e ineficiente.

45

[0007] La presente invención es para resolver el problema anteriormente indicado y la finalidad de la misma es la de aportar un método para separar el cobre sobrante lixiviado en un baño de soldadura sin plomo y para recuperar estaño a partir de ahí.

50

Los Medios para Resolver el Problema

[0008] El inventor de la presente invención se dedicó a investigar y llegó a hacer los descubrimientos siguientes.

[0009]

(1) Cuando se añade una adecuada cantidad elementos de los del grupo que consta de Ni, Co, Fe, etc., el cobre puede separarse en forma de un compuesto $(CuX)_6Sn_5$ (X es un elemento tal como Ni, Co y Fe). Puede recuperarse el Sn separando este compuesto $(CuX)_6Sn_5$.

55

[0010]

(2) Sin embargo, puesto que una partícula del compuesto $(CuX)_6Sn_5$ es pequeña y flota en la soldadura, su recuperación no es fácil. Cuando se deja al compuesto en reposo por espacio de un largo periodo de tiempo, lo cual redundaría en una precipitación, la recuperación deviene fácil pero esto supone un incremento del coste energético puesto que tendría que mantenerse por espacio de un largo periodo de tiempo una temperatura de fusión de la soldadura de 230-250°C. En consecuencia, la granulación y precipitación de los compuestos $(CuX)_6Sn_5$ es eficiente como método para la separación y eliminación de los mismos.

60

[0011] Como resultado de las investigaciones acumuladas a basadas en los descubrimientos anteriormente indicados, el inventor de la presente invención ha llevado a cabo la presente invención que permite separar el cobre sobrante lixiviado en un baño de soldadura sin plomo y recuperar estaño con alto rendimiento a partir de ahí.

5 La presente invención está definida por las características técnicas de las adjuntas reivindicaciones 1-10.

[0012] Un objeto de la presente invención incluye a un método de precipitación de cobre en suelda sin plomo como el que se describe en el siguiente punto (a), un método de granulación de compuestos $(CuX)_6Sn_5$ como el que se describe en el siguiente punto (b), un método de separación de compuestos $(CuX)_6Sn_5$ como el que se describe en el siguiente punto (c) y un método de recuperación de estaño como el que se describe en el siguiente punto (d).

[0013]

(a) Un método de precipitación de cobre en suelda sin plomo que sirve para separar el cobre lixiviado en la suelda sin plomo en forma de un compuesto intermetálico y está caracterizado por el hecho de que se añade un elemento X a la suelda sin plomo fundida para formar un compuesto $(CuX)_6Sn_5$ entre el cobre y el estaño.

[0014]

(b) Un método de granulación de compuestos $(CuX)_6Sn_5$ que sirve para formar compuestos $(CuX)_6Sn_5$ que se separan en estaño y está caracterizado por el hecho de que se pasa al compuesto $(CuX)_6Sn_5$ a través de una placa multiperforada junto con estaño.

[0015]

(c) Un método de separación de compuestos $(CuX)_6Sn_5$ que sirve para separar los compuestos $(CuX)_6Sn_5$ que se separan en el estaño y está caracterizado por el hecho de que se produce una corriente vorticial en el estaño mezclado con los compuestos $(CuX)_6Sn_5$ para así ocasionar la precipitación de los compuestos $(CuX)_6Sn_5$ y la separación de los mismos.

[0016]

(d) Un método de recuperación de estaño que sirve para recuperar el estaño de una suelda sin plomo que contiene cobre eluido en la misma y está caracterizado por el hecho de que se recupera el estaño con los siguientes procesos de los puntos (1) a (4).

(1) Un proceso de separación de un compuesto $(CuX)_6Sn_5$ mediante la adición de un elemento X a la suelda sin plomo fundida para formar un compuesto $(CuX)_6Sn_5$ entre el cobre y el estaño.

(2) Un proceso de granulación de compuestos $(CuX)_6Sn_5$ haciendo que los compuestos $(CuX)_6Sn_5$ separados pasen a través de una placa multiperforada junto con estaño.

(3) Procesos de precipitación y separación de compuestos $(CuX)_6Sn_5$ mediante la generación de una corriente vorticial en el estaño mezclado con los compuestos $(CuX)_6Sn_5$ agregados.

(4) Un proceso de recuperación de estaño mediante la extracción de los compuestos $(CuX)_6Sn_5$.

[0017] Un elemento X deseable es más de uno de los miembros del grupo que consta de Ni, Co y Fe en cualquiera de los procesos anteriormente indicados. Además, debe usarse una pluralidad de placas multiperforadas, y un deseable diámetro de agujero de una placa multiperforada prevista corriente arriba es menor que el de una placa multiperforada prevista corriente abajo.

Efecto de la Invención

[0018] Según la presente invención, puede recuperarse estaño con alto rendimiento separando el cobre sobrante lixiviado en un baño de soldadura sin plomo. El estaño recuperado por este procedimiento es reutilizado como material de suelda.

Breve Descripción de los Dibujos

[0019]

La Fig. 1 es una ilustración de una breve sinopsis de un método de recuperación de estaño con respecto a la presente invención.

La Fig. 2 es un esquema no a escala que ilustra un método de separación de compuestos $(CuX)_6Sn_5$.

La Fig. 3 es una representación esquemática no a escala que ilustra un ejemplo de un método de granulación de compuestos $(CuX)_6Sn_5$ de la presente invención. (a) es un esquema de conjunto no a escala, (b) es una vista en sección de un granulador y (c) es una vista en desarrollo de una placa multiperforada prevista dentro de un granulador.

La Fig. 4 es una representación esquemática no a escala que ilustra un método de separación de compuestos $(CuX)_6Sn_5$ de la presente invención. (a) muestra un estado de carga, (b) es un estado de agitación para la generación de corrientes vorticiales y (c) es un estado de cesación de la agitación para la generación de corrientes vorticiales.

Descripción de los Signos de Referencia**[0020]**

- 1 es un recipiente de precipitación
 5 2 es una suelda sin plomo
 3 es un compuesto $(\text{CuX})_6\text{Sn}_5$
 4 es un recipiente de granulación
 5 es un granulador
 6 es un compuesto $(\text{CuX})_6\text{Sn}_5$ conformado
 10 7-1 es la primera placa multiperforada
 7-2 es la segunda placa multiperforada
 7-3 es la tercera placa multiperforada
 8 es una placa multiperforada
 9 es una placa de metal
 15 10 es un orificio
 11 es un recipiente de separación
 12 es estaño

La Mejor Manera de Poner en Práctica la Invención

20

[0021] Se describe de aquí en adelante una realización de la presente invención haciendo referencia a los dibujos.

1. Método de recuperación de estaño

25

[0022] La Fig. 1 es una ilustración de una breve sinopsis de un método de recuperación de estaño con respecto a la presente invención. Como se muestra en este esquema de un método de recuperación de estaño de la presente invención, en primer lugar el cobre sobrante lixiviado en una suelda sin plomo según la "lixiviación de cobre" de una placa de circuito impreso, etc. es separado en forma de un compuesto diseñado y en ciertos casos el compuesto es granulado y posteriormente es separado de este compuesto el estaño. El estaño se reutiliza como material de suelda reconstituida y los compuestos de cobre se desechan o se reutilizan como material de cobre, estaño, etc. mediante refinado.

30

2. Método de separación de los compuestos $(\text{CuX})_6\text{Sn}_5$

35

[0023] La Fig. 2 es un esquema no a escala que ilustra un ejemplo de un método de separación de compuestos $(\text{CuX})_6\text{Sn}_5$. Como se muestra en la Fig. 2 con respecto a un método de separación de la presente invención, por ejemplo una suelda sin plomo 2 con cobre sobrante lixiviado es introducida en un recipiente de precipitación 1 y se añade una cantidad apropiada de elementos X mientras se calienta el recipiente hasta un nivel de temperatura prescrito mediante un calentador (no ilustrado en la Fig.). Se separa un compuesto $(\text{CuX})_6\text{Sn}_5$ 3 mediante la adición de un elemento X. La temperatura de calentamiento se ajusta de forma que sea superior a la temperatura de disolución de la suelda e inferior a la temperatura de no descomposición de los compuestos $(\text{CuX})_6\text{Sn}_5$ separados, o sea concretamente a una temperatura de 230~250°C. Además, como método de adición de un elemento X puede añadirse una aleación madre en la que una cantidad apropiada de elementos X está disuelta en Sn.

40

45

[0024] Un elemento X puede ser cualquier elemento que se disuelva en Cu pero forme un precipitado con Sn. Pueden citarse por ejemplo el Ni, el Co y el Fe. Cuando se añade una cantidad apropiada de estos elementos, se forma en la suelda fundida un compuesto $(\text{CuX})_6\text{Sn}_5$ que tiene una estructura cristalina con una temperatura de fusión más alta que la de la suelda. Puede recuperarse estaño altamente purificado haciendo que precipite el compuesto $(\text{CuX})_6\text{Sn}_5$ y retirándolo.

50

[0025] Sin embargo, puesto que una partícula del compuesto $(\text{CuX})_6\text{Sn}_5$ es pequeña y por consiguiente flotante, la precipitación de la misma lleva mucho tiempo. Al mismo tiempo, el interior del recipiente de precipitación tiene que ser mantenido a una temperatura situada dentro de la gama de temperaturas de 230~250°C, con lo cual se ocasiona un incremento del coste energético. En consecuencia, el inventor de la presente invención ideó una manera de retirar los compuestos $(\text{CuX})_6\text{Sn}_5$ que nadan en la suelda tras ponerlos en una forma que es fácilmente recuperada. Este método es como se describe a continuación.

55

3. Método de granulación de los compuestos $(\text{CuX})_6\text{Sn}_5$

60

[0026] La Fig. 3 es una representación esquemática no a escala que ilustra un ejemplo de un método de granulación de compuestos $(\text{CuX})_6\text{Sn}_5$ de la presente invención. (a) es un esquema de conjunto no a escala, (b) es una vista en sección de un granulador y (c) es una vista en desarrollo de una placa multiperforada prevista dentro de un granulador. Como se

muestra en la Fig. 3 (a) con respecto a un método de granulación de la presente invención, se usa por ejemplo un recipiente de granulación 4 en cuyo interior está previsto un granulador 5.

5 [0027] Se hace que circule a través del recipiente de granulación 4 un compuesto $(\text{CuX})_6\text{Sn}_5$ 3 con estaño fundido 12. El compuesto $(\text{CuX})_6\text{Sn}_5$ 3 es llevado hacia abajo desde cerca de una parte central superior en la figura, fluye desde el interior hasta el exterior de los orificios de las placas multiperforadas 7-1, 7-2 y 7-3 que componen el granulador 5 y sigue fluyendo hacia abajo hasta una salida. El compuesto $(\text{CuX})_6\text{Sn}_5$ 3 se aglomera cada vez que el compuesto $(\text{CuX})_6\text{Sn}_5$ 3 pasa a través de los orificios de las placas multiperforadas 7-1, 7-2 y 7-3. Como resultado de ello, el diámetro de partícula del mismo se agranda progresivamente.

10 [0028] El granulador 5 no queda limitado al que se muestra en la Fig. 3, y por ejemplo puede adoptarse una forma constructiva en la que esté prevista y sea atravesada una única placa multiperforada. Sin embargo, considerando la eficiencia de formación de los gránulos puede prepararse una pluralidad de placas multiperforadas y las placas multiperforadas 7-1, 7-2 y 7-3 son dispuestas en una disposición concéntrica como se muestra en la Fig. 3 (b). Además, un deseable diámetro de agujero de un orificio de la primera aplaca multiperforada 7-1 que es la que está prevista en la parte más interior (concretamente, corriente arriba) es menor que el de un orificio de la segunda placa multiperforada 7-2 y un deseable diámetro de agujero del orificio de la segunda placa multiperforada 7-2 es menor que el de un orificio de la tercera placa multiperforada 7-3, como se muestra en la Fig. 3 (b). Con respecto al diámetro de agujero, por ejemplo el de la primera placa multiperforada 7-1 se ajusta a 2 mm, el de la segunda placa multiperforada 7-2 se ajusta a 3 mm, y el de la tercera placa multiperforada 7-3 se ajusta a 4 mm.

15 [0029] La temperatura deseable dentro de un recipiente de granulación se mantiene dentro de la gama de temperaturas de 220~250°C mediante un calentador que no está ilustrado en la figura, al igual como la temperatura dentro de un recipiente en un método de precipitación. Como placa multiperforada puede usarse una tela metálica, pero desde el punto de vista de la intensidad y del sistema de medición del diámetro de agujero es deseable usar una placa metálica punzonada en la que se perforan una pluralidad de orificios 10 en una placa metálica 9.

4. Método de separación de compuestos $(\text{CuX})_6\text{Sn}_5$

20 [0030] La Fig. 4 es una representación esquemática no a escala que ilustra un ejemplo de un método de separación de compuestos $(\text{CuX})_6\text{Sn}_5$ de la presente invención. (a) muestra un estado de carga, (b) es un estado de agitación para la generación de corrientes vorticiales y (c) es un estado de cesación de la agitación para la generación de corrientes vorticiales. Como se muestra en la Fig. 4 con respecto a un método de separación de la presente invención, por ejemplo se introduce en un recipiente de separación 11 estaño fundido 12 mezclado con compuestos $(\text{CuX})_6\text{Sn}_5$ agregados como se muestra en la Fig. 4 (a), y a continuación se generan corrientes vorticiales como se muestra en la Fig. 4 (b).

25 [0031] Entonces los compuestos $(\text{CuX})_6\text{Sn}_5$ se concentran gradualmente en un fondo de una parte central del recipiente de separación 11. Cuando han cesado las corrientes vorticiales, los compuestos $(\text{CuX})_6\text{Sn}_5$ precipitan en un fondo de una parte central del recipiente de separación 11 como se muestra en la Fig. 4 (c). En este estado queda estaño altamente purificado dentro del recipiente de separación 11, y dicho estaño altamente purificado puede ser recuperado retirando los compuestos $(\text{CuX})_6\text{Sn}_5$ agregados por una boca de descarga del recipiente de separación 11 que no se muestra en la figura.

30 [0032] Una temperatura deseable dentro del recipiente de separación es mantenida dentro de la gama de temperaturas de 230~250°C mediante un calentador que no se muestra en las figuras, al igual como la temperatura dentro de un recipiente en un método de precipitación. En la Fig. 4, los procesos de carga del estaño fundido 12 y de agitación para la generación de las corrientes vorticiales están ilustrados por separado para simplificar la explicación, pero estos procesos pueden ser llevados a cabo simultáneamente. Más específicamente, las corrientes vorticiales pueden producirse dentro del recipiente de separación 11 ajustando un ángulo de flujo del estaño fundido 12 mezclado con los compuestos $(\text{CuX})_6\text{Sn}_5$ agregados. Con respecto a los procedimientos para generar las corrientes vorticiales, puede adoptarse por ejemplo un método con el cual las corrientes vorticiales son generadas dentro del estaño fundido 12 mezclado con los compuestos $(\text{CuX})_6\text{Sn}_5$ introduciendo un equipo agitador por una parte superior del recipiente de separación 11 o bien ajustando la dirección de eyección de una tobera prevista en un lado del recipiente de separación 11.

35 [0033] Con respecto al método de recuperación del estaño fundido 12 tras haber retirado los compuestos $(\text{CuX})_6\text{Sn}_5$ agregados, puede ser posible un método con el cual el estaño fundido 12 puede ser retirado de una parte superior del recipiente de separación 11 utilizando una bomba, pero la bomba puede ser dañada por la temperatura de la suelta fundida. En consecuencia, tras haber retirado los compuestos $(\text{CuX})_6\text{Sn}_5$ agregados por una boca de descarga, la boca de descarga se cierra por el momento, y entonces el estaño fundido 12 puede ser descargado en un recipiente distinto del de los compuestos $(\text{CuX})_6\text{Sn}_5$ agregados. Además puede adoptarse un método con el cual el estaño fundido 12 puede ser recuperado previendo una boca de descarga para recuperar el estaño cerca de una parte superior de un recipiente de separación y descargando tan sólo el fluido supernatante de estaño fundido.

[0034] En la anterior explicación se describe un método de separación de los compuestos $(CuX)_6Sn_5$ agregados. Aunque se prescindiera de un proceso de agregación, los compuestos $(CuX)_6Sn_5$ pueden ser separados con el mismo método pero requiriendo más tiempo.

- 5 [0035] Cada proceso ha sido explicado anteriormente, y obviamente estos procesos pueden ser llevados a cabo de manera continua. En este caso, puede recuperarse estaño en una factoría de reciclaje utilizando un método de esta invención recuperando suelta usada de un baño de soldadura por inmersión o de un baño de soldadura por chorro. Además, este método puede ser llevado a cabo sin cambiar de sitio instalando un equipo que permita la realización de un método de recuperación según la presente invención junto a un baño de soldadura por inmersión o de un baño de soldadura por chorro mientras se lleva a cabo la soldadura. Este último caso es útil para ajustar la concentración de cobre dentro de un baño de soldadura puesto que el cobre sobrante lixiviado puede ser separado continuamente.
- 10

Aplicabilidad Industrial

- 15 [0036] Según la presente invención, puede recuperarse estaño con alto rendimiento separando el cobre sobrante lixiviado en un baño de soldadura sin plomo. Este estaño recuperado puede ser reutilizado como material de suelta.

REIVINDICACIONES

1. Método que es para recuperar estaño a partir de suelda sin plomo fundida precipitando el cobre lixiviado en la suelda sin plomo en forma de compuesto intermetálico y está **caracterizado por** los pasos de:
añadir un elemento X para formar un compuesto $(\text{CuX})_6\text{Sn}_5$ entre el cobre y el estaño en la suelda sin plomo fundida y retirar el compuesto $(\text{CuX})_6\text{Sn}_5$ intermetálico precipitado de la suelda fundida.
2. Método según la reivindicación 1, en donde el elemento X es seleccionado de entre más de uno de los miembros del grupo que consta de Ni, Co y Fe.
3. Método según la reivindicación 1, que comprende además un método de granulación del compuesto $(\text{CuX})_6\text{Sn}_5$ para darle a dicho compuesto $(\text{CuX})_6\text{Sn}_5$ una forma que se separa en el estaño, estando dicho método **caracterizado por** el paso de hacer que el compuesto $(\text{CuX})_6\text{Sn}_5$ pase junto con estaño a través de una placa multiperforada.
4. Método según la reivindicación 3, en donde el elemento X es seleccionado de entre más de uno de los miembros del grupo que consta de Ni, Co y Fe.
5. Método según la reivindicación 3 o 4, en donde se usa una pluralidad de placas multiperforadas y el diámetro de agujero de una placa multiperforada prevista corriente arriba es menor que el de una placa multiperforada prevista corriente abajo.
6. Método según la reivindicación 1, que comprende además un método de separación de compuestos $(\text{CuX})_6\text{Sn}_5$ para separar los compuestos $(\text{CuX})_6\text{Sn}_5$ lixiviados en estaño, estando dicho método caracterizado por los pasos de generar corrientes vorticiales en el estaño mezclado con los compuestos $(\text{CuX})_6\text{Sn}_5$, y precipitar y separar los compuestos $(\text{CuX})_6\text{Sn}_5$.
7. Método según la reivindicación 6, en donde el elemento X es seleccionado de entre más de uno de los miembros del grupo que consta de Ni, Co y Fe.
8. Método de recuperación de estaño a partir de suelda sin plomo fundida con cobre licuado en la misma, comprendiendo dicho método los pasos siguientes:
(1) separar un compuesto $(\text{CuX})_6\text{Sn}_5$ añadiendo un elemento X que forma el compuesto $(\text{CuX})_6\text{Sn}_5$ entre el cobre y el estaño en la suelda sin plomo fundida.
(2) agregar los compuestos $(\text{CuX})_6\text{Sn}_5$ pasando los compuestos $(\text{CuX})_6\text{Sn}_5$ separados a través de una placa multiperforada con estaño,
(3) precipitar y separar los compuestos $(\text{CuX})_6\text{Sn}_5$ generando corrientes vorticiales en el estaño mezclado con los compuestos $(\text{CuX})_6\text{Sn}_5$ agregados, y
(4) recuperar el estaño retirando los compuestos $(\text{CuX})_6\text{Sn}_5$.
9. Método de recuperación de estaño según la reivindicación 8, en donde el elemento X es seleccionado de entre más de uno de los miembros del grupo que consta de Ni, Co y Fe.
10. Método de recuperación de estaño según la reivindicación 8 o 9, en donde se usa una pluralidad de placas multiperforadas y el diámetro de agujero de una placa multiperforada prevista corriente arriba es menor que el de una placa multiperforada prevista corriente abajo.

Fig.1

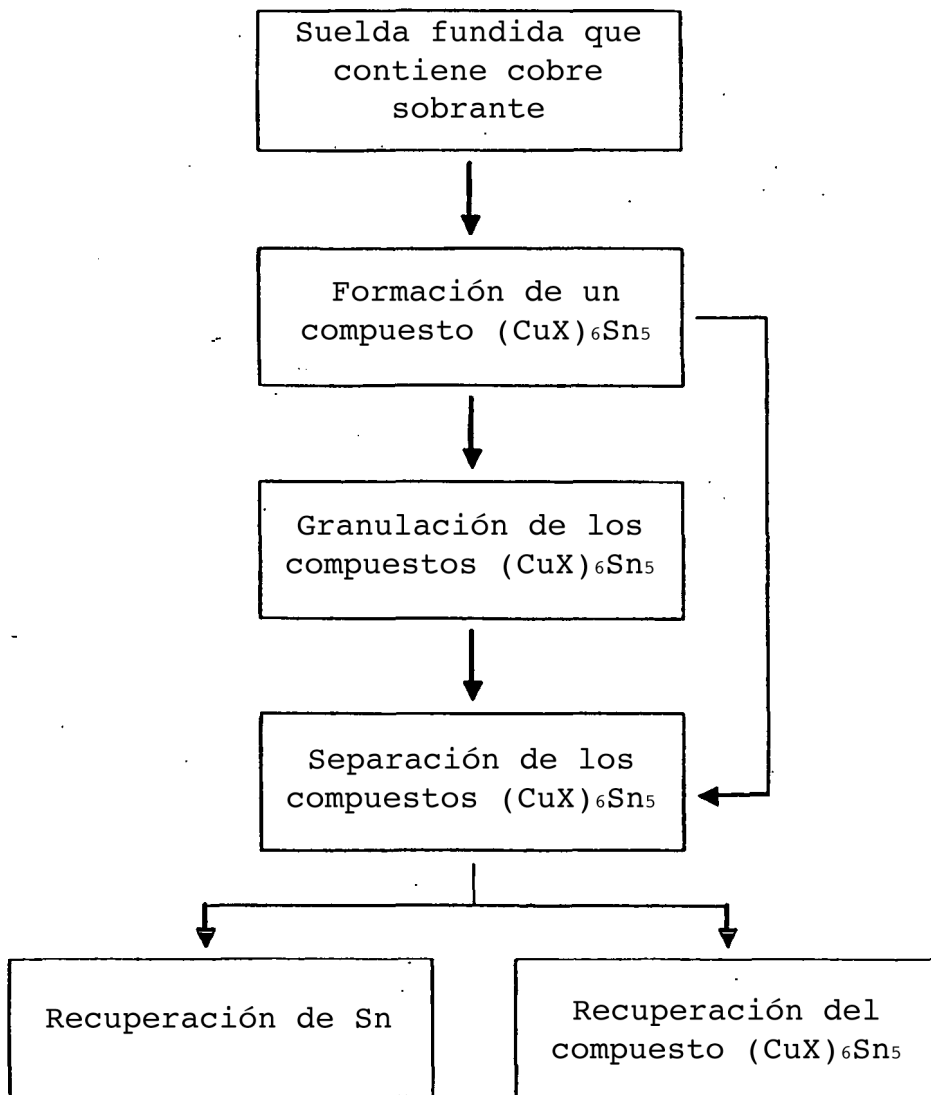


Fig.2

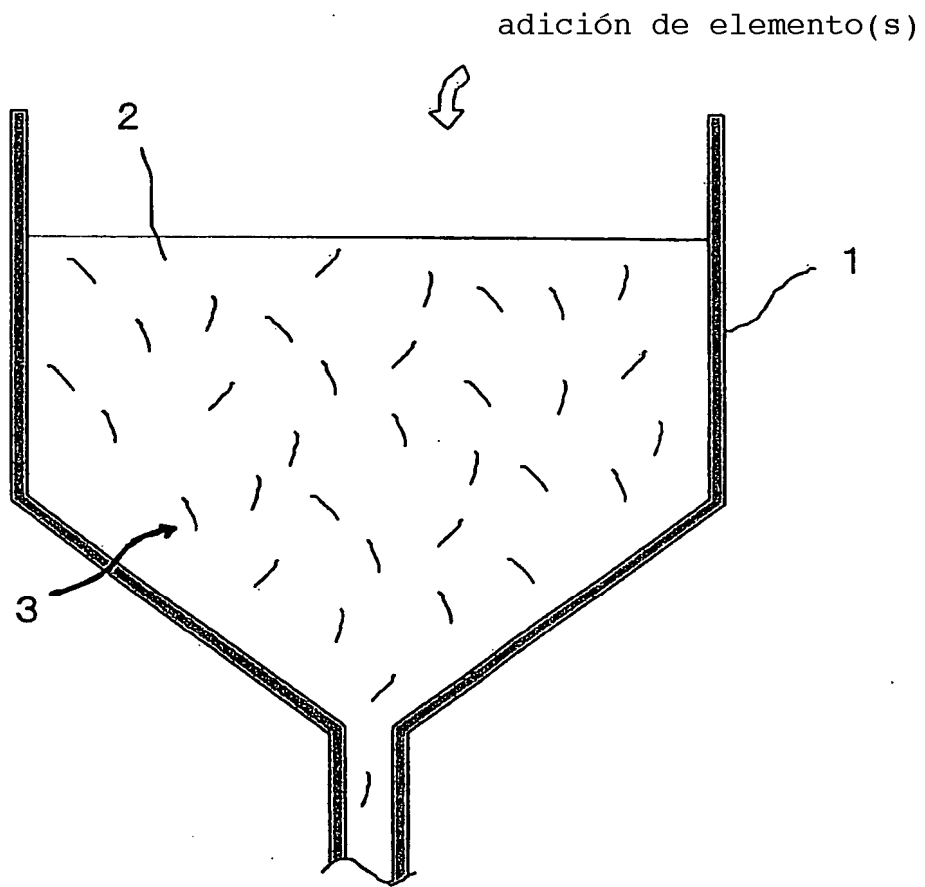
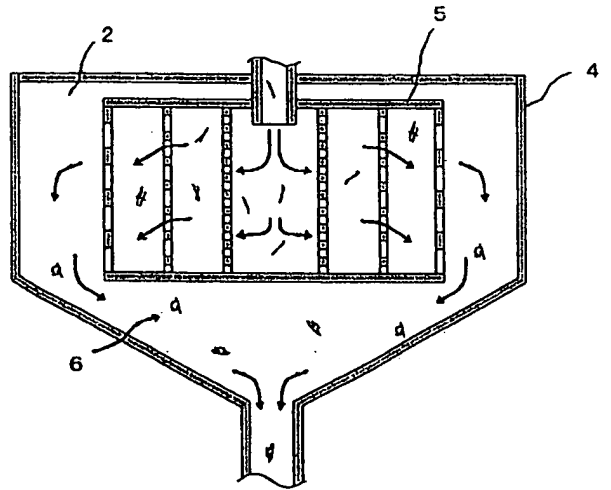
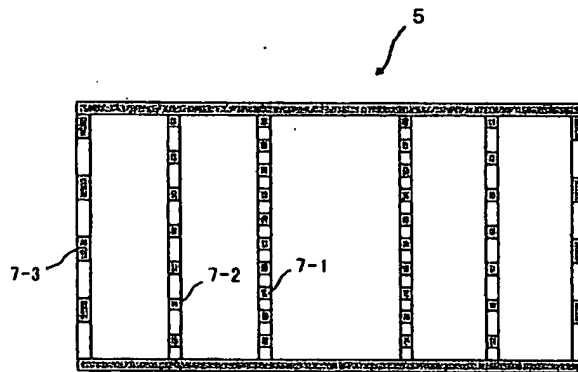


Fig. 3

(a)



(b)



(c)

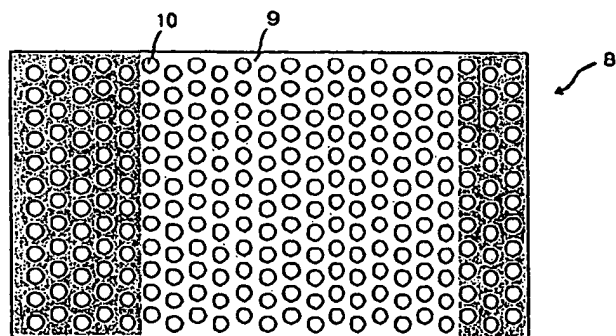


Fig. 4

