

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 407 666**

51 Int. Cl.:

C25C 3/06 (2006.01)

C25C 7/06 (2006.01)

B22D 39/00 (2006.01)

F27D 3/14 (2006.01)

F27B 19/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.12.2009 E 09801876 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2013 EP 2391746**

54 Título: **Mejora de colada de aluminio mediante la aplicación de un campo electromagnético dirigido**

30 Prioridad:

30.01.2009 US 363248

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

13.06.2013

73 Titular/es:

**ALCOA INC. (100.0%)
201 Isabella Street
Pittsburgh, PA 15212-5858 , US**

72 Inventor/es:

**BARNES, EDWARD R. y
ZIEGLER, DONALD P.**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 407 666 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

Mejora de colada de aluminio mediante la aplicación de un campo electromagnético dirigido

Antecedentes

5 Una célula de electrólisis es un recipiente que contiene un electrolito a través del cual se hace pasar una corriente eléctrica generada externamente por medio de un sistema de electrodos (por ejemplo, un ánodo y un cátodo) para cambiar la composición de un material. Por ejemplo, se puede descomponer un compuesto de aluminio (por ejemplo, Al_2O_3) en metal de aluminio puro (Al) por medio de una célula de electrólisis. Después de que se produce el metal, generalmente se extrae de la célula por medio de un crisol y un sistema de succión con vacío parcial. La solicitud PCT WO2008/138220 da a conocer un sistema para bombear aluminio fundido de una célula de reducción de aluminio, comprendiendo dicho sistema una bomba electromagnética.

Resumen de la divulgación

15 La presente divulgación versa acerca de sistemas, procedimientos y aparatos para facilitar la extracción de líquidos fundidos de una célula de electrólisis. En un aspecto, se proporciona un sistema. El sistema puede incluir un recipiente y una fuente de electricidad acoplada al recipiente. La fuente de electricidad puede estar configurada para proporcionar corriente complementaria a un tubo de descarga del recipiente. Esta corriente complementaria puede crear un campo electromagnético complementario al menos proximal a una porción de punta del tubo de descarga. Cuando el tubo de descarga del recipiente recibe la corriente complementaria, y cuando el tubo de descarga se encuentra en comunicación de líquido con el líquido fundido de la célula de electrólisis, el campo electromagnético complementario de la corriente complementaria puede ayudar, al menos parcialmente, a crear un flujo y/o aumentar el flujo de metal fundido al interior del tubo de descarga del recipiente.

20 “Aumentar el flujo de metal fundido al interior del tubo de descarga de un recipiente” significa provocar que el metal fundido fluya al interior del tubo de descarga con una mayor tasa que la que se conseguiría sin generar un campo electromagnético complementario, por medio de una corriente complementaria, proximal a la porción de punta del tubo de descarga. Por ejemplo, se puede utilizar un sistema de vacío para extraer el líquido fundido de una célula de electrólisis por medio del tubo de descarga con una primer tasa de extracción. Una fuente de electricidad acoplada al recipiente puede proporcionar una corriente complementaria al tubo de descarga creando un campo electromagnético complementario proximal a la porción de punta del tubo de descarga y, haciendo que el metal fundido fluya al interior del tubo de descarga con una segunda tasa de extracción, siendo mayor la segunda tasa de extracción que la primera tasa de extracción.

25 La corriente es el flujo de partículas cargadas eléctricamente en un medio entre dos puntos que tienen una diferencia en potencial eléctrico. Por ejemplo, cuando está conectado a una fuente de electricidad, la corriente puede fluir desde el tubo de descarga del recipiente y al interior del líquido fundido. Una corriente puede crear un campo electromagnético.

30 Una corriente complementaria es corriente proporcionada directamente y a propósito a un recipiente (por ejemplo, un tubo de descarga de un recipiente), y con el fin de inducir un campo electromagnético complementario proximal al recipiente, de forma que se aumente el flujo de metal fundido al interior del recipiente. Por ejemplo, se puede proporcionar una corriente complementaria al tubo de descarga del recipiente al acoplar una fuente de electricidad al recipiente de tal forma que se induzca un alcance predeterminado del campo electromagnético complementario proximal a una porción de punta del tubo de descarga. Por el contrario, una corriente estándar es aquella corriente que se suministra normalmente a una célula de electrólisis para facilitar el cambio de la composición de un material (por ejemplo, mediante reducción) y no con el fin de crear una corriente complementaria proximal a un tubo de descarga, de forma que se aumente el flujo de metal fundido al interior del tubo de descarga.

35 En general, la corriente complementaria proporcionada al tubo de descarga se encuentra en el intervalo desde aproximadamente 400 A hasta aproximadamente 2200 A. En una realización, la corriente complementaria proporcionada al tubo de descarga es de al menos aproximadamente 500 A. En otras realizaciones, la corriente complementaria proporcionada al tubo de descarga es de al menos aproximadamente 750 A, o al menos aproximadamente 1000 A, o al menos aproximadamente 1250 A, o al menos aproximadamente 1500 A. En una realización, la corriente complementaria proporcionada al tubo de descarga no es mayor que aproximadamente 2000 A. En una realización, la corriente complementaria proporcionada al tubo de descarga se encuentra en el intervalo desde 1700 hasta 2000 A.

40 Un campo electromagnético es cualquier campo que tenga propiedades tanto eléctricas como magnéticas y que sea creado por medio de una corriente. Por ejemplo, se puede crear un campo electromagnético complementario en el metal fundido proximal a la porción de punta del tubo de descarga por medio de una corriente complementaria.

45 Un campo electromagnético complementario es un campo electromagnético producido principalmente por medio de una corriente complementaria. En una realización, el campo electromagnético complementario proximal a la porción

de punta del tubo de descarga se encuentra en el intervalo de 0,1 mT a 30 mT (un gauss hasta trescientos gauss) dependiendo de la cantidad de corriente complementaria proporcionada al tubo de descarga.

5 Una fuerza electromagnética es una fuerza que ejerce un campo electromagnético en una o más partículas cargadas eléctricamente. Por ejemplo, se puede crear una fuerza electromagnética en un metal fundido por medio de una corriente suministrada.

10 Una fuente de electricidad es cualquier dispositivo capaz de suministrar y/o variar la corriente eléctrica y/o la tensión. Por ejemplo, una fuente de electricidad puede estar configurada para suministrar una corriente eléctrica constante o variable a un tubo de descarga de un recipiente. En una realización, la fuente de electricidad es un bus anódico de una célula de electrólisis. Un bus anódico es un conductor utilizado para proporcionar carga a los electrodos de una célula de electrólisis en la que la corriente entra en la célula de electrólisis. Por ejemplo, se utiliza un bus anódico para hacer pasar una corriente eléctrica a la célula de electrólisis por medio de los ánodos. En otra realización, la fuente de electricidad es un bus catódico de una célula de electrólisis. Un bus catódico es un conductor utilizado para captar la carga de electrodos de una célula de electrólisis cuando la corriente deja la célula de electrólisis. Por ejemplo, se utiliza un bus catódico para captar la corriente eléctrica que pasa a través de la célula de electrólisis por medio de los cátodos. En otra realización, la fuente de electricidad es una fuente de electricidad aparte de la de una célula de electrólisis.

20 En una realización, el recipiente incluye un cuerpo y un tubo de descarga conectado al cuerpo. El cuerpo puede estar adaptado para contener metal fundido (por ejemplo, aluminio), tal como un recipiente de estilo crisol. Un tubo de descarga es un miembro acoplado a un recipiente que permite el paso de líquidos hacia el interior o hacia fuera del recipiente. El tubo de descarga puede incluir una porción de base, una porción de punta, y un pasadizo que conecta la porción de base con la porción de punta. La porción de base puede estar conectada al cuerpo del recipiente. La porción de punta puede estar adaptada para introducirse en un líquido fundido de una célula de electrólisis. Este líquido fundido puede pasar al interior del cuerpo del recipiente por medio del pasadizo.

25 Un líquido fundido es cualquier elemento o compuesto en forma líquida a una temperatura elevada. Este líquido fundido puede incluir al menos uno de un metal fundido y un electrolito. Por ejemplo, en una célula de electrólisis de aluminio, el metal de aluminio (Al) y/o la criolita pueden formar al menos una parte de un líquido fundido. Metal fundido significa cualquier metal en forma líquida a una temperatura elevada. Por ejemplo, en una célula de electrólisis de aluminio, el aluminio (Al) puede componer el metal fundido.

30 Una célula de electrólisis es un recipiente que contiene un electrolito a través del cual se hace pasar una corriente eléctrica externamente por medio de un sistema de electrodos (por ejemplo, un ánodo y un cátodo) para cambiar la composición de un material. Por ejemplo, se puede descomponer un compuesto de aluminio (por ejemplo, Al_2O_3) en metal de aluminio puro (Al) por medio de una célula de electrólisis.

35 En una realización, el sistema incluye un sistema de vacío configurado para extraer líquido fundido de la célula de electrólisis al interior del recipiente por medio del tubo de descarga. Un sistema de vacío es cualquier dispositivo configurado para extraer líquido fundido de la célula de electrólisis al eliminar moléculas de gas de un volumen sellado para dejar detrás un vacío parcial. Por ejemplo, se puede utilizar un sistema de vacío para extraer líquido fundido de una célula de electrólisis al interior de un tubo de descarga de un recipiente.

40 En una realización, el campo electromagnético complementario de la corriente complementaria ayuda al menos parcialmente para reducir la mezcla del metal fundido y del electrolito proximal a la porción de punta del tubo de descarga según fluye el metal fundido al interior del tubo de descarga. “Reducir la mezcla del metal fundido y del electrolito proximal a la porción de punta del tubo de descarga según fluye el metal fundido al interior del tubo de descarga” significa reducir la cantidad de mezcla del metal fundido y del electrolito proximal a la punta del tubo de descarga por medio de una corriente complementaria, y en una cantidad que es notable con respecto a la cantidad de mezcla que ocurre normalmente en ausencia de la corriente complementaria. Por ejemplo, una fuente de electricidad acoplada al recipiente puede proporcionar una corriente complementaria al tubo de descarga que induce un campo electromagnético complementario proximal a la porción de punta del tubo de descarga, y que produce una reducción en la cantidad de electrolito que se mezcla en el metal fundido que fluye al interior del tubo de descarga del recipiente.

50 También se proporcionan procedimientos para extraer metal fundido de una célula de electrólisis. En un aspecto, un procedimiento puede incluir las etapas de flujo de líquido fundido de una célula de electrólisis a través de un tubo de descarga de un recipiente, haciendo pasar (por ejemplo, simultáneamente con la siguiente etapa), una corriente complementaria a través del tubo de descarga del recipiente y en al menos una porción del líquido fundido, e inducir (por ejemplo, simultáneamente con al menos la etapa de paso), un alcance predeterminado del campo electromagnético complementario proximal a la porción de punta del tubo de descarga por medio de la corriente complementaria. La etapa de inducción puede tener como resultado al menos un mayor flujo del metal fundido al interior del tubo de descarga del recipiente. La etapa de inducción puede reducir al menos la mezcla del metal fundido y del electrolito proximal a la porción de punta del tubo de descarga según fluye el metal fundido al interior del tubo de descarga.

En una realización, la etapa de paso incluye al menos una de las siguientes etapas (i) flujo de la corriente complementaria desde un bus anódico de la célula de electrólisis hasta el tubo de descarga del recipiente y en al menos una porción del líquido fundido, y (ii) flujo de la corriente complementaria desde un bus catódico de la célula de electrólisis hasta el tubo de descarga del recipiente y en al menos una porción del líquido fundido.

- 5 En una realización, un procedimiento incluye crear, en respuesta a la etapa de flujo, un campo electromagnético complementario al menos proximal a la porción de punta del tubo de descarga en el intervalo de 0,1 mT a 30 mT (uno a trescientos gauss). En una realización, el procedimiento incluye aplicar un vacío al recipiente (por ejemplo, mediante un sistema de vacío), de forma que se extraiga líquido fundido de la célula de electrólisis y al interior del recipiente por medio del tubo de descarga.
- 10 Se pueden combinar diversos de los aspectos, enfoques y realizaciones que se han hecho notar anteriormente para producir diversos sistemas, aparatos y procedimientos configurados para aumentar la extracción de un metal fundido de una célula de electrólisis por medio de un campo electromagnético dirigido. Se definen estos y otros aspectos, ventajas, y características novedosas de la invención en parte en la siguiente descripción y serán evidentes para los expertos en la técnica tras el análisis de la siguiente descripción y de las figuras, o pueden ser aprendidos al poner en práctica la invención.
- 15

Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1 es una vista esquemática de una realización de un recipiente y de una célula de electrólisis útil según la presente divulgación.

- 20 La FIG. 2 es un diagrama de flujo de una realización de procedimientos útiles para aumentar el flujo de metal fundido al interior de un tubo de descarga de un recipiente.

Descripción detallada

Se hará ahora referencia en detalle a los dibujos adjuntos, que al menos ayudan a ilustrar diversas realizaciones pertinentes a la presente invención.

- 25 En términos generales, la presente divulgación versa acerca de sistemas, procedimientos, y aparatos para extraer líquidos (por ejemplo, aluminio fundido) de una célula de electrólisis. Estos sistemas, procedimientos, y aparatos pueden utilizar una fuente de electricidad que proporciona una corriente complementaria a un tubo de descarga de un recipiente, de forma que, cuando el tubo de descarga se encuentra en comunicación de líquido con los líquidos de la célula de electrólisis, se crea un campo electromagnético complementario proximal a una porción de punta del tubo de descarga. Este campo electromagnético complementario ayuda, al menos parcialmente, a aumentar el flujo
- 30 de metal fundido al interior del tubo de descarga del recipiente. Como se ha descrito anteriormente, una corriente complementaria es una corriente proporcionada directamente y a propósito a un recipiente (por ejemplo, un tubo de descarga de un recipiente), y con el fin de inducir un campo electromagnético complementario proximal al recipiente. Un campo electromagnético complementario es un campo electromagnético producido principalmente por medio de una corriente complementaria.

- 35 En una realización, y con referencia ahora a la FIG. 1, un sistema 1 incluye un recipiente 10 (por ejemplo, un crisol) que tiene un cuerpo 12 adaptado para contener metal fundido 34 de una célula 30 de electrólisis. Un tubo 20 de descarga del recipiente 10 comprende una porción 22 de base, una porción 24 de punta, y una porción 26 de tubo que conecta la porción 22 de base con la porción 24 de punta. La porción 22 de base del tubo 20 de descarga está conectada al cuerpo 12 del recipiente 10 y hay dispuesto un pasadizo 28 dentro del tubo 20 de descarga. El
- 40 pasadizo 28 se extiende al menos desde la porción 24 de punta del tubo 20 de descarga hasta la porción 22 de base del tubo 20 de descarga para facilitar el flujo de líquido al interior del cuerpo 12 del recipiente 10. En otras palabras, el pasadizo 28 facilita la comunicación de líquido entre la punta 24 del tubo 20 de descarga y el cuerpo 12 del recipiente 10.

- 45 La porción 24 de punta del tubo 20 de descarga está adaptada para introducirse en líquido fundido de la célula 30 de electrólisis. Una fuente 38 de electricidad está acoplada eléctricamente a la porción 22 de base del tubo 20 de descarga por medio de un cable 40. En la realización ilustrada, la fuente 38 de electricidad es un bus anódico 38 de la célula 30 de electrólisis. Sin embargo, en otras realizaciones, la fuente 38 de electricidad puede ser un bus catódico 32 de la célula 30 de electrólisis, o cualquier otra fuente independiente de alimentación. La fuente 38 de electricidad puede estar configurada para proporcionar corriente complementaria (no ilustrada) al tubo 20 de
- 50 descarga del recipiente 10 por medio del cable 40 y en al menos una porción del líquido fundido. Esta corriente complementaria puede crear un campo electromagnético complementario al menos proximal a la porción 24 de punta del tubo 20 de descarga, que puede ayudar en la extracción del metal fundido 34 de la célula 30 de electrólisis.

- 55 Por ejemplo, en algunas realizaciones, un sistema (no ilustrado) de vacío está acoplado al recipiente 10 y puede ser utilizado para facilitar la extracción de líquido fundido de la célula 30 de electrólisis y al interior del recipiente 10 por medio del tubo 20 de descarga. Cuando el tubo 20 de descarga se encuentra en comunicación de líquido con el

líquido fundido de la célula 30 de electrólisis, el campo electromagnético complementario de la corriente complementaria puede ayudar, al menos parcialmente, a aumentar el flujo de metal fundido 34 al interior del tubo 20 de descarga del recipiente 10 al interactuar con la corriente complementaria y al producir una fuerza (por ejemplo, una fuerza electromagnética) sobre el metal fundido 34 proximal a la porción 24 de punta del tubo 20 de descarga.

5 Asimismo, el campo electromagnético complementario de la corriente complementaria puede ayudar, al menos parcialmente, a reducir la mezcla del metal fundido 34 y del electrolito 36 proximal a la porción 24 de punta del tubo 20 de descarga del recipiente 10 al interactuar con el campo electromagnético complementario y al producir una fuerza sobre el metal fundido 34 proximal a la porción 24 de punta del tubo 20 de descarga.

En general, la cantidad de campo electromagnético complementario proximal a la porción 24 de punta del tubo 20 de descarga necesaria para conseguir un mayor flujo de metal fundido 34 al interior del tubo 20 de descarga del recipiente 10 y/o una mezcla menor del metal fundido 34 y del electrolito 36, es de al menos aproximadamente 1 gauss y depende de la cantidad de corriente complementaria proporcionada al tubo 20 de descarga. En una realización, la cantidad de campo electromagnético complementario no es mayor que aproximadamente 30 mT (300 gauss). En otras realizaciones, la cantidad de campo electromagnético complementario proximal a la porción 24 de punta del tubo 20 de descarga es de al menos aproximadamente 1 mT (10 gauss). En otras realizaciones, la cantidad de campo electromagnético complementario es de al menos aproximadamente 2 mT (20 gauss) o de al menos 3 mT (30 gauss) o de al menos aproximadamente 4 mT (40 gauss). En una realización, la cantidad de campo electromagnético complementario, la cantidad de campo electromagnético complementario proximal a la porción 24 de punta del tubo 20 de descarga no es mayor que aproximadamente 25 mT (250 gauss). En otras realizaciones, la cantidad de campo electromagnético complementario no es mayor que aproximadamente 20 mT (200 gauss), o no es mayor que aproximadamente 15 mT (150 gauss), o no es mayor que aproximadamente 10 mT (100 gauss). El campo electromagnético complementario proximal a la porción 24 de punta del tubo 20 de descarga puede encontrarse dentro de una variedad de intervalos.

Como se ha descrito anteriormente, se puede utilizar un sistema de vacío para facilitar la extracción de metal fundido 34 de la célula 30 de electrólisis. En otras realizaciones, puede ser posible extraer el metal fundido 34 de la célula de electrólisis, fundamental, o incluso únicamente, con base en la aplicación de la corriente complementaria, y en ausencia del sistema de vacío. Por ejemplo, cuando la corriente complementaria es lo suficientemente elevada (por ejemplo, al menos 1700 A), el campo electromagnético complementario generado proximal a la porción de punta del tubo 24 de descarga puede ser lo suficientemente intenso para generar una fuerza electromagnética suficiente, de forma que se extraiga el metal fundido 34 de la célula 30 de electrólisis y al interior del recipiente 10, y en ausencia del sistema de vacío. Por ejemplo, el campo electromagnético complementario puede inducir, al menos parcialmente, un efecto de sifón en el tubo 20 de descarga, teniendo como resultado de ese modo la extracción del metal fundido 34 de la célula 30 de electrólisis, y en ausencia del sistema de vacío.

En otras realizaciones más, puede ser útil reducir la cantidad de electrolito 36 que se mezcla con el metal fundido 34 proximal a la porción 24 de punta del tubo 20 de descarga, y a veces en ausencia del sistema de vacío. Por ejemplo, el metal fundido 34 en la célula 30 de electrólisis puede moverse con un movimiento errático, haciendo que se mezcle el electrolito 36 en el metal fundido 34 sin que se aplique un vacío a la célula 30 de electrólisis. Como se ha mencionado anteriormente, se puede conseguir reducir la cantidad de electrolito 36 que se mezcla en el metal fundido 34 proximal a la porción 24 de punta del tubo 20 de descarga por medio de la fuente 38 de electricidad que proporciona corriente complementaria al tubo 20 de descarga del recipiente por medio del cable 40 creando un campo electromagnético complementario proximal a la porción 24 de punta del tubo 20 de descarga. Este campo electromagnético complementario produce una fuerza sobre el metal fundido 34 proximal a la porción 24 de punta del tubo 20 de descarga. Esta mezcla reducida puede ser útil, por ejemplo, para mejorar el procedimiento de colada en las células de electrólisis.

También se proporcionan procedimientos de colada en células de electrólisis, una realización de los cuales se ilustra en la FIG. 2. En la realización ilustrada, el procedimiento (200) incluye las etapas de flujo de líquido fundido de una célula de electrólisis a través del tubo de descarga del recipiente (220), de hacer pasar una corriente complementaria a través del tubo de descarga del recipiente y en al menos una porción del líquido fundido (230), y de inducir un alcance predeterminado del campo electromagnético complementario proximal a la porción de punta del tubo de descarga por medio de la corriente complementaria (240). Cada una de estas etapas puede ser completada en serie o en paralelo, y de cualquier forma solapada o no solapada y, por lo tanto, pueden ser simultáneas entre sí.

Como se ha hecho notar anteriormente, el procedimiento puede incluir flujo de líquido fundido de una célula de electrólisis a través del tubo de descarga del recipiente (220). La etapa (220) de flujo puede incluir, opcionalmente, la etapa de aplicar un vacío para extraer líquido fundido de la célula de electrólisis al interior del recipiente por medio del tubo (270) de descarga, por ejemplo, para ayudar, al menos parcialmente, a conseguir la etapa (220) de flujo, tal como mediante un sistema de vacío.

Con respecto a la etapa (230) de paso, una corriente complementaria puede pasar a través del tubo de descarga del recipiente y en al menos una porción del líquido fundido. Esta etapa (230) de paso puede incluir hacer fluir la corriente complementaria desde una fuente de electricidad de la célula de electrólisis hasta el tubo de descarga del

5 recipiente y en al menos una porción del líquido fundido (260). Por ejemplo, la etapa (260) puede incluir hacer fluir la corriente complementaria desde un bus anódico de la célula de electrólisis (261) o un bus catódico de la célula de electrólisis (262) hasta el tubo de descarga del recipiente y en al menos una porción del líquido fundido. En respuesta a la etapa (260) de flujo, se puede crear (264) un campo electromagnético complementario al menos proximal a la porción de punta del tubo de descarga, tal como en el intervalo de uno a trescientos gauss.

10 Con respecto a la etapa (240) de inducción, en un enfoque, la etapa (240) de inducción tiene como resultado, al menos, un mayor flujo del metal fundido al interior del tubo de descarga del recipiente. Esta etapa (240) de inducción puede tener como resultado un mayor flujo del metal fundido al interior del tubo de descarga del recipiente (250). La etapa (240) de inducción puede tener también/además como resultado una mezcla menor del metal fundido y del electrolito proximal a la porción de punta del tubo de descarga según fluye el metal fundido al interior del tubo de descarga (252). La etapa (262) de creación puede ser una parte de la etapa (240) de inducción (en su conjunto o en parte).

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (1) que comprende:
 - (a) un recipiente (10), en el que el recipiente (10) comprende:
 - (i) un cuerpo (12), en el que el cuerpo (12) está adaptado para contener metal fundido (34); y
 - (ii) un tubo (20) de descarga que comprende una porción (22) de base, una porción (24) de punta, y un pasadizo (28) que conecta la porción (22) de base con la porción (24) de punta; en el que la porción (22) de base está conectada al cuerpo (12) del recipiente (10); en el que la porción (24) de punta está adaptada para introducirse en un líquido fundido de una célula (30) de electrólisis; en el que el líquido fundido de la célula (30) de electrólisis puede pasar al interior del cuerpo (12) del recipiente (10) por medio del pasadizo (28); y en el que el líquido fundido de la célula (30) de electrólisis comprende metal fundido (34) y electrolito (36); y
 - (b) una fuente (38) de electricidad acoplada al recipiente (10), estando configurada la fuente (38) de electricidad para proporcionar corriente complementaria al tubo (20) de descarga del recipiente (10), creando la corriente complementaria un campo electromagnético complementario al menos proximal a la porción (24) de punta del tubo (20) de descarga, en el que cuando el tubo (20) de descarga recibe la corriente complementaria y cuando el tubo (20) de descarga se encuentra en comunicación de líquido con el líquido fundido de la célula (30) de electrólisis, el campo electromagnético complementario de la corriente complementaria ayuda, al menos parcialmente, a aumentar el flujo de metal fundido (34) al interior del tubo (20) de descarga del recipiente (10).
2. El sistema (1) de la reivindicación 1, que comprende, además:

un sistema de vacío configurado para extraer líquido fundido de la célula (30) de electrólisis al interior del recipiente (10) por medio del tubo (20) de descarga.
3. El sistema (1) de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el campo electromagnético complementario ayuda, al menos parcialmente, a aumentar el flujo de metal fundido (34) al interior del tubo (20) de descarga del recipiente (10) durante la operación del sistema de vacío.
4. El sistema (1) de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el campo electromagnético complementario de la corriente complementaria ayuda, al menos parcialmente, a reducir la mezcla del metal fundido (34) y del electrolito (36) proximal a la porción (24) de punta del tubo (20) de descarga según fluye el metal fundido (34) al interior del tubo (20) de descarga.
5. El sistema (1) de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la fuente (38) de electricidad es un bus anódico de la célula (30) de electrólisis.
6. El sistema (1) de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la fuente (38) de electricidad es un bus catódico (32) de la célula (30) de electrólisis.
7. El sistema (1) de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el campo electromagnético complementario proximal a la porción (24) de punta del tubo (20) de descarga se encuentra en el intervalo de 0,1 mT a 30 mT (uno a trescientos gauss).
8. El sistema (1) de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la corriente complementaria proporcionada al tubo (20) de descarga es de al menos aproximadamente 500 A.
9. Un procedimiento que comprende:
 - (a) hacer fluir líquido fundido de una célula (30) de electrólisis a través de un tubo (20) de descarga de un recipiente (10), en el que el recipiente (10) comprende un cuerpo (12) configurado para contener el líquido fundido, en el que el tubo (20) de descarga está conectado al cuerpo (12) del recipiente (10), y en el que el líquido fundido comprende al menos uno del metal fundido (34) y del electrolito (36);
 - (b) hacer pasar, simultáneamente con la etapa (a) de flujo, una corriente complementaria a través del tubo (20) de descarga del recipiente (10) y en al menos una porción del líquido fundido;
 - (c) inducir, simultáneamente con al menos la etapa (b) de paso, un alcance predeterminado del campo electromagnético complementario proximal a la porción (24) de punta del tubo (20) por medio de la corriente complementaria; (i) en el que la etapa de inducción tiene como resultado, al menos, un mayor flujo del metal fundido (34) al interior del tubo (20) de descarga del recipiente (10).
10. El procedimiento de la reivindicación 9, que comprende:

aplicar un vacío al recipiente (10), comprendiendo la aplicación: extraer líquido fundido de la célula (30) de electrólisis desde la célula (30) de electrólisis e introducirlo en el recipiente (10) a través del tubo (20) de descarga.

- 5 **11.** El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 10, en el que la etapa (c) de inducción comprende:

reducir la mezcla del metal fundido (34) y del electrolito (36) proximal a la porción (24) de punta del tubo (20) de descarga según fluye el metal fundido (34) al interior del tubo (20) de descarga.

- 12.** El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en el que la etapa (b) de paso comprende al menos una de las siguientes etapas:

- 10 hacer fluir la corriente complementaria desde un bus anódico de la célula de electrólisis hasta el tubo (20) de descarga del recipiente (10) y en al menos una porción del líquido fundido; y hacer fluir la corriente complementaria desde un bus catódico de la célula de electrólisis hasta el tubo (20) de descarga del recipiente (10) y en al menos una porción del líquido fundido; en el que la corriente complementaria es de al menos aproximadamente 500 A.

- 15 **13.** El procedimiento de la reivindicación 12, que comprende:

crear, en respuesta a la etapa de flujo, un campo electromagnético complementario al menos proximal a la porción (24) de punta del tubo (20) de descarga en el intervalo desde 0,1 hasta 30 mT (uno a trescientos gauss).

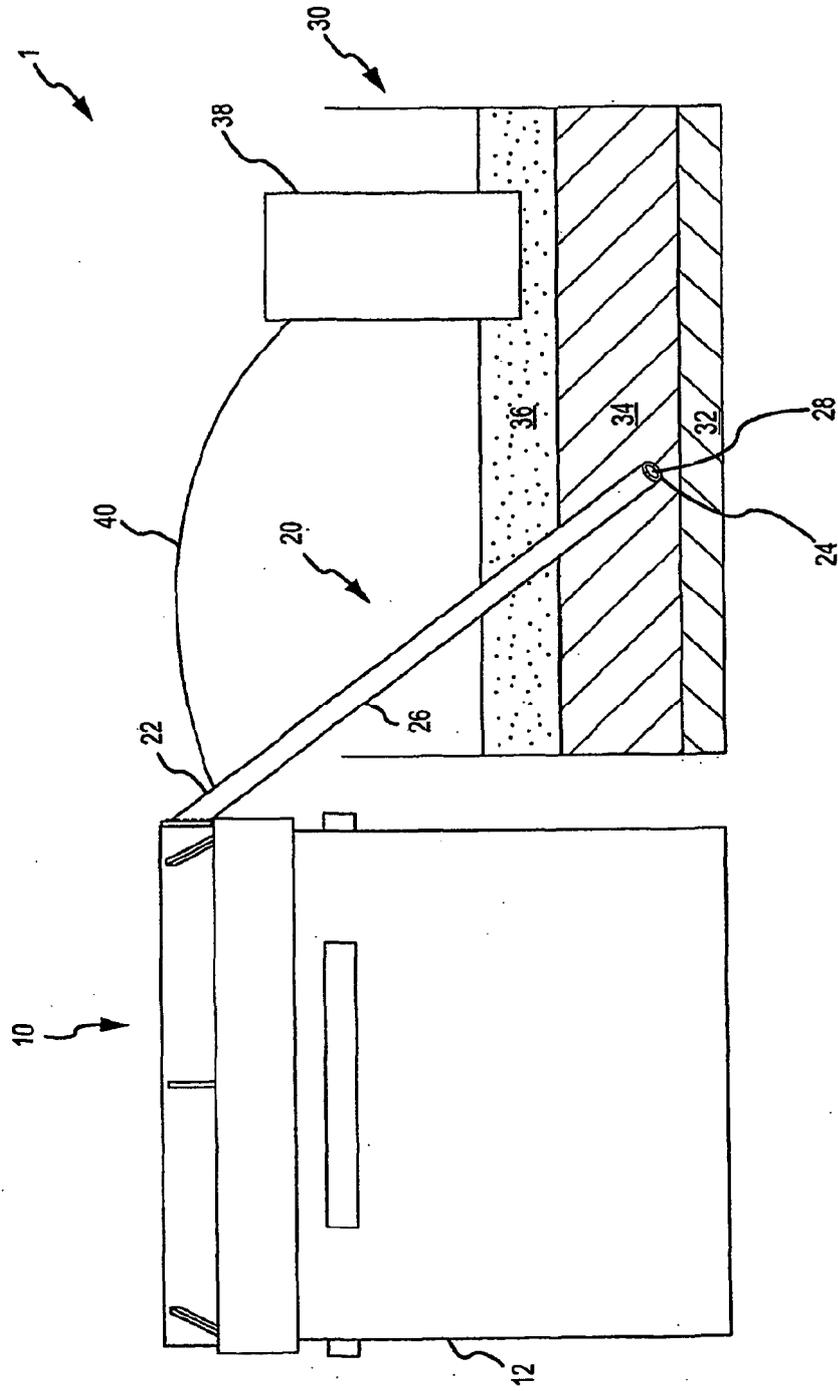


FIG.1

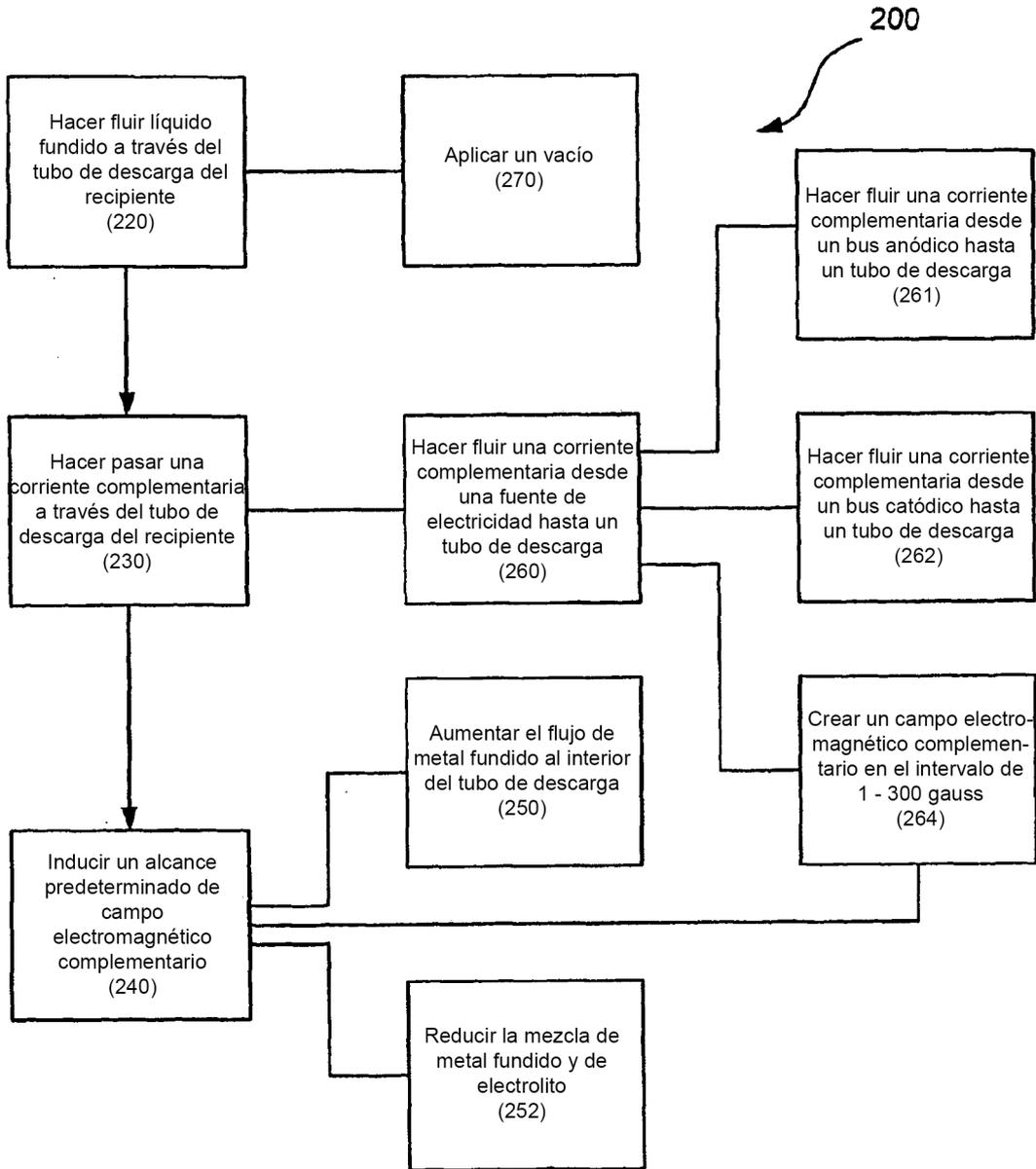


Fig. 2