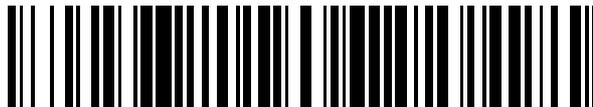


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 557 565**

51 Int. Cl.:

F27B 14/06 (2006.01)

F27B 14/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.05.2012 E 12790024 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.11.2015 EP 2715262**

54 Título: **Horno eléctrico de inducción con sistema de detección de desgaste del revestimiento**

30 Prioridad:

23.05.2011 US 201161488866 P

16.06.2011 US 201161497787 P

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

27.01.2016

73 Titular/es:

INDUCTOTHERM CORP. (100.0%)

10 Indel Avenue P.O. Box 157

Rancocas, New Jersey 08073, US

72 Inventor/es:

PRABHU, SATYEN, N. y

SHORTER, THOMAS W.

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 557 565 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

Horno eléctrico de inducción con sistema de detección de desgaste del revestimiento

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a hornos eléctricos de inducción y, en particular, a la detección de desgaste del revestimiento del horno en hornos de inducción.

Antecedentes de la invención

10 La FIG. 1 ilustra componentes de un horno eléctrico de inducción típico relevantes para el revestimiento refractario reemplazable usado en el horno. El revestimiento reemplazable 12 (mostrado punteado en la figura) consiste en un material con un alto punto de fusión que se usa para recubrir las paredes interiores del horno y formar el volumen interior del horno 14. Se coloca un metal u otro material eléctricamente conductor dentro del volumen 14 y se calienta y funde mediante inducción eléctrica. La bobina de inducción 16 rodea al menos una parte de la altura exterior del horno y una corriente alterna que circula a través de la bobina crea un flujo magnético que se acopla con el material colocado en el volumen 14 para calentar y fundir por inducción el material. La fundación del horno 18 se forma a partir de un material adecuado tal como ladrillos refractarios o bloques moldeados. La bobina 16 puede estar embebida en un material refractario (mortero) 20 aplicable con espátula que sirve como aislamiento térmico y material protector para la bobina. Un sistema típico detector de fugas a tierra del horno incluye cables de sonda 22a que sobresalen dentro del volumen fundido 14 a través de la parte inferior del revestimiento 12 tal como se ilustra por el extremo del cable 22a' que sobresale del interior del volumen fundido. Los cables 22a se conectan al conductor de tierra eléctrico 22b, que se conecta a una tierra (TIERRA) eléctrica del horno. Los cables 22a, u otras disposiciones usadas en un sistema detector de fugas a tierra del horno se pueden denominar en general en el presente documento como una sonda de tierra.

15 Cuando el horno se usa para fundiciones repetidas dentro del volumen 14, se consume gradualmente el revestimiento 12. El revestimiento 12 se repone en un proceso de nuevo revestimiento del horno después de un punto en la vida útil del horno. Aunque sea contrario a una operación segura del horno y no respete la recomendación del fabricante e instalador del refractario, un operador del horno puede decidir independientemente retrasar el nuevo revestimiento hasta que el revestimiento refractario 12 entre el metal fundido dentro del volumen del horno 14 y la bobina 16 se haya deteriorado hasta un estado en la que la bobina del horno 16 se dañe y requiera reparación, y/o la fundación 18 se haya dañado y requiera reparación. En dicho caso, el proceso de nuevo revestimiento del horno se convierte en más extenso.

20 La Patente de Estados Unidos N.º 7.090.801 desvela un dispositivo de supervisión para hornos de fusión que incluye un circuito cerrado que consiste en varias secciones de conductor con al menos una superficie parcialmente conductora y un dispositivo de medición/visualización. Una primera sección de conductor con forma de peine se conecta en serie través de una resistencia óhmica R a una segunda sección de conductor. La primera sección de conductor con forma de peine se monta sobre el revestimiento refractario y dispuesto directamente adyacente, y sin embargo eléctricamente aislado, desde la segunda sección de conductor.

25 La Patente de Estados Unidos N.º 6.148.018 desvela un horno de fusión por inducción que incluye un sistema de detección para detectar la penetración de metal dentro de la pared del horno dependiendo del flujo térmico detectado desde el corazón al horno. Un sistema de electrodos se interpone entre la bobina de inducción y un material plano deslizante que sirve como sustrato al revestimiento refractario. El sistema de electrodos comprende una cubierta detectora que aloja conductores que reciben una señal de prueba desde la fuente de alimentación, en el que la cubierta detectora incluye un aglomerante sensible a la temperatura que varía continuamente entre los conductores en respuesta a la penetración del calor a través del revestimiento.

30 La Patente de Estados Unidos N.º 5.319.671 desvela un dispositivo que tiene electrodos dispuestos sobre el revestimiento del horno. Los electrodos se dividen en dos grupos de diferente polaridad y están separados entre sí. Los grupos de electrodos se pueden conectar a un dispositivo que determina la resistencia eléctrica dependiente de la temperatura del revestimiento del horno. Al menos uno de los electrodos se dispone en una red de electrodos sobre un primer lado de una lámina cerámica. Tanto el primer lado de la lámina cerámica como el lado opuesto se disponen sobre el revestimiento del horno. La lámina en el primer caso tiene una conductividad térmica inferior y una conductividad eléctrica inferior que el material cerámico del revestimiento del horno, y en el segundo caso una conductividad térmica aproximadamente idéntica o más alta y una conductividad eléctrica aproximadamente idéntica o más alta.

35 La Patente de Estados Unidos N.º 1.922.029 desvela un apantallamiento que se inserta en el revestimiento del horno para formar un contacto de un circuito de control. El apantallamiento se realiza de una lámina metálica y se curva para formar un cilindro. Cuando se fuga metal fuera del interior del horno hace contacto con la pantalla, y el circuito de la señal se cierra.

40 La Patente de Estados Unidos N.º 1.823.873 desvela un apantallamiento a tierra que se sitúa dentro del revestimiento del horno y separado de la bobina de inducción. Se proporciona un conductor metálico superior de

forma sustancialmente anular abierta, y también un conductor metálico inferior similar también de forma anular abierta. Una pluralidad de tubos, conductos metálicos más pequeños se extiende entre los dos conductos más grandes y se aseguran al mismo de forma estanca a fluidos. Se proporciona una puesta a tierra que se conecta a la pantalla de protección.

- 5 Un objeto de la presente invención es proporcionar un horno eléctrico de inducción con un sistema de detección de desgaste del revestimiento que puede ayudar a evitar daños en la bobina del horno y/o daños en la fundación inferior debido a desgaste del revestimiento cuando se opera y mantiene apropiadamente el horno.

Breve resumen de la invención

10 En un aspecto, la presente invención es un aparato para, y un método de, proporcionar un sistema de detección de desgaste del revestimiento para un horno eléctrico de inducción.

15 En otro aspecto la presente invención es un horno eléctrico de inducción con un sistema de detección de desgaste del revestimiento. Un revestimiento de horno reemplazable tiene una superficie límite interior y una superficie límite exterior, formando la superficie límite interior el volumen interior del horno eléctrico de inducción en el que se puede depositar el material eléctricamente conductor para calentamiento y fusión por inducción. Al menos una bobina de inducción rodea la altura exterior del revestimiento reemplazable. Un circuito de puesta a tierra del horno tiene un primer extremo en una sonda, o sondas, de tierra que sobresalen dentro del volumen interior del horno eléctrico de inducción y un segundo extremo en una conexión a tierra eléctrica externa al horno de inducción eléctrico. Se embebe al menos una malla eléctricamente conductora en un refractario de compuesto de moldeo dispuesto entre la superficie límite exterior de la pared del revestimiento reemplazable y la bobina de inducción. Cada malla eléctricamente conductora forma un límite de malla eléctricamente discontinuo entre el refractario de compuesto de moldeo en el que está embebida y el revestimiento reemplazable. Una fuente de voltaje de corriente continua tiene un potencial eléctrico positivo conectado a la malla eléctricamente conductora, y un potencial eléctrico negativo conectado a la conexión eléctrica a tierra. Se forma un circuito de detección de desgaste del revestimiento desde el potencial eléctrico positivo conectado a la malla eléctricamente conductora al potencial eléctrico negativo conectado a la conexión a tierra eléctrica de modo que el nivel de fugas de corriente en corriente continua en el circuito de detección de desgaste del revestimiento cambia cuando se consume la pared del revestimiento reemplazable. Se puede conectar un detector a cada uno de los circuitos de detección de desgaste del revestimiento para cada malla eléctricamente conductora para detectar el cambio en el nivel de fugas de corriente en c.c. o alternativamente se puede conectar de modo conmutable un único detector a múltiples circuitos de detección de desgaste del revestimiento.

30 En otro aspecto la presente invención es un método de fabricación de un horno eléctrico de inducción con un sistema de detección de desgaste del revestimiento. Se sitúa una bobina de inducción devanada por encima de una fundación y se puede instalar un refractario alrededor de la bobina de inducción devanada para formar una bobina de inducción embebida en refractario. Se sitúa un molde para refractario de compuesto fluido dentro de la bobina de inducción devanada para proporcionar un volumen de refractario de compuesto fluido moldeado entre la pared exterior del molde de refractario de compuesto fluido y la pared interior de la bobina de inducción embebida en refractario. Se ajusta al menos una malla eléctricamente conductora alrededor de la pared exterior del molde para refractario de compuesto fluido. Se vierte un refractario de compuesto fluido moldeado dentro del volumen de refractario de compuesto fluido para embeber la al menos una malla eléctricamente conductora en el refractario de compuesto fluido moldeado para formar una malla en el refractario de compuesto de moldeo. El molde del refractario de compuesto fluido se retira, y el molde del revestimiento reemplazable se sitúa dentro del volumen de la malla embebida en el refractario de compuesto fluido para establecer un volumen de pared del revestimiento reemplazable entre la pared exterior del molde del revestimiento reemplazable y la pared interior de la malla embebida en el refractario de compuesto de moldeo, y un volumen inferior del revestimiento reemplazable por encima de la fundación. Se suministra un revestimiento refractario reemplazable dentro del volumen de la pared del revestimiento reemplazable y del volumen inferior del revestimiento reemplazable, y el molde del revestimiento reemplazable se retira.

45 En otro aspecto, la invención es un horno eléctrico de calentamiento o fusión por inducción con un sistema de detección de desgaste del revestimiento que puede detectar el desgaste del revestimiento del horno cuando el horno es apropiadamente operado y mantenido.

50 Estos y otros aspectos de la invención se exponen en la especificación y en las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

Las figuras, en conjunto con la especificación y reivindicaciones, ilustran uno o más modos no limitativos de poner en práctica la invención. La invención no está limitada a la disposición ilustrada ni al contenido de los dibujos.

55 La FIG. 1 es un diagrama en sección transversal simplificado de un ejemplo de un horno eléctrico de inducción.

La FIG. 2 es un diagrama en sección transversal de un ejemplo de un horno eléctrico de inducción con un sistema de detección de desgaste del revestimiento de la presente invención.

La FIG. 3(a) ilustra en una vista en planta plana un ejemplo de una malla eléctricamente conductora, un circuito de detección de desgaste del revestimiento, y un circuito de control y/o indicación (detector) usado en el horno eléctrico de inducción mostrado en la FIG. 2.

5 La FIG. 3(b) ilustra una vista en planta superior de la malla eléctricamente conductora mostrada en la FIG. 3(a) en la forma tal como se dispone alrededor de la circunferencia del horno eléctrico de inducción mostrada en la FIG. 2.

La FIG. 4 es un diagrama en sección transversal de otro ejemplo de un horno eléctrico de inducción con un sistema de detección de desgaste del revestimiento de la presente invención que incluye una malla del fondo eléctricamente conductora.

10 La FIG. 5 ilustra una vista en planta superior de una malla del fondo eléctricamente conductora, el circuito de detección de desgaste del revestimiento del fondo, y un circuito de control y/o indicación (detector) usado para la detección de desgaste del revestimiento del fondo en un ejemplo de la presente invención.

La FIG. 6(a) a la FIG. 6(f) ilustran la fabricación de un ejemplo de un horno eléctrico de inducción con un sistema de detección de desgaste del revestimiento de la presente invención.

15 La FIG. 7 es un detalle de un ejemplo de una malla eléctricamente conductora embebida en un refractario de compuesto fluido moldeado usado en un horno eléctrico de inducción con un sistema de detección de desgaste del revestimiento de la presente invención.

La FIG. 8 es un diagrama en sección transversal de otro ejemplo de un horno eléctrico de inducción con un sistema de detección de desgaste del revestimiento de la presente invención.

20 La FIG. 9(a) a la FIG. 9(d) ilustran disposiciones alternativas de mallas eléctricamente conductoras, circuitos y detectores de detección de desgaste del revestimiento usados en el horno eléctrico de inducción con un sistema de detección de desgaste del revestimiento de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

Se muestra en la FIG. 2 un ejemplo de un horno eléctrico de inducción 10 con un sistema de detección de desgaste del revestimiento de la presente invención. Se dispone un refractario de compuesto fluido moldeado 24 entre la bobina 16 y el revestimiento de horno reemplazable 12. En este ejemplo de la invención, la malla eléctricamente conductora 26 (por ejemplo, una malla de acero inoxidable), se embebe dentro de los límites interiores del refractario de compuesto de moldeo 24 que está adyacente al límite exterior del revestimiento 12. Un ejemplo no limitativo de una malla adecuada se forma a partir de un tejido de hilo soldado de acero inoxidable de tipo 304 con un tamaño de malla de 4 x 4; diámetro del cable entre 0,7112-0,8128 mm (0,028-0,032 pulgadas); y un ancho de la abertura de 5,6388-5,5372 mm (0,222-0,218 pulgadas). Tal como se muestra en la FIG. 3(a) y en la FIG. 3(b), para este ejemplo de la invención, la malla 26 forma un límite de malla cilíndrico discontinuo entre el refractario de compuesto de moldeo 24 y el revestimiento 12 desde la parte alta (26ALTO) al fondo (26FONDO) del límite exterior del revestimiento. Un lado vertical 26a de la malla 26 se conecta adecuadamente a un potencial eléctrico positivo que se puede establecer mediante una fuente de voltaje adecuada, tal como una fuente de voltaje V_{cc} de corriente continua (c.c.) que tiene su otro terminal conectado a la tierra eléctrica (TIERRA) del horno. Se forma un circuito de detección de desgaste del revestimiento entre el potencial eléctrico positivo conectado a la malla eléctricamente conductora y el potencial eléctrico negativo conectado a la puesta a tierra eléctrica del horno. La discontinuidad vertical 26c (a lo largo de la altura del revestimiento en este ejemplo) en la malla 26 se dimensiona para impedir cortocircuitos entre los lados verticales opuestos 26a y 26b de la malla 26. Alternativamente la malla puede fabricarse de una forma tal que la malla esté eléctricamente aislada de sí misma; por ejemplo, se puede proporcionar una capa de aislamiento eléctrico entre dos extremos solapados (lados 26a y 26b en este ejemplo) de la malla. Tal como se muestra en la FIG. 3(a) el circuito de la fuente de voltaje se puede conectar a circuitos de control y/o indicación a través de elementos de circuito adecuados tales como un transformador de corriente. Los circuitos de control y/o indicación se denominan colectivamente como un detector. Cuando se consume el revestimiento 12 gradualmente durante la vida útil del horno, se elevará la corriente de fugas en c.c., lo que se puede detectar en los circuitos de control/indicación. Para un diseño de horno particular, se puede establecer un punto de consigna del nivel de elevación de la corriente de fugas para indicación de la sustitución del revestimiento cuando el horno es apropiadamente operado y mantenido.

En algunos ejemplos de la invención, se puede proporcionar un sistema de detección de desgaste del revestimiento del fondo tal como se muestra, por ejemplo en la FIG. 4, además del sistema de detección de desgaste del revestimiento de la pared mostrada la FIG. 2. En la FIG. 4 se dispone una malla del fondo 30 eléctricamente conductora dentro del refractario de compuesto fluido moldeado 28 con la malla del fondo 30 adyacente al límite inferior del revestimiento 12 en el fondo del horno. Como se muestra en la FIG. 5 en este ejemplo de la invención, la malla del fondo 30 forma un límite de malla circular discontinuo entre el refractario de compuesto fluido moldeado 28 inferior y la parte inferior del revestimiento 12. Un lado radial discontinuo 30a de la malla del fondo 30 se conecta adecuadamente a un potencial eléctrico positivo establecido mediante una fuente de voltaje adecuada V'_{cc} que tiene su otro terminal conectado a la puesta a tierra eléctrica (TIERRA) del horno. Se forma un circuito de detección de desgaste del revestimiento del fondo entre el potencial eléctrico positivo conectado a la malla del fondo

eléctricamente conductora y el potencial eléctrico negativo conectado a la puesta a tierra eléctrica del horno. La discontinuidad radial 30c en la malla 30 se dimensiona para impedir cortocircuitos entre lados radiales opuestos 30a y 30b de la malla 30. Alternativamente la malla se puede fabricar en una forma de modo tal que la malla esté eléctricamente aislada de sí misma; por ejemplo, se puede proporcionar una capa de aislamiento eléctrico entre dos extremos solapados (lados radiales 30a y 30b en este ejemplo) de la malla. Tal como se muestra en la FIG. 5, el circuito de detección de desgaste del revestimiento del fondo se puede conectar a circuitos de control y/o indicación de desgaste del revestimiento del fondo, que se denominan colectivamente como un detector. Cuando el fondo del revestimiento 12 se consume gradualmente durante la vida útil del horno, se elevará la corriente de fugas en c.c., lo que puede detectarse en los circuitos de control y/o indicación de desgaste del revestimiento del fondo. Para un diseño del horno particular, se puede establecer un punto de consigna del nivel de elevación de la corriente de fugas para indicación de la sustitución del revestimiento, en base al desgaste del revestimiento del fondo, cuando el horno es apropiadamente operado y mantenido.

Las disposiciones particulares de las mallas de pared lateral y fondo discontinuas mostradas en las figuras son un ejemplo de disposiciones de malla discontinuas de la presente invención. La finalidad de la discontinuidad es impedir el calentamiento por corrientes parásitas de la malla por el acoplamiento inductivo con el flujo magnético generado cuando circula corriente alterna a través de la bobina de inducción 16 cuando se conecta la bobina a una fuente de alimentación de corriente alterna adecuada durante la operación del horno. Por lo tanto otras disposiciones de las mallas de pared lateral y fondo están dentro del alcance de la invención siempre que la disposición de la malla impida dicho calentamiento inductivo de la malla. De modo similar la disposición de la conexión o conexiones eléctricas de la malla del circuito de detección de desgaste del revestimiento, y los circuitos de control y/o indicación pueden variar dependiendo del diseño de horno particular.

En algunos ejemplos de la invención la malla de pared embebida en refractario 26 puede extenderse en toda la altura vertical del revestimiento 12, esto es, desde el fondo (12_{FONDO}) del revestimiento del horno al tope superior (12_{ALTO}) del revestimiento del horno que está por encima de la línea de fusión 25 de diseño nominal para un horno particular tal como se muestra, por ejemplo, en la FIG. 8.

En otras aplicaciones, la malla de pared 26 puede proporcionarse en una o más regiones discretas seleccionadas a lo largo de la altura vertical del revestimiento 12. Por ejemplo en la FIG. 9(a) y la FIG. 9(b) la malla de pared comprende dos mallas eléctricamente conductoras verticales 36a y 36b que están eléctricamente aisladas entre sí y conectadas a circuitos de detección de desgaste del revestimiento separados de modo que se puede diagnosticar que el desgaste del revestimiento está en cualquiera de una de las mitades del revestimiento del horno. En este ejemplo hay dos discontinuidades eléctricas 38a (formadas entre los lados verticales 37a y 37d) y 38b (formadas entre lados verticales 37b y 37c) a lo largo de la altura vertical de las dos mallas 36a y 36b. Adicionalmente se puede proporcionar cualquier multiplicidad de regiones de mallas de pared separadas, orientadas verticalmente y eléctricamente aisladas a lo largo de la altura vertical del revestimiento 12 estando conectada cada región de malla de pared separada a un circuito de detección de desgaste del revestimiento separado de modo que el desgaste del revestimiento se pueda localizar en una de las regiones de la malla de pared. Alternativamente, tal como se muestra en la FIG. 9(c), múltiples mallas eléctricamente conductoras 46a a 46d pueden orientarse horizontalmente conectando cada malla eléctricamente aislada a un circuito de detección de desgaste del revestimiento y a circuitos de control y/o indicación (D) separados de modo que se pueda localizar el desgaste del revestimiento en una de las regiones de la malla aisladas. Más generalmente, como se muestra en la FIG. 9(d) pueden disponerse múltiples mallas eléctricamente conductoras 56a a 56p en matriz alrededor de la altura de la pared del revestimiento reemplazable estando cada malla eléctricamente conductora conectada a un circuito de detección de desgaste del revestimiento, y circuitos de control y/o indicación separados (no mostrados en la figura) de modo que el desgaste del revestimiento pueda localizarse en una de las regiones de malla aisladas que se pueden definir mediante un sistema de coordenadas bidimensional X-Y alrededor de la circunferencia de la pared del revestimiento reemplazable, definiendo la coordenada X una posición alrededor de la circunferencia del revestimiento y definiendo la coordenada Y una posición a lo largo de la altura del revestimiento.

En una forma similar la malla del fondo 30 puede cubrir menos que el fondo completo del revestimiento reemplazable 12 en algunos ejemplos de la invención, o comprender un número de mallas del fondo eléctricamente aisladas conectando cada una de las mallas del fondo eléctricamente aisladas a circuitos de detección de desgaste del revestimiento separados de modo que se pueda localizar el desgaste del revestimiento en una de las regiones de la malla del fondo.

Alternativamente a un detector separado (circuitos de control y/o indicación) usados con cada circuito de detección de desgaste del revestimiento en los ejemplos anteriores, se puede conectar de modo conmutable un único detector a los circuitos de detección de desgaste del revestimiento asociados con las dos o más mallas eléctricamente aisladas en todos los ejemplos de la invención.

Aunque las figuras ilustran sistemas de detección de desgaste del revestimiento de pared y del fondo separados, en algunos ejemplos de la invención, se puede proporcionar un sistema de detección de desgaste del revestimiento de pared y fondo combinados o bien mediante (1) proporcionar una malla embebida lateral y del fondo continua con un refractario de compuesto fluido moldeado integralmente con un único circuito y detector de detección de desgaste del revestimiento o (2) proporcionar mallas embebidas lateral y del fondo separadas en un refractario de compuesto

fluido moldeado con un circuito y detector de detección de desgaste del revestimiento común.

La FIG. 6(a) a la FIG. 6(f) ilustran un ejemplo de fabricación de un horno eléctrico de inducción con un sistema de detección de desgaste del revestimiento de la presente invención. La bobina de inducción 16 se puede fabricar (típicamente devanar) y situar sobre la fundación adecuada 18. Tal como se muestra en la FIG. 6(a) el material (mortero) refractario 20 aplicable con espátula se puede instalar alrededor de la bobina como en la técnica anterior. Un material refractario 20 propietario adecuado aplicable con espátula es el INDUCTOCOAT™ 35AF (disponible en Inductotherm Corp., Rancocas, Nueva Jersey). Si se usa un sistema de detección de desgaste del revestimiento del fondo, la malla del fondo 30 se puede ajustar en la parte superior de la fundación 18 y embeberse en el refractario de compuesto fluido moldeado 28 mediante el vertido del refractario de compuesto fluido moldeado alrededor de la malla del fondo 30 de modo que la malla quede embebida dentro del refractario después de que fragüe tal como se muestra en la FIG. 6(b). Alternativamente la malla del fondo se puede moldear en un refractario de compuesto fluido moldeado en un molde separado y a continuación la malla del fondo embebida en refractario moldeado puede instalarse en la parte inferior del horno después de que fragüe el refractario de compuesto fluido moldeado.

Un molde 90 temporal adecuado de refractario de compuesto fluido moldeado (o moldes que forman un encofrado) por ejemplo, con la forma de un cilindro recto abierto, se sitúa dentro del volumen formado por la bobina 16 y el material refractario 20 para formar un volumen anular de refractario de compuesto fluido moldeado entre el material refractario 20 y el perímetro de la pared exterior del molde tal como se muestra en la FIG. 6(c). La malla 26 se encaja alrededor del perímetro exterior del molde temporal 90 y el refractario de compuesto fluido moldeado 24, tal como INDUCTOCOAT™ 35AF-FLOW (disponible en Inductotherm Corp., Rancocas, Nueva Jersey), se puede verter dentro del volumen anular de refractario de compuesto fluido moldeado para fraguar y formar un refractario de compuesto de moldeo 24 endurecido tal como se muestra en la FIG. 6(d). Se pueden usar compactadores de vibración para liberar el aire atrapado y el exceso de agua del refractario de compuesto fluido moldeado de modo que el refractario se asiente firmemente en su lugar en el encofrado antes del fraguado. La malla 26 está al menos parcialmente embebida en el refractario de compuesto fluido moldeado 24 cuando se fragua en el interior del volumen anular refractario de compuesto fluido moldeado. En otros ejemplos de la invención la malla 26 puede embeberse en cualquier lado dentro del grosor, t , del refractario de compuesto fluido moldeado 24. Por ejemplo tal como se muestra en la FIG. 7, la malla 26 está desplazada en una distancia, t_1 , desde el perímetro de la pared interior de refractario de compuesto fluido moldeado 24. El embebido desplazado se puede conseguir mediante la instalación de separadores adecuados alrededor del perímetro exterior del molde 90 y a continuación encajar la malla 26 alrededor de los separadores antes de verter el refractario de compuesto fluido moldeado. En el sentido más amplio tal como se usa en el presente documento, la terminología de malla "embebida" en un refractario de compuesto fluido moldeado significa que la malla está o bien fija dentro del refractario; en un límite superficial de refractario, o suficientemente, pero no completamente, embebida en un límite superficial de refractario de modo que la malla queda retenida en su lugar en el refractario después de que fragüe el refractario.

Después de que fragüe el refractario de compuesto fluido moldeado 24, el molde temporal 90 se retira, y el molde del revestimiento reemplazable 92 que se conforma para adaptarse a la pared del límite y al fondo del volumen interior 14 del horno se puede situar dentro del volumen formado por el refractario de compuesto fluido moldeado 24 fraguado (con la malla 26 embebida) para formar un volumen anular del revestimiento reemplazable entre el refractario de compuesto fluido moldeado 24 fraguado y el perímetro de la pared exterior del molde del revestimiento 92 tal como se muestra en la FIG. 6(e). Se puede suministrar entonces un refractario en polvo convencional dentro del volumen del revestimiento de acuerdo con procedimientos convencionales. Si el molde del revestimiento 92 se forma a partir de un material de moldeo eléctricamente conductor, el molde del revestimiento 92 se puede calentar y fundir en su sitio de acuerdo con procedimientos convencionales para sinterizar la capa de refractario del revestimiento que forma el límite del volumen 14 del horno. Alternativamente el molde del revestimiento se puede retirar y el sinterizado de la capa de refractario del revestimiento puede llevarse a cabo mediante aplicación directa de calor.

Se realiza una distinción entre el refractario del revestimiento reemplazable, que es típicamente un refractario en polvo y el refractario de compuesto fluido moldeado en el que la malla eléctricamente conductora se embebe. El refractario de compuesto fluido moldeado se usa de modo que la malla eléctricamente conductora se pueda embeber en el refractario. El refractario de compuesto fluido moldeado también se denomina en el presente documento como refractario de compuesto de moldeo y refractario de compuesto fluido.

La FIG. 6(f) ilustra un horno eléctrico de inducción con un ejemplo de un sistema de detección de desgaste del revestimiento de la presente invención con la adición de hilos de sonda 22a del sistema típico del detector de fugas a tierra del horno y un conductor de puesta a tierra eléctrica 22b que se conecta a una tierra eléctrica (TIERRA) del horno.

El proceso de fabricación descrito anteriormente y tal como se muestra desde la FIG. 6(a) a la FIG. 6(f) ilustra un ejemplo de las etapas de fabricación de ejemplo de la presente invención. Pueden requerirse etapas de fabricación convencionales adicionales para completar la construcción del horno.

En ejemplos alternativos de la invención en lugar del uso de un refractario (mortero) aplicable con espátula separado alrededor de la bobina 16, el refractario de compuesto fluido moldeado 24 puede extenderse a, y alrededor de, la

bobina 16.

5 El horno de inducción de la presente invención puede ser de cualquier tipo, por ejemplo, horno eléctrico de inducción de vertido inferior, vertido de inclinación superior, vertido por presión, o de empuje, operando en un entorno atmosférico o controlado tal como gas inerte o vacío. Aunque el horno de inducción mostrado en las figuras tiene una sección transversal interior circular, pueden utilizar también la presente invención hornos con otras formas de sección transversal, tal como la cuadrada. Aunque se muestra una única bobina de inducción en el dibujo para el horno eléctrico de inducción de la presente invención, la expresión "bobina de inducción" tal como se usa en el presente documento incluye también una pluralidad de bobinas de inducción tanto con conexiones eléctricas individuales como con bobinas de inducción eléctricamente interconectadas.

10 El sistema de detección de desgaste del revestimiento de la presente invención puede utilizarse también en cucharas de fundición revestidas con refractario portátiles usadas para transferir metales fundidos entre localizaciones y lavaderos revestidos con refractarios fijos.

15 Los ejemplos de la invención incluyen referencias a componentes eléctricos específicos. Un experto en la técnica puede poner en práctica la invención mediante la sustitución de componentes que no sean necesariamente del mismo tipo pero que crearán las condiciones deseadas o llevarán a cabo los resultados deseados de la invención. Por ejemplo, componentes únicos pueden sustituirse por múltiples componentes o viceversa.

REIVINDICACIONES

1. Un horno eléctrico de inducción (10) con un sistema de detección de desgaste del revestimiento que comprende:

5 un revestimiento reemplazable (12) que tiene una superficie límite interior y una superficie límite exterior, formando la superficie límite interior del revestimiento reemplazable un volumen interior (14) del horno eléctrico de inducción (10);

una bobina de inducción (16) que rodea al menos parcialmente la altura exterior del revestimiento reemplazable (12);

10 un circuito de puesta a tierra del horno que tiene en un primer extremo del circuito (22a') una sonda de puesta a tierra (22a) que sobresale dentro de el volumen interior (14) del horno eléctrico de inducción (10) y un segundo extremo del circuito que termina en una conexión de puesta a tierra eléctrica (TIERRA) externa del horno eléctrico de inducción (10);

caracterizado por:

15 al menos una malla eléctricamente conductora (26) embebida en un refractario de compuesto de moldeo (24) dispuesto entre la superficie límite exterior de la pared del revestimiento reemplazable (12) y la bobina de inducción (16), formando la al menos una malla eléctricamente conductora (26) un límite de malla eléctricamente discontinua entre el refractario de compuesto de moldeo (24) en el que está embebida la al menos una malla eléctricamente conductora (26) y el revestimiento reemplazable (12); y

20 una fuente de voltaje de corriente continua (V_{cc}) que tiene un potencial eléctrico positivo conectado a una de las al menos una malla eléctricamente conductora (26), y un potencial eléctrico negativo conectado a la conexión de puesta a tierra eléctrica (TIERRA), un circuito de detección de desgaste del revestimiento formado entre el potencial eléctrico positivo conectado a la una de las al menos una malla eléctricamente conductora (26), y el potencial eléctrico negativo conectado a la conexión de puesta a tierra eléctrica (TIERRA), con lo que el nivel de la corriente de fugas en c.c. en el circuito de detección de desgaste del revestimiento cambia cuando se consume la pared del revestimiento reemplazable (12).

25 2. Un horno eléctrico de inducción (10) con el sistema de detección de desgaste del revestimiento de acuerdo con la reivindicación 1, que incluye al menos un detector conectado al circuito de detección de desgaste del revestimiento para cada una de las al menos una malla eléctricamente conductora (26) para la detección del cambio en el nivel de la corriente de fugas en c.c.

30 3. Un horno eléctrico de inducción (10) con el sistema de detección de desgaste del revestimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que la al menos una malla eléctricamente conductora comprende una malla eléctricamente conductora (26) conformada cilíndricamente que rodea la altura del revestimiento reemplazable, teniendo alternativamente la malla eléctricamente conductora conformada cilíndricamente un hueco vertical (26c) entre extremos verticales opuestos (26a, 26b), o extremos verticales opuestos solapados separados por un aislamiento eléctrico.

35 4. Un horno eléctrico de inducción (10) con el sistema de detección de desgaste del revestimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la al menos una malla eléctricamente conductora comprende una matriz de mallas eléctricamente conductoras que rodean la altura del revestimiento reemplazable, estando eléctricamente aisladas entre sí cada una de la matriz de mallas eléctricamente conductoras.

40 5. Un horno eléctrico de inducción (10) con el sistema de detección de desgaste del revestimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en el que el al menos un detector comprende alternativamente un detector separado para cada uno de los circuitos de detección de desgaste del revestimiento para cada una de las al menos una malla eléctricamente conductora (36a, 36b; 46a-46d; 56a-56p) o un detector único para todos los circuitos de detección de desgaste del revestimiento (36a, 36b; 46a-46d; 56a-56p) para cada una de las al menos una malla eléctricamente conductora y un dispositivo de conmutación para la conexión de modo conmutable del detector único entre todos los circuitos de detección de desgaste del revestimiento.

45 6. Un horno eléctrico de inducción (10) con el sistema de detección de desgaste del revestimiento de acuerdo con la reivindicación 1, que incluye:

50 al menos una malla del fondo eléctricamente conductora (30) embebida en un refractario de compuesto de moldeo del fondo (28) dispuesto por debajo de la superficie del límite exterior del fondo del revestimiento reemplazable (12), formando la al menos una malla del fondo eléctricamente conductora (30) un límite de malla eléctricamente discontinuo por debajo del refractario de compuesto de moldeo del fondo (28) en el que está embebida la al menos una malla del fondo eléctricamente conductora (30); y

una fuente de voltaje en corriente continua del desgaste del revestimiento del fondo (V'_{cc}) que tiene un potencial eléctrico positivo de desgaste del revestimiento del fondo conectado a una de las al menos una malla del fondo

- eléctricamente conductora (30) y un potencial eléctrico negativo de desgaste del revestimiento del fondo conectado a la conexión de puesta a tierra eléctrica (TIERRA), un circuito de detección de desgaste del revestimiento del fondo formado entre el potencial eléctrico positivo de desgaste del revestimiento del fondo conectado a una de las al menos una malla eléctricamente conductora, y un potencial eléctrico negativo de
- 5 desgaste del revestimiento del fondo conectado a la conexión de puesta a tierra eléctrica (TIERRA), con lo que el nivel de una corriente de fugas en c.c. del revestimiento del fondo en el circuito de detección de desgaste del revestimiento del fondo cambia cuando se consume el revestimiento reemplazable (12) del fondo.
7. Un horno eléctrico de inducción (10) con el sistema de detección de desgaste del revestimiento de acuerdo con la reivindicación 6, que incluye al menos un detector de desgaste del revestimiento del fondo conectado al circuito de
- 10 detección de desgaste del revestimiento del fondo para cada una de las al menos una malla eléctricamente conductora (30) que detecta el cambio en el nivel de la corriente de fugas en c.c. del revestimiento del fondo.
8. Un horno eléctrico de inducción (10) con el sistema de detección de desgaste del revestimiento de acuerdo con la reivindicación 6, en el que la al menos una malla de fondo eléctricamente conductora (30) comprende una malla conductora eléctricamente circular que tiene un hueco radial (30c) entre extremos radiales opuestos.
- 15 9. Un horno eléctrico de inducción (10) con el sistema de detección de desgaste del revestimiento de acuerdo con la reivindicación 6, en el que la al menos una malla de fondo eléctricamente conductora comprende una matriz de mallas de fondo eléctricamente conductoras, aisladas eléctricamente entre sí cada una de la matriz de mallas de fondo eléctricamente conductoras.
- 20 10. Un horno eléctrico de inducción (10) con el sistema de detección de desgaste del revestimiento de acuerdo con la reivindicación 6 o 7, en el que el al menos un detector de desgaste del revestimiento del fondo comprende alternativamente un detector de desgaste del revestimiento del fondo separado para cada uno de los circuitos de detección de desgaste del revestimiento del fondo para cada una de las al menos una malla del fondo eléctricamente conductora, o un único detector de desgaste del revestimiento del fondo para todos los circuitos de
- 25 detección de desgaste del revestimiento del fondo para cada una de las al menos una malla del fondo eléctricamente conductora y un dispositivo de conmutación para la conexión de modo conmutable del único detector de desgaste del revestimiento del fondo entre todos los circuitos de detección de desgaste del revestimiento del fondo.
11. Un método de fabricación de un horno eléctrico de inducción (10) con un sistema de detección de desgaste del revestimiento, comprendiendo el método las etapas de:
- 30 la colocación de una bobina de inducción devanada (16) por encima de una fundación (18);
- la instalación de un refractario (20) alrededor de la bobina de inducción devanada (16) para formar una bobina de inducción embebida en refractario;
- la colocación de un molde refractario de compuesto fluido (90) dentro de la bobina de inducción devanada para proporcionar un volumen de refractario de compuesto fluido moldeado entre la pared exterior del molde de
- 35 refractario de compuesto fluido y la pared interior de la bobina de inducción embebida en refractario;
- caracterizado por:
- el encaje de al menos una malla eléctricamente conductora (26) alrededor de la pared exterior del molde de refractario de compuesto fluido;
- 40 el vertido de un refractario de compuesto fluido moldeado (24) dentro del volumen de refractario de compuesto fluido moldeado para embeber la al menos una malla eléctricamente conductora (26) en el refractario de compuesto fluido moldeado para formar un refractario de compuesto de moldeo de la malla embebida;
- la retirada del molde de refractario de compuesto fluido (92);
- la colocación de un molde de revestimiento reemplazable (92) dentro del volumen del refractario de compuesto de moldeo de la malla embebida (24) para formar un volumen de pared de revestimiento reemplazable entre la
- 45 pared exterior del molde de revestimiento reemplazable (92) y la pared interior del refractario de compuesto de moldeo de la malla embebida (24), y un volumen de fondo del revestimiento reemplazable por encima de la fundación;
- el suministro de un refractario del revestimiento reemplazable (12) dentro del volumen de la pared del revestimiento reemplazable y del volumen del fondo del revestimiento reemplazable;
- 50 la colocación de una sonda de puesta a tierra (22a) en el refractario del revestimiento reemplazable (12), sobresaliendo la sonda de puesta a tierra (22a) dentro del volumen interior (14) del horno eléctrico de inducción (10) para formar un circuito de puesta a tierra del horno que tiene un primer extremo del circuito (22a') y un segundo extremo del circuito que termina en una conexión de puesta a tierra eléctrica (TIERRA) externa para el horno eléctrico de inducción (10);

la instalación de un circuito de detección de desgaste del revestimiento a partir de cada una de las al menos una malla eléctricamente conductora hasta la conexión de puesta a tierra eléctrica (TIERRA); y

la retirada del molde del revestimiento reemplazable (92).

5 12. Un método de acuerdo con la reivindicación 11, que incluye la etapa de encaje de al menos una malla eléctricamente conductora (30) embebida en el refractario de compuesto fluido moldeado (28) por encima de la fundación (18) y por debajo del volumen de fondo del revestimiento reemplazable.

13. Un método de acuerdo con la reivindicación 12, que incluye la etapa de instalación de al menos un detector para todos los circuitos de detección de desgaste del revestimiento.

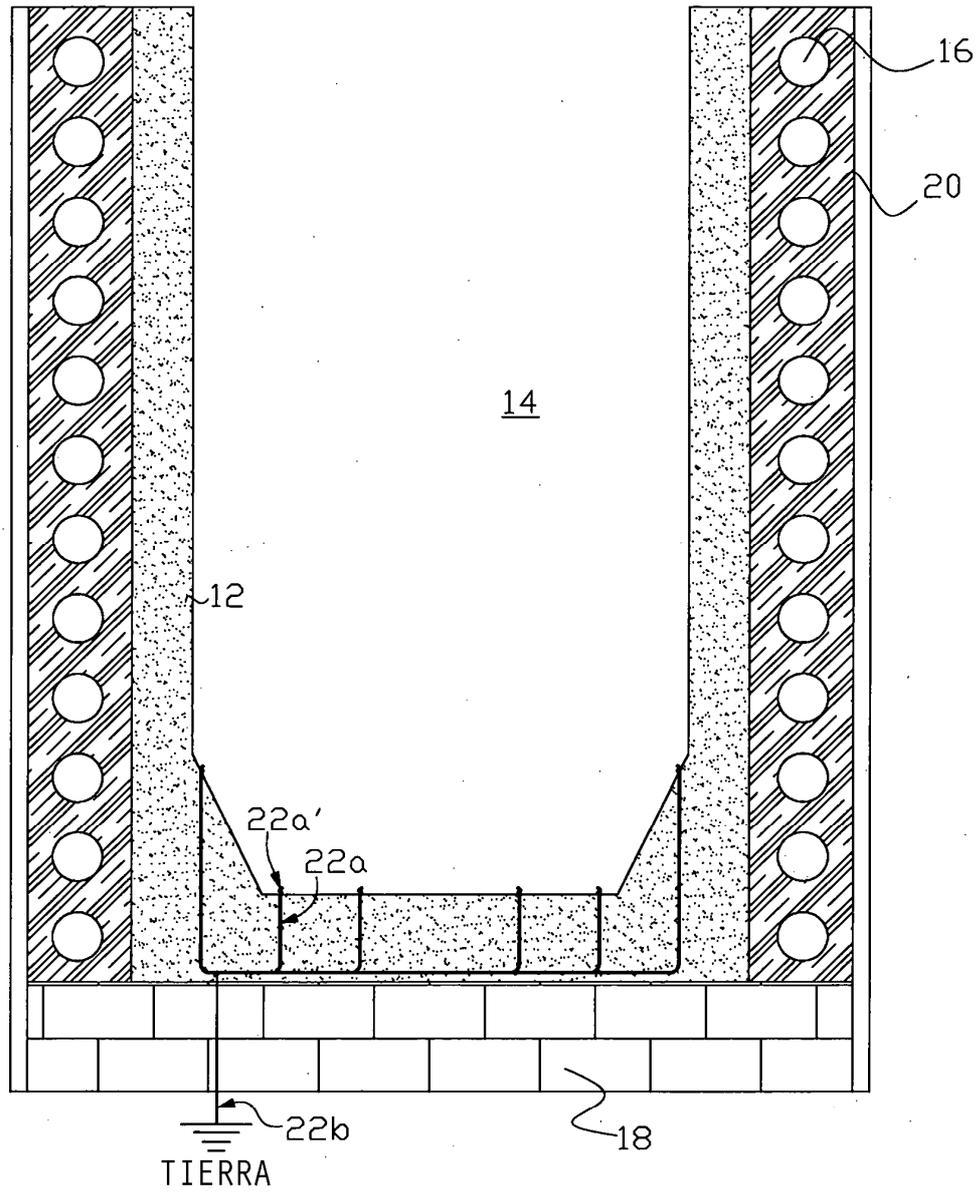


FIG. 1
TÉCNICA ANTERIOR

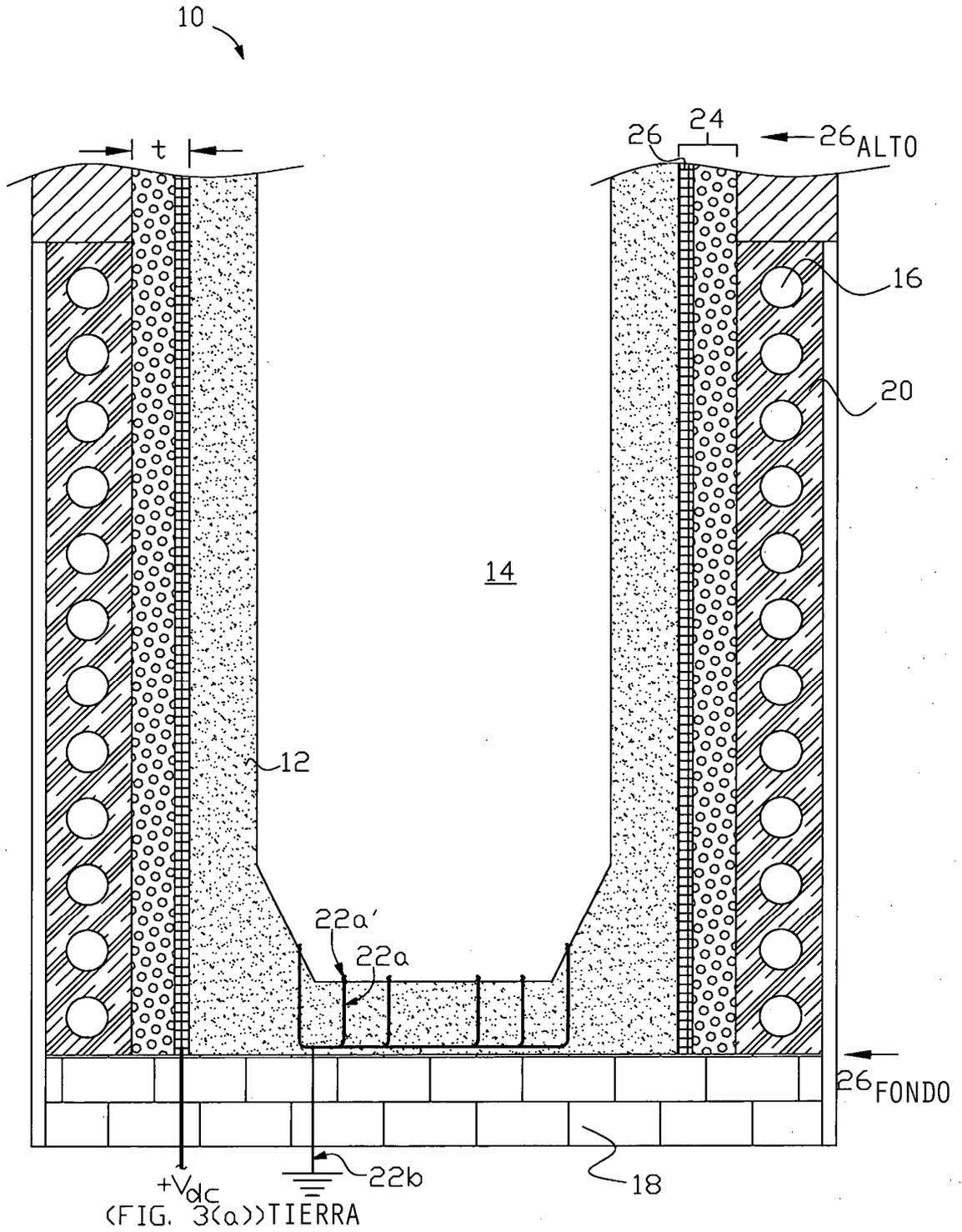


FIG. 2

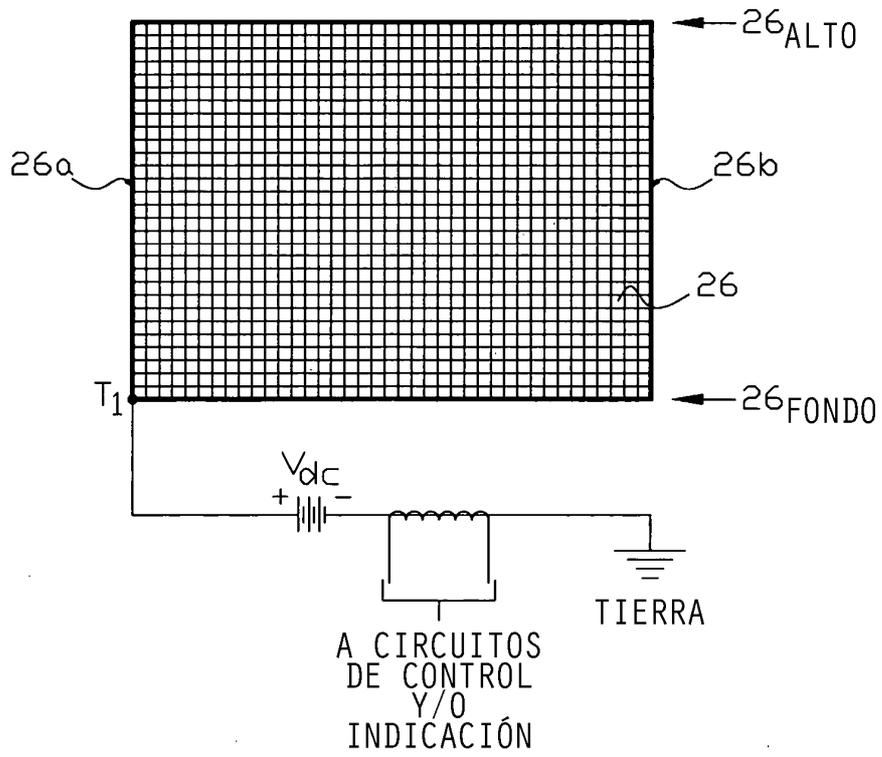


FIG. 3(a)

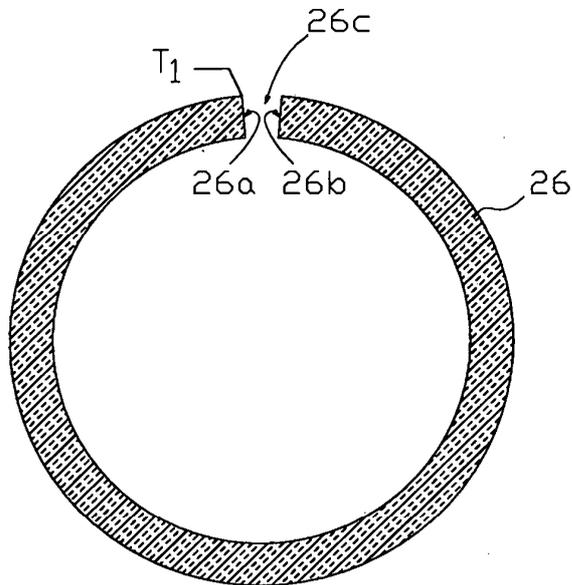
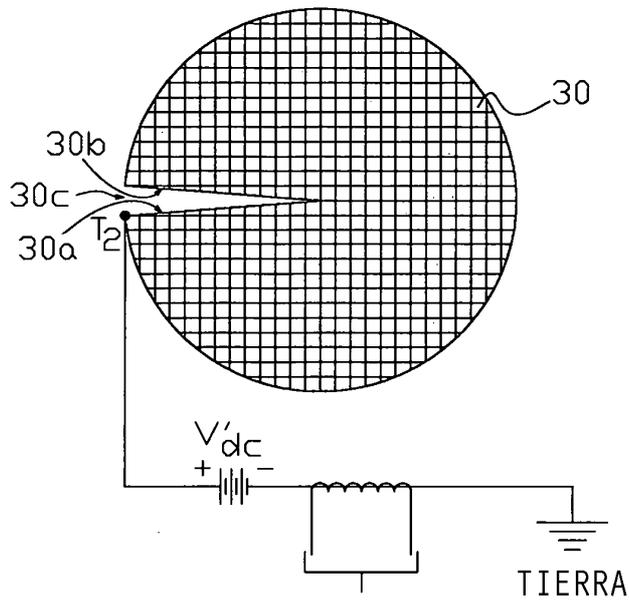


FIG. 3(b)



A CIRCUITOS
DE CONTROL Y/O
INDICACION PARA
SUPERVISION DEL
REVESTIMIENTO DEL FONDO

FIG. 5

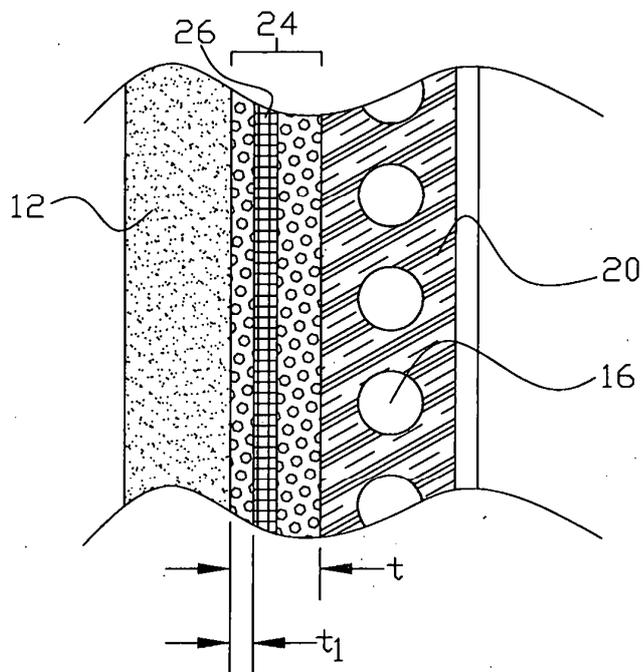


FIG. 7

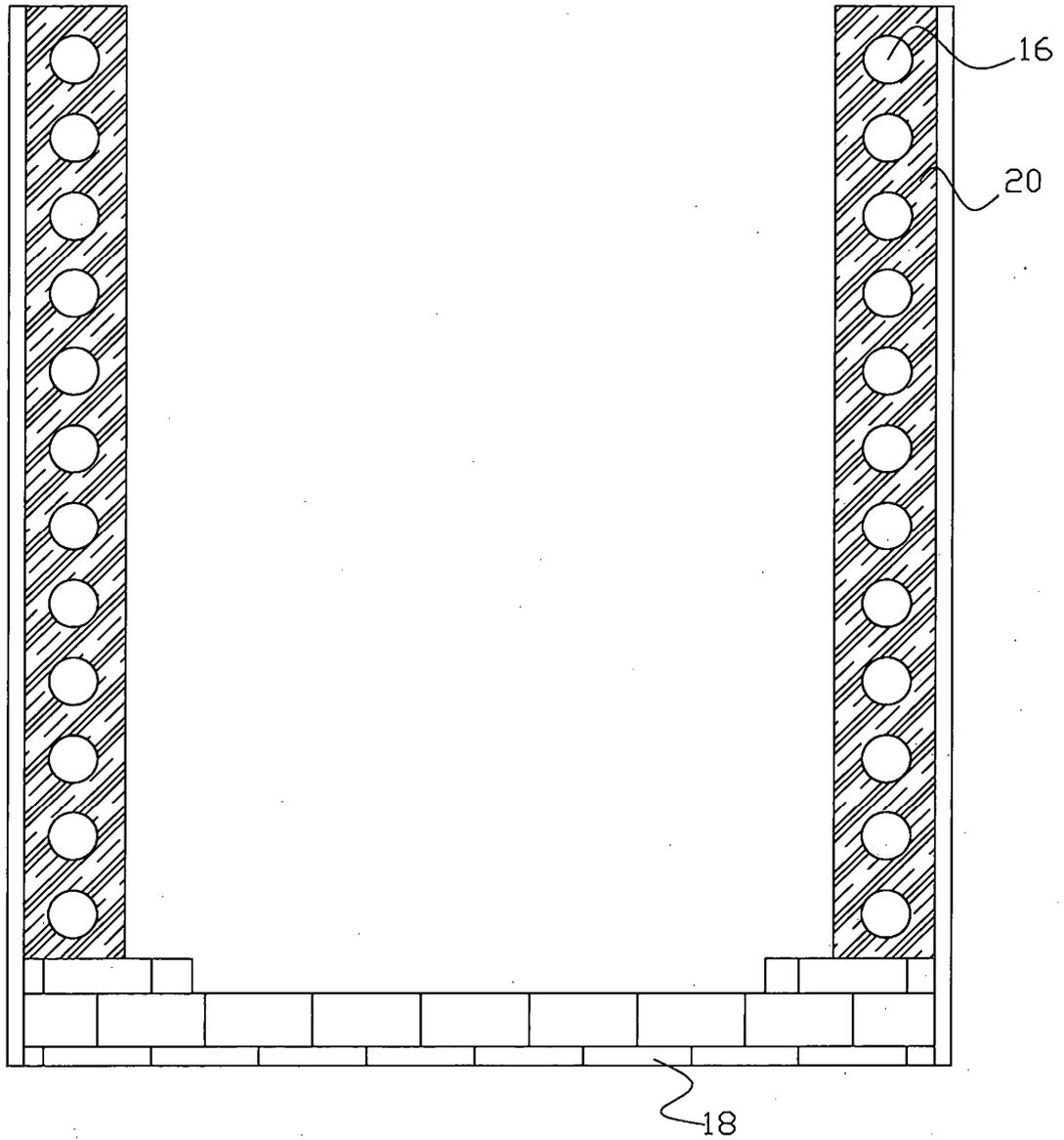


FIG. 6(a)

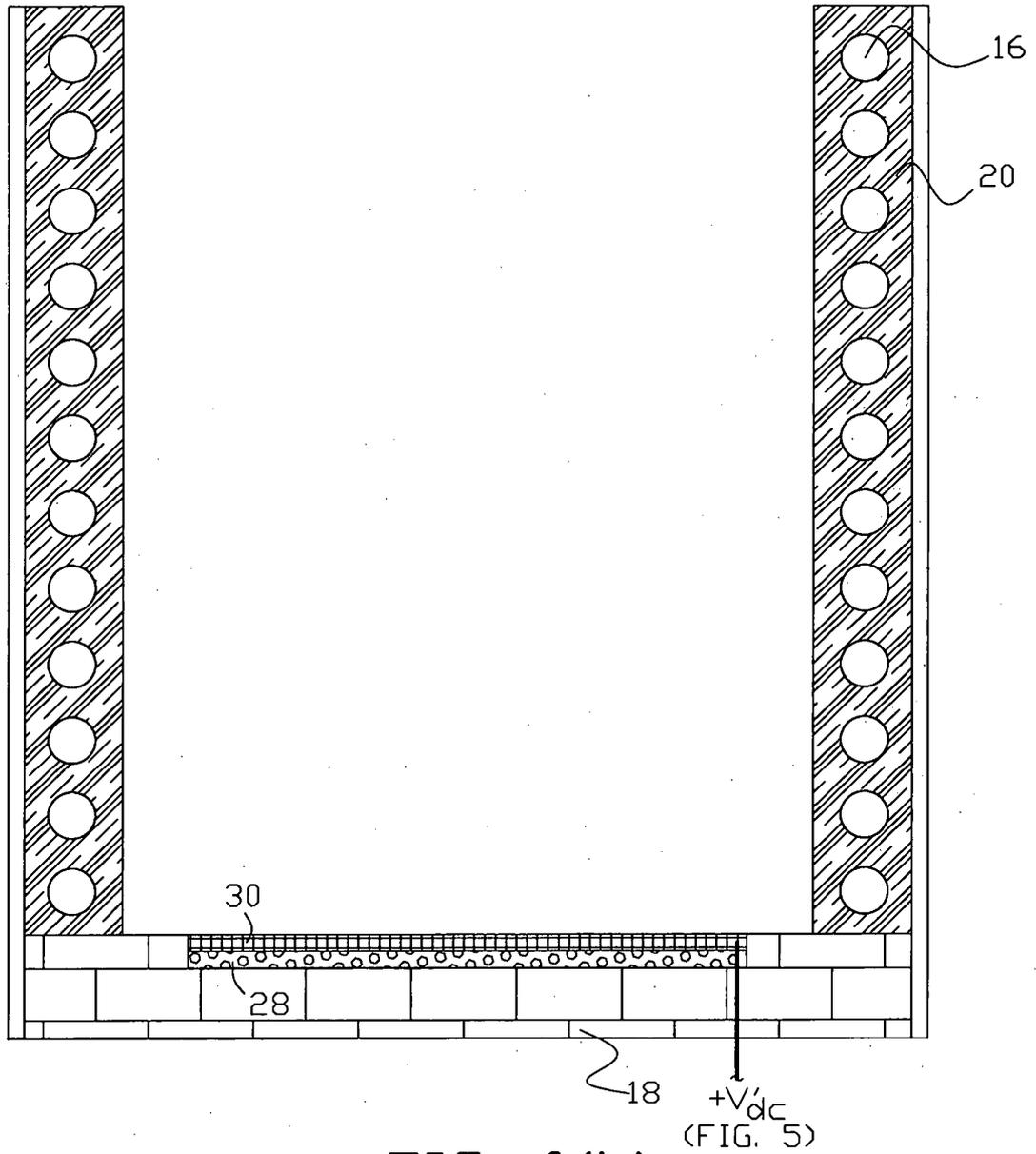


FIG. 6(b)

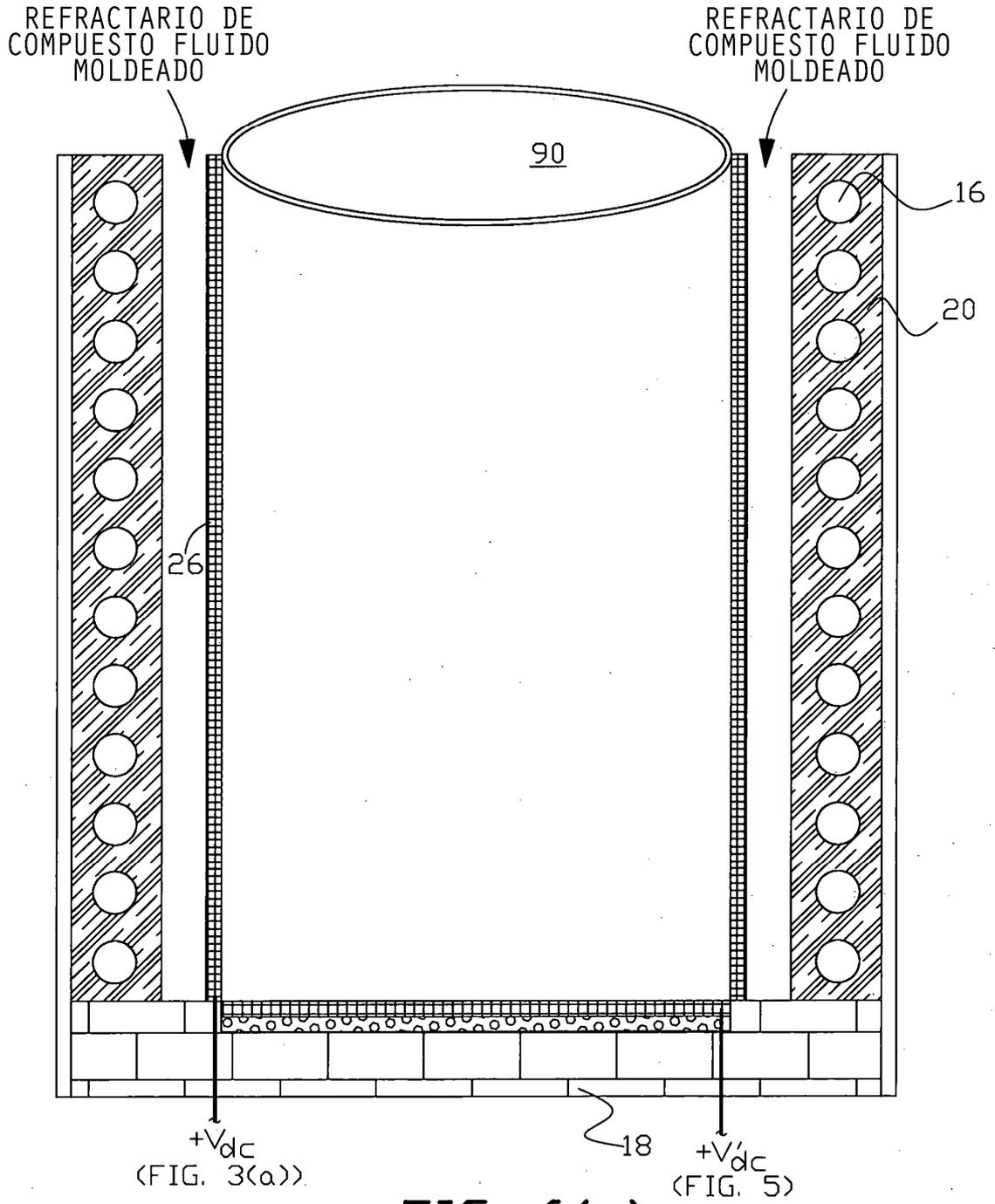


FIG. 6(c)

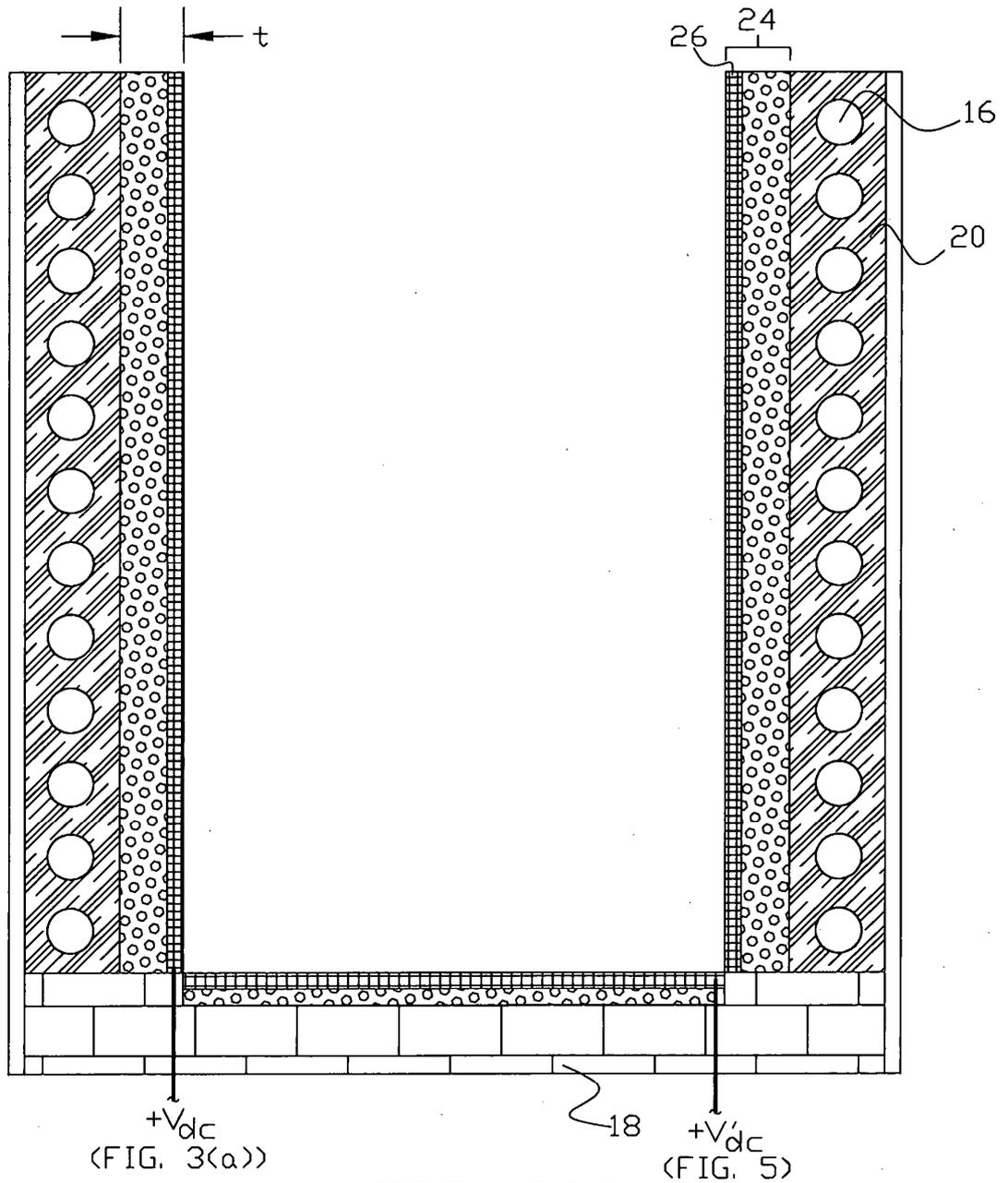


FIG. 6(d)

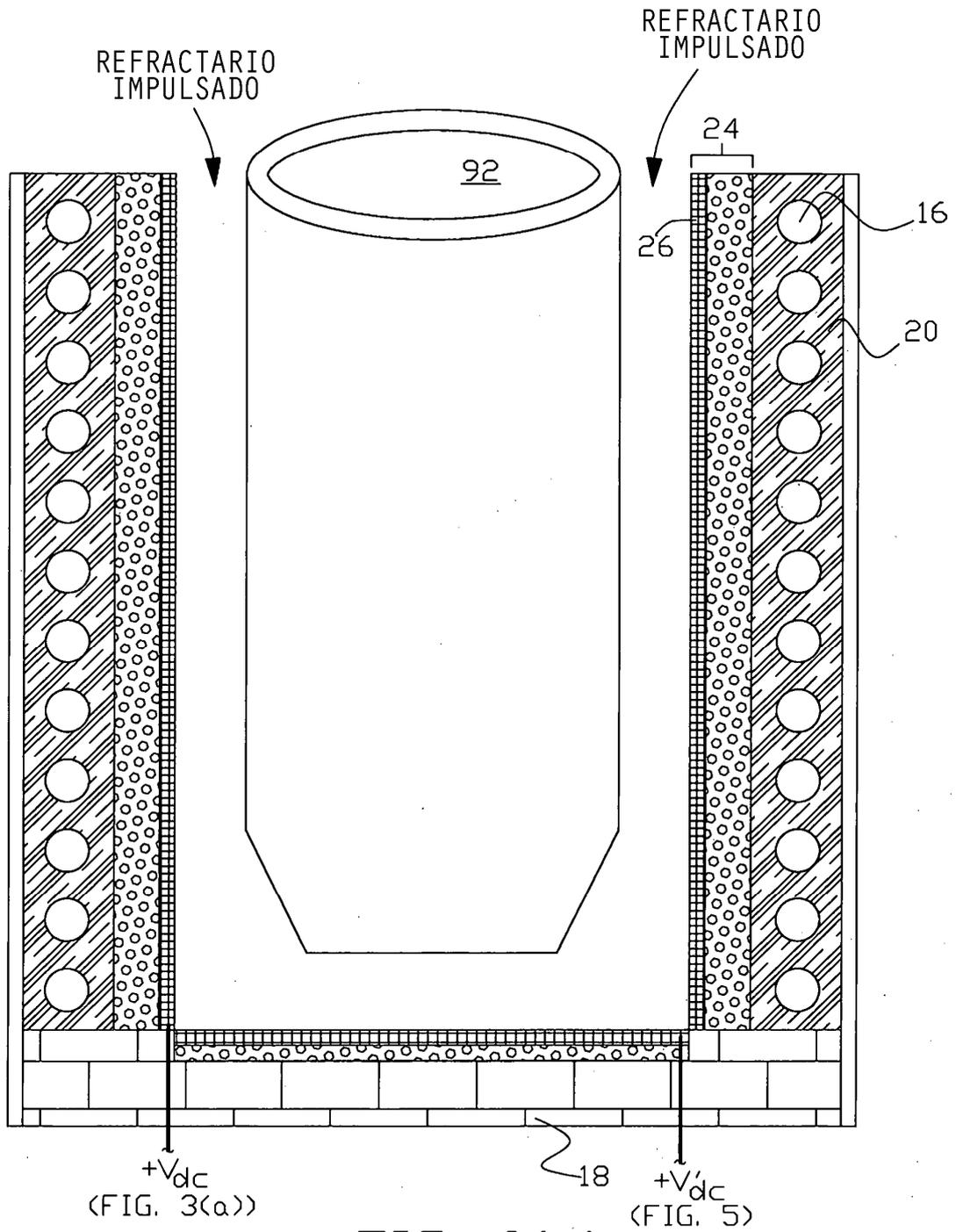


FIG. 6(e)

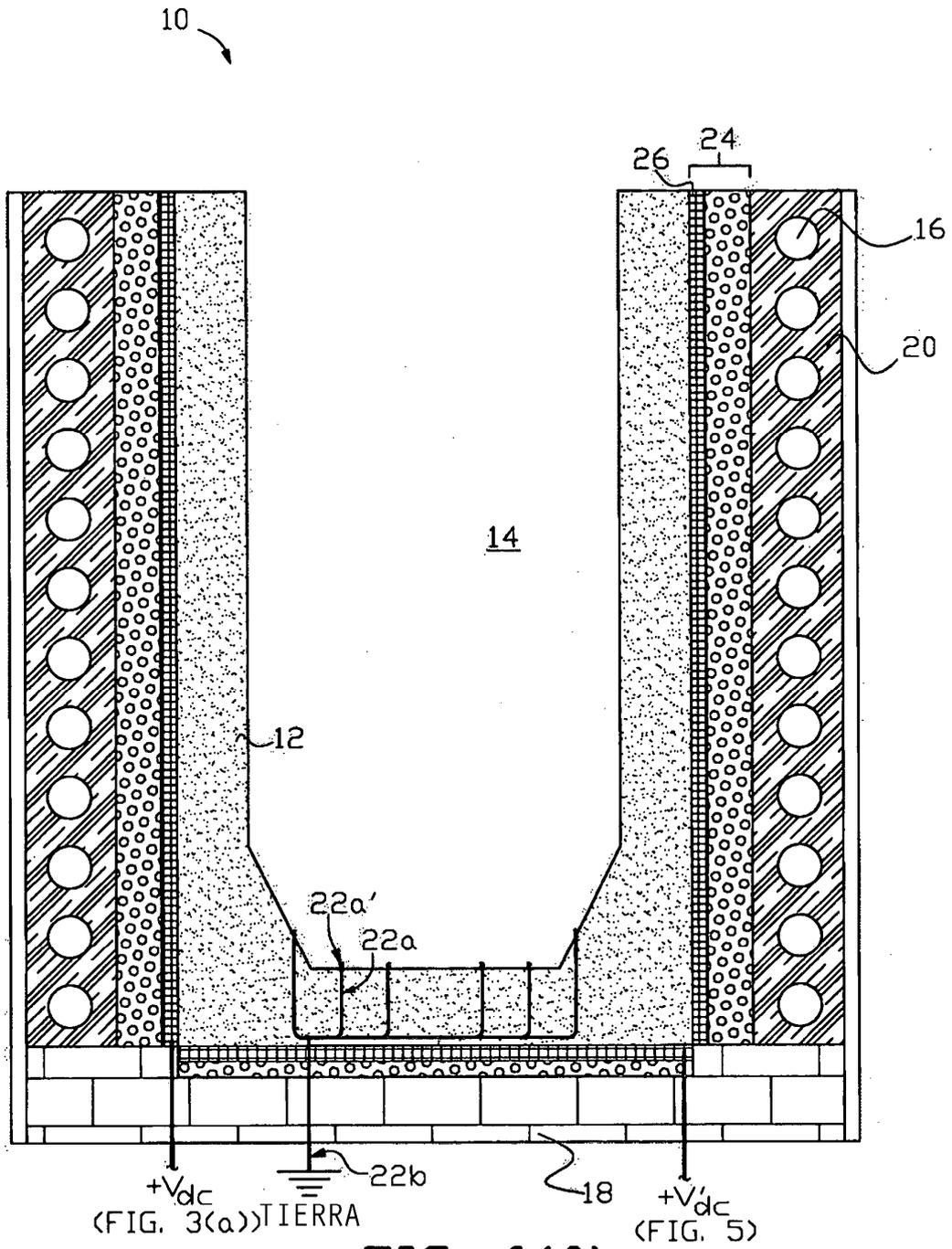


FIG. 6(f)

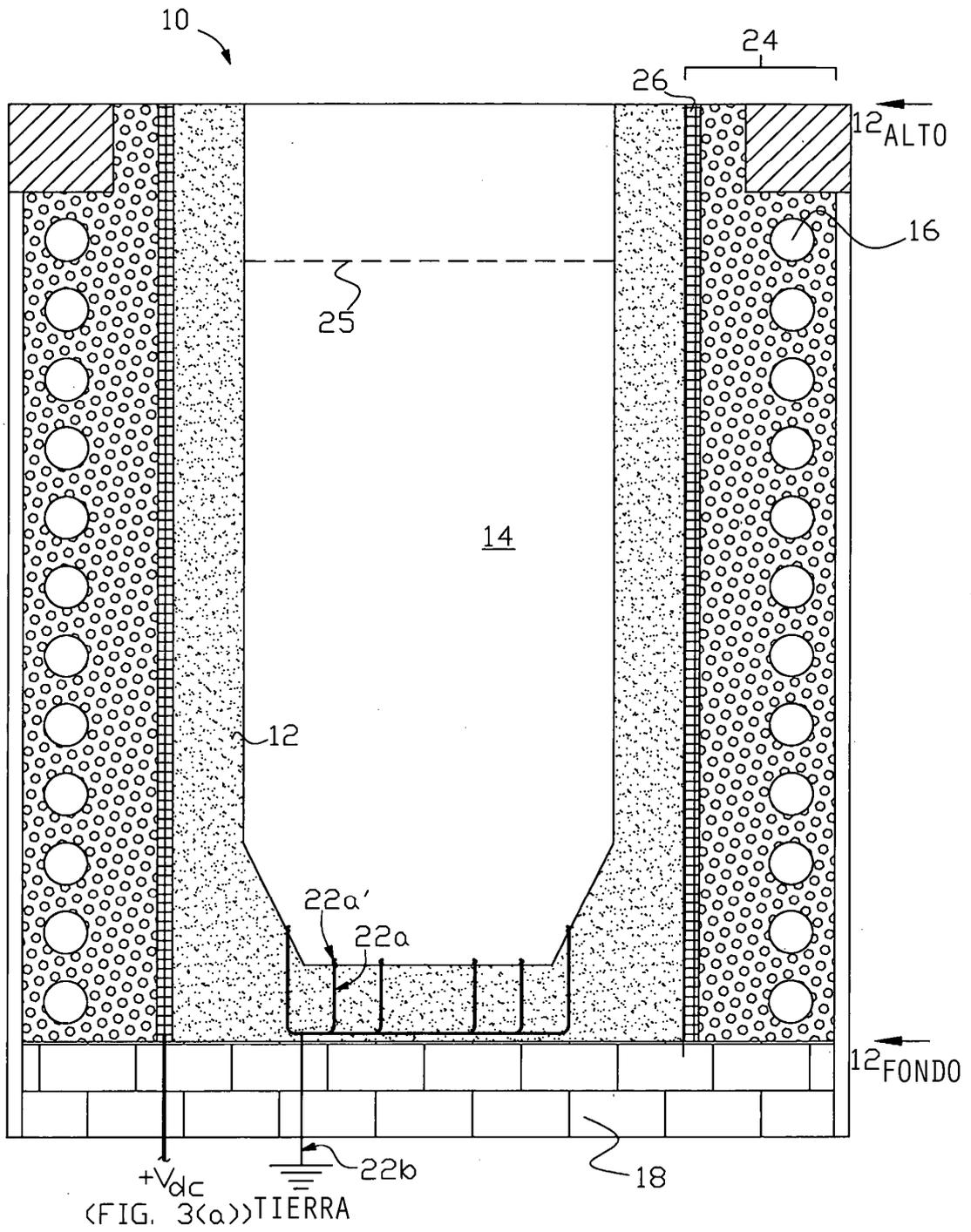


FIG. 8

