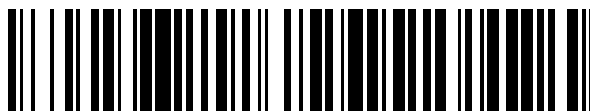


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 464 160**

51 Int. Cl.:

C21B 11/08	(2006.01) F27B 9/26	(2006.01)
F27B 9/20	(2006.01)	
F27B 15/02	(2006.01)	
C21B 13/10	(2006.01)	
F27B 9/22	(2006.01)	
F27B 9/30	(2006.01)	
F27B 9/38	(2006.01)	
F27B 9/39	(2006.01)	
F27D 3/00	(2006.01)	
F27D 3/04	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.12.2008** **E 08867608 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.03.2014** **EP 2225401**

54 Título: **Sistema y procedimiento para producir hierro metálico**

30 Prioridad:

19.12.2007 US 15013 P

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

30.05.2014

73 Titular/es:

NU-IRON TECHNOLOGY, LLC (100.0%)
1915 REXFORD ROAD
CHARLOTTE, NC 28211, US

72 Inventor/es:

GOVINDASWAMI, NARAYAN

74 Agente/Representante:

MILTENYI, Peter

ES 2 464 160 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).

SISTEMA Y PROCEDIMIENTO PARA PRODUCIR HIERRO METÁLICO

DESCRIPCIÓN

5 ANTECEDENTES Y DESCRIPCIÓN

En EP 0 170 585 A1 y BE 1 011 116 A3 se divulga técnica anterior relacionada, los cuales describen que el hierro metálico se ha producido reduciendo óxido de hierro tal como minerales de hierro, pellets de hierro y otras fuentes de hierro.

10

Hasta ahora se han propuesto varios de dichos procedimientos para producir hierro metálico directamente a partir de minerales de hierro o pellets de óxido de hierro mediante el uso de agentes reductores tales como carbón u otro material carbonoso.

15 Estos procesos se han llevado a cabo en hornos de solera giratoria y lineal. En la patente americana nº 3.443.931 se describe un ejemplo de un horno de solera giratoria. En US 2005/229748 se describe un ejemplo de horno de solera lineal. Tanto el horno giratorio como el horno lineal implican realizar mezclas de material carbonoso con mineral de hierro u otros finos de óxido de hierro en bolas, briquetas u otros compactos, y calentarlos en un horno móvil para reducir el óxido de hierro a pepitas de hierro metálico y escoria.

20

En el pasado, una limitación de estos hornos, y de los procedimientos de funcionamiento de estos hornos, ha sido su eficiencia energética. El material portador de óxido de hierro y el material carbonoso asociado generalmente tenían que calentarse en el horno a aproximadamente 1370° C (alrededor de 2500° F), o más, para reducir el óxido de hierro y producir material de hierro metálico. Generalmente, el horno requiere quemar gas natural o carbón para producir el calor necesario para calentar el material portador de óxido de hierro y el material carbonoso asociado a temperaturas elevadas para reducir el óxido de hierro y producir un material de hierro metálico. Además, el proceso de reducción implicada la producción de compuestos volátiles en el horno los cuales tenían que extraerse del horno y secundariamente quemarse para evitar un peligro ambiental lo que se añade a los requerimientos de energía para llevar a cabo la reducción de hierro. Véase, por ejemplo, la patente americana nº 6.390.810. Lo que se necesita es un horno que reduzca el consumo de energía requerida para reducir el material portador de óxido de hierro de manera que una gran parte de la energía, si no toda, para calentar el material portador de óxido de hierro a la temperatura necesaria para hacer que el óxido de hierro se reduzca a hierro metálico y la escoria provenga de la quema de productos volátiles directamente en el propio horno y si no utilizar calor generado en una parte del horno en otra parte del horno.

35

Se describe un procedimiento para producir nódulos de hierro metálico en una batería de hornos de solera fija que comprende las etapas de:

40 (a) montar una carcasa de horno que tiene una solera fija, una entrada capaz de suministrar material reducible a la solera fija desde un primer lado, y una salida capaz de descargar nódulos de hierro reducido desde la solera fija de un segundo lado opuesto al primer lado;

(b) montar una cámara de calentamiento debajo de la solera fija capaz de tener fluidos calientes circulando y calentar el material reducible en la solera fija;

45 (c) montar conductos capaces de circular fluidos desprendidos al calentar el material reducible situado en la solera fija a través de unos puertos de la carcasa del horno por encima del material reducible a la cámara de calentamiento por debajo de la solera fija;

(d) montar quemadores y puertos de entrada de fluido en la carcasa de horno y opcionalmente en por lo menos uno de los conductos y la cámara de calentamiento para calentar el material reducible en la solera fija;

50 (e) cargar material reducible y opcionalmente un material de solera subyacente sobre la solera fija a través de la entrada en el primer lado de la carcasa del horno;

(f) variar la temperatura en el interior de la carcasa del horno para secar y calentar el material reducible, eliminar y quemar material volátil del material reducible, y reducir por lo menos una gran parte del material reducible para formar nódulos de hierro metálico; y

55 (g) descargar los nódulos de hierro metálico y material relacionado opcionalmente desde el horno de solera fija a través de la salida del segundo lado de la carcasa del horno.

La etapa de carga puede realizarse mediante un dispositivo de transporte capaz de posicionar el material reducible y opcionalmente el material de solera sobre la solera fija, y el dispositivo de transporte puede ser capaz de cargar el material reducible sobre la solera fija sustancialmente en una capa única. Alternativamente, la etapa de carga puede realizarse disponiendo el material reducible y opcionalmente el material de solera en un dispositivo móvil, y posicionar después el dispositivo móvil cargado en la solera fija, donde el dispositivo móvil puede retirarse entonces de la carcasa del horno dejando el material reducible y, si está presente, el material de solera subyacente, en la

60

solera fija antes de iniciar la etapa (f). Todavía en otra alternativa, el dispositivo móvil puede permanecer en la carcasa del horno durante la etapa (f), y retirándose el dispositivo móvil de la carcasa del horno durante la etapa (g).

La etapa de descarga puede realizarse mediante un dispositivo de empuje capaz de empujar por lo menos gran parte de los nódulos metálicos reducidos través de la salida del segundo lado de la solera fija.

El procedimiento para producir nódulos de hierro metálico en una batería de hornos de solera fija puede incluir, además, la etapa de suministrar por lo menos una parte del material volátil del material reducible adyacente a los quemadores para poder quemarlo. Además, la cámara de calentamiento puede montarse con unos deflectores para aumentar el tiempo de contacto de fluidos calientes en la cámara de calentamiento y calentar el material reducible en la solera fija en la carcasa del horno.

El procedimiento puede incluir, además, las etapas montar un conducto de salida adyacente a la cámara de calentamiento capaz de calentar fluidos que pasan a través del mismo, y transferir de fluidos calientes en el conducto de salida hacia la carcasa del horno.

También se describe una batería de hornos de solera fija capaz de producir nódulos de hierro metálico que comprende:

- (a) una carcasa de horno que tiene una solera fija, una entrada capaz de suministrar material reducible a la solera fija desde un primer lado, y una salida capaz de descargar nódulos de hierro reducido desde la solera fija desde un segundo lado opuesto al primer lado;
- (b) una cámara de calentamiento por debajo de la solera fija capaz de tener fluidos calientes circulando y calentar material reducible en la solera fija;
- (c) conductos capaces de circular fluidos desprendidos al calentar material reducible en la solera fija a través de unos puertos desde la carcasa del horno por encima del material reducible a la cámara de calentamiento por debajo de la solera fija;
- (d) quemadores y puertos de entrada de fluido en la carcasa del horno y opcionalmente en por lo menos uno de los conductos y la cámara de calefacción capaz de secar y calentar el material reducible, eliminar y quemar material volátil del material reducible, y reducir por lo menos gran parte del material reducible para formar nódulos de hierro metálico;
- (e) un dispositivo de carga móvil capaz de cargar material reducible y opcionalmente un material de solera subyacente sobre la solera fija a través de la entrada en el primer lado de la carcasa del horno; y
- (f) un dispositivo de descarga capaz de descargar nódulos de hierro metálico y opcionalmente material relacionado desde la solera fija través de la salida del segundo lado de la carcasa del horno.

El dispositivo de carga puede ser capaz de posicionar el material reducible y opcionalmente el material de solera sobre la solera fija. El dispositivo de carga puede ser capaz de cargar el material reducible sobre la solera fija sustancialmente en una capa única. Alternativamente, el horno de solera fija puede comprender un dispositivo móvil capaz de ser cargado con el material reducible y opcionalmente el material de solera y después poder colocarse en la solera fija. El dispositivo móvil puede ser capaz de retirarse de la carcasa del horno dejando el material reducible y, si está presente, el material de solera subyacente en la solera fija.

El dispositivo de descarga puede ser capaz de empujar por lo menos gran parte de los nódulos metálicos reducidos de la solera fija través de la salida del segundo lado de la carcasa del horno. La cámara de calentamiento puede tener unos deflectores para aumentar el tiempo de contacto de los fluidos calientes en la cámara de calentamiento y calentar el material reducible en la solera fija en la carcasa del horno. El horno de solera puede incluir, además, un conducto de salida adyacente a la cámara de calentamiento y capaz de recibir y calentar fluidos y transferir fluidos calientes desde el conducto de salida hacia la carcasa del horno.

Breve descripción de los dibujos

- La figura 1 es una vista en perspectiva esquemática que ilustra una batería de hornos de solera fija para producir material de hierro metálico;
- La figura 2 es una vista en sección transversal longitudinal de un horno de solera fija, que ilustra una realización de uno de los hornos de solera que se muestran en la figura 1;
- La figura 3 es una vista en sección transversal según la línea 3-3 de la figura 2;
- La figura 4 es una vista en sección transversal según la línea 4-4 de la figura 2;
- La figura 5 es una vista en sección transversal según la línea 5-5 de la figura 2;
- La figura 6 es una vista en sección transversal según la línea 6-6 de la figura 2;
- La figura 7 es una vista en sección parcial de la figura 2 que muestra un mecanismo empujador para descargar el horno de solera fija y enfriar los nódulos de hierro metálico extraídos;

La figura 8 es una vista lateral de una batería de los hornos de solera fija de la figura 1 que ilustra un transportador y un sistema de refrigeración;

La figura 9 es la vista en sección de la figura 2 mostrando un transportador de carga retráctil para cargar materiales en el horno de solera fija; y

- 5 La figura 10 es la vista en sección de la figura 2 mostrando una bandeja retráctil con empujador para cargar materiales en el horno de solera fija.

Descripción detallada de los dibujos

- 10 En la figura 1 se muestra una batería de hornos de solera fija 10 para producir material de hierro metálico directamente a partir de mineral de hierro y otras fuentes de óxido de hierro. Los hornos de solera fija 10 pueden disponerse en una batería, o grupo, de hornos para procesar grandes cantidades de material de hierro metálico. La batería o grupo de hornos de solera fija puede incluir por lo menos dos hornos de solera fija 10, y puede incluir cualquier número de hornos de solera fija, tal como siete, como se muestra en la figura 1, seis, como se muestra en la figura 8, o veinte hornos de solera, o más. Los hornos de solera fija 10 pueden disponerse en una o más filas. Alternativamente, puede utilizarse un único horno de solera fija. El número de hornos de solera 10 necesarios puede determinarse considerando la producción de la planta o la instalación total deseada en comparación con la salida de un horno de solera.

- 20 Los hornos de solera fija 10 dispuestos en una batería o grupo pueden compartir equipo de recogida y procesamiento de gas residual, transportadores de material, sistemas de refrigeración, y otros equipos de procesamiento según se desee, tal como se describe a continuación.

- 25 Cada horno de solera fija 10 tiene una carcasa 12 recubierta internamente con un material refractario adecuado para resistir las temperaturas que se dan en el proceso de reducción de hierro metálico que se lleva a cabo en el horno. El horno de solera 10 tiene una solera fija 14 realizada en un material refractario y capaz de soportar por lo menos una capa de material reducible y, opcionalmente, un material de solera subyacente. El horno de solera 10 tiene una entrada 16 capaz de suministrar el material reducible a la solera fija desde un primer lado 18, y una salida 20 capaz de descargar nódulos de hierro reducido de la solera fija desde un segundo lado 22, opuesto al primer lado 18.

- 30 Una puerta de entrada 24, que puede levantarse y cerrarse, cubre la entrada 16 cuando el horno se encuentra en funcionamiento, y una puerta de salida 26, que puede levantarse y cerrarse, cubre la salida 20 cuando el horno se encuentra en funcionamiento. La puerta de entrada 24 se levanta para suministrar el material reducible a la solera fija desde el primer lado 18 a través de la entrada 16 del horno de solera fija. Tanto la puerta de entrada 24 como la 35 puerta de salida 26 pueden levantarse para descargar los nódulos de hierro metálico y material relacionado de la solera fija desde el segundo lado 22 a través de la salida 20 del horno de solera fija.

- El horno de solera fija 10 presenta una cámara de calentamiento 28 por debajo de la solera fija 14 capaz de tener fluidos calientes circulando y calentar material reducible en la solera fija 14. Tal como se muestra en la figura 3, la 40 cámara de calentamiento 28 puede incluir unos deflectores 30 para dirigir un flujo de fluidos calentados a través de la cámara de calentamiento 28. La pluralidad de deflectores 30 puede aumentar el tiempo de contacto del flujo de fluidos calentados a través de la cámara de calentamiento 28 y, a su vez, aumentar la transferencia de calor desde la cámara de calentamiento 28 a la solera fija 14 y al material reducible en la solera fija. Los deflectores 30 pueden quedar dispuestos de manera que el flujo de fluido a través de la cámara de calentamiento 28 se encuentre en una 45 serie de patrones en forma de "S".

- Se disponen unos conductos 36 y pueden llevar fluidos de la carcasa del horno 12 a la cámara de calentamiento 28. Cada conducto 36 puede ser una cámara o cámaras colocadas lateralmente en el (los) lado(s) de la carcasa del 50 horno 12 con una doble pared refractaria, o unos conductos que se extienden a través del (de los) lado(s) de la carcasa del horno 12, tal como se muestra en las figuras 3-6.

- El horno de solera 10 incluye quemadores 42 y puertos de fluido 44 en la carcasa de horno 12, y opcionalmente en los conductos 36 y la cámara de calentamiento 28, capaces de proporcionar una atmósfera calentada para secar y calentar el material reducible, eliminando y quemando el material volátil del material reducible, y reduciendo por lo 55 menos parte del material reducible para formar nódulos de hierro metálico. Los puertos de fluido 44 están dispuestos para suministrar aire y otros gases de combustión para permitir o mejorar la combustión del combustible suministrado a través de los quemadores 42 y de los materiales volátiles del material reducible en la solera fija. Los quemadores 42 y los puertos de fluido 44 quedan posicionados por encima de la solera fija 14 típicamente para evitar turbulencia cerca del material reducible en la solera fija, y pueden prever un control de la temperatura por 60 encima de la solera. Los quemadores 42 y los puertos de fluido 44 pueden posicionarse también, opcionalmente, en los conductos 36 y la cámara de calentamiento 28, y utilizarse para quemar los materiales volátiles que permanecen en el flujo de gases de la carcasa del horno 12 desde arriba de la solera fija. A medida que se queman los materiales volátiles de los materiales reducibles proporcionando calor en el horno para reducir el material reducible, la cantidad

de gas natural, propano, u otro combustible de combustión que se requiere suministrar a través de los quemadores 42 puede reducirse, y potencialmente eliminarse cuando la cantidad de material volátil es suficiente para mantener las temperaturas de procesamiento deseadas. El número de quemadores 42 y puertos de fluido 44 y la colocación de los quemadores 42 y puertos de fluido 44 puede determinarse por modelado de flujo de gas y/o datos empíricos para la realización particular del horno.

Los quemadores 42 para calentar el material reducible en el horno de solera 10 pueden ser quemadores de oxigás 42. Los quemadores de oxigás 42 se colocan para quemar materiales volatilizados en el horno y proporcionar una combustión eficiente de los materiales volatilizados para reducir de manera eficiente el material reducible a material de hierro metálico. Los quemadores de oxigás 42 pueden quedar posicionados de manera que exista por lo menos un quemador en cada extremo de la carcasa del horno 12 por encima de la solera fija 14. Los quemadores 42 pueden ser de aproximadamente 0,3 metros (aproximadamente un pie) hacia abajo desde el techo de la carcasa del horno 12, tal como se muestra en la figura 4. Alternativamente o adicionalmente, los quemadores 42 pueden disponerse en la cámara de calentamiento 28, tal como se muestra en las figuras 3 y 4. Alternativamente, o adicionalmente, los quemadores 42 pueden quedar colocados en los conductos 36, tal como se muestra en las figuras 4-6. Además, pueden dirigirse unas lanzas de oxígeno (no mostradas) hacia la carcasa del horno 12 o a otros lugares para permitir que una cantidad deseada de combustión genere calor y proporcione una conversión eficiente del material reducible en el horno.

El material de reducible 34 se coloca en la solera fija 14 típicamente en forma de mezcla de mineral de hierro finamente dividido, u otro material portador de óxido de hierro, con un material carbonoso, tal como coque, carbonilla, carbón de antracita o carbón bituminoso y sub-bituminoso antiapelmazante. El material reducible 34 puede ser mezclas de material portador de óxido de hierro finamente dividido y material carbonoso formado en aglomerados. Los aglomerados de material reducible 34 pueden ser briquetas preformadas, bolas, o extrusiones, de manera que las mezclas de material reducible se presentan al horno de solera 10 en porciones discretas. Alternativamente, los aglomerados pueden formarse in situ en la solera fija en forma de elementos compactos o montículos. Puede disponerse opcionalmente una capa de material de solera finamente dividido 32, que puede ser un material carbonoso tal como coque, carbonilla o carbón, en la solera fija 14, con el material reducible 34 colocado en el material de solera 32. El material de solera 32 evita daños a los materiales refractarios de la solera provocados por la escoria generada relacionada al reducir el hierro metálico en el horno. El material de solera 32 puede reutilizarse en un funcionamiento posterior del horno de solera, aunque el material de solera reciclado puede proporcionar una menor cantidad de material volátil en el horno para combustión y calefacción. En cualquier caso, el material reducible 34 puede estar en la solera fija sustancialmente en una capa única de manera que los nódulos de hierro metálico formados a partir del material reducible tengan un tamaño apropiado para ser manipulados fácilmente.

Los materiales reducibles de la solera fija 14 son calentados por los quemadores 42, haciendo que los materiales reducibles 34 y, posiblemente, los materiales de solera 32, desprendan materiales volátiles y otros fluidos durante el calentamiento. Los materiales volátiles fluidizados posteriormente son quemados por los quemadores 42 por encima del material reducible 34 en la solera fija en la carcasa de horno 12. Los conductos 36 también hacen circular materiales volátiles no quemados y otros fluidos a través de puertos superiores 38 de la carcasa del horno por encima del material reducible hacia unos puertos inferiores 40 hacia la cámara de calentamiento por debajo de la solera fija 14. Opcionalmente, los quemadores 42 pueden estar colocados en los conductos 36 y cámara de calentamiento 28 para quemar materiales volátiles fluidizados que fluyen hacia los conductos y proporcionan calor adicional para reducir el material reducible en la solera fija.

La entrada al conducto 36, puerto superior 38, queda situada para prever la combustión del material volátil fluidizado en la carcasa del horno 12, y para mover de manera eficiente los fluidos quemados y materiales volátiles de la carcasa del horno a la cámara de calentamiento 28. Durante un proceso de secado, los conductos 36 pueden dirigir un flujo de gases cargados de humedad fuera de la carcasa del horno. Los conductos 36 deben quedar aislados o integrados en la carcasa del horno 12 para reducir la pérdida de calor y para proporcionar una transferencia de calor eficiente de una parte a otra del horno de solera 10 y, a su vez, aumentar la eficiencia del horno de solera 10 en la reducción de material reducible colocado en la solera fija 14.

Puede disponerse un conducto de salida 46 adyacente a la cámara de calentamiento y capaz de recibir y calentar fluidos y transferir fluidos calentados del conducto de salida a la carcasa de horno 12. El conducto de salida 46 puede encontrarse por debajo de la cámara de calentamiento 28, donde el conducto de salida 46 puede recibir calor de la cámara de calentamiento. Tal como se muestra en las figuras 2 y 4, el conducto de salida 46 puede quedar separado de la cámara de calentamiento 28 mediante una separación o pared conductora de calor 48. A través del conducto de salida 46 puede dirigirse aire y otros fluidos para calentar el aire y otros fluidos antes de ser dirigidos hacia la carcasa del horno 12 a través de los puertos 44, y pueden ser dirigidos hacia otros lugares, o dirigidos para utilizarse en otros procesos. Precalentando el aire y otros fluidos en el conducto de salida, el aire precalentado entra

en el horno de solera u otro proceso a temperatura elevada para mejorar la eficiencia del proceso en la reducción de material reducible posicionado en la solera fija 14.

- Por lo menos un puerto de salida 50 conecta la cámara de calentamiento 28 con un conducto de gas residual 52. Tal como se muestra en la figura 3, un puerto de salida de gas 50 puede quedar situado en uno o ambos extremos de la cámara de calentamiento. Alternativamente o adicionalmente, un puerto de salida de gas 50 puede quedar situado en el centro de la cámara de calentamiento (no mostrado). Los puertos de salida de gas 50 dirigen fluidos calientes desde la cámara de calentamiento 28 hacia por lo menos un conducto de gas residual 52. El fluido que sale de la cámara de calentamiento 28 puede ser sustancialmente libre de materiales volátiles ya que los materiales volátiles se consumen en la carcasa del horno 12 y la cámara de calentamiento 28.

- Los conductos de gas residual 52 puede estar situados adyacentes al horno de solera 10, y pueden disponerse por debajo del suelo. Cuando los hornos de solera fija 10 se encuentran dispuestos en una batería o grupo, los conductos de gas residual 52 pueden quedar situados de manera que los orificios de salida de gas 50 de una pluralidad de hornos de solera fija 10 se conecten cada uno a los mismos conductos de gas residual 52. De esta manera, el gas residual puede ser dirigido de manera eficiente hacia un sistema de enfriamiento y recuperación de gas 54.

- Puede disponerse uno o más deflectores o barreras (no mostrados) en el interior de la carcasa del horno 12 para controlar el flujo de fluido sobre la solera fija 14. Si están presentes, los deflectores o barreras pueden ser perforados, tal como con una rejilla, por ejemplo, o de otra manera ser discontinuos para permitir un flujo eficiente de material volátil fluidizado. Los deflectores pueden estar realizados en un material refractario adecuado, tal como carburo de silicio.

- El horno de solera fija 10 incluye un controlador (no mostrado) capaz de monitorizar y controlar el flujo de fluidos a través del horno de solera 10 y regular las temperaturas del material reducible en la solera fija 14. El controlador puede regular temperaturas de los fluidos por encima y por debajo de la solera fija 14, la composición de la atmósfera, el volumen de flujo de fluido, el flujo de combustible a los quemadores, y otros atributos para controlar y mantener los procesos deseados dentro del horno de solera 10. A medida que las temperaturas en el interior del horno son más mayores o menores que una temperatura de procesamiento deseada, el controlador puede regular el flujo de combustible a los quemadores para mantener la temperatura de procesamiento deseada en el material reducible posicionado en la solera fija 14.

- Tal como se muestra en la figura 9, se dispone un dispositivo de carga 60 capaz de cargar material reducible 34 y material de solera 32 opcionalmente sobre la solera fija 14 a través de la entrada 16 en el primer lado 18 de la carcasa del horno 12 y, tal como se muestra en la figura 7, se dispone un dispositivo de descarga 64 capaz de descargar nódulos de hierro metálico y, opcionalmente, material relacionado de la solera fija 14 a través de la salida 20 en el segundo lado 22 de la carcasa del horno 12. La puerta de entrada 24 se abre para facilitar la entrada del dispositivo de carga 60 a la carcasa del horno 12, y tanto la puerta de entrada 24 como la puerta de salida 26 pueden abrirse para simplificar el dispositivo de descarga 64. En cualquier caso, la puerta de entrada 24 y la puerta de salida 26 deben abrirse solamente cuando sea necesario para evitar la pérdida de calor del horno de solera fija.

- Después de que se han descargado los nódulos de hierro metálico y opcionalmente el material relacionado desde la solera fija 14 a través de la salida 20, el transportador 68 lleva los materiales extraídos fuera del horno de solera. Tal como se muestra en las figuras 7 y 8, la cinta transportadora 68, opcionalmente con una plataforma, queda posicionada para recibir materiales descargados de uno o más hornos de solera fija. Puede utilizarse una cinta transportadora 68 para una batería de seis, siete, o más hornos de solera fija. Pueden utilizarse múltiples transportadores 68 para transferir materiales descargados de una pluralidad de baterías de hornos de solera fija a una zona de recogida y procesamiento 76. Más de un transportador 68 puede alimentar a uno o más transportadores de recogida 78, que puede transportar el material descargado a la zona de recogida y procesamiento 76 para separación y enfriamiento posterior. En la zona de procesamiento 76, los nódulos de hierro metálico pueden separarse de materiales carbonosos y materiales de escoria. Los materiales carbonosos pueden reciclarse en procesos de horno de solera posteriores si se desea.

- Tal como se muestra en las figuras 7 y 8, el segundo lado 22 del horno incluye una tolva de deslizamiento 70. La tolva de deslizamiento 70 puede incluir una placa refrigerada internamente u otro dispositivo de enfriamiento para mantener la tolva de deslizamiento a una temperatura deseada. En la descarga, una o más boquillas 72 son capaces de proporcionar un spray de refrigeración 73, tal como agua nebulizada, aire, nitrógeno u otro flujo de gas, combinación de agua y flujo de gas, u otro medio de enfriamiento, en los nódulos de hierro metálico y otros materiales relacionados. El spray de refrigeración 73 reduce la temperatura del material de hierro metálico de su temperatura de formación en el horno de solera a una temperatura en la que el material de hierro metálico puede ser manipulado razonablemente y procesarse posteriormente. Esta temperatura de manipulación generalmente es aproximadamente entre 760 y 900° C (aproximadamente entre 1400 y 1650° F) y por debajo. Puede disponerse una

campana 74 sobre los materiales de descarga en la tolva 70 y el transportador 68 para capturar polvo, vapor de agua, gases y otras emisiones de partículas y gases de los materiales de descarga. La campana 74 puede tener salida a un filtro de mangas u otro filtro o dispositivo de recuperación (no mostrado).

- 5 Tal como se muestra en la figura 9, el dispositivo de carga 60 puede comprender un transportador retráctil 80. Puede disponerse por lo menos una tolva 82 en el dispositivo de carga 60 capaz de colocar materiales deseados sobre el transportador 80 a medida que el transportador se extiende en el horno de solera fija. A medida que la cinta transportadora avanza colocando los materiales en la solera fija, el transportador 80 se retira desde la carcasa de horno 12. La velocidad de la cinta y la velocidad de retirada puede variar según se desee para proporcionar una
- 10 cantidad predeterminada de material a la solera fija. De esta manera, el transportador 80 puede utilizarse para colocar opcionalmente el material de solera 32 en la solera fija alimentando desde una primera tolva 82 y utilizarse después para colocar el material reducible 34 sobre el material de solera 32 desde una segunda tolva 82 (no mostrada). Pueden utilizarse dos tolvas 82 y dos extensiones y retiradas de la cinta transportadora 80 para posicionar el material de solera y después el material reducible en la solera fija 14.

- 15 El dispositivo de carga 60 puede ser móvil sobre una guía 84 capaz de mover el dispositivo de carga de un horno de solera fija a otro de la batería. La guía 84 puede ser uno o más carriles que se extiendan a lo largo de la batería de hornos de solera, en cooperación con ruedas, correderas, un nido, carro, u otro soporte móvil capaz de mover el dispositivo de carga de un horno de solera a otro de la batería. De esta manera, puede utilizarse un dispositivo de
- 20 carga para cargar secuencialmente todos los hornos de solera fija en una batería. El funcionamiento de la batería de hornos puede variarse tal manera que tan pronto como el material en un horno de solera fija se descarga, el dispositivo de carga se coloca y queda listo para volver a cargar el horno vacío. Si bien un horno de solera fija es cargado mediante el dispositivo de carga, otro horno de la batería puede prepararse para descargar para coincidir con la disponibilidad del dispositivo de carga 60 y procesando el material reducible para formar nódulos de hierro
- 25 metálico en otros hornos de solera fijas de la batería realizado de manera independiente a través de las distintas etapas de convertir el material reducible a nódulos de hierro metálico tal como se describe aquí.

- En una alternativa, el horno de solera se carga colocando un dispositivo de carga 60' que tiene un dispositivo móvil en la solera fija con el material reducible y opcionalmente el material de solera subyacente. El dispositivo móvil
- 30 puede retirarse entonces de la carcasa del horno dejando el material reducible y, si está presente, el material de solera subyacente en la solera fija, tal como se muestra en la figura 10, antes de variar la temperatura en el interior de la carcasa del horno para secar y calentar el material reducible, eliminar y quemar material volátil del material reducible, y reducir por lo menos parte del material reducible para formar nódulos de hierro metálico.
- Alternativamente, el dispositivo móvil puede estar realizado en un material, tal como un material refractario, capaz de
- 35 permanecer en la carcasa del horno durante el calentamiento del material reducible y formar nódulos de hierro metálico, y los nódulos de hierro metálico y otros materiales pueden descargarse retirando el dispositivo móvil de la carcasa del horno.

- El horno de solera fija 10 puede ser un equipo para poner en práctica un procedimiento para producir nódulos de
- 40 hierro metálico en una batería de hornos de solera fija que incluye las etapas de montar una carcasa de horno que tiene una solera fija, una entrada capaz de suministrar material reducible a la solera fija desde un primer lado, y una salida capaz de descargar nódulos de hierro reducido de la solera fija desde un segundo lado opuesto al primer lado, una cámara de calentamiento por debajo de la solera fija capaz de tener fluidos calientes circulando y calentar el material reducible en la solera fija, unos conductos capaces de circular líquidos desprendidos al calentar el material
- 45 reducible colocado sobre la solera fija a través de puertos de la carcasa del horno por encima del material reducible hacia la cámara de calentamiento por debajo de la solera fija, y quemadores y puertos de entrada de fluido en la carcasa de horno y opcionalmente en los conductos y la cámara de calentamiento para calentar el material reducible en la solera fija. Después, se cargan los materiales reducibles y el material de solera opcionalmente sobre la solera fija través de la entrada en el primer lado de la carcasa del horno y se varía la temperatura en el interior de la
- 50 carcasa del horno para secar y calentar el material reducible, se elimina y se quema el material volátil del material reducible, y se reduce por lo menos gran parte del material reducible para formar nódulos de hierro metálico. Después, se descargan los nódulos de hierro metálico y material relacionado opcionalmente desde el horno de solera fija través de la salida en el segundo lado de la carcasa del horno.

- 55 La etapa de variar la temperatura en el interior de la carcasa del horno para secar y calentar el material reducible, eliminar y quemar material volátil desde el material reducible, y reducir por lo menos parte del material reducible incluye etapas de procesamiento en el interior del horno de solera 10. Opcionalmente, puede realizarse una etapa de secado/precalentamiento calentando a una temperatura deseada durante un tiempo de secado predeterminado para eliminar humedad de los materiales reducibles en la solera fija. Después, se realiza una etapa de conversión
- 60 calentando los materiales reducibles a una temperatura más elevada para durante un tiempo predeterminado para eliminar la humedad restante y por lo menos parte de los materiales volátiles en el material reducible. Después, se realiza una etapa de fusión calentando adicionalmente los materiales reducibles a una temperatura capaz de fusionar y formar el material de hierro metálico.

En la etapa de secado/precalentamiento se lleva humedad desde el material reducible y el material reducible se calienta a una temperatura hasta o por debajo de la temperatura generalmente asociada a la fluidización de la mayoría de materiales los volátiles del material reducible y asociado al mismo colocados en la solera fija 14. Dicho
 5 de otra manera, los materiales reducibles pueden alcanzar una temperatura en la atmósfera de secado/precalentamiento justo inferior a la temperatura provocando una importante volatilización de material carbonoso en el material reducible y asociado al mismo. Esta temperatura está en el intervalo entre aproximadamente 150 y 315° C (aproximadamente entre 300 y 600° F), dependiendo en parte de la composición particular del material reducible. No debería producirse una importante fluidización de materiales volátiles en la etapa
 10 de secado/precalentamiento. Los quemadores pueden ser alimentados mediante gas natural, propano u otros combustibles.

La etapa de conversión se caracteriza por calentar el material reducible para eliminar la mayor parte de los materiales volátiles en el material reducible (junto con el resto de humedad) y entonces iniciar el proceso de
 15 reducción en la formación del material reducible en material de hierro metálico y escoria. La etapa de conversión se caracteriza generalmente por calentar el material reducible a aproximadamente de 815 a 1150° C (aproximadamente entre 1500 y 2100° F), dependiendo de la composición y la forma particular del material reducible. Los materiales volátiles se queman mediante los quemadores 42, aumentando la temperatura del horno y reduciendo la necesidad de otros combustibles para alimentar el quemador. Sin embargo, algunos carbones tienen un menor contenido de
 20 material volátil. Cuando la cantidad de materiales volátiles no es suficiente para mantener la temperatura de proceso deseada, el controlador puede introducir gas natural, propano, u otro combustible adicional al quemador para la combustión y, a su vez, calentar el material reducible.

La etapa de fusión consiste en calentar adicionalmente el material reducible, ahora ausente de la mayoría de los
 25 materiales volátiles, para comenzar a formar el hierro metálico, fundiendo el hierro metálico en nódulos, con escoria separada. La zona de fusión generalmente implica el calentamiento del material reducible a aproximadamente entre 1315 y 1370° C (aproximadamente entre 2400 y 2550° F), o más, para permitir una fusión altamente eficiente de los nódulos de hierro metálico con un bajo porcentaje de óxido de hierro en el hierro metálico. Si el proceso se lleva a cabo de manera eficiente, habrá también un bajo porcentaje de óxido de hierro en la escoria, ya que el proceso está
 30 diseñado para reducir un porcentaje muy alto del óxido de hierro en el material reducible respecto a hierro metálico.

Opcionalmente, puede incluirse una etapa de enfriamiento proporcionando, por ejemplo, una purga de nitrógeno para reducir la temperatura de los nódulos de hierro metálico y otros materiales que están en la solera fija 14.

35 Además, el procedimiento puede comprender, además, colocar un revestimiento de material carbonoso basto tal como se describe en la solicitud de patente americana n° serie 60/820.366, presentada el 26 de julio de 2006. Esto puede conseguirse con el dispositivo de carga 60, proporcionando una tercera tolva 82 y una extensión y retirada de la cinta transportadora 80 en el horno de solera fija una segunda o tercera vez, dependiendo de si también se dispone un material de solera subyacente.

40

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para producir nódulos de hierro metálico en un horno de solera que comprende por lo menos:
 - 5 (a) montar una carcasa de horno (12) que tiene una solera fija (14), una entrada configurada para suministrar material reducible a la solera fija (14) desde un primer lado (18), y una salida (20) capaz de descargar nódulos de hierro reducido desde la solera fija (14) desde un segundo lado (22) opuesto al primer lado (18);
 - (b) montar una cámara de calentamiento (28) debajo de la solera fija configurada para circular fluidos calientes y calentar el material reducible en la solera fija (14);
 - 10 (c) montar conductos (36) configurados como característica de la cámara posicionados lateralmente en el (los) lado(s) de la carcasa del horno (12) y circular fluidos desprendidos al calentar el material reducible situado en la solera fija (14) a través de unos puertos desde la carcasa del horno (12) por encima del material reducible hacia la cámara de calentamiento por debajo de la solera fija (14);
 - (d) montar quemadores (42) y puertos de entrada de aire (44) en la carcasa del horno (12) por encima
 - 15 de la solera fija (14) y opcionalmente en por lo menos uno de los conductos (36) y la cámara de calentamiento (28) para calentar el material reducible en la solera fija (14);
 - (e) cargar material reducible y opcionalmente un material de solera subyacente (32) sobre la solera fija (14) a través de la entrada (16) en el primer lado (18) de la carcasa del horno (12);
 - (f) calentar el material reducible a una primera temperatura en la carcasa del horno (12), cuya primera
 - 20 temperatura es capaz de eliminar humedad residual y por lo menos parte de materiales volátiles en el material reducible y calentar el material reducible a una segunda temperatura en la carcasa del horno (12), cuya segunda temperatura es capaz de fusionar y formar los nódulos de hierro metálico; y
 - (g) descargar la mayoría de los nódulos de hierro metálico y opcionalmente material relacionado desde el horno de solera fija través de la salida (20) del segundo lado (22) de la carcasa del horno (12).
- 25 2. Procedimiento para producir nódulos de hierro metálico en un horno de solera fija según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que la etapa de carga se lleva a cabo mediante un dispositivo de transporte capaz de posicionar el material reducible y opcionalmente el material de solera sobre la solera fija (14).
- 30 3. Procedimiento para producir nódulos de hierro metálico en un horno de solera fija según la reivindicación 2, caracterizado por el hecho de que el dispositivo de transporte es capaz de cargar el material reducible sobre la solera fija (14) sustancialmente en una capa única.
4. Procedimiento para producir nódulos de hierro metálico en un horno de solera fija según la reivindicación 1,
- 35 caracterizado por el hecho de que la etapa de carga se lleva a cabo disponiendo el material reducible en un dispositivo móvil y opcionalmente el material de solera, y posicionar después el dispositivo móvil cargado en la solera fija (14).
5. Procedimiento para producir nódulos de hierro metálico en un horno de solera fija según la reivindicación 4,
- 40 caracterizado por el hecho de que el dispositivo móvil se retira entonces de la carcasa del horno (12) dejando el material reducible y, si está presente, el material de solera subyacente (32) en la solera fija antes de comenzar la etapa (f).
6. Procedimiento para producir nódulos de hierro metálico en un horno de solera fija según la reivindicación 4,
- 45 caracterizado por el hecho de que el dispositivo móvil permanece en el carcasa del horno (14) durante la etapa (f), y el dispositivo móvil se retira de la carcasa del horno (12) durante la etapa (g).
7. Procedimiento para producir nódulos de hierro metálico en un horno de solera fija según la reivindicación 1,
- caracterizado por el hecho de que la etapa de descarga se realiza a través de un dispositivo de empuje capaz de
- 50 empujar por lo menos la mayoría de los nódulos metálicos reducidos través de la salida (20) en el segundo lado (22) desde la solera fija (14).
8. Procedimiento para producir nódulos de hierro metálico en un horno de solera fija según la reivindicación 1,
- caracterizado por el hecho de que la cámara de calentamiento (28) va montada con unos deflectores (30) para
- 55 aumentar el tiempo de contacto de fluidos calientes en la cámara de calentamiento (28) y calentar el material reducible en la solera fija (14) en la carcasa del horno (12).
9. Procedimiento para producir nódulos de hierro metálico en un horno de solera fija según la reivindicación 1,
- caracterizado por el hecho de que comprende, además, la etapa de: suministrar por lo menos parte del material
- 60 volátil del material reducible adyacente a los quemadores (42) que se configura para ser quemado.
10. Procedimiento para producir nódulos de hierro metálico en un horno de solera fija según la reivindicación 1,
- caracterizado por el hecho de que comprende, además, la etapa de: montar un conducto de salida (46) adyacente a

la cámara de calentamiento configurado para calentar fluidos que pasan a través del mismo; y transferir fluidos calentados en el conducto de salida hacia la carcasa del horno.

11. Procedimiento para producir nódulos de hierro metálico en una batería de hornos de solera fija según una de las 5 reivindicaciones 1 a 10.

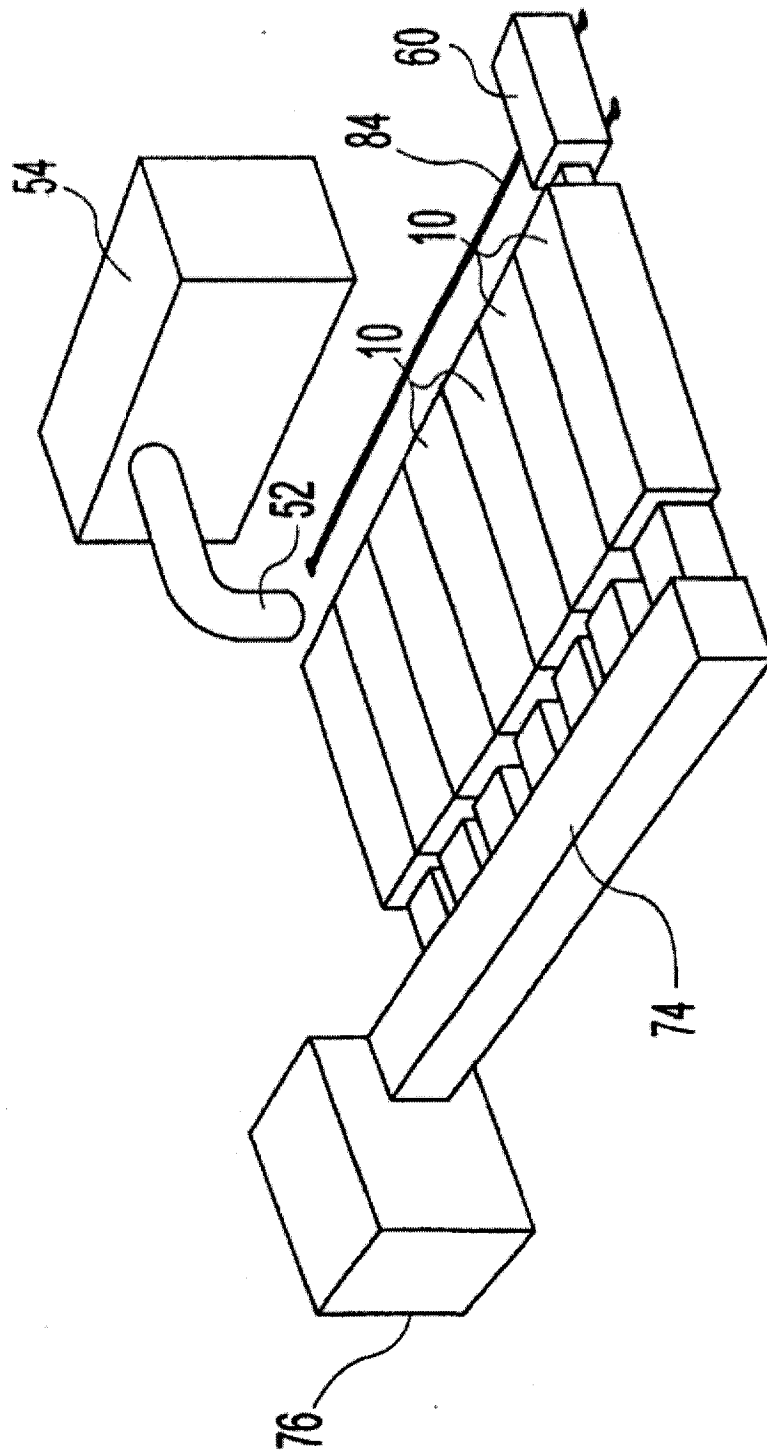


Fig. 1

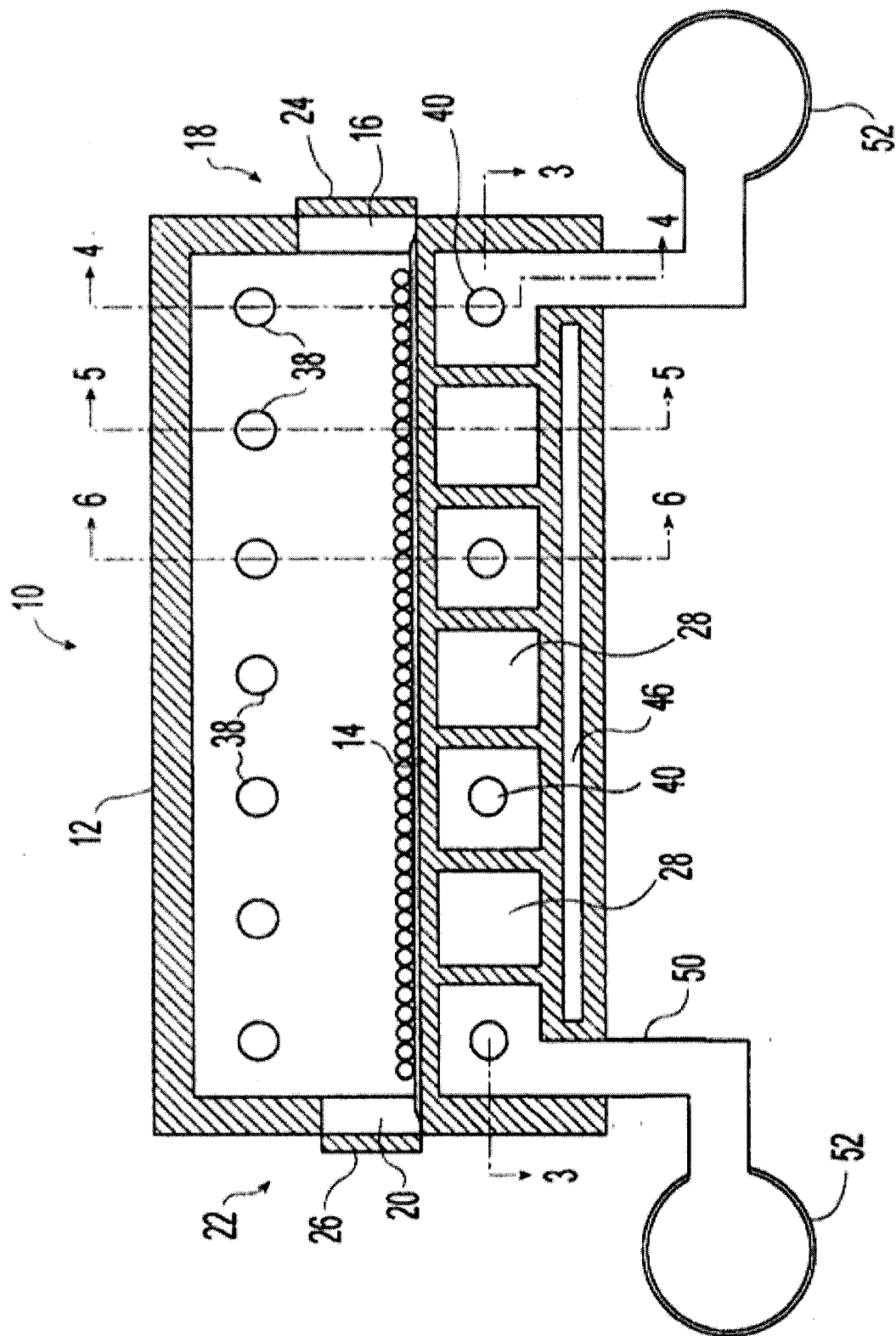


Fig. 2

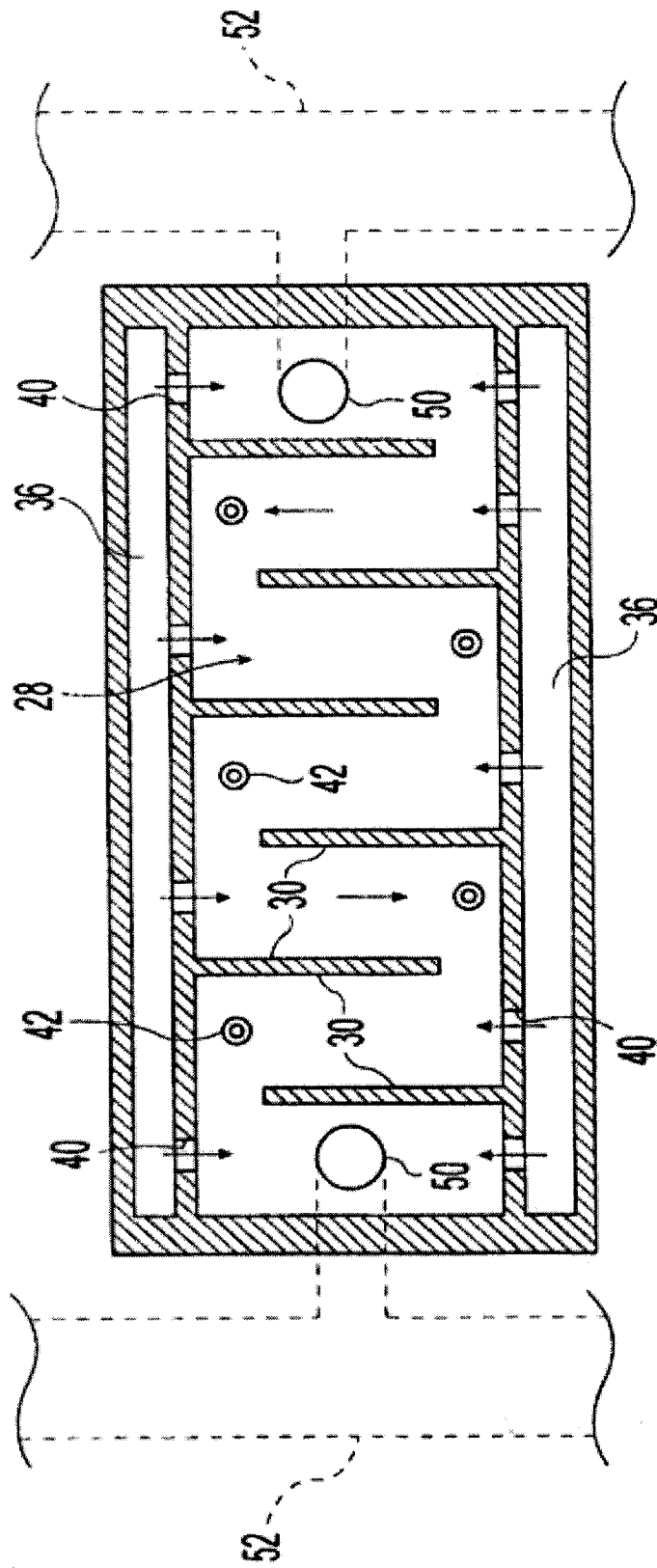


Fig. 3

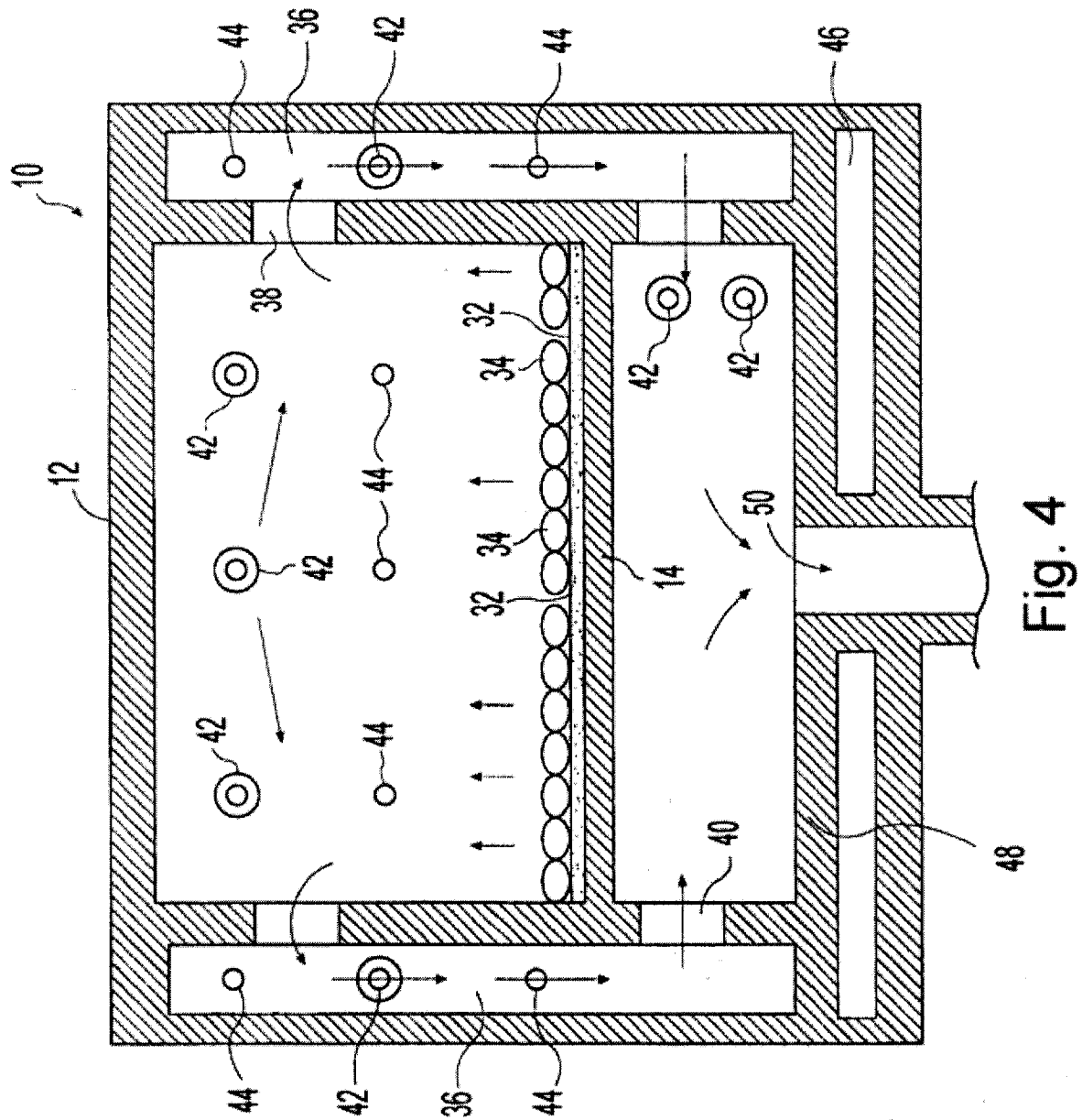


Fig. 4

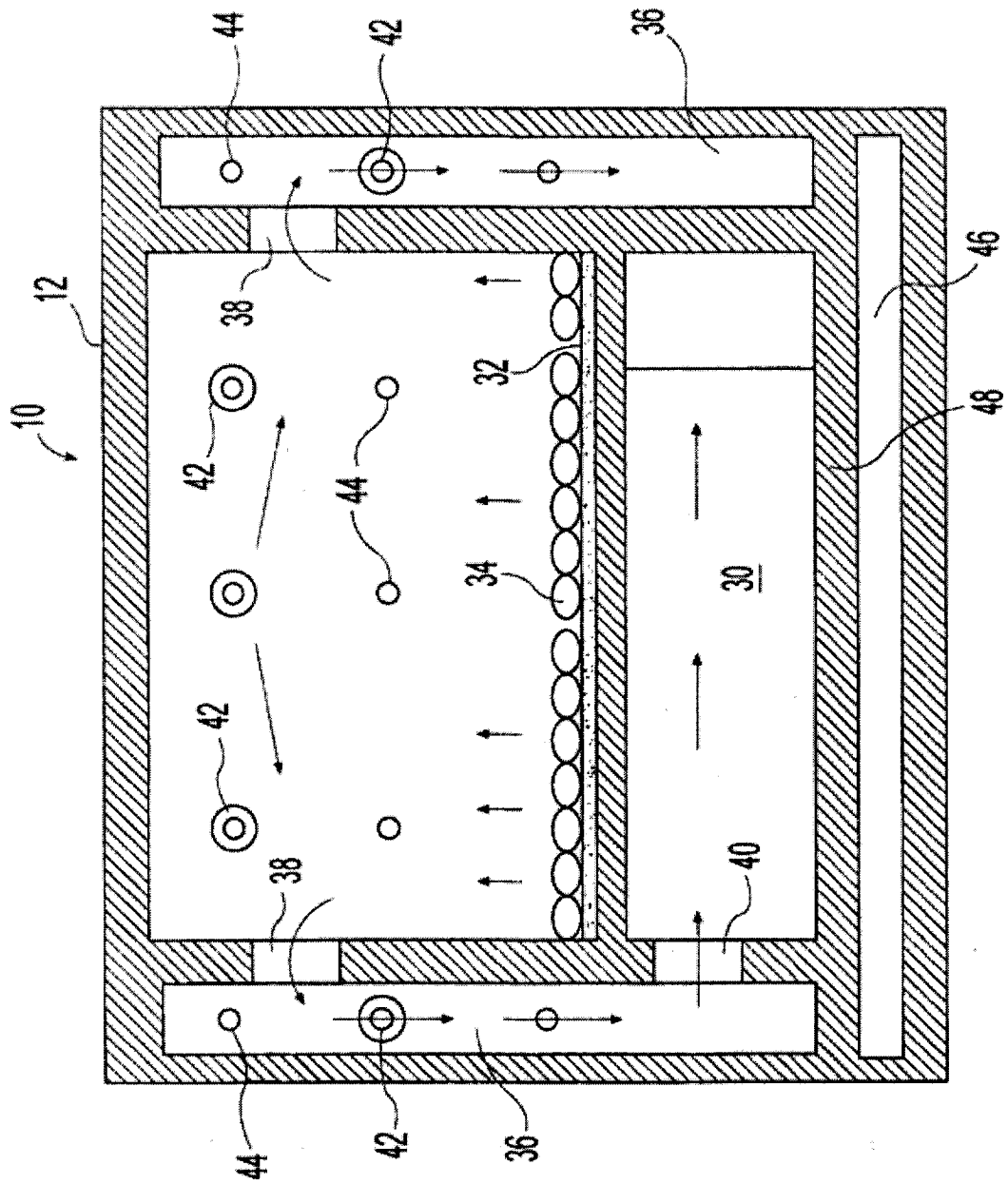


Fig. 5

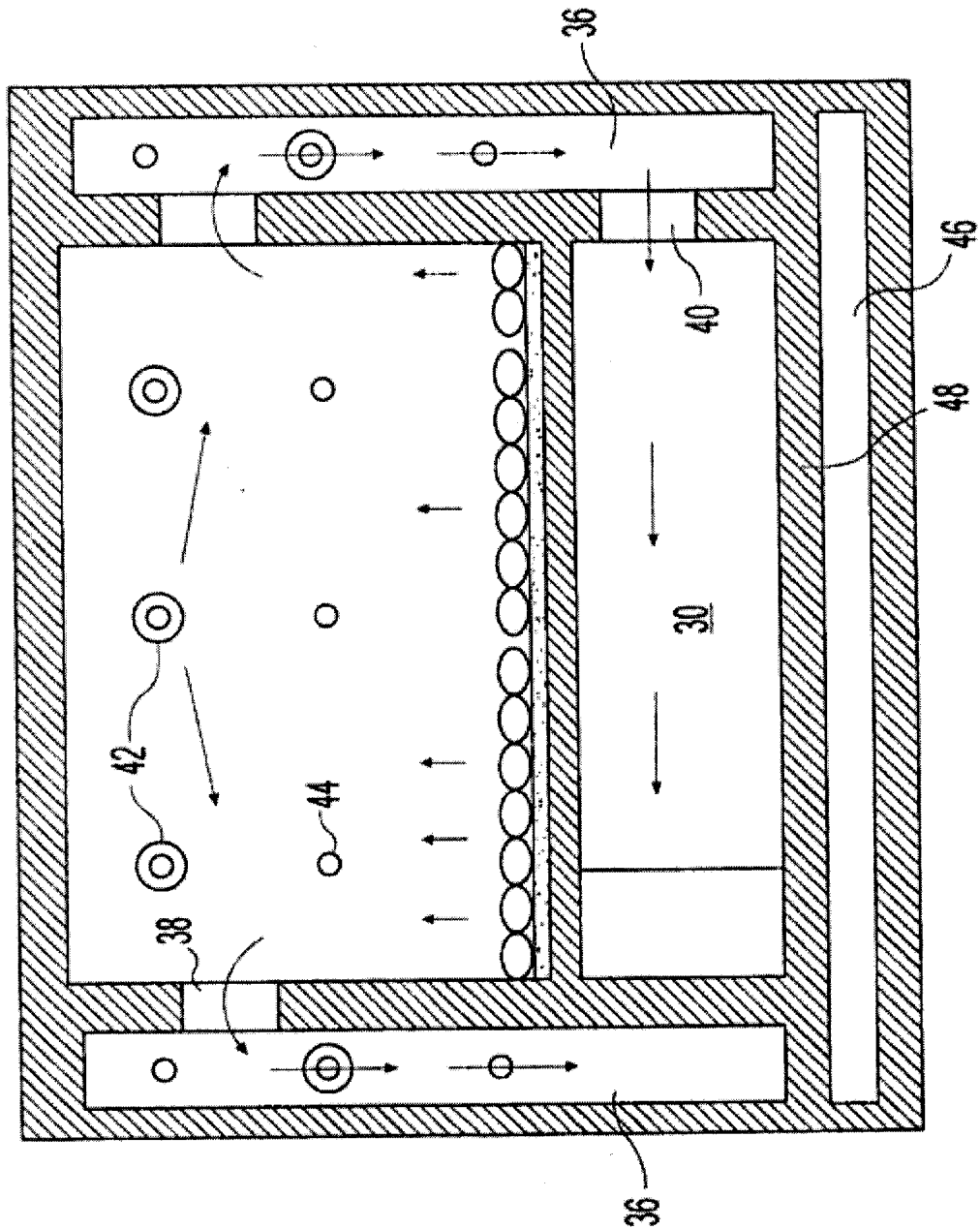


Fig. 6

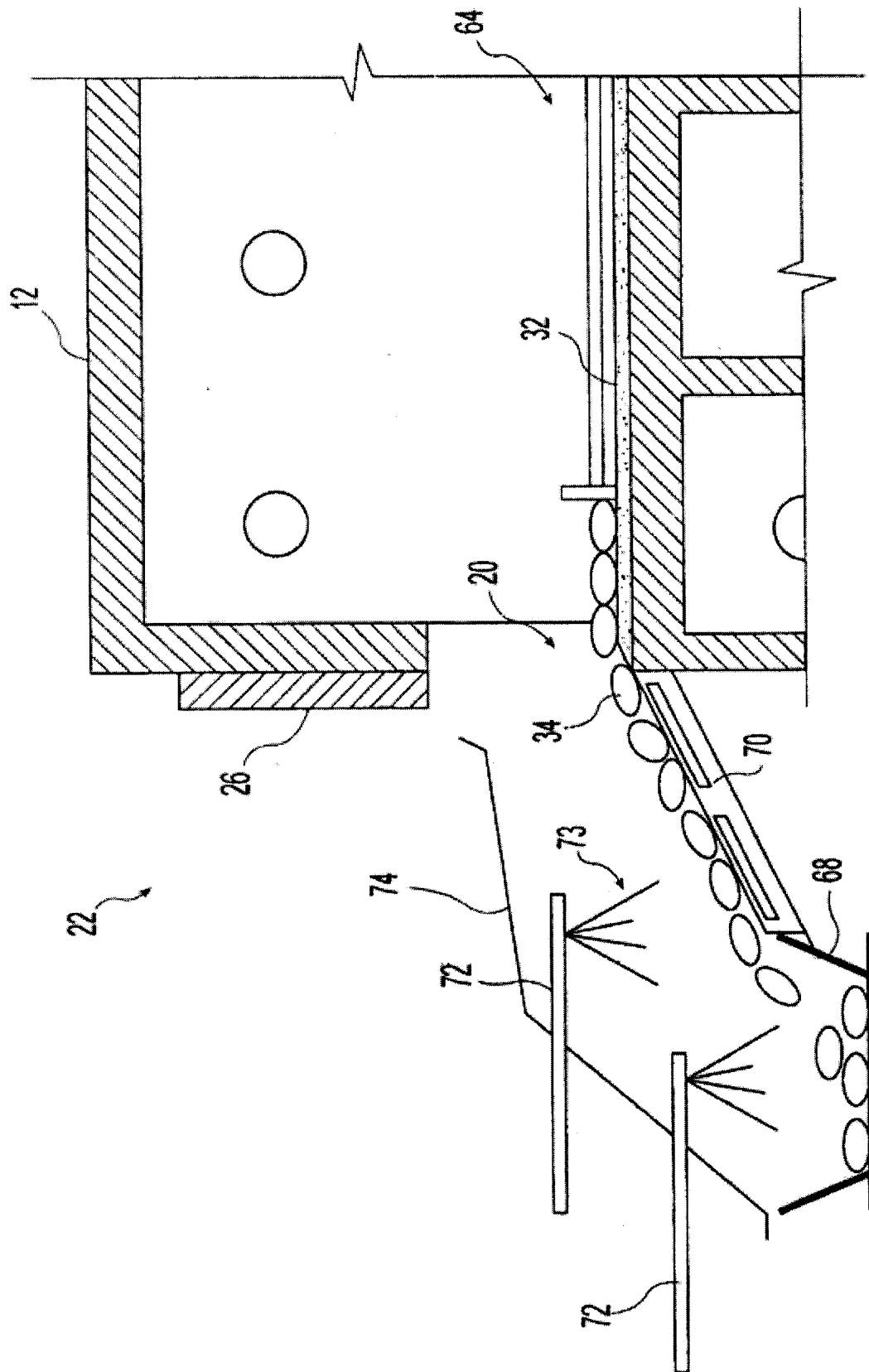


Fig. 7

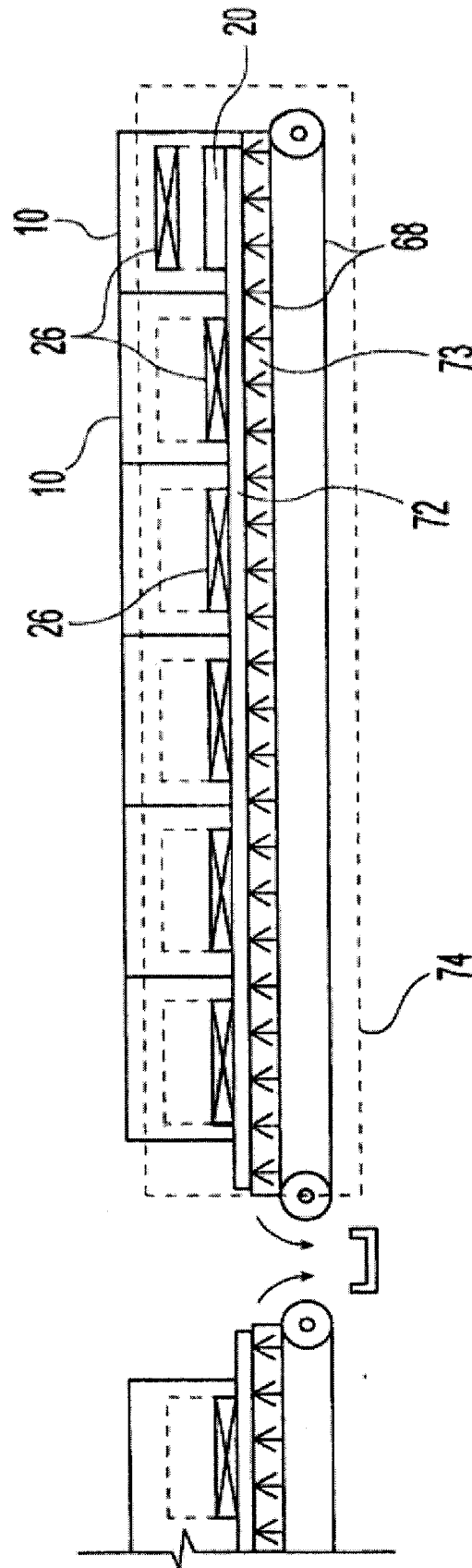


Fig. 8

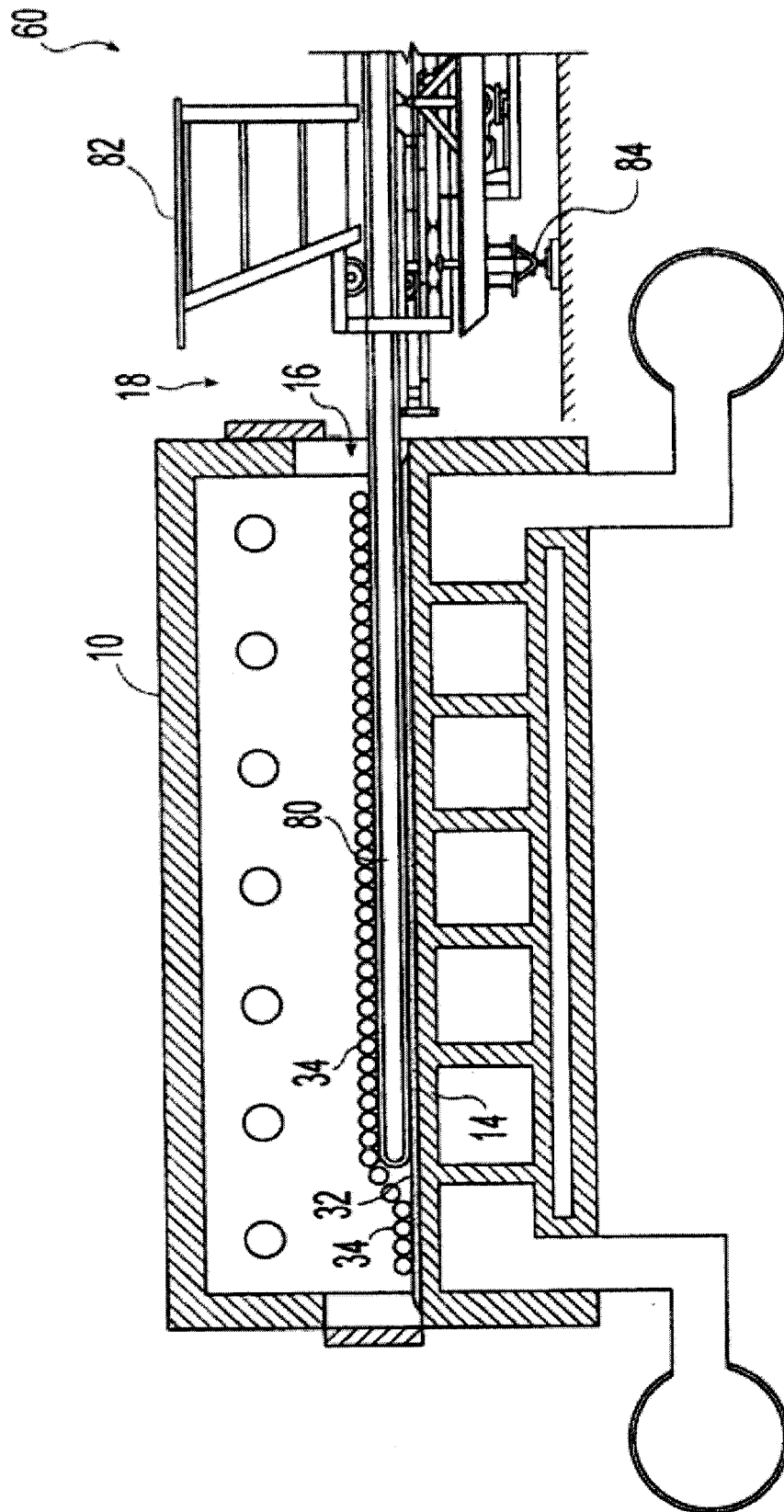


Fig. 9

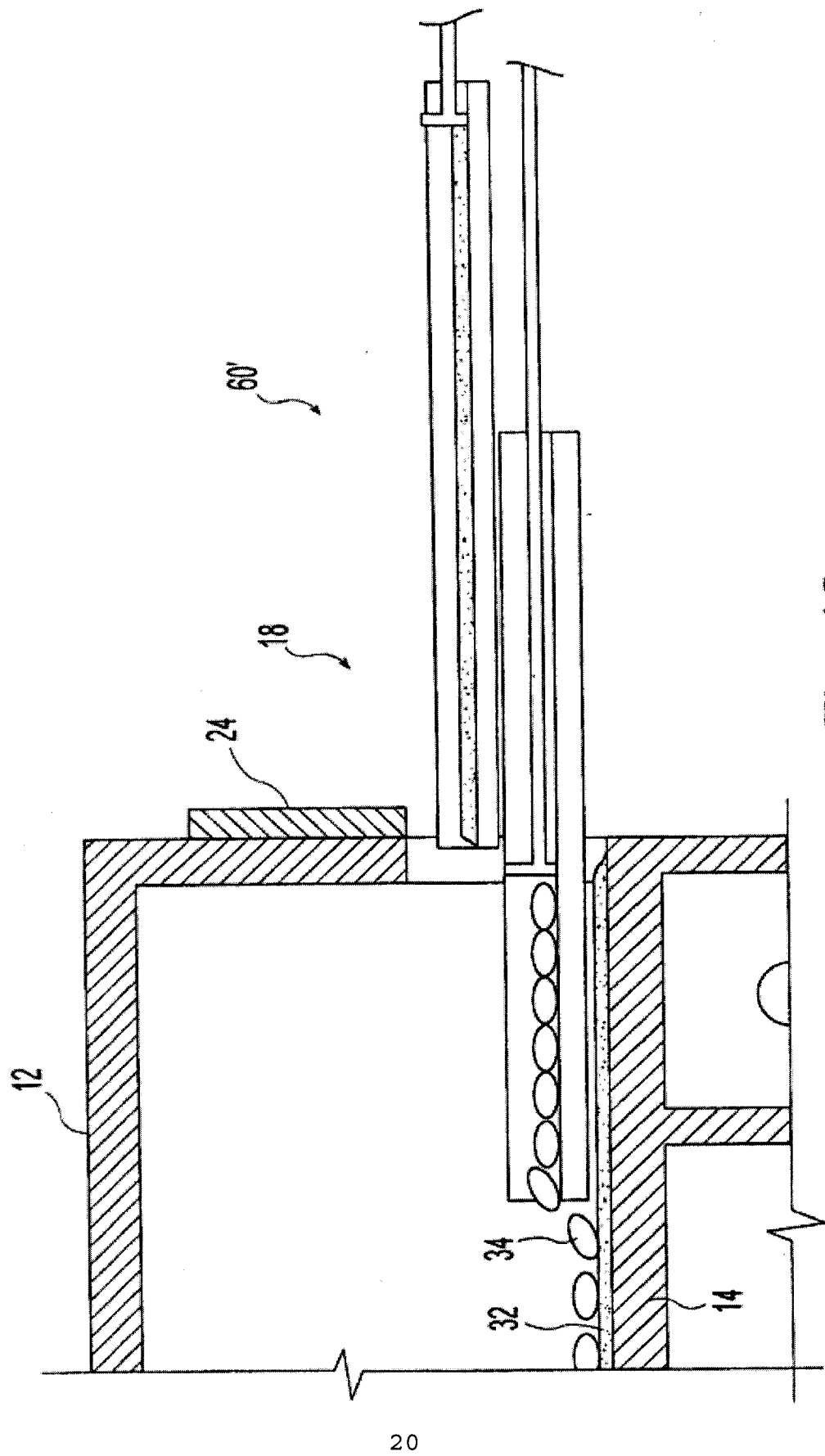


Fig. 10