



①9



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

①1 Número de publicación: **2 284 565**

⑤1 Int. Cl.:

F03G 1/00 (2006.01)

F02G 5/00 (2006.01)

C04B 7/47 (2006.01)

F27D 17/00 (2006.01)

①2

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑧6 Número de solicitud europea: **01112547 .3**

⑧6 Fecha de presentación : **23.05.2001**

⑧7 Número de publicación de la solicitud: **1158161**

⑧7 Fecha de publicación de la solicitud: **28.11.2001**

⑤4 Título: **Método y aparato para la generación de energía.**

③0 Prioridad: **24.05.2000 US 577354**
21.05.2001 US 860516

④5 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.11.2007

④5 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.11.2007

⑦3 Titular/es: **ORMAT INDUSTRIES, Ltd.**
P.O. Box 68
Yavne 70650, IL

⑦2 Inventor/es: **Bronicki, Lucien;**
Legmann, Hilel;
Amir, Nadav y
Batscha, Dan

⑦4 Agente: **Fortea Laguna, Juan José**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método y aparato para la generación de energía.

1. Sector técnico

La presente invención se refiere a la generación de energía, y más particularmente se refiere a un método y a un aparato para la producción de energía en relación con la fabricación de cemento.

2. Antecedentes de la invención

Recientemente, la necesidad de generar electricidad y potencia a partir de fuentes de calor disponibles localmente ha pasado a ser de gran interés. En particular, una fuente de calor de este tipo existe en las fábricas de producción de cemento, tal como se puede observar en los documentos de la técnica anterior EP-A-0 775 677 y DE-U-29608816. Dado que las exigencias medioambientales de dichas fábricas de producción de cemento son muy estrictas, la producción de electricidad y potencia en las fábricas de producción de cemento requiere especial atención.

Por lo tanto, es un objetivo de la presente invención dar a conocer un nuevo método y/o aparato mejorados para la generación de energía, en los que se reducen o se superan sustancialmente las desventajas que se han indicado en lo anterior.

Características de la invención

Un método para la producción de energía, de acuerdo con la presente invención, comprende las siguientes etapas: suministrar clinker de un horno de fabricación de cemento a un enfriador de rejilla para enfriar el clinker, y extrayendo aire caliente del refrigerador de rejilla y suministrándolo a un filtro, por ejemplo, un precipitador electrostático o filtro de bolsas. Cuando se utiliza un precipitador electrostático para la extracción de materias en partículas del aire caliente procedente del enfriador de rejilla, este aire caliente es suministrado al precipitador electrostático.

Después de ello, el aire filtrado que sale del precipitador electrostático es suministrado a un cambiador de calor de aire-fluido de transferencia de calor, que contiene por ejemplo, aceite térmico, etc., para calentar el fluido de transferencia de calor. Un fluido de trabajo es vaporizado utilizando el calor del fluido de transferencia de calor que se ha calentado, y se producen fluido de trabajo vaporizado y fluido de transferencia de calor del que se ha extraído el calor. El calor del fluido de transferencia de calor que ha sido agotado es utilizado para precalentar fluido de trabajo, mientras que el fluido de trabajo vaporizado producido en el vaporizador es suministrado a una turbina para producir potencia. El fluido de trabajo vaporizado que sale de la turbina es suministrado a un condensador de fluido de trabajo que condensa el fluido de trabajo vaporizado que sale de la turbina y produce fluido de trabajo condensado que es suministrado al vaporizador. Preferentemente, el método comprende el suministro del fluido de trabajo vaporizado que sale de la turbina a un recuperador que calienta el condensado de fluido de trabajo suministrado desde el condensador de fluido de trabajo antes de suministrar dicho condensado del fluido de trabajo al vaporizador. Además, y de forma preferente, el condensado de fluido de trabajo es suministrado a un precalentador que precalienta el condensado de fluido de trabajo y produce fluido de trabajo precalentado que es suministrado a dicho vaporizador.

Además, la presente invención comprende un aparato para la producción de potencia, que está dota-

do de los siguientes elementos: un enfriador de rejilla para enfriar el clinker suministrado desde el horno de producción de cemento; un filtro, por ejemplo, un precipitador electrostático o un filtro de bolsas que extrae materia en partículas del aire caliente suministrado desde dicho enfriador de rejilla; y un cambiador de calor de aire-fluido de transferencia de calor que contiene, por ejemplo, aceite térmico, que calienta dicho fluido de transferencia de calor mediante calor procedente del aire filtrado que sale del precipitador electrostático cuando se utiliza dicho tipo de precipitador, además, el aparato comprende un vaporizador que vaporiza fluido de trabajo utilizando calor en el fluido de transferencia de calor, que ha sido calentado y produce fluido de trabajo vaporizado y fluido de transferencia de calor del que se ha extraído el calor. Además, el aparato comprende un precalentador que precalienta fluido de trabajo utilizando calor del fluido de transferencia de calor que ya ha sido agotado, y una turbina que recibe fluido de trabajo vaporizado producido en dicho vaporizador y produce energía.

El aparato dispone también de un condensador de fluido de trabajo que recibe fluido de trabajo vaporizado que sale de la turbina y condensa el fluido de trabajo vaporizado que sale de la turbina, produciendo un condensado de fluido de trabajo que es suministrado a dicho vaporizador.

Preferentemente, el aparato incluye adicionalmente un recuperador que calienta el condensado de fluido de trabajo suministrado desde el condensador de fluido de trabajo mediante el calor procedente del fluido de trabajo vaporizado que sale de dicha turbina antes de suministrar condensado de fluido de trabajo al vaporizador. Además, y de modo preferente, el aparato comprende un precalentador separado que precalienta el condensado del fluido de trabajo y produce fluido de trabajo precalentado que es suministrado al vaporizador. En la realización preferente de la presente invención, el fluido de trabajo comprende un fluido de trabajo orgánico. De manera más preferente, el fluido de trabajo orgánico comprende pentano.

Breve descripción de los dibujos

Se describirán realizaciones de la presente invención, a título de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 es un diagrama de bloques de un aparato para la generación de potencia, de acuerdo con una realización de la presente invención; y

la figura 2 es un diagrama de bloques de un aparato para la generación de potencia, de acuerdo con otra realización de la presente invención;

la figura 2A es un diagrama de bloques de otro aparato para la generación de energía, de acuerdo con la presente invención;

la figura 2B es un diagrama de bloques de otro aparato para la generación de potencia, de acuerdo con la presente invención;

la figura 2C es un diagrama de bloques de otro aparato para la generación de potencia, de acuerdo con la presente invención;

la figura 2D es un diagrama de bloques de otro aparato para la generación de potencia, de acuerdo con la presente invención;

la figura 3 es un diagrama de bloques de otro aparato para la producción de energía, de acuerdo con la presente invención;

la figura 3A es un diagrama de bloques de un cam-

biador de calor para su utilización conjuntamente con el aparato descrito con referencia a la figura 3; y

la figura 3B es un diagrama de bloques de otro cambiador de calor a utilizar conjuntamente con el aparato descrito con referencia a la figura 3.

Iguales numerales de referencia y designaciones en los diferentes dibujos se refieren a iguales elementos.

Descripción detallada

Haciendo referencia a la figura 1, el numeral de referencia (10) indica una realización de un aparato para la generación de energía de acuerdo con la presente invención. Se ha mostrado, junto con el aparato para la generación de energía, un horno de fabricación de cemento o de "clinker" (12), que es suministrado a un enfriador de rejilla (14) para el enfriamiento del clinker. El aire caliente del enfriador de rejilla (14) es suministrado al precipitador electrostático (16) para la extracción de materia en partículas del aire caliente. El aire filtrado que sale del precipitador electrostático (16) es suministrado a un cambiador de calor de fluido transferencia de calor-aire, por ejemplo, un intercambiador de calor (18) de aire-aceite, que contiene aceite térmico, etc., para transferir calor desde el aire caliente al aceite térmico contenido en su interior. El aire caliente del que se ha agotado el calor es extraído del cambiador de calor aire-aceite (18) mientras que el aceite térmico caliente producido en el cambiador de calor (18) es suministrado preferentemente al vaporizador (20) para vaporizar un líquido de trabajo presente en el mismo. El aceite térmico que ha cedido calor y que sale del vaporizador (20) es suministrado al precalentador (22) para la producción de fluido de trabajo precalentado. Además, el aceite térmico que ha cedido calor y que sale del precalentador (22) es suministrado al cambiador de calor de aire-aceite (18) para su calentamiento. El fluido de trabajo vaporizado es suministrado desde el vaporizador (22) a la turbina (24), a efectos de expansión y generación de energía, de manera que un generador eléctrico (26) es impulsado preferentemente para producir electricidad. El fluido de trabajo vaporizado y expandido sale de la turbina (24) y es suministrado al condensador (28) para producir condensado de fluido de trabajo que sea suministrado al precalentador (20) utilizando la bomba (32). Preferentemente, no obstante, antes de que el fluido de trabajo expandido es suministrado al condensador (28), el fluido de trabajo expandido es suministrado, en primer lugar, al recuperador (30) para extraer calor del fluido de trabajo expandido y el fluido de trabajo expandido que ha cedido calor es suministrado al condensador (28). El calor extraído del fluido de trabajo expandido en el recuperador (30) es extraído por el condensado de fluido de trabajo suministrado desde el condensador (28), de manera que el condensado de fluido de trabajo caliente es suministrado al precalentador (20).

Cuando se utiliza un precipitador electrostático, tal como el precipitador electrostático (16), se pueden tener temperaturas que lleguen a los 400°C en el precipitador electrostático.

En una alternativa, el cambiador de calor de aire-aceite (18) puede quedar dispuesto antes del precipitador electrostático (16). En este caso, un dispositivo de extracción de partículas situado antes del cambiador de calor aire-aceite, tal como un separador ciclónico, etc., es utilizado para extraer materia en partículas antes de que los gases calientes que salen del enfriador

de rejilla (14) sean suministrados al cambiador de calor de aire-aceite (18). En este caso, las dimensiones del precipitador electrostático (16), que recibe el aire que ha cedido calor procedente del calor de aire-aceite (18), se pueden reducir.

Haciendo referencia a continuación a la figura 2, el numeral de referencia (200) indica otra realización de aparato para la producción de energía de acuerdo con la presente invención. Se ha mostrado junto con el aparato para la producción de energía un horno de cemento o clinker (212) que es suministrado al enfriador de rejilla (214) para la refrigeración del clinker. El aire caliente procedente del enfriador de rejilla (214) es suministrado al cambiador de calor aire-aire (217) para la transferencia de calor desde el aire que sale del enfriador de rejilla (214) a otra masa de aire, y generando aire caliente del que se ha extraído calor, que es suministrado a un filtro de bolsas (216). En este caso, el intercambiador de calor aire-aire (217) es utilizado como sistema de refuerzo. En condiciones operativas habituales, el aire caliente que sale del refrigerador de rejilla (214) es suministrado a un cambiador de calor de aire-fluido de transferencia térmica, por ejemplo, un cambiador de calor de aire-aceite (218), que contiene aceite térmico, etc., para transferir calor desde el aire caliente al aire térmico contenido en aquél. Un extractor de material en partículas situado antes del cambiador de calor (218) de aire-aceite, tal como un separador ciclónico, etc., es utilizado para extraer material en partículas antes de que los gases calientes que salen del enfriador de rejilla (214) sean suministrados al cambiador de calor de aire-aceite (218). Una cantidad adicional de aire caliente del que se ha extraído calor es extraída del cambiador de calor de aire-aceite (218), mientras que el aceite térmico caliente producido en el cambiador de calor (218) es suministrado preferentemente al vaporizador (220) para vaporizar el fluido de trabajo presente en el mismo. Una cantidad adicional de aire caliente que ha cedido calor y que sale del cambiador de calor de aire-aceite (218) es suministrada directamente al filtro de bolsas (216) para extraer la materia en partículas del mismo. El aceite térmico que sale del vaporizador (220), del que se ha extraído calor, es suministrado al precalentador (222) para producir fluido de trabajo precalentado. Una cantidad adicional de aceite térmico del que se ha extraído calor que sale del precalentador (222) es suministrado al cambiador de calor de aire-aceite (218) para su calentamiento. Se suministra fluido de trabajo vaporizado desde el vaporizador (222) a la turbina (224) para su expansión y producción de potencia, de manera que preferentemente se impulsa un generador eléctrico (226) para producir electricidad. El fluido de trabajo vaporizado y expandido sale de la turbina (224) y es suministrado al condensador (228) para producir condensado de fluido de trabajo que es suministrado utilizando la bomba (232) al precalentador (220). Preferentemente, no obstante, antes de que el fluido de trabajo vaporizado sea suministrado al condensador (228), el fluido de trabajo vaporizado y expandido es suministrado, en primer lugar, al recuperador (230) para extraer calor del fluido de trabajo vaporizado y expandido, y el fluido de trabajo expandido del que se ha extraído calor es suministrado al condensador (228). El calor extraído desde el fluido de trabajo vaporizado y expandido en el recuperador (230) es extraído por el condensado de fluido de trabajo suministrado desde el condensador (228),

de manera que el condensado de fluido de trabajo caliente es suministrado al precalentador (220).

Cuando se utiliza un filtro de bolsas, tal como el filtro de bolsas (216), se pueden tener en dicho filtro de bolsas temperaturas de 120°C (hasta 200°C).

Haciendo referencia nuevamente a la figura 2A, el numeral de referencia (200A) indica otro aparato para la producción de energía de acuerdo con la presente invención. Se ha mostrado conjuntamente con el aparato para generar energía el horno de clinker de cemento (212), que es suministrado al enfriador de rejilla (214) para el enfriamiento del clinker. El aire caliente del enfriador de rejilla (214) es suministrado al cambiador de calor aire-aire (217A) para transferir calor desde el aire caliente que sale del refrigerador de rejilla (214) a otra masa de aire, y produciendo aire caliente del que se ha extraído calor, que es suministrado al filtro de bolsas (216A). En la presente realización, el cambiador de calor aire-aire (217A) es utilizado en el sistema de transferencia de calor para la generación de energía. Por lo tanto, en condiciones operativas normales, el aire adicional utilizado para refrigerar el aire caliente que sale del refrigerador de rejilla (214) es suministrado con intermedio de la conducción (213A) al cambiador de calor de aire-fluido de transferencia de calor, por ejemplo, el cambiador de calor aire-aceite (218A), que contiene aceite térmico, etc., para transferir calor desde el aire caliente al aceite térmico contenido en el mismo. El aire caliente del que se ha extraído calor es extraído del cambiador de calor de aire-aceite (218A) mediante la conducción (215A), siendo suministrado el cambiador de calor aire-aire (217A) mientras que el aceite térmico caliente producido en el cambiador de calor (218A) es suministrado preferentemente al vaporizador (222A) para la vaporización del fluido de trabajo presente en el mismo. El aceite térmico del que se ha extraído calor que sale del vaporizador (222A) es suministrado preferentemente al precalentador (220A) para producir fluido de trabajo precalentado. Una cantidad adicional de aceite térmico del que se ha extraído calor que sale del precalentador (220A) es suministrada al cambiador de calor de aire-aceite (218A) para su calentamiento. Se suministra fluido de trabajo vaporizado desde el vaporizador (222A) a la turbina (224) para su expansión y generación de energía, de manera que preferentemente se impulsa un generador eléctrico (226) para producir electricidad. Fluido de trabajo vaporizado y expandido sale de la turbina (24) y es suministrado al condensador (228) para producir condensado de fluido de trabajo que es suministrado utilizando la bomba (232) al precalentador (220A). No obstante, de modo preferente, antes de suministrar fluido de trabajo vaporizado y expandido al condensador (228), el fluido de trabajo vaporizado y expandido es suministrado, en primer lugar, al recuperador (230) para extraer calor desde el fluido de trabajo vaporizado y expandido, y dicho fluido de trabajo expandido del que se ha extraído calor es suministrado al condensador (223). El calor extraído del fluido de trabajo vaporizado y expandido en el recuperador (230) es extraído por el condensado de fluido de trabajo suministrado desde el condensador (228), de manera que el condensado de fluido de trabajo calentado es suministrado al precalentador (220).

En la figura 2B, el numeral de referencia (200B) designa un aparato adicional para la producción de potencia de acuerdo con la presente invención. Se ha

mostrado junto con el aparato para generar energía un horno de cemento (212) que suministra clinker al enfriador de rejilla (214) para el enfriamiento del mismo. El aire caliente procedente del enfriador de rejilla (214) es suministrado al cambiador de calor aire-aire (217B) para la transferencia de calor desde el aire caliente que sale del enfriador de rejilla (214) a otra masa de aire adicional suministrada por la entrada de aire (211B) al cambiador de calor aire-aire (217B) y produciendo aire caliente del que se ha extraído calor que es suministrado al filtro de bolsas (216B). En la presente realización, el cambiador de calor aire-aire (217E) es utilizado en el sistema de transferencia de calor para la producción de energía. Por lo tanto, en condiciones operativas usuales, el aire adicional utilizado para enfriar el aire caliente que sale del enfriador de rejilla (214) es suministrado con intermedio de la conducción (213B) al cambiador de calor de aire-fluido de transferencia de calor, por ejemplo, un cambiador de calor aire-aceite (218B), que contiene aceite térmico, etc., para transferir calor desde el aire caliente al aceite térmico contenido en aquél. El aire caliente del que se ha extraído calor es extraído del cambiador de calor aire-aceite (218B) por medio de la conducción (215B) y es suministrado al aire ambiente con intermedio de dicha salida de aire caliente, mientras que el aceite térmico calentado producido en el cambiador de calor (218B) es suministrado preferentemente al vaporizador (222B) para vaporizar el fluido de trabajo presente en el mismo. El aceite térmico del que se ha extraído calor que sale del vaporizador (222B) es suministrado preferentemente al precalentador (220B) para producir fluido de trabajo precalentado. Otro aceite térmico del que se ha extraído calor y que sale del precalentador (20) es suministrado al cambiador de calor aire-aceite (218B) para su calentamiento.

El fluido de trabajo vaporizado es suministrado desde el vaporizador (222B) a la turbina (224) para su expansión y generación de energía, de manera que se impulsa preferentemente un generador eléctrico (226) para producir electricidad. El fluido de trabajo vaporizado y expandido sale de la turbina (224) y es suministrado al condensador (228) para la producción de un condensado de fluido de trabajo que es suministrado utilizando la bomba (232) al precalentador (220). No obstante, de modo preferente, antes de que el fluido de trabajo vaporizado y expandido sea suministrado al condensador (228), el fluido de trabajo vaporizado y expandido es suministrado, en primer lugar, al recuperador (230) para la extracción de calor del fluido de trabajo vaporizado y expandido, y dicho fluido de trabajo expandido del que se ha extraído calor es suministrado al condensador (228). El calor extraído del fluido de trabajo vaporizado y expandido en el recuperador (230) es extraído por el condensado de fluido de trabajo suministrado desde el condensador (228), de manera que se suministra condensado de fluido de trabajo caliente al precalentador (220B).

El numeral de referencia (200C) de la figura 2C indica un aparato adicional para la producción de potencia de acuerdo con la presente invención. Se ha mostrado conjuntamente con el aparato para la generación de energía un horno de clinker de cemento (212) que es suministrado al enfriador de rejilla (214) para el enfriamiento del clinker. El aire caliente procedente del enfriador de rejilla (214) es suministrado al cambiador de calor aire-aire (217C) para transferir

aire del aire caliente que sale del enfriador de rejilla (214) a otra masa de aire suministrada por la conducción (211C) al cambiador de calor aire-aire (217C) y producir aire caliente del que se ha extraído calor que es suministrado al filtro bolsas (216C). En la presente realización, se utiliza un cambiador de calor aire-aire (217C) en el sistema de transferencia de calor para la generación de energía. Por lo tanto, en condiciones operativas normales, el aire adicional utilizado para enfriar el aire caliente que sale del enfriador de rejilla (214) es suministrado preferentemente con intermedio de la conducción (213C) y el ventilador (219C) al vaporizador (222C) para vaporizar fluido de trabajo presente en el mismo sin utilización de un cambiador de calor de aire-fluido de transferencia de calor que contiene, por ejemplo, aceite térmico, etc. El aire caliente del que se ha extraído calor que sale del vaporizador (222C) es suministrado preferentemente al precalentador (220C) para producir fluido de trabajo precalentado. El aire adicional que sale del precalentador (220C) y del que se ha extraído calor es suministrado al cambiador de calor aire-aire (217C) para calentamiento. Se suministra fluido de trabajo vaporizado desde el vaporizador (222C) a la turbina (224) para su expansión y generación de potencia de manera que el generador eléctrico (226) es impulsado preferentemente para la producción de electricidad. El fluido de trabajo vaporizado y expandido sale de la turbina (224) y es suministrado al condensador (228) para producir un condensado de fluido de trabajo que es suministrado utilizando la bomba (232) al precalentador (220C). No obstante, de modo preferente, antes de que el fluido de trabajo vaporizado es suministrado al condensador (228), el fluido de trabajo vaporizado y expandido es suministrado, en primer lugar, al recuperador (230) para extraer calor del fluido de trabajo vaporizado y expandido, y el fluido de trabajo expandido del que se ha extraído calor es suministrado al condensador (228). El calor extraído del fluido de trabajo vaporizado y expandido en el recuperador (230) es extraído mediante condensado de fluido de trabajo suministrado desde el condensador (228), de manera que se suministra condensado de fluido de trabajo caliente al precalentados (220C).

Haciendo referencia nuevamente a la figura 2D, el numeral (200D) indica un aparato adicional para la generación de energía de acuerdo con la presente invención. Se ha mostrado conjuntamente con el aparato para generación de energía el horno de cemento clinker (212) que es suministrado al enfriador de rejilla (214) para el enfriamiento del clinker. Se suministra aire caliente del enfriador de rejilla (214) al cambiador de calor aire-aire (217D) para transferir calor desde el aire caliente que sale del enfriador de rejilla (214) al aire suministrado por la conducción (211D) y el ventilador (219D) al cambiador de calor aire-aire (217D), y produciendo aire caliente del que se ha extraído calor que es suministrado al filtro de bolsas (216D). En la presente realización, el cambiador de calor aire-aire (217D) es utilizado en el sistema de transferencia de calor para producir energía. Por lo tanto, en condiciones habituales de funcionamiento, el aire adicional utilizado para enfriar el aire caliente que sale del enfriador de rejilla (214) es suministrado preferentemente por intermedio de la conducción (213D) al vaporizador (222D) para vaporizar fluido de trabajo presente en el mismo, sin utilización de un cambiador de calor de aire-fluido de transferencia tér-

mica que contiene, por ejemplo, aceite térmico, etc. El aire caliente del que se ha extraído calor que sale del vaporizador (222D) es suministrado preferentemente al precalentador (220D) para producir fluido de trabajo precalentado. Se suministra otro aire adicional caliente que sale del precalentador (220D) del que se ha extraído calor con intermedio de la conducción (215D) al aire ambiente. El fluido de trabajo vaporizado es suministrado desde el vaporizador (222D) a la turbina (224), a efectos de expansión y producción de energía, de manera que se impulsa preferentemente un generador eléctrico (226) para producir electricidad. El fluido de trabajo vaporizado y expandido sale de la turbina (224) y es suministrado al condensador (228) para producir condensado de fluido de trabajo que es suministrado utilizando la bomba (232) al precalentador (220D). Preferentemente, no obstante, antes de que el fluido de trabajo vaporizado y expandido sea suministrado al condensador (228), el fluido de trabajo vaporizado y expandido es suministrado, en primer lugar, al recuperador (230) para extraer calor de dicho fluido de trabajo vaporizado y expandido, y el fluido de trabajo expandido del que se ha extraído calor es suministrado al condensador (228). El calor extraído del fluido de trabajo vaporizado y expandido en el recuperador (230) es extraído por medio de condensado de fluido de trabajo suministrado desde el condensador (228), de manera que el condensado de fluido de trabajo calentado es suministrado al precalentador (220D).

Otro aparato para la generación de energía de acuerdo con la presente invención, indicado con el numeral (300), se describe con referencia a la figura 3. Se ha mostrado conjuntamente con el aparato para generación de energía un horno para clinker de cemento (312) que es suministrado al enfriador de rejilla (314) para enfriamiento del clinker. Se suministra al cambiador de calor de tipo aire-fluido de transferencia térmica aire caliente procedente del enfriador de rejilla (314), por ejemplo, un cambiador de calor aire-aceite, (317), que contiene aceite térmico, etc., para transferir calor desde el aire caliente que sale del enfriador de rejilla (314) al aceite térmico contenido en el mismo, y produciendo aire caliente del que se ha extraído calor, que es suministrado al filtro de bolsas (316). Preferentemente, un extractor de partículas situado antes del cambiador de calor aire-aceite (317), tal como un separador ciclónico, etc., es utilizado para extraer material en partículas antes de que los gases calientes que salen del enfriador de rejilla (314) sean suministrados al cambiador de calor de aire-aceite (317). Por lo tanto, en condiciones operativas usuales, el aceite térmico caliente producido en el cambiador de calor (317) es suministrado preferentemente solo al vaporizador (322) para vaporizar el fluido de trabajo presente en el mismo. El aceite térmico que sale del vaporizador (322), del que se ha extraído calor, es suministrado preferentemente al precalentador (320) para producir fluido de trabajo precalentado. Además, aceite térmico del que se ha extraído calor, que sale del precalentador (320), es suministrado al cambiador de calor aire-aceite (317) a efectos de calefacción. El fluido de trabajo vaporizado es suministrado desde el vaporizador (322) a la turbina (324) a efectos de expansión y de producción de energía, de manera que preferentemente se impulsa el generador eléctrico (326) para producir electricidad. Fluido de trabajo vaporizado y expandido sale de la turbina (324) y es suministrado al

condensador (328) para producir condensado de fluido de trabajo que es suministrado utilizando la bomba (332) al precalentador (320). Preferentemente, no obstante, antes de que el fluido de trabajo vaporizado y expandido sea suministrado al condensador (328), el fluido de trabajo vaporizado y expandido es suministrado, en primer lugar, al recuperador (330) para extraer calor de dicho fluido de trabajo vaporizado y expandido, y dicho fluido de trabajo expandido del que se ha extraído calor es suministrado después al condensador (328). El calor extraído del fluido de trabajo vaporizado y expandido en el recuperador (330) es extraído por el condensado de fluido de trabajo suministrado desde el condensador (328) de manera que el condensado de fluido de trabajo caliente es suministrado al precalentador (320).

En esta realización, un cambiador de calor aire-aceite (317) puede adoptar preferentemente la forma de un cambiador de calor de flujo en oposición, descrito con referencia a la figura 3A, indicado con el numeral (300A). Tal como se ha mostrado en la figura 3A, el cambiador de calor (300A) puede adoptar la forma de una envolvente y cambiador de calor tubular en los que el aire caliente que sale del enfriador de rejilla (314) y entra en el cambiador de calor mediante la conducción (311) (ver figura 3, cambiador de calor indicado con el numeral -317- en la figura 3) pasa a través de la envolvente (350) y los pasos (352). Por otra parte, el aceite térmico pasa por los tubos (354) del cambiador de calor de envolvente y tubos (300A), preferentemente en la dirección contraria de la dirección de flujo del aire caliente que pasa por los conductos (352). De esta manera, se mejora la transferencia de calor. Además, el ventilador (356) y las persianas (358) están previstas para suministrar aire al cambiador para refrigerar los tubos si por alguna razón se interrumpe el flujo del aceite térmico.

Otra forma de cambiador de calor de flujo contrario es el que se ha mostrado en la figura 3B, indicado con el numeral (300B). En este cambiador de calor, el aceite térmico fluye en la envolvente interna (352B) mientras el aire caliente que contiene partículas fluye en la envolvente externa (354B). De esta manera, el aire caliente debe ser enfriado de manera más efectiva por el aire facilitado por el ventilador (356) a través de las persianas (358) cuando no hay flujo de aceite térmico.

Preferentemente, el fluido de trabajo de todas las

realizaciones comprende un fluido de trabajo de tipo orgánico. De modo más preferente, el fluido de trabajo de tipo orgánico está constituido por pentano, alternativamente N-pentano o isopentano.

Si bien la presente descripción se refiere específicamente a aceite térmico como fluido de transferencia de calor utilizado en el cambiador de calor aire-fluido de transferencia térmica, la presente invención puede utilizar agua a presión en un bucle de agua a presión, en vez del aceite térmico. De manera alternativa, se puede utilizar, en vez de aceite térmico, vapor, etc.

Además, se debe indicar que las realizaciones descritas con referencia a las figuras 2A y 2B se pueden combinar. En este caso, se pueden instalar deflectores en la conducción (215A) de la figura 2A en dos lugares indicados por los círculos presentes en esta conducción, de manera que el deflector situado más abajo en la figura puede permitir que este punto funcione como entrada de aire, mientras que el deflector situado en la parte alta de la figura puede permitir que este punto funcione como salida de aire. De manera alternativa, se puede añadir una conducción entre la salida de aire caliente en la salida de la conducción (215B) y la entrada de aire en el cambiador de calor aire-aire (217B), que aparece en la figura 2B, indicado mediante círculos, de manera que esta realización puede funcionar de igual manera que la realización descrita con referencia a la figura 2A.

Además, si bien la presente invención, tal como se ha descrito, se refiere a la producción de energía a partir del calor utilizado para enfriar el enfriador de rejilla del clinker de cemento, la presente invención puede ser también utilizada para utilizar el calor presente en la producción o proceso de vidrio.

Además, se debe observar que los medios de suministro o conducciones mencionadas en esta descripción se refieren a conductos adecuados, etc.

Además, se debe indicar que la presente invención incluye también el método operativo del aparato que se da a conocer con referencia a las figuras anteriormente indicadas.

Se cree que las ventajas y resultados mejorados conseguidos por el método y el aparato de la presente invención quedarán evidentes de la descripción que se ha efectuado de la invención. Diferentes cambios y modificaciones podrán ser realizados sin salir del ámbito de la invención que se define en las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Método para la generación de energía, que comprende las siguientes etapas:

a) suministro de clinker de un horno de fabricación de cemento a un enfriador de rejilla para enfriar el clinker;

b) extraer aire caliente del enfriador de rejilla y suministrarlo a un precipitador electrostático para extraer materia en partículas de dicho aire caliente;

c) suministrar aire filtrado que sale de dicho precipitador electrostático a un cambiador de calor de aire-fluido de transferencia térmica para el calentamiento del fluido de transferencia de calor;

d) vaporizar fluido de trabajo en un vaporizador utilizando calor del fluido de transferencia de calor que se ha calentado, y producir fluido de trabajo vaporizado y fluido de transferencia de calor del que se ha extraído calor;

e) precalentar fluido de trabajo utilizando el calor de dicho fluido de transferencia de calor del que se ha extraído calor;

f) suministrar fluido de trabajo vaporizado producido en dicho vaporizador a una turbina para la generación de energía;

g) suministrar fluido de trabajo vaporizado que sale de dicha turbina a un condensador de fluido de trabajo que condensa dicho fluido de trabajo vaporizado que sale de dicha turbina, produciendo condensado de fluido de trabajo; y

h) suministrar dicho condensado de fluido de trabajo a dicho vaporizador.

2. Método, según la reivindicación 1, que comprende el suministro del fluido de trabajo vaporizado que sale de dicha turbina a un recuperador que calienta el condensado de fluido de trabajo facilitado por el condensador de fluido de trabajo antes de facilitar el condensado de fluido de trabajo al vaporizador.

3. Método, según la reivindicación 1, en el que dicho condensado de fluido de trabajo es suministrado a un precalentador que precalienta dicho condensado de fluido de trabajo y produce fluido de trabajo precalentado que es suministrado a dicho vaporizador.

4. Aparato para la generación de energía, que comprende:

a) un enfriador de rejilla (14) para enfriar clinker suministrado desde un horno de producción de cemento;

b) precipitador electrostático (16) que extrae materia en partículas del aire caliente suministrado desde dicho enfriador de rejilla (14);

c) cambiador de calor de tipo aire-fluido de transferencia térmica (18) que calienta el fluido de transferencia térmica con calor procedente de aire filtrado que sale de dicho precipitador electrostático (16);

d) un vaporizador (20) que vaporiza fluido de trabajo utilizando calor en el fluido de transferencia térmica caliente, y que produce fluido de trabajo vaporizado y fluido de transferencia térmica del que se ha extraído calor;

e) un precalentador (22) que vaporiza fluido de trabajo precalentado en un precalentador utilizando calor en dicho fluido de transferencia de calor del que se ha extraído calor;

f) una turbina (24) que recibe fluido de trabajo vaporizado producido en dicho vaporizador (20) y genera energía; y

g) un condensador de fluido de trabajo (28) que recibe el fluido de trabajo vaporizado que sale de dicha turbina (24) y condensa dicho fluido de trabajo vaporizado que sale de la turbina, produciendo condensado de fluido de trabajo que es suministrado a dicho vaporizador (20).

5. Aparato, según la reivindicación 4, que comprende un recuperador (30) que calienta condensado de fluido de trabajo suministrado desde dicho condensador (28) de fluido de trabajo, mediante calor procedente del fluido de trabajo vaporizado que sale de la turbina (24) antes de suministrar dicho condensado de fluido de trabajo al vaporizador (20).

6. Aparato, según la reivindicación 4, en el que dicho precalentador (22) precalienta dicho condensado de fluido de trabajo (24) y produce fluido de trabajo precalentado que es suministrado a dicho vaporizador (20).

7. Aparato, según la reivindicación 4, en el que dicho fluido de trabajo comprende un fluido de trabajo orgánico.

8. Aparato, según la reivindicación 7, en el que dicho fluido de trabajo orgánico comprende pentano.

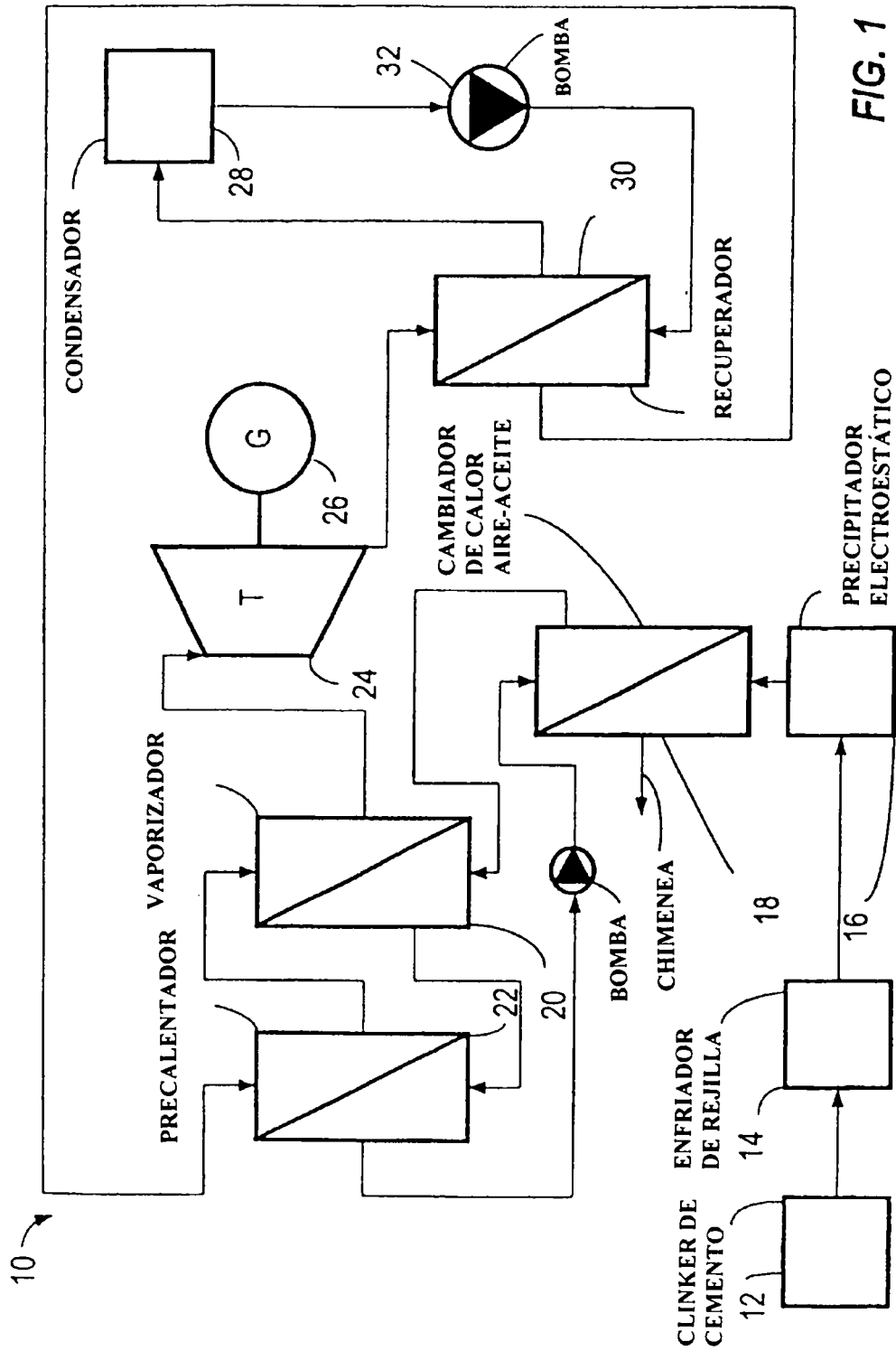


FIG. 1

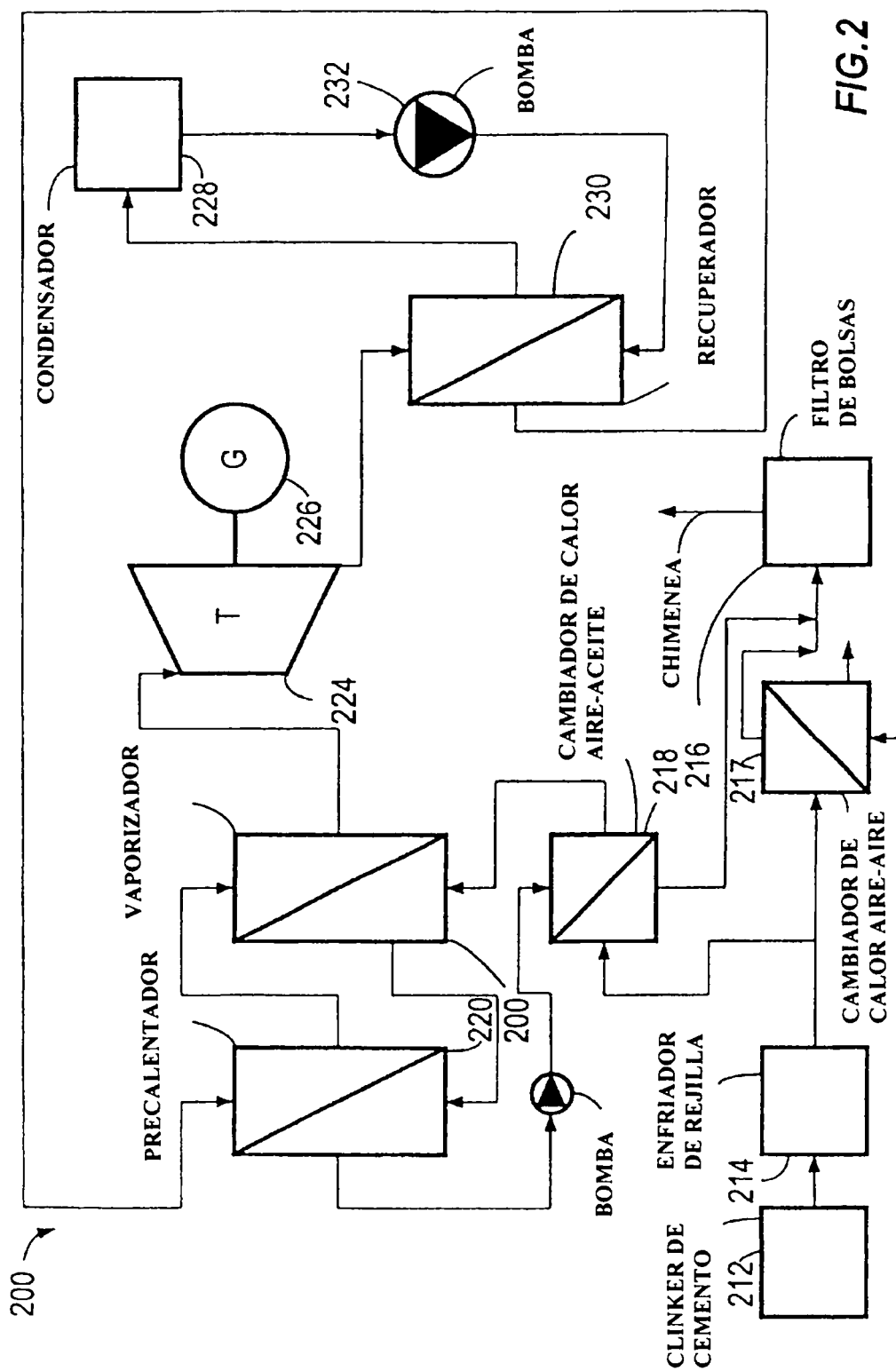


FIG. 2

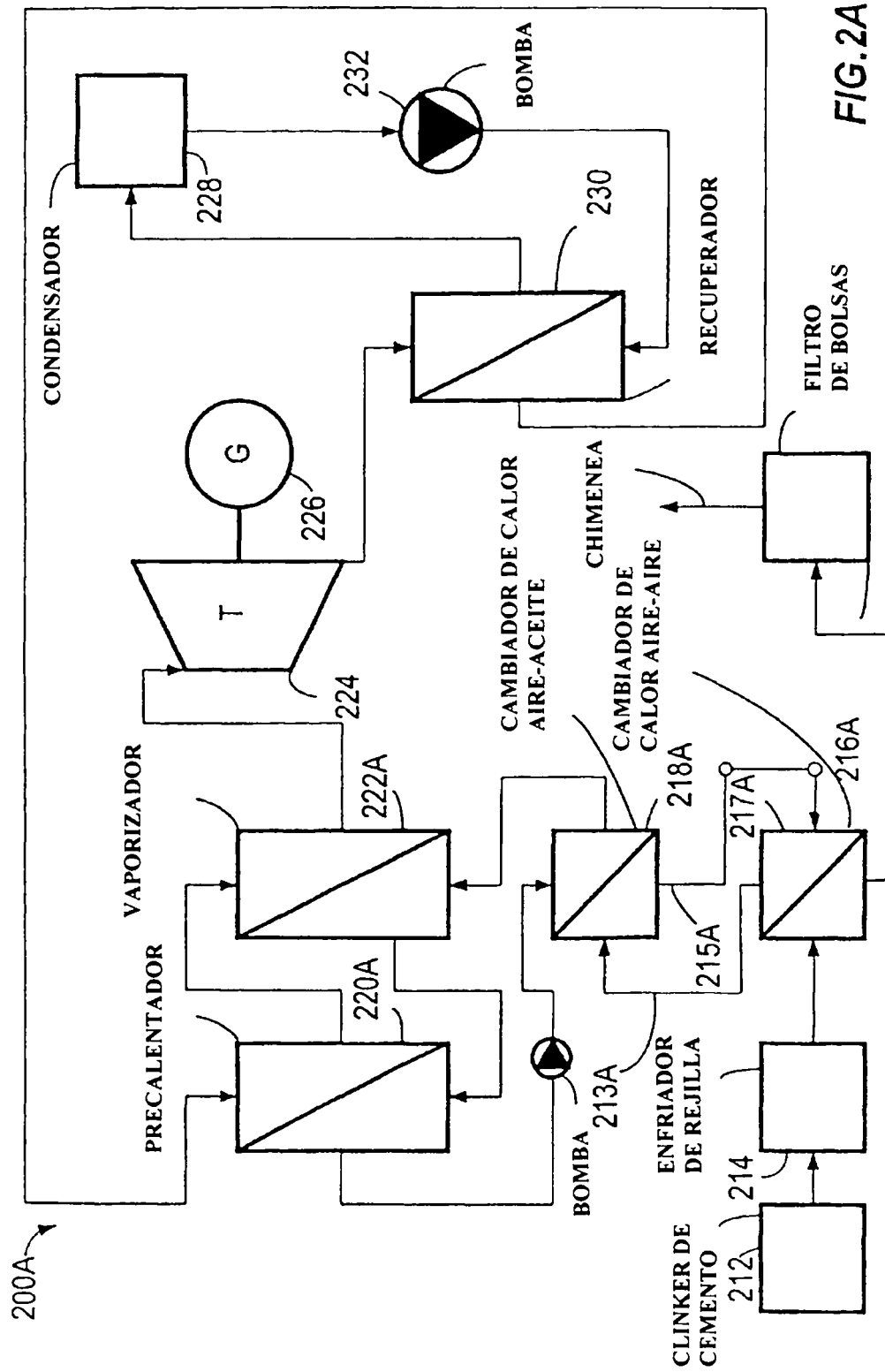


FIG. 2A

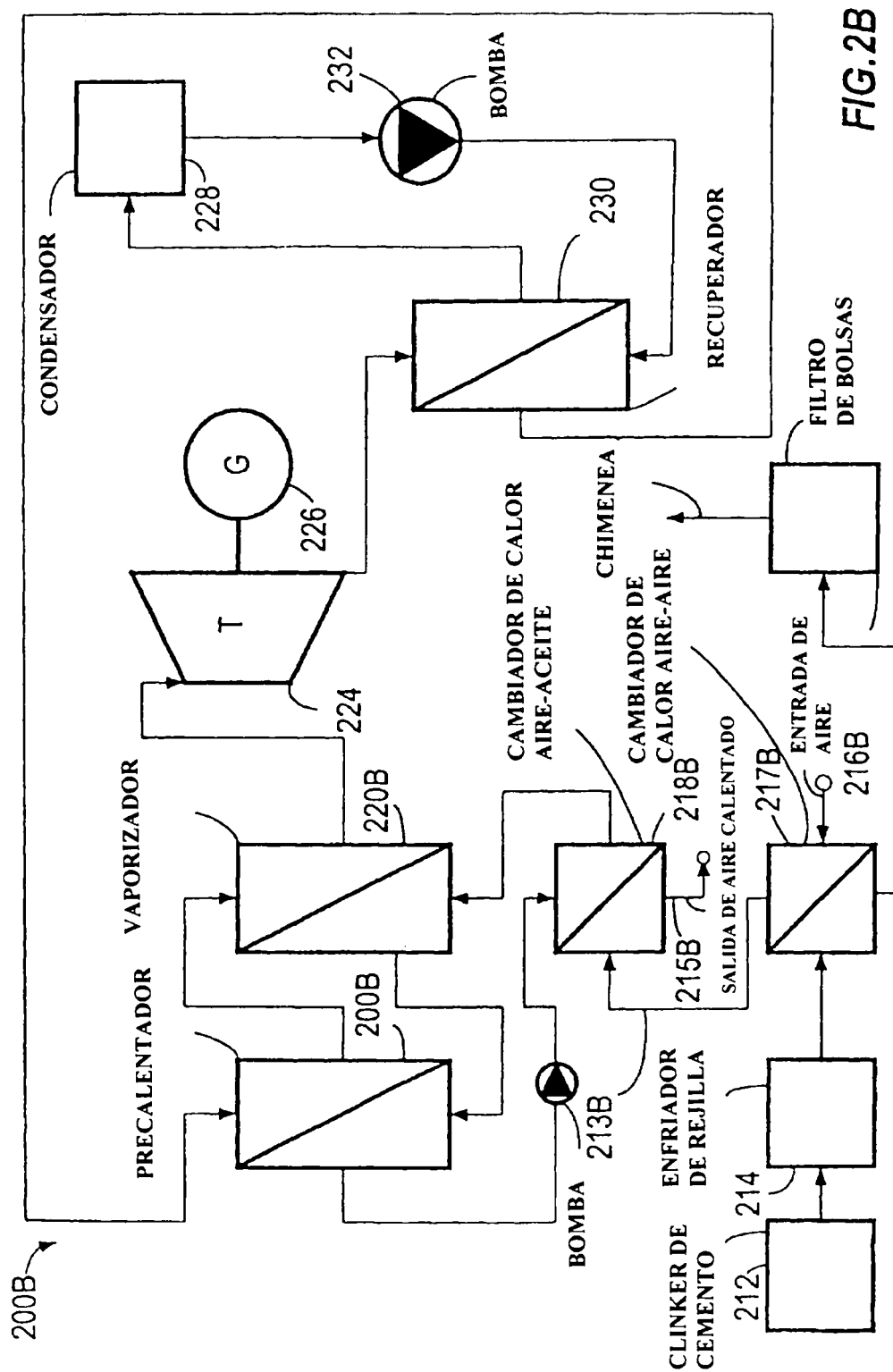


FIG.2B

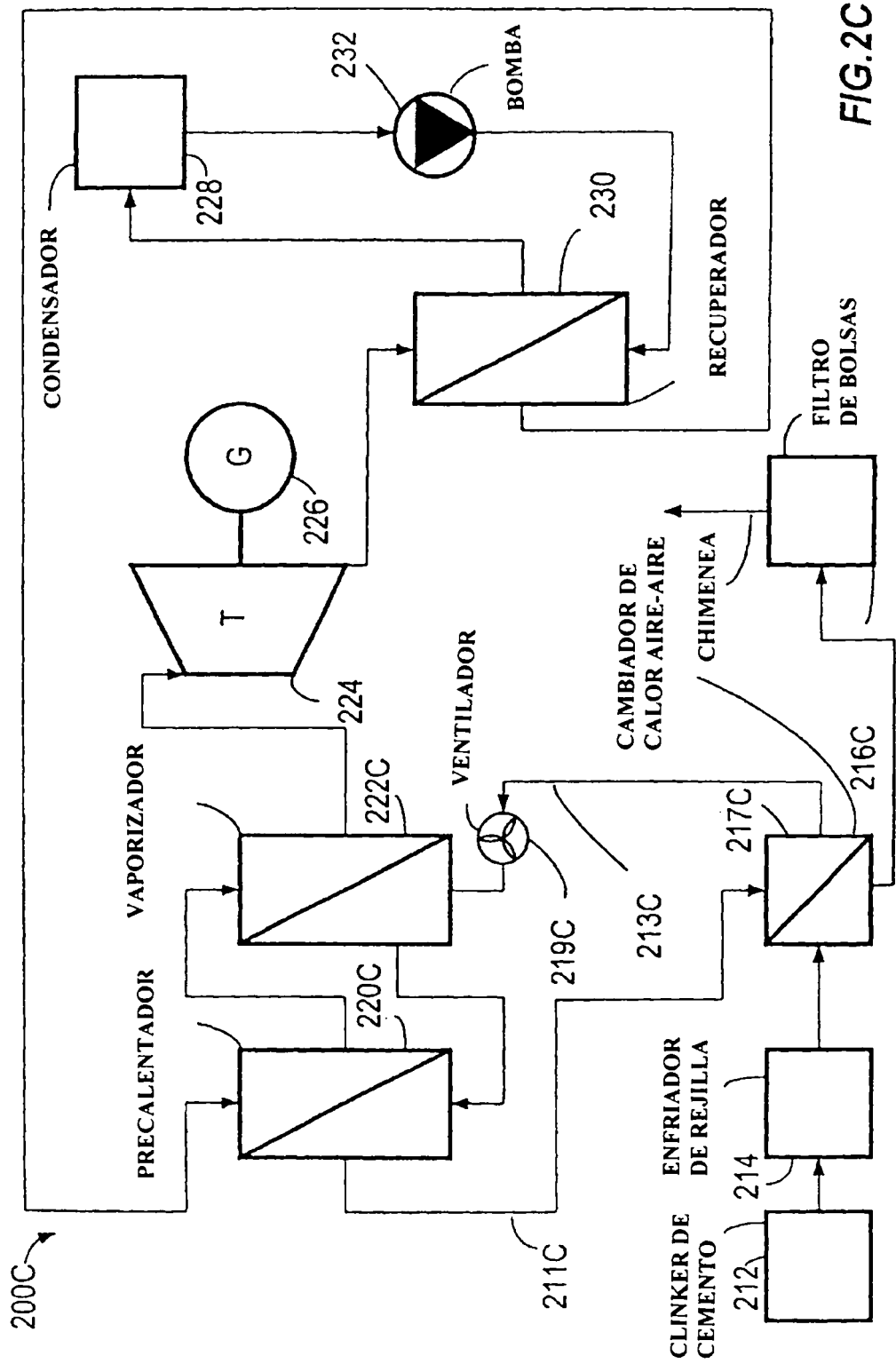
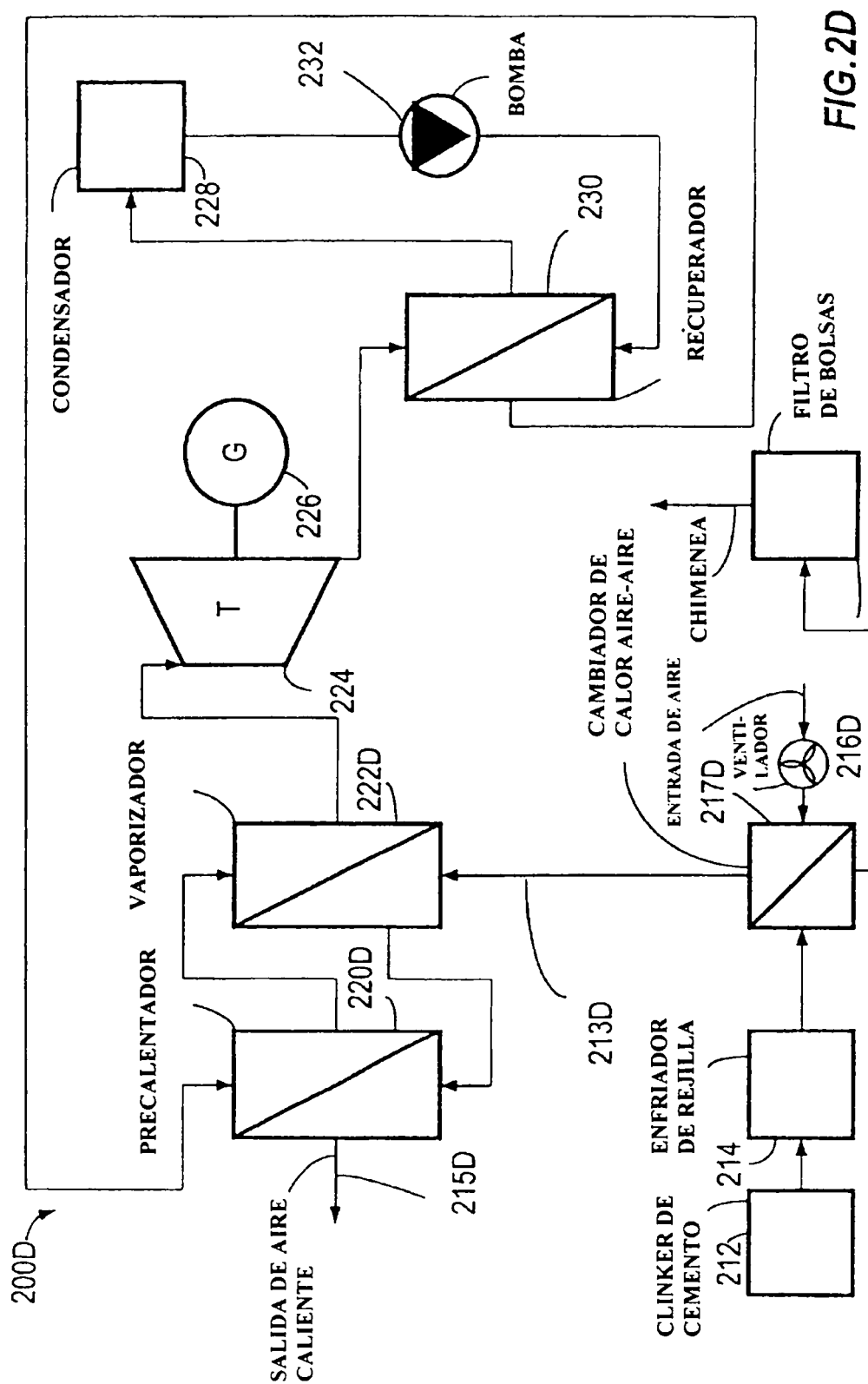


FIG.2C



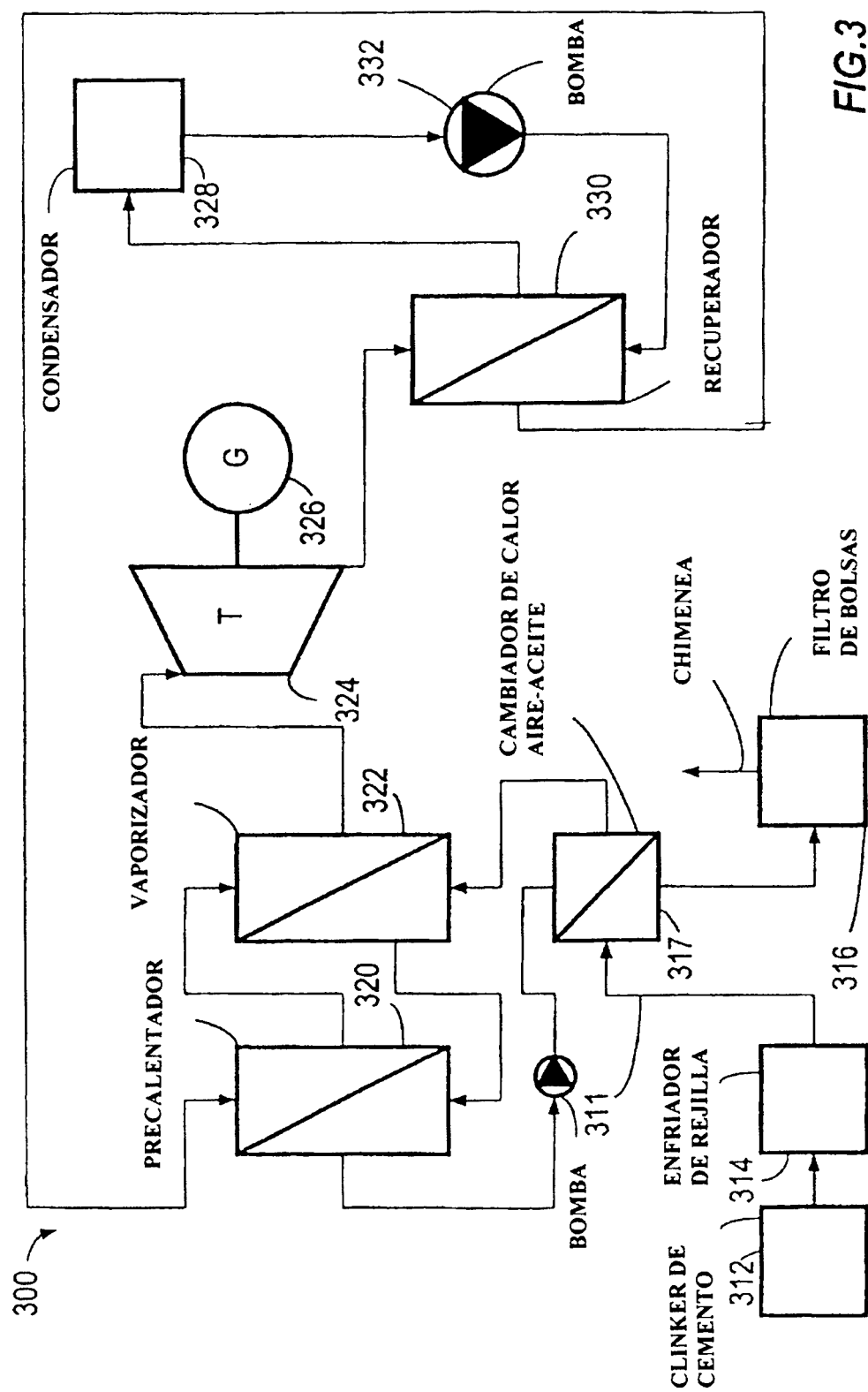


FIG. 3

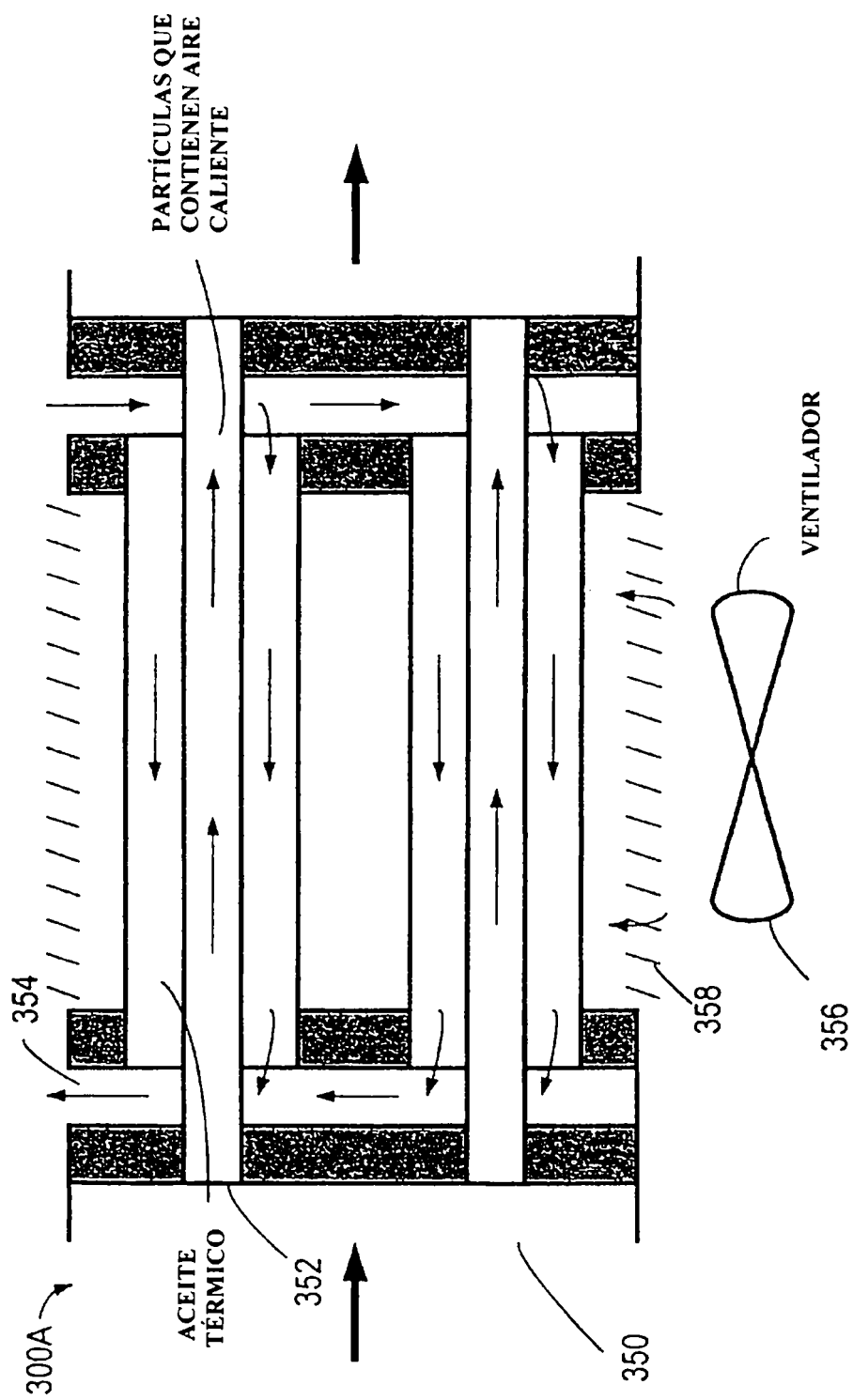


FIG. 3A

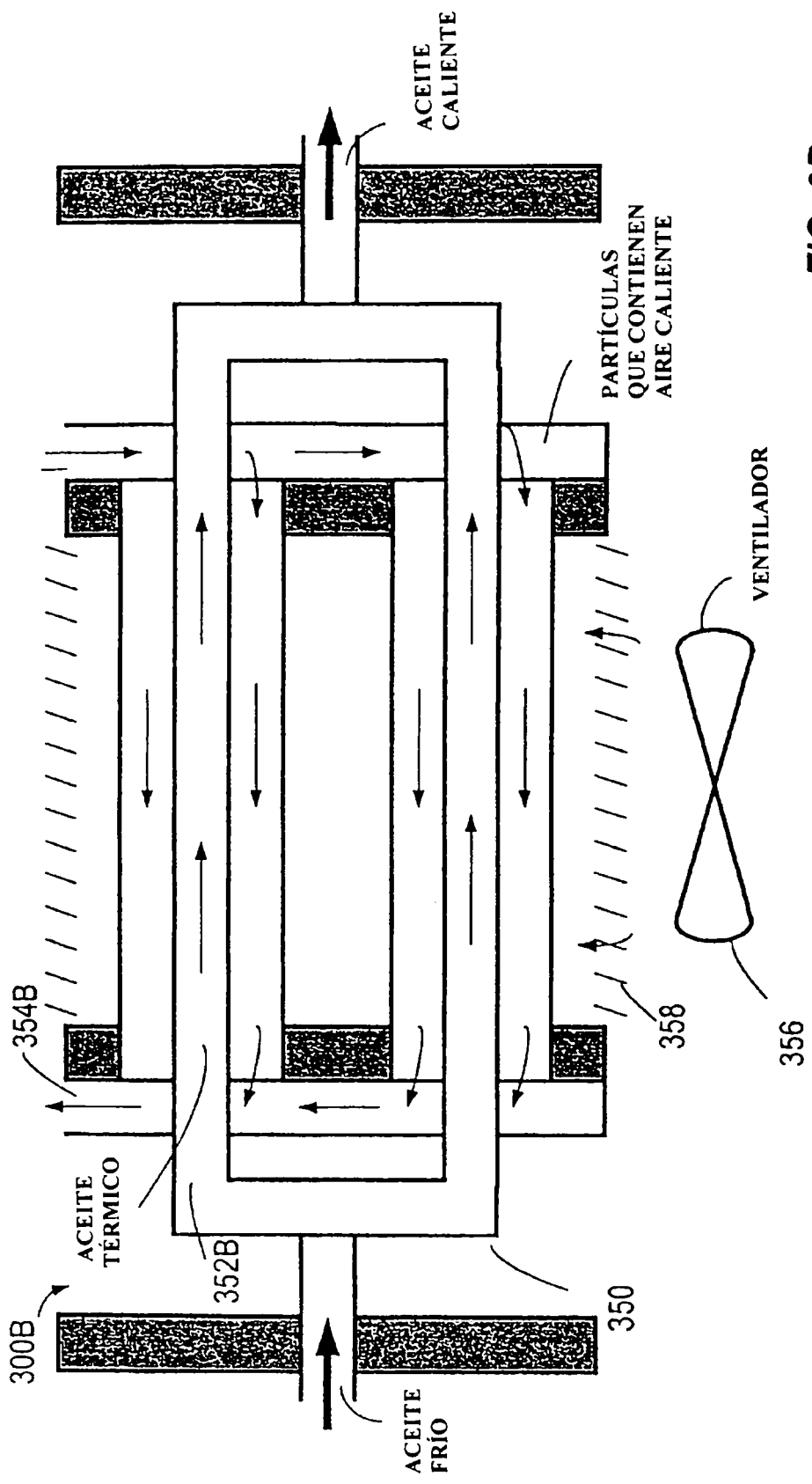


FIG. 3B