

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 582 863**

51 Int. Cl.:

C21B 9/02 (2006.01)

C21B 9/10 (2006.01)

F27D 1/00 (2006.01)

F27D 1/02 (2006.01)

F27D 1/10 (2006.01)

F27D 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.02.2011 E 11705133 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.04.2016 EP 2534269**

54 Título: **Cúpula de estufa cowper y estufa cowper**

30 Prioridad:

12.02.2010 US 303894 P

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

15.09.2016

73 Titular/es:

**ALLIED MINERAL PRODUCTS, INC. (100.0%)
2700 Scotio Parkway
Columbus, OH 43221, US**

72 Inventor/es:

**VAN LAAR, FLORIS y
VAN LAAR, JACOBUS**

74 Agente/Representante:

RIZZO, Sergio

ES 2 582 863 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

Cúpula de estufa cowper y estufa cowper.

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención está dirigida a una cúpula de estufa cowper y a una estufa cowper que tiene una cámara de combustión interna y que incluye la cúpula de la invención. La cúpula de la estufa cowper proporciona una resistencia mejorada al daño térmico de la cúpula en una estufa cowper que tiene una cámara de combustión interna y da como resultado reducciones significativas en costes de ingeniería, de materiales y de construcción en comparación con los aparatos comunes convencionales.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15 Las estufas cowper, a veces denominadas estufas de alto horno, se emplean habitualmente en la fabricación de hierro para precalentar aire de combustión antes de que se introduzca en un alto horno. Una estufa cowper tiene habitualmente una estructura de pared cilíndrica en forma de silo construida de ladrillo refractario y aislante, y rodeada por una cubierta de metal. Unas cámaras contiguas de combustión y de regeneración de calor se definen por una pared divisoria interna que se extiende verticalmente también construida de materiales refractarios. Las cámaras se comunican a través de un paso formado adyacente a una cúpula en la parte superior de la estructura cilíndrica. La cúpula protege la cubierta de acero en la parte superior de la estufa cowper contra temperaturas demasiado altas. La cúpula en una estufa cowper está soportada habitualmente por una estructura de soporte de acero de diámetro extendido con soportes de acero o bien, en el caso de una cúpula interna, por medio de la pared cilíndrica.

25 La cámara de regeneración de calor, también denominada cámara regeneradora, incluye hileras de ladrillo refractario que tienen pasos de flujo alineados que se extienden desde la parte superior hasta la parte inferior de la cámara. Los ladrillos absorben y almacenan calor de los gases de escape calientes que pasan a través de la cámara de regeneración de calor durante un ciclo de calentamiento. Los gases calientes fluyen hacia arriba en la cámara de combustión y después se desplazan hacia abajo a través de la cámara de regeneración de calor y salen por la parte inferior de la cámara de regeneración de calor. Una vez que el ladrillo de la cámara de regeneración de calor ha conseguido una temperatura predeterminada, se termina el ciclo de calentamiento y comienza el ciclo de soplado. En el ciclo de soplado, se introduce aire del exterior en la parte inferior de la cámara de regeneración de calor y se desplaza hacia arriba y absorbe el calor almacenado. El aire precalentado se desplaza entonces hacia abajo a través de la cámara de combustión, sale de la estufa, y se introduce en el alto horno.

La temperatura de funcionamiento interna en la estufa cowper varía de forma considerable y está muy por encima de los 2000°F (1093°C) en ciertas porciones de la cámara. En la estructura de cúpula interna descrita anteriormente, la pared en el lado de la cámara de combustión de la estufa cowper se expande más rápido y térmicamente se somete a más ciclos, provocando una expansión y una contracción significativas durante los ciclos de funcionamiento normales, en comparación con la pared en el lado de la cámara de regeneración de calor de la estufa cowper. Esta diferencia de expansión por encima de la gran altura de las estufas cowper, habitualmente de 200, 300 o más pies (61-91 m) de alto, contribuye a la formación de grietas en la cúpula y a menudo lleva a un fallo prematuro de la cúpula. Una vez que la cara caliente de la cúpula refractaria comienza a agrietarse, se ve comprometido el aislamiento entre la cúpula y la cubierta de metal. Esto da como resultado puntos calientes locales en la cubierta de acero. Habitualmente, para hacer frente a estos puntos calientes, la estufa cowper se debe aislar del alto horno para llevar a cabo reparaciones. Tales reparaciones se pueden realizar accediendo a la estufa desde el exterior, requiriéndose un andamio en el exterior de la estufa por encima de grandes alturas, habitualmente de 200 a 300 pies (61-91 m) o más. Comúnmente, se identifican ubicaciones estratégicas en la cubierta y se perforan aberturas para soldar niples de lechada en la cubierta en la proximidad de un punto caliente. Los niples de lechada se conectan a una bomba que inyecta un material aislante refractario semiplástico en el área. Este procedimiento se usa a menudo muchas veces durante la vida útil de una estufa para proteger la cubierta de la estufa contra el sobrecalentamiento en la proximidad de una cúpula agrietada. En algunos casos, el fuerte agrietamiento es tan excesivo y el daño en el interior de la cúpula es tan grande que localmente la cúpula se desploma y se requieren reparaciones en el interior.

55 Para facilitar estas reparaciones, la estufa cowper necesita aislarse del alto horno y enfriarse a temperaturas ambiente para permitir el acceso al interior. Todas estas reparaciones descritas contribuyen de forma significativa a una pérdida financiera debido a los costes de mantenimiento y a la incapacidad de operar la estufa cowper durante la reparación y mantenimiento.

En las estufas cowper convencionales, (véanse por ejemplo los documentos GB-1259192, GB2172982-A, DE3717497-A1, US2163149), se han tomado diversas medidas en intentos por evitar el daño térmico a la cúpula que resulta de las diferencias de expansión en la pared externa de la estufa cowper que soporta la cúpula. Habitualmente, la pared externa de la estufa cowper en el área de la cámara de combustión está provista de una pared de aislamiento adicional así como de una pared refractaria compacta en el interior de la pared que soporta la cúpula. Estas paredes adicionales proporcionan un aislamiento adicional de la pared de soporte de la cámara de combustión para reducir la expansión de la pared que soporta la cúpula en el lado de la cámara de combustión e igualar su expansión a la de la pared mas fresca que soporta la cúpula en el lado de la cámara de regeneración de calor. Este diseño no solo requiere ingeniería, material y construcción adicionales, su efecto en la prevención de grietas en la cúpula y del deterioro de la estructura de la cúpula a lo largo de la vida de la estufa cowper ha estado limitado ya que se siguen produciendo variaciones en la expansión térmica de la pared de soporte en el área de la cámara de combustión y a menudo provocan un agrietamiento de la cúpula significativo.

Según esto, hay una necesidad de un diseño mejorado de la estufa cowper que supere una o más desventajas de los diseños convencionales.

RESUMEN DE LA INVENCION

Según esto, es un objeto de la presente invención proporcionar una cúpula de estufa cowper y una estufa cowper que supere una o más desventajas de las estufas cowper convencionales.

En una forma de realización, la invención está dirigida a una cúpula de estufa cowper de acuerdo con la reivindicación 1.

En otra forma de realización, la invención está dirigida a una estufa cowper de acuerdo con la reivindicación 7.

La junta de expansión que se proporciona en la cúpula permite que la porción de la cúpula soportada por la pared de la cámara de combustión crezca de manera independiente con respecto a la porción de la cúpula soportada por la pared de la cámara de regeneración de calor. De ese modo, el efecto térmico de la expansión de la pared en el lado de la cámara de combustión no tiene un impacto adverso en la integridad estructural de la cúpula y el agrietamiento se reduce o se elimina. Adicionalmente, la cúpula de la estufa cowper de la presente invención permite la eliminación de las paredes de aislamiento y compacta en la cámara de combustión, proporcionándose de ese modo ahorros significativos de ingeniería, material y construcción.

Estos y otros objetos y ventajas adicionales de la presente invención serán más plenamente evidentes en vista de la siguiente Descripción Detallada.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La invención y la siguiente Descripción Detallada se entenderán más plenamente en vista de los Dibujos, en los que:

La Fig. 1 es un diagrama esquemático de una estufa cowper convencional;

La Fig. 2 es un diagrama esquemático de una vista en sección transversal de una estufa cowper convencional;

La Fig. 3 es un diagrama esquemático de una vista en sección transversal parcial de una cúpula de acuerdo con la invención; y

La Fig. 4 es una fotografía de una cúpula de acuerdo con la presente invención, instalada en una estufa cowper.

Los dibujos se describen más a fondo en la siguiente Descripción Detallada.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

La presente invención está dirigida a una cúpula de estufa cowper y a una estufa cowper que incluye una cúpula de acuerdo con la invención.

Una estufa cowper típica se muestra esquemáticamente en las Figs. 1 y 2, generalmente indicada en el número 10. La estufa cowper 10 comprende una cámara de combustión 12, una cámara de regeneración de calor 14, un

alojamiento cilíndrico 16 que comprende una pared de la cámara de combustión 18 y una pared de la cámara de regeneración de calor 20, y una cúpula refractaria 22. El alojamiento 16 comprende convencionalmente una cubierta de metal y un revestimiento refractario, y una cubierta de metal de cúpula 23 envuelve la cúpula refractaria 22. Como se muestra en las Figs. 1 y 2, la porción del alojamiento que comprende la pared de la cámara de combustión 18 incluye capas de pared adicionales 24, formadas habitualmente de una capa aislante y una refractaria compacta, para reducir la expansión vertical aumentada de la pared en la proximidad de la cámara de combustión 12. Como se muestra adicionalmente, la pared de la cámara de combustión 18 separa la cámara de combustión 12 de la cámara de regeneración de calor 14. La cúpula 22 está soportada por medio del alojamiento cilíndrico 16 que comprende la pared de la cámara de combustión 18 y la pared de la cámara de regeneración de calor 20.

10

Como se observa anteriormente, en las estufas cowper convencionales, el efecto de las capas de pared adicionales 24 en la prevención de grietas en la cúpula y del deterioro de la estructura de la cúpula a lo largo de la vida de la estufa cowper ha estado limitado ya que todavía se producen variaciones en la expansión térmica de la pared de soporte en el área de la cámara de combustión en comparación con la pared de soporte en el área de la cámara de regeneración de calor. En muchos casos, se producen grietas en la cúpula y se quedan sin detectar ya que no se ven claramente sin una monitorización interna de la estufa cowper o una monitorización de temperatura de áreas de la cubierta adyacentes, es decir, en la parte superior de la estufa cowper, lo cual, en vista de la altura vertical de estas estructuras, no es conveniente a lo largo de la vida de la estufa cowper. Ya que las grietas en la cúpula se quedan sin detectar y se multiplican en número, se puede obtener como resultado el deterioro térmico de la cúpula, llevando a un fallo estructural de la cúpula.

La estructura de la cúpula de la presente invención reduce la tendencia al agrietamiento de la cúpula y el fallo de la cúpula resultante. Es importante observar que, con referencia a la Fig. 3, la cúpula de la estufa cowper 22 de acuerdo con la invención comprende una primera porción de la cúpula 26 adaptada para el apoyo en la pared de la cámara de combustión 18 de la estufa cowper, y una segunda porción de la cúpula 28 adaptada para el apoyo en la pared de la cámara de regeneración de calor 16 de la estufa cowper. Una junta de expansión vertical 30 se proporciona entre la primera porción de la cúpula 26 y la segunda porción de la cúpula 28 y está adaptada para permitir que la primera porción de la cúpula 26 y la segunda porción de la cúpula 28 den cabida de manera independiente a la expansión vertical de sus paredes de soporte respectivas, es decir, la pared de la cámara de combustión 18 y la pared de la cámara de regeneración de calor 16, respectivamente. Como resultado, si la pared de la cámara de combustión 18 se expande térmicamente en vertical a un mayor grado que la pared de la cámara de regeneración de calor 16 debido a las diferencias de temperatura en la cámara de combustión y en la cámara de regeneración de calor, la junta de expansión vertical permite que la primera porción de la cúpula 26 se mueva de manera independiente con respecto a la segunda porción de la cúpula 28, resistiendo al agrietamiento de la cúpula debido a tales diferencias de expansión vertical de las paredes de soporte respectivas. De ese modo, el efecto térmico de la expansión de la pared en el lado de la cámara de combustión no tiene un impacto adverso significativo en la integridad estructural de la cúpula. Asimismo, se pueden omitir las capas aislante y refractaria compacta adicionales 24 empleadas en las construcciones convencionales ya que la junta de expansión vertical es suficiente para impedir el agrietamiento de la cúpula debido a las diferencias de expansión térmica. La estructura de la cúpula de la presente invención puede proporcionar por lo tanto ahorros significativos en ingeniería, materiales y construcción en comparación con las estufas convencionales.

Como será evidente, la vida útil tanto de la cúpula como del sistema de estufa refractario se incrementará de acuerdo con la presente invención por medio de la eliminación, o la reducción sustancial del acaecimiento de grietas verticales en la cúpula. Los costes asociados encontrados en los sistemas convencionales para el mantenimiento adicional y los costes de tiempo de inactividad también se eliminan mediante la estructura de la cúpula de la presente invención, que requiere un mantenimiento muy bajo. Adicionalmente, ya que las paredes aislante y refractaria compacta adicionales 24 se pueden omitir, se aumenta el espacio de proceso tanto para la capacidad de almacenamiento de calor así como para la superficie disponible en la cámara de combustión. Esto en sí mismo aumentará la posibilidad de almacenamiento de calor de la estufa cowper del mismo modo que permitirá un área más grande de la cámara de combustión que reducirá la velocidad del gas y aire quemados en la cámara de combustión. La velocidad reducida reducirá el potencial de vibración en la estufa.

La junta de expansión vertical se puede extender de forma continua o de forma discontinua a lo largo de un arco que se extiende desde la primera intersección de bordes adyacentes de las paredes de las cámaras de combustión y de regeneración de calor hasta la intersección opuesta de bordes adyacentes de las paredes de las cámaras de combustión y de regeneración de calor, es decir, desde el punto A, a lo largo de un arco de la cúpula, hasta el punto B, como se muestra en la Fig. 2. En una forma de realización específica, la cúpula de la estufa cowper tiene una forma sustancialmente semihemisférica como se muestra en la Fig. 3, y la junta de expansión vertical 30 se extiende

de forma continua desde una primera porción de borde de la forma sustancialmente semihemisférica hasta una segunda porción de borde de la forma sustancialmente semihemisférica. Una porción de tal junta de expansión 30 se muestra en la Fig. 3.

- 5 La cúpula puede estar construida de los elementos indicados usando cualquier material adecuado deseable. En una forma de realización, las porciones de la cúpula están formadas de piezas moldeadas monolíticas o ladrillo refractario. Como se muestra en la Fig. 3, las piezas moldeadas o el ladrillo se pueden asegurar con una construcción machihembrada, aunque alternativamente se pueden usar otras formas de realización estructurales. Los materiales adecuados de moldeo y refractarios para el uso en las porciones de la cúpula incluyen los conocidos
- 10 en la materia para el uso en áreas de alta temperatura de estufas cowper. En formas de realización específicas, las porciones de la cúpula están formadas de materiales de silicato de aluminio, incluyendo, pero no estando limitado a andalucita, mullita, mullita fundida, y una combinación de las mismas. En una forma de realización, las porciones de la cúpula están formadas de un hormigón refractario que contiene andalucita, mullita, mullita fundida, o combinaciones de las mismas. El hormigón puede incluir opcionalmente cemento o puede estar libre de cemento. En
- 15 otra forma de realización, las porciones de la cúpula están formadas de un material de hormigón de bajo contenido en cemento que contiene andalucita, mullita, mullita fundida, o combinaciones de las mismas. En una forma de realización, las porciones de la cúpula están totalmente o parcialmente formadas y moldeadas in situ. La forma de realización moldeada in situ es ventajosa en cuanto a que se reducen los requisitos del ladrillo con una forma especial así como el extenso tiempo de carga para los materiales y la ingeniería para formas de tolerancia estrecha.
- 20 El moldeo de las porciones de la cúpula in situ también permite la reducción de costes de mano de obra e instalación que se asocian habitualmente con la instalación de una cúpula con forma de ladrillos múltiples de tolerancia estrecha. Las tolerancias dimensionales y las tolerancias de expansión se consiguen más fácilmente con estructuras de porciones de cúpula moldeadas in situ.
- 25 Finalmente, las estufas cowper de la presente invención permiten que se lleve a cabo el apagado de la estufa durante periodos de tiempo cortos o más largos sin efectos negativos sobre la estructura de la cúpula ya que el agrietamiento por calentamiento y enfriamiento observado en las cúpulas de estufa cowper convencionales y provocado por una expansión vertical diferencial se reduce sustancialmente en la estructura de la cúpula de la presente invención.
- 30 Una estructura de cúpula como se ha descrito en este documento se instaló en una estufa cowper de un alto horno. La Fig. 4 es una fotografía de la cúpula después de la instalación pero antes de la operación de la estufa cowper para determinar la efectividad de la operación de la cúpula en la resistencia al agrietamiento. Con el paso del tiempo, la estufa cowper ha sido operada y la cubierta en el área de la cúpula ha sido monitorizada periódicamente para
- 35 detectar posibles puntos calientes durante la operación. La monitorización ha revelado una operación eficiente de la estructura de la cúpula y no se ha detectado ningún punto caliente en la cubierta, lo que indica que la capa aislante está intacta y se ha evitado un agrietamiento significativo.

Los ejemplos específicos y formas de realización descritos en este documento solo son de naturaleza ejemplar y no

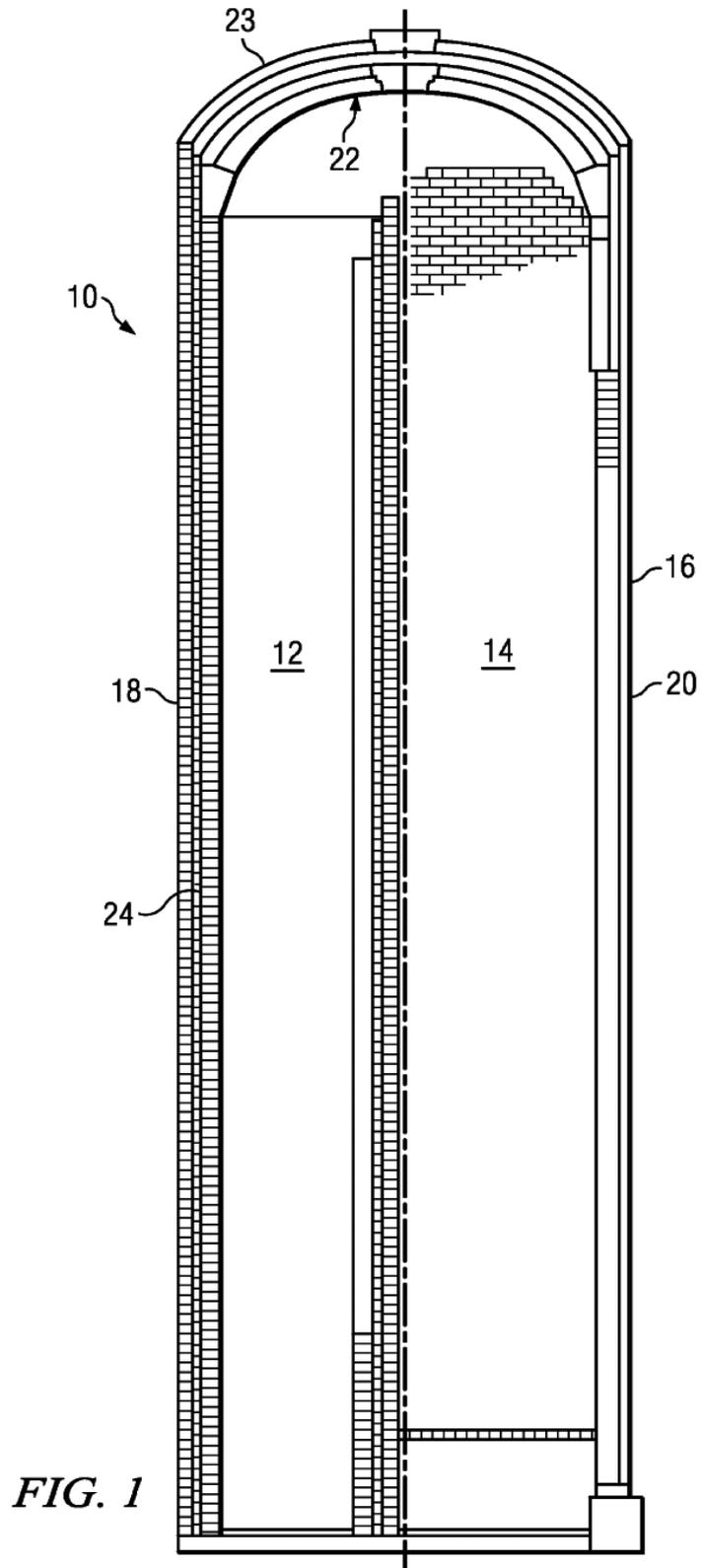
40 están destinados a ser limitadores de la invención definida por las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Una cúpula de estufa cowper, que tiene una forma semihemisférica y que comprende una primera porción de la cúpula adaptada para el apoyo en la parte superior de una pared vertical de una cámara de
5 combustión de un alojamiento cilíndrico de la estufa cowper, y una segunda porción de la cúpula adaptada para el apoyo en la parte superior de una pared vertical de una cámara de regeneración de calor de un alojamiento cilíndrico de la estufa cowper, en la que la primera porción de la cúpula y la segunda porción de la cúpula se disponen adyacentes la una a la otra para formar la forma semihemisférica, una junta de expansión se proporciona en la cúpula de la estufa cowper entre la primera porción de la cúpula y la segunda porción de la cúpula en bordes
10 adyacentes de la primera porción de la cúpula y de la segunda porción de la cúpula, y la junta de expansión está adaptada para permitir que la primera porción de la cúpula y la segunda porción de la cúpula den cabida de manera independiente a la expansión vertical de sus paredes de soporte respectivas del alojamiento cilíndrico.
2. La cúpula de estufa cowper de la reivindicación 1, en la que la primera porción de la cúpula y la
15 segunda porción de la cúpula comprenden piezas moldeadas monolíticas.
3. La cúpula de estufa cowper de la reivindicación 2, en la que las piezas moldeadas monolíticas en cada porción de la cúpula se aseguran con una construcción machihembrada.
- 20 4. La cúpula de estufa cowper de la reivindicación 1, en la que la primera porción de la cúpula y la segunda porción de la cúpula comprenden ladrillos refractarios.
5. La cúpula de estufa cowper de la reivindicación 4, en la que los ladrillos en cada porción de la cúpula se aseguran con una construcción machihembrada.
- 25 6. La cúpula de estufa cowper de la reivindicación 1, en la que la junta de expansión se extiende de forma continua desde una primera porción de borde de la forma semihemisférica hasta una segunda porción de borde de la forma semihemisférica.
- 30 7. Una estufa cowper, que comprende una cámara de combustión, una cámara de regeneración de calor, un alojamiento cilíndrico que comprende una pared vertical de la cámara de combustión y una pared vertical de la cámara de regeneración de calor, y una cúpula que tiene una forma semihemisférica, en la que la cúpula comprende una primera porción de la cúpula apoyada en la parte superior de la pared de la cámara de combustión, y una
35 segunda porción de la cúpula apoyada en la parte superior de la pared de la cámara de regeneración de calor, en la que la primera porción de la cúpula y la segunda porción de la cúpula se disponen adyacentes la una a la otra para formar la forma semihemisférica, una junta de expansión se proporciona en la cúpula de la estufa cowper entre la primera porción de la cúpula y la segunda porción de la cúpula en bordes adyacentes de la primera porción de la cúpula y de la segunda porción de la cúpula, y la junta de expansión está adaptada para permitir que la primera porción de la cúpula y la segunda porción de la cúpula den cabida de manera independiente a la expansión vertical
40 de sus paredes de soporte respectivas del alojamiento cilíndrico.
8. La estufa cowper de la reivindicación 7, en la que la pared de la cámara de combustión y la pared de la cámara de regeneración de calor están formadas de los mismos materiales.
- 45 9. La estufa cowper de la reivindicación 8, en la que la pared de la cámara de combustión y la pared de la cámara de regeneración de calor comprenden una cubierta de metal y un revestimiento refractario.
10. La estufa cowper de la reivindicación 7, en la que la pared de la cámara de combustión y la pared de la cámara de regeneración de calor se conectan mediante juntas de expansión en sus bordes adyacentes.
- 50 11. La estufa cowper de la reivindicación 7, en la que la primera porción de la cúpula y la segunda porción de la cúpula comprenden piezas moldeadas monolíticas.
12. La estufa cowper de la reivindicación 11, en la que las piezas moldeadas monolíticas en cada porción
55 de la cúpula se aseguran con una construcción machihembrada.
13. La estufa cowper de la reivindicación 7, en la que la primera porción de la cúpula y la segunda porción de la cúpula comprenden ladrillos refractarios.

14. La estufa cowper de la reivindicación 13, en la que los ladrillos en cada porción de la cúpula se aseguran con una construcción machihembrada.

15. La estufa cowper de la reivindicación 7, en la que la junta de expansión se extiende de forma continua desde una primera porción de borde de la forma semihemisférica hasta una segunda porción de borde de la forma semihemisférica.



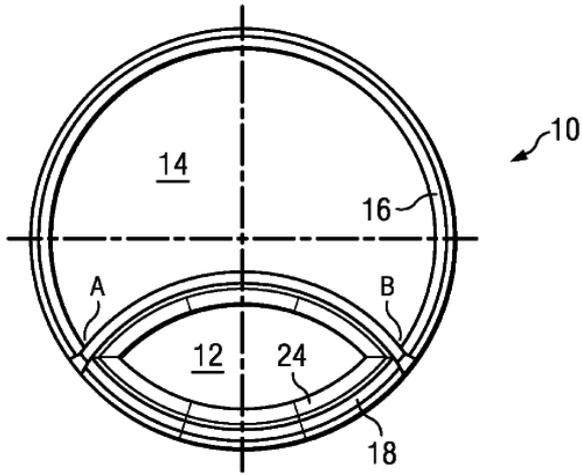


FIG. 2

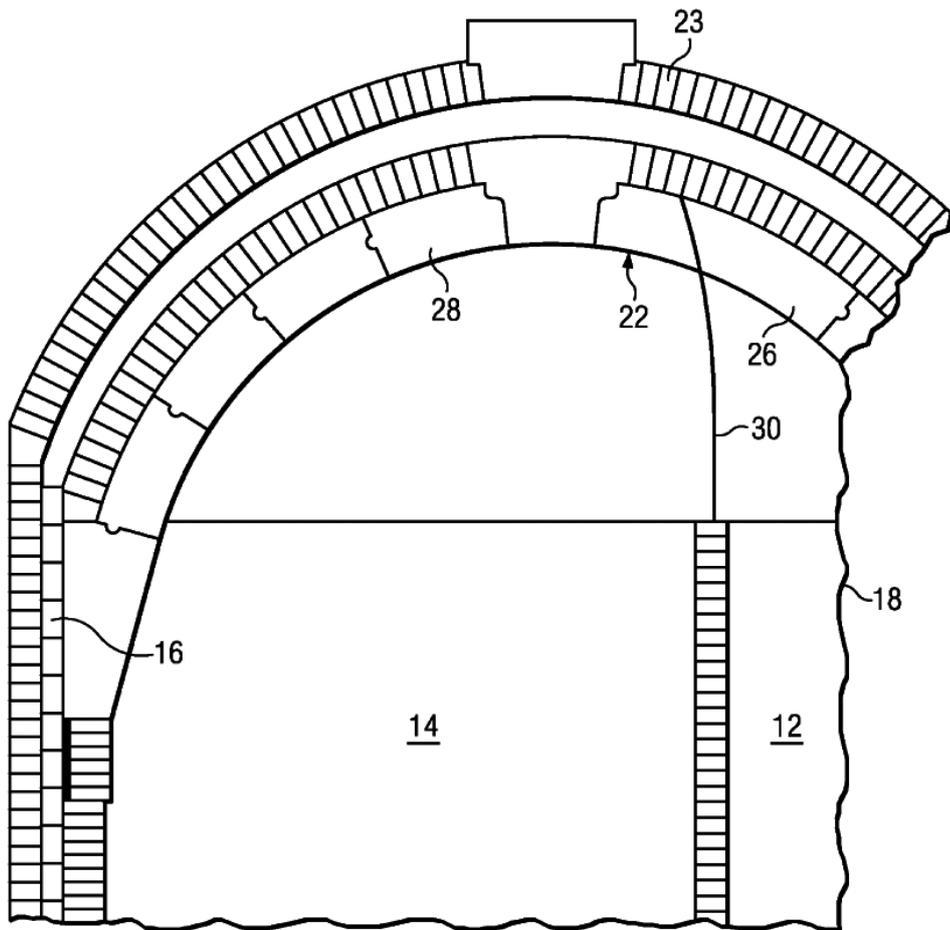


FIG. 3

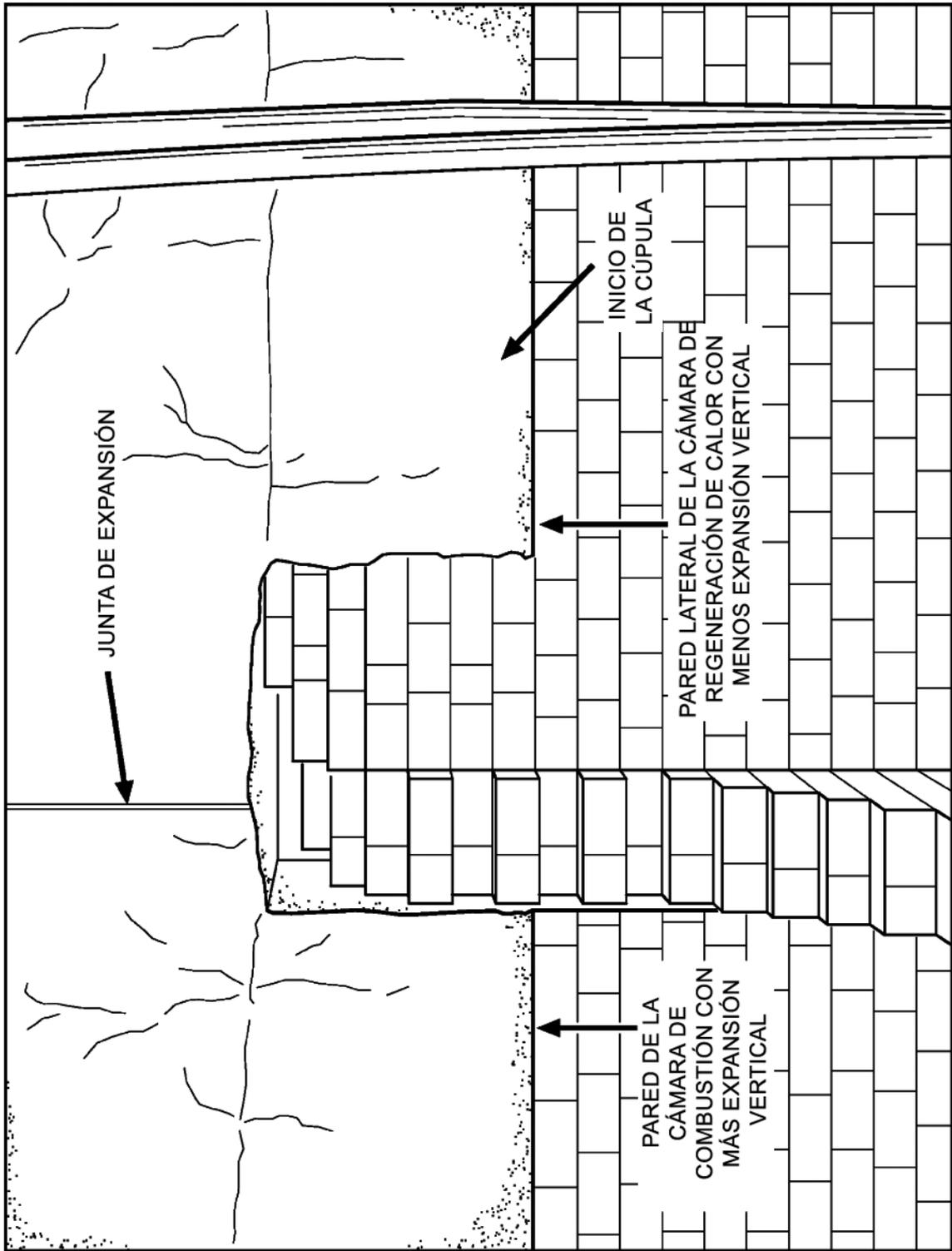


FIG. 4