

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 603 088**

51 Int. Cl.:

H02K 1/27

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.06.2006 E 06253232 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.10.2016 EP 1777795**

54 Título: **Conjunto de polos de imán permanente**

30 Prioridad:

24.10.2005 US 256718

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

23.02.2017

73 Titular/es:

**GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)
1 River Road
Schenectady, NY 12345, US**

72 Inventor/es:

**CARL, RALPH JAMES JR.;
BAGEPALLI, BHARAT SAMUATHKUMARAN;
JANSEN, PATRIK LEE;
DAWSON, RICHARD NILS;
QU, RONGHAI y
AVENESOV, MIKHAIL AVRAMOVICH**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 603 088 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

Conjunto de polos de imán permanente

Esta invención se refiere generalmente a máquinas de imanes permanentes, y más particularmente, procedimientos y aparato de ensamblaje de un conjunto de polos de imán permanente para una máquina eléctrica.

5 Al menos algunas máquinas de imanes permanentes de par elevado y baja velocidad usadas en generadores eólicos de clase de suministro eléctrico y otras aplicaciones incluyen rotores de gran diámetro que tienen un diámetro mayor de un metro. Tales rotores generalmente incluyen muchos polos de imán. Los polos de imán conocidos se ensamblan a partir de múltiples bloques magnéticos que se aseguran al rotor. Sin embargo, tales diseños generalmente no abordan adecuadamente los problemas de diseño de polos de imán que incluyen pérdida de rotor, protección contra desmagnetización, forma de polos, ensamblaje de polos, captura de bloque de imanes permanentes, manipulación de polos magnetizados y/o montaje de polo de un polo magnetizado.

Diversas de estas máquinas de imanes permanentes se describen, por ejemplo, en el documento US 5.894.183, el documento JP 10 336929 y el documento EP 1536543.

15 Con respecto a las pérdidas de rotor, al menos algunas máquinas de imanes permanentes síncronas de CA sin escobillas pueden incluir flujo de entrehierro no síncrono necesario pero indeseable mediante armónicos y/o sub-armónicos en la reacción de inducido o mediante asignación. Este flujo no síncrono induce pérdida de corriente de Foucault en componentes eléctricamente conductores del rotor. Los estatores construidos con devanados de número fraccionario de ranuras, por ejemplo 2/5 o 2/7 ranuras por polo y fase, son particularmente problemáticos creando flujo de entrehierro no síncrono y resultan en pérdidas de rotor. Para facilitar evitar tales pérdidas de rotor, al menos algunas máquinas conocidas utilizan imanes unidos, que incluye polvo magnético embebido en un aglutinante polimérico. Sin embargo, la inducción residual de los imanes unidos generalmente es muy baja, especialmente para máquinas de par elevado.

25 Se conocen diversos procedimientos de fijación de polos de imán por ejemplo, algunos rotores aseguran los imanes al rotor de una máquina de rotor inferior usando un aro de fibra de vidrio que se enrolla húmedo alrededor de los imanes. En al menos algunos rotores los imanes se sujetan al motor mediante aros metálicos de ajuste por contracción. Con este enfoque, los imanes habitualmente se magnetizan después de que se acoplan al rotor, antes el rotor se posiciona relativo al estátor. Otros polos de imán conocidos se magnetizan antes de ser insertados dentro de un entrehierro definido entre el rotor pre-ensamblado y el estátor. Tales polos son a continuación asegurados en su sitio con piezas de sujeción separadas. Sin embargo, debido a que las sujeciones son piezas separadas del polo de imán, el procedimiento de sujeción puede llevar mucho tiempo.

35 El documento US5894183 desvela un rotor de imán permanente para un generador o motor eléctrico que tiene un eje de laminación principal formado de una pila de placas generalmente redondas con ranuras periféricas para sujetar el primer extremo de un imán rectangular. Cada imán tiene un extremo exterior que se sujeta mediante una pieza de polo con ranuras formada de placas laminadas. La primera y segunda placas laterales están sobre cada lado del eje, imanes y piezas de polos y pasadores tales como remaches se pasan a través de los agujeros en las placas laterales, placas de eje y piezas de polo para formar un rotor rígido en el que cada imán rectangular se soporta y se restringe en todos los seis lados.

40 El documento JPH10336929 desvela la mejora de la fuerza de retención de una horquilla contra la fuerza centrífuga y par en la dirección circunferencial con la rotación de un rotor mediante la colocación de piezas de imán en placas de asiento formadas en la circunferencia de la horquilla en la dirección circunferencial, superponiendo un miembro de presión en las piezas de imán y sujetando los extremos de las placas de asiento al extremo del miembro de presión usando tornillos.

45 El documento EP1536543 desvela un rotor para un motor de imán permanente del tipo de rotor exterior. El rotor tiene una pluralidad de imanes permanentes y se dispone alrededor de una circunferencia exterior de un estátor. El rotor incluye un bastidor, un núcleo de hierro anular combinado integralmente con el bastidor y una pluralidad de agujeros de inserción formados en el núcleo de modo que los imanes permanentes se insertan en los agujeros de inserción.

Diversos aspectos y las realizaciones de la presente invención se definen mediante las reivindicaciones adjuntas.

La invención se describirá ahora en mayor detalle, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos, en los que:

- 50 la Figura 1 una vista prospectiva de un rotor de imán permanente ilustrativo;
- la Figura 2 una vista prospectiva en despiece del rotor de imán permanente ilustrativo mostrado en la Figura 1 que incluye una primera realización de un conjunto de polos de imán permanente;
- la Figura 3 una vista prospectiva de la primera realización del conjunto de polos de imán permanente;
- la Figura 4 es una vista en sección transversal de un conjunto de polos de imán permanente de ejemplo;

la Figura 5 una vista prospectiva de un ejemplo adicional de conjunto de polos de imán permanente;

la Figura 6 es una vista en sección transversal de una realización ilustrativa de una sujeción de retención mostrada en la Figura 1;

5 la Figura 7 una vista prospectiva de un ejemplo de un conjunto de polos de imán permanente y una vista en despiece de una segunda realización de la sujeción de retención mostrado en la Figura 6;

la Figura 8 es vista lateral de una porción de un núcleo de rotor que incluye la sujeción de retención mostrada en la Figura 6;

la Figura 9 es vista lateral de una porción de un núcleo de rotor que incluye un ejemplo adicional de conjunto de polos de imán permanente;

10 la Figura 10 es una vista ampliada de una porción del núcleo de rotor mostrada en la Figura 9 y tomada a lo largo del Área 10; y

la Figura 11 es una vista ampliada de una porción del núcleo de rotor mostrado en la Figura 9 y tomada a lo largo del Área 11.

15 La presente invención se refiere a conjuntos de polos de imán permanente (PM) para su uso en máquinas eléctricas de alto recuento de polos que son particularmente útiles para accionadores de baja velocidad, tales como generadores eólicos de múltiples megavatios de accionamiento directo y motores de propulsión de barcos. Mientras la invención se describe e ilustra en el contexto de una máquina eléctrica síncrona de flujo radial, la invención no se limita a máquinas eléctricas. Las realizaciones expuestas en el presente documento por lo tanto son solo ilustrativas y representan diversas realizaciones de la invención, pero no son concluyentes de todas las realizaciones. Como se explica a continuación, estas realizaciones contribuyen hacia la reducción de pérdidas de corriente de Foucault de rotors, par de detención y par de rizado, en máquinas eléctricas, así como, facilitar la protección de tales contra máquinas de desmagnetización, mientras también proporciona un medio de asegurar el polo al borde de rotor. El medio de unión es de tal forma que las piezas de polo, tanto en un estado magnetizado como no magnetizado, pueden insertarse y extraerse individualmente del entrehierro mediante el deslizamiento del polo axialmente.

20 La Figura 1 una vista prospectiva de un conjunto 10 de rotor de imán permanente ilustrativo para una máquina eléctrica (no mostrada) que incluye un rotor 12 y una pluralidad de conjuntos 14 de polo de imán permanente acoplada al rotor 12 mediante una pluralidad de sujeciones 16 de retención. La Figura 2 es una vista prospectiva en despiece de un conjunto de rotor 10 que incluye conjunto 14 de polos, una pluralidad de sujeciones 16 de retención y un borde 18 de rotor. La Figura 3 una vista prospectiva de una primera realización del conjunto 14 de polos de imán permanente. En la realización ilustrativa, el conjunto 14 de polos incluye una pluralidad de laminaciones 20 de placa base, pluralidad de laminaciones 30 de tapas de polo y un polo 40 de imán permanente acoplado mecánicamente entre las mismas. Las placas 20 base, tapas 30 de polo y polo 40 se unen entre sí con un agente aglutinante que se impregna entre todos los componentes

25 Las laminaciones 20 de placa base se configuran para facilitar la reducción de pérdidas de corriente de Foucault. En la realización ilustrativa, cada laminación 20 de placa base tiene una forma sustancialmente rectangular. En realizaciones alternativas, cada laminación 20 de placa base puede tener cualquier otra forma, tales como, pero sin limitación, una forma arqueada o una forma trapezoidal. Específicamente, en la realización ilustrativa, cada laminación 20 de placa base se contornea con una forma que coincide sustancialmente con un contorno de borde de estátor (no mostrado). En la realización ilustrativa, las laminaciones 20 de placa base se fabrican de material ferromagnético laminado. En realizaciones alternativas, las laminaciones 20 de placa base pueden fabricarse de cualquier otro material adecuado, tal como un material compuesto magnético blando, que permite que el conjunto 14 de polos funcione como se describe en el presente documento.

30 Cada laminación 20 de placa base incluye una primera pared 22 lateral, una segunda pared 24 lateral, una tercera pared 26 lateral y una cuarta pared 28 lateral. En la realización ejemplar, segunda pared 24 lateral y cuarta pared 28 lateral son sustancialmente paralelas entre sí. Como tal, en la realización ejemplar, las primeras y terceras paredes 22 y 26 laterales respectivamente son sustancialmente perpendiculares a las segundas y cuartas paredes 24 y 28 laterales.

35 Las laminaciones 30 de tapa de polo se conforman para facilitar la minimización del par de detención y para facilitar la protección del polo 40 de imán permanente contra campos desmagnetizantes en condiciones normales. En la realización ejemplar, cada laminación 30 de tapa de polo tiene una forma sustancialmente trapezoidal. En realizaciones alternativas, cada laminación 30 de polo puede tener cualquier otra forma, tales como, pero sin limitación, una forma rectangular o una forma arqueada. Específicamente, cada laminación 30 de tapa de polo tiene un contorno que coincide sustancialmente con un contorno de borde de estátor (no mostrado). En la realización ejemplar, cada laminación 30 de tapa de polo se fabrica a partir de un material de acero eléctrico. En realizaciones alternativas, las laminaciones 30 de tapa de polo pueden fabricarse de cualquier otro material adecuado que permita que el conjunto 14 de polos funcione como se describe en el presente documento.

- 5 Cada laminación 30 de tapa de polo incluye una primera pared 32 lateral y una segunda pared 34 lateral, la primera y segunda paredes 32 y 34 laterales respectivamente son sustancialmente paralelas. En la realización ejemplar, cada laminación 30 de tapa de polo incluye una primera porción 36 ahusada que se extiende desde la pared 34 lateral hacia la pared 32 lateral y una segunda porción 38 ahusada que se extiende desde la pared 34 lateral hacia la pared 32 lateral.
- El polo 40 de imán permanente incluye bloques 42 de imanes permanentes que se acoplan entre laminaciones 20 de placa base y laminaciones 30 de tapa de polo. El polo 40 de PM incluye una pluralidad de bloques 42 de imanes que no se extienden la longitud del conjunto 14 de polos, sino que incluye una pluralidad de bloques 42 de imanes apilados juntos para lograr la longitud deseada del conjunto 14 de polos.
- 10 En la realización ejemplar, cada bloque 42 de imanes permanentes tiene una forma sustancialmente rectangular. En realizaciones alternativas, el bloque 42 de imanes permanentes puede tener cualquier otra forma, tales como, pero sin limitación, una forma cuadrada o una forma trapezoidal. Específicamente, cada polo 40 de PM tiene un contorno que sustancialmente coincide con un contorno de tanto la pared 22 lateral de placa base como la pared 32 lateral de tapa de polo. En la realización ejemplar, cada polo 40 de PM se fabrica a partir de seis imanes 42 de bloque sinterizados y se recubre con una epoxi eléctricamente aislante. En realizaciones alternativas, polo 40 de PM puede fabricarse a partir de otros imanes de bloque adecuados y se recubre con cualquier otra epoxi adecuada que permite que el conjunto 14 de polos funcione como se describe en el presente documento.
- 15 Durante el ensamblaje, en una realización, el conjunto 14 de polos se magnetiza y a continuación se montan en rotor 12 acoplándose a un estátor (no mostrado). En una realización alternativa, el conjunto 14 de polos se acopla al rotor 12, se magnetiza y el conjunto de polos magnetizado resultante 14 se acopla a continuación al estátor.
- La Figura 4 es una vista en sección transversal de un ejemplo de un conjunto 50 de polos útil para la comprensión de la invención. El conjunto 50 de polos de imán permanente es sustancialmente similar al conjunto 14 de polos, (mostrado en la Figura 3) y en la Figura 4 se identifican componentes de conjunto 50 de polos que son idénticos a componentes de conjunto 14 de polos usando los mismos números de referencia usados en la Figura 3.
- 25 En el ejemplo, el conjunto 50 de polos incluye un par de barras 100 de sujeción que se acoplan mecánicamente a una pluralidad de laminaciones 200 de placa base, una pluralidad de laminaciones 300 de tapa de polo y un polo 40 de imán permanente. Las barras 100 de sujeción, las laminaciones 200 de placa base, las laminaciones 300 de tapa de polo y el polo 40 de imán permanente se unen juntos con un agente aglutinante que se impregna entre todos los componentes.
- 30 Las laminaciones 200 de placa base se configuran para facilitar la reducción de pérdidas de corriente de Foucault. En el ejemplo, cada laminación 200 de placa base tiene una forma sustancialmente rectangular. En ejemplos alternativos, cada laminación 200 de placa base puede tener cualquier otra forma, tales como, pero sin limitación, una forma arqueada o una forma trapezoidal. Específicamente, en el ejemplo, cada laminación 200 de placa base se contornea con una forma que coincide sustancialmente con un contorno de borde de estátor (no mostrado). En el ejemplo, las laminaciones 200 de placa base se fabrican de material ferromagnético laminado. En ejemplos alternativos, las laminaciones 200 de placa base pueden fabricarse de cualquier otro material adecuado, tal como un material compuesto magnético blando, que permite que el conjunto 50 de polos funcione como se describe en el presente documento.
- 35 Las laminaciones 200 de placa base incluyen tanto laminaciones 201 truncadas de placa base como laminaciones 203 de placa base de longitud completa. Las laminaciones 203 de placa base de longitud completa se acoplan axialmente entre barras 100 de sujeción adyacentes entre aberturas 114 de montaje. Las laminaciones 201 truncadas de placa base se extienden axialmente entre barras 100 de sujeción y son adyacentes de cada abertura de montaje 114. En el ejemplo, las laminaciones 203 de placa base de longitud completa tienen una longitud de L_1 y laminaciones 201 truncadas de placa base tienen una longitud de L_2 , en el que L_1 es mayor que L_2 .
- 40 Cada laminación 200 de placa base incluye una primera pared 202 lateral, una segunda pared 204 lateral, una tercera pared 206 lateral y una cuarta pared 208 lateral. En el ejemplo, la segunda pared 204 lateral y cuarta 208 pared lateral son sustancialmente paralelas entre sí. Como tal, en el ejemplo, la primera pared 202 lateral es sustancialmente perpendicular a la segunda y cuartas paredes 204 y 208 laterales. En el ejemplo, cada pared 202 lateral incluye un par de colas 210 de milano que se extiende sustancialmente perpendicular de la pared 202 lateral.
- 45 Cada cola 210 de milano se extiende a través de sustancialmente un ancho completo de pared 202 lateral. Las colas 210 de milano se acoplan de forma deslizante en las ranuras 112 de colas de milano para facilitar el aseguramiento del cada laminación 200 de placa base entre sí dentro de la barra 100 de sujeción hasta que se logra una longitud deseada del conjunto 50 de polos.
- 50 En el ejemplo, cada pared 206 lateral incluye un canal 220 que se extiende parcialmente a través de la misma y que se extiende sustancialmente a través de un ancho completo de pared 206 lateral. El canal 220 recibe un cordón 222 de soldadura en el mismo. Durante el ensamblaje, después de que la última placa 200 base se inserta dentro del conjunto de polos, el cordón 222 de soldadura se aplica axialmente a lo largo de una longitud entera del conjunto 50 de polos dentro del canal 220.
- 55

Las laminaciones 300 de tapa de polo se conforman para facilitar la minimización del par de detención y para facilitar la protección de los bloques 40 de PM contra campos desmagnetizantes en condiciones normales. En el ejemplo, cada laminación 300 de tapa de polo tiene una forma sustancialmente trapezoidal. En ejemplos alternativos, cada laminación 300 de tapa de polo puede tener cualquier otra forma, tales como, pero sin limitación, una forma rectangular o una forma arqueada. Específicamente, cada laminación 300 de tapa de polo tiene un contorno que coincide sustancialmente con un contorno de borde de estátor (no mostrado). En el ejemplo, cada laminación 300 de tapa de polo se fabrica a partir de un material de acero eléctrico. En ejemplos alternativos, la laminación 300 de tapa de polo puede fabricarse de cualquier otro material adecuado que permita que el conjunto 50 de polos funcione como se describe en el presente documento.

Cada laminación 300 de tapa de polo incluye una primera pared 302 lateral, una segunda pared 304 lateral, una tercera pared 306 lateral y una cuarta pared 308 lateral. Las primeras y terceras paredes 302 y 306 laterales respectivamente son sustancialmente paralelas y las segundas y cuartas paredes 304 y 308 laterales respectivamente son sustancialmente paralelas. Por consiguiente, en el ejemplo, paredes 302 y 306 laterales son sustancialmente perpendiculares a las paredes 304 y 308 laterales. Además, en el ejemplo, cada pared 306 lateral incluye una porción 320 ahusada que se extiende desde la pared 306 lateral hacia las paredes 304 y 308 laterales, respectivamente.

En el ejemplo, cada una de las paredes 304 y 308 laterales incluye una cola 310 de milano que se extiende sustancialmente perpendicularmente de la pared 304 lateral. Cada cola 310 de milano se extiende sustancialmente a través de un ancho completo de las paredes 304 y 308 laterales, respectivamente. Las colas 310 de milano se acoplan de forma deslizable con ranuras 110 de colas de milano de tal forma que cada laminación 300 de tapa de polo se apila entre sí dentro de la barra 100 de sujeción hasta que se logra una longitud deseada del conjunto 50 de polos. A medida que las laminaciones 300 de tapa de polo se apilan juntas se define una cavidad 330 mediante las paredes 102 laterales de barra de sujeción, paredes 202 laterales de placa base y paredes 302 laterales de tapa de polo. La cavidad 330 se extiende sustancialmente a través de una longitud completa del conjunto 50 de polos. En el ejemplo, la cavidad 330 tiene una forma sustancialmente rectangular. En ejemplos alternativos, la cavidad 330 puede tener cualquier otra forma, tales como, pero sin limitación, una forma cuadrada o una forma trapezoidal.

El polo 40 de imán permanente incluye bloques 42 de imanes permanentes que se acoplan de forma deslizable dentro de la cavidad 330 de conjunto de polos. El polo 40 de imán permanente incluye una pluralidad de bloques 42 de imanes que no se extienden la longitud del conjunto 50 de polos, sino que incluye una pluralidad de bloques 42 de imanes apilados juntos para lograr la longitud deseada del conjunto 50 de polos.

En el ejemplo, cada bloque 42 de imanes permanentes tiene una forma sustancialmente rectangular. En ejemplos alternativos, el bloque 42 de imanes permanentes puede tener cualquier otra forma, tales como, pero sin limitación, una forma cuadrada o una forma trapezoidal. Específicamente, cada polo 40 tiene un contorno que sustancialmente coincide con un contorno de cavidad 330. En el ejemplo, cada polo 40 de PM se fabrica a partir de dos bloques 42 de imanes sinterizados y se recubre con una epoxi eléctricamente aislante. En ejemplos alternativos, el polo 40 de PM puede fabricarse a partir de otros bloques de imanes adecuados y se recubre con cualquier otra epoxi adecuada que permita que el conjunto 50 de polos funcione como se describe en el presente documento.

Durante el ensamblaje, cada polo 40 se inserta en la cavidad 330 de conjunto de polos hasta que el polo 40 es de una longitud deseada y se aplica un cordón 222 de soldadura. Después de que se aplica el cordón 222 de soldadura, el conjunto 50 de polos se somete a un vacío para permitir que el conjunto 50 de polos se impregne con un material. En un ejemplo, el conjunto 50 de polos se fabrica a partir de una resina de impregnación de presión al vacío tales como, pero sin limitación una epoxi, un poliéster y una resina acrílica. El conjunto 50 de polos es a continuación recubierto de polvo con un material tales como, pero sin limitación, una epoxi y una epoxi-poliéster. En un ejemplo, el conjunto 50 de polos se magnetiza y a continuación se montan en núcleo 18 de rotor antes de ser acoplado al estátor. En un ejemplo alternativo, el conjunto 50 de polos se acopla al núcleo 18 de rotor, se magnetiza y el conjunto 50 de polos magnetizado resultante se acopla a continuación al estátor.

La Figura 5 es una vista en sección transversal de un ejemplo adicional de un conjunto 70 de polos de imán permanente útil para comprender la invención. El conjunto 70 de polos de imán permanente es sustancialmente similar al conjunto 50 de polos (mostrado en la Figura 4) y en la Figura 5 se identifican componentes del conjunto 70 de polos que son idénticos a componentes de conjunto 50 de polos usando los mismos números de referencia usados en la Figura 4.

En el ejemplo, el conjunto 70 de polos incluye una pluralidad de laminaciones 500 que cada una se dimensiona para recibir al menos un polo 40 de imán permanente que incluye bloques 42 de imanes permanentes a través del mismo. Además, las laminaciones 500 se configuran para facilitar la reducción de pérdidas de corriente de Foucault, facilitar la minimización del par de detención y facilitar el blindaje del conjunto 70 de polos contra campos desmagnetizantes en condiciones normales. En el ejemplo, cada laminación 500 tiene una forma sustancialmente trapezoidal. En ejemplos alternativos, las laminaciones 500 pueden tener cualquier otra forma, tales como, pero sin limitación, una forma arqueada o una forma rectangular. Específicamente, cada laminación 500 tiene un contorno que coincide sustancialmente con un contorno de borde de estátor (no mostrado). En el ejemplo, la laminación 500 se fabrica a partir de un material de acero eléctrico. En ejemplos alternativos, las laminaciones 500 pueden fabricarse de

cualquier otro material adecuado que permita que el conjunto 70 de polos funcione como se describe en el presente documento.

5 Cada laminación 500 incluye una porción 502 de placa base, una porción 504 de tapa de polo y una pluralidad de porciones 506 de enlace que se extiende entre las mismas de tal forma que una cavidad 508 se define en la misma. En el ejemplo, tres cavidades 508 se definen en la misma. En ejemplos alternativos, cada laminación 500 puede tener cualquier número de cavidades 508 que permite que el conjunto 70 de polos funcione como se describe en el presente documento. Cada bloque 42 de imanes permanentes se dimensiona para encajar dentro de una correspondiente cavidad 508.

10 En el ejemplo, cada porción 502 de placa base incluye una primera pared 510 lateral, una segunda pared 512 lateral, una tercera 514 pared lateral y una cuarta pared 516 lateral. Las primeras y terceras paredes 510 y 514 laterales respectivamente son sustancialmente paralelas entre sí y las segundas y cuartas paredes 512 y 516 laterales respectivamente son sustancialmente paralelas entre sí. Por consiguiente, en el ejemplo, paredes 510 y 514 laterales son sustancialmente perpendiculares a las paredes 512 y 516 laterales. Además, en el ejemplo, una porción 518 de margen se extiende radialmente hacia fuera de cada una de las paredes 512 y 516 laterales, respectivamente, de tal forma que una se forma superficie 520 de montaje. Las laminaciones 500 posicionadas adyacentes a las aberturas de montaje de rotor (no mostrado) tienen una abertura 522 dimensionada para recibir un pasador (no mostrado) a través del mismo.

20 En el ejemplo, cada porción 504 de tapa de polo tiene una forma sustancialmente trapezoidal. En ejemplos alternativos, porción 504 de tapa de polo puede tener cualquier otra forma, tales como, pero sin limitación, una forma rectangular o una forma arqueada.

Específicamente, cada porción 504 de tapa de polo tiene un contorno que coincide sustancialmente con un contorno de borde de estátor (no mostrado).

25 En el ejemplo, cada porción 504 de tapa de polo incluye una primera pared 530 lateral y una segunda pared 532 lateral. Las primeras y segundas paredes 530 y 532 laterales respectivamente son sustancialmente paralelas entre sí. Además, en el ejemplo, la pared 532 lateral tiene una primera porción 534 ahusada que se extiende desde la pared 532 lateral hacia la pared 530 lateral y una segunda porción 536 ahusada que se extiende desde la pared 532 lateral hacia la pared 530 lateral, respectivamente.

30 En el ejemplo, porciones 506 de enlace incluyen tanto porciones 538 de enlace rectangulares y porciones 540 de enlace trapezoidales. En el ejemplo, cada porción 538 de enlace rectangular incluye una primera pared 542 lateral, una segunda pared 544 lateral y un cuerpo 546 que se extiende entre las mismas. Las primeras y segundas paredes 540 y 542 laterales respectivamente son sustancialmente paralelas entre sí. El cuerpo 544 está en comunicación mecánica con la pared 510 lateral de placa base y pared 530 lateral de tapa de polo. En el ejemplo, cada porción de enlace 540 trapezoidal incluye una pared 548 lateral, una porción 550 de reborde y un cuerpo 552 que se extiende entre las mismas. La porción 550 de reborde se posiciona adyacente al margen 518 de placa base. El cuerpo 552 está en comunicación mecánica con la pared 510 lateral de placa base y pared 530 lateral de tapa de polo.

35 La Figura 6 es una vista en sección transversal de una realización ilustrativa de sujeción de retención 16 configurada para facilitar el aseguramiento de ambos conjuntos 14 y 70 de polos al borde 18 de rotor. En la realización ejemplar, cada sujeción 16 tiene una forma sustancialmente rectangular. En realizaciones alternativas, la sujeción 16 puede tener cualquier otra forma, tales como, pero sin limitación, una forma cuadrada o una forma trapezoidal. Específicamente, cada sujeción 16 se conforma para coincidir con un correspondiente margen de placa base, reborde de enlace y/o porción ahusada de tapa de polo. En la realización ejemplar, la sujeción 16 se fabrica a partir de un material no magnético. En una realización, la sujeción 16 se fabrica a partir de un compuesto de fibra de vidrio/resina, tales como, pero sin limitación, materiales G10 y/o G11. En otra realización, la sujeción 16 se fabrica a partir de un compuesto que incluye, pero sin limitación, acero eléctrico y un material G10. En realizaciones alternativas, la sujeción 16 pueden fabricarse de cualquier otro material adecuado que permite que los conjuntos 14 y 70 de polos funcionen como se describe en el presente documento.

40 En la realización ejemplar, cada sujeción 16 incluye una primera pared 602 lateral, una segunda pared 604 lateral, una tercera pared 606 lateral y una cuarta pared 608 lateral. Las primeras y terceras paredes 602 y 606 laterales respectivamente son sustancialmente paralelas entre sí y las segundas y cuartas paredes 604 y 608 laterales respectivamente son sustancialmente paralelas entre sí. Por consiguiente, paredes 602 y 606 laterales son sustancialmente perpendicular a las paredes 604 y 608 laterales. Además, en la realización ejemplar, las paredes 602 y 606 laterales incluyen una porción 610 ahusada que se extiende desde las paredes 602 y 606 laterales respectivamente hacia la pared 608 lateral. En la realización ejemplar, la porción 610 ahusada incluye una superficie 612 de montaje ahusada.

55 Haciendo referencia a las Figuras 2 y 3 y conjunto 14 de polos, la pared 604 lateral de sujeción se configura para acoplarse mecánicamente al núcleo 18 de rotor y la porción 610 ahusada de sujeción se configura para acoplarse mecánicamente a porciones 36 y 38 ahusadas de tapa de polo de tal forma que conjunto 14 de polos se acopla mecánicamente al rotor 12. En la realización ejemplar, un pasador (no mostrado) se extiende a través de una

abertura 614 de sujeción y dentro de insertos 616 roscados dentro de las sujeciones 16. En una realización alternativa, el pasador se extiende a través de aberturas 614 de sujeción dentro de un pasador de bloqueo (no mostrado) posicionado con el núcleo 18 de rotor.

5 Haciendo referencia a la Figura 5 y conjunto 70 de polos, las paredes 602 y 606 laterales de sujeción se configuran para acoplarse mecánicamente a las porciones 550 de reborde de enlace, la pared 604 lateral de sujeción se configura para acoplarse mecánicamente al margen 518 de placa base y la porción 610 ahusada de sujeción se configura para acoplarse mecánicamente a porciones 534 y 536 ahusadas de tapa de polo de tal forma que conjunto 70 de polos se acopla mecánicamente al núcleo 18 de rotor. En la realización ejemplar, un pasador (no mostrado) se extiende a través de aberturas 614 de sujeción a través de aberturas 522 de margen de placa base y dentro de insertos 616 roscados dentro de las sujeciones 16. En una realización alternativa, el pasador se extiende a través de aberturas 614 de sujeción a través de aberturas 522 de margen y dentro de un pasador de bloqueo (no mostrado) posicionado dentro del núcleo 18 de rotor.

15 La Figura 7 es una vista prospectiva de un ejemplo de conjunto 640 de polos de imán permanente útil en la compresión de la invención y una vista en despiece de una segunda realización de sujeción 670 de retención mostrado en la Figura 6. El conjunto 640 de polos de imán permanente es sustancialmente similar al conjunto 70 de polos, (mostrado en la Figura 5) y en la Figura 7 se identifican componentes del conjunto 640 de polos que son idénticos a componentes de conjunto 70 de polos usando los mismos números de referencia usados en la Figura 5. La sujeción 670 de retención es sustancialmente similar a la sujeción 16 de retención, (mostrado en la Figura 6) y en la Figura 7 se identifican componentes de sujeción 670 de retención que son idénticos a componentes de sujeción de retención 16 usando los mismos números de referencia usados en la Figura 6.

20 En el ejemplo, el conjunto 640 de polos incluye una pluralidad de laminaciones 500 que cada una se dimensiona para recibir al menos un bloque 42 de imanes permanentes a través de las mismas. Además, las laminaciones 500 se configuran para facilitar la reducción de pérdidas de corriente de Foucault, facilitar la minimización del par de detención y facilitar el blindaje del conjunto 640 de polos contra campos desmagnetizantes en condiciones normales. En el ejemplo, cada laminación 500 tiene una forma sustancialmente trapezoidal. En ejemplos alternativos, las laminaciones 500 pueden tener cualquier otra forma, tales como, pero sin limitación, una forma arqueada o una forma rectangular. Específicamente, cada laminación 500 tiene un contorno que coincide sustancialmente con un contorno de borde de estátor (no mostrado). En el ejemplo, la laminación 500 se fabrica a partir de un material de acero eléctrico. En ejemplos alternativos, las laminaciones 500 pueden fabricarse de cualquier otro material adecuado que permite que el conjunto 640 de polos funcione como se describe en el presente documento.

25 Cada laminación 500 incluye una porción 502 de placa base, una porción 504 de tapa de polo y una pluralidad de porciones 506 de enlace que se extiende entre las mismas de tal forma que una pluralidad de cavidades 508 se definen en las mismas. En el ejemplo, dos cavidades 508 se definen en las mismas. En ejemplos alternativos, cada laminación 500 puede tener cualquier número de cavidades 508 permite que el conjunto 640 de polos funcione como se describe en el presente documento.

30 En el ejemplo, cada porción 502 de placa base incluye una primera pared 510 lateral, una segunda pared lateral (no mostrado en la Figura 7), una tercera pared 514 lateral y una cuarta pared 516 lateral. Las primeras y terceras paredes 510 y 514 laterales respectivamente son sustancialmente paralelas entre sí y las segundas y cuartas paredes 516 laterales son sustancialmente paralelas entre sí. Por consiguiente, en el ejemplo, las paredes 510 y 514 laterales son sustancialmente perpendiculares a la segunda pared lateral y cuartas paredes 516 laterales. Además, en el ejemplo, al menos algunas laminaciones 500 tienen una porción 518 de margen se extiende radialmente hacia fuera de la segunda pared lateral y cuartas paredes 516 laterales, respectivamente, de tal forma que se forma una superficie de montaje (no mostrado en la Figura 7).

35 En el ejemplo, cada porción 504 de tapa de polo tiene una forma sustancialmente trapezoidal. En ejemplos alternativos, la porción 504 de tapa de polo puede tener cualquier otra forma, tales como, pero sin limitación, una forma rectangular o una forma arqueada. Específicamente, cada porción 504 de tapa de polo tiene un contorno que coincide sustancialmente con un contorno de borde de estátor (no mostrado).

40 En el ejemplo, cada porción 504 de tapa de polo incluye una primera pared 530 lateral y una segunda pared 532 lateral. Las primeras y segundas paredes 530 y 532 laterales respectivamente son sustancialmente paralelas entre sí. Además, en el ejemplo, la pared 532 lateral tiene una primera porción ahusada (no mostrado en la Figura 7) que se extiende desde la pared 532 lateral hacia la pared 530 lateral y una segunda porción 536 ahusada que se extiende desde la pared 532 lateral hacia la pared 530 lateral, respectivamente.

45 En el ejemplo, porciones 506 de enlace incluye porciones 538 de enlace rectangulares. En el ejemplo, cada porción 538 de enlace rectangular incluye una primera pared 542 lateral, una segunda pared 544 lateral y un cuerpo 546 que se extiende entre las mismas. Las primeras y segundas paredes 540 y 542 laterales respectivamente son sustancialmente paralelas entre sí. El cuerpo 544 está en comunicación mecánica con la pared 510 lateral de placa base y pared 530 lateral de tapa de polo.

La Figura 7 también ilustra la sujeción 670 de retención configurada para facilitar el aseguramiento del conjunto 640 de polos al borde 18 de rotor (mostrado en la Figura 1). En el ejemplo, cada sujeción 670 tiene una forma sustancialmente rectangular. En ejemplos alternativos, la sujeción 670 puede tener cualquier otra forma, tales como, pero sin limitación, una forma cuadrada o una forma trapezoidal. Específicamente, cada sujeción 670 se conforma para coincidir con un correspondiente margen 518 de placa base, pared 544 lateral de enlace y porciones 534 y 536 ahusadas de tapa de polo. En el ejemplo, la sujeción 670 se fabrica a partir de un material no magnético. En un ejemplo, la sujeción 670 se fabrica a partir de un compuesto de fibra de vidrio/resina, tales como, pero sin limitación materiales G10 y/o G11. En otro ejemplo, la sujeción 670 se fabrica a partir de un compuesto que incluye, pero sin limitación, acero eléctrico y un material G10. En ejemplos alternativos, la sujeción 670 puede fabricarse de cualquier otro material adecuado que permite que el conjunto 640 de polos funcione como se describe en el presente documento.

En el ejemplo, cada sujeción 670 incluye una primera pared 602 lateral, una segunda pared 604 lateral, una tercera pared 606 lateral y una cuarta pared 608 lateral. Las primeras y terceras paredes 602 y 606 laterales respectivamente son sustancialmente paralelas entre sí y las segundas y cuartas paredes 604 y 608 laterales respectivamente son sustancialmente paralelas entre sí. Por consiguiente, las paredes 602 y 606 laterales son sustancialmente perpendiculares a las paredes 604 y 608 laterales. Además, en el ejemplo, la pared 602 lateral incluye una porción 610 ahusada que se extiende desde la pared 602 lateral. En el ejemplo, la porción 610 ahusada incluye una superficie 612 de montaje ahusada.

En el ejemplo, la pared 604 lateral de sujeción se configura para acoplarse mecánicamente al núcleo 18 de rotor (no mostrado en la Figura 7) y la porción 610 ahusada de sujeción se configura para acoplarse mecánicamente a la porción 536 ahusada de tapa de polo de tal forma que conjunto 640 de polos se acopla mecánicamente un rotor 12 (no mostrado en la Figura 7). En el ejemplo, un pasador (no mostrado) se extiende a través de una abertura 614 de sujeción. En un ejemplo alternativo, el pasador se extiende a través de aberturas 614 de sujeción dentro de un pasador de bloqueo (no mostrado) posicionado con el núcleo 18 de rotor. La sujeción 670 incluye una quinta pared 616 lateral y una sexta pared 618 lateral que se extienden entre las paredes 604 y 608 laterales. Un rebaje 620 se extiende al menos parcialmente entre las paredes 611 y 618 laterales respectivamente. El rebaje 620 se configura para recibir y acoplarse mecánicamente al margen 518 de placa base.

La Figura 8 es otro ejemplo de una sujeción 680 de retención configurada para facilitar el aseguramiento del conjunto 640 de polos al borde 18 de rotor. La sujeción 680 de retención es sustancialmente similar a la sujeción 670 de retención, (mostrada en la Figura 7) y en la Figura 8 se identifican componentes de sujeción 680 de retención que son idénticos a componentes de sujeción 670 de retención usando los mismos números de referencia usados en la Figura 7.

En el ejemplo, cada sujeción 680 tiene una forma sustancialmente rectangular. En ejemplos alternativos, la sujeción 680 puede tener cualquier otra forma, tales como, pero sin limitación, una forma cuadrada o una forma trapezoidal. Específicamente, cada sujeción 680 se conforma para coincidir con el correspondiente margen 518 de placa base, paredes 544 laterales de enlace y porciones 534 y 536 ahusadas de tapa de polo. En el ejemplo, la sujeción 680 se fabrica a partir de un material no magnético unido a una tira 682 de cuña laminada. En un ejemplo, la sujeción 680 se fabrica a partir de un compuesto de fibra de vidrio/resina, tales como, pero sin limitación Materiales G10 y/o G11 unidos a acero eléctrico laminado. En otro ejemplo, la sujeción 680 se fabrica a partir de un compuesto que incluye, pero sin limitación, acero eléctrico y un material G11. En ejemplos alternativos, la sujeción 680 puede fabricarse de cualquier otro material adecuado que permite que el conjunto 640 de polos funcione como se describe en el presente documento.

En el ejemplo, cada sujeción 680 incluye una primera pared 602 lateral, una segunda pared 604 lateral, una tercera pared 606 lateral y una cuarta pared 608 lateral. Las primeras y terceras paredes 602 y 606 laterales respectivamente son sustancialmente paralelas entre sí y las segundas y cuartas paredes 604 y 608 laterales respectivamente son sustancialmente paralelas entre sí. Por consiguiente, paredes 602 y 606 laterales son sustancialmente perpendiculares a las paredes 604 y 608 laterales. En el ejemplo, la pared 602 lateral incluye una porción 610 ahusada que se extiende desde la pared 602 lateral. En el ejemplo, porción 610 ahusada incluye una superficie de montaje ahusada 612. Además, la pared 604 lateral incluye una abertura 614.

En el ejemplo, la sujeción 680 se acopla a la tira 682 de cuña laminada. Específicamente, la pared 604 lateral de sujeción se configura para acoplarse mecánicamente a la tira 682. La tira 682 incluye una primera pared 684 lateral, una segunda pared 686 lateral, una tercera pared 688 lateral y una cuarta pared 690 lateral. Las primeras y terceras paredes 684 y 688 laterales respectivamente son sustancialmente paralelas entre sí y las segundas y cuartas paredes 686 y 690 laterales respectivamente son sustancialmente paralelas entre sí. Por consiguiente, las paredes 684 y 688 laterales son sustancialmente perpendiculares a las paredes 686 y 690 laterales. En el ejemplo, la pared 684 lateral se ahúsa desde la pared 686 lateral a la pared 690 lateral. Además, la tira 682 incluye una abertura 692 que se extiende entre las paredes 686 y 690 laterales.

En operación, la porción 610 ahusada de sujeción se configura para acoplarse mecánicamente a cualquiera de la porción 534 o 536 ahusada de tapa de polo y la tira pared 684 lateral se configura para acoplarse mecánicamente al margen 518 de placa base de tal forma que conjunto 640 de polos se acopla mecánicamente adyacente al borde 18

de rotor. En el ejemplo, un pasador 694 se extiende a través de una abertura 696 de rotor y dentro de la abertura 692 de tira y abertura 614 de sujeción. El pasador 694 dentro de un pasador 698 de bloqueo posicionado dentro de pared 604 lateral.

5 La Figura 9 es una vista lateral de otro ejemplo útil en la compresión de la invención la Figura 9 siendo del rotor 12 que incluye conjunto de polos de imán permanente 760. La Figura 10 es una vista detallada de una primera porción de rotor 12. La Figura 11 es una vista detallada de una segunda porción del rotor 12. El conjunto 760 de polos de PM es sustancialmente similar al conjunto 70 de polos, (mostrado en la Figura 5) y en las Figuras 9-11 se identifican componentes de conjunto 760 de polos que son idénticos a componentes de conjunto 70 de polos usando los mismos números de referencia usados en la Figura 5. En el ejemplo, el conjunto 760 de polos incluye una pluralidad de laminaciones 700 y al menos un polo 40 de imán permanente que se extiende a través del mismo.

10 En el ejemplo, las laminaciones 700 son sustancialmente similares a las laminaciones 500 (mostradas en la Figura 5) excepto lo que se indica a continuación. Específicamente, las laminaciones 700 incluyen porción 502 de placa base, porción 504 de tapa de polo y porción 506 de enlace que se extienden entre las mismas de tal forma que cavidad 508 se define en la misma. En el ejemplo, la porción 502 de placa base incluye un extremo 702 de longitud completa y un extremo 704 truncado.

15 En el ejemplo, una porción 706 de margen se extiende desde el extremo 702 paralela a la porción 502 de placa base y sustancialmente perpendicular a la porción 506 de enlace y una cola 708 de milano se extiende perpendicular a la porción 502 de placa base. Cada porción 706 de margen es adyacente de otro conjunto 760 de polos y configurada para enganchar una sujeción 800. Cada cola 708 de milano se configura para acoplarse de forma deslizable a una ranura 710 de cola de milano de borde de rotor.

20 El extremo 704 incluye una media cola 720 de milano que se extiende perpendicular a la porción 502 de placa base y configurada para acoplarse de forma deslizable a una ranura 710 de cola de milano de borde de rotor. La sujeción 800 incluye una media porción 802 de cola de milano configurada para acoplarse de forma deslizable a la ranura 710 de cola de milano de borde de rotor, adyacente a la media cola 720 de milano de tal forma que el conjunto de polos 18 se acopla de forma deslizable al borde 18 de rotor.

25 La invención anteriormente descrita proporciona un procedimiento rentable y fiable de ensamblaje de conjuntos de polos para facilitar la reducción de pérdidas de corriente de Foucault. El posicionamiento de un polo de imán permanente entre las placas base laminadas y tapas de polo laminadas proporciona diversos beneficios. Debido a que las placas de base laminadas y tapas de polo se fabrican a partir de material de alta resistividad axial y altamente permeable, facilitan la reducción de pérdidas de corriente de Foucault desde la parte superior del polo y facilitan la evasión de flujo sub-armónico. Adicionalmente, las laminaciones unitarias facilitan la facilidad de ensamblaje de tanto los conjuntos de polos como los conjuntos de rotor. Además, la forma de las laminaciones facilita la reducción del par de detención y par de rizado de carga.

30 Realizaciones ilustrativas de conjuntos de polos y conjuntos de rotor se describen anteriormente en detalle. Los conjuntos de polos no se limitan a las realizaciones específicas descritas en el presente documento, sino en su lugar, componentes de cada conjunto polar puede utilizarse independiente y separadamente de otros componentes descritos en el presente documento. Por ejemplo, cada conjunto de polos también puede usarse en combinación con otros conjuntos de rotor y no se limita a la práctica con únicamente un borde de rotor como se describe en el presente documento. En su lugar, la presente invención puede implementarse y utilizarse en conexión con muchas otras configuraciones de conjuntos de rotor y máquinas eléctricas.

REIVINDICACIONES

1. Una máquina eléctrica que comprende:

- un conjunto de estátor;
- 5 un conjunto (10) de rotor acoplado de forma rotatoria con dicho conjunto de estátor, estando dicho conjunto de estátor y dicho conjunto de rotor separados entre sí por un entrehierro y comprendiendo dicho conjunto (10) de rotor una pluralidad de conjuntos (14) de polos que están asegurados a un borde de rotor en la que cada uno de dichos conjuntos (14) de polos comprende:
- 10 un polo (40) de imán permanente que comprende una pluralidad de bloques (42) de imanes permanentes; y caracterizado porque:
- 15 una pluralidad de laminaciones (30) de tapa de polo que definen una tapa de polo y están acopladas mecánicamente al polo (40) de imán permanente, teniendo dichas laminaciones (30) de tapa de polo una forma sustancialmente trapezoidal, con paredes (32, 34) laterales sustancialmente paralelas y porciones (36, 38) ahusadas extendiéndose entre las paredes laterales, para minimizar el par de detención y para proteger el polo (40) de imán permanente de campos desmagnetizantes;
- 20 una pluralidad de laminaciones (20) de placa base que definen una placa base y están acopladas mecánicamente al polo (40) de imán permanente y al borde (18) de rotor, en la que las laminaciones (20) de placa base, las laminaciones (30) de tapa de polo y el polo (40) de imán permanente están unidos entre sí con un agente aglutinante que se impregna entre todos los componentes; y una pluralidad de miembros (16) de acoplamiento
- 25 configurados para asegurar los conjuntos (14) de polos al borde (18) de rotor, teniendo cada miembro (16) de acoplamiento porciones ahusadas de sujeción configuradas para acoplarse a porciones (36, 38) ahusadas respectivas de una tapa de polo respectiva, en la que cada uno de dichos miembros (16) de acoplamiento está fabricado a partir de un material no magnético o en la que cada uno de dichos miembros (16) de acoplamiento comprende una porción laminada de acero unida a una porción de material compuesto, de tal manera que dicha porción laminada está posicionada adyacente al rotor.

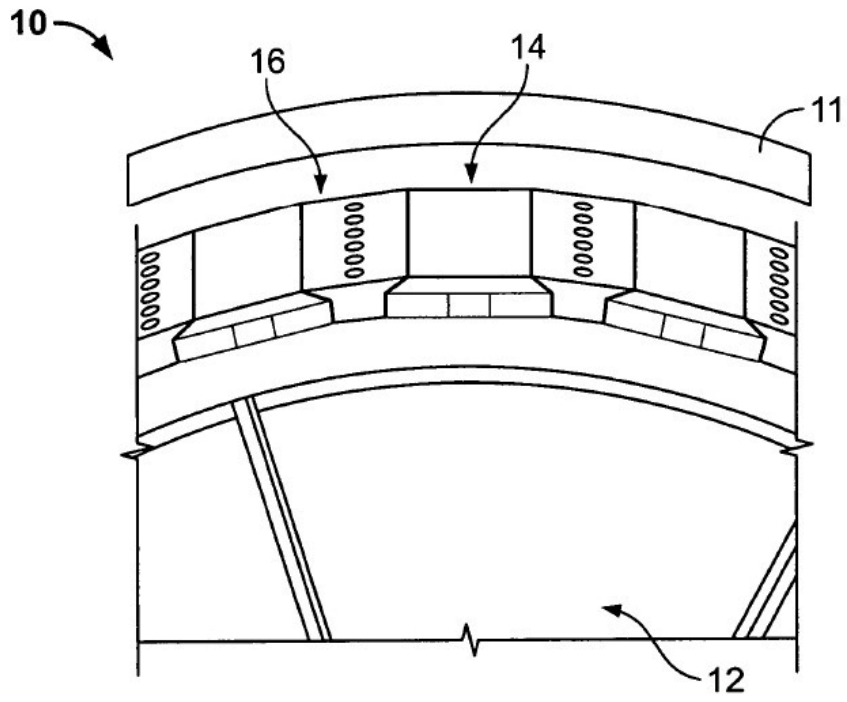


FIG. 1

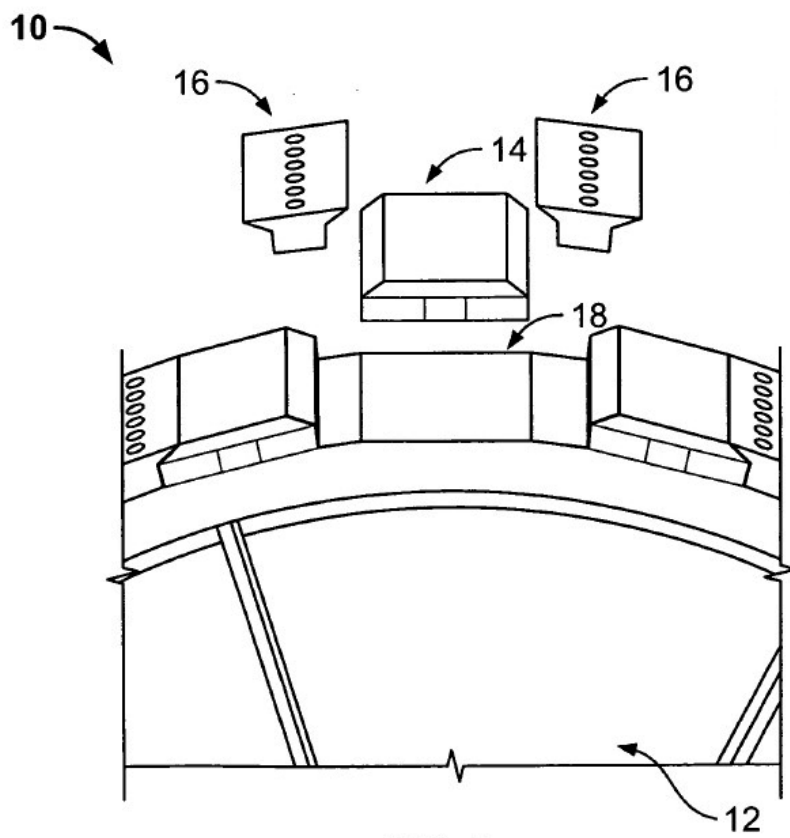


FIG. 2

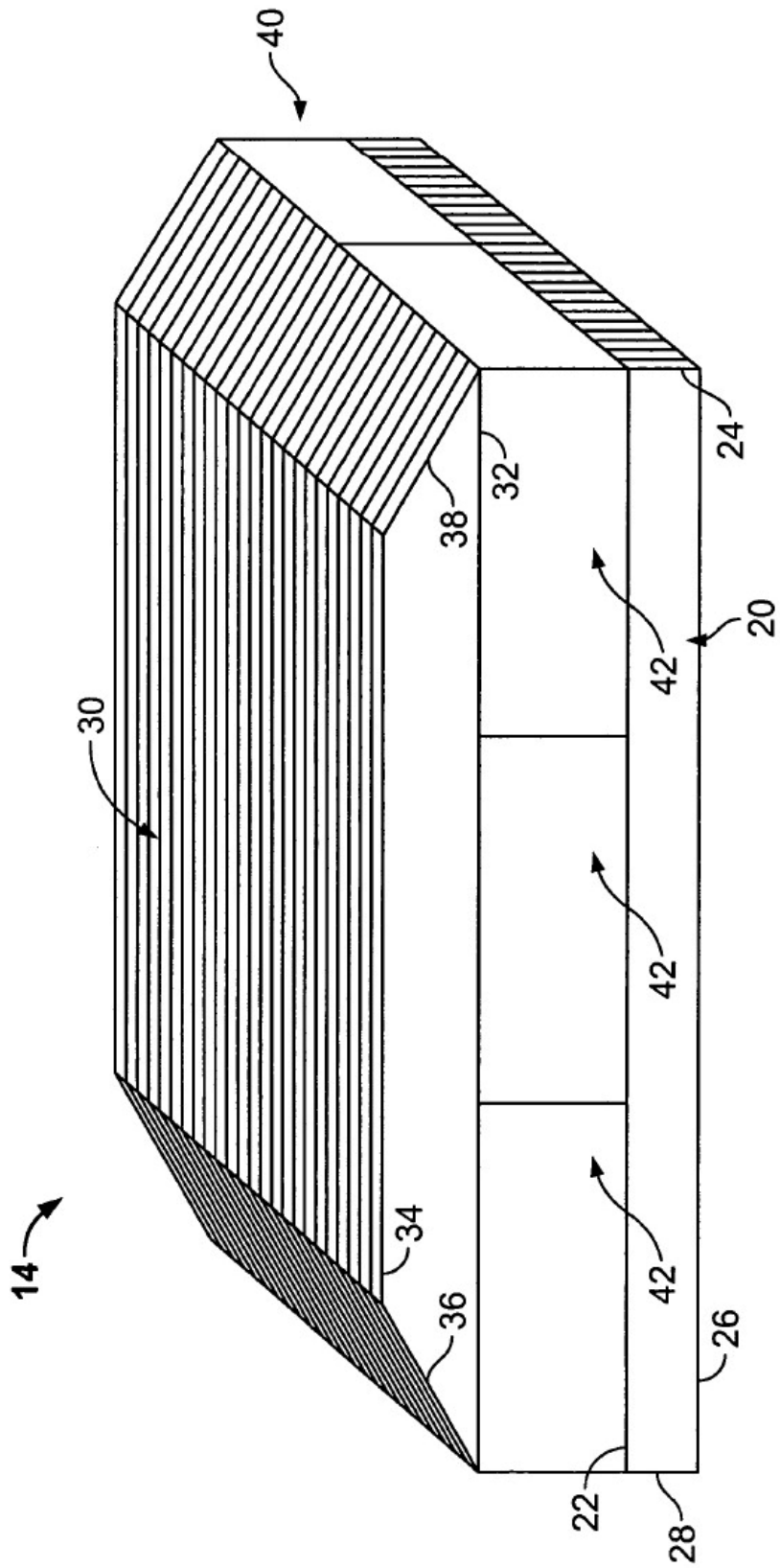


FIG. 3

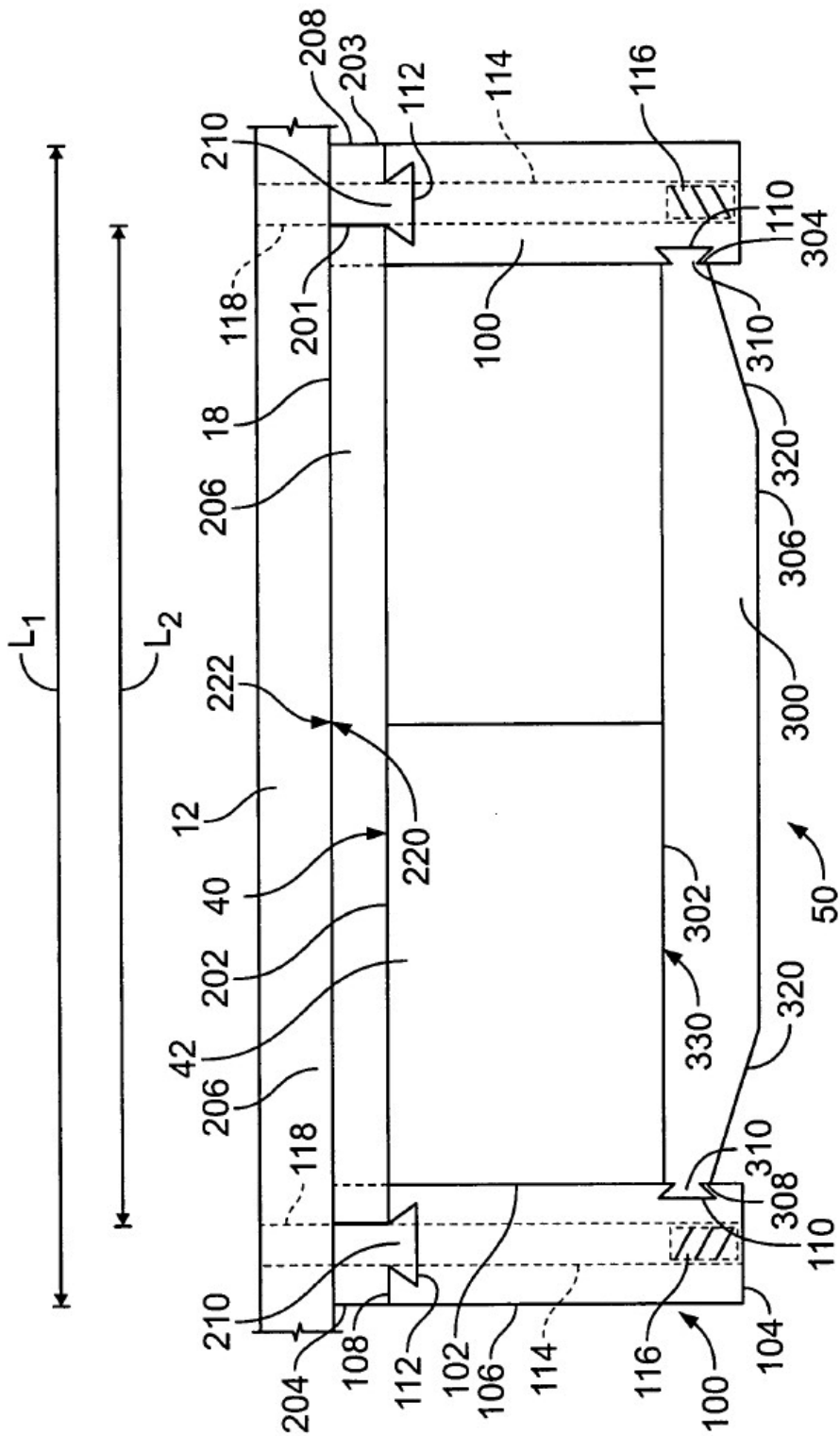


FIG. 4

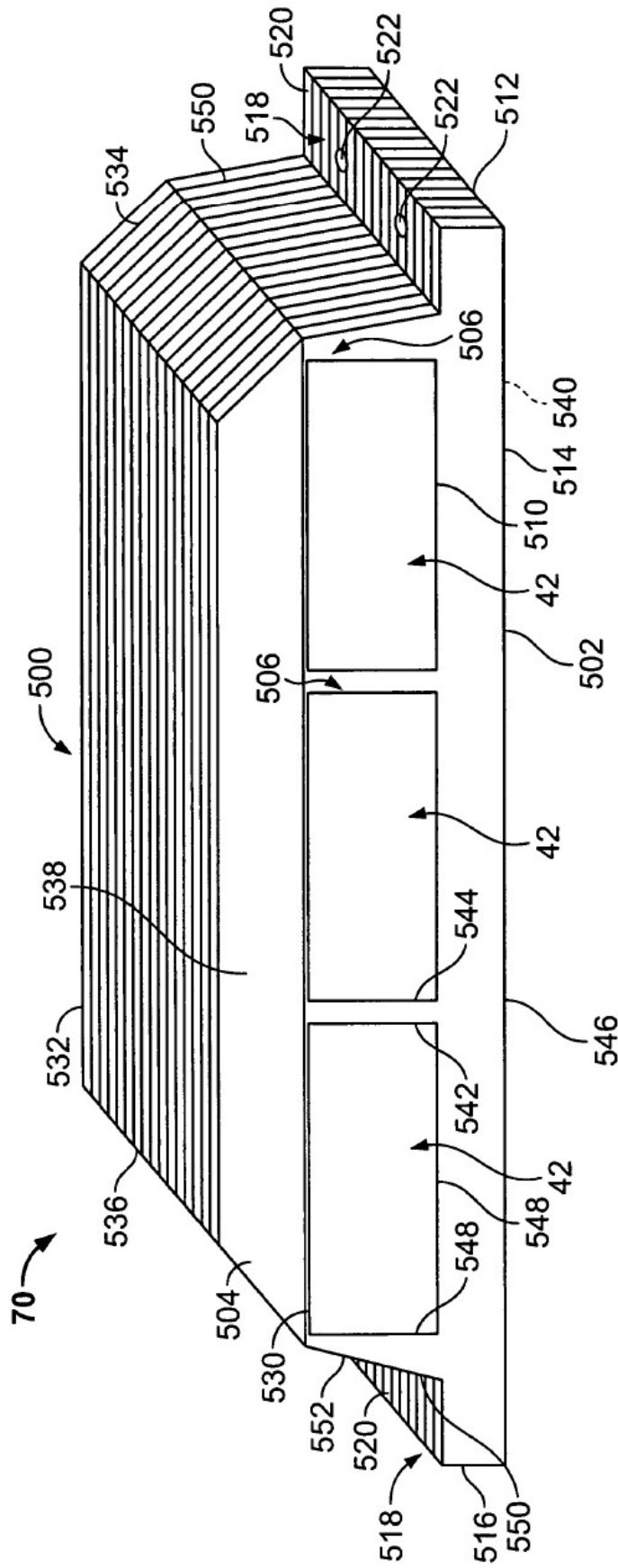


FIG. 5

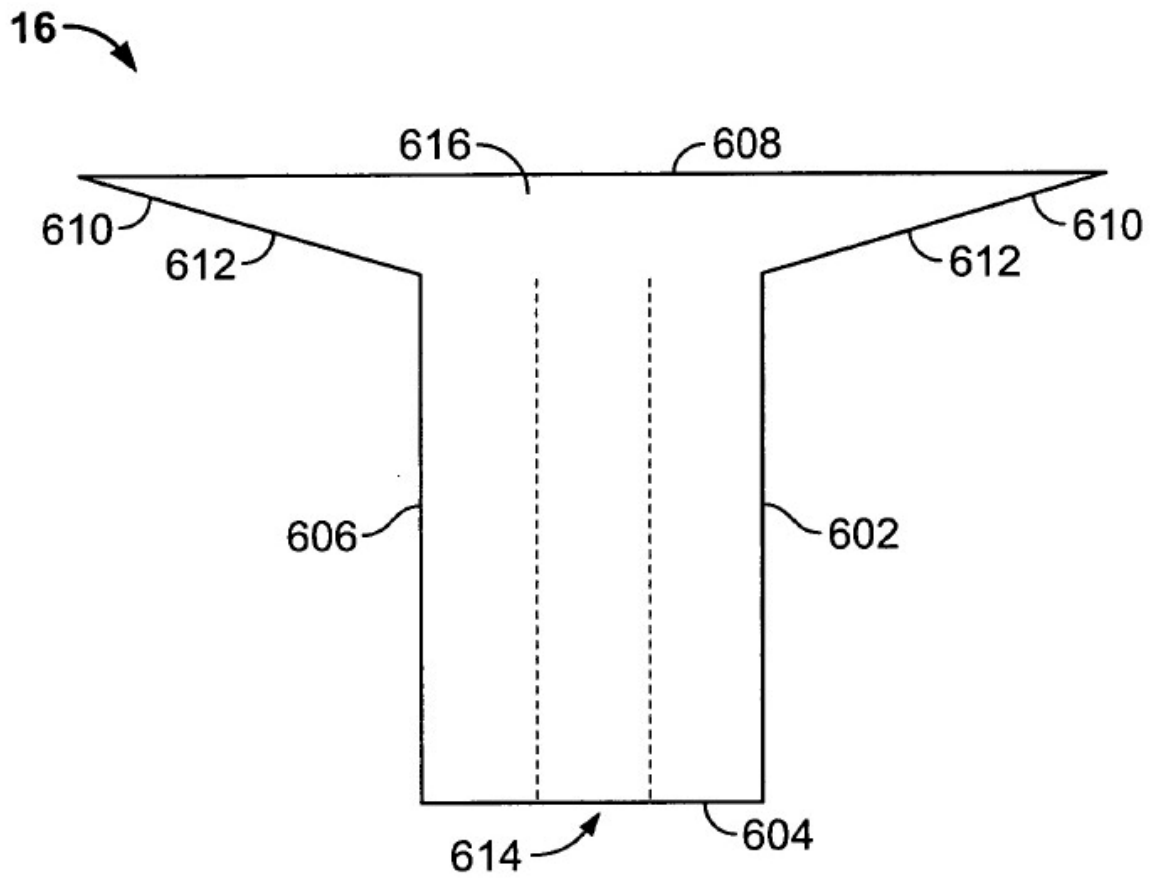


FIG. 6

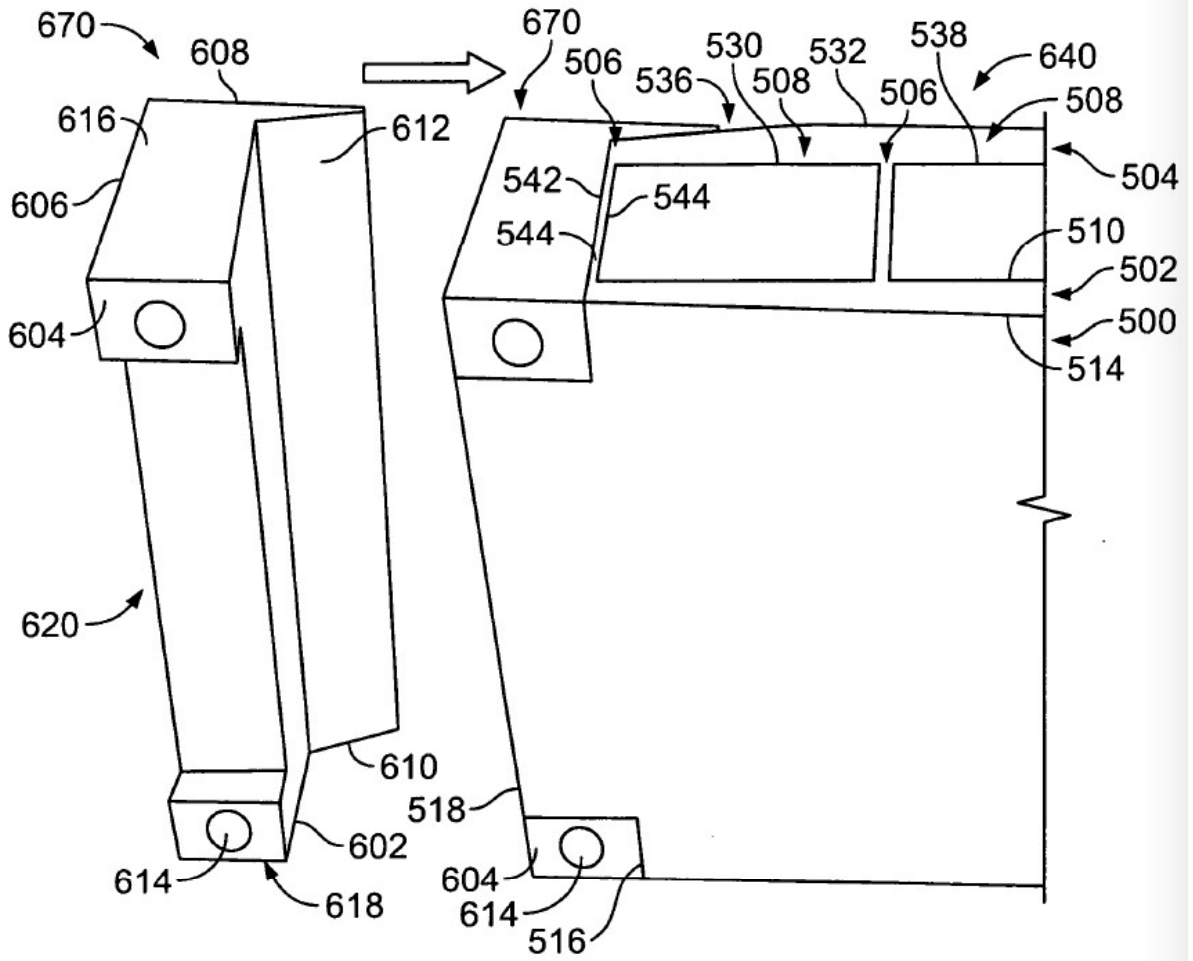


FIG. 7

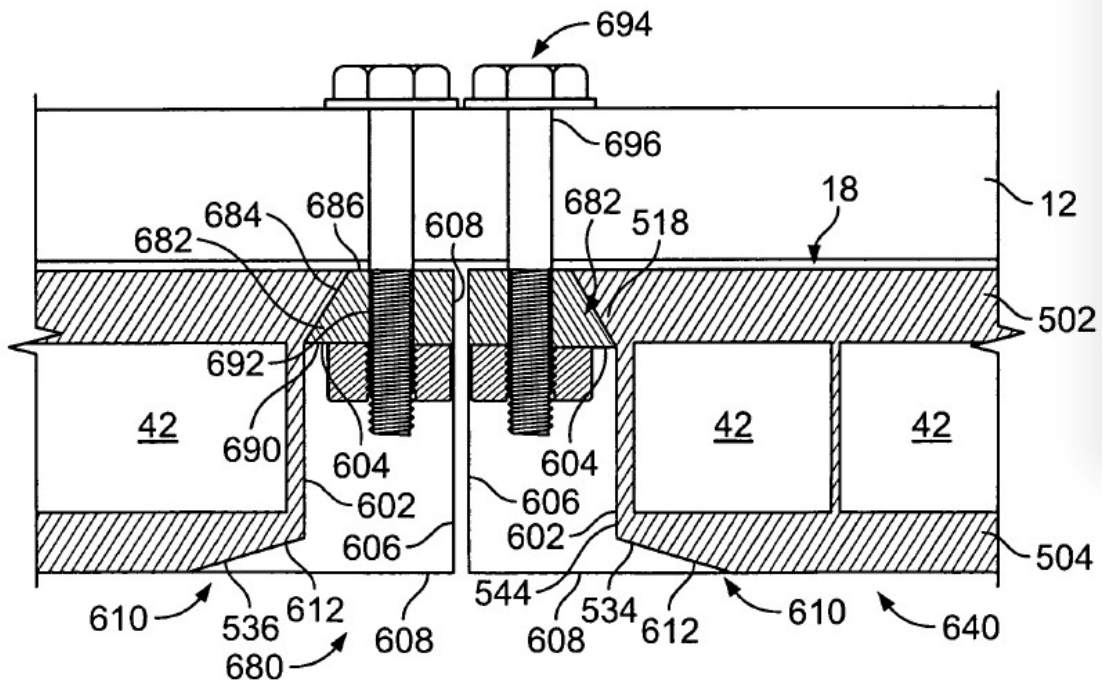


FIG. 8

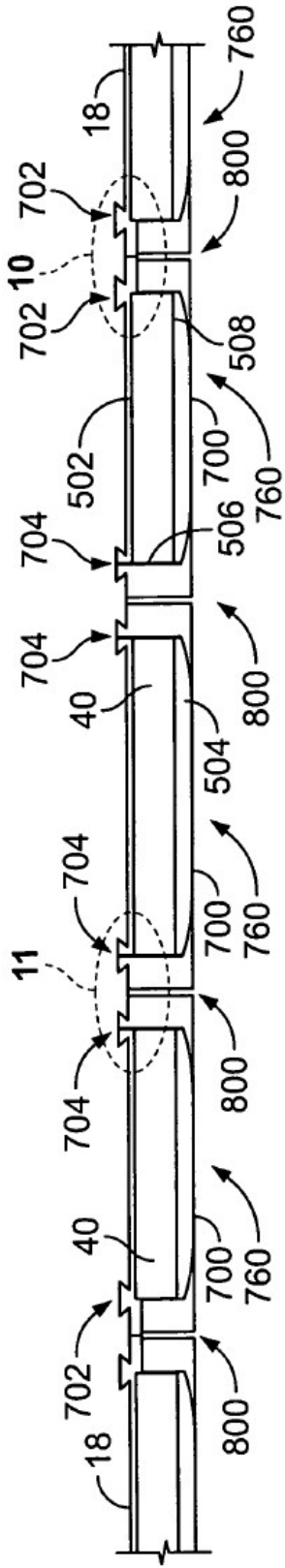


FIG. 9

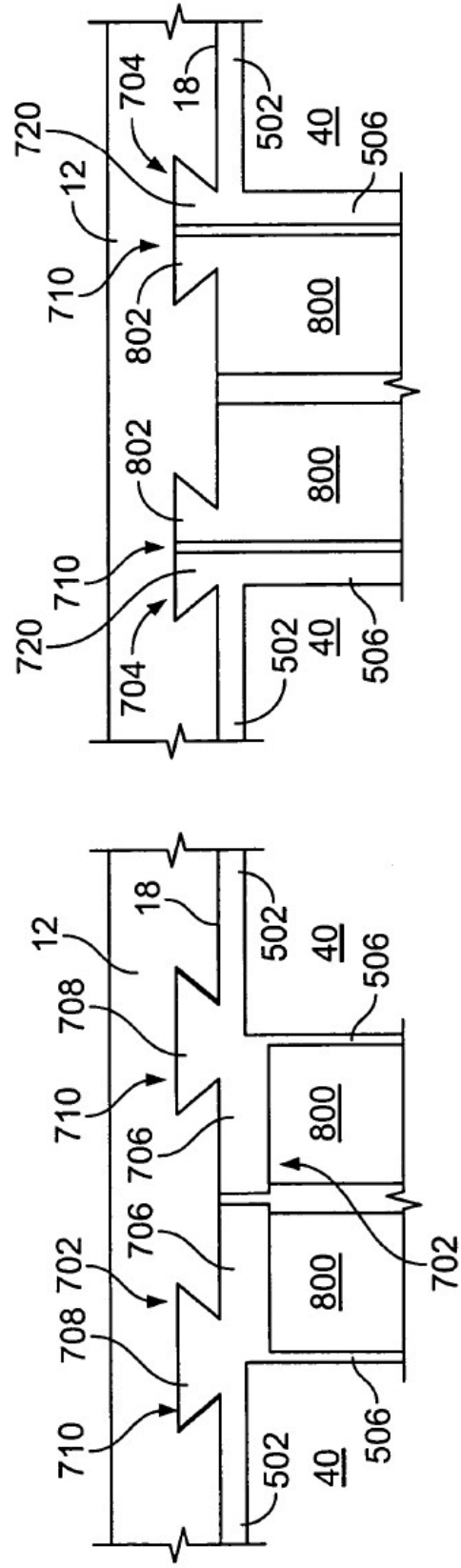


FIG. 10

FIG. 11