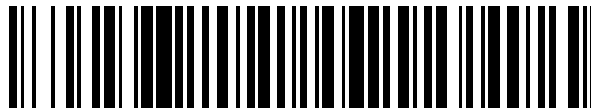


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 629 196**

51 Int. Cl.:

**F28C 1/02** (2006.01)

**F28F 25/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.12.2012 PCT/US2012/070983**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.07.2013 WO13103539**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2012 E 12864463 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.03.2017 EP 2800936**

54 Título: **Placa intercambiadora de calor y un empaquetado de relleno de placas intercambiadoras de calor**

30 Prioridad:

**03.01.2012 US 201213342681**

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

**07.08.2017**

73 Titular/es:

**EVAPCO, INC. (100.0%)  
5151 Allendale Lane  
Taneytown, MD 21787, US**

72 Inventor/es:

**LIBERT, JEAN-PIERRE y  
THURMOND, ANTHONY, W.**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 629 196 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

Placa intercambiadora de calor y un empaquetado de relleno de placas intercambiadoras de calor

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a una placa intercambiadora de calor. Más particularmente, la presente invención está dirigida a una placa intercambiadora de calor fabricada a partir de material laminar y un empaquetado de relleno construido de una pluralidad de placas intercambiadoras de calor de la presente invención.

Antecedentes de la invención

10 Los intercambiadores de calor son bien conocidos en la industria y están diseñados para transferir de manera eficiente el calor de un medio a otro. Existen muchos tipos y tamaños de intercambiadores de calor y un tipo particular de intercambiador de calor se selecciona típicamente dependiendo de su uso, tal como para refrigeración, aire acondicionado, plantas químicas, refinerías de petróleo y centrales eléctricas.

15 El documento WO 94/02794 describe una placa intercambiadora de calor según el preámbulo de la reivindicación 1. Además, este documento describe un empaquetado para intercambio de calor y materia en contracorriente entre medios líquidos y gaseosos que tienen una pluralidad de elementos empaquetados sustancialmente verticales, perfilados y alternos que forman ondulaciones o pliegues. Los perfiles de las áreas empaquetadas superpuestas de un elemento de empaquetado están inclinados en direcciones opuestas con respecto a los elementos de empaquetados adyacentes verticales y transversales.

20 El documento DE 22 19 130 da a conocer un cuerpo de contacto para la transferencia directa de calor y/o sustancias entre un medio líquido y un medio gaseoso compuesto de paneles de flujo ondulados orientados transversalmente adyacentes, formados en canales paralelos equidistantemente espaciados con fondos de ondulación y crestas de ondulación truncadas en dos niveles a intervalos regulares para reducir el número de puntos de contacto entre paneles de flujo adyacentes, reduciendo de este modo la caída de presión en el flujo transversal del medio gaseoso.

25 Para las centrales eléctricas, las torres de refrigeración por agua se utilizan para transferir el calor residual a la atmósfera. Estas torres de enfriamiento son muy grandes y usan la evaporación del agua para eliminar el calor residual y el agua fría hasta cerca de la temperatura del aire del bulbo húmedo. Un tipo de torre de enfriamiento usada para centrales eléctricas es una torre 10 de enfriamiento hiperboloide erigida en campo mostrada en la figura 1. El agua calentada 12h se distribuye en la torre 10 de enfriamiento hiperboloide sobre un ensamblaje 14 empaquetado de relleno. Convencional Como se representa en la figura 1, el aire ambiente AA entra en el fondo de la torre 10 de enfriamiento hiperboloide, fluye hacia arriba a través del ensamblaje 14 empaquetado de relleno y sale de la torre 10 de enfriamiento hiperboloide como aire calentado HA mientras fluye el agua calentada 12h, es decir gotea o llueve, hacia abajo a través del ensamblaje 14 empaquetado de relleno y sale del ensamblaje 14 empaquetado de relleno como agua 12c enfriada. Esta disposición se conoce comúnmente en la industria como "contraflujo".

30

35 El ensamblaje 14 de empaquetado de relleno convencional comprende una pluralidad de empaquetados 13 de relleno convencionales. Los empaquetados 13 de relleno se colocan uno al lado del otro dentro de la torre 10 de enfriamiento hiperboloide. Cada uno de los empaquetados 13 de relleno incluye una pluralidad de placas 16 intercambiadoras de calor como se muestra mejor en las figuras 2 y 3. El empaquetado 13 de relleno se denomina VertiClean Film FillTM, una marca registrada de Evaptech localizada en Lenexa, Kansas. Cada placa 16 intercambiadora de calor es una lámina ondulada de material de PVC de cloruro de polivinilo configurada en una serie repetitiva de ondulaciones 15 que se extienden verticalmente que definen unas acanaladuras 17 que se extienden verticalmente formadas entre las ondulaciones 15 que se extienden verticalmente. Estas placas 16 intercambiadoras de calor se fabrican mediante láminas de PVC de formación de vacío.

40

45 En la figura 4, tres placas 16 intercambiadoras de calor, mostradas en una vista parcial superior plana, se fijan entre sí mediante un adhesivo 18 que está dispuesto entre puntos 20 de encolado enfrentados facialmente. Obsérvese que los puntos 20 de encolado están alineados con las respectivas líneas de cresta RL de las ondulaciones 15. Todas las placas 16 intercambiadoras de calor que comprenden el empaquetado 13 de relleno son idénticas entre sí. Como se conoce en la técnica, para crear los pasos 19 de flujo aire-agua entre las placas 16 intercambiadoras de calor idénticas, una de las dos placas 16 intercambiadoras de calor que se enfrentan facialmente se hace girar 180° con respecto a un eje vertical central de modo que sólo los lados delanteros de las dos placas 16 intercambiadoras de calor enfrentadas facialmente se fijan entre sí mientras que sólo los lados traseros de dos placas 16 intercambiadoras de calor enfrentadas facialmente están fijadas entre sí. Esta es una técnica de fabricación comúnmente conocida en la técnica de fabricar cada empaquetado 13 de relleno.

50

Otro ensamblaje 24 de empaquetado de relleno convencional es similar al ensamblaje 14 de empaquetado de relleno descrito anteriormente, excepto que, como se muestra mejor en las figuras 5-7, el ensamblaje 24 de

5 empaquetado de relleno incluye una pluralidad de empaquetado 23 de relleno que se fabrican a partir de placas 26 intercambiadoras de calor configuradas de manera diferente. El empaquetado 23 de relleno se denomina TechClean Film Fill™, una marca registrada de Evaptech localizada en Lenexa, Kansas. La placa 26 intercambiadora de calor es una lámina ondulada de material de PVC configurada en dos series repetitivas de ondulaciones 25a y 25b que se extienden verticalmente acortadas.

10 La placa 26 intercambiadora de calor incluye un borde 28 superior, un borde 30 inferior dispuesto separado y que se extiende paralelo al borde 28 superior y un par de bordes 32 laterales. Los bordes 32 laterales están dispuestos separados y se extienden paralelos entre sí y el par de bordes 32 laterales están conectados a y entre el borde 28 superior y el borde 30 inferior para formar una configuración generalmente rectangular como se muestra mejor en la Figura 7. Una serie repetitiva de ondulaciones 25a superiores que se extienden verticalmente acortadas extienden verticalmente comienza adyacente al borde 28 superior y se extiende hacia abajo desde al menos aproximadamente una línea de punto medio horizontal HMPL de la placa 26 intercambiadora de calor en la Figura 7. La serie repetitiva restante de ondulaciones 25b inferiores acortadas que se extienden verticalmente comienza adyacente al borde 30 inferior y se extiende hacia arriba desde allí hasta al menos aproximadamente la línea de punto medio horizontal HMPL de la placa 26 intercambiadora de calor. Obsérvese que las ondulaciones 25a superiores y las ondulaciones 25b inferiores están desplazadas horizontalmente en una dirección de anchura entre sí como se muestra mejor en la figura 7.

#### Resumen de la invención

Una realización de una placa intercambiadora de calor de la presente invención se define en la reivindicación 1.

20 Otra realización de un empaquetado de relleno de la presente invención se define en la reivindicación 15.

La presente invención se apreciará mejor a la vista de la descripción detallada de las realizaciones ejemplares de la presente invención que se discutirán más adelante con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

#### Breve descripción de los dibujos

25 La figura 1 es una vista en perspectiva parcialmente desprendida de una torre de enfriamiento de agua hiperboloide convencional con un conjunto de empaquetado de relleno convencional dispuesto en su interior.

La figura 2 es una vista en perspectiva parcial de un tipo del ensamblaje de empaquetado de relleno convencional mostrado en la figura 1.

La figura 3 es una vista en perspectiva en despiece ordenado del ensamblaje de empaquetado de relleno convencional mostrado en la figura 2.

30 La figura 4 es una vista en planta superior parcial del ensamblaje de empaquetado de relleno convencional mostrado en las figuras 2 y 3.

La figura 5 es una vista en perspectiva parcial de otro tipo de ensamblaje de relleno convencional mostrado en la figura 1.

35 La figura 6 es una vista en perspectiva en despiece ordenado del ensamblaje de empaquetado de relleno convencional mostrado en la figura 5.

La figura 7 es una vista en alzado frontal del ensamblaje de empaquetado de relleno convencional mostrado en las Figuras 5 y 6.

40 La figura 8 es una vista en perspectiva de una primera realización ejemplar de una placa intercambiadora de calor de la presente invención que tiene series repetitivas de ondulaciones con cada ondulación que tiene un primer segmento de ondulación, una segunda ondulación y un segmento de ondulación intermedio que interconecta los segmentos de ondulación primero y segundo.

La figura 9 es una vista en alzado frontal de la primera realización ejemplar de la placa intercambiadora de calor de la presente invención.

45 La figura 10 es una vista en alzado trasera de la primera realización ejemplar de la placa intercambiadora de calor de la presente invención.

La figura 11 es una vista en planta desde arriba de la primera realización ejemplar de la placa intercambiadora de calor de la presente invención.

La figura 11A es una vista en sección transversal de la primera realización ejemplar de la placa intercambiadora de calor de la presente invención tomada a lo largo de la línea 11A-11A en la figura 9.

La figura 11B es una vista en planta superior agrandada parcial de la primera realización ejemplar de la placa intercambiadora de calor de la presente invención tomada de la caja discontinua 11B en la figura 11.

5 La figura 12 es una vista en alzado lateral parcial de la primera realización ejemplar de la placa intercambiadora de calor de la presente invención.

La figura 13 es una vista en alzado lateral parcial ampliada de un segmento de ondulación intermedio tomada a lo largo de la línea 13-13 de la primera realización ejemplar de la placa intercambiadora de calor de la presente invención en la figura 9.

10 La figura 14 es una vista en perspectiva de una segunda realización ejemplar de la placa intercambiadora de calor de la presente invención.

La figura 15 es una vista en alzado frontal de la segunda realización ejemplar de la placa intercambiadora de calor de la presente invención.

15 La figura 16 es una vista en alzado posterior de la segunda realización ejemplar de la placa intercambiadora de calor de la presente invención.

La figura 17 es una vista en planta desde arriba de la segunda realización ejemplar de la placa intercambiadora de calor de la presente invención.

La figura 17A es una vista en sección transversal parcial de la segunda realización ejemplar de la placa intercambiadora de calor de la presente invención tomada a lo largo de la línea 17A-17A en la Figura 15.

20 La figura 18 es una vista en alzado lateral parcial de la segunda realización ejemplar de la placa intercambiadora de calor de la presente invención.

La figura 19 es una vista en perspectiva de una tercera realización ejemplar de la placa intercambiadora de calor del presente.

25 La figura 20 es una vista en alzado frontal de la tercera realización ejemplar de la placa intercambiadora de calor de la presente invención.

La figura 21 es una vista en alzado trasera de la tercera realización ejemplar de la placa intercambiadora de calor de la presente invención.

30 La figura 22 es una vista en perspectiva despiezada de una cuarta realización ejemplar de un paquete de llenado de la presente invención construido a partir de una pluralidad de placas intercambiadoras de calor ilustradas en las figuras 14-18.

La figura 23 es una vista en perspectiva del cuarto ejemplo de realización del empaquetado de relleno de la presente invención.

35 La figura 24 es una vista en alzado lateral ampliada y parcial de dos placas intercambiadoras de calor opuestas en el segmento de ondulación intermedio, una en líneas continuas y una en líneas discontinuas para claridad de ilustración solamente, separadas entre sí como se ilustra en la figura 23 antes de ser conectadas entre sí.

La figura 25 es una vista en alzado lateral parcial y ampliada de las dos placas intercambiadoras de calor opuestas en la figura 24 conectadas entre sí.

40 La figura 26 es una vista en alzado frontal parcial ampliada de las dos placas intercambiadoras de calor opuestas, una en líneas continuas y una en líneas discontinuas para claridad de ilustración solamente, conectadas entre sí como se muestra en la figura 25.

Las figuras 27A-27C son vistas en sección transversal de tres ondulaciones individuales que ilustran tres diferentes disposiciones ejemplares de sus superficies texturadas.

La figura 28 es una vista en perspectiva de una quinta realización ejemplar de la placa intercambiadora de calor de la presente invención.

45 La figura 29 es una vista en alzado frontal de la quinta realización ejemplar de la placa intercambiadora de calor de la presente invención.

La figura 29A es una vista parcial ampliada de la quinta realización ejemplar de la placa intercambiadora de calor de la presente invención, tomada de la caja discontinuo 29A en la figura 29.

La figura 30 es una vista en perspectiva de una sexta realización ejemplar de la placa intercambiadora de calor de la presente invención.

5 La figura 31 es una vista en alzado frontal de la sexta realización ejemplar de la placa intercambiadora de calor de la presente invención.

La figura 32 es una vista en alzado lateral parcial de la sexta realización ejemplar de la placa intercambiadora de calor de la presente invención.

10 La figura 33 es una vista en sección transversal parcial de la segunda realización ejemplar de la placa intercambiadora de calor de la presente invención tomada a lo largo de la línea 33-33 en la figura 31.

La figura 34 es una vista en alzado lateral ampliada y parcial de dos placas intercambiadoras de calor opuestas de las Figuras 30 y 31 en el segmento de ondulación intermedio, una en líneas continuas y una en líneas discontinuas para claridad de ilustración solamente, separadas entre sí.

15 La figura 35 es una vista en alzado lateral parcial y ampliada de las dos placas intercambiadoras de calor opuestas en la figura 34 conectadas entre sí.

Descripción detallada de las formas de realización ejemplares

20 A continuación, se describirán realizaciones de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos. Los componentes estructurales comunes a los de la técnica anterior y los componentes estructurales comunes a las respectivas realizaciones de la presente invención se representarán con los mismos símbolos y se omitirá su descripción repetida.

25 Un primer ejemplo de realización de una placa 110 intercambiadora de calor de la presente invención se describe a continuación con referencia a las figuras 8-13. Como se muestra mejor en las figuras 8-10, la placa 110 intercambiadora de calor de la presente invención incluye una lámina 112 ondulada de material. Haciendo referencia a la figura 8, la lámina de material se extiende a lo largo y alrededor de un eje H en altura que define una dirección HD en altura, un eje longitudinal W en altura que define una dirección WD en anchura y un eje de profundidad D que define una dirección de profundidad DD. El eje H en sentido de la altura, el eje W longitudinal y el eje D en altura de la profundidad perpendicularmente se intersectan entre sí en un punto común de intersección PO para formar un sistema de coordenadas cartesiano convencional como se muestra generalmente en la figura 8. Un experto en la técnica apreciaría que el eje H en altura y el eje W en anchura forman un plano HWP de altura/anchura, el eje H de altura y el eje de profundidad D forman un plano de altura/profundidad HDP y el eje W de anchura y el eje de profundidad D forman un plano de anchura/profundidad WDP.

30 Se prefiere que el material laminar sea rígido pero flexible y pueda ser cualquier material comúnmente utilizado para placas intercambiadoras de calor y empaquetado de relleno tales como metal o polímero termoplástico como, por ejemplo, cloruro de polivinilo (PVC). La lámina 112 ondulada está configurada en una serie repetitiva de ondulaciones 114 alargadas. Cada ondulación 114 tiene un primer segmento 114a de ondulación, un segundo segmento de ondulación 114b y un segmento 114c de ondulación intermedio. El primer segmento 114a de ondulación y el segundo segmento de ondulación 114b están dispuestos horizontalmente desplazados en la dirección WD de la anchura entre sí a una distancia d mostrada en las figuras 9 y 10. Además, el segundo segmento 114b de ondulación se extiende paralelo al primer segmento 114a de ondulación como se indica por las partes de cresta imaginarias RLF y RLS en las Figuras 9 y 10 y como se describe con más detalle a continuación.

35 Con referencia a las figuras 9 y 10, el segmento de ondulación 114c intermedio está dispuesto entre el primer segmento 114a de ondulación y el segundo segmento 114b de ondulación. Además, el segmento 114c intermedio interconecta el primer segmento 114a de ondulación y el segundo segmento 114b de ondulación, preferiblemente, de manera continua, ininterrumpida. El segmento de ondulación 114c intermedio se extiende oblicuamente con relación al primer segmento 114a de ondulación y al segundo segmento 114b de ondulación. Como resultado, cada ondulación 114 se forma como una ondulación 114 continua, continua, sin interrupción.

40 En las figuras 9 y 10, la lámina 110 ondulada incluye un borde 116 superior, un borde 118 inferior y un par de bordes 120 laterales. El borde 118 inferior está dispuesto separado y se extiende paralelo al borde 116 superior. El par de bordes 120 laterales están dispuestos separados de y se extienden paralelos entre sí. Además, el par de bordes 120 laterales están conectados a y entre el borde 116 superior y el borde 118 inferior para formar una configuración generalmente rectangular como se ilustra en las figuras 9 y 10.

45 De nuevo, con referencia a las figuras 9 y 10, cada uno de los primeros segmentos 114a de ondulación se extiende verticalmente en o adyacente al borde 116 superior y parcialmente hacia el borde 118 inferior menos que la línea de

punto medio horizontal HMPL. Correspondientemente, cada uno de los segundos segmentos 114b de ondulación se extiende verticalmente desde o adyacente al borde 118 inferior y parcialmente hacia el borde 116 superior menos que la línea de punto medio horizontal HMPL.

5 Como se ilustra en las figuras 8-10 las series repetitivas de ondulaciones 114 alargadas definen una serie repetitiva de acanaladuras 122. Cada una de las series repetitivas de ondulaciones 114 alargadas está configurada en forma de V como se muestra mejor en la figura 11A y, correspondientemente, cada una de las series repetitivas de acanaladuras 122 está configurada en forma de V según se ve mejor en la figura 11A. Como se muestra mejor en las figuras 11 y 11A, cada una de las series repetitivas de ondulaciones 114 alargadas está conectada integralmente entre sí en secuencia para formar una configuración en zigzag. Además, en la figura 11A, cada una de las series repetitivas de ondulaciones 114 alargadas está formada por una primera pieza 124a de pared y una segunda pieza 124b de pared y respectivas de las primeras piezas 124a de pared y las segundas piezas 124b de pared están formadas integralmente juntas en los respectivos ápices A. De nuevo, con referencia a las Figuras 8-10, los ápices A definen ellos mismos una línea de cresta RL de ondulación imaginarias que se extiende hasta y entre el borde 116 superior de la placa 110 intercambiadora de calor y el borde 118 inferior de la placa 110 intercambiadora de calor. 10 En otras palabras, a lo largo de los ápices A de cada uno de los primeros segmentos 114a de ondulación, de cada uno de los segundos segmentos 114b de ondulación y de cada uno de los segmentos de ondulación 114c intermedios, se define la línea de cresta RL imaginaria de ondulación. 15

La línea de cresta RL imaginaria tiene una primera parte RLF de cresta, una segunda parte RLS de cresta que se extiende paralela a y desplazada en una dirección WD de la anchura desde la primera parte RLF de cresta y una parte RLI de cresta intermedia. Cada una de la primera parte RLF de la cresta, la segunda parte RLS de la cresta y la parte RLI de la cresta intermedia es recta. Como se muestra mejor en las figuras 9 y 10, la parte RLI intermedia de cresta se interconecta y se extiende en un ángulo oblicuo OA con respecto a la primera parte de cresta RLF y la segunda parte de cresta RLS. A modo de ejemplo solamente y no a modo de limitación, el ángulo OA oblicuo se selecciona de una gama de ángulos  $\alpha$  y entre  $150^\circ$  y  $170^\circ$  inclusive y, preferentemente, entre  $160^\circ$  y  $168^\circ$  inclusive. Sin embargo, un experto en la técnica apreciaría que podrían emplearse otros ángulos OA oblicuos sin apartarse del espíritu de la presente invención. 20 25

Como se muestra en las figuras 8-10, 11B, 12 y 13, cada uno de los segmentos 114c de ondulación intermedios incluyen una porción 126 de superficie rebajada. La porción 126 de superficie rebajada es plana y define un rebaje 128 que se forma en el segmento 114c de ondulación intermedio en la parte RLI de cresta intermedia como se muestra mejor en las figuras 12 y 13. A modo de ejemplo solamente y no a modo de limitación, cada porción 126 de superficie rebajada está situada generalmente centralmente en el segmento 114c de ondulación intermedio entre una primera interfaz FI donde el primer segmento 114a de ondulación y el segmento 114c de ondulación intermedio están conectados y una segunda interfaz SI donde el segundo segmento 114b de ondulación y el segmento 114c de ondulación intermedio están conectados como se muestra en las figuras 8-10. 30

Un segundo ejemplo de realización de una placa 210 intercambiadora de calor de la presente invención, como se ilustra en las figuras 14-18, es similar a la placa 110 intercambiadora de calor descrita anteriormente. La placa 210 intercambiadora de calor incluye una serie repetitiva de ondulaciones 214 alargadas con cada ondulación 214 que tiene un primer segmento 214a de ondulación, un segundo segmento 214b de ondulación y un segmento 214c de ondulación intermedio. La serie repetitiva de ondulaciones 214 define una serie repetitiva de acanaladuras 222. Cada una de las series repetitivas de ondulaciones 214 alargadas está configurada en una forma de V truncada como se ve en una vista plana como se muestra mejor en la Figura 17. Además, cada una de las series repetitivas de acanaladuras 222 está configurada en una forma de V truncada según se ve en una vista plana como se muestra mejor en la Figura 17A. De nuevo, con referencia a la figura 17A, la serie repetitiva de ondulaciones 214 alargadas forma una configuración en zigzag truncada. 35 40

En la figura 17A, cada una de las series repetitivas de ondulaciones 214 alargadas está formada por una primera pieza 224a de pared, una segunda pieza 224b de pared y una pieza 224c de pared de cresta. La segunda pieza 224b de pared está dispuesta aparte de la primera pieza 224a de pared. La primera pieza 224a de pared y la segunda pieza 224b de pared están conectadas en extremos 224ce opuestos de las respectivas unidas de las piezas 224c de pared de cresta. Obsérvese que la primera pieza 224a de pared y la segunda pieza de pared 224b divergen hacia fuera desde los respectivos extremos 224ce opuestos de las respectivas una de las piezas 224c de pared de cresta en un ángulo obtuso AO como se muestra en la Figura 17A. Obsérvese en las figuras 14 y 15 que las respectivas unas líneas de cresta RL imaginarias, representadas como líneas discontinuas, se extienden centralmente a lo largo de las respectivas unas piezas de pared de cresta 224c. 45 50

Un tercer ejemplo de realización de una placa 310 intercambiadora de calor de la presente invención, como se ilustra en las figuras 19-21, es similar a la placa 210 intercambiadora de calor descrita anteriormente. Sin embargo, una diferencia es que cada ondulación 314 tiene un primer segmento 314a de ondulación, un segundo segmento 314b de ondulación, un tercer segmento 314c de ondulación, una primera ondulación intermedia 314d y un segundo segmento 314e de ondulación intermedio. El primer segmento 314d de ondulación intermedia está dispuesta entre e interconecta los segmentos de ondulación primero y segundo 314a y 314b respectivamente y el segundo segmento de ondulación intermedio 314e está dispuesto entre e interconecta el segundo segmento de ondulación 314b y el 55 60

tercer segmento de ondulación 314c. El primer segmento 314d de ondulación intermedio se extiende oblicuamente con relación al primer segmento 314a de ondulación y el segundo segmento 314b de ondulación y el segundo segmento 314e de ondulación intermedio se extiende oblicuamente con relación al segundo segmento 314b de ondulación y al tercer segmento 314c de ondulación. Los segmentos 314a, 314b y 314c de ondulación primero, segundo y tercero se extienden respectivamente paralelos entre sí y están dispuestos horizontalmente con respecto al otro en la dirección WD transversal como se muestra mejor en las figuras 20 y 21.

Un cuarto ejemplo de realización de un empaquetado 410 de relleno de la presente invención, como se representa en las Figuras 22-26, incluye una pluralidad de láminas 212 ondulada como se ha descrito anteriormente. Un experto en la técnica apreciaría que cualquiera de las láminas onduladas descritas anteriormente podría emplearse y en particular las láminas 212 onduladas se seleccionaron sólo a modo de ejemplo.

En la figura 22, las planchas secuenciales de la pluralidad de láminas 212 onduladas se oponen facialmente entre sí y se conectan entre sí de una manera conocida en la técnica antes de conectar la pluralidad de láminas 212 onduladas juntas. Cada lámina 212 ondulada tiene una superficie 212f lateral delantera y una superficie 212r lateral posterior que está dispuesta opuesta a la superficie 212f lateral delantera.

En las figuras 23, 25 y 26, las láminas conectadas entre la pluralidad de láminas 212 onduladas están conectadas de manera que las superficies 212f laterales delanteras están enfrentadas facialmente entre sí, mientras que las superficies 212r laterales traseras están facialmente opuestas entre sí como se conoce comúnmente en la técnica. Cada uno de los segmentos 214c de ondulación intermedios tiene la porción de superficie 126 rebajada que define el rebaje 128 y que los conectados de la pluralidad de láminas 212 onduladas son recibidos en y conectados en las respectivas partes de superficie 126 rebajadas como se muestra mejor en las figuras 25 y 26. La pluralidad de láminas 212 onduladas están conectadas entre sí por un adhesivo 50 mostrado en las figuras 24 y 25. Un experto en la técnica apreciaría que las láminas 212 onduladas pueden estar conectadas entre sí por cualquier medio convencional tal como por medio de sujetadores mecánicos o por soldadura ultrasónica, por ejemplo. Una de las láminas 212 onduladas en las figuras 24-26 se dibuja mediante líneas de trazos para ilustrar claramente cómo se conectan las láminas 212 onduladas y cómo las láminas onduladas conectadas se solapan entre sí (figura 25) con los segmentos 214c de ondulación intermedios entrecruzados (Figura 26).

Las figuras 27A a 27C son ejemplos de cómo la primera pieza 224a de pared y la segunda pieza 224b de pared de cada ondulación 214 pueden texturizarse, aunque la totalidad de cada ondulación descrita en lo que antecede pueda ser texturizada. En la Figura 27A, la primera y segunda piezas 224a y 224b de pared están formadas con una pluralidad de ranuras 60. En la Figura 27B, las piezas 224a y 224b de pared primera y segunda están formadas con una pluralidad de protuberancias 62. En la figura 27C, la primera y segunda piezas 224a y 224b de pared están formadas con una disposición alternada de ranuras 60 y protuberancias 62. Un experto normal en la técnica apreciaría que las ranuras 60 y/o las protuberancias 62 pueden ser alargadas o segmentadas y pueden usarse otras técnicas de texturización convencionales tales como hoyuelos de cualquier forma en lugar de o en conjunción con las ranuras 60 y/o protuberancias 62.

La cuarta realización ejemplar del empaquetado 410 de relleno de la presente invención se ensayó empíricamente y se comparó con el empaquetado 23 de relleno convencional. Como es sabido en la técnica, para comparar los resultados de ensayo de un paquete de relleno a otro, el tamaño volumétrico de los dos paquetes de relleno que se están probando debe ser el mismo. En la figura 23, por ejemplo, tenga en cuenta que el empaquetado 410 de relleno incluye una pluralidad de placas 210 intercambiadoras de calor con cada placa 210 intercambiadora de calor que tiene una altura Ht y una anchura Wth y, cuando la pluralidad de placas 210 intercambiadora de calor se apilan facialmente y se pegan entre sí, el empaquetado 410 de relleno tiene una profundidad Dpth. Para propósitos de prueba solamente, la profundidad Dpth del empaquetado 410 de relleno y el empaquetado 23 de relleno se seleccionó arbitrariamente como un pie (1 pie). Por lo tanto, cada uno de los dos empaquetados de relleno diferentes ocupan el mismo tamaño volumétrico para fines de ensayo comparativo. Este tamaño volumétrico para cada uno de los empaquetados de relleno que se probaron empíricamente se calcula de la siguiente manera:  $Ht \times Wth \times Dpth$  o  $Ht \times Wth \times 1 \text{ ft}$ .

Los resultados de las pruebas empíricas que comparan el empaquetado 410 de relleno de la presente invención con el empaquetado 23 de relleno convencional se muestran en la Tabla 1 a continuación.

Tabla 1

Temperatura del aire de entrada	°F	78	78	78	78	78	78
Temperatura del agua fría	°F	83	85	87	83	85	87
Intercambiador de calor Altura (Ht)	Pies	4	4	4	6	6	6

## ES 2 629 196 T3

Temperatura del aire de entrada	°F	78	78	78	78	78	78
Tasa de Flujo refrigerado por el empaquetado 23 de relleno	%	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Tasa de Flujo refrigerado por el empaquetado 410 de relleno	%	107.3	102.7	99.6	109.6	106.0	103.6
Mejor/Peor		Mejor	Mejor	Peor	Mejor	Mejor	Mejor

5 Como se observa en la Tabla 1, el empaquetado 410 de relleno de la presente invención muestra una mejora de las características de transferencia de calor sobre el empaquetado 23 de relleno convencional, particularmente en condiciones de baja carga de agua/alta carga de aire. Además, la profundidad del empaquetado 23 de relleno convencional de un pie requería 15 placas 26 intercambiadoras de calor mientras que la profundidad Dpth del empaquetado 410 de relleno de la presente invención requería sólo 14 placas 210 intercambiadoras de calor de la presente invención. De este modo, no sólo se mejoran las características de transferencia de calor de la presente invención con respecto a la técnica anterior, sino que también se consigue dicha mejora con una placa intercambiadora de calor menos por empaquetado de relleno. Estos resultados de transferencia de calor fueron inesperados, particularmente a la luz del hecho de que el empaquetado 410 de relleno de la presente invención requiere un número menor de placas intercambiadoras de calor por unidad de volumen que el de la técnica anterior. El empleo del empaquetado 410 de relleno de la presente invención para ocupar el mismo volumen en la torre 10 de enfriamiento hiperboloide como el empaquetado 23 de relleno convencional mejora las características de transferencia de calor, particularmente a bajas condiciones agua/ carga de aire y ahorra coste y peso de material.

20 Un quinto ejemplo de realización de una placa 510 intercambiadora de calor de la presente invención se representa en las figuras 28 y 29. Obsérvese que la placa 510 intercambiadora de calor es sustancialmente similar a la placa 210 intercambiadora de calor de la presente invención descrita anteriormente. Como se muestra mejor en la figura 29, cada una de las series repetitivas de acanaladuras 222 se extiende a lo largo de una línea TL de canal imaginaria, representada como una línea discontinua engrosada, que se extiende paralelamente a las líneas RL imaginarias. La línea TL de canal imaginaria tiene una primera parte TLF de línea de canal, una segunda parte TLS de línea de canal y una parte de línea de canal intermedio TLI. La segunda parte TLS de línea de canal se extiende paralela y está desplazada en la dirección de la anchura desde la primera parte TLF de línea de canal. La parte TLI intermedia de la línea de canal interconecta respectivamente, de manera oblicua, la primera y la segunda partes TLF y TLS de la línea de canal. Como se muestra mejor en las figuras 29 y 29A, con respecto a las yuxtapuestas de las ondulaciones 214 y las acanaladuras 222, respectivas de las primeras partes RLF de cresta y las segundas partes TLS de línea de canal se alinean linealmente entre sí y las respectivas de las segundas partes RLS de cresta y las primeras partes TLF de línea de canal se alinean linealmente coextensivamente entre sí a lo largo de respectivas líneas LL rectas imaginarias ilustradas como puntos alternos y guiones. Similar a las líneas de referencia imaginarias RL, las respectivas líneas LL rectas imaginarias están dispuestas y se extienden centralmente a lo largo de las respectivas acanaladuras 222.

35 Para el quinto ejemplo de realización de la placa intercambiadora 510 de calor de la presente invención, se prefiere que el ángulo OA obtuso se seleccione entre una gama de ángulos entre 160° y 168° inclusive. Otra manera de afirmar esto es que los respectivos segmentos 214c ondulados intermedios están preferentemente orientados en un ángulo ACT agudo en un intervalo de ángulos de y entre 12° y 20° con relación a la vertical, es decir, en la dirección en altura HD, como se muestra mejor en la figura 29A.

40 Un sexto ejemplo de realización de una placa 610 intercambiadora de calor de la presente invención se ilustra en las figuras 30-35. La sexta realización ejemplar de la placa 610 intercambiadora de calor es similar a la segunda realización ejemplar de la placa 210 intercambiadora de calor de la presente invención descrita anteriormente. Una diferencia es que, en lugar de que el rebaje 128 esté definido por la porción 126 de superficie rebajada de la segunda realización 210 ejemplar, cada uno de los segmentos 214c de ondulación intermedios tiene una proyección 528 que sobresale hacia fuera de la misma.

45 Como se muestra mejor en las figuras 32-35, cada proyección 528 tiene una superficie 528a de proyección plana y un par de superficies 528b de proyección en rampa que se estrechan hacia fuera desde la superficie 528 de proyección plana para conectarse integralmente al segmento 214c de ondulación intermedio. Con referencia a la figura 31, cada proyección 528 está situada generalmente centralmente en cada segmento 214c de ondulación intermedio entre la primera interfaz FI en la que están conectados el primer segmento 214a de ondulación y el segmento 214c de ondulación intermedio están conectados y la segunda interfaz SI en la que están conectados el segundo segmento 214b de ondulación y el segmento 214c de ondulación intermedio. Como se ilustra sólo a modo



de ejemplo en las figuras 34 y 35, dos láminas 212 onduladas están conectadas entre sí en las superficies 528a de proyección planas respectivas por el adhesivo 50. A título ilustrativo solamente, una de las láminas 212 onduladas en las figuras 34-35 se dibuja mediante líneas de trazos para ilustrar claramente cómo las láminas 212 onduladas están conectadas entre sí.

- 5 Sin embargo, la presente invención se puede incorporar en diversas formas diferentes y no debe interpretarse como limitada a las realizaciones ejemplares expuestas en el presente documento; más bien, se proporcionan estas realizaciones ejemplares para que esta descripción sea exhaustiva y completa y transmita completamente el alcance de la presente invención a los expertos en la técnica.

**REIVINDICACIONES**

1. Una placa (110) intercambiadora de calor, que comprende:

una lámina (112) ondulada de material rígido configurada en una serie repetitiva de ondulaciones (114) alargadas, teniendo cada ondulación un primer segmento (114a) de ondulación, un segundo segmento (114b) de ondulación dispuesto desviado y extendiéndose paralelamente al primer segmento de ondulación y un segmento (114c) de ondulación intermedio dispuesto entre e interconectando el primer segmento (114a) de ondulación y el segundo segmento (114b) de ondulación, el segmento (114c) de ondulación intermedio que se extiende oblicuamente con relación al primer segmento (114a) de ondulación y al segundo segmento (114b) de ondulación, cada uno de los segmentos (114c) de ondulación intermedios tiene una parte recta de cresta intermedia, caracterizada porque una porción (126) de superficie rebajada que define un rebaje (128) se forma dentro de la parte de cresta intermedia; y

en donde cada uno de los segmentos (114c) de ondulación intermedios está configurado de modo que, cuando la placa (110) intercambiadora de calor está conectada a una placa (110) intercambiadora de calor similar, de manera que los segmentos (114c) de ondulación intermedios opuestos se entrecruzan entre si, los segmentos (114c) de ondulación intermedios opuestos de las placas son recibidos en y conectables entre sí en las respectivas partes (126) de superficie rebajadas.

2. Una placa (110) intercambiadora de calor según la reivindicación 1, en donde el rebaje (128) está definido por una superficie de rebaje de fondo plano, una primera pared lateral de rebaje plana conectada en un extremo de la superficie de rebaje inferior plana y que se extiende desde allí hasta la parte intermedia de la cresta y una segunda pared lateral de rebaje plana conectada a un extremo opuesto de la superficie de rebaje de fondo plano y que se extiende desde allí a la parte de cresta intermedia para formar una parte de rebaje cerrada vista en alzado lateral que se extiende a lo largo de una dirección del segmento (114c) de ondulación intermedio y una parte de rebaje abierta vista en alzado lateral y que se extiende a lo largo de una dirección transversal que es perpendicular a la dirección del segmento de ondulación intermedio.

3. Una placa (110) intercambiadora de calor de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde la lámina ondulada incluye un borde (116) superior, un borde (118) inferior dispuesto separado de y extendiéndose paralelo al borde (116) superior y un par de bordes (120) laterales dispuestos separados de y extendiéndose paralelos entre sí, formando el par de bordes (120) laterales conectados a y entre el borde (116) superior y el borde (118) inferior una configuración generalmente rectangular; y en donde cada uno de los primeros segmentos (114a) de ondulación se extiende verticalmente desde o adyacente al borde (116) superior y parcialmente hacia el borde (118) inferior, cada uno de los segundos segmentos (114b) de ondulación se extiende verticalmente desde o adyacente al borde (118) inferior y parcialmente hacia el borde (116) superior, y parcialmente hacia el borde (116) superior, estando los respectivos segmentos (114a) de ondulación y los segundos segmentos (114b) de ondulación desplazados horizontalmente uno de otro.

4. Una placa (110) intercambiadora de calor según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde cada parte (126) de superficie rebajada está situada generalmente centralmente sobre el segmento (114c) de ondulación intermedio entre una primera interfaz donde están conectados el primer segmento (114a) de ondulación y el segmento (114c) de ondulación intermedio y una segunda interfaz en la que están conectados el segundo segmento (114b) de ondulación y el segmento (114c) de ondulación intermedio.

5. Una placa (110) intercambiadora de calor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la serie repetitiva de ondulaciones (114) alargadas define una serie repetitiva de acanaladuras (122), cada una de las series repetitivas de ondulaciones (114) alargadas está configurada en forma de V según se ve en una vista plana y cada una de las series repetitivas de acanaladuras (122) está configurada en forma de V según se ve en una vista plana; y en donde cada una de las series repetitivas de ondulaciones (114) alargadas está integralmente conectadas entre sí en secuencia para formar una configuración en zigzag según se ve en una vista plana.

6. Una placa (110) intercambiadora de calor según la reivindicación 5, en donde cada una de la serie repetitiva de ondulaciones (114) alargadas está formada por una pluralidad de primeras piezas (124a) de pared y segundas piezas (124b) de pared, unas respectivas de las primeras piezas (124a) de pared y las segundas piezas (124b) de pared formadas integralmente juntas en los respectivos ápices (A).

7. Una placa (210) intercambiadora de calor según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la serie repetitiva de ondulaciones (214) alargadas define una serie repetitiva de acanaladuras (222), cada una de las series repetitivas de ondulaciones alargadas está configurada en forma de V truncada vista en vista plana y se extiende a lo largo de una cresta imaginaria que tiene una primera parte (RLF) de cresta, una segunda parte (RLS) de cresta que se extiende paralela a y desplazada en una dirección en la dirección de la anchura desde la primera parte (RLF) de cresta y la parte (RLI) de cresta intermedia que interconecta la primera y segunda partes (RLF, RLS) de cresta de una manera oblicua, cada una de las series repetitivas de acanaladuras (222) está configurada en forma de V truncada según se ve en una vista plana y se extiende a lo largo de una línea (TL) de canal imaginaria que tiene una primera parte (TLF) de línea de canal, una segunda parte (TLS) de línea de canal que se extiende paralela

a y desplazada en la dirección de la anchura desde la primera parte de línea de canal y una parte (TLI) de línea de canal intermedia que interconecta la primera y segunda partes de línea de canal de manera oblicua.

- 5 8. Una placa (210) intercambiadora de calor de acuerdo con la reivindicación 7, en donde, con relación a las yuxtapuestas de ondulaciones (214) y acanaladuras (222), las respectivas primeras partes (RLF) de la cresta y las segundas partes (TLS) de la línea de canal se alinean linealmente entre sí mientras que las respectivas segundas partes de la cresta (RLS) y las primeras partes (TLF) de la línea de canal se alinean linealmente entre sí; y/o en donde la serie repetitiva de ondulaciones (214) alargadas forma una configuración en zigzag truncada según se ve en una vista plana.
- 10 9. Una placa (210) intercambiadora de calor según la reivindicación 8, en donde cada una de las series repetitivas de ondulaciones (214) alargadas está formada por una primera pieza (224a) de pared, una segunda pieza (224b) de pared dispuesta separada de la primera pieza (224a) de pared y una pieza (224c) de pared de cresta, estando la primera pieza (224a) de pared y la segunda pieza (224b) de pared conectadas en extremos opuestos de la pieza (224c) de pared de cresta y divergiendo hacia fuera de la misma.
- 15 10. Una placa (210) intercambiadora de calor según la reivindicación 9, en donde las respectivas líneas de cresta onduladas imaginarias se extienden centralmente a lo largo de las respectivas piezas (224c) de pared de línea de cresta.
- 20 11. Una placa (210) intercambiadora de calor según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, en donde cada una de las series repetitivas de acanaladuras (222) se extienden centralmente a lo largo de una línea de valle imaginaria.
- 25 12. Placa (110) intercambiadora de calor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el primer segmento (114a) de ondulación, el segundo segmento (114b) de ondulación y el segmento (114c) de ondulación intermedio que interconectan el primer segmento de ondulación y el segundo segmento de ondulación definen una línea de cresta (RL) imaginaria de ondulación que tiene una primera parte (RLF) de cresta, una segunda parte (RLS) de cresta que se extiende paralela a y desplazada en una dirección de anchura desde la primera parte de cresta y la parte (RLI) de cresta intermedia interconectándose y extendiéndose en un ángulo oblicuo con respecto a la primera parte de cresta y la segunda parte de cresta.
- 30 13. Una placa (310) intercambiadora de calor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde cada ondulación (314) tiene un tercer segmento (314c) de ondulación y un segundo segmento (314e) de ondulación intermedio dispuesto entre e interconectando el segundo segmento de ondulación (314b) y el tercer segmento (314c) de ondulación de manera continua, sin interrupción, el segundo segmento (314e) de ondulación intermedio que se extiende oblicuamente con relación al segundo segmento (314b) de ondulación y al tercer segmento (314c) de ondulación, el tercer segmento (314c) de ondulación se extiende paralelamente al primer segmento (314a) de ondulación y al segundo segmento (314b) de ondulación y dispuesto horizontalmente desde éste en una dirección de anchura.
- 35 14. Una placa (110) intercambiadora de calor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el segmento (114c) de ondulación intermedio interconecta el primer segmento (114a) de ondulación y el segundo segmento (114b) de ondulación de una manera continua e ininterrumpida; y/o en donde cada ondulación se texturiza.
- 40 15. Un empaquetado (410) de relleno, que comprende:  
una pluralidad de placas (210) intercambiadoras de calor según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde las secuenciales de las láminas (212) onduladas de las placas intercambiadoras de calor están facialmente opuestas entre sí y conectadas entre sí, teniendo cada lámina (212) ondulada una superficie (212f) lateral delantera y una superficie (212r) lateral trasera dispuesta opuesta a la superficie lateral delantera (212f);
- 45 en donde las que están conectadas, de la pluralidad de láminas (212) onduladas están conectados de manera que las superficies laterales delanteras (212f) están facialmente opuestas entre sí, mientras que las superficies (212r) laterales posteriores están facialmente opuestas entre sí;
- en donde las que están conectadas, de la pluralidad de láminas onduladas son recibidas en y conectadas en las respectivas partes (126) de las superficies rebajadas.

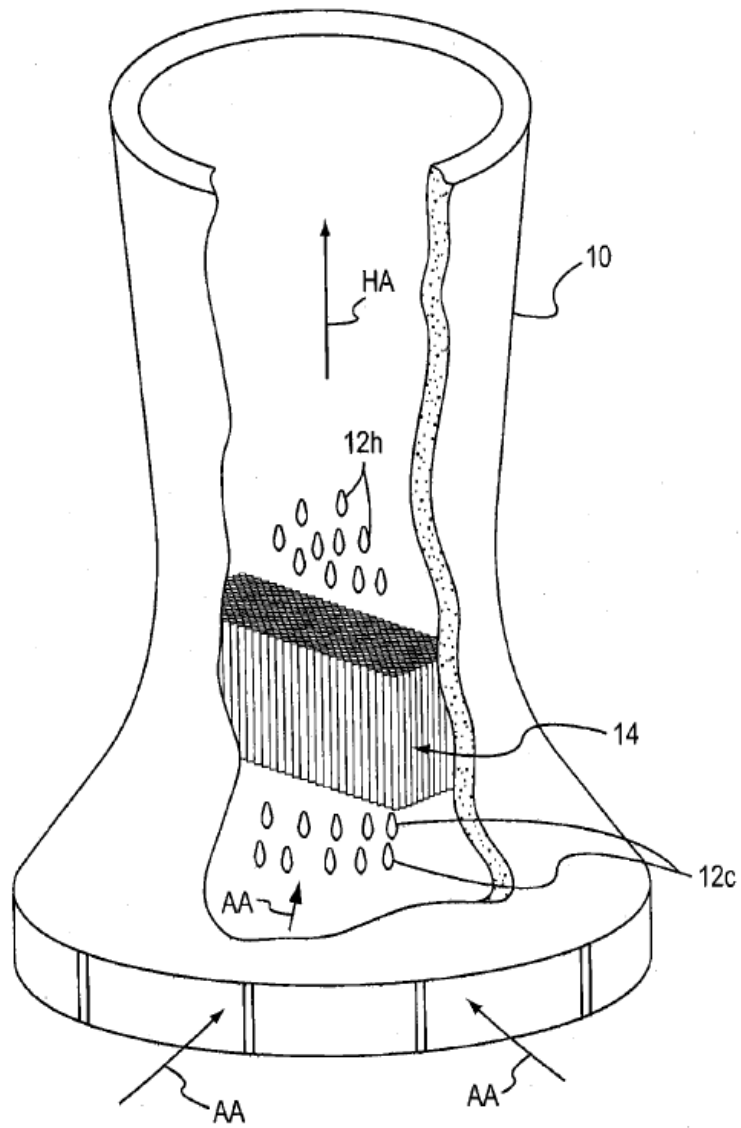
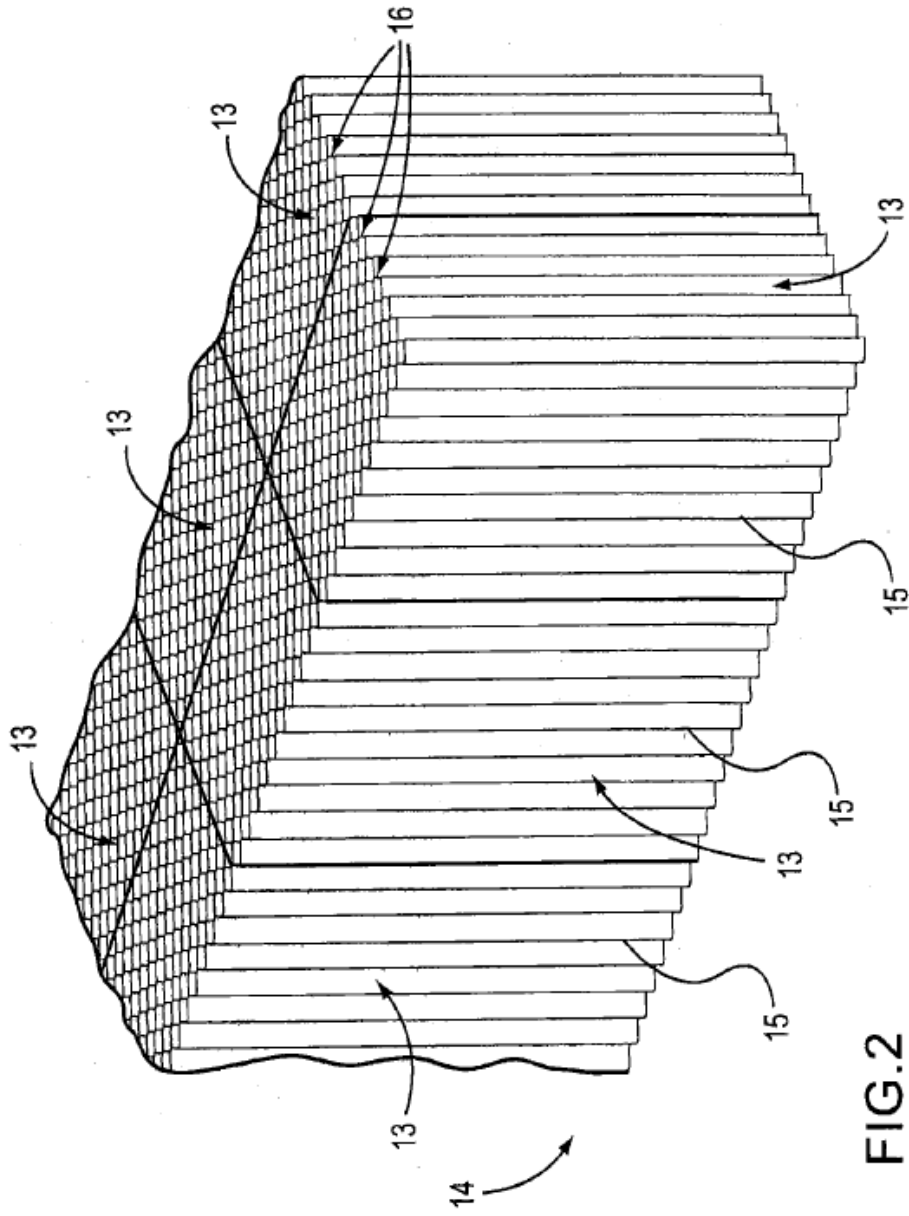


FIG.1  
TÉCNICA ANTERIOR



**FIG.2**  
TÉCNICA ANTERIOR

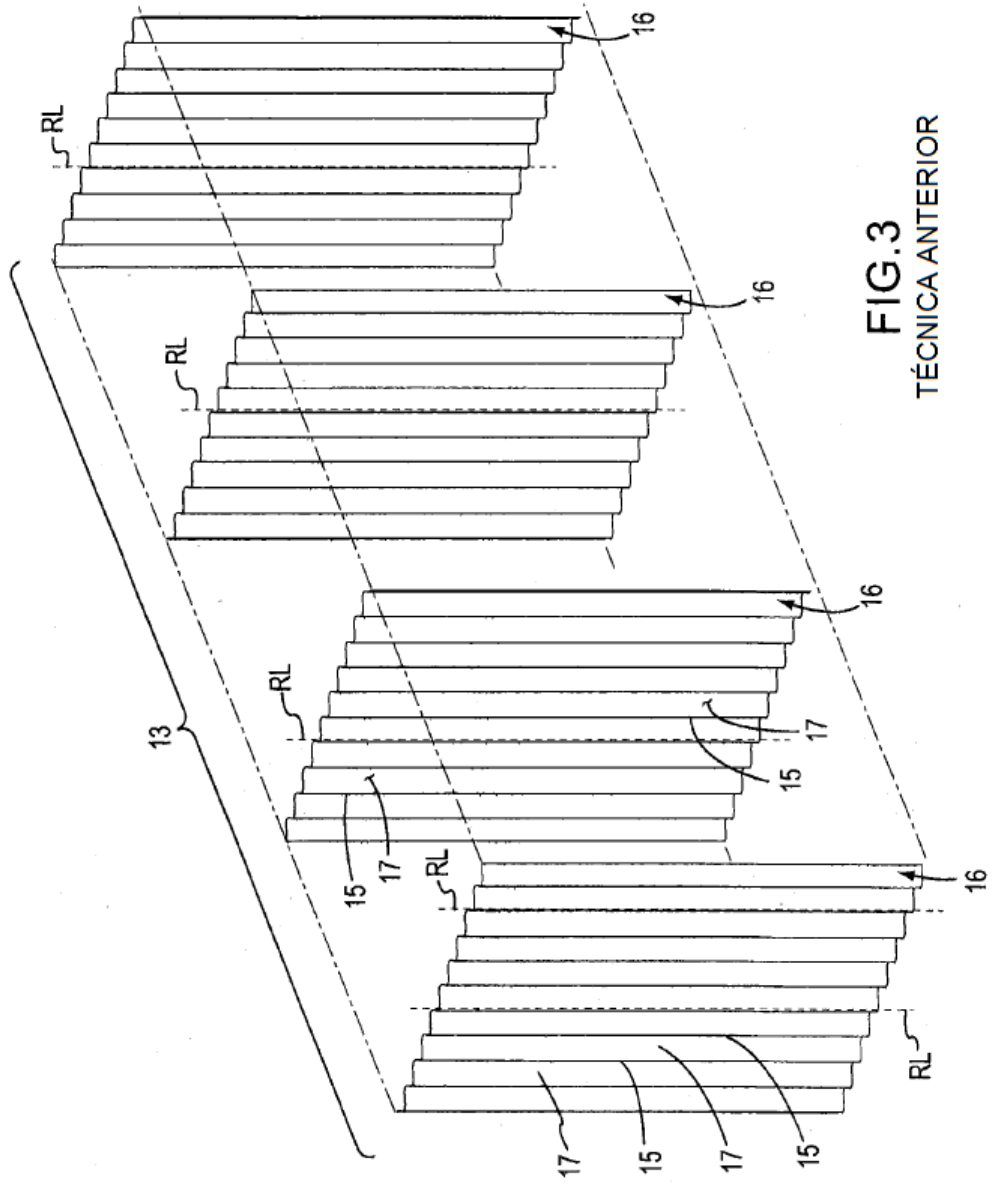
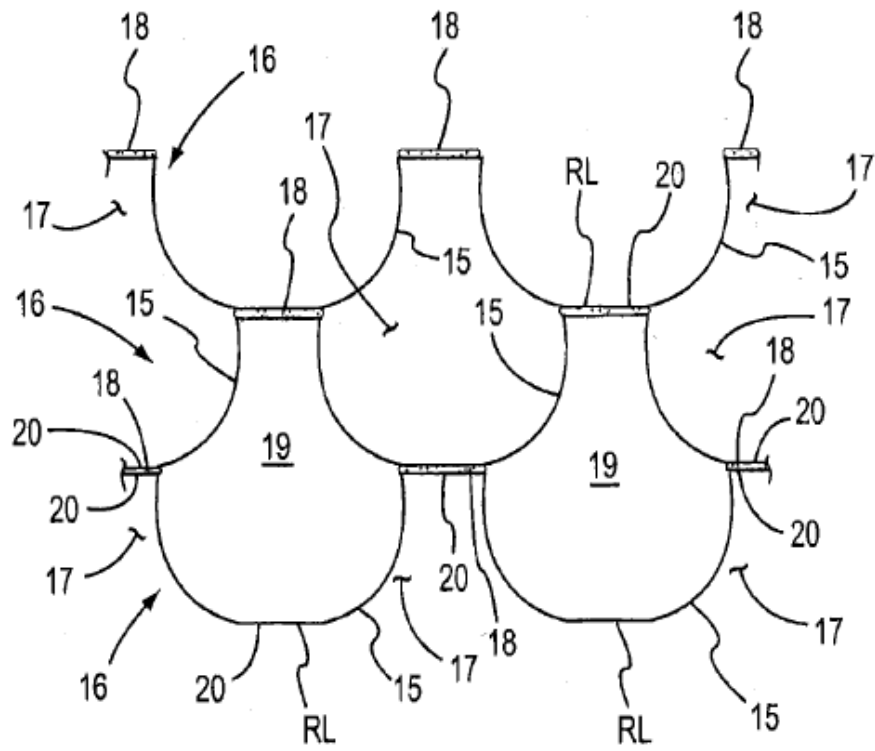


FIG.3  
TÉCNICA ANTERIOR



**FIG.4**  
TÉCNICA ANTERIOR

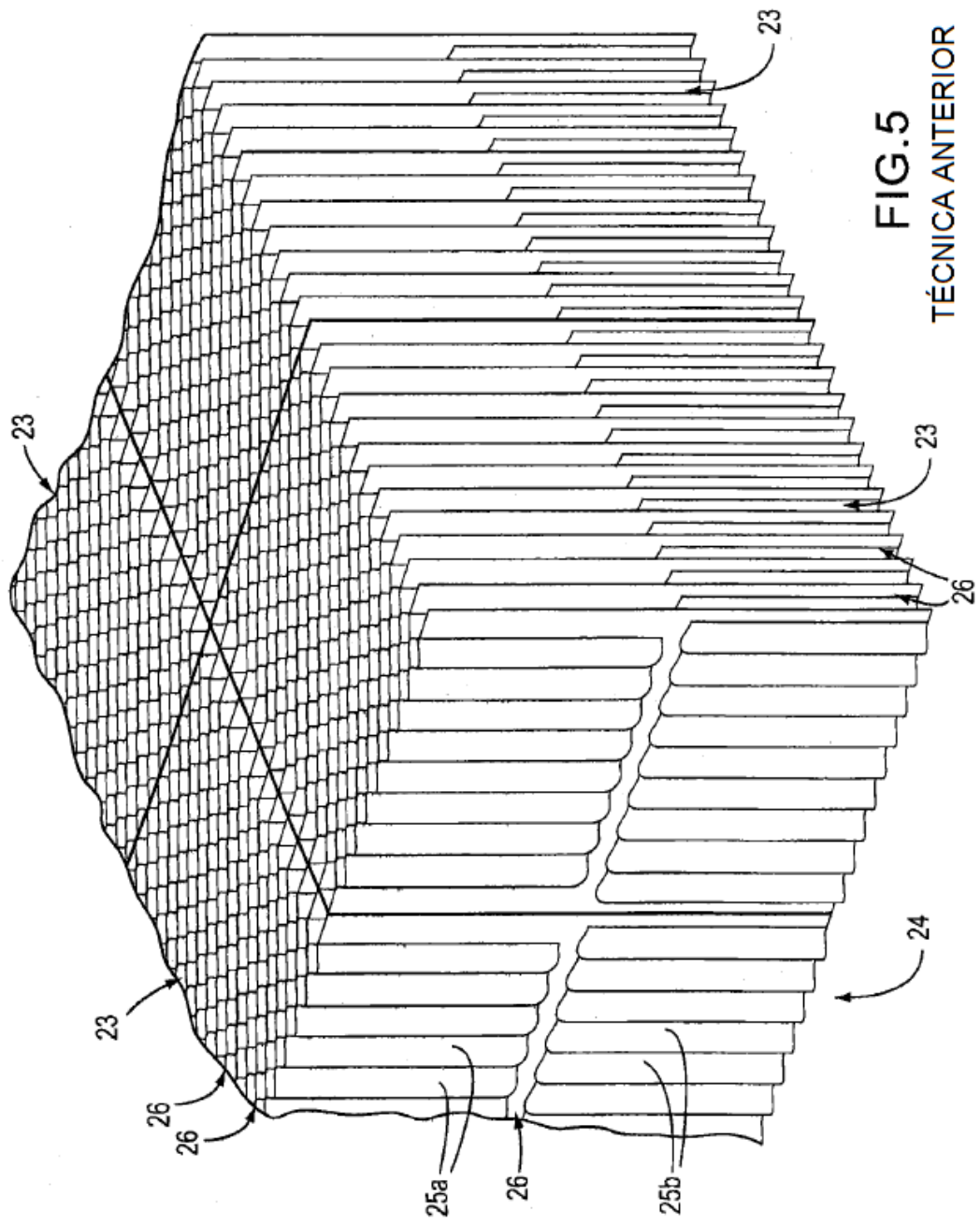
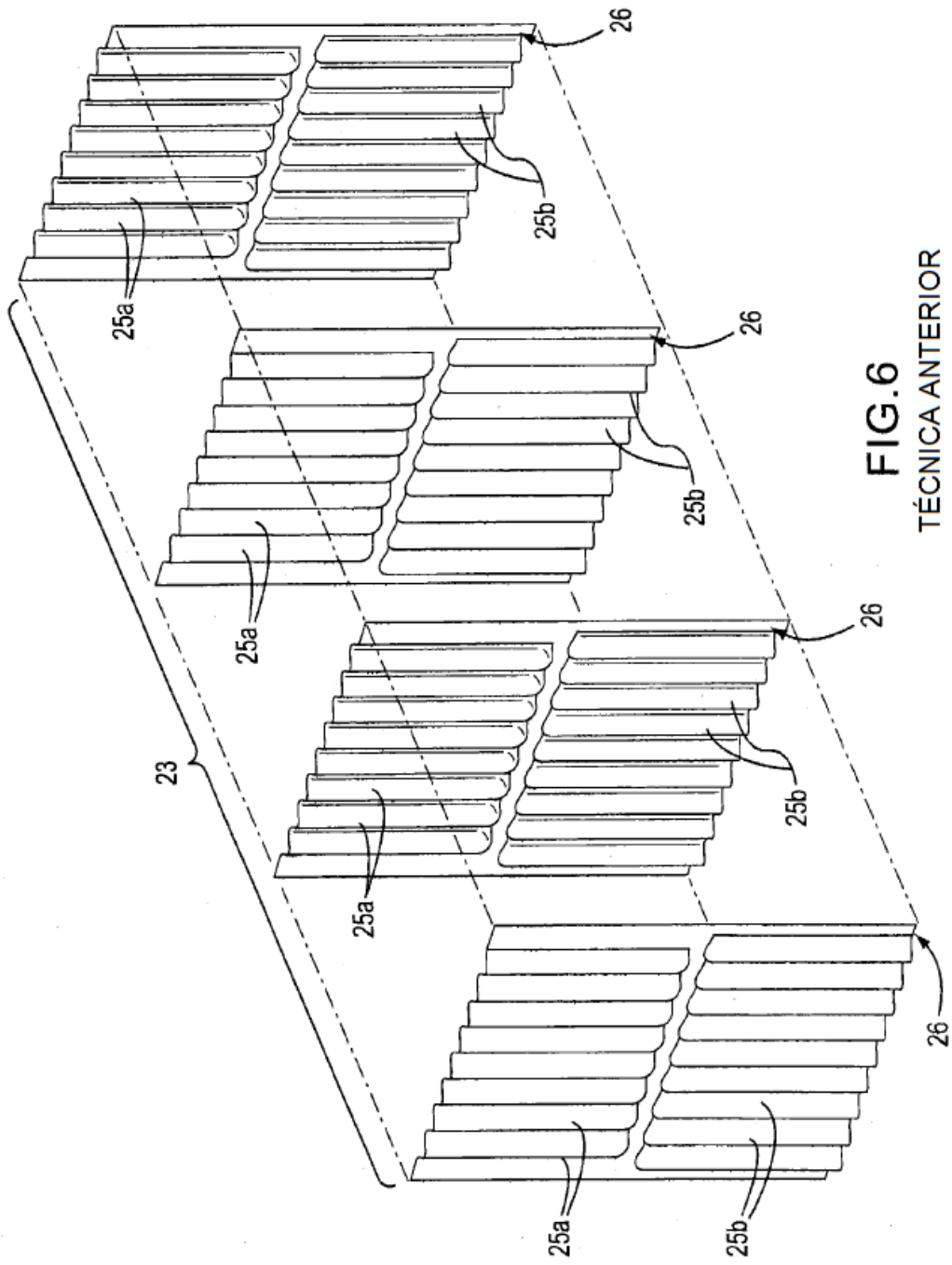
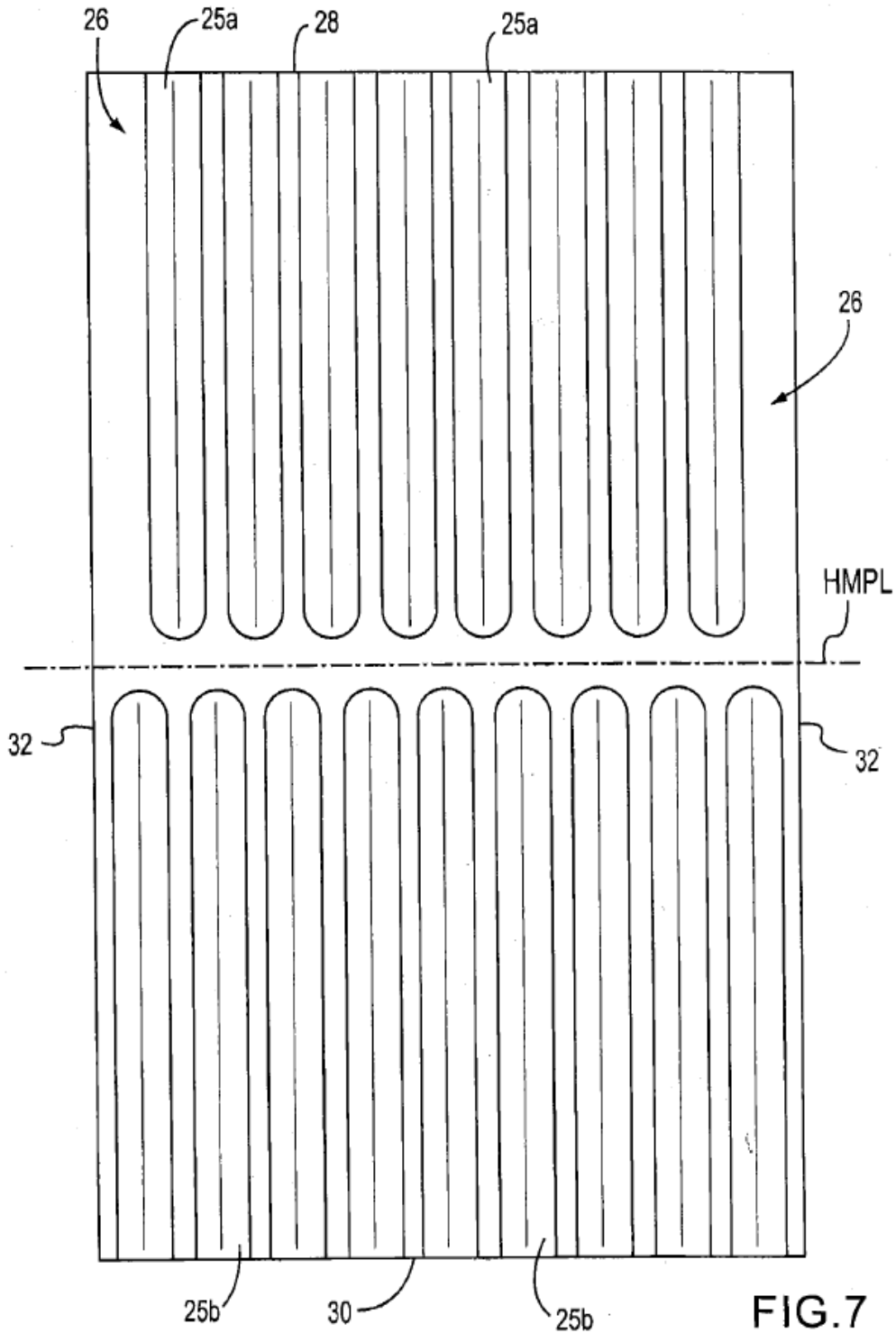


FIG.5  
TÉCNICA ANTERIOR





**FIG.6**  
TÉCNICA ANTERIOR



**FIG.7**  
TÉCNICA ANTERIOR

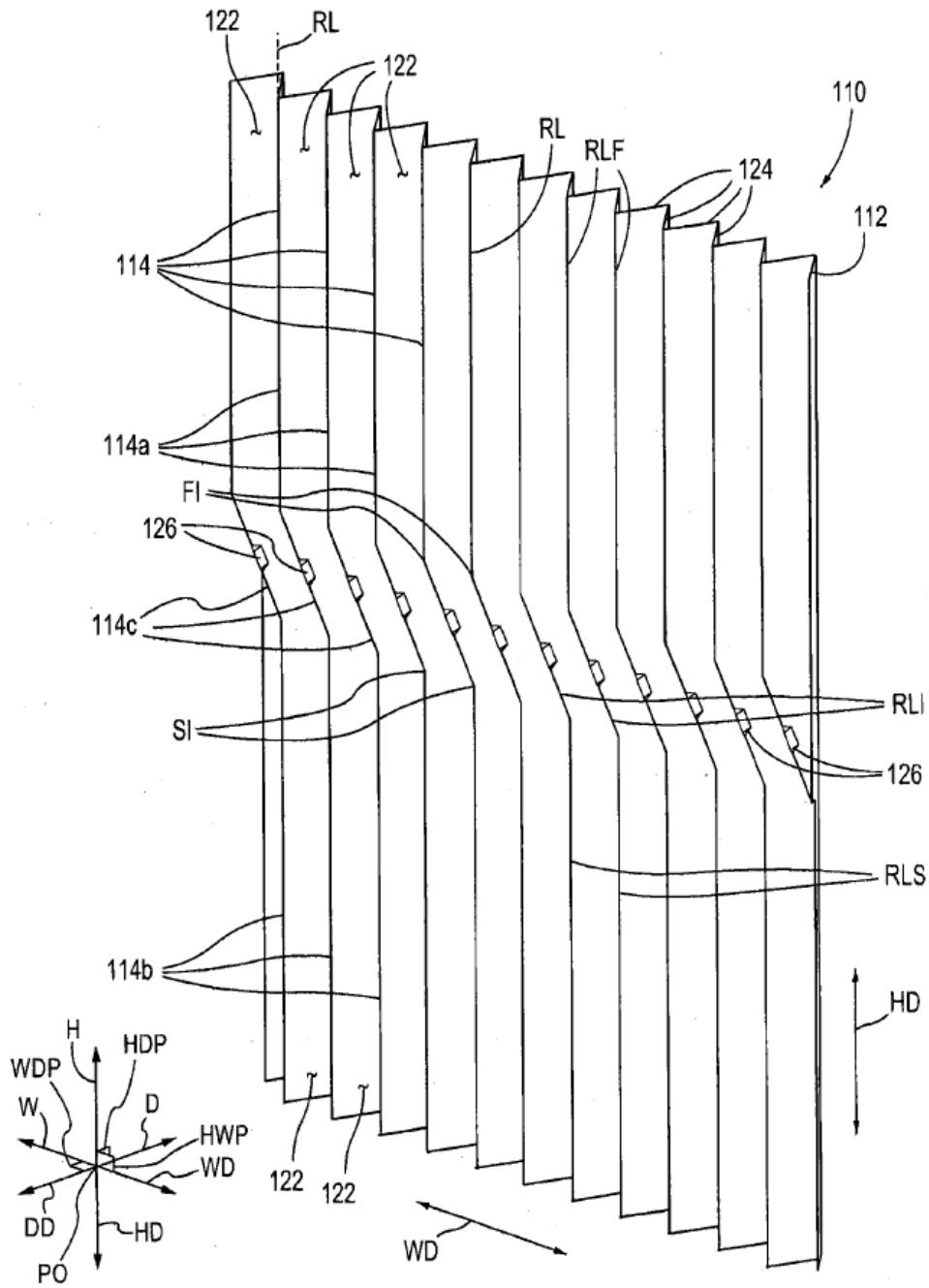


FIG.8

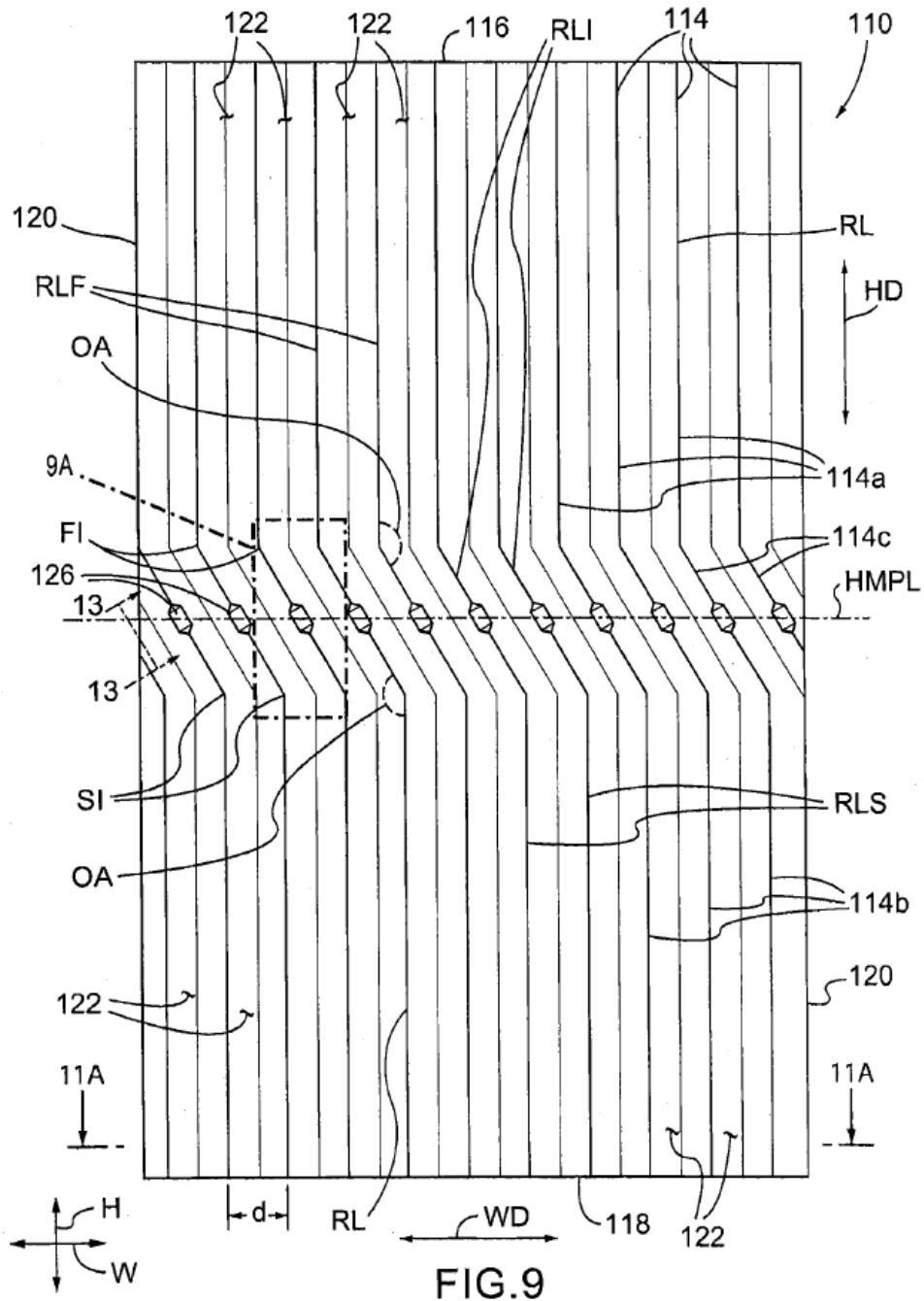
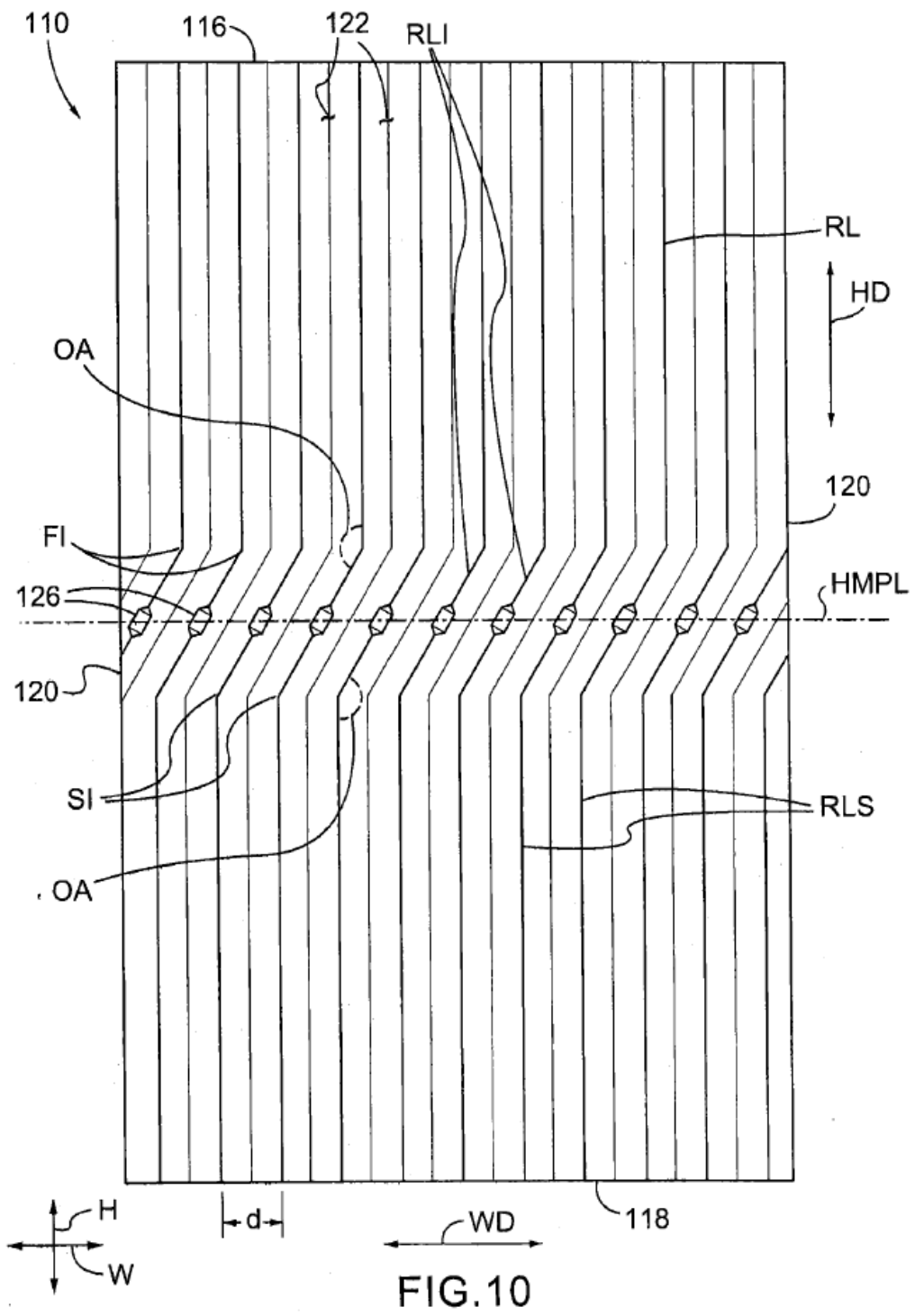


FIG. 9



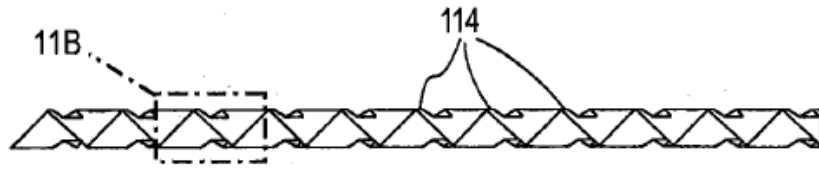


FIG. 11

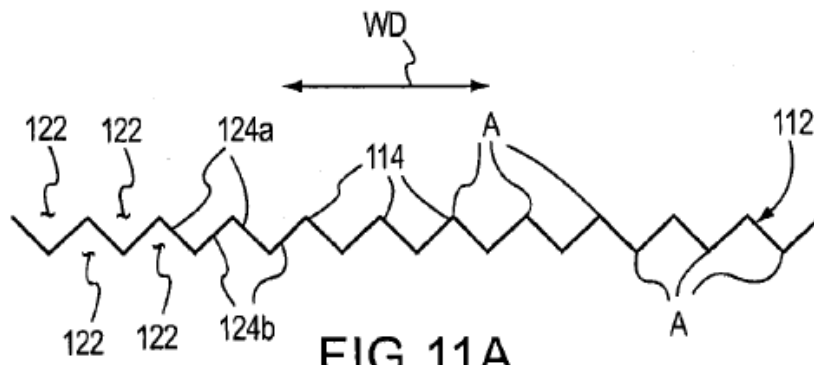


FIG. 11A

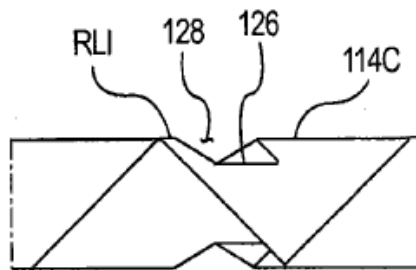


FIG. 11B

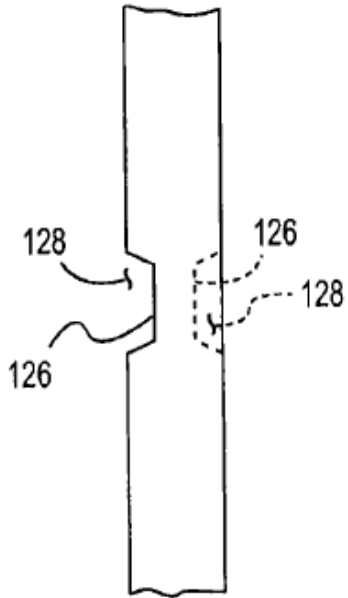


FIG. 12

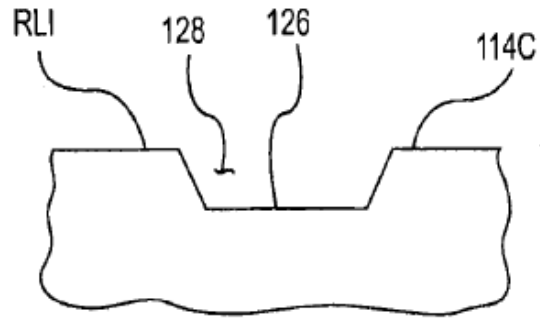


FIG. 13





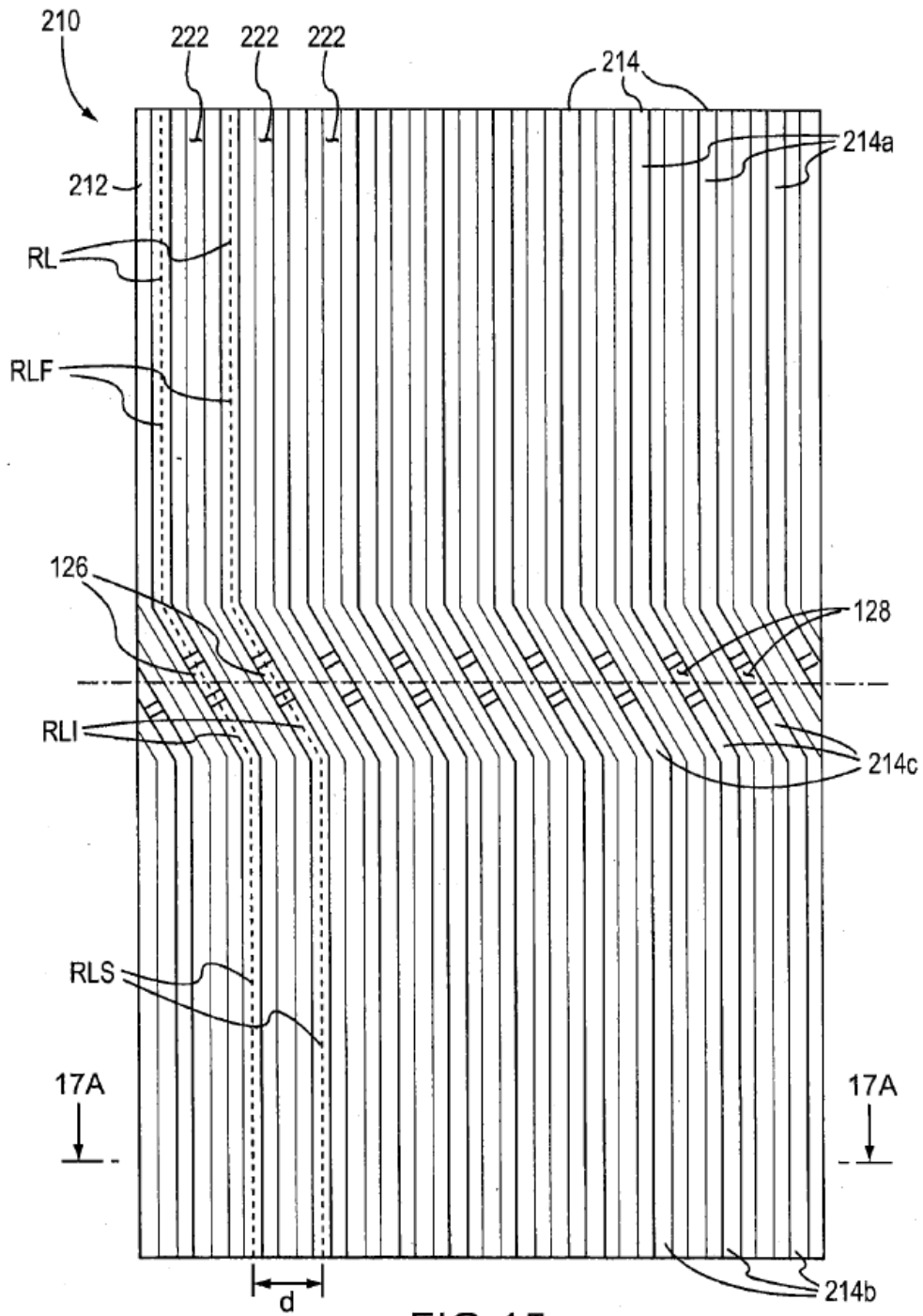


FIG. 15

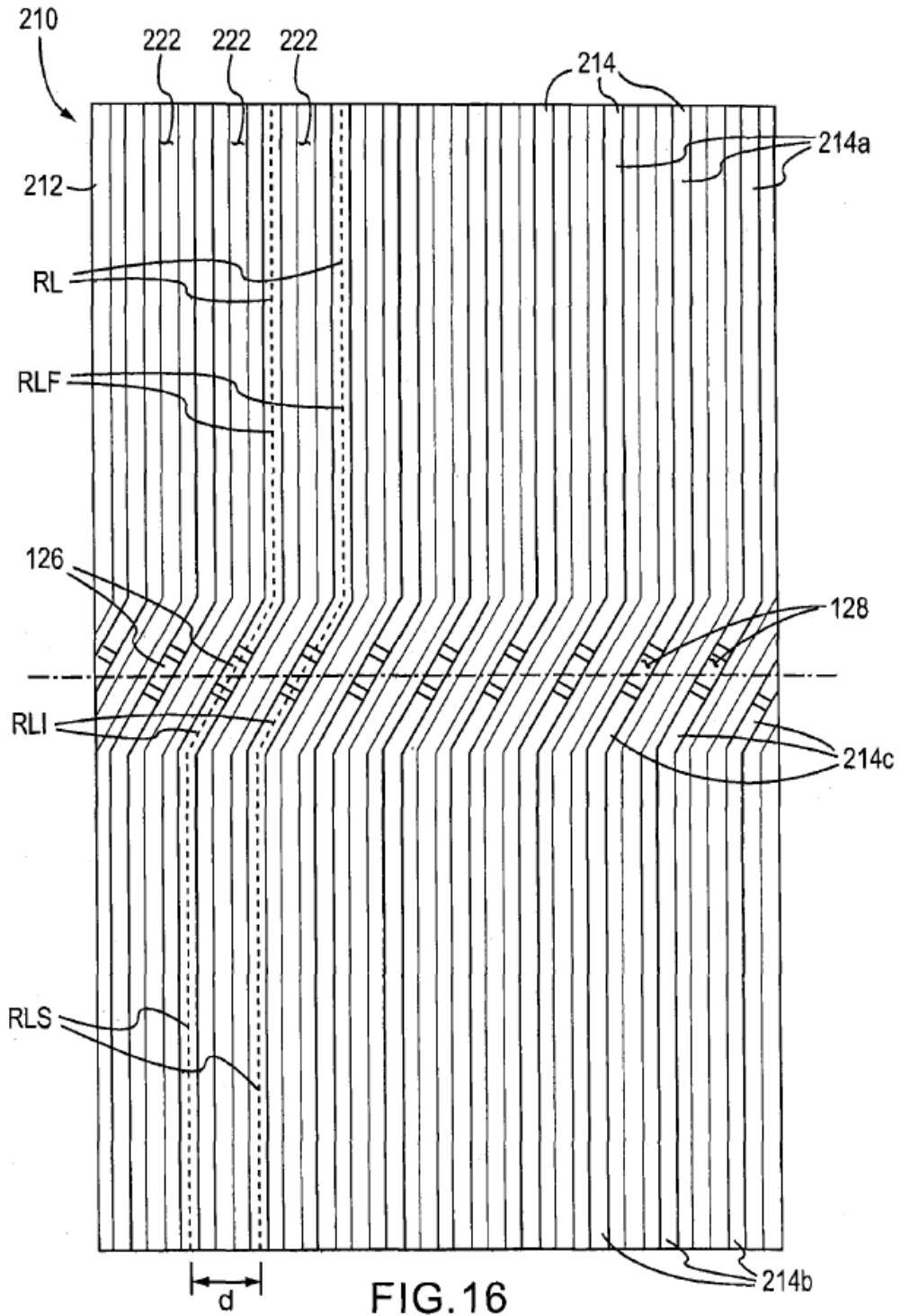


FIG. 16

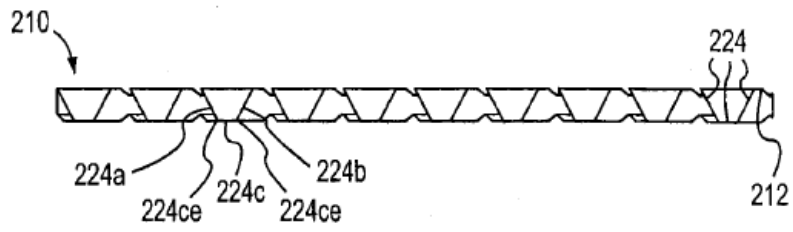


FIG. 17

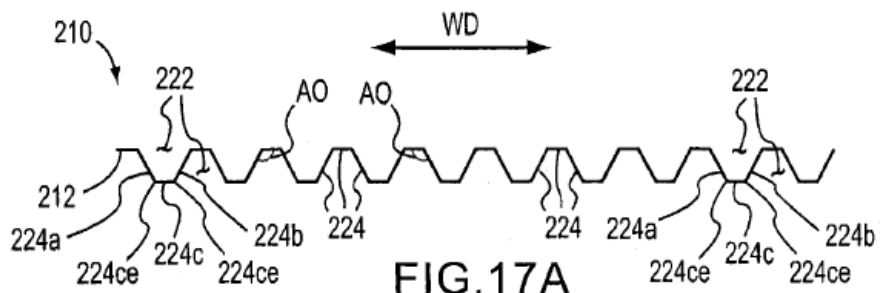


FIG. 17A

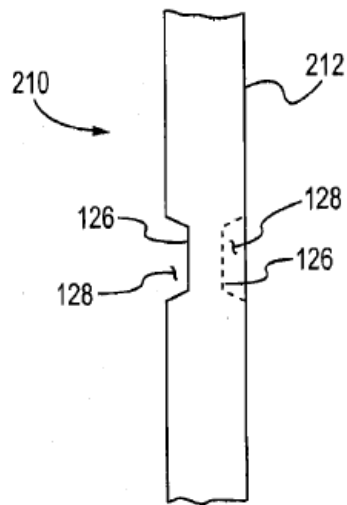


FIG. 18

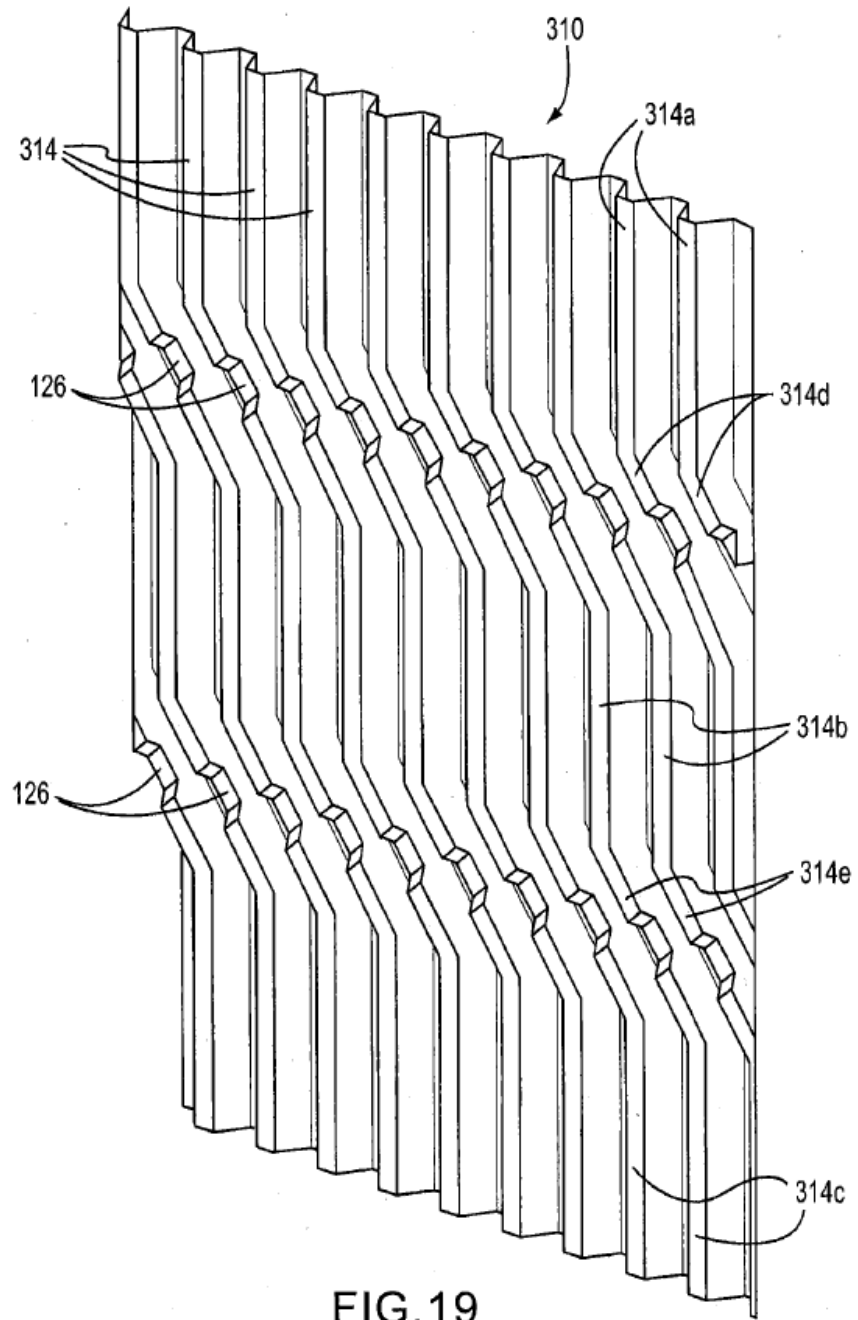


FIG. 19

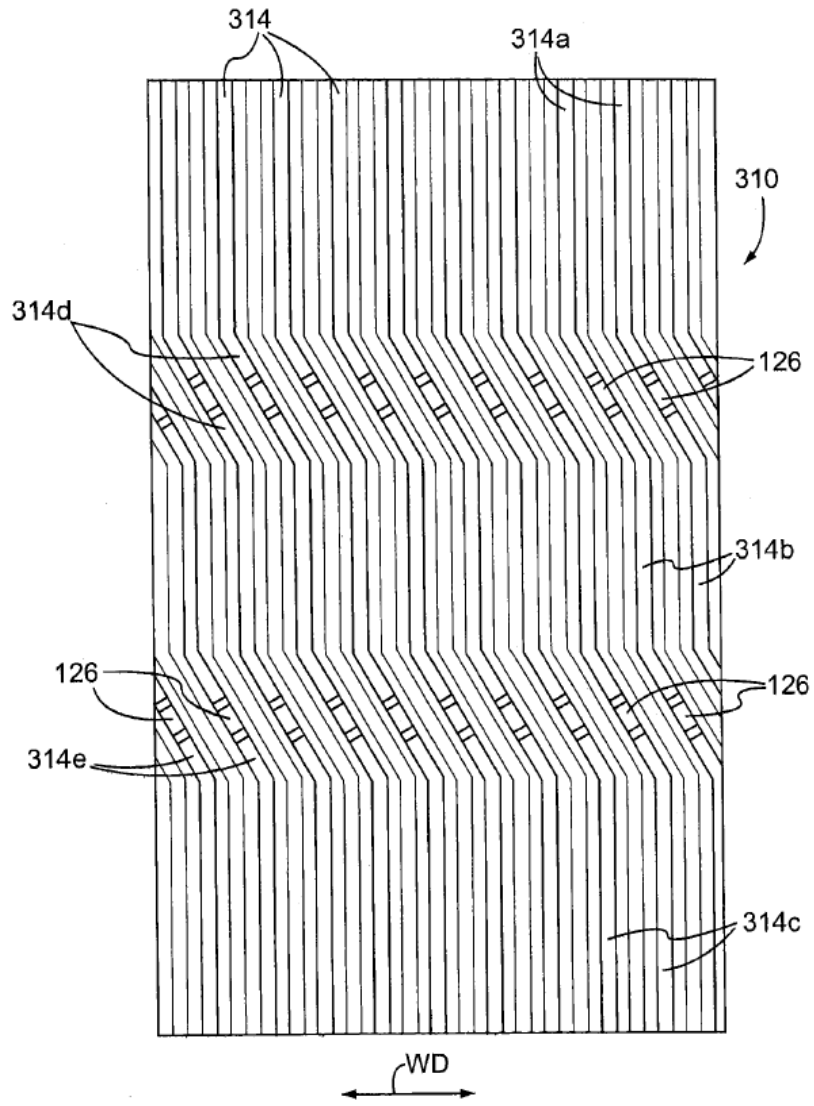


FIG.20

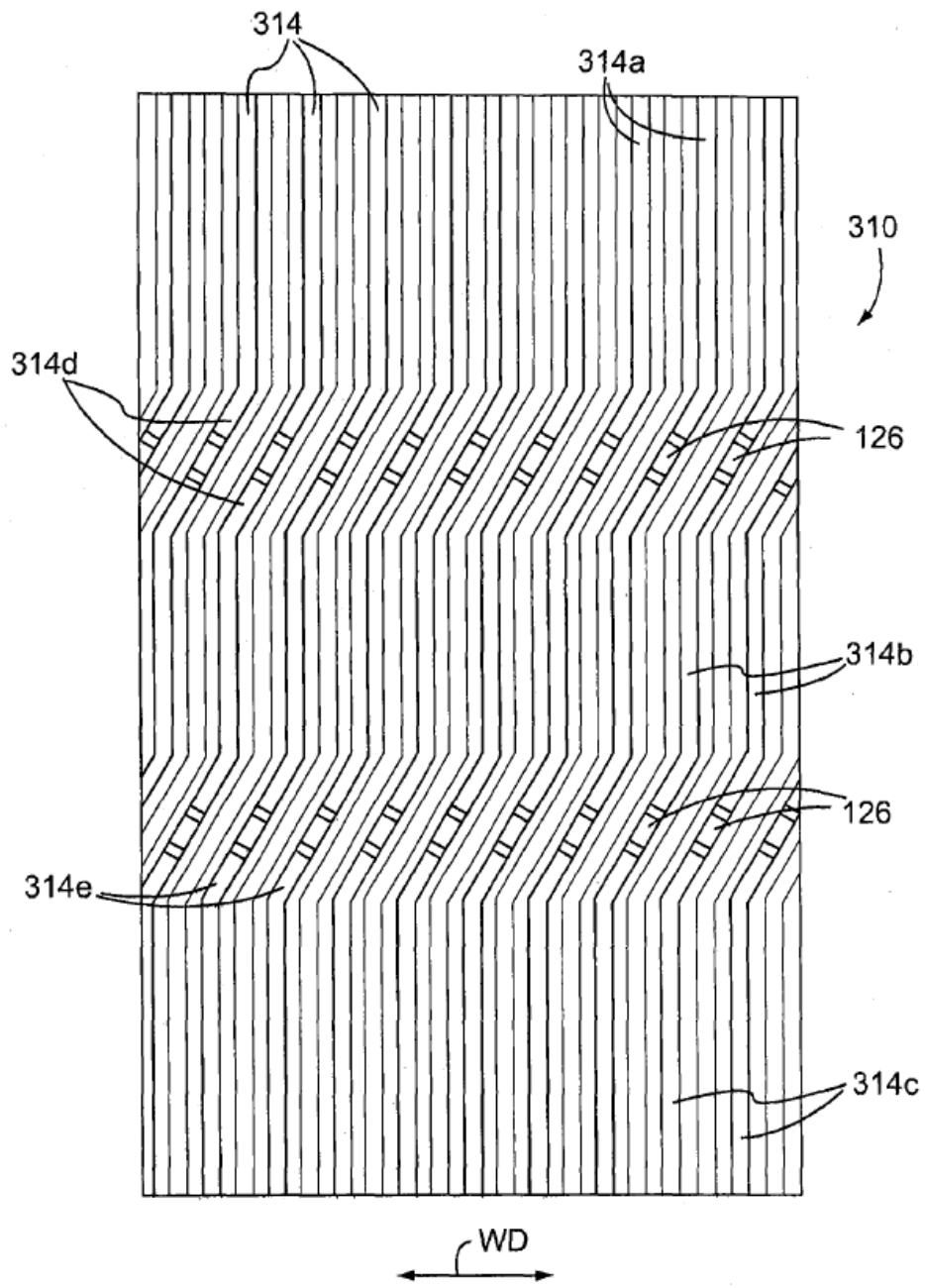


FIG.21

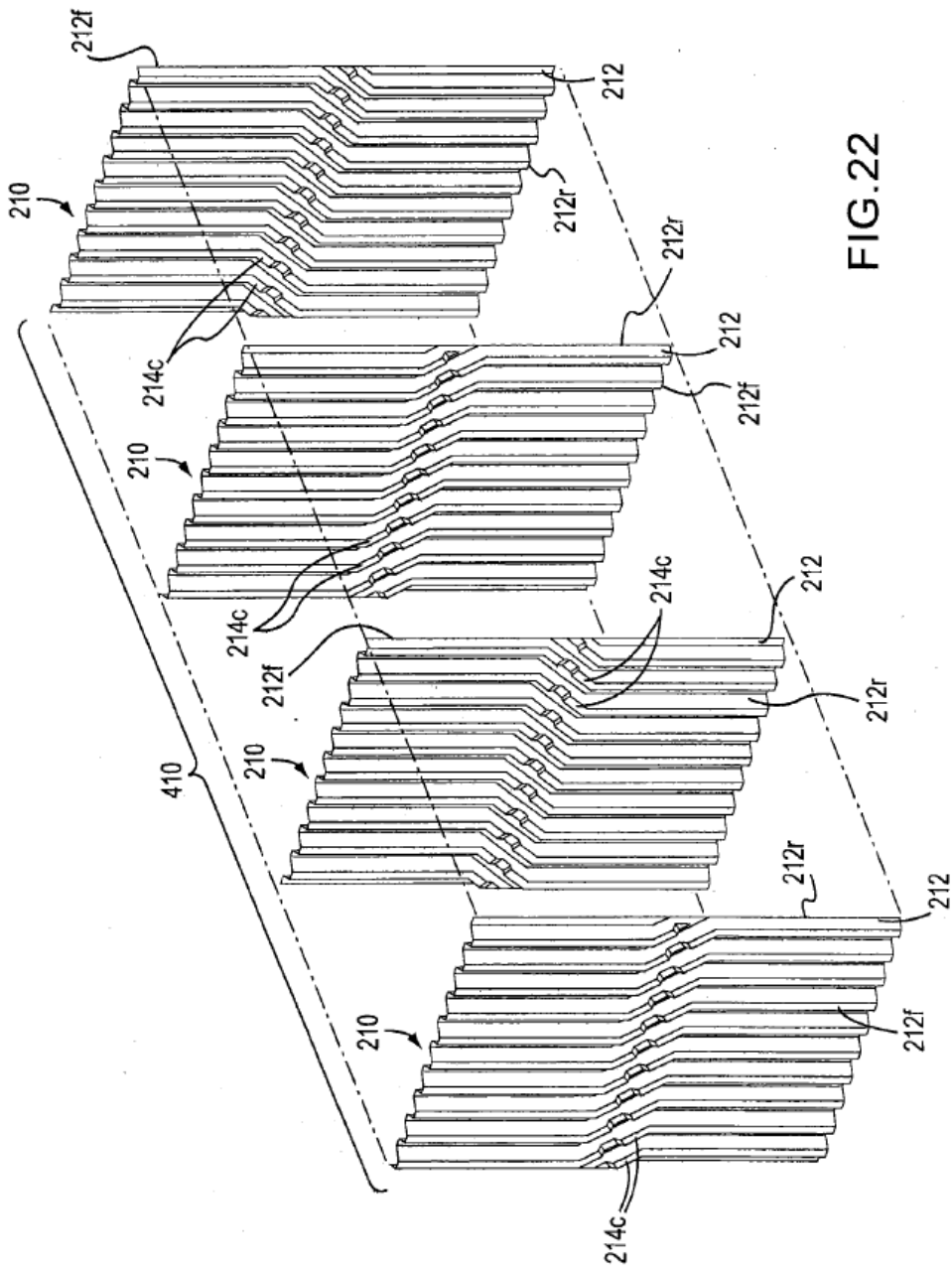


FIG.22

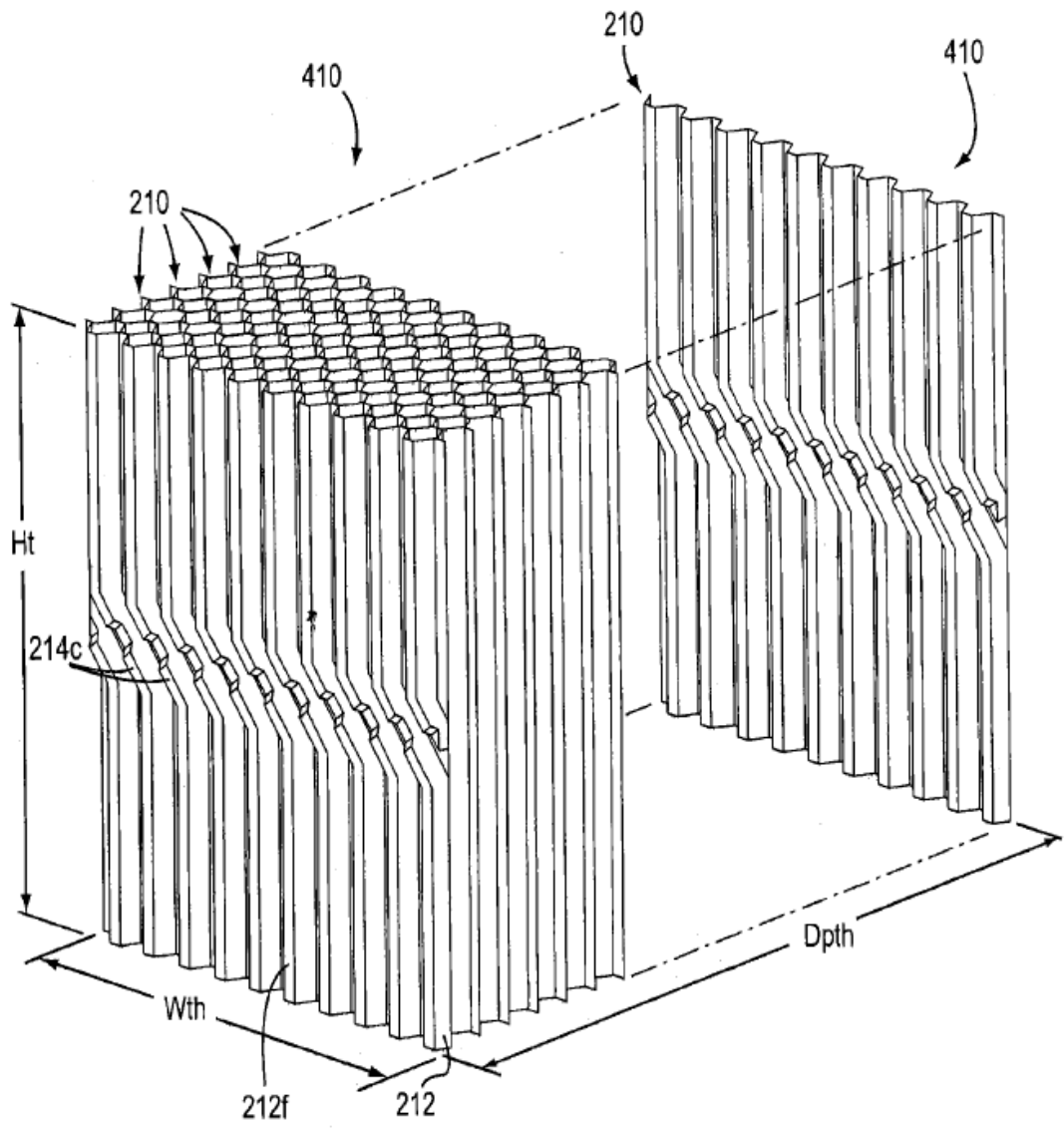


FIG.23



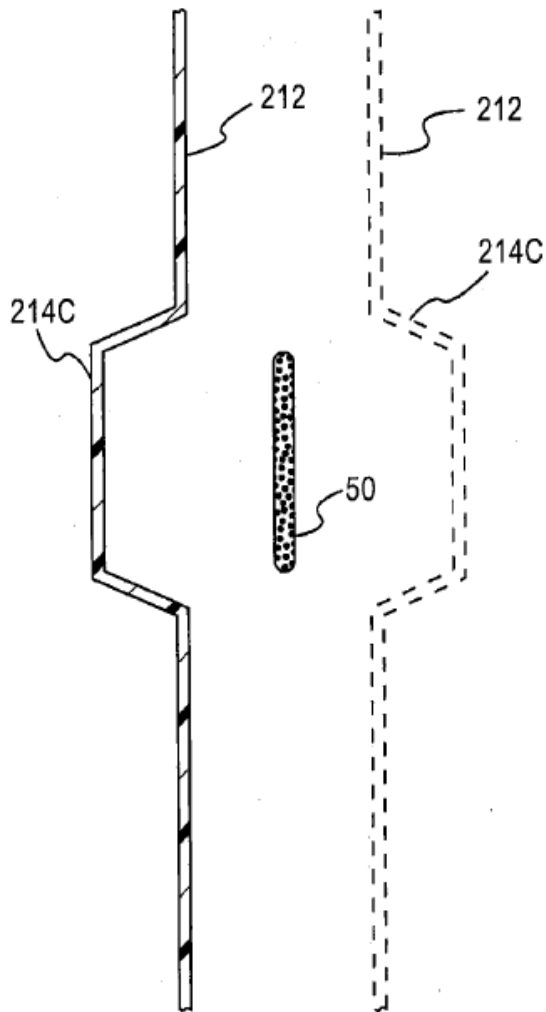


FIG. 24

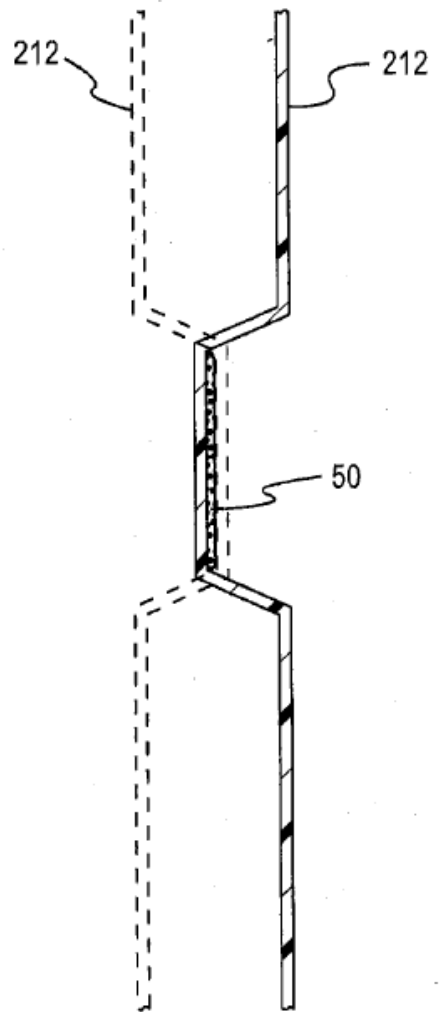


FIG. 25

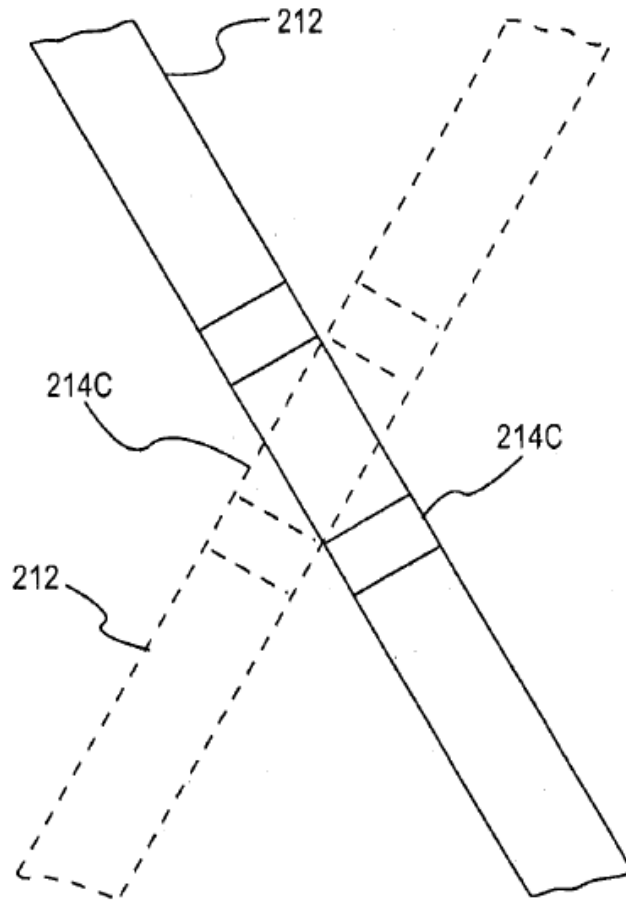


FIG.26

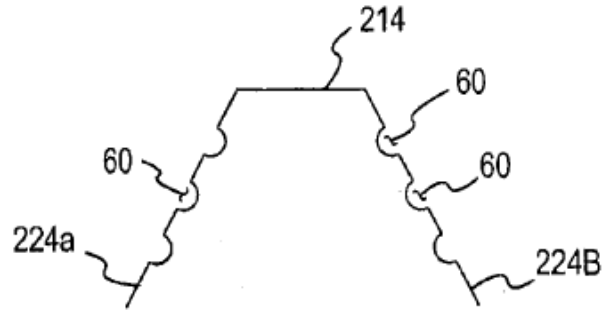


FIG. 27A

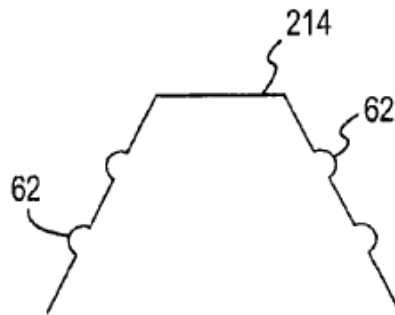


FIG. 27B

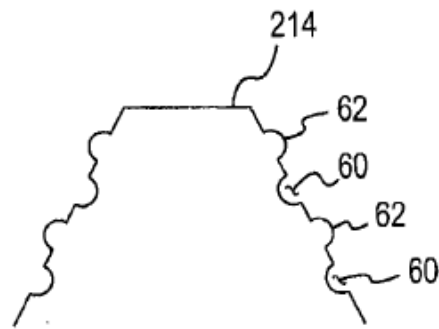


FIG. 27C

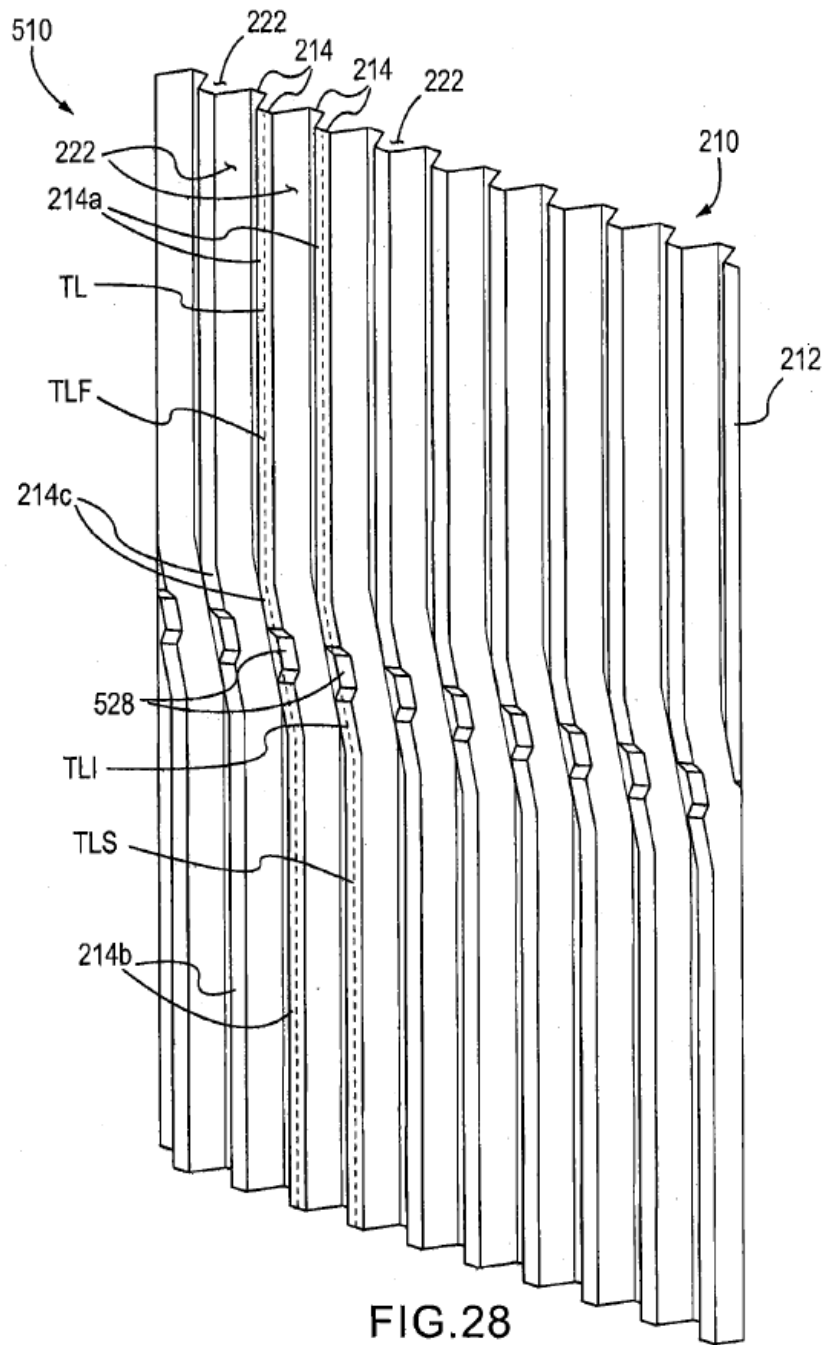


FIG.28

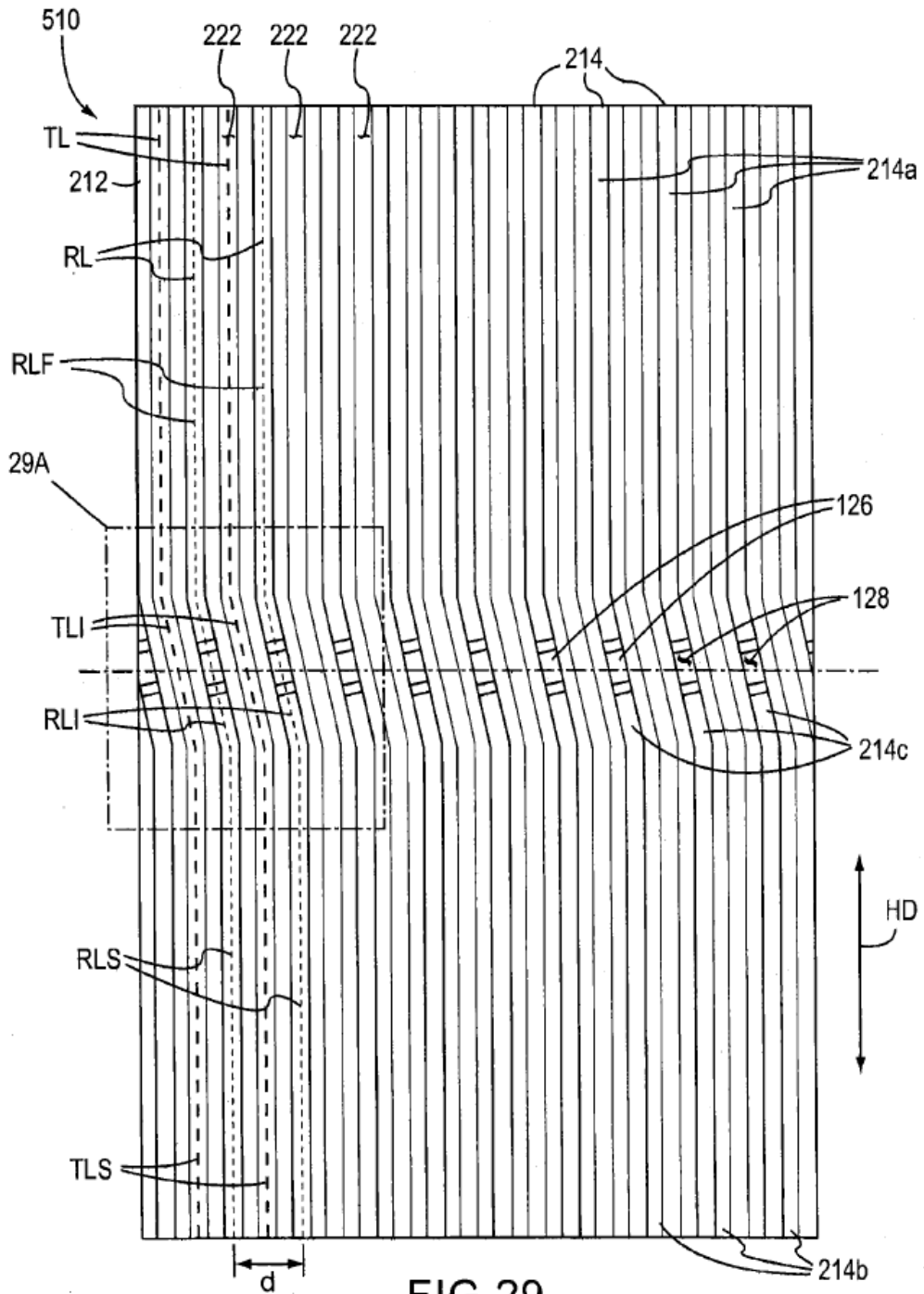


FIG.29

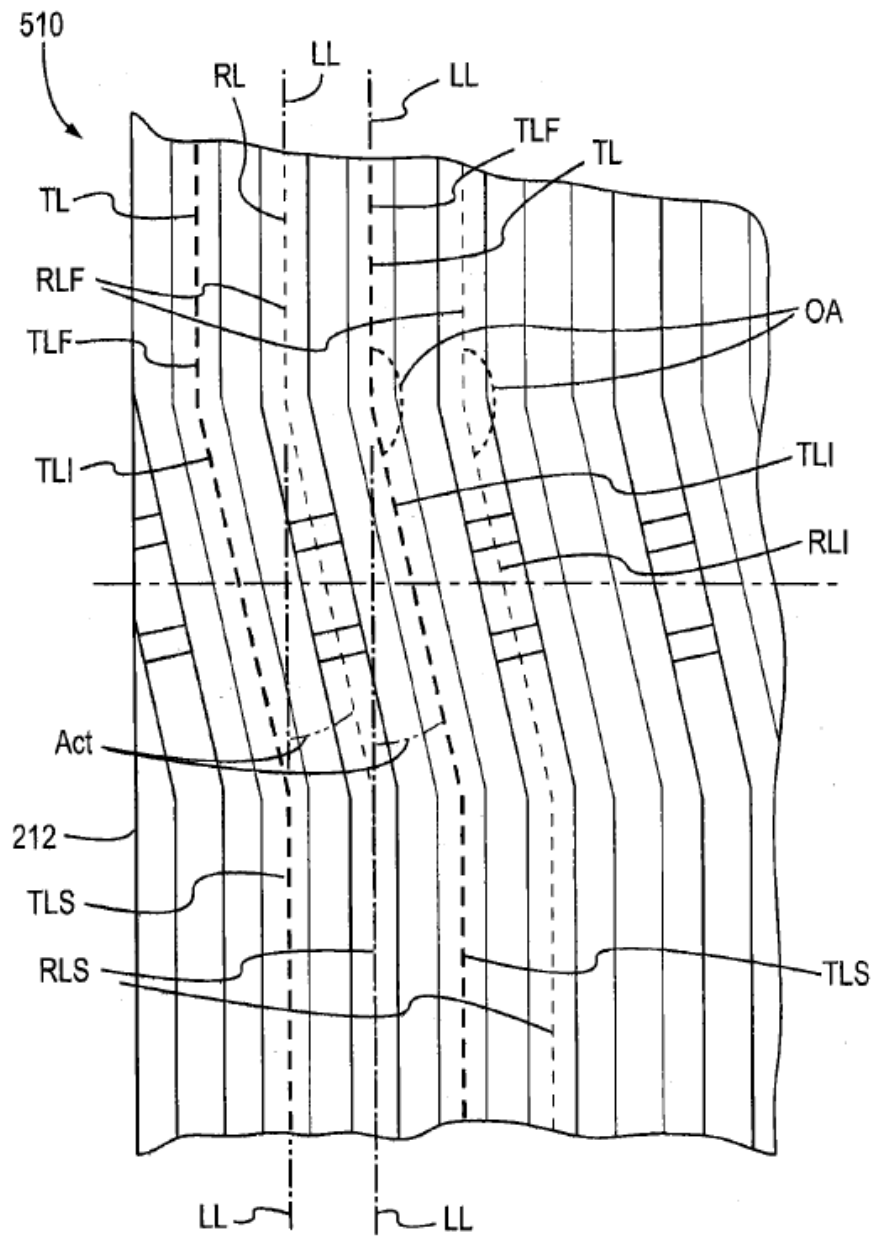


FIG.29A

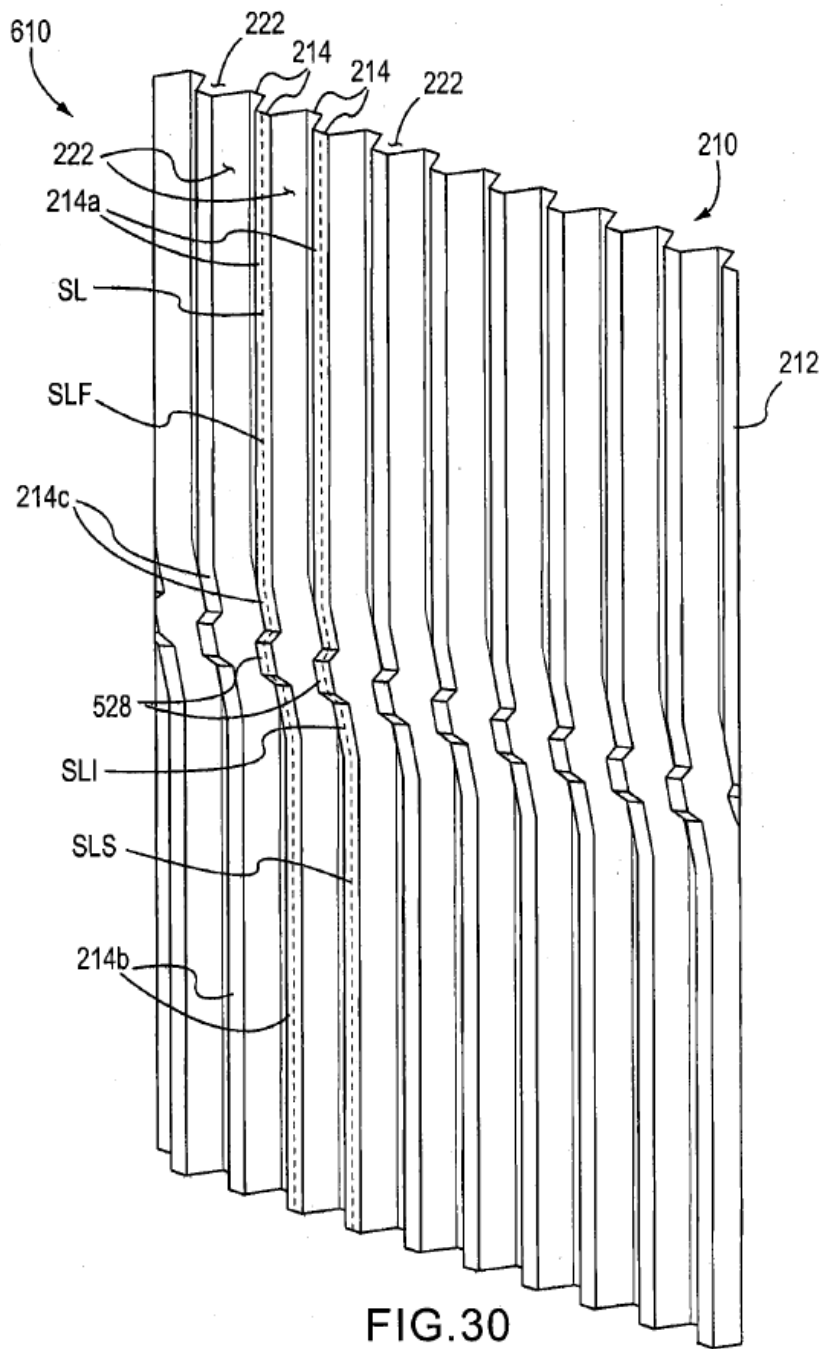


FIG.30

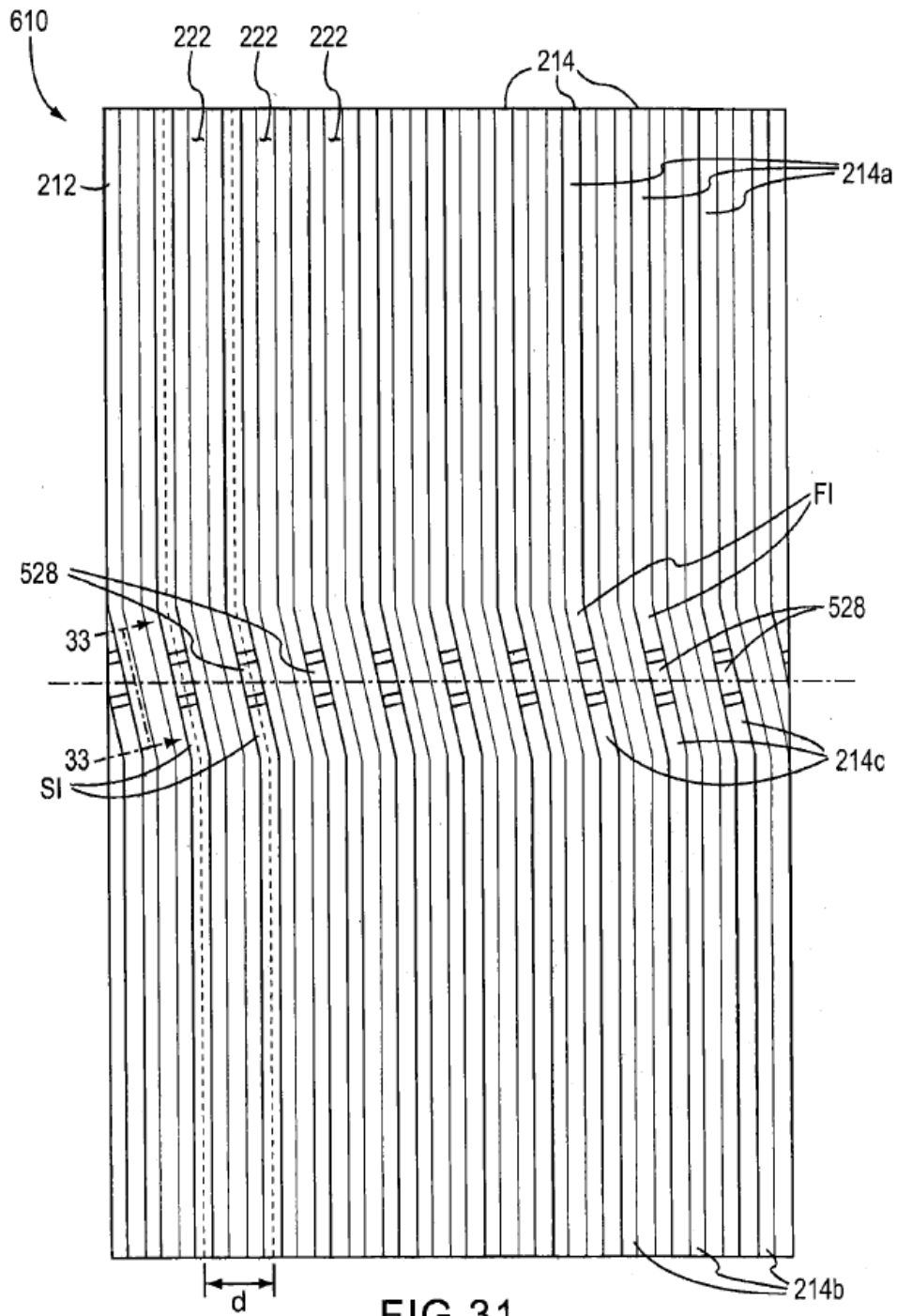


FIG. 31



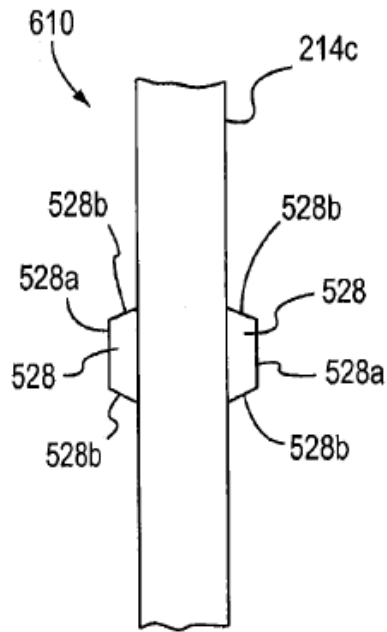


FIG. 32

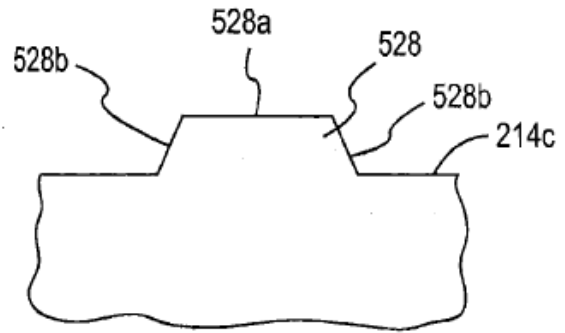


FIG. 33

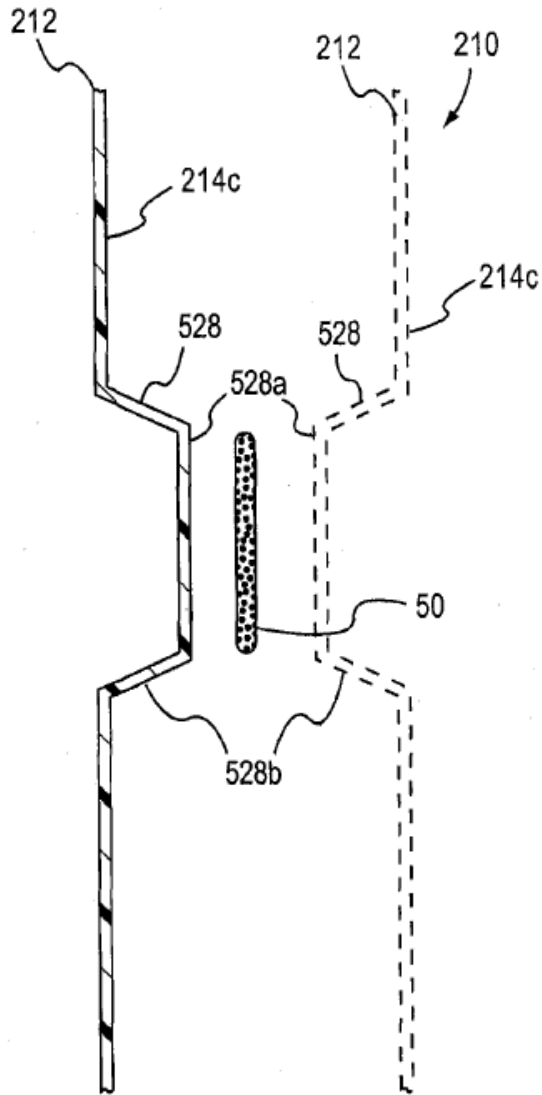


FIG. 34

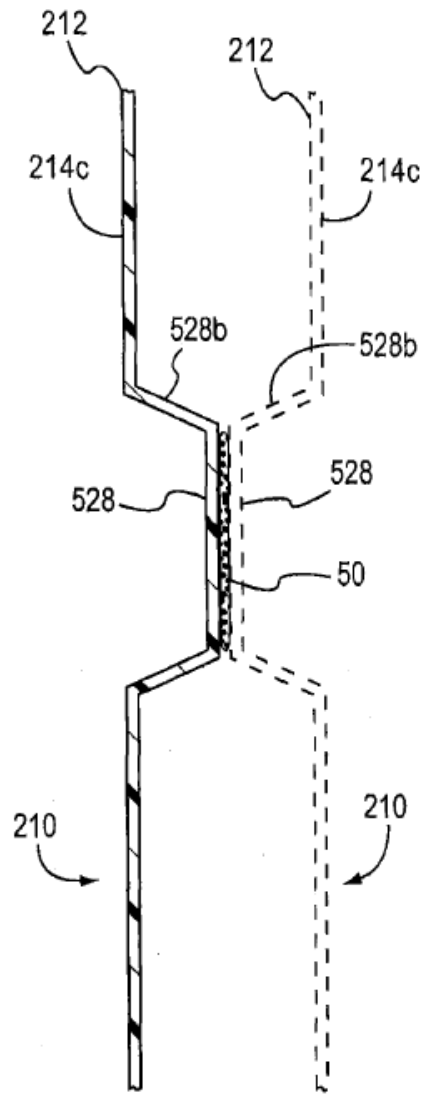


FIG. 35