(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 784 913**

(51) Int. Cl.:

B29C 45/37	(2006.01)
B29C 45/26	(2006.01)
B29C 45/64	(2006.01)
B29C 33/34	(2006.01)
B29C 33/56	(2006.01)
B29C 33/38	(2006.01)
B29C 45/00	(2006.01)
B64C 1/14	(2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.10.2016** **PCT/US2016/056521**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **20.04.2017** **WO17066238**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.10.2016** **E 16794097 (2)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.03.2020** **EP 3362247**

(54) Título: **Molde para fabricar un panel polimérico de ventana de avión**

(30) Prioridad:

12.10.2015 US 201562240060 P

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.10.2020

(73) Titular/es:

PPG INDUSTRIES OHIO, INC. (100.0%)
3800 West 143rd Street
Cleveland, OH 44111, US

(72) Inventor/es:

GOODWIN, GEORGE, B.;
MCCARTHY, DENNIS, P. y
SHEARER, JOHN, D. M.

(74) Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 784 913 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

Molde para fabricar un panel polimérico de ventana de avión

Antecedentes de la invención

Campo de la invención

Esta invención se refiere generalmente a ventanas de aviones y, más particularmente, a un molde para usarse en métodos y aparatos para moldear paneles de ventanas de aviones que tienen una forma final deseada.

Consideraciones técnicas

Las ventanas de aviones modernas incluyen normalmente uno o más paneles conformados o contorneados. La ventana de avión tiene normalmente un primer panel con superficies principales contorneadas separado de un segundo panel con superficies principales contorneadas. Los paneles de ventana incluyen periferias con formas complejas especialmente diseñadas configuradas para acoplarse a un marco de ventana. Por ejemplo, las periferias pueden tener bordes con rebaje o escalonados que acoplan canales en el marco. El primer y/o segundo paneles de ventana pueden incluir otras características físicas, tales como orificios para permitir la igualación de presión durante el vuelo del avión.

Muchas ventanas de avión modernas incorporan paneles poliméricos de ventana, normalmente paneles acrílicos de ventana, en lugar de los paneles de vidrio de ventana, que eran comunes en el pasado. Aunque el vidrio es más fuerte que el acrílico, el vidrio también es más pesado, que aumenta el peso del avión y disminuye la eficacia del combustible. Sin embargo, aunque el acrílico es más ligero que el vidrio, el proceso para hacer un panel acrílico de ventana de avión que tenga contornos superficiales complejos y/o periferias de borde complejas y/u otras características físicas necesarias para un panel de ventana de avión moderno es un desafío.

En la actualidad, un panel acrílico de ventana se hace formando una lámina sólida rectangular acrílica en un molde pesado de espacio fijo. La lámina acrílica debe experimentar entonces varias etapas de corte, mecanización, perforación y pulido para crear un panel de ventana que tenga la forma requerida y otras características. Por ejemplo, las superficies principales de la lámina acrílica deben cortarse, rectificarse, y/o pulirse a la forma final deseada, por ejemplo, contorno superficial. Por "forma final" se entiende la forma (por ejemplo, el contorno superficial) del panel de ventana que se instalará en el marco de la ventana de avión para producir la ventana de avión. Los bordes periféricos de la lámina acrílica deben cortarse a las formas complejas deseadas para acoplarse en los canales del marco. Otras características físicas requeridas también deben fabricarse. Por ejemplo, los orificios de igualación de presión deben perforarse a través de la lámina acrílica.

Estas etapas de procesamiento requieren mucho tiempo. También requieren maquinaria sofisticada de corte y pulido que debe controlarse con precisión para proporcionar un panel de ventana de avión que tenga la forma final deseada. Este proceso es aún más difícil si el panel de ventana de avión está diseñado para tener regiones de borde estructuralmente complejas (por ejemplo, bordes con rebaje o escalonados para acoplar canales en un marco de ventana) o tener contornos superficiales finales complejos o tener regiones superficiales de diferentes contornos. Además, estas etapas de procesamiento pueden crear marcas de herramientas en las superficies del panel de ventana. Las marcas de herramientas deben pulirse o pueden afectar negativamente a la transmisión de luz visible a través del panel de la ventana y/o ser estéticamente desagradables.

Otro problema con la producción de paneles poliméricos de ventana de avión convencionales es que los moldes utilizados en el proceso de moldeo acrílico son normalmente moldes pesados, de espacio fijo. Estos moldes son difíciles de usar debido a su tamaño y/o peso. Los moldes también son caros de fabricar y mantener.

Por tanto, sería deseable proporcionar un molde para usar en un método y/o aparato para hacer un panel de ventana de avión que reduzca o elimine al menos algunos de los problemas asociados a los métodos de fabricación de paneles poliméricos de ventana de avión convencionales. Por ejemplo, sería deseable proporcionar un molde en un método y/o aparato para hacer un panel polimérico de ventana de avión que elimine al menos algunas de las etapas de procesamiento requeridas actualmente para hacer un panel polimérico de ventana de avión. Por ejemplo, sería deseable proporcionar un molde para uso en un proceso de fabricación de paneles de ventana de avión que no requiera los moldes pesados y caros de espacio fijo utilizados para la producción de paneles acrílicos de ventana de avión convencionales. Por ejemplo, sería ventajoso proporcionar un molde para uso en un método y/o aparato para moldear un panel de ventana de avión a una forma final deseada (por ejemplo, contornos superficiales finales y/o configuración de borde final y/o características físicas finales) sin la necesidad de etapas adicionales de corte y modelado o al menos reducir el número de etapas necesarias. Por ejemplo, sería ventajoso proporcionar un molde para uso en un método y/o aparato para moldear un panel de ventana de avión a una forma final deseada con menos riesgo de dejar marcas de herramientas en el panel de ventana de avión.

El documento WO 2015/069339 A2 se refiere a ventanas de cabina de avión deformables que proporcionan una

aerodinámica mejorada y menor resistencia. Las ventanas de avión de D1 incluyen un primer panel y un segundo panel, que pueden fabricarse con materiales poliméricos tales como poliuretano mediante un proceso de moldeado. Esto puede lograrse moldeando un panel a la forma final deseada utilizando un molde con las mitades de molde para moldeado superior e inferior definiendo una cavidad junto con un par de bloques de borde. Los moldes de moldeado pueden estar hechos, por ejemplo, de metal o vidrio.

Sumario de la invención

La presente invención se refiere a un molde para moldear un panel polimérico de ventana de avión, en donde el molde comprende una primera mitad de molde que comprende una primera superficie de molde, y una segunda mitad de molde que comprende una segunda superficie de molde. La primera superficie de molde y/o la segunda superficie de molde tienen una forma conformada a una forma final para las superficies principales del panel de ventana de avión. El molde comprende además un revestimiento de vidrio, que se sitúa de forma retirable sobre la primera superficie de molde y/o la segunda superficie de molde.

La primera mitad de molde y/o la segunda mitad de molde pueden estar formadas por metal laminado, hidroformado o estampado.

La primera superficie de molde y/o la segunda superficie de molde pueden estar formadas por metal laminado, hidroformado o estampado.

Un molde para moldear un panel polimérico de ventana de avión comprende una primera mitad de molde de metal laminado, hidroformado, o estampado, y una segunda mitad de molde de metal laminado, hidroformado o estampado.

Un molde para moldear un panel polimérico de ventana de avión comprende una primera mitad de molde y una segunda mitad de molde. Las mitades de molde comprenden un material seleccionado del grupo que consiste en vidrio, cerámica, fibra de carbono, silicona, nailon, y plásticos de alta temperatura.

En este documento se desvela también un montaje de moldeado para moldear un panel polimérico de ventana de avión, que comprende un molde que comprende una primera mitad de molde de metal laminado, hidroformado, o estampado, y una segunda mitad de molde de metal laminado, hidroformado o estampado. El montaje comprende además un baño de fluido configurado para recibir el molde y un calentador de recirculación en comunicación de flujo con el baño de fluido.

Además, se describe un montaje de moldeado para moldear un panel polimérico de ventana de avión que comprende una pluralidad de moldes. Los moldes comprenden una primera mitad de molde de metal laminado, hidroformado, o estampado, y una segunda mitad de molde de metal laminado, hidroformado o estampado. El montaje comprende además una cámara calentadora y una pluralidad de transportadores que se extienden a través de la cámara calentadora.

Además se desvela en este documento un método para moldear un panel polimérico de ventana de avión, que comprende las etapas de: inyectar un líquido precursor de polímero en una cámara de molde de un molde, comprendiendo el molde una primera mitad de molde que comprende una primera superficie de molde que tiene una primera forma y una segunda mitad de molde que comprende una segunda superficie de molde que tiene una segunda forma; y curar el líquido precursor de polímero para formar un panel de ventana de avión. El panel de ventana del avión tiene una primera superficie correspondiente a la primera forma y una segunda superficie correspondiente a la segunda forma.

Además, se describe un método para moldear un panel polimérico de ventana de avión, que comprende las etapas de: inyectar un líquido precursor de polímero en una cámara de molde de un molde que comprende una primera mitad de molde de metal laminado, hidroformado, o estampado, y una segunda mitad de molde de metal laminado, hidroformado, o estampado; y curar el líquido precursor de polímero para formar un panel de ventana de avión.

También se desvela en este documento un método para moldear un panel polimérico de ventana de avión que comprende las etapas de: conectando una primera mitad de molde de metal laminado, hidroformado, o estampado, y una segunda mitad de molde de metal laminado, hidroformado, o estampado para formar un molde que tiene una cámara de molde; precalentar el molde a una temperatura en el intervalo de 121 °C (250 °F) a 135 °C (275 °F); opcionalmente situar el molde en un ángulo inclinado; opcionalmente situar el molde en un baño de fluido; inyectar un líquido precursor de polímero en la cámara de molde; calentar el molde para curar el líquido precursor de polímero; enfriar el molde; desconectar la primera y segunda mitades de molde; y retirar el panel de ventana de avión.

Además se describe un método para moldear un panel polimérico de ventana de avión que comprende las etapas de: conectar una primera mitad de molde y una segunda mitad de molde para formar un molde que tiene una cámara de molde, en donde la primera mitad de molde comprende una primera superficie de molde que tiene una primera

forma y la segunda mitad de molde comprende una segunda superficie de molde que tiene una segunda forma; precalentar el molde a una temperatura en el intervalo de 121 °C (250 °F) a 135 °C (275 °F); opcionalmente situar el molde en un ángulo inclinado; opcionalmente situar el molde en un baño de fluido; inyectar un líquido precursor de polímero en la cámara de molde; calentar el molde para curar el líquido precursor de polímero; enfriar el molde; desconectar la primera y segunda mitades de molde; y retirar el panel de ventana de avión. El panel de ventana del avión tiene una primera superficie correspondiente a la primera forma y una segunda superficie correspondiente a la segunda forma.

También se desvela en este documento un método para moldear un panel polimérico de ventana de avión que comprende inyectar un líquido precursor de polímero en una cámara de molde de un molde que comprende una primera mitad de molde de metal laminado, hidroformado o estampado que tiene una primera superficie de molde deformable y una segunda mitad de molde de metal laminado, hidroformado, o estampado que tiene una segunda superficie de molde deformable, en donde la primera superficie de molde y la segunda superficie de molde se deforman de una primera forma antes de la inyección de un líquido precursor de polímero en el molde a una segunda forma después de la inyección de un líquido precursor de polímero en el molde, y en donde la segunda forma se ajusta a una forma final deseada del panel de ventana.

Además, en este documento se desvela un método para moldear un laminado polimérico, que comprende las etapas de: inyectar un líquido precursor de polímero de uretano en una cámara de molde de un molde que comprende una primera mitad de molde polimérica y una segunda mitad de molde polimérica; y curar el líquido precursor de polímero para formar una estructura polimérica laminada.

Breve descripción de los dibujos

La invención se describirá por referencia a las siguientes figuras dibujadas en donde caracteres de referencia similares identifican partes similares en el documento.

La Figura 1 es una vista en sección lateral de un molde que tiene dos mitades de molde separadas;
la Figura 2 es una vista frontal de las superficies interiores de las mitades de molde de la Figura 1;
la Figura 3 es una vista en sección lateral del molde de la Figura 1 con las mitades de molde conectadas;
la Figura 4 es una vista frontal de las superficies interiores de mitades de molde de la invención que tienen bordes periféricos exteriores contorneados;
la Figura 5A es una vista lateral de las mitades de molde de la Figura 4 en una posición abierta.
la Figura 5B es una vista en sección lateral de las mitades de molde de la Figura 5A en una posición cerrada;
la Figura 6 es una vista en sección lateral de una mitad de molde de la Figura 4 que tiene un revestimiento de vidrio retirable según la invención;
la Figura 7 es una vista en sección lateral de una configuración de molde;
la Figura 8A es una vista en sección lateral de una región periférica de un molde que ilustra un método de sujeción de las mitades de molde;
la Figura 8B es una vista en sección lateral de una región periférica de un molde que ilustra otro método de sujetar las mitades de molde juntas usando una junta conformada;
la Figura 8C es una vista en planta del molde de la Figura 8B;
la Figura 8D es una vista en sección lateral de una junta conformada;
la Figura 8E es una vista en sección lateral de una región periférica de un molde similar a la Figura 8B que tiene una junta conformada modificada;
la Figura 8F es una vista en sección lateral de una región periférica de un molde que ilustra un método de sujeción de las mitades de molde para incorporar una banda periférica;
la Figura 9 es una vista en sección lateral de un molde que tiene una camisa de calentamiento;
la Figura 10 es una vista en sección lateral de un molde en ángulo inclinado;
las Figuras 11 ilustran un proceso de inyección de molde que incorpora un baño de líquido;
la Figura 12 ilustra un proceso de calentamiento de molde usando un baño de fluido que tiene un calentador de recirculación;
la Figura 13 es una vista en sección lateral de un montaje de curado de molde de la invención;
la Figura 14 ilustra un molde de la invención que tiene superficies de molde deformables;
la Figura 15 es una vista en planta de un conjunto de moldeado continuo;
la Figura 16 es una vista lateral del conjunto de moldeado continuo de la Figura 15;
la Figura 17 ilustra un panel de ventana a modo de ejemplo; y
la Figura 18 ilustra varias configuraciones de borde periférico a modo de ejemplo para un panel de ventana.

Descripción de la invención

Como se usa en la memoria descriptiva y las reivindicaciones, la forma singular de "una", "uno" y "la" incluyen las referencias en plural, a menos que el contexto indique claramente lo contrario.

Los términos espaciales o direccionales, tales como "izquierda", "derecha", "arriba", "abajo", "interno/a", "exterior", y similares, se refieren a la invención tal como se muestra en las figuras de dibujos. Sin embargo, la invención puede

asumir varias orientaciones alternativas y, por consiguiente, tales términos no deben considerarse como limitantes.

Todos los números usados en la memoria descriptiva y las reivindicaciones deben entenderse como modificados en todos los casos por el término "aproximadamente". Por "aproximadamente" se entiende un intervalo de más o menos el diez por ciento del valor indicado.

La expresión "tal como" debe entenderse como no limitante. Es decir, los elementos indicados después de "tal como" deben entenderse como ejemplos no limitantes de las características indicadas.

Todos los intervalos descritos en la presente memoria abarcan los valores de intervalo iniciales y finales y cualquiera y todos los subintervalos subincluidos en el mismo. Los intervalos descritos en la presente memoria representan los valores promedios sobre el intervalo especificado.

El término "película" se refiere a una región de un revestimiento o capa que tiene una composición uniforme. Una "capa" comprende una o más "películas". Un "revestimiento" comprende una o más "capas".

El término "sobre" significa "más alejado del sustrato". Por ejemplo, una segunda capa situada "sobre" una primera capa significa que la segunda capa está situada más lejos del sustrato que la primera capa. La segunda capa puede estar en contacto directo con la primera capa o una o más de diferentes capas que se pueden localizar entre la segunda capa y la primera capa.

El término "metal" incluye metales reconocidos convencionalmente y también silicio.

Los términos "polímero" o "polimérico" incluyen oligómeros, homopolímeros, copolímeros y terpolímeros, por ejemplo, polímeros formados a partir de dos o más tipos de monómeros o polímeros.

Por "al menos" significa "mayor o igual a". Por "no superior a" significa "inferior a o igual a".

El término "incluye" es sinónimo de "comprende".

Cuando se hace referencia a diferentes condiciones, los términos "primero", "segundo", etc., no pretenden referirse a ningún orden o cronología en particular, sino que se refieren a diferentes posiciones, condiciones, o propiedades.

El análisis de la invención puede describir ciertas características como "particularmente" o "preferiblemente" dentro de determinadas limitaciones (por ejemplo, "preferiblemente", "más preferiblemente" o "incluso más preferiblemente", dentro de determinadas limitaciones). Se debe entender que la invención no queda limitada a estas limitaciones particulares o preferidas sino que abarca el alcance completo de la divulgación.

La invención comprende, consiste en o consiste esencialmente en, los siguientes aspectos de la invención, en cualquier combinación. Diversos aspectos de la invención se ilustran en figuras de dibujos separadas. Sin embargo, debe entenderse que esto es simplemente para facilitar su ilustración y discusión. En la práctica de la invención, uno o más aspectos de la invención que se muestran en una figura dibujada puede(n) combinarse con uno o más aspectos de la invención que se muestra(n) en una o más de las otras figuras dibujadas.

Las Figuras 1 a 3 ilustran un molde 10. El molde 10 tiene una primera mitad de molde 12 separada de una segunda mitad de molde 14. La primera mitad de molde 12 tiene una parte posterior 16, una parte superior 18, una parte inferior 20, un par de lados opuestos 21, y un frontal 22. La primera mitad de molde 12 incluye una primera superficie de molde 24. Un reborde 26 rodea y/o se extiende hacia afuera desde la primera superficie de molde 24. El frontal 22 de la primera mitad de molde 12 incluye una pista 28 de junta configurada para recibir una junta 30 (véase la Figura 3). Como se muestra en la Figura 2, la primera mitad de molde 12 puede incluir uno o más orificios 32 de alineación para facilitar la alineación de la primera mitad de molde 12 y la segunda mitad de molde 14 durante el proceso de moldeado. La primera mitad de molde 12 puede incluir orificios de sujeción 34 para recibir sujeciones 36, tales como pernos roscados, para asegurar la primera mitad de molde 12 a la segunda mitad de molde 14 durante el proceso de moldeado. La primera mitad de molde 12 puede incluir una pestaña 38 que rodea la primera superficie de molde 24. La primera mitad de molde 12 puede incluir un elemento calentador 40. Por ejemplo, el elemento calentador 40 puede ser una bobina calentadora eléctrica conectada o incorporada en la primera mitad de molde 12.

A diferencia de los moldes convencionales utilizados actualmente para hacer ventanas poliméricas de avión, la primera superficie de molde 24 está configurada para proporcionar un panel de ventana de avión moldeado que tiene una superficie (por ejemplo, primera superficie) con una forma final deseada sin la necesidad de etapas adicionales de corte o mecanizado. Por "forma final" se entiende la forma (por ejemplo, el contorno superficial y/o el contorno del borde) del panel de ventana que se instalará en el marco de una ventana de avión para formar una ventana de avión para instalación en un avión a nivel del suelo. Por ejemplo, para la instalación inicial de las ventanas de avión durante la construcción del avión o para reemplazar una ventana dañada en el avión. Como se entenderá, la ventana de un avión puede sufrir cambios de forma durante el vuelo. Por ejemplo, la ventana de avión puede doblarse o inclinarse debido a cambios entre las presiones interiores y exteriores de la ventana. Cuando el

avión aterriza, la ventana debería volver a su forma final.

La primera superficie de molde 24 tiene una forma que se ajusta a una forma final predeterminada para una superficie de panel de ventana de avión. La primera superficie de molde 24 puede ser una superficie rígida que tenga una curvatura que se ajuste a la forma final deseada de una superficie de panel de ventana de avión. Opcionalmente, la primera superficie de molde 24 puede ser una superficie deformable capaz de moverse entre una primera forma y una segunda forma durante el proceso de moldeado, ajustándose la segunda forma a la curvatura deseada de la superficie de panel de ventana de avión.

La segunda mitad de molde 14 tiene una parte posterior 42, una parte superior 44, una parte inferior 46, un par de lados opuestos 41, y un frontal 48. La segunda mitad de molde 14 incluye una segunda superficie 50 de molde. Un reborde 52 rodea la segunda superficie 50 de molde. El frontal 48 de la segunda mitad de molde 14 incluye una pista 54 de junta. La segunda mitad de molde 14 puede incluir uno o más orificios 32 de alineación y/o agujeros de sujeción 34, como se ha descrito anteriormente. La segunda mitad de molde 14 puede incluir una segunda pestaña 56 que rodea la segunda superficie 50 de molde. La segunda mitad de molde 14 puede incluir un elemento calefactor 40 como se describió anteriormente.

A diferencia de los moldes convencionales utilizados actualmente para hacer ventanas poliméricas de avión, la segunda superficie 50 de molde está configurada para proporcionar un panel de ventana de avión que tiene una superficie (por ejemplo, segunda superficie) con una forma final deseada sin la necesidad de etapas adicionales de corte o mecanizado. La segunda superficie 50 de molde tiene una forma que se ajusta a una forma final predeterminada de una superficie de panel de ventana de avión. La segunda superficie 50 de molde puede ser una superficie rígida que tenga una curvatura que se ajuste a la curvatura deseada de una superficie de panel de ventana de avión. Opcionalmente, la segunda superficie 50 de molde puede ser una superficie deformable capaz de moverse entre una primera forma y una segunda forma durante el proceso de moldeado, ajustándose la segunda forma a la curvatura deseada de la superficie del panel de ventana de avión. La primera superficie de molde 24 y la segunda superficie 50 de molde trabajan de forma concertada para proporcionar la forma final deseada.

Como se muestra en la Figura 3, la primera mitad de molde 12 puede conectarse a la segunda mitad de molde 14 para definir el molde 10. El molde 10 tiene una entrada 60 y una cámara de molde 62. La cámara de molde 62 está formada entre la primera superficie de molde 24 opuesta y la segunda superficie 50 de molde.

Las Figuras 4, 5A y 5B ilustran un molde 66 en donde la primera mitad de molde 12 y la segunda mitad de molde 14 tienen contornos periféricos externos alargados en lugar de los contornos exteriores rectangulares ilustrados en el molde 10 mostrado en las Figuras 1 a 3. La primera mitad de molde 12 puede conectarse de manera pivotante a la segunda mitad de molde 14 mediante un conjunto de bisagra 72. La primera mitad de molde 12 y la segunda mitad de molde 14 pueden pivotar entre una posición abierta (Figura 5A) y una posición cerrada (Figura 5B). Alternativamente, la primera mitad de molde 12 y la segunda mitad de molde 14 pueden no estar conectadas de manera pivotante, pero pueden alinearse usando orificios 32 de alineación.

La primera mitad de molde 12 y/o la segunda mitad de molde 14 pueden estar hechas de metal. Por ejemplo, la primera mitad de molde 12 y/o la segunda mitad de molde 14 pueden mecanizarse o cortarse a partir de bloques de acero sólidos.

Alternativamente, la primera mitad de molde 12 y/o la segunda mitad de molde 14 pueden estar formadas por piezas de metal laminadas, estampadas o hidroformadas. Por ejemplo, la primera mitad de molde 12 y/o la segunda mitad de molde 14 pueden estar formadas por láminas de metal laminadas, hidroformadas o estampadas para formar una mitad de molde de una configuración deseada. Un molde formado por láminas de metal laminadas, estampadas o hidroformadas es más liviano y menos costoso de fabricar que un molde formado por bloques de metal sólidos mecanizados. Asimismo, las láminas de metal laminadas, estampadas o hidroformadas pueden ser más delgadas que las mitades de molde de metal sólidas convencionales, lo que promueve una mayor transferencia térmica para tiempos de calentamiento y enfriamiento más rápidos.

Ejemplos de láminas de metal adecuadas incluyen acero inoxidable de espejo, acero inoxidable chapado sin electrodos, aluminio, acero para herramientas H13, acero inoxidable 304, y aleaciones de berilio, tales como berilio aleado con cobre, níquel y/o aluminio.

Las primera y/o segunda mitades de molde 12, 14 pueden formarse económicamente mediante métodos tales como laminación, hidroformado, o estampado. Para formar la primera y segunda mitades de molde 12, 14 mediante una operación de laminación, pueden moldearse láminas de acero planas prepulidas en un rodillo de presión convencional en formas simples. Las formas pueden ser, por ejemplo, formas cilíndricas o cónicas. Las piezas de acero pueden ser, por ejemplo, acero prepulido que tiene un grosor en el intervalo de 23/1000 a 123/1000 (0,58 mm a 3,1 mm), tal como 60/1000 a 120/1000 (1,5 mm a 3,0 mm), tal como 75/1000 a 100/1000 (1,9 mm a 2,5 mm). Las láminas de acero pueden cortarse de cualquier manera convencional en la forma deseada para formar las mitades de molde 12, 14. Por ejemplo, las láminas de acero pueden cortarse con un láser.

Las primera y segunda mitades de molde 12, 14 también podrían formarse usando una operación de hidroformado. La hidroformación permite la formación de mitades de molde 12, 14 que tienen formas más complejas, tales como curvas complejas o formas de silla de montar. En el hidroformado, una vejiga flexible empuja la lámina de acero contra una herramienta para ajustar la forma de la lámina de acero a la forma de la herramienta. La vejiga flexible puede ser, por ejemplo, una vejiga de uretano. La vejiga flexible puede aplicar una presión de más de 68,9 MPa (10.000 libras por pulgada cuadrada), tal como 80,0 MPa (11.600 libras por pulgada cuadrada). Puede aplicarse una película protectora sobre la superficie de la lámina de acero que contacta con la vejiga flexible para proteger a la superficie de la lámina de acero de marcas o daños. Después de una primera operación de hidroformado, la lámina de acero puede someterse a calentamiento y atmósfera de nitrógeno para fijar o amortiguar el acero. Esto ayuda a endurecer el acero formado. Después de esta etapa de endurecimiento, la pieza de acero puede hidroformarse nuevamente para ajustar la lámina de acero a la forma deseada para la mitad de molde que se está fabricando.

Alternativamente, las mitades de molde 12, 14 pueden formarse en una operación de estampado. En una operación de estampado, la lámina de acero se sitúa entre dos herramientas. Una o ambas herramientas se mueven hacia la lámina de acero para doblar y dar forma a la lámina de acero según las formas de las herramientas. Por ejemplo, la lámina de acero puede colocarse en un soporte anular que tiene bordes exteriores y un interior abierto. El soporte puede situarse entre una herramienta superior y una herramienta inferior. La herramienta superior puede bajar de modo que un borde periférico exterior de la herramienta superior entre en contacto con la lámina de acero por encima del borde exterior del soporte para mantener la lámina de acero en su lugar. La herramienta inferior puede extenderse hacia arriba a través del interior abierto del soporte para presionar la lámina de acero contra la herramienta superior y ajustar la lámina de acero a la forma o curvatura deseada. Con la lámina de acero sostenida en los bordes entre el soporte y la herramienta superior, la lámina de acero se estira cuando se extiende la herramienta inferior.

Alternativamente, la primera mitad de molde 12 y/o la segunda mitad de molde 14 pueden estar hechas de materiales no metálicos, tales como vidrio, cerámica, fibra de carbono, silicona, nailon, y/o plásticos de alta temperatura.

La primera superficie de molde 24 y/o la segunda superficie 50 de molde pueden ser o pueden incluir una superficie lisa. Por ejemplo, la primera superficie de molde 24 y/o la segunda superficie 50 de molde pueden tener una rugosidad superficial (rugosidad superficial aritmética Ra) de no más de 10 nm, tal como no más de 8 nm. Una superficie lisa promueve la transparencia del panel de ventana de avión. La rugosidad superficial puede medirse utilizando un perfilómetro de superficie (por ejemplo, un perfilómetro de superficie Dektak 150) o un perfilómetro óptico (perfilómetro óptico Wyko NT).

Opcionalmente, la primera superficie de molde 24 y/o la segunda superficie 50 de molde pueden ser o pueden incluir una región modelada 78 (véase la Figura 4). Por ejemplo, la región modelada 78 puede ser una región cepillada o una región rugosa formada en la superficie de molde. La región modelada 78 da como resultado que la parte del panel de ventana de avión formada adyacente a la región modelada 78 sea menos transparente, por ejemplo, sea translúcida o esté oscurecida. Por "translúcido" se entiende que los objetos en el lado opuesto al espectador no son claramente visibles. Esta región translúcida u oscurecida del panel de ventana de avión podría configurarse para ocultar u oscurecer las características subyacentes, tales como una junta de ventana o elementos calentadores de ventana.

La primera superficie de molde 24 y/o la segunda superficie 50 de molde pueden ser una superficie rígida que tiene resistencia suficiente para resistir el doblado o flexión durante el proceso de moldeado.

Opcionalmente, la primera superficie de molde 24 y/o la segunda superficie 50 de molde pueden ser una superficie deformable. Por ejemplo, las superficies de molde 24, 50 pueden ser móviles o deformables entre una primera forma y una segunda forma durante el proceso de moldeado. Por ejemplo, la primera superficie de molde 24 y/o la segunda superficie 50 de molde pueden tener una primera forma antes de la inyección de un líquido precursor de polímero. La primera superficie de molde 24 y/o la segunda superficie 50 de molde pueden deformarse en la segunda forma, por ejemplo, debido a la presión hidrostática formada en la cámara de molde 62 por la inyección del líquido precursor de polímero en el molde 10, 66. La segunda forma se ajusta al contorno superficial final deseado del panel de ventana de avión. La primera superficie de molde 24 y la segunda superficie 50 de molde trabajan de forma concertada para proporcionar la forma final deseada.

La primera superficie de molde 24 y/o la segunda superficie 50 de molde pueden incluir una capa 80 de revestimiento formada sobre la superficie de molde (la Figura 1 ilustra una capa 80 de revestimiento sobre la segunda superficie 50 de molde). Ejemplos de capas 80 de revestimiento adecuadas incluyen una capa de revestimiento de níquel depositada sin electrodos o una capa de cromo.

Como se muestra en la Figura 6, según la presente invención, un revestimiento 82 de vidrio está situado sobre la primera superficie de molde 24 y/o la segunda superficie 50 de molde (solo se muestra la primera superficie de molde 24 en la Figura 6). El revestimiento 82 de vidrio puede doblarse o conformarse de manera que una superficie posterior 84 del revestimiento 82 de vidrio tenga una forma complementaria a la superficie de molde (primera

superficie de molde 24 ilustrada). El revestimiento 82 de vidrio es retirable para reemplazarlo si se daña. El revestimiento 82 de vidrio puede ser vidrio templado, por ejemplo, vidrio templado térmicamente o templado químicamente. El revestimiento 82 de vidrio puede tener un grosor en el intervalo de 0,5 mm a 2 mm, tal como 0,7 mm.

Puede situarse un revestimiento 86 sobre una superficie frontal 88 del revestimiento 82 de vidrio. Por ejemplo, el revestimiento 86 puede diseñarse para facilitar la extracción del panel de ventana de avión después del curado. Por ejemplo, el revestimiento 86 puede ser un revestimiento 86 depositado por pulverización iónica (por ejemplo, depositado por MSVD). Ejemplos de revestimientos 86 adecuados incluyen acero y níquel.

Otra configuración a modo de ejemplo del molde 10 se muestra en la Figura 7. La primera superficie de molde 24 y la segunda superficie 50 de molde están configuradas de modo que las regiones inferiores de la primera superficie de molde 24 y la segunda superficie 50 de molde (es decir, las regiones opuestas a la entrada 60) estén más juntas que las regiones superiores de la primera superficie de molde 24 y la segunda superficie 50 de molde al comienzo del proceso de moldeado. Es decir, al comienzo del proceso de moldeado, la región inferior de la cámara de molde 62 es más estrecha que el grosor final deseado del panel de ventana de avión. Este estrechamiento intencional de la parte inferior de la cámara de molde 62 está diseñado para ayudar a compensar la presión hidrostática dirigida hacia fuera causada por la columna de líquido precursor de polímero en la cámara de molde 62 durante el proceso de moldeado. Esta presión hidrostática tiende a empujar las partes inferiores de las mitades de molde 24, 50 lejos entre sí, resultando en un ensanchamiento de la distancia entre las partes inferiores de las mitades de molde 12, 14. Durante el proceso de moldeado, las partes inferiores de las mitades de molde 12, 14 se empujan hacia fuera desde la posición estrecha inicial a una posición en la que corresponden con la forma final deseada del panel de ventana de avión.

Ahora se describirán los métodos para moldear una ventana de avión.

Se puede aplicar un agente de liberación a la primera superficie de molde 24 y/o la segunda superficie 50 de molde antes del moldeado. Los agentes de liberación adecuados incluyen el agente de liberación MR HiTec de Gruber Systems, agente de liberación Mavcoat, y agente de liberación Frekote Cur. El agente de liberación puede aplicarse antes de cada proceso de moldeado o solo después de que se haya realizado un número seleccionado de moldeados. Por ejemplo, tal como después de cada cinco moldeados, o cada diez moldeados, o cada veinte moldeados, o cada treinta moldeados. Alternativamente, puede no aplicarse agente de liberación.

Los objetos a incorporar en el panel de ventana pueden situarse en la cámara de molde 62 antes de la inyección del líquido precursor de polímero. Tales objetos incluyen, por ejemplo, una junta, una banda periférica, o una rejilla de alambre.

La primera mitad de molde 12 se conecta a la segunda mitad de molde 14. Para los moldes 10 a modo de ejemplo mostrados en las Figuras 1 a 3 y 7, la primera mitad de molde 12 y la segunda mitad de molde 14 se sitúan de tal manera que los orificios de sujeción 34 se alinean. Sujeciones 36, tales como pernos roscados, se insertan a través de los orificios de sujeción 34 y se aprietan. A medida que se aprietan los pernos, los rebordes interiores 26, 52 de la primera mitad de molde 12 y la segunda mitad de molde 14 presionan y comprimen la junta 30. La junta 30 puede tener un diámetro suficiente para que las superficies internas de los rebordes 26, 52 no entren en contacto entre sí cuando se aprietan los pernos. La primera mitad de molde 12 y/o la segunda mitad de molde 14 pueden ser más gruesas en la parte inferior (con respecto a una dirección de llenado) para compensar el aumento de la presión hidrostática en la parte inferior del molde.

Para el molde 66 a modo de ejemplo mostrado en las Figuras 4, 5A y 5B, la primera mitad de molde 12 y la segunda mitad de molde 14 pueden conectarse entre sí. Por ejemplo, las mitades de molde 12, 14 pueden pivotar a la posición cerrada alrededor del montaje de bisagra 72 opcional. Las sujeciones 36 pueden insertarse luego a través de los agujeros de sujeción 34 y apretarse.

Alternativamente, como se muestra en la Figura 8A, la primera mitad de molde 12 y/o la segunda mitad de molde 14 pueden estar libres de agujeros de sujeción 34. En lugar de usar sujeciones 36 que se extienden a través de los orificios de sujeción 34, las mitades de molde 12, 14 pueden asegurarse entre sí usando abrazaderas 94. Las abrazaderas 94 pueden ser, por ejemplo, abrazaderas de tipo tornillo o abrazaderas con resorte. Por ejemplo, las abrazaderas 94 pueden situarse en ubicaciones separadas alrededor del perímetro del molde 66. Las abrazaderas 94 están situadas de tal manera que los brazos de sujeción 96, 98 opuestos están situados en línea con las pistas 28, 54 de junta y, por tanto, en línea con la junta 30. A medida que se aprieta la abrazadera 94, la fuerza de sujeción (véanse las flechas en la Figura 8) generada por los brazos de sujeción 96, 98 presionando contra la primera mitad de molde 12 y la segunda mitad de molde 14 se aplica directamente en línea con la junta 30. La junta 30 se comprime, lo que permite el movimiento de las mitades de molde 12, 14 durante el proceso de moldeado (por ejemplo, expansión inicial causada por la presión hidrostática del líquido precursor de líquido polimérico en la cámara de molde y luego contracción a medida que el líquido precursor de polímero se cura para formar el panel de ventana de avión). Esto ayuda a mantener las mitades de molde 12, 14 conectadas de forma segura durante todo el proceso de moldeado.

Las Figuras 8B y 8C muestran un ejemplo alternativo para conectar una primera mitad de molde 12 con una segunda mitad de molde 14 para formar el molde 66. En la Figura 8B, la primera mitad de molde 12 y la segunda mitad de molde 14 están libres de pistas de junta. Es decir, la región periférica exterior de la superficie interior de las mitades de molde 12, 14 es lisa o sustancialmente lisa. Una junta 200 conformada se sitúa entre la primera mitad de molde 12 y la segunda mitad de molde 14, y corre alrededor de la periferia exterior del molde 66. Como se muestra en las Figuras 8B y 8D, la junta conformada 200 incluye un extremo exterior 202, con una ranura superior 204 y una ranura inferior 206 situadas adyacentes al extremo exterior 202. La junta conformada 200 incluye un extremo interior 208, con una superficie plana superior 210 y una superficie plana inferior 212. El ancho "x" del extremo exterior 202 es mayor que el ancho "y" del extremo interior 208. El borde periférico 214 de la primera mitad de molde 12 se acopla a la ranura superior 204 y el borde periférico 216 de la segunda mitad de molde 14 se acopla a la ranura inferior 206. Por "acoplar" se entiende que los bordes periféricos 214, 216 se extienden dentro de las ranuras 204, 206 y pueden contactar con una superficie de las ranuras 204, 206. Por ejemplo, los bordes periféricos externos 214, 216 de las mitades de molde 12, 14 pueden contactar o apoyarse en las superficies orientadas hacia dentro de las ranuras 204, 206. El extremo interior 208 de la junta conformada 200 se extiende dentro de la cámara de molde 62 y estará en contacto con el material polimérico inyectado en la cámara de molde 62. De manera similar a la Figura 8A, las mitades de molde 12, 14 pueden mantenerse en su lugar mediante una o más abrazaderas 94 situadas alrededor de la periferia del molde 66. Los brazos de sujeción 96, 98 de las abrazaderas 94 presionan hacia abajo sobre las mitades de molde 12, 14 en la región por encima de las superficies planas 210, 212. Esto promueve una distribución más uniforme de la presión. La junta conformada 200 puede ser, por ejemplo, caucho de silicona negro. La junta conformada 200 puede tener un durómetro en el intervalo de 50 a 90, tal como 60 a 70.

La Figura 8E es similar a la Figura 8B, pero el extremo e interior 208 de la junta conformada 200 incluye una superficie 218 con rebaje que se ajusta a una imagen especular de un perímetro de conejo deseado de la transparencia que se está moldeando. La junta conformada 200 se puede cubrir con un agente de liberación antes de colocarla en una posición tal que, cuando se retira la transparencia del molde 66, las mitades primera y segunda de molde 12, 14 y la junta conformada 200 se retiran, dejando el perímetro de la transparencia con la configuración de borde de conejo definida por la superficie 218 con rebaje del extremo interior 208 de la junta conformada 200.

La Figura 8F muestra el uso de dos juntas conformadas 200 situadas entre la primera y segunda mitades de molde 12, 14. En esta configuración, un artículo 220 puede extenderse al interior de la cámara de molde 62 y mantenerse en su lugar mediante la presión aplicada por las abrazaderas 94 que presionan hacia abajo sobre las juntas conformadas 200. El artículo 220 puede ser, por ejemplo, una banda flexible o rígida, tal como una junta o una malla, que tiene un primer extremo 222 que se extiende dentro de la cámara de molde 62 y se incorporará a la transparencia y un segundo extremo 224 que se extiende fuera del molde 66 y se extenderá hacia fuera alrededor del perímetro de la transparencia. El artículo 220 puede incluir uno o más elementos 226 de sujeción, tales como orificios o ganchos, para ayudar a asegurar la transparencia de un marco de avión.

El molde 10, 66 puede precalentarse antes de inyectar el líquido precursor de polímero. Por ejemplo, el molde 10, 66 puede situarse en un horno. El molde 10, 66 puede precalentarse a una temperatura en el intervalo de 93 °C (200 °F) a 149 °C (300 °F), tal como 121 °C (250 °F) a 135 °C (275 °F). El líquido precursor de polímero puede inyectarse en la cámara de molde 62 dentro del horno o fuera del horno.

Opcionalmente, para el molde 10 a modo de ejemplo mostrado en las Figuras 1 a 3, los elementos calentadores 40 opcionales pueden activarse para calentar las mitades de molde 12, 14 a una temperatura de precalentamiento deseada en lugar de usar un horno.

Además opcionalmente, como se muestra en 9, los moldes 10, 66 pueden calentarse y/o precalentarse usando una camisa calentadora 100. Por ejemplo, la camisa calentadora 100 puede ser una camisa calentadora eléctrica. La camisa calentadora 100 puede tener un interior configurado para ajustarse o rodear al menos una parte del exterior del molde 10, 66.

El líquido precursor de polímero se inyecta en la cámara de molde 62 a través de la entrada del molde 60 (véase la Figura 3). En la amplia práctica de la invención, el líquido precursor de polímero puede ser cualquier líquido precursor de polímero capaz de curarse para formar un panel polimérico de ventana de avión. Ejemplos de materiales precursores de polímero incluyen precursores para polímeros acrílicos, tales como poliacrilatos; polimetacrilatos de alquilo, tales como polimetacrilatos de metilo, polimetacrilatos de etilo y polimetacrilatos de propilo; precursores de poliuretano; precursores de policarbonato; politereftalatos de alquilo, tales como politereftalato de etileno (PET), politereftalatos de propileno, politereftalatos de butileno; polímeros que contienen polisiloxano; o copolímeros de cualquier monómero para preparar estos, o mezclas de los mismos. Por ejemplo, precursores para polímeros de acrílico, policarbonato, poliuretano y/o poliureauretano. En una práctica preferente, el precursor líquido de polímero es un precursor líquido de poliuretano, tal como un precursor líquido de poliureauretano. Un ejemplo de un líquido precursor de poliuretano es el material fabricado por PPG Industries, Inc., con el nombre comercial OPTICOR, que es un material de poliuretano moldeable (descrito en la publicación de Estados Unidos n.º 2013/0095311 A1).

Después de la inyección del líquido precursor de polímero, el molde 10, 66 se calienta a una temperatura y durante un tiempo suficientes para curar el precursor líquido de polímero. Después del curado, el molde 10, 66 se enfría. Por ejemplo, puede dejarse que el molde 10, 66 se enfríe en condiciones ambientales hasta que el molde 10, 66 alcance una temperatura que permita la manipulación segura del molde 10, 66.

Las sujeciones 36 y/o las abrazaderas 94 se retiran. La primera mitad de molde 12 y la segunda mitad de molde 14 se separan. El panel de ventana de avión se retira del molde 10, 66. Por ejemplo, el panel de la ventana se puede retirar con aire comprimido o espátulas de plástico para ayudar a evitar rayar las superficies del panel de ventana de avión. Si fuera necesario, puede retirarse cualquier exceso de material periférico o tapajuntas del panel de ventana de avión.

El panel de ventana de avión resultante tiene superficies principales opuestas (por ejemplo, una primera superficie y una segunda superficie) con una forma final correspondiente a las formas y contornos definidos por la primera superficie de molde 24 y la segunda superficie 50 de molde. No se requiere ninguna etapa adicional de mecanizado, corte o conformado para contornear o conformar adicionalmente las superficies principales opuestas del panel de ventana de avión antes de insertar el panel de ventana en el marco. La configuración del borde o la mayoría de la configuración del borde del panel de la ventana se forma por moldeado, no por mecanizado de las regiones de borde del panel.

Durante el proceso de moldeado, el líquido precursor de polímero puede inyectarse en el molde 10, 66 mientras que el molde 10, 66 está vertical o sustancialmente vertical. Después de la inyección, el molde 10, 66 se puede situarse sobre su parte frontal 22 o posterior 16 para reducir la fuerza hidrostática creada por el líquido precursor de polímero en la cámara de molde 62.

Alternativamente, como se muestra en la Figura 10, el líquido precursor de polímero puede inyectarse en el molde 10, 66 mientras el molde 10, 66 está inclinado, por ejemplo, en un ángulo 102 de inclinación con respecto a una superficie 104 en la que está situado el molde 10, 66. Por ejemplo, El líquido precursor de polímero puede inyectarse en el molde 10, 66 en un ángulo 102 de inclinación en el intervalo de 5° a 70°, tal como 10° a 50°, tal como 15 ° a 45 °, tal como 20° a 40°. Por ejemplo, el ángulo de inclinación 102 puede estar en el intervalo de 20° a 30°. Al inclinar el molde 10, 66 para inyección del líquido precursor de polímero, la presión hidrostática desarrollada en el fondo de la cámara de molde 62 se reduce. Esto reduce la fuerza dirigida hacia fuera causada por la presión hidrostática que empuja la primera mitad de molde 12 y la segunda mitad de molde 14 entre sí.

Opcionalmente, como se muestra en la Figura 11, el molde 10, 66 puede situarse en un baño de líquido 106. A medida que el líquido precursor de polímero 123 se inyecta en la cámara de molde 62, el nivel 108 del líquido 109 en el baño 106 puede controlarse de manera que el nivel 108 del líquido 109 en el baño 106 corresponda o corresponda sustancialmente al nivel 110 del líquido precursor de polímero 123 en la cámara de molde 62. La presión hidrostática dirigida hacia dentro del líquido 109 en el baño 106 que presiona contra las mitades de molde 12, 14 contrarresta la presión hidrostática dirigida hacia fuera causada por la columna de líquido precursor de polímero 123 en la cámara de molde 62. Esto ayuda a evitar que las primera y segunda mitades de molde 12, 14 se separen. Ejemplos de líquidos 109 para uso en el baño de líquido 106 incluyen la familia de plastificantes Benzoflex, disponible comercialmente en SpecialChem SA de París, Francia. En este ejemplo de la invención, las partes inferiores de las mitades de molde no necesitan estar más juntas para compensar las fuerzas hidrostáticas ya que la presión del líquido 109 en el baño 106 puede proporcionar dicha compensación. Además o alternativamente, las partes inferiores de las mitades de molde no necesitan ser más gruesas como se describió anteriormente. Además, el líquido 109 puede calentarse para calentar el molde 10, 66 y el líquido dentro del molde 10, 66.

Como se muestra en la Figura 12, la temperatura del molde 10, 66 puede controlarse selectivamente durante el proceso de curado situando el molde 10, 66 en un baño de fluido 112 de temperatura controlada. El fluido 113 en el baño de fluido 112 puede estar en comunicación de flujo con un calentador 114 de recirculación. El baño de fluido 112 puede ser el mismo que el baño de líquido 106 descrito anteriormente con respecto a la Figura 11. Alternativamente, el baño de fluido 112 puede ser un baño diferente al baño de líquido 106. Por ejemplo, el baño de fluido 112 puede ser un baño separado en el que se sitúa el molde 10, 66 antes, durante o después del llenado con el líquido precursor de polímero.

Como se muestra en la Figura 13, la primera mitad de molde 12 y la segunda mitad de molde 14 pueden situarse entre dos soportes rígidos 116, 118 durante la inyección del líquido precursor de polímero y/o durante el proceso de curado. Un material elastomérico 120 se sitúa entre las partes posteriores 16 de las mitades de molde 12, 14 y los soportes 116, 118. A medida que el molde 10, 66 se llena con el líquido precursor de polímero, la presión hidrostática causada por la columna de líquido precursor de polímero empuja hacia afuera contra las mitades de molde 12, 14. Las mitades de molde 12, 14 presionan hacia afuera contra el material elastomérico 120 confinado entre las partes posteriores 16 de molde y los soportes 116, 118. El material elastomérico 120 actúa como tampón o amortiguador para proporcionar una fuerza de compresión dirigida hacia adentro para contrarrestar o amortiguar la fuerza de presión hidrostática dirigida hacia afuera. Esto ayuda a mantener las mitades de molde 12, 14 a la distancia separada deseada.

La Figura 14 ilustra un método de moldeado usando mitades de molde 12, 14 con superficies de molde 24, 50 deformables. Antes de llenar con el precursor de polímero líquido 123, las superficies de molde 24, 50 están en una primera posición 122 (Figura 14A) que define una primera forma o contorno. Esta primera forma no se ajusta a la forma final deseada del panel de ventana de avión. A medida que se añade el precursor de polímero 123 líquido al molde 10, 66, la presión hidrostática causada por la columna de líquido precursor de polímero 123 hace que las superficies de molde 24, 50 se desvíen o deformen a una segunda posición 124 (Figura 14B) que define una segunda forma o contorno. Las segundas formas de las superficies de molde 24, 50 en la segunda posición 124 corresponden a la forma final deseada de las superficies del panel de ventana de avión.

Puede usarse análisis de elementos finitos (FEA) para calcular las formas de las superficies de molde 24, 50 necesarias para que las superficies de molde 24, 50 se desvíen de la primera posición 122 a la segunda posición 124. FEA es un proceso iterativo en el que se calcula la desviación de la superficie de molde, se modifican las superficies de molde 24, 50, se determina la desviación de las superficies de molde modificadas, se modifican nuevamente las superficies de molde, etc., hasta que las formas calculada y deseada de las superficies de molde 24, 50 estén dentro de un valor aceptable.

Un ejemplo de montaje de moldeado 126 continuo de panel de ventana de avión se muestra esquemáticamente en las Figuras 15 y 16. El montaje de moldeado 126 continúa incluye un sistema transportador 128 que tiene al menos una pista transportadora 130. El montaje de moldeado 126 comprende preferentemente una pluralidad de pistas transportadoras 130 que tiene un primer extremo 132 (extremo de entrada) y un segundo extremo 134 (extremo de salida). Las pistas transportadoras 130 pueden ser, por ejemplo, transportadores de rodillos convencionales. Las pistas transportadoras 130 se extienden a través de una cámara calentadora 136. La cámara calentadora 136 puede ser un horno convencional.

La cámara calentadora 136 puede ser una cámara calentadora estacionaria 136. Alternativamente, la cámara calentadora 136 puede ser móvil, por ejemplo, recíprocamente, la cámara calentadora 136. Por ejemplo, la cámara calentadora 136 se puede soportar en un dispositivo 138 de movimiento, tal como ruedas, rodillos, o raíles. O, la cámara calentadora 136 puede está suspendida de un soporte superior móvil.

Cuando la cámara calentadora 136 es una cámara calentadora estacionaria 136, los moldes 10, 66 se inyectan con un líquido precursor de polímero de cualquier manera descrita anteriormente. Por ejemplo, la inyección puede tener lugar en un horno situado cerca de los primeros extremos 132 de las pistas transportadoras 130. Los moldes 10, 66 pueden transportarse entonces a y situarse sobre las pistas transportadoras 130 en o cerca de los primeros extremos 132. Opcionalmente, los moldes 10, 66 pueden situarse primero sobre las pistas transportadoras 130 y luego inyectarse con el líquido precursor de polímero.

Las pistas transportadoras 130 transportan los moldes 10, 66 a través de la cámara calentadora 136. La velocidad de las pistas transportadoras 130 puede ajustarse para proporcionar un tiempo de residencia deseado para los moldes 10, 66 en la cámara calentadora 136 suficiente para que el líquido precursor de polímero se cure.

A medida que los moldes 10, 66 salen de la cámara calentadora 136, comienzan a enfriarse. Este enfriamiento puede ser enfriamiento por aire ambiente y/o enfriamiento forzado, tal como mediante ventiladores o sopladores. La longitud de las pistas transportadoras 130 puede configurarse para proporcionar un tiempo suficiente para que los moldes 10, 66 alcancen la temperatura deseada antes de que lleguen al segundo extremo 134 de las pistas transportadoras 130. Alternativamente, los moldes 10, 66 pueden retirarse de las pistas transportadoras 130 después de que salgan de la cámara calentadora 136 y pueden transportarse a otra ubicación para su enfriamiento.

Cuando la cámara calentadora 136 es una cámara calentadora móvil 136, los moldes 10, 66 pueden llenarse y situarse sobre las pistas transportadoras 130 como se describió anteriormente. La cámara calentadora 136 puede transportarse entonces (o moverse recíprocamente) a lo largo de las pistas transportadoras 130 (mientras que las pistas transportadoras 130 no se mueven). La velocidad de movimiento de la cámara calentadora 136 puede controlarse de tal manera que los moldes estacionarios 10, 66 estén dentro de la cámara calentadora 136 durante un tiempo suficiente para que el líquido precursor de polímero se cure. Después de que la cámara calentadora 136 pase un molde 10, 66, el molde 10, 66 puede dejarse sobre la pista transportadora 130 durante un tiempo suficiente para enfriarse a la temperatura deseada. Alternativamente, el molde 10, 66 puede retirarse de la pista transportadora 130 y transportarse a otra ubicación para su enfriamiento.

Además o alternativamente a la cámara calentadora 136, los moldes 10, 66 pueden ser moldes calentados individualmente como se describió anteriormente.

Como se entenderá a partir de la discusión anterior, el uso del molde de la presente invención en métodos y aparatos permite que se moldee a la forma un panel de ventana de avión de forma tal que se requiera poco o ningún procesamiento posterior a la formación. Por "moldeado a la forma" se entiende que el material para hacer el panel de ventana se inyecta en un molde 10, 66 de modo que al curarse, el panel de ventana moldeado tiene las características deseadas (por ejemplo, forma/contorno de las superficies principales del panel de ventana y/o la estructura periférica deseada del borde y/u otras características, tales como orificios de igualación de presión) de

modo que se requieran pocas o ninguna etapa adicionales de fabricación (tales como fresado, pulido, corte o perforación) para la incorporación del panel de ventana a una ventana de avión. El panel de ventana moldeado está esencialmente en su forma final deseada cuando sale del molde 10, 66 y está listo para su incorporación a la ventana del avión.

En los ejemplos anteriores, el líquido precursor de polímero se inyectó en una cámara de molde 62 entre dos superficies de molde 24, 50 conformadas. En otro aspecto, el líquido precursor de polímero puede inyectarse en el espacio entre dos láminas de polímero separadas. Las láminas de polímero pueden ser, por ejemplo, láminas de poliuretano o policarbonato. El polímero formado mediante el líquido precursor de polímero curado conecta las láminas de polímero para formar una estructura laminada.

En los métodos anteriores, el molde 10, 66 se llenó desde la parte superior. Es decir, el molde 10, 66 se situó de tal manera que la entrada 60 se ubicara en la parte superior del molde 10, 66. El fluido que se añade al molde 10, 66 podría fluir bajo la influencia de la gravedad al molde 10, 66. O, el fluido puede inyectarse a presión, tal como por aire presurizado, en el molde 10, 66. En otro aspecto de la invención, el molde 10, 66 se puede situarse de manera que la entrada 60 esté en a parte inferior del molde 10, 66. El líquido precursor de polímero puede inyectarse en la cámara de molde 62 usando un sistema de vacío o un sistema de asistencia de presión. Alternativamente, el molde 10, 66 puede situarse de tal manera que la entrada 60 esté en el lado del molde 10, 66.

La Figura 17 ilustra un panel de ventana 150 a modo de ejemplo hecho usando el molde según la invención. El panel de ventana 150 incluye un área 152 de visualización central y un borde periférico exterior 154 que tiene una forma compleja 156. Por "forma compleja" 156 se entiende una forma con bordes y/o contornos y/o curvas. Tales formas complejas están presentes normalmente para acoplar un marco para mantener el panel de ventana 150 en su lugar durante la operación del avión. En la Figura 18 se muestran ejemplos de formas complejas 156 que se pueden formar usando el molde según la invención. Las formas complejas 156 mostradas en la Figura 18 son simplemente a modo de ejemplo y no son exhaustivas de las formas complejas 156 que pueden formarse según la invención. En la práctica de la invención, tales formas complejas 156 pueden formarse en el panel de ventana 150 durante el proceso de moldeado. Esto reduce o elimina tener que cortar o mecanizar formas complejas 156 en la periferia del panel de ventana 150, como se ha hecho en métodos de fabricación anteriores sin moldeado.

Los expertos en la técnica apreciarán fácilmente que se pueden realizar modificaciones de la invención sin apartarse de los conceptos divulgados en la anterior descripción. Por consiguiente, los aspectos particulares descritos con detalle en el presente documento son solo ilustrativos y no limitantes de la invención que se define mediante el ámbito de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un molde (10, 66) para moldear un panel polimérico de ventana de avión (150), que comprende:

una primera mitad de molde (12), que comprende una primera superficie de molde (24); y
una segunda mitad de molde (14), que comprende una segunda superficie de molde (50),

en donde la primera superficie de molde (24) y/o la segunda superficie de molde (50) tienen una forma que se ajusta a una forma final para superficies principales opuestas de un panel de ventana de avión (150), **caracterizado por que** hay situado un revestimiento de vidrio de manera retirable sobre la primera superficie de molde y/o la segunda superficie de molde.

2. El molde (10, 66) de la reivindicación 1, en el que la primera mitad de molde (12) y/o la segunda mitad de molde (14) comprenden láminas metálicas laminadas, hidroformadas o estampadas.

3. El molde (10, 66) de las reivindicaciones 1 o 2, en el que la primera superficie de molde (24) y/o la segunda superficie de molde (50) comprenden láminas metálicas laminadas, hidroformadas o estampadas.

4. El molde (10, 66) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la primera mitad de molde (12) y/o la segunda mitad de molde (14) comprenden acero inoxidable o aluminio, preferentemente acero inoxidable.

5. El molde (10, 66) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la primera superficie de molde (24) y/o la segunda superficie de molde (50) tienen una rugosidad superficial no mayor de 10 nm.

6. El molde (10, 66) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la primera superficie de molde (24) y/o la segunda superficie de molde (50) incluyen una región grabada (78).

7. El molde (10, 66) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la primera mitad de molde (12) comprende un primer reborde (26) que tiene un borde periférico (214), en donde la segunda mitad de molde (14) comprende un segundo reborde (52) que tiene un borde periférico (216), y en donde el primer reborde (26) y el segundo reborde (52) están libres de pistas de junta.

8. El molde (10, 66) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que incluye una junta conformada (200) situada entre el borde periférico (214) de la primera mitad de molde (12) y el borde periférico (216) de la segunda mitad de molde (14).

9. El molde (10, 66) de la reivindicación 8, en el que la junta conformada (200) comprende un extremo exterior (202), un extremo interior (208), un par de ranuras opuestas (204, 206) cerca del extremo exterior (202), y un par de superficies planas opuestas (210, 212) cerca del extremo interior (208).

10. El molde (10, 66) de la reivindicación 9, en el que el borde periférico (214) de la primera mitad de molde (12) acopla una de las ranuras (204) y el borde periférico (216) de la segunda mitad de molde (14) acopla la otra ranura (206).

11. El molde (10, 66) de las reivindicaciones 9 o 10, en el que el extremo interior (208) de la junta conformada (200) comprende una cara plana.

12. El molde (10, 66) de las reivindicaciones 9 o 10, en el que el extremo interior (208) de la junta conformada (200) comprende una superficie con rebaje (218).

13. El molde (10, 66) de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, en el que un ancho (x) del extremo exterior (202) de la junta conformada (200) es mayor que un ancho (y) del extremo interior (208) de la junta conformada (200).

14. El molde (10, 66) de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, que incluye una pluralidad de abrazaderas (94), en donde las abrazaderas (94) están configuradas para aplicar una fuerza de sujeción en la primera mitad de molde (12) y la segunda mitad de molde (14) sobre las superficies planas (210, 212).

15. El molde (10, 66) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, que incluye un artículo (220) que tiene una parte interior que se extiende dentro del molde (10, 66) y una parte exterior que se extiende fuera del molde (10, 66).

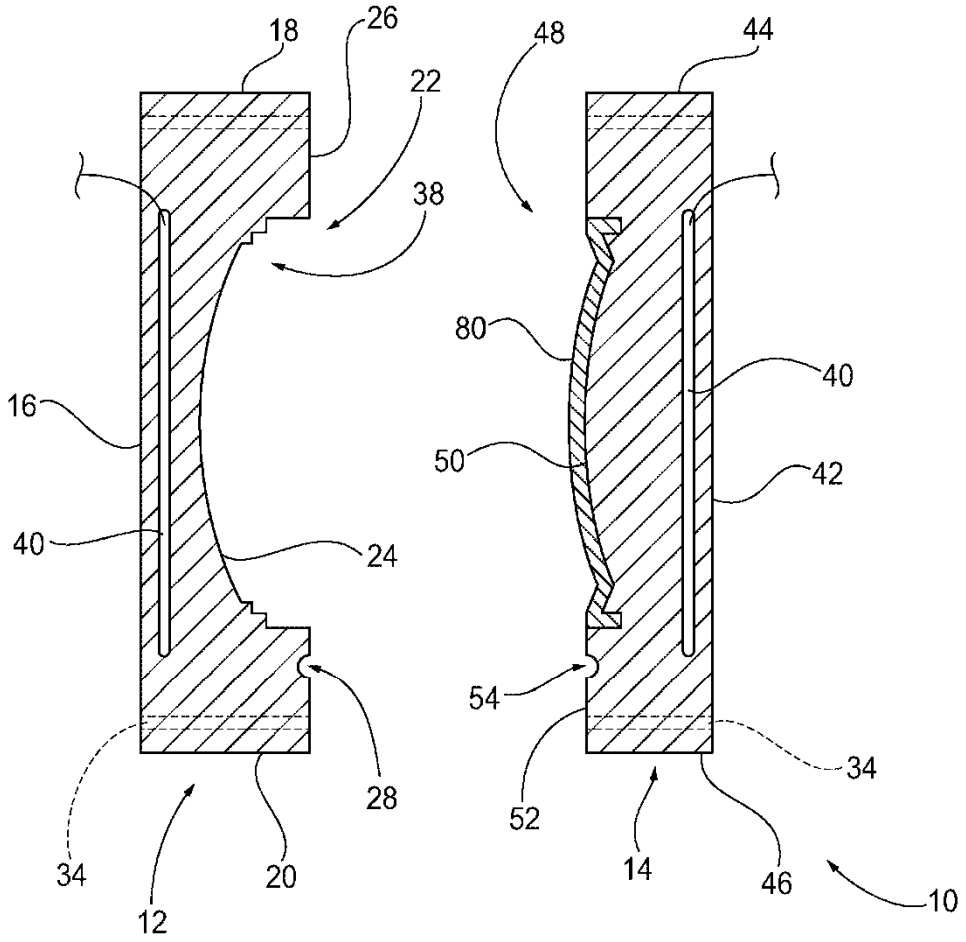

FIG. 1

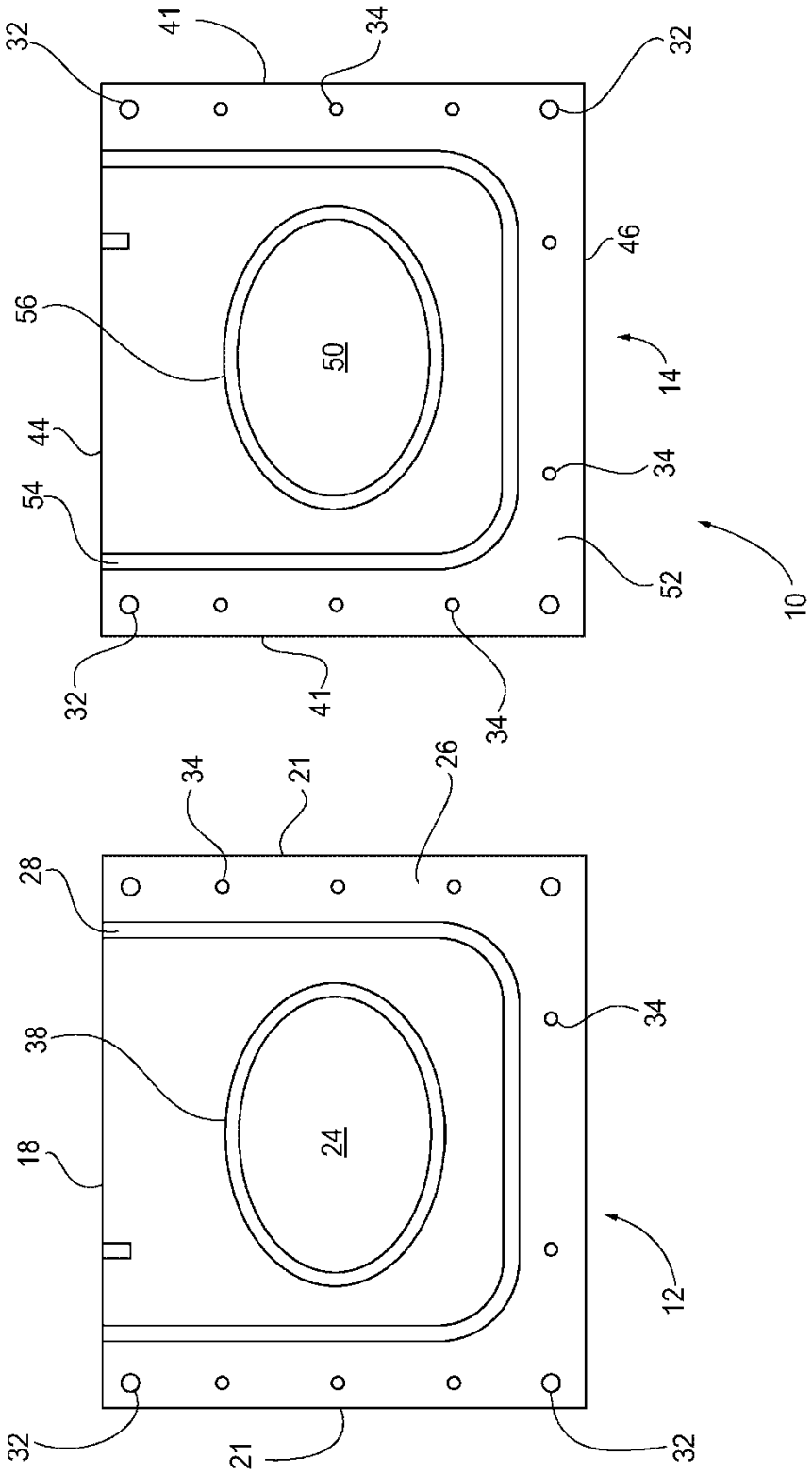
32
41
34
32
46
56
50
14
44
34
54
52
10
32
41
34
34
21
26
28
34
38
24
18
12
32
21
32

FIG. 2

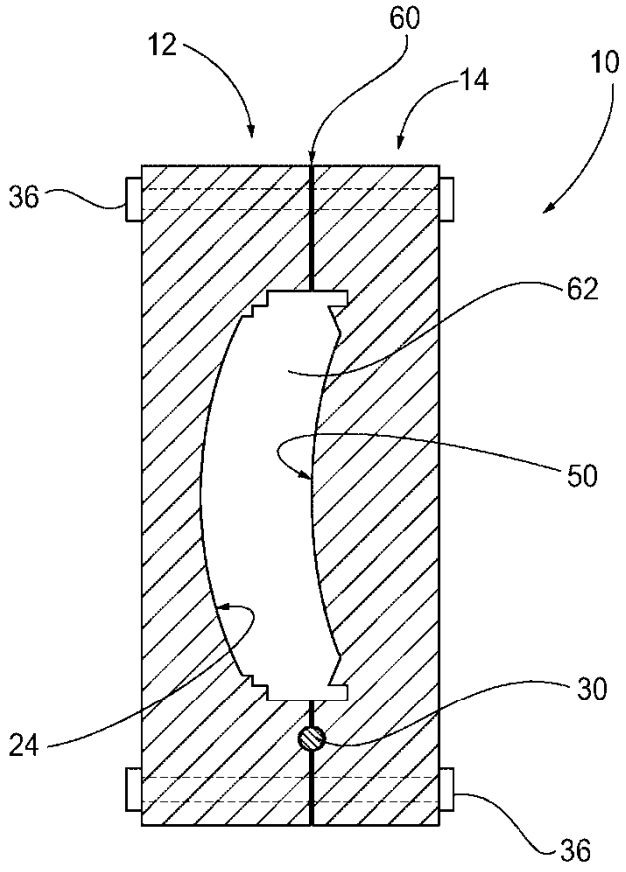

FIG. 3

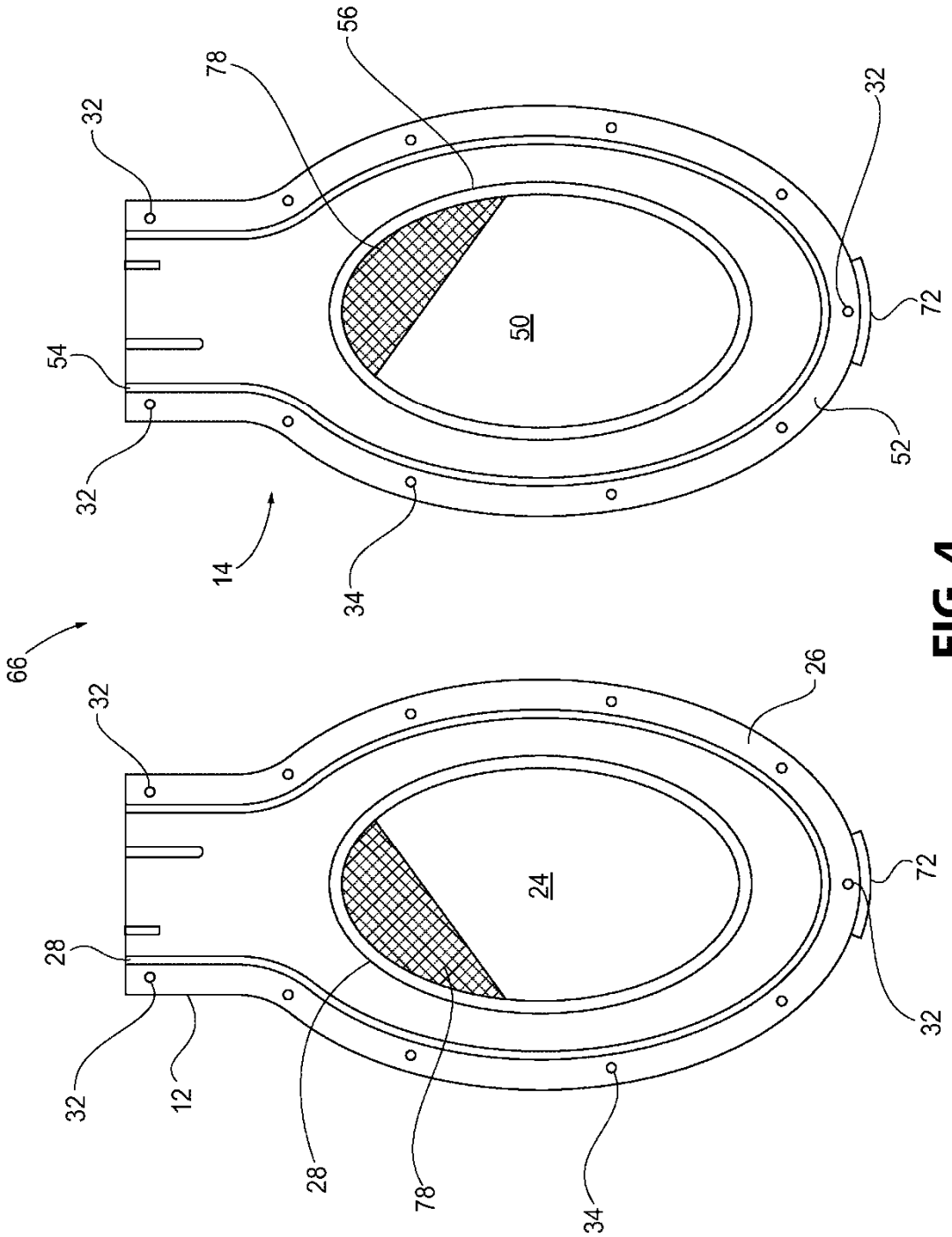

FIG. 4

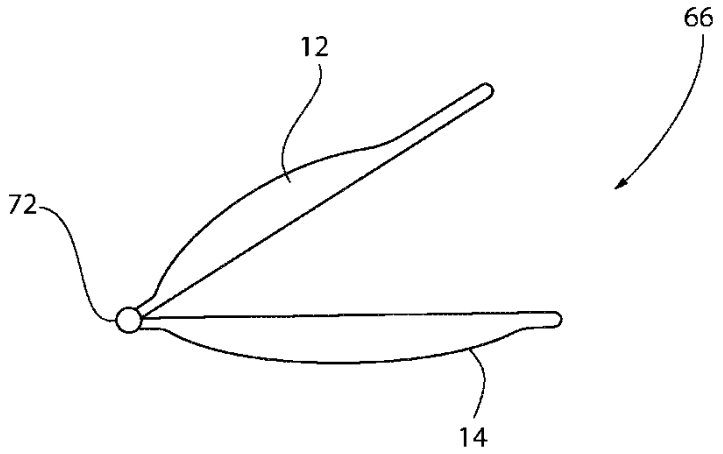

FIG. 5A

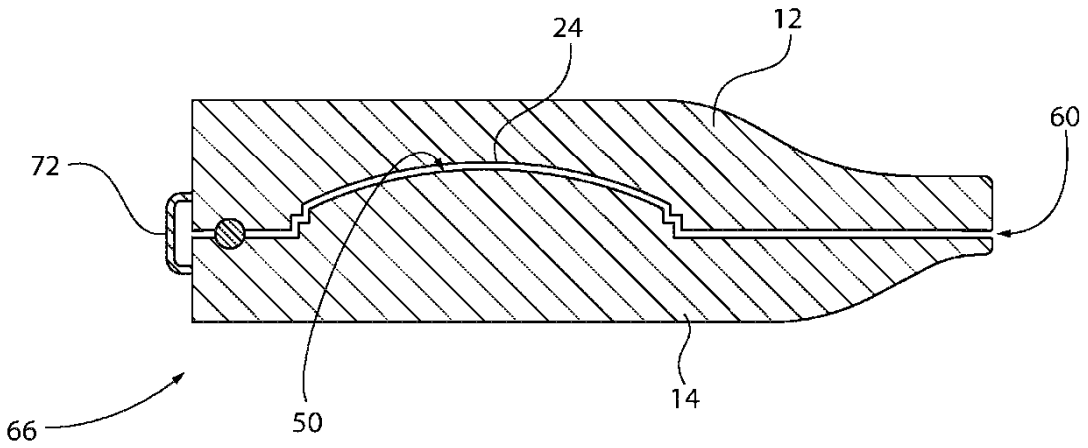

FIG. 5B

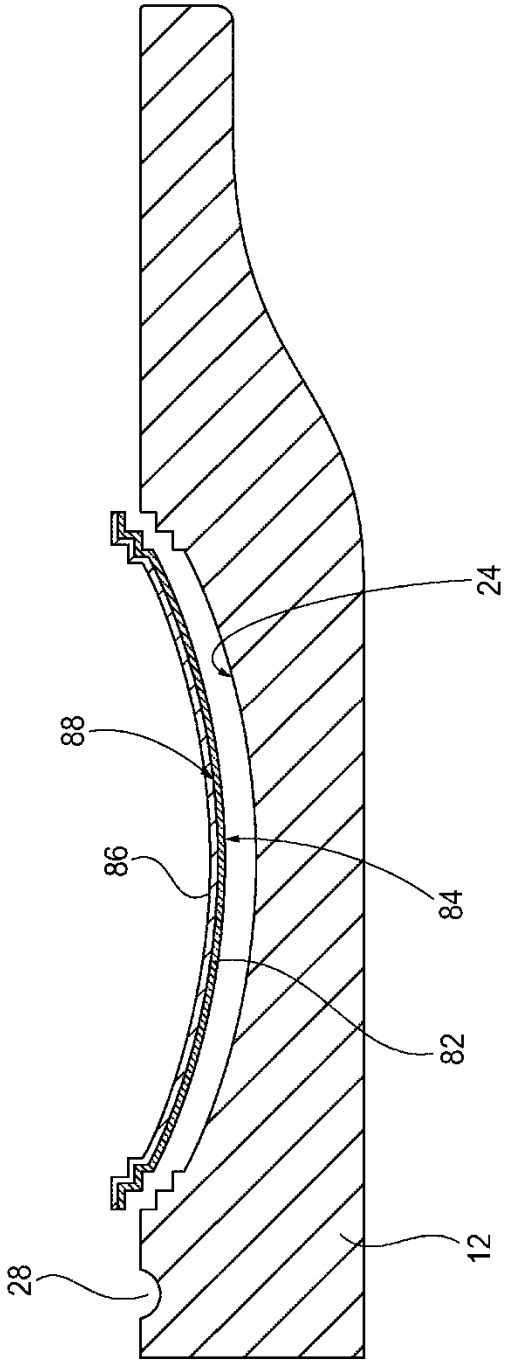

FIG. 6

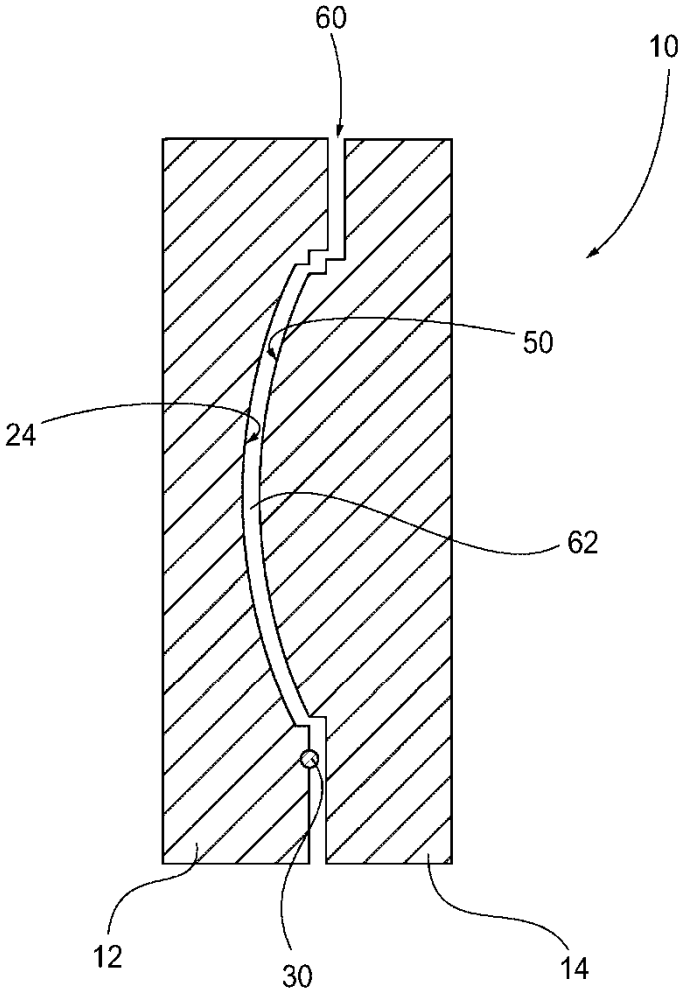

FIG. 7

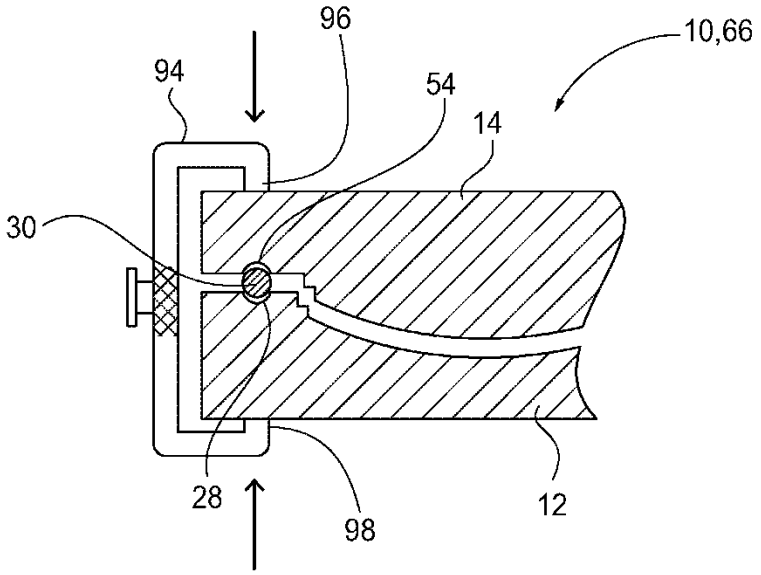
96
10,66
94
54
14
30
28
98
12

FIG. 8A

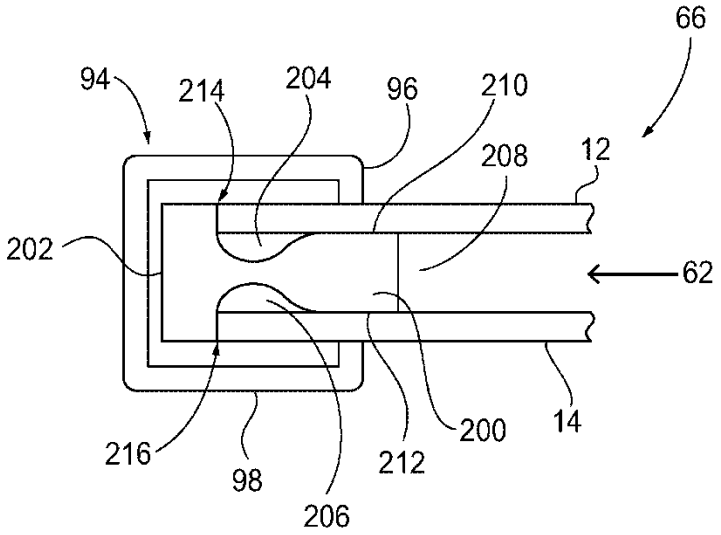
66
94
214
204
96
210
208
12
202
62
216
98
206
212
200
14

FIG. 8B

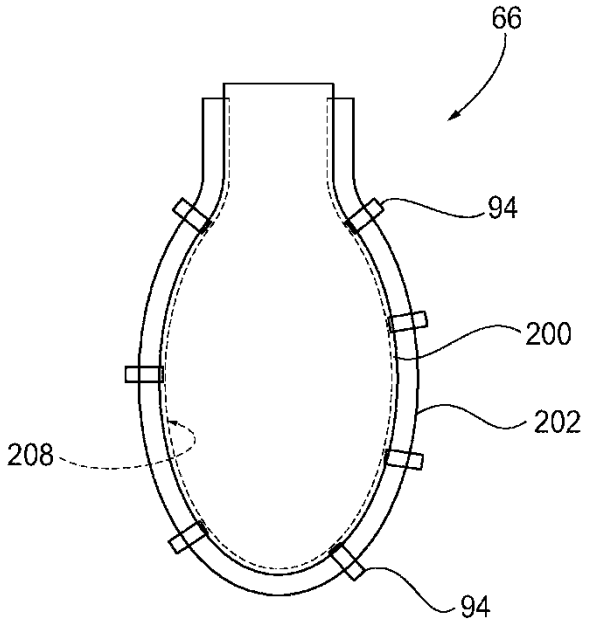

FIG. 8C

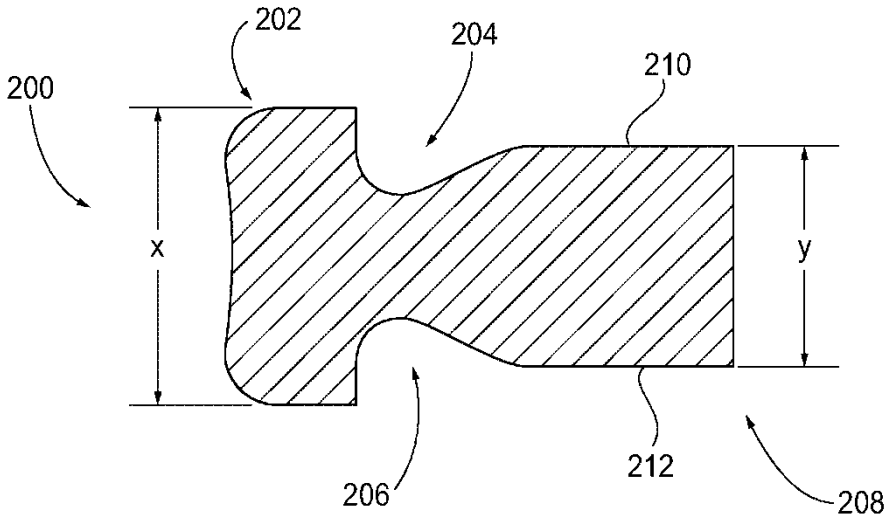

FIG. 8D

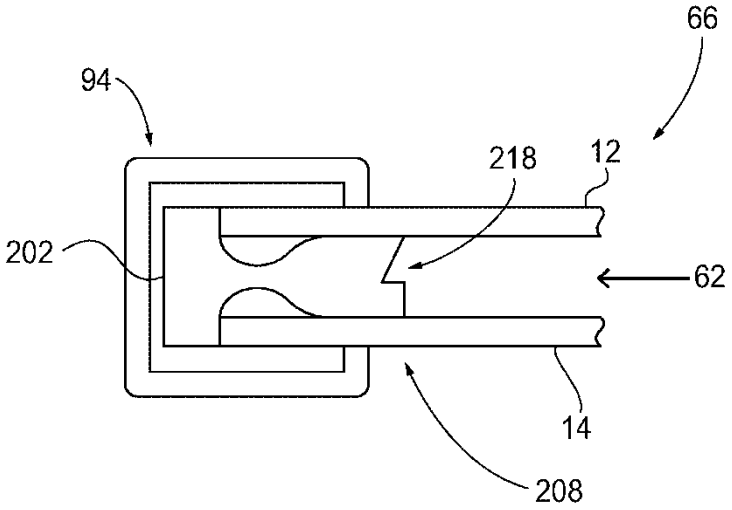

FIG. 8E

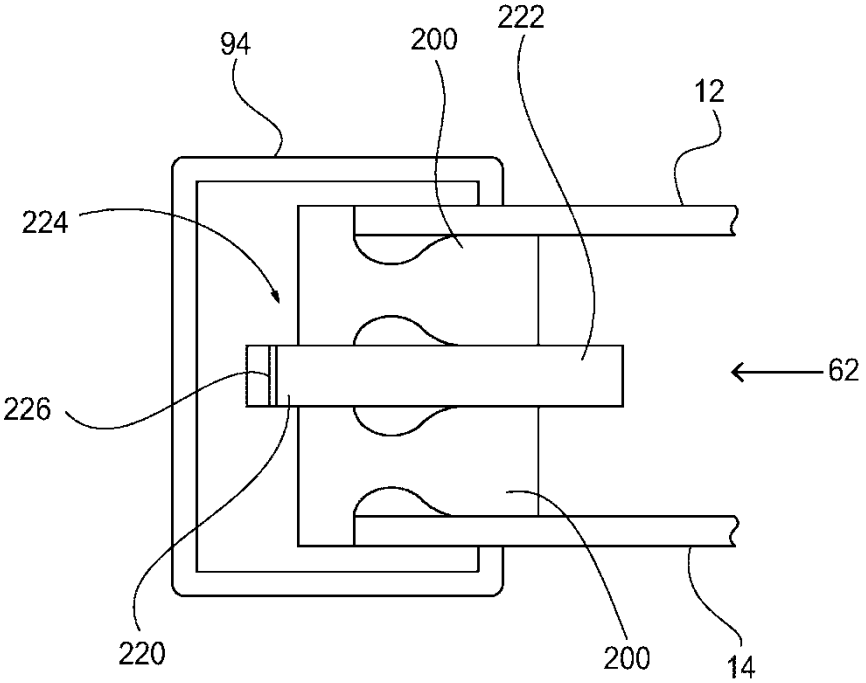

FIG. 8F

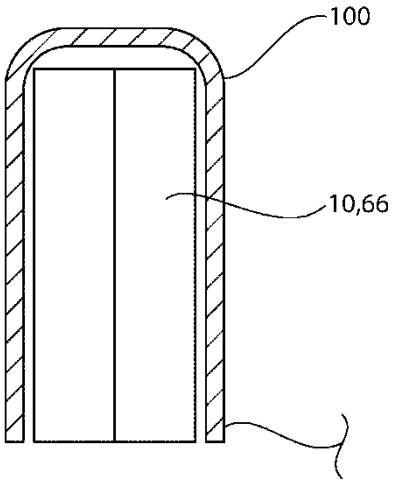

FIG. 9

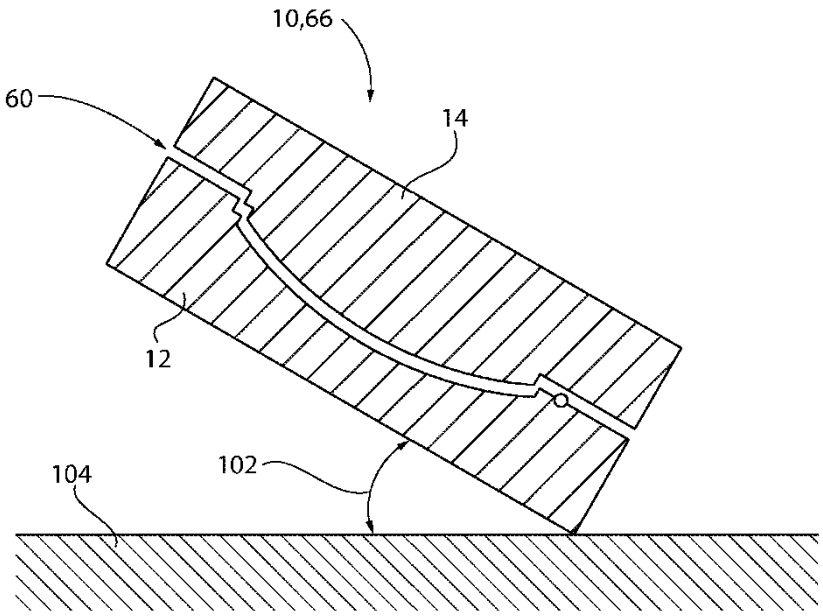

FIG. 10

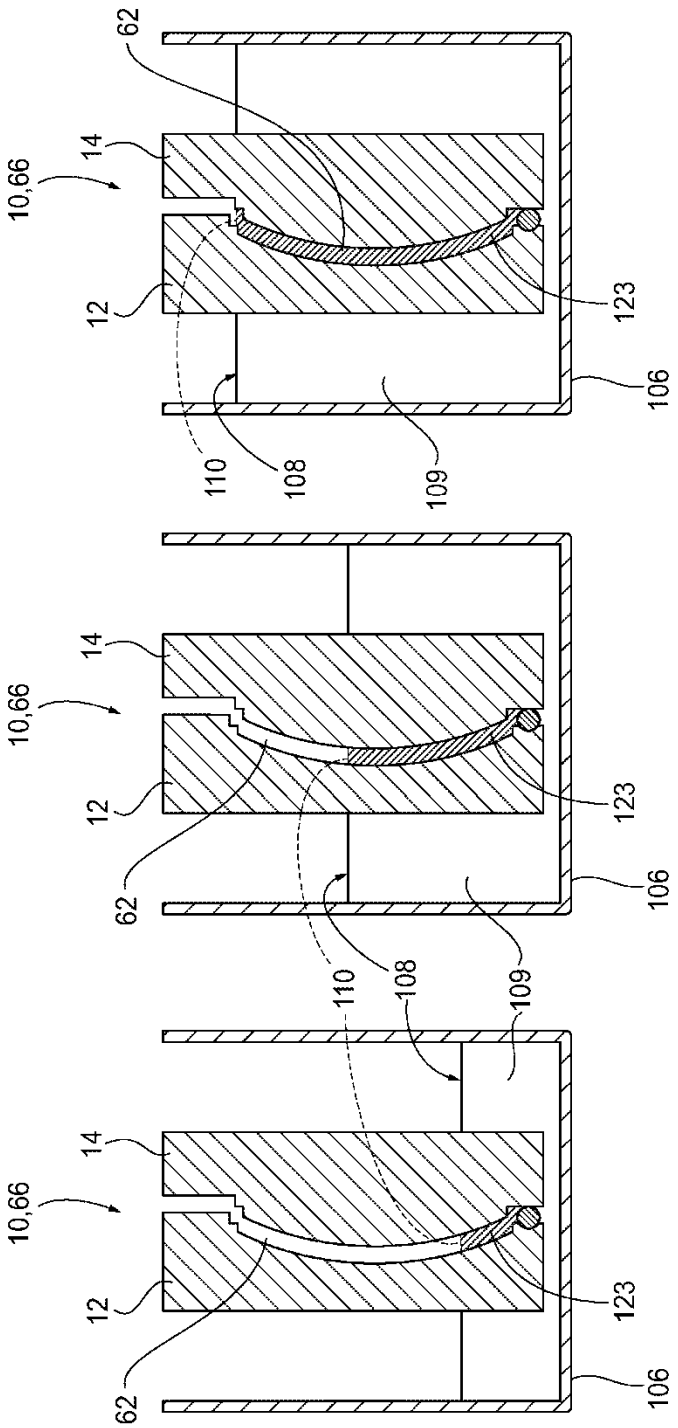

FIG. 11

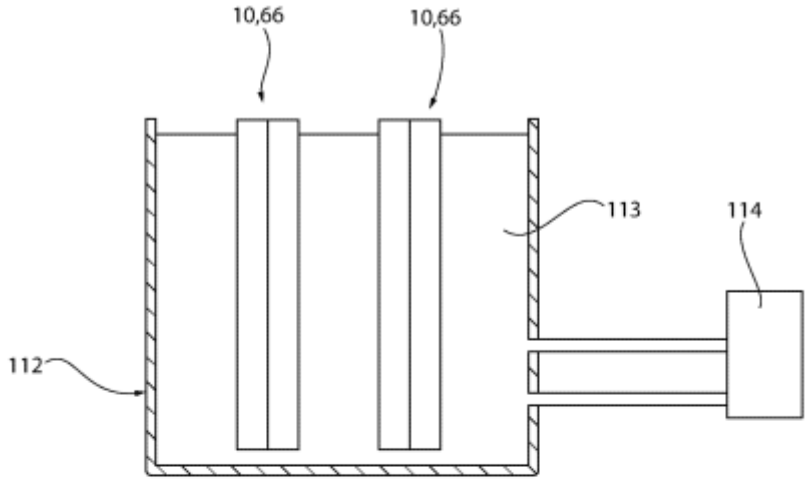

FIG. 12

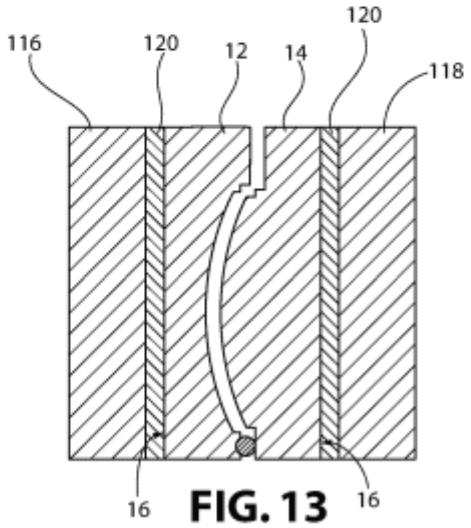

FIG. 13

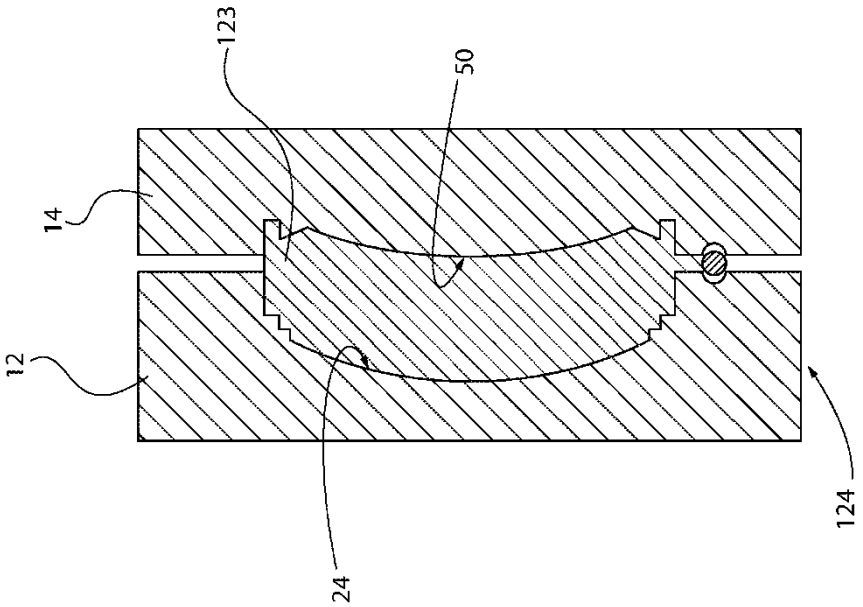

FIG. 14B

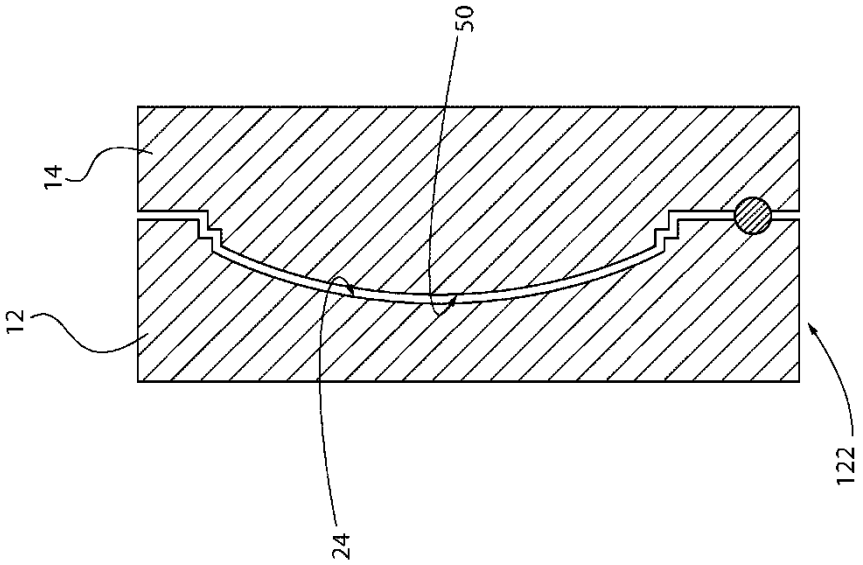

FIG. 14A

FIG. 14

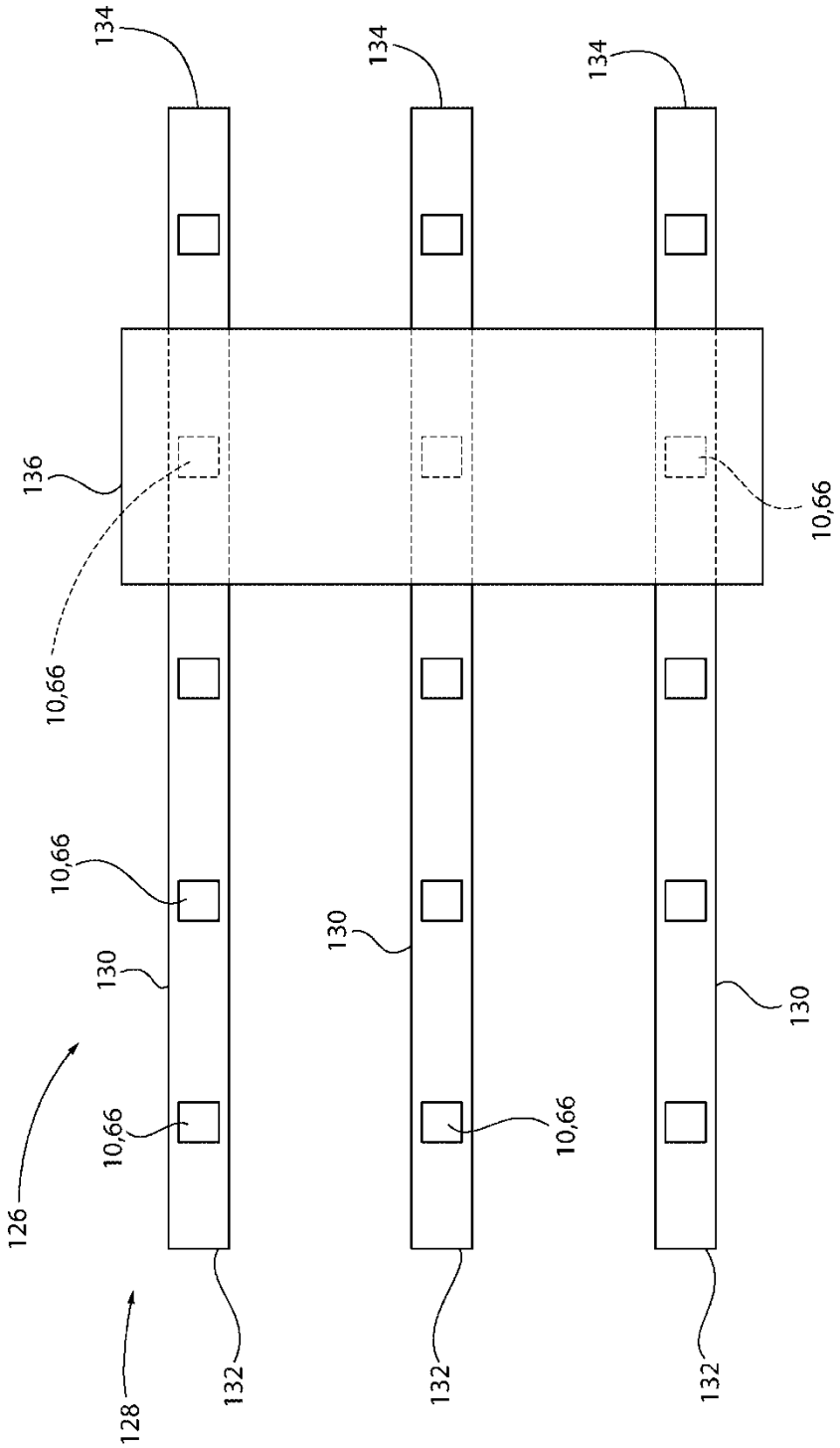

FIG. 15

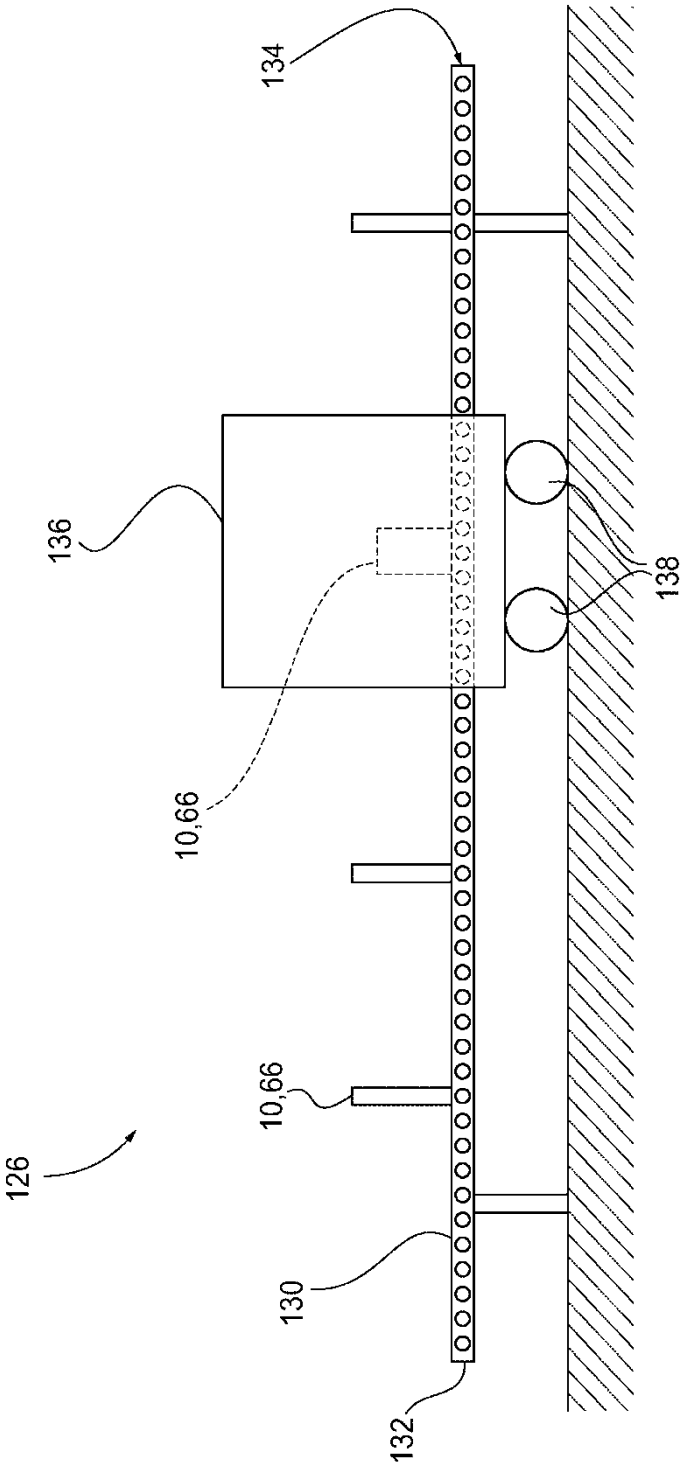

FIG. 16

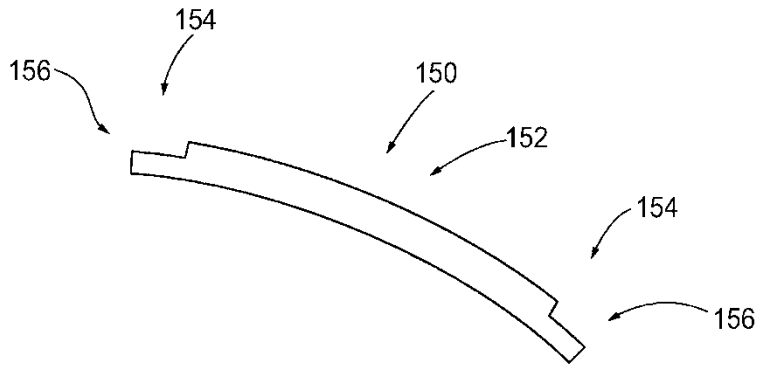

FIG. 17

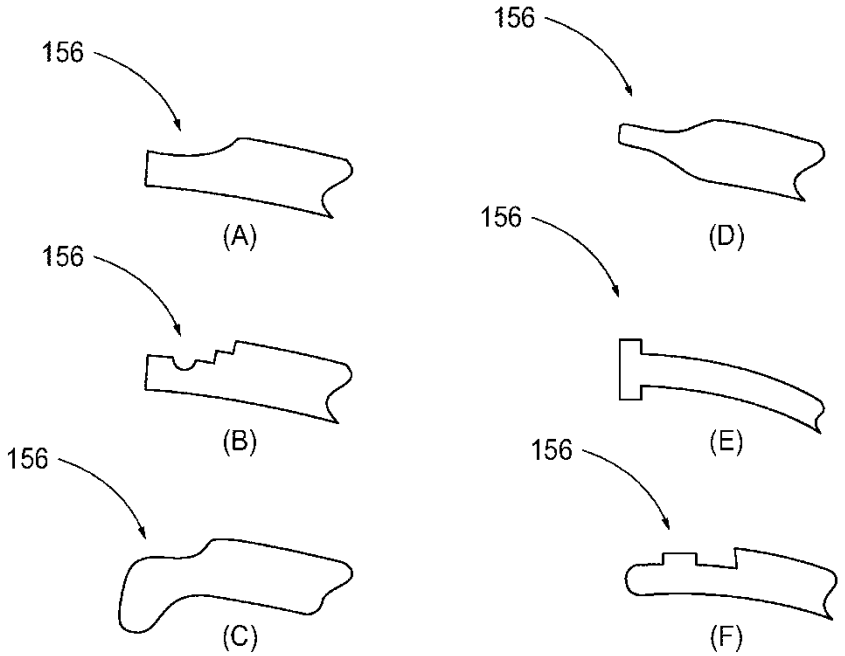

FIG. 18