

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 787 673**

51 Int. Cl.:

H02S 40/22 (2014.01)

F24S 23/71 (2008.01)

F24S 23/79 (2008.01)

G02B 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.05.2015 PCT/CA2015/050486**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.12.2015 WO15179981**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.05.2015 E 15799585 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.04.2020 EP 3149846**

54 Título: **Concentrador solar**

30 Prioridad:
29.05.2014 US 201462004537 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.10.2020

73 Titular/es:
**1930106 ONTARIO LIMITED (100.0%)
1807 Lasalle Boulevard
Sudbury ON P3A 2A3, CA**

72 Inventor/es:
**AMJAD, MALIK;
DELSAUT, JAMES;
LEDUC, GILLES y
LEDUC, KELSEY**

74 Agente/Representante:
SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 787 673 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

Concentrador solar

5 Campo técnico

La tecnología actual se refiere generalmente a la energía solar y, en particular, a un concentrador solar para un sistema de energía solar.

10 Antecedentes de la Invención

Los concentradores solares son dispositivos que aumentan la eficiencia de la energía solar al concentrar los rayos solares mediante espejos parabólicos o lentes de Fresnel. Una buena revisión de los concentradores solares es presentada por Ari Rabl en "Comparison of Solar Concentrators", Energía solar, vol. 18, págs. 93-111.

15 Con la creciente importancia de la energía solar, nuevas mejoras en la tecnología del concentrador solar siguen siendo altamente deseables. En particular, un diseño que permita que los conjuntos de lentes se empaquen en una disposición más eficiente en cuanto al espacio sería altamente deseable.

20 El documento US 2012/042949 A1 describe un aparato, que incluye una célula fotovoltaica y un reflector primario cóncavo configurado para enfocar una primera porción de radiación entrante hacia un punto focal. El aparato también incluye un reflector secundario, que se coloca entre el reflector primario cóncavo y el punto focal para dirigir la radiación enfocada hacia la célula fotovoltaica, y que tiene una abertura central alineada con la célula fotovoltaica. El aparato incluye además un concentrador de transmisión, posicionado para enfocar una segunda porción de la radiación entrante a través de la
25 abertura central sobre la célula fotovoltaica.

Resumen

30 La invención se refiere a un concentrador solar para un sistema de energía solar, el concentrador solar comprende: cuatro reflectores parabólicos primarios fuera de eje de cuarto de sección que definen un espejo primario para reflejar la luz incidente; cuatro reflectores parabólicos secundarios de cuarto de sección fuera del eje que definen un espejo secundario para recibir luz reflejada desde los reflectores parabólicos primarios de cuarto de sección fuera del eje; cuatro concentradores paraboloides compuestos para recibir luz reflejada desde los reflectores parabólicos secundarios de cuarto de sección fuera del eje; y una carcasa para sostener los reflectores parabólicos fuera del eje primario y secundario,
35 así como los cuatro concentradores paraboloides compuestos.

En general, un concentrador solar que actúa como un concentrador solar tiene un reflector parabólico primario fuera del eje, un reflector parabólico secundario fuera del eje y un concentrador paraboloide compuesto (CPC). Los reflectores fuera del eje son reflectores de cuarto de sección que permiten un empaque que ahorra espacio.

40 Un aspecto inventivo de la descripción es un concentrador solar, es decir, un conjunto de lente de concentración de luz para un sistema de energía solar, el conjunto comprende cuatro reflectores parabólicos primarios de cuarto de sección fuera del eje para reflejar la luz incidente, cuatro reflectores parabólicos secundarios de cuarto de sección fuera del eje para recibir la luz reflejada desde el reflector parabólico primario de cuarto de sección fuera del eje, cuatro concentradores paraboloides compuestos (CPC) para recibir la luz reflejada desde los reflectores parabólicos primarios de cuarto de sección fuera del eje y una carcasa para sostener los reflectores parabólicos primarios y secundarios fuera del eje, así como el CPC.
45

La invención es aplicable con un conjunto de lente de concentración de luz de múltiples unidades para un sistema de energía solar, el conjunto comprende para cada unidad de una pluralidad de unidades empaquetadas juntas: un reflector parabólico primario de cuarto de sección fuera del eje para reflejar la luz incidente, un reflector parabólico secundario de cuarto de sección fuera del eje para recibir la luz reflejada desde el reflector parabólico primario de cuarto de sección fuera del eje, un concentrador paraboloide compuesto (CPC) para recibir la luz reflejada desde el reflector parabólico secundario de cuarto de sección fuera del eje, y una carcasa para sostener los reflectores parabólicos primario y secundario fuera del eje, así como el CPC. Cuatro unidades se empaquetan juntas de manera que los reflectores parabólicos primario y secundario de cuarto de sección fuera del eje de cada unidad se apoyan en los reflectores parabólicos primario y secundario de cuarto de sección fuera del eje de dos unidades adyacentes.
50
55

Otros aspectos de la presente invención se describen a continuación en relación con los dibujos adjuntos.

60 Este resumen se proporciona para resaltar ciertos aspectos inventivos significativos, pero no pretende ser una definición exhaustiva o limitante de todos los aspectos inventivos de la descripción. Se pueden describir otros aspectos inventivos en la descripción detallada y los dibujos.

65 Breve descripción de las Figuras

Características y ventajas adicionales de la presente tecnología serán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada, tomada en combinación con los dibujos adjuntos, en los cuales:

- La Figura 1 representa cuatro vistas de un conjunto de lente de concentración de luz de acuerdo con una modalidad de la presente invención;
- 5 La Figura 2 representa gráficos de distribución de energía a varias distancias desde la salida del CPC para el conjunto de lente de concentración de luz representado en la Figura 1;
- La Figura 3 es una vista isométrica del conjunto de lente de concentración de luz representado en la Figura 1;
- La Figura 4 representa una modalidad de un conjunto de lente de concentración de luz de múltiples unidades y eficiente en espacio;
- 10 La Figura 5 representa otra modalidad de un conjunto de lente de concentración de luz de múltiples unidades y eficiente en espacio en el que los reflectores se agrupan en grupos de cuatro unidades;
- La Figura 6 es una vista isométrica del conjunto de lente de concentración de luz de múltiples unidades y eficiente en espacio de la Figura 5;
- La Figura 7 representa una unidad de cuatro espejos;
- 15 La Figura 8 es una vista isométrica de una unidad de cuatro espejos;
- La Figura 9 es una vista isométrica trasera de la unidad de cuatro espejos;
- La Figura 10 son vistas laterales de la unidad de cuatro espejos;
- La Figura 11 representa la estructura de montaje del CPC;
- La Figura 12 representa la mitad de la estructura de montaje del CPC;
- 20 La Figura 13 representa un espejo secundario de tipo cuádruple;
- La Figura 14 representa un espejo primario de tipo cuádruple;
- La Figura 15 es una vista isométrica del conjunto de lente de tipo cuádruple;
- La Figura 16 es una vista en sección transversal del conjunto de la Figura 15;
- La Figura 17 es una vista lateral del conjunto de la Figura 15;
- 25 La Figura 18 es una vista despiezada del conjunto de la Figura 15;
- La Figura 19 representa el CPC;
- La Figura 20 representa un reflector de cuarto de sección para el espejo primario de tipo cuádruple;
- La Figura 21 representa un reflector de cuarto de sección para el espejo secundario de tipo cuádruple;
- La Figura 22 representa el espejo primario de tipo cuádruple;
- 30 La Figura 23 representa el espejo secundario de tipo cuádruple;
- La Figura 24 es una vista isométrica de una cuarta parte de un conjunto concentrador de luz; y
- La Figura 25 es una vista isométrica de un CPC cuadrado para su inclusión en el conjunto de lente de acuerdo con otra modalidad de la presente invención.
- 35 Se observará que a lo largo de los dibujos adjuntos, las características similares se identifican con números de referencia similares.

Descripción detallada

40 Las Figuras 1-24 representan un conjunto de lente de concentración de luz y un conjunto de concentración de luz de múltiples unidades para un sistema de energía solar de acuerdo con una modalidad de la presente invención. El conjunto de lente de concentración de luz (o conjunto de múltiples unidades) se puede usar con cualquier sistema de energía solar adecuado, incluyendo un sistema de energía solar híbrido.

45 Como se representa en la Figura 1, un conjunto de lente de concentración de luz, que generalmente se designa con el número de referencia 10, comprende un reflector parabólico primario de cuarto de sección fuera del eje 12 para reflejar la luz incidente, un reflector parabólico secundario de cuarto de sección fuera del eje 14 para recibir la luz reflejada desde el reflector parabólico primario de cuarto de sección fuera del eje, un concentrador óptico no generador de imagen, por ejemplo, un concentrador paraboloide compuesto (CPC) 16 para recibir la luz reflejada desde el reflector parabólico primario de cuarto de sección fuera del eje y una carcasa para sostener los reflectores parabólicos primario y secundario fuera del eje, así como el CPC. El concentrador paraboloide compuesto (CPC) también se conoce como cono Winston. El cono Winston se describe e ilustra en la patente de Estados Unidos 3,923,381, en la patente de Estados Unidos 4,003,638 y en la patente de Estados Unidos 4,002,499, que se incorporan aquí por referencia. La publicación de Ari Rabl en "Comparison of Solar Concentrators", Energía solar, vol. 18, págs. 93-111 también se incorpora a la presente por referencia.

50

55

La Figura 2 representa distribuciones de energía a distancias de 0,5 mm, 1,0 mm, 2,0 mm y 3,0 mm desde una salida del CPC de 8 mm. Estos validan la geometría del conjunto como que proporciona una excelente concentración solar. Aunque en el ejemplo presentado en esta figura, se demuestra una abertura de salida del CPC de 8 mm, se podría usar una dimensión variada de la abertura de salida (ya sea mayor o menor) para disminuir o aumentar la concentración del CPC (en Suns) respectivamente.

60

La Figura 3 es una vista isométrica del conjunto 10, que muestra nuevamente el reflector parabólico primario de cuarto de sección fuera del eje 12, el reflector parabólico secundario de cuarto de sección fuera del eje 14 y el concentrador paraboloide compuesto (CPC) 16. El reflector parabólico primario de cuarto de sección fuera del eje es más grande que el reflector parabólico primario de cuarto de sección fuera del eje.

65

5 Como cada reflector 12, 14 es un cuarto de sección de una parábola, estos conjuntos se pueden empaquetar como se muestra a manera de ejemplo en la Figura 4. Este diseño de cuarto de sección ahorra espacio. Cada conjunto individual de cuarto de sección 10 se denomina en este documento como una unidad en un conjunto de múltiples unidades. La geometría de los reflectores primario y secundario 12, 14 y CPC 16 permite un empaque compacto efectivo en espacio.

10 A manera de ejemplo, se ilustra otra disposición de empaquetado de unidades 10 efectiva en espacio en la Figura 5. En esta disposición, cuatro unidades 10 se agrupan en un conjunto de tipo cuádruple ("quads") como se muestra. Hay nueve quads en la matriz ilustrativa de 3 x 3 representada en la Figura 5 para un total de 36 conjuntos o unidades de cuarto de sección. Esta es simplemente una disposición ilustrativa del conjunto de múltiples unidades. En cada conjunto de cuarto de sección 10 está el reflector primario 12 que tiene una forma de un cuarto de parábola y el reflector secundario 14 que también tiene una forma de un cuarto de parábola (así como el CPC 16).

15 La Figura 6 es una vista isométrica del conjunto de lente de concentración de luz de múltiples unidades y eficiente en espacio de la Figura 5, que muestra una matriz de 3 x 3 de nueve quads compuestos por cuatro unidades de cuarto de sección 10. Cada unidad tiene reflectores parabólicos primario y secundario de cuarto de sección 12, 14 y un CPC.

20 La Figura 7 representa un quad (o unidad de cuatro espejos) que se compone de reflectores parabólicos de cuatro cuartos de sección. En esta figura se muestra el soporte de espejo secundario 20 para soportar cuatro reflectores secundarios 14 de un grupo de cuatro unidades adyacentes. Se prevé que en otras modalidades que tienen geometrías diferentes puede no ser necesario proporcionar el soporte del espejo secundario. En esta figura también se muestra un soporte de montaje del CPC 22 (o estructura de montaje). El soporte tiene cuatro CPC.

25 La Figura 8 es una vista isométrica del quad (o unidad de cuatro espejos) de la Figura 7. El quad tiene un espejo (o reflector) primario 12 y un espejo (o reflector) secundario 14 (soportado por el soporte del espejo secundario 20) y cuatro CPC 16. El espejo primario define cuatro reflectores parabólicos de cuarto de sección fuera del eje. El espejo secundario también define cuatro reflectores parabólicos de cuarto de sección fuera del eje.

30 La Figura 9 es una vista isométrica trasera de la unidad de cuatro espejos que muestra el soporte de montaje del CPC 22. En esta modalidad, puede haber dos soportes separados para contener un par de CPC. Alternativamente, un soporte puede contener los cuatro CPC o cuatro soportes individuales, cada uno puede contener un solo CPC.

35 La Figura 10 son vistas laterales de la unidad de cuatro espejos, mostrando nuevamente el soporte de montaje del CPC. Tenga en cuenta que en esta modalidad el soporte del espejo secundario 20 está en línea con los bordes del espejo primario como se muestra.

La Figura 11 representa la estructura de montaje del CPC (es decir, el soporte de montaje) y los cuatro lóbulos del agujero central en el espejo primario. El soporte se puede unir mediante sujetadores u otros medios mecánicos adecuados.

40 La Figura 12 representa la mitad de la estructura de montaje del CPC 22 que sostiene una mitad cortada de dos CPC 16.

La Figura 13 representa un espejo secundario de tipo cuádruple compuesto por cuatro reflectores parabólicos de cuarto de sección 14.

45 La Figura 14 representa un espejo primario de tipo cuádruple compuesto por cuatro reflectores parabólicos de cuarto de sección 12.

50 La Figura 15 es una vista isométrica del conjunto de lente de tipo cuádruple que muestra el espejo primario hecho de cuatro reflectores de cuarto de parábola 12 y un segundo espejo hecho de cuatro reflectores de cuarto de parábola 14. Los cuatro CPC 16 se mantienen en un soporte o apoyo en la abertura central como se muestra. El espejo primario está soportado por una base o estructura de soporte 24 que forma parte del soporte 18. El conjunto de lente de tipo cuádruple está compuesto por cuatro unidades 10. La Figura 16 es una vista en sección transversal del conjunto de la Figura 15. La Figura 17 es una vista lateral del conjunto de la Figura 15.

55 La Figura 18 es una vista despiezada del conjunto de la Figura 15. Esta figura muestra la lente primaria (es decir, el espejo primario de tipo cuádruple) 12, la lente secundaria (es decir, el espejo secundario de tipo cuádruple) 14 y cuatro CPC 16. El espejo primario de tipo cuádruple está soportado en esta modalidad por una espuma aislante de calor de soporte secundario preformada o una estructura de soporte equivalente. Se proporciona un soporte de aislamiento térmico 22 para sostener los cuatro CPC.

60 Los componentes individuales se ilustran por separado para mayor claridad. La Figura 19 representa el CPC 16. También hay que señalar que las dimensiones de CPC, en particular las aberturas de salida del CPC, se pueden cambiar para variar los niveles de concentración solar deseados. Este novedoso diseño de lente también permite la concentración de luz sin generar imágenes (porque no hay un punto focal específico) que proporciona un control total de la producción de energía (es decir, es posible cambiar la distancia desde un CPV y/o cambiar las dimensiones de salida del CPC). La Figura 20 representa un reflector de cuarto de sección 12 para el espejo primario de tipo cuádruple. La Figura 21

representa un reflector 14 de cuarto de sección para el espejo secundario de tipo cuádruple. La Figura 22 representa el espejo primario de tipo cuádruple compuesto por cuatro reflectores primarios 12. La Figura 23 representa el espejo secundario de tipo cuádruple compuesto por cuatro reflectores secundarios 14.

5 La Figura 24 es una vista isométrica de un cuarto de un conjunto de concentración de luz de acuerdo con una modalidad de la invención que muestra un soporte 18 para sostener el reflector primario 12, el reflector secundario 14 y el CPC 16 en la geometría deseada. En la modalidad ilustrada en la Figura 24, las paredes laterales del soporte 18 son ortogonales porque las unidades son unidades de cuarto de sección. Las paredes laterales se apoyan en las de las unidades adyacentes cuando las unidades se montan en un conjunto de múltiples unidades. El reflector primario 12 es más grande que el reflector secundario 14. El reflector primario tiene forma parabólica de forma cóncava para reflejar el incidente hacia arriba hacia el reflector secundario 14 de forma convexa que a su vez refleja la luz hacia abajo en el CPC 16. Tenga en cuenta que en esta modalidad ilustrada, el espacio vertical entre el reflector secundario y la parte superior del CPC es mayor que la altura total (profundidad) del CPC.

15 La Figura 25 representa un CPC cuadrado 16a que puede incluirse en el conjunto concentrador de luz de múltiples unidades de acuerdo con otra modalidad de la invención. La Figura 25 muestra que las aberturas delantera y trasera son planos cuadrados. Las aberturas delanteras son más grandes que las traseras.

20 En una modalidad adicional, el conjunto de lente de concentración de luz de múltiples unidades está configurado de manera que una relación de longitud focal de los reflectores primario y secundario y la del CPC es ajustable en relación con el ajuste de una colimación de energía que ingresa al CPC permitiendo el ajuste de la exactitud del seguimiento.

25 El nuevo conjunto de lentes descrito en la presente descripción puede, al menos en algunas modalidades, producir diferentes cantidades de salida de energía solar variando las dimensiones de la lente (por ejemplo, el tamaño del panel de la lente y la cantidad de lentes por panel, tamaño del espejo, dimensiones del CPC y/o distancia entre la abertura de salida del CPC y una célula fotovoltaica). Esta lente es, por lo tanto, adaptable a las crecientes capacidades de rendimiento de un PVC concentrado en el futuro. Alternativamente, puede modificar la producción de energía y calor para individualizar el rendimiento y las especificaciones de la lente para coincidir con los requisitos de cualquier otro sistema de recuperación solar y las limitaciones o especificaciones del PVC correspondientes. Vale la pena reiterar que la lente no genera imágenes y, por lo tanto, no requiere un punto focal, lo que permite márgenes de variación sin comprometer la salida de rendimiento máximo (a diferencia de las lentes con puntos focales donde las ligeras variaciones podrían disminuir el rendimiento de manera bastante drástica). La configuración que ahorra espacio de este conjunto de lentes de varias unidades hace que el panel resultante sea mucho más liviano y pequeño, lo que reduce la carga de viento y la carga en el techo. Esta ventaja también permitiría más unidades por pie cuadrado y potencial para más potencia (BTU) por pie cuadrado sin crear tensiones o cargas estructurales o mecánicas adicionales significativas a las estructuras existentes.

35 Las dimensiones y tolerancias mostradas en los dibujos no son limitantes y simplemente representan las dimensiones y tolerancias de una modalidad específica. Asimismo, las referencias en los dibujos a distancias focales, reflectancia, RMS de superficie, calidad de superficie o similares son particulares solo a la modalidad específica ilustrada y no pretenden limitar el alcance de la invención.

40 El conjunto concentrador 10 puede funcionar junto con un intercambiador de calor para disipar parte del calor producido por la energía solar concentrada. El intercambiador de calor, que puede colocarse debajo del conjunto 10, por ejemplo debajo de la abertura de salida del cono Winston, aumenta la eficiencia del conjunto concentrador al mantener la temperatura del conjunto dentro de un rango de temperatura deseado. Por lo tanto, este concentrador puede usarse con un sistema de recuperación de energía solar. Este concentrador puede ser particularmente útil junto con un sistema híbrido de recuperación de energía solar. Dicho sistema comprende un bastidor, una placa de intercambiador de calor dispuesta por encima del bastidor y una placa de recuperación de energía solar de doble propósito montada en el bastidor. La placa de doble propósito tiene una pluralidad de lentes de concentración de luz para concentrar la radiación solar incidente en la placa del intercambiador de calor para recuperar energía térmica y una pluralidad de células fotovoltaicas para generar una corriente eléctrica en respuesta a la radiación solar incidente en las células fotovoltaicas.

50 Las dimensiones específicas del conjunto de lente de concentración de luz que se muestra en las figuras se refieren a un diseño específico. Como apreciarán los expertos en óptica, estas dimensiones pueden variar para lograr diferentes requisitos de tamaño y/o rendimiento.

55 Debe entenderse que las formas singulares "uno", "una", "el" y "la" incluyen los referentes en plural a menos que el contexto lo dicte claramente de cualquier otra manera. Así, por ejemplo, la referencia a "un dispositivo" incluye la referencia a uno o más de tales dispositivos, es decir, que hay al menos un dispositivo. Los términos "que comprende", "que tiene", "que incluye" y "que contiene" deben interpretarse como términos abiertos (es decir, que significan "que incluye pero sin limitarse a") a menos que se indique lo contrario. Todos los métodos descritos en la presente descripción pueden llevarse a cabo en cualquier orden adecuado a menos que se indique de otra manera en la presente descripción o de cualquier otra manera que sea contradictorio claramente por el contexto. El uso de ejemplos o lenguaje ilustrativo (por ejemplo, "tal como") está destinado simplemente a ilustrar o describir mejor las modalidades de la invención y no pretende limitar el alcance de la invención a menos que se indique lo contrario.

65

Esta nueva tecnología se ha descrito en términos de implementaciones y configuraciones específicas que están destinadas a ser solo ilustrativas. Los expertos en la técnica apreciarán que se pueden hacer muchas variaciones, mejoras y modificaciones sin apartarse de los conceptos inventivos presentados en esta solicitud. Por lo tanto, el alcance del derecho exclusivo buscado por el(los) solicitante(s) está limitado únicamente por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un concentrador solar (10) para un sistema de energía solar, el concentrador solar (10) comprende:
5 cuatro reflectores parabólicos primarios de cuarto de sección fuera del eje (12) que definen un espejo primario para reflejar la luz incidente;
 cuatro reflectores parabólicos secundarios de cuarto de sección fuera del eje (14) que definen un espejo secundario para recibir la luz reflejada desde los reflectores parabólicos primarios de cuarto de sección fuera del eje;
10 cuatro concentradores paraboloides compuestos (16) para recibir la luz reflejada desde los reflectores parabólicos secundarios de cuarto de sección fuera del eje; y
 una carcasa para sostener los reflectores parabólicos primarios y secundarios fuera del eje, así como los cuatro concentradores paraboloides compuestos.

2. El concentrador solar (10) como se reivindicó en la reivindicación 1, en donde cada reflector parabólico primario
15 de cuarto de sección fuera del eje (12) es más grande que cada reflector parabólico secundario de cuarto de sección fuera del eje (14).

3. El concentrador solar (10) como se reivindicó en la reivindicación 1 que comprende un soporte de espuma
20 termoaislante para soportar el espejo primario, un agujero en el soporte de espuma, un agujero en el espejo primario y un soporte de montaje del CPC alineado con el agujero en el espejo primario para sostener los cuatro concentradores paraboloides compuestos en donde el soporte de montaje del CPC está montado en el espejo primario.

4. El concentrador solar (10) como se reivindicó en la reivindicación 3, en donde el espejo primario tiene una distancia
25 focal mayor que la del segundo espejo.

5. El concentrador solar (10) como se reivindicó en la reivindicación 3, en donde una relación de longitud focal de los
 reflectores primario y secundario y la del concentrador paraboloides compuesto es ajustable.

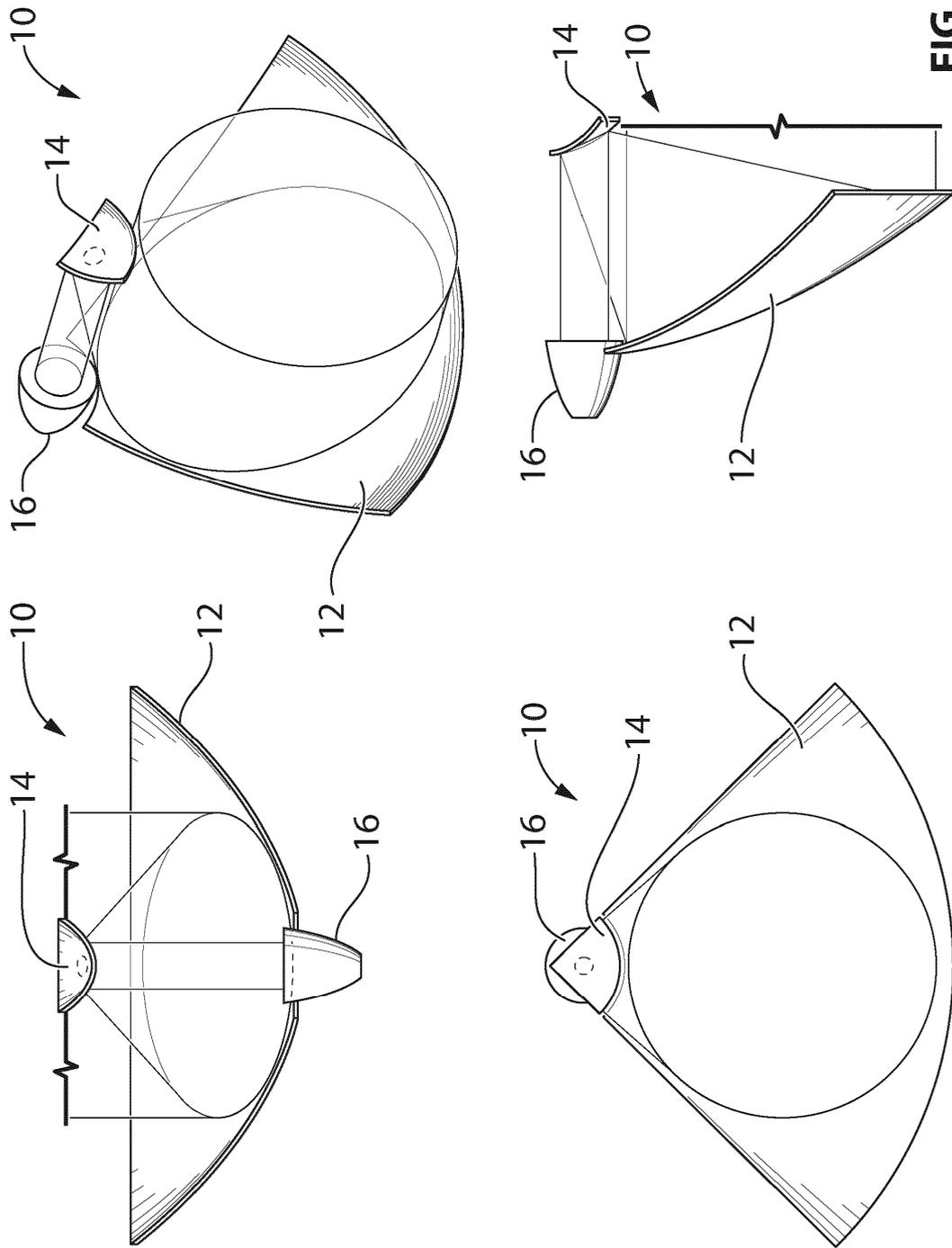


FIG. 1

DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA EN PVC DE 10 x 10 mm
(a distancias como se indican de salida del CPC de 8 mm de diámetro)

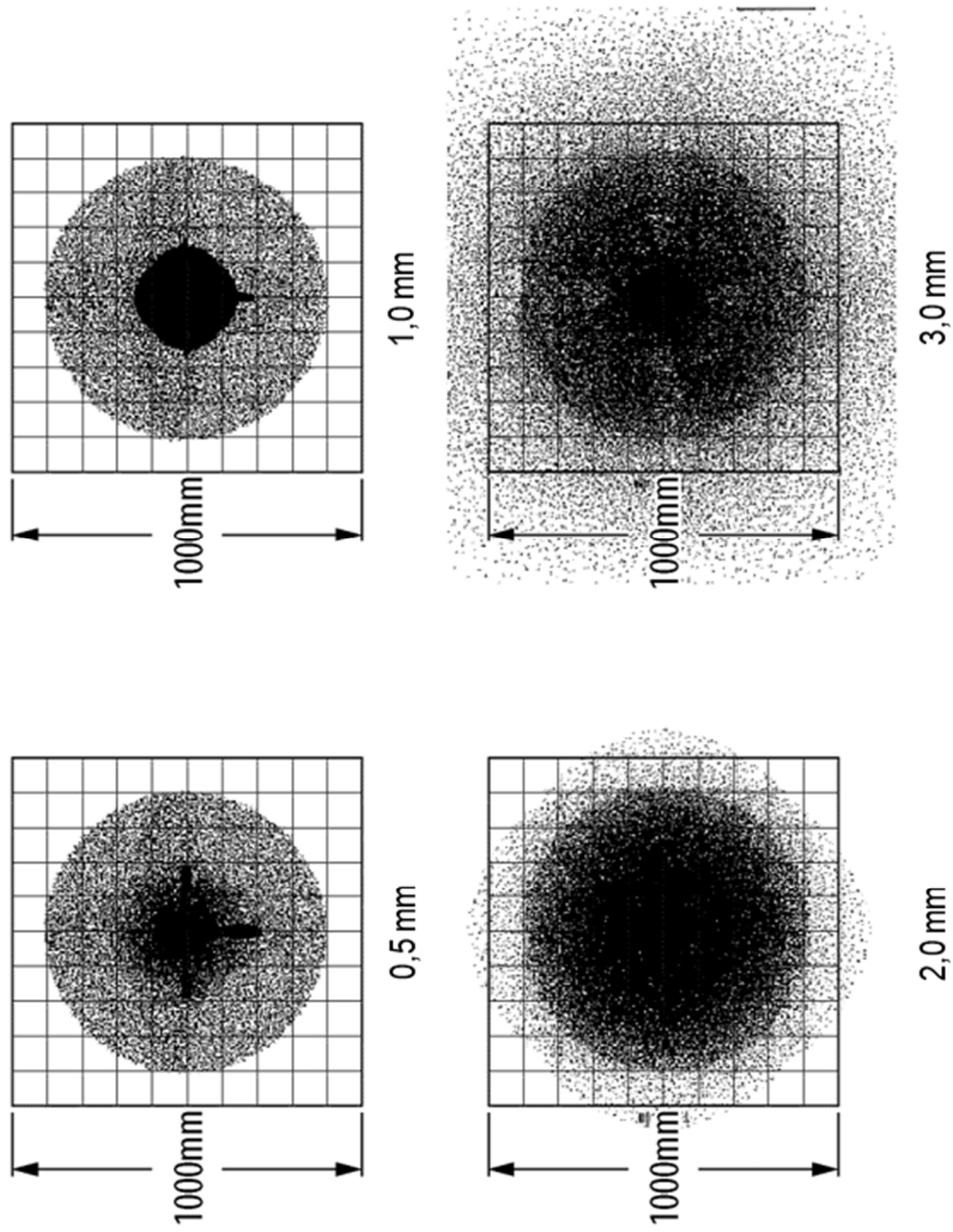


FIG. 2

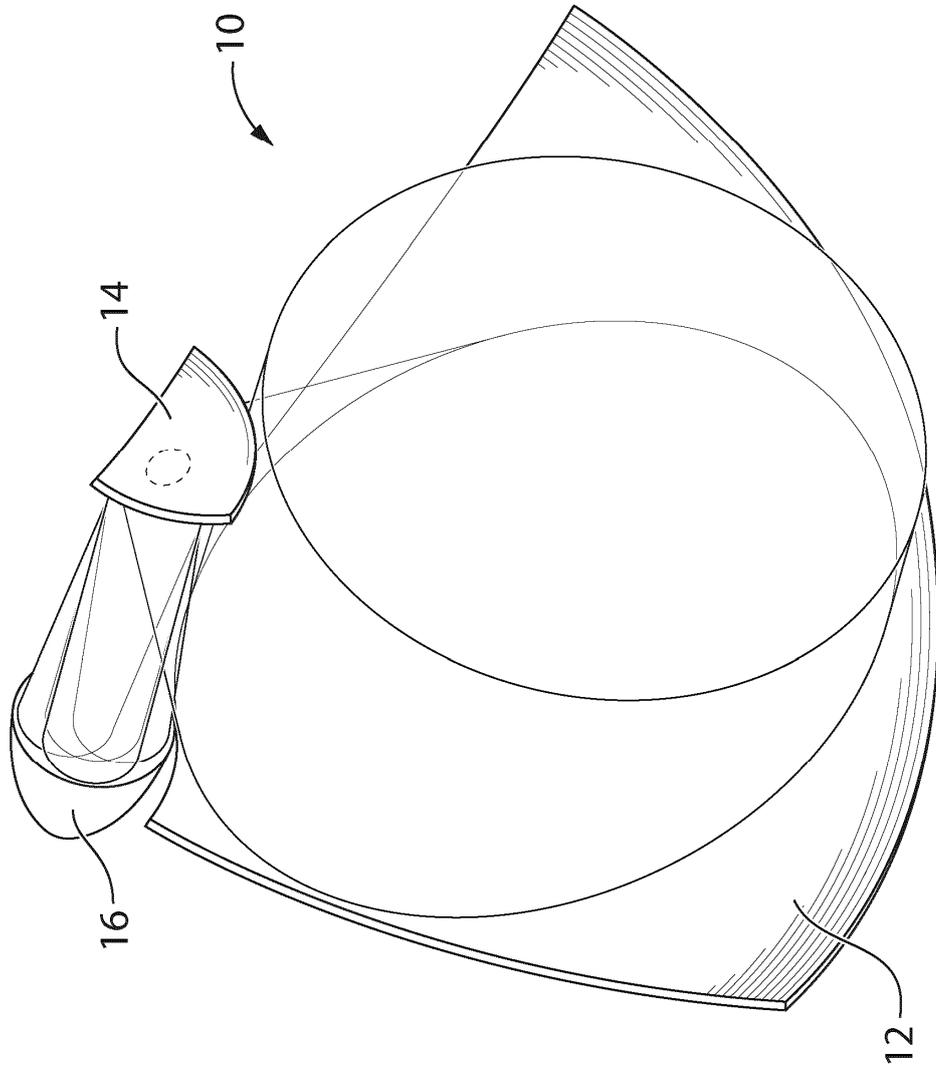


FIG. 3

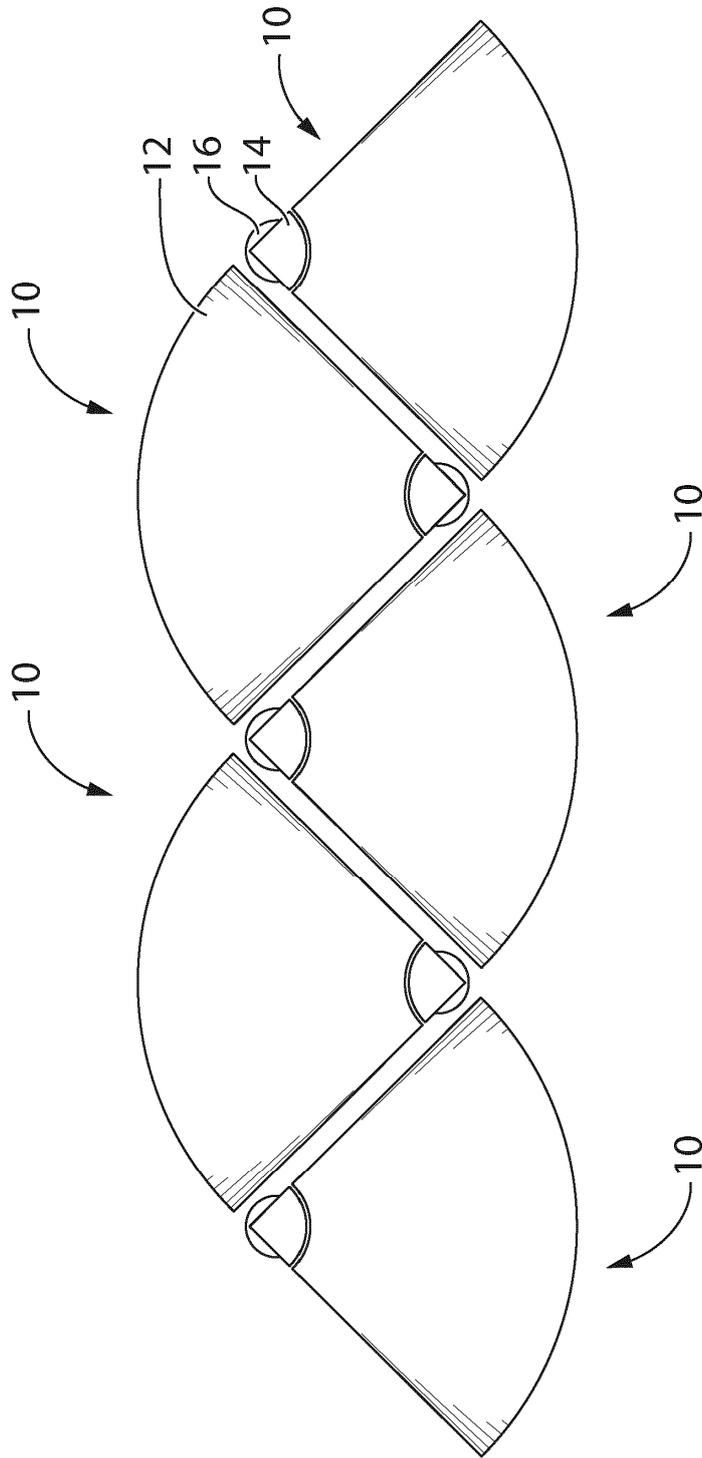
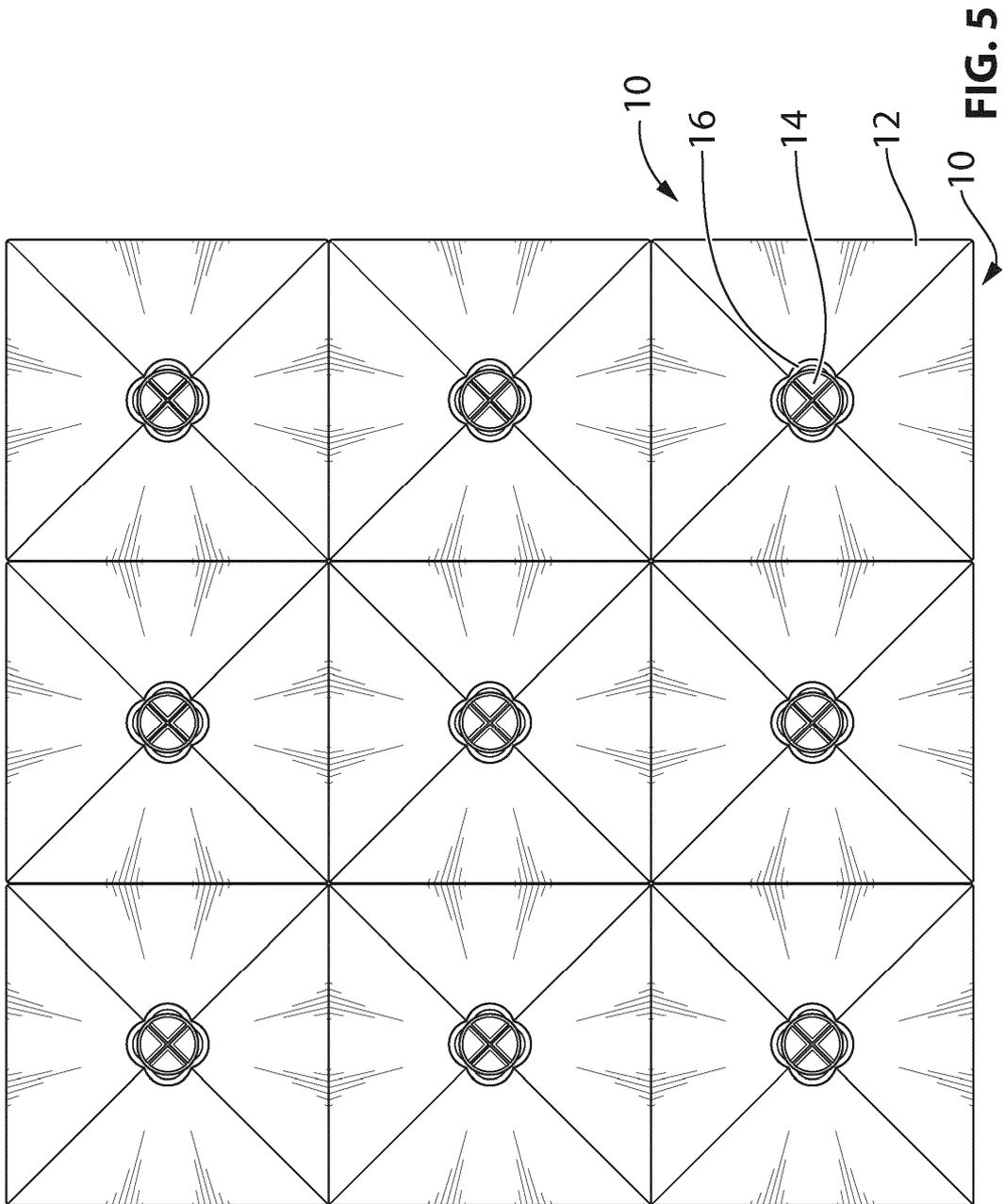


FIG. 4



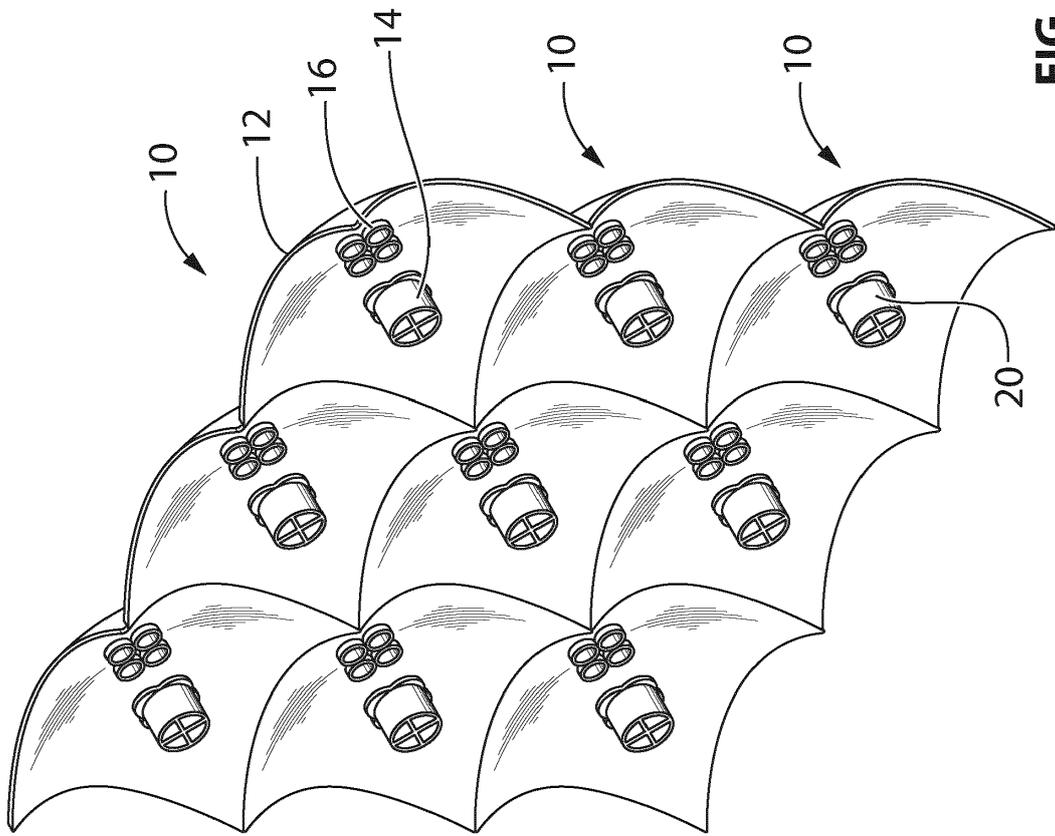


FIG. 6

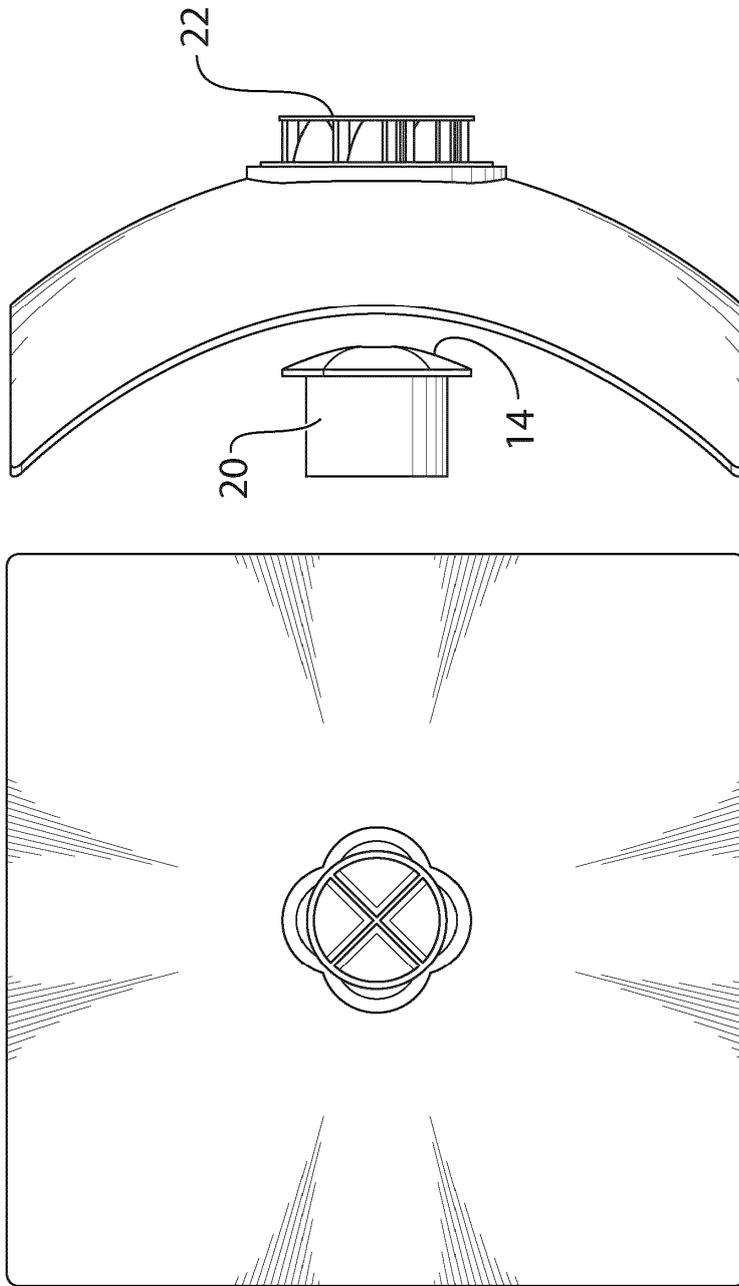


FIG. 7

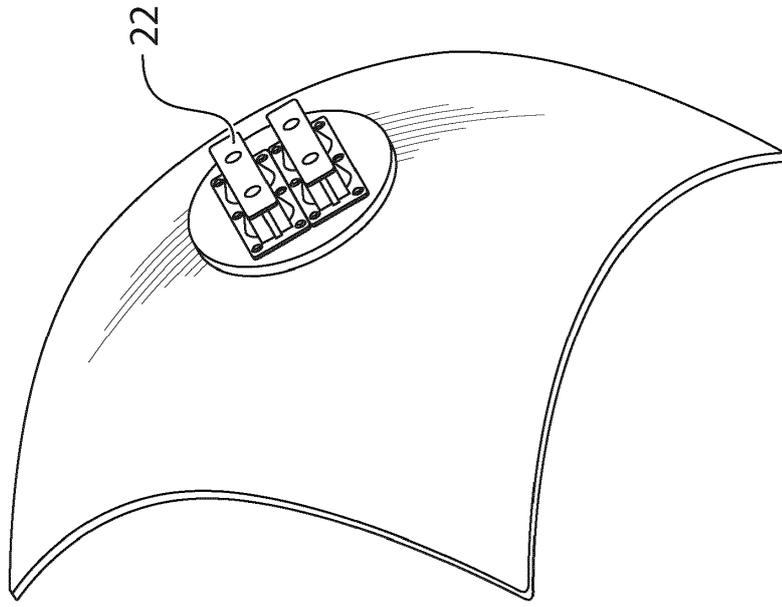


FIG. 9

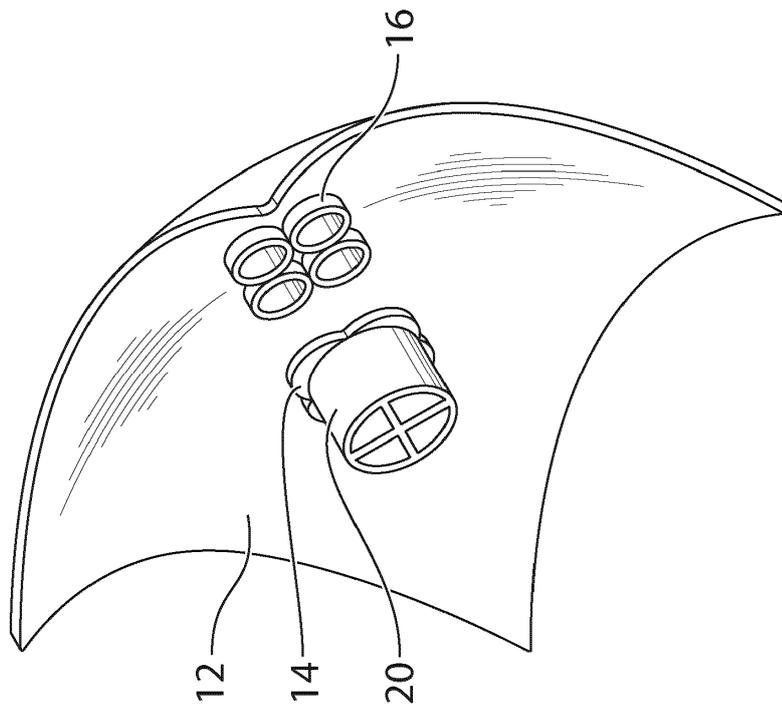
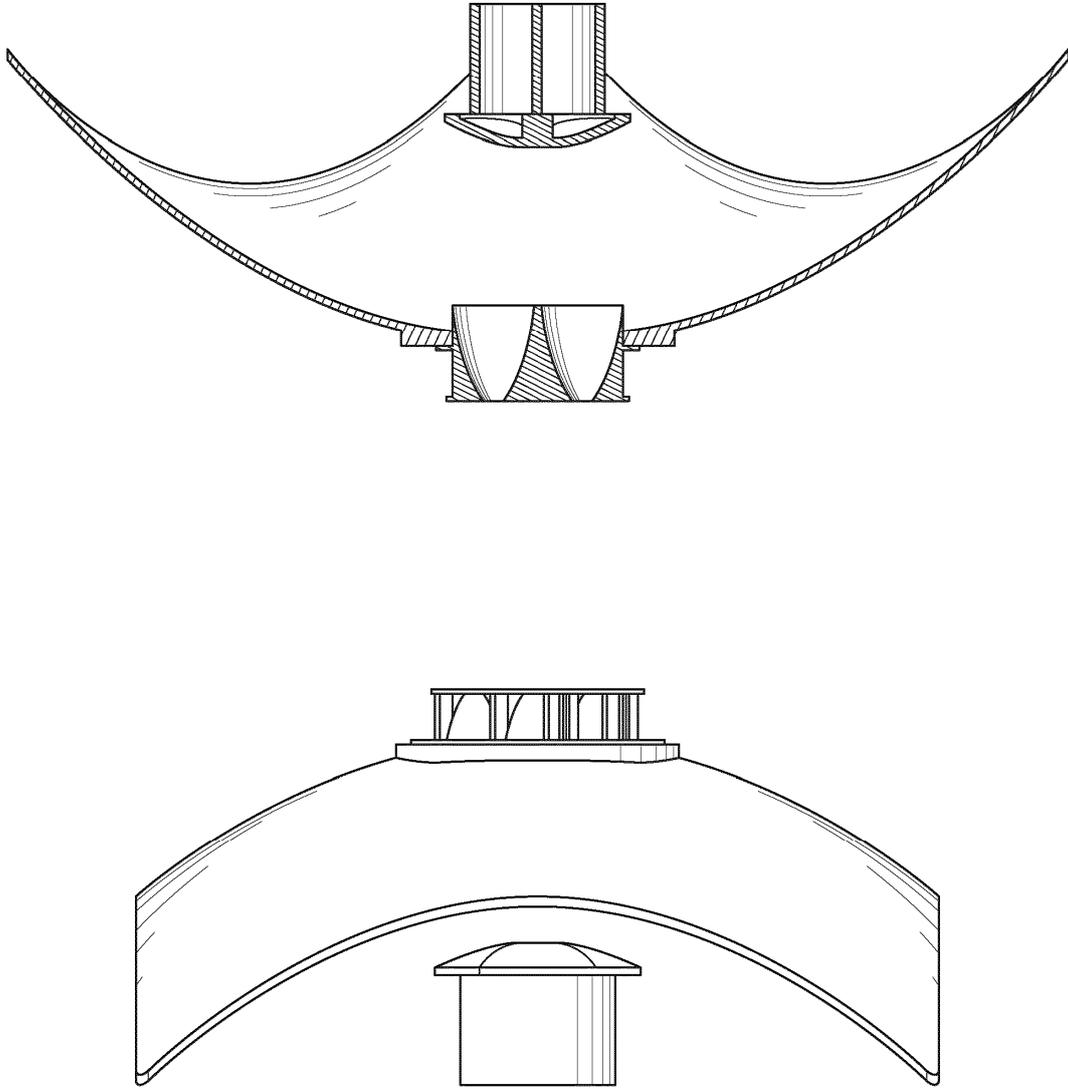


FIG. 8

FIG. 10



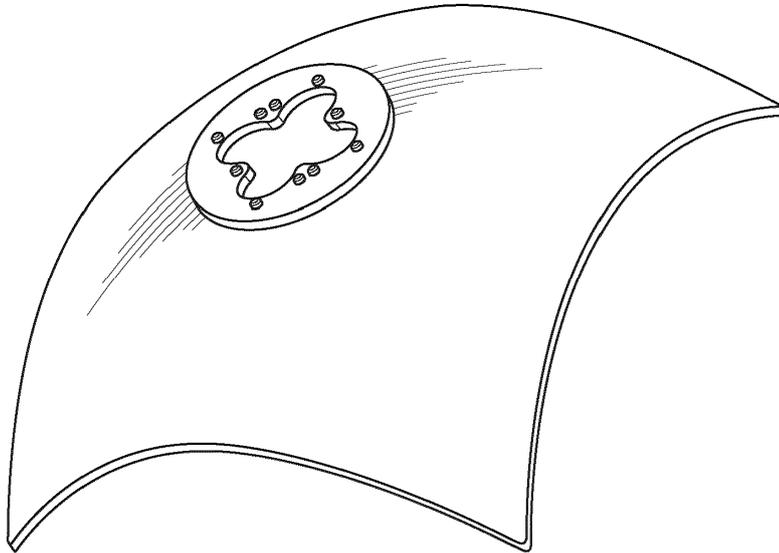
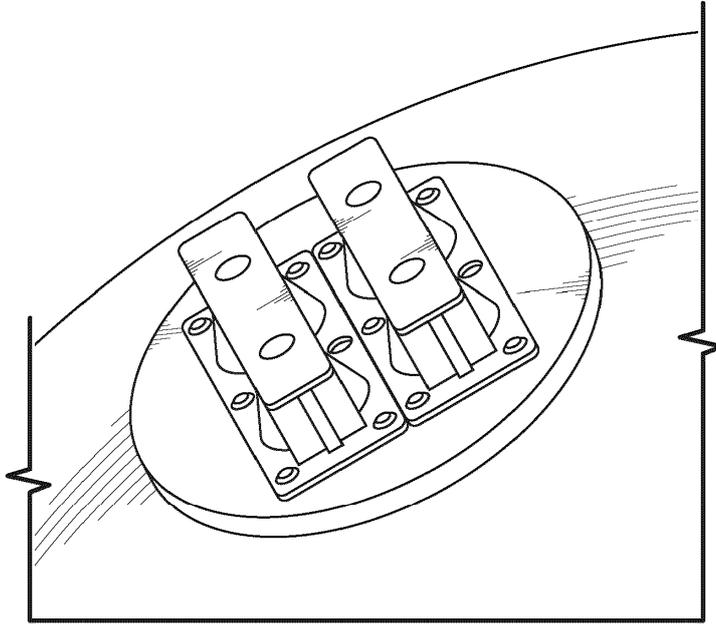


FIG. 11

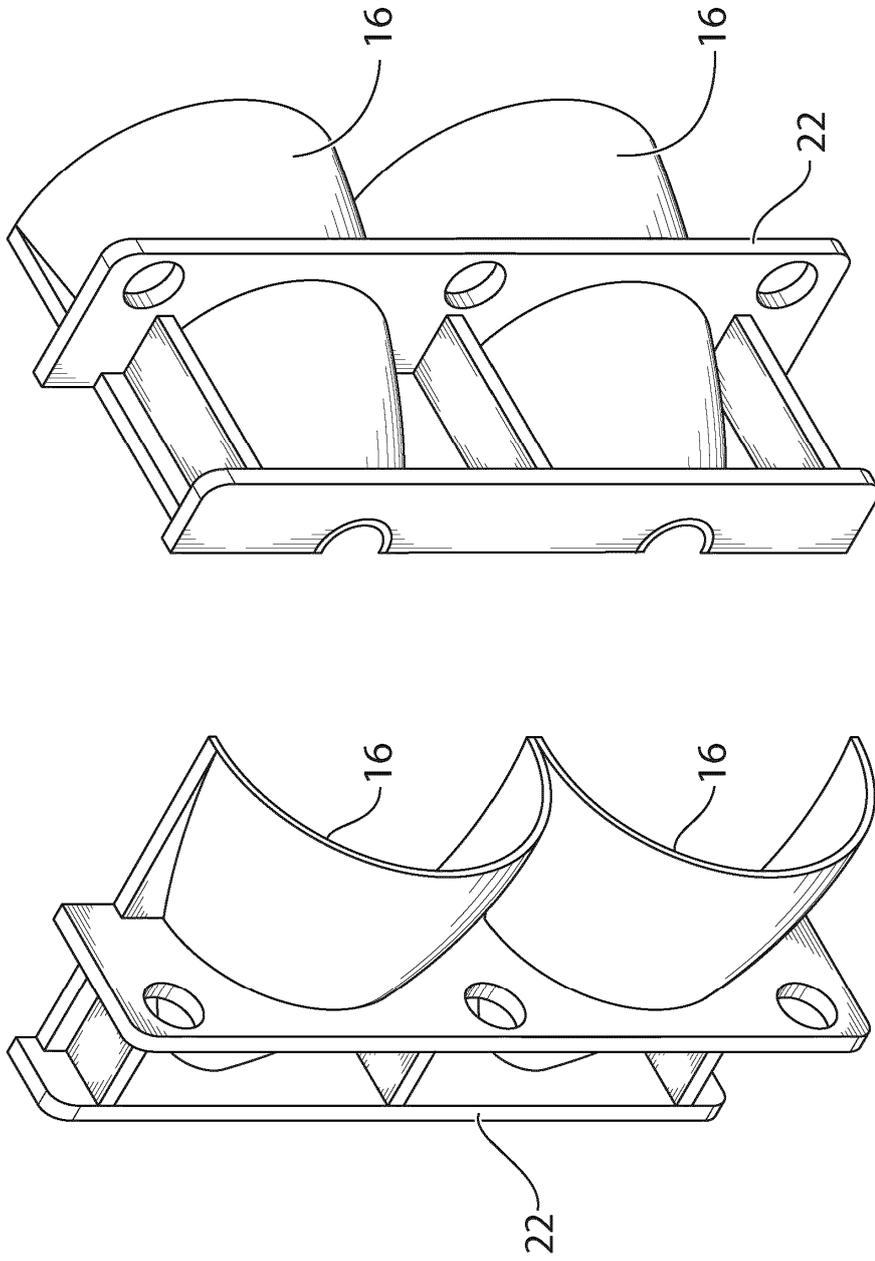


FIG. 12

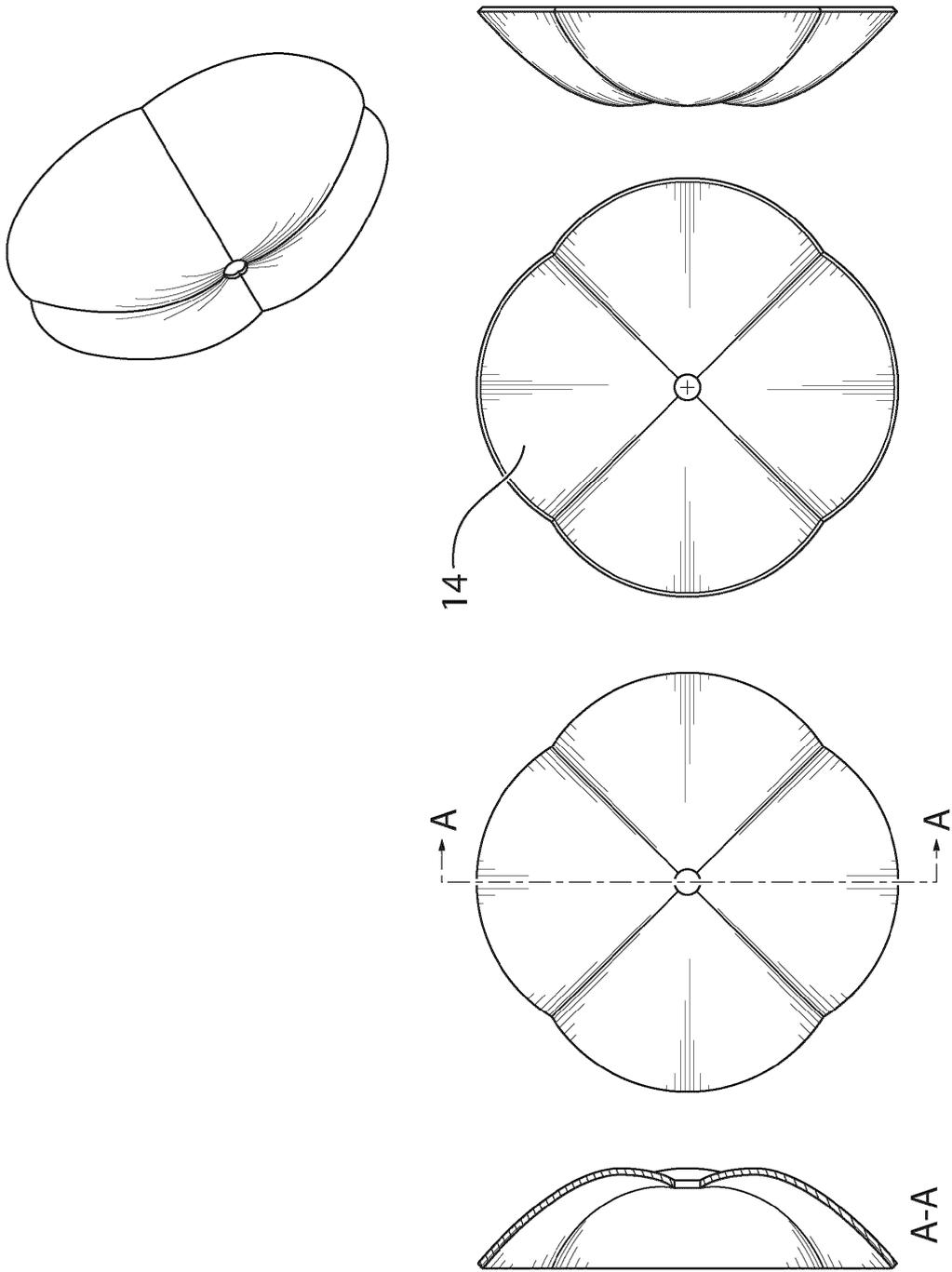


FIG. 13

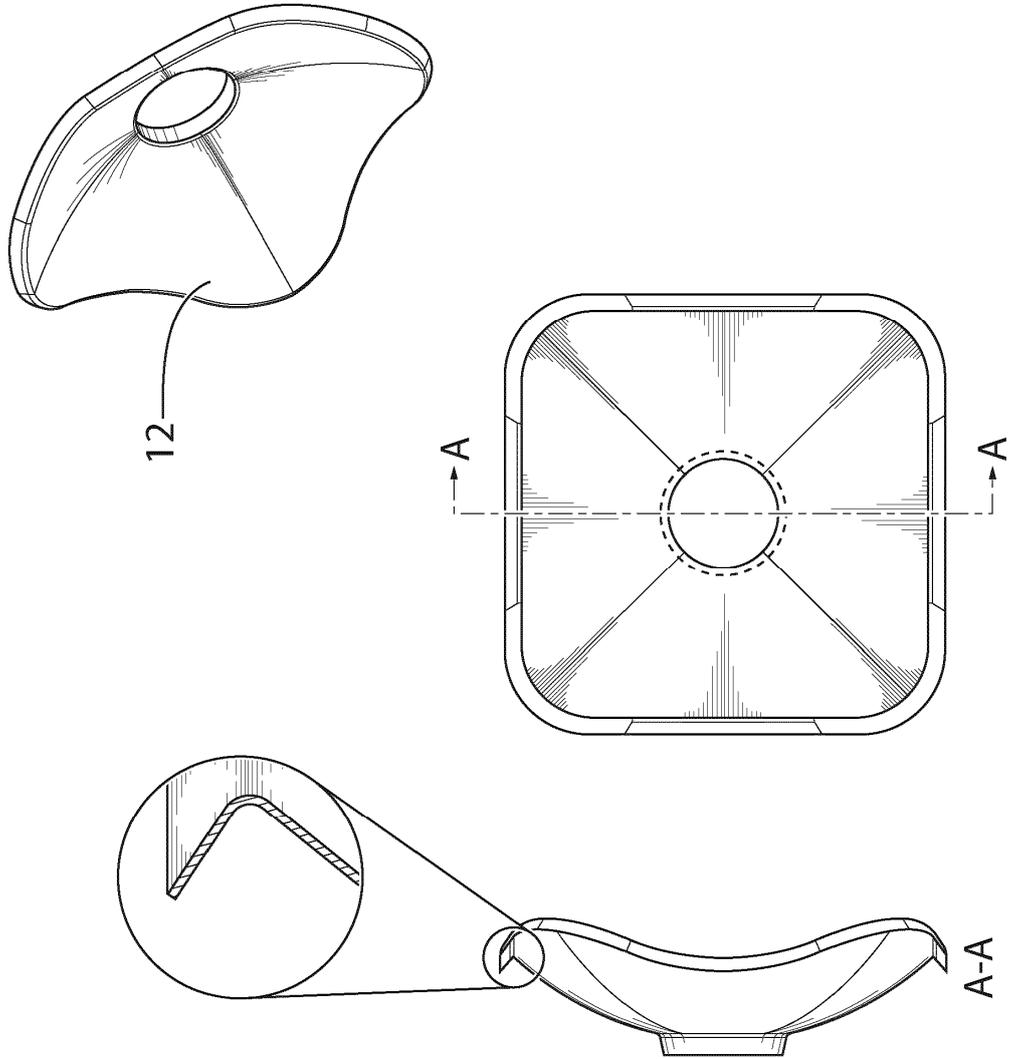


FIG. 14

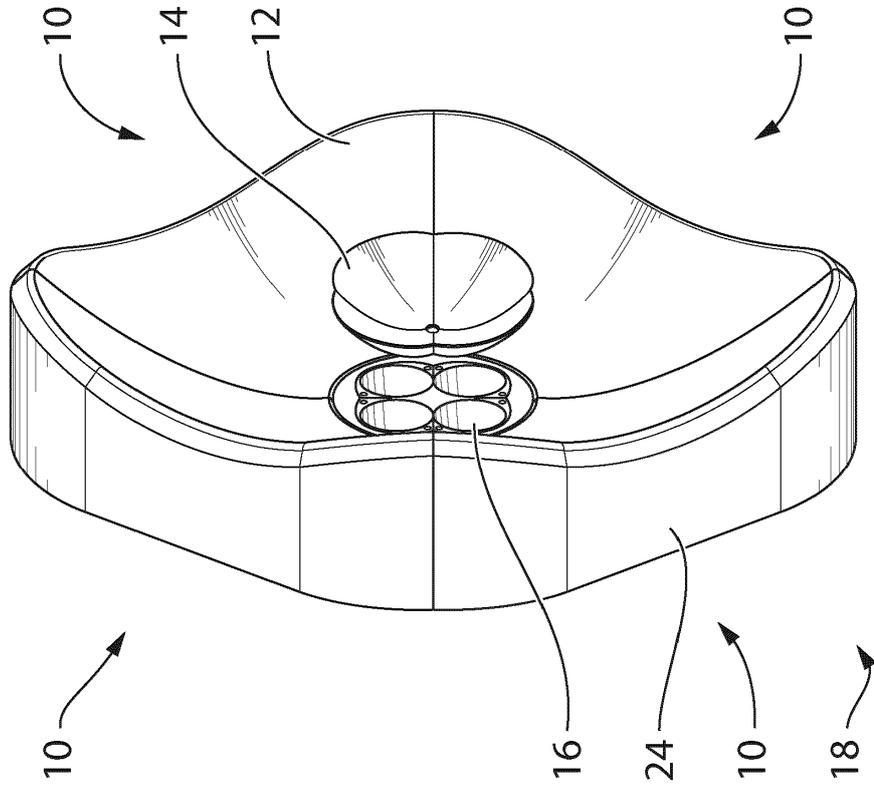


FIG. 15

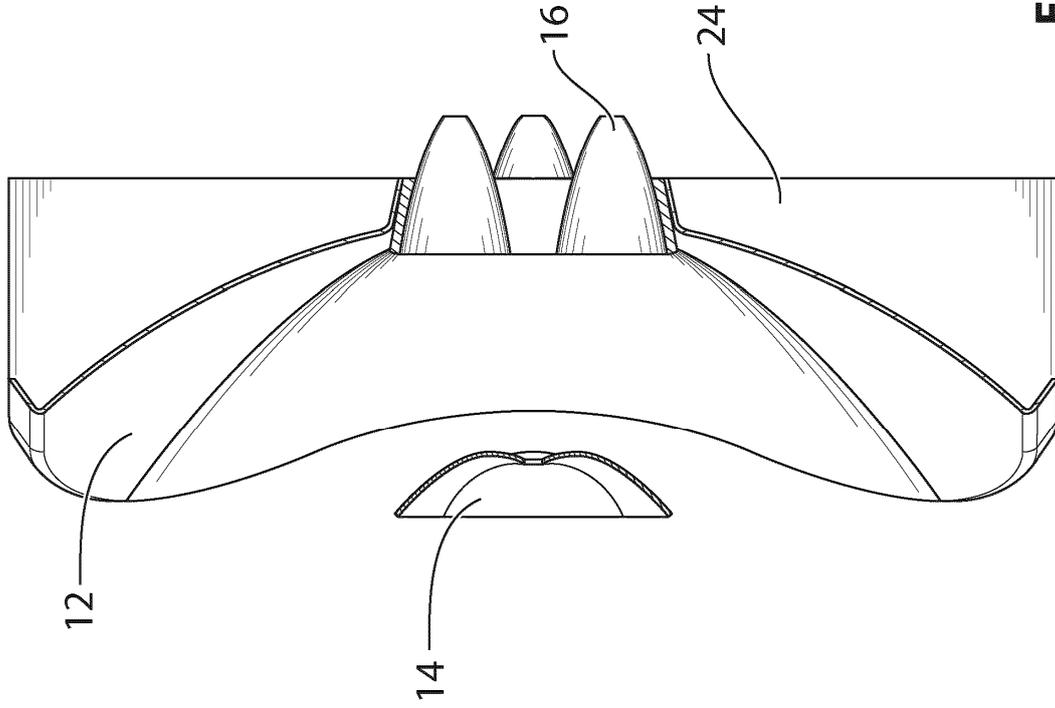


FIG. 16

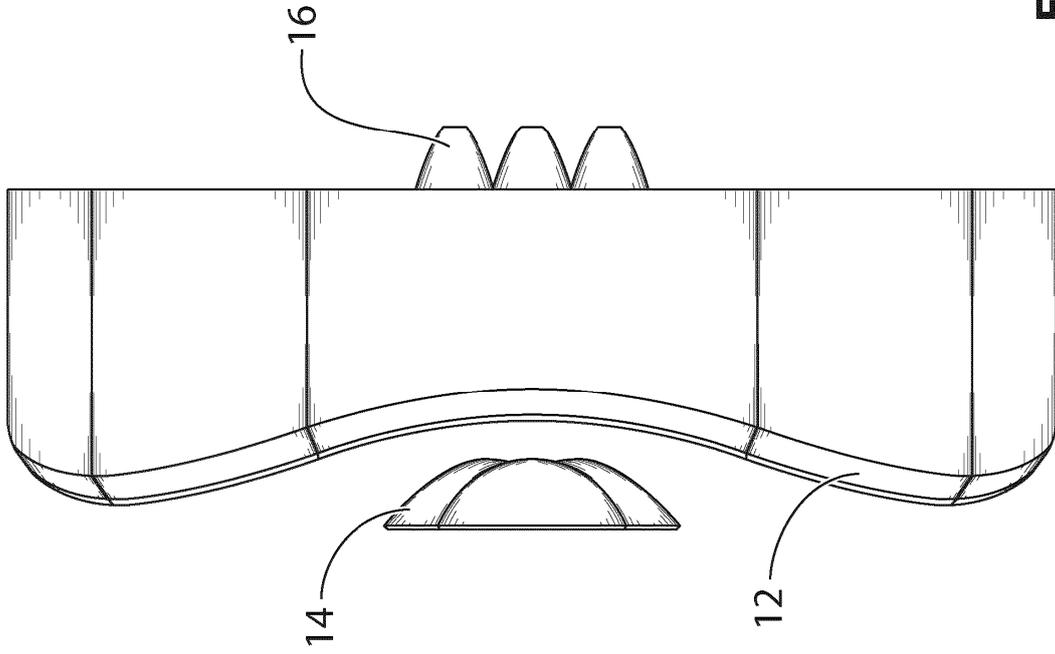


FIG. 17

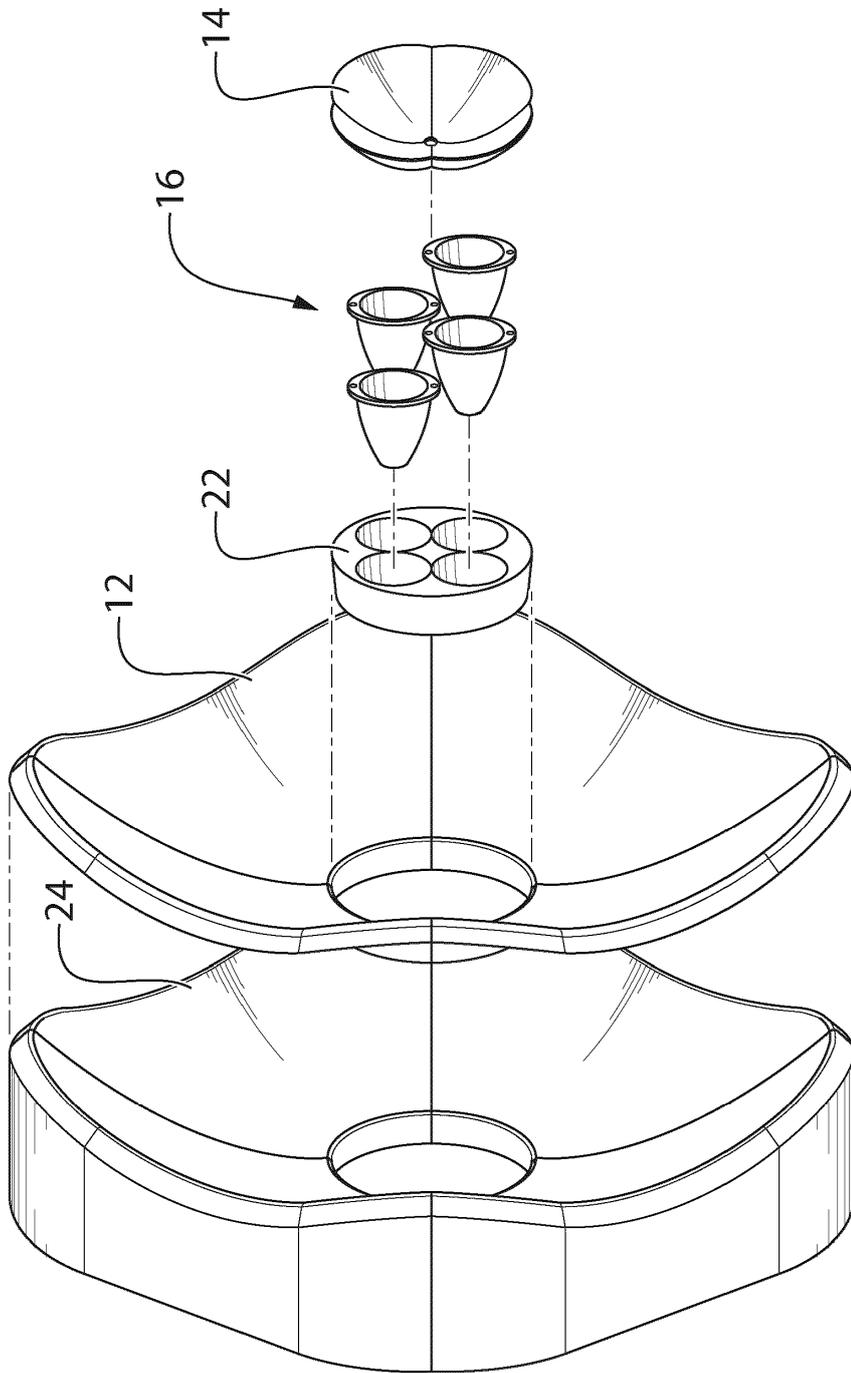


FIG. 18

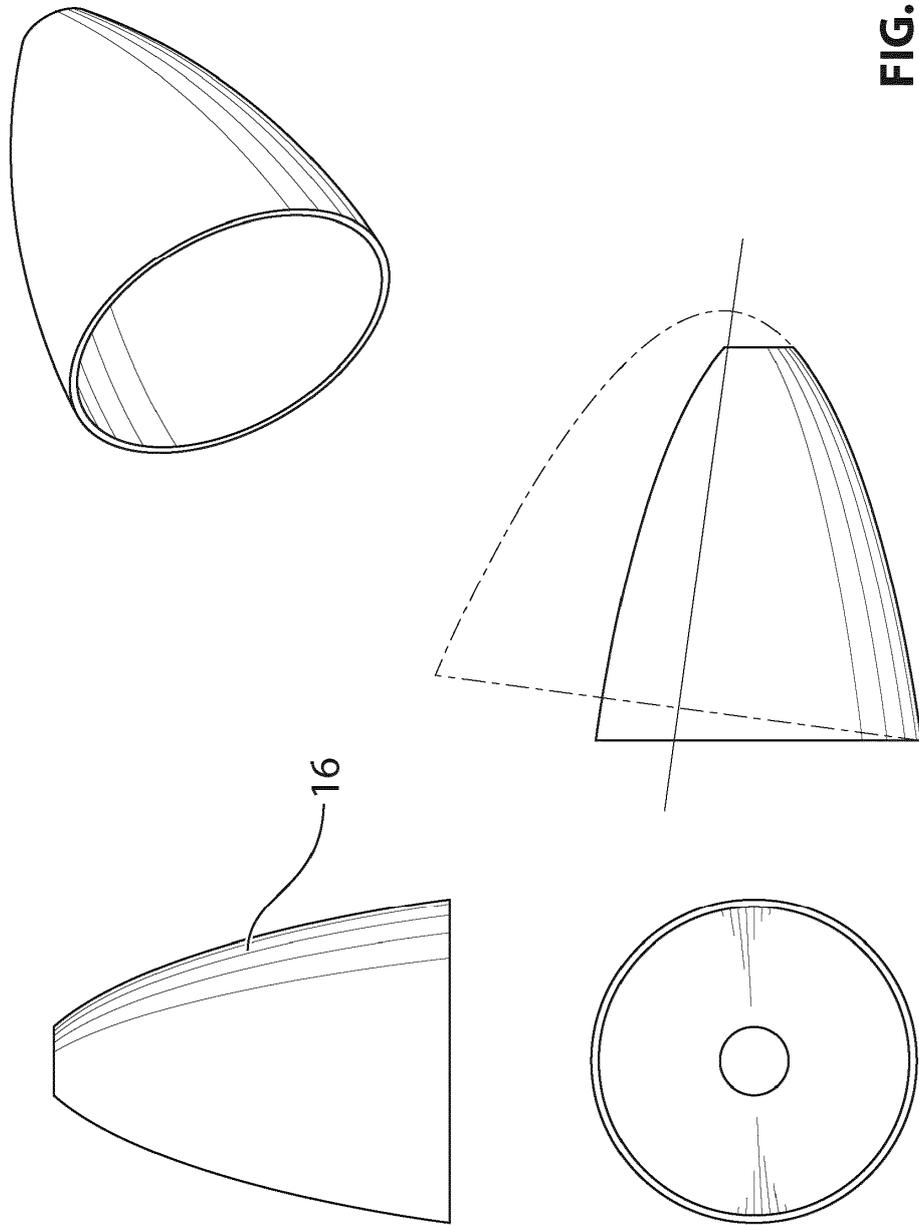


FIG. 19

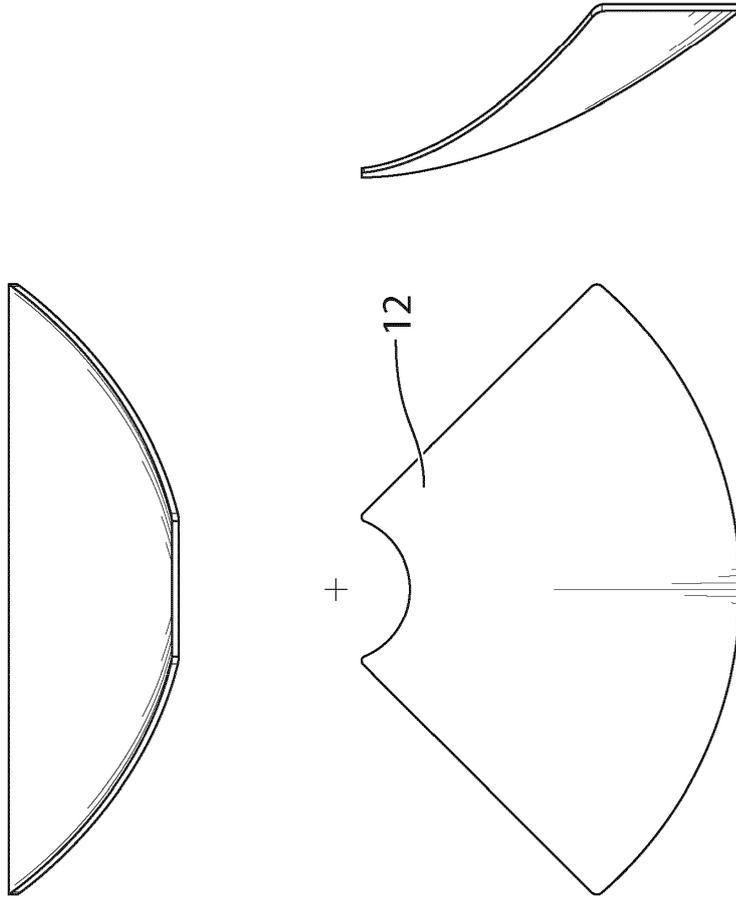


FIG. 20

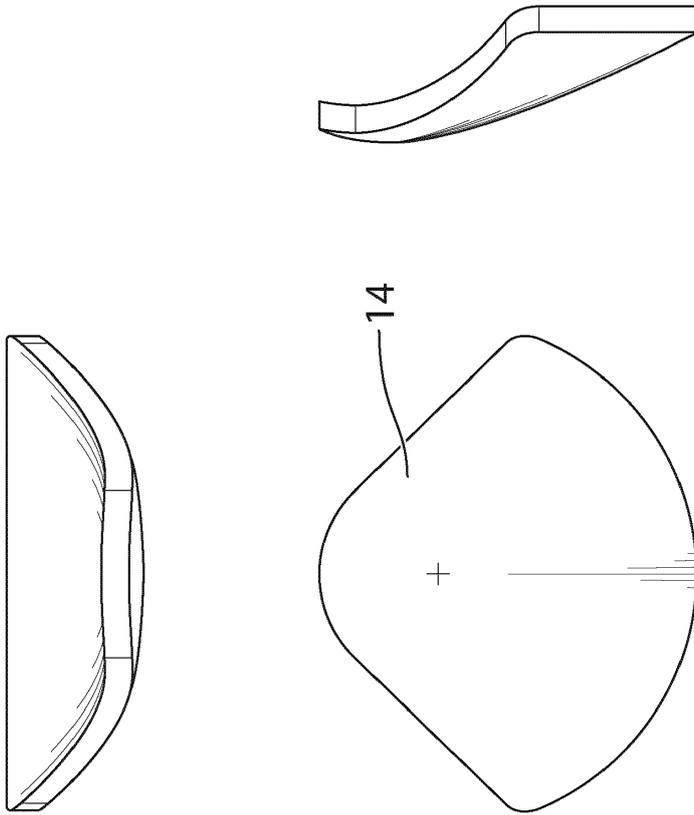


FIG. 21

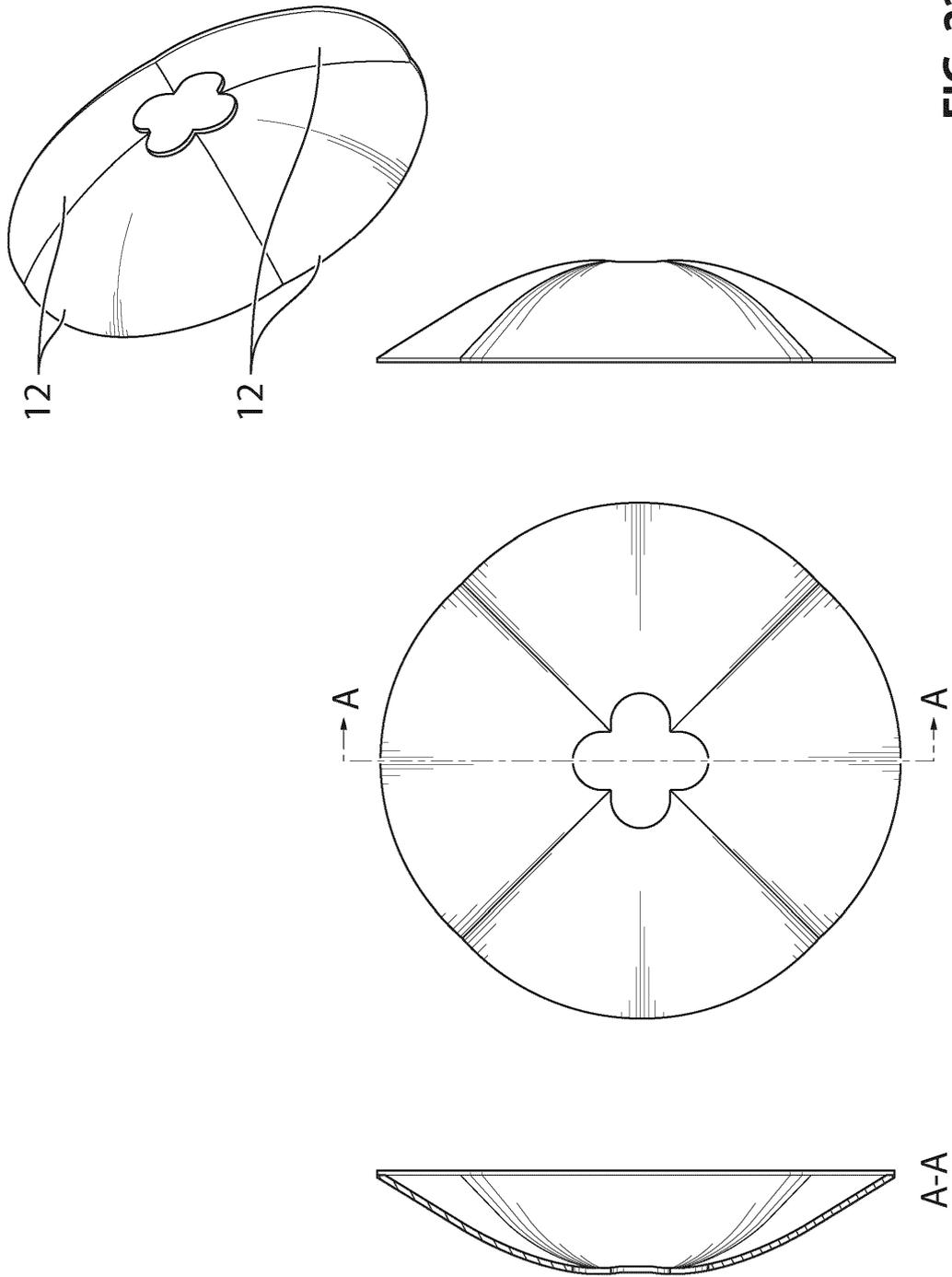


FIG. 22

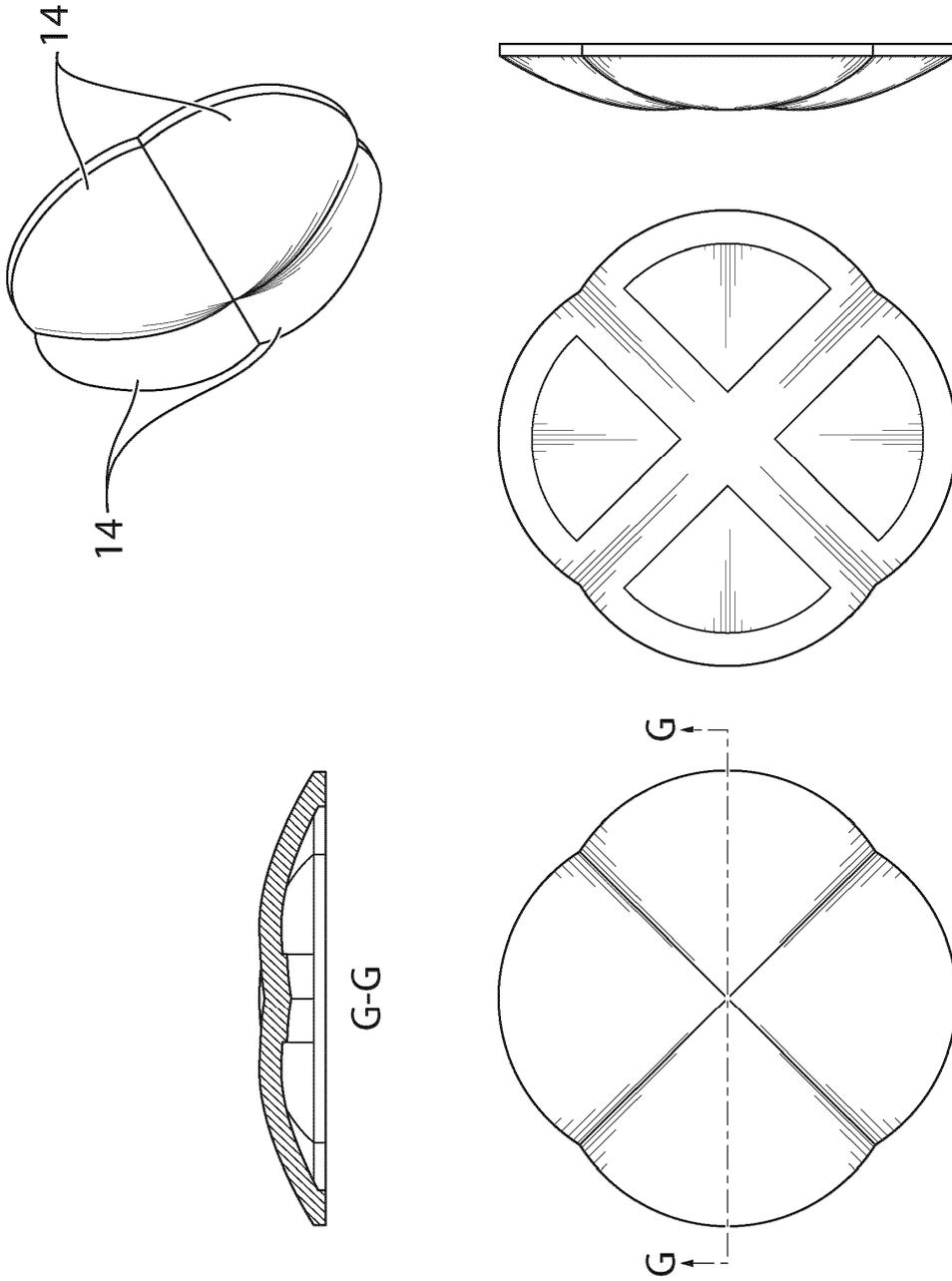


FIG. 23

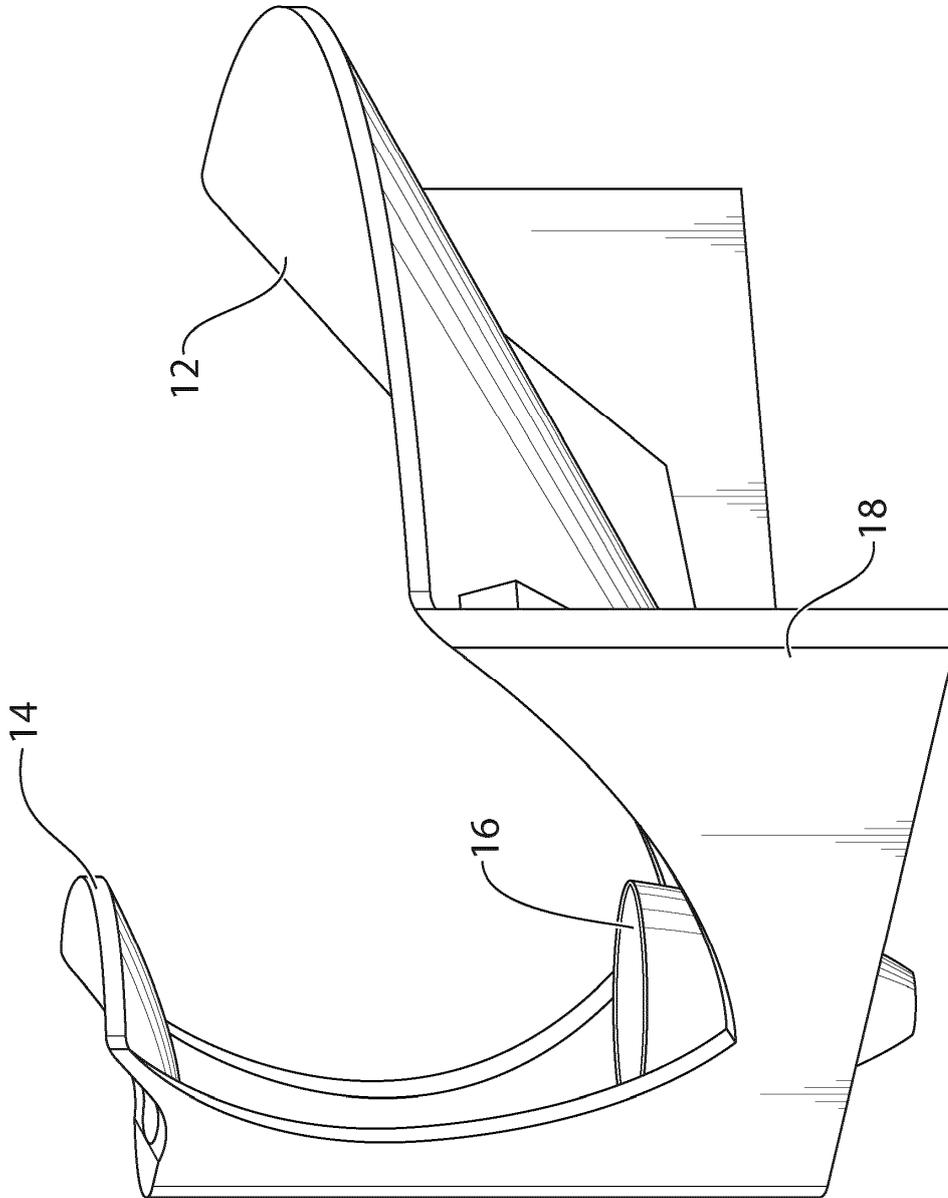


FIG. 24

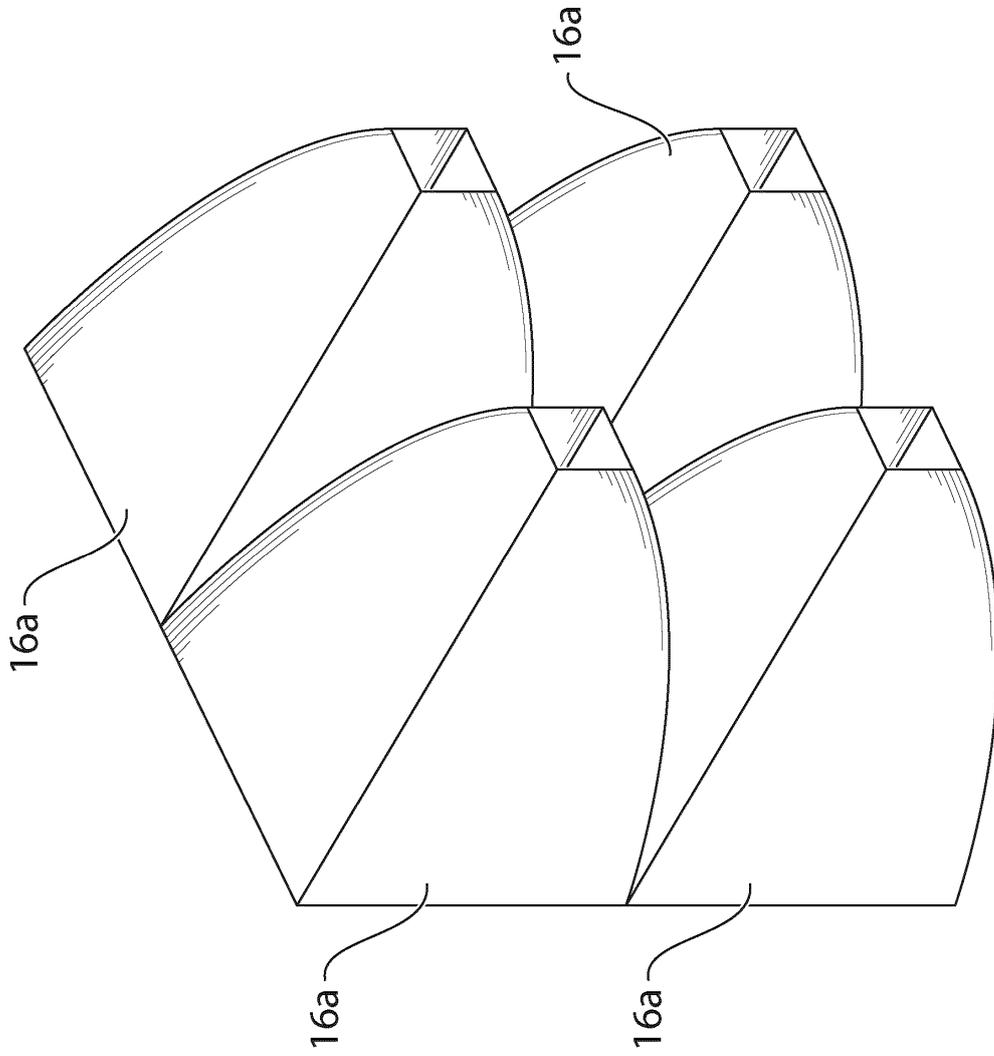


FIG. 25