

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 725 897**

21 Número de solicitud: 201830306

51 Int. Cl.:

**B29C 70/08** (2006.01)

**B64C 1/00** (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

**28.03.2018**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**30.09.2019**

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

**21.07.2020**

Fecha de concesión:

**26.11.2020**

45 Fecha de publicación de la concesión:

**03.12.2020**

73 Titular/es:

**TORRES MARTINEZ, Manuel (100.0%)**  
**Alhóndiga nº4 - 4º Izda**  
**31002 PAMPLONA (Navarra) ES**

72 Inventor/es:

**TORRES MARTINEZ, Manuel**

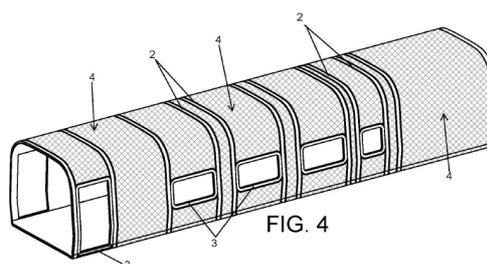
74 Agente/Representante:

**VEIGA SERRANO, Mikel**

54 Título: **PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS REFORZADAS Y ESTRUCTURA OBTENIDA**

57 Resumen:

Procedimiento de fabricación de estructuras reforzadas y estructura obtenida, en donde el procedimiento comprende disponer un molde estructural, aplicar un primer revestimiento de material compuesto (1) sobre el molde estructural, aplicar unos primeros refuerzos estructurales de material compuesto (2) directamente sobre el primer revestimiento (1) mediante técnica de rebobinado de material compuesto, aplicar un segundo revestimiento de material compuesto (5) sobre el conjunto formado por el primer revestimiento (1) y los primeros refuerzos estructurales (2), aplicar calor al conjunto formado por el primer revestimiento (1), los primeros refuerzos estructurales (2) y el segundo revestimiento de material compuesto (5) hasta curarlo completamente.



ES 2 725 897 B2

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015.  
Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

## DESCRIPCIÓN

### PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS REFORZADAS Y ESTRUCTURA OBTENIDA

5

#### **Sector de la técnica**

La presente invención está relacionada con el sector de los materiales compuestos, proponiendo un procedimiento de fabricación de estructuras con unos refuerzos que quedan integrados formando una única pieza con dicha estructura. También es objeto de la invención la estructura obtenida mediante dicho procedimiento, de aplicación en múltiples sectores tales como el sector eólico o el sector del transporte terrestre y aéreo.

15

#### **Estado de la técnica**

La fabricación de estructuras a partir de materiales compuestos tiene cada vez más protagonismo, destacando sobre el resto de sectores, el aeronáutico, el automovilístico y el eólico. La razón se encuentra en las características de este material, donde las propiedades mecánicas de la fibra se equiparan a las de los metales pero con la ventaja de tener un peso menor. En aplicaciones donde es crucial la necesidad de reducir el peso de la estructura por motivos económicos y de funcionamiento, se apuesta cada vez más por soluciones de fabricación de elementos en fibra de carbono y vidrio.

25

El principal problema es la automatización del proceso de fabricación, ya que el tratamiento de materiales compuestos de fibra es complejo, pero se hace necesario puesto que la manipulación del mismo de forma manual hace que aumente considerablemente la posibilidad de aparición de errores debidos al factor humano.

30

Actualmente la fabricación de elementos de gran tamaño, como por ejemplo el fuselaje de un avión, los vagones de un tren o la carrocería de un vehículo, debe realizarse por partes, teniendo posteriormente que usar una gran cantidad de remaches, largueros y anillos de refuerzo para la unión de las partes.

35

Se hace necesaria una solución que permita la fabricación automatizada de grandes estructuras con núcleo de revolución que integre los refuerzos necesarios para asegurar la

integridad de la estructura sin la necesidad de usar elementos externos de refuerzo ni de unión.

### **Objeto de la invención**

5

La invención se refiere a un procedimiento de fabricación de estructuras y de los refuerzos que quedan integrados en la estructura. La invención es de aplicación preferente en los sectores del transporte aéreo y terrestre, tanto por carretera como ferroviario, o sectores como el eólico, sectores donde el desarrollo de estructuras ligeras de grandes dimensiones

10 tiene mayor relevancia. También es objeto de la invención la estructura directamente obtenida de dicho procedimiento.

El procedimiento de fabricación de estructuras reforzadas de la invención comprende:

15

- disponer un molde estructural,
- aplicar un primer revestimiento de material compuesto sobre el molde estructural,
- aplicar unos primeros refuerzos estructurales de material compuesto directamente sobre el primer revestimiento mediante una técnica de rebobinado de material compuesto,
- aplicar un segundo revestimiento de material compuesto sobre el conjunto formado por

20 el primer revestimiento y los primeros refuerzos estructurales,

- aplicar calor al conjunto formado por el primer revestimiento, los primeros refuerzos estructurales y el segundo revestimiento de material compuesto hasta curarlo completamente.

20

25

De esta forma se obtiene una estructura reforzada de material compuesto formada por la cohesión de todos los componentes que lo integran. La estructura obtenida permite eliminar o al menos reducir al máximo la necesidad de remaches, al no necesitar ensamblar distintas partes para completar la estructura. Esto conlleva no sólo una importante reducción de peso, de tiempo, y de costes de fabricación, sino también una agilización de los trámites de

30 certificación.

30

35

Opcionalmente, antes de aplicar los primeros refuerzos estructurales y/o antes de aplicar el segundo revestimiento de material compuesto, se realiza un curado parcial o total mediante aplicación de calor. Así, se puede aplicar calor para curar parcial o totalmente el conjunto

35 formado por el primer revestimiento y el molde estructural, y/o se puede aplicar calor para

curar parcial o totalmente el conjunto formado por el primer revestimiento, los primeros refuerzos y el molde estructural.

5 Preferentemente se fabrican unos segundos refuerzos estructurales de material compuesto en las geometrías donde un proceso de bobinado sobre el primer revestimiento no es factible, y se aplican los segundos refuerzos estructurales ya fabricados sobre el primer revestimiento de material compuesto. La fabricación de los segundos refuerzos estructurales se realiza por medio de un proceso de rebobinado análogo al que se emplea para la fabricación de los primeros refuerzos pero sobre un molde o marco externo en lugar de  
10 sobre el primer revestimiento.

Opcionalmente, antes de aplicar el segundo revestimiento de material compuesto se realiza un curado parcial o total mediante aplicación de calor del conjunto formado por el primer revestimiento y los refuerzos estructurales.

15 Los refuerzos estructurales se fabrican rebobinando múltiples capas de material compuesto envolviendo una geometría dada. Se trata de una cinta de material unidireccional que, por medio de la rotación de bien la pieza completa o bien un marco de referencia geométrica, se va apilando en un número determinado de capas hasta alcanzar el espesor deseado de  
20 material.

Dentro de una realización preferente de la invención, esas capas pueden estar basadas en fibra de carbono, fibra de vidrio, o bien una mezcla de ambas, empleando un material para un número de capas y el otro para el resto. El proceso puede funcionar con fibra seca y una  
25 etapa de infusión o bien con material preimpregnado, tanto con resinas termoestables como termoplásticas, o incluso empleando un material híbrido, con filamentos de refuerzo y filamentos de resina termoplástica.

Preferentemente, antes de aplicar el segundo revestimiento se aplica una espuma de relleno  
30 como componente de refuerzo adicional, de forma que se rellenan los espacios existentes entre los refuerzos estructurales con un material de baja densidad que aligera el peso de la estructura finalmente obtenida.

Preferentemente se realiza un pulido sobre la espuma de relleno y los refuerzos  
35 estructurales para obtener una superficie uniforme sobre la que aplicar el segundo

revestimiento.

Los materiales compuestos empleados en la fabricación de las estructuras son un material en formato de fibra seca que se impregna con resina a través de un proceso de infusión, o  
5 son un material en formato de fibra preimpregnada con resina, curándose el material en formato de fibra aplicando calor a una temperatura inferior o igual a la temperatura de curado de la resina hasta conseguir un porcentaje de avance de la reacción de curado de al menos un 40% en el caso de emplear resinas termoestables. En el caso de emplear resinas termoplásticas, se eleva la temperatura hasta conseguir un fundido del material suficiente  
10 para alcanzar las propiedades requeridas.

El curado o fusión de los materiales por medio de un proceso a temperatura se puede realizar tras cada una de las etapas de fabricación indicadas, o bien realizarlo conjuntamente tras el total o un conjunto de las mismas. De similar manera, al emplear  
15 resinas termoestables, el curado de los componentes intermedios puede ser completo o parcial, y completarse por separado o en un proceso conjunto con varios componentes al mismo tiempo.

Opcionalmente el molde estructural puede quedarse integrado formando parte de la estructura, o puede ser retirado tras la obtención de la estructura.  
20

Con todo ello así la invención resulta en una estructura fabricada como una única pieza, con componentes de refuerzo integrados en la fabricación, evitando así prácticamente la totalidad de remaches y sistemas de unión adicionales entre componentes, de peso muy  
25 reducido y bajos costes de fabricación gracias a la gran automatización del proceso y la reducción de mano de obra directa necesaria, reduciendo a su vez los problemas derivados del trabajo manual y aumentando la productividad con respecto al actual estado de la técnica.

### 30 **Descripción de las figuras**

La figura 1 muestra una vista en perspectiva de la estructura reforzada de la invención tras la aplicación del primer revestimiento de material compuesto sobre el molde estructural.

35 La figura 2 muestra una vista en perspectiva de la estructura reforzada de la invención con

el primer revestimiento, y los primeros refuerzos estructurales posicionados sobre el primer revestimiento.

5 La figura 3 muestra una vista en perspectiva de la estructura reforzada de la invención con el primer revestimiento, los primeros refuerzos estructurales y los segundos refuerzos estructurales que son posicionados en puertas, ventanas y zonas que requieran un refuerzo adicional.

10 La figura 4 muestra una vista en perspectiva de la estructura reforzada de la invención con el primer revestimiento, los primeros y segundos refuerzos estructurales y las espumas de baja densidad posicionadas sobre la superficie de la estructura en las zonas donde no hay refuerzos de ningún tipo.

15 La figura 5 muestra una vista en perspectiva de la estructura reforzada de la invención con el segundo revestimiento externo sobre todo el conjunto.

20 Las figuras 6 a 9 muestran, de izquierda a derecha y de arriba a abajo, una sucesión de vistas en sección de los elementos que forman la estructura reforzada según un ejemplo de realización preferente de la invención, añadiendo una capa nueva por figura.

Las figuras 10 a 14 muestran el procedimiento de fabricación de una estructura reforzada de configuración cilíndrica, tal como por ejemplo la sección de fuselaje de avión.

### **Descripción detallada de la invención**

25 La invención se refiere a un procedimiento de fabricación de estructuras reforzadas, que pueden ser empleadas como fuselajes de aviones, vagones de trenes, carrocerías de vehículos, cohetes lanzaderas de satélites, o estructuras con requerimientos similares.

30 Las figuras muestran un ejemplo de realización no limitativo del procedimiento de la invención aplicado a la obtención de una estructura reforzada para su empleo en medios de transporte que se beneficien de la reducción de peso como es el caso del transporte aeronáutico, el transporte por carretera o el transporte ferroviario, especialmente de alta velocidad.

35

En primer lugar, el procedimiento de la invención comprende disponer un molde estructural sobre el que se aplica un primer revestimiento de material compuesto (1). Seguidamente como se muestra en la figura 2 sobre el primer revestimiento (1) se aplican unos primeros refuerzos estructurales de material compuesto (2), aplicándose los refuerzos (2) mediante una técnica de rebobinado de material compuesto

Los refuerzos (2) se pueden aplicar empleado un cabezal de encintado de fibras, en donde preferentemente para la aplicación el cabezal es fijo siendo el molde estructural rotatorio, o incluso sistemas más sencillos de rebobinado y aplicación de presión. El cabezal puede tener cierto desplazamiento en la dirección axial del componente para generar esos refuerzos (2) con una ligera desviación en la orientación de las fibras, ofreciendo mejores propiedades en esa dirección.

Los primeros refuerzos estructurales de material compuesto (2) se disponen transversalmente a la sección longitudinal del molde estructural y hacen la función de cuadernas estructurales de refuerzo de la estructura.

De manera independiente, es decir en un procedimiento aislado, se fabrican unos segundos refuerzos estructurales de material compuesto (3), igualmente fabricados mediante una técnica de rebobinado de material compuesto. Estos segundos refuerzos estructurales (3) no se aplican directamente mediante rebobinado sobre el primer revestimiento (1), sino que una vez fabricados se disponen sobre el primer revestimiento (1), tal y como se muestra en la figura 3.

Los segundos refuerzos estructurales de material compuesto (3) se disponen sobre el primer revestimiento (1) en zonas de la estructura que deban ir reforzadas, de forma que preferentemente se emplean para hacer la función de marcos para puertas o ventanas de la estructura finalmente obtenida.

La técnica de rebobinado de material compuesto con la que se fabrican tanto los marcos (3) para refuerzo de puertas y ventanas, así como los refuerzos (2) de tipo cuadernas, se basa en un rebobinado de tiras de material compuesto sobre una pieza o estructura con una geometría deseada. En el caso de los marcos (3) se rebobinan sobre un molde con forma de puerta o de ventana que luego se extraerá y, en el caso de las cuadernas (4), se rebobina directamente sobre la estructura una vez que se le ha aplicado el primer revestimiento (1).

En ambos casos, el material se adapta a dicha geometría mediante el proceso de rebobinado, y la va envolviendo generando un apilado de capas sucesivas hasta alcanzar un determinado grosor requerido.

5 Preferentemente se utilizan tiras de material compuesto con fibras continuas unidireccionales de forma que, al apilar varias capas, la orientación de las fibras es siempre la misma y el refuerzo tiene una única dirección, la requerida por la estructura en cada caso, si bien dicha orientación puede tener una ligera componente en la dirección axial, similar al resultado de un bobinado. Las fibras empleadas pueden ser fibra de carbono, fibra de vidrio,  
10 o una combinación de ambas que permita generar un lamado no uniforme a lo largo del espesor.

En una aplicación preferente, los segundos refuerzos estructurales (3) se disponen sobre el primer revestimiento (1) sin curarlos, y el conjunto formado por el primer revestimiento (1) y  
15 los refuerzos estructurales (2,3) se somete a la aplicación de calor para obtener un curado parcial o total del mismo. En otra aplicación, el primer revestimiento (1) se cura inicialmente y después los refuerzos estructurales (2,3) se curan sobre dicho primer revestimiento (1). En cualquier caso, se puede realizar un curado total o parcial después de uno o todos los pasos del procedimiento, es decir, se puede realizar un curado total o parcial después de aplicar el  
20 primer revestimiento (1), y/o después de aplicar los primeros refuerzos estructurales (2), y/o después de aplicar los segundos refuerzos estructurales (3).

Según otro ejemplo de la invención, los segundos refuerzos estructurales (3) se curan parcial o totalmente, e independientemente, antes de disponerlos sobre el primer  
25 revestimiento (1) y posteriormente el conjunto formado por el primer revestimiento (1) y los refuerzos estructurales (2,3) se someten a la aplicación del calor para obtener el curado parcial o total del conjunto.

Tras el curado del primer revestimiento (1) y de los refuerzos estructurales (2,3), ya sea un  
30 curado parcial o completo, se aplica una espuma de relleno (4) sobre el primer revestimiento (1) cubriendo espacios existentes entre los refuerzos estructurales (2,3), de forma que la espuma de relleno (4) permite aligerar el peso de la estructura finalmente obtenida. Preferentemente se emplea una espuma de baja densidad, tal como por ejemplo de una densidad comprendida entre 80kg/m<sup>3</sup> y 300kg/m<sup>3</sup>.

35

Preferentemente tras la aplicación de la espuma de relleno (4) se realiza un pulido para obtener una superficie uniforme de la espuma de relleno (4) y los refuerzos estructurales (2,3).

5      Posteriormente sobre el conjunto formado por el primer revestimiento (1) y los refuerzos estructurales (2,3) se aplica un segundo revestimiento de material compuesto (5), y seguidamente se aplica calor hasta curar completamente el conjunto, de forma que se obtiene una estructura de material compuesto en donde los refuerzos estructurales (2,3) quedan directamente integrados en la estructura.

10

Según otro ejemplo de la invención, el primer revestimiento (1) y los refuerzos estructurales (2,3) se mantienen sin curar hasta la aplicación de este segundo revestimiento (5), momento en el que se someten conjuntamente a la aplicación de calor para obtener un curado total del conjunto.

15

Si la estructura a obtener tiene una geometría de la que el molde estructural es fácilmente extraíble, una geometría relativamente abierta al menos desde uno de sus extremos como la mostrada en las figuras, se emplea un molde estructural monopieza que será posteriormente extraído tras la fabricación de la estructura. En tal caso preferentemente se emplea un

20      molde estructural metálico.

20

Si por el contrario la geometría de la estructura es más compleja y la extracción del molde es complicada, especialmente geometrías con cierta conicidad en ambos extremos que dificulta la extracción de moldes completos, se emplea un molde estructural de material

25      compuesto que pasará a formar parte de la estructura y que, por tanto, no será necesario extraer. Preferentemente, dicho molde estructural está formado por segmentos y está parcialmente curado al aplicar sobre el primer revestimiento de forma que, al curar finalmente todo el conjunto, quedará integrado en la estructura.

25

Según un ejemplo de la invención el material compuesto empleado es en formato de fibra seca, de manera que la fibra seca se impregna con resina a través de un proceso de infusión y se cura parcialmente aplicando calor a una temperatura inferior a la temperatura de curado de la resina hasta conseguir un porcentaje de avance de la reacción de curado comprendido entre un 40% y un 80%. El material compuesto también se puede curar

35      totalmente, aplicando en tal caso calor a la temperatura de curado de la resina durante el

35

tiempo requerido por el tipo específico de resina empleada.

Según otro ejemplo de la invención el material compuesto empleado es en formato de fibra preimpregnada, en donde la fibra se cura parcialmente aplicando calor a una temperatura inferior a la temperatura de curado de la resina hasta conseguir un porcentaje de avance de la reacción de curado comprendido entre un 40% y un 80%. La fibra preimpregnada también se puede curar totalmente, aplicando en tal caso calor a la temperatura de curado de la resina durante el tiempo requerido por el tipo específico de resina empleada.

El material compuesto empleado en los revestimientos (1,5), en los marcos (3) o en los refuerzos (2) puede ser cualquier tipo de material compuesto, siendo algunos ejemplos no limitativos la fibra de carbono, la fibra de vidrio, los materiales híbridos con resinas termoplásticas, o combinaciones de cualesquiera de ellos. Preferentemente se utilizará fibra de carbono en zonas donde el refuerzo deba ser mayor.

En el caso de emplear resinas termoestables, el conjunto formado por la totalidad de los componentes que integran la estructura se cocura completamente aplicando calor a la temperatura de curado de la resina hasta conseguir un porcentaje de avance de la reacción de curado del 100%. En el caso de emplear resinas termoplásticas, se aplicará la temperatura necesaria para alcanzar el punto de fusión requerido por la resina para asegurar la correcta cohesión estructural.

La estructura reforzada obtenida mediante el procedimiento de la invención comprende por tanto revestimientos interno (1) y externo (5) de material compuesto, cuadernas (2) y marcos (3) integrados también de material compuesto, y espumas (4) de baja densidad para completar la estructura y aligerarla.

Adicionalmente, en caso de haber utilizado un molde estructural formado por la unión de segmentos en lugar de uno extraíble, éste también quedará integrado en la estructura reforzada final. Dicho molde puede disponer de unas cuadernas internas que se generan por la unión de segmentos debido a formas internas que tienen los propios segmentos. Las cuadernas (2) externas, anteriormente descritas y obtenidas por la técnica de rebobinado, serán más numerosas que las cuadernas internas generadas por los segmentos y aportarán un refuerzo mayor dado que, al ser prescindibles las cuadernas internas, los segmentos del molde estructural serán de gran longitud por lo que las uniones serán escasas.

En las figuras 1 a 5 se ha representado el procedimiento de fabricación de una estructura rectangular, mientras que en las figuras 10 a 14 se muestra un procedimiento de fabricación idéntico al descrito para las figuras 1 a 5 pero aplicable a una estructura cilíndrica en lugar de rectangular que podría ser, por ejemplo, una sección de fuselaje de avión.

5

## REIVINDICACIONES

1.- Procedimiento de fabricación de estructuras reforzadas, caracterizado por que comprende:

- 5
- disponer un molde estructural,
  - aplicar un primer revestimiento de material compuesto (1) sobre el molde estructural,
  - aplicar unos primeros refuerzos estructurales de material compuesto (2) directamente sobre el primer revestimiento (1) mediante una técnica de rebobinado de material compuesto, dejando espacio entre dichos refuerzos estructurales de material compuesto
- 10
- (2).
  - aplicar un segundo revestimiento de material compuesto (5) sobre el conjunto formado por el primer revestimiento (1) y los primeros refuerzos estructurales (2),
  - aplicar calor al conjunto formado por el primer revestimiento (1), los primeros refuerzos estructurales (2) y el segundo revestimiento de material compuesto (5) hasta curarlo
- 15
- completamente.

2.- Procedimiento de fabricación de estructuras reforzadas, según la reivindicación 1, caracterizado por que antes de aplicar los primeros refuerzos estructurales (2) y/o antes de aplicar el segundo revestimiento de material compuesto (5), se realiza un curado parcial o

20

total mediante aplicación de calor.

3.- Procedimiento de fabricación de estructuras reforzadas, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se fabrican unos segundos refuerzos estructurales de material compuesto (3) y se aplican los segundos refuerzos estructurales (3)

25

ya fabricados sobre el primer revestimiento de material compuesto (1).

4.- Procedimiento de fabricación de estructuras reforzadas, según la reivindicación anterior, caracterizado por que los refuerzos estructurales (2,3) se fabrican rebobinando múltiples capas de material compuesto.

30

5.- Procedimiento de fabricación de estructuras reforzadas, según la reivindicación 3 o 4, caracterizado por que antes de aplicar el segundo revestimiento de material compuesto (5) se realiza un curado parcial o total mediante aplicación de calor del conjunto formado por el primer revestimiento (1) y los refuerzos estructurales (2,3).

35

6.- Procedimiento de fabricación de estructuras reforzadas, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que antes de aplicar el segundo revestimiento (5), se aplica una espuma de relleno (4).

5 7.- Procedimiento de fabricación de estructuras reforzadas, según la reivindicación anterior, caracterizado por que se realiza un pulido sobre la espuma de relleno (4) y los refuerzos estructurales (2,3) para obtener una superficie uniforme sobre la que aplicar el segundo revestimiento (5).

10 8.- Procedimiento de fabricación de estructuras reforzadas, según las reivindicaciones 6 o 7, caracterizado por que la espuma de relleno (4) empleada tiene una densidad comprendida entre 80kg/m<sup>3</sup> y 300kg/m<sup>3</sup>.

15 9.- Procedimiento de fabricación de estructuras reforzadas, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los materiales compuestos empleados en la fabricación de las estructuras son un material en formato de fibra seca que se impregna con resina a través de un proceso de infusión, o son un material en formato de fibra preimpregnada con resina, curándose el material en formato de fibra aplicando calor a una temperatura inferior o igual a la temperatura de curado de la resina hasta conseguir un porcentaje de avance de  
20 la reacción de curado de al menos un 40% en el caso de emplear resinas termoestables, o elevando la temperatura hasta conseguir un fundido del material suficiente para alcanzar las propiedades requeridas en el caso de emplear resinas termoplásticas.

10.- Procedimiento de fabricación de estructuras reforzadas, según una cualquiera de las  
25 reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se retira el molde estructural.

11.- Estructura obtenida mediante el procedimiento definido según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

30

35

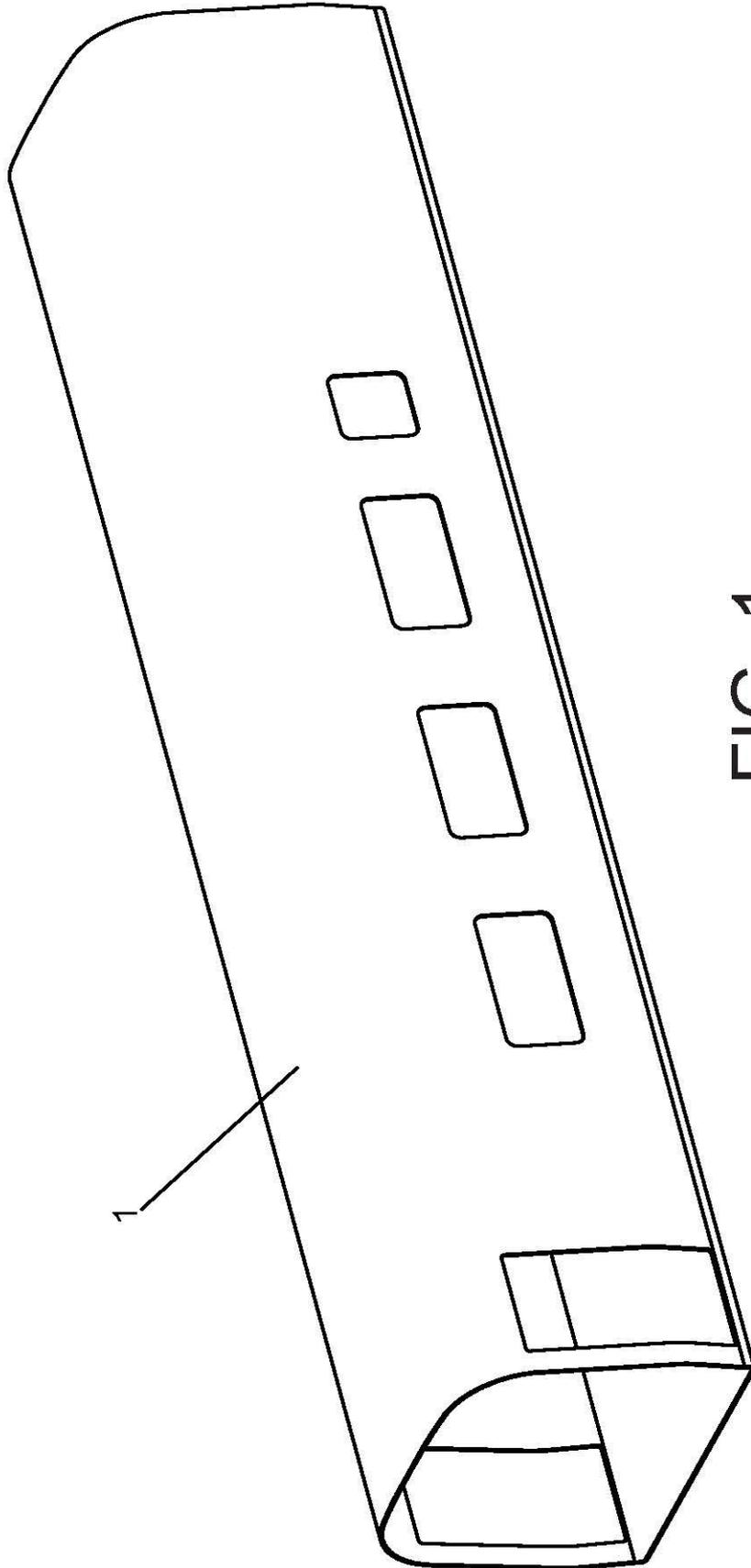


FIG. 1

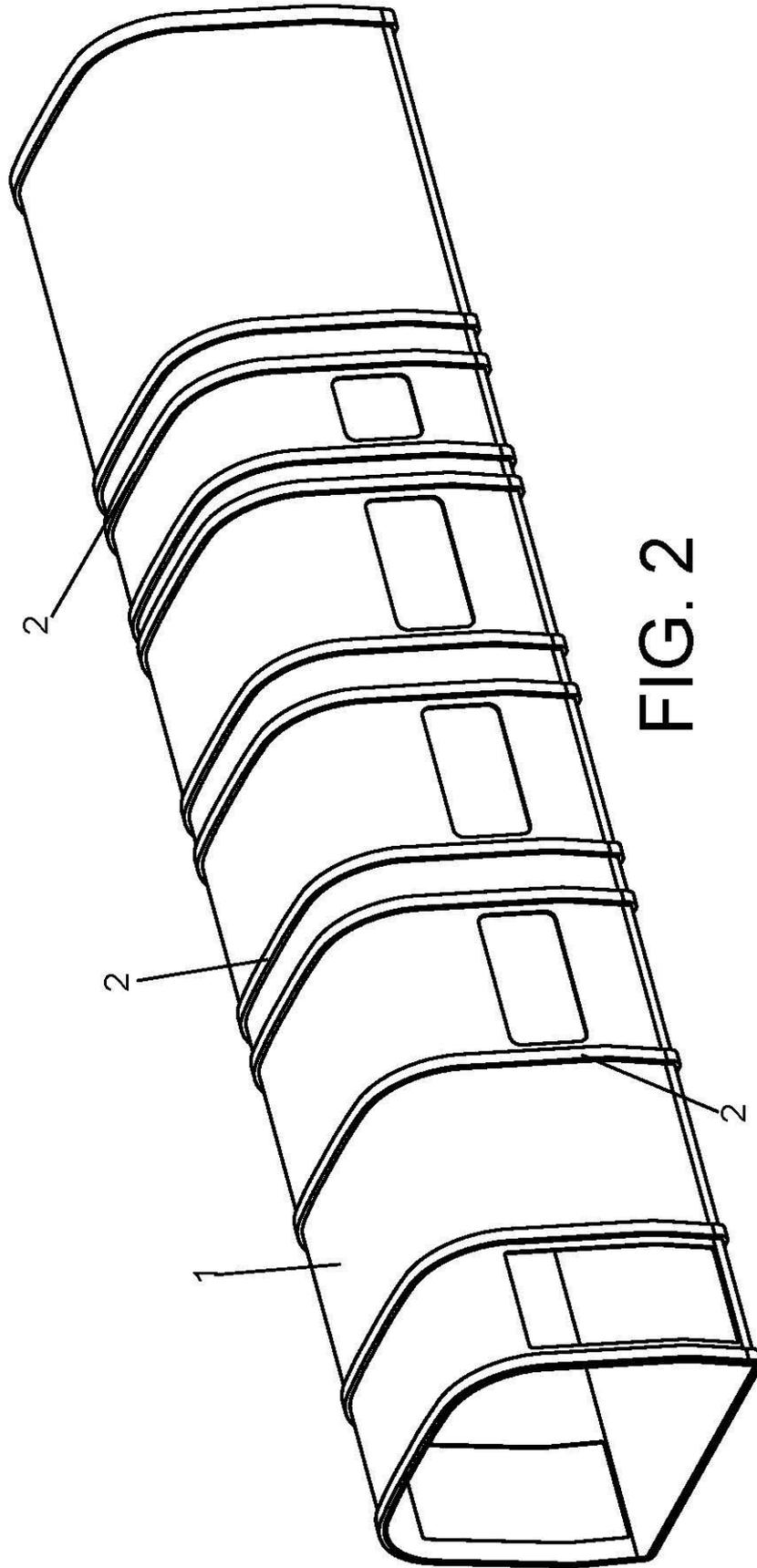


FIG. 2

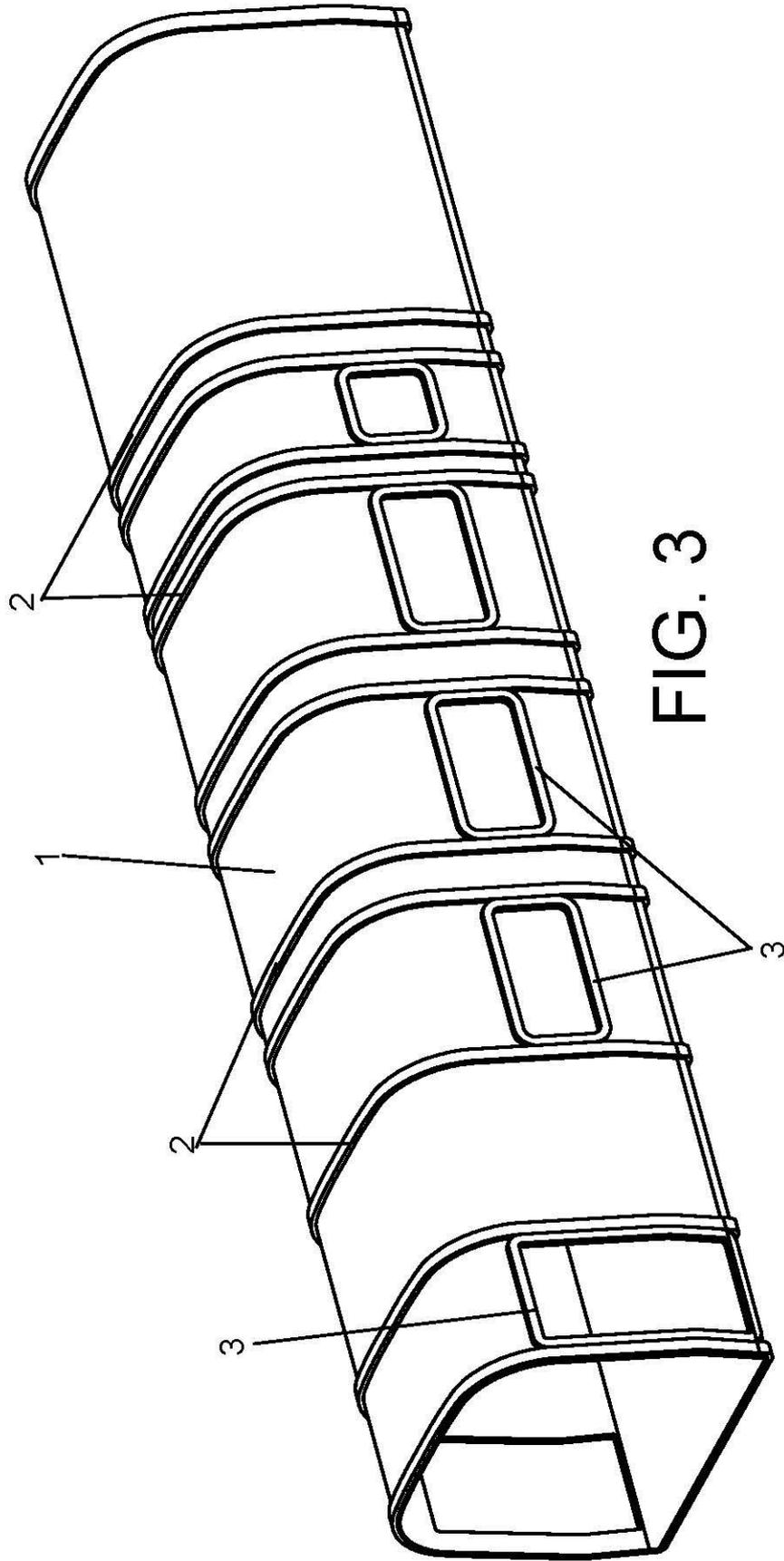


FIG. 3

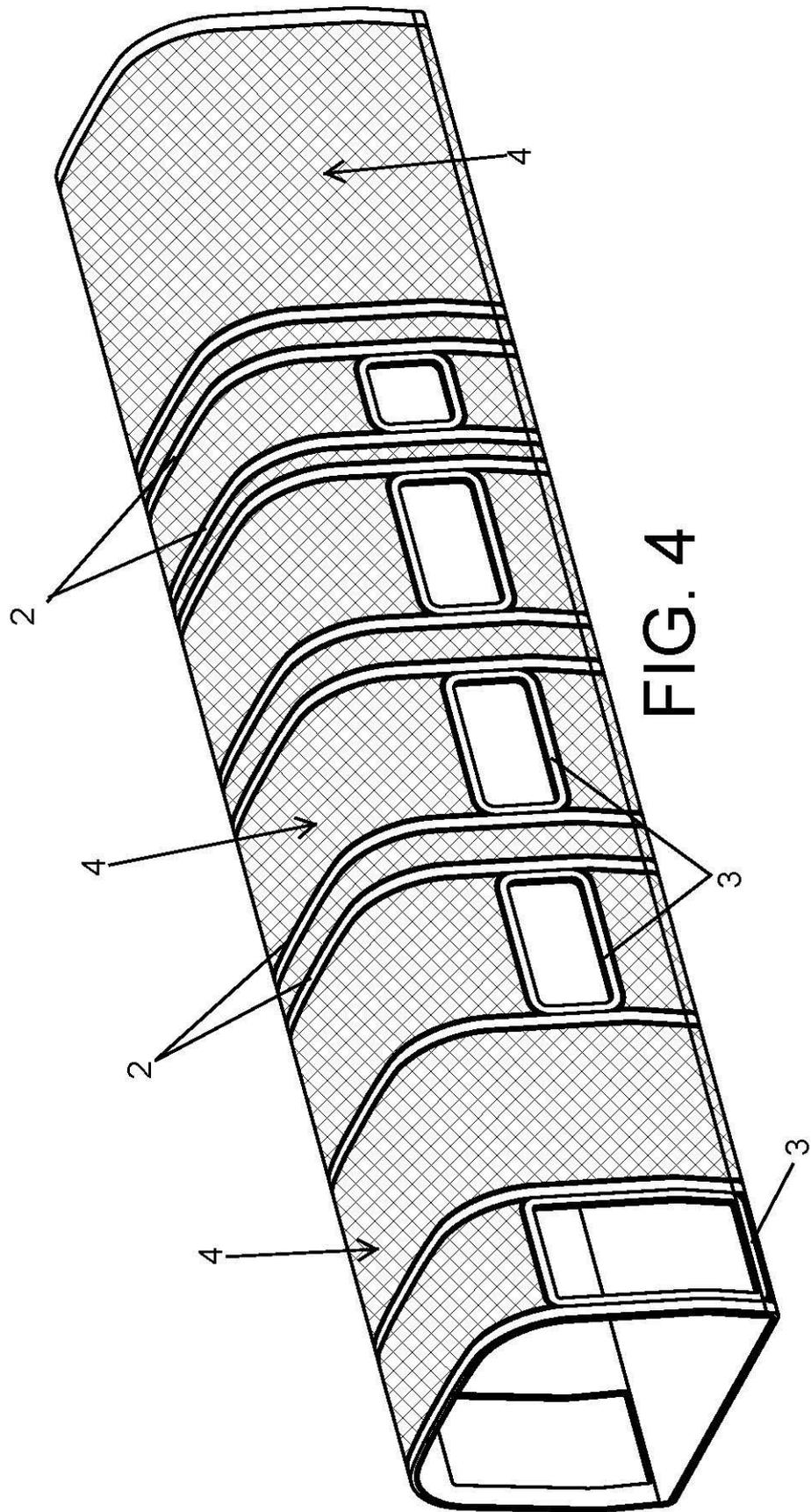


FIG. 4

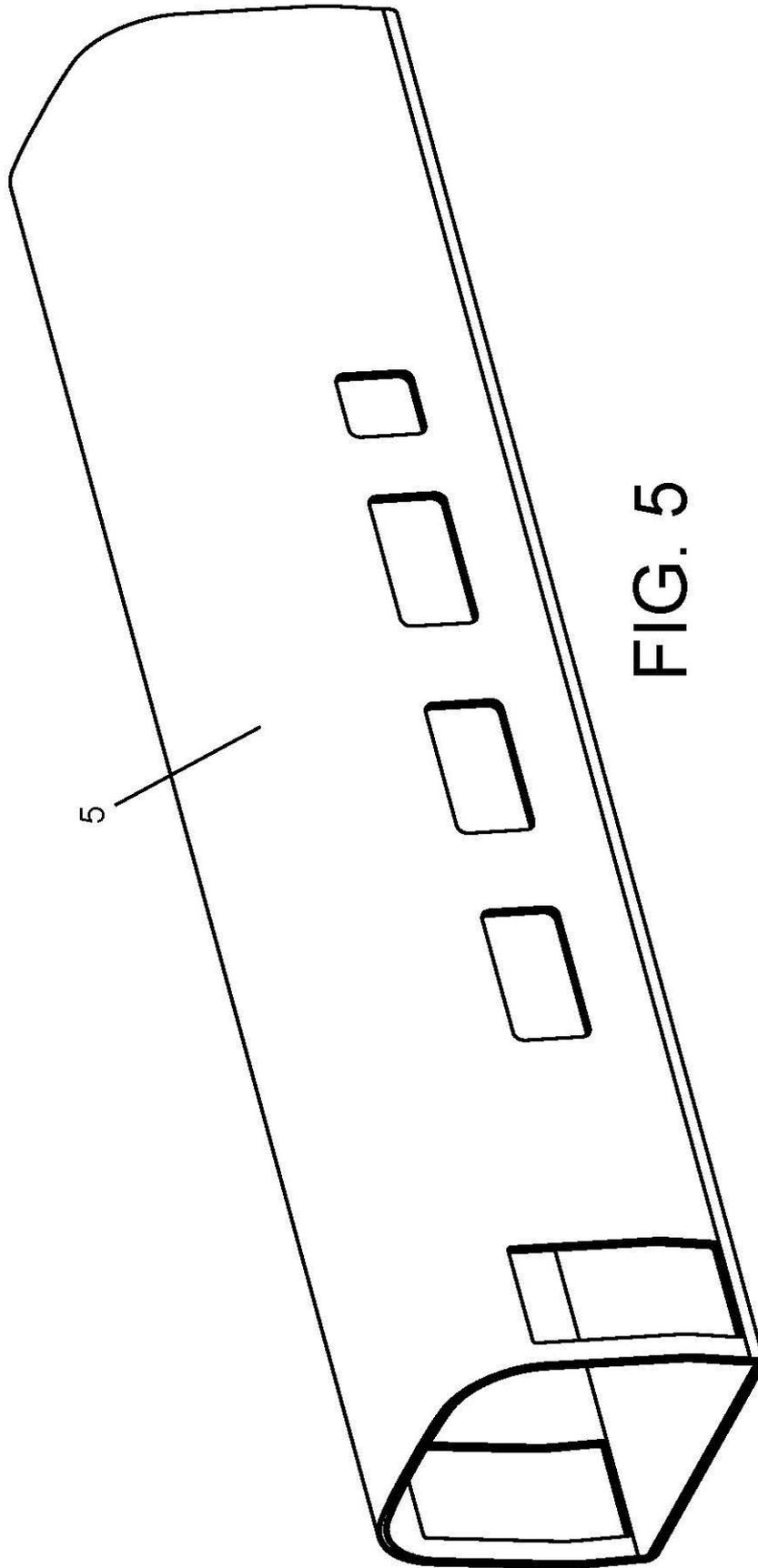


FIG. 5

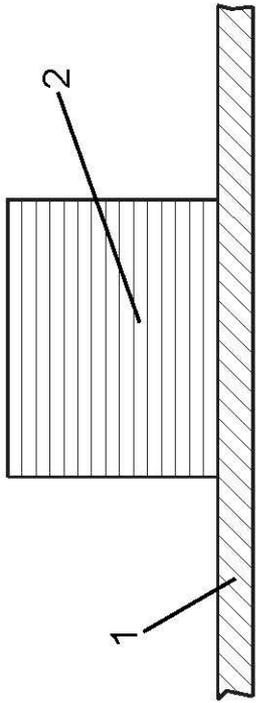


FIG. 7

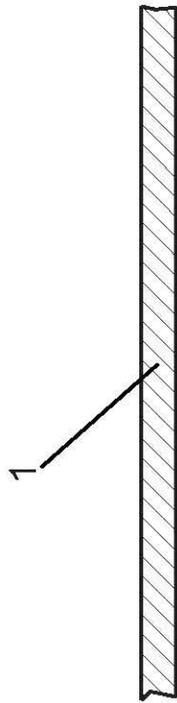


FIG. 6

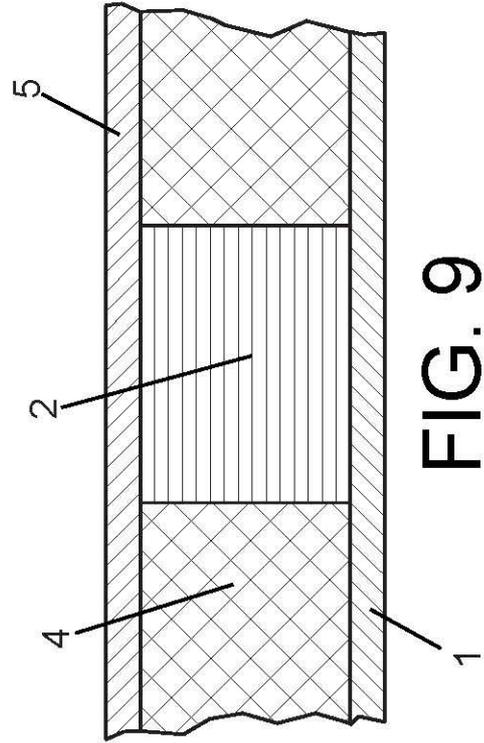


FIG. 9

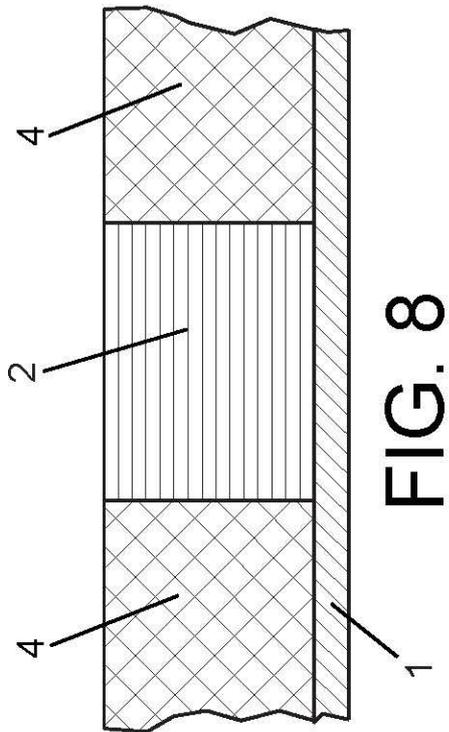


FIG. 8

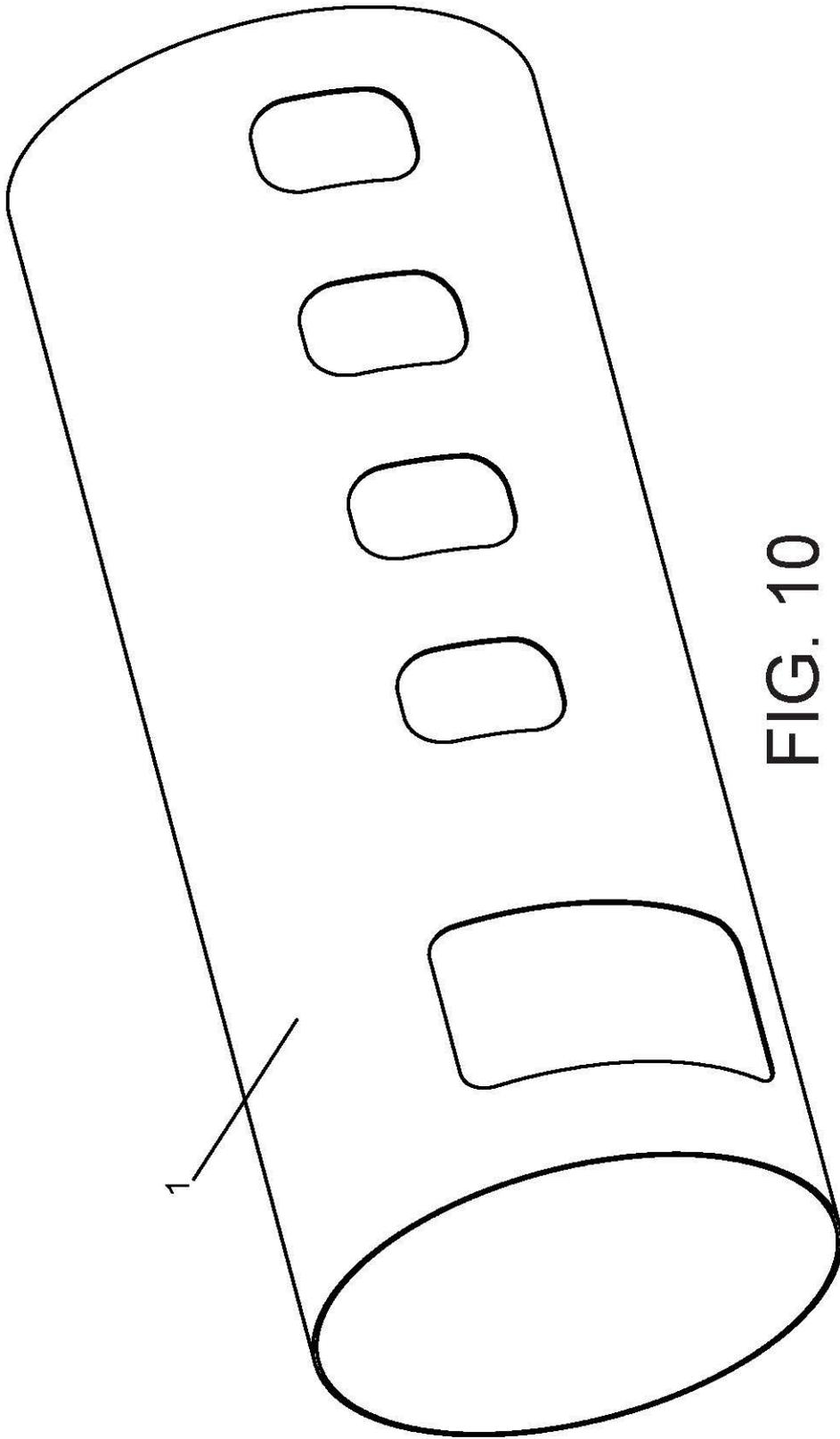


FIG. 10

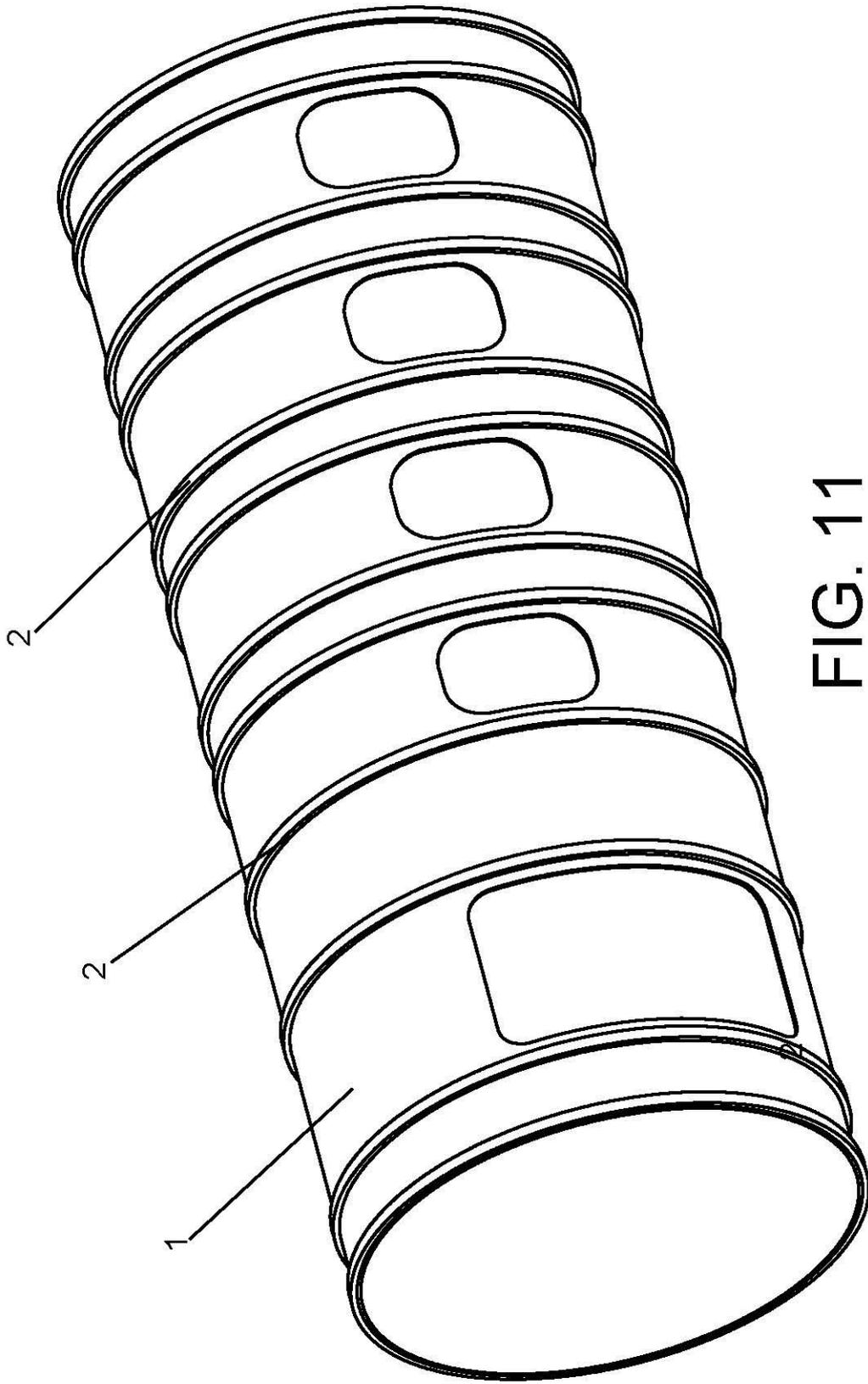


FIG. 11

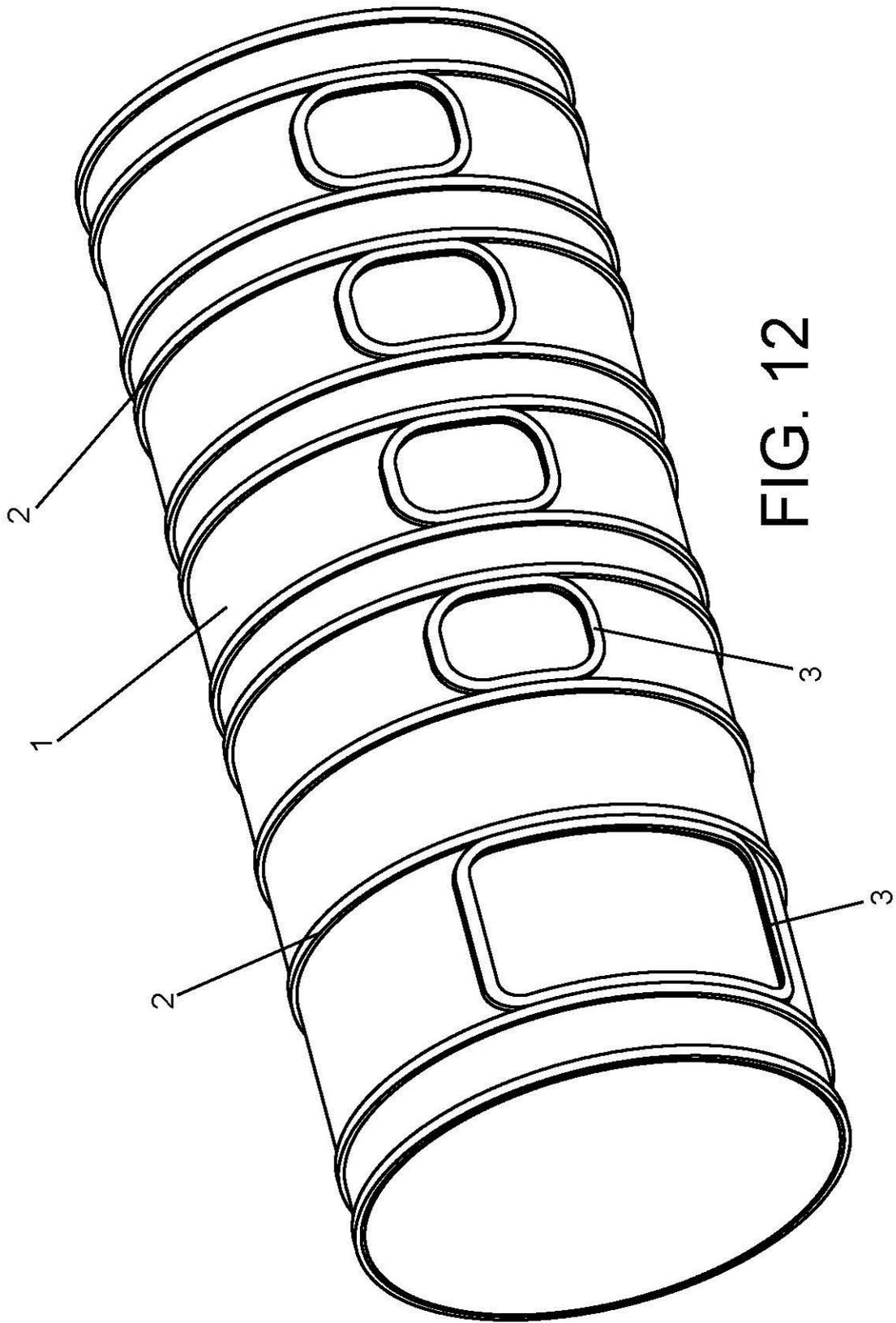
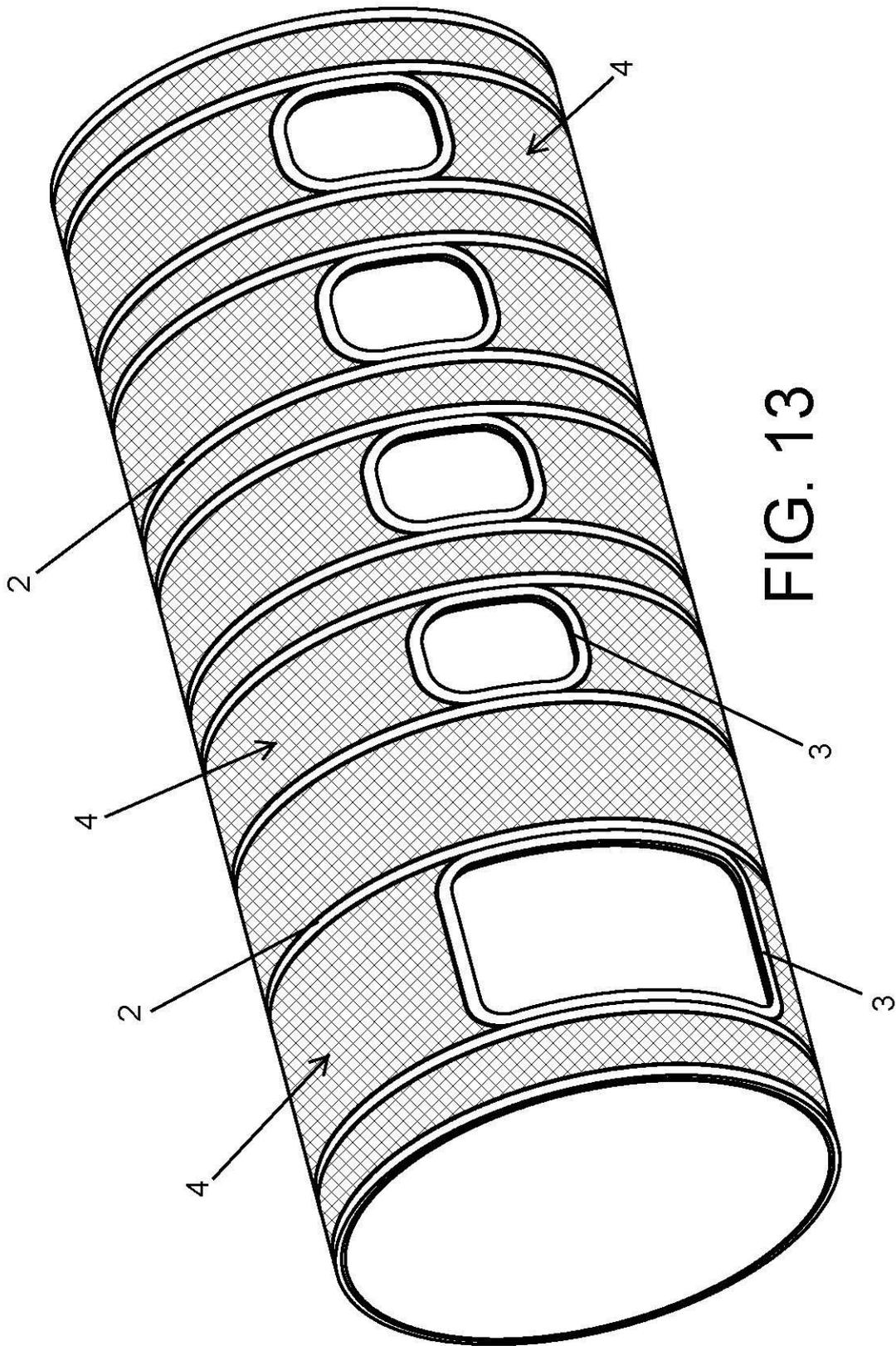


FIG. 12



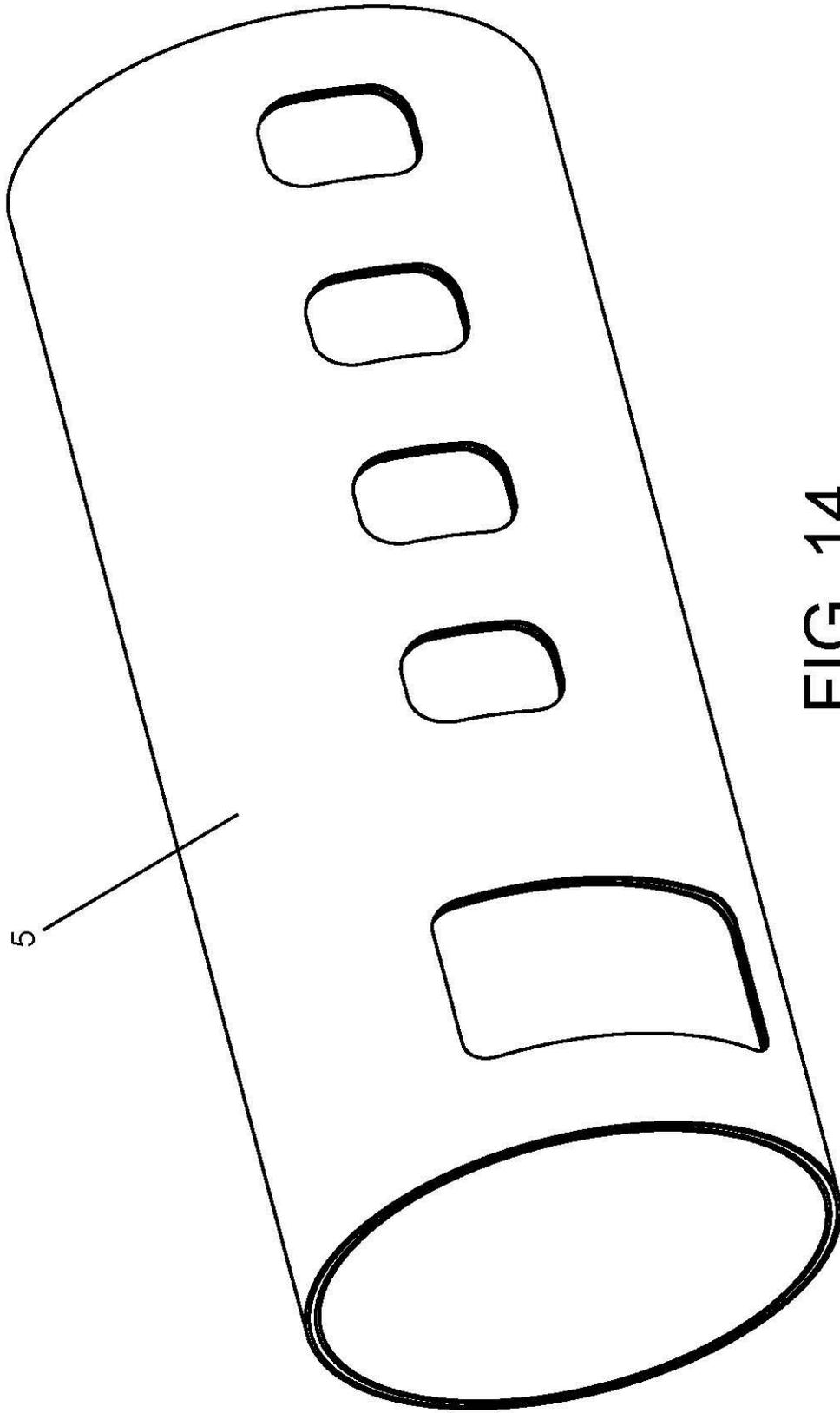


FIG. 14