

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 975 682**

51 Int. Cl.:

F02K 1/60 (2006.01)

F02K 1/72 (2006.01)

B29C 64/00 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.07.2021** **PCT/AT2021/060248**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.01.2022** **WO22011407**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.07.2021** **E 21755891 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.02.2024** **EP 4179192**

54 Título: **Elemento de cascada para un sistema de inversión del empuje de un motor**

30 Prioridad:

13.07.2020 AT 506052020

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

11.07.2024

73 Titular/es:

FACC AG (100.0%)
Fischerstrasse 9
4910 Ried im Innkreis, AT

72 Inventor/es:

LORETZ, LUDWIG;
HÖLLRIGL, ANDREAS y
NELBÖCK, GÜNTER

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 975 682 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

Elemento de cascada para un sistema de inversión del empuje de un motor

- 5 La invención se refiere a un elemento en cascada para un sistema inversor de empuje de un motor, en particular un motor a reacción, que presenta una serie de paletas deflectoras dispuestas unas junto a otras para desviar un flujo de aire. La invención también se refiere a un motor con un sistema de inversión del empuje. Por último, la invención se refiere a un procedimiento de fabricación de un elemento en cascada para un sistema inversor de empuje de un motor, en particular de un motor a reacción.
- 10 Un motor con un sistema de inversión del empuje se conoce, por ejemplo, de los documentos US 2017/0057166 A1, EP 2 949 910 A1 y EP 3 597 543 A2.
- 15 Con los sistemas de inversión del empuje, el flujo de aire de un motor puede redirigirse en dirección contraria a la del empuje para el movimiento de avance de la aeronave, con el fin de desacelerar eficazmente la aeronave tras el aterrizaje en la pista. Esto acorta la distancia de rodaje de aterrizaje y reduce la carga sobre los frenos de las ruedas al aterrizar el avión.
- 20 El motor equipado con el sistema inversor de empuje puede ser un motor a reacción de flujo único ("turborreactor") o un turborreactor de doble flujo ("turbofan"). Para activar el inversor de empuje, se suele introducir una chapaleta de inversión de empuje en el flujo de aire de propulsión (por ejemplo, en el flujo de derivación en el caso de un turborreactor de doble flujo). Con esta chapaleta de inversión de empuje, la trayectoria habitual del flujo de aire de propulsión se cierra al menos parcialmente y el flujo de aire se desvía unos 90°, por ejemplo, de tal modo que el flujo de aire discurre entonces esencialmente de forma radial en relación con el eje longitudinal del motor. Al cambiar de posición la chapaleta de inversión de empuje, se pueden liberar varios elementos en cascada al mismo tiempo, recorriendo esencialmente la circunferencia y formando un anillo. Estos elementos en cascada tienen cada uno una cascada de paletas deflectoras dispuestas unas al lado de las otras, con las que se desvía aún más la dirección del flujo de aire. De este modo, se puede dar al flujo de aire una componente en la dirección axial hacia delante (es decir, en la dirección opuesta al flujo de aire de salida para las operaciones de vuelo). Los elementos en cascada también minimizan la pérdida de área efectiva y maximizan el empuje inverso.
- 25 Por ejemplo, un motor puede tener 32 elementos en cascada. Cada elemento en cascada debe fabricarse individualmente, lo que se traduce en elevados costes de producción. En el estado actual de la técnica, los elementos en cascada se fresan a partir de metal o se someten a un tratamiento manual. También es posible la producción mediante moldeo por inyección o forja por estampación. Durante la fabricación con moldes de autoclave, se inserta una estructura de fibra de carbono en un molde. Los mandriles flexibles se extienden dentro de la estructura de fibra de carbono, definiendo los canales de desviación abiertos de las paletas deflectoras. La inserción suele hacerse a mano y requiere mucho trabajo. Dependiendo del diseño, la herramienta de moldeo puede cerrarse y una parte superior y otra inferior de la herramienta de moldeo pueden moverse una hacia la otra para ejercer presión de consolidación sobre la estructura de fibra, o la estructura de fibra puede sellarse al vacío en la herramienta de moldeo y curarse bajo presión en un autoclave. Tras el moldeo, deben retirarse los mandriles flexibles. Este proceso, a su vez, resulta muy caro y difícil.
- 30 Con los sistemas de inversión de empuje conocidos, surge el problema de que el chorro de propulsión desviado puede soplar en dirección a la zona de admisión del motor. Esto puede hacer que los objetos extraños se arremolinen en la pista y sean aspirados por el motor. Esto puede provocar daños en la unidad de accionamiento. Para minimizar estos inconvenientes, en los sistemas de inversión de empuje conocidos pueden estar previstos elementos en cascada con paletas deflectoras inclinadas en determinadas secciones de la superficie del cárter del motor, cuyos ejes longitudinales incluyen un ángulo que se desvía de 90° con respecto a un eje longitudinal del motor para guiar el flujo de aire invertido lejos del suelo y/o de las alas. Sin embargo, esto sólo permite un control muy impreciso del flujo de aire inverso, ya que las paletas deflectoras de un elemento en cascada tienen la misma posición inclinada en todas partes en el estado de la técnica. Una configuración de este tipo también podría aumentar las turbulencias. También podría reducirse la potencia del empuje inverso.
- 35 El objetivo de la presente invención consiste en reducir o eliminar al menos algunas de las desventajas de la técnica anterior. En particular, la invención tiene como objetivo proponer un elemento en cascada y un motor con un sistema inversor de empuje configurado para aumentar el rendimiento del empuje inverso y/o permitir un control más preciso del flujo de aire inverso. Además, es en particular un objetivo de la presente invención proporcionar un procedimiento de fabricación simple para un elemento en cascada de este tipo.
- 40 Este objetivo se consigue mediante un elemento en cascada con las características de la reivindicación 1, un motor con las características de la reivindicación 10 y un procedimiento con las características de la reivindicación 12. Algunas formas de realización preferentes se indican en las reivindicaciones dependientes.
- 45 Según la invención, al menos una de las paletas deflectoras del elemento en cascada está retorcida alrededor de su eje longitudinal, al menos a lo largo de una sección de torsión longitudinal.
- 50
- 55
- 60
- 65

Torciendo la paleta deflectora en una sección longitudinal de la paleta deflectora, es posible desviar el flujo de aire con mayor precisión y, en particular, desviar el aire de manera diferente a lo largo de la extensión longitudinal de la paleta deflectora. Además, de manera ventajosa mediante una torsión es posible agrupar el flujo de aire de elementos en cascada vecinos o de un elemento en cascada. Cuando se usa en un sistema inversor del empuje del motor de un avión, el aire puede desviarse eficazmente del suelo y/o de las alas.

Al menos dos líneas longitudinales están presentes en la sección longitudinal de torsión de esta paleta deflectora, que están torcidas (es decir, no están paralelas entre sí). La primera de las líneas longitudinales pasa por dos primeros puntos y la segunda de las líneas longitudinales pasa por dos segundos puntos, por lo que cada uno de los dos segundos puntos está desplazado por el mismo vector con respecto a uno de los dos primeros puntos (preferentemente en la dirección de extensión en profundidad de la paleta deflectora). Para esta definición, se desprecia el espesor de pared de la paleta deflectora y los puntos se definen a la mitad del espesor de pared. Además, para la condición de paralelismo no se tiene en cuenta una curvatura (normalmente pequeña) para la adaptación a la circunferencia de una góndola de motor, es decir, una curvatura alrededor de la dirección de separación. Las paletas deflectoras se extienden en la dirección longitudinal esencialmente normal a la dirección en la que las paletas deflectoras están separadas entre sí. El ángulo de torsión está comprendido preferentemente entre 0° y 50° , especialmente entre 2° y 30° , y aún más preferentemente entre 3° y 20° . El ángulo de torsión está definido por las dos líneas longitudinales más externas (es decir, las más alejadas en la dirección de la profundidad, en particular la superior y la inferior) definidas anteriormente.

La torsión es preferentemente continua a lo largo de una sección. La paleta deflectora puede presentar dos o más torsiones diferentes en distintas secciones longitudinales. Preferentemente, más de una paleta deflectora del elemento en cascada presenta la torsión, de manera particularmente preferente todas las paletas deflectoras del elemento en cascada presentan cada una de ellas una torsión, en particular en la misma dirección de torsión.

El elemento en cascada presenta la serie de paletas deflectoras dispuestas unas al lado de las otras, preferentemente en forma de discos. El elemento en cascada tiene preferentemente entre 5 y 200, de manera particularmente preferente entre 30 y 60 paletas deflectoras. Preferentemente, las paletas deflectoras tienen cada una de ellas una extensión longitudinal mayor que la extensión en profundidad. El eje longitudinal discurre esencialmente en la dirección longitudinal de las paletas deflectoras. La dirección de extensión longitudinal está definida por una dirección de extensión longitudinal central. La profundidad de las paletas deflectoras es preferentemente de al menos 1 cm, en particular de entre 2 y 15 cm, de manera particularmente preferente de entre 3 y 12 cm, aún más preferentemente de entre 5 y 8 cm. La extensión longitudinal de las paletas deflectoras es preferentemente de al menos 2 cm, en particular de entre 3 y 20 cm, de manera particularmente preferente de entre 4 y 15 cm, aún más preferentemente entre 6 y 10 cm. El espesor de la pared de las paletas deflectoras está comprendido preferentemente entre 0,5 y 15 mm, preferentemente entre 1 y 7 mm, de manera particularmente preferente entre 1,5 y 6 mm, y aún más preferentemente entre 2 y 5 mm. Preferentemente, varios o todos las paletas deflectoras de un elemento en cascada tienen la misma torsión o al menos una torsión en la misma dirección (pero posiblemente con ángulos diferentes).

El motor según la invención presenta al menos un elemento en cascada según la invención. Ventajosamente, el motor dispone de varios elementos en cascada según la invención. El motor puede presentar al menos un elemento en cascada según la invención y al menos un elemento en cascada convencional (es decir, sin torsión de las paletas deflectoras).

En la colocación prevista del elemento en cascada en el sistema inversor de empuje de un motor, la extensión longitudinal y/o el eje longitudinal del elemento en cascada discurren en particular en la dirección circunferencial en relación con el eje longitudinal del motor, es decir, el eje del motor. La dirección de separación de los elementos en cascada discurre esencialmente en la dirección axial del motor o de la góndola del motor.

El procedimiento según la invención para fabricar un elemento en cascada para un sistema inversor de empuje de un motor, en particular de un motor a reacción, tiene al menos la etapa:

- fabricación aditiva de una serie de paletas deflectoras dispuestas unas junto a las otras para desviar un flujo de aire, estando formado al menos una de las paletas deflectoras a lo largo de una sección longitudinal con una torsión con respecto a su eje longitudinal.

Con este procedimiento, el elemento en cascada descrito anteriormente puede fabricarse de una manera particularmente sencilla. La fabricación aditiva se realiza preferentemente mediante impresión 3D. El material usado para la fabricación aditiva es preferentemente (al menos un) plástico reforzado con fibras, en particular un plástico termoplástico o termoestable, preferentemente GRP o CFRP, o (al menos un) metal.

Con referencia al elemento en cascada según la invención, es ventajoso si las paletas deflectoras dispuestos unas al lado de las otras están unidas entre sí por medio de al menos dos paredes de apoyo, con dos paletas deflectoras vecinos y dos paredes de apoyo en cada caso formando un canal de desviación del flujo de fluido. Preferentemente están previstas al menos 2 paredes de apoyo. En una realización preferente, se proporcionan entre 1 y 30 paredes de apoyo, de manera particularmente preferente entre 3 y 6 paredes de apoyo. Esto crea un gran número de canales de

desviación del flujo de fluido. Las paredes de apoyo pueden aumentar la estabilidad del elemento en cascada y también mejorar la desviación del flujo de aire. Las paredes de apoyo se extienden esencialmente paralelas a la dirección de separación de las paletas deflectoras entre sí, es decir, la dirección longitudinal de extensión de las paletas deflectoras es aproximadamente o esencialmente normal a la dirección longitudinal de extensión de las paredes de apoyo. Las paredes de apoyo son preferentemente planas y/o niveladas. Resulta especialmente ventajoso si las paredes de apoyo sirven también para canalizar el flujo. Para ello, al menos una pared de apoyo puede tener una dirección longitudinal de extensión que se desvía de la dirección de separación o de la dirección axial de un motor y, en particular, incluye un ángulo de al menos 2°, preferentemente de al menos 5°, con la dirección de separación o la dirección axial del motor. También es preferible que al menos una pared de apoyo esté torcida alrededor de su eje longitudinal a lo largo de al menos una sección longitudinal de torsión. Las mismas características preferentes pueden estar presentes tanto para la torsión de la pared de apoyo como para la torsión de la paleta deflector. Preferentemente, la distancia entre dos paredes de apoyo vecinas de un elemento en cascada es más de 1 veces mayor, preferentemente 1,5 veces mayor, de manera particularmente preferente más del doble, que la distancia entre dos paletas deflectoras vecinas. En relación con el posicionamiento previsto del elemento en cascada en el sistema inversor de empuje de un motor, las paredes de apoyo se extienden preferentemente a lo largo de la dirección longitudinal del motor, es decir, en la dirección axial.

Es ventajoso si las paletas deflectoras están curvadas con respecto a un eje definido por una dirección de separación de la serie de paletas deflectoras entre sí (o el eje longitudinal de la góndola del motor) para la adaptación a una superficie lateral de una góndola del motor. Esto significa que se pueden proporcionar varios elementos en cascada alrededor de la circunferencia del sistema inversor de empuje del motor. El radio de curvatura con respecto a un eje paralelo a la dirección de separación está comprendido preferentemente entre 0,5 y 2,5 m, de manera particularmente preferente entre 0,6 y 2 m, aún más preferentemente entre 0,75 y 1,75 m. La dirección de separación del número de paletas deflectoras entre sí corresponde en particular a la dirección longitudinal o a la dirección axial de la unidad de accionamiento o a la dirección longitudinal de las paredes de apoyo.

En una forma de realización preferente, al menos una paleta deflector tiene una sección transversal curva, en particular en la sección transversal normal a la dirección de extensión longitudinal y de profundidad de la paleta deflector (es decir, normal a la superficie de la paleta deflector). Esto permite desviar aún más un flujo de aire y, en particular, dotarlo de un componente de velocidad en dirección opuesta al flujo de aire que entra en el motor. Preferentemente, todas las paletas deflectoras de un elemento en cascada tienen una sección transversal curva. La curvatura de la sección transversal tiene un radio de curvatura preferentemente de al menos 1 cm, de manera particularmente preferente de al menos 2 cm, aún más preferentemente de entre 3 y 15 cm, aún más preferentemente de entre 5 y 10 cm.

Es preferible que al menos una paleta deflector presente una protuberancia en un borde que delimite la paleta deflector en la dirección de extensión de la profundidad (es decir, en un borde exterior visto en la dirección radial de la unidad de accionamiento), de tal modo que el curso del borde se desvíe de una línea recta o, en la sección de torsión longitudinal, de una hélice.

Esta realización puede estar prevista para un elemento en cascada como el descrito anteriormente, pero también para un elemento en cascada sin torsión de las paletas deflectoras. En consecuencia, la invención también se refiere en general a un elemento en cascada para un sistema inversor de empuje de un motor, en particular de un motor a reacción, que presenta una serie de paletas deflectoras dispuestas unas junto a las otras para desviar un flujo de aire, teniendo al menos una paleta deflector una protuberancia en un borde que delimita la paleta deflector en la dirección de extensión en profundidad (es decir, en un borde exterior visto en la dirección radial del motor).

Los bordes de las paletas deflectoras de un lado se encuentran situados preferentemente en un plano. En la zona de la protuberancia, la paleta deflector sobresale del plano definido por los bordes de las hojas deflectoras (en la zona restante sin protuberancia). La protuberancia puede ser simétrica o asimétrica en relación con un eje que se extiende en la dirección de la profundidad de la paleta deflector. La protuberancia se puede usar para centrar el flujo de aire y cambiar su dirección, mientras que las paletas deflectoras pueden tener una extensión de menor profundidad. La forma de la protuberancia puede variar en todas las direcciones.

En una forma de realización preferente, la al menos una paleta deflector es cóncava en la región de la protuberancia (vista desde la dirección del flujo de aire de empuje antes de ser desviado por las paletas deflectoras), en particular en forma de medio casquillo. Esto permite agrupar especialmente bien un flujo de aire y, al mismo tiempo, desviarlo.

Es ventajoso si la paleta deflector está realizada de tal manera que un flujo de fluido que pasa por la paleta deflector se desvíe en la dirección de una línea central de la protuberancia. Esto puede mejorar el efecto del inversor de empuje.

En una forma de realización ventajosa, se proporciona al menos una nervadura de guía en al menos una paleta deflector (en al menos uno de los dos lados o superficies de la paleta deflector).

Esta realización se puede proporcionar para un elemento en cascada como el descrito anteriormente, pero también para un elemento en cascada sin torsión de las paletas deflectoras. En consecuencia, la invención también se refiere

en general a un elemento en cascada para un sistema inversor de empuje de un motor, en particular un motor a reacción, que tiene varias paletas deflectoras dispuestas unas junto a las otras para desviar un flujo de aire, estando prevista al menos una nervadura de guía en al menos una paleta deflector.

La nervadura de guía discurre preferentemente en un ángulo comprendido entre -45° y $+45^\circ$, preferentemente entre -30° y $+30^\circ$, con respecto a la dirección de profundidad de las paletas deflectoras, en particular en la dirección de profundidad de la paleta deflector. En particular, la nervadura de guía forma un saliente de la superficie de las paletas deflectoras. Ventajosamente, una nervadura de guía discurre por igual (de manera congruente) a ambos lados de la paleta deflector. Preferentemente, al menos una paleta deflector tiene más de una nervadura de guía. Con las nervaduras de guía se consigue un control aerodinámicamente más favorable del flujo de aire. Además, la nervadura de guía también puede servir para proporcionar un refuerzo a la paleta deflector y mejorar así la estabilidad.

Es preferible que al menos una paleta deflector tenga un espesor de pared que varíe en la dirección de extensión de la profundidad. Preferentemente, el espesor de la pared es (de manera constante) decreciente en una orientación de la dirección de extensión de la profundidad, en particular en la dirección de descarga del flujo de aire de un sistema de inversión de empuje, o el espesor de la pared es decreciente desde una línea longitudinal (en particular central) en ambas orientaciones de la dirección de extensión de la profundidad. Esto significa, por ejemplo, que la paleta deflector puede tener un mayor grosor de pared en el centro en relación con la extensión de la profundidad que en el borde. Esto puede mejorar la aerodinámica de un flujo de aire dirigido. Además, se puede mejorar la estabilidad manteniendo el mismo peso y reducir los costes. También es posible conseguir una reducción del ruido.

Con referencia al motor según la invención, es ventajoso si se proporcionan dos elementos en cascada que están dispuestos esencialmente en espejo invertido, de tal modo que el flujo de aire dirigido por ambos elementos en cascada pueda juntarse o agruparse. Por lo tanto, es ventajoso que el sistema inversor de empuje presente al menos un primer y un segundo elemento en cascada tal como se describe en el presente documento (en el que el primer y el segundo elemento en cascada están preferentemente dispuestos uno junto al otro en la dirección circunferencial con respecto a un eje del motor), en el que al menos uno de las paletas deflectoras del primer elemento en cascada se retuerce alrededor de un eje longitudinal de esta paleta deflector, al menos a lo largo de la sección de torsión longitudinal, en una primera dirección angular y al menos uno de las paletas deflectoras del segundo elemento en cascada se retuerce alrededor de un eje longitudinal de esta paleta deflector, al menos a lo largo de la sección de torsión longitudinal, en una segunda dirección angular opuesta a la primera dirección angular. Esto significa que al menos una paleta deflector de cada uno de los dos elementos en cascada tiene una torsión opuesta. Los ejes longitudinales de torsión de los dos elementos en cascada son de manera preferente esencialmente simétricos con respecto a un plano que pasa por un eje central de la unidad motriz.

Con referencia al procedimiento según la invención, es ventajoso si el paso de fabricar aditivamente la serie de paletas deflectoras dispuestas unas al lado de las otras comprende además proporcionar al menos uno de las paletas deflectoras en al menos una sección de superficie lateral con una superficie Riblet (superficie de escamas de tiburón). Esto puede mejorar el control del caudal y reducir la resistencia al flujo. También se puede reducir el ruido. Esto significa, en particular, que en la sección de la superficie lateral hay un gran número de nervaduras cuyo eje longitudinal se encuentra, en particular, en la dirección del flujo y que, en particular, tienen forma triangular. Van en la dirección de un flujo de aire desviado. Preferentemente, se proporcionan al menos 20, de manera particularmente preferente al menos 50, incluso más preferentemente al menos 200 nervaduras. En particular, las nervaduras tienen un borde extremo puntiagudo; la punta tiene preferentemente un ángulo agudo preferentemente de menos de 60° , de manera particularmente preferente de menos de 50° , aún más preferentemente de menos de 40° . Preferentemente, la distancia entre las puntas de dos nervaduras vecinas es inferior a 1 mm, particularmente preferible inferior a 0,2 mm, incluso más preferentemente inferior a 0,1 mm. Es especialmente preferible que la superficie Riblet se aplique en una fase de producción adicional, en particular en forma de película o de revestimiento.

En la fabricación aditiva, se usa preferentemente un filamento que comprende un material termoestable y/o un material termoplástico. Preferentemente, el tejido está reforzado con una fibra continua de carbono y/o de vidrio. Preferentemente, un elemento en cascada se fabrica en una de las formas de realización descritas en el presente documento. Las paletas deflectoras también podrían producirse mediante fabricación aditiva a partir de un material de base metálico.

En una variante ventajosa, el procedimiento comprende además la etapa de: fabricar aditivamente al menos dos paredes de apoyo a las que se unen paletas deflectoras dispuestas unas junto a las otras, en la que dos paletas deflectoras vecinos y dos paredes de apoyo forman en cada caso un canal de desviación del flujo de fluido. Esto puede mejorar la estabilidad y la desviación del aire.

Es ventajoso si la fabricación aditiva de la serie de paletas deflectoras dispuestas unas al lado de las otras y la fabricación aditiva de al menos dos paredes de apoyo se lleva a cabo con al menos un primer y un segundo cabezal de impresión, produciéndose al menos una pared de apoyo y una paleta deflector, que delimitan un canal de desviación de flujo de fluido específico, con el primer cabezal de impresión, y al menos otra pared de apoyo y otra la paleta deflector, que delimitan el canal de desviación de flujo de fluido específico, produciéndose con el segundo cabezal de impresión, usándose fibras del primer cabezal de impresión para la producción aditiva, y el segundo cabezal

de impresión se usa para producir al menos otra pared de apoyo y otra paleta deflectora, que delimitan el canal específico de desviación del flujo de fluido, estando las fibras del primer cabezal de impresión y del segundo cabezal de impresión, usadas para la producción de aditivos, guiadas de forma entrecruzada al menos en una esquina del canal específico de desviación del flujo de fluido. Ventajosamente, los cabezales de impresión primero y segundo aplican cada uno de ellos una capa en una primera pasada. En al menos una segunda pasada, se aplica una capa adicional en cada caso (en particular según un nuevo patrón), de tal modo que al menos una, preferentemente cada una de las paletas deflectoras y al menos una, preferentemente cada una de las paredes de apoyo contengan capas procedentes del primer y del segundo cabezal de impresión. Esto puede mejorar la estabilidad y la uniformidad del elemento en cascada. El filamento (por ejemplo, plástico termoplástico/termoendurecible, especialmente como matriz) se introduce a través de los cabezales de impresión primero y segundo junto con una fibra continua. Es preferible que los cabezales de impresión giren una vez alrededor de su eje común para efectuar el entrecruzamiento.

Es ventajoso si la pared de apoyo, la paleta deflectora, la pared de apoyo adicional y la paleta deflectora adicional, que delimitan el canal de desviación de flujo de fluido particular, tengan cada una de ellas dos capas, en donde la producción de una de las dos capas se lleva a cabo con el primer cabezal de impresión y la producción de la otra de las dos capas se lleva a cabo con el segundo cabezal de impresión.

Preferentemente, primero se fabrica un marco (por ejemplo, usando AFP termoplástico) y, a continuación, se fabrican aditivamente las paletas deflectoras. También se puede moldear un marco con un termoplástico e imprimir directamente en él las aletas de desviación. Con la fabricación aditiva, también es posible integrar un sistema especial de sensores. Se puede usar para obtener datos (por ejemplo, sobre tensiones o posibles optimizaciones) y para controlar la salud estructural.

La invención es particularmente adecuada para los sistemas de inversión de empuje de los motores de aeronaves. Por supuesto, también se pueden usar con otros motores.

A continuación, se explica la invención con más detalle haciendo referencia a las formas de realización preferentes que se muestran en las figuras.

La Fig. 1 muestra un motor con un sistema inversor de empuje con una serie de elementos en cascada. La Fig. 2 muestra una sección transversal del motor de la Fig. 1 con el sistema inversor de empuje en estado desactivado.

La Fig. 3 muestra una sección transversal del motor de la Fig. 1 con el sistema inversor de empuje en estado activado. La fig. 4 muestra el motor de la fig. 1 en un ala, donde se indica el flujo de aire desviado y dirigido con inversión de empuje activada tras la salida de los elementos en cascada.

La Fig. 5A muestra una forma de realización preferente del elemento en cascada según la invención desde el interior.

La Fig. 5B muestra el mismo elemento en cascada que la Fig. 5A en una vista isométrica desde el interior.

La Fig. 5C muestra el mismo elemento en cascada que la Fig. 5A en una vista isométrica desde el exterior.

La Fig. 5D muestra el mismo elemento en cascada de la Fig. 5A en una primera vista en sección.

La Fig. 5E muestra el mismo elemento en cascada de la Fig. 5A en una segunda vista en sección.

La Fig. 5F muestra el mismo elemento en cascada que la Fig. 5A en una tercera vista en sección.

La Fig. 5G muestra el mismo elemento en cascada que la Fig. 5A en una cuarta vista en sección.

La Fig. 6A muestra otra forma de realización preferente del elemento en cascada según la invención desde el interior.

La Fig. 6B muestra el mismo elemento en cascada que la Fig. 6A en una vista isométrica desde el interior.

La Fig. 6C muestra el mismo elemento en cascada que la Fig. 6A en una vista isométrica desde el exterior.

La Fig. 6D muestra el mismo elemento en cascada de la Fig. 6A en una primera vista en sección.

La Fig. 6E muestra el mismo elemento en cascada que la Fig. 6A en una segunda vista en sección.

La Fig. 6F muestra el mismo elemento en cascada que la Fig. 6A en una tercera vista en sección.

La Fig. 6G muestra el mismo elemento en cascada que la Fig. 6A en una cuarta vista en sección.

La Fig. 7A muestra otra forma de realización preferente del elemento en cascada según la invención desde el interior.

La Fig. 7B muestra el mismo elemento en cascada que la Fig. 7A en una vista isométrica desde el interior.

La Fig. 7C muestra el mismo elemento en cascada que la Fig. 7A en una vista isométrica desde el exterior.

La Fig. 7D muestra el mismo elemento en cascada de la Fig. 7A en una primera vista en sección.

La Fig. 7E muestra el mismo elemento en cascada que la Fig. 7A en una segunda vista en sección.

La Fig. 7F muestra el mismo elemento en cascada que la Fig. 7A en una tercera vista en sección.

La Fig. 7G muestra el mismo elemento en cascada que la Fig. 7A en una cuarta vista en sección.

La Fig. 8A muestra otra forma de realización preferente del elemento en cascada según la invención desde el interior.

La Fig. 8B muestra el mismo elemento en cascada que la Fig. 8A en una vista isométrica desde el interior.

La Fig. 8C muestra el mismo elemento en cascada que la Fig. 8A en una vista isométrica desde el exterior.

La Fig. 8D muestra el mismo elemento en cascada de la Fig. 8A en una primera vista en sección.

La Fig. 8E muestra el mismo elemento en cascada que la Fig. 8A en una segunda vista en sección.

La Fig. 8F muestra el mismo elemento en cascada que la Fig. 8A en una tercera vista en sección.

La Fig. 8G muestra el mismo elemento en cascada que la Fig. 8A en una cuarta vista en sección.

La fig. 9 muestra una disposición de dos elementos en cascada esencialmente espejados.

La Fig. 10 muestra una paleta deflectora con un abombamiento.

La Fig. 11 muestra una paleta deflectora con nervaduras de guía.

La Fig. 12 muestra una variante del procedimiento de fabricación aditiva del elemento en cascada, en particular con fibras de refuerzo entretejidas.

Las Figs. 1 a 4 muestran un motor 20 con un sistema inversor de empuje 22 (véase el documento US 2017/0057166 A1). El motor presenta una estructura de góndola de motor exterior 24 y una estructura de góndola de motor interior 25 (véanse las Figs. 2 y 3). El motor 20 tiene una entrada de aire 28 en su extremo delantero. El sistema de inversión de empuje 22 comprende un manguito de deslizamiento 34 y una disposición en cascada 36, que tiene una serie de elementos en cascada 1. El sistema inversor de empuje 22 también comprende una o más chapaletas de bloqueo 38 dispuestas para dirigir el aire desde la trayectoria del flujo de empuje 40 (en particular el chorro del motor o, en el caso de un turborreactor de doble flujo, la trayectoria del flujo de derivación/pared lateral) del motor 20 hacia la disposición en cascada 36 durante el uso del inversor de empuje, o para bloquear la trayectoria del flujo de empuje 40 (véanse las Figs. 2 y 3).

El manguito de deslizamiento 34 se puede desplazar a lo largo de una dirección de extensión longitudinal o una dirección axial 42 del motor 20 (mostrada como la línea central del motor 20) para exponer la disposición en cascada 36 y abrir una trayectoria de flujo de inversión de empuje 44. Cuando se activa el sistema de inversión de empuje, el flujo de aire es desviado por la chapaleta de bloqueo 38 desde la trayectoria de flujo de empuje 40 hacia la trayectoria de flujo de inversión de empuje 44 y, a continuación, es desviado aún más por los elementos de cascada 1. En particular, el flujo de aire se desvía en dirección radial hacia fuera y axialmente hacia delante. Tal como se describirá más adelante, los elementos en cascada 1 también se pueden usar para desviar el flujo de aire en la dirección circunferencial, por ejemplo para dirigir el aire lejos de una pista y/o de las alas (véase la Fig. 4). Cuando se desactiva el sistema de inversión de empuje 22, el manguito de deslizamiento 34 se desplaza de nuevo hacia delante a lo largo de la dirección axial 42 para cubrir la disposición en cascada 36 y cerrar el paso de flujo de inversión de empuje 44. Los elementos en cascada 1 están dispuestos esencialmente de forma circunferencial alrededor de la línea central axial 42.

Las Figs. 5A a 5G muestran una forma de realización preferente del elemento en cascada 1 según la invención para un sistema inversor de empuje 22 de un motor 20. Las figuras 5A y 5B muestran el elemento en cascada 1 desde el interior; la figura 5C muestra el elemento en cascada 1 desde el exterior. Los términos "interior" y "exterior" se refieren al interior y exterior, respectivamente, del elemento en cascada 1 cuando se instala de la manera prevista en un motor 20. Las figuras 5D a 5G son diferentes vistas en sección del elemento en cascada 1. El elemento en cascada 1 tiene una serie de paletas deflectoras 2 dispuestas unas junto a las otras para desviar un flujo de aire. En la forma de realización mostrada, el elemento en cascada 1 tiene seis paletas deflectoras 2 ("regulares") y dos paletas deflectoras 2 (dispuestas en el borde) y, por tanto, un total de ocho paletas deflectoras 2, aunque, por supuesto, también son posibles otras cantidades de paletas deflectoras 2. Las paletas deflectoras 2 se retuercen a lo largo de una sección de torsión longitudinal 3, que en esta forma de realización se extiende a lo largo de toda la longitud de las paletas deflectoras 2, alrededor de su respectivo eje longitudinal 4 (uno de los cuales se indica mediante una línea discontinua). Las paletas deflectoras 2 están unidas entre sí por medio de varias paredes de apoyo 5. En esta forma de realización, se proporcionan cinco paredes de apoyo 5, con dos paredes de apoyo exteriores 5 que forman paredes exteriores al mismo tiempo. Por supuesto, también puede haber otro número de paredes de apoyo 5. Dos paletas deflectoras 2 vecinas y dos paredes de apoyo vecinas forman cada una de ellas un canal de desviación del flujo de fluido 6.

Cada una de las paletas deflectoras 2 puede estar curvada con respecto a un eje, que está definido por una dirección de separación 7 del número de paletas deflectoras 2 entre sí, para su adaptación a una superficie lateral o a una circunferencia (véase la estructura exterior de la góndola del motor 24 en la Fig. 1) de un motor 20. Esta curvatura no se muestra en las Figuras 5A a 5G, pero es visible en la Fig. 1. Las paletas deflectoras 2 presentan una sección transversal curva. En otras palabras, las paletas deflectoras 2 presentan una curvatura alrededor de su respectivo eje longitudinal 4. Esta curvatura aumenta la desviación del flujo de aire en una componente en la dirección axial hacia adelante (es decir, en la dirección opuesta al flujo de aire de salida para las operaciones de vuelo).

Las Figs. 6A a 6G muestran otra forma de realización preferente del elemento 1 en cascada. Esta forma de realización se corresponde esencialmente con la de las Figs. 5A a 5G, pero la torsión está configurada de forma diferente. Mientras que en la forma de realización de las figuras 5A a 5G una línea longitudinal 8 inferior (es decir, la más interna) de una paleta deflector 2 sigue discurrendo esencialmente a lo largo de una circunferencia de la unidad de accionamiento 20, una línea longitudinal 9 superior (es decir, la línea longitudinal situada en el exterior de la unidad de accionamiento 20) está inclinada con respecto a una línea que se extiende circunferencialmente de la unidad de accionamiento 20. En la forma de realización de las figuras 6A a 6G, la línea longitudinal inferior 8 de cada una de las paletas deflectoras 2 está inclinada en una dirección con respecto a una línea circunferencial de la unidad de accionamiento 20 y una línea longitudinal superior 9 de cada una de las paletas deflectoras 2 está inclinada en la otra dirección. Las paletas deflectoras 2 de la forma de realización de las Figs. 6A a 6G presentan una torsión más fuerte que las de las Figs. 5A a 5G, por lo que en ambos casos la sección de torsión longitudinal 3 se extiende a lo largo de toda la extensión longitudinal de las paletas deflectoras 2. La dirección de extensión en profundidad 13 se muestra en la Fig. 6E.

La forma de realización mostrada en las Figs. 7A a 7G se corresponde esencialmente con la forma de realización mostrada en las Figs. 5A a 5G. Sin embargo, a diferencia de esta última, la sección longitudinal de torsión 3 sólo se extiende a lo largo de aproximadamente la mitad de la extensión longitudinal de cada paleta deflector 2. Esto significa

que las paletas deflectoras 2 sólo se retuercen en parte de su longitud. En otras palabras, las líneas longitudinales 8, 9 de las paletas deflectoras son paralelas entre sí en una primera sección (en el lado izquierdo en las Figs. 7A, 7B) y tienen una torsión en una sección contigua (en el lado derecho en las Figs. 7A, 7B) y están en ángulo entre sí. De este modo, la deflexión del aire puede controlarse con mayor precisión. Por supuesto, diferentes paletas deflectoras 2 de un elemento en cascada 1 pueden tener diferentes torsiones (por ejemplo, diferentes ángulos de torsión) y diferentes secciones longitudinales de torsión 3. Sólo una paleta deflectora 2 o sólo algunas de las paletas deflectoras 2 pueden tener una torsión (posiblemente diferente).

La forma de realización mostrada en las Figs. 8A a 8G difiere de la forma de realización mostrada en las Figs. 7A a 7G en el curso de la línea longitudinal inferior 8 y la línea longitudinal superior 9, comparable a la diferencia entre las formas de realización de las Figs. 5A a 5G y 6A a 6G. Las líneas 8 y 9 discurren paralelas en una primera sección y en ángulo en una segunda.

La Fig. 9 muestra una disposición de dos elementos en cascada 1, a saber, un primer elemento en cascada 10 y un segundo elemento en cascada 11. Una disposición de este tipo puede estar prevista, por ejemplo, en el sistema inversor de empuje 22 de un motor 20. El primer elemento en cascada 10 y el segundo elemento en cascada 11 están dispuestos en particular circunferencialmente en un motor 20, es decir, dispuestos uno al lado del otro en dirección radial con respecto a un eje 42 del motor. Las paletas deflectoras 2 del primer elemento en cascada 10 se retuercen alrededor de un eje longitudinal respectivo de esta paleta deflectora 2 en una primera dirección angular y las paletas deflectoras 2 del segundo elemento en cascada 11 se retuercen alrededor de un eje longitudinal respectivo en una segunda dirección angular opuesta a la primera dirección angular. Esto permite enfocar un flujo de aire de empuje inverso tal como indican las dos flechas.

La Fig. 10 muestra una forma de realización de una paleta deflectora 2, que tiene una protuberancia 12 en un borde 14 que delimita la paleta deflectora 2 en la dirección de extensión de profundidad 13. Por lo tanto, el curso del borde 14 se desvía de una línea recta o, en la sección de torsión longitudinal 3, de una hélice. La paleta deflectora 2 está realizada como una carcasa parcial en la zona de la protuberancia 12. Las flechas indican una desviación y un agrupamiento del flujo de aire. La paleta deflectora 2 está realizada de tal manera que un flujo de fluido que pasa por la paleta deflectora 2 se desvía en la dirección de una línea central de la protuberancia 12. Como resultado, el aire que fluye a través del canal de desviación del flujo de fluido 6 puede ser desviado o enfocado más fuertemente en la dirección del eje longitudinal 4 del elemento en cascada 1. Particularmente cuando se instala en un motor de aeronave 20 según lo previsto, esto puede aumentar la desviación del flujo de aire en contra de la dirección de vuelo, lo que puede aumentar el efecto de frenado.

La Fig. 11 muestra otra forma de realización de una paleta deflectora 2. En la paleta deflectora 2 hay nervios de guía 15 que discurren esencialmente en la dirección de extensión en profundidad 13 de la paleta deflectora 2. En esta forma de realización, los nervios de guía 15 están dispuestos a ambos lados de la paleta deflectora 2. Por supuesto, también pueden suministrarse por una sola cara. En esta forma de realización, se proporcionan dos nervios de guía en cada lado; por supuesto, también es posible otro número de nervios de guía 15.

La Fig. 12 ilustra la fabricación aditiva de una serie de paletas deflectoras 2 dispuestas unas al lado de las otras y de paredes de apoyo 5, en cada caso dos paletas deflectoras 2 vecinas y dos paredes de apoyo 5 vecinas que forman un canal de desviación 6 del flujo de fluido. La fabricación aditiva se lleva a cabo con un primer cabezal de impresión 16 y un segundo cabezal de impresión 17 (estilizados como flechas), el primer cabezal de impresión 16 se usa para producir al menos una pared de apoyo 5 y una paleta deflectora 2, que delimitan un canal de desviación de flujo de fluido específico 6 y el segundo cabezal de impresión 17 se usa para producir al menos otra pared de apoyo 5 y otra paleta deflectora 2, que delimitan el canal específico de desviación del flujo de fluido 6, cruzándose las fibras del primer cabezal de impresión 16 y del segundo cabezal de impresión 17 usadas para la producción aditiva de forma entrelazada al menos en una esquina 18 del canal específico de desviación del flujo de fluido 6. En particular, también se producen otros canales de desviación del flujo de fluido 6 de la misma manera aditiva. Ventajosamente, los cabezales de impresión primero y segundo 16, 17 aplican cada uno de ellos una capa en una primera pasada. En al menos una segunda pasada, se aplica una capa adicional en cada caso (en particular según un nuevo patrón), de tal modo que al menos una, preferentemente cada una de las paletas deflectoras 2 y al menos una, preferentemente cada una de las paredes de apoyo 5 contienen capas procedentes de los cabezales de impresión primero y segundo 16, 17. Esto significa que para la segunda capa, los cabezales de impresión 16, 17 se intercambian preferentemente, es decir, el primer cabezal de impresión 16 imprime una segunda capa sobre una primera capa producida por el segundo cabezal de impresión 17, y viceversa. Esto puede mejorar la estabilidad del elemento en cascada 1.

REIVINDICACIONES

1. Elemento en cascada (1) para un sistema inversor de empuje (22) de un motor (20), en particular de un motor a reacción, que presenta:
5 una serie de paletas deflectoras (2) dispuestas unas al lado de las otras para desviar un flujo de aire, **caracterizado porque**
 al menos una de las paletas deflectoras (2) se retuerce alrededor de su eje longitudinal (4) al menos a lo largo de una sección longitudinal de torsión (3).
- 10 2. Elemento en cascada (1) según la reivindicación 1, **caracterizado porque** las paletas deflectoras (2) dispuestas unas al lado de las otras están unidas entre sí por al menos dos paredes de apoyo (5), en donde cada dos paletas deflectoras (2) adyacentes y dos paredes de apoyo (5) forman un canal de desviación del flujo de fluido (6).
- 15 3. Elemento en cascada (1) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque las paletas deflectoras (2) están curvadas con respecto a un eje, definido por una dirección de separación (7) de la serie de paletas deflectoras (2) entre sí, para su adaptación a una superficie lateral de una góndola de motor (24).
- 20 4. Elemento en cascada (1) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque al menos una paleta defectora (2) presenta una sección transversal curva.
- 25 5. Elemento de cascada (1) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque al menos una paleta defectora (2) presenta una protuberancia (12) en un borde (14) que delimita la paleta defectora (2) en la dirección de extensión en profundidad (13), de tal modo que el curso del borde (14) se desvía de una línea recta o, en la sección de torsión longitudinal (3), de una hélice.
- 30 6. Elemento en cascada (1) según la reivindicación 5, **caracterizado** porque la al menos una paleta defectora (2) es cóncava en la región de la protuberancia (12).
- 35 7. Elemento en cascada (1) según una de las reivindicaciones 5 o 6, **caracterizado porque** la paleta defectora (2) está configurada de tal manera que un flujo de fluido que pasa por delante de la paleta defectora (2) es desviado y/o agrupado en la dirección de una línea central de la protuberancia (12).
- 40 8. Elemento en cascada (1) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** al menos una nervadura de guía (15) está prevista en al menos una paleta defectora (2).
- 45 9. Elemento en cascada (1) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque al menos una paleta defectora (2) presenta un espesor de pared que cambia en la dirección de la extensión en profundidad (13), disminuyendo el espesor de pared en particular en la dirección de una dirección de descarga del flujo de aire de un sistema de inversión de empuje (22) o disminuyendo el espesor de pared a partir de una línea longitudinal en ambas direcciones de la extensión en profundidad (13).
- 50 10. Motor (20) con un sistema inversor de empuje (22), **caracterizado** porque el sistema inversor de empuje (22) presenta al menos un elemento en cascada (1) según una de las reivindicaciones anteriores.
- 55 11. Motor (20) según la reivindicación 10, **caracterizado** porque el sistema inversor de empuje comprende al menos un primer y un segundo elemento en cascada (10, 11) cada uno según una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el primer y el segundo elemento en cascada (10, 11) están dispuestos uno al lado del otro en la dirección circunferencial con respecto a un eje del motor (42), en el que al menos uno de las paletas deflectoras (2) del primer elemento en cascada (10) se retuerce alrededor de un eje longitudinal (4) de esta paleta defectora (2) al menos a lo largo de la sección longitudinal de torsión (3) en una primera dirección angular y al menos uno de las paletas deflectoras (2) del segundo elemento en cascada (11) se retuerce alrededor de un eje longitudinal (4) de esta la paleta defectora (2) al menos a lo largo de la sección longitudinal de torsión (3) en una segunda dirección angular opuesta a la primera dirección angular.
- 60 12. Procedimiento de fabricación de un elemento en cascada (1) para un sistema inversor de empuje (22) de un motor (20), en particular de un motor a reacción, que comprende las etapas de:
 - fabricación aditiva de una serie de paletas deflectoras (2) dispuestos unas al lado de las otras para desviar un flujo de aire, estando formada al menos una de las paletas deflectoras (2) a lo largo de una sección de torsión longitudinal (3) con una torsión con respecto a su eje longitudinal (4).
- 65 13. Procedimiento según la reivindicación 12, **caracterizado porque** la etapa de la fabricación aditiva de la serie de paletas deflectoras (2) dispuestas unas al lado de las otras comprende, además:
 - dotar al menos a una de las paletas deflectoras (2) de una superficie ondulada en al menos una sección de superficie lateral.

14. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 12 o 13, **caracterizado** porque el procedimiento comprende además la etapa de:

- fabricación aditiva de al menos dos paredes de apoyo (5), a las que se unen paletas deflectoras (2) dispuestas unas al lado de las otras, formando cada dos paletas deflectoras (2) vecinas y dos paredes de apoyo (5) un canal de desviación del flujo de fluido (6).

15. Procedimiento según la reivindicación 14, **caracterizado porque** la fabricación aditiva del número de paletas deflectoras (2) dispuestas unas al lado de las otras y la fabricación aditiva de al menos dos paredes de apoyo (5) se realiza con al menos un primer y un segundo cabezal de impresión (16, 17), en donde al menos una pared de apoyo (5) y una paleta deflectora (2), que delimitan un canal de desviación de flujo de fluido específico (6), se producen con el primer cabezal de impresión (16), y al menos otra pared de apoyo (5) y otra paleta deflectora (2), que delimitan el canal de desviación de flujo de fluido específico (6), se producen con el segundo cabezal de impresión (17), en donde las fibras del primer cabezal de impresión (16) y del segundo cabezal de impresión (17) usadas para la fabricación aditiva se entrecruzan de forma entrelazada al menos en una esquina (18) del canal específico de desviación del flujo de fluido (6), en donde preferentemente la pared de apoyo (5), la paleta deflectora (2), la pared de apoyo adicional (5) y la paleta deflectora (2) adicional que delimitan el canal de desviación de flujo de fluido específico (6), presentan cada una de ellas dos capas, en donde la producción de una de las dos capas se lleva a cabo con el primer cabezal de impresión (16) y la producción de la otra de las dos capas se lleva a cabo con el segundo cabezal de impresión (17).

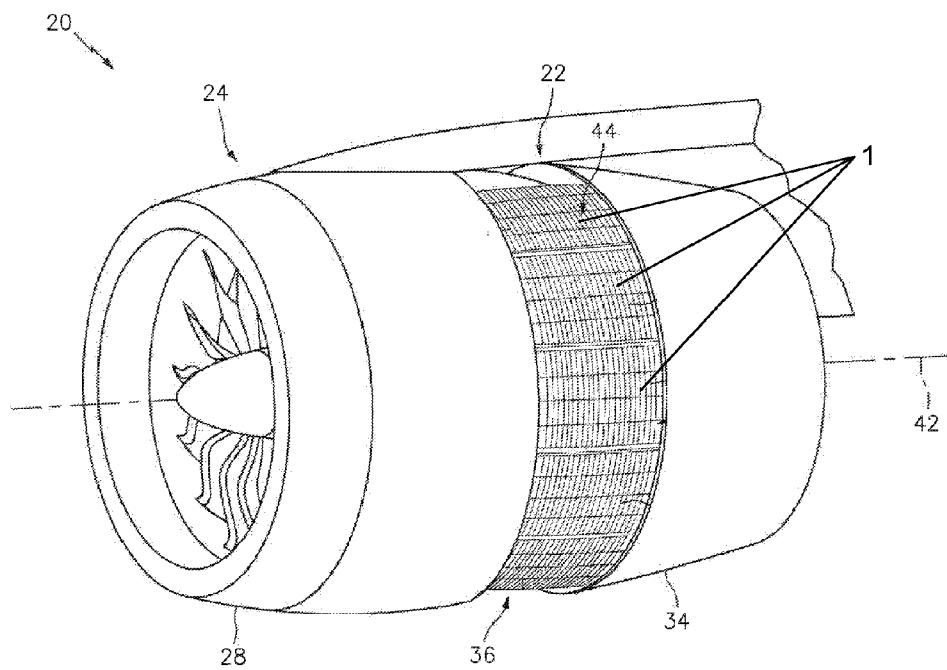


FIG. 1

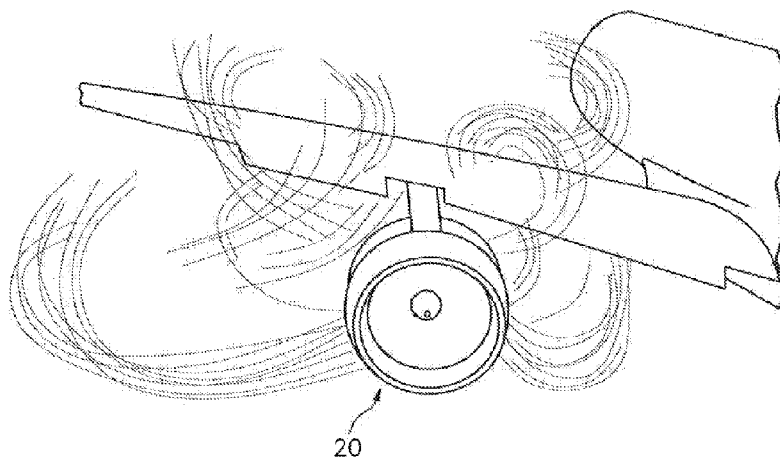


FIG. 4

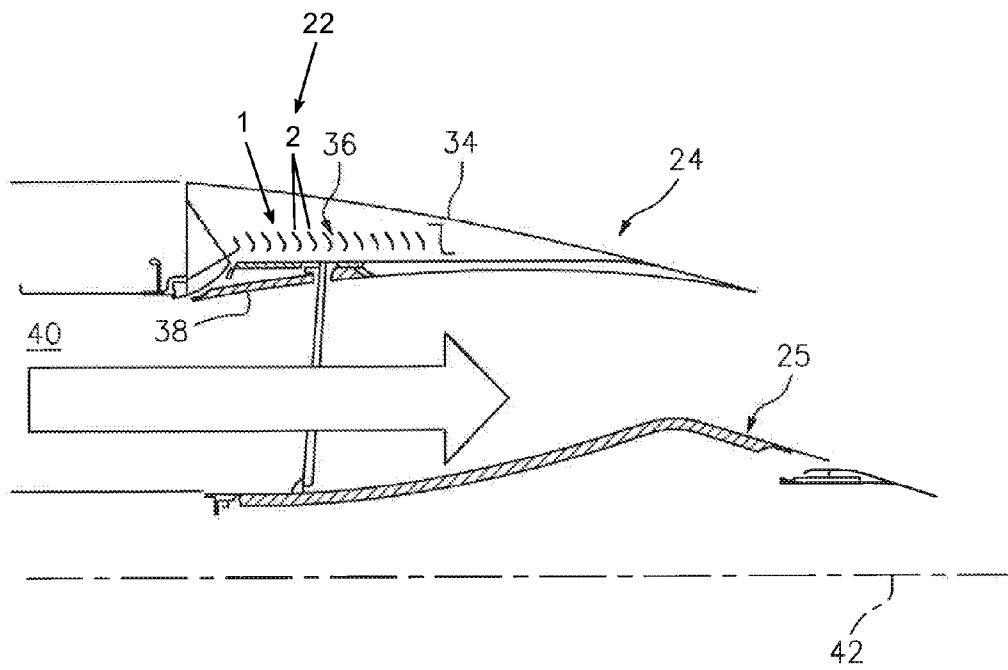


FIG. 2

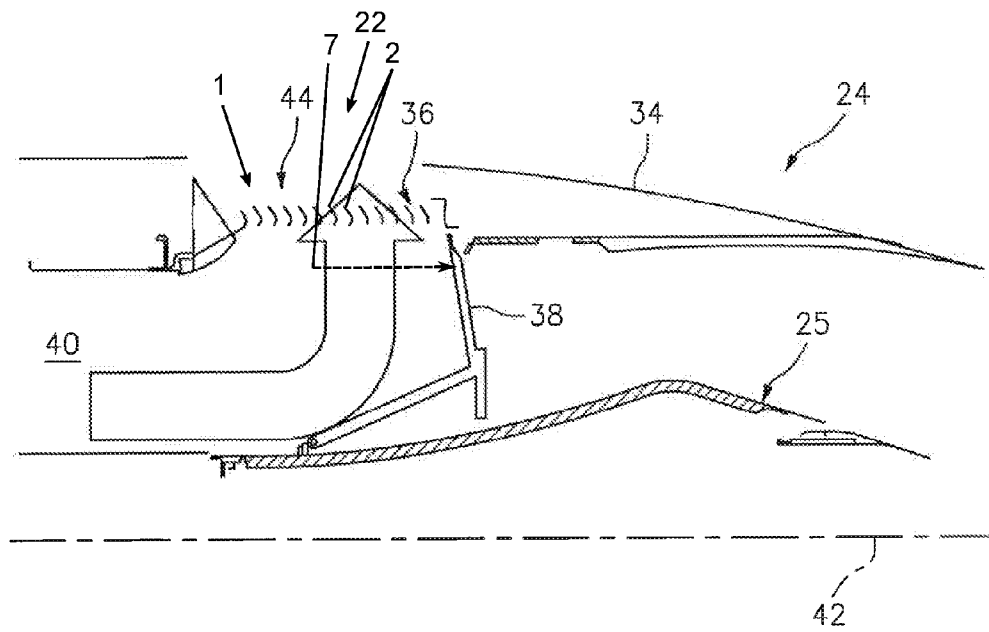


FIG. 3

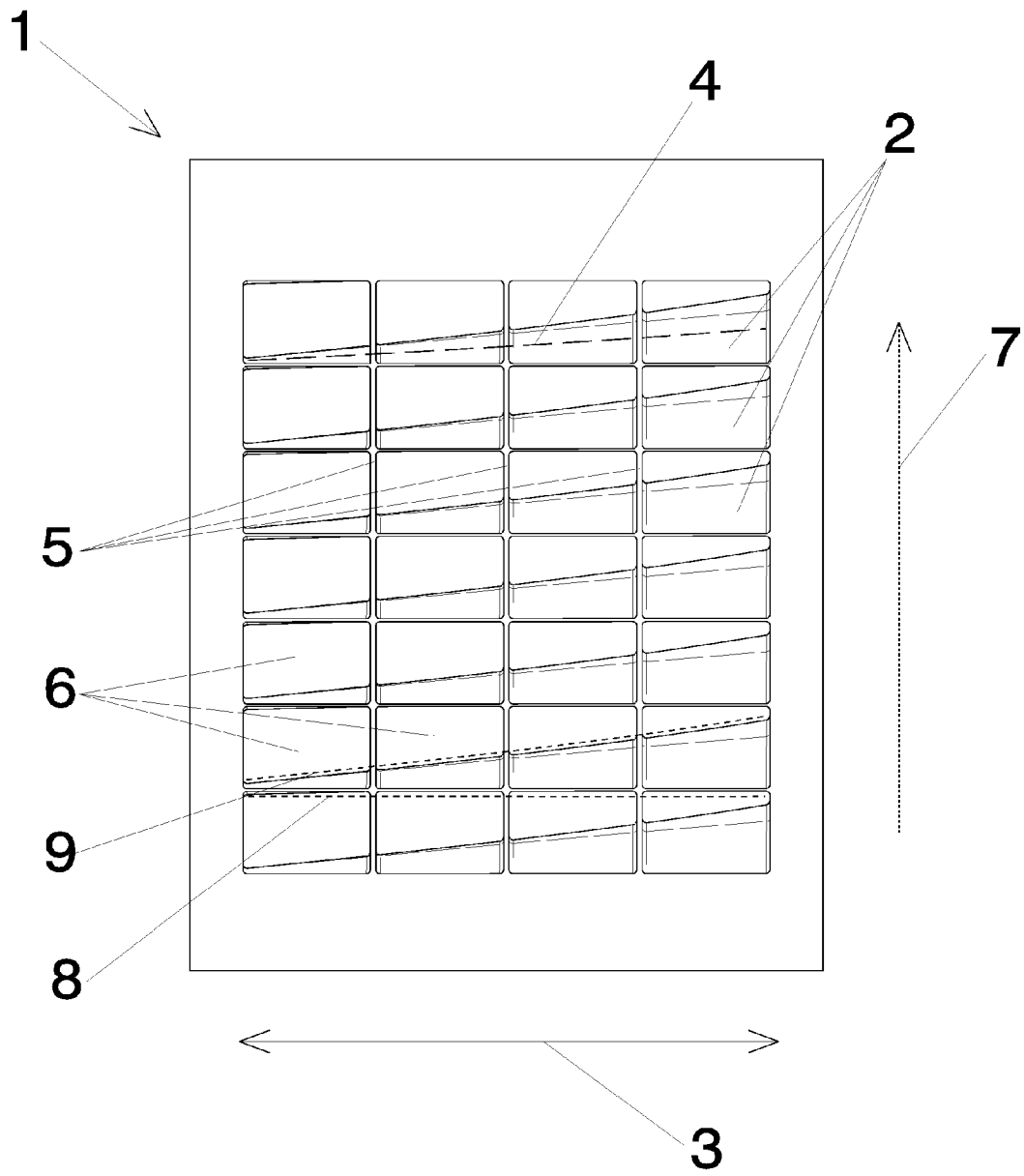
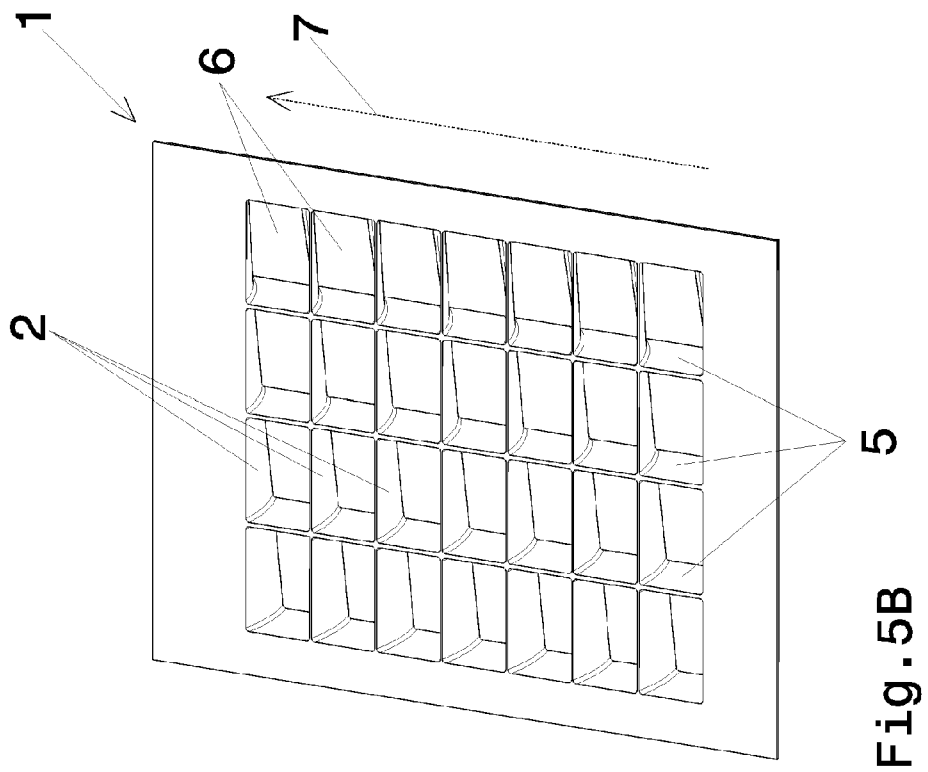
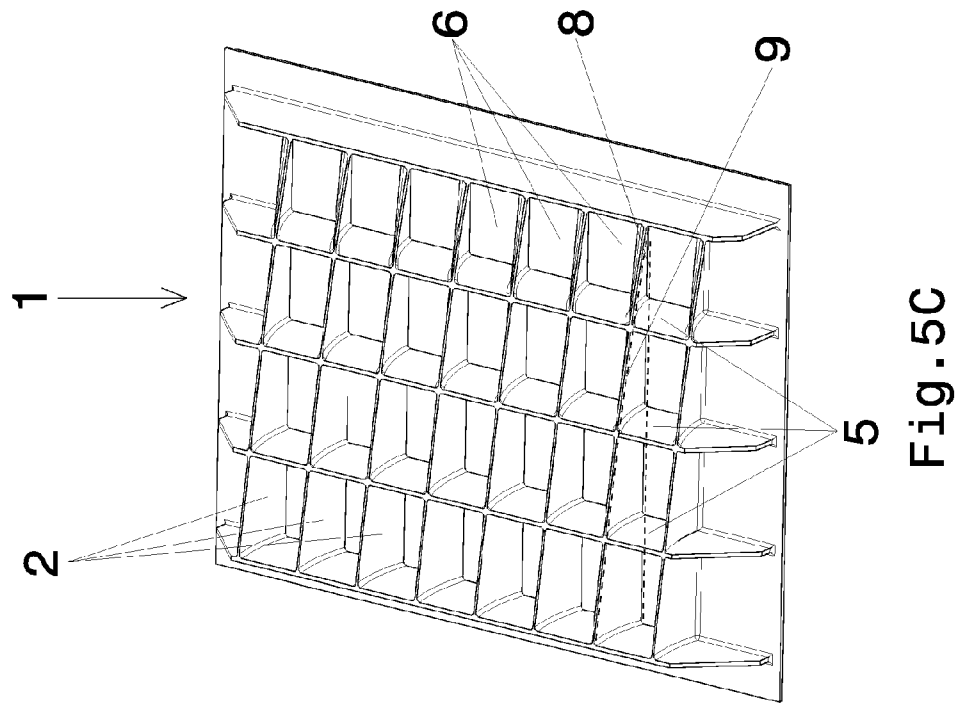
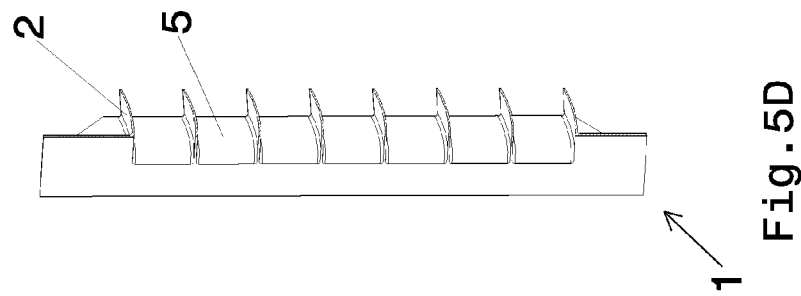
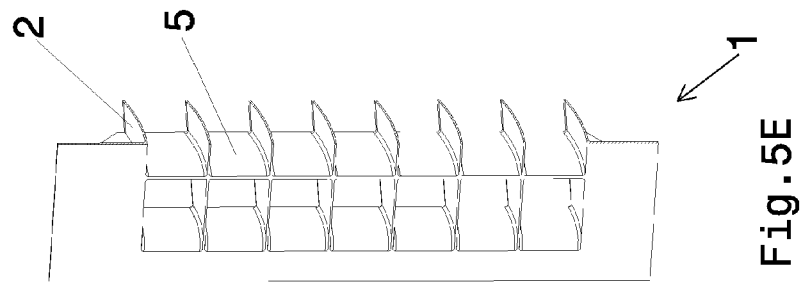
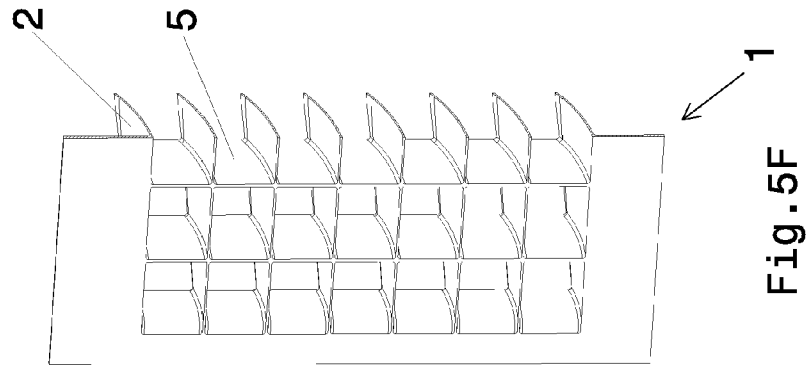
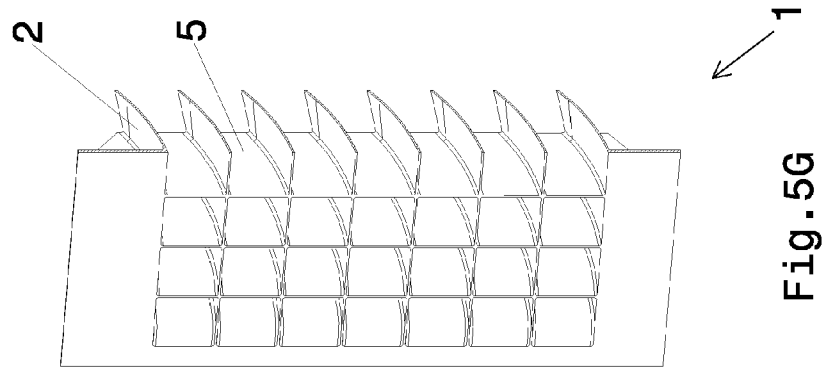


Fig.5A





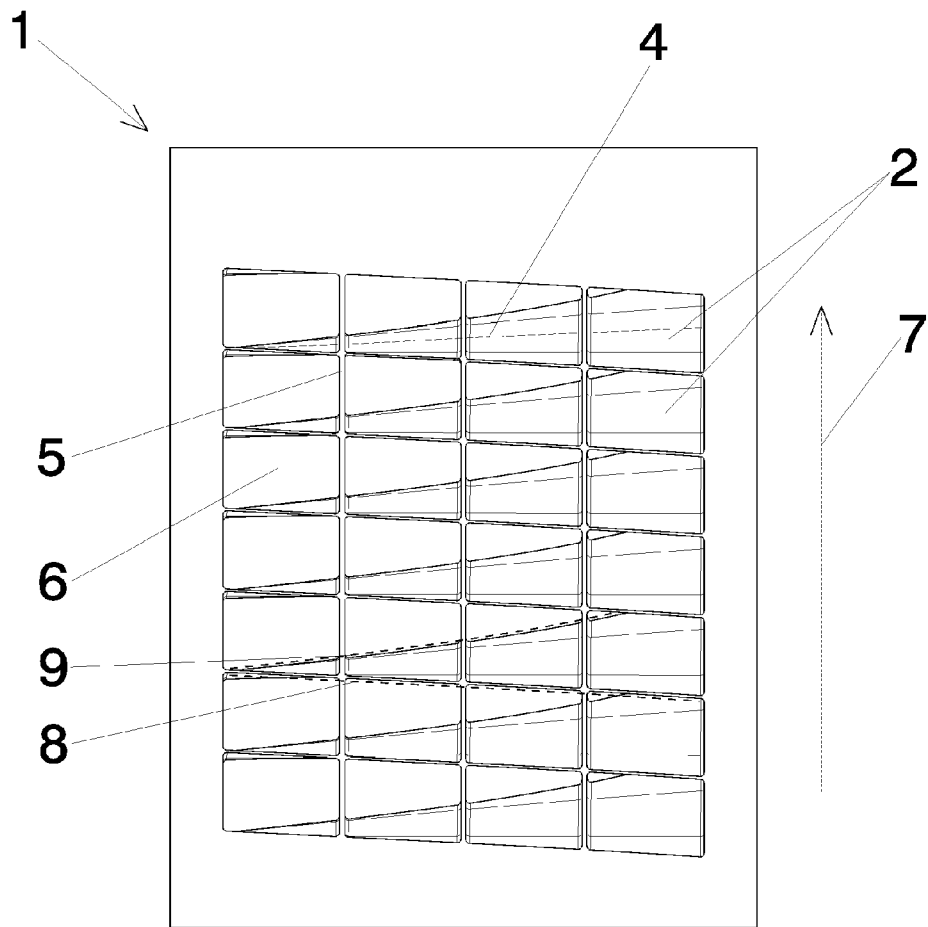


Fig. 6A

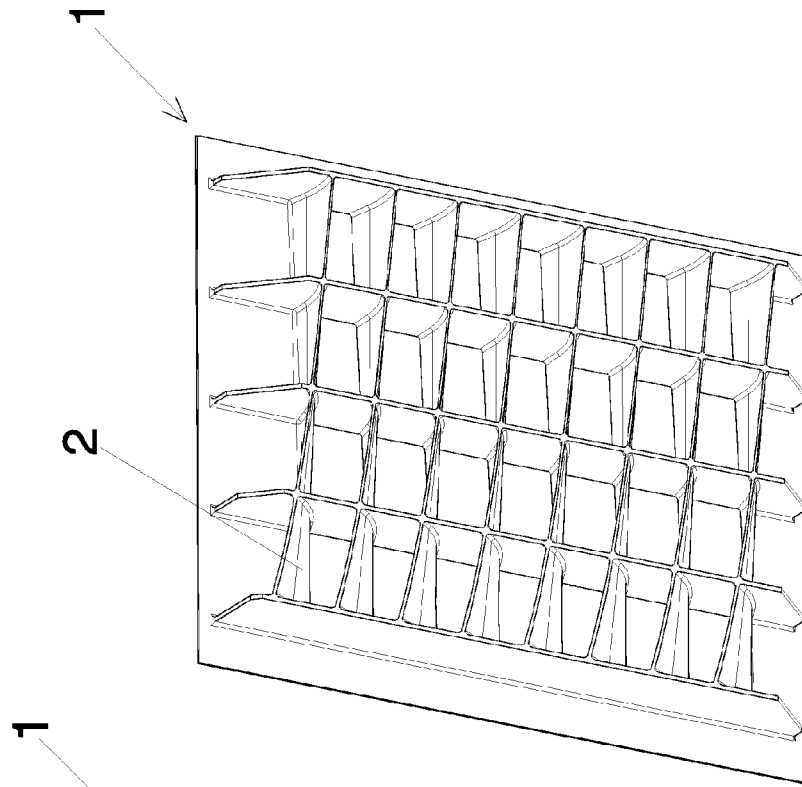


Fig. 6C

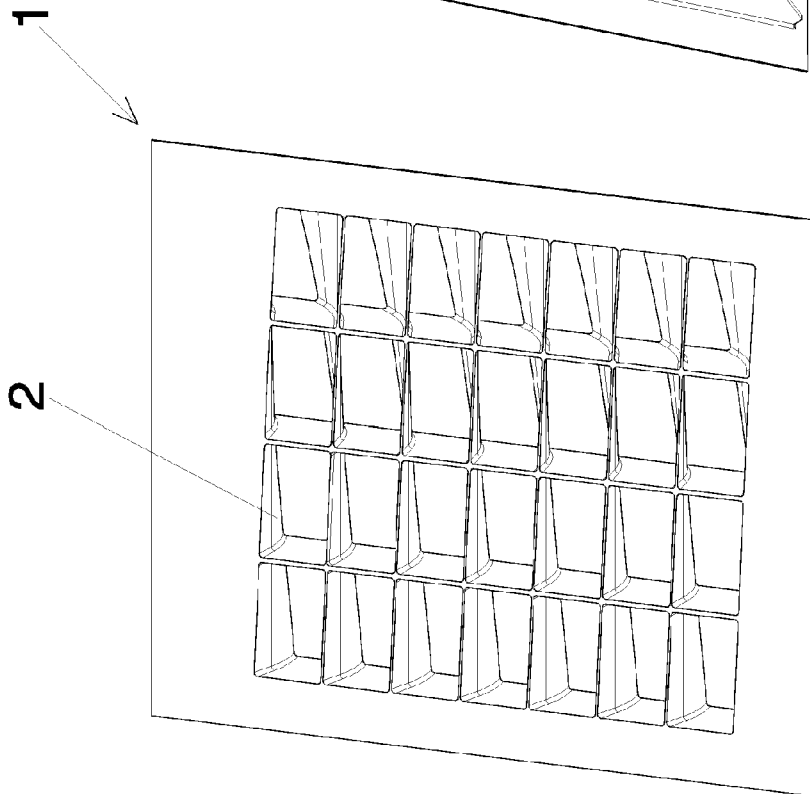


Fig. 6B

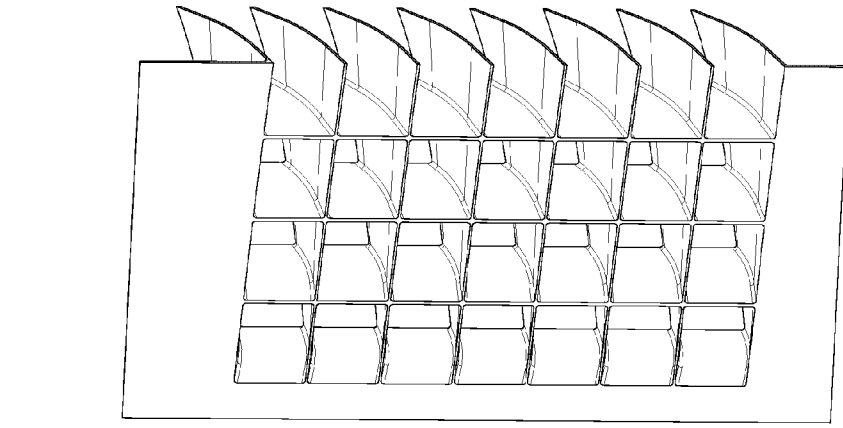


Fig. 6G

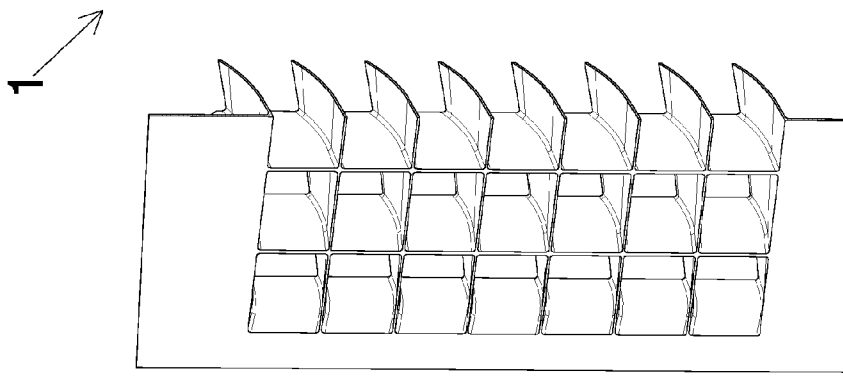


Fig. 6F

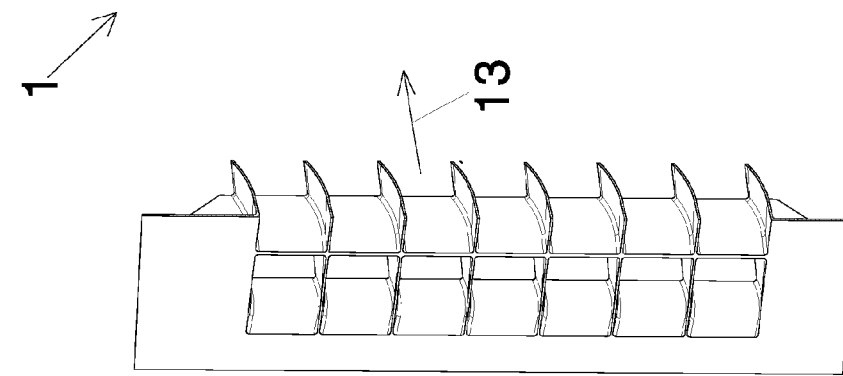


Fig. 6E

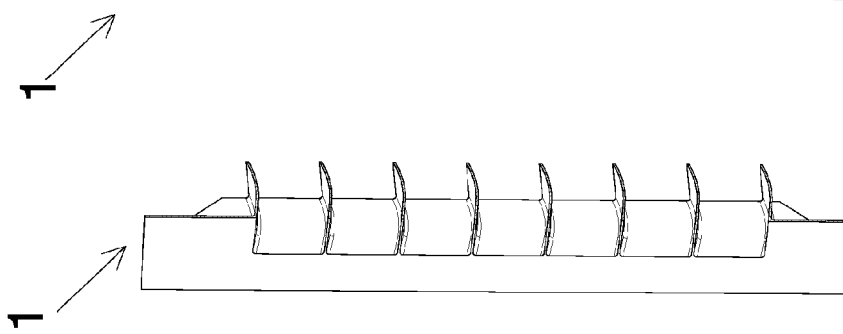
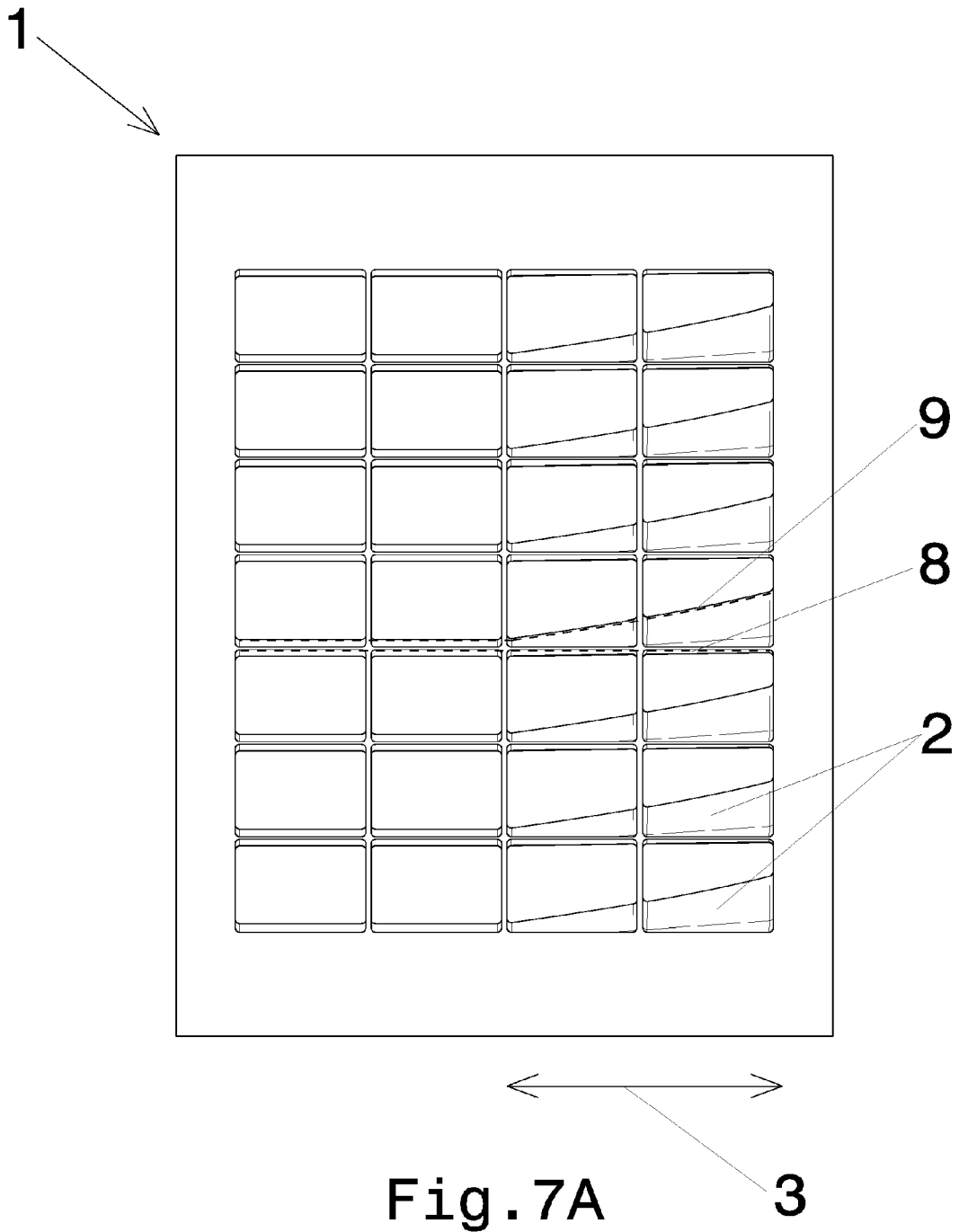
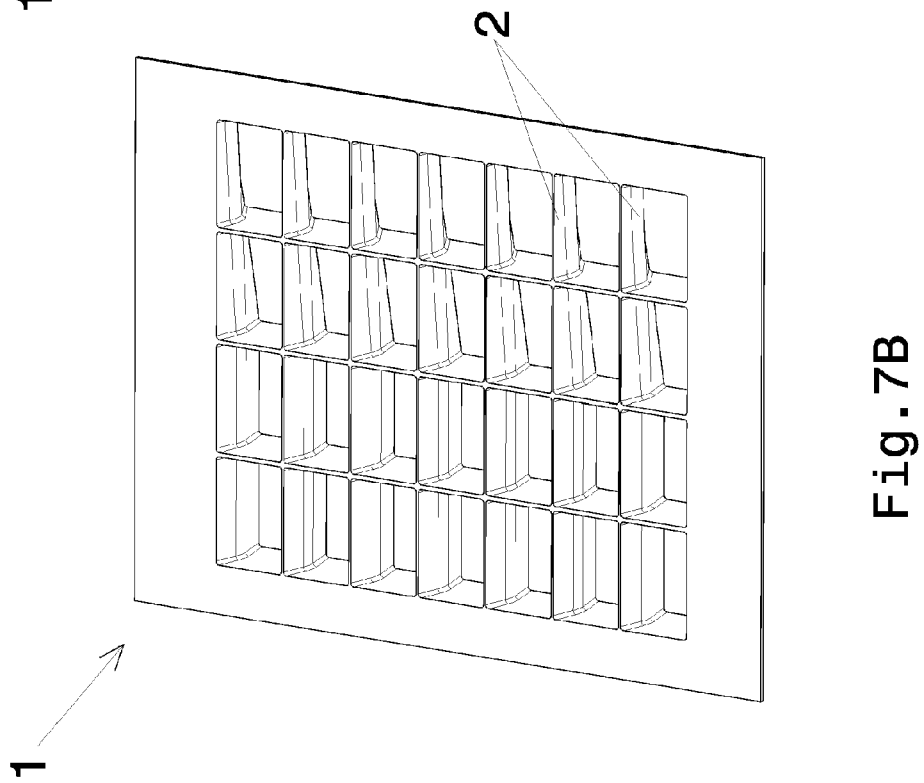
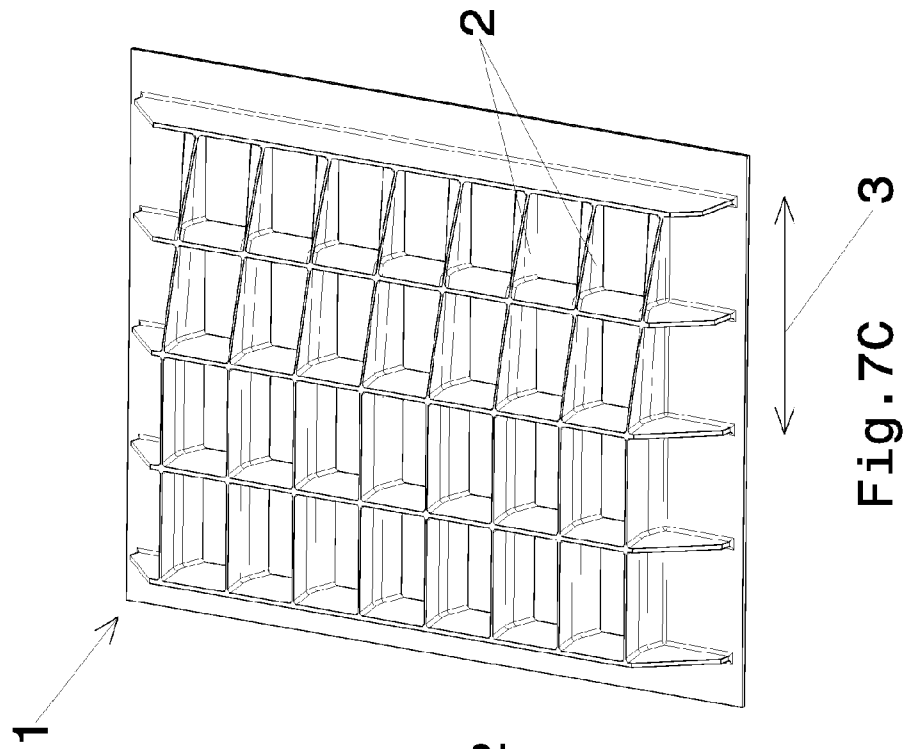


Fig. 6D





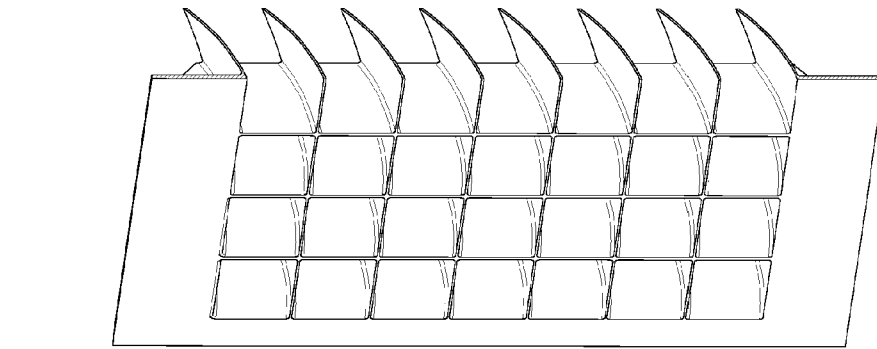


Fig. 7G

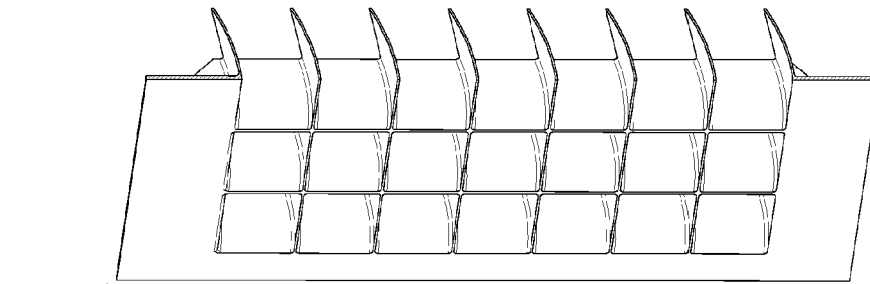


Fig. 7F

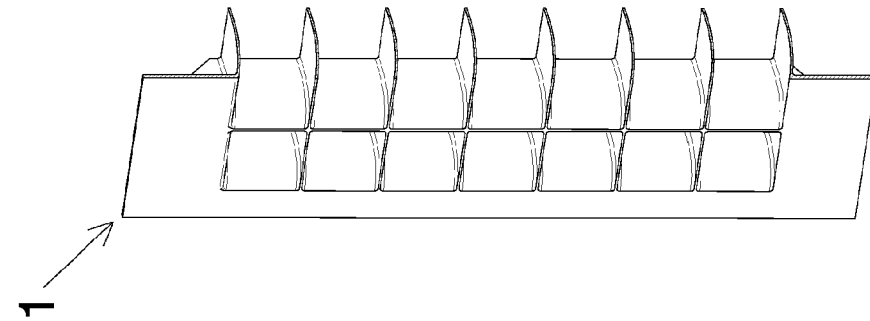


Fig. 7E

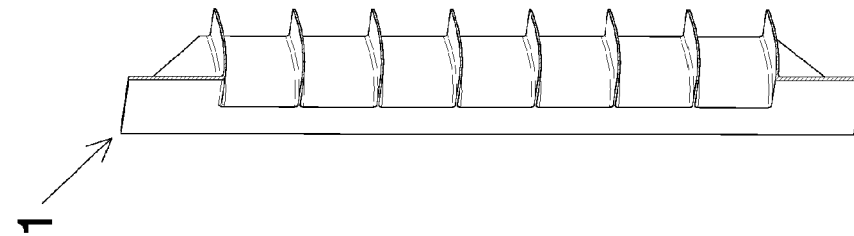
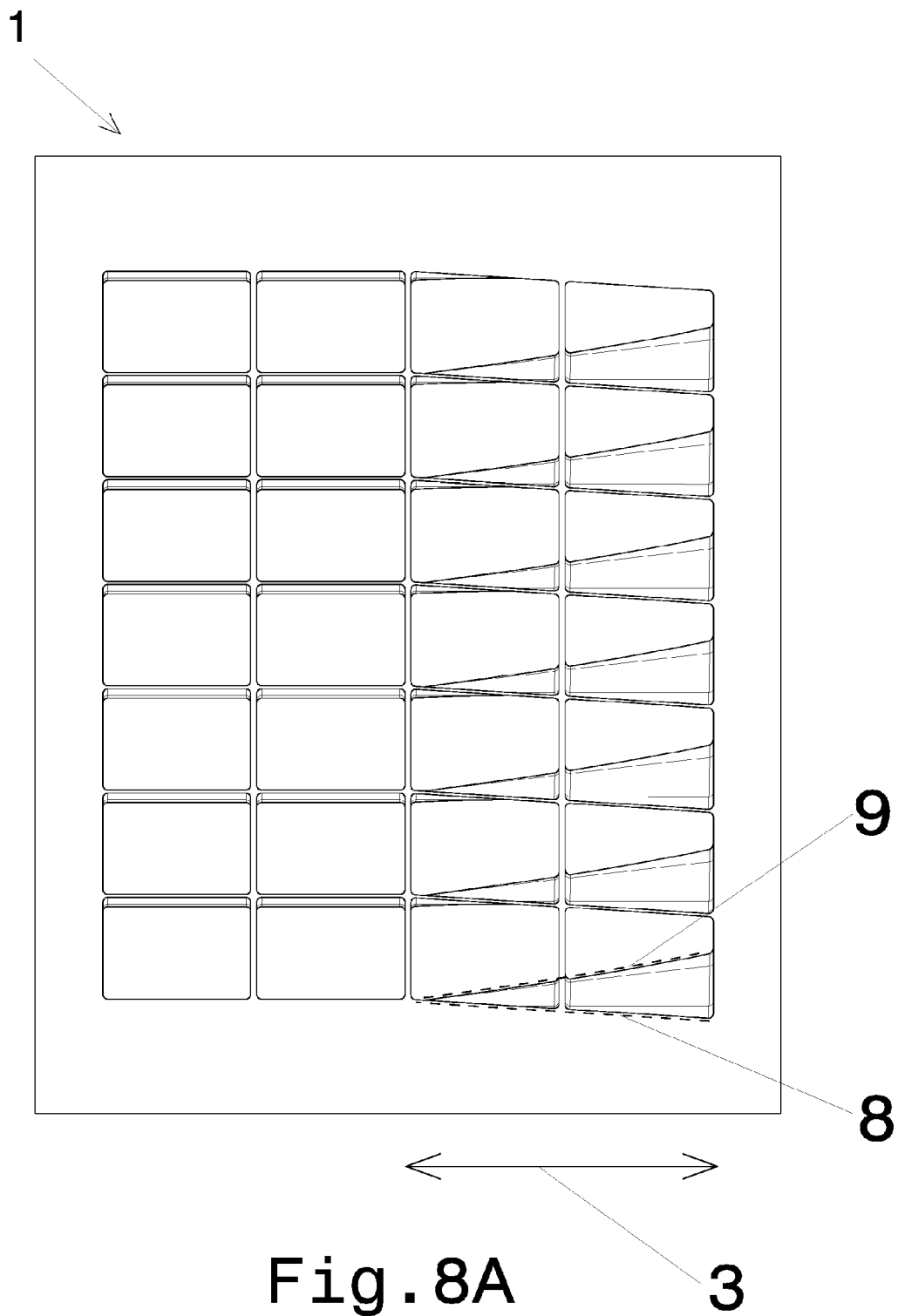


Fig. 7D



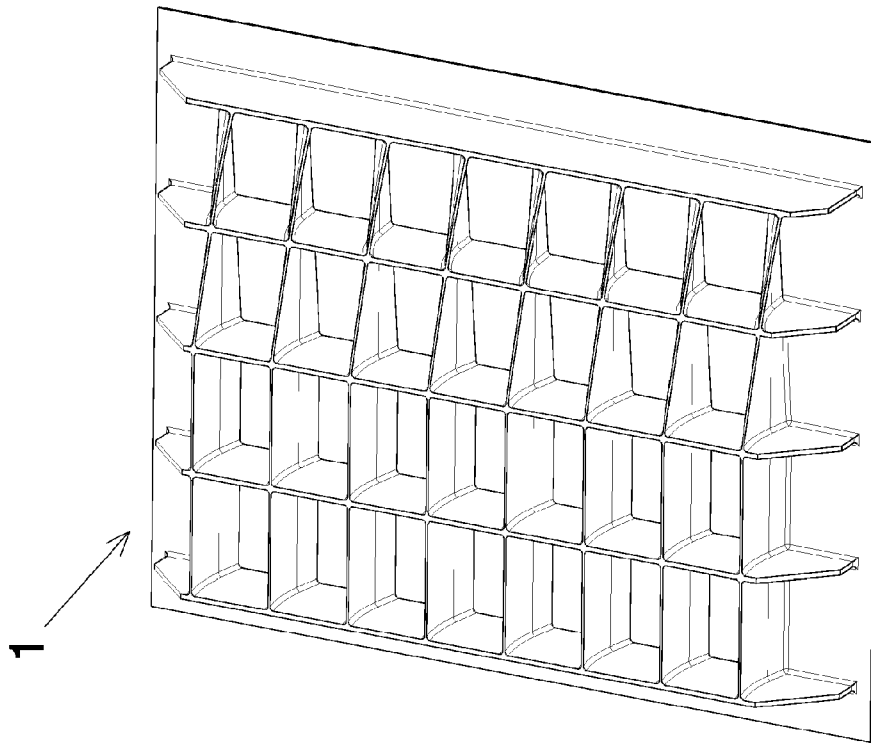


Fig. 8C

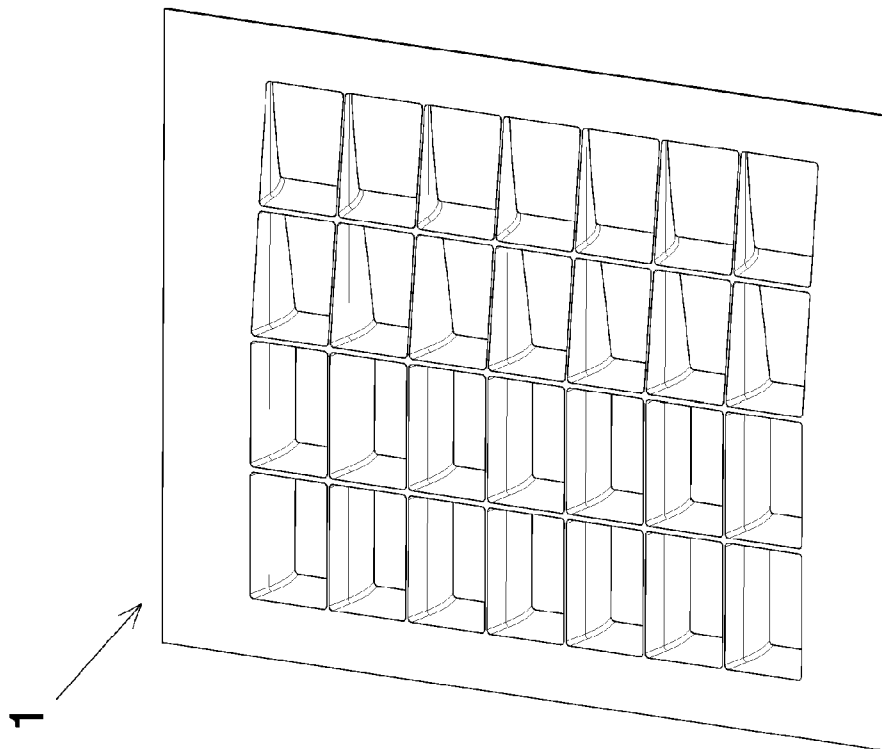


Fig. 8B

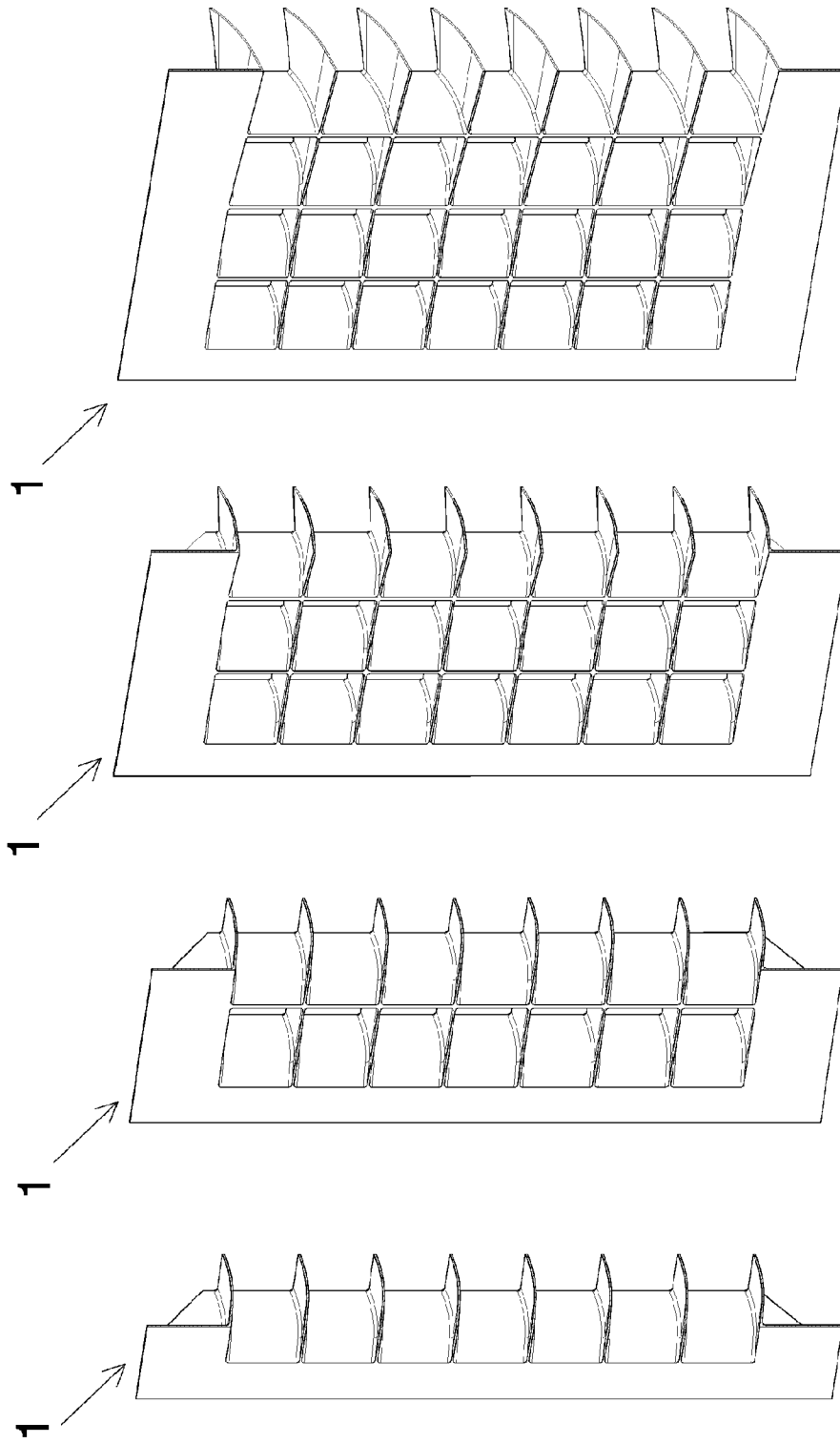


Fig. 8G

Fig. 8F

Fig. 8E

Fig. 8D

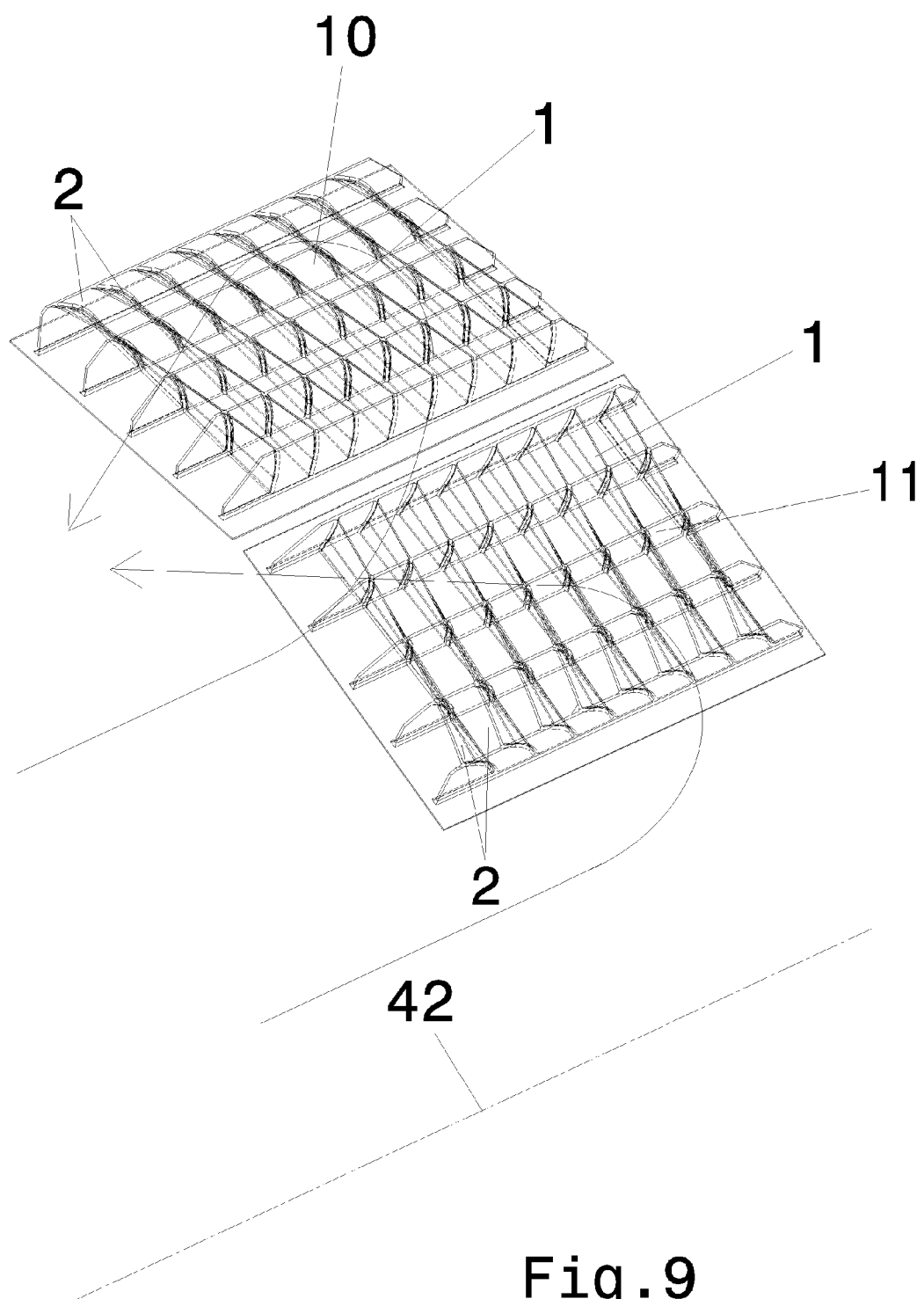


Fig.9

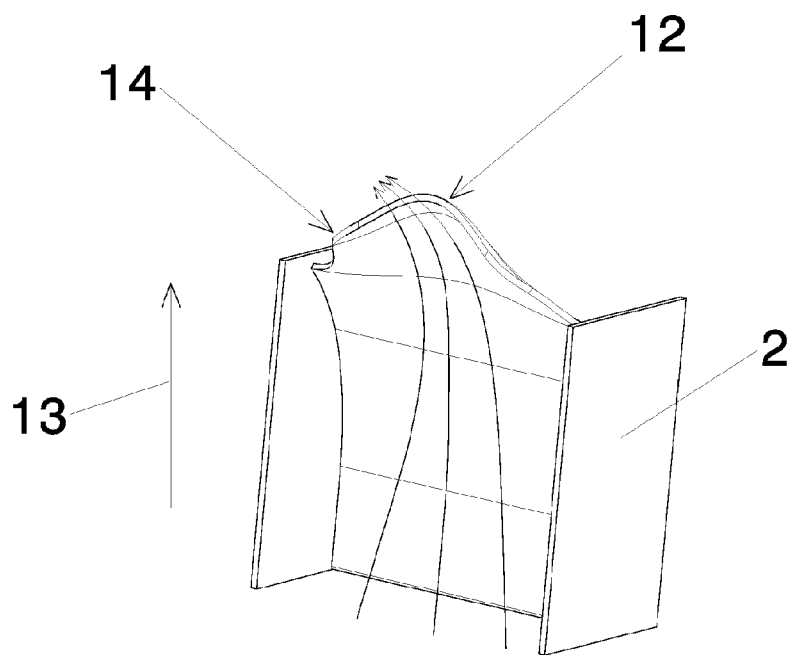


Fig. 10

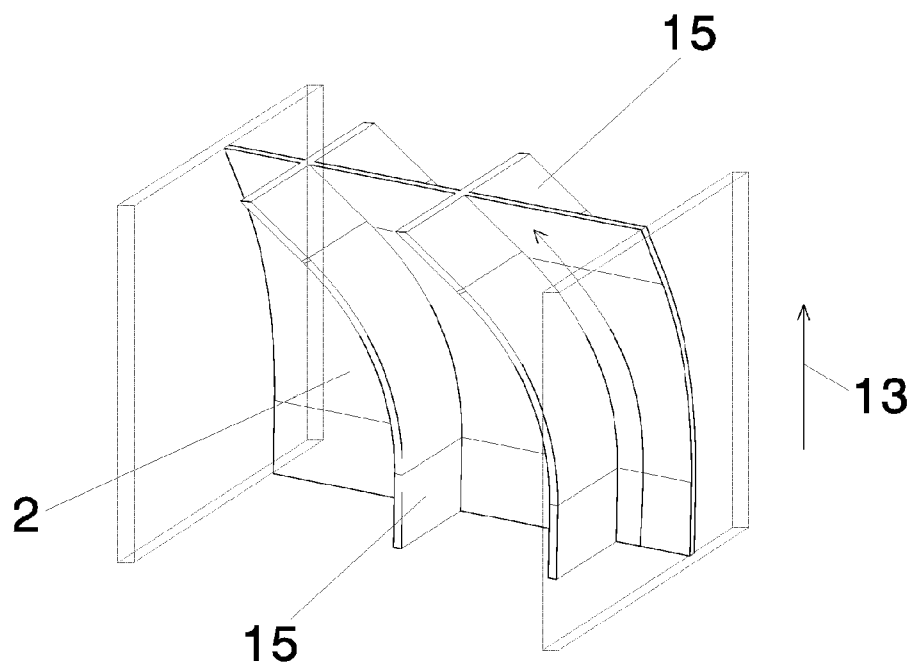


Fig. 11

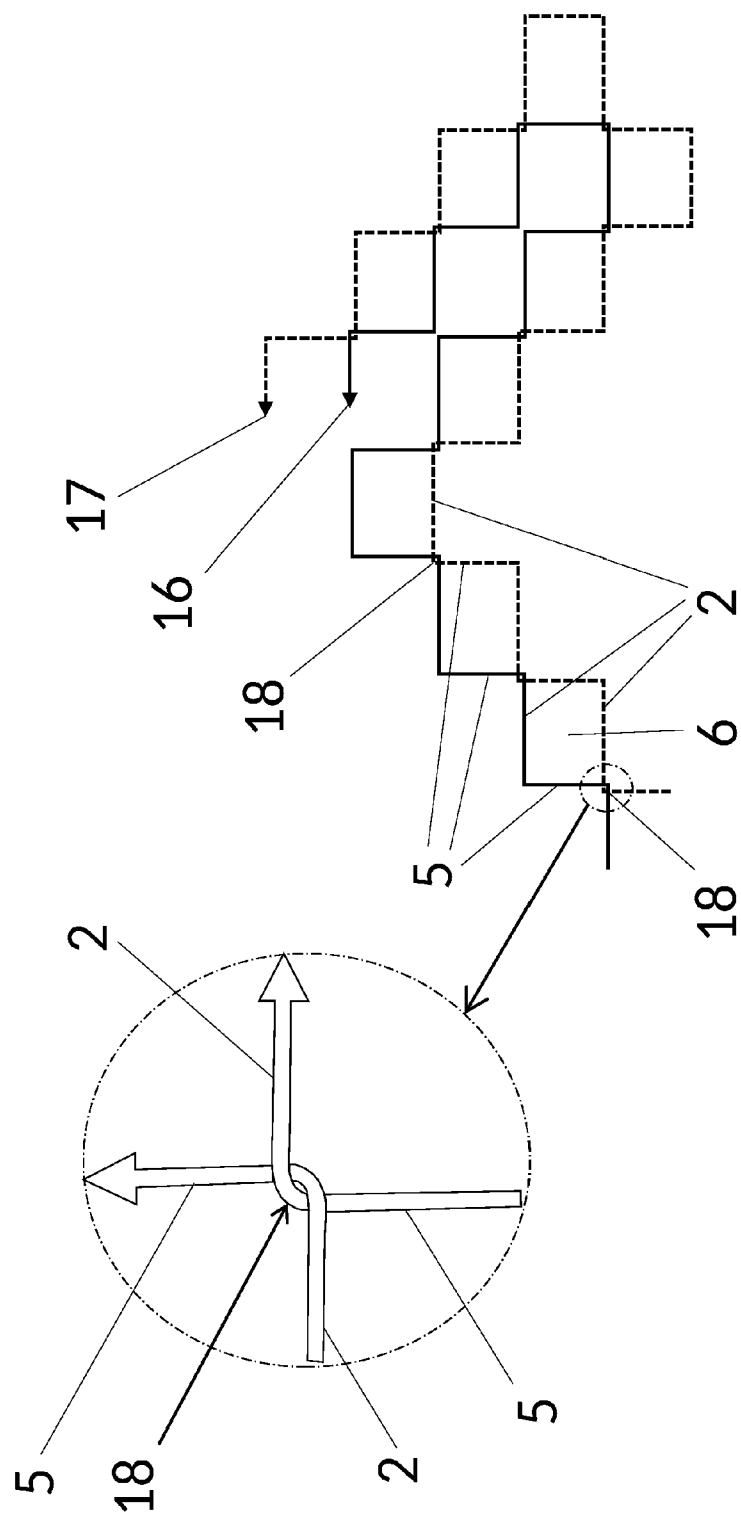


Fig.12