

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 617 682**

51 Int. Cl.:

**B64C 23/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.03.2014 PCT/GB2014/050758**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.09.2014 WO2014140587**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.03.2014 E 14711571 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.12.2016 EP 2969747**

54 Título: **Supresión de tonos acústicos de cavidad**

30 Prioridad:

**15.03.2013 GB 201304716**  
**15.03.2013 EP 13275064**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**19.06.2017**

73 Titular/es:

**BAE SYSTEMS PLC (100.0%)**  
**6 Carlton Gardens**  
**London SW1Y 5AD, GB**

72 Inventor/es:

**PATIENCE, DAVID, EUAN**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 617 682 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**

Supresión de tonos acústicos de cavidad

**Campo de la invención**

5 La presente invención se refiere a métodos y sistemas para la supresión de tonos acústicos y/o resonancia y/u otros efectos de tono acústico en cavidades para cuando se mueven con relación a un fluido ambiente. La presente invención se refiere en particular, pero no se limita, a tales métodos y sistemas para cavidades empotradas en una superficie, por ejemplo, en una superficie de un vehículo, por ejemplo las cavidades de las aeronaves, por ejemplo compartimientos, cuando la aeronave viaja en el aire.

**Antecedentes**

10 Considerando el caso de una superficie con una cavidad empotrada en la superficie, cuando la superficie, y por lo tanto la cavidad empotrada, se mueve en fluido ambiente, por ejemplo cuando una aeronave con un compartimiento abierto, por ejemplo un compartimiento de armas abierto o un compartimiento del tren de aterrizaje abierto, se mueve en el aire, se forma una capa de cizallamiento entre (i) el aire del ambiente en movimiento que fluye a través de la superficie y a través de la parte superior de la cavidad empotrada, y (ii) el aire estático en la cavidad (desde el punto de referencia de la aeronave). Un vórtice se desprende desde el borde principal de la cavidad y crece conforme desciende por la capa de cizallamiento e impacta en la pared (de salida) posterior del compartimiento resultando en la emisión de ruido. También la onda acústica viaja en dirección opuesta al flujo dentro del compartimiento. La presión fluctuante de la onda acústica puede dar como resultado vórtices que se desprenden desde el borde principal del reborde de la cavidad, o un aumento en la tasa de crecimiento de los vórtices de modo tal que se forma una serie de vórtices por debajo de la capa de cizallamiento a una tasa preferencial, la cual se relaciona con la frecuencia en dirección opuesta al flujo de la onda acústica. Los vórtices crecen en estructuras de gran escala conforme se propagan en la dirección del flujo en la capa de cizallamiento y luego impactan la pared (de salida) posterior del compartimiento a una tasa característica. Esto da como resultado ruido acústico que se genera a una tasa característica la cual puede describirse como tonos acústicos de una frecuencia característica.

25 La frecuencia de los tonos puede formularse usando la ecuación de Rossiter. Puede observarse que hay un ciclo de retroalimentación formado por el paso de los vórtices y en dirección opuesta al flujo de propagación de la onda acústica.

30 El documento N° US 5.340.054 describe una disposición de supresión de oscilaciones de la cavidad de un fuselaje en la que se colocan múltiples pasadores en dirección opuesta al flujo del borde principal de la cavidad (es decir, fuera de la cavidad). Otros ejemplos de disposiciones de supresión de oscilaciones/resonancia de cavidad que comprenden estructuras fijas añadidas (de las cuales todas se colocan por fuera de la cavidad, bien en dirección opuesta al flujo del borde principal o en la dirección del flujo del borde (de salida) posterior) incluyen los descritos en los documentos N° US 5.699.981; documento N° US 6.098.925; documento N° US 6.739.554; y en el documento N° US 3.934.846. El documento N° US 6.296.202, que se considera que es la técnica anterior más cercana y que describe todas las características del preámbulo de la reivindicación 1, describe una disposición que comprende un deflector aerodinámico oscilante.

Más generalmente, se conoce la toma auxiliar de aire u otras disposiciones similares a túneles. Tales disposiciones, incluso si se considera que incluyen una cavidad como tal, no incluyen cavidades del tipo como las que se tratan en la presente invención, por el contrario, incluyen cavidades empotradas en una superficie.

**40 Compendio de la invención**

El presente inventor ha comprendido que sería deseable proporcionar una forma de supresión al generar múltiples turbulencias a escala fina, es decir, que resultan en múltiples vórtices pequeños, dentro de la capa de cizallamiento, rompiendo de ese modo la formación de vórtices a gran escala en la capa de cizallamiento, los cuales son parte del proceso de generación de tono, y además para proporcionar que las múltiples turbulencias a escala fina tiendan a no combinarse en unas más grandes. El presente inventor ha comprendido además, que un camino, por ejemplo, de disuadir la combinación de la turbulencia a fina escala en la más grande podría ser aumentar el espesor de la capa de cizallamiento formada en la cavidad (obsérvese, por ejemplo, que en contraste, las disposiciones de la técnica anterior descritos en los documentos de la técnica anterior anteriormente mencionados no tienen una tendencia a espesar la capa de cizallamiento). El presente inventor ha comprendido que, convencionalmente, una onda acústica en dirección opuesta al flujo interactúa con los vórtices en la capa de cizallamiento en tiempos aproximadamente comunes, es decir, muestran una coherencia temporal. El presente inventor ha comprendido por el contrario, que al proporcionar un cizallamiento más grueso, los vórtices más cercanos al caudal se propagarán más rápido en la dirección del flujo que aquellos que están más cerca del aire estático en el compartimiento. El presente inventor ha comprendido por lo tanto que, en algún momento en la dirección del flujo los vórtices llegarán en tiempos diferentes entre sí. El presente inventor ha comprendido que esta pérdida de coherencia temporal interrumpirá la formación de las estructuras turbulentas a gran escala convencionales que de otro modo jugarían un papel clave en la generación de tonos acústicos no deseados. El presente inventor se ha dado cuenta de que es ventajoso en sí proporcionar características de un sistema de supresión dentro de la cavidad en vez del exterior. Por ejemplo, el inventor ha

comprendido que para cavidades cerrables esto permitiría que las características fueran fácilmente removidas de, por ejemplo, el flujo de aire de la aeronave cuando la cavidad está cerrada.

5 En un primer aspecto, la invención proporciona un sistema de cavidad que comprende: una cavidad y una pluralidad de varillas; varillas que se extienden en una dirección lejos de una base de la cavidad hasta una altura que se extiende más allá de la altura de un borde principal de la cavidad, el borde principal es relativo con relación a una dirección de flujo real o prevista de un fluido sobre la cavidad; las varillas están posicionadas en la dirección del flujo y en la proximidad del borde principal de la cavidad, en donde se proporcionan uno o más elementos de alteración del flujo en una o más varillas, caracterizado por que por lo menos alguno de los elementos de alteración comprenden o proporcionan bordes adicionales a una o más varillas que están además del borde o bordes proporcionados por la forma subyacente de la varilla o varillas.

10 La cavidad puede ser una cavidad empotrada en una superficie. La superficie puede ser una superficie comprendida por un vehículo. El vehículo puede ser una aeronave o cualquier otro tipo de vehículo, por ejemplo, un automóvil o un camión, o una embarcación marítima que incluye, por ejemplo, un submarino.

Una o más varillas pueden extenderse a una altura diferente de una o más de las otras varillas.

15 Una o más varillas pueden colocarse en un desplazamiento longitudinalmente con respecto a una o más de las otras varillas.

El desplazamiento longitudinal puede tener la forma de un patrón zigzag.

Las varillas pueden fijarse en la cavidad de forma tal que les permite moverse de forma reversible hacia una configuración adicional en la que están completamente encerradas en la cavidad cuando la cavidad está cerrada.

20 Las varillas pueden extenderse en la dirección lejos de la base de la cavidad desde una posición que está entre la base de la cavidad y la altura del borde principal de la cavidad.

Por lo menos alguno de los elementos de alteración de flujo puede comprender un canal que pasa a través de la varilla.

25 Por lo menos alguno de los elementos de alteración de flujo puede comprender una saliente que se extiende desde la varilla.

Los elementos de alteración de flujo pueden estar a alturas diferentes en las diferentes varillas.

Pueden proporcionarse por lo menos dos tipos diferentes de elementos de alteración de flujo.

Las varillas pueden colocarse a una distancia desde el borde principal que es  $\leq 0,2$  x la distancia entre el borde principal y un borde posterior.

30 Las varillas pueden colocarse a una distancia desde el borde principal que es  $\leq 0,1$  x la distancia entre el borde principal y el borde posterior.

Las varillas pueden colocarse a una distancia desde el borde principal que es  $\leq 0,05$  x la distancia entre el borde principal y el borde posterior.

Para una o más varillas por lo menos una porción de la varilla puede inclinarse en la dirección del flujo.

35 El efecto de las varillas puede aumentar el espesor de la capa de cizallamiento.

#### **Breve descripción de los dibujos**

La Figura 1 es una ilustración esquemática (no a escala) de una vista en perspectiva de un sistema de supresión de tonos acústicos de cavidad;

La Figura 2 es una vista esquemática en sección transversal (no a escala) del sistema de supresión de la Figura 1;

40 La Figura 3 es una vista en perspectiva de una varilla;

La Figura 4 es una vista en sección transversal de la varilla de la Figura 3;

La Figura 5 es una vista en perspectiva de una varilla;

La Figura 6 es una vista en sección transversal de la varilla de la Figura 5;

45 La Figura 7 muestra un sistema de supresión, visto desde arriba, en el cual las varillas se colocan relativas entre sí en una disposición de zigzag;

La Figura 8 muestra un sistema de supresión, visto desde arriba, en el cual las varillas se colocan relativas entre sí en una disposición de zigzag;

La Figura 9 muestra un sistema de supresión, visto desde arriba, en el cual las varillas se colocan a lo largo de una línea en un ángulo oblicuo con respecto a la dirección del flujo;

5 La Figura 10 muestra un sistema de supresión en el que una o más varillas son diferentes de rectas;

La Figura 11 muestra una vista esquemática en sección transversal de una primera configuración de un sistema de supresión;

La Figura 12 muestra una vista esquemática en sección transversal de una segunda configuración del sistema de supresión de la Figura 11;

10 La Figura 13 muestra una vista esquemática en sección transversal de una segunda configuración alternativa del sistema de supresión de la Figura 11;

La Figura 14 muestra una vista esquemática en sección transversal de otra primera configuración de un sistema de supresión; y

15 La Figura 15 muestra una vista esquemática en sección transversal de una segunda configuración del sistema de supresión de la Figura 14.

### Descripción detallada

Se apreciará que expresiones relativas tales como horizontal y vertical, superior e inferior, por encima y por debajo, delante y detrás, y así sucesivamente, se usaron anteriormente meramente para facilitar la referencia a las Figuras, y esas expresiones como tal, no son limitativas, y pueden implementarse en cualquiera de los dos sentidos diferentes en lugar de fielmente horizontal y vertical, superior e inferior, y así sucesivamente. En particular, para conveniencia, en las Figuras se muestra una cavidad con la abertura en la parte superior de la página, y por conveniencia, la palabra "superior" se usa para significar la abertura de la cavidad, y la palabra "por encima" significa además, lejos de la cavidad. Sin embargo, se apreciará que la presente invención también se refiere a cavidades colocadas, por ejemplo, por debajo del ala o del fuselaje de p. ej. una aeronave, es decir, al revés de lo que se muestra en las Figuras, pero la descripción del uso de la palabra "superior" aún se referirá a la parte de la abertura de la cavidad y la palabra "por encima" aún se referirá a estar lejos de la cavidad.

La Figura 1 es una ilustración esquemática (no a escala) de una vista en perspectiva de una primera realización de un sistema de supresión 1 de tonos acústicos de cavidad (referido de aquí en adelante como el sistema de supresión 1). El sistema de supresión de tono acústico de cavidad comprende una cavidad 2 y una pluralidad de varillas 4. En esta realización la cavidad 2 está en una superficie 19. Para claridad, sólo se muestran siete varillas 4 en la Figura 1, aunque típicamente el sistema de supresión 1 comprenderá más de siete varillas, por ejemplo, veinte varillas.

En esta realización la cavidad 2 es una cavidad 2 empotrada en una superficie 19 de una aeronave (en la Figura 2 el límite externo de la superficie 19 se identifica esquemáticamente por una línea en zigzag para indicar en forma de estilo de dibujo convencional que la extensión de la superficie 19 que se muestra esquemáticamente no necesariamente se limita a la página del dibujo). La superficie 19 es sustancialmente plana, aunque no necesariamente llana y no necesariamente sin falta de uniformidad o elementos fijados a la misma. En esta realización, la cavidad 2 es rectangular y comprende una base plana 3. En la Figura 1 la base plana 3 se muestra esquemáticamente con un achurado. La cavidad 2 comprende adicionalmente, definida con relación a una dirección del flujo real o prevista 6 (la dirección del flujo 6 estando a través, o sobre, la superficie 19 y la cavidad 2), una pared principal 8, una pared (de salida) posterior 10, y dos paredes laterales 12. En esta realización todas esas paredes están perpendiculares a la base plana 3. En la parte superior de la cavidad 2, la cavidad 2 comprende para cada una de esas paredes, respectivamente, un borde principal 14, un borde (de salida) posterior 16, y dos bordes laterales 18.

45 En esta realización, las varillas 4 se montan en la base plana 3 y se extienden hacia arriba (es decir, perpendicular a la base plana 3) lejos de la base plana 3 hasta una altura que se extiende más allá de la altura del borde principal 14.

En esta realización las varillas 4 se colocan en la dirección del flujo del borde principal 14 (es decir, en la cavidad 2), y las varillas 4 se colocan más cerca del borde principal 14 de lo que están del borde (de salida) posterior 16. Más particularmente, en esta realización las varillas 4 se colocan de modo tal que la distancia de las varillas 4 desde el borde principal 14 es igual a  $0,05 \times$  la distancia total entre el borde principal 14 y el borde (de salida) posterior 14.

En esta realización, todas las varillas 4 tienen forma de sección transversal circular cuando se ven desde arriba.

En esta realización todas las varillas 4 tienen la misma forma (circular) de sección transversal que las otras cuando se ven desde arriba, y todas tienen el mismo diámetro que las otras.

En esta realización cada varilla tiene una forma de sección transversal uniforme a lo largo de toda su altura.

En esta realización, todas las varillas tienen la misma altura que las otras.

5 En esta realización todas las varillas 4 están colocadas espaciadas en una dirección de línea recta común, en donde la dirección de línea recta es perpendicular a la dirección del flujo 6, es decir, paralela al borde principal 14. En esta realización todas las varillas 4 están separadas equidistantemente entre sí.

En esta realización las varillas 4 se colocan dentro de la cavidad 2 y se desplazan lejos de la pared principal 8 (más cerca de la pared principal 8 que de la pared (de salida) posterior 10). En otras palabras hay una separación entre las varillas 4 y la pared principal 8, y por lo tanto una separación entre las varillas 4 y el borde principal 14.

10 Ahora será descrita la tendencia del sistema de supresión 1 a suprimir tonos acústicos cuando está en funcionamiento con referencia a la Figura 2. La Figura 2 es una vista (no a escala) esquemática en sección transversal del sistema de supresión 1 de la Figura 1. Los elementos del sistema mostrado en la Figura 2 que también son mostrados en la Figura 1 son los siguientes: la cavidad 2, la base plana 3, una de las varillas 4, la dirección del flujo 6, la pared principal 8, la pared (de salida) posterior 10, el borde (de salida) posterior 16, y la superficie 19 (que también puede considerarse como el plano de la superficie).

15 Como puede apreciarse adicionalmente en la Figura 2, una separación o un cambio significativo de orientación en la superficie 19 en efecto proporciona la abertura de la cavidad 2, y la cavidad 2 tiene la forma de un hueco en la superficie 19. Se observa que la expresión "cavidad empotrada en una superficie" como se usa en la presente memoria, incluye casos donde el efecto global o la geometría de la cavidad es que se reconocerá como una "cavidad empotrada en una superficie", incluso si se está hablando estrictamente de que la superficie 19 y/o una o más de las paredes 8, 10, 12 y/o la base plana 3 no están hechas de una sola pieza continua o tipo de material.

20 Para facilitar la explicación más adelante, también se muestra (en línea discontinua) una extensión hipotética 20 de la superficie 19 sobre la cavidad 2.

25 En funcionamiento, un efecto de la pluralidad de varillas 4 es la tendencia a aumentar el espesor de la capa de cizallamiento 22 en comparación con si las varillas 4 no estuvieran presentes. Esto es por lo menos en parte debido a que las varillas presentan un bloqueo del flujo de aire para desviar el flujo tanto dentro como fuera de la cavidad. Se representa esquemáticamente la capa de cizallamiento 22 en la Figura 2 como la región entre una línea que representa la parte superior 24 (es decir, más alejada de la cavidad 2) de la capa de cizallamiento 22 y una línea que representa la parte inferior 26 (es decir, más cercana a la cavidad 2) de la capa de cizallamiento. El espesor 28 de la capa de cizallamiento 22 en cualquier punto a lo largo de la cavidad 2 es correspondientemente la distancia entre la parte superior 24 de la capa de cizallamiento 22 y la parte inferior 26 de la capa de cizallamiento 22.

30 En funcionamiento, un efecto adicional de la pluralidad de varillas 4 es la tendencia a proporcionar múltiples fuentes de turbulencia a fina escala dando lugar a una pluralidad de pequeños vórtices 30. Debido a, por lo menos en parte, la capa de cizallamiento 22 más gruesa, los vórtices 30 tienden a no combinarse en unos más grandes. Por disposición de la capa de cizallamiento 22 más gruesa, los vórtices 30 más cercanos a la parte superior 24 de la capa de cizallamiento 22 (es decir, más cercanos al flujo de fluido ambiente) se propagan en la dirección del flujo más rápido que aquellos vórtices 30 más cercanos a la parte inferior 26 de la capa de cizallamiento 22 (es decir, más cercanos al aire estático en la cavidad 2). Por consiguiente, los vórtices 30 llegan a dados puntos en la dirección del flujo en tiempos diferentes, es decir, hay una pérdida de coherencia temporal, y consecuentemente hay una interrupción de la tendencia convencional a la formación de estructuras turbulentas a gran escala que, de otro modo, juegan un papel clave en la generación de tonos acústicos indeseados.

35 En las realizaciones anteriores, las varillas 4 se montan en la base plana 3 y se extienden hacia arriba (es decir, perpendiculares a la base plana 3) lejos de la base plana 3 hasta una altura que se extiende más allá de la altura del borde principal 14. Sin embargo, las varillas 4 no necesitan estar montadas en la base plana 3, y en otras realizaciones algunas o todas las varillas 4 pueden estar montadas en una instalación o soportadas o colocadas de otra manera que no estén montadas en la base plana 3, aunque, sin embargo, aún se extiendan en una dirección lejos de la base 3 de la cavidad 2. Por ejemplo, alguna o todas las varillas 4 pueden montarse en, o de lo contrario estar soportadas por, una barra u otra instalación que esté suspendida a través de la cavidad 2, de modo tal que la parte inferior de las varillas 4 se colocan en puntos entre la base 3 de la cavidad 2 y la altura del borde principal 14. Una realización en la que las varillas 4 se montan en dicha barra se describe en mayor detalle más adelante con referencia a la Figura 14 y la Figura 15.

40 En realizaciones adicionales, se proporcionan elementos de alteración de flujo en una o más (preferiblemente todas) varillas 4. Los elementos de alteración de flujo pueden aumentar la desviación de los vórtices 30 dentro y/o fuera de la cavidad 2, de ese modo mejorando además el espesor de la capa de cizallamiento 22. Los elementos de alteración de flujo pueden adicionalmente o alternativamente servir como fuentes adicionales de turbulencia a fina escala, dando lugar a nuevos pequeños vórtices 30, por lo tanto, tiende a proporcionar aún más pérdida de coherencia temporal.

Las Figuras 3 y 4 son una ilustración esquemática (no a escala) de una varilla 4 de una de dichas realizaciones con

elementos de alteración de flujo proporcionados en una o más (preferiblemente todas) varillas 4. La Figura 3 es una vista en perspectiva de la varilla 4, y la Figura 4 es una vista en sección transversal de la varilla 4.

5 La varilla 4 incluye un canal 34 (es decir, en esta realización el elemento de alteración de flujo es el canal 34) que pasa a través de la varilla 4 (bien paralelo a la dirección del flujo 6 o en un ángulo oblicuo con respecto a la dirección del flujo 6) y dispuesto de modo tal que, en funcionamiento, algo del fluido que impacta la varilla 4 pasa a través del canal 34 y algo del fluido se desvía alrededor de la varilla 4, de ese modo proporcionando fuentes adicionales de turbulencia a fina escala (por lo tanto, vórtices 30 adicionales) y/o aumentando la desviación de los vórtices 30 dentro y/o fuera de la cavidad 2, de ese modo mejorando además el espesor de la capa de cizallamiento 22.

10 Las Figuras 5 y 6 son una ilustración esquemática (no a escala) de una varilla 4 de una de dichas realizaciones con elementos de alteración de flujo proporcionados en una o más (preferiblemente todas) varillas 4. La Figura 5 es una vista en perspectiva de la varilla 4, y la Figura 6 es una vista en sección transversal de la varilla 4.

15 La varilla 4 incluye una pluralidad de salientes 38, que sirven como elementos de alteración de flujo, que se extienden desde la superficie de la varilla 4. En esta realización las salientes 38 son salientes 38 en forma de aleta. Las salientes se colocan y se disponen (por ejemplo, extendiéndose hacia los lados de la varilla 4 para proporcionar una sección transversal más ancha a la dirección del flujo 6 de ambiente en partes de la varilla 4) de modo tal que, en funcionamiento, algo del fluido impacta las salientes 38, proporcionando de ese modo, fuentes adicionales de turbulencia a fina escala (por lo tanto, vórtices 30 adicionales) y/o aumentando la desviación de los vórtices 30 dentro y/o fuera de la cavidad 2, mejorando de ese modo además el espesor de la capa de cizallamiento 22.

20 En realizaciones donde se proporcionan elementos de alteración de flujo en una o más varillas 4, tales como aquellas realizaciones descritas anteriormente con referencia a las Figuras 3-6, las siguientes variaciones (i) a (vii) son, por ejemplo, posibles.

25 (i) Para una o más varillas proporcionadas con elementos de alteración de flujo, la varilla puede comprender uno o múltiples elementos de alteración de flujo. Por ejemplo, donde cada elemento de alteración de flujo es un canal a través de una varilla, pueden proporcionarse dos o más canales en una única varilla (o en cada una de una pluralidad de varillas), estando por ejemplo, los canales dispuestos uno por encima del otro y/o junto al otro.

(ii) Donde los elementos de alteración de flujo son salientes, y hay múltiples salientes en una varilla dada, pueden proporcionarse todas las múltiples salientes en el mismo lado de la varilla, o en ambos lados de la varilla.

(iii) Los elementos de alteración de flujo pueden estar dispuestos perpendicular y/o paralelos a los lados y/o superficies de una varilla dada, o pueden estar a un ángulo oblicuo con respecto a los mismos.

30 (iv) Los elementos de alteración pueden estar dispuestos perpendicular y/o paralelos a la dirección del flujo, o pueden estar a un ángulo oblicuo, es decir, inclinados.

(v) Para varillas con múltiples elementos de alteración de flujo proporcionados en la misma, todos los múltiples elementos de alteración de flujo pueden ser canales, o todos pueden ser salientes, o pueden ser una mezcla de cada uno.

35 (vi) En las realizaciones anteriores con elementos de alteración de flujo en las varillas, los elementos de alteración de flujo son canales a través de una varilla y/o salientes en la varilla. Sin embargo, en otras realizaciones puede proporcionarse adicionalmente o alternativamente cualquier otra forma de elementos de alteración de flujo. Por ejemplo, uno o más de los elementos de alteración de flujo puede comprender una ranura u otra perturbación/irregularidad en la superficie o forma de la varilla.

40 (vii) Los elementos de alteración de flujo pueden estar a alturas diferentes en las diferentes varillas 4.

45 (viii) En las realizaciones anteriores, un elemento de alteración de flujo es un canal a través de una varilla o una saliente en una varilla. Ambos tipos pueden considerarse como elementos que comprenden o proporcionan bordes adicionales en o a una o más varillas que están además del borde o bordes proporcionados por la forma subyacente de la varilla o varillas. En otras realizaciones, además de o en vez de los canales a través de la varilla y/o salientes en una varilla, pueden proporcionarse otro tipo o tipos de elementos de alteración de flujo adecuados que comprendan o proporcionen bordes adicionales en o a una o más varillas que estén además del borde o bordes proporcionados por la forma subyacente de la varilla o varillas. También en otras realizaciones adicionales, además de o en vez de elementos que comprenden o proporcionan bordes adicionales en o a una o más varillas que están además del borde o bordes proporcionados por la forma subyacente de la varilla o varillas, puede proporcionarse cualquier otro tipo o tipos de elementos de alteración de flujo adecuados que alteren el flujo a fin de proporcionar fuentes adicionales de turbulencia a fina escala (por lo tanto, vórtices 30 adicionales) y/o aumentar la desviación de los vórtices 30 dentro y/o fuera de la cavidad 2, de ese modo mejorando además el espesor de la capa de cizallamiento 22.

55 Volviendo a una discusión más general de realizaciones adicionales, en las realizaciones anteriores todas las varillas 4 tienen forma de sección transversal circular cuando se ven desde arriba. Sin embargo, este no necesita ser el

caso, y en otras realizaciones, todas las varillas 4 pueden tener la misma forma de sección transversal (cuando se ven desde arriba), donde cada forma es diferente de un círculo p. ej., una forma curvada no circular, o una forma no curvada, p. ej. rectangular.

5 En las realizaciones anteriores todas las varillas 4 tienen la misma altura que las otras. Sin embargo, este no necesita ser el caso, y en otras realizaciones una o más varillas pueden estar a una altura diferente con respecto a una o más de las otras varillas. De hecho, esto tendería a favorecer el desprendimiento de los vórtices 30 para que se produzcan a diferentes profundidades en la capa de cizallamiento 2 (al proporcionar fuentes de turbulencia a fina escala a diferentes alturas), por lo tanto, tendiendo así a aumentar la extensión de la interrupción de coherencia temporal entre los diferentes vórtices 30.

10 En las realizaciones anteriores todas las varillas 4 están colocadas espaciadas en una dirección de línea recta común, siendo la dirección de línea recta perpendicular a la dirección del flujo 6, es decir, paralela al borde principal 14. Sin embargo, este no necesita ser el caso, y en otras realizaciones una o más varillas 4 pueden colocarse de manera distinta que en línea recta con las otras varillas 4, es decir, una o más varillas pueden colocarse en un desplazamiento longitudinalmente desplazadas con respecto a una o más de las otras varillas. Por ejemplo, las  
15 diferentes varillas 4 pueden colocarse una con respecto a la otra en una disposición de zigzag, tal como la las disposiciones de colocación de varillas mostradas esquemáticamente en la Figura 7 y la Figura 8 (en la que el sistema de supresión 1 (no a escala) es visto desde arriba y en la que se usan los mismos números de referencia para las mismas características que las utilizadas en Figuras anteriores). También en otras realizaciones adicionales, aunque las varillas 4 permanezcan en una dirección de línea recta común, esa dirección está en un  
20 ángulo oblicuo con respecto a la dirección del flujo, como por ejemplo el que se muestra esquemáticamente (no a escala) en la Figura 9 (en la que el sistema de supresión 1 (no a escala) es nuevamente visto desde arriba y en la que los mismos números de referencia se usan nuevamente para las mismas características que las usadas en Figuras anteriores). En las realizaciones adicionales descritas en este párrafo, las disposiciones de desplazamiento longitudinal de algunas o todas las diferentes varillas 4 con relación a ellas mismas (como se ha descrito en este  
25 párrafo) tienden a proporcionar un desplazamiento de tiempo temporal en el pasaje de cualquier pico de la onda acústica, lo que tiende a dar lugar a que el desprendimiento o crecimiento de los vórtices 30 se produzca en tiempos diferentes a través de la anchura (es decir, a través del plano posterior) de la cavidad 2, lo que tiende a interrumpir aún más la combinación de los múltiples vórtices 30 pequeños en vórtices de gran escala.

30 En general se apreciará que cualquier no uniformidad introducida en la forma de una o más varillas 4 individuales (por ejemplo por, pero no limitado a, la inclusión de uno o más elementos de alteración de flujo como se ha descrito anteriormente) y/o cualquier no uniformidad introducida entre una o más de las diferentes varillas 4 tenderá a proporcionar la posibilidad de un número aumentado o variaciones de fuentes de turbulencia a fina escala, con el correspondiente número aumentado de pequeños vórtices y/o capa de cizallamiento más gruesa y/o aumento en la interrupción de la coherencia temporal de los pequeños vórtices, cualquiera de los efectos los cuales pueden  
35 mejorar aún más el desempeño de supresión del sistema de supresión 1. Las siguientes realizaciones adicionales (i) a (v) son ejemplos adicionales de realizaciones que introducen o mejoran tal no uniformidad.

(i) En las realizaciones anteriores todas las varillas 4 tienen la misma forma (circular) de sección transversal que las otras cuando se ven desde arriba, y todas tienen el mismo diámetro que las otras. Sin embargo, este no necesita ser el caso, y en otras realizaciones una o más varillas 4 pueden tener una forma diferente de sección transversal cuando se ven desde arriba y/o pueden tener un diámetro diferente u otra dimensión relevante para las otras varillas  
40 4.

(ii) En las realizaciones anteriores cada una de las varillas 4 tiene una forma de sección transversal uniforme a lo largo de toda su altura. Sin embargo, este no necesita ser el caso, y en otras realizaciones una o más varillas 4 pueden tener una forma no uniforme de sección transversal a lo largo de toda su altura.

45 (iii) En las realizaciones anteriores cada una de las varillas 4 es recta (aunque una o más puede tener un espesor variable), en el sentido de que se extiende desde la base de la cavidad en una dirección sustancialmente recta, es decir, sin dobleces o torceduras. Sin embargo, este no necesita ser el caso, y en otras realizaciones una o más varillas 4 pueden ser distintas de rectas, es decir, pueden estar configuradas de modo tal que se extiende/extienden desde la base de la cavidad en una dirección que incluye una o más dobleces o torceduras. Un ejemplo de tal  
50 realización se muestra en la Figura 10 (que es una vista esquemática en sección transversal (no a escala) del sistema de supresión 1 y en la que se usan los mismos números de referencia para las mismas características que las usadas en Figuras anteriores). En esta realización, una porción superior 42 de una o más varillas 4 se extiende en un ángulo oblicuo hacia una porción inferior 44 de la varilla 4. En la realización que se muestra en la Figura 10 la porción superior 42 es paralela a la dirección del flujo 6, sin embargo, en otras realizaciones la porción superior 42 (u otra porción angular en otros ejemplos) puede extenderse directamente u oblicuamente a través de la dirección del  
55 flujo 6. El punto en el cual la varilla está angulada, puede estar por debajo, nivelado, o por encima de la altura del borde principal 14.

(iv) En las realizaciones anteriores todas las varillas 4 están separadas equidistantemente entre sí. Sin embargo, este no necesita ser el caso, y en otras realizaciones una o más de las distancias de separación entre las varillas 4  
60 adyacentes pueden ser desiguales con respecto a la distancia de separación entre otras dos varillas 4 adyacentes.

(v) En las realizaciones anteriores las varillas 4 se colocan dentro de la cavidad 2 y desplazadas lejos de la pared principal 8 (más cercanas a la pared principal 8 que de la pared (de salida) posterior 10). En otras palabras hay una separación entre las varillas 4 y la pared principal 8, y por lo tanto, una separación entre las varillas 4 y el borde principal 14. Sin embargo, este no necesita ser el caso, y en otras realizaciones una o más varillas 4 pueden estar apoyadas contra, o integradas con, la pared principal 8, de modo tal que no hay separación entre una o más varillas 4 y la pared principal 8/borde principal 14. Para el caso de realizaciones donde la pared principal 8 no es paralela a la dirección de extensión de las varillas 4, en alguna de esas realizaciones, puede haber una separación entre una o más varillas 4 y el borde principal 14, pero no entre una o más varillas 4 y la pared principal 8. O, viceversa, puede haber una separación entre una o más varillas 4 y la pared principal 8, pero no entre una o más varillas 4 y el borde principal 14.

Volviendo a una discusión más general de realizaciones adicionales, en las realizaciones anteriores las varillas 4 se colocan en la dirección del flujo del borde principal 14 (es decir, en la cavidad 2), y las varillas 4 se colocan más cercanas al borde principal 14 de lo que están del borde (de salida) posterior 16. Más particularmente, en las realizaciones anteriores las varillas 4 se colocan de modo tal que la distancia de las varillas 4 desde el borde principal 14 es igual a  $0,05 \times$  la distancia total entre el borde principal 14 y el borde (de salida) posterior 14. Sin embargo este no necesita ser el caso, y en otras realizaciones las varillas 4 pueden colocarse en cualquier posición en la dirección del flujo del borde principal que está en la proximidad del borde principal. Esto puede incluir, por ejemplo, cualquier posición en la dirección del flujo del borde principal que es más cercana del borde principal 14 que del borde (de salida) posterior 16, ya que todavía tenderá a ocurrir algún grado de supresión. Sin embargo, preferiblemente las varillas 4 se colocan más cercanas del borde principal que de ese, ya que tenderá a ocurrir una mayor extensión del efecto de supresión. Por ejemplo, así como la colocación preferida a una distancia en la dirección del flujo desde el borde principal de  $0,05 \times$  la distancia total entre el borde principal 14 y el borde (de salida) posterior 16, aún más preferido es cualquier posicionamiento a una distancia de  $0,05 \times$  la distancia total, pero también se prefiere más generalmente la colocación a una distancia de  $0,1 \times$  la distancia total, y aún más generalmente cualquier colocación a una distancia de  $0,2 \times$  la distancia total.

En las realizaciones anteriores, la cavidad 2 es rectangular y comprende una base plana 3, la cavidad 2 comprende adicionalmente, definida con relación a una dirección del flujo real o prevista 6, una pared principal 8, una pared (de salida) posterior 10, y dos paredes laterales 12, y todas las paredes son perpendiculares a la base plana 3. Sin embargo, esos detalles específicos de la cavidad no son esenciales, y en otras realizaciones se puede presentar cualquier otra forma de cavidad. Por ejemplo, no se necesita que sean sólo cuatro paredes, las paredes no necesitan ser rectas o perpendiculares, la cavidad puede estar definida por una o más paredes que formen un perímetro curvo o parcialmente curvo en la cavidad, el perímetro puede tener una forma irregular, una o más paredes pueden estar inclinadas, la base y/o una o más paredes pueden estar onduladas o inclinadas, y así sucesivamente. Sin embargo, la supresión tenderá a ocurrir más fuertemente cuanto más se defina o se presente el borde principal (en comparación con la dirección del flujo de aire real o prevista).

También se apreciará que en realizaciones con formas de cavidad como las descritas anteriormente, incluyendo cavidades con formas irregulares, el experto en la técnica modificará tales direcciones descritas anteriormente como paralelo, transversal, perpendicular, y similares que son adecuadas para cavidades con formas regulares, para proporcionar otras direcciones que alcancen las correspondientes funcionalidades, por lo menos hasta cierto punto, como las descritas anteriormente como paralelas, transversales, perpendiculares, y similares. También, incluso cuando la cavidad tiene una forma regular, también en otras realizaciones adicionales, se pueden implementar direcciones que contengan una parte resuelta de las direcciones paralelas, transversales, perpendiculares, y similares descritas en vez de direcciones completamente paralelas, transversales, perpendiculares, y similares.

Como se ha mencionado anteriormente, el presente inventor ha comprendido que es ventajoso en sí proporcionar características de un sistema de supresión dentro de la cavidad en vez de afuera, ya que, por ejemplo, como se dio cuenta el inventor, en el caso de una cavidad cerrable se permitirá que las características sean fácilmente removibles de p. ej. el flujo de aire de una aeronave cuando la cavidad está cerrada. Por lo tanto, en realizaciones adicionales, las varillas están fijadas en la cavidad de forma tal que les permite moverse de forma reversible hacia una configuración adicional en la que están completamente encerradas en la cavidad cuando la cavidad está cerrada. Esto tiende a ser particularmente ventajoso en aplicaciones donde la cavidad estará cerrada por periodos de tiempo relativamente largos, y/o frecuentemente, por ejemplo, en el compartimiento del tren de aterrizaje de una aeronave. La Figura 11 y la Figura 12 muestran una vista esquemática en sección transversal (no a escala) de un ejemplo de tal realización de un sistema de supresión 1. En las Figuras 11 y 12 se usan los mismos números de referencia para las mismas características que las usadas en Figuras anteriores. La Figura 11 muestra una primera configuración del sistema de supresión 1, en la que la cavidad 2 está abierta, y por lo que las varillas 4 están dispuestas de modo tal que se extienden hacia fuera de la cavidad 2, como en las realizaciones descritas anteriormente. La Figura 12 muestra una segunda configuración del sistema de supresión 1, en la que la cavidad 2 está cerrada, gracias a una cubierta 48 que cubre la abertura de la cavidad 2. En la segunda configuración, las varillas 4 están dispuestas de modo tal que no se extienden más por fuera de la cavidad 2, y en vez de eso, están totalmente encerradas dentro de la cavidad 2 cerrada. En esta realización las varillas están dispuestas en esta configuración gracias a que están plegadas en comparación con su primera colocación de configuración. Sin embargo, se apreciará que se puede usar cualquier proceso de reposicionamiento o reprocesamiento para proporcionar que las varillas sean redispuestas para encerrarse dentro de la cavidad cerrada.



Otra posible realización para la segunda configuración se muestra en la Figura 13, que nuevamente es una vista esquemática en sección transversal (no a escala) del sistema de supresión 1. En esta realización, en la segunda configuración las varillas 4 se retraen a través de la base 3 de la cavidad 2 en el cuerpo en el que existe la cavidad 2. Esta configuración potencialmente ventajosa se deriva del hecho de que las varillas se extienden lejos de la base de la cavidad y por lo tanto se retraen fácilmente.

La Figura 14 y la Figura 15 muestran una vista esquemática en sección transversal (no a escala) de una realización adicional de un sistema de supresión 1 con una primera y segunda configuración. En las Figuras 14 y 15 se usan los mismos números de referencia para las mismas características que las usadas en Figuras anteriores. En esta realización, las varillas 4 se montan en una barra 50 giratoria que está suspendida a través de la cavidad 2 en una posición de altura entre la base 3 de la cavidad 2 y la altura del borde principal 14, de manera que también las partes inferiores de las varillas 4 se colocan en puntos entre la base 3 de la cavidad 2 y la altura del borde principal 14. La Figura 14 muestra una primera configuración del sistema de supresión 1, en la que la cavidad 2 está abierta, y por lo tanto la barra 50 está en una primera posición de rotación que disponen las varillas 4 para extenderse hacia fuera de la cavidad 2 en una dirección lejos de la base de la cavidad. La Figura 15 muestra una segunda configuración del sistema de supresión 1, en la que la cavidad 2 está cerrada, gracias a una cubierta 48 que cubre la abertura de la cavidad 2. En la segunda configuración, la barra se gira hacia una segunda posición de rotación en la que las varillas 4 se disponen de modo tal que ya no se extienden hacia fuera de la cavidad 2, y en su lugar se encuentran completamente dentro de la cavidad 2 cerrada. En esta realización la segunda posición de rotación es tal que las varillas se extienden hacia abajo en una dirección hacia la base de la cavidad en la segunda configuración. En otras versiones, las varillas nuevamente pueden situarse completamente dentro de la cavidad en la segunda configuración, pero sin embargo, puede extenderse en otra dirección, p. ej. a lo largo de la cavidad.

También en otras realizaciones adicionales, se proporcionan disposiciones reconfigurables en las que las varillas 4 pueden moverse entre configuraciones dentro y fuera de la cavidad 2, por ejemplo, como se describe con referencia a las Figuras 11 a 15, pero en donde la segunda configuración la cavidad no está cerrada, o sólo está parcialmente cerrada.

La superficie descrita anteriormente, en la que la cavidad está empotrada puede ser una superficie de un vehículo. El vehículo puede ser una aeronave, o un misil, o cualquier otro tipo de vehículo, por ejemplo un automóvil o un camión, o embarcación marítima, incluyendo por ejemplo un submarino.

**REIVINDICACIONES**

1. Sistema de cavidad, que comprende:  
una cavidad (2) y una pluralidad de varillas (4);  
5 en donde las varillas (4) se extienden en una dirección lejos de una base (3) de la cavidad (2) hasta una altura que se extiende más allá de la altura de un borde principal (14) de la cavidad (2), en donde el borde principal (14) es relativo a una dirección del flujo (6) real o prevista de un fluido sobre la cavidad (2);  
las varillas (4) están posicionadas en la dirección del flujo y en la proximidad del borde principal (14) de la cavidad (2);  
10 en donde se proporcionan uno o más elementos de alteración de flujo (34, 38) en una o más varillas (4), caracterizado por que:  
por lo menos alguno de los elementos de alteración de flujo (34, 38) comprende o proporciona bordes adicionales en una o más varillas (4) que están además del borde o bordes proporcionados por la forma subyacente de la varilla o varillas (4).  
15 2. Un sistema según la reivindicación 1, en donde una o más varillas (4) se extiende a una altura diferente de una o más de las otras varillas (4).  
3. Un sistema de cavidad según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde una o más varillas (4) se posiciona en un desplazamiento longitudinalmente con respecto a una o más de las otras varillas (4)  
4. Un sistema de cavidad según la reivindicación 3, en donde el desplazamiento longitudinal tiene la forma de un patrón zigzag.  
20 5. Un sistema de cavidad según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde las varillas (4) fijadas en la cavidad (2) de forma que les permite moverse de forma reversible hacia una configuración adicional en la que están completamente encerradas en la cavidad (2) cuando la cavidad (2) está cerrada.  
6. Un sistema de cavidad según cualquier reivindicación precedente, en donde, por lo menos alguno de los elementos de alteración de flujo (34, 38) comprende un canal (34) que pasa a través de la varilla (4).  
25 7. Un sistema de cavidad según cualquier reivindicación precedente, en donde por lo menos alguno de los elementos de alteración de flujo (34, 38) comprende una saliente (38) que se extiende desde la varilla (4).  
8. Un sistema de cavidad según cualquier reivindicación precedente, en donde los elementos de alteración de flujo (34, 38) están a alturas diferentes en varillas (4) diferentes.  
9. Un sistema de cavidad según cualquier reivindicación precedente, en donde se proporcionan por lo menos dos tipos diferentes de elementos de alteración de flujo (34, 38).  
30 10. Un sistema de cavidad según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en donde las varillas (4) se colocan a una distancia desde el borde principal (14) que es  $\leq 0,2$  x la distancia entre el borde principal (14) y un borde posterior (16).  
11. Sistema de cavidad según la reivindicación 10, en donde las varillas (4) se colocan a una distancia desde el borde principal (14) que es  $\leq 0,1$  x la distancia entre el borde principal (14) y el borde posterior (16).  
35 12. Un sistema de cavidad según la reivindicación 11, en donde las varillas (4) se colocan a una distancia desde el borde principal (14) que es  $\leq 0,05$  x la distancia (14) y el borde posterior (16).  
13. Un sistema de cavidad según cualquier reivindicación precedente, en donde en una o más varillas (4), por lo menos una porción de la varilla (4) se inclina en la dirección del flujo (6).

Fig. 1

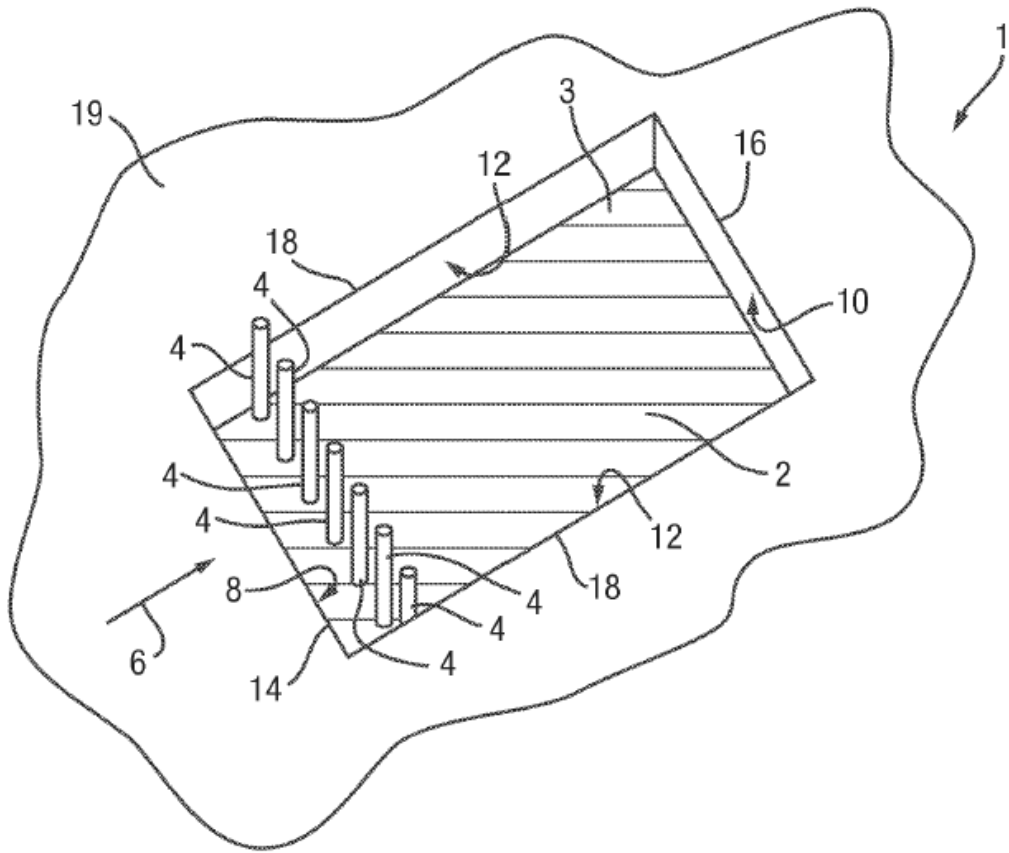


Fig. 2

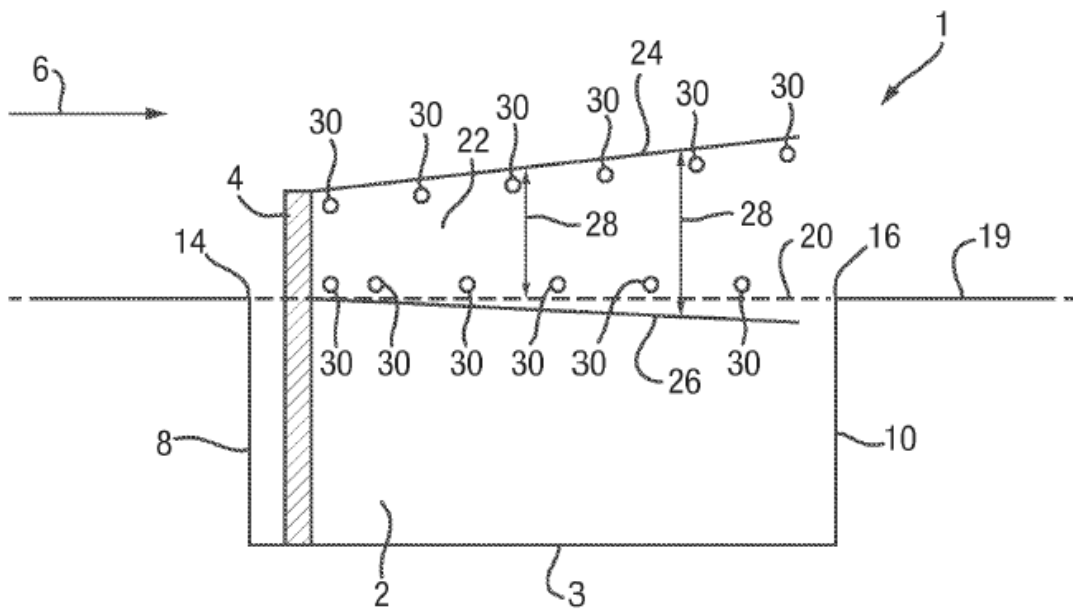


Fig. 3

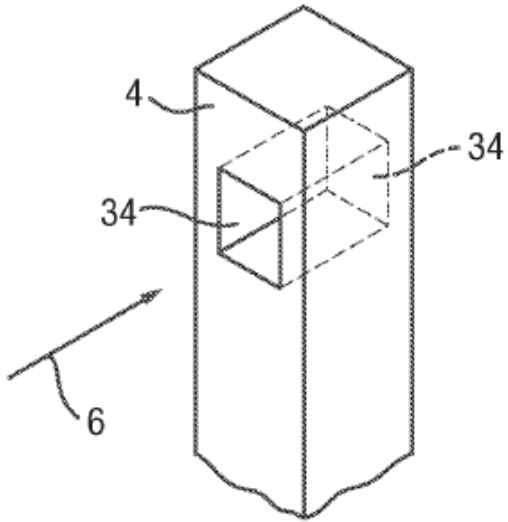


Fig. 4

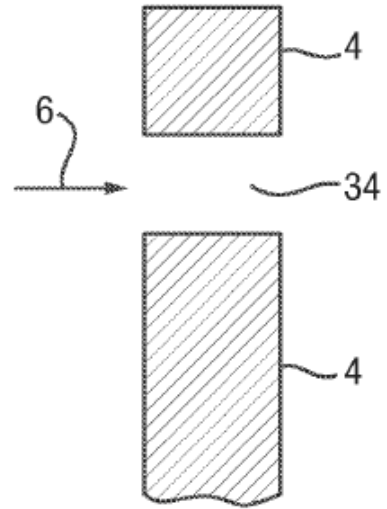


Fig. 5

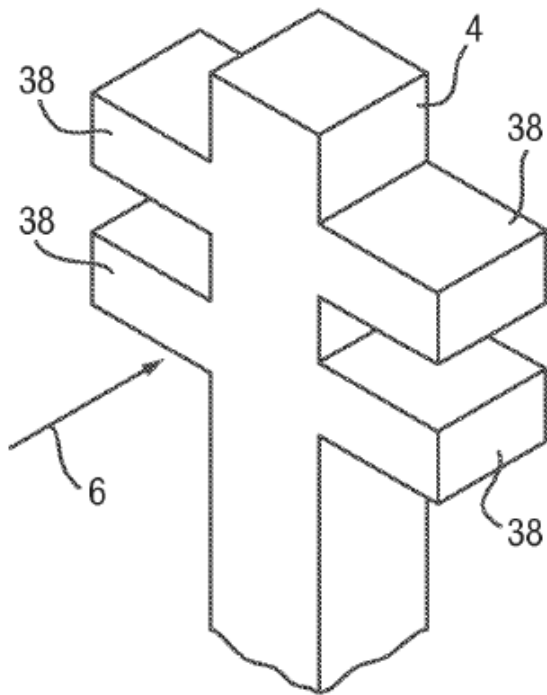


Fig. 6

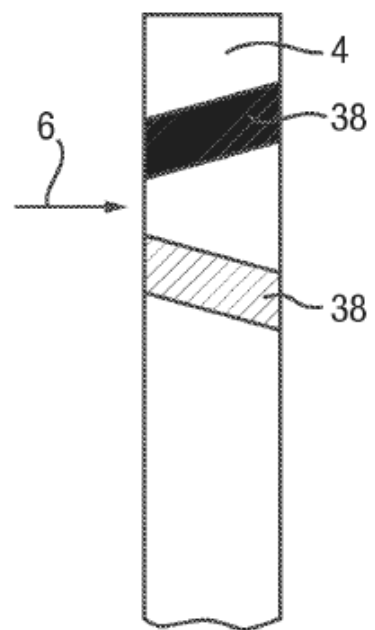


Fig. 7

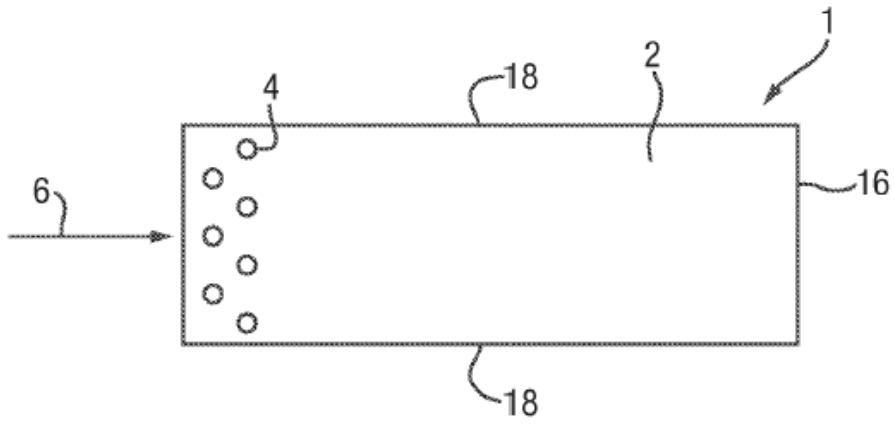


Fig. 8

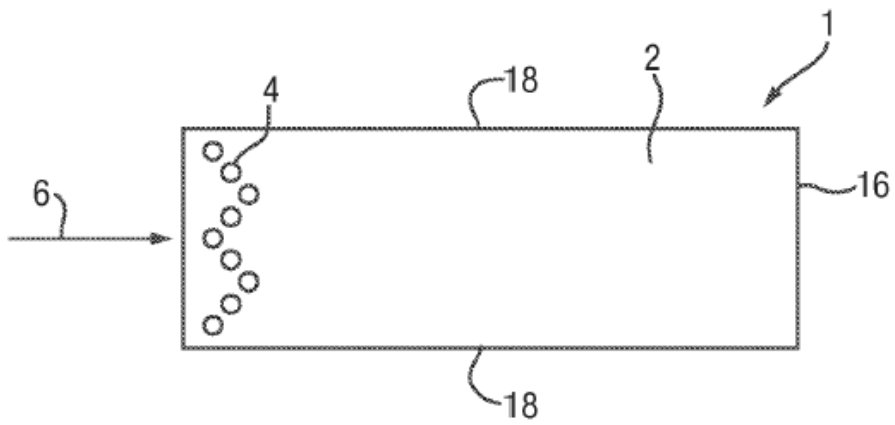


Fig. 9

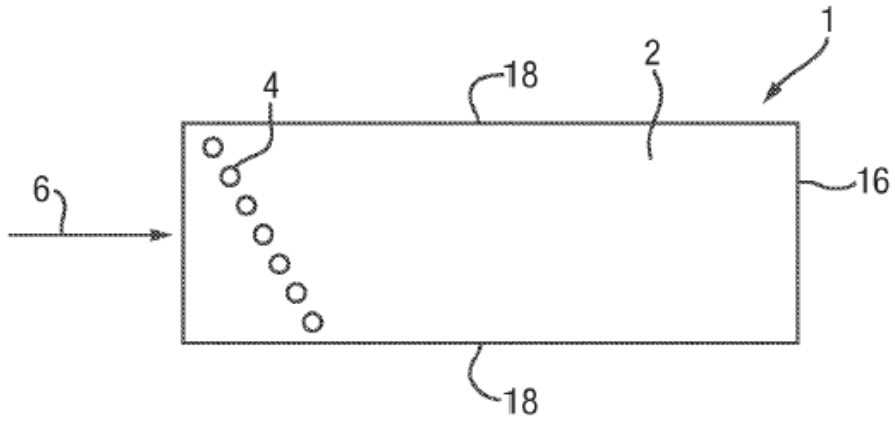


Fig. 10

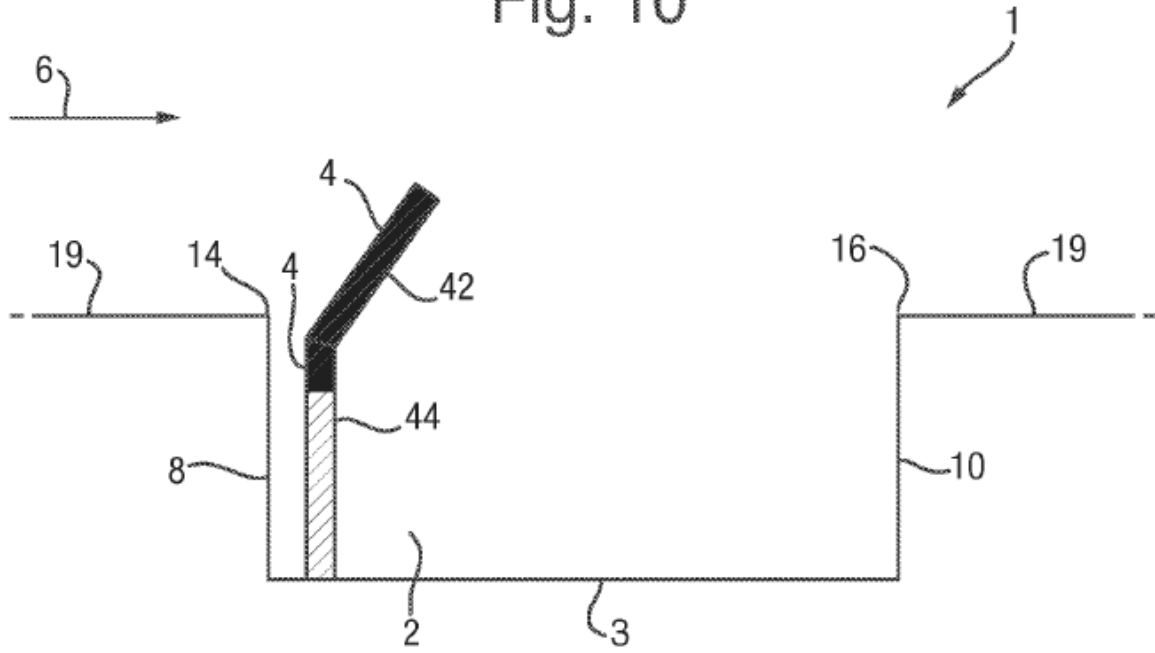


Fig. 11

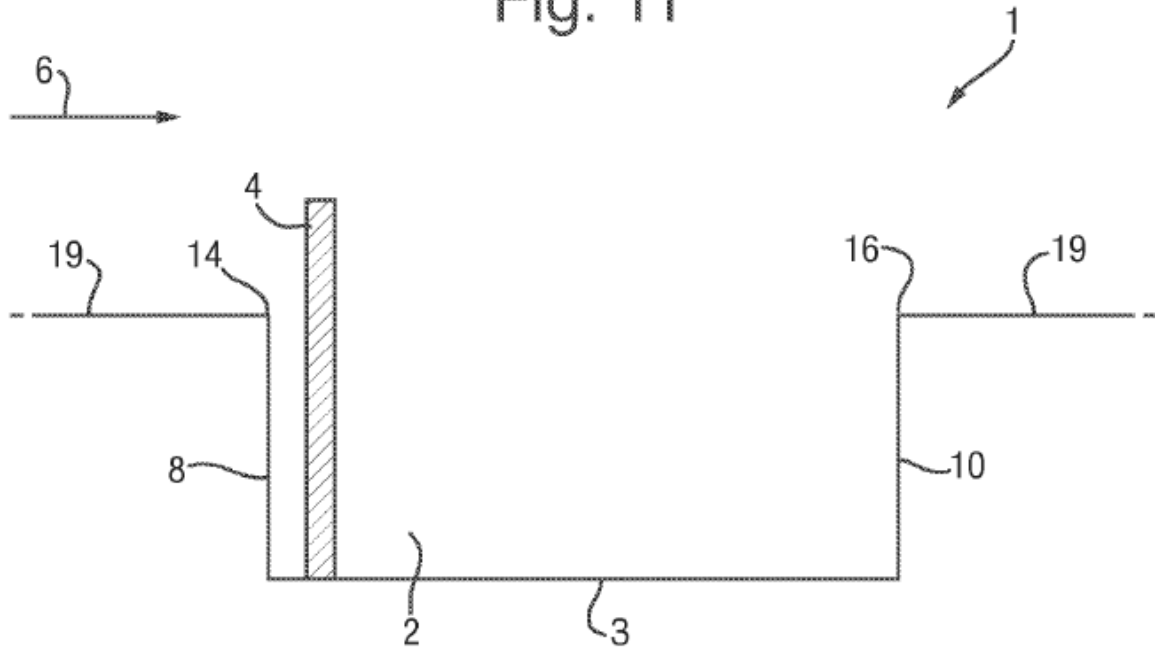


Fig. 12

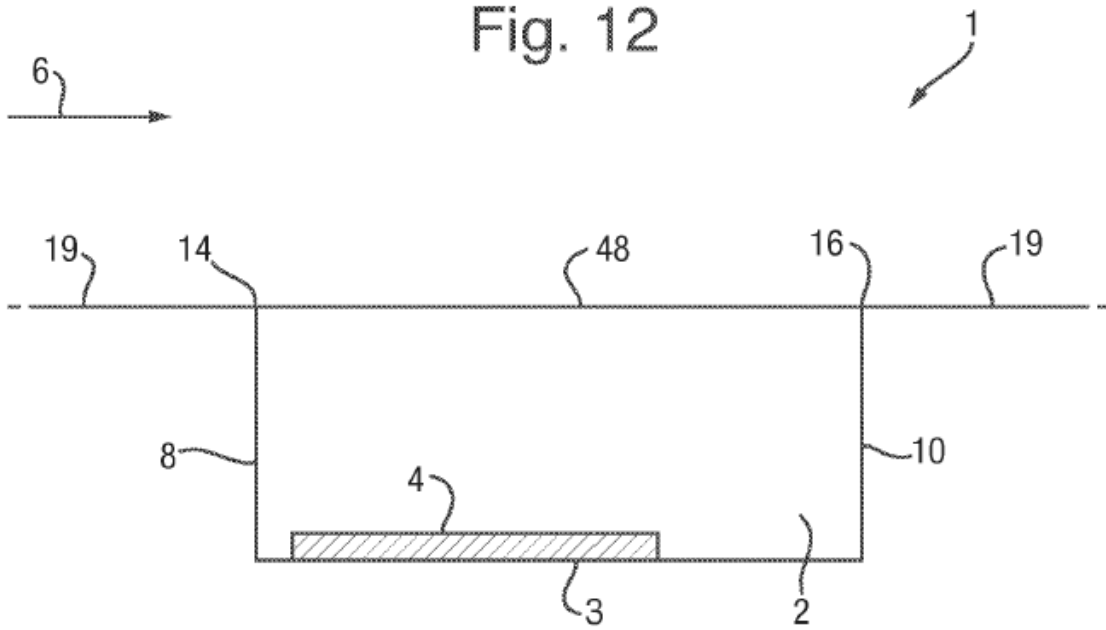


Fig. 13

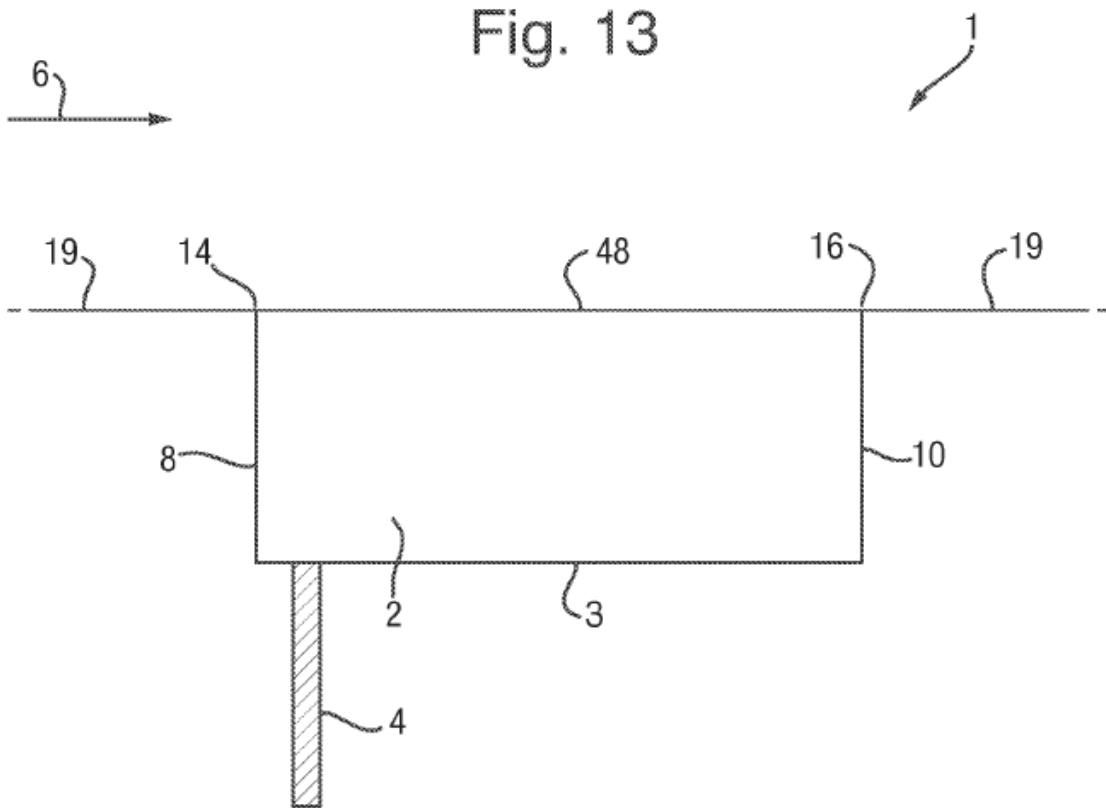


Fig. 14

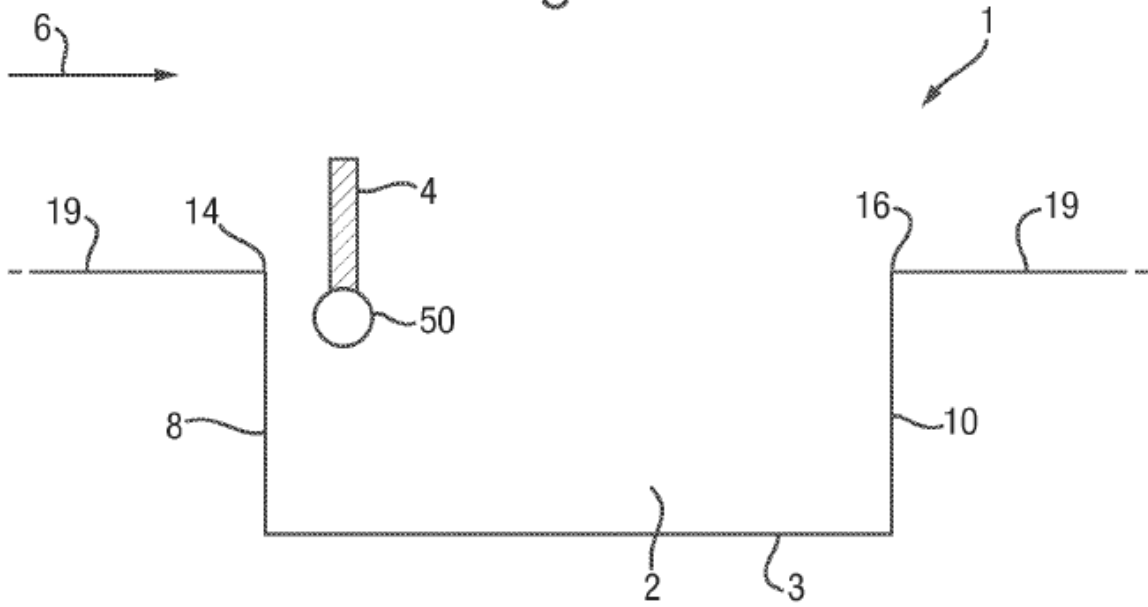


Fig. 15

