

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 677 671**

51 Int. Cl.:

B64C 21/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.03.2014 PCT/GB2014/050760**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.09.2014 WO14140589**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.03.2014 E 14711573 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.06.2018 EP 2969745**

54 Título: **Supresión de tonos acústicos en cavidades**

30 Prioridad:

15.03.2013 GB 201304722
15.03.2013 EP 13275066

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.08.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

PATIENCE, DAVID, EUAN

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 677 671 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 en cavidades

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a los métodos y sistemas para la supresión de tonos acústicos y/o resonancia y/u otros efectos de los tonos acústicos en cavidades, cuando estas se mueven con relación a un fluido exterior. La presente invención se refiere en particular, aunque sin carácter limitante, a dichos métodos y sistemas para cavidades empotradas en una superficie, por ejemplo, en una superficie de un vehículo, por ejemplo, cavidades en aeronaves, por ejemplo, compartimentos, cuando la aeronave se desplaza por el aire.

Antecedentes

10 Considerando el caso de una superficie con una cavidad empotrada en la superficie, cuando la superficie, y por tanto la cavidad empotrada, se mueven en un fluido exterior, por ejemplo, cuando una aeronave con un compartimento abierto, por ejemplo, un compartimento de armamento abierto o un compartimento del tren de aterrizaje abierto, se mueve en el aire, se forma una capa de esfuerzos cortantes entre (i) el aire exterior 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). Desde el borde delantero de la cavidad se desprende un vórtice y crece a medida que se desplaza a lo largo de la capa de deslizamiento e impacta en la pared trasera (posterior) del compartimento, lo que da como resultado la emisión de ruido. Asimismo, la onda acústica se desplaza de vuelta aguas arriba en el interior del compartimento. La presión fluctuante de la onda acústica puede dar como resultado que los vórtices se desprenden de la arista del borde delantero de la cavidad o un aumento en la velocidad de crecimiento de los vórtices, de modo que se forme una serie de vórtices a lo largo de la capa de esfuerzos cortantes a una velocidad preferente, que está relacionada con la frecuencia de la onda acústica aguas arriba. Los vórtices crecen hasta ser estructuras a gran escala a medida que se propagan aguas abajo en la capa de esfuerzos cortantes, y a continuación impactan con la pared trasera (posterior) del compartimento a una velocidad característica. Esto da como resultado la generación de un ruido acústico a una velocidad característica, que se puede describir como tonos acústicos de una frecuencia característica.

La frecuencia de los tonos se puede formular utilizando la ecuación de Rossiter. Se puede observar que en este caso hay un bucle de realimentación formado por el paso de los vórtices y la onda acústica que se propaga aguas arriba.

30 Existe constancia en aeronaves del empleo de disposiciones de deflectores para desviar el flujo de aire sobre y pasada una cavidad empotrada, es decir, sobre y pasada cualquier capa límite o capa de esfuerzos cortantes esperada, de modo que no tengan lugar los efectos descritos anteriormente. Existe constancia además de la inclusión de agujeros en dichos deflectores, con el fin de reducir el peso del deflector. En consecuencia, los agujeros se dimensionan y/o separan de modo que proporcionen una pérdida de peso sin alterar sustancialmente el funcionamiento del deflector a la hora de desviar sustancialmente todo el flujo de fluido afectado. Dicho de otro modo, es el caso de que dichas disposiciones de la técnica anterior reducen o eliminan el tamaño de la capa de esfuerzos cortantes. Se sobreentiende que correspondientemente para dichos deflectores conocidos, la proporción del área activa del deflector que está ocupada por los agujeros es habitualmente menor de un 30%. Un informe (informe técnico AFFDL-TR-79-3003 publicado en febrero de 1979 por el *Force Flight Dynamics Laboratory, Air Force Wright Aeronautical Laboratories, Air Force Systems Command, Wright-Patterson Air Force Base, Ohio 45433, EE. UU.*) titulado "*Evaluation of F-111 Weapon Bay Aero-Acoustic and Weapon Separation Improvement Techniques*", escrito por Rodney L. Clark, parece mencionar, aunque no evaluar, un deflector con una proporción del 50% del área ocupada por los agujeros.

45 También existe constancia del empleo de mallas o placas con agujeros sobre la entrada de admisión de aire o la entrada de otras disposiciones de tipo túnel, con el fin de impedir que objetos físicos entren en la admisión de aire o en otra disposición de tipo túnel. Algunos ejemplos de publicaciones en la que están dichas mallas y/o placas son: DE 10 2005 007940 A1, US 2 663 993 A, US 2009/045286 y GB 614 274 A. Cabe destacar que dichas disposiciones, incluso si se consideran que incluyen una cavidad como tal, no incluyen cavidades que son del tipo que se trata en la presente invención, las cuales por el contrario son cavidades empotradas en una superficie.

50 El documento US 5.699.981 expone un sistema de supresión de la resonancia acústica en cavidades de aeronaves, que comprende un miembro de forma sustancialmente cilíndrica y pequeño diámetro dispuesto sustancialmente paralelo a, y separado hasta una distancia correspondiente a aproximadamente tres grosores de capa límite del flujo de aire de, la superficie de una aeronave cerca del borde delantero de la cavidad y de manera transversal al flujo de aire a través de esta. Se proporciona un actuador para seleccionar el ajuste de la separación entre el miembro y la superficie de la aeronave, de acuerdo con diferentes velocidades operativas y por tanto diferentes grosores operativos de la capa límite, ya que la separación del miembro de aproximadamente tres grosores de la capa límite del flujo de aire desde la superficie de la aeronave se expone como crítico.

El documento US2005/0242629 se refiere a un deflector de aire abatible para impedir que se produzca turbulencia dentro del compartimento de pasajeros de un coche cuando está abierto el techo solar. Un ejemplo adicional de la técnica actual se expone en el documento GB 883 865, que se refiere a una cavidad de succión de la capa límite.

Compendio de la invención

5 El inventor de la presente se ha dado cuenta de que sería deseable proporcionar una forma de supresión generando múltiples turbulencias de pequeña escala, es decir, que dan como resultado múltiples vórtices pequeños, dentro de la capa de esfuerzos cortante, lo que altera de ese modo la formación de vórtices de gran escala en la capa de esfuerzos cortantes, que son parte del proceso de generación de tonos, y asimismo facilitar que las múltiples turbulencias de pequeña escala no tiendan a combinarse en unas mayores. El inventor de la presente se ha dado
10 cuenta además de que una manera, por ejemplo, para impedir la combinación de la turbulencia de pequeña escala en una mayor sería aumentar el grosor de la capa de esfuerzos cortantes formada en la cavidad (destacar, por ejemplo, que por el contrario los deflectores conocidos con agujeros de reducción de peso descritos anteriormente, de manera totalmente contraria, tienen como objetivo impedir la formación de una capa de esfuerzos cortantes o al menos reducir el grosor de cualquier capa de esfuerzos cortantes que permanezca). El inventor de la presente se ha
15 dado cuenta de que, de manera convencional, una onda acústica aguas arriba interactúa con los vórtices en la capa de esfuerzos cortantes en instantes aproximadamente habituales, es decir, estos presentan una coherencia temporal. El inventor de la presente se ha dado cuenta de que, por el contrario, al proporcionar una capa de esfuerzos cortantes más gruesa, los vórtices más cercanos a la corriente se propagarán aguas abajo más rápido que aquellos más cercanos al aire estático en el compartimento. El inventor de la presente se ha dado cuenta de
20 que, por lo tanto, en algún punto aguas abajo los vórtices llegarán en instantes diferentes unos a otros. El inventor de la presente se ha dado cuenta de que esta pérdida de coherencia temporal alterará la formación de las estructuras turbulentas de gran escala convencionales, que en caso contrario jugarían un papel fundamental en la generación de tonos acústicos no deseados. El inventor de la presente se ha dado cuenta además de que sería deseable proporcionar un sistema de supresión que comprenda elementos que se acomoden con facilidad a diferentes grosores de capa límite sin requerir un ajuste posicional, al contrario que el sistema expuesto en el documento US 5.699.981. La invención proporciona un sistema de cavidades, que comprende: una cavidad empotrada en una superficie, y una placa; comprendiendo la placa una pluralidad de agujeros a través de esta, donde la proporción del área de la placa ocupada por los agujeros es $\geq 60\%$; estando situada la placa en la proximidad de un borde delantero de la cavidad y totalmente aguas abajo del borde delantero, siendo el borde
30 delantero con relación a una dirección del flujo real o prevista de un fluido sobre la cavidad; donde la placa se dispone con la superficie de la placa perpendicular o formando un ángulo oblicuo con respecto a la dirección del flujo real o prevista.

La superficie puede ser una superficie comprendida en un vehículo. El vehículo puede ser una aeronave, o un misil, o cualquier otro tipo de vehículo, por ejemplo, un coche o un camión, o un buque, que incluye, por ejemplo, un
35 submarino.

La placa puede estar situada formando un ángulo oblicuo con respecto a la dirección del flujo, de modo que algunos de los agujeros estén más alejados del borde delantero en la dirección del flujo comparados con otros de los agujeros.

La placa puede tener una superficie que no sea plana.

40 Se pueden proporcionar uno o más elementos de alteración del flujo en uno o más de los agujeros.

Los elementos de alteración del flujo pueden comprender o proporcionar bordes adicionales al o a los agujeros que hay, además del borde o los bordes proporcionados por la forma base del agujero o los agujeros.

Al menos algunos de los elementos de alteración del flujo pueden comprender un miembro alargado situado a través del agujero.

45 Al menos algunos de los elementos de alteración del flujo comprenden un miembro situado directamente detrás o delante del agujero.

Uno o más de los agujeros pueden tener una forma de la sección transversal diferente y/o tener un diámetro u otra dimensión relevante diferente a uno o más de los demás agujeros.

La proporción del área de la placa ocupada por los agujeros puede ser $\geq 75\%$.

50 La proporción del área de la placa ocupada por los agujeros puede ser $\geq 90\%$.

La placa puede estar situada a una distancia del borde delantero que sea ≤ 0.2 x la distancia entre el borde delantero y un borde trasero.

La placa puede estar situada a una distancia del borde delantero que sea ≤ 0.1 x la distancia entre el borde

delantero y un borde trasero.

La placa puede estar situada a una distancia del borde delantero que sea ≤ 0.05 x la distancia entre el borde delantero y un borde trasero.

La placa puede tener la forma de rejilla o malla.

- 5 El efecto de la placa que comprende los agujeros puede ser aumentar el grosor de la capa de esfuerzos cortantes.

Descripción breve 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 en una cavidad;

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

- 10 la figura 3 es una ilustración esquemática (no a escala) de un agujero con un elemento de alteración del flujo dispuesto en este;

la figura 4 es una ilustración esquemática (no a escala) que muestra una vista de una sección transversal de un agujero tal como se observa perpendicularmente a la dirección del flujo;

- 15 la figura 5 es una ilustración esquemática (no a escala) que muestra una vista de una sección transversal de un agujero tal como se observa perpendicularmente a la dirección del flujo;

la figura 6 es una ilustración esquemática (no a escala) que muestra una vista de una sección transversal de un agujero tal como se observa perpendicularmente a la dirección del flujo;

la figura 7 es una ilustración esquemática (no a escala) de un agujero con un elemento de alteración del flujo dispuesto en este;

- 20 la figura 8 es una vista de una sección transversal esquemática (no a escala) de un sistema de supresión;

la figura 9 es una vista de una sección transversal esquemática (no a escala) de un sistema de supresión; y

la figura 10 es una ilustración esquemática (no a escala) que muestra una vista de una sección transversal de un agujero tal como se observa perpendicularmente a la dirección del flujo.

Descripción detallada

- 25 Se apreciará que los términos relativos tal como horizontal y vertical, superior e inferior, encima y debajo, frontal y trasero, etc., se utilizan con anterioridad simplemente para una mayor facilidad de referencia en las figuras, y estos términos en sí mismos no tienen carácter limitante, y se pueden implementar cualesquiera dos direcciones o posiciones, etc., diferentes en lugar de una verdaderamente horizontal y vertical, superior e inferior, etc. En particular, por conveniencia, en las figuras se muestra una cavidad con su abertura en la parte superior de la página, y de ese modo, por conveniencia, la palabra "superior" se utiliza para indicar la abertura de la cavidad, y la palabra "encima" indica más alejado de la cavidad. No obstante, se apreciará que la presente invención también hace referencia a cavidades situadas, por ejemplo, debajo del ala o el fuselaje de, p. ej., una aeronave, es decir, boca abajo con respecto a las mostradas en las figuras, pero la utilización en la descripción de la palabra "superior" seguirá haciendo referencia a la parte abierta de la cavidad, y que la palabra "encima" seguirá haciendo referencia a estar alejado de la cavidad.
- 30
- 35

- La figura 1 es una ilustración esquemática (no a escala) de una vista en perspectiva de una primera realización de un sistema de supresión de tonos acústicos en una cavidad 1 (en adelante en la presente, denominado como el sistema de supresión 1). El sistema de supresión 1 comprende una cavidad 2, y un miembro que tiene una forma sustancialmente de placa (en adelante en la presente, denominado como una placa) 104. En esta realización, la cavidad 2 está en una superficie 19. La placa 104, tiene una pluralidad de agujeros 4 (que también se pueden denominar canales) que la atraviesan.
- 40

En esta realización, la placa 104 tiene superficies planas (es decir, no curvas).

- 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 de manera esquemática mediante una línea en zigzag para indicar de una forma convencional en los dibujos que la extensión de la superficie 19, que muestra de manera esquemática, no está limitada necesariamente a la página del dibujo). La superficie 19 es sustancialmente plana, aunque no necesariamente lisa y no necesariamente sin no uniformidades o elementos fijados a esta. En esta realización, la cavidad 2 es rectangular y comprende una base plana 3. En la figura 1, la base plana 3 se muestra de manera esquemática con un sombreado de rayado sencillo. La cavidad 2 comprende, además, definido con relación a una
- 45

5 dirección del flujo real o prevista 6 (siendo la dirección del flujo 6 a través de, o sobre, la superficie 19 y la cavidad 2), una pared anterior 8, una pared trasera (posterior) 10 y dos paredes laterales 12. En esta realización, estas paredes son todas perpendiculares a la base plana 3. En la parte superior de la cavidad 2, la cavidad 2 comprende, para cada una de estas paredes, un borde delantero 14, un borde trasero (posterior) 16 y dos bordes laterales 18, respectivamente.

10 En esta realización, la placa 104 se dispone con su superficie extendiéndose a lo largo de la anchura de la cavidad, es decir, en una dirección transversal a la dirección del flujo 6, es decir, en esta realización, paralelamente a las paredes y bordes delantero y trasero (posterior), es decir, los agujeros se disponen de modo que la dirección del flujo 6 incida en los agujeros 4. Por tanto, en esta realización, la placa 104 está situada perpendicularmente a la dirección del flujo 6. Como consecuencia, los agujeros que están ubicados a alturas diferentes en la placa están situados directamente unos encima y debajo de otros, es decir, a iguales distancias, en la dirección del flujo 6, del borde delantero 14.

15 El área de la placa ocupada por los agujeros 4, el número de agujeros y el diámetro de los agujeros 4, se determinan de modo que el flujo de fluido incidente pase sustancialmente a través de los agujeros 4, en lugar de ser desviado sobre la parte superior de la cavidad de la manera en la que sustancialmente se produciría con un deflector sin agujeros o con agujeros incluidos principalmente para reducir el peso de un deflector. Para mayor claridad solo se muestran diez agujeros 4 en la figura 1, aunque en la práctica la placa 104 tendrá habitualmente muchos más de diez agujeros 4. En esta realización, la proporción del área de la placa 104 ocupada por los agujeros 4 es un 60%, y más en general, se puede emplear cualquier proporción $\geq 60\%$. En otras realizaciones, se pueden emplear proporciones aún más elevadas para proporcionar unos efectos de supresión aún más intensos. Por ejemplo, una proporción aún más preferida del área de la placa ocupada por los agujeros 4 es $\geq 75\%$, y una proporción todavía más preferida del área de la placa ocupada por los agujeros 4 es $\geq 90\%$.

25 En esta realización, la placa 104 está situada aguas abajo del borde delantero 14 (es decir, encima de la cavidad 2), y la placa 104 está situada más cerca del borde delantero 14 que del borde trasero (posterior) 16. Más en particular, en esta realización, la placa 104 está situada de modo que la distancia de la placa 104 desde el borde delantero 14 sea igual a $0.05 \times$ la distancia total entre el borde delantero 14 y el borde trasero (posterior) 14.

30 En esta realización, la placa 104 está situada de modo que su extremidad más baja (tal como se observa en la página de las figuras) esté aproximadamente a nivel con la parte superior (abertura) de la cavidad 2 (es decir, a nivel con la línea de puntos indicada mediante el número de referencia 20), es decir, aproximadamente a nivel con el borde delantero 14. Dicho de otro modo, en esta realización la placa 104 no se extiende hacia abajo en la cavidad.

En esta realización, todos los agujeros 4 tienen una forma de la sección transversal circular.

En esta realización, todos los agujeros 4 tiene la misma forma de la sección transversal (circular) entre sí, y todos tiene el mismo diámetro entre sí.

35 En esta realización, los agujeros 4 pasan a través de la placa 104 paralelamente a la dirección del flujo 6, es decir, la superficie de la placa 104 es perpendicular a la dirección del flujo 6, es decir, los agujeros se extienden perpendicularmente a través de la placa 104.

En esta realización, la placa 104 se extiende completamente a lo largo de la anchura de la cavidad 2.

En esta realización, todos los agujeros 4 están separados en una disposición simétrica de espaciado uniforme, es decir, los agujeros 4 se distribuyen de manera uniforme sobre la placa 104.

40 Haciendo referencia a la figura 2, a continuación, se describirá la tendencia del sistema de supresión 1 a suprimir los tonos acústicos cuando está en funcionamiento. La figura 2 es una vista de una sección transversal esquemática (no a escala) del sistema de supresión 1 de la figura 1. Los elementos del sistema mostrados en la figura 2 que también se muestran en la figura 1 son los siguientes: la cavidad 2, la base plana 3, la placa 104, que comprende una pluralidad de agujeros 4, la dirección del flujo 6, la pared delantera 8, la pared trasera (posterior) 10, el borde delantero 14, el borde trasero (posterior) 16 y la superficie 19 (que también se puede considerar como el plano de la superficie).

45 Tal como se puede apreciar además a partir de la figura 2, un hueco o un cambio drástico en las orientaciones de la superficie 19 proporciona en efecto la abertura de la cavidad 2, y la cavidad 2 tiene la forma de un entrante en la superficie 19. Cabe destacar que la terminología "cavidad empotrada en una superficie", tal como se utiliza en la presente, incluye los casos donde el efecto o la geometría global de la cavidad es que será reconocida como una "cavidad empotrada en una superficie", incluso si, en sentido estricto, la superficie 19 y/o una o más de las paredes 8, 10, 12 y/o la base plana 3 no se fabrican a partir de una única pieza o un tipo de material continuos.

En la figura 2 también se muestra (en forma de línea de puntos), para mayor facilidad en la explicación posterior, una extensión hipotética 20 de la superficie 19 sobre la cavidad 2.

En funcionamiento, un efecto de la placa 104, que comprende la pluralidad de agujeros 4, es que tiende a aumentar el grosor de la capa de esfuerzos cortantes 22 comparado a si la placa 104 con agujeros 4 no estuviera presente, o de hecho si hubiera una placa presente que a pesar de ello no tuviera ningún agujero o con menos de un 50% de su área en forma de agujeros. Esto es debido, al menos en parte, a los agujeros 4 que presentan una alteración o cambio de la dirección del flujo del aire para desviar el flujo tanto dentro como fuera de la cavidad (donde el último está a pesar de ello cerca de la parte superior de la cavidad). La capa de esfuerzos cortantes 22 se representa de manera esquemática en la figura 2 como la región entre una línea que representa la parte superior 24 (es decir, la más alejada de la cavidad 2) de la capa de esfuerzos cortantes 22, y una línea que representa la parte inferior 28 (es decir, la más cercana a la cavidad 2) de la capa de esfuerzos cortantes. El grosor 28 de la capa de esfuerzos cortantes 22, en cualquier punto a lo largo de la cavidad 2, es la distancia correspondiente entre la parte superior 24 de la capa de esfuerzos cortantes 22 y la parte inferior 26 de la capa de esfuerzos cortantes 22.

En funcionamiento, un efecto adicional de la pluralidad de agujeros 4, extendidos a alturas diferentes a lo largo de la extensión de la superficie de la placa 104, es que tienden a proporcionar múltiples fuentes de turbulencia de pequeña escala lo que origina una pluralidad de pequeños vórtices 30 a alturas diferentes. Debido, al menos en parte, a la capa de esfuerzos cortantes 22 más gruesa, en particular, a la pluralidad de alturas a las cuales se desprenden los vórtices debido a las alturas diferentes de los distintos agujeros 4, los vórtices 30 no tienden a combinarse en unos mayores. Al proporcionar la capa de esfuerzos cortantes 22 más gruesa y la pluralidad de alturas a las cuales se desprenden los vórtices debido a las alturas diferentes de los distintos agujeros 4, los vórtices 30 más cercanos a la parte superior 24 de la capa de esfuerzos cortantes 22 (es decir, más cercanos al flujo de fluido exterior) se propagan aguas abajo más rápido que aquellos vórtices 30 más cercanos a la parte inferior 26 de la capa de esfuerzos cortantes 22 (es decir, más cercanos al aire estático en la cavidad 2). Por consiguiente, los vórtices 30 llegan a puntos dados aguas abajo en instantes diferentes, es decir, existe una pérdida de coherencia temporal y, en consecuencia, existe una disrupción de la tendencia convencional a la formación de estructuras turbulentas de gran escala, que en caso contrario jugarían un papel fundamental en la generación de tonos acústicos no deseados. Asimismo, en virtud de la altura adicional lograda en total por la utilización de la altura global de la placa 104, se tienden a acomodar fácilmente (sin requerir ajuste posicional) diferentes grosores de capa límite.

En realizaciones adicionales, se proporcionan los elementos de alteración del flujo con relación a uno o más (preferentemente todos) de los agujeros 4. Los elementos de alteración del flujo pueden aumentar el desvío de los vórtices 30 hacia dentro y/o fuera de la cavidad 2, lo que aumenta adicionalmente el engrosamiento de la capa de esfuerzos cortantes 22. Los elementos de alteración del flujo pueden servir, de manera adicional o como alternativa, como fuentes adicionales de turbulencia de pequeña escala, lo que origina vórtices 30 todavía más pequeños, por lo que tienden a proporcionar una pérdida todavía mayor de coherencia temporal.

La figura 3 es una ilustración esquemática (no a escala) de un agujero 4 de una de dichas realizaciones con elementos de alteración del flujo dispuesto en uno o más (preferentemente en todos) de los agujeros 4. En la figura 3, el agujero 4 se observa desde el frontal, es decir, tal como se observaría en la dirección del flujo 6.

Un miembro, p. ej., un miembro alargado, p. ej., un vástago 34 (o como alternativa, por ejemplo, una aleta) está situado a través del agujero 4 (es decir, en esta realización el elemento de alteración del flujo es el vástago 34). El vástago 34 se dispone de modo que, en funcionamiento, parte del fluido que impacta con el agujero 4 sea desviado por el vástago 34, lo que proporciona así fuentes adicionales de turbulencia de pequeña escala (por tanto, vórtices 30 adicionales) y/o aumenta la desviación de los vórtices 30 hacia dentro y/o fuera de la cavidad 2, lo que aumenta adicionalmente el engrosamiento de la capa de esfuerzos cortantes 22.

En esta realización, el vástago 34 se extiende a lo largo de un diámetro del agujero 4 (y en realizaciones correspondientes donde el agujero 4 tiene una forma diferente a la de un círculo, a lo largo de un punto central de cruce correspondiente, p. ej., la diagonal de un rectángulo). No obstante, esto no es siempre así, y en otras realizaciones, en uno o más de los agujeros 4, el vástago 34 se puede extender a través de otros dos puntos del agujero 4.

En esta realización, el miembro de un vástago 34 recto, no obstante, esto no es siempre así, y en otras realizaciones, para uno o más de los agujeros 4, el miembro situado a través del agujero puede ser diferente a un vástago recto, p. ej., puede tener forma de Y.

En esta realización, tal como se muestra en la figura 4, el vástago 34 tiene una sección transversal circular. Cada una de la figura 4, la figura 5 y la figura 6 es una ilustración esquemática (no a escala) respectiva, que muestra el agujero 4 en una vista de una sección transversal, tal como se observa perpendicularmente a la dirección del flujo 6, y se utilizan los mismos números de referencia, para las mismas características, a los utilizados en figuras anteriores. En otras realizaciones, en uno o más de los agujeros 4, el vástago (o aleta) 34 tiene una forma de la sección transversal diferente a la circular, por ejemplo, rectangular, tal como se muestra en la figura 5. En la

- realización mostrada en la figura 5, el vástago 34 se extiende a lo largo de la profundidad del agujero 4 totalmente paralelo a la dirección del flujo 6, es decir, mantiene las mismas separaciones relativas desde la parte superior e inferior del agujero 4 a lo largo de toda la profundidad del agujero 4. No obstante, esto no es siempre así, y en otras realizaciones el vástago 34 se extiende a lo largo de la profundidad del agujero 4 en una dirección diferente a la totalmente paralela a la dirección del flujo 6, es decir, con diferentes separaciones relativas desde la parte superior e inferior del agujero 4 a lo largo de toda la profundidad del agujero 4, tal como, por ejemplo, en el caso de la realización mostrada en la figura 6, donde el vástago (o aleta) 34 proporciona una superficie con un ángulo oblicuo con respecto a la dirección del flujo 6 incidente.
- La figura 7 es una ilustración esquemática (no a escala), de un agujero 4 de una de dichas realizaciones adicionales con elementos de alteración del flujo dispuestos en uno o más (preferentemente en todos) de los agujeros 4. La figura 7 muestra una vista de una sección transversal del agujero 4, tal como se observa perpendicularmente a la dirección del flujo 6, es decir, la misma vista a la mostrada en las figuras 4-6, y se utilizan los mismos números de referencia, para las mismas características, a los utilizados en las figuras anteriores.
- Un miembro, p. ej., un miembro en ángulo, p. ej., una aleta 38 (o como alternativa, por ejemplo, una proyección o protrusión o un deflector) está situado directamente detrás del agujero 4 (es decir, en esta realización el elemento de alteración del flujo es la aleta 38). La aleta 38 se dispone de modo que, en funcionamiento, parte del fluido que impacta con el agujero 4 sea desviado por la aleta 34, lo que proporciona así fuentes adicionales de turbulencia de pequeña escala (por tanto, vórtices 30 adicionales) y/o aumenta la desviación de los vórtices 30 hacia dentro y/o fuera de la cavidad 2, lo que aumenta adicionalmente el engrosamiento de la capa de esfuerzos cortantes 22.
- En esta realización, la aleta 38 se extiende desde la parte superior del agujero 4 formando un ángulo con respecto a la dirección del flujo 6 del aire. No obstante, esto no es siempre así, y en otras realizaciones, en uno o más de los agujeros 4, la aleta se puede extender en cualquier dirección y desde cualquier punto del agujero, dispuesta para proporcionar el flujo de fluido requerido. Asimismo, el experto puede utilizar cualquier perfil adecuado para proporcionar el flujo de fluido requerido. Por ejemplo, la aleta 38 puede tener un perfil de trazado curvo, p. ej., semicircular, tal como se observa a lo largo de la dirección del flujo 6, o este puede ser rectangular o de forma irregular, etc.
- En realizaciones adicionales, en uno o más de los agujeros con aletas 38, la aleta 38 está situada directamente delante del agujero 4 en lugar de directamente detrás del agujero 4.
- En realizaciones donde los elementos de alteración del flujo se disponen en uno o más de los agujeros 4, tal como aquellas realizaciones descritas anteriormente haciendo referencia a las figuras 3-7, son posibles, por ejemplo, las siguientes variaciones (i) a (vii).
- (i) En uno o más de los agujeros provistos de elementos de alteración del flujo, los agujeros pueden comprender uno o una pluralidad de elementos de alteración del flujo. Por ejemplo, cuando cada elemento de alteración del flujo es un miembro a través de un agujero, se pueden proporcionar dos o más miembros en un único agujero (o en cada uno de una pluralidad de agujeros), los miembros se disponen, por ejemplo, unos encima de otros y/o al lado de otros.
- (ii) Cuando los elementos de alteración del flujo son aletas, y hay una pluralidad de aletas en un agujero dado, la pluralidad de aletas se puede proporcionar en el mismo lado (es decir, detrás o delante) del agujero, o en ambos lados del agujero.
- (iii) Cuando los elementos de alteración del flujo son aletas, y hay una pluralidad de aletas en un agujero dado, una o más de las aletas se puede extender una distancia diferente desde el agujero, y/o formando un ángulo o en una dirección diferente, con respecto a las demás aletas.
- (iv) De manera similar a (iii), una aleta en un agujero puede tener unas características diferentes, p. ej., se puede extender una distancia diferente desde el agujero y/o formando un ángulo o en una dirección diferente, con respecto a una o más aletas en uno o más de los demás agujeros.
- (v) En agujeros con una pluralidad de elementos de alteración del flujo dispuestos en ellos, la pluralidad de elementos de alteración del flujo puede ser toda vástagos, o puede ser toda aletas, o puede ser una mezcla de ambos.
- (vii) En las realizaciones anteriores con elementos de alteración del flujo en los agujeros, los elementos de alteración del flujo son vástagos a través de los agujeros y/o aletas detrás o delante de los agujeros. No obstante, en otras realizaciones se puede proporcionar, de manera adicional o como alternativa, cualesquiera otras formas de elementos de alteración del flujo, en uno o más agujeros. Por ejemplo, uno o más de los elementos de alteración del flujo puede comprender cualquier otra forma de obstrucción o desviación de parte del flujo de aire que incide en el agujero.

(viii) En las realizaciones anteriores, los elementos de alteración del flujo son miembros alargados situados a través de un agujero y/o miembros situados directamente detrás o delante de un agujero. Ambos de estos tipos se pueden considerar como elementos que comprenden o proporcionan bordes adicionales en el o los agujeros que hay, además del borde o los bordes proporcionados por la forma base del agujero o los agujeros. En otras realizaciones, además, o en lugar, de los miembros alargados situados a través de un agujero y/o de los miembros situados directamente detrás o delante de un agujero, se puede proporcionar cualquier otro tipo o tipos de elementos de alteración del flujo que comprenden o proporcionan bordes adicionales en el o los agujeros que hay, además del borde o los bordes proporcionados por la forma básica del agujero o los agujeros. En otras realizaciones adicionales, además, o en lugar, de elementos que comprenden o proporcionan bordes adicionales en el o los agujeros que hay, además del borde o los bordes proporcionados por la forma básica del agujero o los agujeros, se puede proporcionar cualquier otro tipo o tipos de elementos de alteración del flujo, que alteren el flujo de modo que proporcionen fuentes adicionales de turbulencia de pequeña escala (por tanto, vórtices 30 adicionales) y/o aumenten la desviación de los vórtices 30 hacia dentro y/o fuera de la cavidad 2, lo que aumenta adicionalmente el engrosamiento de la capa de esfuerzos cortantes 22.

Volviendo a un análisis más general de las realizaciones adicionales, en las realizaciones anteriores, todos los agujeros 4 tienen una forma de la sección transversal circular. No obstante, esto no es siempre así, y en otras realizaciones, todos los agujeros 4 pueden tener la misma forma de la sección transversal, donde esa forma es diferente a la circular, p. ej., una forma curva no circular o una forma no curva, p. ej., rectangular.

En las realizaciones anteriores, la placa 104 se extiende completamente a lo largo de la anchura de la cavidad 2. No obstante, esto no es siempre así, y en otras realizaciones, la placa 104 se puede extender únicamente a lo largo de una parte de la anchura de la cavidad 2, aunque esta será preferentemente al menos la mitad de la anchura de la cavidad 2, y aún más preferentemente en al menos tres cuartos ($\frac{3}{4}$) de la anchura de la cavidad 2.

En general, se apreciará que cualquier no uniformidad introducida en forma de uno o más de los agujeros 4 individuales (por ejemplo, mediante, aunque sin carácter limitante, la inclusión de uno o más elementos de alteración del flujo tal como los descritos anteriormente) y/o cualquier no uniformidad introducida entre uno o más de los diferentes agujeros 4 y/o sus disposiciones/posiciones relativas, etc., contribuirán a proporcionar la posibilidad de mayor número, o más variantes, de fuentes de turbulencia de pequeña escala, con el correspondiente aumento de la cantidad de vórtices pequeños y/o de una capa de esfuerzos cortantes más gruesa y/o de una mayor alteración de la coherencia temporal de los vórtices pequeños, donde cualquiera de los efectos puede mejorar adicionalmente el resultado de la supresión del sistema de supresión 1. Las siguientes realizaciones adicionales (i) a (iii) son ejemplos adicionales de realizaciones que introducen o aumentan dicha no uniformidad.

(i) En las realizaciones anteriores, todos los agujeros 4 tienen la misma forma de la sección transversal (circular) entre sí, y todos tienen el mismo diámetro entre sí. No obstante, esto no es siempre así, y en otras realizaciones uno o más de los agujeros 4 pueden tener una forma de la sección transversal diferente y/o pueden tener un diámetro u otra dimensión relevante diferente con respecto a los demás agujeros 4.

(ii) En las realizaciones anteriores, todos los agujeros 4 están separados en una disposición simétrica espaciada de manera uniforme, es decir, los agujeros 4 están distribuidos de manera uniforme sobre la placa 104. No obstante, esto no es siempre así, y en otras realizaciones algunos, o todos, de los agujeros están distribuidos de manera no uniforme sobre la placa 104. Una distribución no uniforme, y en particular una distribución no uniforme en altura, contribuirá a alterar adicionalmente la coherencia temporal de los vórtices pequeños.

(iii) En las realizaciones anteriores, la placa 104 está situada perpendicularmente a la dirección del flujo 6. Como consecuencia, los agujeros que están ubicados a alturas diferentes en la placa están aun así situados directamente unos encima y debajo de otros. No obstante, esto no es siempre así, y en otras realizaciones la placa 104 está situada formando un ángulo oblicuo (en el plano vertical, tal como se observa en las figuras) con respecto a la dirección del flujo 6. Como consecuencia, en estas otras realizaciones, los agujeros que están ubicados a alturas diferentes en la placa están situados a distancias diferentes desde el borde delantero en la dirección de la dirección del flujo 6. En la figura 8, se muestra una realización de un sistema de supresión 1 con una placa inclinada de manera oblicua 104, la cual es una vista de una sección transversal esquemática (no a escala) del sistema de supresión 1, en el que se utilizan los mismos números de referencia, para las mismas características, a los utilizados en las figuras anteriores. En esta realización, la superficie frontal de la placa 104 presenta un ángulo obtuso con respecto a la dirección del flujo 6 incidente. Para mayor claridad, solo se muestran tres alturas diferentes de agujeros 4, aunque en la práctica puede haber muchas más alturas diferentes en las que están ubicados los agujeros. En la figura 8, la distancia a cada agujero desde el borde delantero está indicada como x_n . Debido a la disposición en ángulo de la placa 104, los agujeros a alturas diferentes están ubicados a distancias diferentes, a lo largo de la dirección del flujo 6, desde el borde delantero 14, es decir, $x_1 \neq x_2 \neq x_3$. Esto contribuirá a promover que se produzca el desprendimiento de los vórtices 30 en instantes diferentes, es decir, en etapas diferentes de la formación de la capa de esfuerzos cortantes 2 (al proporcionar fuentes de turbulencia de pequeña escala en momentos diferentes durante el flujo), que contribuyen por tanto a aumentar adicionalmente la extensión de la alteración de la coherencia temporal entre los distintos vórtices 30 desprendidos por los diferentes agujeros. En la figura 9, se muestra otra

realización de un sistema de supresión 1 con una placa 104 inclinada de manera oblicua, la cual es una vista de una sección transversal esquemática (no a escala) del sistema de supresión 1, en la que se utilizan los mismos números de referencia, para las mismas características, a los utilizados en las figuras anteriores. En esta realización la superficie frontal de la placa 104 presenta un ángulo agudo con respecto a la dirección del flujo 6 incidente.

5 En las realizaciones anteriores, la placa 104 tiene superficies planas (es decir, no curvas). No obstante, esto no es siempre así, y en otras realizaciones la placa 104 puede tener superficies curvas. Esto también proporcionará que agujeros a alturas diferentes estén ubicados a distancias diferentes, a lo largo de la dirección del flujo 6, desde el borde delantero, por tanto, contribuirán a promover que se produzca el desprendimiento de los vórtices 30 en instantes diferentes, es decir, en etapas diferentes de la formación de la capa de esfuerzos cortantes 2 (proporcionando fuentes de turbulencia de pequeña escala en momentos diferentes durante el flujo), por lo que contribuyen a aumentar adicionalmente la extensión de la alteración de la coherencia temporal entre los distintos vórtices 30 desprendidos por los diferentes agujeros.

10 Volviendo a un análisis más general de las realizaciones adicionales, en las realizaciones anteriores, la placa 104 está situada aguas abajo del borde delantero, con la placa 104 situada de modo que la distancia a la placa 104 desde el borde delantero 14 sea igual a $0.05 \times$ la distancia total entre el borde delantero 14 y el borde trasero (posterior) 16. No obstante, esto no es siempre así, y en otras realizaciones la placa 104 puede estar situada en cualquier posición aguas abajo del borde delantero que esté en las proximidades del borde delantero. Esto puede incluir, por ejemplo, cualquier posición aguas abajo del borde delantero que esté más cerca del borde delantero 14 que del borde trasero (posterior) 16, ya que también contribuirá a que se produzca cierto grado de supresión. No obstante, la placa 104 está situada preferentemente más cerca del borde delantero que eso, ya que en ese caso contribuirá a que se produzca un impacto aún mayor del efecto de supresión. Por ejemplo, al igual que el posicionamiento preferido a una distancia aguas abajo desde el borde delantero de $0.05 \times$ la distancia total entre el borde delantero 14 y el borde trasero (posterior) 16, incluso más preferido es cualquier posicionamiento a una distancia de $\leq 0.05 \times$ la distancia total, aunque también se prefiere más en general un posicionamiento a una distancia de $\leq 0.1 \times$ la distancia total, y aún más en general cualquier posicionamiento a una distancia de $\leq 0.2 \times$ la distancia total.

15 En las realizaciones anteriores, la placa 104 está situada aguas abajo del borde delantero 14 (es decir, encima de la cavidad 2). No obstante, esto no es siempre así, y en otras realizaciones la placa 104 puede estar situada aguas arriba del borde delantero 14, es decir, encima de la superficie 19, en lugar de encima de la cavidad 2. En dichas realizaciones, la placa 104 puede estar situada aguas arriba del borde delantero 14 en cualquier posición en las proximidades del borde delantero, lo cual puede ser a cualquier distancia desde el borde delantero \leq la mitad de la distancia entre el borde delantero 14 y el borde trasero (posterior) 16. Preferentemente, no obstante, la placa 104 está situada aguas arriba del borde delantero a una distancia desde el borde delantero $\leq 0.2 \times$ la distancia entre el borde delantero 14 y el borde trasero (posterior) 16; más preferentemente a una distancia desde el borde delantero $\leq 0.1 \times$ la distancia entre el borde delantero 14 y el borde trasero (posterior) 16; y aún más preferentemente a una distancia desde el borde delantero $\leq 0.05 \times$ la distancia entre el borde delantero 14 y el borde trasero (posterior) 16.

20 En otras realizaciones adicionales, la placa 104 puede estar situada directamente sobre el borde delantero 14. (También se apreciará que en aquellas realizaciones donde la placa se dispone formando un ángulo oblicuo con respecto a la dirección del flujo, las alturas diferentes respectivas de la placa 104 pueden estar ubicadas en cualquier dos o tres de las posibilidades anteriores, concretamente aguas abajo del borde delantero, directamente encima del borde delantero y aguas arriba del borde delantero).

25 En esta realización, la placa 104 está situada de modo que su extremidad más baja (tal como se observa en la página de las figuras) está aproximadamente a nivel con la parte superior (abertura) de la cavidad 2 (es decir, a nivel con la línea de puntos indicada por el número de referencia 20), es decir, aproximadamente a nivel con el borde delantero 14. Dicho de otro modo, en esta realización, la placa 104 no se extiende hacia abajo en la cavidad 2. No obstante, esto no es siempre así, y en otras realizaciones una parte de la placa 104 se puede extender hacia abajo en la cavidad 2.

30 En las realizaciones anteriores, los agujeros 4 pasan a través de la placa 104 paralelos a la dirección del flujo 6, es decir, la superficie de la placa 104 es perpendicular a la dirección del flujo 6, es decir, los agujeros se extienden perpendicularmente a través de la placa 104. No obstante, esto no es siempre así, y en otras realizaciones uno o más de los agujeros 4 puede pasar a través de la placa en una dirección inclinada de manera oblicua, es decir, no perpendicularmente a la superficie de la placa 104, por ejemplo, tal como se muestra en la figura 10, que es una ilustración esquemática (no a escala) que muestra una vista de una sección transversal del agujero 4, tal como se observa perpendicularmente a la dirección del flujo 6, y en el que se utilizan los mismos números de referencia, para las mismas características, a los que se utilizaron en las figuras anteriores.

35 Tal como se ha establecido anteriormente, el sistema de supresión 1 comprende una cavidad 2 y una placa 104, que tiene una pluralidad de agujeros 4 (que también se pueden denominar canales) que la atraviesan. En las realizaciones anteriores, se pueden conformar los agujeros 4 en la placa 104 utilizando cualquier técnica de

fabricación adecuada, por ejemplo, taladrando los agujeros a través de la placa, o mediante moldeado por inyección de una placa que comprende los agujeros. De una manera correspondiente, en aquellas realizaciones donde los elementos de alteración del flujo están incluidos en los agujeros, se pueden conformar los elementos de alteración del flujo mediante cualquier técnica de fabricación adecuada. En otras realizaciones adicionales, la placa 104, que
5 tiene una pluralidad de agujeros 4 que la atraviesan, se puede proporcionar en forma de una rejilla o malla, con un hilo metálico u otra forma de material que tenga un tamaño estructural suficiente en comparación con los agujeros en la malla como para proporcionar el nivel necesario de estabilidad física. La utilización de una rejilla o malla es particularmente conveniente para aquellas realizaciones donde la proporción del área de la placa 104 ocupada por los agujeros 4 es relativamente elevada, por ejemplo, en la realización mencionada anteriormente en la que el área
10 de la placa ocupada por los agujeros 4 es $\geq 75\%$, e incluso más en la realización mencionada anteriormente en la que el área de la placa ocupada por los agujeros 4 es $\geq 90\%$.

En las realizaciones anteriores, la cavidad 2 es rectangular y comprende una base plana 3, la cavidad 2 comprende, además, definida con relación a una dirección del flujo 6 real o prevista, una pared delantera 8, una pared trasera (posterior) 10 y dos paredes laterales 12, y estas paredes son todas perpendiculares a la base plana 3. No obstante,
15 estos detalles específicos de la cavidad no son esenciales y en otras realizaciones puede estar presente cualquier otra forma de cavidad. Por ejemplo, no son necesarias únicamente solo cuatro paredes, las paredes no es necesario que sean rectas o perpendiculares, la cavidad puede estar definida por una o más paredes que forman un perímetro curvo o parcialmente curvo de la cavidad, el perímetro puede tener forma irregular, una o más paredes pueden estar inclinadas, la base y una o más paredes pueden ser onduladas o estar inclinadas, etc. No obstante, la supresión
20 tenderá a producirse de una manera más intensa cuanto de manera más abierta se defina o esté presente el borde delantero (comparado con la dirección del flujo del aire real o prevista).

Además, se apreciará que en las realizaciones con formas de la cavidad tal como las descritas anteriormente, que incluyen cavidades de forma irregular, el experto modificará dichas indicaciones descritas anteriormente como
25 paralela, transversal, perpendicular y similares, que son adecuadas para cavidades de forma regular, para proporcionar otras indicaciones que logran funcionalidades correspondientes, al menos hasta cierto punto, a aquellas descritas anteriormente como paralela, transversal, perpendicular y similares. Además, incluso cuando la cavidad tiene forma regular, en otras realizaciones adicionales, se pueden implementar indicaciones que contienen una parte resuelta de la indicación paralela, transversal, perpendicular y similares descritas, en lugar de indicaciones
30 de completamente paralela, transversal, perpendicular y similares. Por ejemplo, la placa y/o los agujeros y/o los elementos de alteración del flujo pueden cruzar una cavidad rectangular en una dirección transversal que forma un ángulo oblicuo con respecto a la dirección citada, pero contiene un elemento resuelto de esa dirección y, por tanto, de su efecto, por ejemplo, en una dirección de 15° , 30° o 45° con respecto a la dirección paralela al borde delantero
14.

La superficie descrita anteriormente en la que está empotrada la cavidad puede ser una superficie de un vehículo. El
35 vehículo puede ser una aeronave, o un misil, o cualquier otro tipo de vehículo, por ejemplo, un coche o un camión, o un buque, lo que incluye, por ejemplo, un submarino.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para cavidades, que comprende:
una cavidad (2) empotrada en una superficie (19); y
una placa (104);
- 5 comprendiendo la placa (104) una pluralidad de agujeros (4) a través de esta, donde la proporción del área de la placa (104) ocupada por los agujeros es $\geq 60\%$;
estando situada la placa (104) en las proximidades de un borde delantero (14) de la cavidad (2) y completamente aguas abajo del borde delantero, estando el borde delantero (14) con relación a una dirección del flujo (6) real o prevista sobre la superficie (19) y la cavidad (2);
- 10 donde la placa (104) se dispone con la superficie de la placa (104) formando un ángulo perpendicular u oblicuo con respecto a la dirección del flujo (6) real o prevista.
2. Un sistema para cavidades de acuerdo con la reivindicación 1, donde la placa (104) está situada formando un ángulo oblicuo con respecto a la dirección del flujo (6), de modo que algunos de los agujeros (4) estén más alejados del borde delantero (14), en la dirección del flujo (6), comparados con otros de los agujeros (4).
- 15 3. Un sistema para cavidades de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, donde la placa (104) tiene una superficie no plana.
4. Un sistema para cavidades de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde se proporcionan uno o más elementos de alteración del flujo (34, 38) en uno o más de los agujeros (4).
- 20 5. Un sistema para cavidades de acuerdo con la reivindicación 4, donde al menos algunos de los elementos de alteración del flujo (34, 38) comprenden o proporcionan bordes adicionales en el o los agujeros (4), que son adicionales al borde o los bordes proporcionados por la forma base del agujero o los agujeros (4).
6. Un sistema para cavidades de acuerdo con la reivindicación 4 o la reivindicación 5, donde al menos algunos de los elementos de alteración del flujo (34, 38) comprenden un miembro alargado (34) situado a través del agujero (4).
- 25 7. Un sistema para cavidades de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, donde al menos algunos de los elementos de alteración del flujo (34, 38) comprenden un miembro (38) situado directamente detrás o delante del agujero (4).
8. Un sistema para cavidades de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, donde uno o más de los agujeros (4) tiene una forma de la sección transversal diferente y/o tiene un diámetro u otra dimensión relevante diferente a uno o más de los demás agujeros (4).
- 30 9. Un sistema para cavidades de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, donde la proporción del área de la placa (104) ocupada por los agujeros es $\geq 75\%$.
10. Un sistema para cavidades de acuerdo con la reivindicación 9, donde la proporción del área de la placa (104) ocupada por los agujeros es $\geq 90\%$.
- 35 11. Un sistema para cavidades de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, donde la placa (104) está situada a una distancia desde el borde delantero (14) que es ≤ 0.2 x la distancia entre el borde delantero (14) y un borde trasero (16).
12. Un sistema para cavidades de acuerdo con la reivindicación 11, donde la placa (104) está situada a una distancia desde el borde delantero (14) que es ≤ 0.1 x la distancia entre el borde delantero (14) y el borde trasero (16).
- 40 13. Un sistema para cavidades de acuerdo con la reivindicación 12, donde la placa (104) está situada a una distancia desde el borde delantero (14) que es ≤ 0.05 x la distancia entre el borde delantero (14) y el borde trasero (16).
14. Un sistema para cavidades de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, donde la placa (104) está en forma de una rejilla o malla.

Fig. 1

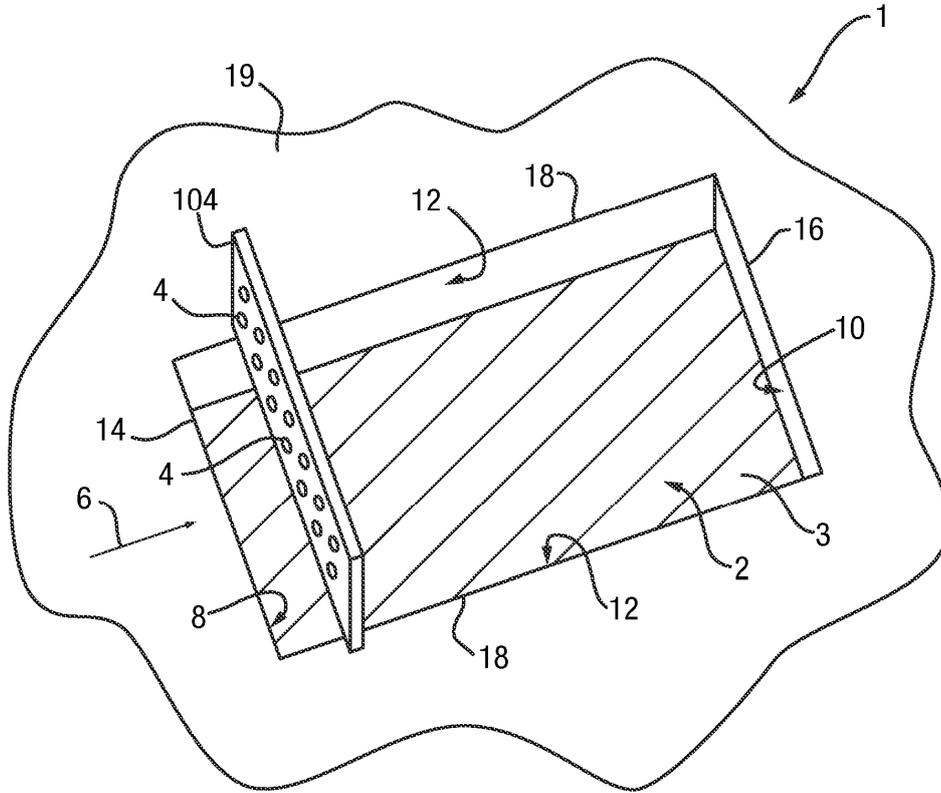


Fig. 2

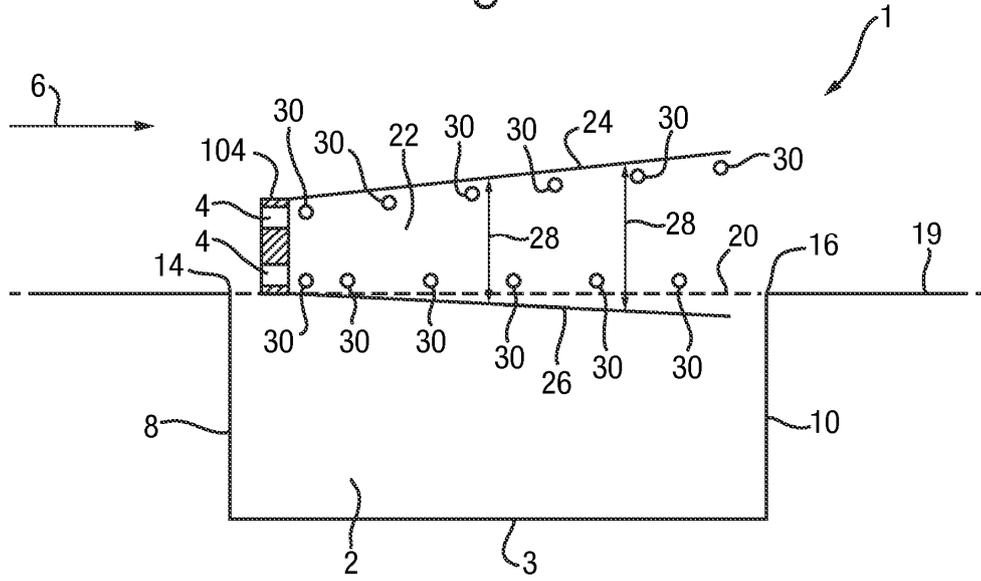


Fig. 3

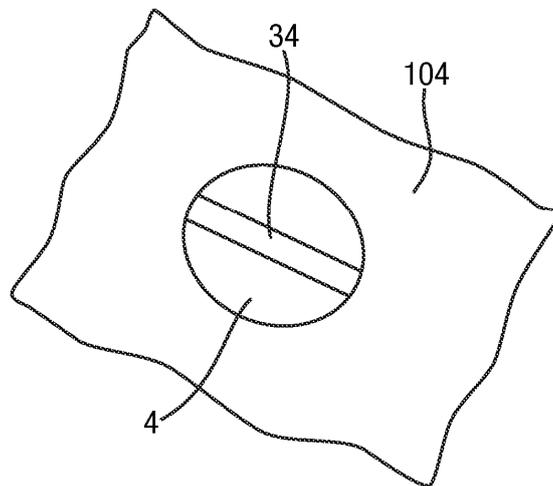


Fig. 4

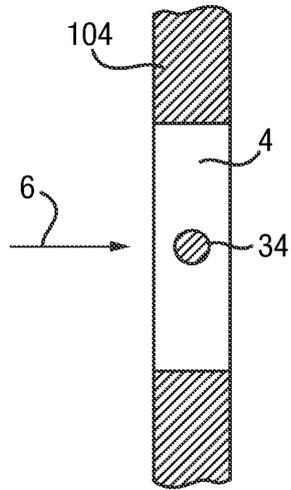


Fig. 5

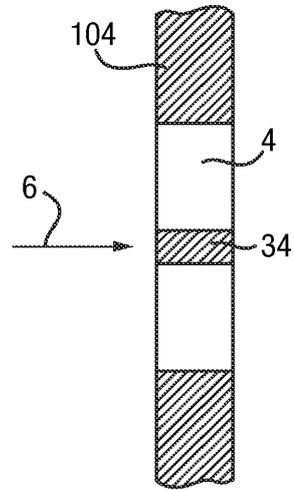


Fig. 6

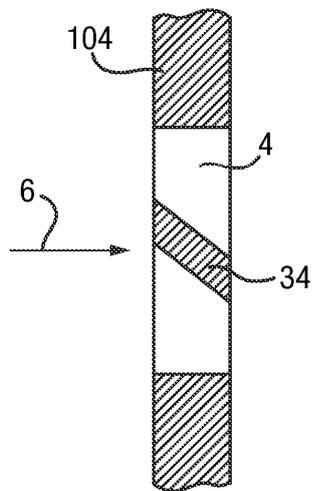


Fig. 7

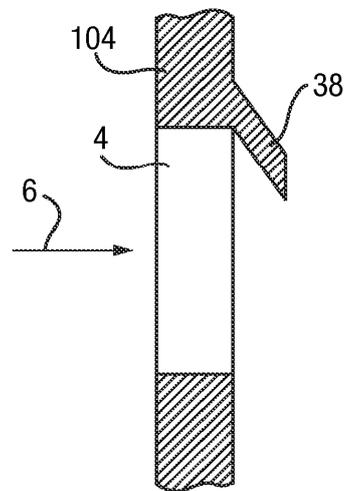


Fig. 8

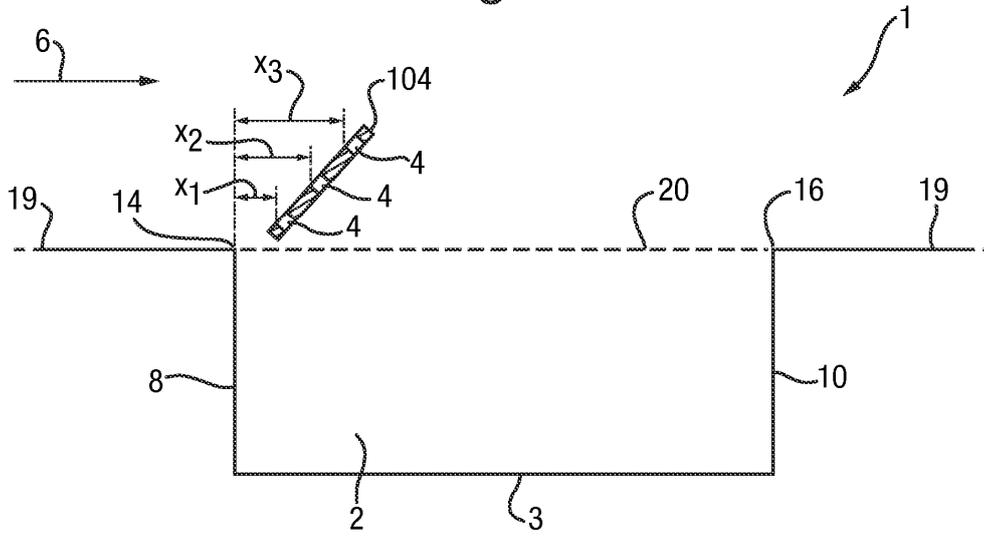


Fig. 9

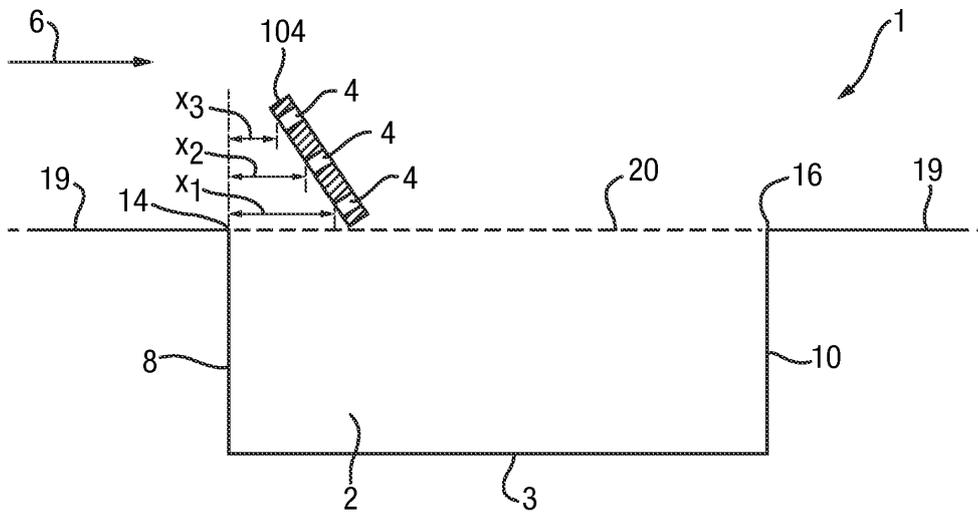


Fig. 10

