

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 608 588**

51 Int. Cl.:

B64F 1/00 (2006.01)

B64F 1/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.01.2012** **PCT/DE2012/000051**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.08.2012** **WO12103864**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.01.2012** **E 12715810 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.09.2016** **EP 2670665**

54 Título: **Disposición para acelerar la desintegración de estelas turbulentas en la parte final corta de un vuelo de aproximación a una pista de aterrizaje que comprende la pista de aterrizaje y una superficie de suelo con una estructura superficial**

30 Prioridad:
02.02.2011 DE 102011010147

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.04.2017

73 Titular/es:
**DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT- UND
RAUMFAHRT E. V. (100.0%)
Linder Höhe
51147 Köln, DE**

72 Inventor/es:
HOLZÄPFEL, FRANK

74 Agente/Representante:
VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 608 588 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

Disposición para acelerar la desintegración de estelas turbulentas en la parte final corta de un vuelo de aproximación a una pista de aterrizaje que comprende la pista de aterrizaje y una superficie de suelo con una estructura superficial

La invención se refiere a una disposición que comprende una pista de aterrizaje con un comienzo de pista de aterrizaje correspondiente y un eje longitudinal de la pista de aterrizaje, así como una superficie de suelo con una estructura superficial, encontrándose la superficie de suelo con la estructura superficial en la parte final corta de un vuelo de aproximación a la pista de aterrizaje y sirviendo la disposición para la aceleración de una desintegración de estelas turbulentas, que son producidas por un avión en aproximación. El concepto "parte final corta" se refiere a la última parte del vuelo de aproximación a una pista de aterrizaje. Aquí es esencial que un avión en aproximación se aproxime en esta parte del vuelo de aproximación continuamente al suelo hasta el aterrizaje, alcanzando así alturas de vuelo tan bajas encima del suelo que la estela turbulenta generada por el avión puede interactuar con la superficie de suelo.

El tráfico aéreo a nivel mundial sigue aumentando desde hace años con aproximadamente 5 por ciento cada año. Hasta el año 2025, el tráfico aéreo de pasajeros se duplicará según pronósticos actuales. Debido a ello, cada vez más aeropuertos alcanzan los límites de su capacidad. Como es conocido, el número de movimientos en una pista de aterrizaje o de despegue se limitan por tiempo por los intervalos de seguridad predeterminados entre aviones que se aproximan o que despegan. Deben respetarse estos intervalos de seguridad porque debido a la fuerza de empuje que se genera en aviones que vuelan en las alas se forman dos torbellinos fuertes que giran en sentidos opuestos, que pueden ser peligrosos para los aviones posteriores. Estos dos torbellinos que siguen a los aviones se llaman también "estela turbulenta" (en inglés "Wake Turbulence"), siendo la intensidad del torbellino especialmente grande en particular en el despegue y el aterrizaje, debido a la velocidad de vuelo reducida en esta fase del vuelo y la configuración existente del avión (alerones desplegados).

Cuando un avión entra en esta estela turbulenta limitada en el espacio de un avión que lo precede, pueden actuar fuerzas y momentos aerodinámicos adicionales de una magnitud extraordinaria sobre el avión, que en el peor de los casos no pueden ser compensados por el avión que entra en la estela turbulenta y que pueden conducir a posiciones de vuelo no controladas o a una sobrecarga estructural del avión. Para excluir en la mayor medida posible el peligro de incidentes peligrosos de este tipo, en el área de la aviación comercial controlada están prescritas ya desde hace muchos años separaciones longitudinales mínimas entre dos aviones sucesivos.

Estas normas están orientadas actualmente en el peso máximo admisible (MTOW = "Maximum Take Off Weight") de los aviones afectados y no tienen en cuenta otros efectos que influyan en la generación y atenuación de los torbellinos. Estos intervalos de seguridad limitan por lo tanto las frecuencias de despegue y aterrizaje posibles como máximo en aeropuertos y conducen a limitaciones de la capacidad y, por lo tanto, a vuelos en círculo encima del aeropuerto y a retrasos cuando hay grandes volúmenes de tráfico.

Puesto que las separaciones que deben respetarse necesariamente reducen las capacidades limitadas del espacio aéreo y de los aeropuertos, desde hace algunos años se presta especial atención a la generación y la influencia de estelas turbulentas en los aviones posteriores. El objetivo de numerosas investigaciones en Europa y en los EEUU es investigar los fenómenos de la generación de torbellinos y de la influencia de las estelas turbulentas hasta tal punto que finalmente las separaciones longitudinales que deben respetarse por razones de seguridad puedan manejarse de una forma más flexible y, en particular, que puedan reducirse. La investigación respecto a este tema puede dividirse en tres campos: la prevención de torbellinos, la compatibilidad de torbellinos y la detección de torbellinos o el pronóstico de torbellinos.

La prevención de torbellinos está basada en desarrollar aviones con una característica de torbellinos favorable, de modo que se reduce la generación de torbellinos, por ejemplo mediante modificaciones constructivas en el avión propiamente dicho, ya en el momento en el que se generan. Es conocido que pueden atenuarse las estelas turbulentas de aviones mediante la generación e interacción de sistemas de torbellinos múltiples. Las posibilidades constructivas para la generación de los sistemas de torbellinos múltiples de este tipo por parte del avión propiamente dicho se conocen por ejemplo por los documentos DE 199 09 190 A1 o US 6,082,679 A. La mejora de la compatibilidad de torbellinos de aviones se refiere, por el contrario, a posibilidades de configurar los aviones de tal modo que quede garantizada la seguridad de vuelo de un avión a pesar de entrar en una estela turbulenta, es decir, que la concepción estructural del avión esté realizada de tal modo que supera sin daños entrar o pasar por estelas turbulentas y que la concepción del control permita maniobras de compensación correspondientes al entrar o pasar por estelas turbulentas. El pronóstico de torbellinos y la detección de torbellinos están basados en la investigación de los procesos físicos para la formación, el transporte y la desintegración de los torbellinos en la atmósfera terrestre. Hoy día, estos procesos físicos son conocidos en gran medida. Los métodos derivados de ello para estimar el comportamiento de torbellinos en función de valores característicos meteorológicos actuales permiten hoy día un pronóstico de torbellinos suficientemente bueno. Desde hace algunos años, se desarrollan ahora sistemas de advertencia de estelas turbulentas basados en mediciones de torbellinos actuales o conocimientos de la física de torbellinos, que deben permitir adaptar dinámicamente los intervalos entre los aviones que aterrizan o que despegan en condiciones atmosféricas adecuadas. Es decir, gracias a estos sistemas de advertencia de estelas turbulentas

debe ser posible acortar o aumentar dinámicamente la separación de aviones teniéndose en cuenta los requisitos de seguridad y en función de magnitudes de medición atmosféricas actuales.

5 Por el documento US 3 693 015 A se conoce un sistema para la detección de estelas turbulentas en la zona cercana a una pista de aterrizaje. El sistema comprende una pluralidad de láseres y detectores láser, que están dispuestos en lados opuestos de la pista de aterrizaje y que detectan la intensidad de turbulencia de las estelas turbulentas.

10 Por el documento DE 10 2005 025 004 A1 se conocen un procedimiento y un dispositivo para la reducción de la circulación de torbellinos principales en estelas turbulentas detrás de aviones. Aquí se aspira en el extremo de la pista de aterrizaje por encima del cual vuelan los aviones en dos zonas opuestas mediante un plano central de pista de la pista de aterrizaje y dispuestas a distancia de este plano central de la pista aire en el suelo y se sopla en otras dos zonas dispuestas más cerca del plano central de la pista nuevamente saliendo del suelo.

15 Por el documento WO 2010/049394 A2 se conocen un procedimiento y un dispositivo para atenuar la circulación en la estela turbulenta detrás de un avión que despegue o aterrice. Aquí se generan a los dos lados del avión unos torbellinos anulares orientados en un ángulo respecto al suelo, que perturban los torbellinos de las estelas turbulentas para inducir la desintegración de las mismas.

20 Es conocido que a grandes alturas de vuelo, a las que no se influye mediante el suelo en la estela turbulenta de un avión, puede reducirse la separación longitudinal de aviones en un corredor aéreo si está garantizado al menos uno de los criterios siguientes:

- los torbellinos descienden quedando por debajo del corredor aéreo,
- los torbellinos se derivan lateralmente del corredor aéreo,
- 25 - por la turbulencia actual del entorno o por la estratificación de temperaturas, los torbellinos se desintegran rápidamente, por lo que quedan debilitados con una rapidez suficiente o
- se evitan regiones de torbellinos pronosticados mediante rutas de vuelo alternativas/modificadas.

30 El cumplimiento de los criterios anteriormente expuestos puede determinarse con suficiente exactitud mediante mediciones atmosféricas correspondientes, de modo que en principio parece posible una separación dinámica de aviones a grandes alturas de vuelo. No obstante, se presenta otra situación a alturas de vuelo bajas, porque a alturas de vuelo bajas no pueden despreciarse los efectos del suelo en una estela turbulenta, no siendo posible sin más la aplicación de los criterios anteriormente descritos.

35 Es conocido que la mayor parte de vuelos en los que aviones entran en estelas turbulentas al despegar y aterrizar se realizan en los primeros 100 m por encima del suelo, puesto que allí las estelas turbulentas no descienden por debajo del corredor de aproximación o despegue, como es el caso a grandes alturas de vuelo, sino que por el contrario pueden volver a ascender por la interacción con el suelo. Unos vientos transversales débiles se compensan cerca del suelo mediante el transporte lateral autoinducido del torbellino de barlovento, de modo que los torbellinos no salen de forma fiable del corredor del vuelo de aproximación o del vuelo de salida hasta que haya vientos transversales muy fuertes. También la contribución de la turbulencia atmosférica y de la estratificación de temperaturas a la desintegración de los torbellinos cerca del suelo es solo muy débil. Además, una entrada en torbellinos de este tipo a alturas de vuelo bajas es considerablemente más peligrosa que a grandes alturas de vuelo, puesto que a una altura de vuelo baja el espacio aéreo disponible para maniobras de vuelo compensatorias está muy limitado por la cercanía del suelo. Además, la intensidad de los torbellinos es la mayor debido a la reducida velocidad de vuelo, del gran ángulo de ataque de las alas del avión y de los alerones desplegados durante el vuelo de aproximación final, de modo que las maniobras de vuelo necesarias, que se requieren para la compensación de los efectos de las estelas turbulentas en un avión requieren un espacio aéreo más grande que el que es necesario a grandes alturas de vuelo. Si se producen aquí posiciones de vuelo no controladas, en casos extremos estas no pueden compensarse en el espacio aéreo disponible, de modo que la consecuencia es un contacto con el suelo o un accidente aéreo.

55 Por consiguiente, es un inconveniente que en muchos casos no es posible una separación dinámica de aviones a una altura de vuelo baja basada en los criterios indicados anteriormente para grandes alturas de vuelo. Esto limita en gran medida la capacidad máxima posible de movimientos en una pista de aterrizaje o de despegue.

El objetivo de la invención es aumentar la capacidad de movimientos limitada por estelas turbulentas en una pista de aterrizaje o de despegue.

60 La invención resulta de las características de la reivindicación independiente.

Las reivindicaciones dependientes se refieren a variantes y configuraciones ventajosas. Otras características, posibilidades de aplicación y ventajas de la invención resultan de la descripción expuesta a continuación, así como de la explicación de unos ejemplos de realización de la invención que están representados en las Figuras.

65 El objetivo se consigue según la reivindicación 1 con una disposición para la aceleración de la desintegración de

estelas turbulentas de un avión en el vuelo de aproximación, que comprende una pista de aterrizaje con un comienzo de la pista de aterrizaje correspondiente y un eje longitudinal de la pista de aterrizaje, así como una superficie de suelo con una estructura superficial, que está realizada de tal modo que gracias a la interacción de la estructura superficial con torbellinos primarios de una estela turbulenta de un avión en aproximación se generan torbellinos secundarios, que interactúan con los torbellinos primarios de tal modo que los torbellinos primarios se desintegran de forma acelerada, estando dispuesta la superficie de suelo con la estructura superficial directamente delante del comienzo de la pista de aterrizaje, presentando la superficie de suelo que presenta la estructura superficial la siguiente medida de longitud y de anchura: medida de longitud en el intervalo de 0,5 a 2,5 m; medida de anchura en el intervalo de 25 a 1000 m, estando formada la estructura superficial por elementos de pared, estando dispuestos los elementos de pared a los dos lados del eje longitudinal de la pista de aterrizaje, respectivamente en al menos una fila paralela al eje longitudinal de la pista de aterrizaje, estando orientados los ejes longitudinales de los elementos de pared en paralelo al eje longitudinal de la pista de aterrizaje, estando situada la altura de elevación (h) de los elementos de pared individuales en el intervalo de 1 m a 10 m, en particular de 1 m a 5 m, teniendo los elementos de pared individuales una distancia (a) entre sí que está situada en el intervalo de 1 a 600 m.

La invención está basada en la idea de acelerar mediante la estructura superficial de la superficie de suelo en la parte final corta de un vuelo de aproximación a una pista de aterrizaje de forma fiable la desintegración de la estela turbulenta (torbellino primario) generado por un avión cerca del suelo e impedir de este modo en la mayor medida posible los efectos del suelo poco favorables anteriormente indicados sobre los torbellinos. Aquí se propone por primera vez acelerar la desintegración de estelas turbulentas cerca del suelo mediante medidas pasivas en el suelo. Al aproximarse la estela turbulenta de un avión que se aproxima o que despegue a la superficie de suelo modificada de acuerdo con la invención una capa de cizallamiento en la estructura superficial, de la que se desprenden torbellinos secundarios. Estos torbellinos secundarios interactúan con los torbellinos primarios de la estela turbulenta de tal modo que se acelera la desintegración de los torbellinos primarios. Gracias a la estructura superficial de acuerdo con la invención se modula la generación de los torbellinos secundarios en la dirección del vuelo. De este modo, los torbellinos secundarios envuelven los torbellinos primarios y generan así inestabilidades que deforman los torbellinos primarios y conducen a la desintegración acelerada de la estela turbulenta. Ya la deformación de los torbellinos primarios reduce su efecto en aviones que se aproximan, puesto que de este modo se reduce el tiempo de acción de las fuerzas y los momentos desfavorables.

En resumen, gracias a la disposición de acuerdo con la invención puede inducirse y acelerarse la desintegración de los torbellinos primarios mediante torbellinos secundarios modulados. De este modo aumenta la seguridad de aterrizajes y despegues regulares y la capacidad de movimientos en una pista de aterrizaje y de despegue.

La estructura superficial de acuerdo con la invención actúa de forma pasiva sobre estelas turbulentas cercanas al suelo descendentes, que se generan durante el aterrizaje o el despegue de aviones; la fabricación de la estructura superficial de acuerdo con la invención es económica y los costes para su mantenimiento son bajos. El efecto desintegrador de torbellinos de la estructura superficial de acuerdo con la invención es en gran medida independiente de las condiciones respectivas del entorno.

Las elevaciones de acuerdo con la invención pueden estar dispuestas de forma estadística o determinística, en particular en dibujos periódicos, de modo que se estimulan de forma selectiva inestabilidades de las estelas turbulentas en diferentes escalas, como por ejemplo la inestabilidad de corta duración, la inestabilidad de larga duración, la inestabilidad de Crow, así como inestabilidades de sistemas de cuatro torbellinos. Lo mismo también es válido para la distribución de las alturas de elevación. También estas pueden variar de forma estadística o determinística, en particular de forma periódica. Se parte de que la superficie de suelo afectada es en gran medida plana antes de fabricar la estructura superficial de acuerdo con la invención, por lo que presenta una altura casi uniforme del terreno, por ejemplo en m sobre el nivel del mar. La altura de elevación indica aquí la extensión vertical de la elevación en cuestión por encima de la altura del terreno.

Para estimular torbellinos secundarios modulados o inestabilidades de las estelas turbulentas en las escalas diferentes antes indicadas, las elevaciones deben disponerse de acuerdo con la invención una a distancia de la otra, variando estas distancias en el intervalo de 1 a 600 m, preferentemente 1 a 400 m, 1 a 200 m, 1 a 100 m, 1 a 50 m, 1 a 25 m, 1 a 15 m, 1 a 10 m, o en particular 2 a 8 m. Además, las alturas de elevación deben elegirse de acuerdo con la invención en el intervalo de 1 m a 10 m, en particular de 1 m a 5 m.

Puesto que las características de torbellinos generadas por aviones dependen, como es conocido, de la masa del avión y de la envergadura de las alas, tanto las distancias entre las elevaciones necesarias para la generación de dichas inestabilidades como las alturas de elevación son diferentes según el tipo de avión. Para una pista de aterrizaje y de despegue que es usada por diferentes tipos de aviones puede realizarse por ejemplo una optimización de la disposición de las elevaciones así como de las alturas de elevación para una selección de tipos de aviones. Estos son preferentemente los aviones en aproximación más grandes, puesto que de estos emana el mayor peligro para los aviones más pequeños que los siguen. Se sobrentiende que, en cuanto a la posición y la altura de elevación, las elevaciones se realizan de tal modo que siempre estén garantizados los requisitos legales y las normas respecto a la ausencia de obstáculos en la zona de aproximación y de despegue. Las elevaciones

pueden estar realizadas como paredes flexibles. Aquí son especialmente preferibles materiales de construcción flexibles, como por ejemplo espuma, poliestireno, etc. que oponen a un avión solo una resistencia muy pequeña en caso de un contacto con el suelo, de modo que en caso de un contacto con el suelo de un avión no se generan sustancialmente fuentes de accidentes adicionales por las elevaciones.

Una variante preferible de la disposición de acuerdo con la invención está caracterizada porque la superficie de suelo que presenta la estructura superficial presenta las siguientes medidas de longitud y anchura: medida de longitud en el intervalo de 1,5 a 2,2 km, en particular de 1,8 a 2,0 km; medida de la anchura en el intervalo de 50 a 250 m, 75 a 125 m, siendo la superficie de suelo preferentemente una superficie rectangular. La medida de longitud de la superficie de suelo afectada en el vuelo de aproximación final depende del ángulo de aproximación más pequeño de un procedimiento de aproximación previsto para la pista de aterrizaje. Cuando más plano sea este ángulo de aproximación tanto más grande es la medida de longitud necesaria. La medida de anchura depende en particular del peso y de la envergadura de alas de los aviones en aproximación más grandes. Si solo existe una pista de aterrizaje (sin pistas paralelas), se parte de un ángulo de aproximación de 3° y si se tienen en cuenta aviones como por ejemplo Airbus A380 o Boeing 747, una superficie de suelo estructurada de acuerdo con la invención con una medida de longitud de 1 NM (= 1,852 km) y una medida de anchura de ± 50 a ± 75 m respecto al eje longitudinal de la pista de aterrizaje puede provocar una desintegración suficientemente rápida de las estelas turbulentas, de modo que puede reducirse de forma notable la separación longitudinal de los aviones en aproximación en comparación con la situación actual.

El eje longitudinal de la superficie de suelo es preferentemente idéntico con el eje longitudinal de la pista de aterrizaje. La superficie de suelo está dispuesta directamente delante de la entrada de la pista de aterrizaje visto en la dirección de aproximación. En el caso de pistas de aterrizaje o de despegue paralelas, dispuestas de forma adyacente a poca distancia, que no pueden hacerse funcionar de forma independiente, es recomendable dotar también la superficie de suelo entre las pistas de aterrizaje o de despegue en la zona de su parte final correspondiente de la estructura superficial de acuerdo con la invención. De este modo pueden disolverse o al menos atenuarse de forma significativa las estelas turbulentas derivadas en caso de viento transversal, antes de llegar a la zona de aproximación de la pista paralela correspondiente.

De acuerdo con la invención, las elevaciones están dispuestas con su eje longitudinal en paralelo al eje longitudinal de la pista de aterrizaje, puesto que en este caso la superficie aerodinámicamente eficaz de las elevaciones corresponde también a la mayor superficie frontal consiguiéndose así el mejor efecto.

De acuerdo con la invención, las elevaciones están dispuestas a los dos lados del eje longitudinal de la pista de aterrizaje, respectivamente en al menos una fila paralela al eje longitudinal de la pista de aterrizaje. Para estimular las instabilidades, las alturas de elevación de las elevaciones varían de forma ventajosa a lo largo de la dirección longitudinal de la pista de aterrizaje de forma determinística según una función predeterminada, en particular sinusoidal. Por supuesto, también son concebibles otras variaciones. En el caso de la variación sinusoidal, las longitudes de onda de las variaciones sinusoidales de las alturas de elevación están situadas preferentemente en el intervalo de 1 a 600 m, en particular en el intervalo de 300 a 500 m. En particular, la longitud de onda es de 400 m $\pm$ 15 m, variando la altura de elevación hasta una altura de elevación máxima de 5 m.

Otras ventajas, características y detalles resultan de la descripción expuesta a continuación, estando descrito en la misma detalladamente un ejemplo de realización haciéndose referencia a los dibujos.

Las piezas idénticas, similares y/o las que tienen la misma función están provistas de los mismos signos de referencia.

Muestran:

- La Figura 1 una representación esquemática de una disposición de acuerdo con la invención.
- La Figura 2 un corte vertical a lo largo de la línea de corte A-A' de la Figura 1.

La Figura 1 muestra una representación esquemática de una pista de aterrizaje 101 con una superficie de suelo 106 que envuelve el comienzo de la pista de aterrizaje 104 (cabeza de la pista de aterrizaje), que presenta una estructura superficial de acuerdo con la invención. La pista de aterrizaje 101 con el comienzo de la pista de aterrizaje 104, el eje longitudinal de la pista de aterrizaje 102, tiene una zona de toma de contacto 103, que indica la zona en la que los aviones toman normalmente contacto con la pista de aterrizaje 101 con sus ruedas al aterrizar. El vuelo de aproximación a la pista de aterrizaje 101 representada de forma esquemática se realiza en el presente caso a lo largo del eje longitudinal de la pista de aterrizaje desde el borde superior de la imagen en dirección a la zona de toma de contacto 103. La parte final corta del vuelo de aproximación termina aquí en el comienzo de la pista de aterrizaje 104.

Como es sabido, las alas de un avión que vuela generan en los extremos de las alas los torbellinos marginales (torbellinos primarios de la estela turbulenta). Es después del aterrizaje, es decir, cuando todas las ruedas del tren de aterrizaje hayan tomado contacto, cuando se reduce fuertemente la producción de los torbellinos o cuando ya

casi no existe. Por esta razón es ventajoso que la superficie de suelo estructurada de acuerdo con la invención se extienda a lo largo de la pista de aterrizaje 106 hasta que la zona de toma de contacto 103 de la pista de aterrizaje 101 esté envuelta lateralmente por la superficie estructurada de acuerdo con la invención. Por lo tanto, se produce una desintegración acelerada de la estela turbulenta generada por el avión hasta el punto de aterrizaje.

La superficie de suelo 106 presenta en el ejemplo de realización mostrado una estructura superficial de acuerdo con la invención con una pluralidad de elevaciones 105 individuales con una altura de elevación h en el intervalo de 1 a 5 m, teniendo las elevaciones individuales una distancia de 2 a 8 m entre sí. No obstante, en la Figura 1 las proporciones no están representadas a escala.

En el presente caso, las elevaciones 105 están dispuestas en filas en paralelo al eje longitudinal de la pista de aterrizaje 102. Además, las elevaciones 105 están realizadas respecto a su disposición y su altura de elevación h de tal modo que se cumplen todos los requisitos legales, en particular los requisitos respecto a los espacios libres de obstáculos en el sector de aproximación.

Si bien las elevaciones 105 están representadas en el presente caso como cuadrados, esto no permite conclusiones a su conformación exterior. Por el contrario, las elevaciones 105 están realizadas como elementos de pared, cuyos ejes longitudinales están orientados en paralelo al eje longitudinal de la pista de aterrizaje 102. Las elevaciones 105 están hechas además preferentemente de espuma o poliestireno.

Además, puede verse en la Figura 1 una línea de corte A-A1, a lo largo de la cual está representado un corte vertical en la Figura 2.

La Figura 2 muestra el corte vertical no representado a escala a lo largo de la línea de corte A-A' de la Figura 1. La línea de corte A-A' representa la superficie de suelo, que en el presente ejemplo de realización es plana en toda la zona de la superficie de suelo 106, es decir, que tiene un nivel de altura. Las elevaciones 105 confieren a la superficie de suelo 106 una estructura superficial de acuerdo con la invención. Puede verse que las elevaciones 105 individuales presentan diferentes alturas de elevación h , que en el presente caso varían aproximadamente de forma sinusoidal a lo largo de la dirección longitudinal de la pista de aterrizaje 102. En el presente caso, las distancias a entre las elevaciones 105 individuales no son constantes sino que varían también. Las distancias a así como las alturas de elevación h se eligen en función de los aviones más grandes que se aproximan a esta pista de aterrizaje 101.

Para estimular por ejemplo la inestabilidad de Crow, que tiene normalmente la longitud de onda de 6 a 7, en particular de 6,8 veces la envergadura de alas de un avión, para una Boeing 747 con una envergadura de alas de 64,4 metros resulta una longitud de onda óptima de 438 metros.

REIVINDICACIONES

1. Disposición para acelerar la desintegración de estelas turbulentas de un avión en el vuelo de aproximación, que comprende una pista de aterrizaje (101) con un comienzo de la pista de aterrizaje (104) correspondiente y un eje longitudinal de la pista de aterrizaje (102), así como una superficie de suelo (106) con una estructura superficial, que está realizada de tal modo que, mediante la interacción de la estructura superficial con torbellinos primarios de una estela turbulenta de un avión en aproximación, se generan torbellinos secundarios que interactúan con los torbellinos primarios de tal modo que los torbellinos primarios se desintegran de forma acelerada,
 - 5
 - 10
 - estando dispuesta la superficie de suelo (106) con la estructura superficial directamente delante del comienzo de la pista de aterrizaje (104),
 - presentando la superficie de suelo (106) que presenta la estructura superficial las siguientes medidas de longitud y de anchura: medida de longitud en el intervalo de 0,5 a 2,5 km; medida de anchura en el intervalo de 25 a 1000 m,
 - 15
 - estando formada la estructura superficial por elementos de pared (105),
 - estando dispuestos los elementos de pared (105) a los dos lados del eje longitudinal de la pista de aterrizaje (102), en cada caso en al menos una fila paralela al eje longitudinal de la pista de aterrizaje (102),
 - estando orientados los ejes longitudinales de los elementos de pared (105) en paralelo al eje longitudinal de la pista de aterrizaje,
 - 20
 - estando situada la altura de elevación (h) de los elementos de pared (105) individuales en el intervalo de 1 m a 10 m, en particular de 1 m a 5 m, teniendo los elementos de pared (105) individuales una distancia (a) entre sí que está situada en el intervalo de 1 a 600 m.
2. Disposición de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** la superficie de suelo (106) es una superficie rectangular.
 - 25
3. Disposición de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 2, **caracterizada por que** las elevaciones (105) varían respecto a su disposición, su altura de elevación (h) y/o su distancia (a).
 - 30
4. Disposición de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada por que** las alturas de elevación (h) de las elevaciones (105) varían de forma sinusoidal a lo largo de la dirección longitudinal de la pista de aterrizaje.
 - 35
5. Disposición de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizada por que** la longitud de onda de las variaciones sinusoidales de las alturas de elevación (h) está situada en el intervalo de a 1 a 600 m, en particular de 300 a 500 m.
6. Disposición de acuerdo con las reivindicaciones 4 o 5, **caracterizada por que** la longitud de onda es de $400\text{ m} \pm 15\text{ m}$, variando la altura de elevación (h) hasta una altura de elevación (h) máxima de 5 m.

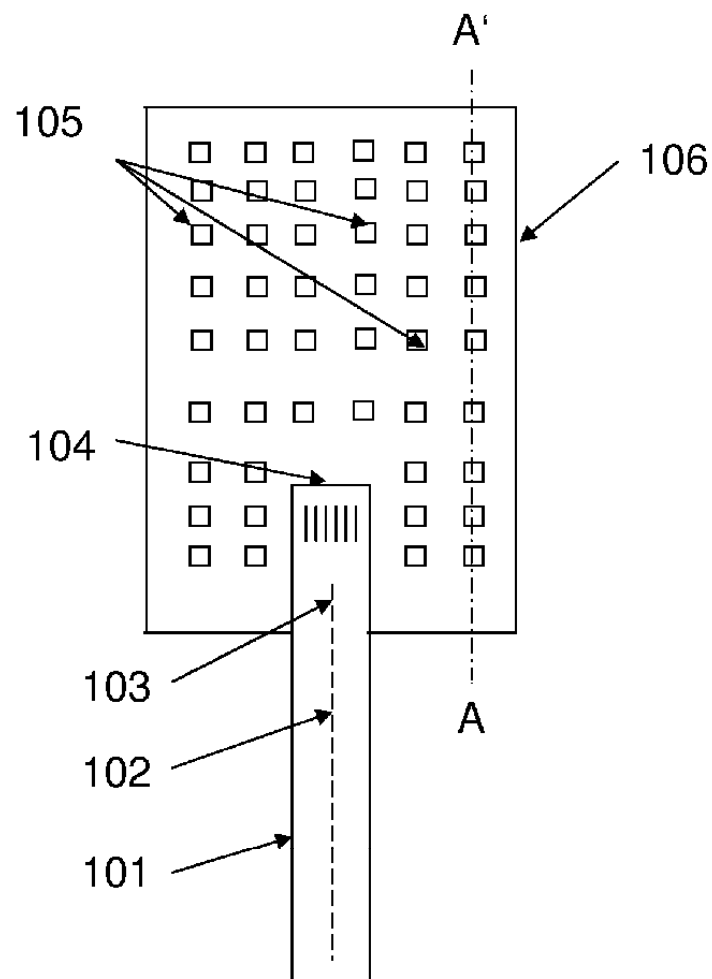


Fig. 1

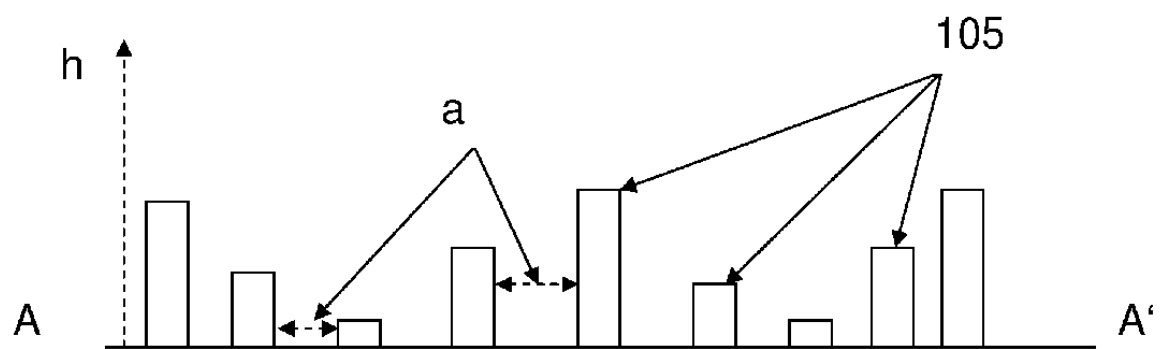


Fig. 2