



HU000032756T2

(19) **HU**(11) Lajstromszám: **E 032 756**(13) **T2****MAGYARORSZÁG****Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala**

EURÓPAI SZABADALOM SZÖVEGÉNEK FORDÍTÁSA

(21) Magyar ügyszám: **E 08 736329**(22) A bejelentés napja: **2008. 04. 17.**(51) Int. Cl.: **B64F 1/26** (2006.01)**G10K 11/168** (2006.01)

(96) Az európai bejelentés bejelentési száma:

EP 20080736329

(86) A nemzetközi (PCT) bejelentési szám:

PCT/EP 08/054668

(97) Az európai bejelentés közzétételi adatai:

EP 2271805 A2 **2009. 10. 22.**

(87) A nemzetközi közzétételi szám:

WO 09127258

(97) Az európai szabadalom megadásának meghirdetési adatai:

EP 2271805 B1 **2017. 01. 18.**(72) Feltaláló(k):
VAN VEEN, Theo, Antoon, NL-3124 TD Schiedam (NL)(73) Jogosult(ak):
**Stichting Nationaal Lucht- en Ruimtevaart
Laboratorium, 1059 CM Amsterdam (NL)**(74) Képviselő:
SBGK Szabadalmi Ügyvivői Iroda, Budapest

(54)

Eljárás hang csökkentésére

Az európai szabadalom ellen, megadásának az Európai Szabadalmi Közlönyben való meghirdetésétől számított kilenc hónapon belül, felszólalást lehet benyújtani az Európai Szabadalmi Hivatalnál. (Európai Szabadalmi Egyezmény 99. cikk(1))

A fordítást a szabadalmas az 1995. évi XXXIII. törvény 84/H. §-a szerint nyújtotta be. A fordítás tartalmi helyességét a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala nem vizsgálta.

(19)



(11)

EP 2 271 805 B1

(12)

EUROPEAN PATENT SPECIFICATION

(45) Date of publication and mention
of the grant of the patent:

18.01.2017 Bulletin 2017/03

(51) Int Cl.:

B64F 1/26 (2006.01)

G10K 11/168 (2006.01)

(86) International application number:

PCT/EP2008/054668

(21) Application number: **08736329.7**

(22) Date of filing: **17.04.2008**

(87) International publication number:

WO 2009/127258 (22.10.2009 Gazette 2009/43)

(54) METHOD FOR THE REDUCTION OF SOUND

VERFAHREN ZUR VERRINGERUNG VON SCHALL

PROCÉDÉ POUR LA RÉDUCTION DU SON

(84) Designated Contracting States:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR**

(74) Representative: **De Vries & Metman**

Overschiestraat 180

1062 XK Amsterdam (NL)

(43) Date of publication of application:

12.01.2011 Bulletin 2011/02

(56) References cited:

WO-A1-2004/013427 DE-B1- 2 834 683

GB-A- 2 351 770 JP-A- 55 009 971

US-A- 2 502 016 US-A- 4 244 439

US-A1- 2001 030 079

US-A1- 2004 058 095

US-A1- 2005 194 205

(73) Proprietor: **Stichting Nationaal Lucht-
en Ruimtevaart Laboratorium**
1059 CM Amsterdam (NL)

(72) Inventor: **VAN VEEN, Theo, Antoon**
NL-3124 TD Schiedam (NL)

Note: Within nine months of the publication of the mention of the grant of the European patent in the European Patent Bulletin, any person may give notice to the European Patent Office of opposition to that patent, in accordance with the Implementing Regulations. Notice of opposition shall not be deemed to have been filed until the opposition fee has been paid. (Art. 99(1) European Patent Convention).

EP 2 271 805 B1

Description

[0001] The invention relates to a system for the reduction of sound travelling in a wave-guide located in the air above the ground in accordance with the preamble of the main claim.

[0002] Such a system is known from US-A-4 244 439. Also US2004/0058095 describes a system in accordance with the preamble of the main claim.

[0003] Under specific circumstances noise, for example aircraft noise during the first part of take-off when the aircraft is gaining speed at a runway, can be very disturbing at a great distance from the source of the noise. This especially applies for sound frequencies in the range from 15 Hz to 40 Hz. In the above example of aircraft noise an increase of low frequency noise above all occurs when the aircraft still has contact with the runway, and runs its engines at high power, whereas further the wind conditions are such that the wind is blowing substantially towards an area of interest (the area suffering from the disturbing noise) with the right (vertical) wind gradient. Other factors which may be of influence are, among others, the (vertical) temperature gradient and/or a combination of wind and temperature gradients.

[0004] Under such conditions a situation may be created in which noise emanating from the source of noise in a specific range of angles will propagate above the ground in a so-called wave-guide between the ground surface and a virtual upper limit. Sound waves will successively reflect downwards at the upper limit due to the (vertical) gradient (the effective speed of sound increases with altitude) in the sound speed caused by the summation of the effects of wind gradient and temperature gradient, and upon reaching the ground surface will reflect upwards again, and so on. Basically the reflection at the ground surface is a result of an acoustic impedance boundary present at the ground.

[0005] The above wave-guide effect especially occurs in a range of sound frequencies from about 15 Hz to about 40 Hz. The sound propagating through this wave-guide is less attenuated during propagation in comparison to the attenuation that occurs with spherical propagation of sound.

[0006] Other state of the art attempts to reduce disturbing noise substantially comprise structures such as shields, hills, trees and vegetation located between the source of noise and the area of interest. When applied for reducing noise from aircraft at an airfield, such known structures are not compatible with safety requirements calling for free, unobstructed areas alongside the runway. Moreover such structures only are effective in reducing high frequency noise, whereas noise in the above range of 15 Hz to 40 Hz hardly is reduced.

[0007] In view of the above it is an object of the present invention to provide an improved system for the reduction of sound travelling in a wave-guide in the air above the ground.

[0008] In accordance with the present invention the

system is characterized in that it especially is meant for the reduction of aircraft sounds in the range of 15 Hz to 40 Hz during the first part of take-off, wherein the top layer is part of an assembly comprising at least two superimposed layers with different density and/or different speed of sound and/or different thickness.

[0009] As a result the ground surface no longer acts as an acoustically 'hard' surface which reflects the sound upwards. Because of the improved impedance match between the air and the adjoining top layer of the ground the sound now can enter the ground where it is propagated and thus absorbed by means of different mechanisms. For example an excitation of the ground structure may be caused which absorbs the sound energy; or a coupling to pores in the ground filled with air may be caused. For the lower frequencies mentioned above the former mechanism is expected to be the most practical.

[0010] Because, further, the top layer is part of an assembly comprising at least two superimposed layers with different density and/or different speed of sound and/or different thickness, the transmission of low frequency sound through the layers in the ground below the ground surface may be optimized in the manner of a low frequency sound filter

[0011] In a preferred embodiment of the system according to the present invention water is excluded as much as possible from said at least one top layer. Such a measure is effective in improving the air to ground coupling (impedance matching). When there is much water in the ground, the ground reflection and thus the wave-guide for ground waves is more pronounced (as can be seen in the difference between summer and winter: in summertime less sound energy is reflected by the acoustically softer ground).

[0012] A positive side-effect of providing a significant reduction of water at the surface is a substantial reduction of the possibility for the creation of local fog which is an important gain for the safety and capacity of an airport.

[0013] The absorption of the sound propagating in the ground may be enhanced further when, in accordance with yet another embodiment of the present system, the assembly of at least two superimposed layers is designed to create a mass-spring system.

[0014] Other measures resulting in such an improved absorption are provided by systems wherein the assembly of at least two superimposed layers provides a mode coupling to secondary waves (i.e. particles moving perpendicularly to the direction of sound propagation) and/or primary waves (i.e. seismic waves, longitudinal sound propagation) and/or Rayleigh waves (i.e. rotation of particles) and/or Love waves below the ground surface.

[0015] In a practical embodiment of the system according to the present invention the assembly of superimposed layers comprises at least three superimposed layers with an alternation of two different layer types. That means that successive horizontal layers are created in which all odd layers are of the same type, as are the even layers.

[0016] It is noted that 'of the same type' does not necessarily mean that such layers have the same dimensions (especially thickness), but it merely tries to express that such layers are constituted of the same (or equivalent) materials.

[0017] For example it is possible that the assembly comprises alternating layers of sand and polystyrene foam. Such layers may be designed for an optimal angle of incidence of the sound and frequency concerned, and even for multiple sounds and multiple frequencies. Depending on the density and the speed of sound in the layers the assembly can be optimized for the absorption of the fore mentioned low frequency noise.

[0018] As a further possibility to improve the system according to the present invention, the effective acoustic impedance of the layer or layers in the ground is matched for the incident sound wave properties, such as for example frequencies, direction of sound propagation, depending on the type of layer(s) in the ground.

[0019] When, in accordance with another embodiment of the system according to the present invention each layer below the ground is oriented in a direction perpendicular to the maximum intensity of the sound, the sound wave will contact the ground most effectively regarding the air to ground coupling.

[0020] According to another embodiment of the present system, below the ground further a grid structure is provided for scattering the sound. Such a grid, for example, may comprise bars. The bars may be optimized by dimension and distance from each other. Also the density and speed of sound in the bars and in the surrounding ground may be optimized with respect to the scattering of sound.

[0021] As an example, in addition to the layered structures, cylindrical structures with air inside can be located just below the ground surface. When excited by pressure fluctuations of the low frequency sound at the right acoustical modes, these structures are able to absorb acoustical energy. This absorption can be achieved by transfer of acoustic energy to vibration energy and heat in the pipes which are located below the surface. The vibration energy will be absorbed by the surrounding ground. Care should be taken to keep water out of these pipes. The sound absorption of the pipes can be increased by making holes in the pipe which face the air. These holes will actuate the modes of the pipe more efficiently by the pressure changes of the sound impinging onto the pipe in the ground.

[0022] In a practical embodiment of the system according to the present invention, said layer(s) below the ground are provided in a range starting at the lateral side of the runway and extending until at least 100 meters from the runway. The range can vary depending on the required noise reduction in a specific situation.

[0023] The effectiveness of such a system is further improved when said range extends until a distance of at least 300 meters from the runway, and more preferably when said range extends until a distance of at least 500

meters from the runway.

[0024] It is noted that the present system for reducing sound travelling in a so-called wave-guide may be combined with known systems of absorbing sound by means of, for example, sound absorbing structures (e.g. shields) or vegetation (which structures, when used in the context of reducing aircraft noise can be positioned at a larger distance from the runway such as not to create any safety risk). The sound reduction achievable with the method in accordance with the invention may be considerable (up to 6dB and more).

[0025] Further it is noted that the system in accordance with the present invention also may be applied in other situations, such as on aircraft carriers or at locations where reduction of high intensity and/or low-frequency noise sources is required.

[0026] The invention is not limited to the embodiments described above which may be varied widely within the scope of the invention as defined by the appending claims.

Claims

1. System configured for the reduction of aircraft sounds travelling in a wave-guide in the air above the ground at the lateral side of a runway, comprising, below the ground at said lateral side of the runway, at least a top layer which extends downwardly from an interface between said top layer and the air and which, at said interface, has an acoustic impedance which substantially matches the acoustic impedance of the air, **characterized in that** the system is configured for the reduction of aircraft sounds in the range of 15 Hz to 40 Hz during the first part of take-off, wherein the top layer is part of an assembly comprising at least two superimposed layers with different density and/or different speed of sound and/or different thickness.
2. System according to claim 1, wherein water is excluded as much as possible from said at least one top layer.
3. System according to claim 1 or 2, wherein the assembly of at least two superimposed layers is designed to create a mass-spring system.
4. System according to claim 3, wherein the assembly of at least two superimposed layers provides a mode coupling to secondary waves (i.e. particles moving perpendicularly to the direction of sound propagation) and/or primary waves (i.e. seismic waves, longitudinal sound propagation) and/or Rayleigh waves (i.e. rotation of particles) and/or Love waves below the ground surface.
5. System according to any of the previous claims,

wherein the assembly of superimposed layers comprises at least three superimposed layers with an alternation of two different layer types.

6. System according to claim 5, wherein the assembly comprises alternating layers of sand and polystyrene foam. 5
7. System according to any of the previous claims, wherein the effective acoustic impedance of the layer or layers in the ground is matched for the incident sound wave properties, such as for example frequencies, direction of sound propagation, depending on the type of layer(s), the dimensions of the layers and orientation in the ground. 10
8. System according to any of the previous claims, wherein each layer below the ground is oriented in a direction perpendicular to the maximum intensity of the sound. 15
9. System according to any of the previous claims, wherein below the ground further a grid structure is provided for scattering and/or absorbing the sound. 20
10. System according to claim 9, wherein the grid structure comprises bars. 25
11. System according to claim 9, wherein the grid structure comprises cylindrical structures, e.g. pipes, filled with air. 30
12. System according to claim 11, wherein the cylindrical structures have holes facing the air. 35
13. System according to any of the previous claims, wherein said layer(s) below the ground are provided in a range starting at the lateral side of the runway and extending until at least 100 meters from the runway. 40
14. System according to claim 13, wherein said range extends until a distance of at least 300 meters from the runway. 45
15. System according to claim 14, wherein said range extends until a distance of at least 500 meters from the runway. 50

Patentansprüche

1. System, das eingerichtet ist zur Verringerung von Luftfahrzeuggeräuschen, welche in einer Wellenführung in der Luft über dem Boden an der Lateralseite einer Piste laufen, aufweisend unterhalb des Bodens an den Lateralseiten der Piste wenigstens eine obere Schicht, welche sich von einer Schnittstelle zwi-

schen der oberen Schicht und der Luft nach unten erstreckt und welche an der Schnittstelle eine akustische Impedanz aufweist, die im Wesentlichen mit der akustischen Impedanz der Luft übereinstimmt, **gekennzeichnet dadurch, dass** das System eingerichtet ist zur Verringerung von Luftfahrzeuggeräuschen in dem Bereich von 15 Hz bis 40 Hz beim ersten Teil eines Starts, wobei die obere Schicht Teil einer Anordnung ist, welche wenigstens zwei übereinanderliegende Schichten mit unterschiedlicher Dichte und/oder unterschiedlicher Schallgeschwindigkeit und/oder unterschiedlicher Dicke aufweist.

2. System gemäß Anspruch 1, wobei Wasser aus der wenigstens einen oberen Schicht um so viel wie möglich entfernt ist.
3. System gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei die Anordnung von wenigstens zwei übereinanderliegenden Schichten dazu ausgestaltet ist, ein Masse-Feder-System zu erzeugen.
4. System gemäß Anspruch 3, wobei die Anordnung von wenigstens zwei übereinanderliegenden Schichten eine Mode bereitstellt, welche mit Sekundärwellen (d.h. Teilchen, welche sich senkrecht zur Richtung einer Schallausbreitung bewegen) und/oder Primärwellen (d.h. seismische Wellen, longitudinale Schallausbreitung) und/oder Rayleigh-Wellen (d.h. Teilchenrotation) und/oder Love-Wellen unterhalb der Bodenfläche koppelt.
5. System gemäß irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Anordnung von übereinanderliegenden Schichten wenigstens drei übereinanderliegende Schichten mit einer Abwechslung von zwei unterschiedlichen Schichttypen aufweist.
6. System gemäß Anspruch 5, wobei die Anordnung alternierende Schichten aus Sand und Polystyrolschaum aufweist.
7. System gemäß irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die effektive akustische Impedanz der Schicht oder Schichten im Boden abgestimmt ist auf die Eintreffende-Schallwelle-Eigenschaften, wie beispielsweise Frequenzen, Schallausbreitungsrichtung, abhängig von dem Typ von Schicht(en), den Dimensionen der Schichten und Ausrichtung im Boden.
8. System gemäß irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche, wobei jede Schicht unterhalb des Bodens in einer Richtung, welche senkrecht zur maximalen Intensität des Schalls ist, ausgerichtet ist.
9. System gemäß irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche, wobei unterhalb des Bodens ferner eine

Gitterstruktur bereitgestellt ist zum Zerstreuen und/oder Absorbieren des Schalls.

10. System gemäß Anspruch 9, wobei die Gitterstruktur Stäbe aufweist.
11. System gemäß Anspruch 9, wobei die Gitterstruktur zylindrische Strukturen, z.B. Rohre, welche mit Luft gefüllt sind, aufweist.
12. System gemäß Anspruch 11, wobei die zylindrischen Strukturen Löcher aufweisen, welche der Luft zugewandt sind.
13. System gemäß irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Schicht(en) unterhalb des Bodens bereitgestellt ist (sind) in einem Bereich, welcher an den Lateralseiten der Piste beginnt und sich bis wenigstens 100 Meter von der Piste aus erstreckt.
14. System gemäß Anspruch 13, wobei der Bereich sich bis zu einem Abstand von wenigstens 300 Metern von der Piste aus erstreckt.
15. System gemäß Anspruch 14, wobei der Bereich sich bis zu einem Abstand von wenigstens 500 Metern von der Piste aus erstreckt.

Revendications

1. Système conçu pour la réduction de sons d'aéronef se propageant dans un guide d'onde dans l'air au-dessus du sol, au niveau du côté latéral d'une piste de décollage, comprenant, au-dessous du sol, au niveau dudit côté latéral de la piste de décollage, au moins une couche supérieure qui s'étend vers le bas, à partir d'une interface entre ladite couche supérieure et l'air, et qui, au niveau de ladite interface, possède une impédance acoustique qui correspond sensiblement à l'impédance acoustique de l'air, **caractérisé en ce que** le système est conçu pour la réduction de sons d'aéronef dans la gamme de 15 Hz à 40 Hz, au cours de la première partie du décollage, dans lequel la couche supérieure fait partie d'un ensemble comprenant au moins deux couches superposées de densité différente et/ou de vitesse du son différente et/ou d'épaisseur différente.
2. Système selon la revendication 1, dans lequel l'eau est exclue autant que possible de ladite au moins une couche supérieure.
3. Système selon la revendication 1 ou 2, dans lequel l'ensemble d'au moins deux couches superposées est destiné à créer un système masse-ressort.

4. Système selon la revendication 3, dans lequel l'ensemble d'au moins deux couches superposées procure un mode se couplant à des ondes secondaires (à savoir des particules se déplaçant perpendiculairement à la direction de propagation du son) et/ou à des ondes primaires (à savoir des ondes sismiques, propagation longitudinale du son) et/ou à des ondes de Rayleigh (à savoir la rotation de particules) et/ou à des ondes de Love au-dessous de la surface du sol.
5. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'ensemble de couches superposées comprend au moins trois couches superposées avec une alternance de deux types de couches différents.
6. Système selon la revendication 5, dans lequel l'ensemble comprend des couches alternées de sable et de mousse de polystyrène.
7. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'impédance acoustique effective de la couche ou des couches dans le sol est adaptée aux propriétés des ondes sonores incidentes, telles que par exemple les fréquences, la direction de propagation du son, en fonction du type de couche(s), les dimensions des couches et leur orientation dans le sol.
8. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel chaque couche au-dessous du sol est orientée dans une direction perpendiculaire à l'intensité maximale du son.
9. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel une structure de grille est en outre placée au-dessous du sol pour diffuser et/ou absorber le son.
10. Système selon la revendication 9, dans lequel la structure de grille comprend des barres.
11. Système selon la revendication 9, dans lequel la structure de grille comprend des structures cylindriques, par exemple des tuyaux, remplis d'air.
12. Système selon la revendication 11, dans lequel les structures cylindriques présentent des trous en regard l'air.
13. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ladite ou lesdites couche(s) au-dessous du sol est ou sont placée(s) sur une étendue prenant naissance au niveau du côté latéral de la piste de décollage et s'étendant jusqu'à au moins 100 mètres de la piste de décollage.

14. Système selon la revendication 13, dans lequel la-dite étendue s'étend jusqu'à une distance d'au moins 300 mètres de la piste de décollage.

15. Système selon la revendication 14, dans lequel la- 5
dite étendue s'étend jusqu'à une distance d'au moins 500 mètres de la piste de décollage.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

REFERENCES CITED IN THE DESCRIPTION

This list of references cited by the applicant is for the reader's convenience only. It does not form part of the European patent document. Even though great care has been taken in compiling the references, errors or omissions cannot be excluded and the EPO disclaims all liability in this regard.

Patent documents cited in the description

- US 4244439 A [0002]
- US 20040058095 A [0002]

716441/KOT

ELJÁRÁS HANG CSÖKKENTÉSÉRE

Szabadalmi igénypontok

1. Olyan repülőgéphangok csökkentésére kialakított rendszer, amelyek egy kifutópálya oldalánál a föld feletti levegőben lévő hullámvezetőben terjednek, a rendszer a kifutópálya oldalánál a föld alatt tartalmaz legalább egy felső réteget, amely lefelé nyúlik a felső réteg és a levegő közötti felülettől, és amelynek a felületnél akusztikai impedanciája van, amely alapján véve megegyezik a levegő akusztikai impedanciájával, **azzal jellemezve, hogy** a rendszer arra van kialakítva, hogy csökkentse a repülőgéphangokat a 15 Hz – 40 Hz tartományban a felszállás első része alatt, ahol a felső réteg egy elrendezés része, amely legalább két egymásra helyezett réteget tartalmaz különböző sűrűséggel és/vagy különböző hangterjedési sebességgel és/vagy különböző vastagsággal.
2. Az 1. igénypont szerinti rendszer, ahol a víz a lehető legjobban ki van zárva a legalább egy felső rétegből.
3. Az 1. vagy 2. igénypont szerinti rendszer, ahol a legalább két egymásra helyezett réteg elrendezése tömeg-rugó rendszer létrehozására van tervezve.
4. A 3. igénypont szerinti rendszer, ahol a legalább két egymásra helyezett réteg elrendezése móduscsatolást biztosít másodlagos hullámokhoz (azaz a hangterjedésre merőleges irányban mozgó részecskékhez) és/vagy elsődleges hullámokhoz (azaz szeizmikus hullámokhoz, hosszirányú hangterjedéshez) és/vagy Rayleigh hullámokhoz (azaz részecskék forgásához) és/vagy Love hullámokhoz a földfelület alatti.
5. Az előző igénypontok egyike szerinti rendszer, ahol az egymásra helyezett rétegek elrendezése legalább három egymásra helyezett réteget tartalmaz két különböző rétegtípus váltakozásával.
6. Az 5. igénypont szerinti rendszer, ahol az elrendezés homok és polisztirollhab váltakozó rétegeit tartalmazza.

7. Az előző igénypontok egyike szerinti rendszer, ahol a földben lévő réteg vagy rétegek tényleges akusztikai impedanciája megegyezik a beeső hanghullámok tulajdonságaival, mint például példafrekvenciákkal, a hangterjedés irányával, a réteg(ek) típusától, a rétegek méreteitől és a földben lévő irányítottságtól függően.
8. Az előző igénypontok egyike szerinti rendszer, ahol mindegyik föld alatti réteg a hang maximális erősségére merőleges irányba van irányítva.
9. Az előző igénypontok egyike szerinti rendszer, ahol a föld alatt továbbá egy rácsszerkezet van biztosítva a hang szórására és/vagy elnyelésére.
10. A 9. igénypont szerinti rendszer, ahol a rácsszerkezet rudakat tartalmaz.
11. A 9. igénypont szerinti rendszer, ahol a rácsszerkezet henger alakú szerkezeteket, pl. levegővel töltött csöveket tartalmaz.
12. A 11. igénypont szerinti rendszer, ahol a henger alakú szerkezeteknek a levegőre néző lyukaik vannak.
13. Az előző igénypontok egyike szerinti rendszer, ahol a föld alatti réteg(ek) a kifutópálya oldalán induló és a kifutópályától legalább 100 méterre nyúló tartományban van(nak) biztosítva.
14. A 13. igénypont szerinti rendszer, ahol a tartomány a kifutópályától legalább 300 méter távolságig nyúlik.
15. A 14. igénypont szerinti rendszer, ahol a tartomány a kifutópályától legalább 500 méter távolságig nyúlik.