

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 480 284**

51 Int. Cl.:

H04S 3/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.09.2011 E 11181445 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.04.2014 EP 2571290**

54 Título: **Síntesis local de un campo acústico por medio de un cuerpo virtual de difusión**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.07.2014

73 Titular/es:

**DEUTSCHE TELEKOM AG (50.0%)
Friedrich-Ebert-Allee 140
53113 Bonn, DE y
TECHNISCHE UNIVERSITÄT BERLIN (50.0%)**

72 Inventor/es:

**AHRENS, JENS;
HELWANI, KARIM y
SPORS, SASCHA**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 480 284 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

Síntesis local de un campo acústico por medio de un cuerpo virtual de difusión

El presente invento se refiere a la reproducción, respectivamente la síntesis de un campo acústico en un ámbito limitado de oyentes, en especial a la síntesis de un campo acústico por difusión en un cuerpo virtual de difusión seguida de una inversión del tiempo.

Se conocen numerosos procedimientos para la reproducción de audio o para la síntesis física de un campo acústico.

Así por ejemplo, en las técnicas estereofónicas de la reproducción de audio se crea con dos o más altavoces por medio de las diferencias de nivel o de las diferencias de tiempo de propagación una impresión espacial durante la audición natural. La impresión de audición espacial deseada se crea en este caso únicamente en el interior de un margen limitado, el llamado "sweet spot". En el pasado se presentó una serie de procedimientos, que tratan de la reproducción, respectivamente ampliación del "sweet spot" en la reproducción estereofónica (ilusoria). A título de ejemplo se remita aquí a los documentos DE-A-10200505204, DE-A-10125229 o US-B-6633648.

Con la estereofonía sólo se puede crear generalmente la impresión de una fuente acústica, que posea al menos una separación de los altavoces más próximos. Sin embargo, no es posible lograr una síntesis física de un campo acústico complejo deseado.

Por el contrario, la síntesis del campo de ondas (WFS) hace posible la síntesis física de un campo acústico en un margen amplio. Una descripción de la síntesis de un campo de ondas puede ser consultada por ejemplo en los documentos A.J. Berkhout, D. de Vries, y P. Vogel. Acoustic control by wave field synthesis. Journal of the Acoustical Society of America, volumen 93(5):2764-2778, mayo 1993 o S. Spors, R. Rabenstein y J. Ahrens. The Theory of Wave Field Synthesis Revisited. En Proceedings of 124th Convention of the Audio Wave Engineering Society, mayo 17-20, Amsterdam, Países Bajos 2008. Se pueden utilizar disposiciones de altavoces con forma convexa o recta cualquiera, que no tienen que estar necesariamente cerradas. Las señales de excitación de los altavoces pueden ser calculadas analíticamente. En el margen de audición potencial, por ejemplo dentro de una disposición de altavoces, no se produce un "sweet spot" manifiesto en el que la reconstrucción del campo acústico sea significativamente más exacta que en el resto de la zona de audición. Debido a la separación finita de los altavoces se producen en la realización práctica grandes desviaciones con relación al campo acústico deseado en el ámbito potencial de oyentes (Aliasing).

Otra familia de procedimientos para la reconstrucción del campo acústico en los que la señal de excitación puede ser calculada analíticamente se denomina "Ambisonics". La formulación tradicional de "Ambisonics" (véase por ejemplo B.J. Daniel, Representation de champs acoustiques, application à la transmission et à la reproduction de scènes sonores complexes dans un contexte multimedia, PhD thesis, Université de Paris 6, 2001) exige la disposición circular, respectivamente esférica de los altavoces. Con la ayuda de algoritmos numéricos se generan las señales de altavoz, que dan lugar a la reproducción del campo acústico deseado. La limitación, necesaria en el procedimiento de cálculo, del ancho de banda en el espacio de la función de excitación da lugar a que la reconstrucción del campo acústico deseado posea la mayor exactitud ("Sweet spot") en el centro de la disposición de altavoces. Cuando más se aleje el lugar contemplado, tanto mayores son las desviaciones.

Las ampliaciones de la formulación tradicional de "Ambisonics" (véase por ejemplo J. Ahrens y S. Spors. Analytical driving functions for higher order Ambisonics. En IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), Las Vegas, Nevada, marzo 30th abril 4th 2008) hacen posible el cálculo analítico de las señales de excitación de los altavoces, que es varias veces más eficiente, que los procedimientos numéricos. Sin embargo, sigue existiendo la restricción de que el "Sweet Spot" se halle en el centro de la disposición de altavoces y de que sólo se puedan utilizar disposiciones circulares o esféricas de los altavoces.

Además de estos procedimientos establecidos se desarrolló en los últimos años una serie de procedimientos generalizados para la síntesis de un campo acústico. Estos se basan en la solución explícita de la ecuación de síntesis. Esta describe las relaciones matemáticas entre el campo acústico sintetizado en una zona de sonorización definida y las señales de excitación de una distribución continua de fuentes de sonido por medio de una ecuación integral. Esta se puede resolver aplicando la teoría de operadores, como se describe en F.M. Fazi, P.A. Nelson y R. Potthast, Analogies and Differences between three Methods for Sound Field Reproduction, Ambisonic Symposium, Junio 2009, Graz, Austria. Para ello se descomponen las magnitudes del campo acústico en funciones básicas ortogonales. La formulación concreta de estas funciones básicas depende de la geometría en la que se basa. Este método es en general laborioso desde el punto de vista numérico y está mal condicionado. Esto hace, que su aplicación en la práctica sea compleja. Sin embargo, la formulación del problema físico existente en la forma de una ecuación de síntesis brinda una visión de los mecanismos necesarios para la síntesis de un campo acústico. En la publicación de F.M. Fazi et al. mencionada más arriba se expuso, que las

condiciones acústicas marginales se corresponden con las condiciones marginales de un cuerpo de difusión con Dirichlet homogéneo. De aquí se puede deducir directamente, que el campo acústico externo de un sistema para la síntesis del campo acústico equivale a la difusión del campo acústico en el contorno del sistema. Las condiciones marginales en el cuerpo de difusión se corresponden entonces con condiciones Dirichlet homogéneas, es decir, que el sistema para la síntesis del campo acústico se comporta como un cuerpo de difusión acústicamente blando.

Además, en E.G. Williams, *Fourier Acoustics: Sound Radiation and Nearfield Acoustical Holography*, Academic Press, 1999 se describe un procedimiento para la síntesis, respectivamente extrapolación de un campo acústico por medio de una distribución continua de las fuentes de sonido con característica de monopolo. Partiendo a la integral de Kirchhoff-Helmholtz se demuestra, que los monopolos tienen que ser excitados con la diferencia de las ondas acústicas desde dentro y desde fuera en direcciones normales a la superficie. Esto significa, que no se necesita una solución explícita de la ecuación de síntesis. En relación con ello se demostró en la publicación de F.M. Fazi et al. ya mencionada más arriba, que la condición fundamental se corresponde después de una presión acústica continua y de una velocidad discontinua de las partículas de sonido por encima del borde de la distribución de fuentes secundarias con las condiciones marginales de un cuerpo de dispersión acústicamente blando. Esto significa, que la diferencia necesaria de las velocidades de las partículas de sonido en la dirección normal puede ser obtenida a partir de la difusión del campo acústico virtual en un cuerpo de difusión con una geometría equivalente a la del sistema de síntesis. El campo acústico externo se corresponde entonces nuevamente con la difusión del campo acústico virtual en el cuerpo de difusión equivalente.

Los dos procedimientos, es decir la síntesis del campo de ondas y la Ambisonics ampliada pretenden la reproducción física exacta en un ámbito de oyentes lo más grande posible. En la realización práctica de los dos procedimientos existen, sin embargo, limitaciones de la exactitud alcanzable. La cantidad finita de altavoces da lugar a una serie de artefactos, que en parte surgen en la totalidad del ámbito de los oyentes. Esto condujo al desarrollo de una serie de propuestas, que hicieran posible en un ámbito de oyentes limitado una exactitud mayor que la de la síntesis del campo de ondas o la Ambisonics.

El invento propuesto en el documento EP-A-2182744 permite el emplazamiento libre del "Sweet Spot", respectivamente del "Sweet Area" en el interior de una disposición cerrada de altavoces en Ambisonics. Las señales de excitación de los altavoces pueden ser calculadas analíticamente. El procedimiento es significativamente más eficiente que otras propuestas, pero está limitado a disposiciones cerradas (por ejemplo circulares y esféricas)

La propuesta en S. Spors y J. Ahrens. *Local Sound reproduction by virtual secondary sources*, publicada en AES 40th international Conference on Spatial Audio, Tokio, Japón, octubre 2010 se basa en el concepto de fuentes secundarias virtuales dispuestas muy próximas en el espacio para mejorar la exactitud de la síntesis. Las fuentes virtuales se realizan en este caso con fuentes de sonido enfocadas. Esta propuesta puede ser realizada de una manera especialmente eficaz con la síntesis del campo de ondas.

La propuesta presentada en J. Ahrens, "The single-layer potential approach applied on sound field synthesis and its extension to nonenclosing distributions of secondary sources" Tesis Ph. D., Technische Universität Berlin, 2010 se basa nuevamente en una limitación en el espacio de la banda de las señales de excitación de los altavoces. Con ello se obtiene una zona limitada con una mayor exactitud de la síntesis, que puede ser emplazada libremente en el ámbito de los oyentes. Se pueden utilizar disposiciones de altavoces tanto cerradas, como también lineales.

Los documentos DE-A-10 2007 032 272 y DE-A-10 2005 003 431 describen la realización técnica de un auricular virtual. Para ello se generan una o varias fuentes virtuales de sonido en la proximidad del oído del oyente para simular un auricular. Estas fuentes virtuales de sonido se realizan por medio de un enfoque acústico. Estas fuentes virtuales de sonido trabajan con una compensación de diafonía, que compensa la diafonía de las señales hacia el oído opuesto. Esta es una técnica usual en la reproducción de señales binaurales a través de altavoces. Las fuentes virtuales siguen los movimientos de la cabeza con lo que es posible mantener constante la compensación de la diafonía, cuando se mueve la cabeza. Esta es una ventaja esencial de este invento. No se contempla la síntesis de funciones de transmisión exteriores al oído para realizar otras propiedades distintas de las contenidas en el banco de datos. Además, la síntesis del campo acústico sólo se utiliza en este procedimiento para generar las fuentes para el auricular virtual y no para la síntesis de un campo acústico en una zona local.

Otro procedimiento es la conocida acústica de tiempo invertido. La ecuación de ondas carente de pérdidas sólo contiene derivadas de segundo orden en función del tiempo y del espacio (véase por ejemplo Didier Cassereau y Mathias Fink, *Time-Reversal of Ultrasonic Fields-Part III: Theory of the Closed Time-Reversal Cavity*, IEE TRANSACTIONS ON ULTRASONICS, FERROELECTRICS, AND FREQUENCY CONTROL, VOL. 39, NO. 5, SEPTEMBER 1992). De aquí se desprende la interesante propiedad de la ecuación de ondas de que con una solución conocida de la ecuación de ondas esta también representa en el caso de una inversión del tiempo una solución de la ecuación de ondas. Este principio se utiliza en la práctica para el enfoque de la energía acústica en un punto, respectivamente un

objeto. Para ello se sitúa en un primer paso en el foco deseado una fuente de sonido y la presión acústica se mide con micrófonos en las posteriores posiciones de las fuentes. En un segundo paso se sustituyen los micrófonos con fuentes de sonido, que se excitan con la señal registrada anteriormente invertida en el tiempo. La fuente de sonido en el foco deseado así como los micrófonos también pueden ser virtuales. La publicación de Cassereau y Fink menciona aplicaciones de la acústica de tiempo invertido, por ejemplo, en la destrucción de cálculos renales con ultrasonido.

El presente invento quiere crear un procedimiento mejorado y en especial simplificado para la reconstrucción de un campo acústico en un ámbito de oyentes limitado localmente...

El presente invento se basa en la idea fundamental de combinar para la síntesis local de un campo acústico los conocimientos del campo acústico exterior de un sistema para la síntesis de un campo acústico con la acústica de tiempo invertido. Para ello se admite, que el ámbito de los oyentes está envuelto en un cuerpo virtual de difusión. Este cuerpo de difusión se puede extender como máximo hasta los altavoces y/o ser arbitrariamente pequeño. El campo acústico externo se produce ahora debido a la difusión del campo acústico virtual deseado en un cuerpo de difusión, cuya geometría es equivalente de la geometría del ámbito de los oyentes.

Las condiciones acústicas marginales correspondientes sólo tienen que ser sintetizadas en el borde del ámbito local de los oyentes. Esto podría tener lugar – en analogía con el procedimiento divulgado en la publicación de F.M. Fazi et al., ya mencionada más arriba – por medio de una solución explícita de las ecuaciones integrales en las que se basa. Sin embargo, para ello se requieren cálculos matemáticos complejos.

De acuerdo con el presente invento se recurre para ello a los principios de la acústica de tiempo invertido. El campo exterior al ámbito local de oyentes puede ser interpretado como el campo de tiempo invertido, que surge en la posición del ámbito de los oyentes debido a un cuerpo virtual de dispersión. Este campo externo puede ser sintetizado con la aplicación de la inversión de tiempo por medio de altavoces exteriores al ámbito de los oyentes. Con ello se crea en el interior del ámbito de los oyentes el campo de las fuentes virtuales deseadas.

El presente invento crea de acuerdo con ello un procedimiento para la definición de señales de excitación para la reproducción de un campo acústico deseado dentro de un ámbito local de oyentes por medio de varios altavoces dispuestos en posiciones exteriores al ámbito local de los oyentes, que posee los siguientes pasos: en primer lugar se define un campo acústico virtual exterior al ámbito local de los oyentes, que se crea por medio de la difusión del campo acústico deseado en un cuerpo virtual de difusión con una geometría, que se corresponda con la geometría del ámbito local de los oyentes y se definen las señales del campo acústico virtual en las posiciones de los altavoces. Para la reproducción del campo acústico deseado en el interior del ámbito local de los oyentes se eligen, después de definir las señales de excitación de los altavoces, entre los numerosos altavoces con preferencia los altavoces a utilizar y estos se excitan con las señales invertidas en el tiempo.

En el cálculo del campo difundido se parte generalmente del supuesto de que el campo interior al cuerpo de difusión se corresponde con el campo incidente. Además, se supone, que este campo se puede propagar desde el cuerpo de difusión hacia fuera. Sin embargo, con preferencia estas partes del campo acústico no deben ser tenidas en cuenta. Además, en la teoría de la acústica de tiempo invertido no se tiene en cuenta la dirección de propagación de los frentes de ondas. Sin embargo, esta es decisiva para un oyente, por ejemplo para la localización de fuentes de sonido. Ambos aspectos pueden tener lugar por medio de la creación de ventanas en el espacio (selección) al elegir los altavoces a utilizar, es decir los altavoces activos.

En el procedimiento según el invento se disponen los altavoces con preferencia en un círculo o en una línea o según un rectángulo o de manera ovalada o esférica.

Además, se prefiere, que se corrijan las amplitudes de los altavoces, como se describirá brevemente en lo que sigue.

El difusor virtual puede poseer condiciones marginales acústicamente blandas o duras o mixtas.

De acuerdo con otra forma de ejecución preferida se describe el campo acústico como generado por una fuente virtual. La fuente virtual es con preferencia una fuente puntual o una onda plana. La fuente virtual es según otra forma de ejecución una fuente con característica direccional compleja.

El procedimiento posee, además, el paso de la elección de los altavoces a utilizar entre una pluralidad de altavoces. En este caso se pueden elegir los altavoces, que no se hallen en la dirección de propagación del campo acústico virtual. También es posible elegir en la elección de los altavoces aquellos, cuya dirección de propagación concuerde, referido a la zona local de los oyentes, con la dirección de propagación del campo acústico virtual.

Con preferencia se define el campo acústico con la síntesis del campo de ondas 2,5-dimensional.

Además, se prefiere, que el ámbito de los oyentes se sitúe dinámicamente en el interior de la disposición de altavoces. En este caso se puede adaptar el ámbito de los oyentes a la posición de un oyente móvil.

El campo acústico virtual es con preferencia un campo acústico medido por medio de micrófonos exteriormente al ámbito de los oyentes.

5 Con el procedimiento de cálculo según el invento para las señales de excitación también se pueden calcular respuestas de impulsos. Con ellas se puede plegar entonces la señal de la fuente virtual para generar el campo acústico virtual deseado en el interior de las zonas locales. Para ello es preciso, que en el cálculo del campo acústico difundido por el difusor virtual, se admita, que el campo acústico incidente de la fuente virtual se calcule como señal de fuente para un impulso temporal (Dirac) Esto significa, que en este caso se calcula entonces la respuesta de impulso en el espacio y en el tiempo desde el difusor virtual a las posiciones de los altavoces. Esta tiene que ser tenida en cuenta al aplicar la inversión del tiempo y eventualmente también en la elección de los altavoces.

15 El procedimiento según el invento también puede ser aplicado a un campo acústico medido. Para ello es necesario, que el campo acústico se topografíe con una disposición del altavoces, que se halle exteriormente al difusor virtual. A partir del análisis del campo acústico se puede calcular el campo acústico incidente en el difusor virtual y con ello el campo difundido en las posiciones de altavoces.

Las condiciones marginales para el difusor virtual se pueden suponer como acústicamente blandos de acuerdo con lo expuesto más arriba o, alternativamente también como acústicamente duros.

20 En una síntesis 2.5 dimensional por medio de la síntesis del campo de ondas puede ser necesaria una corrección de las amplitudes de las señales de los altavoces. En comparación con una síntesis tridimensional del campo de ondas la síntesis 2.5 dimensional utiliza fuentes secundarias en el límite de la zona (planar) de audición. Si para ello se utilizan fuentes de sonido puntuales como fuentes secundarias, se habla de una síntesis 2.5 dimensional. La síntesis 2.5 dimensional adolece, sin embargo, de la aparición de artefactos, en especial desviaciones de la amplitud entre las fuentes virtuales deseadas y el campo acústico sintetizado. Esto es tenido en cuenta con una corrección de las amplitudes de las señales de los altavoces.

30 Debido al ámbito de los oyentes, elegido pequeño de manera típica y con ello debido a la pequeña apertura no es siempre conveniente, que el procedimiento descrito se utilice para la síntesis local de campos acústicos con frecuencias bajas. Para las frecuencias bajas se pueden utilizar los procedimientos normales para la síntesis del campo acústico, ya que en este caso es suficiente la exactitud física típica de los procedimientos convencionales. La superposición entre los dos procedimientos puede tener lugar por medio de una función de ventana en el margen de frecuencias.

35 La fuente virtual también puede ser modelada, además del típico modelo de fuente puntual, como fuente con característica direccional compleja. Para ello se puede utilizar por ejemplo el procedimiento descrito en J. Ahrens y S. Spors. Implementation of directional sources in wave field synthesis. En IEEE Workshop on applications of Signal Processing to Audio and Acoustics, New Paltz, USA, octubre 2007. La combinación con la síntesis local de campos acústicos según el invento también brinda aquí ventajas esenciales, ya que la característica direccional deseada no es falseada con los artefactos de la exploración en el espacio.

40 El procedimiento según el invento permite también la síntesis de zonas de silencio en el interior del sistema para la síntesis de campos acústicos por superposición de un campo acústico sintetizado en la totalidad del ámbito y un campo acústico local. Si el campo acústico interior al ámbito local de los oyentes posee con relación al campo acústico global una fase invertida, se produce en el interior del ámbito local de los oyentes una supresión, respectivamente atenuación del campo acústico global y se forma una zona de silencio en el interior del ámbito local de los oyentes.

50 De acuerdo con este aspecto presenta el invento un procedimiento para generar una zona de silencio o una zona con una presión acústica reducida en el interior del campo acústico con los pasos: a) definición de primeras señales de excitación para la reproducción del campo acústico deseado en el interior del ámbito de los oyentes para los altavoces de acuerdo con el procedimiento según el invento; b) definición de segunda señales de excitación para la reproducción del campo acústico deseado en el interior de la zona abarcada por los altavoces; c) excitación de los altavoces con las señales invertidas en el tiempo; y d) superposición con fase invertida de las señales de excitación según el paso c) con señales de excitación para los altavoces según el paso b).

55 El paso b) tiene lugar con preferencia por medio de una síntesis del campo de ondas o de una "near-field compensated higher-order Ambisonics".

En principio, el procedimiento es independiente de la técnica utilizada para el cálculo del campo acústico difundido del difusor virtual. La difusión del campo acústico virtual en un cuerpo puede tener lugar, por ejemplo, por medio de las normas analíticas de cálculo descritas en N. A. Gumerov y R. Duraiswami, Fast

Multipole for the Helmholtz Equation in three Dimensions, Elsevier, 2004 o también con el procedimiento numérico, como por ejemplo el "boundary element method (BEM) o el "finite element method (FEM).

5 El procedimiento según el presente invento hace posible la síntesis de un campo acústico en una zona local de oyentes, obteniendo con una cantidad dada de altavoces una mayor exactitud en el interior de la zona local. La zona local de reproducción puede ser situada de manera dinámica y libre en el interior, respectivamente delante de la disposición de altavoces y ser adaptada así dinámicamente, por ejemplo, a la posición de los oyentes, en especial por medio de una elección adecuada de la posición y de la geometría del difusor virtual. El procedimiento también puede ser utilizado en sustitución de otro
10 procedimiento para la síntesis local en la extrapolación, respectivamente síntesis de funciones de transmisión exteriores al oído. Además, también es posible generar zonas de silencio o zonas con una presión acústica reducida, respectivamente una energía reducida en el interior del campo acústico sintetizado.

15 El invento se describirá en lo que sigue con detalle por medio de ejemplos de ejecución y remitiendo a las figuras adjuntas. Estas muestran:

La figura 1, un ejemplo el campo difundido por un difusor esférico con condiciones marginales blandas para una onda plana como campo acústico incidente;

20 la figura 2, el campo acústico en la síntesis de una onda plana monofrecuente con una frecuencia (a) de 1 kHz y (b) de 5 kHz por medio de la síntesis tradicional de campos de ondas por medio de una disposición circular de los altavoces;

la figura 3, la utilización del procedimiento según el invento en el escenario de la figura 2(b);

la figura 4, el campo acústico durante la síntesis de una onda plana monofrecuente con una frecuencia (a) de 1 kHz y (b) de 4 kHz por medio de la síntesis tradicional de campos de ondas por medio de una disposición lineal de los altavoces;

25 la figura 5, la aplicación del procedimiento descrito para la síntesis local para la síntesis de una onda plana con una frecuencia de 4 kHz de acuerdo con la disposición representada en la figura 4(b);

la figura 6, la formación de una zona de silencio en la disposición según la figura 2 por medio de la síntesis tradicional de campos de onda;

la figura 7, la formación de una zona de silencio en la disposición según la figura 6 del presente invento.

30 En un primer ejemplo se contempla la síntesis local en el interior de una disposición circular con un diámetro de 3 m compuesta por 60 altavoces. El ámbito local de los oyentes es circular con un diámetro de 60 cm y se halla en el centro de la disposición de altavoces. La figura 2(a) muestra el campo acústico durante la síntesis de una onda plana monofrecuente con una frecuencia de 1 kHz por medio de la síntesis tradicional del campo de ondas. La figura 2(b) muestra el mismo escenario para una frecuencia
35 de 5 kHz. Debido a la frecuencia más alta y a la separación finita de los altavoces se observan artefactos manifiestos de la exploración en el espacio en el campo acústico sintetizado. La figura 3 muestra la aplicación del procedimiento descrito para la síntesis local. Como cuerpo difusor virtual se supuso una esfera con condiciones marginales acústicamente blandas. La esfera también se representa en las figuras. La figura 3 muestra, que con una frecuencia de 5 kHz de la onda plana es posible una síntesis precisa en el interior del ámbito local de los oyentes. Exteriormente al ámbito local de los oyentes surgen artefactos.

45 En el segundo ejemplo de ejecución se contempla una disposición lineal de un total de 60 altavoces, siendo la separación entre los altavoces 15 cm. La figura 4(a) muestra la síntesis de una onda plana monofrecuente de 1 kHz. La figura 4(b) muestra el mismo escenario con una frecuencia de 5 kHz. También en este caso se observan claramente artefactos en la exploración en el espacio de la totalidad del ámbito de los oyentes. La figura 5 muestra la aplicación del procedimiento descrito para la síntesis local a la síntesis de una onda plana con una frecuencia de 4 kHz. Se aprecia de manera manifiesta la mejora en el ámbito local de los oyentes frente a la figura 4(b).

50 En el tercer ejemplo de ejecución se contempla la síntesis de un campo acústico en cuyo interior se forma una zona de silencio. La geometría equivale a la del primer ejemplo. La figura 6 muestra la síntesis de una onda plana monofrecuente con una frecuencia de 1 kHz, cuando se utiliza la síntesis tradicional de campos de onda. La figura 7 muestra la formación de una zona de silencio en el centro de la disposición de altavoces. Esto se realizó por medio de una superposición con fase invertida de las señales de excitación de la síntesis tradicional de campos de onda y la síntesis local propuesta.

55 A pesar de que el invento se representa y describe con detalle por medio de las figuras y de la correspondiente descripción, se deben entender esta representación y esta descripción detallada a título ilustrativo y de ejemplo y no como limitadoras del invento. Se comprende, que los técnicos pueden hacer

variaciones y modificaciones sin abandonar el ámbito de las reivindicaciones que siguen. En especial, el invento abarca también formas de ejecución con cualquier combinación de las características mostradas o mencionadas en lo que antecede con relación a aspectos y/o formas de ejecución diferentes.

5 El invento abarca igualmente determinadas características de las figuras, aunque se muestren allí en relación con otras características y/o no se mencionen en lo que antecede.

10 Además, el concepto "abarcarse" y los derivados de él no excluyen otros elementos o pasos. Igualmente, el artículo "uno", respectivamente "una" indeterminado y los derivados de ellos no excluye una pluralidad. Las funciones de varias de las características expuestas en las reivindicaciones pueden ser satisfechas con una unidad. Los conceptos "esencialmente", "aproximadamente", "casi" y análogos combinados con una propiedad, respectivamente un valor definen en especial también con exactitud la propiedad, respectivamente el valor. Todos los símbolos de referencia en la reivindicaciones no se deben entender como limitadores de la amplitud de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la definición de las señales de excitación para la reproducción de un campo acústico y deseado en el interior de un ámbito local de los oyentes por medio de varios altavoces situados en posiciones exteriores al ámbito los oyentes, con los siguientes pasos:
- 5 - definición de un campo acústico virtual difundido exteriormente al ámbito de los oyentes, que se crea con la difusión del campo acústico deseado en un cuerpo de difusión virtual con una geometría equivalente a la geometría del ámbito de los oyentes, poseyendo el cuerpo de difusión virtual condiciones marginales acústicamente blandas, acústicamente duras o mixtas;
- inversión del tiempo de las señales de campo acústico virtual difundido.
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que los altavoces se disponen con forma circular o lineal o rectangular u ovalada o esférica.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, en el que se corrigen las amplitudes de los altavoces.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que el campo acústico virtual difundido se describe como generado por una fuente virtual.
- 15 5. Campo acústico 4, en el que la fuente virtual es una fuente puntual o una onda plana.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes y con el paso de la elección de los altavoces a utilizar entre varios altavoces.
7. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que se eligen altavoces, que no se hallen en la dirección de propagación del campo acústico virtual difundido.
- 20 8. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que en la elección de los altavoces se eligen altavoces, cuya dirección de propagación concuerda, referida al ámbito local de los oyentes, con la dirección de propagación del campo acústico virtual difundido.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que el campo acústico virtual difundido se define con una síntesis 2,5 dimensional del campo de ondas.
- 25 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que el ámbito de los oyentes se sitúa dinámicamente en el interior de la disposición de altavoces.
11. Procedimiento según la reivindicación 10, en el que el ámbito de los oyentes se adapta a la posición de un oyente móvil.
- 30 12. Procedimiento para la reproducción de un campo acústico deseado en el interior de un ámbito local de oyentes por medio de varios altavoces situados en posiciones exteriores al ámbito de los oyentes, con los siguientes pasos.
- definición de las señales de excitación para la reproducción del campo acústico deseado en el interior del ámbito de los oyentes para los altavoces de acuerdo con el procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11 y
- 35 - excitación de los altavoces con las señales invertidas en el tiempo.
13. Procedimiento para generar una zona de silencio o una zona con una presión acústica reducida en el interior del campo acústico, con los pasos:
- a) definición de primeras señales de excitación para la reproducción del campo acústico deseado en el interior del ámbito de los oyentes para los altavoces según el procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11;
- 40 b) definición de segundas señales de excitación para la reproducción del campo acústico deseado en el interior de la zona abarcada por los altavoces;
- c) excitación de los altavoces con las señales invertidas en el tiempo;
- d) superposición con fase invertida de las señales de excitación según el paso c) con señales de excitación para los altavoces según el paso b).
- 45 14. Procedimiento según la reivindicación 13, en el que el paso b) tiene lugar por medio de una síntesis del campo de ondas o de "near-field compensated higher-order Ambisonics".

Fig. 1

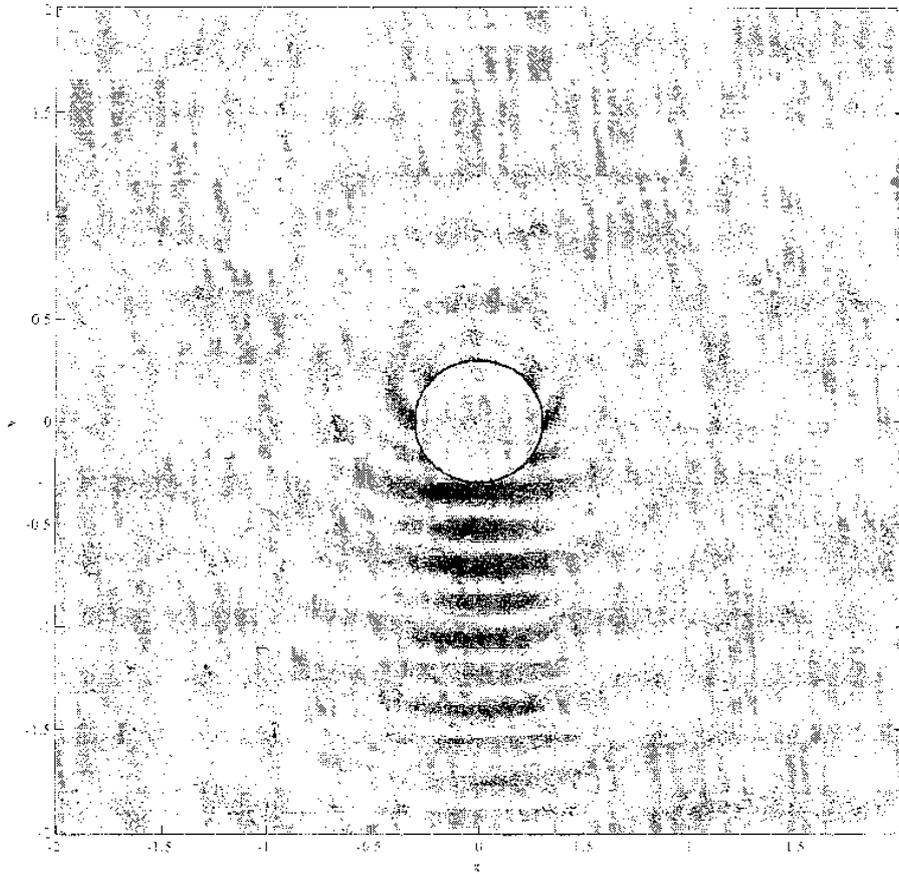


Fig. 2

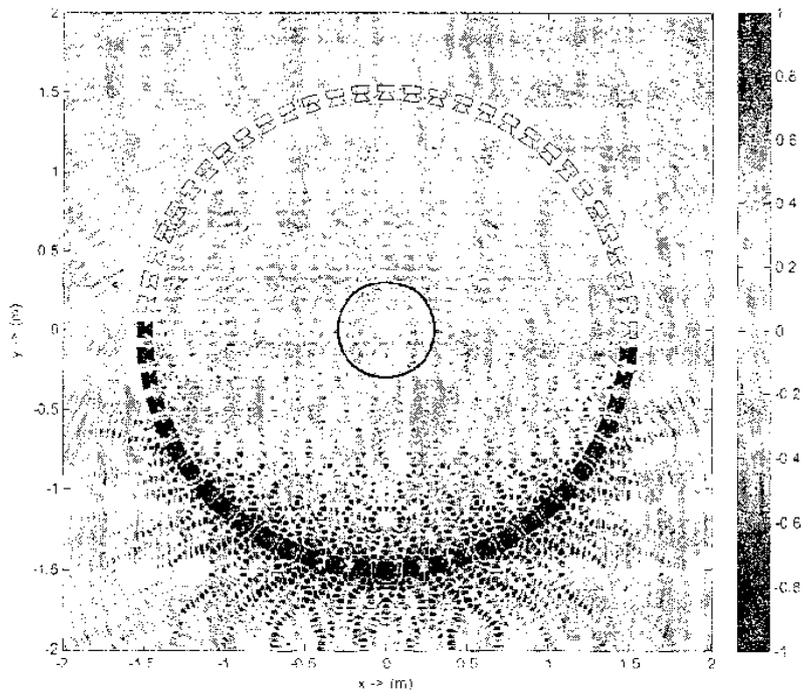
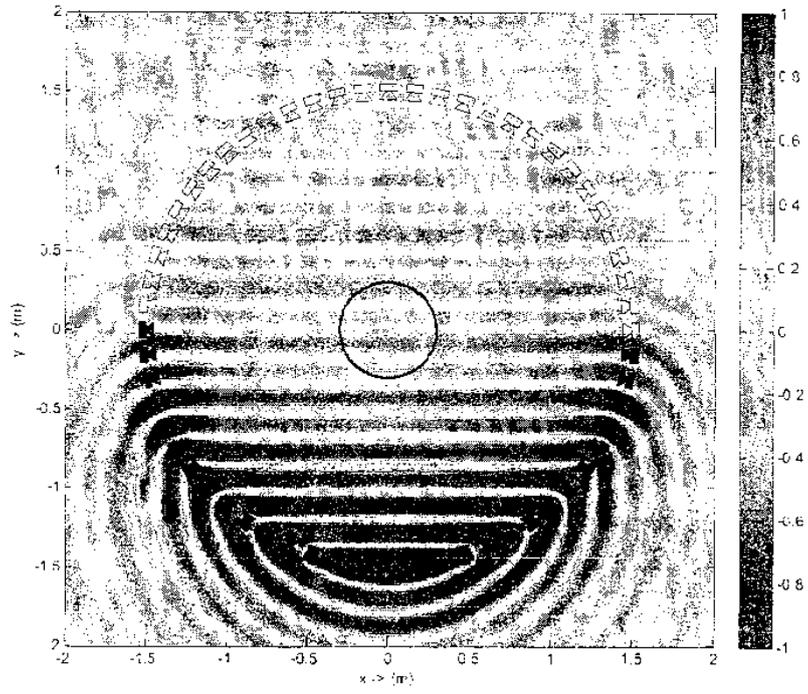


Fig. 3

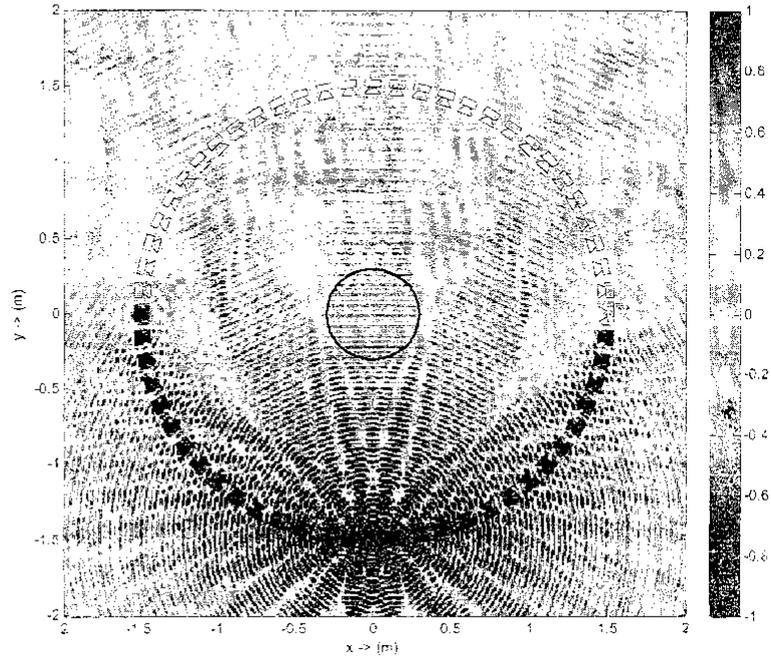
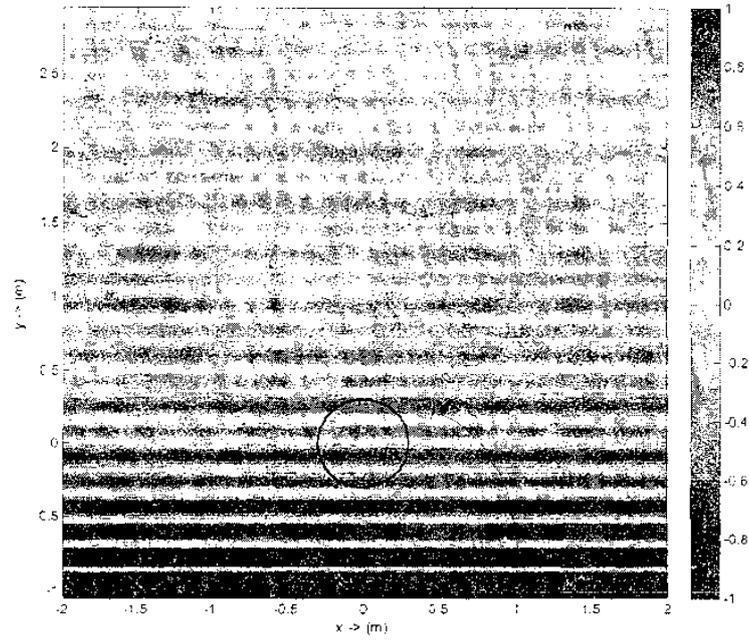


Fig. 4

(a)



(b)

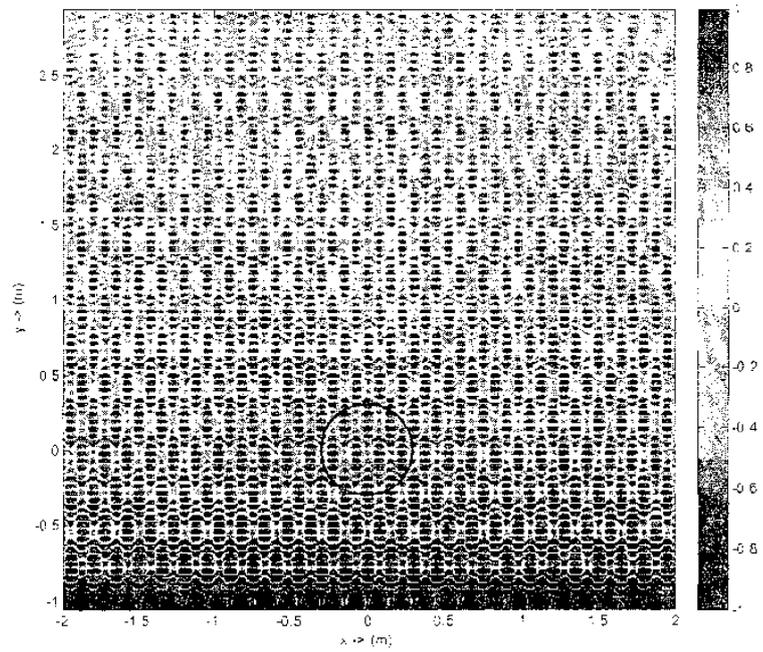


Fig. 5

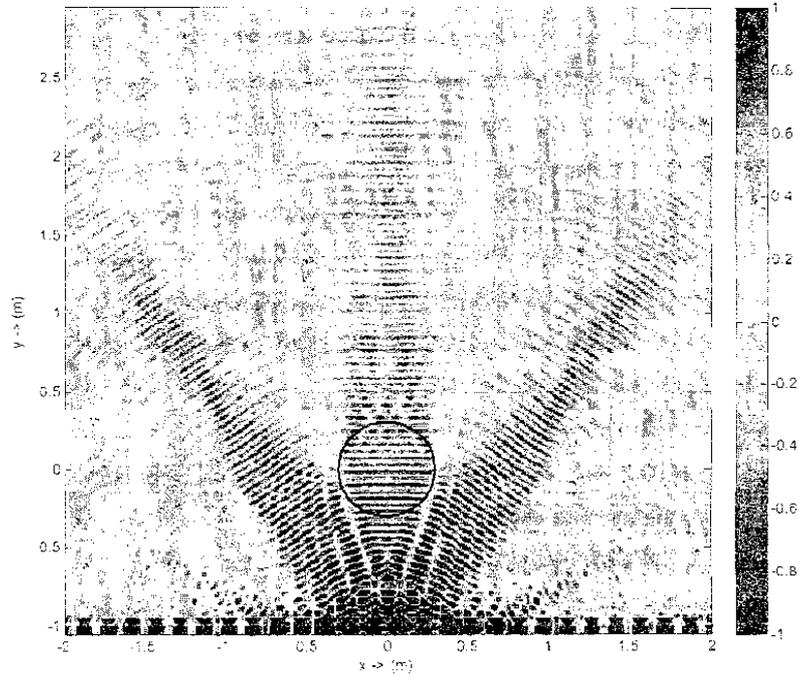


Fig. 6

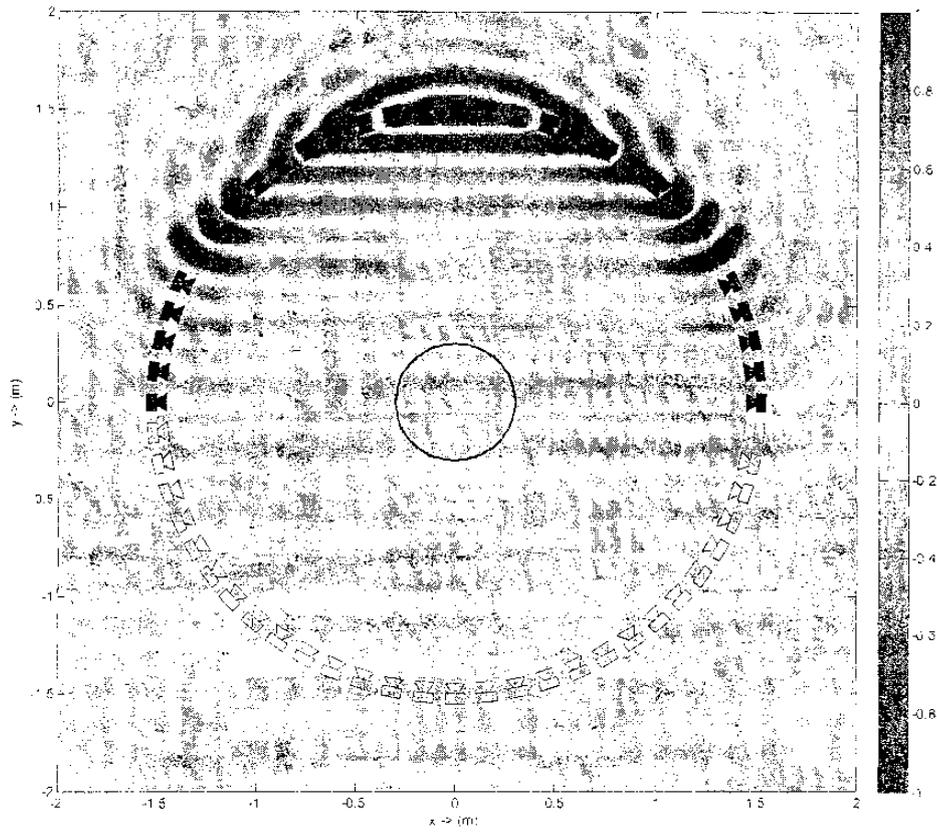


Fig. 7

