

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad
Intelectual
Oficina internacional



(43) Fecha de publicación internacional
30 de Mayo de 2003 (30.05.2003)

PCT

(10) Número de Publicación Internacional
WO 03/044770 A1

(51) Clasificación Internacional de Patentes⁷: **G10K 9/12**,
11/02, B06B 1/02

CIENTÍFICAS [ES/ES]; C/Serrano, 117, E-28006 Madrid (ES).

(21) Número de la solicitud internacional: PCT/ES02/00547

(72) Inventores; e

(22) Fecha de presentación internacional:

20 de Noviembre de 2002 (20.11.2002)

(75) Inventores/Solicitantes (para US solamente): **RO-**

(25) Idioma de presentación:

español

(26) Idioma de publicación:

español

(30) Datos relativos a la prioridad:

P 0102610

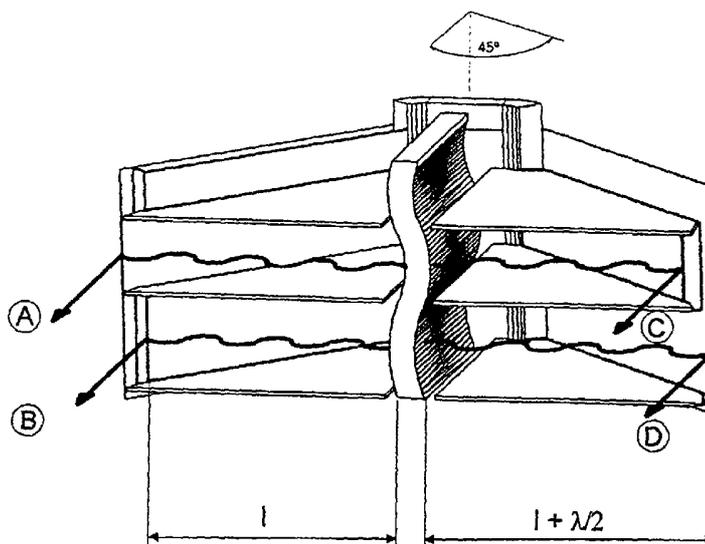
23 de Noviembre de 2001 (23.11.2001) ES

DRÍGUEZ CORRAL, Germán [ES/ES]; Insto. Acústica, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, C/ Serrano, 144, E-28006 Madrid (ES). **GALLEGO JUÁREZ, Juan, Antonio** [ES/ES]; Insto. Acústica, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, C/ Serrano, 144, E-28006 Madrid (ES). **VÁZQUEZ MARTÍNEZ, Fernando** [ES/ES]; Insto. Acústica, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, C/ Serrano, 144, E-28006 Madrid (ES). **CAMPOS POZUELO, M^a, Cleofe** [ES/ES]; Insto. Acústica, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, C/ Serrano, 144, E-28006 Madrid (ES). **RIERA FRANCO DE SARABIA, Enrique, Fernando** [ES/ES]; Insto. Acústica, Consejo Superior de Investigaciones

[Continúa en la página siguiente]

(54) Title: MACROSONIC EMITTER WITH VIBRATING PLATE COMPRISING INTERNODAL ZONE SEPARATORS AND REFLECTORS WHICH CAN BE USED TO OBTAIN DIRECTIONAL RADIATION IN FLUIDS

(54) Título: EMISOR MACROSÓNICO DE PLACA VIBRANTE, CON REFLECTORES Y SEPARADORES DE LAS ZONAS INTERNODALES PARA OBTENER RADIACIÓN DIRECTIVA EN FLUIDOS



(57) Abstract: The invention relates to a type of macrosonic radiator comprising: a flexurally-vibrating rectangular plate which is excited by a piezoelectric, magnetostrictive or other type of vibrator; and an auxiliary structure consisting of separators and reflectors which are used to phase the acoustic radiation emitted by the different internodal sectors and by both faces of the vibrating plate, thereby producing a directional emission. In this way, a highly mechano-acoustic-efficient directional acoustic emitter is produced with a high power capacity (depending on the dimensions of the plate). Said type of design is suitable for air emission within a frequency range of 0 to 20 kHz and for water emission within a range of 0 to 100 kHz, where the stepped vibrating plate emitters pose difficulties as a result of the increased size of step $\lambda/2$ required.

[Continúa en la página siguiente]



WO 03/044770 A1



Científicas, C/ Serrano, 144, E-28006 Madrid (ES). **ACOSTA APARICIO, Victor, Manuel** [ES/ES]; Insto. Acústica, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, C/ Serrano, 144, E-28006 Madrid (ES). **ANDRÉS GALLEGOS, Eduardo** [ES/ES]; Insto. Acústica, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, C/ Serrano, 144, E-28006 Madrid (ES).

(74) Mandatario: REPRESA SÁNCHEZ, Domingo; Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Oficina de Transferencia de Tecnología, C/Serrano, 113 - 2ª planta, E-28006 Madrid (ES).

(81) Estados designados (nacional): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK,

MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Estados designados (regional): patente ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), patente euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), patente europea (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), patente OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publicada:

— con informe de búsqueda internacional

Para códigos de dos letras y otras abreviaturas, véase la sección "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" que aparece al principio de cada número regular de la Gaceta del PCT.

(57) Resumen: Tipo de radiador macrosónico constituido por una placa rectangular que vibra flexionalmente excitada por un vibrador, piezoeléctrico, magnetostríctivo o de otro tipo y una estructura anexa, formada por separadores y reflectores, que sirven para poner en fase la radiación acústica emitida por los diferentes sectores internodales y por ambas caras de la placa vibrante, logrando una emisión direccional. Así se consigue un emisor acústico direccional, con alta capacidad de potencia (depende de las dimensiones de la placa), y alta eficiencia mecano-acústica. Este tipo de diseño es adecuado para emisión en aire en un rango de frecuencias de 0-20 kHz y para emisión en agua de 0-100 kHz, donde los emisores con placa vibrante escalonada presentan dificultades por el elevado espesor del escalón $\lambda/2$ que se requeriría.

TITULO**EMISOR MACROSÓNICO DE PLACA VIBRANTE, CON REFLECTORES Y SEPARADORES DE LAS ZONAS INTERNODALES PARA OBTENER RADIACIÓN DIRECTIVA EN FLUIDOS.**

5

El objeto de esta patente es un nuevo tipo de radiador macrosónico constituido básicamente por una placa rectangular que vibra flexionalmente excitada por un vibrador, piezoeléctrico, magnetostrictivo o de otro tipo y una estructura anexa, formada por separadores y reflectores, que sirven para poner en fase la radiación acústica emitida por los diferentes sectores internodales y por ambas caras de la mencionada placa vibrante, logrando una emisión direccional.

Con esto se consigue un emisor acústico direccional, con alta capacidad de potencia (depende de las dimensiones de la placa), y alta eficiencia mecano-acústica. Este tipo de diseño es especialmente adecuado para emisión en aire en un rango de frecuencias de 0-20 kHz y para emisión en agua de 0-100kHz, donde los emisores con placa vibrante escalonada presentan dificultades por el elevado espesor del escalón $\lambda/2$ que se requeriría.

MEMORIA DESCRIPTIVA

Objeto de esta solicitud de patente es un nuevo tipo de emisor acústico, con placa vibrante y una estructura de reflectores y separadores, con la que se consigue una direccionalidad en la emisión en fluidos.

Este emisor básicamente consiste en una placa vibrando a flexión, excitada por un vibrador piezoeléctrico, magnetostrictivo o de otro tipo. En una placa vibrando en sus modos flexionales las zonas internodales se mueven alternativamente en contrafase. Asimismo las emisiones por ambas caras de un mismo sector internodal están en contrafase. Por lo tanto en un radiador flexional plano la distribución espacial de la emisión resulta, en general, escasamente direccional a causa de las diferencias de fase.

Una de las soluciones encontradas para obtener emisión direccional a partir de una placa vibrando a flexión fue mediante radiadores de perfil discontinuo escalonado. [1, 2]. Dicho perfil se obtiene desplazando alternativamente en una distancia $\lambda/2$ (λ =longitud de onda de la emisión en el fluido las zonas internodales que se mueven en

30

contrafase. Con esto se consigue una radiación direccional, similar a pistón teórico. Sin embargo para bajas frecuencias la altura del escalón que se requiere resulta grande y la construcción de estos radiadores es prácticamente inviable. Así por ejemplo para 2kHz en aire $\lambda/2 = 80\text{mm}$ y por tanto para construir una placa biescalonada por ambas caras, se requeriría una plancha de cerca de 200 mm de espesor, lo cual no es viable técnica ni económicamente.

Otra solución abordada para obtener emisión directiva en agua mediante placa vibrante, ha sido separar las diferentes zonas internodales y rellenar las alternativamente con un líquido de impedancia acústica ($Z = \rho c$, ρ densidad, c velocidad de propagación) similar a la del agua pero con velocidad de propagación aproximadamente la mitad. Con esto se conseguía variar el camino acústico y poner en fase las diferentes zonas de la cara radiante.

Otra forma para variar el camino acústico con radiadores circulares vibrando a flexión hasta poner en fase la emisión de todas las zonas del radiador fue mediante guías de ondas helicoidales [3].

La presente invención se refiere a un emisor acústico para fluidos y medios multifásicos (fluidos con partículas, gotas o burbujas). Este emisor emplea una placa rectangular plana vibrando a flexión en uno de sus modos propios con líneas nodales paralelas o casi paralelas a uno de sus lados, ancho y largo. Para poner en fase la emisión proveniente de los diferentes sectores internodales, así como la emisión de ambas caras de la placa, se emplea una estructura, anexa a la placa, formada por separadores y reflectores. En esta estructura, cada zona internodal es separada de las vecinas mediante laminas separadoras que son perpendiculares a la superficie de la placa radiante y van colocadas siguiendo las líneas nodales pero sin tocar la placa. Estas láminas constituyen una especie de canales que se cierran con reflectores que forman un ángulo de 45° con la superficie de la placa y están situados a una distancia tal que difiere en $\lambda/2$ entre las zonas que vibran o radian en contrafase. Hay que subrayar que al aprovechar la radiación de ambas caras de la placa, cada sector de la misma radia en contrafase por ambas caras. De esta forma la radiación emitida por la placa y reflejada por los reflectores emerge en fase sobre una superficie perpendicular a la placa. El conjunto de la estructura con compartimento y reflectores se presenta en la Fig. 1a y en Fig. 1b.

En la Fig. 1a se presenta un esquema de prototipo de emisor acústico de placa vibrante con una placa rectangular (1), estructura con separadores (2), reflectores (3) y vibrador electromecánico (4) que lleva un alargador resonante a media longitud de onda.

En la Fig. 1b se presenta un esquema con la puesta en fase de la emisión de las diferentes zonas internodales de la placa vibrando.

En este esquema:

- Emisiones **A** y **D** parten en fase, se reflejan y continúan en fase entre sí.
- Emisiones **B** y **C** parten en fase, se reflejan y continúan en fase entre sí
- Emisiones **A** y **D** parten en contrafase con **B** y **C**, pero las 4 emisiones **A**, **B**, **C**, **D** se ponen en fase debido a que **A** y **D** recorren un camino " $l+\lambda/2$ " y antes de reflejarse, mientras que **B** y **C** recorren un camino " l ".

Los fundamentos que caracterizan el nuevo diseño se pueden aplicar a placas vibrantes rectangulares o cuadradas de cualquier tamaño con cualquier número de líneas nodales paralelas al largo o ancho de la placa y para cualquier frecuencia.

15 Siguiendo este procedimiento se ha construido un prototipo con placa rectangular plana de aluminio de 400x200x25mm resonando a flexión en un modo con 6 líneas nodales "casi" paralelas al ancho, a una frecuencia $F=9,7$ kHz.

Con estos datos y teniendo en cuenta que $\lambda/2$ resulta ser 1,75 cm se construyó la estructura con láminas separadoras de las zonas internodales y los reflectores de acuerdo a su posición en el interior o exterior de la estructura. La placa va pilotada en su centro por un vibrador, constituido por un sandwich piezoeléctrico, un amplificador mecánico y un alargador constituido por una barra de longitud resonante a media longitud de onda. Este último es necesario para conectarse a la placa a través del reflector.

25 El efecto de direccionalidad en la energía acústica emitida se aprecia claramente si se compara el diagrama de directividad del nuevo radiador (Fig. 2a) con el de un pistón teórico equivalente (con las mismas dimensiones) (Fig. 2b) y con el de la placa plana sin la estructura de separadores y reflectores objeto de la patente (fig. 2c).

Referencias

1. J.A. Gallego Juárez, G. Rodriguez Corral, J.L. San Emeterio Prieto, F. Montoya Vitini, "Equipo electroacústico para la generación de altas intensidades sónicas y ultrasónicas en gases e interfases", Patente española nº 8903371, 1989
- 5 2. J. A. Gallego Juárez, G. Rodriguez-Corral, J.L. San Emeterio Prieto, F. Montoya Vitini, "Electroacoustic unit for generating high sonic and ultrasonic intensities in gases and interphases", Patente U.S.A., nº publicación 5,299,175, 29 Marzo 1994.
3. J.A. Gallego Juárez, F. Montero Espinosa, A. Barone, "Transductor para la
10 generación en medios líquidos de haces sónicos y ultrasónicos con elevado índice de directividad", Patente nº 517387, España, 1982

REIVINDICACIONES

- 1) “Emisor macrosónico con placa vibrante, reflectores y separadores de las zonas internodales, para obtener emisión directiva en fluidos” caracterizado por estar constituido por un radiador en forma de placa plana rectangular (1), que vibra a flexión en uno de sus modos propios con líneas nodales paralelas o casi paralelas a uno de sus lados. La placa va montada en una estructura con separadores (2) y reflectores (3) de las zonas internodales. Los separadores son láminas planas perpendiculares a la superficie de la placa, colocadas según las líneas nodales pero sin tocar la placa. Los reflectores (3) están constituidos por láminas planas formando 45° con la superficie de la placa y a una distancia tal que la diferencia de distancias entre la placa y dos reflectores correspondientes a zonas que vibran o radian en contrafase es de media longitud de onda de la radiación en el medio.
- 2) Emisor macrosónico según reivindicación 1 caracterizado además porque la estructura de separadores y reflectores cubre ambas caras de la placa vibrante.
- 3) Emisor macrosónico según reivindicaciones anteriores caracterizado además porque la placa vibrante va pilotada por un vibrador electromecánico que lleva un alargador resonante a media longitud de onda de la frecuencia de trabajo.
- 4) Emisor macrosónico según reivindicaciones anteriores caracterizado además porque su modo de resonancia puede tener cualquier número de líneas nodales paralelas o “casi” paralelas a uno de sus lados. El tamaño de la placa puede ser cualquiera, de acuerdo a la capacidad de potencia requerida, la frecuencia puede ser cualquiera de acuerdo al diseño, aunque presenta mayores ventajas a frecuencias menores de 10kHz.

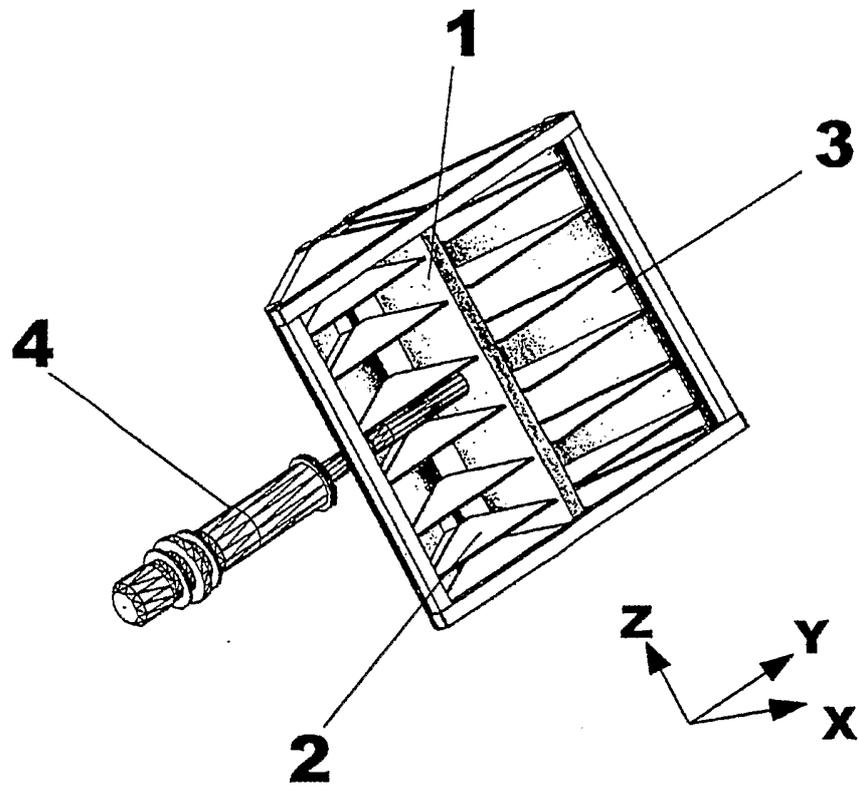


Fig. 1a

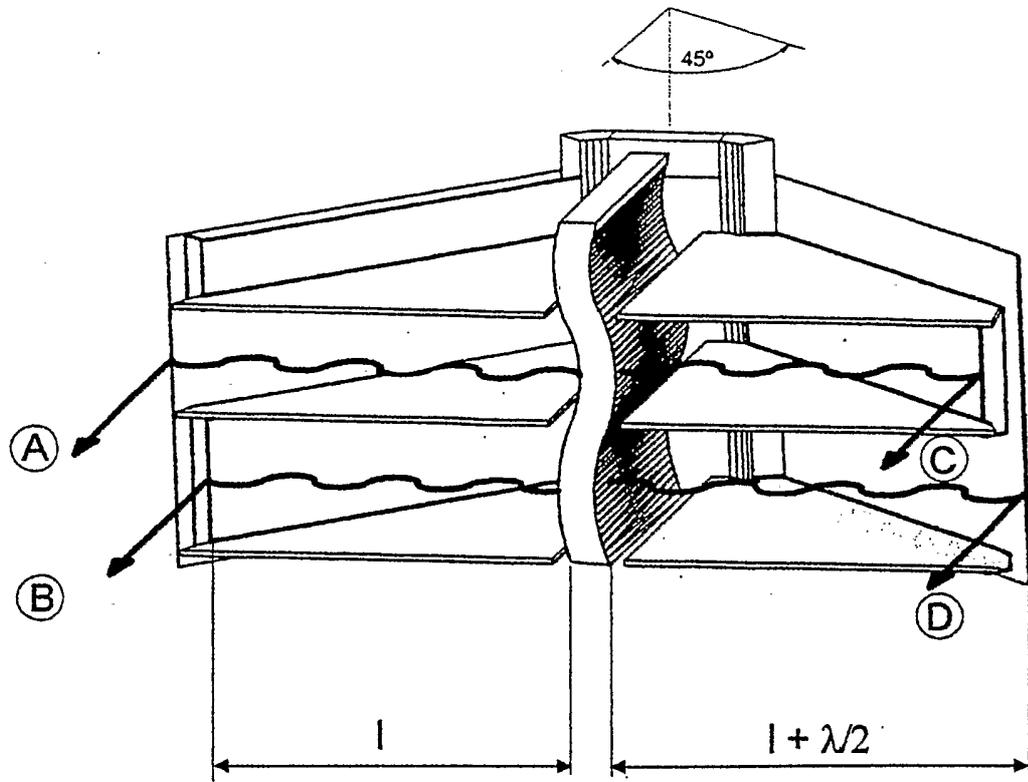


Fig. 1b

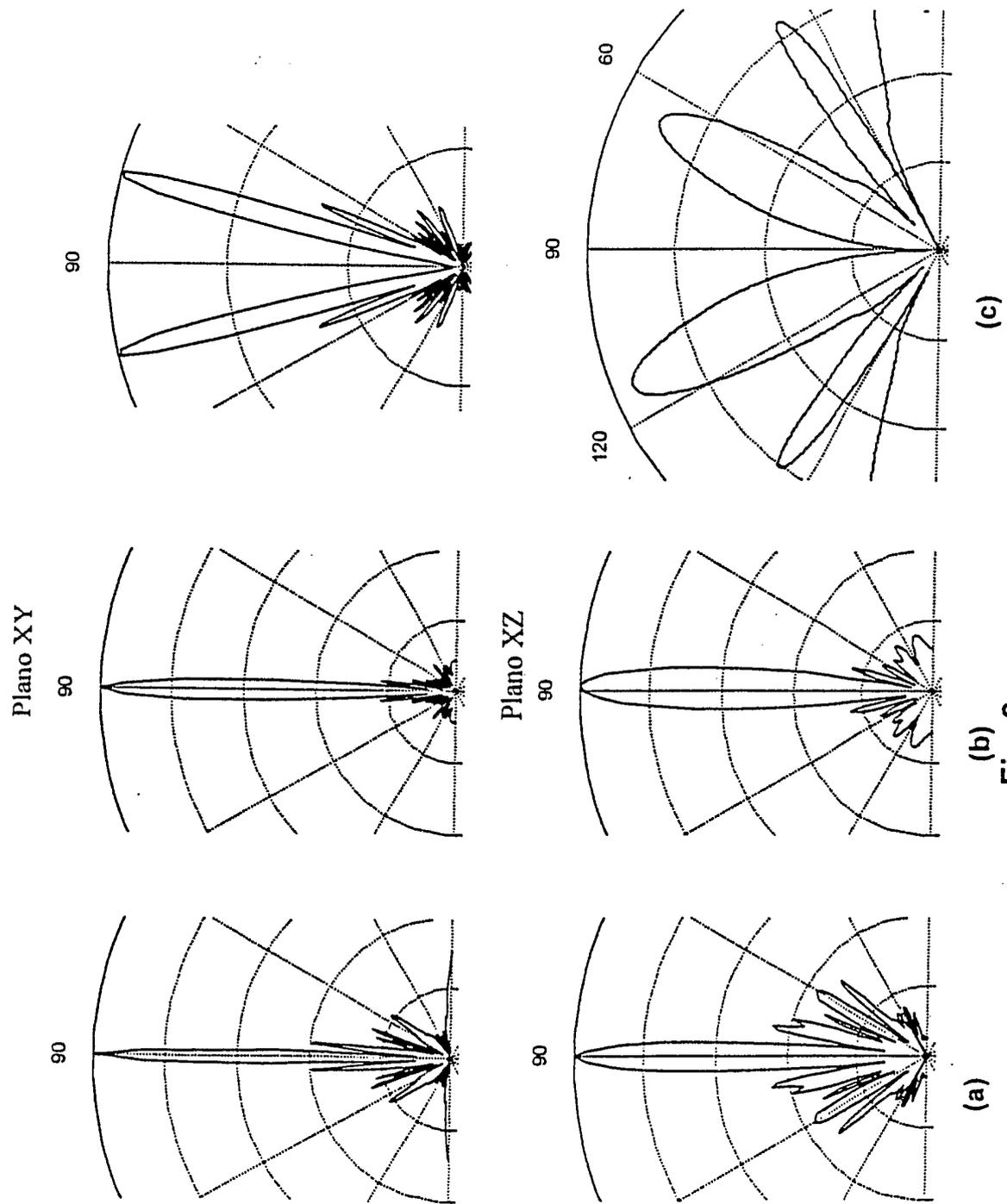


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/ES/02/00547

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
IPC ⁷ G10K 9/12, 11/02, B06B 1/02		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
IPC ⁷ G10K 9/00, 11/00, B06B 1/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
EPODOC, WPI, PAJ, CIBEPAT		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6081064 A (PFEIFFER et al.) 27.06.2000, see the whole document.	1-4
A	US 4768615 A (STEINEBRUNNER et al.) 06.09.1988, see the whole document.	1-4
A	US 4333028 A (PANTON) 01.06.1982, see the whole document.	1-4
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
17 February 2003 (17.02.03)		21 February 2003 (21.02.03)
Name and mailing address of the ISA/ SPTO		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/ES/02/00547

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6081064 A	27.06.2000	EP 927987 A	07.07.1999
		DE19758243 A	15.07.1999
		JP 11262087 A	24.09.1999
		JP 3062170B2 B	10.07.2000
US 4768615 A	06.09.1988	DE 3602351 A	11.12.1986
		SE 8700306 A	28.07.1987
		FR 2593660 AB	31.07.1987
		AU 6783787 A	06.08.1987
		GB 2186465 AB	12.08.1987
		NL 8700177 A	17.08.1987
		ZA 8700461 A	26.08.1987
		JP 62230200 A	08.10.1987
		AU 577721 B	29.09.1988
		IT 1202427 B	09.02.1989
		CA 1278369 A	27.12.1990
SE 465748 BC	21.10.1991		
US 4333028 A	01.06.1982	AU 6823881 A	29.10.1981
		EP 0039986 AB	18.11.1981
		JP 56165497 A	19.12.1981
		ZA 8100876 A	24.02.1982
		CA 1136257 A	23.11.1982
		AT 2981 T	15.04.1983
		DE 3160140 D	11.05.1983
		AU 532596 B	06.10.1983
MX149462 A	08.11.1983		

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional nº
PCT/ES/02/00547

A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD CIP ⁷ G10K 9/12, 11/02, B06B 1/02 De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y la CIP.		
B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA Documentación mínima consultada (sistema de clasificación, seguido de los símbolos de clasificación) CIP ⁷ G10K 9/00, 11/00, B06B 1/00 Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda		
Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda internacional (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados) EPODOC, WPI, PAJ, CIBEPAT		
C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES		
Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las Reivindicaciones.
A	US 6081064 A (PFEIFFER et al.) 27.06.2000, todo el documento.	1-4
A	US 4768615 A (STEINEBRUNNER et al.) 06.09.1988, todo el documento.	1-4
A	US 4333028 A (PANTON) 01.06.1982, todo el documento.	1-4
<input type="checkbox"/> En la continuación del recuadro C se relacionan otros documentos <input checked="" type="checkbox"/> Los documentos de familia de patentes se indican en el anexo		
* Categorías especiales de documentos citados: "A" Documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante. "E" solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior. "L" documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada). "O" documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio. "P" documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada. "T" documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención. "X" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado. "Y" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia. "&" documento que forma parte de la misma familia de patentes.		
Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional: 17 de febrero de 2003		Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional 21 FEB 2003 21. 02. 03
Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional O.E.P.M. C/Panamá 1, 28071 Madrid, España. nº de fax +34 91 3495304		Funcionario autorizado: Manuel Fluvià Rodríguez nº de teléfono + 34 91 3495386

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Información relativa a miembros de familias de patentes

Solicitud internacional nº

PCT/ES/02/00547

Documento de patente citado En el informe de búsqueda	Fecha de Publicación	Miembro(s) de la familia de patentes	Fecha de Publicación
US 6081064 A	27.06.2000	EP 927987 A	07.07.1999
		DE19758243 A	15.07.1999
		JP 11262087 A	24.09.1999
		JP 3062170B2 B	10.07.2000
US 4768615 A	06.09.1988	DE 3602351 A	11.12.1986
		SE 8700306 A	28.07.1987
		FR 2593660 AB	31.07.1987
		AU 6783787 A	06.08.1987
		GB 2186465 AB	12.08.1987
		NL 8700177 A	17.08.1987
		ZA 8700461 A	26.08.1987
		JP 62230200 A	08.10.1987
		AU 577721 B	29.09.1988
		IT 1202427 B	09.02.1989
		CA 1278369 A	27.12.1990
		SE 465748 BC	21.10.1991
US 4333028 A	01.06.1982	AU 6823881 A	29.10.1981
		EP 0039986 AB	18.11.1981
		JP 56165497 A	19.12.1981
		ZA 8100876 A	24.02.1982
		CA 1136257 A	23.11.1982
		AT 2981 T	15.04.1983
		DE 3160140 D	11.05.1983
		AU 532596 B	06.10.1983
MX149462 A	08.11.1983		