



ESPAÑA

19	ES	11	NUMERO	10	A 1
		21	448.690		
		22	FECHA DE PRESENTACION		
			9-7-76		

**PATENTE DE INVENCION**

30	PRIORIDADES:	32	FECHA	33	PAIS
	31	NUMERO			
		Ser. No. 584.765	9 de Junio de 1.975		EE.UU. de América.

47	FECHA DE PUBLICIDAD	51	CLASIFICACION INTERNACIONAL	62	PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
			H03H		

54	TITULO DE LA INVENCION
	PERFECCIONAMIENTOS EN DISPOSITIVOS DE ONDAS ACUSTICAS.

71	SOLICITANTE (S)
	WESTERN ELECTRIC COMPANY INCORPORATED.

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
195 Broadway, New York 10007, Estados Unidos de América.

75	INVENTOR (ES)
	RONALD VERNON SCHMIDT.

76	TITULAR (ES)

77	REPRESENTANTE
	D. JAIME GOMEZ-ACEBO y MODET.

Este invento se refiere a dispositivos de ondas superficiales acústicas que emplean rejillas reflectoras.

Los filtros de ondas superficiales acústicas parecen tener una mayor demanda en aplicaciones comerciales como son los circuitos de televisión comerciales. Por ejemplo, un filtro para dicha aplicación emplea normalmente una región de un cristal dieléctrico en el cual se impone un patrón prácticamente periódico de perturbaciones de velocidad, normalmente por medio de tiras metálicas sobre la superficie del cristal ó mordentando por haz iónico depresiones en la superficie del cristal según el patrón prácticamente periódico deseado. Se obtiene una anchura de banda más amplia que la que se puede obtener de una separación uniforme en el filtro habilitando una variación reproducible elegida en la separación de las tiras metálicas ó otras tiras de carga superficial. (Para obtener una descripción de dichos dispositivos vease, por ejemplo, el artículo descrito por R.C. Williamson y H.I. Smith, titulado "The Use of Surface-Elastic-Wave Reflective Gratings in Large Time-Bandwidth Pulse-Compression Filters", (Uso de Rejillas Reflectoras de Ondas Elásticas Superficiales en Filtros Grandes de Compresión de Impulsos de Anchura de Banda de Tiempo), publicado en Abril de 1.973, en la edición de IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, volumen MTT-21, número 4, página 195-205).

Cada una de las técnicas de la tecnología anterior para formar una rejilla reflectora tiene un importante inconveniente.

Por ejemplo, la rejilla que comprende una pluralidad de películas delgadas metálicas colocadas a lo largo de la superficie del cristal tiende a soltarse. El mordentado por haz iónico, por otro lado, exige un proceso de fabricación relativamente complejo. Asimismo, según se verá en el artículo citado, el mordentado por haz iónico puede depositar una película metálica delgada -

cuasicontinua sobre el cristal altamente atenuadora de las ondas  
superficiales, y por lo tanto, se debe eliminar en otra fase adic-  
cional de ataque químico.

5 Estos inconvenientes y limitaciones propios de la tecnolo-  
gía anterior de los dispositivos de ondas superficiales acústicas  
se reducen en una rejilla reflectora producida por la difusión de  
metales como son el titánio, níquel y cromo en cristales de mate-  
riales como son el niobato de litio y tantalato de litio.

10 En general se cree que la introducción de un metal en la  
masa de un cristal ferroeléctrico aumentaría la pérdida acústica  
general en mayor grado que en las rejillas de películas delgadas  
de la tecnología anterior. Además, no se sabía si el metal podría  
ejercer algún efecto sensible sobre la velocidad de las ondas acús-  
ticas ó verdaderamente, cual sería el sentido de cualquier efecto.  
15 No obstante, se ha descubierto que la difusión de metales como el  
titanio, níquel y el cromo en cristales de niobato de litio y tan-  
talato de litio no aumenta sensiblemente la pérdida acústica y, -  
además produce un aumento apreciable en la velocidad de las ondas  
acústicas. Por consiguiente, se pueden emplear convenientemente -  
20 técnicas de difusión en la fabricación de dispositivos de ondas su-  
perficiales acústicas.

Una característica del invento se refiere a la aplicación  
de este descubrimiento para proporcionar regiones de velocidad de  
ondas acústicas uniformemente mayores respecto a un canal sin di-  
fundir produciendo de este modo una guía de ondas acústicas. Otras  
25 características secundarias se refieren a formas fibrosas y planas  
de esta característica.

Otra característica del invento se refiere al empleo de un  
patrón periódico ó virtualmente periódico de regiones de mayor ve-  
30 locidad de ondas acústicas para producir un filtro acústico de an-

chura de banda elegida y bande de paso ó banda de interrupción elegida.

También se pueden conseguir filtros de resonadores acústicos con pares de reflectores de rejilla según el invento.

5 Las ventajas y detalles se haran evidentes en el transcurso de la descripción que a título de ejemplo, se realiza con relación a los dibujos adjuntos en los que:

10 La figura 1 es una ilustración parcialmente ilustrativa y parcialmente esquemática de conjuntos de un filtro de caída de canal que sirve de ejemplo del empleo del invento.

La figura 2 es una vista parcialmente ilustrativa y parcialmente en esquema de conjuntos de una modalidad de filtro de entalla del invento empleado igualmente en un sistema de comunicaciones.

15 La figura 3 es una vista parcialmente pictórica y parcialmente en esquema de conjuntos de una modalidad de guía de ondas acústicas prácticamente planas del invento; y

20 La figura 4 ilustra una modificación de la modalidad de la figura 3, para una configuración de guía de ondas acústicas de fibra.

La figura 1 ilustra el empleo de un filtro de ondas acústicas para separar un canal de una pluralidad de canales multiplexados en frecuencia en un sistema de comunicaciones que comprende un transmisor 11, un medio de transmisión 12 y un receptor 13.

25 Un filtro 14, situado en el receptor 13, comprende un cristal dieléctrico 16 de niobato de litio de corte en Y y propagación en Z situado entre las etapas de entrada del receptor 33 y el detector de canales simples del receptor 13. El filtro 14 comprende también un transductor de entrada de electrodo interdigital 18, y  
30 un transductor de salida similar 29. Entre los transductores de en

trada y de salida, el cristal lo comprende un patrón periódico 22 de tiras producidas difundiendo metal desde la superficie del cristal 16 al interior de su masa una distancia sensible, pero normalmente menor que la longitud de las ondas acústicas.

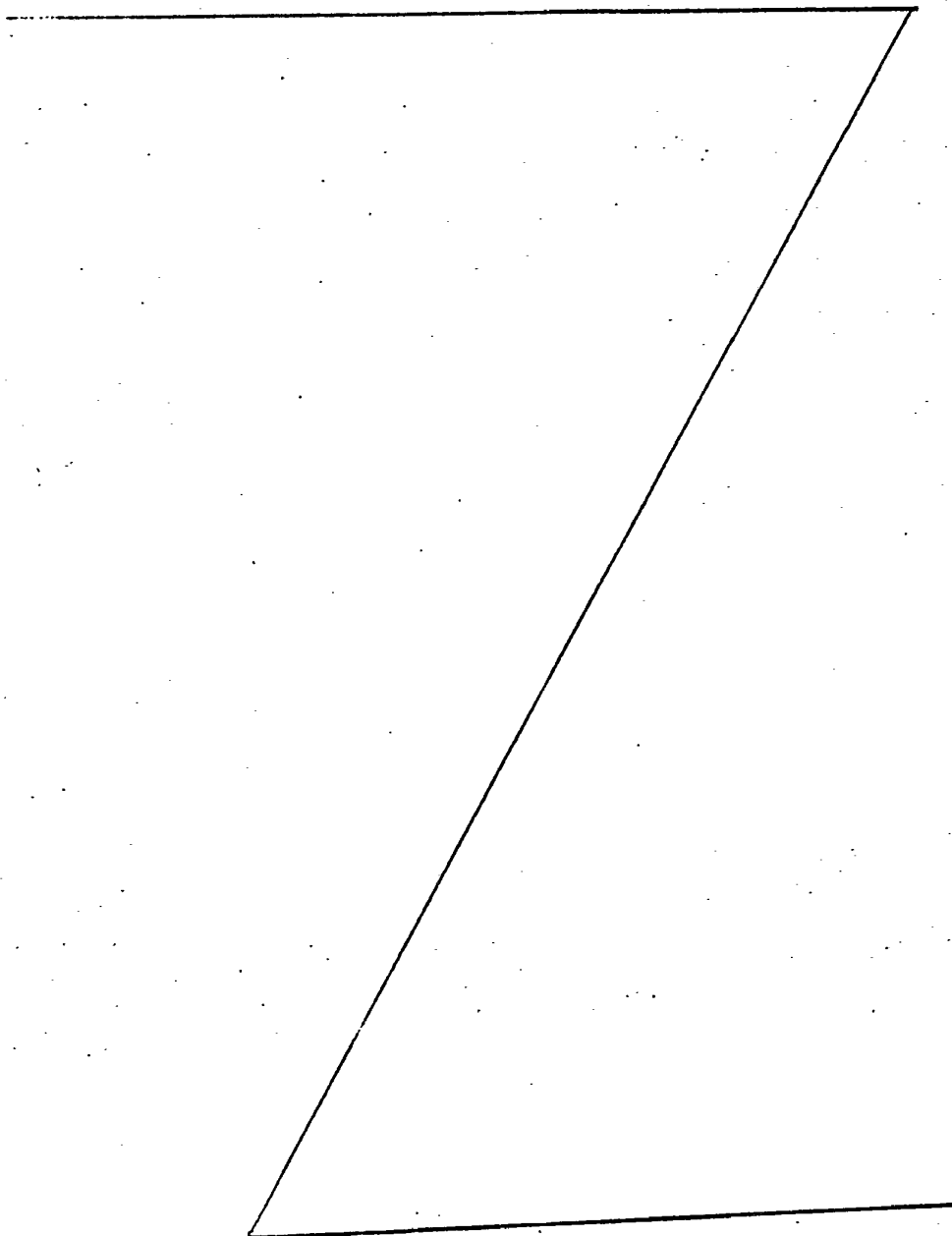
5           Para producir dicha tira ó franja en el patrón 22, donde la onda acústica experimenta una velocidad acústica sensiblemente aumentada, se difunde un metal como puede ser el titanio (Ti). A título ilustrativo, para conseguir esta difusión se emplea una técnica 10 fotolitográfica. Específicamente, mediante dichas técnicas se depositan primero tiras ó franjas de metal de espesor  $\lambda$  sobre la superficie del cristal. El cristal se coloca entonces en una atmósfera inerte, normalmente argón, y se calienta a una temperatura  $T$  durante un periodo de tiempo  $t$ . Después del tiempo  $t$ , la atmósfera se cambia a oxígeno fluido para reponer cualquier oxígeno que hubiera 15 perdido el cristal durante la difusión, y se deja que se enfríe el cristal. El metal se difunde a una profundidad efectiva dada por:

$$b = (4Dt)^{1/2} \quad (1)$$

20           donde  $D$  es la constante de difusión. El perfil exacto de la difusión depende notablemente de los parámetros de difusión  $\lambda, t, T$ . Los parámetros normales del trabajo expuesto en la presente memoria son:  $\lambda = 1000 \text{ \AA}$ ,  $t = 30$  horas y  $T = 1000^\circ\text{C}$ . Las regiones difundidas con Ni y Cr son de color amarillo pálido y verde pálido, respectivamente, mientras que las regiones difundidas con Ti son transparentes. No obstante, estas propiedades ópticas no parecen guardar 25 ninguna relación sensible con las propiedades acústicas de los materiales difundidos de este modo.

30           Para determinar el cambio de velocidad acústica inducido por difusión del metal, se ha medido la velocidad de ondas superficiales acústicas en una región difundida con metal con relación a

la velocidad de las ondas superficiales acústicas sin perturbar sobre el mismo cristal. Estas mediciones se realizaron evaporando patrones metálicos de Ni, Cr y Ti de longitud conocidas sobre la superficie de cristales de  $\text{LiNbO}_3$  de corte en Y y propagación en Z. Las películas metálicas se difundieron en el cristal en las condiciones descritas en la tabla 1.



METAL	$T_0$ (A)	T (°C)	b ( $\mu\text{m}$ )	$N_{\text{Dir}}/N_{\text{Nb}}$	$A_{V_p/V}$ 80 MHz	$A_{V_g/V}$ 60 MHz	$A_{V_p/V}$ 412 MHz	$A_{V_g/V}$ 412 MHz
Ti	1.000	1.000	3	0,050	0,0030	0,0015	0,0115	0,0129
Ti	1.500	1.000	3	0,075	0,0029	0,002	0,0138	0,0144
Ni	1.000	1.000	100	0,0048	0,0043	0,0047	0,0047	0,0047
Cz	500	1.075	-	-	0,0039	0,0047	0,0075	0,0085
Cz	800	1.075	-	-	0,0045	0,0059	0,0104	0,0110

<u>METAL</u>	<u>T<sub>0</sub></u> (A)	<u>T</u> (°C)	<u>b</u> (um)	<u>N<sub>Dif</sub>/N<sub>Nb</sub></u>
Ti	1.000	1.000	3	0,050
Ti	1.500	1.000	3	0,075
Ni	1.000	1.000	100	0,0048
Cr	500	1.075	-	-
Cr	800	1.075	-	-

$A_{v_p/v}$ <u>80 Mhz</u>	$A_{v_g/v}$ <u>80 MHz</u>	$A_{v_p/v}$ <u>412 MHz</u>	$A_{v_g/v}$ <u>412 MHz</u>
0,0030	0,0015	0,0115	0,0129
0,0029	0,002	0,0138	0,0144
0,0043	0,0047	0,0047	0,0047
0,0039	0,0047	0,0075	0,0085
0,0045	0,0059	0,0104	0,0110

Varios de los parámetros de la tabla se han definido anteriormente, el resto son el cambio de velocidad de fase,  $\Delta v_p$ ; el cambio de velocidad de grupo  $\Delta v_g$ ; la proporción de átomos metálicos difundidos a átomos de niobio en la matriz;  $N_{Dif}/N_{Nb}$ ; y se midieron las frecuencias a las cuales cambia la velocidad. Entonces se fabricaron tres transductores idénticos equidistantes de 44 micrones de periodicidad sobre cada cristal de forma que la región de metal difundido estuviera comprendida completamente entre dos de los transductores. Excitando el transductor central y midiendo la diferencia de fase entre los dos transductores de salida, se obtuvieron la velocidad de fase,  $v_p$ , y la velocidad de grupo,  $v_g$ , de la región difundida con relación a la región sin difundir. Esta técnica es la misma que la que se ha descrito anteriormente con más detalle. Véase el artículo descrito por L.A. Coldren y R.V. Schmidt, Applied Physics Letters, volumen 23, página 482 (1.973). Estas mediciones se tomaron a la frecuencia fundamental del transductor, 81 MHz, y su quinta armónica 412 MHz. Los resultados se indican en la tabla I. La profundidad efectiva de la difusión de Ti,  $b = 3 \mu m$ , se determinó observando los modos de guía de onda ópticos. Véase el artículo escrito por R.V. Schmidt I.P. Kaminow, Applied Physics Letters, volumen 25, página 458 (1.974). La profundidad de la difusión de Ni,  $b = 100 \mu m$ , se calculó partiendo de la dependencia de la temperatura de la constante de difusión del Ni. Esta dependencia de la temperatura se determinó por distribuciones de perfil de difusión conocidas de adaptación de curvas a perfiles reales medidos por análisis con electrosonda. La profundidad de difusión de Cr, pero realmente no se difunde el Cr en  $LiNbO_3$  y  $b$  se cree que es  $\sim 1 \mu m$ .

Examinando la tabla I se puede observar que las regiones de Ti y Cr difundidos son dispersivas y producen un aumento de  $v_g$

locidad de onda superficiales de aproximadamente 1% a 412 MHz, don  
 de la longitud de la onda acústica es de 8,8  $\mu$ m. La región de Ni -  
 difundido muestra poca dispersión y un aumento de velocidad de -  
 ~ 0,5%. Esto era de esperar puesto que la profundidad de difusión  
 5 es mucho mayor que la longitud de onda acústica a ambas frecuencias  
 Por los datos suministrados en la tabla I se puede estimar en lí-  
 neas generales que para una concentración uniforme del 5% de áto-  
 mos de difusión a átomos de Nb la perturbación de la velocidad de  
 ondas superficiales acústicas,  $\Delta v/v$ , sería del 3% y del 5% para Ti  
 10 y Ni, respectivamente. Un cálculo más preciso de estas cifras exi-  
 giría conocimiento detallado de los perfiles de difusión y habría  
 de tenerse en consideración la naturaleza compleja de las tensio-  
 nes acústicas.

No se produjo una mayor pérdida fácilmente aparente en las  
 15 regiones difundidas si se compara con las regiones sin difundir -  
 en una longitud de propagación de un centímetro a frecuencias tan  
 elevadas, como 412MHz. Cualquier diferencia entre pérdidas de in-  
 serción con ondas viajeras a través de las regiones difundidas y sin  
 difundir, que eran del orden de 0,1 dB podrían tenerse en conside-  
 20 ración por ligeras diferencias en la eficacia de los transductores  
 de salida. A 412 MHz, la pérdida de propagación del  $\text{LiNbO}_3$ , es de  
 ~0,4 dB/cm y la pérdida por carga de aire es ~0,2 dB/m.

En el funcionamiento de la modalidad de la figura 1, el -  
 25 transmisor 11 es del tipo multiplexador de frecuencia que combina -  
 varios canales de frecuencias centrales  $f_1, f_2, \dots$  hasta  $f_n$  pa-  
 ra transmisión sobre una portadora común en un medio de transmisión  
 1.2, a título ilustrativo un cable coaxial, ó por onda de radio de  
 propagación libre, hasta el receptor 13, cuya salida es 13' donde  
 se separan los diversos canales de frecuencias centrales diferen-  
 30 tes.

Para dicho canal, el filtro de caída del canal 16 sirve -  
 para separar la onda modulada de frecuencia central  $f_1$  de los o-  
 tros componentes de la frecuencia de la señal multiplexada. Los -  
 transductores 18 y 29 funcionan, a título ilustrativo en el modo  
 5 normal de los transductores de ondas superficiales acústicas. El  
 patrón de reticulación periódica ó del tipo de franjas 22 se orien-  
 ta a 45 grados con respecto a la dirección de propagación de la -  
 onda acústica en el cristal 16, por lo que las reflexiones esen-  
 cialmente del tipo Bragg resultantes de las perturbaciones de la  
 10 velocidad acústica producidas por el patrón 22 se dirigen en ángu-  
 lo recto al trayecto incidente de la onda acústica al transductor  
 de salida 27, que es similar a los demás transductores. La resis-  
 tencia de la reflexión por incrementos de cada región difundida -  
 está directamente relacionada con el espesor  $Z$  del metal depositado  
 15 originalmente sobre la superficie antes de la difusión.

La onda modulada extractada, a la frecuencia central  $f_1$ ,  
 es interceptada por el detector de canal simple 15 que produce el  
 contenido de modulación deseado transmitido originalmente en di-  
 cho canal en su señal de salida. Las bandas de frecuencia restan-  
 20 tes a  $f_2 \dots \dots f_n$  se pueden transmitir en otros receptores simi-  
 lares RV.

El transmisor 11, medio 12, detector 15 y otros detalles  
 del receptor 13, que no se ilustran, son todos normales en la ra-  
 ma de las comunicaciones.

25 Para reducir un canal en el centro de anchura de banda de  
 frecuencia sustancial  $f_1$ , las tiras ó franjas del patrón 22 tienen  
 una variabilidad elegida de separación octogonal a su alargamiento  
 para proporcionar la anchura de banda deseada. La cantidad general  
 de reflexión a una frecuencia dada se puede controlar variando los  
 30 espesores iniciales de la tira ó franja metálica de un lado al o-

tro de la rejilla ó de los parámetros de difusión.

Como medio para obtener las mediciones de velocidad de fase, y probar la posibilidad de emplear perturbaciones de velocidad difundidas para reflectores de rejillas de ondas superficiales acústicas, si se compara con los dispositivos de la tecnología anterior se fabricaron dispositivos experimentales del tipo ilustrado en la figura 2, empleando un patrón 22 de regiones a modo de tiras ó de franjas sustanciales periódicamente separadas. Los transductores tenían una frecuencia central de 145 MHz y las rejillas tenían una longitud de onda,  $\lambda$ , de 12  $\mu\text{m}$  y una longitud,  $L$ , de 540 periodos. Se fabricaron tres dispositivos separados. Unas tiras metálicas de aluminio, de 6  $\mu\text{m}$  de anchura, para la superficie, pero no difundidas en la misma, formaban una rejilla y unas tiras de  $T_1$  de 6  $\mu\text{m}$  de anchura y 1000 Å y 1.500 Å de espesor formaba las otras dos rejillas. El aluminio metálico se eligió para formar perturbaciones de velocidad periódica del tipo de la tecnología anterior por el efecto piezoeléctrico  $\Delta v/v$ . Se eligió titanio para formar las perturbaciones de velocidad difundidas en los otros dos dispositivos porque su profundidad de difusión es menor que la longitud de onda de la rejilla.

Conociendo la pérdida de transmisión de ondas superficiales acústicas a través de la rejilla en función a la frecuencia, se puede obtener la perturbación de velocidad de la rejilla a partir de descripciones de modo acopladas de reflectores de rejilla. Utilizando una aproximación de ondas planas para una onda superficial acústica, se puede demostrar que la reflectividad máxima,  $R$ , y la anchura de banda fraccional entre ceros  $\Delta f/f$ , para un reflector de rejilla se obtiene por la parte

$$R = \tanh^2 (KL) \tag{2}$$

$$y \quad \Delta f/f = \frac{2\Delta}{L} (1 + (KL/\pi)^2)^{1/2} \tag{3}$$

donde K es el coeficiente de acoplamiento de la rejilla, Se puede demostrar además que,

$$K = \frac{2}{\lambda} \frac{\Delta v}{v} \quad (4)$$

5 donde  $\lambda$  es la longitud de onda acústica y  $\Delta v/v$  es el cambio de velocidad periódica fraccional que se supone tiene lugar cada mitad de longitud de onda de la rejilla. Así midiendo  $\Delta f/f$  a partir de las curvas de pérdidas de transmisión medidas por técnicas de análisis de redes normales, se puede calcular el coeficiente de acoplamiento y  $\Delta v/v$  a partir de la ecuación (3). Los resultados de estos cálculos se exponen en la Tabla II. Los valores de  $\Delta v/v$  para 10 las perturbaciones de velocidad de Ti difundido concuerdan con las expuestas en la tabla I. Además, el valor calculado del  $\Delta v/v$  piezoeléctrico concuerda perfectamente con el valor establecido de 0,0246. Asimismo, en la tabla II el rechazo máximo observado experimentalmente,  $1/R$ , se tabula junto con el rechazo máximo calculado a partir de la ecuación (2). Se obtiene una acuerdo razonable 15 para las rejillas difundidas.

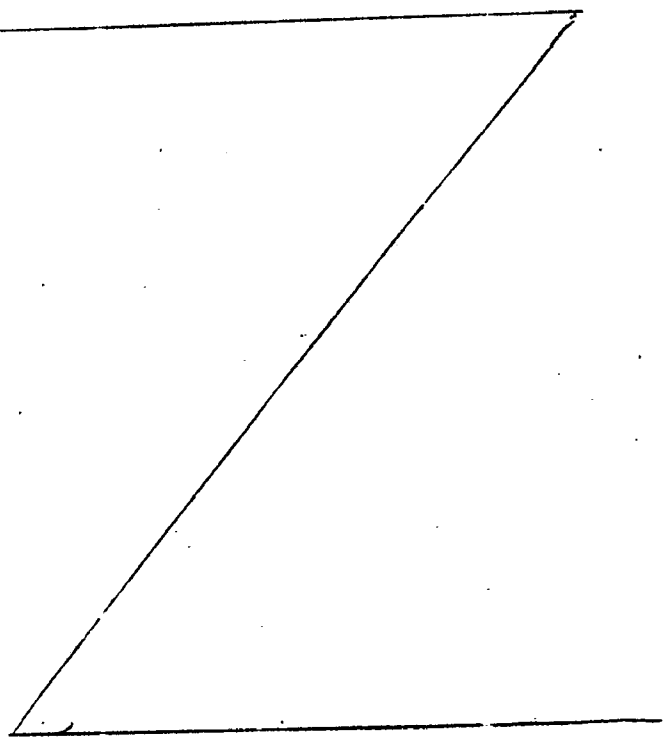


TABLA II

(2) Material	(3) Thickness $\frac{\text{Å}}{\text{Å}}$	$\Delta f/f$	KL	A v/v	(4) Cal. Rejection (dB)	(5) Meas. Rejection (dB)
(6) Metallic Al	1.000	.0150	12.66	.0234	116	16-50
(7) Diffused Ti	1.000	.0046	2.34	.0043	15.2	10.5
(7) Diffused Ti	1.500	.00586	3.85	.0071	27.4	27.0

TABLA II

<u>(2)</u> Material	<u>(3)</u> Thickness <u>A</u>	<u><math>\Delta f/f</math></u>	<u>KL</u>
(6) Metallic Al	1.000	.0150	12.66
(7) Diffused Ti	1.000	.0046	2.34
(7) Diffused Ti	1.500	.00586	3.85

<u><math>\Delta v/v</math></u>	(4) <u>Cal. Rejection (dB)</u>	(5) <u>Meas. Rejection (dB)</u>
.0234	116	16-50
.0043	15.2	10.5
.0071	27.4	27,0

- 1- Tabla II
- 2- Material.
- 3- Espesor  $\lambda$
- 4- Rechazo calculado (dB)
- 5 5- Rechazo medio (dB)
- 6- Al metálico
- 7- Ti difundido.

Se ha observado que las rejillas difundidas tienen caracte-  
rísticas de frecuencia unidorme y simétrica mientras que las reji-  
10 llas del tipo metálico (Al) de la tecnología anterior no tienen -  
estas características. Esta última característica se debe probable-  
mente a la distribución de los modos característicos asociados con  
la región de tira ó franja metálica conductora. Las rejillas según  
el presente invento parece que no tiene las distribuciones de on-  
15 das que se asocia con las rejillas metálicas depositadas sobre la  
superficie de cristal 16.

La modalidad de la figura 2 se puede emplear también como  
filtro de entalla. Los filtros de entalla son necesarios normalmen-  
te donde se desea eliminar un zumbido ó otra interferencia de ban-  
20 da muy estrecha que haya perturbado el canal de comunicaciones. A  
pesar de todo, dichos filtros de entalla también se pueden utili-  
zar en otros ambientes como equipo de laboratorio, sistemas de con-  
trol y similares. El problema se presenta por el hecho de que la  
señal que se ha de elaborar se obtiene de una fuente 41 que ha su-  
25 ministrado no solamente la señal deseada  $f_s$  si no que combina tam-  
bién la interferencia de banda estrecha  $f_x$ .

Para fines tutoriales supondremos que esta señal combina-  
da se pasa en la dirección de avance a través de un aislador 42 -  
hasta el filtro de entalla 44 en el cual la señal deseada  $f_s$  ha de  
30 pasar al aparato de utilización 45 por el filtro de entalla 44.

El filtro 44 incluye un cristal de niobato de litio ó tantalato de litio sobre el cual se colocan los transductores 47 a 52 y 54 a 58, como los de la figura 1. Entre los transductores se difunde en la masa del cristal a través de su superficie una pluralidad de tiras ó franjas que forman un patrón 53, cuyas tiras ó franjas se orientan esencialmente en sentido ortogonal a la dirección de la transmisión de ondas acústicas por lo que las partes reflejadas por incrementos de la onda se dirigen de nuevo a través del transductor interdigital de entrada y al aislador 42. Como la separación entre centros de las tiras ó franjas en el patrón 53 se elige para que corresponda a múltiplos de la mitad de la longitud de onda de la frecuencia de interferencia  $f_x$ , la interferencia se propaga de nuevo al circulador 43 del aislador 42 y sale por una tercera salida del circulador 43 a una terminación 59 en la cual se disipa la energía a la frecuencia  $f_x$ .

Las aplicaciones del presente invento no quedan limitadas a patrones periódicos de velocidad de onda acústica aumentada, sino que también pueden tener aplicación a estructuras no periódicas como las guías de ondas acústicas definidas por la difusión del metal en niobato de litio ó tantalato de litio. Para estas aplicaciones puede que sea conveniente difundir cromo ó níquel, que tienen respectivamente constantes de difusión menor y mayor que el Ti, y se puede emplear con la máxima facilidad para definir una sección transversal apropiada para guiar las ondas en el material cristalino. Por ejemplo, en el guía-ondas prácticamente plano de la figura 3, es conveniente para proporcionar un medio de guía entre un transmisor de señales 61 y un receptor de señales 63. Con este fin, se forman regiones difundidas de un modo virtualmente uniforme 64 formados en un sustrato de cristal 55 a cada lado del canal guía-ondas deseado 71. Para la propagación de ondas acústicas

en masa, la profundidad de este canal 71 se puede restringir también en parte por otra difusión de metal en el sustrato cristalino desde la superficie opuesta a los transductores por debajo del nivel de las regiones uniformemente difundidas 64. Según se ilustra, los transductores 65 y 72 están destinados a propagar y recibir ondas superficiales acústicas. Por consiguiente, en el caso presente es innecesaria la última difusión mencionada. No obstante, es evidente que son precisamente las propiedades de masa del cristal con respecto a la velocidad de las ondas acústicas las que se ven afectadas por la difusión metálica en la región 64.

A pesar de que un guía-ondas acústico es un dispositivo enteramente diferente a un guía-ondas óptico, el dispositivo podrá quizás ser comprendido de una forma intuitiva por los expertos en la materia relacionándolos con los guía-ondas ópticos al considerar que el aumento de velocidad acústica en las regiones 64 es comparable con una reducción en el índice óptico de refracción en un guía-ondas óptico análogo.

Se ha descubierto sorprendentemente que en las modestas distancias de propagación ensalladas, parece ser imperceptible el aumento de pérdida acústica en un medio como es el medio de guía 62 gracias a la región difundida 64. Se observará que en un guía-ondas óptico, algunos metales como el níquel pueden producir pérdidas desastrosamente elevadas, pero se ha averiguado que se puede utilizar fácilmente en la guía acústica de la figura 3.

Una guía acústica puede adoptar también una geometría cilíndrica a modo de fibra, según se ilustra en la figura 4. La modificación principal, en el aparato de transmisión 81 y el aparato receptor 83 se refiere a la forma de transductor empleado. En esta modalidad, se utilizaría un transductor radialmente simétrico. La producción de una guía acústica de fibra 82 en niobato de litio no

ha sido trivial y se consiguió por una secuencia de las fases ilustradas en el siguiente diagrama de flujo.

ESTIRAR	RECUBRIR CON	CALENTAR PARA
FIBRAS DE $\text{LiNbO}_3$	METAL APROPIADO.	PRODUCIR DIFUSION.

5 En primer lugar, se estiró una fibra de niobato de litio hasta alcanzar un diámetro de varias longitudes de onda acústica por la técnica de estiramiento de fibra de cristal desarrollada recientemente en la cual un alambre de tungsteno afilado caliente ó un cristal seminal ó cristal matriz muy afilado del niobato de litio de orientación deseada se pone en contacto con la superficie de un fundido de niobato de litio y después se estira gradualmente en una proporción que determina el diámetro de la fibra estirada.

15 Después, la fibra de cristal simple resultante se recubrió con una capa metálica apropiada, níquel a título ilustrativo, en toda su superficie exterior hasta una profundidad de  $0,4 \mu\text{m}$ . La fibra chapada ó revestida se calentó entonces a aproximadamente  $1100^\circ\text{C}$  por espacio de unas 24 horas para producir una profundidad difundida, b, de  $50 \mu\text{m}$ . Se hizo fluir entonces oxígeno sobre la fibra para reemplazar la pérdida de oxígeno durante la fase de calentamiento.

20 La velocidad acústica inferior tiene lugar en el centro de las fibras resultantes por lo que una onda acústica propagada hacia abajo de la guía 82 tiene sus partes exteriores de difracción constantemente "redoblada" hacia el eje de la guía.

25 La guía 82 es básicamente una guía acústica de velocidad graduada, y representa la forma de guía más práctica, y de fabricación más fácil. Es evidente que se pueden realizar diversas modificaciones de las modalidades anteriores. Por ejemplo, con titanio difundido se pueden conseguir periodos de rejilla al menos tan finos como pueden ser los periodos de  $6 \mu\text{m}$ . Otros metales, como es

30

el cromo, que tienen constante de difusión menores, también se pueden emplear para periodos más cortos. También se puede cambiar la magnitud de la perturbación de la velocidad obtenida de otro modo con los parámetros representados en la tabla I depositando la película ó franja metálica con una variación de espesor elegida antes de la difusión. A pesar de que es preferible la técnica fotolitográfica conocida como técnica "lift-off" es evidente que se pueden emplear otras técnicas fotolitográficas, en el sentido de son también compatibles con la deposición de tiras ó franjas metálicas antes de la fase de difusión.

Otras aplicaciones del invento pueden comprender filtros del tipo de rejilla de separación más ampliamente variada como los que podrían emplearse para compresión de impulsos de un pulso trinado. Además, en la fabricación de filtros de características más complejas es evidente que un resonador de rejilla compuesto por dos reflectores de rejilla separados dispuestos en lados opuestos de un solo transductor pueden proporcionar polos muy definidos y ceros para una característica de filtro compuesto. Verdaderamente, se pueden emplear en un solo filtro varios de dichos resonadores a título ilustrativo.

De una forma análoga a los dispositivos 3 y 4, se puede construir un resonador de ondas volumétricas en lugar de un resonador reflector de rejilla simplemente difundiendo un metal en un volumen elegido de un cristal de niobato de litio ó de tantalato de litio prácticamente ó con discontinuidad con respecto al cristal sin difundir circundante. Una parte sensible de una onda acústica que penetra en esta región será reflejada de una forma multiplicada antes de salir de la región.

Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar

que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental.

REIVINDICACIONES

1.- Perfeccionamientos en dispositivos de ondas acústicas del tipo que comprenden un cuerpo de material cristalino capaz de propagar ondas acústicas; un transductor de entrada para acoplar ondas acústicas a dicho cuerpo cristalino, por lo menos un transductor de salida para acoplar ondas acústicas fuera de dicho cuerpo cristalino; y una región a lo largo del mismo donde se ha modificado la velocidad de la onda acústica en dicho cuerpo; caracterizados porque la velocidad acústica se ha modificado por la difusión de un metal en dicho cuerpo.

2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque dicho cuerpo es niobato de litio.

3.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque dicho cuerpo es tantalato de litio.

4.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque dicho metal se elige del grupo consistente en titanio, níquel y cromo.

5.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque dicho metal es un metal de transición.

6.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque la región comprende un patrón de tiras prácticamente periódicas para formar una rejilla reflectora para ondas acústicas.

7.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque el metal se difunde en dicho cuerpo hasta una profundidad sensible, pero menor que una longitud de onda acústica.

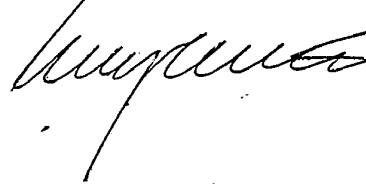
8.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque la velocidad de la onda acústica se modifica uniformemente a lo largo de dos regiones separadas que forman entre las mismas un canal de guía.

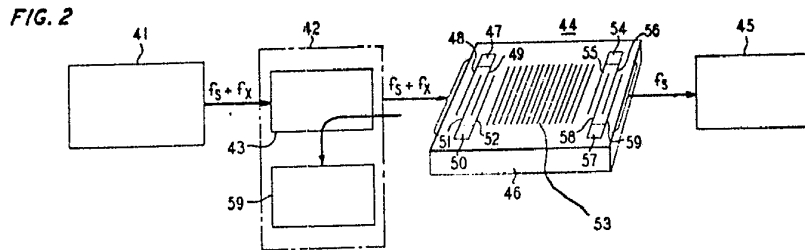
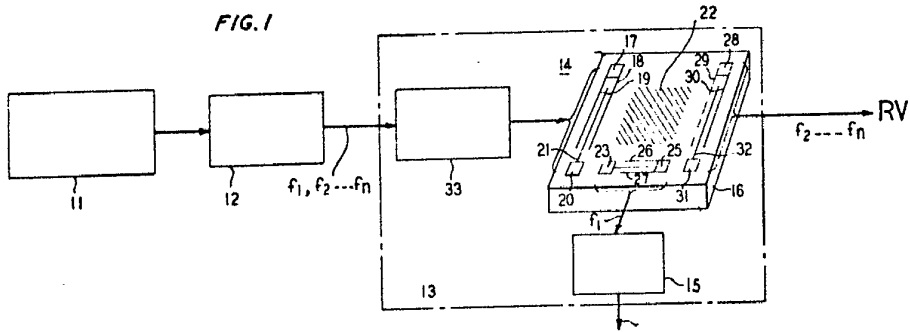
9.- Perfeccionamientos en dispositivos de ondas acústicas tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria, e ilustrado en los dibujos adjuntos.

5 Esta Memoria, consta de 20 hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 10 NOV 1976  
WESTERN ELECTRIC COMPANY INCORPORATED.

J. G. ...  
Director General de Investigación Científica

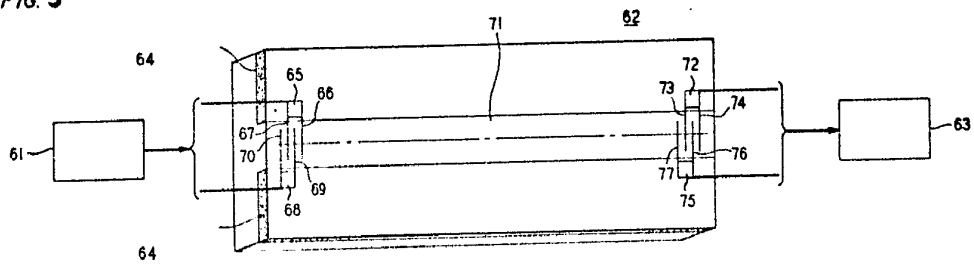




MADE IN U.S.A.  
MAY 1 1976

*[Handwritten signature]*

FIG. 3



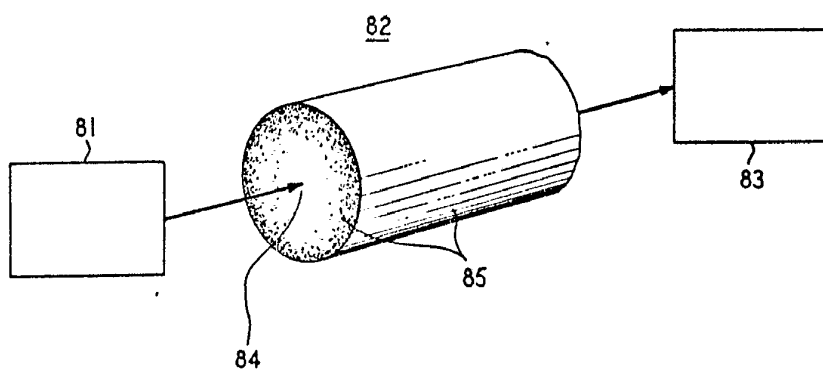
ESCALA  
VARIABLE

Madrid 14 NOV 1976

L. GONZALEZ  
p. de Fig. 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100

*[Handwritten signature]*

FIG. 4



ESCALA  
VARIABLE

1976

Madrid

A. GONZÁLEZ ALONSO Y CAÑAS  
S. P. Firmador: L. Gola Fernández