

mc/

Caso D.L. White 2

276929



P A T E N T E D E I N V E N C I O N

=====

a favor de

WESTERN ELECTRIC COMPANY, INCORPORATED - de nacionalidad
norteamericana - domiciliada en NEW YORK (E.U.) 195 Broadway

por:

" Dispositivo electromecánico para modificar una señal
acústica ".

====:oOo:====

M e m o r i a D e s c r i p t i v a

Este invento se refiere a los aparatos y disposi-



276929

tivos para modificar señales de ondas acústicas, y más con-
cretamente, a un nuevo dispositivo electromecánico para
amplificar o atenuar ondas acústicas en medios elásticos
sólidos. Este dispositivo actúa por la interacción de
5 campos piezoeléctricos engendrados en el sólido por ondas
acústicas con campos electrostáticos producidos al mismo
tiempo en el cuerpo por un generador externo de tensión
de polarización.

De ordinario, los semiconductores son demasiado
10 conductivos para sustentar un campo piezoeléctrico obser-
vable. Sin embargo, recientemente se han apreciado efec-
tos piezoeléctricos sensibles en ciertos semiconductores
de gran resistencia y especialmente preparados, tales como
ZnO, CdS y AlN. Otros semiconductores con efectos piezo-
15 eléctricos apreciables en condiciones adecuadas son InAs, CdSe,
CdTe, GaAs y ZnS.

Se ha comprobado ahora que una onda acústica que
se propague a través de un semiconductor piezoeléctrico
del tipo citado, puede someterse a influencia eficaz por
20 interacción del campo piezoeléctrico engendrado por la on-
da acústica, con portadores móviles sometidos al influjo
de un campo electrostático producido en el semiconductor
por un generador externo de tensión de polarización, de
corriente continua. Esta interacción permite atenuar o
25 amplificar sensiblemente la señal acústica en respuesta
a la magnitud y dirección del campo electrostático.

En términos de este invento, la palabra "acústi-
co" se emplea en esta memoria para indicar cualquier onda
elástica coherente, o vibración ondulada mecánica de cual-
30 quier frecuencia, y comprende las escalas o gamas de fre-



1929

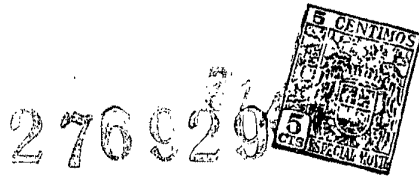
cuencia denominadas a veces ultrasónica e hipersónica.

Una onda acústica que atraviesa un medio piezo-
eléctrico engendra un campo eléctrico alternativo que se
mueve a la misma velocidad de la onda acústica. Como es-
5 te campo no es uniforme, se engendran corrientes eléctri-
cas que tienden a acumular o agrupar periódicamente car-
gas eléctricas en todo el medio. Las cargas agrupadas
tienden a neutralizar el campo piezoeléctrico. Cuando se
aplica al medio una tensión de corriente continua, se pro-
duce un campo eléctrico periódico al circular la corrien-
10 te continua por regiones en que se han agrupado los por-
tadores de carga. El campo alternativo producido por la
corriente continua reacciona con el medio piezoeléctrico
y produce más componentes de onda acústica, los cuales pue-
den mejorar (amplificar) o disminuir (atenuar) la onda ori-
15 ginal, de acuerdo con ciertas variables prescritas.

Para cualquier material semiconductor piezoeléct-
trico sometido al influjo de un campo fijo determinado de
corriente continua, hay una ganancia (o pérdida) máxima de
20 frecuencia óptima correspondiente. Esta frecuencia de ga-
nancia máxima puede relacionarse con las variables del sis-
tema por la fórmula

$$\omega = \frac{1}{\frac{\rho \epsilon}{v_D} - 1} \quad (1)$$

donde ω es la frecuencia angular de ganancia máxima; ρ , la
resistividad del material piezoeléctrico; ϵ , la constante
25 dieléctrica multiplicada por $8,85 \times 10^{-14}$ faradios/cm. (per-



mitividad en vacío); v_D , la velocidad media de flujo de los portadores del semiconductor que responden al campo de corriente continua fijado; y v_S , la velocidad del sonido en el medio. Se comprende fácilmente por la ecuación (1) que, para obtener una amplificación, v_D debe ser mayor que v_S . Cuando la velocidad de flujo de los portadores es menor que la del sonido en el medio, tiene lugar una atenuación.

La velocidad de flujo de los portadores depende del material y de la magnitud del campo de corriente continua, como sigue:

$$v_D = \mu E' \quad (2)$$

donde μ es la movilidad de los portadores predominantes en el semiconductor, en $\frac{\text{cm}^2}{\text{volt-seg.}}$, y E' , la fuerza del campo de corriente continua (volts por cm.) en la dirección de propagación de la onda acústica.

Si la velocidad de flujo de los portadores es menor que v_S , en las fórmulas anteriores se reemplaza el término $\frac{v_D}{v_S} - 1$ por $1 - \frac{v_D}{v_S}$. Si la dirección de la velocidad de los portadores es opuesta a la de propagación acústica, este término se substituye por $1 + \frac{v_D}{v_S}$. Solo cuando el componente de v_D siga la misma dirección de propagación acústica y sea mayor que v_S puede producirse amplificación; de otro modo, el campo eléctrico modificará la atenuación.

Por análisis vectorial se vé que la velocidad de flujo v_D , en la ecuación (1) es en realidad el componente de la velocidad de flujo en la dirección de propagación de la señal de onda acústica; de modo que no es esencial que la dirección del campo coincida con la de la onda acústica.

276929

21



Es evidente que, como el fenómeno antes descrito requiere la interacción de un campo piezoeléctrico con un campo de corriente continua, la dirección de propagación de la onda acústica debe relacionarse con un eje piezoeléctrico del material de modo que se engendre un campo piezoeléctrico. No es siempre exacto afirmar que engendra un campo si la dirección de propagación de la señal de ondas acústicas tiene un componente vectorial a lo largo de un eje piezoeléctrico del material. En ciertas estructuras cristalinas se engendran campos opuestos que se anulan. Por tanto, la dirección de propagación de la onda acústica se define propiamente como cualquier dirección cristalográfica que crea o produce un campo piezoeléctrico substancial. La dirección de este campo se halla necesariamente en la dirección de propagación de la onda.

Se ha comprobado que puede alterarse la amplitud de las ondas acústicas siempre que se engendre un componente de velocidad de flujo v_D por influjo del campo de corriente continua. Sin embargo, para los fines de funcionamiento no alternativo según los principios de este invento, la velocidad de flujo v_D se prefiere no menor del 5% de la velocidad acústica, a fin de obtener una magnitud predilecta de efecto no alternativo. Como se ha apuntado ya, se produce amplificación donde $v_D > v_s$.

Estas relaciones, así como las características de dispositivos que funcionen según los principios antes expuestos, se entenderán mejor considerándolas con referencia a los planos adjuntos, en los cuales indican:

La fig. 1, una gráfica de ganancia por la razón

276929



$\frac{v_D}{v_S}$ para una frecuencia acústica dada en un material determinado.

5 La fig. 2, una gráfica similar a la figura 1, con una diferente razón de frecuencia acústica a las constantes acústicas del material.

La fig. 3, un esquema de un amplificador de ondas acústicas construido de acuerdo con este invento.

La fig. 4A, un esquema de un oscilador que utiliza los principios de este invento.

10 La fig. 4B, un esquema de otra forma de realización de un oscilador que utiliza una cavidad resonante.

La fig. 5, un esquema de una línea de retardo ultrasónica que simultáneamente puede presentar ganancia.

15 La fig. 6, un esquema de un circulador de ondas acústicas que funciona conforme a este invento; y

La fig. 7, un esquema de un conmutador de ondas acústicas similar en construcción y funcionamiento al dispositivo de la figura 6.

20 En la ecuación (1) se vé que el numerador, $1/\rho \epsilon$, es generalmente una característica fija del material. Como después se expondrá con mayor amplitud, la resistividad ρ del material constituye un mecanismo modulador conveniente para ciertos materiales semiconductivos fotosensibles. Por lo demás, son invariables la resistividad y la constante
25 dieléctrica, y la velocidad acústica v_S , es generalmente fija, de modo que las dos variables restantes son la frecuencia de ondas acústicas y la velocidad de flujo. Como en la ecuación (2) la movilidad es una característica fija del semiconductor, la verdadera variable es E' , fuerza o intensidad del componente de campo en la dirección de avance de
30

21 A



72229

las ondas acústicas.

5 Para fines generales, el nivel de frecuencia de la onda acústica viene dado por la señal que se quiere modificar. Por tanto, en aplicaciones corrientes, la razón de ω a $1/\rho \xi$ en la ecuación (1) es predeterminada e invariable.

10 En la figura 1 se expone la ganancia (ordenada) por v_D/v_S (abscisa) para una razón dada de ω a $1/\rho \xi$ de 2. Se vé también que hay ganancia para razones de $v_D/v_S > 1$. De la figura y de la ecuación (1) se desprende asimismo que la ganancia máxima obtenible con este material, a la indicada frecuencia de régimen, corresponde a una relación $v_D/v_S = 1,5$.

15 La ganancia máxima posible ajustándose a la relación de la ecuación (1) viene dada por:

$$\text{Ganancia} = 10 \pi \frac{e^2}{\epsilon_0} \log_{10} \frac{1}{\lambda} \quad (3)$$

donde la ganancia se expresa en Db/cm., e^2/ϵ_0 es el cuadrado del coeficiente de acoplamiento electromecánico del material, y λ la longitud de onda.

20 La figura 1 muestra que la curva de pérdida es simétrica a la porción de ganancia de la misma. Por consiguiente, la relación de frecuencia de la ecuación (1) representa también la frecuencia de pérdida o de atenuación máxima que se produce en el punto $1 - 1/\omega \rho \xi$ o en 0,5 en el sistema de la figura 1.

25 Se aprecia igualmente en la figura 1 que hay atenuación sensible aún a valores de v_D por debajo de 5% de v_S . Sin embargo, los efectos de atenuación en muchos aparatos acústicos se utilizan generalmente para funcionamiento no



276929

5 alternativo, como se indicará más adelante. La porción de curva en el tercer cuadrante de la figura 1 representa la pérdida que experimenta la señal acústica para razones negativas de $\frac{v_D}{v_S}$, o sea cuando un componente de velocidad de flujo se opone a la dirección de propagación acústica. Se vé que no es posible obtener un efecto no alternativo importante entre los puntos a y b correspondientes a $\pm v_D = 5\% v_S$. Por tanto, para aparatos no alternativos, el límite antes sugerido para la razón de velocidad efectiva mínima limita el funcionamiento a las porciones más aceptables de la curva. Por ejemplo, un aparato no alternativo que funcione en el material y a la frecuencia representadas por la curva de la figura 1, con una relación de velocidades $\frac{v_D}{v_S} = 0,5$, proporcionará una atenuación máxima hacia delante (punto c) con pérdida substancialmente menor (punto d) en dirección inversa. Debe entenderse que el funcionamiento con velocidades de flujo por debajo del límite prescrito para funcionamiento no alternativo tiene importantes aplicaciones en aparatos, y se considera incluido en los fines del invento.

25 La curva de la figura 1 ilustra bien los puntos de funcionamiento para una línea de retardo acústica con ganancia. Una línea de retardo que funcione a una razón de $\frac{1}{\rho c} \omega = 0,5$, caracterizada por la curva de la figura 1, y a una razón $\frac{v_D}{v_S} = 1,5$, proporcionará un punto que funciona hacia adelante en f, con ganancia máxima, y un punto que funciona hacia atrás en g, con pérdida ligera solamente. Como la ganancia hacia delante es mucho mayor que la pérdida hacia atrás, una señal que siga muchas direcciones de avance y retroceso, como en una línea de retardo ultrasó-

30

21



276029

nica por onda rotacional del tipo tan conocido en la especialidad, muestra al final una apreciable ganancia en la medida en que el punto f supera al punto g. Esta ganancia se consigue al mismo tiempo que el retardo deseado.

5 Además, el tiempo de retardo del medio semiconductor se puede ajustar también convenientemente variando la intensidad del campo de corriente continua.

La figura 2 muestra una curva de funcionamiento adaptada en particular a aparatos no recíprocos. Las coordenadas son como las de la figura 1. Esta curva representa una razón de $\frac{1}{\rho \epsilon} / \omega = 4$ obtenida con un material de resistividad inferior, y/o empleando una frecuencia inferior de régimen. Si se elige una razón $\frac{v_D}{v_S} = 3$, el punto de funcionamiento progresivo es m y proporciona una ganancia importante, mientras que el de funcionamiento progresivo n produce la pérdida máxima. Esta curva sirve para dispositivos no recíprocos, como aisladores. Como puede apreciarse, todas las curvas de trabajo son simétricas en torno del punto $\frac{v_D}{v_S} = 1$. Las divisiones mayores entre máximos y mínimos se obtienen con razones superiores de $\frac{1}{\rho \epsilon} / \omega$, o sea con materiales de resistividades y constantes dieléctricas menores, y frecuencias de servicio más bajas.

10

15

20

La figura 3 muestra una construcción típica de un amplificador de ondas acústicas que utiliza los principios de este invento. A los extremos del cuerpo 10, de un material piezoeléctrico semiconductor, se fijan transductores ultrasónicos 11 y 12, del tipo generalmente utilizado en el ramo. Una forma preferida de transductor, especialmente apropiado para funcionar a alta frecuencia, es el de capa de disipación. Una señal de corriente alterna engen-

25

30

21 ABR



drada en 13 se aplica a través del transductor 11, creando así una señal acústica que se transmite por el medio semiconductor piezoeléctrico 10 al transductor 12. La señal electromagnética de salida engendrada a través del transductor 12 por la señal acústica se recibe en el voltímetro 14 a través del condensador de bloqueo 15. El campo de corriente continua que se acopla con el campo piezoeléctrico engendrado por la señal acústica se aplica por el generador 16 a través del medio 10, según se indica.

10 Debe entenderse que, si bien el dispositivo de la figura 3 utiliza una señal electromagnética para engendrar una onda acústica, es posible inyectar directamente en el amplificador una señal acústica, eliminando así el transductor 11. También puede suprimirse el transductor 12 si
15 la salida que interesa es una señal acústica. El dispositivo de la figura 3 es efectivamente un amplificador de señales electromagnéticas, aunque el mecanismo amplificador utiliza una onda acústica.

20 Las figuras 4A y 4B ilustran dos formas de osciladores que funcionan de acuerdo con los principios de este invento. En el aparato de la figura 4A, una señal electromagnética se hace mayor en el amplificador 20, esencialmente idéntico al de la figura 3. La salida se realimenta a la entrada por el circuito de reacción expuesto, que comprende una reactancia 21. El oscilador está sintonizado por
25 la reactancia 21 y el generador 22 de corriente continua.

La figura 4B muestra un oscilador compuesto de un amplificador montado en una cavidad resonante 30. El amplificador consiste en un cuerpo semiconductor piezoeléctrico 31, con un campo de corriente continua aplicado a través
30

276929



del mismo por el generador 32, en la dirección en que se propagan las ondas resonantes a través del cuerpo. Se vé que este oscilador comprende un verdadero amplificador acústico, y no se necesitan transductores electromecánicos. A la frecuencia adecuada, existe un acoplamiento eléctrico entre el medio acústico y la cavidad, y se produce resonancia en ésta. Las oscilaciones de la cavidad son acentuadas por amplificación de la frecuencia resonante en virtud de la interacción con el campo de corriente continua del medio acústico. La onda resonante aparece en la salida 33.

La figura 5 ilustra una típica línea de retardo ultrasónica que utiliza los principios de este invento. El medio de retardo 50, compuesto de un semiconductor piezoeléctrico, es de construcción similar a la de los empleados corrientemente en el ramo. Una descripción detallada de la estructura de una línea de retardo de esta clase y su funcionamiento aparece en la patente de EUA número 2.839.731. Una señal electromagnética engendrada en 51 se introduce a través del transductor piezoeléctrico 52. La señal acústica resultante entra en el medio de retardo 50 y cruza una línea de retardo, esencialmente como se representa, para salir a través del transductor piezoeléctrico 53. Éste convierte de nuevo la señal acústica en energía electromagnética, indicada por el voltímetro 54. Se incluyen los condensadores 55 para bloquear la corriente continua. Unos electrodos 56 y 57 bordean cada superficie de reflexión del medio de retardo, y el generador de tensión de polarización 58 aplica entre estos electrodos un campo de corriente continua con un componente a lo largo de la línea que sigue la onda acústica.

21



276029

5 Volviendo a la figura 1, si el componente de velocidad de flujo de los portadores en la dirección en que se propaga la onda acústica se elige de manera que los puntos de operación en la curva de la figura 1 son f para el avance y g para el retroceso, la señal acústica se amplificará al máximo hacia adelante y se atenuará lo mínimo hacia atrás, como antes se ha expuesto. En consecuencia, esta línea de retardo ultrasónica presenta una ganancia importante.

10 La figura 6 muestra un circulador, cuyas aplicaciones comprenden en general la separación de señales transmitidas de otras señales que se reciban, cuando ambas señales comparten un mismo medio de transmisión. El aislador ya descrito permite esto, pero sólo con detrimento o
15 incluso con pérdida de una de las señales. En el dispositivo de la figura 6, el medio piezoeléctrico semiconductor 60 comprende tres transductores ultrasónicos 61, 62, 63, dispuestos como se indica. Sirve para mantener la separación entre una señal inyectada en el transductor 61,
20 para ser transmitida por la línea de conducción unida a 62, y una señal recibida en el transductor 63 por la línea común de transmisión conectada al transductor 62. Este efecto se consigue con ayuda del campo establecido en el medio 60 por el generador 64 de corriente continua y los
25 electrodos 65 y 66, el cual proporciona una intensidad decreciente de un lado del medio al otro, según se expone. Así, como la velocidad del sonido en el medio 60 depende de la intensidad del campo eléctrico, el campo no uniforme hace que las ondas se refracten. En consecuencia, una
30 onda indicada por rayos la y lb, e inyectada en el trans-



276929

ductor 61, se curva hacia el transductor 62; pero una
onda indicada por 2a y 2b, inyectada en 62, sufre el in-
flujo de un campo de dirección opuesta, y se curva hacia
el transductor 63. Según se vé, este aparato no es reci-
5 proco, pues ninguna onda acústica puede cubrir de nuevo
su primitivo camino. Los puntos apropiados de operación
del dispositivo serían f (fig. 1) para la dirección entre
61 y 62, y g (fig. 1) para la contraria. Empleando estos
puntos, la señal transmitida desde el transductor 61 al
10 transductor 62 se ampliaría sensiblemente, mientras que
la señal recibida del transductor 62 en el receptor aco-
plado al transductor 63 sólo se atenuaría un poco. En
consecuencia, este circulador funciona además como ampli-
ficador de la señal que ha de transmitirse.

15 La figura 7 muestra un conmutador que funciona
conforme a los principios del circulador de la figura 6.
Su construcción es similar a la de esta figura. El cuer-
po semiconductor 70 lleva tres transductores piezoeléct-
ricos 71, 72, 73, dispuestos como se indica. El trans-
20 ductor 73 se sitúa esencialmente en oposición al transduc-
tor 72. El generador 74 de corriente continua y los elec-
trodos 75 y 76 establecen el campo que interesa. En ser-
vicio, una señal acústica generada en el transductor 72
atraviesa normalmente la vía indicada por los rayos 3a y
25 3b, y se recibe en el transductor 73; pero al aplicar el
campo de corriente continua en el generador 74, la onda
se refracta y toma la dirección que corresponde a los ra-
yos 4a y 4b, y se recibe en el transductor 71.

30 Los siguientes ejemplos son formas ilustrativas
de distintos materiales y procedimientos para obtener dis-

276929

2178



positivos conforme al invento, y todos ellos emplean la curva de trabajo de la figura 1. A base de estos ejemplos es posible construir aparatos para obtener cualquiera de los puntos de funcionamiento de la curva de la figura 1. Estos puntos, elegidos adecuadamente según queda expuesto, pueden utilizarse para cualquiera de los dispositivos aquí descritos.

EJEMPLO 12

Un monocristal de GaAs, con una resistividad de 1000 ohm-cm., se corta a 3 mm. de sección transversal y 2 cm. de longitud en la dirección cristalográfica (111). Luego se forman transductores piezoeléctricos con capa de disipación en cada extremo, del modo acostumbrado. La construcción del dispositivo es como en la figura 3. Para obtener una razón $\frac{1}{\rho\epsilon}\omega = 0,5$, según indica la curva de la figura 1, se calcula la tensión de servicio a partir de la ecuación (1). En este ejemplo, el GaAs tiene una resistividad de 1000 ohm-cm., y una constante dieléctrica de 11. De este modo, el valor $\frac{1}{\rho\epsilon}$ en la ecuación (1) se fija a 10^9 /seg.; por tanto, para obtener una razón $\frac{1}{\rho\epsilon}$ a $\omega = 0,5$, la frecuencia de trabajo (angular) $\omega = 2 \times 10^9$ rad/seg., o 320 megaciclos por segundo. Por la ecuación (1) se calcula la relación entre velocidades de flujo y la velocidad acústica, como sigue:

$$0,5 = \frac{v_D}{v_S} - 1 \quad \frac{v_D}{v_S} = 1,5$$

De la velocidad del sonido en este material, $5,6 \times 10^5$ cm./seg., se calcula la velocidad de flujo, $8,4 \times 10^5$

276929



cm./seg., La ecuación (2) relaciona la velocidad de flujo con el campo eléctrico requerido, así:

$$v_D = \mu E' \quad (2)$$

5 Aquí el componente de velocidad se halla por completo en la dirección de propagación de la onda acústica (fig. 3). La ecuación (2) pasa a ser:

$$v_D = \mu E$$

10 donde E es el campo, y μ , la movilidad de los portadores en este material, es $4000 \frac{\text{cm}^2}{\text{volt-seg}}$. Por tanto, el campo E es:

$$E = \frac{840.000}{4.000} = 210 \text{ voltios/cm.}$$

15 Así, los transductores de cada extremo del cristal se ajustan para una frecuencia de servicio de 320 cm. El generador de corriente continua que suministra los potenciales de 420 voltios requeridos para la muestra de 2 cm., se conecta como indica la figura 3. Los puntos de trabajo en la curva de la figura 1 son f y g. La señal de alta frecuencia se aplica a través del transductor de entrada 11 en la figura 3, y se detecta a través del transductor de salida 12. La señal de salida se amplifica unos 20Db. Por consiguiente, este dispositivo, funcionando a la frecuencia y al potencial de corriente continua indicados, proporciona una ganancia de unos 10 Db/cm.

25 EJEMPLO 2º

Se corta un monocristal de CdS con sección trans-

21 A E I



70828

5 versal de 1 mm. x 1 mm. y una longitud de 2 mm. en la
 dirección c. La estructura del dispositivo es como en
 el ejemplo 1^o. Este material, con una resistividad de
 300 ohm-cm., tiene un valor $\frac{1}{\rho \epsilon}$ de $3,9 \times 10^9$ /seg. Por con-
 siguiente, para obtener una razón de ω a $\frac{1}{\rho \epsilon} = 2$, que es
 la base de la curva en la figura 1, la frecuencia de ré-
 gimen ω es de $7,8 \times 10^9$ radians/seg., o $f = 1.250$ cm. En
 este material y en la dirección cristalográfica, $v_s = 4,5$
 x 10^5 cm./seg. Para una relación de 1,5 entre la veloci-
 dad de flujo y la velocidad acústica (como la calculada
 10 en el ejemplo anterior), v_D tiene que ser igual a $6,7 \times$
 10^5 cm./seg.; para el CdS, $\mu = 30$ cm./volt-seg., el campo
 requerido para obtener esta velocidad de flujo (calculado
 por la ecuación 2), es de 440 voltios.

15 El cuadrado del coeficiente de acoplamiento $\frac{(e^2)}{\epsilon_0}$
 para este CdS es 0,07; $\frac{1}{\lambda}$ en este ejemplo es $3,6 \times 10^3$. La
 ganancia con este dispositivo es de 65 Db, o 330 Db/cm.

Otro parámetro de comprobación, como antes se ha
 indicado, y que resulta evidente de la ecuación (1), es la
 20 resistividad del material. Como algunos semiconductores,
 por ejemplo, los de GaAs y CdS, son fotosensibles, es de-
 cir, sus resistividades varían con la intensidad de la luz
 incidente, puede utilizarse un foco luminoso apropiado,
 conocido en la especialidad, para variar la resistividad y
 la consiguiente ganancia. Las resistividades de cualquiera
 25 de los materiales semiconductivos antes indicados como apro-
 piados para este invento están comprendidas entre 1 ohm-cm.
 Como se aprecia por la ecuación (1), los materiales de me-
 nor resistividad dan dispositivos de mayor frecuencia.

30 Aunque se prefieren medios monocristalinos, son

27 ABP



70929

aceptables los semiconductores piezoeléctricos policristalinos.

5 La gama de frecuencias en que pueden funcionar los dispositivos de este invento es de 200 cm. a más de 100 kmc. Sin embargo, a altas frecuencias, como los grupos de portadores correspondiente a compresiones y dilataciones (o deformaciones por ondas rotacionales) del medio acústico están tan juntos, su difusión plantea un serio problema. El limen de frecuencia a que la difusión de portadores reduce la ganancia puede calcularse a partir de la fórmula:

10

$$f_D = \frac{1}{2\pi} \frac{v_s^2}{D} \left(\frac{v_D}{v_s} - 1 \right) \quad (4)$$

15 donde f_D es el limen de frecuencia a que la difusión de portadores reduce la ganancia en 50%; v_s , la velocidad del sonido, y D , el coeficiente de difusión, dado por

$$D = \mu T \left(\frac{k}{q} \right) \quad (5)$$

20 donde μ es la movilidad de los portadores en $\frac{\text{cm}^2}{\text{volt-seg}}$; T , la temperatura absoluta en $^{\circ}\text{K}$; k , la constante de Boltzman = $1,33 \times 10^{-16}$ ergs/ $^{\circ}\text{K}$, y q , la carga electrónica = $1,6 \times 10^{-19}$ coulombs.

25 Para óxido de cinc y sulfuro de cadmio, a $v_D = 2v_s$; f_D es aproximadamente 10.000 cm/seg. a temperatura ambiente. Como estos materiales son muy piezoeléctricos, puede conseguirse una amplificación importante a frecuencias muy por encima de este valor.

Los entendidos en la materia comprenderán que al



270929

transmitir señales electromagnéticas de frecuencia muy grande tienen que emplearse guías de ondas o similares para manejarlas. Las figuras han de considerarse esquemáticas en este sentido, y cuando interesen hiperfrecuencias y frecuencias de microondas, las conexiones de las figuras se entenderán como indicación de las estructuras de transmisión necesarias, bien conocidas en el ramo.

5

-----; N O T A :-----

10

Se reivindica como objeto de esta patente:

15

1.- Dispositivo electromecánico para modificar una señal acústica, el cual comprende un cuerpo semiconductor piezoeléctrico, combinado con medios para propagar una señal de ondas acústicas a través de este cuerpo, engendrando así un campo piezoeléctrico importante; caracterizado porque comprende un sistema de polarización con un generador de tensión de polarización, de corriente continua que establece un campo de corriente continua en el cuerpo, de tal magnitud y dirección que la velocidad de flujo de los portadores en respuesta a este campo, tiene un componente a lo largo del eje definido por la dirección de propagación de las ondas acústicas.

20

25

2.- Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque el semiconductor comprende GaP, ZnO, InAs, ZnS, CdTe o CdSe.

3.- Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque el semiconductor es fotoconductor, y está combinado con un medio para iluminar este cuerpo semiconductor fotoconductor.

27A

270929



4.- Dispositivo según las reivindicaciones 1 y 3, caracterizado porque el semiconductor fotoconductor comprende GaAs o CdS.

5 5.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque el medio para propagar una señal de ondas acústicas a través del cuerpo semiconductor es una cavidad resonante.

10 6.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque el medio para propagar la señal de ondas acústicas a través del cuerpo semiconductor comprende un transductor piezoeléctrico ultrasónico conectado al semiconductor piezoeléctrico en el punto de entrada de la onda acústica.

15 7.- Dispositivo según la reivindicación 6, caracterizado porque comprende además un transductor piezoeléctrico ultrasónico, acoplado al cuerpo semiconductor piezoeléctrico en el punto de salida de la onda acústica, para reconvertir la señal acústica en señal eléctrica.

20 8.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 6 o 7, caracterizado porque el transductor ultrasónico o cada uno de ellos, si son varios, son transductores ultrasónicos de capa de disipación.

25 9.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque el componente de la velocidad de flujo en la dirección en que se propaga la onda acústica es mayor que la velocidad de la señal acústica.

30 10.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque el cuerpo semiconductor piezoeléctrico comprende además un medio de retardo ul-

2146



270029

trasónico, con lo que el dispositivo funciona a la vez como medio de retardo ultrasónico y como amplificador de ondas acústicas.

5 11.- Dispositivo según cualquiera de las reivin-
 dicaciones 1, 2 y 4 a 8, caracterizado porque el medio de
 propagación de la señal de ondas acústicas a través del
 cuerpo semiconductor comprende: elementos transmisores y
 receptores asociados a una superficie del cuerpo semicon-
 ductor piezoeléctrico, dispuestos para transmitir una pri-
 10 mera señal acústica a través del cuerpo y para recibir una
 segunda señal acústica; medios receptores asociados a una
 superficie opuesta del cuerpo, para recibir la primera se-
 ñal acústica, y medios de transmisión asociados a una su-
 perficie opuesta del cuerpo y separados de los medios de
 15 recepción, para transmitir una segunda señal acústica a
 través del cuerpo en una dirección substancialmente opues-
 ta a la de la primera señal acústica, de modo que la se-
 gunda señal se reciba en los medios de recepción y de trans-
 misión; mientras que el medio de polarización está dispues-
 20 to para establecer un campo de corriente continua de in-
 tensidad decreciente a través del citado cuerpo, en una
 dirección aproximadamente normal a aquella en que se pro-
 pagan las señales acústicas.

25 12.- Dispositivo según cualquiera de las reivindica-
 ciones 1, 2 y 4 a 8, caracterizado porque el medio de propa-
 gación de las señales de ondas acústicas comprende un trans-
 ductor piezoeléctrico conectado a una primera superficie del
 cuerpo semiconductor, y un par más de transductores piezo-
 eléctricos separados y conectados cada uno a superficies
 30 del cuerpo esencialmente en oposición a la primera; mientras

273929

21 ABR



5

que el medio de polarización está dispuesto para establecer un campo de corriente continua de intensidad decreciente en una dirección normal en substancia a la dirección entre cada dos de tales superficies esencialmente opuestas.

13.- Dispositivo electromecánico para modificar una señal acústica.

Esta memoria consta de veintiuna páginas escritas por una sola cara.

BARCELONA, 21 ABR. 1962

P.A.



253929

FIG. 1

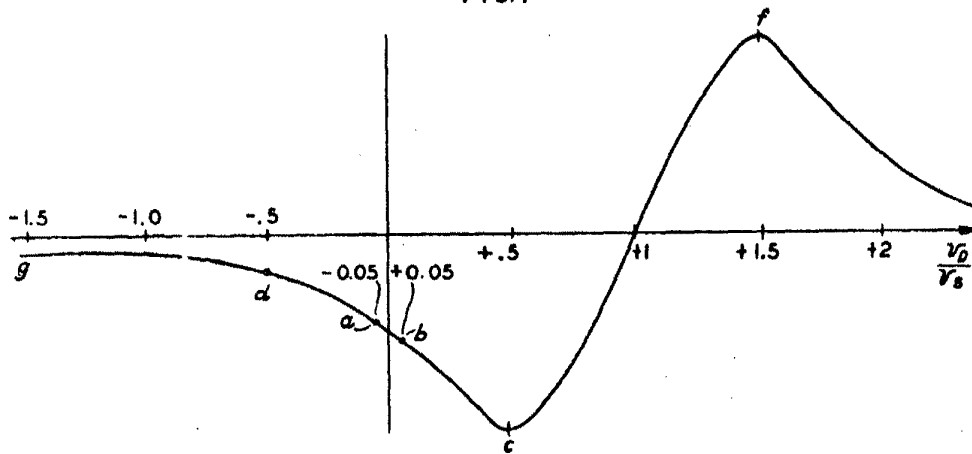


FIG. 2

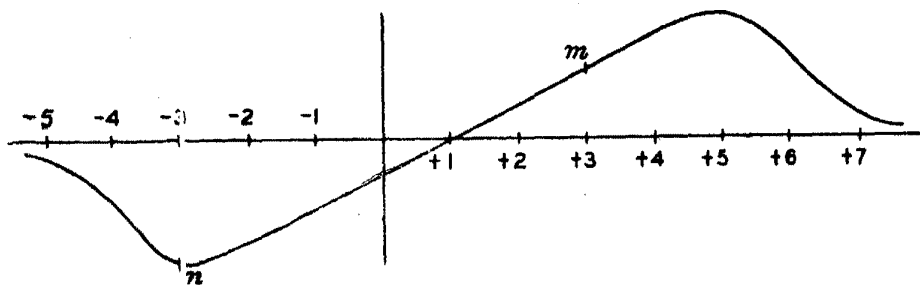
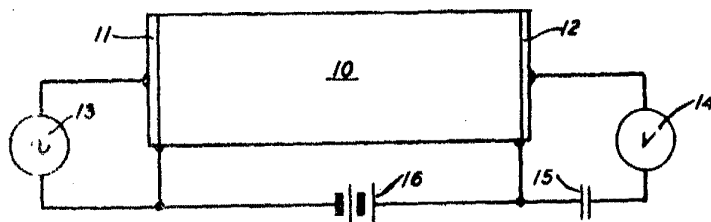


FIG. 3



P.A.
[Handwritten signature]



276929

FIG 4A

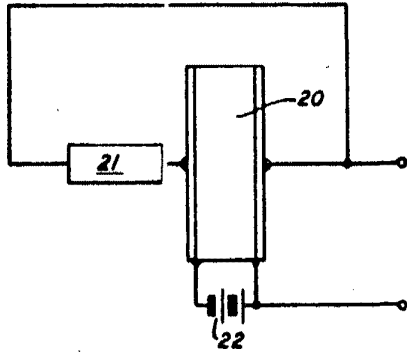


FIG 4B

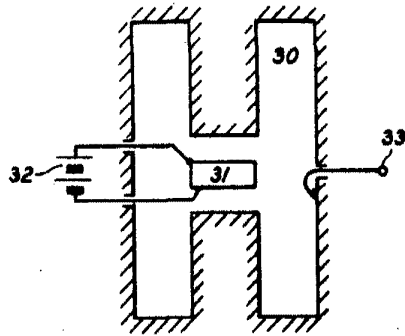
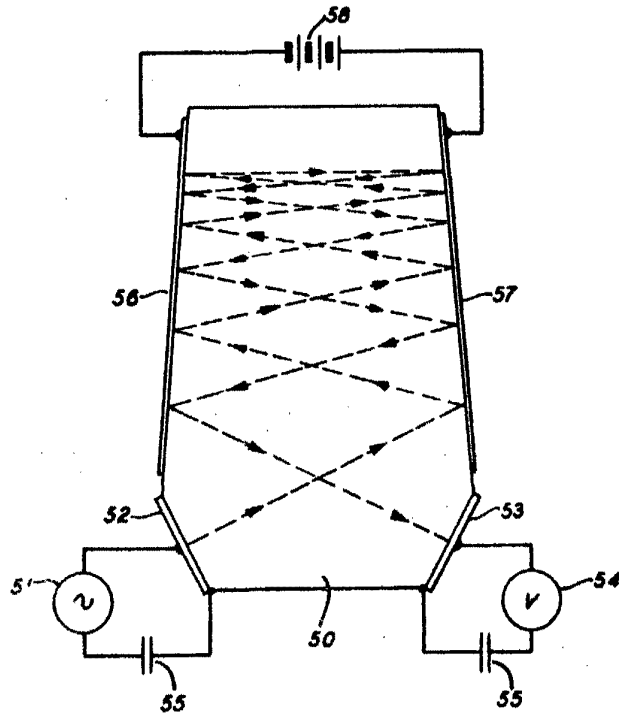


FIG. 5



P. A.
[Signature]



276929

FIG. 6

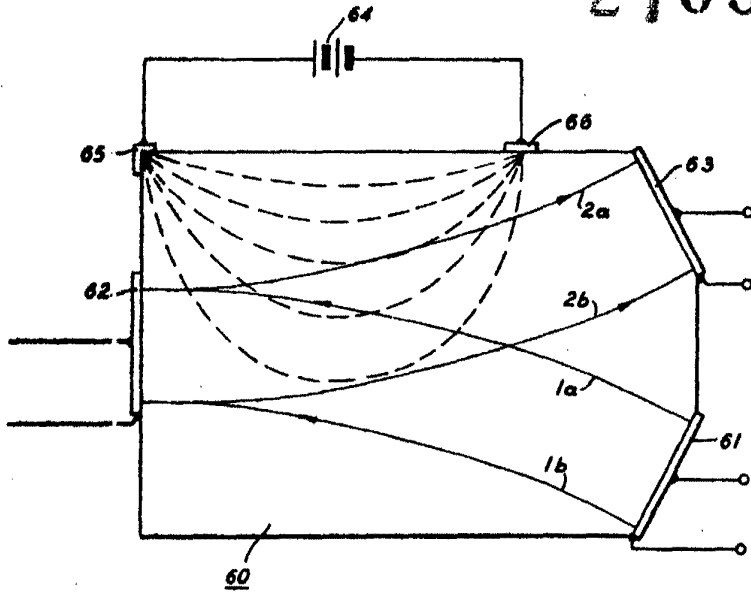
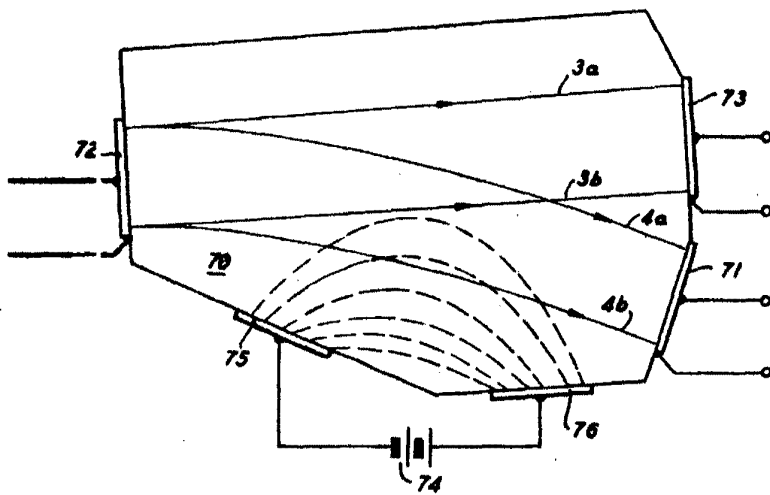


FIG. 7



P. B.
[Handwritten signature]