

314045

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud
de
P A T E N T E D E I N V E N C I O N
formulada el 10 de Junio de 1965, con el nº 314.045
e n
E S P A Ñ A
por VEINTE años
a nombre de INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION, en-
tidad norteamericana, establecida en Armonk, Nueva York, 1504,
Estados Unidos de América, por:
"UN APARATO GENERADOR DE MICROONDAS"

=====

La presente invención se refiere a dispositivos de esta-
do sólido, y más especialmente a un dispositivo de principio
nuevo en su género, basado en la formación de ondas eléctricas
de choque en materiales cristalinos, y más concretamente en -
5 cuerpos cristalinos semiconductores.

Esta solicitud es en parte una continuación de la soli-
citud americana número 286.700. La invención expuesta en esta
última, que también fue cedida al cesionario de la presente,
fue concebida en términos de oscilador de microondas, de estado
10 sólido. Ahora bien, se ha descubierto que el fenómeno fundamen-
tal y subyacente que da lugar a la formación y amplificación

**POOR
QUALITY**



de microondas tal como se describe en la mencionada solicitud
antecedente, puede también utilizarse en otros modos y tipos
de operación, por los cuales se descubre y abarca todo un cam-
po o género de dispositivos, en vista del carácter fundamental
5 de este fenómeno subyacente.

El efecto observable que condujo al desarrollo del osci-
lador de microondas descrito en la citada solicitud de patente
número 286.700 fue la inestabilidad descubierta en ciertos cris-
tales semiconductores, notablemente de GeAs a InP, sometidos a
10 fuertes campos electricos, superiores a un determinado umbral
en voltios por centímetro (V/cm). Cuando a una muestra de cris-
tal se aplica un campo eléctrico uniforme tan elevado, se obser-
va la mencionada inestabilidad en forma de fluctuación de la co-
rriente que circula al aplicar una tensión eléctrica constante
15 entre dos contactos "ómicos" n⁺ fijados al cristal. En estas
condiciones se observa en la corriente una disminución dependien-
te del tiempo, y esta disminución, que en las muestras o de bas-
tante longitud se parece a un ruido o perturbación de carácter
aleatorio, en las muestras cortas resulta periódica, según se
20 ha visto, y de una frecuencia extremadamente elevada, que viene
determinada por la longitud de la muestra.

Desde entonces se ha descubierto que la mencionada inesta-
bilidad de corriente viene asociada a la presentación u ocurren-
cia de regiones móviles de elevadísimo campo eléctrico (ondas
25 de choque), que se propagan a una velocidad del orden de 10^7
cm/s. Por tanto, las oscilaciones de microondas anteriormente
observadas no son sino una única manifestación peculiar del fe-
nómeno subyacente de las ondas eléctricas de choque, cuyo movi-
miento, en este caso particular resulta ser de naturaleza cícli-
ca a través de la muestra; esto es, se mueven desde uno de los
30

314045



extremos (el cátodo) hasta el otro extremo (el ánodo), y luego repiten este movimiento una y otra vez.

5 Es objeto fundamental del presente invento un dispositivo donde se utilizan ondas eléctricas de choque en sus diversas manifestaciones en cuerpos cristalinos.

Otro objeto básico consiste en sacar partido del fenómeno de la elevadísima velocidad de las ondas eléctricas de choque presentes en estos cuerpos, para desempeñar funciones lógicas en una estructura distribuida.

10 Un objeto concreto y específico del presente invento reside en permitir la generación de potencia en microondas.

Otro objeto del presente invento reside en poder engendrar potencia en microondas a frecuencias extremadamente elevadas, por encima de los 100 megaciclos por segundo (Mc/s).

15 Otro objeto del presente invento reside en un oscilador de microondas que da frecuencias del orden de 500 a 6500 Mc/s.

20 Es objeto adicional del presente invento un oscilador de microondas cuyo funcionamiento depende de ciertos nuevos efectos de fuerte campo eléctrico que tienen lugar en los semiconductores.

Otro objeto del presente invento consiste en producir la generación de oscilaciones de microondas en un dispositivo que se caracteriza por una estructura muy sencilla.

25 Un objeto más concreto y específico de la invención consiste en obtener oscilaciones de microondas de alrededor de 100 mc/s en un dispositivo caracterizado por comprender un pequeño elemento, pastilla u "oblas" de material semiconductor, con el cual solamente hay que hacer contactos óhmicos.

30 Otro objeto reside en generar oscilaciones de microondas esencialmente independientes de los medios de circuito exterior-



res.

Otro objeto reside en un dispositivo oscilador de microondas que se caracteriza por no tener más que dos terminales.

Otro objeto consiste en un sencillo dispositivo oscilador que no depende de la manifestación de resistencia negativa en su característica V/I (de tensión/corriente) .

Otro objeto reside en un oscilador de microondas que se puede modular rápida y muy sencillamente.

Otro objeto consiste en obtener amplificación mediante el uso de ondas eléctricas de choque que pueden ser producidas en un cuerpo cristalino.

Otros objetos consisten en habilitar aplicaciones para el mencionado fenómeno de las ondas eléctricas de choque, para desempeñar cualesquiera o la totalidad de las funciones de amplificación, formación de impulsos, "alargamiento" y retardo de los mismos; y en dispositivos lógicos de diversos tipos tales como, por ejemplo, en un circuito de coincidencia ("Y"), disyuntivo inclusivo (barrera "O" inclusiva), inhibidor sencillo ("NO") o múltiple ("NI"), etc.

Los precedentes y otros objetos, rasgos característicos y ventajas de la invención se irán desprendiendo de la descripción pormenorizada que sigue de unas formas preferidas de realización del invento, ilustradas en los dibujos adjuntos, en los cuales:

- la figura 1 es una gráfica de la intensidad de corriente en función del campo eléctrico, e ilustra el fenómeno básico del presente invento;

- las figuras 2a y 2b son unos diagramas de los perfiles de impulso de corriente obtenibles, debido al fenómeno del presente invento;

314045



- la figura 3 es una sencilla ilustración esquemática del dispositivo básico del presente invento, conectado en circuito para generar oscilaciones de microondas.

5 - la figura 4 es una vista en sección recta que ilustra el método de realizar los contactos con la muestra de semiconductor;

- la figura 5 es una vista del dispositivo del presente invento, empaquetada para su uso en un circuito;

10 - la figura 6 es un esquema de una muestra de semiconductor y un aparato para medir sus parámetros;

- las figuras 7a y 7b son unas gráficas en las cuales está representada la tensión en función del tiempo, tomando la distancia X a lo largo de la muestra como parámetro;

15 - la figura 8 es una gráfica en la cual está representada la función $dV(X,t)/dt$ en relación con la distancia X;

- las figuras 9a y 9b son unos diagramas en los cuales los datos de las figs. 7a, 7b y 8 están representados por una distribución de potencial dependiente del tiempo;

20 - las figs. 10a y 10b son unos diagramas de impulsos que ilustran la tensión aplicada al cuerpo semiconductor y la corriente resultante, respectivamente;

- las figuras 11a, 11b y 11c son unos esquemas ilustrativos de varias maneras de aplicar fuertes campos locales;

25 - las figuras 12 y 13 son unos diagramas de impulsos para diversos impulsos aplicados al dispositivo de las figs. 11a, 11b y 11c;

- la figura 14 es una vista en perspectiva de un cuerpo semiconductor tipo, que se representa conectado a un elemento reunidor o colector, para su instalación en un circuito;

30 - las figuras 15a y 15b son unos esquemas ilustrativos



- de otras maneras de producir un fuerte campo local;
- las figuras 16a y 16b ilustran otros métodos adicionales para producir o lanzar ondas de choque;
- la figura 17 ilustra otra disposición para controlar la producción o lanzamiento de ondas de choque;
- la figura 18 es un esquema ilustrativo de la detección o captación de una diferencia de potencial en una parte del cuerpo semiconductor; y
- las figuras 19a a 19f inclusive son unas representaciones simbólicas de cierto número de aplicaciones que implican unas combinaciones de medios para lanzar ondas de choque y de medios para extraer información de las mismas.

OSCILADOR DE MICROONDAS

Para producir la generación y la amplificación de microondas viene existiendo cierto número de métodos fundamentales. Los dispositivos usuales para producir frecuencias en la gama de las microondas son, por ejemplo; el tubo de ondas progresivas, y su variante el oscilador de ondas retrogresivas; así como el oscilador de magnetrón, el klystron reflex, y otros. Ahora bien, con tales dispositivos se ha llegado a sus límites practicables a causa de su conocida fragilidad, el volumen que ocupan, etc., para obtener un funcionamiento a frecuencias extremadamente elevadas, por encima de los 100 Mc/s.

Otro de los dispositivos usuales para la generación de microondas es el oscilador de transistor. Ahora bien, este dispositivo está limitado a la producción de pequenísimas potencias de salida, a frecuencias moderadamente altas. Otro de los dispositivos semiconductores es aquél que hace uso de las llamadas oscilaciones "nostron" en el interior de un cuerpo semi-



conductor, y que exhibe una región de resistencia negativa en su característica V/I . Sin embargo, el oscilador "nostron" está necesariamente limitado a dimensiones extremadamente pequeñas, del orden de las micras.

5 También se ha sacado partido de los efectos de resistencia negativa en otros dispositivos, tales como el diodo de túnel y el diodo de inyección de avalancha, para generar oscilaciones de alta frecuencia.

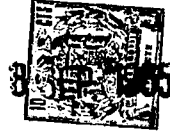
10 Los indicados osciladores usuales, el de transistor, el "nostron" y otros de resistencia negativa, que han sido propuestos hasta ahora, dependen de modo extremo de los circuitos externos, en la forma de circuitos resonantes, para su adecuado funcionamiento.

15 Otro de los dispositivos para generar microondas, que ha logrado sobresalir en los últimos años, es el maser, término que obedece a siglas inglesas correspondientes a "amplificación de microondas por emisión de radiación estimulada". El maser es un dispositivo cuyo funcionamiento se basa en procesos atómicos y moleculares en el interior de sustancias, generalmente cuando
20 éstas se hallan en estado gaseoso o sólido. Sin embargo, existen ciertas limitaciones impuestas sobre las frecuencias útiles de trabajo para los maseres, debido al hecho de que es preciso habilitar disposiciones complicadas y voluminosas para el bombeo de estos dispositivos, además de que la bomba debe ser
25 por lo general de una frecuencia mayor que la generada.

El oscilador de microondas de la presente invención comparte con determinados dispositivos de maser la capacidad de funcionar de manera que da una apreciable potencia de salida en microondas, partiendo del estado sólido.

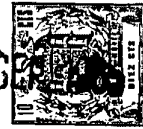
30 El presente dispositivo oscilador de microondas difiere ne-

314045



tamente de todos los arriba indicados en que se basa principal-
mente en un fenómeno natural que, según se ha observado, produ-
ce oscilaciones de manera virtualmente independiente de los cir-
cuitos exteriores, y cuyo principio de trabajo, según se cree,
5 depende de las interacciones que en cristales semiconductores se
producen entre los fonones y los portadores de cargas, esto es,
huecos o electrones, en campos eléctricos extremadamente fuertes
o elevados. El término "fonones", tal como se interpreta en la
técnica del ramo, se refiere a los "cuanta" de las vibraciones
10 reticulares en un cristal.

Al aplicar un campo eléctrico a una muestra semiconducto-
ra homogénea que se halla en equilibrio térmico, este equilibrio
se pierde, y en el caso más general las interacciones entre el
campo de los portadores y los mecanismos de diseminación se hacen
15 muy complejas. En la teoría ordinaria de la movilidad de los por-
tadores, se hace una simplificación radical al suponer que, si
bien los portadores pueden tener una velocidad de desplazamiento
dirigido superpuesta sobre sus movimientos aleatorios de origen
térmico, la energía total de los mismos permanece invariable al
20 aplicar el campo. Sin embargo, esta suposición solamente se jus-
tifica en rigor para valores del campo sumamente pequeños y que
tienden a desaparecer, pero para valores finitos la temperatura
de los electrones sobrepasa a la de la redícula. Así, como la di-
seminación depende en general de la temperatura de los porta-
25 dores, se sigue de ello que se observará un cambio de movilidad
cuando la temperatura de los portadores haya sido elevada por el
campo. Así, el campo ejerce grandes efectos por el hecho de que
una desviación respecto a la ley de Ohm da lugar a un cambio o
variación en la movilidad de los portadores, en tanto que la
30 densidad de los portadores permanece constante. Además se produce



otro tipo de desviación, cuando el campo se hace tan grande que se originan nuevos pares de portadores, generados por la ionización de las uniones o enlaces reticulares.

Para un completo desarrollo de la teoría de los cambios de movilidad que tienen lugar en un fuerte campo eléctrico, puede hacerse referencia a un artículo publicado en la página 213 de Progress in Semiconductors, editado por A.F. Gibson, Heywood & Co. Ltd., Londres 1957; y también puede hacerse referencia, como se indica, en ese artículo, a las diversas teorías propuestas por Landau y Kompanejev, por Guth y Mayerhofer, por Seitz y Shockley, etc. Para recientes informes sobre experimentos llevados a cabo sobre los efectos de los campos eléctricos, y los fenómenos asociados de "electrones calientes" y formación de "plasma", puede hacerse referencia a los siguientes trabajos:

- 1) "El "oscilistor": Un nuevo tipo de oscilador de semiconductor", Journal of Applied Physics, vol. 31, núm. 9 septiembre 1960, por R.D. Larrabee y M.C Steele.
- 2) "Observaciones sobre el efecto de compresión de la corriente de electrones-huecos en el antimonio de indio", por M. Glicksman y R.A. Powlus, Physical Review, vol. 121, nº 6, 15 de Marzo de 1961.
- 3) "El "Sogican": Un nuevo tipo de oscilador de semiconductores", por M. Kikuchi y Y. Abe, Journal of the Physical Society of Japan, vol. 17, 1962, pp.881-882.
- 4) "Los "electrones calientes" en el antimonio de indio" por M. Glicksman y W.A. Hicinbothem, Jr., Physical Review, vol. 129, nº 4, 15 de febrero de 1963.

Más relacionados con el fenómeno básico en que se fundamenta el presente invento resultan, según se cree, los conocimientos de la técnica anterior al mismo que tienen que ver con las inte-

314045

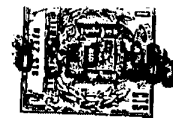


racciones cooperativas de la naturaleza de las ondas progresivas, entre las ondas coherentes de las vibraciones reticulares en las materias sólidas y una corriente de portadores de carga libres que se mueven atravesando estas materias. En la mayoría de los casos de interacciones entre las vibraciones reticulares y los portadores de carga, hasta ahora considerados por las personas que han estado trabajando sobre ello, los modos reticulares han venido siendo de naturaleza acústica, y el potencial de interacción de los portadores ha venido surgiendo bien de las variaciones en el intervalo de energía, o bien del desplazamiento relativo de los mínimos de la banda de conducción, o bien de la polarización piezoeléctrica resultante de ciertos modos transversos de vibración en retículas polares a las que les falta un centro de inversión. Para una detallada descripción de varios de estos casos puede hacerse referencia a los trabajos siguientes:

- 1) G. Weinreich, Physical Review, 104, 321, 1956
- 2) G. Weinreich, T.M. Sanders y H.G. White, Physical Review 114, 33, 1959.
- 3) A.R. Hutson y D.L. White, Journal of Applied Physics, 33, 40, 1962.

En la descripción que sigue se hará particular referencia a un determinado material semiconductor, a saber, el GaAs, con el cual se han efectuado numerosos experimentos consecutivos al descubrimiento del fenómeno básico en que se fundamenta la presente invención. No obstante, como fácilmente comprenderán las personas versadas en la materia, pueden también utilizarse con arreglo a los principios de este invento otros materiales semiconductores, en particular los polares.

Con referencia ahora a la fig. 1, se representa en ella



una gráfica ilustrativa de la relación existente entre la intensidad de la corriente que pasa por una muestra semiconductor y los campos eléctricos que han sido aplicados a esta muestra. Como se observará, la gráfica presenta una relación sensiblemente lineal entre la intensidad de corriente I y el campo eléctrico medio E , hasta un valor umbral E_T del campo eléctrico. A partir de este valor, aparece una discontinuidad; y es más allá de este punto cuando entra en acción el fenómeno oscilatorio conforme al presente invento. Para valores de E mayores que E_T , la intensidad de corriente fluctúa en el tiempo, aun cuando E permanezca constante. El valor máximo de la intensidad de corriente no sobrepasa por lo general los valores de régimen permanente que tiene para E_T , en tanto que el valor mínimo puede ser sensiblemente menor que el valor correspondiente para E_T . Esta variación de la corriente con el tiempo viene simbolizada en la fig. 1 por la región rayada. Por ejemplo, si se aplica el campo por medio de un breve impulso de tensión (voltaje) correspondiente a una amplitud igual o menor que E_T , la intensidad de corriente tendrá en el tiempo la variación indicada en la fig. 2a; en tanto que si dicha amplitud excede de E_T la variación de la intensidad de corriente será la indicada esquemáticamente en la fig. 2b, con unas fluctuaciones de alta frecuencia superpuestas al perfil del impulso fundamental.

Como se apreciará en la fig. 1, inmediatamente de alcanzarse el valor umbral E_T y de comenzar a trabajar en la región rayada, hay una brusca caída de conductividad. Así, la discontinuidad existente en E_T no puede asociarse a un aumento en el número de portadores de carga que hay en la muestra semiconductor (por ejemplo, una pastilla de GaAs de conductividad tipo N); y así en funcionamiento predomina solamente uno de los tipos

314045



de portadores de carga. Como se desprende de manera evidente de la fig. 1, la caída o pérdida de conductividad que aparece indica claramente que dentro de la pastilla hay actividad de esencialmente un solo tipo de portadores de carga.

5 En la fig. 3, que es una ilustración esquemática de una de las formas de realización del presente invento, se muestra el dispositivo básico 1, que consta esencialmente de una pastilla semiconductor 2, de GaAs como tipo, tal como antes se ha dicho en relación con la fig. 1. Como se indica en la fig. 3, esta
10 pastilla tiene un espesor, designado por el símbolo L , al que más adelante se hará referencia. La pastilla de semiconductor 2 lleva fijados unos contactos $3a$ y $3b$. Estos contactos comprenden unos puntos, de Sn como material tipo, incorporados por aleación a la pastilla 2. Conectado a esta pastilla 2 se representa un manantial 4 de suministro de corriente, en este caso a
15 tensión constante, así como unos conductores adecuados unidos a los contactos $3a$ y $3b$ para aplicar a la pastilla 2 una tensión y así crear dentro de ésta un campo eléctrico de un valor prefijado tal que produzca los efectos anteriormente indicados,
20 es decir, el brusco descenso de conductividad y la generación concomitante de energía en microondas. También se representa una carga 5 conectada al circuito, de la cual se toma la salida.

25 Para mayor sencillez, la fig. 3 es una representación esquemática; y en el funcionamiento real se intercalaría un circuito adaptador conveniente entre el generador, esto es, el dispositivo activo 1, y la carga 5.

30 En los ensayos efectuados en la práctica con las muestras de GaAs se ha visto que en el caso de las muestras largas (aproximadamente de 1 a 10 mm) las fluctuaciones son aleatorias y

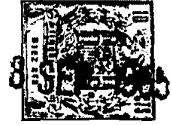
314045



constan de un ruido o perturbación de gran intensidad, con componentes hasta de 2000 Mc/s. En las muestras cortas (menores de 2×10^{-2} cm) las fluctuaciones adoptan la forma de oscilaciones coherentes, como se indica en la fig. 2b, cuyo valor depende de la longitud L de la muestra en el sentido de circulación de la corriente, tal como se ilustra en la fig. 3.

Las frecuencias f de oscilación, según se ha visto, vienen dadas por la expresión $f = nv/L$, en la cual, para un cristal particular de GaAs, v es, según se ha visto, aproximadamente igual a 10^7 cm/s, que es poco más o menos igual a la velocidad de desplazamiento o deriva ("drift") de los electrones para el valor umbral E_T del campo, para el cual empiezan a aparecer las oscilaciones. Por lo general, el único término que aparece es el de la frecuencia dada por $n = 1$, pero a veces se han hallado armónicos fuertes hasta de $n = 5$, y de vez en cuando el término $n = 1$ brilla por su ausencia. Estas resonancias dimensionales se han venido observando bajo la gama de valores de v/L que va de 0,5 a 4,5 Gc/s (gigaciclos por segundo, 1 Gc/s = 10^9 ciclos por segundo), y en una muestra de figura geométrica irregular se ha observado la generación de oscilaciones a $F = 6,5$ Gc/s. Aun en este último caso, la oscilación parece formarse o tener origen en unos pocos ciclos, de modo que es posible efectuar una modulación extremadamente rápida.

Cuando el circuito exterior tiene una impedancia insignificante, la profundidad de modulación de la misma corriente puede llegar al 30%. Como antes se ha dicho, mediante el uso de un circuito adaptador, tal como una cavidad resonante, puede adaptarse la muestra a una carga exterior. Con tal disposición, el rendimiento global de conversión de c.c. (corriente continua) a r.f (radiofrecuencia) es de 1 a 10%. La potencia media de sa-

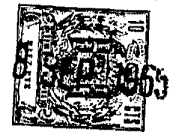


lida viene limitada por las propiedades térmicas de la construcción del dispositivo, pero han llegado a medirse potencias de cresta de 4,5 vatios a alrededor de 1 Gc/s, y de 0,15 W a 3 Gc/s.

5 Así descrita esta forma de realización del presente invento como oscilador de microondas, y el sistema esencial de circuitos asociado al mismo, se dirige ahora la atención a los métodos que de preferencia pueden emplearse para preparar la pastilla semiconductor, para hacer los contactos adecuados con ésta, y para el encapsulamiento de todo el dispositivo en forma de
10 paquete.

El oscilador de microondas que acaba de exponerse como forma de realización de este invento exige una estructura que consta, típicamente, de una pieza de GaAs de tipo N con unos extremos paralelos planos que llevan fijados unos contactos "ómicos".
15 Para obtener esta estructura se dan los pasos siguientes: se toma un monocristal de GaAs y se reduce por "lapeado" o abrasión en plano a una delgada rebanada de un espesor (de 40 micras, como tipo) ligeramente mayor que la longitud L necesaria para la muestra; y de esta rebanada se cortan, con un
20 útil ultrasónico, unos discos de 0,75 mm de diámetro. Después de tratados al ácido durante un tiempo determinado, en un baño de ataque que produce una superficie lisa de GaAs tipo N (por ejemplo, baño de ataque blanco, baño de ataque de peróxido y sulfúrico, etc.), los discos quedan dispuestos para la etapa
25 siguiente.

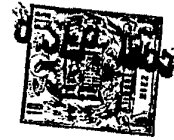
Como se desea obtener unos contactos ómicos, es preciso formar en las caras de los discos una capa de tipo N. En el presente procedimiento se hacen contactos aleados utilizando estaño puro, que es un material donador respecto al GaAs. Se preparan para el uso unas esferas de estaño de 0,75 mm de diámetro,
30



calentándolas a una temperatura elevadísima (del orden de 1100°
C) sobre un calentador de tira de grafito en una atmósfera de
gas naciente, manteniéndolas así por unos minutos y dejándolas
luego enfriar. Mediante el uso de un calentador con muchos ho-
5 yuelos o alvéolos, pueden tratarse simultáneamente un gran nume-
ro de esferas. Este tratamiento es necesario para hacer que el
estaño fundido moje mejor al GaAs en las etapas posteriores del
procedimiento.

Como se indica en la fig. 4, la aleación se efectúa en el
10 útil 6. Inmediatamente antes de cargar, el disco 7 de GaAs y to-
das las partes del útil de alear 6 se lavan en solución de NaOH
al 5%, se aclaran en agua destilada que ha sido mantenida fuera
de todo contacto con vidrio, y se secan al vacío. El útil ya en-
samblado se cuece entonces, como operación previa, en gas na-
15 ciente purificado. Estas precauciones son necesarias a fin de
prevenir la más mínima difusión de indicios de cobre en el GaAs.
De no tomarse estas precauciones, este último se convierte en
tipo P durante la aleación inutilizándose.

El útil de alear de la fig. 4 presenta los siguientes ras-
20 gos característicos: La cavidad en la cual se efectúa la alea-
ción tiene un diámetro interior de 0,77 mm, justamente lo sufi-
ciente para permitir la introducción de una esférula de estaño
8a, seguida del disco 7 de GaAs y de una segunda esfera de esta-
ño 8b. La separación entre esta cavidad o ánima y el borde del
25 disco es demasiado pequeña para permitir que el estaño en fusión
(que tiene un gran ángulo de contacto con el GaAs) penetre y
moje los lados del disco. El bloque de grafito en el cual se ha
practicado la cavidad está hendido o dividido para poder reti-
rar fácilmente el dispositivo semiconductor terminado, y las dos
30 partes o mitades se fijan en posición por medio de fiadores hue-



cos de acero inoxidable. Un segundo taladro o ánima horizontal practicado en uno de los extremos aloja un termopar de Pt-Pt-Rh cuya extremidad está muy próxima a la cavidad de alear. El calor para la aleación se suministra haciendo pasar por el bloque una corriente alterna. El sistema en su conjunto se halla encerrado en una cubierta o envolvente de vidrio a través de la cual fluye gas naciente cuidadosamente purificado y seco.

Debido al amplio ángulo de contacto entre el estaño en fusión y el GaAs, el metal líquido no se extenderá hasta cubrir la totalidad de las caras del disco, ni mojará siquiera una fracción del área de éstas a menos que la temperatura suba hasta el punto en que se disuelva una gran cantidad de GaAs. En estas circunstancias (de suceder esto último) el GaAs restante recibiría una forma bicóncava nada deseable. Para superar esta dificultad, el proceso de aleación se realiza bajo una presión hidrostática cuidadosamente controlada, más bien a la manera del moldeo en coquilla o por inyección. En la cavidad del molde, al ser cargada, se introduce por arriba un émbolo de grafito 9 muy ajustado, que recibe el peso adicional de un anillo de grafito suspendido del extremo superior de dicho émbolo. Ese extremo del émbolo entra ajustado en una depresión de la superficie interior del anillo, que pende libremente rodeando el bloque principal de grafito. El peso del anillo se elige de manera que obliga al estaño en fusión a entrar en íntimo contacto con las caras planas del GaAs, pero no a meterse en los huecos entre la circunferencia exterior del GaAs y el molde, ni entre el émbolo y el molde. Según se ha visto en la práctica, resulta satisfactorio un peso de 0,3 a 0,5 gramos.

El ciclo de caldeo se controla haciendo pasar una corriente alterna fija, que llevaría el útil de alear a una temperatura



de equilibrio superior a la deseada para efectuar la aleación. La salida del termopar se lleva a un registrador potenciométrico provisto de un interruptor limitador que corta la corriente cuando se llega a la temperatura deseada de 500° a 550°C.

5 Por medio de este sistema, es posible producir osciladores de GaAs con unas separaciones o zonas interfaciales, entre semiconductor y contactos, paralelas dentro de las 5 micras o menos.

10 Con referencia ahora a las figs. 5a a 5e inclusive, se ilustran en ellas las diversas etapas en que se efectúa el encapsulado del dispositivo de la presente invención. Después de la operación de alear, la estructura inicial consta de un disco 7 de GaAs que, como tipo, tiene 25 micras de espesor y 0,75 mm de diámetro, emparedado entre los contactos de estaño solidificado 8a y 8b.

15 Se necesita: (a) poder reducir la sección recta de la parte activa de GaAs de una manera geoméricamente regular; y (b) poder efectuar contactos de muy poca inductancia con los circuitos exteriores. Estos dos objetivos se logran mediante el sistema siguiente: La estructura, indicada en la fig. 5a, se rectificifica y pule primero dándole tres caras planas paralelas al eje, de modo que la sección recta resultante es triangular y la forma general de la estructura resulta prismática, como se indica en la fig. 5b. La estructura de la fig. 5b se coloca entonces, como se ilustra en la fig. 5c, aproximadamente en el centro de un molde cilíndrico 10 de Teflon o un material similar, de aproximadamente centímetro y medio de diámetro, y en él se hacer correr una resina epoxídica 11 hasta una profundidad de alrededor de medio centímetro. Una vez endurecida la resina, el conjunto de la estructura del dispositivo rodeada por la resina

20
25
30

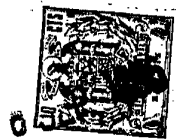


se saca del molde, y la parte inferior de dicho conjunto se
quita con muela hasta la línea 12, como se indica en la fig.
5d.

5 El procedimiento que acaba de ser descrito permite así re-
ducir la sección recta de manera muy sencilla, y la convenien-
te manipulación del dispositivo.

A continuación, el bloque de resina que contiene el dispo-
sitivo se monta bajo una plantilla de taladrar, no representada.
Esta plantilla consta de una placa de acero rectificado y tem-
plado que contiene tres agujeros, dos de los cuales sirven de
10 guía en una operación de taladrar sucesiva. El tercer agujero
está tapado por un disco de vidrio pequeño y delgado en el que
se ha grabado al ácido una retícula que sirve para definir con
exactitud la dirección y el centro de la línea que une los otros
15 dos agujeros. En un microscopio, el dispositivo se pone alineado,
manualmente, con la retícula contigua, y luego se sujeta a la
plantilla. A continuación, se hacen los taladros 12a y 12b en
la masa de resina epoxídica, utilizando como guía los agujeros
de la plantilla. Estos agujeros o taladros quedan así relacio-
20 nados con el dispositivo de semiconductor de manera exactamente
conocida, como se indica en la fig. 5e.

Entonces puede hacerse la conexión eléctrica a la muestra
de dispositivo, utilizando uno de entre una variedad de sopor-
tes. Estos soportes pueden variar en los detalles eléctricos,
25 pero mecánicamente son semejantes. Como se representa en la fig.
5e, hay dos patillas de acero 13a y 13b ajustadas en unos tala-
dros, hechos con la plantilla anteriormente citada, en un bloque
metálico o aislante 14. Las patillas entran libremente en la ma-
sa de resina epoxídica que contiene la muestra. En el bloque 14
30 entran ajustadas dos delgadas tiras 15a y 15b de bronce fosfo-



roso, que con sus extremos libres casi se tocan entre sí a uno y otro lado del eje central entre las patillas. Estas tiras quedan justamente encima de la superficie del bloque 14, y casi paralelas al bloque, y los extremos libres están afilados o en convergencia hasta alrededor de 0,13 mm. Por medio de la plantilla de taladrar, que puede ser colocada sobre las patillas, es posible disponer que los extremos de las tiras coincidan con las partes 8a y 8b de estaño del oscilador o dispositivo empotrado o incrustado en la resina. Así, al colocar la plantilla en posición, las tiras de bronce fosforoso hacen conexión eléctrica con las áreas de estaño, aun cuando sean muy estrechas, al tiempo que se evitan daños en el área de GaAs de la superficie del oscilador que queda al descubierto.

Debido a su corta longitud y estrecha proximidad al bloque rectificado 14, puede hacerse que la inductancia de las tiras sea extremadamente pequeña. La inductancia del oscilador así empacutado es esencialmente nula, y sin embargo no se necesita un empacutado costoso, como puede apreciarse, y todos los osciladores encajan en todos los soportes aun cuando sus dimensiones varien mucho. Otra ventaja de esta disposición reside en que la polaridad de la muestra se puede cambiar rápidamente, colocándola en posición inversa en su soporte. Finalmente, la sección recta del GaAs se ajusta fácilmente en cualquier momento mediante rectificado o "lapeado" de la superficie descubierta.

Así descrita la primera forma de realización del dispositivo básico del presente invento, y el método empleado para su empacutadura y encapsulamiento, se considera que es oportuno resumir y reafirmar de otro modo las observaciones que se han llevado a cabo, examinando la relación entre intensidad de corriente y diferencia de potencial en los terminales del dispositi-



tivo.

Al aplicar un potencial V entre los extremos de una barra o pastilla rectangular de GaAs o InP, de longitud L , la corriente aumenta al principio linealmente, al aumentar V desde cero, Ahora bien, al llegar a la tensión umbral V_{η} , la corriente empieza a fluctuar^(a). Al principio hay una disminución^(b) hasta algún valor I_{\min} menor que el valor de régimen permanente I_{η} correspondiente a V_{η} . Esta disminución viene seguida de un aumento hasta un valor I_{\max} que por lo general es igual^(c) a I_{η} , y luego por nuevas fluctuaciones entre I_{\min} e I_{\max} . Si entonces sube la tensión por encima de V_{η} , la corriente continúa fluctuando, y el valor de I_{\max} permanece por lo general casi sin variación^(d). En el caso de muestras largas (L mayor de 0,2 mm), la fluctuación es casi completamente aleatoria^(e), asemejándose a un "ruido blanco" de una anchura de banda del orden de 10^9 c/s. Las muestras cortas (L menor de 0,2 mm) se comportan de modo semejante^(f) cuando la impedancia del circuito exterior es elevada, pero general oscilaciones de corriente coherentes cuando la impedancia es pequeña^(g). El período de estas oscilaciones resulta ser igual al tiempo de tránsito^(h) de los electrones, calculado a base de la corriente de umbral I_{η} . Las oscilaciones, normalmente, llegan a toda su amplitud dentro de un solo ciclo⁽ⁱ⁾, son de frecuencias comprendidas entre 5×10^8 y $6,5 \times 10^9$ c/s, y tienen valores de I_{\min}/I_{\max} comprendidos entre 0,7 y 0,8.

En el GaAs, el campo eléctrico de umbral varía con L , desde el valor de 1250 V/cm para $L = 0,5$ cm hasta los 3700 V/cm para $L = 2 \times 10^{-3}$ cm. En el InP los valores están muy dimensionados, pero son típicos los campos de umbral de 6000 V/cm. En ambos materiales, la magnitud del campo de umbral --y en el GaAs



la naturaleza de la inestabilidad-- resultan inafectadas por la naturaleza de los contactos, la condición de la superficie de la muestra, la irradiación con luz o la aplicación de un campo magnético.

5 Para más información y como ampliación del resumen anterior puede consultarse el IBM Journal of Research and Development, abril 1964, pág. 141, "El fenómeno de las ondas eléctricas de choque y su aplicación".

10 Se ha descubierto ahora que las fluctuaciones de corriente anteriormente observadas vienen asociadas a una distribución móvil del campo eléctrico, y por tanto del potencial, en el interior de una muestra cristalina.

MÉTODOS DE OBSERVACION Y SUS RESULTADOS

15 Con referencia ahora a la fig. 6, la distribución cambiante de potencial $V(x, y, t)$ por la superficie plana de una muestra tipo de GaAs fue explorada por un método en el que se emplea una sonda capacitiva 20, como en dicha figura se ilustra. La separación de la sonda 20 en relación con la muestra

20 21 de GaAs se mantuvo constante y a un valor pequeño, pero su posición podía ser modificada por medio de un paso micrométrico. La señal procedente de la sonda se llevaba a un osciloscopio de muestreo (no indicado en la figura) que poseía una determinada respuesta $g(t)$ a los impulsos y una resistencia de

25 entrada R . Si las dimensiones de la cara rectangular de la sonda en las direcciones x e y (esto es, paralela y perpendicular, respectivamente, al paso de corriente en la muestra de GaAs) son δx , δy , y su capacidad respecto al GaAs es C , la señal $S(t')$ presentada en el osciloscopio es:

314045



$$S = \frac{C R}{\delta x \delta y} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{y-\delta y/2}^{y+\delta y/2} \int_{x-\delta x/2}^{x+\delta x/2} g(t'-t) \frac{\partial}{\partial t} V(x', y', t) \delta x \delta y dt$$

5 Para el aparato utilizado, $\delta x = 15$ micras, $\delta y = 270$ micras, y $g(t)$ era una cresta de una anchura menor de 10^{-10} segundos. Así, la señal S representa una aproximación a la cantidad $CR \frac{\partial V(x, y, t)}{\partial t}$ medida con resoluciones de 15 micras, 270 micras y 10^{-10} segundos, respectivamente.

10 La presentación osciloscópica de muestreo normal de S en función de t es muy difícil de interpretar, por lo cual se emplearon otras formas de presentación como alternativa. En el primer tipo de éstas, la posición de la sonda se mantuvo fija, y la señal S fue integrada electrónicamente y luego presentada
15 en un osciloscopio. La presentación dada por el osciloscopio representaba así la variación en el tiempo de la cantidad $\int^t S(t) dt \propto V(x, y, t)$ con x e y constantes. En el segundo tipo de presentación se mantuvo fijo el instante t del muestreo, mientras se hacía variar x en toda la longitud de la muestra. La señal
20 S fue presentada en un osciloscopio cuya deflexión horizontal era proporcional a x . Esta presentación dio, pues, una imagen de $\partial V(x, y, t) / \partial t$ en función de x , distancia a lo largo de la muestra, con y y t fijas.

Se efectuaron medidas en una muestra de GaAs de tipo n ,
25 de una longitud $L = 210$ micras y una sección recta de $3,5 \times 10^{-3}$ cm^2 . Su resistencia a los campos débiles era de 16 ohmios. Por medio de un circuito de una impedancia aproximada de 50 ohmios se aplicaron impulsos positivos rectangulares de unos pocos nanosegundos de duración, lográndose así condiciones aproximadas
30 de corriente constante, en lugar de las de tensión constante

314045



empleadas en la forma de realización de oscilador de microondas. Se presentaron inestabilidades de corriente a unas tensiones, en la muestra, superiores a 89 V.

La figura 7a muestra varios perfiles de onda $V(t)$, con una tensión aplicada apenas menor que el valor de umbral de 59 voltios, medidos a intervalos iguales de x . De ellos se desprende que, en estas circunstancias, la variación del potencial con el tiempo en un punto x no hace más que reproducir la de $x=L$, multiplicada por la fracción x/L , como cabría esperar para un conductor homogéneo. En cambio, si la tensión inicial excede de la anteriormente mencionada, se obtienen resultados muy diferentes, como se ilustra en la fig. 7b. Cuando la inestabilidad empieza aproximadamente en medio del impulso, el potencial para $x = L$ sube bruscamente, y permanece elevado hasta casi el final del impulso, volviendo a caer luego rápidamente. En otros puntos de la muestra no se reproduce esta variación. Se presenta una elevación de potencial, aproximadamente igual, de unos 55 V en todos los puntos simultáneamente, pero la caída tiene lugar más pronto para pequeños valores de x . Para un valor dado de x , los valores de V antes de la elevación y después del descenso son aproximadamente iguales.

Con referencia ahora a la fig. 8, como se apreciará, puede obtenerse más información partiendo de una presentación de $\partial V/\partial t$ en función de x , con t como parámetro. Aquí las circunstancias fueron iguales a las ilustradas en la fig. 7b, excepto en que la amplitud de la corriente aplicada fue ligeramente mayor, de modo que la inestabilidad se presentaba al comienzo del impulso. En la traza indicada con el número 1, en la parte superior de la figura, la variación de $\partial V/\partial t$ es aproximadamente lineal con x , demostrando así que el campo eléctrico va creciendo uniformemente en la muestra. En la traza 2, obtenida al cabo de



un retardo de $6,6 \times 10^{-11}$ segundos, esta distribución lineal está comenzando a sufrir una deformación o distorsión. Para cuando se llega a la traza número 11, esta deformación ha tomado la forma de un máximo negativo bien definido de $\partial V/\partial t$ que se extiende aproximadamente en unas 30 micras; en las demás partes del cristal, $\partial V/\partial t = 0$. A partir de este punto, el máximo se propaga en el sentido $+x$ (que es también el de la circulación de los electrones) sin cambiar de forma, hasta que aproximadamente en la traza 35 llega al ánodo. A partir de aquí, la presentación se hace algo confusa, debido a diferencias aleatorias o casuales entre los impulsos sucesivos; pero puede verse que se reproducen los sucesos de las trazas 2 a 11 inclusive, al menos de un modo general, en las trazas 35 a 44. El examen de todo esto demostrará que la velocidad a la cual se propaga el máximo es constante y aproximadamente igual a 8×10^6 cm/s. Este valor es, sobre poco más o menos, igual al obtenido por estimación, de los datos de otras muestras, para la velocidad de desplazamiento o deriva de los electrones en el umbral. El campo eléctrico medio dentro de la perturbación puede estimarse aproximadamente, partiendo de la anchura y de la caída de tensión observadas. El valor hallado es de alrededor de 2×10^4 V/cm.

Los datos tanto de la fig. 7 como de la fig. 8 pueden estar representados por una distribución de potenciales con dependencia del tiempo, como la indicada en los diagramas de la fig. 9a. En éstos se supone que se ha hecho pasar a través de la muestra una corriente fija de una intensidad tal que justamente se sobrepasa el umbral de la inestabilidad. Un instante después de empezar el paso de corriente, existe una distribución lineal del potencial (curva 1). A continuación, la inestabilidad de lugar a una región estrecha de elevadísimo campo eléc-

314045



trico local (pendiente de distribución del potencial) que se
forma cerca del cátodo (curva 2). Al pasar el tiempo, la región
de campo fuerte se va propagando a lo largo de la muestra, mien-
tras el campo local, en alguna otra parte, permanece aproxima-
5 damente constante (curvas 3, 4 y 5). Finalmente, la región de
campo fuerte llega al ánodo, para $x = L$, y se sale de la mues-
tra. En algún punto intermedio fijo de observación x_0 , el po-
tencial sube de V_1 a V_2 cuando se forma la región de campo fuer-
te; permanece en V_2 mientras la región de campo fuerte está a
10 la izquierda de x_0 y luego vuelve a caer rápidamente a V_1 , al
pasar de x_0 la citada región. Es claro que la caída ocurrirá
más tarde para valores de x_0 más grandes (véase la fig. 7b).
La derivada del potencial respecto al tiempo es, naturalmente,
cero, excepto dentro de la región de campo fuerte indicada en
15 la fig. 8.

Como de la fig. 8 se desprende que la perturbación, una
vez iniciada o formada, se propaga con velocidad constante y
sin variar de forma, esta perturbación podría describirse como
onda de choque que rápidamente alcanza una forma de equilibrio.
20 Por consiguiente, la función $V(x,t)$ de la onda de choque puede
escribirse en la forma $V(x-ct)$, donde c es su velocidad. Así
las operaciones $\partial/\partial t$ y $-c\partial/\partial x$ son equivalentes, y las trazas
tales como las numeradas de 11 a 30 en la fig. 8 pueden también
interpretarse como gráficas de la distribución del campo eléc-
25 trico $E(x)$.

Cuando para excitar la muestra se utiliza un manantial
de tensión constante (baja impedancia), como sucede en el caso
del oscilador de microondas, la situación es algo distinta de
la que acaba de exponerse. El potencial está entonces fijo en
30 el punto $x = L$, lo mismo que en el $x = 0$, y la formación de una



onda de choque de campo fuerte hace que se reduzca el campo en las partes de la muestra que caen fuera de la onda. Este efecto se ilustra en la fig. 9b. En particular, para las curvas 3, 4 y 5, el campo en el cátodo resulta de un valor menor que el correspondiente a la curva 1, que era suficiente para lanzar la onda de choque. Así, puesto que el logro de un campo local crítico E_T' es el suceso que desencadena o "dispara" la inestabilidad, como se verá, la existencia de una onda de choque dentro de la muestra puede inhibir el lanzamiento de una segunda onda desde el cátodo, por reducir allí el campo a un valor inferior a E_T' . Esta inhibición, naturalmente, desaparece al llegar al ánodo la primera onda de choque y volver transitoriamente a la curva 1 la distribución de potencial. Por contraste, el campo en el cátodo, en condiciones de corriente constante, es independiente de la presencia o ausencia de una onda de choque en cualquiera otra parte de la muestra, y en cualquier momento pueden lanzarse nuevas ondas de choque.

Vamos a estudiar ahora los resultados anteriormente resumidos.

a) La iniciación de las fluctuaciones se corresponde con la aparición de las ondas de choque.

b) En cuanto aparece la onda de choque, el campo se reduce por debajo de E_T en otras partes de la muestra. Como el GaAs es un conductor casi óhmico en estas condiciones de campo, la intensidad de corriente se reduce en proporción.

c) Se lanza una nueva onda de choque cuando, por una razón cualquiera, la corriente de conducción se eleva a I_T , y el campo en el cátodo, por consiguiente, llega al valor E_T .

d) La constancia de $I_{m\acute{a}x}$ con respecto a la variación de la tensión aplicada puede explicarse de la misma manera.

314045



e) La efectividad del proceso de inhibición ilustrado en la fig. 9b es máxima, como resulta obvio, en las muestras cortas. En las muestras largas, las variaciones de campo en el cátodo son demasiado pequeñas para controlar el lanzamiento de ondas de choque ulteriores, que según se cree tienen lugar en instantes o tiempos aleatorios.

f) Las mismas observaciones sirven para las muestras cortas que trabajan en condiciones de corriente casi constante.

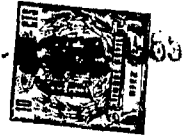
g) En las condiciones de tensión constante, el mecanismo de inhibición es lo bastante fuerte, en las muestras cortas, para asegurar el lanzamiento de una onda de choque desde el cátodo, única y exclusivamente cuando la onda precedente llega al ánodo. Así, la generación de nuevas ondas de choque tiene lugar de manera periódica.

En la fig. 8 puede verse una demostración de este efecto, donde una nueva onda aparece como lanzada en un instante variable, poco más o menos en las trazas 34 a 44. Esta figura se obtuvo en condiciones de impedancia externa elevada, pero no infinita, de manera que el efecto de inhibición fué débil, pero no inexistente.

h) El período de las oscilaciones debe ser forzosamente igual al tiempo de tránsito de la onda de choque, que, como hemos visto, se propaga aproximadamente a la velocidad de los electrones en el umbral.

i) La primera onda de choque alcanza su plena amplitud antes de salir del cátodo. La modulación de la corriente es, pues, todo lo grande que puede llegar a ser.

j) En las muestras muy cortas, la tensión UE_T puede ser menor que la existente en la onda de choque de libre propagación. En ese caso, la onda de choque probablemente permanece



ligada al cátodo hasta que se aplica alguna tensión más alta. Así, la tensión de umbral aparente será mayor que UE_p . Este efecto podría explicar la curvatura observada en las características I/V de las muestras muy cortas.

5 k) Como la onda de choque se mueve o propaga en la misma dirección que los electrones, no pueden intervenir en ella portadores minoritarios.

1) En el InP, la duración (vida útil) de los huecos parece ser lo bastante larga para que sea posible la inyección de huecos procedentes de una avalancha asociada a un elevadísimo campo eléctrico en el ánodo. Este fuerte campo, aparentemente, surge tan sólo al llegar allí la onda de choque. Así, la corriente debe forzosamente decrecer durante un tiempo igual al de tránsito de la onda de choque, antes de que pueda aumentar a consecuencia de la inyección de avalancha.

10

15

APLICACION DEL DIPOLO

Se va a estudiar ahora la aplicación y utilización del singular fenómeno que ha sido descubierto, esto es, de la distribución móvil del campo eléctrico que puede producirse dentro de una muestra cristalina. No obstante, antes de entrar en el detalle de formas concretas y específicas de realización del dispositivo, bueno será exponer primero las consideraciones fundamentales que conducen a la puesta en ejecución de los dispositivos, como consecuencia de las observaciones hechas.

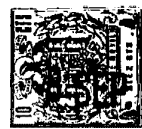
20

25

I - MECANISMOS DE CONTROLAR EL LANZAMIENTO DE ONDAS DE CHOQUE

En relación con las curvas de la fig. 8 se ha hecho notar que la onda de choque, una vez formada, puede propagarse aparentemente en equilibrio, aun cuando el campo aplicado se

30



1965

reduzca por bajo del umbral. Este hecho viene apoyado por referencia a las figs. 10a y 10b, en las cuales se muestran varios perfiles de impulsos. El primer perfil de la figura 10a es el de un impulso de tensión aplicado, en un circuito esencialmente igual al de la fig. 3, a la pastilla cristalina que está conectada a una carga tipo. Ahora bien, en este caso particular, el manantial de energía 4 comprendería, dicho como ejemplo y sólo por conveniencia, un generador de impulsos que desarrolle un impulso básico A como el indicado en la fig. 10a y, superpuesta sobre él, una "aguja" B. La "aguja" B es de tal magnitud que la tensión total sobrepasa, por un breve intervalo, el valor de umbral V_T , también indicado en la fig. 10a.

El impulso de corriente resultante a través del circuito de la fig. 3 tiene la forma indicada en la fig. 10b. Así, como se verá, la corriente desciende desde su valor máximo en el preciso instante en que la tensión total excede del valor de umbral V_T , pero sigue baja después de terminada o pasada la "aguja" B. En un caso tipo, la aguja B tendría una duración total de 0,2 nanosegundos (ns), pero la disminución de corriente continuaría por un periodo de unos 2 ns (lo que para la muestra particular examinada es aproximadamente igual al tiempo de tránsito de la onda de choque).

Por consiguiente, como se apreciará, una onda de choque continuará propagándose en condiciones en las cuales no puede ser iniciada. La onda seguirá propagándose aun cuando haya terminado el impulso que dio comienzo a su propagación. Así, aunque el campo aplicado haya caído por bajo del nivel de umbral al terminar la "aguja" de tensión, la disminución de corriente indicada en la figura 10b se prolonga durante más tiempo.

314045

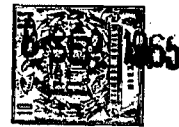


La manera de funcionar descrita es la de un circuito monostable alargador de impulsos con ganancia de energía. Sus aplicaciones más específicas serían las de excitador de línea, excitador de memoria, o como circuito lógico que utilice señales de entrada aplicadas simultáneamente o en sucesión.

En esta aplicación últimamente mencionada, esto es, como circuito lógico, se obtendría el mismo resultado de variación de corriente ilustrado en la fig. 10b, aplicando al dispositivo varias señales de entrada en forma de "agujas" o impulsos fuertes y cortos de tensión. En un circuito lógico disyuntivo inclusivo (OI) se seleccionaría cada "aguja" de tensión de una magnitud suficiente para hacer que el de la tensión total excediera de los valores de umbral V_T , como se indica en la fig. 10a. Como alternativa, sería sencillo de realizar un circuito lógico de coincidencia ("Y") mediante la selección de "agujas" de tensión relativamente menores, cuya aplicación por separado fuera insuficiente pero cuya coincidencia tendría por efecto hacer que la tensión total excediera del valor de umbral V_T .

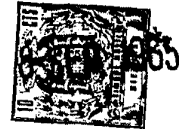
Un segundo método básico de lanzar ondas de choque para varias aplicaciones concretas de los dispositivos implica la imposición de fuertes campos locales aplicados, por ejemplo, por medio de un tercer electrodo fijado a la pastilla del dispositivo. Esto contrasta con la disposición arriba descrita, que implica la aplicación de "agujas" o brevísimas fuertes crestas de sobretensión a un dispositivo de dos terminales.

Con referencia ahora a las figs. 11a, 11b y 11c, se ilustran en ella diversos recursos para la imposición de fuertes campos locales en distintos puntos del cuerpo del dispositivo, a fin de producir el lanzamiento de las citadas ondas



de choque. En la fig. 11a, se han efectuado los contactos anódico y catódico 31 y 32 normales con uno y otro extremo del cuerpo, pero se ha fijado a éste, típicamente por aleación a la superficie inferior del mismo, un electrodo adicional 33, denominado disparador. Al terminal c.c. se le aplica un impulso básico de energía, y el lado de cátodo de la pastilla se pone a masa, como en la fig. 11a. El perfil del impulso básico de energía es el designado como V_A en la fig. 12a donde también se indica el valor de umbral V_{Γ} . Ahora bien, en contraste con el funcionamiento en dos terminales antes descrito, se aplica una "aguja" de tensión al terminal de entrada y, por tanto, al electrodo disparador 33 de la fig. 11a. El perfil del impulso de disparo es el indicado en la fig. 12b. El impulso de corriente resultante se ilustra en la fig. 12c y, como en el caso anterior, la corriente cae al ser aplicado el impulso de disparo $V_{\Gamma R}$ pero sigue en el valor inferior por un tiempo mayor que el de duración del impulso de disparo $V_{\Gamma R}$. Las figs. 11b y 11c no hacen sino ilustrar otras posibles configuraciones de acoplamiento. En la fig. 11b, el tercer electrodo, o disparador, se representa fijado a la misma superficie extrema que el cátodo, y en la fig. 11c el impulso disparador está capacitivamente acoplado a la pastilla.

Otra forma concreta de realización del dispositivo, que es una variante de la configuración del mismo representada en la fig. 11a, es aquella en la que se emplea el mecanismo oscilador de microondas antes descrito, es decir, en que el manantial de energía es de tensión constante y se aplica, como en la fig. 11a, al ánodo 31. Se utiliza la misma forma básica de perfil de impulso que en el ejemplo anterior (fig. 13a). Pero ahora el impulso de disparo ($V_{\Gamma R}$) se hace más largo que el



tiempo de tránsito para la propagación de la onda de choque por toda la pastilla. El resultado es que la corriente adopta la forma del impulso indicada con I_A en la fig. 13c. Lo que de este modo se obtiene es un oscilador modulado cuyo periodo propio de generación de oscilaciones está controlado por la duración del impulso de disparo V_{TR} y, por consiguiente, es susceptible de una rapidísima modulación.

Con referencia ahora a la fig. 14, se ilustra aquí con detalle la estructura física del dispositivo antes indicado esquemáticamente en la figura 11b. La pastilla o galleta 40 de CaOs, que tiene un contacto de AuGe, se representa montada sobre un elemento reunidor o colector de conexión 41, al cual va soldada. A la superficie superior de la pastilla 40, con la cual se ha hecho un contacto óhmico 43 de AuGe, va soldado un alambre delgado o una cinta 42, que se conecta además a los terminales 44 y 42. También van conectados a estos terminales unos hilos o alambres 46 y 47, y otro 48 al elemento de conexión 41, utilizándose estos tres hilos para los fines de conexión en circuito. Un corte de sierra 49 divide en dos partes el contacto superior; la parte de contacto de la izquierda constituye el electrodo disparador, mientras la otra parte sirve de cátodo. Es importante mantener el área de cátodo mayor de un 80%, poco más o menos, de la máxima área de sección recta de la pastilla.

También pueden emplearse otros métodos concretos y específicos para producir un fuerte campo local, como antes se ha dicho, y así controlar el lanzamiento de ondas de choque. Otro de estos métodos sería, por ejemplo, el de trasladar conexiones a masa para así hacer pasar la corriente por una región limitada o estrechada, como se indica en la fig. 15a. Como al-



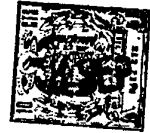
ternativa, se puede recurrir simplemente a aplicar una corriente por impulsos, como se ilustra en la fig. 15b.

Otros métodos más para lanzar ondas de choque, por ejemplo, desde un lugar distinto del cátodo, son los ilustrados en las figuras 16a y 16b. La fig. 16a muestra la configuración general en los terminales anteriormente descrita. Ahora bien, en esta forma de realización, hay una ranura 50 colocada en el cuerpo de semiconductor a fin de constreñir o limitar el área y provocar el desarrollo de un fuerte campo local en la región que rodea a la ranura. Naturalmente, este método es muy semejante al descrito más arriba en relación con las figs. 15a y 15b, excepto en que aquí la disposición es de dos terminales. Como alternativa para el mismo fin, puede recurrirse a incluir en el cuerpo cristalino una parte de un material de resistividad relativamente alta, como se ilustra en la fig. 16b, de modo tal que el desarrollo del fuerte campo necesario se provocará en la parte del cuerpo estrechada. Así, como se verá, la longitud efectiva L del cuerpo para la propagación de las ondas eléctricas de choque se ha reducido materialmente en los dos casos indicados.

Otra disposición, como la ilustrada en la fig. 17, presenta unos contactos 51 y 52 que comprenden el ánodo y el cátodo del dispositivo en una de las superficies del cuerpo, y, mediante el uso de una ranura 53, la región activa del dispositivo queda confinada a la parte de la masa inmediatamente contigua a la ranura 53. Así, la longitud activa total se ha reducido sensiblemente, con lo cual puede hacerse fácilmente el dispositivo a la medida de unos determinados requisitos eléctricos.

30

314045



1965

II - MÉTODOS PARA EXTRAER LOCALMENTE ENERGÍA O INFORMACION DE LAS ONDAS DE CHOQUE.

Los métodos para extraer energía de modo local son, sobre poco más o menos, semejantes a los métodos anteriormente
5 descritos para lanzar las ondas de choque.

Por ejemplo, como se ilustra en la fig. 18, en una parte del cuerpo se toma una tensión utilizando contactos óhmicos. En la citada figura se muestra un electrodo 60 que se utiliza a los fines de salida. Entre este electrodo 60 y el contacto
10 anódico 61 aparecerá una señal de tensión solamente cuando la onda de choque esté presente en la region comprendida entre los contactos 60 y 61. Así, la duración de esta señal de tensión de salida es igual al tiempo de tránsito de la onda de choque entre los contactos 60 y 61, y puede hacerse mucho
15 menor que el tiempo de tránsito a través de todo el cuerpo. Esto contrasta con la manera normal de utilizar la caída de tensión producida en la totalidad del cuerpo, que da un impulso largo que dura todo el tiempo de tránsito, y que es el método descrito e ilustrado en la fig. 12c.

20 Otro método de extraer energía consistiría en utilizar un captador capacitivo, muy semejante el del caso descrito en la figura 11c pero, naturalmente, en lugar de tener el captador en el extremo de entrada estaría en el otro extremo, o de salida, del cuerpo.

25 III - COMBINACIONES DE MEDIOS DE LANZAMIENTO Y DE EXTRACCION

Hasta ahora se han descrito varios medios concretos de lanzamiento de ondas de choque y de toma o extracción de señales. Lo que a continuación se va a examinar son unas combina-
30 ciones tales de estos diversos medios, que pueden construirse



Dispositivos para satisfacer diversos requisitos eléctricos. Con referencia ahora a las figs. 19a a 19f inclusive, se dan en éstas unas representaciones simbólicas para cierto número de aplicaciones que implican las mencionadas combinaciones de medios para lanzar ondas de choque en un cuerpo cristalino y de medios para tomar o extraer de ese cuerpo la información. Los símbolos utilizados en todas las figuras se explican junto a la fig. 19c.

En el primer caso, de un amplificador alargador de impulsos como se indica en general en la fig. 19a y que ya anteriormente ha sido ilustrado en la fig. 11a, la salida puede tomarse de la totalidad del cuerpo, o bien de una carga tipo que está conectada al terminal de alimentación + c.c.

El dispositivo básico del presente invento puede usarse también para los fines de línea de retardo, aplicación ésta que se ilustra en la fig. 19b, donde el símbolo que hay a la entrada representa cualquiera de los medios de lanzamiento antes descritos, mientras el símbolo de la salida representa el medio local de extracción de señales ya descrito. Como línea de retardo, es posible obtener unos retardos arbitrariamente largos, debido a la naturaleza autorestaurativa de la onda de choque; es decir, aun cuando el impulso de entrada pueda estar degradado y ser de características deficientes, el de salida, por ser generado por un fenómeno de ondas de choque, tendrá un tamaño y una forma independientes de las del impulso de entrada, siempre y cuando, únicamente, que la amplitud de aquél impulso sea suficiente para lanzar una onda de choque.

En la fig. 19c se ilustra otra aplicación típica de un dispositivo lógico disyuntivo o inhibitorio múltiple, en el cual se aplican al cuerpo un número de entradas separadas, aquí de-



5
señaladas como entrada 1 y entrada 2, que comprenden medios de lanzamiento particulares, derivándose una salida respondiente a la presencia de una señal bien en la entrada 1 o (disyuntiva) en la 2. La función lógica inhibitoria múltiple ("MI") puede realizarse de igual modo, según el punto de toma de masa de los medios de lanzamiento.

10
En la fig. 19d se ilustra un dispositivo conmutador para utilizar el fenómeno de onda eléctrica de choque del presente invento. En este ejemplo, el término "conmutador" se utiliza en el sentido ferroviario de "aguja" o desvío. La rama o derivación que en la forma de realización de la fig. 19d se tome, dependerá de cual de ellas lleva más intensidad de corriente en el instante en que la onda de choque llegue a la bifurcación. Esto se regula mandando a impulsos de distinta manera la corriente de las ramas, o utilizando contactos adicionales, representados con líneas de trazo interrumpido en la figura, cerca de la bifurcación, para obtener el mismo efecto.

15
La fig. 19e ilustra un combinator de ondas de choque en el que las ondas de choque individuales lanzadas por las entradas independientes A y B se pueden propagar pasando a la salida común, pero sin dejar de haber buen aislamiento o separación entre las entradas independientes.

20
La fig. 19f ilustra un dispositivo lógico de tipo inhibitorio. Esta forma de realización se halla de acuerdo con las ideas anteriormente expresadas acerca del mecanismo de oscilador, esto es, la presencia de una onda de choque en un cuerpo cristalino que trabaja en condiciones de tensión constante inhibe el lanzamiento de nuevas ondas de choque hasta
25
que la primera llega al ánodo. Por medio de un procedimiento
30



1965

adecuado, tal como el de marcación por estroboimpulsos, se obtienen las funciones lógicas indicadas junto a la fig. 19f. Así, como se verá, las señales de entrada son aplicadas en los instantes t_A y t_B y las salidas son percibidas en los instantes t_1 y t_2 ; los tiempos t_A y t_B , t_1 y t_2 se eligen de modo que satisfagan la relación siguiente:

$$t_2 - t_1 = t_B - t_A < T, \text{ y } t_B - t_2 = T,$$

donde T es el tiempo de tránsito. Mirando a la parte de salida del diagrama de impulsos, en el instante percibido t_1 , aparecerá una señal de salida solamente cuando esté presente B. En cambio, en el instante ulterior t_2 , se obtiene la función precisa A y no B (esto es, la \overline{AB}). Ha presente una señal de salida en el instante t_2 , por ejemplo, en la primera situación de la parte alta, cuando está presente A y no B; pero en la tercera situación, aun cuando A esté presente, no hay salida alguna, ya que también está presente B. Así, la presencia de B inhibe la aparición de una señal de salida, aun cuando esté presente A.

En una forma de disposición alternativa, puede aplicarse una señal de entrada B en otro punto del cuerpo (representada con líneas de trazo interrumpido), más cerca que A de los medios de salida. Mediante un proporcionamiento adecuado de los respectivos tiempos de tránsito para las ondas de choque generadas por A y B se puede obtener la misma función lógica esencial de inhibición.

Lo que se ha descrito en cuanto antecede es una invención basada en el descubrimiento del fenómeno de las ondas eléctricas de choque producidas por aplicación de una tensión, superior a un punto de umbral, a un cuerpo cristalino y en parti-

314045



cular a un cuerpo cristalino semiconductor. Este fenómeno ha sido ilustrado como aplicable a una diversidad de formas de realización de dispositivos. Ahora bien, no se ha intentado en modo alguno agotar todas las maneras de realización del dispositivo posibles en la práctica. Las notables ventajas que se suman al aprovechamiento de este singular fenómeno de las ondas eléctricas de choque será plenamente apreciado por las personas versadas en la materia, y en particular el hecho de que la velocidad de funcionamiento no depende del logro de pequeñísimas dimensiones físicas.

Aun cuando las formas geométricas del dispositivo aquí citadas se han venido limitando principalmente a las rectangulares, se sobrentiende que no es necesario que la sección recta sea constante ni las superficies externas sean planas para que funcionen muchos de estos dispositivos. Por ejemplo, puede utilizarse, para obtener el control sobre la distribución del campo eléctrico, un cuerpo en forma de pirámide o cono truncado, con contactos en sus bases.

Si bien la invención ha sido ilustrada y descrita en particular haciendo referencia a unas formas preferidas de realización de la misma, las personas entendidas en la materia comprenderán fácilmente que pueden hacerse en éstas diversas variaciones de forma y de detalle sin salirse por ello del ámbito ni apartarse del espíritu de la invención.

Esta solicitud que corresponde a la presentada en los Estados Unidos de América el 12 de Junio de 1964, bajo el número 374.758, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

314045



5 Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

10 1ª.- Aparato generador de microondas que comprende: una estructura semiconductor que consta únicamente de un cuerpo cristalino de material semiconductor de un determinado tipo de conductividad y unos contactos óhmicos con dicho cuerpo; y medios para aplicar un campo eléctrico a dicha estructura semiconductor y así producir en ella unas oscilaciones cuya frecuencia viene dada por la relación $f = nv/L$, donde L es la longitud del cuerpo semiconductor, y v es la velocidad de desplazamiento de los portadores en dicho material semiconductor.

15 2ª.- Aparato generador de microondas que comprende: una estructura semiconductor que consta únicamente de un cuerpo cristalino de un compuesto semiconductor de un determinado tipo de conductividad y unos contactos óhmicos con dicho cuerpo; y medios para aplicar un campo eléctrico a dicha estructura semiconductor y así producir en ella unas oscilaciones cuya frecuencia viene dada por la relación $f = nv/L$, donde L es la longitud del cuerpo semiconductor, y v es la velocidad de desplazamiento de los portadores en dicho material semiconductor.

25 3ª.- Aparato generador de microondas que comprende: una estructura semiconductor que consta únicamente de un cuerpo cristalino de un compuesto semiconductor III-V de un determinado tipo de conductividad y unos contactos óhmicos con dicho cuerpo; y medios para aplicar un campo eléctrico a dicha estructura semiconductor y así producir en ella unas oscilaciones

30

314045



cuya frecuencia viene dada por la relación $f = nv/L$, donde L es la longitud del cuerpo semiconductor y v es la velocidad de desplazamiento de los portadores en dicho material semiconductor.

5 4^a.- Aparato generador de microondas que comprende: una estructura semiconductor que consta únicamente de un cuerpo cristalino de GaAs de un determinado tipo de conductividad, y unos contactos óhmicos con dicho cuerpo; y medios para aplicar un campo eléctrico a dicha estructura semiconductor y así producir en ella unas oscilaciones cuya frecuencia viene dada por la relación $f = nv/L$, donde L es la longitud del cuerpo semiconductor y v es la velocidad de desplazamiento de los portadores en dicho material semiconductor.

10 5^a.- Aparato generador de microondas que comprende: una estructura semiconductor que consta únicamente de un cuerpo cristalino de GaAs de conductividad tipo II y unos contactos óhmicos con dicho cuerpo; y medios para aplicar un campo eléctrico a dicha estructura semiconductor y así producir en ella unas oscilaciones cuya frecuencia viene dada por la relación $f = nv/L$, donde L es la longitud del cuerpo semiconductor y v es la velocidad de desplazamiento de los portadores en dicho material semiconductor.

15 6^a.- Un aparato oscilador de microondas, que comprende una pastilla o galleta semiconductor de una longitud menor de 2×10^{-2} cm y mayor de alrededor de 1 micra, y medios para aplicar a dicha pastilla semiconductor un campo eléctrico tal que produce unas oscilaciones eléctricas.

20 7^a.- Un aparato oscilador de microondas, que comprende una pastilla o galleta de GaAs, de una longitud menor de 2×10^{-2} cm y mayor de 1 micra, aproximadamente, y medios para

314045



aplicar un campo eléctrico a dicha pastilla de GaAs en el sentido de su longitud, y así producir en ella oscilaciones eléctricas.

5 8º.- Un aparato oscilador de microondas, que comprende una pastilla de GaAs de una longitud de 2×10^{-2} cm y mayor de aproximadamente 1 micra, y medios para aplicar un campo eléctrico de un valor mayor de 2000 V/cm a lo largo de dicha pastilla de GaAs, produciendo así en ella unas oscilaciones eléctricas.

10 9º.- Un aparato oscilador de microondas, que comprende: una pastilla semiconductor, de una longitud menor de 2×10^{-2} cm y mayor de aproximadamente 1 micra; medios para aplicar a dicha pastilla semiconductor un campo eléctrico y así producir en ella unas oscilaciones eléctricas, comprendiendo dichos medios un manantial de alimentación de energía eléctrica; y unos medios de carga conectados a dicha pastilla semiconductor.

15 10º.- Un aparato oscilador de microondas, que comprende: una pastilla de GaAs de una longitud de 2×10^{-2} cm y mayor de aproximadamente 1 micra; medios para aplicar a dicha pastilla de GaAs un campo eléctrico y así producir en ella oscilaciones eléctricas, comprendiendo dichos medios un manantial de alimentación de energía eléctrica; y unos medios de carga conectados a dicha pastilla de GaAs.

20 11º.- Un aparato oscilador de microondas, que comprende: una pastilla de GaAs de una longitud menor de 2×10^{-2} cm y mayor de aproximadamente 1 micra; medios para aplicar un campo eléctrico de un valor mayor de 2000 V/cm a dicha pastilla de GaAs, comprendiendo dichos medios un manantial de alimentación a tensión constante, para así producir oscilaciones eléc-

30



tricas; y unos medios de carga conectados a dicha pastilla de GaAs.

12.- Un aparato oscilador de microondas que comprende: una pastilla semiconductor de un tipo prefijado de conductividad, y de una longitud menor de 2×10^{-2} cm y mayor de aproximadamente 1 micra, y unos contactos óhmicos con dicha pastilla, con lo cual la totalidad del dispositivo activo tiene portadores de carga de esencialmente un solo tipo capaz de funcionar produciendo oscilaciones; y medios para aplicar a dicha pastilla semiconductor un campo eléctrico y así producir dichas oscilaciones.

13.- Un aparato oscilador de microondas que comprende: una pastilla de GaAs de un determinado tipo de conductividad, y de una longitud menor de 2×10^{-2} cm y mayor de aproximadamente 1 micra, y unos contactos del mismo tipo de conductividad con dicha pastilla, con lo cual el dispositivo activo en su totalidad tiene portadores de carga de esencialmente un solo tipo capaz de funcionar produciendo oscilaciones; y medios para aplicar un campo eléctrico a dicha pastilla semiconductor, y así producir dichas oscilaciones.

14.- Un aparato oscilador de microondas que comprende: una pastilla de GaAs de un determinado tipo de conductividad, y de una longitud menor de 2×10^{-2} cm y mayor de aproximadamente 1 micra, y unos contactos del mismo tipo de conductividad con dicha pastilla, con lo cual el dispositivo activo en su totalidad tiene portadores de carga de esencialmente un solo tipo capaz de producir oscilaciones; y medios para aplicar un campo eléctrico de un valor mayor de 2000 V/cm a dicha pastilla semiconductor, y así producir dichas oscilaciones.

15.- Un aparato oscilador de microondas que comprende:



una pastilla semiconductor de un determinado tipo de conducti-
vidad, y de una longitud menor de 2×10^{-2} cm y mayor de
aproximadamente 1 micra, y unos contactos del mismo tipo de
conductividad con dicha pastilla, con lo cual el dispositivo ac-
5 tivo en su totalidad tiene portadores de carga de esencialmen-
te un solo tipo capaz de funcionar produciendo oscilaciones;
medios para aplicar a dicha pastilla semiconductor un campo
eléctrico y así producir dichas oscilaciones, comprendiendo
dichos medios un manantial de alimentación de energía eléctri-
10 ca; y unos medios de carga conectados a dicha pastilla semi-
conductor.

16a.- Un aparato oscilador de microondas que comprende:
una pastilla de GaAs de un determinado tipo de conductividad,
y de una longitud menor de 2×10^{-2} cm y mayor de aproxima-
15 damente 1 micra, y unos contactos del mismo tipo de conducti-
vidad con dicha pastilla, con lo cual el dispositivo activo
en su totalidad tiene portadores de carga de esencialmente un
solo tipo capaz de funcionar produciendo oscilaciones; medios
para aplicar a dicha pastilla semiconductor un campo eléc-
20 trico y así producir dichas oscilaciones, comprendiendo dichos
medios un manantial de alimentación de energía eléctrica; y
unos medios de carga conectados a dicha pastilla de GaAs.

17a.- Un aparato oscilador de microondas que comprende:
una pastilla de GaAs de un determinado tipo de conductividad,
25 y de una longitud menor de 2×10^{-2} cm y mayor de aproxima-
damente 1 micra, y unos contactos del mismo tipo de conductivi-
dad con dicha pastilla, con lo cual el dispositivo activo en su
totalidad tiene portadores de carga de esencialmente un solo
tipo capaz de producir oscilaciones; medios para aplicar un cam-
30 po eléctrico de un valor mayor de 2000 V/cm a dicha pastilla



de GaAs, y así producir dichas oscilaciones; y unos medios de carga conectados a dicha pastilla de GaAs.

18^a.— Un aparato oscilador de microondas que comprende una pastilla semiconductor y unos contactos con dicha pastilla de modo tal que se establece un dispositivo dotado de portadores de carga de un solo tipo en dicha pastilla, teniendo dicha pastilla una longitud L menor de 2×10^{-2} cm y mayor de aproximadamente 1 micra, oscilador en el cual la frecuencia de la oscilación de microondas viene determinada por la relación $f =$
5 nv/L , donde v es aproximadamente igual a la velocidad de desplazamiento o deriva de los portadores en dicha pastilla semiconductor.

19^a.— Un aparato oscilador de microondas que comprende una pastilla de GaAs y unos contactos con dicha pastilla de modo tal que se establece un dispositivo dotado de portadores de carga de un solo tipo en dicha pastilla, teniendo dicha pastilla una longitud L menor de 2×10^{-2} cm y mayor de aproximadamente 1 micra, oscilador en el cual la frecuencia de la oscilación de microondas viene determinada por la relación
15 $f = nv/L$, donde v es aproximadamente igual a la velocidad de desplazamiento de los portadores en dicha pastilla semiconductor.

20^a.— Un aparato traductor de señales, que comprende un cuerpo semiconductor dotado de contactos óhmicos con el mismo, y medios para aplicar a dicho cuerpo una señal de modo que se sobrepase un valor de umbral del campo eléctrico en dicho cuerpo, con lo cual se generan en dicho cuerpo unas ondas eléctricas de choque, que se propagan por él.
25

21^a.— El aparato traductor de señales del punto 20, en el cual dichos medios de aplicación de una señal incluyen un
30



manantial de alimentación a tensión esencialmente constante.

22^a.-- El aparato traductor de señales del punto 20, en el cual dichos medios de aplicación de una señal incluyen un manantial de alimentación a corriente esencialmente constante.

5 23^a.-- El aparato traductor de señales del punto 20, que además incluye medios de carga conectados a dicho cuerpo semiconductor.

10 24^a.-- El aparato traductor de señales del punto 20, en el cual dicho cuerpo semiconductor está compuesto de arseniuro de galio de conductividad tipo N, y dichos contactos óhmicos están fijados a uno y otro extremo de dicho cuerpo.

15 25^a.-- El aparato traductor de señales del punto 20, en el cual dicho cuerpo semiconductor está compuesto de fosfuro de indio de conductividad tipo N.

20 26^a.-- Un aparato traductor de señales que comprende un cuerpo semiconductor dotado de contactos óhmicos con el mismo, y medios para aplicar a dicho cuerpo una señal de modo que se sobrepase un valor de umbral del campo eléctrico en dicho cuerpo, con lo cual se generan en dicho cuerpo unas ondas eléctricas de choque, que se propagan con una velocidad del orden de 10^7 cm/s.

25 27^a.-- Un aparato traductor de ondas que comprende un cuerpo semiconductor monocristalino de unas dimensiones determinadas, provisto de ánodo y cátodo, y medios conectados a dichos ánodo y cátodo para aplicar a dicho cuerpo semiconductor un campo eléctrico de un valor mayor de 1000 V/cm, para lanzar en dicho cuerpo una onda eléctrica de choque.

30 28^a.-- El aparato traductor de ondas del punto 27, en el cual dichos medios para lanzar una onda de choque incluyen un tercer contacto óhmico con dicho cuerpo semiconductor.



29^a.- El aparato traductor de ondas del punto 27 en el cual dichos medios de lanzamiento incluyen un tercer electrodo, disparador, acoplado a dicho cuerpo semiconductor.

5 30^a.- El aparato traductor de ondas del punto 29, en el cual dicho electrodo disparador va colocado y fijado en inmediata proximidad con dicho cátodo.

10 31^a.- Aparato traductor de señales que comprende un cuerpo semiconductor monocristalino dotado de un primer electrodo en uno de los extremos de dicho cuerpo y un segundo electrodo en el otro extremo de dicho cuerpo, y un tercer electrodo fijado a la misma superficie del cuerpo en que está dicho primer electrodo, sirviendo dicho tercer electrodo de medio para lanzar en dicho cuerpo una onda eléctrica de choque.

15 32^a.- Aparato traductor de ondas que comprende: una estructura semiconductor que consta de un cuerpo cristalino de arseniuro de galio de un determinado tipo de conductividad; un contacto óhmico fijado a cada extremo de dicho cuerpo cristalino; un contacto adicional con dicho cuerpo, y medios para aplicar a dicho contacto adicional un impulso de tensión de 20 una magnitud que excede de un valor de umbral, para así generar en dicho cuerpo una onda de choque con la concomitante fluctuación de corriente en dicho cuerpo; y medios para percibir o detectar la fluctuación de corriente producida en dicho cuerpo por la mencionada onda de choque.

25 33^a.- Un dispositivo amplificador y alargador de impulsos, que comprende: un cuerpo semiconductor monocristalino, un contacto óhmico en cada extremo de dicho cuerpo, y medios para aplicar a dicho cuerpo un impulso de entrada que genere en él una onda de choque, de modo tal que se produce un impulso de 30 salida cuya duración es mayor que la de dicho impulso de entra-



da.

34a.- Un aparato traductor de señales, que comprende un cuerpo semiconductor monocristalino dotado de contactos óhmicos con el mismo, y unos medios para aplicar una tensión de polarización justamente inferior a la de umbral, para producir 5 ondas de choque en dicho cuerpo y medios para superponer a dicha tensión de polarización una tensión adicional de modo que se sobrepasa el valor de umbral, con lo cual se propagan las ondas de choque por dicho cuerpo.

10 35a.- Un dispositivo lógico que comprende: un cuerpo semiconductor monocristalino dotado de contactos óhmicos con el mismo, unos medios de polarización para aplicar una tensión que no llega a exceder del valor de umbral, y medios para aplicar una pluralidad de señales de entrada suficientes para hacer que la tensión total aplicada exceda del valor de umbral, 15 con lo cual se generan ondas eléctricas de choque en dicho cuerpo; y medios para percibir o detectar la generación de dichas ondas de choque.

20 36a.- Un dispositivo de circuito lógico disyuntivo inclusivo ("O" INCLUSIVE) que comprende: un cuerpo semiconductor monocristalino dotado de contactos óhmicos con el mismo; medios de polarización para aplicar una tensión que no llega a exceder del valor de umbral, y medios para aplicar una pluralidad de señales de entrada, cada una de las cuales es de magnitud suficiente para hacer que la tensión total aplicada exceda del valor de umbral, con lo cual se generan ondas eléctricas de choque en dicho cuerpo; y medios para percibir o detectar la generación de dichas ondas de choque.

30 37a.- Un dispositivo de circuito lógico de coincidencia ("Y") que comprende: un cuerpo semiconductor monocristalino do-



5 todo de contactos óhmicos con el mismo; medios de polarización para aplicar una tensión que no llega a exceder del valor de umbral, y medios para aplicar una pluralidad de señales de entrada en los cuales cada una de las señales no llega, pero la coincidencia de ellas sí, a hacer que la tensión total sobrepase el valor de umbral, con lo que en dicho cuerpo se generan ondas eléctricas de choque; y medios para percibir o detectar la generación de dichas ondas de choque.

10 38^a.- Aparato traductor de ondas que comprende un cuerpo semiconductor monocristalino de determinadas dimensiones, y medios que aplican un campo eléctrico de un valor tal que se produce el lanzamiento de una onda eléctrica de choque en dicho cuerpo.

15 39^a.- El aparato traductor de ondas del punto 38 en el que dichos medios para lanzar una onda de choque incluyen una región estrechada en el cuerpo semiconductor y unos medios de contacto a uno y otro extremo de dicha región estrechada, así como medios para conectar selectivamente uno de dichos medios de contacto a un potencial de referencia.

20 40^a.- El aparato traductor de ondas del punto 38, en el que dicho cuerpo tiene una región estrechada y medios para hacer pasar una corriente por dicha región.

25 41^a.- Aparato traductor de ondas que comprende: un cuerpo semiconductor monocristalino dotado de por lo menos tres contactos óhmicos con el mismo, de los cuales un primer contacto sirve de ánodo, un segundo contacto sirve de cátodo y hay un tercer contacto junto a dicho cátodo y conectado a un potencial de referencia; una región estrechada en dicho cuerpo, situada entre dicho cátodo y dicho tercer contacto; y medios
30 que aplican a dicho cátodo una tensión para lanzar una onda



eléctrica de choque en dicho cuerpo.

42^a.- Aparato traductor de ondas que comprende: un cuerpo semiconductor monocristalino dotado de sólo dos electrodos, el primero de ellos a un extremo de dicho cuerpo y el segundo electrodo al otro extremo; medios que aplican una tensión entre dichos cátodo y ánodo; y en dicho cuerpo semiconductor, una parte formada de manera que favorece allí el desarrollo de una onda eléctrica de choque.

43^a.- El aparato traductor de ondas del punto 42, en el cual dicha parte comprende una ranura practicada en dicho cuerpo.

44^a.- El aparato traductor de ondas del punto 42, en el cual dicha porción incluye una región de mayor resistividad que el resto de dicho cuerpo.

45^a.- Aparato traductor de ondas que comprende: un cuerpo semiconductor monocristalino; en dicho cuerpo, una ranura que define una región para provocar la generación de una onda eléctrica de choque; y a uno y otro lado de dicha ranura, en inmediata proximidad con ella, unos contactos óhmicos.

46^a.- El aparato traductor de ondas del punto 45 en el cual dichos contactos se hallan situados en un solo plano.

47^a.- Un aparato traductor de señales que comprende: un cuerpo semiconductor monocristalino dotado de contactos óhmicos, con el mismo; medios que aplican a dicho cuerpo una señal de modo que se sobrepasa un valor umbral de campo eléctrico, con lo cual se generan unas ondas eléctricas de choque en dicho cuerpo; y medios para percibir o detectar las mencionadas ondas eléctricas de choque.

48^a.- El aparato traductor de señales del punto 47, que incluye otro electrodo junto al ánodo, para percibir o detectar



la presencia de la onda eléctrica de choque entre ambos.

49.- Un dispositivo de retardo de impulsos que comprende: un cuerpo semiconductor dotado de contactos óhmicos con el mismo, de los cuales un primer contacto sirve de cátodo, un
5 segundo contacto de ánodo y hay otro contacto con dicho cuerpo; medios para aplicar a dicho cuerpo un impulso de entrada y así generar en él una onda de choque; y medios para percibir o detectar la llegada de dicha onda de choque al extremo anódico de dicho cuerpo, incluyendo estos medios el último de los con-
10 tactos citados.

50.- Un dispositivo lógico de inhibición que comprende: un cuerpo semiconductor dotado de contactos óhmicos con el mismo; medios para aplicar a dicho cuerpo una pluralidad de señales de entrada; y medios para derivar señales de salida a
15 consecuencia de la propagación de una onda de choque en dicho cuerpo, siendo tal la aplicación de las señales de entrada que la presencia de una sola de ellas inhibe el lanzamiento de la onda de choque por las demás.

51.- Un aparato transductor de señales que comprende:
20 un cuerpo semiconductor dotado de una sección o parte común y una pluralidad de ramas en las cuales se pueden propagar ondas de choque independientemente; y medios para lanzar y percibir o detectar dichas ondas de choque, acoplados a dicha parte común y a dichas ramas.

25 52.- El aparato transductor de señales del punto 51, en el cual los medios de lanzamiento citados están acoplados a dicha parte o sección común, y en el que dicha onda de choque puede ser desviada selectivamente a dichas ramas independientes.

30 53.- El aparato transductor de señales del punto 51, en el cual los medios de lanzamiento citados están acoplados a cada



una de dichas ramas independientes, y las respectivas ondas de choque generadas en cada una de dichas ramas se combinan en dicha sección o parte común.

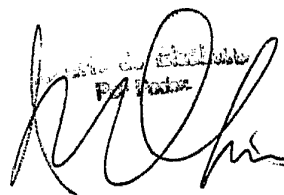
54º.- Un aparato generador de microondas.

5 Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de cincuenta y una hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 8 SEP 1965

P.A.



314045



314045

FIG. 1

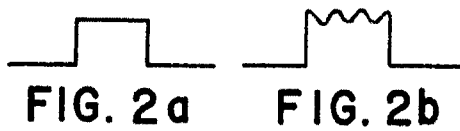
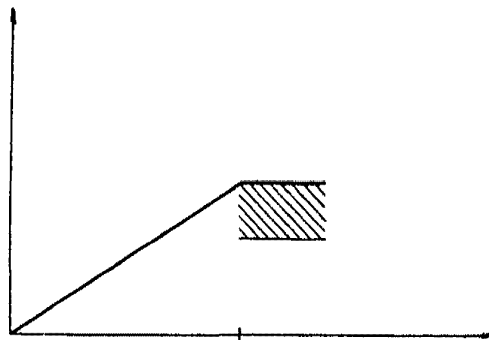


FIG. 2a

FIG. 2b

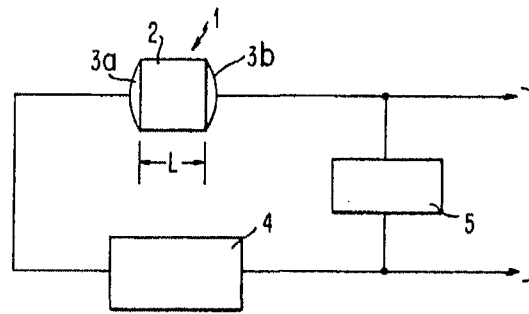
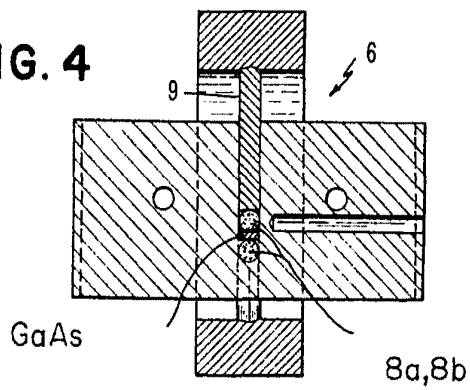


FIG. 3

FIG. 4



Alberto de Elzaburu
Ing. Doctor



314045

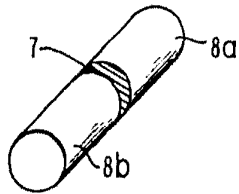


FIG. 5a

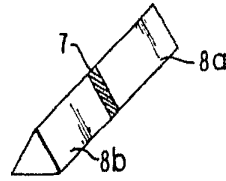


FIG. 5b



FIG. 5c



FIG. 5d

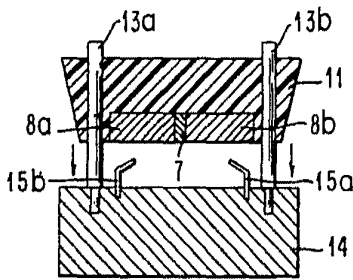


FIG. 5e

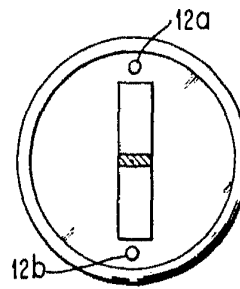


FIG. 5f

Alberto de Elzaburt
Por Porter

8 SEP 1963

314045

FIG. 6

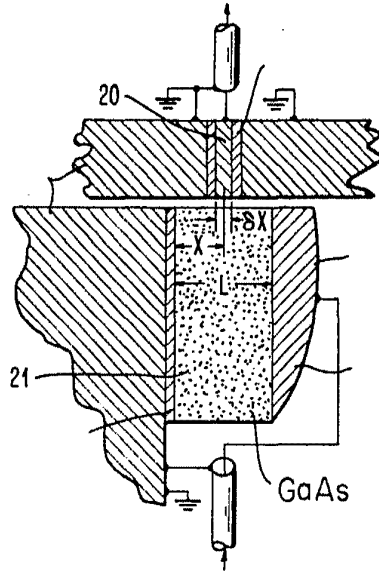


FIG. 7a

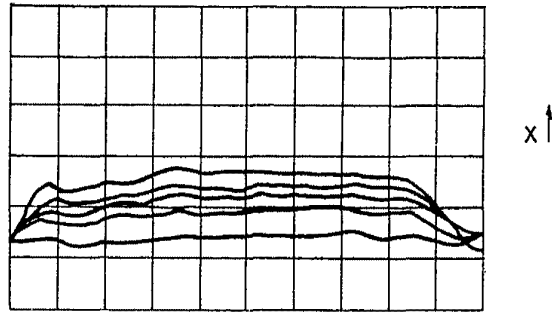
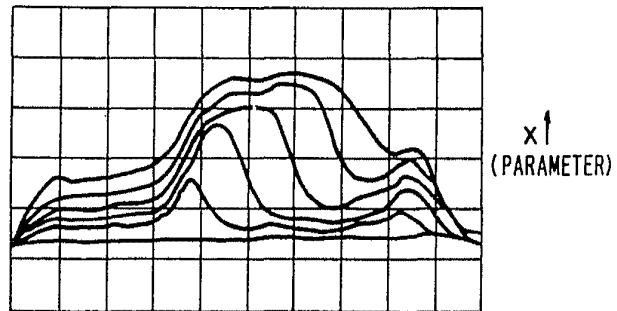


FIG. 7b



[Handwritten signature]
Alberto de Elzabura
Por Poder

ESCALA VARIABLE

8 SEP 1969

314045

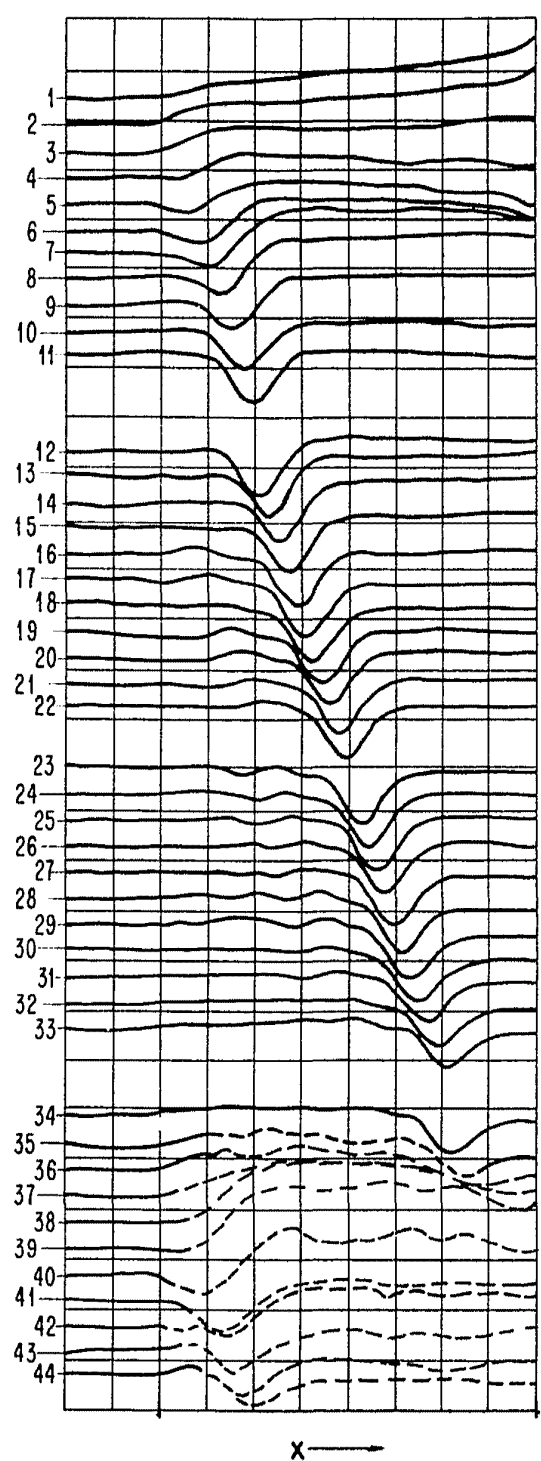


FIG. 8

ALONSO DE EIZABENA
Por Poder
[Handwritten signature]



314045

FIG. 9a

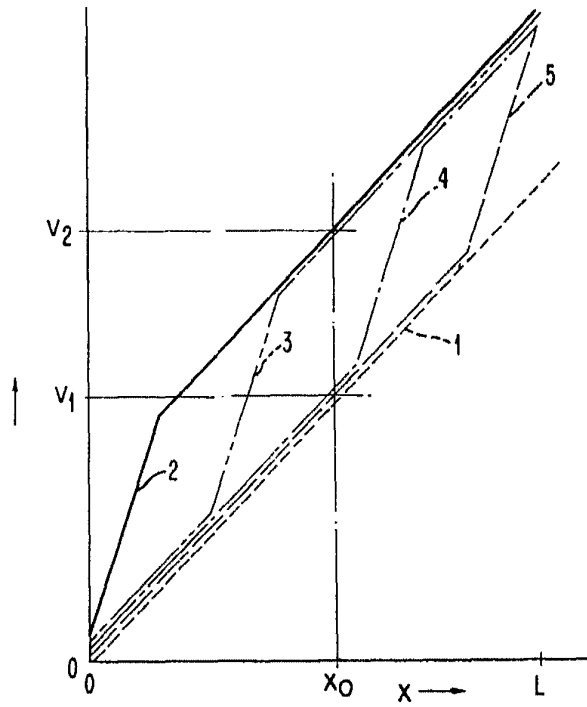
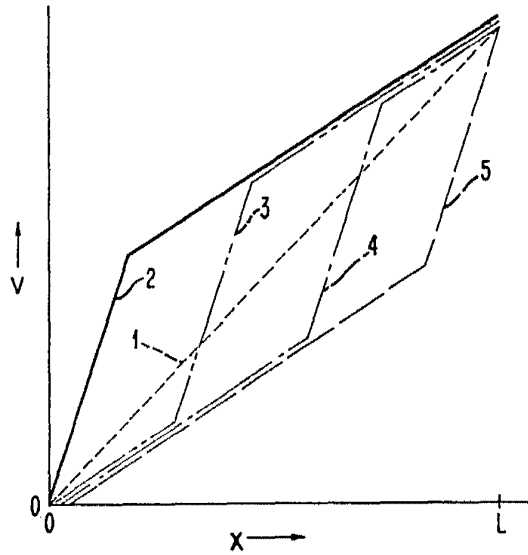


FIG. 9b



4
Electric No. 1212/1214
Pat. Pending
[Handwritten signature]

8 SEP 1965

314045

FIG. 10

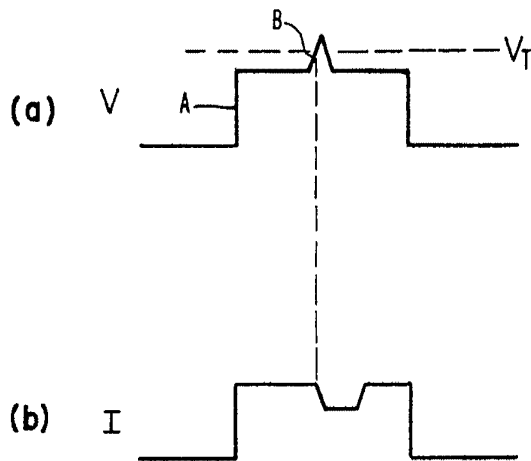


FIG. 11a

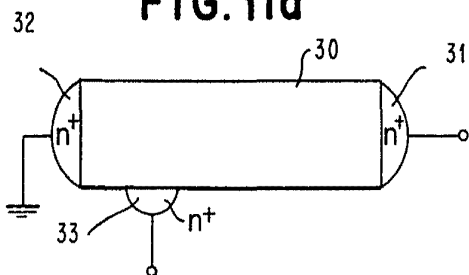


FIG. 11b

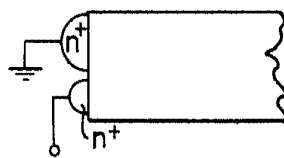
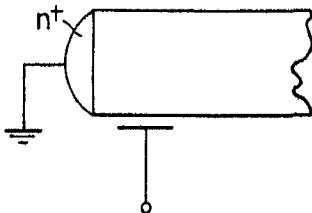


FIG. 11c



Alberto de Eizab...
For Pater...

314045

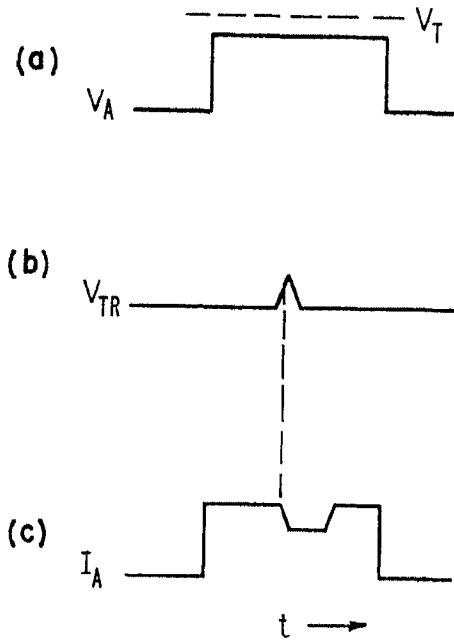


FIG. 12

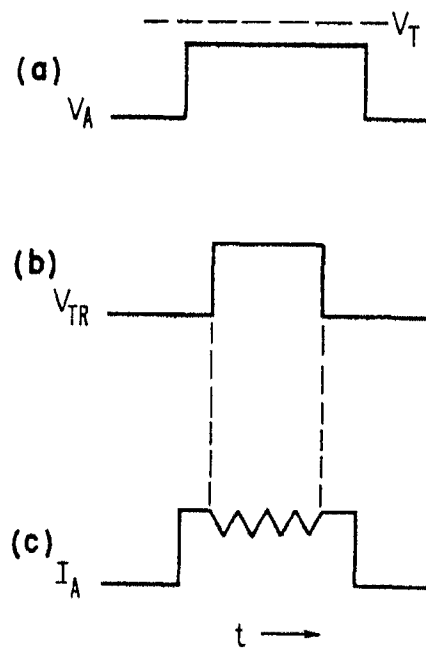


FIG. 13

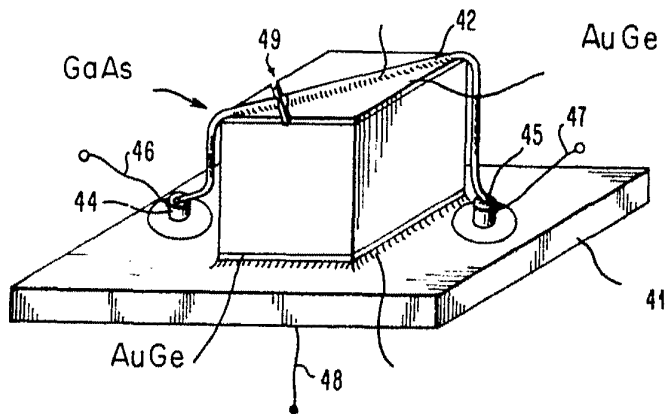


FIG. 14

314045



FIG. 15a

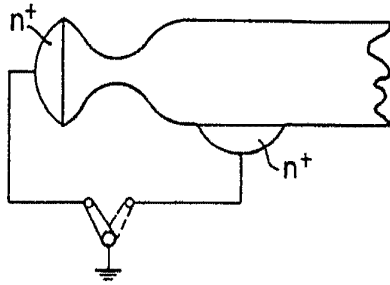


FIG. 15b

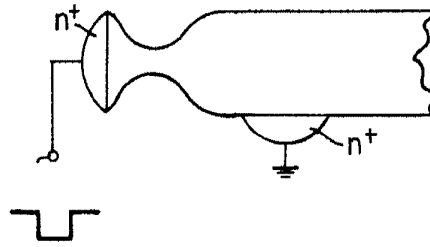


FIG. 16a

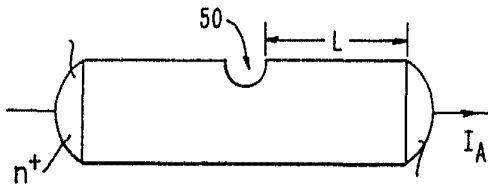


FIG. 16b

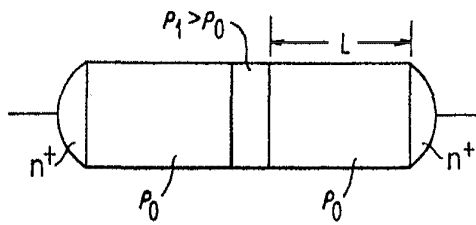


FIG. 17

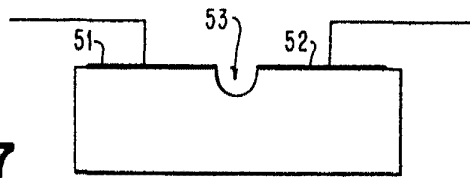
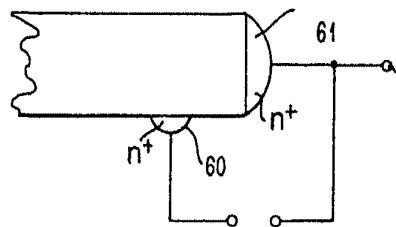


FIG. 18



Handwritten signature and stamp: "Attestado de Emissao" and "Por: [Signature]"

314045



FIG. 19a

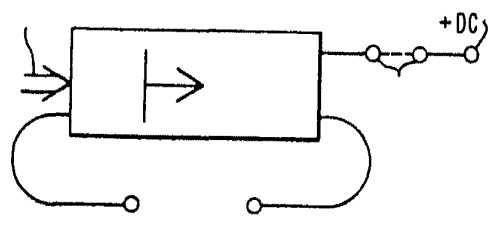


FIG. 19b

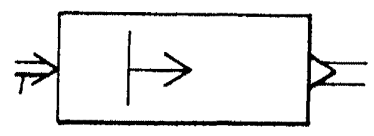
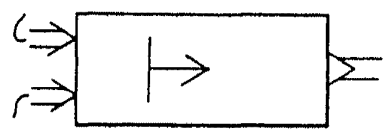


FIG. 19c



↑
↑
↑
↓
↓
↓

FIG. 19d

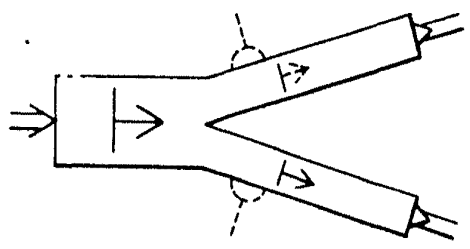


FIG. 19e

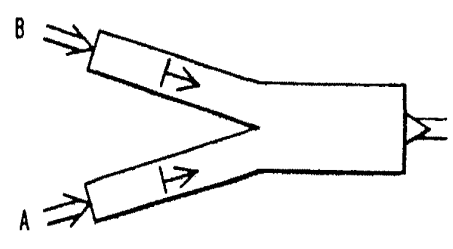
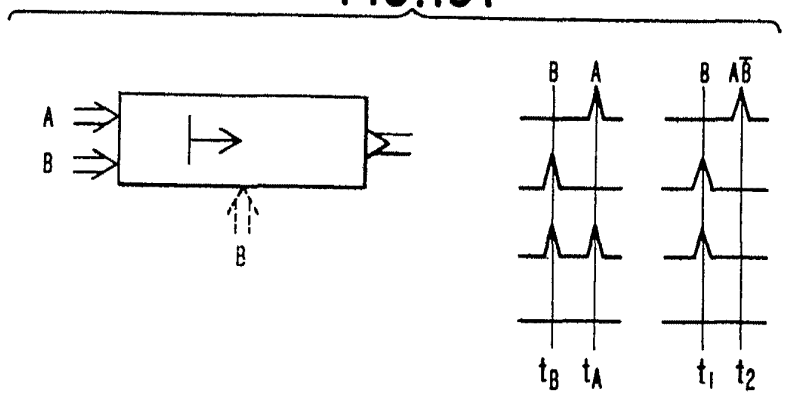


FIG. 19f



[Handwritten signature]
Printed by ...
Pat. No. ...