

Int. Cl.² H01L

Nº 437.553

M E M O R I A D E S C R I P T I V A

correspondiente a la solicitud de una

PATENTE DE INVENCION

Solicitante: SONY CORPORATION.

Domicilio: 7-35, Kitashinagawa 6-chome, Shinagawa-ku
TOKYO, Japón.

Enunciado: CIRCUITO DE DETECCION.

Prioridad: de la solicitud de patente japonesa
nº 52108/1974 del 10 de mayo 1.974.

BREVE RESUMEN DEL INVENTO

El invento proporciona un circuito de detección que incluye un nuevo dispositivo semiconductor del tipo de unión de cuatro terminales. El dispositivo semiconductor tiene una región de emisor, una región de base y una región de colector, así como una región de puerta en una parte de la región de emisor. La región de emisor, así como la región de colector, son regiones con concentración de impurezas relativamente baja. La corriente de base se mantiene constante después de que su polarización haya sido determinada por medio de una resistencia ajustable. El elemento de detección se conecta entre la región de puerta y la región de emisor.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

Las figuras 1 y 2 ilustran esquemáticamente dos formas de dispositivos semiconductores de tres terminales, a los cuales se hará referencia para explicar el nuevo dispositivo semiconductor de cuatro terminales;

la figura 3 es una vista esquemática del dispositivo semiconductor de cuatro terminales que se utiliza en el circuito según el invento;

la figura 4 representa la anotación simbólica utilizada para indicar el dispositivo semiconductor de cuatro terminales, según el invento;

las figuras 5 y 6 son diagramas de conexión utilizados para explicar el dispositivo ilustrado en la figura 3;

las figuras 7 a 11 son unos gráficos que ilustran las características del dispositivo semiconductor de la figura 3;

las figuras 12 y 13 son diagramas de conexión que ilustran unos modos de realización del circuito de detección, según el invento.

DESCRIPCION DE LOS MODOS DE REALIZACION PREFERIDOS

El invento se refiere a un circuito de detección que utiliza un nuevo elemento semiconductor de cuatro terminales, en lugar de un transistor de la técnica anterior, estando dicho
5 elemento semiconductor dotado de una construcción específica en comparación con el transistor de la técnica anterior, para que sea posible variar arbitrariamente su factor de amplificación de corriente con emisor conectado a masa, con el objeto de obtener un transistor que pueda detectar fácilmente la temperatura, la luz, el campo magnético, gracias a una construcción de circuito sencilla.
10

Antes de describir el invento, se dará ahora la descripción de un modo de realización del nuevo dispositivo semiconductor o transistor bipolar, utilizable en el invento.

El factor de amplificación de corriente con emisor conectado a masa h_{FE} de un transistor, que es uno de los parámetros que se utilizan para valorar las características del transistor bipolar, puede ser expresado por la siguiente ecuación (1), llamando α al factor de amplificación de corriente del transistor con base conectada a masa.
15

$$h_{FE} = \frac{\alpha}{1 - \alpha} \quad (1)$$

El factor α se expresa por la siguiente ecuación:

$$\alpha = \alpha^* \beta \gamma \quad (2)$$

en la cual α^* representa el factor de amplificación del colector, β el rendimiento de transferencia de la base y γ el rendimiento de inyección de emisor, respectivamente.
25

Ahora bien, si se tiene en cuenta el rendimiento de inyección de emisor γ de un transistor tipo NPN, γ se obtiene por medio de la siguiente expresión (3)

$$\gamma = \frac{J_n}{J_n + J_p} = \frac{1}{1 + \frac{J_p}{J_n}} \quad (3)$$

30

en la cual J_n representa la densidad de corriente de los electrones inyectados a partir del emisor en la base del transistor y J_p la densidad de corriente de los agujeros inyectados a partir de la base en el emisor del transistor, respectivamente.

5 Ya que J_n y J_p se expresan por medio de las siguientes ecuaciones (4) y (5), respectivamente,

$$J_n = \frac{q D_n n_p}{L_n} \left\{ \exp\left(\frac{qV}{kT}\right) - 1 \right\} \quad (4)$$

10

$$J_p = \frac{q D_p p_n}{L_p} \left\{ \exp\left(\frac{qV}{kT}\right) - 1 \right\} \quad (5)$$

la relación δ entre J_n y J_p se expresa por la siguiente ecuación:

$$\delta = \frac{J_p}{J_n} = \frac{L_n}{L_p} \cdot \frac{D_p}{D_n} \cdot \frac{p_n}{n_p} \quad (6)$$

15 en la cual L_n representa la distancia de difusión de los portadores minoritarios en la base del transistor; L_p la distancia de difusión de los portadores minoritarios en el emisor del transistor; D_n la constante de difusión de los portadores minoritarios en la base; D_p la constante de difusión de los portadores minoritarios en el emisor; n_p la concentración de los portadores minoritarios en la base en estado de equilibrio; p_n la concentración de los portadores minoritarios en el emisor en estado de equilibrio; V una tensión aplicada a la unión de emisor del transistor; k la constante de Boltzmann; T la temperatura y q el valor absoluto de la carga electrónica.

25 Si se supone que la concentración de impurezas en el emisor del transistor es igual a N_D y que la concentración de impurezas en la base del transistor es igual a N_A , el término $\frac{p_n}{n_p}$ puede sustituirse por el término $\frac{N_A}{N_D}$. Además, ya que L_n está limitado por el ancho W de la base y $L_n = W$, la relación δ se expresa por la siguiente ecuación:

30

$$\delta = \frac{W}{L_p} \cdot \frac{D_p}{D_n} \cdot \frac{N_A}{N_D} \quad (7)$$

Las constantes de difusión D_n y D_p son funciones de transferencia de la portadora y de la temperatura y en este caso se suponen sustancialmente constantes.

5 Como se ve claramente en las ecuaciones respectivas que anteceden, para aumentar el factor de amplificador de corriente h_{FE} de un transistor, es suficiente hacer que la relación δ sea pequeña.

10 Por tanto, en un transistor corriente, la concentración de impurezas N_D de su emisor, se elige con un valor suficientemente elevado para que la relación δ sea pequeña.

15 Sin embargo, si se elige un valor suficientemente elevado para la concentración de impurezas del emisor, por ejemplo un valor superior a 10^{19} átomos/cm³, se producen defectos de retículo y una dislocación en el cristal del cuerpo semiconductor del transistor, lo que deteriora el cristal. Además, debido al hecho de que la concentración de impurezas del emisor propiamente dicho es elevada, el tiempo de vida τ_p de los portadores minoritarios que se inyectan en el emisor a partir de la base, es corto.

20 Ya que la distancia de difusión L_p se expresa por medio de la siguiente ecuación (8)

$$L_p = \sqrt{D_p \tau_p} \quad (8)$$

25 la distancia de difusión L_p de los portadores minoritarios o de los agujeros es corta. Por tanto, como puede verse en la ecuación (7), δ no puede hacerse suficientemente pequeño y el rendimiento de inyección γ no puede rebasar un valor determinado. Como resultado de ello, el factor de amplificación de corriente h_{FE} no puede tener un valor muy elevado en un transistor corriente.

30 Como se ha indicado más arriba, el dispositivo semiconductor de tipo nuevo utilizable en este invento no tiene los

defectos mencionados más arriba, que son inherentes al transistor de la técnica anterior. Como en el caso de un transistor de la técnica anterior, el dispositivo semiconductor empleado en el invento puede ser del tipo NPN o del tipo PNP, pero se describirá ahora con referencia a las figuras 1 y 2 y a título de ejemplo, un dispositivo semiconductor tipo NPN.

Según se representa en la figura 1, el dispositivo semiconductor tipo NPN consiste en una primera región semiconductor 1 con conductividad del tipo N^- formada en un substrato semiconductor S de conductividad tipo N^+ , una segunda región semiconductor 2 del tipo de conductividad P formada en el substrato semiconductor S adyacente a la primera región 1, y una tercera región semiconductor 3 de conductividad tipo N^- formada en el substrato S adyacente a la segunda región 2 para formar una primera unión J_E tipo PN entre las primera y segunda regiones 1 y 2, y una segunda unión J_C tipo PN entre las segunda y tercera regiones 2 y 3 respectivamente.

Con el dispositivo semiconductor utilizado en este invento y que se representa en la figura 1, frente a la primera unión J_E y separada de ella por una distancia inferior a la distancia de difusión L_p de los portadores minoritarios o agujeros inyectados a partir de la segunda región 2 en la primera región 1, se forma en la primera región 1 una barrera de potencial que tiene una energía superior a la de los portadores minoritarios o agujeros, o por lo menos una energía igual a la energía térmica. En el ejemplo de la figura 1, la concentración de impurezas en la primera región 1 se elige con un valor suficientemente bajo, del orden de 10^{15} átomos/cm³ y se forma en la primera región 1a de conductividad tipo N^+ con una concentración de impurezas de aproximadamente 10^{19} átomos/cm³ con el objeto de formar una unión JH tipo LH

por tanto, para formar la barrera.

La concentración de impurezas en la segunda región 2 se elige del orden de $10^{15} - 10^{17}$ átomos/cm³ y la concentración de impurezas en la tercera región 3 se elige con un valor
5 suficientemente bajo, del orden 10^{15} átomos/cm³.

En el substrato semiconductor S, en una posición adyacente a la tercera región 3, pero separada de la segunda unión J_C, se forma una región 3a de conductividad tipo N⁺ y con una concentración de impurezas de aproximadamente 10^{19} átomos/cm³.

10 Un primer electrodo 4E está formado en la región 1a de alta concentración de impurezas de la región 1, en contacto óhmico con ella; un segundo electrodo 4B está formado en la segunda región 2 en contacto óhmico con ella, y un tercer electrodo 4C en la región 3a de alta concentración de impurezas adyacente a la
15 tercera región 3 está formado en contacto óhmico con ella. A partir de estos electrodos 4E, 4B y 4C salen unos primero, segundo y tercer terminales E, B y C, respectivamente. En la figura 1, la referencia numérica 5 indica una capa aislante hecha por ejemplo de SiO₂ que está formada en la superficie del substrato S.

20 El dispositivo semiconductor que se representa en la figura 1, puede ser empleado como transistor. En tal caso, la primera región 1 sirve como región de emisor; la segunda región 2 como región de base; y la tercera región 3 como región de colector, respectivamente. Se aplica una polarización directa a
25 la unión de emisor J_E y una polarización inversa a la unión de colector J_C.

30 Por tanto, los agujeros inyectados a partir de la base o de la segunda región 2 en la región de emisor o la región 1 tiene una baja concentración de impurezas y buenas propiedades cristalinas y, por tanto, la distancia de difusión L_p de los agujeros

ros de la región de emisor 1 es larga. Por consiguiente, como puede verse en las ecuaciones (6) y (3), el rendimiento de inyección de emisor γ puede tener un valor elevado. Sin embargo, cuando la distancia de difusión L_p es larga, si los agujeros inyectados en la región de emisor 1 pueden llegar a la superficie del sustrato S y pueden recombinarse con electrones en la superficie, en la práctica la distancia de difusión L_p no puede tener una longitud sustancial. Con el dispositivo semiconductor que se representa en la figura 1, ya que la barrera de potencial está formada en la región de emisor 1, estando dicha barrera de potencial situada frente a la unión de emisor J_E , a una distancia inferior a la distancia de difusión L_p de los portadores minoritarios, el grado de recombinación superficial es más reducido y la distancia de difusión L_p puede ser suficientemente larga.

En razón del hecho de que la barrera de potencial está formada como se describe más arriba en el ejemplo representado en la figura 1, se obtiene un efecto que consiste en una reducción de la densidad o componente de corriente J_p de los agujeros inyectados a partir de la región de base 2 en la región de emisor 1. Esto quiere decir que en la unión J_H tipo LH en la región de emisor 1, se obtiene una falsa diferencia de nivel de Fermi o campo eléctrico incorporado que tiene por efecto el suprimir la difusión de los agujeros o de los portadores minoritarios. Por tanto, si el valor del nivel de Fermi es suficientemente elevado, la corriente de difusión producida por el gradiente de concentración de los agujeros y la corriente de desplazamiento producida por el campo eléctrico incorporado se anulan mutuamente en la unión tipo LH, lo que reduce la corriente de agujeros J_p inyectada a partir de la base 2 a través de la región de emisor 1 de baja concentración de impurezas. En razón de este efecto, la relación

entre la corriente electrónica que llega a la región de colector 3 y la componente de corriente que atraviesa la unión de emisor J_E aumenta y, por tanto, el rendimiento de inyección de emisor aumenta, según se ve en la ecuación (3), haciendo que el factor de amplificación de corriente h_{FE} sea elevado.

La diferencia de nivel mencionada más arriba (altura de la barrera de potencial) debe ser superior a la energía de los agujeros, o por lo menos, igual a la energía térmica. La energía térmica puede expresarse por kT , pero se desea que la diferencia de nivel mencionada más arriba sea superior a 0,1 eV. En la región de transición del potencial, la distancia de difusión L_p de los agujeros no debe terminarse dentro de la región de transición o se desea que la distancia de difusión L_p del agujero sea superior al ancho de la región de transición.

Cuando se forma la unión J_H tipo LH, según se indica en la figura 1, puede obtenerse una barrera de potencial de 0,2 eV, mediante una selección adecuada del grado de impurezas y del gradiente de la región 1a de elevada concentración de impurezas.

La figura 2 representa otro ejemplo del dispositivo semiconductor utilizable con el invento, en el cual números y letras de referencia similares a los que se utilizan en la figura 1, indican el mismo dispositivo, de modo que se omitirá su descripción.

En el ejemplo de la figura 2, para formar una unión J_S tipo PN frente a la primera unión o unión de emisor J_E , se forma una región suplementaria 6 de conductividad tipo P en la primera región 1. En el ejemplo de la figura 2, la distancia entre las uniones J_S y J_E se elige de modo que sea inferior a la distancia de difusión L_p de los portadores minoritarios en la primera re

gión 1. La otra construcción del ejemplo que se representa en la figura 2 es sustancialmente la misma que la del ejemplo ilustrado en la figura 1.

5 Con el ejemplo de la figura 2, ya que la distancia de difusión L_p de los agujeros inyectados en la primera región 1 es larga, según se ha descrito más arriba, los agujeros llegan a la región adicional 6 de manera eficaz y a continuación son absorbidos por ella. Cuando la región adicional 6 tiene un potencial eléctrico flotante, este potencial aumenta si el número de agujeros que llegan a la región suplementaria 6 aumenta. Por tanto, la unión J_S tipo PN que se forma entre las regiones 6 y 1 se polariza en sentido directo, sustancialmente hasta su tensión de cebado, y a continuación los agujeros son reinyectados en la primera región 1 a partir de la región suplementaria 6. De este modo, la
10 concentración de agujeros en la primera región 1 cerca de la región adicional 6 aumentará y, por tanto, la distribución de concentración de agujeros entre las uniones J_E y J_S en la primera
15 región 1 pasa a ser uniforme y su gradiente reduce progresivamente la corriente de difusión J_p desde la segunda región 2 hasta la
20 primera región 1.

 La figura 3 representa un nuevo elemento semiconductor de cuatro terminales destinado a ser utilizado en el invento, donde números y de referencia idénticos a los que se emplean
25 en las figura 1 y 2, designan los mismos elementos. En el dispositivo semiconductor de la figura 3, la región adicional 6 se utiliza como región de puerta o de control de semiconductor, y por tanto, se forma un electrodo suplementario 4G en la región de control 6 en contacto óhmico con ella, y se conecta al electrodo 4G, un
30 terminal G. El dispositivo semiconductor de la figura 3 se simbo-

lizará en lo que sigue, de la manera ilustrada en la figura 4 por 10.

5 Como se ve en la figura 5, entre el electrodo
suplementario 4G y el primer electrodo o electrodo de emisor 4E
del dispositivo semiconductor 10, está conectada una fuente de
corriente continua 11. Ahora bien, se considera que la tensión
de la fuente de tensión de corriente continua 11 varía desde ce-
ro hasta un valor de carga de tensión en sentido directo V_{BE} de
la unión PN del dispositivo semiconductor 10. Cuando el valor
10 de la tensión de la fuente de tensión de corriente continua 11
se elige de modo que sea igual a la carga de tensión en sentido
directo V_{BE} de la unión PN, el potencial del electrodo suplementa-
rio 4G o región de control 6, pasa a ser el mismo que el poten-
cial de la base en el estado de funcionamiento y, por tanto, como
15 en el caso de la figura 2, en la cual la región de control 6 flo-
ta eléctricamente, se reinyectan agujeros desde la región 6 en la
región de emisor 1 y la corriente de difusión J_p desde la región
de base 2 hasta la región de emisor 1 es pequeña haciendo que el
factor de amplificación de corriente h_{FE} tome un valor elevado.
20 Si el valor de la tensión de la fuente de tensión de corriente
continua 11, se hubiera elegido de modo que el potencial del elec-
trodo suplementario 4G sea inferior al de la base, la región de
control 6 hubiese funcionado de manera diferente respecto al ca-
so anterior. En este último caso, los agujeros inyectados desde
25 la región de base 2 en la región de emisor 1, hubiesen sido absor-
bidos en la región de control 6 y, por tanto, la concentración
de los agujeros cerca de la unión J_s de la región de emisor 1,
hubiese sido muy pequeña. Como resultado, el gradiente de concen-
tración de agujeros en la región de emisor 1, hubiese sido brus-
co y, por tanto, la corriente de difusión J_p de la región de base
30

2 hasta la región de emisor 1 hubiese aumentado, haciendo que el factor h_{FE} sea pequeño.

La figura 7 es un gráfico que ilustra la comparación entre la curva 12 que representa el caso en el cual el potencial del electrodo suplementario 4G es el mismo que el potencial de base, y una curva 13 que representa el caso en el cual el potencial del electrodo suplementario 4G es el mismo que el del emisor. En este gráfico, cuando la corriente de colector I_c es de 0,1 mA (miliamperio) si el potencial del electrodo suplementario 4G es el mismo que el potencial de base, el factor de amplificación de corriente h_{FE} es igual a 1 (valor normalizado) y la relación entre la corriente de colector I_c (abscisa) y el valor normalizado del factor h_{FE} (ordenada), es conocido. Como se ve en este gráfico, el factor h_{FE} , cuando el potencial del electrodo 4G es idéntico al potencial de emisor, es inferior aproximadamente en una unidad, respecto al factor h_{FE} que se obtiene cuando el potencial del electrodo 4G es idéntico al potencial de base.

Si el potencial aplicado al electrodo 4G varía desde un valor igual al potencial de base hasta un valor igual al potencial de emisor, es posible variar el factor h_{FE} de la manera descrita más arriba.

La figura 6 representa un ejemplo en el cual una resistencia variable 14 está conectada entre el electrodo suplementario 4G y el primer electrodo o electrodo de emisor 4E del dispositivo semiconductor 10. En el estado de funcionamiento del dispositivo 10, el electrodo 4G recibe en este caso un potencial que es igual a la división de la diferencia de tensión constante entre la base y el emisor del dispositivo 10 por el valor de la resistencia interna del dispositivo 10 entre el electrodo de ba-

se 4B y el electrodo suplementario 4G y el valor de resistencia de la resistencia variable 14. Por tanto, si el valor de resistencia de la resistencia variable 14 varía de cero a un valor infinito, el potencial que se aplica al electrodo 4G puede variar desde el potencial de la base hasta el potencial del emisor. Haciendo variar el potencial aplicado al electrodo 4G, se hace variar el factor h_{FE} .

La figura 8 es un gráfico que ilustra la relación entre la corriente de colector I_C (mA) (abscisa) y el factor de amplificación de corriente h_{FE} (ordenada) cuando el valor R de la resistencia variable 14 se toma como parámetro. Además, en el gráfico de la figura 8, la tensión V_{CE} entre el colector y el emisor es de 3V (voltios).

La figura 9 es un gráfico que representa la relación entre la corriente de base I_B (μ A) (microamperios) y el factor h_{FE} cuando el valor R de la resistencia variable 14 se toma como parámetro.

La figura 10 es un gráfico que ilustra la relación entre el valor R de la resistencia variable 14 y el factor h_{FE} tomando como parámetro la corriente de base I_B . En cada uno de los casos de las figuras 9 y 10 la tensión V_{CE} es de 3V.

La figura 11 es un gráfico que ilustra la relación entre el valor R de la resistencia 14 y un valor del factor h_{FE} diferenciado por el valor R. $\frac{d h_{FE}}{dR}$, cuando se toma como parámetro la corriente de base I_B . En el gráfico de la figura 11, se ve que las curvas de la figura 11 son simétricas respecto a ciertos valores de la resistencia R.

El circuito de detección, según el invento, utiliza el dispositivo semiconductor de cuatro terminales de tipo nuevo que se acaba de describir, para detectar fácilmente tem

peratura, luz, campo magnético, etc.

Los modos de realización del circuito de detección, según el invento, se describirán en lo que sigue con referencia a las figuras 12 y 13, en las cuáles los mismos números de referencia indican los mismos elementos.

En este invento, un elemento cuyo valor resistivo varía en respuesta a la temperatura, a la luz, al campo magnético o a cualquier otro fenómeno parecido está conectado entre el electrodo adicional 4G y el primer electrodo 4E del dispositivo semiconductor 10.

El modo de realización del invento que se ilustra en la figura 12 está formado para detectar la temperatura, y una termistancia 15 está conectada entre el electrodo suplementario 4G y el primer electrodo 4E del dispositivo semiconductor 10. El primer electrodo 4E está conectado a masa a través de un circuito paralelo constituido por una resistencia 16 y un condensador 17. El tercer electrodo 4C está conectado a través de una resistencia 18 a una fuente de tensión 19 de, por ejemplo, $+V_{cc}$. La fuente de tensión 19 está conectada a masa a través de una conexión en serie de una resistencia ajustable 20 y una resistencia fija 21. El punto de conexión entre las resistencias 20 y 21 está conectado al segundo electrodo 4B. Un terminal de salida 22 sale del tercer electrodo 4C.

En el circuito detector que se ilustra en la figura 12, si se utiliza una termistancia, cuyo valor resistivo aumenta cuando la temperatura se eleva, la relación entre la temperatura ambiente T y el factor de amplificación de corriente h_{FE} del dispositivo semiconductor 10, pasa a ser sustancialmente la misma que la que se ilustra en la figura 9, donde el parámetro R ha sido sustituido por la temperatura T o, según se ilustra en la

figura 10, donde se utiliza la abscisa para representar la temperatura T. Además, la relación entre la temperatura T y $\frac{d^h_{FE}}{dT}$ de este ejemplo, pasa a ser sustancialmente la misma que la que se ilustra en la figura 11, donde la resistencia R ha sido sustituida por la temperatura T.

Si un circuito de detección de nivel, tal como un circuito de Schmidt, capaz de producir una tensión constante cuando una tensión rebasa el nivel constante, se conecta al terminal de salida 22, puede formarse un llamado interruptor termosensible.

Además, cuando la corriente de base I_B se ajusta de la manera descrita más arriba, como puede verse en el gráfico de la figura 11, el valor diferenciado de la corriente de colector I_C rebasa un valor predeterminado, dentro de una gama de temperatura T predeterminada. Si se conecta un circuito de diferenciación al terminal de salida 22 y un circuito de detección de nivel, tal como un circuito de Schmidt se conecta al lado de salida del circuito diferenciador, el circuito descrito más arriba producirá una tensión de salida constante solamente cuando la temperatura T esté incluida en la gama predeterminada. Por tanto, dicho circuito puede ser utilizado para mantener una temperatura dentro de una gama predeterminada.

Puede observarse que si un elemento cuyo valor resistivo disminuye cuando la temperatura ambiente aumenta, se utiliza para constituir la termistancia 15 del circuito de detección, se obtendrá el mismo efecto.

La figura 13 representa otro modo de realización del invento adecuado para detectar la luz. Según se ilustra en la figura 13, un elemento fotosensible 23, tal como un fotodiodo o elemento parecido, cuyo valor resistivo varía en respues-

ta a la intensidad de la luz que recibe, se conecta entre el electrodo suplementario 4G y el primer electrodo 4E del dispositivo 10 y la resistencia de reglaje 20 se conecta con el circuito en el lado del segundo electrodo 4B.

5 El modo de realización que se ilustra en la figura 12, utiliza una termistancia 15 para detectar la temperatura ambiente, y el de la figura 13 utiliza un elemento fotosensible 23 para detectar la luz que cae en él, pero se entenderá fácilmente que en lugar de la termistancia 15 o del elemento fotosensible 23 puede utilizarse un elemento magneto-sensible, tal
10 como un elemento de Hall, cuyo valor resistivo cambia en respuesta a un campo magnético que se le aplica o a un elemento cuyo valor resistivo puede cambiar en respuesta a la humedad ambiente, y se entenderá que podrá detectarse el campo magnético o el grado
15 de humedad.

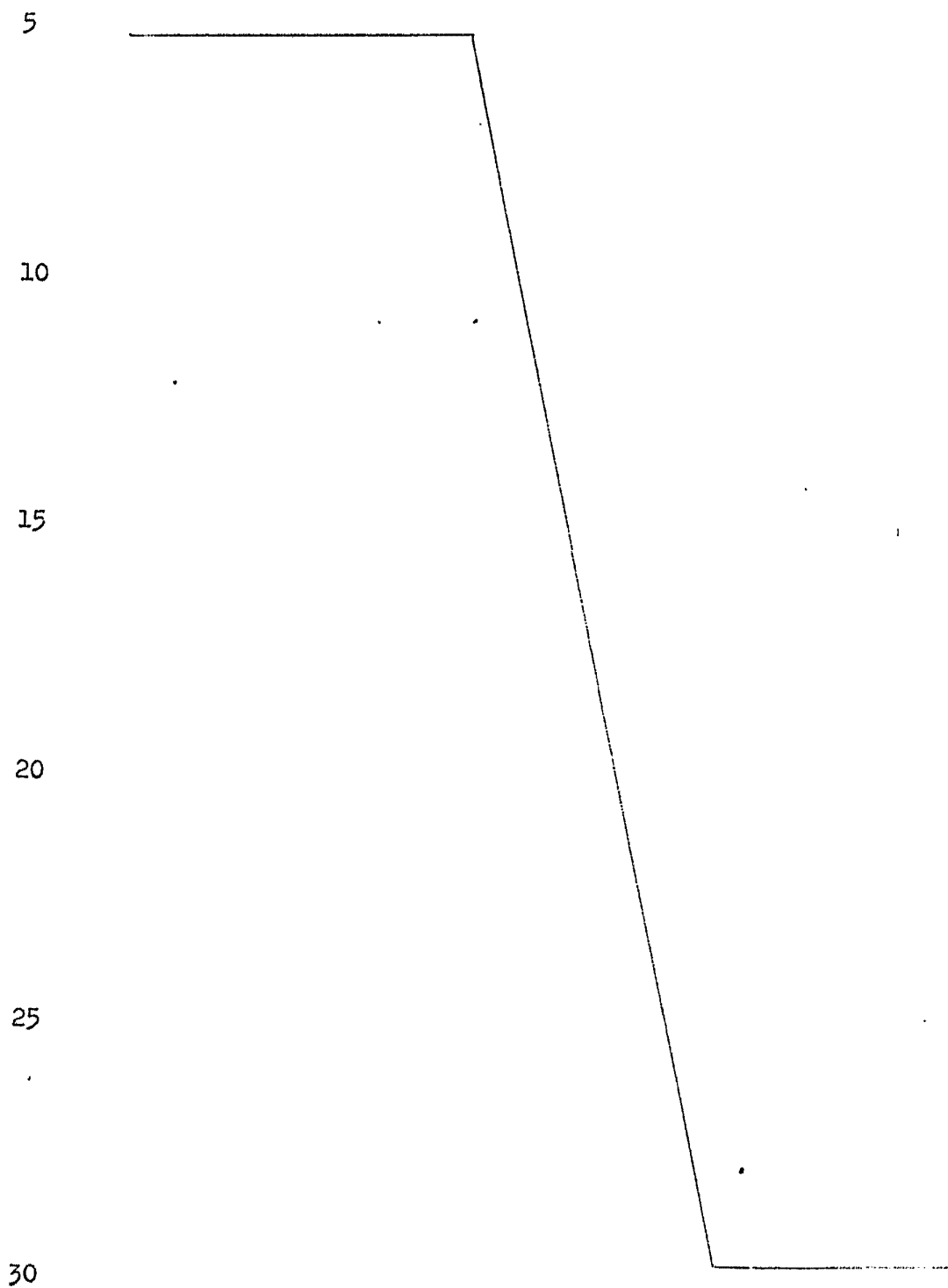
Según se ha descrito más arriba, de acuerdo con el invento, se utiliza un elemento semiconductor, cuyo factor de amplificación de corriente con emisor conectado a masa h_{FE} , puede variar arbitrariamente, de modo que sea posible detectar fácilmente con una construcción de circuito sencilla, temperatura,
20 luz, campo magnético, etc. Además, la detección de los fenómenos en cuestión, puede realizarse de varias maneras y por tanto, el invento tiene amplias aplicaciones.

Es posible utilizar en el invento con los mismos efectos, un elemento semiconductor, cuyas regiones respectivas tienen tipos de conductividad opuestos a los de las regiones del elemento ilustrado en la figura 3, es decir, un elemento semiconductor tipo PNP.

Los peritos en la materia se darán cuenta que
30 pueden realizarse numerosas variaciones y modificaciones sin ale-

jarse del espíritu y del alcance de los nuevos conceptos del invento.

En resumen, la presente patente de invención que se solicita deberá recaer en las siguientes:



REIVINDICACIONES

1. - Circuito de detección que utiliza un dispositivo semiconductor de cuatro terminales, caracterizado porque dicho dispositivo semiconductor de cuatro terminales (10) tiene una primera región semiconductor de un tipo de conductividad, una se
5 gunda región semiconductor del tipo de conductividad opuesto adyacente a dicha primera región con una primera unión semiconductor entre ellas, una tercera región semiconductor del mismo tipo que dicha primera región adyacente a dicha segunda región con una segunda unión semiconductor entre ellas, teniendo dichas primera
10 y tercera regiones del dispositivo semiconductor unas porciones con una concentración de impurezas sustancialmente del mismo orden de magnitud, y estando dispuesta una cuarta región semiconductor del mismo tipo de conductividad que dicha segunda región, en contacto con dicha primera región en una posición separada de dicha
15 primera unión por una distancia inferior a la distancia de di fusión de los portadores minoritarios, formando una barrera de po tencial, y dicho dispositivo semiconductor de cuatro terminales (10) está provisto de un circuito de polarización para dicha se
20 gunda región semiconductor, de un elemento detector, (15, 23) en tre dichas cuarta y primera regiones semiconductoras, teniendo di cho elemento detector un valor de resistencia que depende del fe-
nómeno detectado, un circuito de polarización para dicha primera región semiconductor, una carga (18) entre una fuente de poten-
25 cial y dicha tercera región semiconductor, y un terminal de salida (22) en dicha tercera región semiconductor.

2. - Circuito de detección según la reivindicación 1, caracterizado porque dicho circuito de polarización de dicha se
gunda región semiconductor incluye una resistencia ajustable (20).

3. - Se reivindica por último, como objeto sobre
30 el que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita:

CIRCUITO DE DETECCION.

Todo tal y como queda descrito y reivindicado en la presente Memoria descriptiva que consta de dos páginas y dibujos que se acompañan.

5

Madrid, 9 de mayo de 1975

BERNARDO UNGRIA
p.p.



10

15

20

25

30

Fig-4

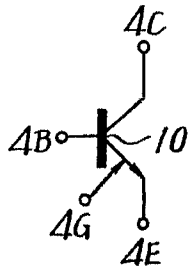


Fig-5

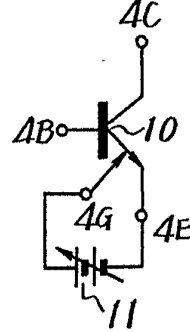


Fig-6

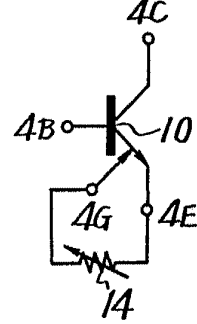
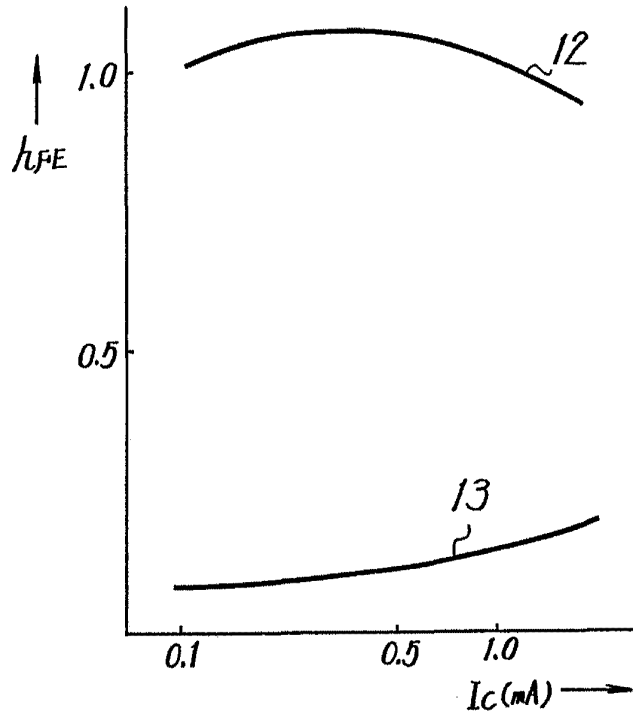


Fig-7



ESCALA VARIABLE
 Madrid, 9 mayo 1.975
 BERNARDO UNGRIA
 P.P.

FIG. 11

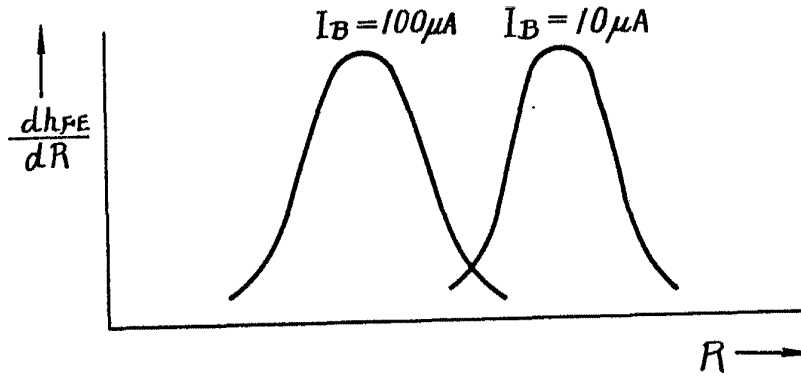
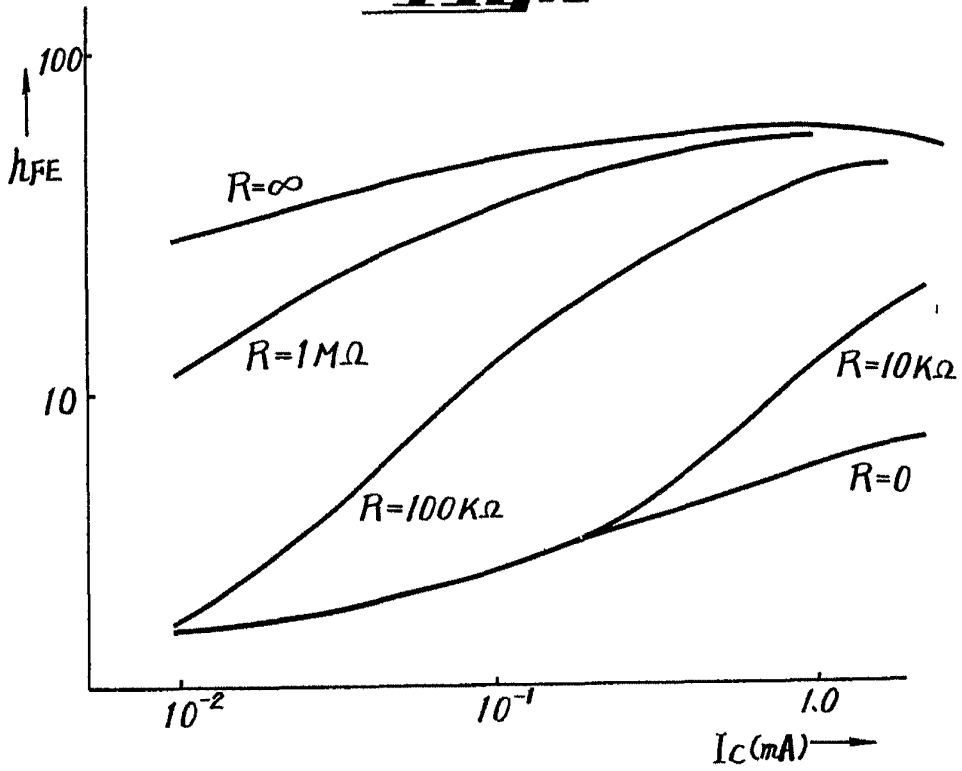


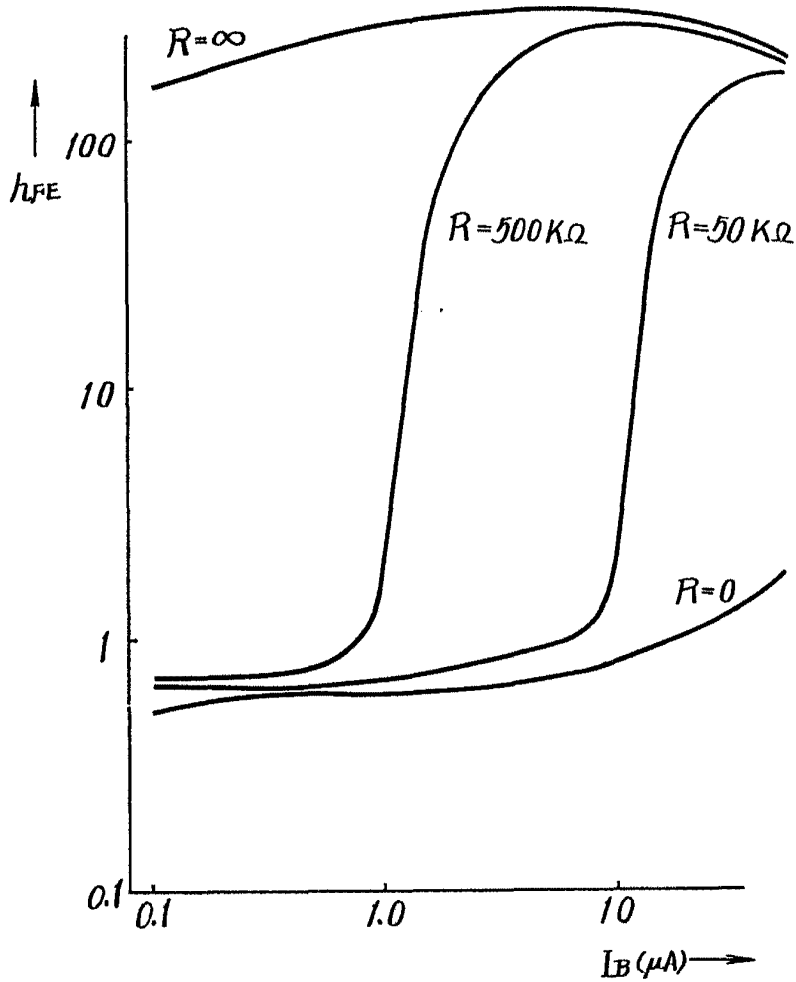
FIG. 8



ESCALA VARIABLE
 Madrid, 9 mayo 1.975
 BERNARDO UNGERIA

P.D.

Fig-9



ESCALA VARIABLE
Madrid, 9 mayo 1.975
BERNARDO UNGRIA
P.P.

Fig-10

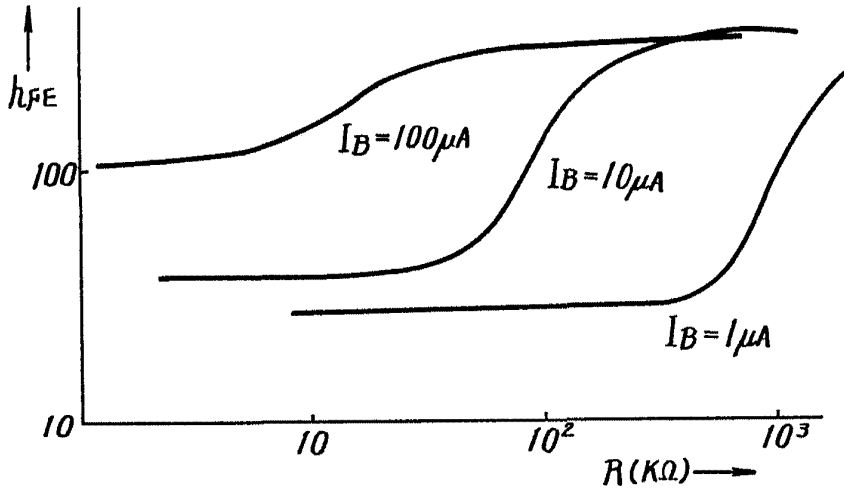


Fig-12

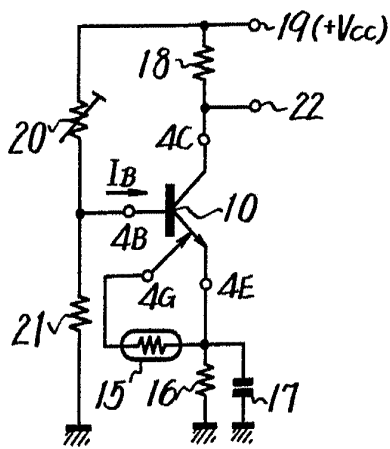
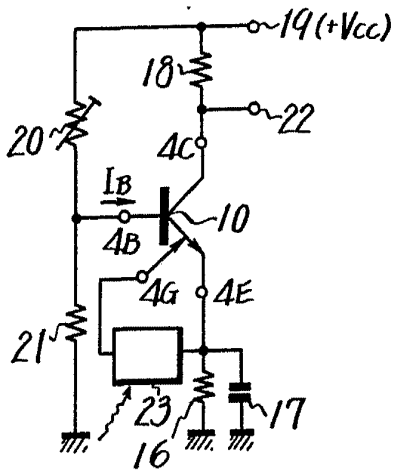


Fig-13



ESCALA VARIABLE
 Madrid, 9 mayo 1.975
 BERNARDO UMBRIA
 P.D.