

9 FEB. 1953

P.- 28.350

P H N-77



309134

MEMORIA DESCRIPTIVA
para solicitar
P A T E N T E D E I N V E N C I O N
en
E S P A Ñ A
por VEINTE años

a nombre de N.V. PHILIPS'GLOEILAMPENFABRIEKEN, entidad -
holandesa, establecida en Emmasingel 29, Eindhoven, Ho-
landa, por:

"UNA DISPOSICION DE SEMICONDUCTOR CON UNA FUENTE DE
RADIACION CONTROLADA DE INYECCION Y RECOMBINACION"

El invento se refiere a una disposición de semi-
conductor con una fuente de radiación controlada de inyec-
ción y recombinación que comprende un cuerpo semiconductor.

5 En el cuerpo semiconductor de una fuente de ra-
diación de inyección y recombinación se produce radiación
por inyección de portadores de carga, que se traduce en -
recombinación de electrones y hoyos con emisión de radia-
ción. La inyección de portadores de carga se obtiene ha-
ciendo pasar una corriente eléctrica a través del cuerpo -
10 semiconductor. El cuerpo semiconductor contiene usualmente

309134



una unión pn de tal manera que mediante el paso de corriente en la dirección hacia adelante a través de la unión pn - son inyectados electrones en la parte de tipo p del cuerpo semiconductor y/o son inyectados hoyos en la parte de tipo n del cuerpo semiconductor. La intensidad de la radiación -
5 emitida depende del valor de la corriente hecha pasar a través del cuerpo semiconductor.

Puede usarse una fuente de radiación controlada - de inyección y recombinación para la transmisión óptica de señales. Para este fin, se conecta una fuente de corriente de alimentación a la fuente de radiación y se envía una corriente de alimentación a través de la fuente de radiación que hace pasar a esa fuente al estado radiante. La radiación emitida debe ser modulada para la transmisión de señales. La radiación modulada puede ser detectada con ayuda -
10 de un fotodetector y convertida en señales eléctricas.

Puede obtenerse la modulación de la radiación emitida modulando la corriente de alimentación que pasa a través de la fuente de radiación de inyección y recombinación por medio de una fuente de señal eléctrica. En muchos casos, sin embargo, ese método de modulación es inadecuado. Desde -
20 el punto de vista de los circuitos eléctricos, por ejemplo, al ser transmitidas señales débiles puede ser inútil que esas señales débiles sean aplicadas a la fuente de radiación por modulación de una gran corriente de alimentación. Además, en muchos casos es deseable evitar el acoplamiento -
25 eléctrico entre la fuente de señales y la fuente de corriente de alimentación. Por otra parte, para ciertos usos puede ser útil que la fuente de radiación de inyección y recombinación sea controlada a distancia sin conexiones eléctricas.
30

3 09134



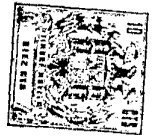
9 FEB. 1963

Otro método posible de modulación consiste en modular la radiación emitida por la fuente de radiación - de inyección y recombinación exteriormente a esa fuente - haciéndola pasar a través de un modulador separado. En la práctica, sin embargo, se comprueba en general que tales métodos de modulación son menos eficaces que el método antes mencionado.

También existe un control de una fuente de radiación de inyección y recombinación en elementos de circuito optoelectrónicos que comprenden una fuente de radiación de inyección y recombinación a la cual está conectada la entrada eléctrica del elemento de circuito y que está acoplada ópticamente a un cuerpo semiconductor fotosensible - al cual está conectada la salida eléctrica del elemento de circuito. En estos elementos de circuito optoelectrónico, también suele ser un inconveniente que hayan de ser alimentadas una corriente de alimentación y señales de entrada eléctricas a la misma entrada eléctrica del elemento de circuito.

Un objeto del invento es proporcionar una disposición de semiconductor con una fuente de radiación controlada de inyección y recombinación que es de un tipo completamente nuevo y permite soslayar los inconvenientes antes citados.

De acuerdo con el invento, una disposición de semiconductor con una fuente de radiación controlada de inyección y recombinación que comprende un cuerpo semiconductor está caracterizada por que la recombinación radiante de electrones y hoyos en el cuerpo semiconductor que se produce debido a la inyección de portadores de carga -



es controlada mediante el control de la población de electrones de un nivel intermedio, el cual está situado en la banda prohibida entre la banda de valencia y la banda de conducción del cuerpo semiconductor, con la ayuda de una fuente de radiación de control que está acoplada ópticamente a la fuente de radiación controlada y emite radiación que permite que los electrones del cuerpo semiconductor sean llevados a un estado de mayor energía.

En una disposición de semiconductor de acuerdo con el invento, las señales de entrada pueden ser alimentadas a la fuente de radiación de control separadamente desde la corriente de alimentación suministrada a la fuente de radiación controlada y, si se desea, puede evitarse el acoplamiento eléctrico entre una fuente de señal eléctrica conectada a la fuente de radiación de control y una fuente de corriente de alimentación conectada a la fuente de radiación controlada. Por otra parte, las fuentes de radiación pueden estar distanciadas la una de la otra, siendo controlada a distancia la fuente de radiación controlada con ayuda de la fuente de radiación de control.

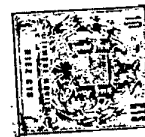
La fuente de radiación de control puede ser cualquier fuente de radiación que emita radiación que tenga la longitud deseada, por ejemplo, una lámpara de cinta de tungsteno provista de un monocromador, por ejemplo, un filtro de interferencia. No obstante, la fuente de radiación de control es preferiblemente una fuente de radiación de inyección y recombinación, la cual permite simplicidad y compacidad mayores de una combinación de estructura constructiva de las dos fuentes de radiación. (Tal combinación de estructura constructiva es frecuentemente deseable).

3 09134



Una realización importante de una disposición -
de semiconductor de acuerdo con el invento está caracteri-
zada por que la población de electrones del nivel interme-
dio es controlable en razón del hecho de que la radiación
5 emitida por la fuente de radiación de control es capaz de
llevar electrones desde la banda de valencia al nivel in-
termedio mientras que la recombinación radiante se efectúa
por medio de ese nivel intermedio y puede ser inhibida -
aumentando dicha población. Puede verse claramente que -
10 cuando el nivel intermedio está ya totalmente o en parte
ocupado por electrones, los electrones procedentes de la -
banda de conducción difícilmente o en ningún caso pueden -
llegar a alcanzar la banda de valencia por intermedio de -
ese nivel intermedio y recombinarse con hoyos en la banda
15 de valencia.

Se han logrado resultados satisfactorios con una
fuente controlada de inyección y recombinación que tiene -
un cuerpo semiconductor de fosfuro de galio el cual, al -
menos en las proximidades de la unión pn, está cargado con
20 cinc y oxígeno a fin de producir el nivel intermedio desea-
do. El fosfuro de galio tiene una anchura de la banda pro-
hibida de aproximadamente 2,25 electrónvoltios, y el nivel
intermedio producido por el cinc y el oxígeno en la banda
prohibida está espaciado de la banda de valencia por una -
25 distancia de aproximadamente 0,45 electrónvoltios y de la
banda de conducción por una distancia de aproximadamente -
1,8 electrónvoltios. En este caso, la radiación de recombi-
nación tiene una longitud de onda de aproximadamente 7.000
unidades A, la cual corresponde a una energía cuántica de
30 aproximadamente 1,8 electrónvoltios. En este caso la fuente



de radiación de control debe emitir radiación que tenga -
una energía cuántica que sea al menos igual a 0,45 elec-
trónvoltios pero que sea menor que la energía cuántica -
de la radiación de recombinación (1,8 electrónvoltios).
5 Así, la fuente de radiación de control puede ser, por -
ejemplo, una fuente de radiación de inyección y recombi-
nación que incluye un cuerpo de arseniuro de galio o de -
fosfuro de indio y que es capaz de emitir radiación que -
tiene una longitud de onda de aproximadamente 9.100 \AA (la
10 cual corresponde a una energía cuántica de aproximadamen-
te 1,36 electrónvoltios).

Otra realización importante de una disposición -
de semiconductor de acuerdo con el invento está caracteri-
zada por que el nivel intermedio permite la recombinación
15 sin radiación de electrones y de hoyos de tal manera, al
menos sobre una parte de la gama de corriente de la fuen-
te de radiación controlada, que la recombinación radiante
está restringida mientras que la recombinación sin radia-
ción, y por tanto la citada restricción, puede ser contro-
20 lada mediante el control de la población de electrones -
del nivel intermedio.

La recombinación sin radiación por medio del ni-
vel intermedio puede ser restringida o impedida, por ejem-
plo, usando una fuente de radiación de control que emite -
25 radiación capaz de llevar electrones desde el nivel inter-
medio a la banda de conducción. En este caso, los electro-
nes que alcanzan el nivel intermedio desde la banda de -
conducción no son totalmente perdidos para recombinación -
radiante, ya que parte al menos de los electrones son de-
30 vueltos a la banda de conducción por la radiación emitida

3 09134



por la fuente de radiación de control y queda todavía una posibilidad de recombinación con hoyos con emisión de radiación. Así pues, en este método esta restringida la posible población de electrones del nivel intermedio.

5 Alternativamente, la recombinación sin radiación por medio del nivel intermedio puede ser también controlada de una manera similar a aquella en que en la realización precedentes es controlada la recombinación con emisión de radiación, es decir, controlando la población de electrones del nivel intermedio llevando electrones desde la banda de valencia al nivel intermedio, bloqueando de ese modo más o menos efizcamente el camino para los electrones en la banda de conducción, los cuales, de otro modo, es probable que alcancen la banda de valencia por medio de su nivel intermedio. En este método, la radiación emitida por la fuente de radiación de control debe tener una energía cuántica que corresponde al menos a la energía requerida para llevar un electrón desde la banda de valencia al nivel intermedio.

10

15

20 Por consiguiente, en esta realización alternativa no se efectúa la recombinación con emisión de radiación por medio de dicho nivel intermedio, sino por medio de otro nivel intermedio o bien, por ejemplo, por transiciones de banda a banda.

25 Un cuerpo semiconductor puede contener en la banda prohibida un nivel intermedio que permite la recombinación sin radiación debido al hecho de que en el cuerpo semiconductor están incorporados centros de recombinación sin radiación, frecuentemente designados en la bibliografía, como "destructores". Como es usual, la expresión "centro -

30



de recombinación sin radiación" debe entenderse que significa un centro, por medio del cual puede tener lugar recombinación sin la emisión de radiación, es decir, al menos sin la emisión de radiación que tenga la longitud o -
5 las longitudes de onda eficaces para la disposición optoelectrónica, mientras que esa recombinación tiene lugar generalmente con suministro de energía térmica a la retícula cristalina.

Son especialmente adecuados aquellos centro de
10 recombinación sin radiación para los cuales la sección transversal de captura para los portadores de carga inyectados para la finalidad de recombinación es mayor que la de los centros de recombinación "radiante" y es además mayor, por ejemplo cien veces mayor, que la sección transversal de captura, tras haber sido absorbido en el centro de
15 recombinación sin radiación un portador de carga inyectado, para los portadores de carga de tipo opuesto. Como es sabido, tales centros de recombinación sin radiación pueden estar constituidos en un cuerpo semiconductor por defecto -
20 del cristal o por ciertas impurezas, generalmente elementos de transición, tales como hierro y cobalto.

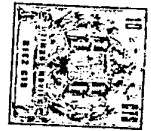
Al aumentar la corriente que pasa a través de una de tales fuentes de radiación de inyección y recombinación que comprende tales centros de recombinación sin radiación,
25 aumenta la intensidad de radiación en relación superlineal con respecto a la intensidad de corriente a través de la fuente de radiación sobre aquella parte de la gama de corriente de la fuente de radiación en que el número de portadores de carga inyectados toma un valor para el cual los
30 centros de recombinación sin radiación llegan a estar satu-

309134



5 rados. Con corrientes pequeñas a través de la fuente de -
radiación, recombinación tiene lugar sustancialmente sólo
por intermedio de los centros de recombinación sin radia-
ción , de tal manera que la intensidad de la radiación emi-
tada es muy pequeña, para mayores intensidades de corrien-
te, la intensidad de la radiación emitida aumenta en rela-
ción superlineal con respecto a la intensidad de corriente,
al tiempo que se produce la saturación de los centros de -
recombinación sin radiación. Si se alcanza la saturación -
10 de los centros de recombinación sin radiación, la intensi-
dad de la radiación emitida aumenta a un r'egimen menor, -
por ejemplo, en relación lineal con respecto a la intensi-
dad de la corriente.

15 La gama de corrientes de la fuente de radiación -
controlada de inyección y recombinación en que la intensi-
dad de la radiación emitida aumenta en relación superli-
neal con la intensidad de la corriente puede ser desplaza-
da, controlando la población de electrones del nivel inter-
medio, a intensidades de corriente menores o también mayo-
20 res, con la consiguiente posibilidad de que la intensidad -
de la radiación emitida aumente o disminuya en relación su-
perlineal con respecto a las señales de entrada eléctricas
que son aplicadas a la fuente de radiación de control, mien-
tras que la corriente a través de la fuente de radiación -
25 controlada permanece sustancialmente constante. Por consi-
guiente, una realización preferida de una disposición de -
semiconductor de acuerdo con el invento está caracterizado
por que el cuerpo semiconductor de la fuente de radiación -
controlada de inyección y recombinación contiene centros -
30 de recombinación sin radiación que resultan en que la inten-



sidad de radiación de esa fuente de radiación, al menos -
sobre parte de la gama de corrientes de esa fuente de ra-
diación, aumenta en relación superlineal con respecto a -
la corriente a través de la fuente de radiación.

5 Se han obtenido resultados satisfactorios con
un cuerpo semiconductor de fosfuro de galio que, al menos
en las proximidades de la unión pn, está activado con cinc
y oxígeno (a fin de obtener centros de recombinación ra-
diantes) y también con centros de recombinación sin radia-
10 ción. La modulación de la radiación emitida por la fuente
de radiación controlada por medio de la fuente de radia-
ción de control puede ser muy rápida, ya que la modulación
se efectúa por acción recíproca entre los cuantos de radia-
ción y los electrones a la vez que, en este caso, no han -
15 de producirse necesariamente fenómenos de inercia, por -
ejemplo del tipo de los que se producen en los fotoconduc-
tores.

 El invento proporciona además un tipo totalmente
nuevo de elementos de circuito optoelectrónicos que com-
20 prenden una fuente de radiación controlada de inyección y
recombinación que está acoplada ópticamente a un cuerpo -
semiconductor fotosensible. Así, una realización especial-
mente importante de una disposición de semiconductor de
acuerdo con el invento está caracterizada por que la dis-
25 posición de semiconductor constituye un elemento de circui-
to optoelectrónico que tiene una entrada eléctrica conecta-
da a la fuente de radiación controlada y una salida eléc-
trica conectada a la fuente de radiación de control, mien-
tras que se han provisto un cuerpo semiconductor fotosen-
30 sible al cual está acoplada ópticamente la fuente de ra-

3 0 9 1 3 4

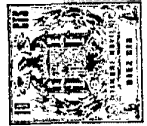


diación controlada y al cual está conectada la salida -
eléctrica del elemento de circuito.

5 Se apreciará que la presencia de dos entradas -
eléctricas aumenta en el número de posibles disposiciones
de circuito en que puede usarse un elemento de circuito -
optoelectrónico en comparación con los elementos de cir-
cuito optoelectrónico conocidos que tienen únicamente una
sola entrada eléctrica. Puesto que el elemento de circui-
to optoelectrónico de acuerdo con el invento posee la an-
tes citada combinación de una fuente de radiación de con-
10 trol y una fuente de radiación controlada, también se -
obtienen las ventajas de antes citadas de esta combinación.

15 En muchos casos la radiación emitida por la fuen-
te de radiación de control consiste en cuantos de radia-
ción que, desde el, punto de vista de la energía, son in-
feriores a los cuantos de radiación emitidos por la fuen-
te de radiación controlada. Dado que en el cuerpo semicon-
ductor fotosensible se produce un efecto fotoeléctrico, -
por ejemplo, en forma de fotoconducción o bien, si el cuer-
20 po semiconductor fotosensible incluye una unión pn en for-
ma de una fototensión y/o una fotocorriente, por la fuen-
te de radiación controlada que emite cuantos de radiación
que son energéticamente superiores a los cuantos de radia-
ción emitidos por la fuente de radiación de control, la -
25 anchura de la banda prohibida del cuerpo semiconductor -
fotosensible puede ser considerablemente mayor que la que
corresponde a la energía de los cuantos de radiación de -
la fuente de radiación de control. Por una parte, ello sig-
nifica que las señales de entrada aplicadas a la fuente -
30 de radiación de control pueden ser convertidas, en princi-

309134



pio, en cuantos de radiación energéticamente pequeños de una manera energéticamente ventajosa, a la vez que, por otra parte, puede usarse no obstante un cuerpo semiconductor fotosensible que tenga una mayor anchura de la -
5 banda prohibida, es decir, una anchura de la banda prohibida mayor que la energía de los cuantos de radiación energéticamente pequeños, de tal manera que puedan todavía - derivarse grandes potencias de salida. La potencia que - puede derivarse de un cuerpo semiconductor fotosensible -
10 aumenta con la anchura de la banda prohibida. Ello tiene un efecto beneficioso sobre la ganancia de energía total del elemento de circuito optoelectrónico de acuerdo con el invento.

El cuerpo conductor fotosensible incluye preferiblemente una unión pn y está irradiado por la fuente de radiación controlada en las proximidades de esa unión pn.

Las dos fuentes de radiación y el cuerpo semiconductor fotosensible pueden formar una combinación de -
20 estructura constructiva tal que puedan ser fácilmente manipulados como una sola unidad. Por ejemplo, las fuentes de radiación y el cuerpo semiconductor fotosensible pueden ser dispuestos en una envolvente común preferiblemente opaca.

Al menos dos de los componentes de una disposición de semiconductor de acuerdo con el invento, cuyos -
25 componentes están constituidos por las dos fuentes de radiación y, en su caso, por el cuerpo semiconductor fotosensible, tienen preferiblemente un cuerpo semiconductor común, lo cual permite una construcción sumamente compacta.
30

3 0 9 1 3 4



Puede restringirse la probabilidad de reflexiones inconvenientes en cuerpos semiconductores separados proveyendo a los cuerpos semiconductores de los componentes de capas antirreflectantes corrientemente usadas en óptica.

5 Con objeto de que el invento pueda ser fácilmente llevado a efecto, se describirán a continuación realizaciones del mismo, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos esquemáticos que se acompañan, en los cuales:

10 La Fig. 1 es un diagrama sinóptico esquemático de una disposición de semiconductor de acuerdo con el invento;

15 Las Figs. 2 y 6 ilustran esquemáticamente ejemplos de diagramas de energía de cuerpos semiconductores usados en una disposición de semiconductor de acuerdo con el invento;

 Las Figs. 3, 4, 5 y 10 son vistas esquemáticas en sección transversal de fuentes de radiación de inyección y recombinación de una disposición de semiconductor de acuerdo con el invento;

20 La Fig. 7 es un gráfico de la intensidad de la radiación emitida de una fuente de radiación controlada de inyección y recombinación que puede usarse en una disposición de semiconductor de acuerdo con el invento como una función de la corriente a través de esa fuente de radiación;

25 La Fig. 8 es un diagrama sinóptico esquemático de un elemento de circuito optoelectrónico de acuerdo con el invento;

30 La Fig. 9 es una vista esquemática en sección transversal de una realización de un elemento de circuito



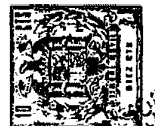
optoelectrónico de acuerdo con el invento.

En las figuras, las partes correspondientes se han designado por iguales números de referencia.

5 La disposición de semiconductor de acuerdo con -
el invento ilustrado en forma esquemática sinóptica en la
Fig. 1 comprende una fuente de radiación controlada de -
inyección y recombinación 1 que incluye un cuerpo semicon-
ductor. La fuente de radiación controlada 1 está provista
de conductores de conexión eléctrica 2 para permitir hacer
10 pasar una corriente de alimentación a través de la fuente -
de radiación. La radiación emitida por la fuente de radia-
ción controlada 1 se ha designado por el número de referen-
cia 3. La recombinación radiante de electrones y hoyos tie-
ne lugar en el cuerpo semiconductor de la fuente de radia-
15 ción controlada 1 debido a la inyección de portadores de -
carga. Esa recombinación radiantes es controlada mediante
el control de la población de electrones de un nivel inter-
medio, que está situado en la banda prohibida entre la ban-
da de valencia y la banda de conducción, con ayuda de una
20 fuente de radiación de control 6, que está acoplada óptica-
mente a la fuente de radiación controlada 1 y emite la ra-
diación 8 mediante la cual pueden ser llevados electrones
a un estado de mayor energía en el cuerpo semiconductor. -
La fuente de radiación de control 6 está provista de con-
25 ductores de conexión 7 para permitir que sean suministradas
señales de entrada eléctricas a la fuente de radiación 6.

Una fuente de radiación de inyección y recombina-
ción comprende en muchos casos un cuerpo semiconductor que
tiene un diagrama de energía de la clase representada en -
30 la Fig. 2, en que un nivel de energía intermedio 20 está -

300134



9 FEB. 1954

situado en la banda prohibida III entre la banda de valencia II y la banda de conducción I, teniendo lugar la recombinación con emisión de radiación por medio de este nivel intermedio 20. Así, electrones procedentes de la banda de conducción I pueden alcanzar la banda de valencia II en dos fases de transición 21 y 22 y recombinarse con un hoyo en la banda de valencia. Generalmente sólo la fase de transición mayor 21 es radiante y origina la emisión de radiación 3. La fase de transición menor 22 tiene lugar, por ejemplo, con la entrega de energía térmica a la red cristalina.

Pueden ser llevados electrones desde la banda de valencia al nivel intermedio 20 con ayuda de la radiación 8, cuya energía cuántica es suficiente para dar lugar a una fase de transición 25 en que un electrón es llevado desde la banda de valencia II al nivel intermedio 20, es decir, cuya energía cuántica es al menos igual a la separación entre la banda de valencia II y el nivel intermedio 20. Así, puede controlarse la población de electrones del nivel intermedio 20. Esta guarda relación con el control de la recombinación con la emisión de radiación 3, pues si el nivel intermedio 20 está ya ocupado por electrones, totalmente o en parte, los electrones procedentes de la banda de valencia I difícilmente o en ningún caso pueden alcanzar la banda de valencia II por medio de ese nivel intermedio 20 y recombinarse con hoyos con la emisión de radiación 3. En este caso, la necesaria recombinación se efectúa para la mayor parte de una manera sin radiación, por ejemplo, por intermedio de centros de recombinación en forma de impurezas o defectos del cristal difícilmente evitables. Si se



requiere, pueden incorporarse centros de recombinación -
sin radiación adicionales, los cuales son preferiblemente
esencialmente simétricos, es decir, las secciones transver-
sales de captura son sustancialmente las mismas para los -
5 electrones y los hoyos de tal manera que esos centros de
recombinación no son saturables. Además, con la disminu-
ción en la recombinación radiante puede producirse un au-
mento en la recombinación sin radiación en los contactos
de conexión de los cuales está provisto el cuerpo semicon-
10 ductor.

Esta posibilidad de controlar la recombinación
con la emisión de radiación, se utiliza en una realización
importante de una disposición de semiconductor de acuerdo
con el invento, en que la fuente de radiación controlada -
15 de inyección y recombinación 1 comprende un cuerpo semicon-
ductor que tiene un nivel intermedio 20 cuya población de
electrones es controlable por el hecho de que la radiación
8 emitida por la fuente de radiación de control 6 es capaz
de llevar electrones desde la banda de valencia al nivel -
20 intermedio 20, mientras que la recombinación con la emi-
sión de radiación 3 tiene lugar por medio de ese nivel in-
termedio 20 y puede inhibirse aumentando la citada pobla-
ción de electrones.

La fuente de radiación de inyección y recombina-
25 ción 1 puede comprender, por ejemplo, un cuerpo semiconduc-
tor 30 (Fig. 3) que tiene una unión pn 31 y está activado
con cinc y oxígeno al menos en las proximidades de esa -
unión pn 31. El fosforo de galio tiene una anchura de la -
banda prohibida de aproximadamente 2,25 electrónvoltios, y
30 el cinc y el oxígeno dan lugar a un nivel de energía inter-

3 091 34



5 medio 20 espaciado a partir de la banda de valencia en -
aproximadamente 0,45 electrónvoltios. En este caso la ra-
diación de recombinación 3 tiene una energía cuántica -
de aproximadamente 1,8 electrónvoltios y una longitud -
de onda de aproximadamente 7.000 unidades A, y la radia-
ción de control 8 debe tener una energía cuántica situada
entre aproximadamente 0,45 electrónvoltios y 1,8 electrón-
voltios. Si la energía cuántica de la radiación de control
10 8 es al menos igual a 1,8 electrónvoltios, esa radiación
es capaz de producir la fase de transición mayor 21, que
no es lo que se pretende.

El cuerpo de fosfuro de galio 30 puede tener, -
por ejemplo, dimensiones de aproximadamente 3 mm x 3 mm x
0,5 mm, está cargado con cinc y oxígeno y presenta conduc-
ción de tipo p. La unión pn 31 puede obtenerse aleando un
15 contacto de estaño 32 a una temperatura comprendida entre
aproximadamente 400° C y 700° C durante un tiempo de me-
nos de 1 segundo. En este proceso se producen una región
recristalizada 33 de tipo n y la unión pn 31. Simultánea-
mente con el contacto de estaño 32 puede proveerse un con-
tacto sustancialmente óhmico 35 aleando una cantidad de -
oro que contiene aproximadamente el 4% en peso de cinc, -
al cuerpo de fosfuro de galio. El diámetro de cada uno de
los contactos 32 y 35 puede ser, por ejemplo, de aproxima-
damente 1 mm. en la parte semiconductor pueden proveerse
25 conductores de conexión 36 por un método conocido. Hacen-
do pasar una corriente de alimentación en dirección hacia -
adelante por intermedio de los conductores 36 a través del
cuerpo semiconductor 30 se produce radiación de recombinación
30 3 en las proximidades de la unión pn 31. La radiación



8 de la fuente de radiación de control 6 incide contra -
el cuerpo semiconductor 30, por ejemplo, en la superfi-
cie lateral 37.

5 La fuente de radiación de control 6 (Fig. 1) -
puede ser de cualquier fuente de radiación que sea capaz
de suministrar la radiación de control deseada 6 que ten-
ga una energía cuántica situada entre aproximadamente 0,45
electrónvoltios y 1,8 electrónvoltios, por ejemplo, una -
lámpara de cinta de tungsteno provista de un monocromador,
10 tal como un filtro de interferencia. Aplicando señales de
entrada eléctricas a la fuente de radiación de control 6 -
a través de los conductores de conexión 7 se obtiene un -
haz de radiación modulada 8 mediante el cual se controla
la fuente de radiación controlada 1.

15 La fuente de radiación controlada 1 puede ser -
controlada a distancia mediante la fuente de radiación de
control 6, siendo aplicadas las señales de entrada eléc-
tricas a la fuente de radiación de control 6 a través de
los conductores 7 separadamente de la corriente de alimeh-
tación aplicada a la fuente de radiación controlada 1 a -
20 través de los conductores 2. Así, puede evitarse el acopla-
miento eléctrico entre una fuente de corriente de alimen-
tación conectada a los conductores 2 y una fuente de seña-
les eléctricas conectada a los conductores 7. La modula-
ción de la fuente de radiación controlada 1 por medio de
25 la fuente de radiación de control 6 puede ser muy rápida,
ya que la modulación se efectúa sustancialmente mediante -
acción recíproca entre los cuantos de radiación y los elec-
trones, al tiempo que, en esta disposición, no han de ocu-
rrir necesariamente los fenómenos de inercia que pueden -
30



producirse en los fotoconductores.

5 La fuente de radiación de control 6 puede ser -
ventajosamente una fuente de radiación de inyección y re-
combinación, que permite una combinación de estructura -
constructiva sencilla y compacta de la fuente de radia-
ción de control 6 y la fuente de radiación controlada 1.

10 En la realización descrita, en que la fuente -
de radiación controlada 1 tiene un cuerpo semiconductor -
de fosfuro de galio, la fuente de radiación de control 6
puede ser una fuente de radiación de inyección y recombi-
nación de arseniuro de galio. El arseniuro de galio tiene
una anchura de banda prohibida de aproximadamente 1,36 -
electrónvoltios, y una fuente de radiación de control que
15 comprende un cuerpo de arseniuro de galio es capaz de emi-
tir radiación que tiene una energía cuántica de aproxima-
damente 1,36 electrónvoltios y una longitud de onda de -
aproximadamente 9.100 unidades A. Así pues, esa radiación
tiene una energía cuántica situado en la gama deseada de
entre aproximadamente 0,45 electrónvoltios y aproximadamen-
20 te 1,8 electrónvoltios. Alternativamente, puede usarse una
fuente de radiación de inyección y recombinación de fosfu-
ro de indio, la cual también puede proporcionar radiación
que tiene una longitud de onda de aproximadamente 9.100 -
unidades A.

25 La Fig. 4 muestra una disposición sencilla que
comprende una fuente de radiación controlada de inyección
y recombinación 40 y una fuente de radiación de control -
de inyección y recombinación 50. La fuente de radiación -
40 comprende un cuerpo de fosfuro de galio de tipo n que -
30 contiene oxígeno 41, en que se produce una zona de tipo -



300134

p 42 por difusión de cinc a aproximadamente 800^o C de -
tal manera que se produce una unión pn 43. Por un méto-
do conocido en la técnica de los semiconductores se han
5 provisto contactos 44 y 45 para conductores 46 y 47 (los
contactos 44 y 45 pueden obtenerse de una manera similar
a aquella en que se han obtenido los contactos 32 y 35 -
de la Fig. 3). Haciendo pasar corriente por medio de los
conductores 46 y 47 en la dirección hacia adelante a tra-
vés de la unión pn 43, se obtiene la radiación de recombi-
10 nación 3 que tiene una longitud de onda de aproximadamente
7.000 unidades A en las proximidades de la unión pn 43.

La fuente de radiación de control 50 comprende
un cuerpo semiconductor de tipo n 51 de arseniuro de galio
en que por difusión de cinc a aproximadamente 900^o C se -
15 han obtenido una zona de tipo p 52 y una unión pn 53. Los
contactos 54 y 55 pueden consistir, por ejemplo, en esta-
ño e indio conteniendo aproximadamente el 3% en peso, de -
cinc, respectivamente, y que están aleados a una tempera-
tura entre aproximadamente 600^o C y 700^o C. Se han provis-
20 to conductores 56 y 57 de una manera conocida en la técni-
ca del semiconductor. Haciendo pasar corriente por medio
de los conductores 56 y 57 en la dirección hacia adelante
a través de la unión pn 53 se produce radiación de recombi-
nación 8 que tiene una longitud de onda de aproximadamen-
25 te 9.100 unidades A, en las proximidades de la unión pn 53.

Entre las superficies 48 y 58 de las fuentes de
radiación 40 y 50 puede interponerse un espejo dieléctrico
el cual transmite la radiación 8 pero refleja toda radia-
ción 3 que circula hacia la fuente de radiación 50. Tales
30 espejos dieléctricos que transmiten una clase de radiación

3 0 9 1 3 4

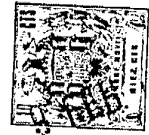


y reflejan otra clase de radiación, son conocidos en óptica.

5 Una superficie 59 de la fuente de radiación 50 puede estar provista de una capa altamente reflectante, - tal como una capa metálica, que puede formar parte integrante del contacto 55.

10 Las fuentes de radiación 40 y 50 pueden tener un cuerpo semiconductor común. Por ejemplo, puede proveerse epitaxialmente un cuerpo de arseniuro de galio de tipo n en un cuerpo de fosfuro de galio de tipo n por un método conocido en la técnica de los semiconductores. Puede - obtenerse una unión pn tanto en el cuerpo de fosfuro de - galio como en el cuerpo de arseniuro de galio por difusión de cinc. De esta manera se obtiene una construcción de la 15 clase representada en la Fig. 5 que comprende un cuerpo - semiconductor 60 que tiene una zona de tipo n 61 y una - zona de tipo p 62, cuyas zonas consisten ambas en fosfuro de galio, y una zona de tipo n 63 y una zona de tipo p 64, cuyas zonas consisten ambas en arseniuro de galio. Las dos 20 uniones pn se han designado por 65 y 66 respectivamente. Pueden proveerse contactos 67, 68 y 69 de manera similar a la descrita con referencia a la Fig. 4.

25 Si se hace pasar una corriente en la dirección - hacia adelante a través de la unión pn 65 por medio de - conductores 70 y 71, se produce la radiación de recombinación 3 en las proximidades de esa unión pn 65. Si se hace pasar una corriente en la dirección hacia adelante a través de la unión pn 66 por medio de los conductores 72 y 71, se produce la radiación de recombinación 8 en las proximidades de esa unión pn 66. 30



Como ilustra la Fig. 5, en el cuerpo semiconductor puede formarse un bisel por esmerilado para proporcionar una mayor área superficial para la provisión de contactos en las zonas de tipo n 61 y 63.

5 En otra realización importante de una disposición de semiconductor de acuerdo con el invento, la fuente de radiación controlada 1 (Fig. 1) comprende un cuerpo semiconductor que tiene un nivel intermedio 80 (Fig. 6) en la banda prohibida III que permite recombinación sin radiación de electrones con hoyos que se traduce en que, al menos sobre parte de la gama de corriente de la fuente de radiación controlada 1, la recombinación radiante está restringida, mientras que la recombinación sin radiación y por consiguiente la recombinación radiante pueden ser controladas controlando la población de electrones del nivel intermedio 80.

10

15

Como, se ha explicado en lo que antecede, en el caso de tales niveles intermedios 80 producidos por centros de recombinación sin radiación de los cuales la sección transversal de captura es mayor que la de los centros de recombinación radiantes, la intensidad de la radiación emitida 3, sobre parte de la gama de corriente de la fuente de radiación 1, puede aumentar en relación superlineal con respecto a la corriente a través de la fuente de radiación. Si la intensidad I (en unidades arbitrarias) de la radiación emitida 3 se representa logarítmicamente (con base 10) como función del logaritmo de la corriente i (en unidades arbitrarias), a través de la fuente de radiación 1, se obtiene una curva de la clase representada en la Fig. 7. La parte superlineal de las curvas características

20

25

30



se produce cuando llegan a saturarse los centros de re-
combinación sin radiación. La saturación de los centros -
de recombinación sin radiación puede tener lugar, por -
ejemplo, si la sección transversal de captura para porta-
dores de carga inyectados es mayor que aquella para los -
portadores de carga de tipo, opuesto, o recíprocamente.

El valor de la corriente i a través de la fuen-
te de radiación, para la cual se produce la saturación, -
depende de la concentración de centros de recombinación -
sin radiación. Si se disminuye la concentración de centros
de recombinación sin radiación, la saturación de esos cen-
tros se produce para menores intensidades de corriente. Es-
to significa que la parte superlineal de la característica
de la Fig. 7 es desplazada hacia menores intensidades de -
corriente, como se ha ilustrado mediante la línea de tra-
zos.

El número, de centros de recombinación sin radia-
ción, mediante los cuales puede tener lugar la recombi-
ción sin radiación de un electrón procedente de la banda
de conducción I (Fig. 6) y un hoyo procedente de la ban-
da de valencia II, puede ser disminuido eficazmente, es -
decir, pueden hacerse inoperantes al menos parte de los -
centros de recombinación sin radiación, por irradiación -
del cuerpo semiconductor con radiación cuya energía cuán-
tica sea suficiente para llevar un electrón desde el ni-
vel intermedio 80 a la banda de conducción I. Cuando un -
electrón alcanza el nivel intermedio 80 mediante una fase
de transición 81, esa radiación es capaz de hacer volver -
al electrón a la banda de conducción I de tal manera que -
ese electrón no alcanza la banda de valencia II mediante -



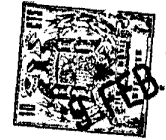
una fase de transición 82 ni se recombina con un hoyo -
de una manera sin radiación. Así, parte al menos de los -
centros de recombinación sin radiación pueden hacerse -
inoperantes, de manera eficaz, por irradiación, en cuyo
5 proceso se disminuye en principio la población del nivel
intermedio 80.

Si se establece la fuente de radiación l por -
ejemplo en un punto A (Fig. 7) y se mantiene constante la
corriente que pasa a través de la fuente de radiación, -
10 puede hacerse, por irradiación, que la parte superlineal
de la curva característica coincida con la línea de tra-
zos de tal manera que la fuente de radiación es estable-
cida bruscamente en un punto B que está asociado con una
intensidad de radiación considerablemente mayor. Ese cambio
15 en intensidad puede depender incluso superlinealmente de
la señal de entrada óptica.

La recombinación con la emisión de radiación -
puede tener lugar mediante transiciones de banda a banda -
o por medio de un nivel intermedio 85 (Fig. 6) por fases -
20 de transición 86 y 87. En el último caso, la fase de tran-
sición mayor 86 puede efectuarse, por ejemplo, con la emi-
sión de radiación de recombinación 3.

También en esta modificación el cuerpo semicon-
ductor puede consistir, ventajosamente, en fosfuro de galio
25 que contiene una unión pn en las proximidades de la cual
el cuerpo semiconductor está cargado con cinc y oxígeno -
a fin de obtener el nivel intermedio "radiante" 85, y que
contiene además centros de recombinación sin radiación a -
fin de obtener el nivel intermedio 80. Esos centros de re-
30 combinación sin radiación pueden consistir, por ejemplo, -

3 0 9 1 3 4



en defectos del cristal, mientras que es asimismo conocido usar elementos de transición tales como hierro y cobalto - para obtener centros de recombinación sin radiación.

5 La fuente de radiación 1 (Fig. 1) puede tomar la misma forma que la ilustrada en la Fig. 3 y puede ser producida de la misma manera, con la única diferencia de que la fabricación parte de un cuerpo de fosforo de galio que contiene los centros de recombinación sin radiación.

10 La fuente de radiación de control 6, que emite - radiación 8 capaz de originar la fase de transición 83 - (Fig. 6) puede ser nuevamente una lámpara de cinta de tungsteno provista de un monocromador tal como un filtro de interferencia. Además, la fuente de radiación radiante 6 puede consistir también en este caso en una fuente de -
15 radiación de inyección de recombinación que sea capaz de emitir la radiación de recombinación de control deseada 8 y que puede ser combinada constructivamente con la fuente de radiación controlada 1, de una manera similar a la descrita con referencia a las Figs. 4 y 5.

20 Es de hacer notar que la recombinación sin radiación por medio del nivel intermedio 80 (Fig. 6) puede ser también restringida por irradiación del cuerpo semiconductor con radiación que es capaz de llevar electrones desde la banda de valencia II al nivel intermedio 80 mediante -
25 una fase de transición 84, pues cuando se aumenta la población de electrones del nivel intermedio 80 los electrones no pueden alcanzar, o pueden alcanzar solamente con dificultades, el nivel intermedio desde la banda de conducción y recombinación con un hoyo procedente de la banda -
30 de valencia por intermedio de ese nivel intermedio.

309134



5 Evidentemente, la energía cuántica de la radiación de control 8 debe estar equilibrada con los valores de las fases de transición 83 y 84 de tal manera que no dé lugar, inconvenientemente, a otras fases de transición, tales como, por ejemplo, una fase de transición 88.

10 La radiación modulada 3 emitida por la fuente de radiación de control 1 puede ser detectada de una manera conocida mediante una célula fotosensible 9 (Fig. 1) - tal como, por ejemplo, una célula de sulfuro de cadmio. - Alternativamente puede usarse una célula fotovoltaica como detector.

15 El invento se refiere no solamente a una fuente de radiación controlada de inyección y recombinación sino también a un tipo totalmente nuevo de elementos de circuito optoelectrónico.

20 De acuerdo con el invento, tal elemento de circuito optoelectrónico comprende una fuente de radiación controlada de inyección y recombinación 1 (Fig. 8) conectada a una entrada eléctrica 2 y una fuente de radiación de control 6 conectada a una entrada eléctrica 7. Comprende además un cuerpo semiconductor fotosensible 90 al cual está acoplada ópticamente la fuente de radiación controlada 1 y al cual está conectada una salida eléctrica 91 del elemento de circuito. El cuerpo semiconductor fotosensible
25 contiene preferiblemente una unión pn 93, en las proximidades de la cual es irradiado el cuerpo semiconductor fotosensible. Las fuentes de radiación 1 y 6 y el cuerpo semiconductor fotosensible 90 forman preferiblemente una combinación de estructura constructiva. Pueden estar provistos, por ejemplo, de una envolvente común opaca que -
30

3 091 34



se ha representado esquemáticamente mediante una línea -
de trazos 92. Un elemento de circuito optoelectrónico -
de acuerdo con el invento tiene pues dos entradas eléctri-
cas, lo cual aumenta el número de sus posibles aplicacio-
nes.

5

Las fuentes de radiación 1 y 6 pueden tomar la
forma que se ha descrito con referencia a los elementos -
precedentes y a las Figs. 3, 4 y 5. El cuerpo semiconduc-
tor fotosensible 90 puede ser cualquier cuerpo semiconduc-
tor fotosensible que sea sensible a la radiación 3 e in-
cluye preferentemente una unión pn 93. El cuerpo semicon-
ductor sensible a la radiación 90 puede consistir, de ma-
nera similar al cuerpo semiconductor de la fuente de radia-
ción controlada 1, en fosfuro de galio activado con cinc -
y oxígeno.

10

15

Si las fuentes de radiación 1 y 6 tienen un cuer-
po semiconductor común, como ya se ha estudiado con refe-
rencia a las Fig. 5, el cuerpo semiconductor fotosensible
puede también formar parte de dicho cuerpo semiconductor -
común con el, resultado de que, en principio, se obtiene -
una configuración de la clase representada esquemáticamen-
te en la Fig. 9. Zonas 63 y 64 con la unión asociada pn 66,
y zonas 61 y 62 con la unión asociada pn 65 corresponden -
a las zonas y uniones pn designadas por los mismos números
de referencia en la Fig. 5. Zonas 106 y 107 con la unión -
asociada pn 108 constituyen el cuerpo semiconductor foto-
sensible. La zona 64 está provista de un conductor de cone-
xión 101, las zonas 63 y 61 de un conductor de conexión -
común 102, las zonas 62 y 106 de un conductor de conexión
común 103 y la zona 107 de un conductor de conexión 104.

20

25

30



Las zonas 64 y 63 con la unión pn 66, la cual puede estar polarizada a través de la entrada eléctrica (101, 102) en la dirección hacia adelante, forman la fuente de radiación de recombinación de control que emite la radiación 8. Las zonas 61 y 62 con la unión pn 65, la -
5 cual puede estar polarizada a través de la entrada eléctrica (102, 103) en la dirección hacia adelante, forman -
la fuente de radiación controlada que emite la radiación 3. Una unión pn 108 del cuerpo semiconductor fotosensible,
10 consistenten en las zonas 106 y 107, puede ser polarizada inversamente por intermedio de la salida eléctrica (103, 104), mientras que la fotocorriente producida puede ser -
también tomada de la salida eléctrica (103, 104).

Como se ha descrito en lo que antecede, la ener-
15 gía cuántica de la radiación "de control" 8 puede ser menor que el de la radiación "controlada" 3 que produce un efecto fotoeléctrico en el cuerpo semiconductor fotosensible (106, 108, 107). Como resultado, la anchura de la -
banda prohibida del cuerpo semiconductor (64, 66, 63) puede ser inferior a la del cuerpo semiconductor fotosens-
20 ible (106, 108, 107) y las señales de entrada pueden convertirse en cuantos de radiación energéticamente pequeños de una manera energéticamente ventajosa mientras que, no -
obstante, pueden extraerse grandes potencias del cuerpo -
25 semiconductor fotosensible.

Como puede verse de lo anteriormente expuesto, -
las fuentes de radiación (64, 66, 63) y (61, 65, 62) y el cuerpo semiconductor fotosensible (106, 108, 107) pueden -
consistir en materiales semiconductores diferentes. En la
30 Fig. 9 se han representado los límites entre los materia-

3 09134



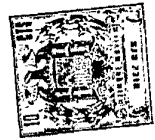
les mediante líneas de trazos. La construcción de la Fig. 9 puede ser fabricada con ayuda de procedimientos epitaxiales y/o de difusión corrientemente usados en la técnica del semiconductor.

5 Debe evitarse que la radiación 8 pueda influir de modo no conveniente en el cuerpo semiconductor fotosensible (106, 108, 107) y ello puede garantizarse mediante una elección adecuada de materiales (por ejemplo, la citada diferencia en anchura de la banda prohibida), de cargas y/o de dimensiones de las diversas zonas. Además, puede proveerse a lo largo del límite 110 un espejo dieléctrico que transmita la radiación 8, y puede proveerse a
10 lo largo del límite 111 un espejo dieléctrico que refleje la radiación 8 y transmita la radiación 3. Los espejos -
15 dieléctricos son conocidos en óptica.

La superficie 115 puede ser revestida de una - capa reflectante, por ejemplo de una capa metálica.

Es de hacer notar que, en principio, pueden usarse diversas fuentes de radiación, por ejemplo dos.

20 Se apreciará que el invento no queda limitado a las realizaciones descritas, y que un experto en la técnica puede efectuar numerosas modificaciones sin rebasar el alcance del invento. Así, por ejemplo, las fuentes de radiación de recombinación pueden tomar la forma y ser dis-
25 puestas según la disposición representada en la Fig. 10.- La fuente de radiación de control 130 comprende un cuerpo semiconductor que tiene dos zonas 131 y 132 de tipos de -
conductividad opuestos las cuales forman una unión pn 133. Las zonas están provista de capas de contacto metálico 134
30 y 135 a las cuales están conectadas los conductores 136 y



137, respectivamente. La radiación de recombinación 8 sale del cuerpo semiconductor (131, 132) en sentido lateral del mismo e incide contra una fuente de radiación controlada 120.

5 La fuente de radiación controlada comprende un cuerpo semiconductor que tiene zonas 121 y 122 que son - de tipos de conductividad opuestos y forman una unión pn 123. Las capas de contacto metálico para las zonas 121 y 122 están designadas por 124 y 125, respectivamente, y -
10 provistas de conductores 126 y 127, respectivamente. La radiación de recombinación 3 sale del cuerpo semiconductor (121, 122) en sentido lateral del mismo. Entre los - cuerpos semiconductores (131, 132) y (121, 122) puede ser también en este caso interpuesto un espejo dieléctrico -
15 que transmita la radiación 8 y refleje la radiación 3. Por otra parte, pueden usarse otros materiales semiconductores distintos a los mencionados. El cuerpo semiconductor de - la fuente de radiación controlada puede consistir, ventajosamente, en fosfuro de aluminio en lugar de fosfuro de
20 galio. Además, una al menos de las fuentes de radiación de inyección y recombinación puede actuar como un laser de inyección y recombinación.

 Esta solicitud que corresponde a la presentada en Holanda, el día 12 de Febrero de 1.964, con el número
25 6401189, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

- N O T A ! -

30

Los puntos de invención propia y nueva que se -

3 09134



presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

5 1.- Una disposición de semiconductor con una fuente de radiación controlada de inyección y recombinación que comprende un cuerpo semiconductor, caracterizada por que la recombinación radiante de electrones y hoyos en el cuerpo semiconductor que tiene lugar debido a la inyección de portadores de carga, es controlada mediante el control de la población de electrones de un nivel intermedio que está situado en la banda prohibida entre la banda de valencia y la banda de conducción del cuerpo semiconductor, por medio de una fuente de radiación de control que está acoplada ópticamente a la fuente de radiación controlada y emite radiación que es capaz de llevar electrones en el cuerpo semiconductor a un estado de mayor energía.

10

15

20 2.- Una disposición de semiconductor según el Punto 1, caracterizada por que la fuente de radiación de control es además una fuente de radiación de inyección y recombinación.

25 3.- Una disposición de semiconductor según el Punto 1 ó el Punto 2, caracterizada por que la población de electrones del nivel intermedio es controlable debido al hecho de que la radiación emitida por la fuente de radiación de control es capaz de llevar electrones desde la banda de valencia al nivel intermedio, mientras que la recombinación radiante se efectúa por medio de ese nivel intermedio y puede inhibirse aumentando dicha población.

30 4.- Una disposición de semiconductor según el -



5 Punto 3, caracterizada por que el cuerpo semiconductor -
de la fuente de radiación controlada de inyección y re-
combinación consiste en fosfuro de galio que, al menos
en las proximidades de la unión pn, está activado con -
cinc y oxígeno.

10 5.- Una disposición de semiconductor según el
Punto 1 ó el Punto 2, caracterizado por que el nivel in-
termedio permite recombinación sin radiación de electrones
con hoyos que se traduce en que, en parte al menos de la
gama de corriente de la fuente de radiación controlada es
15 tá restringida la recombinación radiante, mientras que -
la recombinación sin radiación y por consiguiente la ci-
tada restricción puede ser controlada mediante el control
de la población de electrones del nivel intermedio.

15 6.- Una disposición de semiconductor según el -
Punto 5, caracterizada por que el cuerpo semiconductor -
de la fuente de radiación controlada de inyección y re-
combinación contiene centros de recombinación sin radia-
ción de tal manera que la intensidad de radiación de esa
20 fuente de radiación, al menos sobre parte de la gama de
corriente de esa fuente de radiación aumenta en relación
superlineal con respecto a la corriente que pasa a través
de la fuente de radiación.

25 7.- Una disposición de semiconductor según el -
Punto 5 ó el Punto 6, caracterizada por que el cuerpo se-
miconductor de la fuente de radiación controlada de inyec-
ción y recombinación consiste en fosfuro de galio que, -
al menos en las proximidades de la unión pn, está activa-
do con cinc y oxígeno y además con centros de recombinación
30 sin radiación.

309134



5 8.- Una disposición de semiconductor según cualquiera de los Puntos precedentes, caracterizada por que el dispositivo semiconductor forma un elemento de circuito optoelectrónico que tiene una entrada eléctrica conectada a la fuente de radiación controlada y una entrada eléctrica conectada a la fuente de radiación de control, al tiempo que se ha provisto un cuerpo semiconductor fotosensible al cual está acoplada ópticamente la fuente de radiación controlada y al cual está conectada la salida eléctrica del elemento de circuito.

10

15 9.- Una disposición de semiconductor según el Punto 8, caracterizada por que el cuerpo semiconductor fotosensible tiene una unión pn y está irradiado por la fuente de radiación controlada en las proximidades de esta unión pn.

20 10.- Una disposición de semiconductor según el Punto 8 ó el Punto 9, caracterizada por que las dos fuentes de radiación y el cuerpo semiconductor fotosensible forman una combinación de estructura constructiva.

25 11.- Una disposición de semiconductor según el Punto 2 y cualquiera de los otros Puntos, caracterizada por que al menos dos de los componentes de la disposición de semiconductor, cuyos componentes están constituidos por las dos fuentes de radiación y, en su caso, por el cuerpo semiconductor fotosensible, forman parte de un cuerpo semiconductor común.

30 12.- Una disposición de semiconductor con una fuente de radiación controlada de inyección y recombinación.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que an-

309134



tecede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de treinta y cuatro hojas escritas a máquina, por una sola cara.

Madrid, 9 FEB. 19...

P. A.

[Handwritten signature]
ANEXO de Memoria
Por Poderes

ESTALA VARIABLE

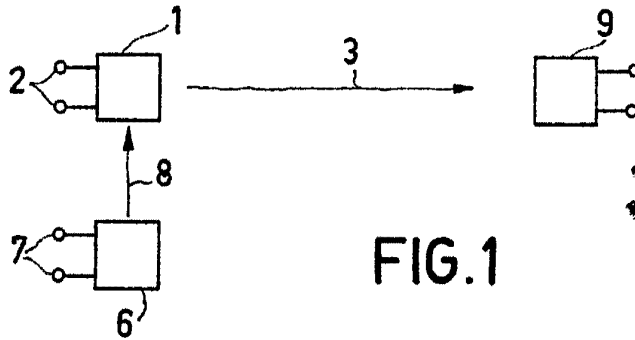


FIG. 1

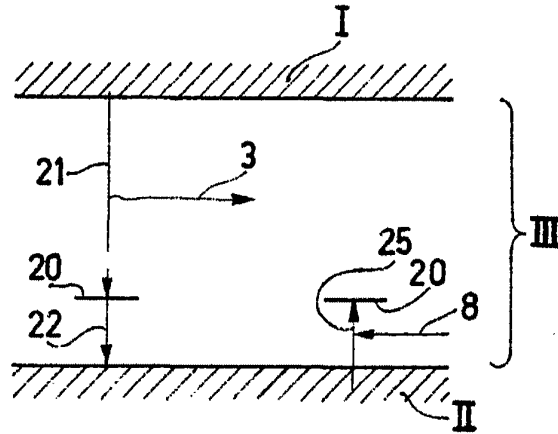


FIG. 2

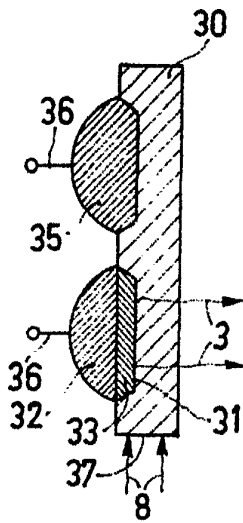


FIG. 3

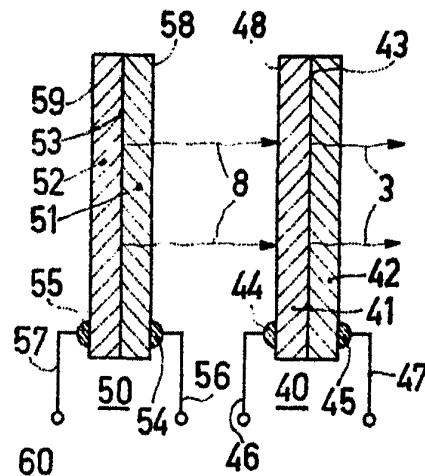


FIG. 4

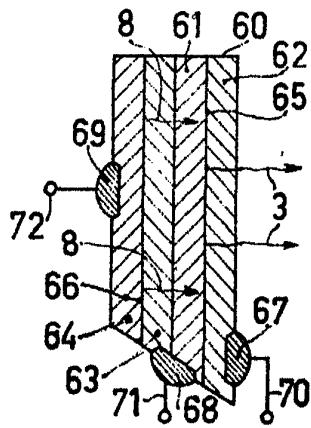


FIG. 5

Albert de Siza
Por Poder.

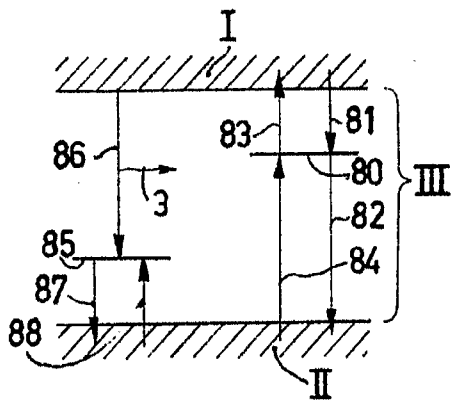


FIG. 6

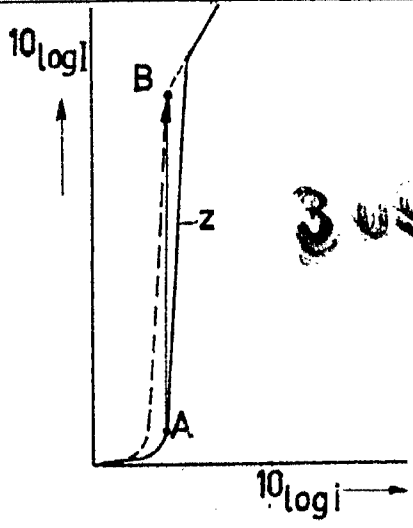


FIG. 7

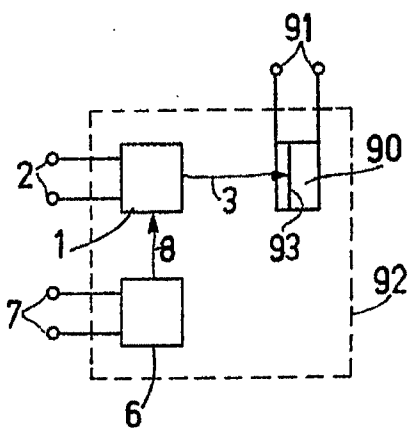


FIG. 8

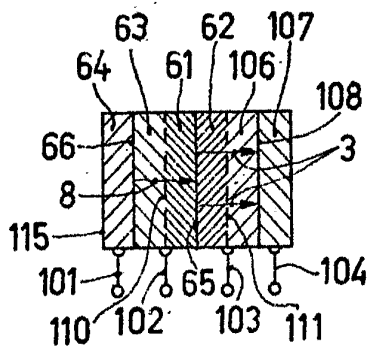


FIG. 9

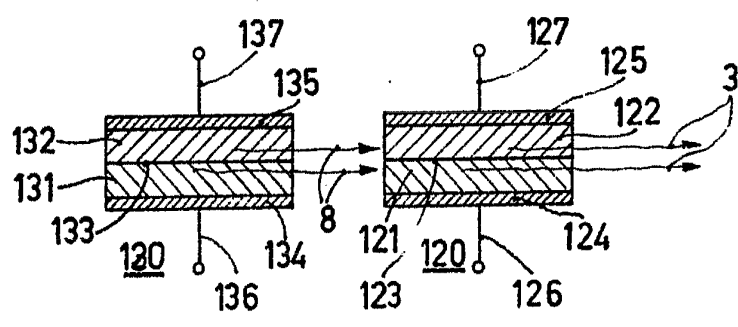


FIG. 10

Alberte de Elizabeth
 For Power