

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

ES

11	NUMERO	10	AI
21	477.344		
22	FECHA DE PRESENTACION		
	31-Enero-1.979		

PATENTE DE INVENCION

60	PRIORIDADES:	62	FECHA	63	PAIS
61	NUMERO				
	78/01181		2-2-78		Holanda

47	FECHA DE PUBLICIDAD	51	CLASIFICACION INTERNACIONAL	62	PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
			H01S		

54 TITULO DE LA INVENCION

"UN DISPOSITIVO DE LASER DE INYECCION"

71 SOLICITANTE (S)

N.V. PHILIPS 'GLOEILAMPENFABRIEKEN (PHN 9027 Spain-HK/TS)

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

29-Emmasingel, Eindhoven, Holanda

72 INVENTOR (ES)

Rudolf Paulus Tijburg, Peter Jan de Waard y Teunis Van Dongen

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE

DON OSCAR DE ELZABURU FERNANDEZ (P.-71.031)

MGS/.

El invento se refiere a un laser de inyección en el que el rayo laser puede ser desplazado en un plano sustancialmente paralelo a la unión de inyección p-n que está formada en un cuerpo semiconductor entre dos regiones semiconductoras de tipos de conductividad mutuamente opues-
5 tos, y que se encuentra junto a una zona activa del cuerpo semiconductor, comprendiendo el cuerpo semiconductor dos superficies laterales situadas en oposición, entre las que se determina un resonador óptico y dos superficies princi-
10 pales situadas en oposición, principalmente paralelas a la unión p-n, que están provistas de regiones de contacto para hacer pasar una corriente a través de la unión p-n, estando una primera de dichas regiones de contacto dividida en dos regiones de contacto secundario con las que puede
15 ser controlada la distribución de corriente a través de la unión p-n.

Las citadas superficies laterales pueden ser superficies, por lo menos, parcialmente reflectantes y pueden, en ese caso, formar por sí mismas el resonador óptico.
20 Sin embargo, el resonador óptico puede también determinarse mediante estructuras reticulares del cuerpo semiconductor como en el caso, por ejemplo, de laser de realimentación distribuida. En este caso, las citadas superficies laterales no necesitan ser reflectantes. En los laser del tipo
25 usual dichas superficies laterales son sustancialmente perpendiculares al plano de la unión p-n. Sin embargo, son posibles también otras configuraciones en las que, por ejemplo, dichas superficies hayan sido achaflanadas por medio de ataque químico con el fin de obtener una reflexión
30 total.

Por zona activa debe entenderse la región próxima a la unión p-n en la que, el funcionamiento, la amplificación es tan grande que la emisión espontánea en la citada región se transforma en una acción de laser cuando la densidad de corriente a través de la unión p-n ha alcanzado un cierto valor de umbral.

Por región de contacto debe entenderse, en esta descripción, una zona conductora de, por ejemplo, un metal, prevista en el cuerpo semiconductor o una región semiconductor de resistencia óhmica relativamente baja que esté formada en el cuerpo semiconductor y que esté limitada dentro del cuerpo semiconductor por material de resistencia óhmica relativamente elevada y provista de un alambre de contacto o de conexión.

Los laser de inyección, en los que el rayo laser puede moverse se describen, entre otras publicaciones, en la memoria de la patente norteamericana nº 3.402.366. Dicha memoria describe estructuras en las que las dos regiones de contacto secundario de la región de contacto dividida, mirando en la dirección del rayo laser, están situadas una en prolongación de otra y estén separadas entre sí por un espacio libre que es, por lo menos, esencialmente transversal al rayo laser. Las regiones secundarias de contacto tienen una configuración tal que, cuando la longitud medida en la dirección del rayo laser, de una región secundaria de contacto, disminuye en la dirección transversal al rayo laser, la longitud de la otra región de contacto secundaria aumenta.

Los experimentos han demostrado que la libertad de diseño de las regiones secundarias de contacto está

restringida por aquéllos casos en los que se desea un movimiento continuo preciso del rayo laser. Se ha encontrado, sin embargo, que pueden conseguirse resultados satisfactorios solamente cuando la anchura del espacio libre en dirección transversal al rayo laser es suficientemente no lineal.

Debido a que el espacio libre entre las regiones de contacto secundario que está situado por encima de la trayectoria óptica del rayo laser reduce localmente la amplificación en la zona activa, es por otra parte importante para conseguir un buen funcionamiento del laser, que la anchura del espacio libre se mantenga tan pequeña como sea posible.

Estos requisitos, que se pueden considerar como impuestos a la forma de las regiones de contacto secundario, hacen que la fabricación práctica del laser sea bastante complicada.

Si debe ser posible hacer funcionar el laser en el modo de onda continua, es usualmente necesario montar el laser con una de sus superficies principales en un disipador térmico de algún metal u otro material, por ejemplo, cobre, que sea un buen conductor del calor. Debido a que para este propósito se utiliza, de preferencia la superficie principal situada más cerca de la unión p-n y, en muchos casos, esta es la misma superficie principal que comprende la región de contacto dividida, la provisión de un disipador térmico que pueda hacer contacto eléctrico en su mayor parte con sólo uno de los dos contactos secundarios resulta muy complicada en este laser conocido.

Uno de los objetos del invento es proporcio-

nar un laser de inyección de la clase antes mencionada, que pueda ser fabricado de manera sencilla. Otro objeto particular del invento es proporcionar un laser que pueda montarse fácilmente en un disipador térmico.

5 El invento se basa, entre otras cosas, en el reconocimiento del hecho de que puede formarse una zona activa cerca de la unión p-n definiendo en el cuerpo semiconductor dos trayectos de corriente diferentes que se solapan al menos en la zona de la unión p-n y ajustando las corrientes eléctricas a través de dichos trayectos de corriente de tal manera que solamente la corriente total alcance o supere el valor de la corriente de umbral en la zona en que las trayectorias de corriente se solapan mutuamente. El invento se basa además en el reconocimiento del hecho de que haciendo que dichas trayectorias de corrientes sean mayores y/o menores una con respecto a otra, la zona activa puede ser desplazada hacia atrás o hacia delante entre las diversas trayectorias de corriente.

10 Un laser de inyección de acuerdo con el invento se caracteriza porque las dos regiones de contacto secundario están separadas una de otra por un espacio libre que se extiende esencialmente en la misma dirección que el rayo laser y mirando la superficie principal, esté situada por encima de la región de contacto en la otra superficie principal, teniendo la región intermedia del cuerpo semiconductor situada entre las regiones de contacto secundarias una resistencia tan elevada que se definan trayectos de corriente diferentes en el cuerpo semiconductor, trayectos que convergen en la dirección que va desde las dos regiones de contacto secundarias hacia dicha otra región de

contacto y que se solapan mutuamente, al menos de manera parcial, en la zona de la unión p-n, de modo que en esa zona, pueda formarse una zona activa que puede ser desplazada en una dirección transversal al rayo laser controlando la distribución de corriente a través de las regiones de contacto secundarias. Las dos regiones de contacto secundario pueden estar formadas de manera sencilla por franjas esencialmente rectas; por tanto, no se imponen requisitos especiales en lo que respecta a la configuración que puedan impedir la fabricación del dispositivo.

Además, la anchura del espacio libre entre las regiones de contactos secundarios no es crítica, o por lo menos, no lo es sustancialmente. Como resultado de esto, puede fabricarse un laser de inyección de acuerdo con el invento de una manera relativamente sencilla. Además, como se verá evidente a partir de la descripción de las figuras, la región de contacto dividida en dos regiones de contacto secundario puede estar acomodada en la superficie principal que está situada frente a la superficie principal mediante la cual el laser semiconductor está montado en el disipador térmico, lo que también constituye una ventaja importante.

Una realización preferida que tiene una estructura particularmente simple se caracteriza porque las dos regiones de contacto secundario están formadas por dos franjas sustancialmente rectas que se extienden de manera sustancialmente paralela entre sí, que estén separadas por un espacio libre, sustancialmente recto, en forma de franja. Otra realización preferida se caracteriza porque dichas dos regiones de contacto secundarias estén separadas entre

sí por un espacio libre en forma de franja cuya línea central es transversal a las citadas superficies laterales. Por transversales deben entenderse no sólo aquellas direcciones que formen un ángulo de 90° con las superficies laterales, con una tolerancia de unos pocos grados, sino también aquellas direcciones que puedan diferir, por ejemplo, en aproximadamente 10° de un ángulo recto para obtener una zona activa estrecha tal como se describe en la solicitud de patente holandesa n.º 7.607.299.

10 En una clase importante de laser de inyección, el cuerpo semiconductor comprende un sustrato que se encuentra junto a una superficie principal y una región superficial que se encuentra junto a la superficie principal opuesta y que está obtenida por crecimiento epitaxial sobre la

15 cara del sustrato situada en oposición respecto a la primera superficie principal y que comprende varias subcapas que, además de la citada unión p-n, forman una o más heterouniones. Como es conocido, debido a la acción limitadora de las mencionadas heterouniones, éstas tienen la ventaja de que restringen las pérdidas dentro del cuerpo semiconductor. Una realización preferida se caracteriza porque la región de contacto que está prevista en el sustrato

20 forma dicha región de contacto que está dividida en dos regiones de contacto secundario. La anchura del espacio libre comprendido entre las regiones de contacto secundario no es en absoluto crítica. En una realización sencilla, las regiones de contacto secundario pueden estar formadas, por ejemplo, por dos franjas metálicas que están previstas en los bordes del cuerpo semiconductor, a una distancia

25 mutua suficientemente grande para obtener distintas trayec

30

torias de corriente en el cuerpo semiconductor. La anchura del espacio libre está asociada con la resistividad y el grosor del sustrato. En realizaciones prácticas, en las que la anchura del espacio libre puede ser de 300 a 400 micras, se obtienen resultados favorables cuando, por ejemplo, utilizando un sustrato de GaAs de tipo n, la concentración de impurezas del sustrato está comprendida entre 10^{14} y 10^{16} átomos por cm^3 , con un espesor comprendido entre 150 y 300 micras (correspondiente a una resistividad comprendida entre 0,1 y 10 ohmios cms).

Una realización preferida de un laser de inyección con heterouniones, se caracteriza porque se prevé sobre el sustrato una primera subcapa epitaxial del mismo tipo de conductividad que el sustrato, pero cuya subcapa tiene una composición diferente y forma una de las citadas heterouniones y tiene una resistividad al menos aproximadamente igual de grande que la resistividad del sustrato, y en el cual se prevé, sobre la primera subcapa epitaxial, una segunda subcapa epitaxial del segundo tipo de conductividad. Otra realización preferida, en la que puede obtenerse una buena definición de las dos trayectorias de corriente de manera sencilla, se caracteriza porque entre el sustrato y la primera subcapa epitaxial del primer tipo de conductividad se prevé una capa enterrada del segundo tipo de conductividad que, mirando las superficies principales, está situada entre las dos regiones de contacto secundario y que, en dirección transversal al rayo laser, se extiende sólo en parte de la anchura del cuerpo semiconductor.

Otra realización de un laser de inyección de acuerdo con el invento que, entre otras cosas, tiene la

ventaja de que puede utilizarse un sustrato usual de espesor y de concentración de impurezas normales, se caracteriza porque la región de superficie epitaxial comprende una región de contacto dividida en dos regiones de contacto secundario y porque el cuerpo semiconductor está montado en el mismo lado en un disipador térmico que está eléctricamente aislado de, por lo menos, una de las regiones de contacto secundarias. Como será evidente a partir de la descripción de las figuras, debido al hecho de que las regiones de contacto secundario están situadas una al lado de otra en lugar de una detrás de otra, el laser puede ser montado, no obstante, de manera relativamente sencilla en un disipador térmico en el lado en que está presente la región de contacto dividida.

El invento se describirá con mayor detalle haciendo referencia a unas pocas realizaciones y a los dibujos diagramáticos anejos en los que:

La fig. 1 es una vista en planta de un laser de inyección de acuerdo con el invento;

la fig. 2 es una vista en sección transversal de dicho laser de inyección tomada por la línea II-II de la fig. 1;

la fig. 3 muestra diagramáticamente la distribución de corriente en la unión p-n del laser de inyección representado en las fgs. 1 y 2, durante el funcionamiento;

la fig. 4 es una vista en planta de una segunda realización de un laser de inyección de acuerdo con el invento;

la fig. 5 es una vista en sección transversal de dicho laser tomada por la línea V-V de la fig. 4;

las figs. 6 a 10 muestran unas pocas etapas en la fabricación de dicho laser;

la fig. 11 es una vista en sección de una tercera realización de un laser de inyección de acuerdo con el invento;

la fig. 12 representa otra realización de un laser de inyección de acuerdo con el invento; y

la fig. 13 muestra una etapa en la fabricación del laser representado en la fig. 12;

Las figs. 1 y 2 son una vista en planta y una vista en sección transversal, respectivamente, de un laser de inyección de acuerdo con el invento, en el que el rayo laser puede ser movido en un plano sustancialmente paralelo a la unión p-n de inyección, representada diagramáticamente en la fig. 1 por los trayectos de rayos 1 y 2.

El laser comprende un cuerpo semiconductor 3, de material semiconductor adecuado, que tiene uniones directas de banda a banda, por ejemplo, de GaAs. La unión 4 p-n, por medio de la cual puede obtenerse una región activa por inyección de portadores de carga, está formada entre la región 5 de tipo n y la región 6 de tipo p. Dos superficies laterales 7, 8, situadas en oposición y por lo menos parcialmente reflectantes, son transversales a la unión 4 p-n y pueden ser obtenidas en forma conocida por escisión del cuerpo semiconductor a lo largo de uno de sus planos de cristal. El cuerpo semiconductor 3 comprende además dos superficies principales situadas en oposición, 9, 10, principalmente paralelas a la unión 4 p-n, que están provistas de regiones de contacto para hacer pasar una corriente eléctrica a través de la unión 4 p-n. Estas re-

giones de contacto comprenden, entre otras cosas, las franjas de contacto metálicas 11 y 12. La región de contacto en la superficie principal 10 está dividida en dos regiones de contacto secundario mutuamente separadas, designadas en los dibujos como 12a y 12b. Por medio de esta región de contacto dividida, puede controlarse la distribución de corriente a través de la unión 4 p-n y, por tanto, puede ser desplazada la situación del rayo laser.

De acuerdo con el invento, las regiones de contacto 12a y 12b, mirando en la dirección del rayo laser, no están situadas una tras otra, sino una al lado de otra, y están separadas entre sí por un espacio libre que se extiende, en esencia, en la misma dirección que el rayo laser y que, mirando en dirección perpendicular a las superficies principales 9, 10 se extiende por encima de la región de contacto 11 en la otra superficie principal 9. La región intermedia del cuerpo semiconductor 3 situada entre los contactos secundarios 12a y 12b tiene una resistencia tan alta que se definen distintas trayectorias de corriente en el cuerpo semiconductor 3, cuyas trayectorias convergen en la dirección que va desde las regiones de contacto secundarias 12a, 12b a la región de contacto 11 y pueden solaparse mutuamente en forma parcial a la altura de la unión 4 p-n. Como se explicará con detalle en lo que sigue, puede formarse una zona activa dentro de la cual se producirá la acción de laser en el área en que dichas trayectorias de corriente se solapan mutuamente, siendo dichas zonas movibles en dirección transversal al rayo laser entre las regiones de contacto 12a y 12b mediante control de la distribución de corriente a través de las regiones

de contacto secundario 12a y 12b.

En comparación con la configuración de los la
ser de inyección del presente tipo, la configuración de
electrodos de la región de contacto 12 es sencilla y no re
5 sulta crítica. Como resultado de esto, el laser en si mis
mo puede fabricarse de manera simple al tiempo que el rayo
laser, tal como han demostrado los experimentos, puede
ajustarse de manera precisa. Además, como se muestra en
la fig. 2, el laser puede estar montado en un disipador
10 térmico 16 (no mostrado en la fig. 1 para mayor claridad)
en el lado opuesto a la región 12 de contacto dividida.

Como se muestra en la vista en planta de la
fig. 1, las regiones de contacto 12a, b, en una realiza
ción muy simple, comprenden dos franjas sustancialmente
15 rectas (designadas en la fig. 1 con líneas de trazos y pun
tos) que se extienden en esencia paralelamente entre sí y
que están separadas por un espacio libre 13 en forma de
franja, igualmente recto en esencia, cuya línea central es
sustancialmente perpendicular a las superficies reflectan
20 tes laterales 7, 8.

Las franjas 12a y 12b están provistas, además,
de conductores separados 15a y 15b, respectivamente, para
suministrar las corrientes eléctricas.

La configuración de electrodos de la región
25 de contacto 12 descrita puede utilizarse ventajosamente en
cualquier tipo de laser de inyección. La presente realiza
ción se refiere a un laser con una heterounión doble. Pa
ra ese fin, el cuerpo semiconductor comprende un sustrato
17 de GaAs que se encuentra junto a la superficie princi
30 pal 10 y forma parte de la región 5 de tipo n. En la su-

perficie situada en oposición respecto a la superficie 10 del sustrato está prevista una región de superficie epitaxial que se encuentra junto a la otra superficie principal 9 y tiene las siguientes capas secundarias. Una capa 18 de tipo n , de $Al_x Ga_{1-x} As$ (donde x es aproximadamente 0,30) que, junto con el sustrato 17 forma la región 5 de tipo n ; la capa 19 de tipo p , de GaAs, que forma la unión 4 p-n con la capa 18 de tipo n de AlGaAs; la capa 20 del tipo p , $Al_x Ga_{1-x} As$ (donde x es también aproximadamente 0,30); la capa 21 de tipo p , de GaAs en la que está prevista la capa de contacto 11. Las capas 18 y 20 de $Al_x Ga_{1-x} As$, junto con la capa intermedia 19 de GaAs, en la que está también situada la zona activa 22 forman dos heterouniones. Como es sabido, dichas heterouniones restringen los portadores de carga a, sustancialmente, la zona activa y, además, como resultado de las diferencias de los índices de refracción, mantienen las pérdidas de radiación dentro del cuerpo semiconductor en valores relativamente bajos y, por tanto, también mantiene bajo el valor de umbral de la corriente a través de la unión p-n.

Como se muestra en la fig. 2, la región de contacto en la superficie principal 9 está prevista en forma de una franja cuya anchura (en dirección transversal al rayo laser 1 o 2) es pequeña en comparación con la anchura del cuerpo semiconductor 3. Como es sabido, el número de cruces que podrían ocurrir durante el funcionamiento, puede restringirse por medio de dicha región de contacto estrecha, de manera que el laser funcione principalmente sólo en un modo transversal fundamental. Puede hacerse uso de varias posibilidades para obtener una región

de contacto estrecha. Por ejemplo, puede depositarse sobre la capa 21 de GaAs una capa aislante de, por ejemplo, óxido de silicio, en la que se prevé una ventanilla estrecha, en forma de franja, en la zona de la región de contacto, después de lo cual se dispone la capa metálica 11 que, en el área de la ventanilla forma una franja de contacto estrecha con el material semiconductor. De acuerdo con un método alternativo, puede preverse una capa metálica estrecha, en forma de franja, en la zona del contacto en la superficie 9, después de lo cual la parte de la superficie 9 no cubierta por dicha capa metálica no es sometida a un tratamiento de ataque químico de manera que se formen rebajos al lado de la franja metálica que se extiende dentro de la capa 20 de tipo p de $Al_x Ga_{1-x} As$. En la realización descrita, se obtiene una estrecha región de contacto sometiendo localmente la superficie 9 a un bombardeo con protones de modo que se formen, a uno y a otro lado de la región de contacto, dos zonas 24, 25 que se convierten en material eléctricamente aislante representadas en línea interrumpida en la fig. 2 y que limitan por encima de la zona activa una franja de contacto 23 estrecha del cuerpo semiconductor. Como la distancia entre la unión 4 p-n y la franja es menor que la distancia existente entre la unión 4 p-n y la superficie principal 10 del sustrato 17, la anchura de la zona activa viene determinada principalmente por el ancho de la región de contacto 11, 23. Solamente la franja 23 de esta región de contacto se ilustra en la fig. 1. Para mayor claridad, no se muestra en esta figura la capa metálica 11.

En la presente realización, la región de con-

-tacto dividida está situada así en el lado del sustrato y comprende las dos franjas metálicas 12a y 12b situadas en el borde del cuerpo semiconductor 3, mientras que la región de contacto 11, 23 está situada principalmente de modo simétrico entre las franjas 12a, 12b.

Con el fin de obtener dos trayectorias de corriente distintas, fácilmente definidas en el cuerpo semiconductor, es importante que el sustrato 17 no sirva como cortocircuito entre los contactos 12a y 12b, como sería el caso cuando se utilizase un sustrato de dimensiones usuales con una resistividad usual, del orden de magnitud de 10^{-3} ohmios.cm. Puede obtenerse de varias formas una resistencia suficientemente alta entre los contactos 12a, 12b, por ejemplo utilizando un sustrato 17 con una concentración de impurezas menor que la usual (entre 10^{16} y 10^{14} átomos por cm^3). En una realización específica en la que la anchura del sustrato 17 era de aproximadamente 500 micras y el espesor de unas 90 micras, se obtuvieron resultados satisfactorios con una concentración de impurezas de aproximadamente $4 \cdot 10^{15}$ átomos por cm^3 , correspondiente a una resistividad de aproximadamente 0,2 ohmios.cm.

Con el fin de impedir que la resistencia entre los contactos 12a y 12b se vea reducida adversamente por la capa 18 de tipo n de AlGaAs, la concentración de impurezas de dicha capa se elige de manera que sea tal que la resistividad de la citada capa sea, por lo menos, aproximadamente igual que la resistividad del sustrato 17. Con una capa 18 de espesor usual y el sustrato 17 y una concentración de impurezas del sustrato del orden de $5 \cdot 10^{15}$, para ese propósito se elige, de preferencia, una concentra-

ción de impurezas de la capa 18 de, como máximo, $5 \cdot 10^{16}$ átomos por cm^3 . En la realización particular en que se utilizó un sustrato con un espesor de aproximadamente 90 micras y una concentración de impurezas de aproximadamente $4 \cdot 10^{15}$ átomos por cm^3 , la concentración de impurezas de la capa 18 de AlGaAs era de aproximadamente, 10^{16} átomos de Sn por cm^3 y el espesor era de, aproximadamente, 2 micras.

Las capas epitaxiales 19 a 21 pueden tener la composición y el espesor usuales: la capa 19 de tipo p de GaAs tiene un espesor de aproximadamente 0,03 micras y una concentración de impurezas de aproximadamente $5 \cdot 10^{17}$ átomos de Ge por cm^3 ; la capa 20 de tipo p de $\text{Al}_x \text{Ga}_{1-x} \text{As}$ (siendo x aproximadamente 0,30) tiene un espesor de aproximadamente 2 micras y una concentración de impurezas de $5 \cdot 10^{17}$ átomos de Ge por cm^3 ; y la capa 21 de tipo p de GaAs tiene un espesor de aproximadamente 1,5 micras y una concentración de impurezas de aproximadamente $2 \cdot 10^{18}$ átomos de Ge por cm^3 .

Como se muestra en la fig. 2, una capa 27 enterrada de tipo p, ilustrada en la fig. 1 con línea interrumpida, está prevista entre la capa 18 de $\text{Al}_x \text{Ga}_{1-x} \text{As}$ y el sustrato 17. Mirando las superficies principales 9 y 10, la citada capa 26 enterrada está situada entre las regiones de contacto secundario 12a, 12b y se extiende transversal al rayo laser sólo en parte de la anchura del cuerpo semiconductor. Las corrientes eléctricas que son dejadas pasar por el contacto 12a y 12b, respectivamente, hasta la región de contacto 11, 23 no pueden fluir sustancialmente a través de dicha capa de tipo p enterrada, sino que son hechas pasar a las regiones 22, 23 más allá de di-

cha capa 26 en los bordes izquierdo y derecho, respectivamente, del cuerpo semiconductor.

5 La capa 26 puede ser obtenida proporcionando localmente una zona de superficie del tipo p en el sustrato 17 de tipo n. En la presente realización, la capa 26 se obtiene de manera sencilla depositando localmente, de preferencia en forma epitaxial, material semiconductor de tipo p sobre el sustrato 17 antes de proporcionar las capas secundarias epitaxiales 18-21. La anchura de la capa enterrada 26 es de aproximadamente 400 micras, de modo que, con una anchura global del cuerpo semiconductor 3 de aproximadamente 500 micras, quedan aproximadamente 50 micras a uno y a otro lado de la capa 26 para dejar pasar la corriente.

15 El laser descrito puede ser fabricado totalmente en la forma usual. Una realización específica de un laser de esta clase presentaba una corriente de umbral de aproximadamente 180 mA con una longitud del laser de aproximadamente 300 micras y una anchura de aproximadamente 10 micras para la región 23.

20 La fig. 3 ilustra diagramáticamente la distribución de corriente a través de la unión 4 p-n con el fin de clarificar el funcionamiento del laser de acuerdo con el invento. El límite de la zona activa está indicado con las líneas interrumpidas A y B. Las corrientes eléctricas que son suministradas a través de los contactos 12a y 12b, respectivamente, darán como resultado distribuciones de corriente que están representadas por las curvas I y II (suponiéndose que dichas corrientes son de igual magnitud y que la construcción del laser es sustancialmente simétrica).

La corriente total a través de la unión p-n, está representada por la curva III, cuyo máximo se encuentra en el punto D aproximadamente en el centro de la zona activa. Así, eligiendo el valor correcto de la corriente suministrada de los contactos 12a y 12b, puede obtenerse un punto de la ser en esta forma, cuya orientación espacial corresponde al punto D en la fig. 3. En el caso en que la corriente total se suministre al contacto 12a, de modo que la corriente circule a lo largo del borde izquierdo del sustrato 14 hasta la unión 4 p-n, se obtiene una distribución de corriente a través de la unión p-n representada por la curva IV de la fig. 3. El máximo de la distribución de corriente ha sido desplazado hacia la izquierda con respecto a III, de manera que se obtiene un punto de laser en el punto C. Si, por el contrario, la corriente total es suministrada a través del contacto 12b, se obtiene una distribución de corriente V a través de la unión 4 p-n y, por tanto, un punto de laser correspondiente al punto E. Controlando la distribución de corriente eléctrica a través de los contactos 12a y 12b, el punto de laser puede ser movido continuamente entre los puntos C y E. En la realización específica antes mencionada, ha probado ser posible mover el punto de laser de esta manera en una distancia de, sustancialmente, dos micras, que es suficiente para varias aplicaciones importantes, por ejemplo, para explorar registros ópticos de larga duración con el fin de generar señales de error relacionadas con las desviaciones de las pistas del registro, como se ha descrito, por ejemplo, en la solicitud de patente holandesa 76.08.561. Además, el dispositivo puede ser fabricado de manera sencilla al tiempo

que se evitan operaciones críticas adicionales.

En esta realización, el contacto secundario dividido está previsto en el sustrato 14. Como resultado de esto, el laser puede ser montado, en forma conocida, con su superficie vertical 9 en el disipador térmico 16. Dicho disipador térmico puede consistir, simplemente, en un material conductor, por ejemplo Cu que también se encuentra en contacto eléctrico con la cara metálica 11.

Se describirá ahora una realización en la que la región de superficie epitaxial está provista de la región de contacto dividida. Las figs. 4 y 5 son una vista en planta diagramática y una vista en sección transversal, respectivamente, de esta realización, en la que para componentes correspondientes se han utilizado los mismos números de referencia que en la realización precedente. En este caso, la región de contacto en el lado 10 del sustrato está designada con el número de referencia 12 y la región de contacto en el lado de la superficie 9 situada en oposición tiene franjas metálicas 11a y 12b. Con su lado dotado del contacto dividido 11a, 11b el cuerpo semiconductor está montado en el disipador térmico 16 que, en la fig. 5, se ilustra para claridad a cierta distancia del cuerpo 3 pero que, durante el montaje, puede ser previsto como tal en contacto con el dispositivo, que se ilustra diagramáticamente en la fig. 5 mediante la flecha 30.

Con el fin de impedir un cortocircuito entre los contactos 11a y 11b, al menos uno de estos contactos, a saber el contacto 11a, está eléctricamente aislado del disipador térmico 16 mediante una capa de aislamiento 31 que cubre aproximadamente la mitad de la izquierda del di-

disipador de calor 16, que puede ser también de Cu.

5 Ha de observarse que la previsión del dispositivo en el disipador térmico exigirá operaciones del proceso ligeramente más complicadas que en la realización precedente, en relación con el aislamiento mutuo necesario entre los contactos 11a y 11b. Por otra parte, la realización descrita tiene la ventaja que, como el sustrato 14 necesita estar provisto solamente de un único contacto y la resistencia del sustrato 14 no juega ningún papel o, al menos no, un papel sustancial, puede utilizarse un sustrato 14 de composición usual y con la resistividad relativamente baja asociada. Además, la capa 26 enterrada que se utilizó en la primera realización para obtener trayectorias de corrientes separadas resulta superflua en el presente caso.

10 Como la unión p-n está situada a una distancia de sólo unas pocas micras de los contactos 11a y 11b, los contactos 11a y 11b, en contraste con los contactos 12a, 12b de la realización precedente, están situados muy próximos y están separados por un estrecho espacio libre 13 cuya anchura es muy pequeña en comparación con la anchura del cuerpo semiconductor 3. Un valor específico para esta anchura es el de, por ejemplo, 5 micras, con una anchura del cuerpo semiconductor de aproximadamente 300-500 micras. De esta forma, pueden obtenerse también dos trayectorias de corriente diferentes que se solapan mutuamente en el área de la unión 4 p-n.

25 Las regiones de contacto secundario 11a y 11b comprenden cada una, una franja de material conductor depositada en la superficie 9 y que, consiste, por ejemplo, en

una doble capa de Cr-Au, que está en contacto con una franja superficial 32 relativamente estrecha de la región epitaxial 19-21. Con el fin de que sea posible conectar los contactos 11a y 11b de manera sencilla con conductores de alimentación para suministrar las corrientes eléctricas, los contactos 11a, 11b se extienden, cada uno, desde las regiones 32 más hacia el borde del cuerpo semiconductor 3. Excepto en el área de las regiones 32, los contactos 11a, 11b están además aislados del cuerpo semiconductor 3, por ejemplo, por medio de una capa aislante, por ejemplo, de óxido de silicio depositado sobre la superficie 9 y en la que están previstas ventanillas en el área de las regiones de superficie 32, a través de cuyas ventanillas los contactos 11a y 11b están en conexión con las regiones 32. En la realización descrita, las regiones 32 de superficie están limitadas por partes aislantes 33 del cuerpo semiconductor 3 que han sido obtenidas por bombardeo local del cuerpo semiconductor 3 con protones. Con el fin de impedir un cortocircuito entre los contactos 11a y 11b, el material semiconductor del cuerpo semiconductor 3 es sometido, en el área del espacio libre 13, entre los contactos secundarios 11a y 11b, a un tratamiento para aumentar la resistencia entre los contactos 11a y 11b. El incremento de resistencia entre los contactos 11a y 11b puede producirse de varias formas. Por ejemplo, el cuerpo semiconductor puede ser sometido localmente a un tratamiento de eliminación de material de manera que se forme localmente una garganta entre los contactos 11a y 11b, cuya garganta se extiende en parte del espesor de las capas 20, 21 del tipo p. En la presente realización, el cuerpo semiconductor 3

05039

está sometido a un bombardeo de protones en el área del espacio libre 13, de manera que se forme una zona 34 de material sustancialmente aislante. La zona 34 se extiende sustancialmente sobre el espesor de la capa 21 de tipo p, de GaAs, y está alejada de la unión 4 p-n en una distancia tal que la zona activa no se vea influenciada adversamente por el bombardeo con protones.

El dispositivo puede ser hecho funcionar sustancialmente de la misma forma que el laser descrito en la realización precedente. A través de los contactos 11a y 11b pueden hacerse pasar por la unión 4 p-n corrientes eléctricas de un valor tal que en el área en que las trayectorias de corriente se solapan mutuamente, se supere el valor de umbral y comience a funcionar el laser. Haciendo que la corriente a través del contacto 11a sea mayor o menor que la corriente que es alimentada a través del contacto 11b, un rayo laser puede ser movido hacia la izquierda y hacia la derecha, respectivamente, (por debajo de la región 34). De esta manera, la posición del rayo laser puede ser ajustada de manera muy precisa en una distancia de unas pocas micras al tiempo que, además, la fabricación del laser es relativamente sencilla, como se describirá con mayor detalle en lo que sigue con referencia a las figs. 6 a 10.

El material de partida es un cuerpo semiconductor 3, que en las figs. 6 a 10 se muestra de manera sencilla sin detalles (por ejemplo, capas epitaxiales). El cuerpo semiconductor 3 puede tener, en su totalidad, una composición usual para los dispositivos de laser de inyección, con un sustrato 17 de tipo n de GaAs de un espesor

de aproximadamente 100 micras y una concentración de impurezas de aproximadamente 10^{18} átomos / cm^3 . La capa del tipo n de $\text{Al}_x \text{Ga}_{1-x} \text{As}$ (siendo x aproximadamente 0,30) sobre el sustrato 17 puede tener un espesor de aproximadamente 3 micras y una concentración de impurezas de, aproximadamente, $5 \cdot 10^{17}$ At/ cm^3 . Las capas del tipo p 19 a 21 pueden tener las mismas concentraciones de impurezas y los mismos espesores que las capas 19 a 21 de la realización precedente. Ha de observarse que utilizando un sustrato más altamente impurificado en comparación con la realización precedente, la resistencia entre los contactos 11 y 12, y por tanto, la disipación del cuerpo semiconductor, puede ser menor que en la realización precedente.

Sobre la superficie 9 está prevista una máscara 35, 36 en el área del espacio libre existente entre los contactos 11a, 11b, que son proporcionados en una etapa posterior de la producción. La capa 35 es, por ejemplo, de Au, siendo la capa 36 de Ti. La máscara 35, 36 puede obtenerse en forma usual proporcionando primero una capa de Ti de aproximadamente 0,1 micras de espesor en la superficie 9, depositando sobre la capa de Ti una capa de Au de aproximadamente 0,5 micras de espesor y formando luego, a partir de dicha capa, la máscara 35, 36 por ataque químico, siendo socavada la capa 36 ligeramente hasta por debajo de la capa 35. La anchura de la máscara 35, 36 es de aproximadamente 5 micras.

Por medio de, por ejemplo, pulverización catódica, pueden proporcionarse entonces, en primer lugar, una delgada capa 37 de Cr y sobre ella una capa 38 de Pt de aproximadamente 0,5 micras de grueso (fig. 7). La capa 37

de Cr que se ilustra mediante línea continua en la fig. 7 sirve solamente para obtener una buena adherencia de los contactos 11a, 11b con la capa de GaAs. La máscara 35, 36 se retira luego, retirándose también simultáneamente, por medio del conocido proceso de desprendimiento, la parte de la capa 37, 38 de Cr-Pt por encima de la capa 35 de Au. Se obtiene entonces la estructura ilustrada en la fig. 8, en la que dos contactos secundarios 11a y 11b han sido formados sobre la superficie 9 consistente en las capas 37, 38 y separados uno de otro por el espacio libre 13, de 5 micras de ancho.

La zona aislante 34 se forma entonces (fig. 9) por medio de un bombardeo de protones, utilizando los contactos 11a y 11b como máscara.

Se proporciona la zona 34 hasta una profundidad en que la distancia entre la zona 34 y la zona activa sea de, aproximadamente, una micra, que corresponde aproximadamente a una distancia de 1,3 micras hasta la unión 4 p-n. Se proporciona entonces una capa 39 de enmascaramiento de, por ejemplo, Au para formar subsiguientemente las zonas aislantes 33 por medio de bombardeo de protones, de modo que se definan las regiones de contacto 32 en el cuerpo semiconductor 3 entre las zonas aislantes 33 y 34. La máscara 39 es retirada de nuevo, después de lo cual (fig. 10) se proporciona una capa eléctricamente aislante 40, relativamente delgada, sobre la superficie 9, por encima de la región aislante 34 y los contactos 11a y 11b sobre las regiones de contacto 32. Como será evidente en lo que sigue, la capa 40 sirve para aislar eléctricamente el contacto 11a respecto del disipador térmico 16 y puede com

prender una capa de Al_2O_3 con un espesor de aproximadamente 1 micra. Puede proporcionarse entonces una capa 41 que contenga, por ejemplo, una doble capa de Ti y Au sobre la capa 40, con cuya capa 41 el dispositivo puede montarse en el disipador térmico 16 en una etapa posterior. De esta manera, se puede obtener la estructura semiconductor como se ilustra en la fig. 5.

Para el disipador térmico 16 (fig. 5) puede emplearse un bloque de Cu que, en el lado del mismo sobre el que está montado el cuerpo semiconductor 3, tenga una doble capa 42 de Ti y Pt. Dicha capa sirve como capa intermedia entre el Cu y una capa de In que se proporcionará después. En la mitad izquierda de la capa 42 y, por tanto, en el lado del contacto lla se proporciona una capa aislante de Al_2O_3 que aísla eléctricamente los contactos lla del disipador térmico. Una doble capa 43 de Ti y Pt se proporciona entonces también, de preferencia, sobre la capa de Al_2O_3 . Dicha capa se representa en la fig. 5 sólo mediante una línea continua y únicamente por encima de la capa 31 de Al_2O_3 , pero será evidente que dicha capa puede extenderse por toda la superficie del disipador térmico 16 suponiendo que la parte que se deposite sobre el Al_2O_3 no hará contacto eléctrico con las partes restantes de dicha capa.

Se proporcionan entonces las capas 44 y 45 de In, después de lo cual el cuerpo semiconductor 3 puede montarse en el disipador térmico 16, haciendo los contactos lla y llb contacto eléctrico con las capas 44 y 45, respectivamente, a través de las cuales pueden suministrarse la corriente. A pesar de que es muy estrecho el espacio libre 13 (unas pocas micras) existente entre los contactos

lla y llb, la tolerancia que ha de observarse es sólo de unas pocas decenas de micras debido a la presencia de la capa aislante 40 prevista por encima del espacio libre 13 y las partes adyacentes de los contactos lla y llb, de modo que los contactos eléctricos pueden realizarse sólo con las partes restantes de dichos contactos en los bordes izquierdo y derecho, respectivamente del dispositivo.

La fig. 12 ilustra otra realización de un láser de inyección de acuerdo con el invento, en la que el contacto del sustrato está dividido en dos contactos secundarios 12a y 12b. Esta realización difiere de las realizaciones ya descritas, en particular, en que se utilizan, en lugar de un sustrato 17 de tipo n, un sustrato 17 de tipo p con una capa 18 de tipo p de $Al_x Ga_{1-x} As$, una capa 19 de tipo n de GaAs, una capa 20 de tipo n de $Al_x Ga_{1-x} As$, y una capa 21 de tipo n, de GaAs. El uso de un sustrato 17 de tipo p posee la ventaja importante de que la resistencia del sustrato puede mantenerse con un valor deseado en una forma sencilla y reproducible. De hecho, se ha encontrado en la práctica que, cuando se utiliza un sustrato de tipo n de la resistividad deseada, la resistividad durante operaciones sucesivas del proceso no permanece constante, sino que disminuye, aparentemente debido a que aumenta la concentración neta de impurezas de tipo n, lo que puede tener un efecto bastante grande con la concentración de impurezas relativamente baja utilizada. Como la movilidad de agujeros es mucho menor que la de electrones, la resistividad del material del tipo p será mucho más alta que la del material de tipo n, permaneciendo igual las concentraciones de impurezas. Por tanto, con el fin de obtener

un sustrato con la resistividad deseada, la concentración de impurezas en el material de tipo p puede seleccionarse para que sea mucho más alta que la del material de tipo n. Como resultado de esto, una variación de la concentración neta de impurificante en un material de tipo p tendrá una consecuencia mucho menor que en un material de tipo n.

Una región en forma de franjas está definida en las capas 18 a 21 mediante las regiones 52 de tipo p que pueden formarse en las capas epitaxiales 18 a 21 por difusión de una impureza adecuada, por ejemplo, Z. El lado 53 superior de las zonas difundidas puede haberse hecho con una elevada resistencia óhmica merced a un bombardeo con protones, de modo que se impida un cortocircuito entre el contacto 11 y el sustrato 17 en el caso de una difusión profunda. Tal bombardeo de protones naturalmente no es necesario en el caso de que las zonas de tipo p 52 se extiendan en el cuerpo semiconductor hacia abajo, hasta una profundidad menor que el espesor de las capas 19 a 21 epitaxiales de tipo n.

La fig. 13 muestra diagramáticamente una forma de fabricar el cuerpo semiconductor empleado en el láser de inyección representado en la fig. 12. El material de partida es un cuerpo 50 de tipo n de GaAs. El espesor y la concentración de impurezas del mismo es crítica. En este cuerpo se deposita primero una capa 51 de tipo n de $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ cuyo espesor y cuya concentración de impurezas no son críticas. Sobre esta capa se depositan sucesivamente las capas 21, 20 y 19 de tipo n y la capa 18 de tipo p. El sustrato de tipo p se prevé entonces sobre la capa 18, también por crecimiento epitaxial. La concentración del sustrato 17 se elige, por ejemplo, del orden de $1 \text{ a } 2 \cdot 10^{17}$

/cm³, con un espesor de 80 a 100 micras. El cuerpo 50 de partida puede ser eliminado entonces en forma conocida por medio de un agente de ataque químico selectivo que ataca químicamente al GaAs en forma mucho más rápida que al material de Al_xGa_{1-x}As de la capa 51, de modo que el tratamiento de ataque químico termine en la capa 51. La capa 51 puede ser eliminada entonces, también selectivamente, por medio de un tratamiento de ataque químico selectivo que termine sobre la capa 21, de GaAs. De esta manera, el cuerpo semiconductor 3 se obtiene entonces con un sustrato 17 de tipo p con la composición deseada y una buena calidad.

La fig. 11 ilustra una realización que es casi igual a la descrita con referencia a la primera realización, pero que difiere de ella en que, con el fin de obtener dos trayectorias de corriente fácilmente definidas y mutuamente diferentes, el cuerpo 3 semiconductor está provisto de una garganta 47 en el área del espacio libre 13 entre los contactos secundarios 12a y 12b en lugar de (o posiblemente en combinación con) la capa enterrada 26. La garganta 47 se extiende desde la superficie principal 10 dentro del sustrato 17 en parte del espesor de la región 5 de tipo n total, de preferencia en todo el espesor del sustrato 17.

Será evidente que el invento no está limitado a las realizaciones descritas, sino que son posibles muchas variaciones para los expertos en la técnica sin apartarse del alcance de este invento.

Por ejemplo, el material de partida de la primera y/o de la tercera realizaciones puede ser un sustrato usual de baja resistividad óhmica sobre el que se propor-

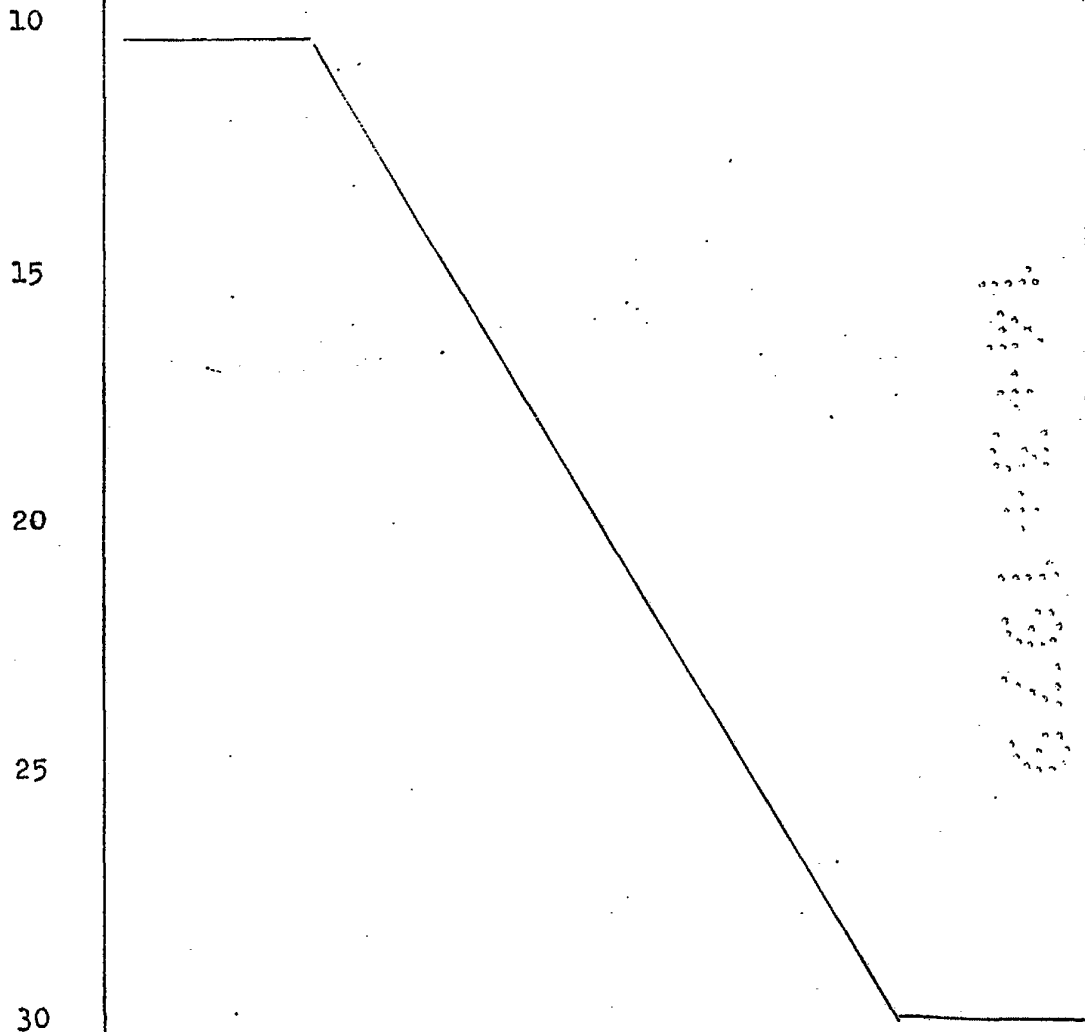
cione en primer lugar una delgada capa de tipo n de $Al_xGa_{1-x}As$ por crecimiento epitáctico y, luego, se proporciona una capa de tipo n de GaAs de elevada resistencia óhmica, de 70 a 90 micras de espesor. El sustrato de baja resistencia óhmica, puede ser eliminado, por ejemplo, por medio de ataque químico después de lo cual, mientras se utiliza dicha capa de tipo n de GaAs de elevada resistencia óhmica como sustrato, puede completarse aún más el dispositivo para obtener la estructura representada en la fig. 2 o en la fig. 11.

En el caso en que la región de contacto dividida esté prevista en el lado superior del cuerpo semiconductor, como se ha descrito con referencia a la fig. 5, puede depositarse otra capa epitaxial de tipo n de GaAs sobre la capa 21 de tipo p de GaAs. En la zona de las regiones de contacto en forma de franja (11a, 32) y (11b, 32) pueden formarse zonas de tipo p en dicha capa y que se extienden hacia abajo, por lo menos hasta la capa 21 de tipo p. En dicha capa epitaxial adicional pueden estar previstas las pistas metálicas 11a, 11b, que, en este caso, no tienen que estar eléctricamente aisladas del material de tipo n. En lugar de zonas de tipo p difundidas o implantadas, puede formarse por ataque químico, alternativamente, una garganta en la capa de tipo n en el área de los contactos, en la que el material de tipo p de la capa 21 puede estar en contacto con las franjas metálicas 11a, 11b.

En otras realizaciones, la radiación no emana en las superficies 7 y 8 sino en otras superficies. Por ejemplo, el sustrato 17 puede ser eliminado por ataque químico en las superficies 7 y 8, de modo que la región epita

xial sobresalga ligeramente por encima del sustrato; las superficies 7 y 8 pueden achafanarse en el área de la región epitaxial, de manera que ocurra una reflexión total en dichas superficies, siendo la radiación reflejada verticalmente y siendo capaz de emanar (parcialmente) por donde se ha retirado el sustrato.

En lugar de GaAs, pueden utilizarse alternativamente otros materiales semiconductores de, por ejemplo, compuestos cuaternarios.



REIVINDICACIONES

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 que se
recogen en las reivindicaciones siguientes:

10 1ª.- Un dispositivo de laser de inyección en
el que el rayo laser puede ser movido en un plano sustan-
cialmente paralelo a la unión p-n de inyección que está
formada en un cuerpo semiconductor entre dos regiones semi-
conductoras de tipos de conductividad mutuamente opuestos
y que se encuentra junto a una zona activa del cuerpo semi-
15 conductor, comprendiendo el cuerpo semiconductor dos super-
ficies laterales situadas en oposición entre las que se de-
termina un resonador óptico y dos superficies principales
situadas en oposición, principalmente paralelas a la unión
p-n, que están provistas de regiones de contacto para hacer
20 pasar una corriente a través de la unión p-n, estando una
primera de dichas regiones de contacto dividida en dos re-
giones de contacto secundario con las que puede controlarse
la distribución de corriente a través de la unión p-n,
caracterizado porque las dos regiones de contacto secunda-
25 rio están separadas entre sí por un espacio libre que se
extiende principalmente en la misma dirección que el rayo
laser y, mirando la superficie principal, está situada so-
bre la región de contacto en la otra superficie principal,
teniendo la región intermedia del cuerpo semiconductor si-
30 tuada entre las regiones de contacto secundario una resis-

05039

tencia tan alta que se definen trayectorias de corriente diferentes en el cuerpo semiconductor, cuyas trayectorias convergen en la dirección que va desde las dos regiones de contacto secundario hacia dicha otra región de contacto y solapándose, por lo menos parcialmente, en el área de la unión p-n, de manera que en ese área, pueda formarse una zona activa que puede ser movida en dirección transversal al rayo laser controlando la distribución de corriente a través de las regiones de contacto secundarias.

2ª.- Un dispositivo según la reivindicación 1ª, caracterizado porque las dos regiones de contacto secundarias están formadas por dos franjas sustancialmente rectas que se extienden sustancialmente paralelas entre sí y que están separadas por un espacio libre en forma de franja, sustancialmente recto.

3ª.- Un dispositivo según las reivindicaciones 1ª a 2ª, caracterizado porque dichas superficies laterales entre las que está definido un resonador óptico son reflectantes y porque las dos regiones de contacto secundarias citadas están separadas una de otra por un espacio libre en forma de franja cuya línea central es sustancialmente perpendicular a las superficies laterales reflectantes.

4ª.- Un dispositivo según una o más de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque las dos regiones de contacto secundarias están provistas de conductores de alimentación separados.

5ª.- Un dispositivo según una o más de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el cuerpo semiconductor comprende un sustrato que se encuentra

5 junto a una superficie principal y una región de superficie que se encuentra junto a la superficie principal opuesta y que es desarrollada por crecimiento epitaxial en el lado del sustrato opuesto a la superficie principal y que comprende varias capas secundarias que, además de dicha unión p-n, forman una o más heterouniones.

10 6ª.- Un dispositivo según la reivindicación 5ª, caracterizado porque la región de contacto de la región de superficie epitaxial está formada por una franja cuya anchura en dirección transversal al rayo laser es pequeña en comparación con la anchura del cuerpo semiconductor y la distancia entre dicha región de contacto y la unión p-n es menor que la distancia entre la unión p-n y la superficie principal opuesta sobre la cual está prevista la región de contacto del sustrato.

15 7ª.- Un dispositivo según reivindicaciones 5ª a 6ª, caracterizado porque la región de contacto que está prevista sobre el sustrato forma dicha región de contacto que está dividida en dos regiones de contacto secundario.

20 8ª.- Un dispositivo según la reivindicación 7ª, caracterizado porque dicha región de contacto en forma de franja, vista en dirección transversal a las superficies principales, está situada al menos de manera sustancialmente simétrica entre las dos regiones de contacto secundario de la primera región de contacto.

25 9ª.- Un dispositivo según las reivindicaciones 7ª u 8ª, caracterizado porque en el sustrato está prevista una primera capa secundaria epitaxial del mismo tipo de conductividad que el sustrato pero que tiene una composición diferente, que forma una de dichas heterouniones y

que tiene una resistividad al menos aproximadamente igual a la resistividad del sustrato, estando prevista una segunda capa secundaria epitaxial del segundo tipo de conductividad sobre la primera capa secundaria epitaxial.

5 10ª.- Un dispositivo según la reivindicación 9ª, caracterizado porque la resistividad del sustrato es de, al menos, 0,1 ohmios.cm.

10 11ª.- Un dispositivo según una o más de las reivindicaciones 7ª a 10ª, caracterizado porque la resistividad del sustrato está comprendida entre 0,1 y 10 ohmios.cm.

15 12ª.- Un dispositivo según una o más de las reivindicaciones 9ª a 10ª, caracterizado porque entre el sustrato y la primera capa secundaria epitaxial del primer tipo de conductividad, está prevista una capa enterrada del segundo tipo de conductividad, que, mirando la superficie principal, está situada entre las dos regiones de contacto secundario y que, en dirección transversal al rayo laser, se extiende sólo en parte de la anchura del cuerpo semiconductor.

20 13ª.- Un dispositivo según la reivindicación 12ª, caracterizado porque la capa enterrada está formada por material semiconductor del segundo tipo de conductividad depositado localmente sobre el sustrato.

25 14ª.- Un dispositivo según las reivindicaciones 5ª a 6ª, caracterizado porque la región de superficie epitaxial comprende la región de contacto dividida en dos regiones de contacto secundario y porque el cuerpo semiconductor está montado en el mismo lado en un disipador térmico que está eléctricamente aislado de al menos una de las

30

regiones de contacto secundarias.

15^a.- Un dispositivo según la reivindicación 14^a, caracterizado porque las regiones de contacto secundarias están separadas por un espacio libre cuya anchura, mirando en dirección transversal al rayo laser, es pequeña en comparación con la anchura del cuerpo semiconductor.

16^a.- Un dispositivo según la reivindicación 15^a, caracterizado porque las regiones de contacto secundarias comprenden, cada una, una franja de material conductor, por ejemplo, un metal, depositadas sobre la superficie, cada una de cuyas franjas hace contacto con una franja de superficie relativamente estrecha de la región de superficie epitaxial, se extiende desde dicha franja de superficie hasta el borde del cuerpo semiconductor y, más allá del área de dicha franja de superficie, está aislada eléctricamente del cuerpo semiconductor por una capa aislante.

17^a.- Un dispositivo según una o más de las reivindicaciones precedentes caracterizado porque el material semiconductor del cuerpo semiconductor ha sido sometido, en el área del espacio libre existente entre las regiones de contacto secundario, a un tratamiento para incrementar la resistencia entre las regiones de contacto secundario.

18^a.- Un dispositivo según la reivindicación 17^a, caracterizado porque el cuerpo semiconductor ha sido sometido a un bombardeo de protones en el área del espacio libre existente entre las regiones de contacto secundario.

19^a.- Un dispositivo según la reivindicación 17^a, caracterizado porque la parte de cuerpo semiconductor

situada entre las regiones de contacto secundarias ha sido sometida a un tratamiento para la eliminación de material, de manera que entre las regiones de contacto secundario se forme un rebajo que se extiende desde la superficie en el interior del cuerpo semiconductor en parte del espesor del mismo.

20ª.- Un dispositivo según la reivindicación 7ª, caracterizado porque el sustrato es de tipo de conductividad p y la región de superficie epitaxial es de tipo n.

21ª.- UN DISPOSITIVO DE LASER DE INYECCION.

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

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

Madrid, 14. MAR 1979

P.A.

Oscar de Elizaguru
Por Poder.

1/4

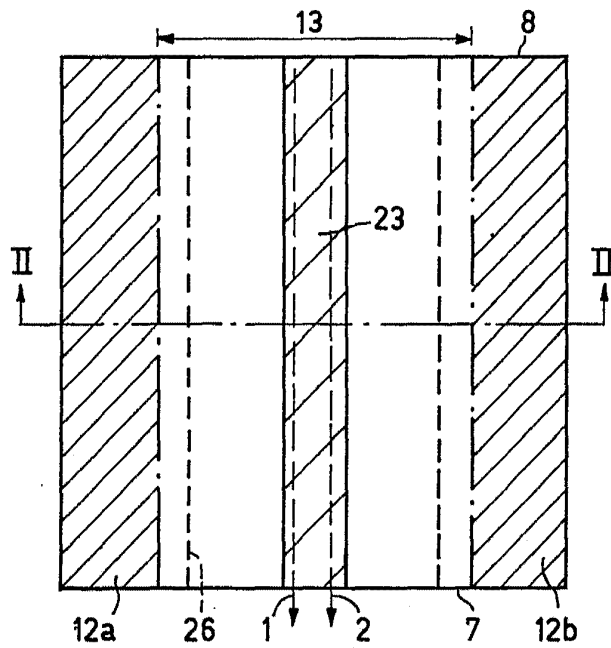


Fig. 1

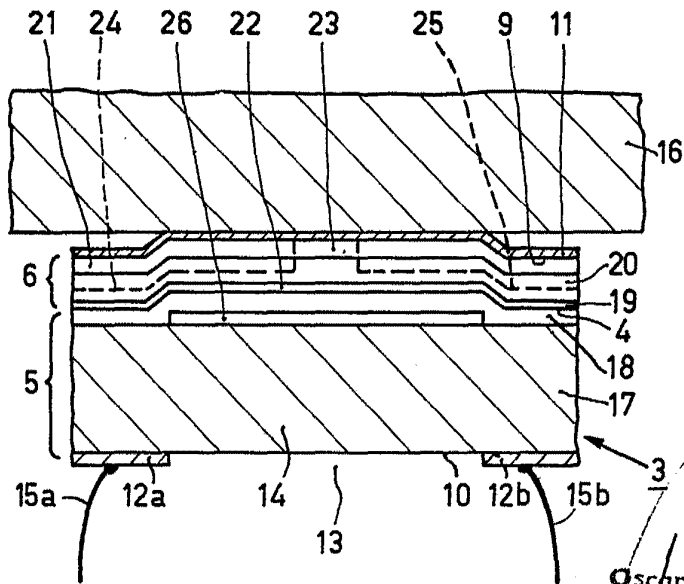


Fig. 2

Oscar de Vizcarra
Peru

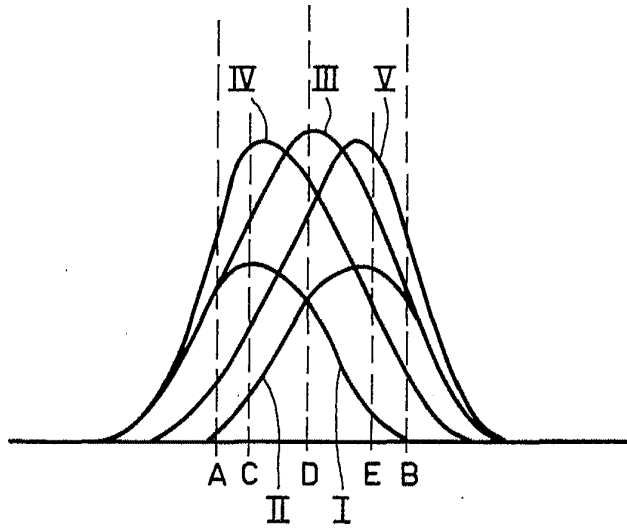


Fig. 3

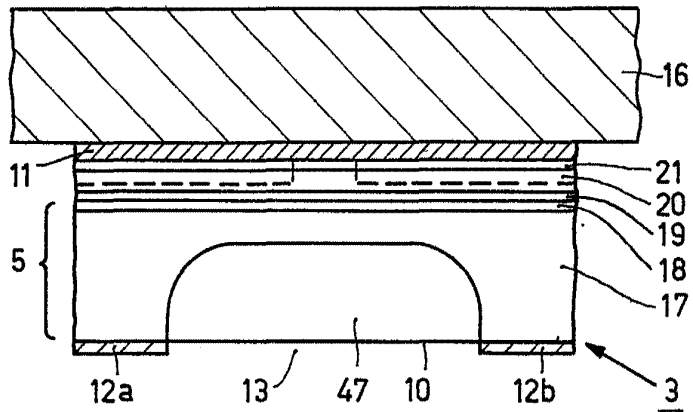


Fig. 11

Oscar de Elizaburu
Por Poder.
[Signature]
2-IV-PHN 9027

3/4

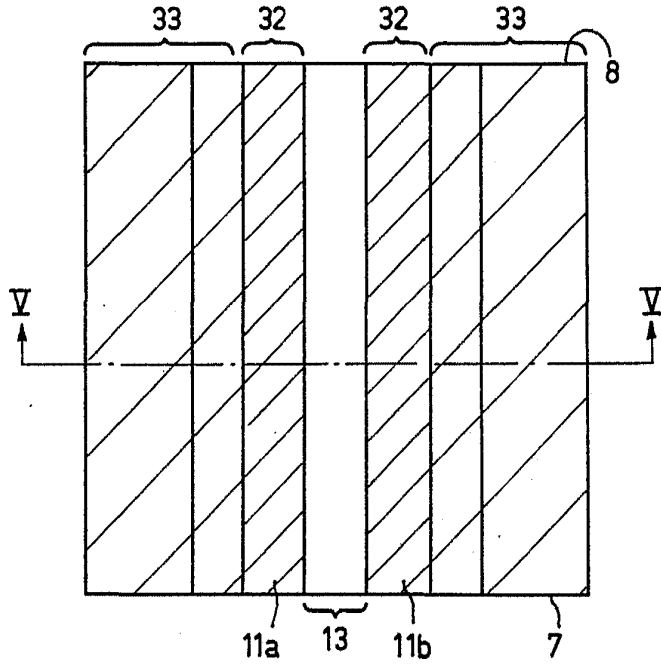


Fig. 4

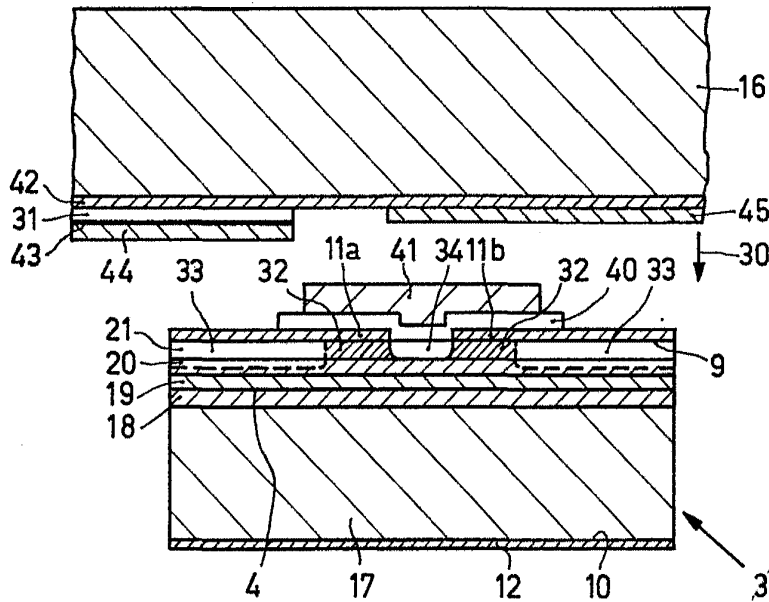


Fig. 5

Oscar de Elizabur
Per Foder.

3-IV-PHN 9027

4/4

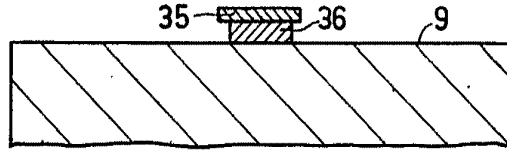


Fig. 6

3

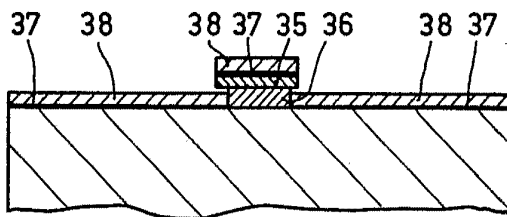


Fig. 7

3

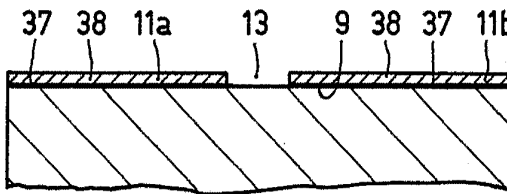


Fig. 8

3

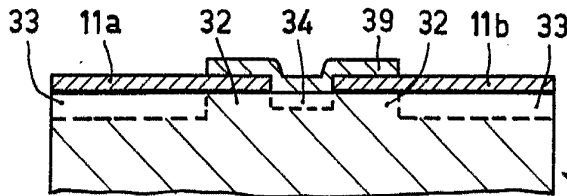


Fig. 9

3

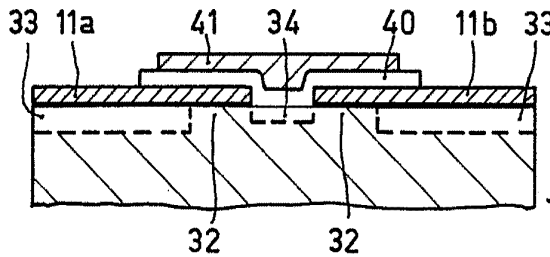
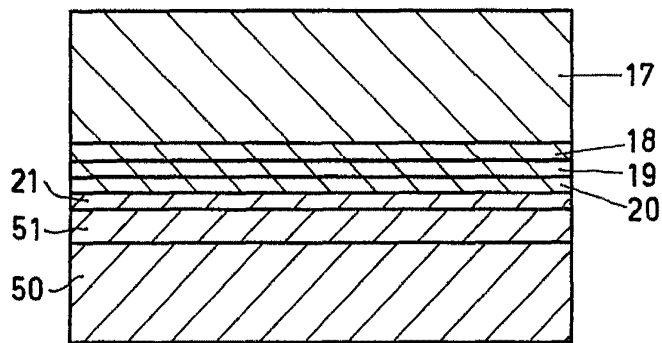
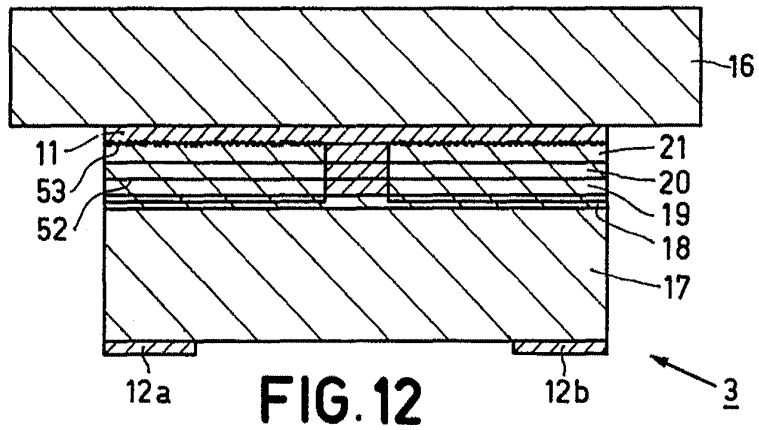


Fig. 10

3

Oscar de Eizburu
Por Poder.

4 -IV- PHN 9027



Oscar de Eizaburu
Por Redon
[Signature]
5-V-PHN 9027