

42444

16 MAR 74



P - 57.142

424446

PHN 7261  
Spain  
HK/MC

F.c. 17-12-75

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar

HOLL

PATENTE DE INVENCION en ESPAÑA

por VEINTE AÑOS

a nombre de N.V. PHILIPS'GLOEILAMPENFABRIEKEN

entidad holandesa

establecida en Emmasingel 29, Eindhoven, Holanda

por: "UN DISPOSITIVO DE TRANSFERENCIA DE CARGA"

(Clase Internacional H011)

- 1 -

10.5.74

42445



El invento se refiere a un dispositivo de transferencia de carga que tiene un cuerpo semiconductor que comprende una capa semiconductor de un primer tipo de conductividad, en el cual están presentes medios para aislar la capa semiconductor de los alrededores, y dicha capa tiene un espesor y una concentración de impureza tales que puede obtenerse una región de empobrecimiento en todo el espesor de la capa semiconductor por medio de un campo eléctrico al tiempo que se evita la ruptura, en el cual están presentes medios para introducir localmente dentro de la capa semiconductor información en la forma de carga que consiste en portadores de carga mayoritarios y medios para leer dicha información en cualquier lugar en la capa, en la cual está presente un sistema de electrodos al menos sobre una de las caras de la capa para producir capacitivamente campos eléctricos en la capa semiconductor por medio de los cuales puede ser transportada la carga hasta los medios de lectura a través de la capa semiconductor en una dirección paralela a la capa.

El invento se refiere más en particular al dispositivo de transferencia de carga de este tipo que constituye la materia de que trata la Solicitud de Patente número 424.350.



42446

Durante el funcionamiento de dicho dispositivo de transferencia de carga puede conseguirse una mejora considerable cuando la información está superpuesta sobre una señal de fondo de tal manera que durante cada transferencia de carga desde un lugar de almacenamiento capacitivo al siguiente lugar de almacenamiento capacitivo está implicada en el proceso de transferencia al menos una cierta cantidad mínima de carga determinada por la señal de fondo. La característica sorprendente de dicha mejora es también que dicho método de funcionamiento no proporciona generalmente mejora en los dispositivos de transferencia de carga en los cuales el transporte de carga tiene lugar en el interior o en la masa de la capa semiconductor y a cuyo tipo de dispositivo de transferencia de carga pertenece también el presente dispositivo.

De acuerdo con el invento, un dispositivo de transferencia de carga que tiene un cuerpo semiconductor que comprende una capa semiconductor de un primer tipo de conductividad, en el cual están presentes medios para aislar la capa semiconductor de los alrededores y dicha capa tiene un espesor y una concentración de impureza tales que puede obtenerse una región de empobrecimiento en todo el espesor de la

424-40



capa semiconductor por medio de un campo eléctrico al tiempo que se evita la ruptura, en el cual están presentes medios para introducir localmente en el interior de la capa semiconductor información en la forma de carga que consiste en portadores de carga mayoritarios y medios para leer dicha información en cualquier lugar en la capa, en el cual está presente un sistema de electrodos sobre al menos una de las caras de la capa para producir capacitivamente campos eléctricos en la capa semiconductor por medio de los cuales puede transferirse la carga hasta los medios de lectura a través de la capa semiconductor en una dirección paralela a la capa, está caracterizado porque al menos localmente bajo el sistema de electrodos la capa semiconductor tiene una zona de superficie de un primer tipo de conductividad que tiene una concentración de impureza más alta que la parte contigua de la capa semiconductor y que se extiende en la capa semiconductor solamente en parte del espesor de la capa, estando presentes medios para introducir localmente una cantidad constante de portadores de carga mayoritarios como cantidad de carga de fondo, siendo transferida la información hasta los medios de lectura como cantidad de portadores de carga mayoritarios superpues-

424448



ta sobre la cantidad de fondo y junto con dicha cantidad de fondo.

5 Cuando el dispositivo está construido como receptor (de imagen), los mencionados medios pueden estar constituidos, por ejemplo, por una fuente auxiliar de radiación que irradia el dispositivo uniformemente, o sea con una intensidad que es igual en todas partes, en los cuales dicha radiación auxiliar puede ser incidente sobre el dispositivo en forma  
10 continua o antes del período de integración, durante dicho período o después del mismo. En el caso de un receptor (de imagen), la señal de fondo se suministra preferiblemente como señal eléctrica. Una realización importante del dispositivo de acuerdo  
15 con el invento está caracterizada porque están presentes medios para suministrar señales periódicas al sistema de electrodos, cuyas señales periódicas controlan el transporte de carga, estando presentes medios de entrada para suministrar una señal de fondo a medios  
20 para la introducción local de portadores de carga mayoritarios durante cada ciclo de las señales suministradas al sistema de electrodos de modo que durante cada ciclo es introducida una cantidad constante de portadores de carga mayoritarios en el interior de la  
25 capa semiconductor y constituye la cantidad de fon-

424446



do sobre la cual está superpuesta la información en la forma de portadores de carga suministrados adicionales.

5 Pueden también suministrarse al dispositivo señales eléctricas de entrada. La realización preferida en cuestión está caracterizada porque están presentes adicionalmente medios para suministrar señales eléctricas representativas de información, al menos a parte de los medios para introducción local de portadores de carga mayoritarios.

10 Se describirá ahora el invento con mayor detalle con referencia a unas cuantas realizaciones y al dibujo diagramático que se acompaña, en el cual:

15 La figura 1 es una vista diagramática en planta de una parte de un dispositivo de transferencia de carga de acuerdo con el invento, y del cual

20 La figura 2 es una vista en corte transversal tomada sobre la línea II-II de la figura 1; y,

La figura 3 es una vista en corte transversal tomada sobre la línea III-III de la figura 1, completada por una vista diagramática en corte de una parte del dispositivo que comprende una entrada eléctrica para el dispositivo de transferencia de car-

424440



18

ga,

La figura 4 representa tensiones de sincronismo que pueden suministrarse al sistema de electrodos del dispositivo representado en las figuras 1 a 3, en función del tiempo.

La figura 1 es una vista en planta de un dispositivo de transferencia de carga (denominado algunas veces CTD o "Charge Coupled Device" o CCD) de un tipo que está descrito en la Solicitud de Patente holandesa número 7.114.770. El dispositivo comprende un cuerpo 1 semiconductor (véanse las figuras 2, 3), que tiene una capa 2 semiconductor de silicio de tipo n.

Excepto posiblemente para la introducción y la lectura de la carga a ser transportada a través del dispositivo, la capa 2 semiconductor puede estar aislada de los alrededores al menos durante el funcionamiento. Para ese fin están presentes medios que están formados, por ejemplo, por la capa 12 aislante por medio de la cual está aislada la capa 2 de los alrededores sobre la cara 3, mientras que sobre la cara situada en oposición y los costados de la capa 2, respectivamente, puede realizarse el aislamiento mediante uniones 13 y 14 p-n, respectivamente, que están al corte durante el funcionamiento. Sin embargo, puede

E24 146



5 obtenerse también el aislamiento de un modo diferente. Por ejemplo, la zona 15 de aislamiento de tipo p (véase la figura 2) que forma la unión 14 p-n con la capa 2 puede estar sustituida total o parcialmen-  
te por una capa de material aislante, por ejemplo óxi-  
do de silicio, que está incrustada en la capa 2 en una  
parte de su espesor. En la figura 1, la unión 14 p-n  
que forma así el contorno límite lateral de la capa 2  
está designada por líneas discontinuas.

10 La capa 2 tiene un espesor y una concentra-  
ción de impureza tales que puede formarse una región  
de empobrecimiento en todo el espesor de la capa 2  
por medio de un campo eléctrico al tiempo que se evi-  
ta la ruptura. Tal ruptura puede consistir, por  
15 ejemplo, en una multiplicación de avalancha en la ca-  
pa 2. Están presentes adicionalmente medios para  
introducir localmente en el interior de la capa 2 in-  
formación en la forma de carga consistente en porta-  
dores de carga mayoritarios. Dichos medios pueden  
20 comprender, por ejemplo, un contacto sobre la capa  
semiconductora para conexión de una fuente de señal  
eléctrica. Sin embargo, dichos medios pueden com-  
prender también una fuente electromagnética de radia-  
ción cuya radiación emitida es convertida en porta-  
25 dores de carga después de absorción en la capa 2 semi-



424140

conductora.

En relación con esto los portadores de carga mayoritarios han de interpretarse en el sentido de portadores de carga móviles del tipo que está presente en la mayoría en la capa 2 semiconductor  
5 en equilibrio térmico y en ausencia de campos eléctricos.

La figura 3 representa junto a la parte de la derecha que es la vista en corte transversal tomada sobre la línea III-III de la figura 1, una vista  
10 diagramática en corte transversal en la parte izquierda de la entrada del dispositivo de transferencia de carga. Dicha parte de la izquierda comprende el mencionado contacto sobre la capa 2 semiconductor  
15 que está formado por la capa 101 conductora. Si es necesario, está presente una zona 102 de contacto más altamente impurificada del primer tipo de conductividad bajo dicha capa 101 conductora a fin de obtener una conexión óhmica entre la capa 101 conductora y la  
20 capa 2 semiconductor. La concentración de superficie de las impurezas en dicha zona 102 está comprendida, por ejemplo, entre  $10^{18}$  y  $10^{21}$  átomos/ $\text{cm}^3$ .

Están presentes además medios para leer dicha carga en cualquier lugar en la capa 2. Dichos  
25

424446



medios que no están representados en las figuras pueden comprender, por ejemplo, un contacto de conexión óhmica.

5 Un sistema 4-11 de electrodos está presente sobre la cara 3 de la capa 2 semiconductor para producir capacitivamente campos eléctricos en la capa 2 por medio de los cuales puede ser transferida la carga hasta los mencionados medios de lectura a través de la capa 2 semiconductor en una dirección paralela  
10 a la capa 2.

El sistema de electrodos puede comprender, por ejemplo, una capa piezoeléctrica con la cual una onda acústica puede ser convertida en una onda eléctrica. En la presente realización, sin embargo, el  
15 sistema de electrodos comprende varios electrodos 4-11 que están separados de la capa 2 semiconductor por una capa 12 de barrera o capa de bloqueo de óxido de silicio. La capa 2, que es usualmente transparente, no está representada en la figura 1 para mayor claridad.  
20 dad.

Los bordes de los electrodos 4, 6, 8 y 10, que como se representa en la figura 3, se encuentran bajo los electrodos 5, 7, 9 y 11, están designados en la figura 1 por líneas discontinuas. Como se re-  
25 presenta en las figuras 1 y 3, los electrodos 4-11

424430



se extienden en una dirección transversal a la dirección de transferencia de carga en todo el ancho de la capa 2 semiconductor.

5 Como se representa en las figuras 2 y 3, la capa 2 semiconductor tiene bajo los electrodos 4-11 una zona 14 de superficie de tipo n que está más altamente impurificada que la parte 19 contigua de la capa 2 semiconductor.

10 Como se representa claramente en las figuras 2 y 3, la zona 17 de superficie se extiende solamente en parte del espesor de la capa 2 semiconductor en dicha capa.

15 La capa 2 semiconductor tiene en la presente realización una zona 17 de superficie en forma de capa que se extiende sustancialmente a lo largo de la totalidad de la superficie 18 de la capa 2 semiconductor.

20 La zona 17 de superficie y la parte 19 contigua de la capa 2 semiconductor pueden estar formadas simplemente por capas epitácticas de tipo n que están dispuestas una sobre la otra y tienen mutuamente diferentes concentraciones de impureza. En la presente realización la parte 19 menos impurificada de la capa 2 está depositada en la forma de una capa  
25 epitáctica sobre el substrato 20 de silicio de tipo

424446

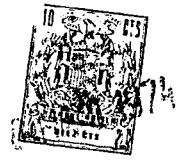


p y está depositada una zona 17 de superficie más altamente impurificada en la forma de una segunda capa epitáctica sobre la región 19 de concentración de impureza más baja.

5                    Como se representa en las figuras 1 y 3, los electrodos 4-11 se solapan entre sí parcialmente -de modo que las distancias mutuas efectivas entre los electrodos pueden ser muy pequeñas. Tal sistema de electrodos puede obtenerse por medio de métodos conocidos en los cuales se utiliza para los electrodos  
10                    4, 6, 8 y 10 silicio policristalino, por ejemplo, y se utiliza para los electrodos, 5, 7, 9 y 11 un metal, por ejemplo aluminio. El aislamiento eléctrico mutuo entre los electrodos 4, 6, 8 y 10, por una parte,  
15                    y los electrodos 5, 7, 9 y 11, por otra parte, puede obtenerse oxidando el silicio policristalino parcialmente de modo que se obtiene la capa 21 de óxido de silicio.

                    Como se representa en la figura 3, los electrodos están subdivididos en cuatro grupos en los cuales los electrodos 4 y 8 pertenecen a un primer grupo de electrodos que están interconectados por la línea  
20                    22 de tensión de sincronismo, los electrodos 5 y 9 pertenecen a un segundo grupo que están interconectados por la línea 23 de sincronismo, los electrodos 6  
25                    7 y 11 pertenecen a un tercer grupo que están interconectados por la línea 24 de sincronismo.

424446



5 y 10 pertenecen a un tercer grupo de electrodos que están interconectados por la línea 24 de sincronismo y los electrodos 7 y 11 pertenecen a un cuarto grupo de electrodos que están interconectados por la línea 25 de sincronismo.

10                    Está conectada una fuente 26 de tensión continua, representada diagramáticamente, entre los electrodos asociados con la línea 24 y los electrodos asociados con la línea 25, mientras que está conectada  
15 una fuente 27 de tensión continua, representada diagramáticamente, entre los electrodos asociados con la línea 22 y los electrodos asociados con la línea 23. Cada una de las fuentes 26 y 27 de tensión suministra una tensión de aproximadamente 5 voltios. Las  
20 fuentes 26 y 27 de tensión provocan una asimetría en el sistema y por tanto una dirección preferida para la transferencia de carga de modo que el dispositivo puede funcionar como dispositivo de transferencia de carga de dos fases. Durante el funcionamiento, por ejemplo, las líneas 22 y 24 de tensión de sincronismo están conectadas a fuentes de tensión no representadas por medio de las cuales pueden aplicarse las tensiones  $V_{22}$  y  $V_{24}$  de sincronismo, respectivamente, representadas en la figura 4, a las líneas 22 y 24  
25 de sincronismo, respectivamente. Cada una de las

42446



tensiones  $V_{22}$  y  $V_{24}$  de sincronismo presentan dos niveles, un nivel bajo de aproximadamente 0 voltios y un nivel alto de aproximadamente 10 voltios, correspondiendo el nivel de 0 voltios al potencial que está aplicado al substrato 20. En vez de las tensiones de sincronismo representadas en la figura 4, pueden utilizarse también, por supuesto, otras tensiones de sincronismo, por ejemplo tensiones que presenten más de dos niveles o tensiones que presenten una variación en forma de diente de sierra en función del tiempo. La capa 2 semiconductor está puesta a un nivel de aproximadamente 20 voltios, por ejemplo, por intermedio del contacto de salida, de modo que en ausencia de portadores de carga representativos de información en los niveles de tensión dados de los electrodos 4-11 y el substrato 20, la capa semiconductor está empobrecida en todo su espesor. Cuando es suministrada a la capa 2 semiconductor una señal en la forma de portadores de carga mayoritarios, o sea en la forma de electrones, dicha señal será almacenada en una parte de la capa 2 semiconductor que se encuentra en posición opuesta a un electrodo que tiene la tensión positiva más alta. En el instante  $t_0$  (véase la figura 4) en el cual el electrodo 6 está a 10 voltios, el electrodo 7 está al potencial más alto como resul-

424443



tado de la fuente 26 de tensión, y la parte que se encuentra en posición opuesta a dicho electrodo y está encerrada diagramáticamente por las líneas 16 discontinuas tiene abundancia de portadores de carga mayoritarios representativos de señal, o sea electrones.

La tensión que debería aplicarse al electrodo 7 para mantener reunida la cantidad de carga almacenada en la región 16, además de depender del valor de la carga, depende de la distancia entre la carga y el electrodo. Según que dicha distancia sea más grande, lo que significa que capacitivamente la carga está menos fuertemente acoplada al electrodo, dicha tensión deberá ser mayor. Disponiendo la zona 17 de superficie más altamente impurificada en la superficie 18 de la capa 2 semiconductor, se consigue que la mayor parte de la carga se concentre cerca de la superficie 18 y por tanto muy aproximadamente al electrodo 7 donde el acoplamiento capacitivo al electrodo 7 es relativamente grande. Como resultado de esto, el dispositivo de transferencia de carga puede funcionar con tensiones de sincronismo más pequeñas (con la misma cantidad de carga) que cuando se utiliza una capa 2 epitáctica homogéneamente impurificada. Adicionalmente, debido al más alto grado de impurifica-

424446



ción de la capa 17, la carga se concentra muy próximamente a la superficie 18, ciertamente, pero a una distancia finita de dicha superficie, de modo que al menos en el caso en que el dispositivo semiconductor  
5 no funciona en el modo de acumulación, se reduce considerablemente la posibilidad de que la carga sea atrapada en puntos de estado estable en la superficie 18.

En el instante  $t_1$  indicado en la figura 4,  
10 la tensión  $V_{24}$  se reduce a 0 voltios, mientras que  $V_{22}$  alcanza el nivel de 10 voltios. Como resultado de esto, los electrones almacenados en la parte 16 de la capa 2 semiconductor son transportados a la parte de la capa 2 semiconductor que se encuentra  
15 en posición opuesta al electrodo 9 y rodeada por la línea 28 discontinua, empobreciéndose la región 16 principalmente en la dirección desde la superficie 18 al substrato 20. La velocidad de transporte puede ser muy alta con un alto rendimiento de transporte  
20 puesto que aunque el acoplamiento capacitivo entre la carga y los electrodos es grande como resultado de la más alta concentración de impureza en la zona 17 de superficie, la velocidad de transporte está determinada principalmente por las últimas fracciones de carga  
25 aún por transferir. Estas últimas fracciones son

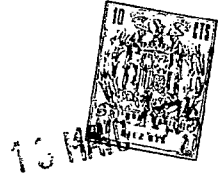


424440

transferidas en profundidad en el interior de la  
capa 2 semiconductor y por tanto están acopladas  
solo débilmente a los electrodos y, como resultado  
de esto, pueden ser transferidas con relativa rapi-  
5 dez.

En la presente realización la parte 19 con-  
tigua de concentración de impureza más baja de la ca-  
pa 2 tiene un espesor de aproximadamente  $5 \mu\text{m}$  y una  
concentración de impureza de aproximadamente  $5 \cdot 10^{14}$   
10 átomos/ $\text{cm}^3$ , y la zona 17 de superficie más altamente  
impurificada tiene un espesor de aproximadamente  $0,3$   
 $\mu\text{m}$  y una concentración de impureza de aproximadamen-  
te  $4 \cdot 10^{16}$  átomos/ $\text{cm}^3$ . El ancho de la capa 2 semi-  
conductora en sentido transversal al transporte de car-  
15 ga es aproximadamente de  $20 \mu\text{m}$  y el ancho de los elec-  
trodos 4-11 en la dirección del transporte de carga es  
aproximadamente de  $10 \mu\text{m}$ . La cantidad de carga que  
puede ser almacenada por bitio del dispositivo de trans-  
ferencia de carga es aproximadamente de  $0,15 \text{ pC}$ , res-  
20 pecto a lo cual ha de observarse que esto representa  
aproximadamente la carga máxima para la cual no se pro-  
duce aún dispersión de la carga para las tensiones da-  
das. Aproximadamente el 80% de dicha carga puede ser  
almacenada en la zona 17 de superficie altamente impu-  
25 rificada, o sea muy próximamente a los electrodos, de

42446



5 modo que es necesaria una tensión relativamente pequeña para dicha fracción, mientras que solo aproximadamente el 20% puede ser almacenado en la parte 19 contigua de concentración de impureza más baja, o sea a una distancia mayor de los electrodos.

10 Aunque se ha descrito anteriormente un método posible de funcionamiento, puede aumentarse aún el rendimiento de transporte adoptando medidas adicionales. En este método preferido de funcionamiento, están presentes medios para introducir localmente una cantidad constante de portadores de carga mayoritarios en el interior de la capa 2 semiconductoras como cantidad de fondo, siendo transportada la información hasta los medios de lectura como una cantidad de portadores de carga mayoritarios superpuesta a la cantidad de fondo y junto con dicha cantidad de fondo. Como carga de fondo, se aplica de este modo una serie de paquetes de carga igualmente grandes, consistiendo una señal representativa de información en la forma de un paquete de carga en portadores de carga introducidos adicionalmente y que se suman o nó a cada uno de los paquetes de carga.

25 Al igual que la mayoría de los dispositivos de transferencia de carga, el presente dispositivo puede también estar construido como un receptor (de ima-

424445



gen). En ese caso, la radiación es incidente de modo conocido sobre el dispositivo en el cual la imagen es convertida por absorción de radiación y generación de pares electrón-hueco en una pauta de carga que corresponde a la imagen y que se almacena en uno o más de los lugares de almacenamiento capacitivo. Después de un cierto tiempo de integración, la pauta de carga formada entonces es transportada de modo usual hasta los medios de lectura y es leída secuencialmente.

En el presente perceptor, los antes mencionados medios para la introducción local de una cantidad constante de portadores de carga mayoritarios pueden consistir en una fuente auxiliar de radiación (no representada) que irradia el dispositivo de transferencia de carga uniformemente, o sea con una intensidad que es la misma en cualquier lugar. Tal radiación auxiliar puede ser tanto continua como ser utilizada periódicamente antes del período de integración, durante el mismo, o después de dicho período. Es importante que al menos durante el proceso de transporte hasta los medios de lectura cada uno de los paquetes de carga representativa de información esté superpuesto sobre una cantidad de fondo de portadores de carga mayoritarios que es preferiblemente la misma para cada uno de los mencionados paquetes. En este caso, dicha

424460



señal de fondo suministrada por la fuente auxiliar de radiación es convertida en (una parte de ) las zonas de almacenamiento de carga capacitivo del dispositivo de transferencia de carga en paquetes de carga de fondo.

En el caso de un perceptor en el cual la información es así suministrada en forma diferente a señales eléctricas, se utiliza preferiblemente una señal eléctrica de fondo, por ejemplo del modo que se describirá con detalle posteriormente. La señal representativa de información y la señal de fondo pueden ser suministradas generalmente cada una de ellas individualmente de un modo diferente, por ejemplo eléctricamente, ópticamente, o por medio de presión o calor. Además, la mencionada superposición de información y fondo puede realizarse indistintamente en el interior del cuerpo semiconductor del dispositivo o ya en el exterior del cuerpo, aplicándose la señal superpuesta a la entrada.

Se describirá ahora, a modo de ejemplo, un dispositivo de transferencia de carga de acuerdo con el invento en el cual la información es suministrada en la forma de señales eléctricas. Este dispositivo puede ser realizado, por ejemplo, en una disposición como la que se representa en la figura 3. El subs-

424446



trato 20 está conectado, por ejemplo, a un punto de potencial de referencia. Esto está representado diagramáticamente en la parte de la izquierda de la figura con una conexión 103 que está conectada a masa. Está además conectada a las líneas 22 y 24 una fuente 104 de tensión de sincronismo representada diagramáticamente. Dicha fuente 104 de tensión de sincronismo suministra, por ejemplo, las señales  $V_{22}$  y  $V_{24}$  de sincronismo que están desfasadas entre sí en un semiperíodo. Son, por ejemplo, aproximadamente de forma rectangular o trapezoidal y varían, por ejemplo, entre un valor máximo de aproximadamente + 3 voltios y un valor mínimo de aproximadamente -7 voltios. Las fuentes 26 y 27 de tensión continua proporcionan en este caso una tensión, por ejemplo, de aproximadamente 7 voltios.

Está aplicada una tensión de aproximadamente 20 voltios a la capa 2 semiconductor, por ejemplo, a través de un contacto de salida sobre la capa 2 que no está representado en la figura 3 y que está dispuesto en el extremo del dispositivo de transferencia de carga. Esto está representado diagramáticamente en el lado de la derecha de la figura 3 por medio de una conexión 105 y una fuente 106 de tensión conectada a la misma. Puede estar incorporada una resistencia

62446



107 en dicha conexión, en cuyo caso pueden derivarse señales eléctricas de salida, por ejemplo, de un terminal 108.

5           Está presente un contacto 101, 102 de entrada que está conectado a un terminal 109 de entrada en el extremo de entrada del dispositivo de transferencia de carga que está representado en la parte de la izquierda de la figura 3. Están dispuestas entre el terminal 109 de entrada y la conexión 103 de sub-  
10           trato una fuente 110 de tensión de señal y una fuente 111 de tensión controlable en serie con la misma. La fuente 110 suministra la señal eléctrica de entrada que representa la información entrante. Se añade una señal de fondo a la señal de entrada por medio  
15           de la fuente 111. Si se desea, puede estar dispuesto a través de la fuente 110 un interruptor 114.

          Junto al contacto 101, 102 de entrada está presente un electrodo 112 de puerta o control sobre la capa aislante. En este caso, este es un electro-  
20           do de silicio policristalino, estando conectado el electrodo 13 metálico subsiguiente a la línea 25 y, por intermedio de la fuente 26 de tensión, también por lo tanto a la línea 24 de sincronismo.

          En este caso, el terminal 109 de entrada, el  
25           contacto 101, 102 de entrada y el electrodo 112 de puer-

424440



ta de entrada pertenecen a los medios para introdu-  
cir localmente información en la forma de carga con-  
sistente en portadores de carga mayoritarios en el  
interior de la capa semiconductoras así como a los  
5 medios para introducir localmente una cantidad cons-  
tante de portadores de carga mayoritarios como canti-  
dad de fondo.

Después que la capa 2 semiconductoras se ha  
empobrecido sustancialmente en su totalidad del modo  
10 usual mediante la aplicación de tensiones de sincro-  
nismo y/o auxiliares, es decir, después que se han  
eliminado de la misma todos los portadores de carga  
móviles, se suministra preferiblemente una serie de  
impulsos de fondo. Cuando el interruptor 114 está  
15 cerrado y simultáneamente se aplica una tensión ade-  
cuada al electrodo 112 de entrada, por ejemplo, una  
tensión de forma rectangular que varía entre -7 y + 3  
voltios, la señal de fondo es convertida en una serie  
de paquetes de portadores de carga mayoritarios que  
20 se desplazan desde el contacto 101, 102 de entrada  
hasta el lugar de almacenamiento bajo el electrodo  
113 y son entonces transferidos adicionalmente en la  
dirección de los medios de lectura por medio de las  
tensiones  $V_{22}$  y  $V_{24}$  de sincronismo. El impulso de  
25 tensión suministrado al electrodo 112 de entrada tiene

42445



en este caso su valor de tensión más alto dentro del intervalo de tiempo en el cual la tensión  $V_{24}$  de sincronismo tiene también su valor de tensión más alto. Estos impulsos de tensión para el electrodo de entrada pueden ser suministrados por medio de una fuente 115 de tensión conectada al electrodo 112 de control de entrada. Cuando, como es usualmente el caso, ha de ser suministrada información durante cada ciclo de las tensiones de sincronismo, el electrodo 112 de entrada puede también estar conectado, sin embargo, a la línea 24.

Cada uno de los paquetes de portadores de carga mayoritarios que se obtienen de este modo por medio de la señal de fondo forman una cantidad de fondo sobre la cual puede superponerse la información en la forma de portadores de carga mayoritarios suministrados adicionalmente. Para ese fin, simplemente se abre el interruptor 114, después de algún tiempo.

En vez de una tensión continua, puede también utilizarse, por supuesto, una tensión pulsatoria como se ñal de fondo.

En el presente ejemplo, puede almacenarse una cantidad de carga de aproximadamente 0,15 pC para las concentraciones de impureza y tensiones dadas en cada

424346

100



uno de los lugares de almacenamiento. Esto corresponde a un número de portadores de carga de  $5 \cdot 10^{11}$  átomos/cm<sup>2</sup> bajo el pertinente electrodo metálico. Aproximadamente el 80% de dicha cantidad está presente en la capa 17 de superficie más altamente impurificada y aproximadamente el 20% está presente en la parte 19 de concentración de impureza menor de la capa 2 semiconductor.

El valor de la cantidad de fondo puede ser controlado por medio de la fuente 111 de tensión controlable. Con un ajuste óptimo, la cantidad de fondo será del 10 al 50% de la antes mencionada cantidad máximamente almacenada de portadores de carga. Como es sabido, uno de los parámetros importantes de los dispositivos de transferencia de carga es la llamada ineficiencia  $\xi$  de transferencia siendo igual a la unidad la suma de la ineficiencia de transferencia y eficiencia de transporte. La ineficiencia de transferencia se reduce utilizando una cantidad de fondo. Los expertos en la técnica pueden determinar experimentalmente de un modo relativamente simple el valor de la cantidad de fondo con la cual la ineficiencia de transferencia tiene sustancialmente un valor mínimo. Un aumento adicional de la cantidad de fondo no tendrá generalmente ningún sentido o difícilmente lo tendrá. Depen-



621040

diendo de la utilización, puede también emplearse una cantidad de fondo más pequeña para obtener un compromiso entre la ineficiencia de transferencia y la oscilación de señal que permanece entre la cantidad de fondo y la cantidad de carga máxima.

5 Será obvio que los paquetes de carga de fondo pueden también ser suministrados de un modo conocido diferente en el cual pueden ser necesarios otros medios. Por ejemplo, la señal de entrada y la señal de fondo pueden ser suministradas al electrodo 112 de puerta de entrada, aplicándose una tensión constante o pulsatoria al contacto 101, 102. Pueden también utilizarse dos electrodos sucesivos de puerta de entrada. En ese caso, por ejemplo, se establece en 10 el contacto 101, 102 una tensión fija, se excita el primer electrodo de puerta con una tensión de sincronismo que determina en que instantes pueden ser introducidos portadores de carga mayoritarios, y el segundo electrodo de puerta de entrada recibe la señal de fondo con la señal de entrada superpuesta sobre ella, siendo 15 decisiva la tensión en dicho segundo electrodo de puerta en cuanto a la cantidad de portadores de carga mayoritarios que pueden ser suministrados al lugar de almacenamiento capacitivo asociado y que pueden ser almacenados en el mismo, o sea en el pozo de potencial 20 25



424446

subyacente. Además, la señal de entrada y la señal de fondo pueden también ser suministradas a entradas (eléctricas) que difieren entre sí en cuanto al lugar y/o su construcción. El modo de funcionamiento aquí  
5 descrito con una señal de fondo es conocido por sí mismo para dispositivos acoplados por carga en los cuales el almacenamiento de carga y el transporte de carga tienen lugar en la superficie semiconductor y a lo largo de ella. En este caso, sin embargo, la  
10 señal de fondo es utilizada por razones muy diferentes, y además también son muy diferentes los fenómenos sobre los cuales está basado el efecto. Generalmente, debe incluso decirse que la utilización de una  
15 señal de fondo en dispositivos de transferencia de carga en los cuales el transporte de carga tiene lugar en el interior o masa del cuerpo semiconductor no proporciona sustancialmente mejora y, por el contrario, es frecuentemente perjudicial.

El presente invento está basado, entre otras  
20 cosas, en el reconocimiento de que en ciertas circunstancias muy especiales la utilización de una señal de fondo en dispositivos de transferencia de carga con transporte en masa proporciona, sin embargo, una mejora, a saber cuando la capa semiconductor tiene una  
25 o más zonas de superficie más altamente impurificadas

424446



presentes bajo los electrodos, en cuyo caso además los efectos sobre los cuales está basada dicha mejora son de una naturaleza diferente.

Para su explicación debe destacarse lo siguiente. Como es sabido, la velocidad de transferencia del proceso de transferencia en dispositivos de transferencia de carga está determinada en un grado considerable por una parte última relativamente pequeña del paquete de portadores de carga a ser transferidos, cuya última parte es transferida con relativa lentitud. En el dispositivo de transferencia de carga que tiene transporte de carga en la superficie, dicha última parte de la transferencia de carga tiene lugar usualmente por medio de un proceso de difusión que es siempre relativamente lento. Una interrupción demasiado rápida del proceso de transferencia, o sea una frecuencia de sincronismo demasiado alta, da lugar a una transferencia incompleta de los paquetes de carga y por tanto también da lugar a interferencia entre paquetes sucesivos porque los portadores de carga que quedan detrás son captados por uno o más paquetes subsiguientes. En dichos dispositivos con transporte de superficie puede reducirse la influencia de este efecto añadiendo a cada paquete de carga representativa de información una cantidad de portadores de carga de fondo. Se ha en-

424446



contrado que mientras la cantidad de carga implicada en el proceso de transporte no es demasiado pequeña, la parte de la carga que queda detrás al interrumpir el proceso de transferencia depende poco en un sentido absoluto del valor de la cantidad de carga originalmente presente a ser transferida. De este modo, cuando un "uno" está representado por una cierta cantidad máxima de carga y un "cero" por una cantidad mínima que es igual a la cantidad de fondo, sustancialmente quedarán detrás el mismo número de portadores de carga en el lugar de almacenamiento original después de la transferencia de un "uno" y después de la transferencia de un "cero" siendo dicho número restante sustancialmente de la misma magnitud que el número de portadores de carga que capta el paquete de portadores de carga transferido en el siguiente lugar de almacenamiento en la forma de portadores de carga que quedan detrás de los paquetes precedentes. Adicionalmente, con este modo de funcionamiento en el cual la carga es transportada con cada transferencia, se reduce considerablemente la influencia perjudicial que pueden tener los estados de superficie en dichos dispositivos, por cuanto en cada uno de los lugares de almacenamiento se almacenan portadores de carga sustancialmente de un modo continuo en la superficie bajo el

425446



sistema de electrodos.

Otra posibilidad de evitar dicha restriccion de la frecuencia de sincronismo es hacer que el transporte de portadores de carga tenga lugar no a lo largo de la superficie semiconductor sino en el interior o masa del cuerpo semiconductor tanto como sea posible. Puesto que los portadores de carga están presentes a alguna distancia de la superficie semiconductor, puede evitarse que el transporte de la última parte de cada paquete de carga deba tener lugar por medio de un proceso de difusión que es relativamente lento por naturaleza.

En esta realización con transporte en masa la última parte del transporte (también) tiene lugar bajo la influencia de los campos eléctricos producidos en el cuerpo semiconductor con la ayuda de electrodos aislados. Esta última parte del transporte tiene así lugar de un modo considerablemente más rápido de manera que la frecuencia de sincronismo máxima admisible es considerablemente mayor y no puede conseguirse utilizando carga de fondo un aumento adicional de dicha frecuencia de sincronismo o no puede conseguirse más que un aumento adicional despreciable. Además, se elimina también la influencia de los estados de superficie de este modo porque los portadores de carga en

424440



este caso se mantienen realmente fuera de la superficie  
semiconductora.

En los dispositivos con transporte en masa,  
la eficiencia de transporte es restringida por la pre-  
5       sencia de trampas en el material semiconductor al me-  
nos en una parte de la gama de frecuencias de sincro-  
nismo a ser considerada para utilización. Dichos  
centros de masa están distribuidos más o menos homogé-  
neamente en la capa semiconductora y, puesto que el  
10       volumen ocupado por una cantidad almacenada de carga  
aumenta con el valor de dicha carga, la utilización de  
carga de fondo no tendrá influencia o tendrá una in-  
fluencia despreciable sobre la influencia perturbado-  
ra de dichos centros de masa. El hecho de que la  
15       carga de fondo en los dispositivos con transporte de  
-superficie tenga influencia sobre los centros de super-  
ficie está basado realmente en que dichos centros están  
precisamente concentrados en el mismo lugar donde está  
presente preferiblemente la carga almacenada, a saber  
20       inmediatamente en la superficie semiconductora y tan  
próximamente como sea posible a los electrodos.

En el presente dispositivo con transporte en  
masa la influencia favorable de la carga de fondo está  
basada en el hecho de que disponiendo una parte más al-  
25       tamente impurificada, la carga almacenada no se distri-

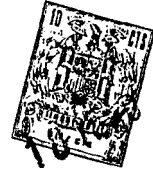
424446



5        buye homogéneamente sobre el volumen ocupado por el paquete, mientras que dicha parte más altamente impurificada no proporciona, por otra parte, sustancialmente ningún cambio en la distribución de los centros de masa, que se supone que es homogénea. Como ya se ha afirmado, el 20% de la carga está almacenado en la parte 19 de resistividad relativamente alta de la capa 2 semiconductor, de modo que dicha parte de la carga ocupa un volumen relativamente grande. El restante  
10        80% de la carga se encuentra en la zona más altamente impurificada y ocupa un volumen relativamente pequeño. Cuando el potencial muy por bajo del electrodo del pertinente lugar de almacenamiento tiene una forma tal que el mínimo de potencial para los portadores de carga mayoritarios está situado en la parte 19 de alta resistividad, será siempre ocupada en primer lugar dicha parte  
15        de alta resistividad del lugar de almacenamiento. Como resultado de esto, la mayor parte del volumen del lugar de almacenamiento puede ya ocuparse con una cantidad  
20        relativamente pequeña de carga (la carga de fondo) con la cual se elimina entonces también la influencia de la mayor parte de los centros de masa o al menos se disminuye considerablemente.

25        Sin embargo, en muchos casos el mínimo de potencial en un lugar de almacenamiento no se encontrará

424446



en la parte 19 de alta resistividad sino en la parte  
 17 de baja resistividad. Esto significa que la car-  
 ga de fondo será almacenada en su mayor parte en la  
 parte 17 de baja resistividad de modo que no se pro-  
 5 duce el antes mencionado efecto. A pesar de ello,  
 en este caso proporciona también una considerable me-  
 jora la utilización de carga de fondo. Esto puede  
 explicarse por el hecho de que el lugar del mínimo de  
 potencial durante el proceso de transporte se desplaza  
 10 hasta la parte 19 de alta resistividad. Realmente,  
 el dispositivo está construido de tal modo que la úl-  
 tima parte de cada paquete de carga es transportada  
 en la masa del cuerpo a una distancia relativamente  
 grande de los electrodos. En ese instante, la carga  
 15 de fondo, si la hay, estará también presente por lo  
 tanto preferiblemente en la parte 19 de alta resistivi-  
 dad y ocupará así un volumen relativamente grande. De  
 este modo, la cantidad de fondo debe estar escogida  
 preferiblemente de modo que sea tan grande que con ella  
 20 pueda ocuparse sustancialmente en su totalidad aquella  
 parte de la capa 19 de alta resistividad que está ocu-  
 pada preferiblemente en cualquier instante durante el  
 funcionamiento bajo cualquier electrodo porque está  
 presente en ella el mínimo de potencial. De este modo,  
 25 se elimina una parte relativamente grande de los cen-

424.350



tros de masa también en este caso con una cantidad de carga relativamente pequeña.

5 Para otras realizaciones del dispositivo de transferencia de carga que pueden utilizarse ventajosamente del modo antes descrito, se hace referencia a la antes mencionada Solicitud de Patente Nº 424.350. Se cumple en general que aquellos dispositivos de transferencia de carga con  
10 transporte masivo en los cuales las regiones semiconductoras que pertenecen a los lugares de almacenamiento capacitivo y en donde se almacenan los portadores de carga tienen partes individuales con una diferencia considerable en concentración de impureza, de modo que la carga almacenada no se distribuye homogéneamente sobre el volumen ocupado por la carga almacenada, están provistos preferiblemente  
15 de medios para suministrar una cantidad de fondo en la forma de paquetes de portadores de carga que pueden ser transportados junto con una cantidad de portadores de carga representativos de información.

20 El dispositivo semiconductor descrito puede fabricarse totalmente del modo usual, respecto al cual se hace también referencia a las Solicitudes de Patente Nos. 407.968 y 424.350.

25 Esta solicitud, que corresponde a la presentada en Holanda, el 3 de Diciembre de 1.973, bajo el número 73 16 495, se acoge a los beneficios del Artículo 51 del

424446



vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

5

REIVINDICACIONES


10

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:

15

1ª.- Un dispositivo de transferencia de carga que tiene un cuerpo semiconductor que comprende una capa semiconductor de un primer tipo de conductividad, en el cual están presentes medios para aislar la capa semiconductor de los alrededores, y dicha capa tiene un espesor y una concentración de impureza tales que puede obtenerse una región de empobrecimiento en todo el espesor de la capa semiconductor por medio de un campo eléctrico al tiempo que se evita la ruptura, en donde están presentes medios para introducir localmente en el interior de la capa semiconductor información en la forma de carga consistente en

25

  
10.4.74

425446



portadores de carga mayoritarios, y medios para leer dicha información en cualquier lugar en la capa, en el cual está presente un sistema de electrodos al menos sobre una de las caras de la capa para producir capacitivamente campos eléctricos en la capa semiconductor por medio de los cuales puede transportarse la carga hasta los medios de lectura a través de la capa semiconductor en una dirección paralela a la capa, caracterizado porque al menos localmente bajo el sistema de electrodos la capa semiconductor tiene una zona de superficie de un primer tipo de conductividad que está más altamente impurificada que la parte contigua de la capa semiconductor y que se extiende en la capa semiconductor solamente en parte del espesor de la capa, estando presentes medios para introducir localmente una cantidad constante de portadores de carga mayoritarios como cantidad de fondo, siendo transferida la información a los medios de lectura como una cantidad de portadores de carga mayoritarios superpuestos sobre la cantidad de fondo y junto con dicha cantidad de fondo.

24- Un dispositivo de transferencia de carga de acuerdo con la reivindicación 1ª, caracterizado porque están presentes medios para suministrar señales periódicas al sistema de electrodos, cuyas señales periódicas controlan el transporte de carga, estando presentes medios de entrada para suministrar una señal de fondo a medios para

10.4.74

42446



la introducción local de portadores de carga mayoritarios durante cada ciclo de las señales suministradas al sistema de electrodos de modo que durante cada ciclo se introduce una cantidad constante de portadores de carga mayoritarios en el interior de la capa semiconductor y cuya cantidad constituye la cantidad de fondo sobre la cual puede superponerse la información en la forma de portadores de carga suministrados adicionalmente.

5

3ª.- Un dispositivo de transferencia de carga de acuerdo con la reivindicación 1ª o la reivindicación 2ª, caracterizado porque están presentes además medios para suministrar señales eléctricas representativas de información al menos a parte de los medios para la introducción local de portadores de carga mayoritarios.

15

4ª.- Un dispositivo de transferencia de carga. 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.

20

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

Madrid, 18 MARZO 1974

P. A.

General Director  
P. A. *[Signature]*

*[Signature]*  
10.4.74.AC.V.



424446

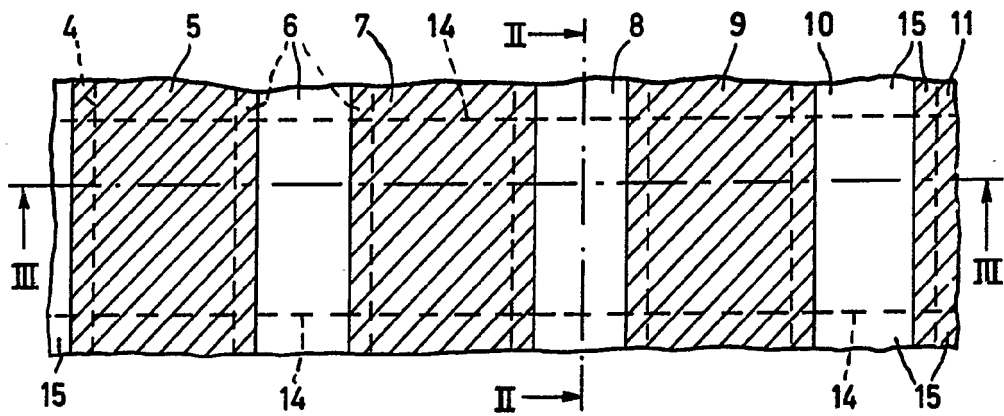


Fig. 1

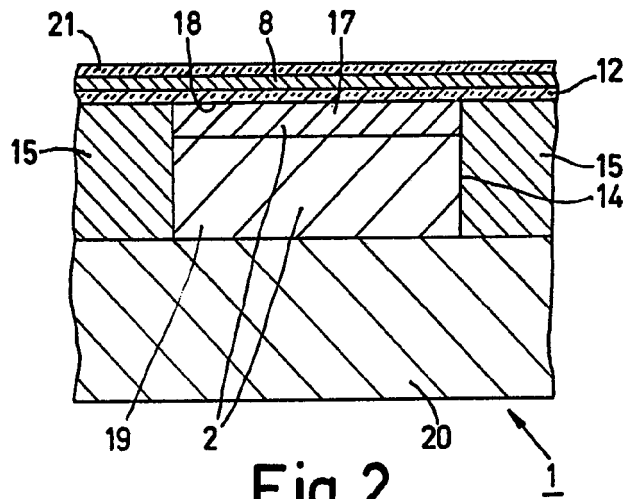


Fig. 2

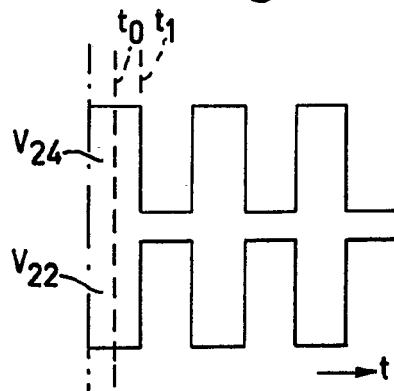


Fig. 4

Copyright 1940  
Patent Office  
*Arre*



424446

424446

424446

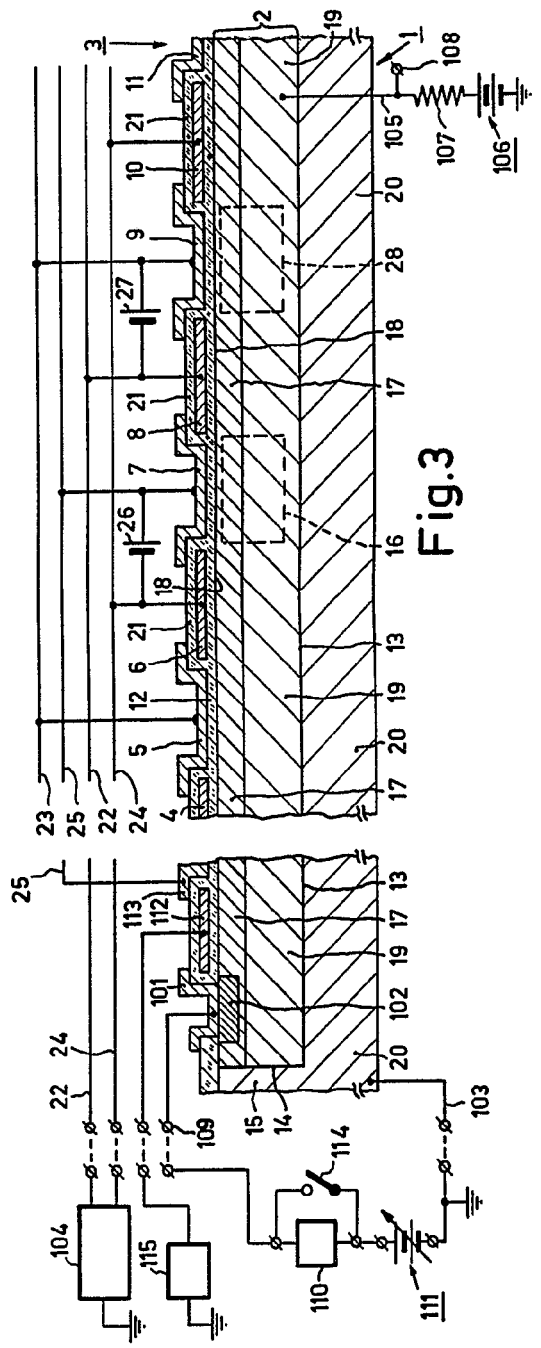


Fig. 3

Copyright © 1970  
For Pat. No. 3,524,446  
*Arthur*

424446

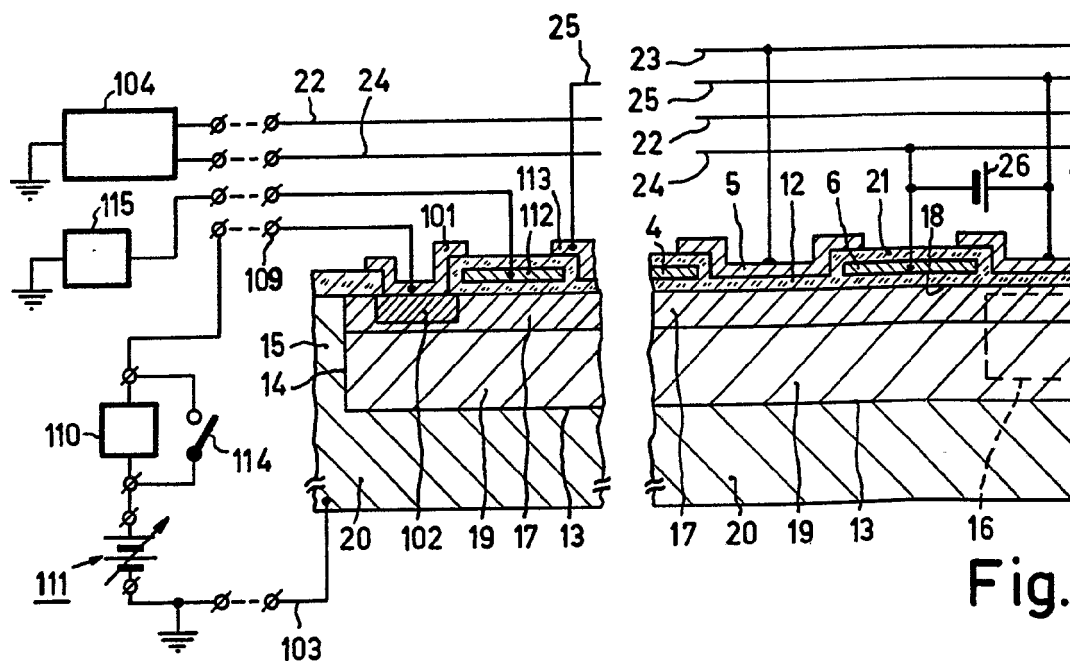
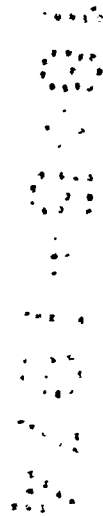


Fig.

05-102

18



42446

FIG. 3

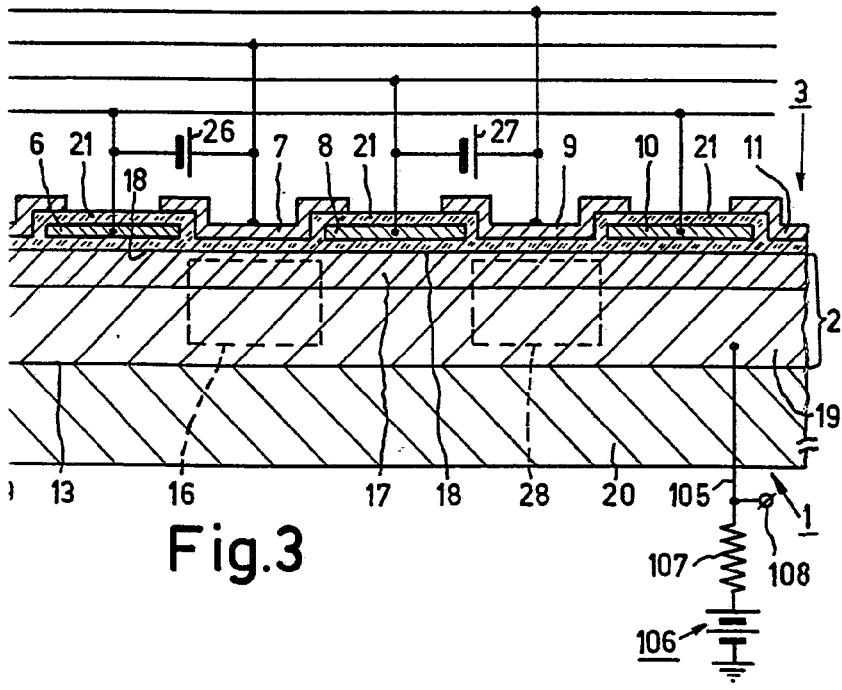


Fig. 3

Oscar E. Timmer  
For Patent