

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 775 735**

51 Int. Cl.:

H01L 27/148 (2006.01)

H04N 5/372 (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.01.2017 PCT/EP2017/050815**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.07.2017 WO17125356**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.01.2017 E 17700445 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.12.2019 EP 3405977**

54 Título: **Sensor de imagen multilineal con transferencia de cargas con ajuste de tiempo de integración**

30 Prioridad:

22.01.2016 FR 1650511

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

28.07.2020

73 Titular/es:

**TELEDYNE E2V SEMICONDUCTORS SAS
(100.0%)**

**Avenue de Rochepleine
38120 Saint-Egrève, FR**

72 Inventor/es:

**BARBIER, FRÉDÉRIC;
MAYER, FRÉDÉRIC y
FEREYRE, PIERRE**

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 775 735 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sensor de imagen multilínea con transferencia de cargas con ajuste de tiempo de integración

Campo técnico

5 La invención se refiere a sensores de imagen lineal con desplazamiento de integración de señal (o sensores de imagen TDI en inglés: "*Time Delay Integration Linear Sensors*"), en los cuales una imagen de una línea de puntos de una escena observada está constituida por suma de señales recogidas por varias líneas de píxeles fotosensibles que observan sucesivamente una misma línea de la escena a medida que la escena se desplaza delante del sensor.

Estado de la técnica

10 Estos sensores son utilizados por ejemplo en escáneres. Comprenden una barreta de varias líneas paralelas de píxeles fotosensibles; la secuencia de circuitos de control de las diferentes líneas (control de tiempos de exposición más de lectura de cargas foto generadas) es sincronizada con respecto al desplazamiento relativo de la escena y del sensor, de manera que todas las líneas de píxeles del sensor vean sucesivamente una misma línea de la escena observada. Las señales generadas por cada línea son a continuación añadidas punto a punto para cada punto de la línea observada.

15 En un tiempo de exposición constante, la sensibilidad del sensor se mejora con relación al número N de líneas, o bien, con sensibilidad constante, el tiempo de exposición puede dividirse por N. Éste número N puede ser por ejemplo de 16 o 32 para aplicaciones de control industrial. La relación señal/ruido se mejora con relación a la raíz cuadrada del número N de líneas del sensor.

20 Existen sensores de imagen TDI en los cuales los píxeles son píxeles activos que comprenden un fotodiodo y varios transistores, y en los cuales la suma de señales que provienen de los píxeles se hace digitalmente, es decir la señal analógica que proviene de cada píxel es digitalizada, y los valores digitales que provienen de los píxeles que hayan visto el mismo punto de imagen son a continuación sumados.

25 Existen igualmente sensores de imagen TDI con transferencia de cargas donde los píxeles son pasivos (comprenden solamente zonas de generación de cargas y de almacenamiento de cargas), en los cuales la suma de señales punto a punto es una suma de cargas eléctricas recogidas por los diferentes píxeles que hayan visto el mismo punto de imagen. Esta suma se hace simplemente vaciando en una línea de píxeles las cargas generadas y acumuladas en la línea de píxeles anterior, en sincronización con el desplazamiento relativo de la escena y del sensor. La última línea de píxeles, que tiene acumuladas N veces las cargas producidas por la línea de imagen observada, puede ser leída y por tanto puede ser digitalizada.

30 Dichos sensores son mayoritariamente realizados con tecnología CCD y serán progresivamente realizados con tecnología CMOS. Cada píxel comprende rejillas de almacenamiento de cargas eléctricas generadas por la luz. Las cargas son generadas en el semiconductor recubierto por las rejillas, o en fotodiodos a veces intercalados entre dos rejillas sucesivas. El sensor comprende medios de control de los potenciales aplicados a las rejillas para desplazar las cargas eléctricas de una rejilla a la otra, simultáneamente para todos los píxeles, en el transcurso de N etapas sucesivas si hay N líneas en el sensor TDI.

35 Un ejemplo de sensor TDI con transferencia de carga es dado en la patente EP 2 482 317. En este ejemplo, el píxel comprende una sucesión de rejillas y de fotodiodos, por ejemplo cuatro rejillas y cuatro fotodiodos alternos, con un dopaje uniforme del semiconductor bajo las rejillas; el control de las rejillas comprende cuatro fases; el píxel puede igualmente comprender una alternancia de tres rejillas y tres fotodiodos y un control de tres fases. Otro ejemplo es dado en la patente US 6 465 820. En este otro ejemplo, un píxel comprende solamente una rejilla y un fotodiodo y el control de las rejillas comprende dos fases solamente debido a los dopajes particulares previstos en el semiconductor, así como en el fotodiodo por debajo de la rejilla.

40 En estos diferentes ejemplos, el semiconductor es fotosensible, tanto bajo las rejillas como en los fotodiodos, es decir que la luz que ilumina el píxel produce cargas eléctricas representativas de esta iluminación tanto bajo las rejillas como bajo los fotodiodos. Según la fase considerada durante la transferencia de carga, las cargas fotogeneradas se almacenan o bien bajo las rejillas o bien bajo los fotodiodos, o bien incluso bajo los dos a la vez. La sucesión de fases transfiere progresivamente las cargas de una región de almacenamiento a otra situada corriente abajo de la primera.

45 La patente JP 2012 234921 propone otra estructura de sensor TDI con transferencia de carga que propone píxeles para la integración de cargas que responden a diferentes longitudes de onda luminosa en una parte de detección, y píxeles para la transmisión únicamente, protegidos de la luz, en una parte de transferencia entre la parte de detección y el circuito de lectura.

50 La presente invención se refiere a los sensores TDI con transferencia de cargas por oposición a los sensores con suma digital.

Se permite que estos sensores con transferencia de cargas podrían tener un inconveniente cuando la velocidad de desplazamiento relativo del sensor y de la imagen fluctúe. De hecho, el periodo de funcionamiento cíclico de los píxeles es ajustado exactamente respecto a la velocidad de desplazamiento para tener un verdadero funcionamiento TDI. Cuando se impone el desplazamiento por un mecanismo exterior al sensor, por ejemplo para la observación de objetos colocados en una cinta rodante, se somete en general el funcionamiento de las fases del sensor a la velocidad de desplazamiento de la cinta y el periodo T_L de transferencia de carga de una línea de píxeles a la siguiente, que se puede denominar "tiempo de línea" se somete a la velocidad de desplazamiento. Se pueden producir fluctuaciones en la velocidad de desplazamiento y son compensadas: no se perturba el funcionamiento TDI ya que las líneas sucesivas de píxeles verán siempre la misma altura de línea física sobre la escena debido al sometimiento efectuado. El tiempo de integración de la luz, igual al tiempo T_L de línea, es igual a D/V si la velocidad de desplazamiento relativa de la imagen proyectada sobre los píxeles es V y si el paso de las líneas de píxeles es D .

Si la velocidad V de desplazamiento varía, el tiempo de exposición variará en consecuencia, en proporción inversa a la velocidad. La duración de exposición de las líneas de píxeles varía por tanto en función de las fluctuaciones del desplazamiento, lo que conlleva perturbaciones en la fidelidad de la imagen producida por el sensor.

Hay circunstancias en las cuales se quieren evitar fluctuaciones de tiempo de exposición, por ejemplo en un aparato de observación de objetos que se desplaza sobre una cinta rodante. Cuando se pone en marcha la cinta, e incluso en el transcurso de funcionamiento, la velocidad puede fluctuar muy significativamente y perturbar la imagen recogida.

Se encuentra por tanto que puede ser deseable en ciertos casos dejar de relacionar el tiempo T_{INT} de integración de la luz y el tiempo T_L de línea. En los píxeles de los sensores TDI con transferencia de carga de la técnica anterior, no hay posibilidad de hacer la duración T_{INT} de integración de cargas más pequeña que la duración T_L de línea.

Resumen de la invención

La invención propone por tanto un sensor de imagen TDI con transferencia de carga cuyos píxeles están contruidos de manera que permiten establecer una duración T_{INT} de integración variable, inferior o igual a la duración T_L de periodicidad de transferencia de cargas de una línea de píxeles a la siguiente.

Para esto, el píxel se divide en al menos dos partes, en el sentido de la transferencia de cargas de línea a línea, siendo apta cada parte para almacenar cargas eléctricas, estando oculta una de las partes a la luz, y la otra parte no estando oculta. La parte no oculta está provista de una estructura de evacuación de cargas, que se puede controlar para evacuar y hacer desaparecer las cargas almacenadas en esta parte. La evacuación de cargas almacenadas en la parte no oculta no conlleva la evacuación de cargas en la parte oculta; esta última conserva las cargas que han sido integradas durante un periodo precedente; la integración efectiva de cargas en la parte no oculta no comienza hasta el final de un comando de evacuación de cargas ya que las cargas posiblemente recogidas en esta parte no oculta desaparecen durante este comando. Por tanto, el tiempo de integración de cargas puede estar limitado a una duración inferior al periodo de línea sin que esto conlleve la desaparición de las cargas que provienen de píxeles de líneas precedentes, permaneciendo estas últimas provisionalmente almacenadas en la parte no oculta sin que la evacuación de cargas de la parte no oculta actúe sobre las mismas.

Por consiguiente, la invención propone un sensor de imagen con transferencia de cargas que funciona con desplazamiento e integración de cargas, comprendiendo el sensor N líneas adyacentes de P píxeles para la observación de una misma línea de imagen sucesivamente por varias líneas de píxeles con una suma de cargas eléctricas generadas por un punto de imagen durante una duración periódica de línea en los píxeles del mismo rango de diferentes líneas, comprendiendo los píxeles, cada uno, una sucesión, en el sentido del desplazamiento, de zonas de almacenamiento de cargas de las cuales algunas al menos son fotosensibles, comprendiendo el sensor medios de control para aplicar a estas zonas potenciales que permitan el almacenamiento y después la transferencia direccional de cargas de un píxel al siguiente, caracterizado porque cada píxel está subdividido, en el sentido del desplazamiento, en al menos dos partes adyacentes, comprendiendo cada parte al menos una zona de almacenamiento de cargas independiente de las zonas de almacenamiento de la otra parte pero permitiendo una transferencia de carga de la primera parte hacia la segunda, estando oculta una de las partes contra la luz, y no estando oculta la otra parte contra la luz, comprendiendo esta última al menos una zona de almacenamiento fotosensible y una estructura de evacuación de cargas que permitan suprimir las cargas almacenadas en esta otra parte, siendo activada la estructura de evacuación de cargas en el transcurso de una fracción de una duración de línea, antes de un instante ajustable de inicio de integración efectivo que precede a una etapa de transferencia de carga de la parte oculta hacia la parte no oculta.

La invención se aplica a todas las estructuras TDI de sensor con transferencia de cargas, sea cual sea el número de zonas de almacenamiento en el píxel (al menos dos para permitir una transferencia) y sea cual sea el número de fases de funcionamiento que permitan la transferencia de carga de un píxel a otro durante un periodo T_L de línea. Se aplica tanto cuando las zonas de almacenamiento son rejillas conductoras aisladas que cubren una porción de sustrato semiconductor como cuando las zonas de almacenamiento son fotodiodos, y en particular fotodiodos denominados "pinned", es decir fotodiodos que tengan un potencial de superficie fijo. En una realización ventajosa, el píxel de un sensor según la invención podrá comprender tres rejillas adyacentes que se suceden en el sentido del desplazamiento, estando oculta la primera rejilla de la luz y constituyendo la primera parte del píxel y estando las otras dos iluminadas

y constituyendo la segunda parte del píxel, siendo adyacente a la estructura de evacuación de cargas a dichas otras dos rejillas. En otra realización ventajosa, la primera parte del píxel comprenderá sucesivamente, en el sentido del desplazamiento, dos rejillas y un fotodiodo, y la segunda parte comprenderá igualmente dos rejillas y un fotodiodo, y la estructura de evacuación de cargas es adyacente al fotodiodo de la segunda parte.

- 5 La invención se refiere igualmente a un procedimiento de funcionamiento de un sensor de imagen TDI con transferencia de carga que funciona con desplazamiento e integración de cargas, cuyos píxeles están divididos en una parte oculta y una parte no oculta. En el procedimiento según la invención, el sensor comprende N líneas adyacentes de P píxeles para una observación de una misma línea de imagen sucesivamente por varias líneas de píxeles con una suma de cargas eléctricas generadas por un punto de imagen durante una duración T_L de línea en los píxeles del mismo rango
- 10 de diferentes líneas, comprendiendo los píxeles, cada uno, una sucesión, en el sentido del desplazamiento, de zonas de almacenamiento de cargas de las cuales algunas al menos son fotosensibles, comprendiendo el sensor medios de control para aplicar a estas zonas potenciales que permitan el almacenamiento y después la transferencia direccional de las cargas de un píxel corriente arriba hacia un píxel corriente abajo, caracterizado porque una parte de las zonas de almacenamiento de cada píxel está oculta a la luz y otra parte no está oculta y es fotosensible, y por qué el
- 15 desplazamiento y la integración de las cargas comprenden, cíclicamente con una periodicidad igual a una duración T_L de línea:
- la descarga de cargas que provienen del píxel corriente arriba en una zona de almacenamiento de la parte oculta del píxel corriente abajo,
 - un comando de vaciado, hacia un drenado de evacuación, de cargas contenidas en la parte no oculta del píxel corriente abajo, y después la interrupción de este comando, definiendo un instante de inicio de integración efectiva de las cargas en el píxel corriente abajo,
 - simultáneamente o separadamente, la integración de cargas fotogeneradas en la parte no oculta del píxel corriente abajo y la descarga hacia la parte no oculta del píxel corriente abajo, de las cargas almacenadas en la parte oculta del píxel corriente abajo.
- 20
- 25 Otras características y ventajas de la invención aparecerán de la lectura de la descripción detallada siguiente y que se hace con referencia a los dibujos anexos en los cuales:
- la figura 1 proporciona un ejemplo de estructura de píxel de sensor TDI según la invención de tres rejillas de almacenamiento por píxel, de las cuales una está oculta a la luz;
 - la figura 2 representa un cronograma de funcionamiento del píxel de la figura 1;
 - la figura 3 representa una estructura de píxel de sensor según la invención, de dos subdivisiones que comprende cada una dos rejillas de almacenamiento y un fotodiodo;
 - la figura 4 representa un cronograma de funcionamiento del píxel de la figura 3.
- 30

Descripción detallada

35 La invención se va a describir en primer lugar en un caso particularmente simple en el que todas las zonas de almacenamiento de cargas estén constituidas con la ayuda de rejillas conductoras aisladas, y las cargas son generadas en el sustrato semiconductor subyacente por la luz que atraviesa las rejillas aisladas (en general de silicio policristalino). Pero la invención se aplica también, como se verá, en el caso en el que ciertas zonas de almacenamiento son fotodiodos.

40 De una manera general, los píxeles fotosensibles de un sensor de imagen están formados en un sustrato semiconductor cuya parte superior es una capa semiconductor epitaxial poco dopada. El sustrato está por ejemplo fuertemente dopado de tipo p y la capa epitaxial es de tipo p pero menos dopada, y los potenciales aplicados a las rejillas para formar pozos de potencial capaces de retener cargas son potenciales positivos mientras que los potenciales aplicados a las rejillas para formar barreras de potencial son en general potenciales nulos o negativos, siendo la referencia de potencial cero el potencial de la capa epitaxial.

45 En la figura 1, se ha representado el caso de un sensor de imagen cuyos píxeles están constituidos cada uno por tres rejillas adyacentes que se suceden en el sentido de transferencia de cargas, es decir en el sentido de desplazamiento relativo del sensor con respecto a la imagen a observar proyectada sobre el sensor, que es el sentido de las columnas de píxeles, perpendicular al sentido de las líneas de píxeles.

50 Tres píxeles sucesivos que aparecen en una misma columna de rango j se representan esquemáticamente en la vista superior. Son designados por $P_{i-1,j}$; $P_{i,j}$; y $P_{i+1,j}$ para indicar que pertenecen respectivamente a tres líneas sucesivas de rango i-1, i, e i+1. Los píxeles de las otras columnas no son representados; no hay transferencia de cargas entre los píxeles de columnas diferentes.

Cada píxel comprende tres rejillas G1, G2, G3 adyacentes que se suceden en el sentido de transferencia de las cargas y que corresponden a tres zonas de almacenamiento posibles, en el semiconductor bajo la rejilla respectiva, para las

5 cargas que circulan de una línea de píxeles a otra. Las rejillas son controladas por señales ϕ_1 para la rejilla G1, ϕ_2 para la rejilla G2 y ϕ_3 para la rejilla G3, señales que son las mismas para todos los píxeles. La última rejilla G3 de un píxel corriente arriba es adyacente a la primera rejilla G1 de un píxel corriente abajo para permitir la transferencia de cargas de un píxel al siguiente. Las señales ϕ_1 , ϕ_2 , ϕ_3 de control aplicadas a una rejilla G1, G2 o G3 permiten, en función de las otras señales aplicadas a las rejillas que son adyacentes a las mismas, o bien almacenar cargas bajo esta rejilla o bien transferir las cargas hacia otra rejilla (del mismo píxel o de un píxel adyacente).

10 Según la invención, los píxeles se subdividen en dos partes. Se pueden almacenar cargas eléctricas independientemente en cada una de las dos partes. Una de las partes está oculta a la luz, por ejemplo por una metalización opaca; la otra está expuesta a la luz. En el ejemplo representado, la primera parte corresponde esencialmente a una primera zona de almacenamiento (rejilla G1); la representación rallada de las rejillas G1 significa en este caso que la rejilla es o bien de un material opaco o bien con preferencia oculta a la luz por una capa opaca; en la práctica la rejilla es de silicio policristalino, y está recubierta de una metalización opaca de aluminio o de un material conductor. La máscara óptica es o bien pasiva conectada a la masa o bien activa utilizada para conducir señales de control.

15 Por otro lado, según la invención, se prevé una estructura de evacuación de las cargas contenidas en la segunda y tercera zonas de almacenamiento, es decir bajo las rejillas G2 y G3 de la parte no oculta. Esta estructura puede estar constituida clásicamente por

- una rejilla AB de reinicialización adyacente por un lado a la segunda y tercera zonas de almacenamiento,
- un drenaje DR de evacuación (típicamente una región difusa dopada de tipo n+ llevada a un potencial de alimentación positivo, si las cargas fotogeneradas son electrones) adyacente a la rejilla de reinicialización por el otro lado.

20 El sensor comprende medios de activación de la rejilla AB de reinicialización para llevarla a un potencial alto que permite desencadenar periódicamente una evacuación de las cargas de la parte no oculta hacia el drenaje en el cual desaparecen estas cargas.

25 La evacuación de las cargas está comprendida en este caso como siendo una evacuación fuera de las zonas de almacenamiento; las cargas evacuadas desaparecen de estas zonas, son perdidas y no almacenadas, y no forman nunca más parte del proceso de transferencia y acumulación de cargas.

30 La arquitectura del sensor de imagen TDI con transferencia de carga comprende por tanto píxeles en varias zonas de almacenamiento por píxel, que son definidas por tres rejillas en el caso de la figura 1, y posee en cada píxel una parte oculta, una parte no oculta, y una estructura de evacuación de cargas de toda la parte no oculta, con medios de control correspondientes. La parte oculta reduce la eficacia de conversión fotoeléctrica ya que la superficie que recoge la luz en un píxel es por tanto más pequeña que la que podría ser, pero la ventaja es que la duración T_{INT} de la integración para la observación de una línea durante el periodo T_L de línea se puede por tanto ajustar a voluntad eligiendo el instante y la duración de activación de la rejilla de reinicialización.

35 Se observará por otro lado que la rejilla de reinicialización y el drenaje de evacuación pueden servir de sistema de anti-deslumbramiento cuando la rejilla no está activada, en el sentido en el que el potencial bajo aplicado a la rejilla fuera de los periodos de activación se puede ajustar a un valor no nulo, por ejemplo ligeramente positivo, que permite que las cargas puedan saturar las zonas de almacenamiento y perturbar que los píxeles vecinos sean evacuados hacia el drenaje antes de esta saturación. A continuación se considerará, para simplificar, que el potencial bajo aplicado a la rejilla de reinicialización fuera de los instantes de activación es un potencial nulo.

40 El funcionamiento de este sensor se basa como en todas las estructuras de referencia de cargas en la creación de pozos de potencial para almacenar las cargas y de barreras de potencial alrededor de los pozos para confinar las cargas almacenadas. Se supondrá, como habitualmente que las cargas generadas son electrones, que los modos de potencial son por tanto creados por la aplicación de potenciales positivo sobre una rejilla, y que las barreras de potencial son creadas por la aplicación de potenciales nulos (o en todo caso menos positivos que los potenciales que crean los pozos más profundos).

45 Nos ponemos en primer lugar en una situación en la cual sólo las rejillas G3 (no ocultas) reciben un potencial positivo y crean por debajo de estas rejillas un pozo de potencial que requiere cargas; estas cargas son, en este momento, un acumulación de cargas que provienen de píxeles situados corriente arriba en el sentido de la transferencia de cargas y que hayan visto previamente el mismo punto de imagen en el transcurso de periodos de observación precedentes; las regiones bajo las rejillas G2 y G1 (a un potencial bajo) constituyen las barreras de potencial que confinan las cargas bajo las rejillas G3. Se controlan por tanto las rejillas de los píxeles para tener la sucesión de etapas siguientes:

- a) se aplica un potencial positivo sobre las rejillas G1 para crear un pozo de potencial (vacío de cargas), después se baja el potencial de las rejillas G3: las cargas presentes bajo la rejilla G3 de cada píxel se descargan en este momento bajo la rejilla G1 del píxel siguiente (píxel corriente abajo);

- 5 b) se aplica a las rejillas AB una señal RST de reinicialización que es un potencial positivo de activación de la estructura de evacuación, y se mantiene este potencial para evitar cualquier acumulación de cargas bajo las rejillas G2 y G3 durante una duración elegida en función de la duración T_{INT} de integración deseada de cargas en los píxeles para un periodo T_L de línea correspondiente a la velocidad de desplazamiento ($T_L = D/V$); las cargas almacenadas o creadas bajo las rejillas G2 y G3 son evacuadas y perdidas; las que son almacenadas bajo las rejillas G1 son conservadas;
- c) se detiene la señal RST de reinicialización, lo que define el inicio de la duración T_{INT} de integración;
- d) la integración de cargas fotogeneradas se produce bajo las rejillas G2 y G3 transparentes;
- e) se sube el potencial de las rejillas G2 para que estas cargas se almacenen bajo las rejillas G2;
- 10 f) se baja a continuación el potencial de las rejillas G1, de manera que las cargas almacenadas bajo las rejillas G1 pasan bajo las rejillas G2 adyacentes y permanecen en las mismas; el pozo de potencial bajo las rejillas G2 comprende por tanto cargas almacenadas anteriormente bajo las rejillas G1 (etapa a), y las cargas generadas actualmente por la iluminación del píxel (etapa e y siguientes);
- 15 g) se sube el potencial de las rejillas G3; las cargas se reparten entre las rejillas G2 y G3; la acumulación de carga resultante de la iluminación actual de las rejillas G2 y G3 no ocultas prosigue bajo estas rejillas;
- h) se vuelve a descender el potencial de las rejillas G2 y las cargas se reagrupan bajo las rejillas G3 y comprenden, además de las cargas acumuladas, las cargas fotogeneradas bajo las rejillas G2 y G3 (no ocultas) durante el periodo de observación actual;
- 20 i) al final del periodo de observación actual, cuyo final de la duración T_{INT} de integración se produce cuando se sube el potencial de las rejillas G1 para encontrarse en la etapa a) de un nuevo periodo T_L de observación. Las cargas que por tanto se van a descargar en la rejilla G1 de uno de cada píxel incluyen no solamente las acumulaciones precedentes de píxeles situados corriente arriba sino también las cargas integradas en el píxel considerado en el transcurso de la duración T_{INT} que acaba de transcurrir.

25 Si el final del periodo de integración de cargas se define como el instante en el cual se sube el potencial de las rejillas G1, por tanto se ve que se ha definido un inicio de integración en un momento que es la etapa c, el cual puede definirse a voluntad, y en lugar de la etapa a) como se habría hecho en la técnica anterior. Esto es posible porque se oculta la zona G1 (prohibiendo que continúe acumulando directamente cargas) y porque se autoriza el vaciado de las cargas bajo las rejillas G2 y G3 sin vaciar las cargas bajo las rejillas G1.

30 La figura 2 representa el cronograma de funcionamiento correspondiente. Su particularidad con respecto al funcionamiento de una estructura TDI más clásica cuyos píxeles comprenderían igualmente tres rejillas, es la presencia de un comando RST de la rejilla AB, activado antes del inicio de una duración de integración y prohibiendo por tanto la integración de las cargas, mientras que una estructura clásica comprende una integración durante toda la duración de la observación T_L de línea (periodo de línea).

Las señales de este cronograma son las siguientes:

- 35 - la señal $\phi 1$ de control de las rejillas G1
- la señal $\phi 2$ de control de las rejillas G2
- la señal $\phi 3$ de control de las rejillas G3
- la señal RST de control de la rejilla AB de evacuación.

40 Las activaciones de estas señales se producen periódicamente (periodo T_L) en el orden siguiente, correspondiendo a las etapas a) a f), descritas anteriormente:

Etapa a)

El frente ascendente de la señal $\phi 1$ define el inicio de un periodo de línea y crea un pozo de potencial bajo las rejillas G1.

45 El frente descendente de la señal $\phi 3$, ligeramente posterior al frente ascendente de la señal $\phi 1$, permite por tanto descargar las cargas de la rejilla G3 hacia la rejilla G1 del píxel siguiente. Estas cargas son las cargas resultantes de la iluminación de los píxeles que han visto la misma línea de imagen en el transcurso de los periodos precedentes.

Etapa b)

El frente ascendente de la señal RST, ligeramente posterior al frente descendente de la señal $\phi 3$, permite hacer desaparecer a continuación hacia un drenaje las cargas generadas por la luz bajo las rejillas G2 y G3 iluminadas.

Etapa c)

El frente descendente de la señal RST permite autorizar una conservación de nuevas cargas generadas bajo las rejillas G2 y G3 del píxel. Es este frente descendente el que define el inicio de la integración de cargas fotogeneradas (Etapa d).

5 Etapa e)

El frente ascendente de la señal ϕ_2 , ligeramente posterior al frente descendente de la señal RST, crea un pozo de potencial que permite que las cargas fotogeneradas bajo las rejillas G2 y G3 se acumulen a continuación bajo la rejilla G2.

Etapa f)

10 El frente descendente de la señal ϕ_1 , posterior al frente ascendente de la señal ϕ_2 permite que las cargas almacenadas bajo la rejilla G1 y que resultan de acumulaciones de los periodos precedentes se descarguen en los pozos de potencial bajo las rejillas G2.

Etapa g)

15 El frente ascendente de la señal ϕ_3 , posterior al frente ascendente de la señal ϕ_2 , permite que las cargas bajo la rejilla G2 se repartan bajo las rejillas G2 y G3.

Etapa h)

El frente descendente de la señal ϕ_2 , permite que las cargas pasen enteramente bajo la rejilla G3.

Etapa i)

20 El frente ascendente de la señal ϕ_1 , que define el inicio de un nuevo periodo de línea, crea un pozo de potencial en el cual se descargan a continuación las cargas presentes bajo la rejilla G3, que resultan por un lado de las acumulaciones precedentes y por otro lado de la generación de cargas por la luz en el píxel actual en el transcurso del periodo que se acaba de desarrollar.

25 Se observará que la descarga de cargas de la parte oculta hacia la parte no oculta de un píxel puede hacerse en cualquier momento después del final de la señal RST de activación de la estructura de evacuación de cargas pero no antes de este final.

30 Se comprenderá que este funcionamiento se puede trasponer fácilmente si se cambia la naturaleza de las zonas de almacenamiento, es decir, en particular si ciertas de las mismas no están definidas por rejillas como en el ejemplo anterior sino por fotodiodos y en particular fotodiodos de potencial de superficie fija ("*pinned photodiodes*"). Del mismo modo, este funcionamiento se puede seguir trasponiendo si los píxeles comprenden un número de regiones de almacenamiento diferente de tres, siempre que se mantenga el principio de la presente invención, es decir la presencia en el píxel de una subdivisión oculta de la luz y la presencia de un control de evacuación de las cargas generadas en la otra subdivisión que permanece iluminada. Finalmente, el principio de la invención es aplicable tanto en el caso de regiones de almacenamiento bajo las rejillas que tienen un perfil de dopado constante como en el caso de regiones de almacenamiento que tengan perfiles de dopaje diferente del lado corriente arriba y del lado corriente abajo como se hace a menudo para reducir el número de fases de control de las rejillas introduciendo una direccionalidad de transferencia debido a estos perfiles particulares de dopaje.

35 Se va a dar a continuación un ejemplo de funcionamiento de la invención, con un píxel que comprende cuatro rejillas y dos fotodiodos, repartidos en dos subdivisiones una de las cuales está oculta y la otra está iluminada.

40 La figura 3 representa en vista inferior una columna de píxeles con dos píxeles $P_{i-1,j}$ y $P_{i,j}$ consecutivos de rango $i-1$ e i respectivamente. Los píxeles comprenden, cada uno, dos divisiones marcadas por el índice a y b respectivamente, es decir $SUBa_{i-1,j}$ y $SUBb_{i-1,j}$ por un lado, y $SUBa_{i,j}$ y $SUBb_{i,j}$ por otro lado. La primera subdivisión de cada píxel está ocultada por una máscara, M_{i-1} para el píxel $P_{i-1,j}$ y M_i para el píxel $P_{i,j}$. Las máscaras están representadas por zonas cuadrículadas que dejan aparecer las rejillas y fotodiodos que constituyen esta subdivisión del píxel.

45 La primera subdivisión comprende sucesivamente dos rejillas G1 y G2 y un fotodiodo PH1. Las rejillas como el fotodiodo definen regiones de almacenamiento de cargas. La segunda subdivisión comprende sucesivamente dos rejillas G3 y G4 y un fotodiodo PH2. La transferencia de carga es posible entre dos rejillas sucesivas o entre una rejilla y un fotodiodo que la siga o entre un fotodiodo y una rejilla que le siga.

50 Las rejillas G1, G2, G3, G4 están controladas por señales ϕ_1 , ϕ_2 , ϕ_3 , ϕ_4 lógicas respectivamente. Los fotodiodos no son controlados, con preferencia son fotodiodos de tipo "*pinned*" cuyo potencial de superficie es nulo por construcción y que establecen un pozo de potencial intrínseco pudiendo recoger cargas. Por supuesto, una estructura con fotodiodos de potencial de superficie controlado podría ser contemplada igualmente.

- 5 Se prevén una rejilla de reinicialización y un drenaje de evacuación de cargas asociadas a la subdivisión no oculta como en el píxel de la figura 1; esta rejilla y este drenaje están asociados al fotodiodo PH2; la rejilla de reinicialización, controlada por una señal RST de activación, es por tanto adyacente al fotodiodo. No es necesario prever que la rejilla de reinicialización sea directamente adyacente a las rejillas G3 y G4 de la subdivisión no oculta ya que el momento de activación de esta rejilla intervendrá en el momento en el que todas las cargas que habrán podido ser almacenada sobre las rejillas G3 y G4 habrán sido ya transferidas al fotodiodo PH2.
- 10 El funcionamiento es el siguiente, explicado con referencia al cronograma de la figura 4 que representa las diferentes señales $\phi 1$, $\phi 2$, $\phi 3$, $\phi 4$ y RST que tienen incluso una periodicidad de un tiempo T_L de línea = D/V pero una duración T_{INT} de integración que puede ser inferior a T_L y que está definida por el instante del final de la señal RST de activación de la evacuación.
- 15 El inicio del periodo de línea puede definirse como siendo el frente ascendente de la señal $\phi 1$, en el momento en el que todas las otras rejillas están al nivel bajo; las cargas acumuladas en el fotodiodo PH2 del píxel anterior se descargan bajo las rejillas G1. Estas cargas son las que resultan de las acumulaciones en los píxeles precedentes que han visto la misma línea de imagen.
- El frente ascendente de la señal $\phi 2$ reparte por tanto estas cargas entre las rejillas G1 y G2.
- El frente descendente de la señal $\phi 1$ concentra estas cargas bajo la rejilla G2.
- El frente descendente de la señal $\phi 2$ descarga estas cargas en el fotodiodo PH1.
- 20 El frente ascendente de la señal RST vacía las cargas que han podido ser acumuladas en el fotodiodo PH2 no oculto y mantienen su evacuación durante la duración de activación de RST. Esta señal no se afecta al fotodiodo oculto y no modifica por tanto la cantidad de cargas que contiene.
- 25 El frente descendente de la señal RST define el inicio del tiempo T_{INT} de integración efectivo ya que autoriza por tanto una acumulación de cargas en el fotodiodo PH2, resultante de la iluminación de este fotodiodo y de la iluminación de las rejillas G3 y G4. Estas últimas están a un potencial bajo y las cargas que generan se descargan inmediatamente en el fotodiodo PH2. Se observa que es posible prever un dopaje de semiconductor bajo la rejilla G3 ligeramente diferente del dopaje bajo la rejilla G4, para facilitar la descarga de sus cargas hacia el fotodiodo PH2.
- La acumulación de cargas de iluminación actual del píxel continúa por tanto en el fotodiodo PH2.
- Antes del fin del período de línea, las señales son las siguientes:
- 30 - el frente ascendente de $\phi 3$ crea bajo las rejillas G3 un pozo de potencial en el cual se descargan las cargas del fotodiodo PH1 (cargas resultantes de iluminaciones de píxeles precedentes); las cargas resultantes de la iluminación actual se dirigirán igualmente bajo la rejilla G3;
 - el frente ascendente de $\phi 4$ define bajo la rejilla G4 otro pozo de potencial y las cargas se reparten bajo las rejillas G3 y G4;
 - el frente descendente de $\phi 3$ concentra estas cargas bajo la rejilla G4.
 - 35 - finalmente, el frente descendente de $\phi 4$ descarga estas cargas en el fotodiodo PH2 que contiene por tanto la suma de las cargas de las iluminaciones de los píxeles precedentes y de la iluminación actual del píxel.
- 40 En la realización en la figura 1 se considera que la rejilla G1 oculta tiene la misma dimensión que las rejillas no ocultas. Es posible prever que tenga una dimensión menor, para evitar una reducción demasiado grande de la superficie fotosensible del píxel) pero no se debe evidentemente asegurar que la capacidad de almacenamiento de las cargas bajo esta rejilla es suficiente para recoger todas las cargas de N píxeles que hayan visto un mismo punto de imagen.
- Del mismo modo, en la realización de la figura 2, se considera que las dos subdivisiones del píxel tengan la misma dimensión, pero se puede prever una dimensión de la zona oculta más pequeña que la de la zona no oculta, siempre con la condición de que las rejillas y los fotodiodos tengan una capacidad de almacenamiento de cargas suficiente con respecto a las necesidades (según el número de líneas y según la gama de iluminaciones contempladas).

REIVINDICACIONES

1. Sensor de imagen con transferencia de cargas que funciona con desplazamiento e integración de cargas, comprendiendo el sensor de imagen N líneas adyacentes de P píxeles para una observación de una misma línea de imagen sucesivamente por varias líneas de píxeles con una suma de cargas eléctricas generadas por un punto de imagen durante una duración (T_L) periódica de línea en los píxeles de un mismo rango de diferentes líneas, comprendiendo los píxeles, cada uno, una sucesión, en el sentido del desplazamiento, de zonas de almacenamiento de cargas de las cuales algunas son fotosensibles, comprendiendo el sensor de imagen medios de control para aplicar a estas zonas potenciales que permitan el almacenamiento y después la transferencia direccional de las cargas de un píxel al siguiente, **caracterizado porque** cada píxel está subdividido, en el sentido del desplazamiento, y al menos dos partes ($SUB_{a,i,j}$, $SUB_{b,i,j}$), adyacentes, comprendiendo cada parte al menos una zona de almacenamiento de cargas independiente de zonas de almacenamiento de la otra parte pero permitiendo una transferencia de carga de la primera parte hacia la segunda, estando oculta una de las partes ($SUB_{a,i,j}$) contra la luz, y la otra parte ($SUB_{b,i,j}$) no estando oculta contra la luz, comprendiendo esta última al menos una zona (G3, G4, PH2) de almacenamiento fotosensible y una estructura (AB, DR) de evacuación de cargas que permita suprimir las cargas almacenadas en esta otra parte, comprendiendo este sensor de imagen medios para activar la estructura de evacuación en el transcurso de una fracción de una duración (T_L) de línea, antes de un instante ajustable del inicio de la integración efectiva precedente a una etapa de transferencia de cargas de la parte oculta hacia la parte no oculta.
2. Sensor de imagen según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el píxel comprende tres rejillas adyacentes que se suceden en el sentido del desplazamiento, estando oculta la primera rejilla (G1) de la luz y constituyendo la primera parte del píxel y estando las otras dos (G2, G3) iluminadas y constituyendo la segunda parte del píxel, siendo adyacente la estructura de evacuación de cargas a dichas otras dos rejillas (G2, G3).
3. Sensor de imagen según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la primera parte del píxel comprende sucesivamente, en el sentido del desplazamiento, dos rejillas (G1, G2) y un fotodiodo (PH1), y la segunda parte comprende igualmente dos rejillas (G3, G4) y un fotodiodo (PH2), y la estructura de evacuación de cargas es adyacente al fotodiodo (PH2) de la segunda parte.
4. Procedimiento de funcionamiento de un sensor de imagen con transferencia de cargas, como se define en la reivindicación 1 que funciona con desplazamiento e integración de cargas, comprendiendo el sensor de imagen N líneas adyacentes de P píxeles para una observación de una misma línea de imagen sucesivamente por varias líneas de píxeles con una suma de cargas eléctricas generadas por un punto de imagen durante una duración (T_L) de línea en los píxeles de un mismo rango de diferentes líneas, comprendiendo los píxeles, cada uno, una sucesión, en el sentido del desplazamiento, de zonas de almacenamiento de cargas algunas de las cuales son fotosensibles, comprendiendo el sensor de imagen medios de control para aplicar a estas zonas potenciales que permitan el almacenamiento y después la transferencia direccional de cargas de un píxel corriente arriba hacia un píxel corriente abajo, **caracterizado porque** una parte de las zonas de almacenamiento de cada píxel está oculta a la luz y otra parte no está oculta y es fotosensible, y **porque** el desplazamiento y la integración de las cargas comprenden, cíclicamente con un periodo igual a una duración T_L de línea:
- la descarga de cargas que provienen del píxel corriente arriba en una zona de almacenamiento de la parte oculta del píxel corriente abajo,
 - un comando de vaciado, hacia un drenaje de evacuación, de las cargas contenidas en la parte no oculta del píxel corriente abajo, y después la interrupción de este comando, definiendo un instante de inicio de integración efectiva de las cargas en el píxel corriente abajo,
 - simultáneamente o separadamente, la integración de cargas fotogeneradas en la parte no oculta del píxel corriente abajo y la descarga hacia la parte no oculta de las cargas almacenadas en la parte oculta del píxel corriente abajo.

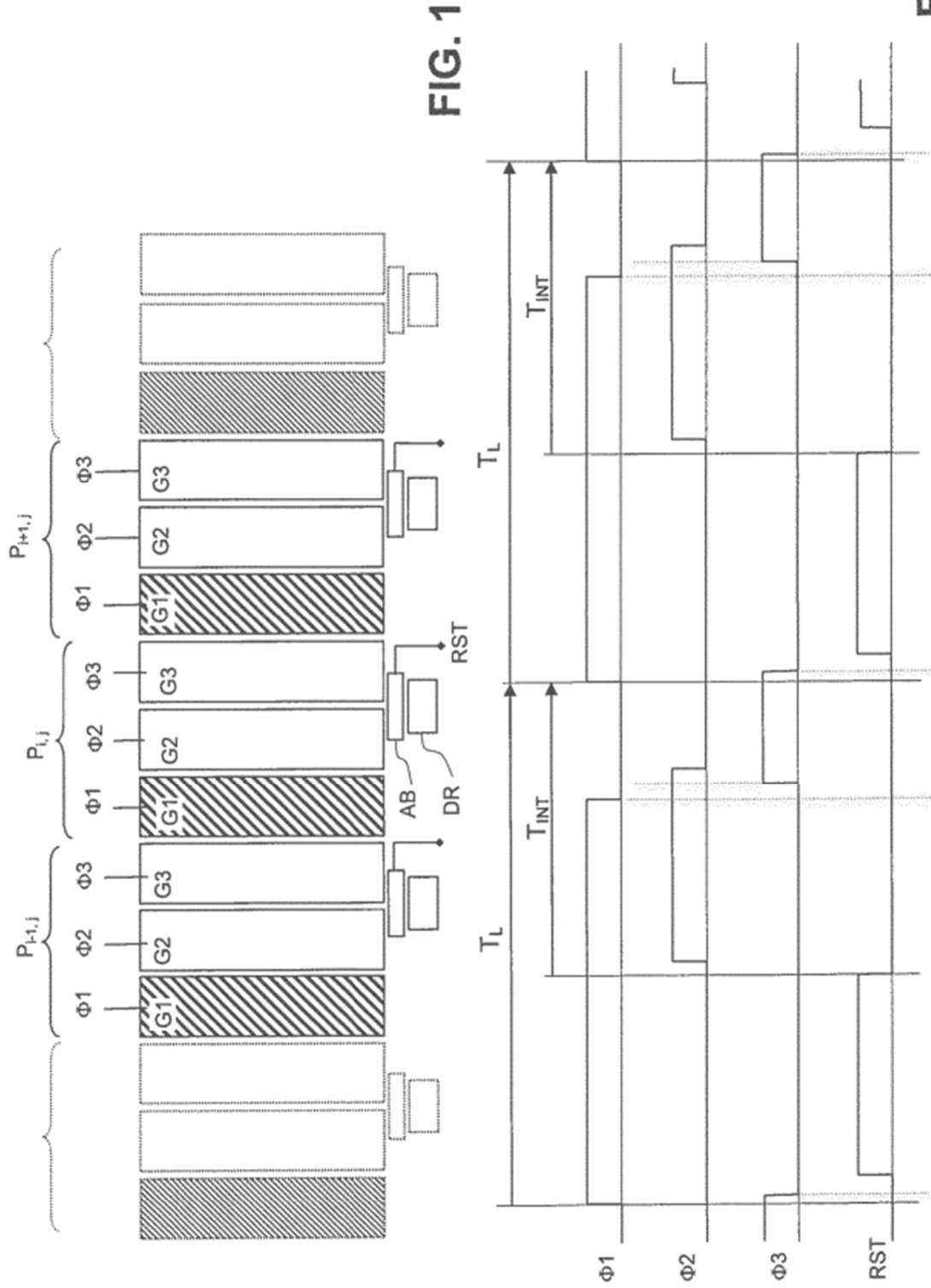


FIG. 1

FIG. 2

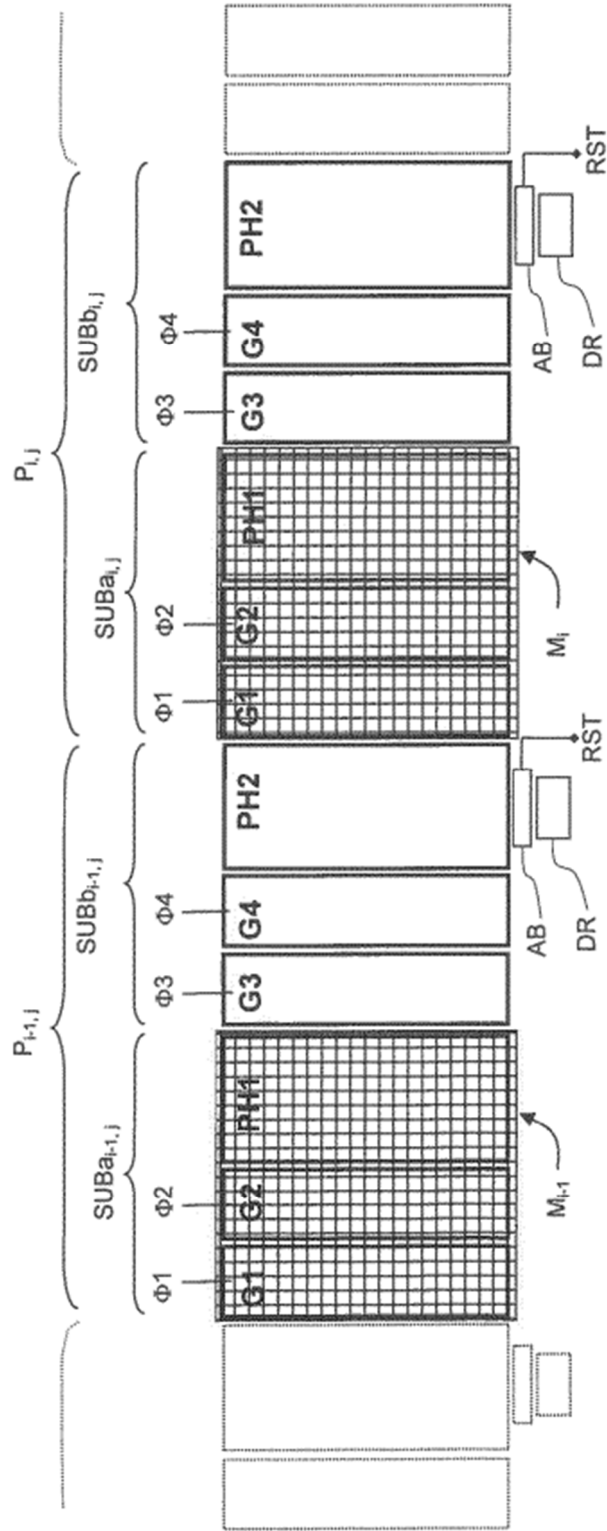


FIG. 3

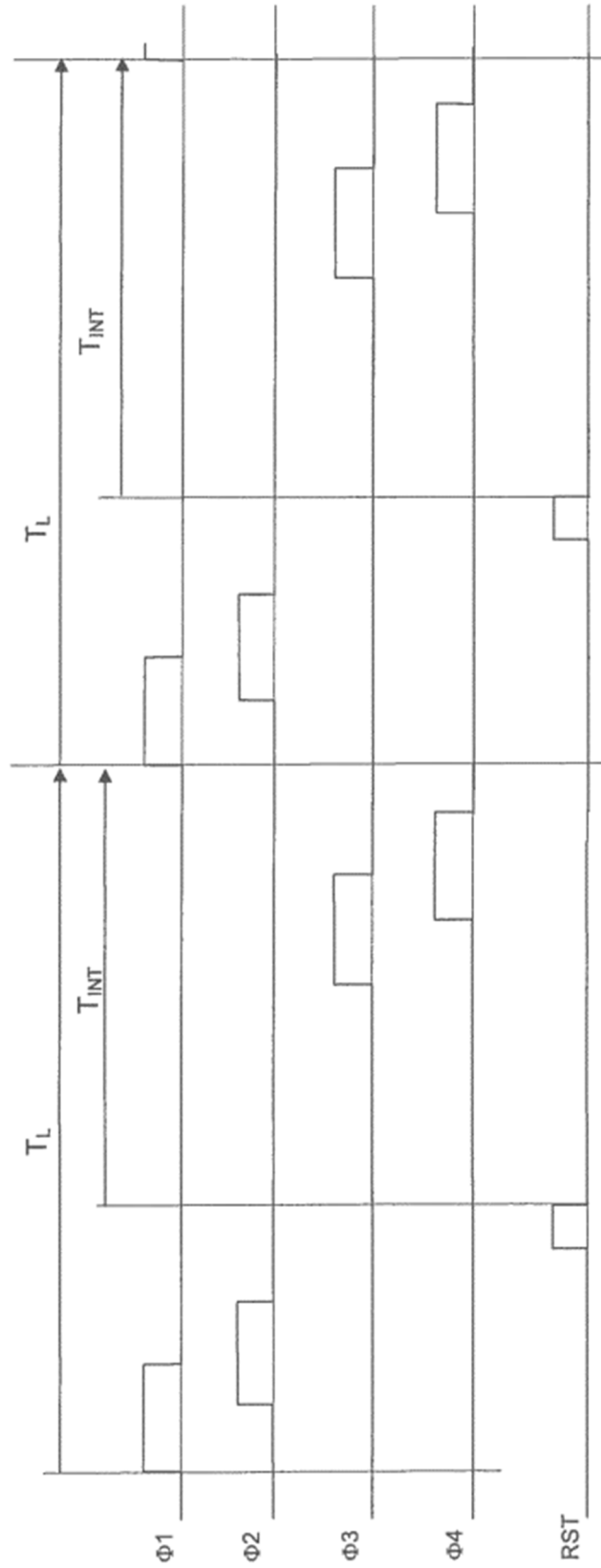


Fig. 4