

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 703 538**

51 Int. Cl.:

G01S 7/48	(2006.01)
F41H 11/02	(2006.01)
F41G 3/14	(2006.01)
G01J 3/00	(2006.01)
H01L 23/00	(2006.01)
G01S 7/495	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.03.2013 PCT/DE2013/000161**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.10.2013 WO13156013**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.03.2013 E 13722974 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.09.2018 EP 2839312**

54 Título: **Conjunto de sensores ópticos**

30 Prioridad:

17.04.2012 DE 102012007677

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

11.03.2019

73 Titular/es:

**HENSOLDT SENSORS GMBH (100.0%)
Willy-Messerschmitt-Strasse 1
82024 Taufkirchen, DE**

72 Inventor/es:

**BARTH, JOCHEN;
ROTH, THOMAS y
CZESLIK, CHRISTIAN**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 703 538 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

Conjunto de sensores ópticos

La invención se refiere a un conjunto de sensores ópticos según el preámbulo de la reivindicación 1.

5 Los conjuntos de sensores ópticos se emplean, por ejemplo, para la detección de fuentes de láser pulsado que anuncian una amenaza. Estos láseres se pueden clasificar por la longitud de onda y por la intensidad de radiación:

- sistemas de armas Beamrider, rango de Near-Infrared-Region (NIR), algunos mW/m^2 a algunos W/m^2 y
- designadores de objetivos y distanciómetros, 1064 nm, intensidad de radiación hasta algunos MW/cm^2 .

10 A los avisadores de láser, previstos para la detección de una intensidad de radiación de algunos mW hasta algunos MW, se exige que el sensor (detector) no se sature, de modo que el margen dinámico comprenda al menos 6 órdenes de magnitud. Estas exigencias no se pueden cumplir con un único sensor conocido por el estado de la técnica, sino que se eligen normalmente conjuntos de sensores que comprenden dos sensores S1, S2 montados uno al lado del otro con ventanas de entrada F1, F2 respectivamente asignadas, detectando cada sensor respectivamente solo una parte del margen dinámico deseado (Fig. 1).

15 Si el sensor se equipa adicionalmente con un sistema óptico para optimizar la abertura efectiva del sensor y el ángulo de imagen registrado, cada sensor se dota de un sistema óptico propio O1, O2. Con esta medida se necesitan más espacio y más componentes para el diseño de un sensor de advertencia de láser.

20 Por el documento US 5,428,215 A se conoce un conjunto de sensores en el que existen diferentes canales paralelos para la detección del margen dinámico. El conjunto de sensores descrito se conoce comercialmente bajo el nombre de HARLID®.

25 Por el documento US 6,632,701 A se conocen diodos sándwich que utilizan el principio de "vertical color filter detector group". Estos detectores están disponibles comercialmente en la combinación de Si/InGaAs. Los mismos comprenden varias capas de semiconductores apilados con dotación n y p, formando las respectivas transiciones p-n fotodiodos. Los distintos fotodiodos trabajan de forma selectiva de longitud de onda en diferentes gamas de longitudes de ondas. Un principio de diseño similar se revela en el documento US 7,683,310 B1 en forma de fotodetectores dispuestos unos detrás de otros, diseñándose los distintos detectores para diferentes longitudes de onda.

30 El documento US2004/0178463 A1 muestra un conjunto de sensores de una pila de diodos sensores. Los distintos diodos sensores operan en zonas espectrales diferentes. Para optimizar el rendimiento del conjunto de sensores, el material de los distintos diodos sensores se selecciona específicamente en lo que se refiere a su sensibilidad en las distintas gamas de longitudes de onda.

35 El documento EP 0 236 035 A2 describe un sensor de advertencia de láser en el que se disponen varios conjuntos lineales de detectores en el plano focal de un sistema óptico de reproducción, que vigilan respectivamente una sección a modo de tira del entorno, presentando las secciones a modo de tira respectivamente diferentes distancias respecto al sensor.

40 El documento US2011/0058152 A1 describe un dispositivo para la determinación de la distancia de un objeto que emite una signatura IR. El mismo comprende fundamentalmente un sensor con un sistema óptico de entrada y un filtro de longitud de onda sintonizable eléctricamente dispuesto delante de un detector. El filtro de longitud de onda puede ser, por ejemplo, un filtro Fabry-Perot fabricado a base de silicio.

Uno de los inconvenientes de los conjuntos antes indicados consiste en la limitación del margen dinámico.

El objetivo de la invención es el de proponer un conjunto de sensores con el que se incremente la sensibilidad dinámica manteniendo la zona de longitud de ondas espectral.

Esta tarea se resuelve con un conjunto de sensores según las características de la reivindicación 1. Otras formas de realización ventajosas de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.

45 El conjunto óptico de sensores según la invención comprende un sensor para la detección de ondas electromagnéticas y una abertura asignada al sensor, previéndose para la detección de las ondas electromagnéticas que entran a través de la abertura al menos dos sensores dispuestos uno detrás de otro.

50 Los al menos dos sensores dispuestos uno detrás del otro presentan zonas espectrales coincidentes y cubren la misma zona del entorno a observar. Por lo tanto, los sensores son sensibles en zonas espectrales coincidentes. A los sensores se aplica radiación de la misma longitud de onda, pero con una intensidad diferente.

La invención, así como otras ventajas de la invención se explican más detalladamente a la vista de las figuras. Se muestra en la:

Figura 1 a modo de ejemplo, un conjunto de sensores según el estado de la técnica;

Figura 2 una representación esquemática de dos diodos, dispuestos según la invención uno detrás de otro, junto con el desarrollo de la intensidad dentro de los diodos;

Figura 3 un conjunto de sensores según la invención.

En el conjunto de sensores según la invención, al menos dos sensores dispuestos uno detrás de otro (parte superior de la figura 2) utilizan una abertura común y, en el supuesto de que en una forma de realización ventajosa de la invención fuera necesario un sistema óptico, también un sistema óptico común. En el plano focal de este sistema óptico se encuentra un primer diodo D1, que transforma la radiación que incide en una corriente fotoeléctrica. Este diodo se diseña de manera que la capa sensible (transición p-n) presente un grosor lo más grande posible. Como consecuencia se absorbe en esta capa la mayor parte de los fotones que llegan y se convierte, de acuerdo con el rendimiento cuántico, en pares electrón-hueco. De esta forma, el D1 presenta una gran sensibilidad, pero al mismo tiempo se utiliza como filtro amortiguador para el segundo diodo D2 dispuesto por detrás, que posee así una sensibilidad reducida.

Esto se va a explicar a la vista de un ejemplo de cálculo en el que, con dos diodos, a modo de ejemplo, se cubre un margen dinámico de 6 órdenes de magnitud, presentando cada diodo un margen dinámico de 3 órdenes de magnitud. Como resultado, la relación de las intensidades absorbidas en las respectivas capas p-n debe ser además de 1:1000.

Se aplica la ley de absorción $I(x) = I_0 \cdot e^{-\alpha \cdot x}$, definiendo I la intensidad en la profundidad x del diodo D1 por cuya superficie pasa la radiación I_0 , y siendo α el coeficiente de absorción del diodo D1. En la parte inferior de la figura 2 se traza la curva de intensidad dentro de los diodos D1, D2 con una línea continua.

Como material de diodo se supone, por ejemplo, silicio con un coeficiente de absorción en la zona espectral IR cercana de 100 cm^{-1} . Para absorber el 99 % de la intensidad que pasa por la superficie del diodo en el primer diodo D1, se elige un grosor d_1 del diodo de 0,46 mm:

$$I_1 = I_0 \cdot e^{-4.6} = 0.01 \cdot I_0 \Rightarrow S_{D1} \propto I_0 - I_1 = 0.99 \cdot I_0$$

S_{D1} define la señal de salida del diodo D1, que es proporcional a la intensidad absorbida. Para conseguir la relación deseada para las intensidades absorbidas $(I_0 - I_1) : (I_1 - I_2)$, el grosor d_2 del diodo D2 se fija en 0.01 mm, descuidando la absorción en las capas de contacto de los diodos D1, D2:

$$I_2 = I_1 \cdot e^{-4.7} = 0.009 \cdot I_0 \Rightarrow S_{D2} \propto I_1 - I_2 = 0.001 \cdot I_0 \Rightarrow S_{D1} : S_{D2} \approx 1000 : 1$$

En este ejemplo, el grosor d_1 del primer diodo D1 se tiene que elegir muy grande para absorber el 99 % de la intensidad, puesto que el coeficiente de absorción de silicio en la gama infrarroja cercana es relativamente bajo.

En una forma de realización ventajosa de la invención se prevé, por lo tanto, una capa parcialmente metalizada entre los diodos D1, D2. Esta capa se dispone convenientemente por la cara posterior del diodo-Si sensible a los rayos infrarrojos D1, de modo que la radiación reflejada atraviese la capa de diodo dos veces; entonces se puede reducir el grosor del diodo sin cambiar el porcentaje de la radiación absorbida. Así se refleja una parte de la radiación que incide en el espejo divisor de haz de acuerdo con el coeficiente de reflexión R (línea de puntos en la parte inferior de la figura 2), y se transmite de forma correspondiente una parte $(1-R)$, pudiéndose descuidar la absorción interna dentro de la capa divisora de haz (línea discontinua en la parte inferior de la figura 2).

Para este caso, el ejemplo de cálculo arriba indicado se puede presentar como sigue. Para absorber prácticamente el 99 % de la intensidad que pasa por la superficie del diodo en el primer diodo D1, se elige el grosor d_1 de los diodos D1 con $d_1 = 0.23 \text{ mm}$ y la reflectancia del divisor de haz con $R = 0,90$:

$$I_1 = I_0 \cdot e^{-\alpha d_1} = 0.1 \cdot I_0$$

$$S_{D1} \propto I_0 - I_1 + R \cdot I_1 \cdot (1 - e^{-\alpha d_1}) = I_0 - I_1 \cdot (R \cdot (1 - e^{-\alpha d_1}) - 1) \\ = I_0 \cdot (1 - e^{-\alpha d_1} + R \cdot e^{-\alpha d_1} - R \cdot e^{-2\alpha d_1}) = 0.98 \cdot I_0$$

Para conseguir la relación deseada de las intensidades absorbidas, el grosor d_2 de D2 se fija de nuevo en 0.01 mm:

$$I_2 = I_1 \cdot (1-R) \cdot e^{-\alpha d_2} = I_0 \cdot (1-R) \cdot e^{-\alpha(d_1+d_2)} = 0.009 \cdot I_0$$

$$S_{D2} \propto I_1 \cdot (1-R) - I_2 \cdot (1-R) = I_0 \cdot (1-R) \cdot (e^{-\alpha d_1} - e^{-\alpha(d_1+d_2)}) = 0.001 \cdot I_0$$

$$S_{D1} : S_{D2} \approx 1000 : 1$$

La figura 3 muestra un conjunto de sensores según la invención. El conjunto de sensores SA se ha dispuesto en una carcasa G con una ventana F. Las ondas electromagnéticas pueden incidir a través de la ventana en el conjunto de sensores SA. El conjunto de sensores SA se compone de un primer diodo D1 y de un 2º diodo D2, disponiéndose el diodo D2, con respecto al eje X, detrás del diodo D1. Cada diodo D1, D2 presenta conexiones de contacto K_{11} , K_{12} , K_{21} , K_{22} , por medio de los cuales se conecta respectivamente a un sistema de procesamiento de señales SV1, SV2.

El diodo D1 sirve como detector para una sensibilidad alta, el diodo D2 como detector para una sensibilidad baja. Los dos diodos se han diseñado para la misma gama de longitud de ondas operativa.

Convenientemente se prevé, perpendicular al eje x, un sistema óptico O que se dispone entre la pila formada por el diodo D1 y el diodo D2 y la ventana F. La pila formada por el diodo D1 y el diodo D2 se dispone convenientemente de manera que el diodo D1 se posicione en el plano focal del sistema óptico O.

- 5 No se representa una capa parcialmente metalizada prevista entre el diodo D1 y el diodo D2. Un espejo divisor de haz parcialmente transparente como éste, se puede utilizar al mismo tiempo, siempre que consista en una capa metálica, para entrar en contacto con las superficies de contacto contiguas KF de los dos diodos D1, D2.

Lógicamente es posible un encascadamiento en más de dos diodos apilados para aumentar todavía más el margen dinámico, al igual que una transmisión a otras zonas espectrales.

- 10 Una de las ventajas de la invención radica en que la señal de salida de los dos diodos D1, D2, que actúan como detectores, se encuentra en el mismo orden de magnitud para las fuentes de láser a considerar. De este modo, las señales de salida se pueden procesar con circuitos fundamentalmente iguales para el procesamiento de señales SV1, SV2. El conjunto de sensores según la invención permite además ahorrar espacio y reduce el número de componentes ópticos necesarios.

15

REIVINDICACIONES

- 5 1. Conjunto de sensores ópticos que comprende varios sensores (D1, D2) para la detección de ondas electromagnéticas y una abertura común asignada a los sensores (D1, D2), previéndose para la detección de las ondas electromagnéticas que inciden a través de la abertura al menos dos sensores (D1, D2) dispuestos uno detrás de otro, coincidiendo los sensores (D1, D2) dispuestos uno detrás de otro en sus zonas espectrales operativas y formando en sensor (D1) respectivamente anterior, visto en dirección a la radiación incidente, para el aumento del margen dinámico del conjunto de sensores en las zonas espectrales coincidentes de los sensores, un filtro amortiguador para los sensores (D2) dispuestos detrás.
- 10 2. Conjunto de sensores según la reivindicación 1, caracterizado porque entre los sensores (D1, D2) se prevé una capa parcialmente metalizada.
- 15 3. Conjunto de sensores según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los sensores (D1, D2) son diodos con una transición p-n o n-p.
4. Conjunto de sensores según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el conjunto de sensores comprende además un sistema óptico (O).
- 20 5. Conjunto de sensores según la reivindicación 4, caracterizado por que uno de los sensores (D1, D2) se posiciona en el plano focal del sistema óptico (O).
- 25 6. Conjunto de sensores según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que cada sensor (D1, D2) se conecta a un conjunto para el procesamiento de señales (SV1, SV2).

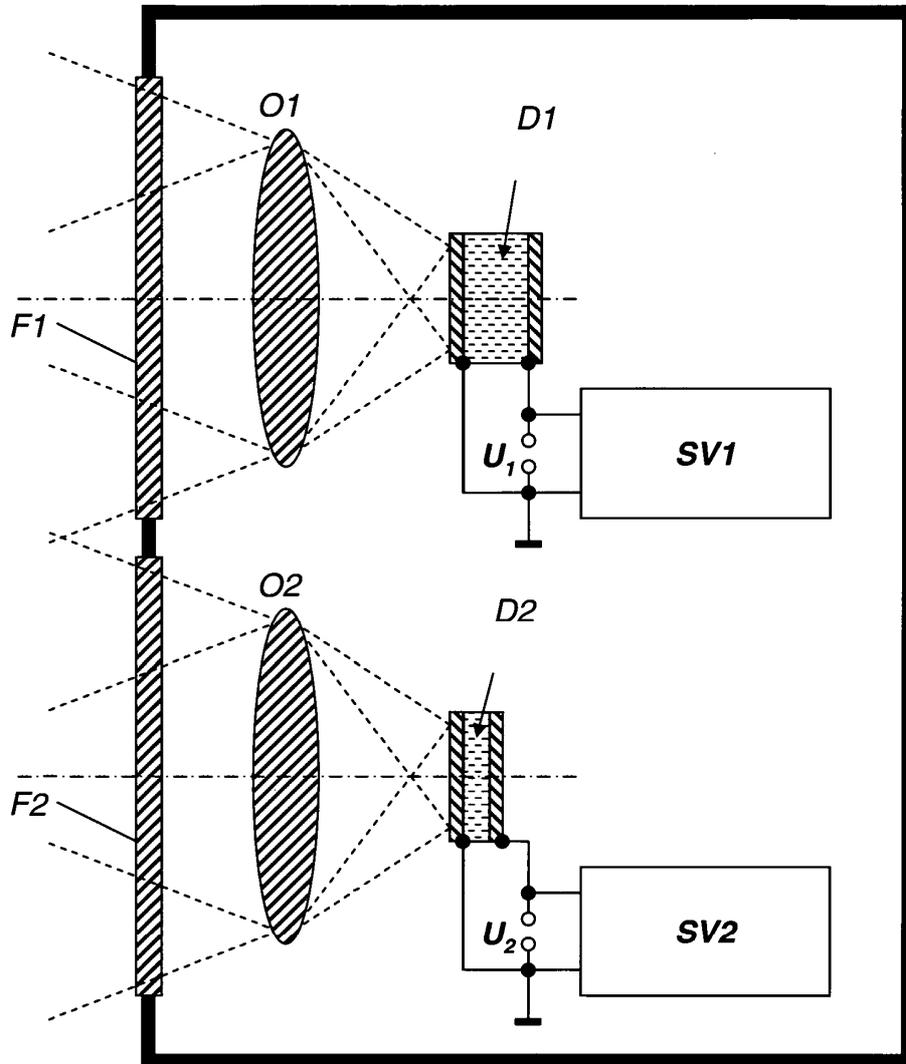


Fig. 1

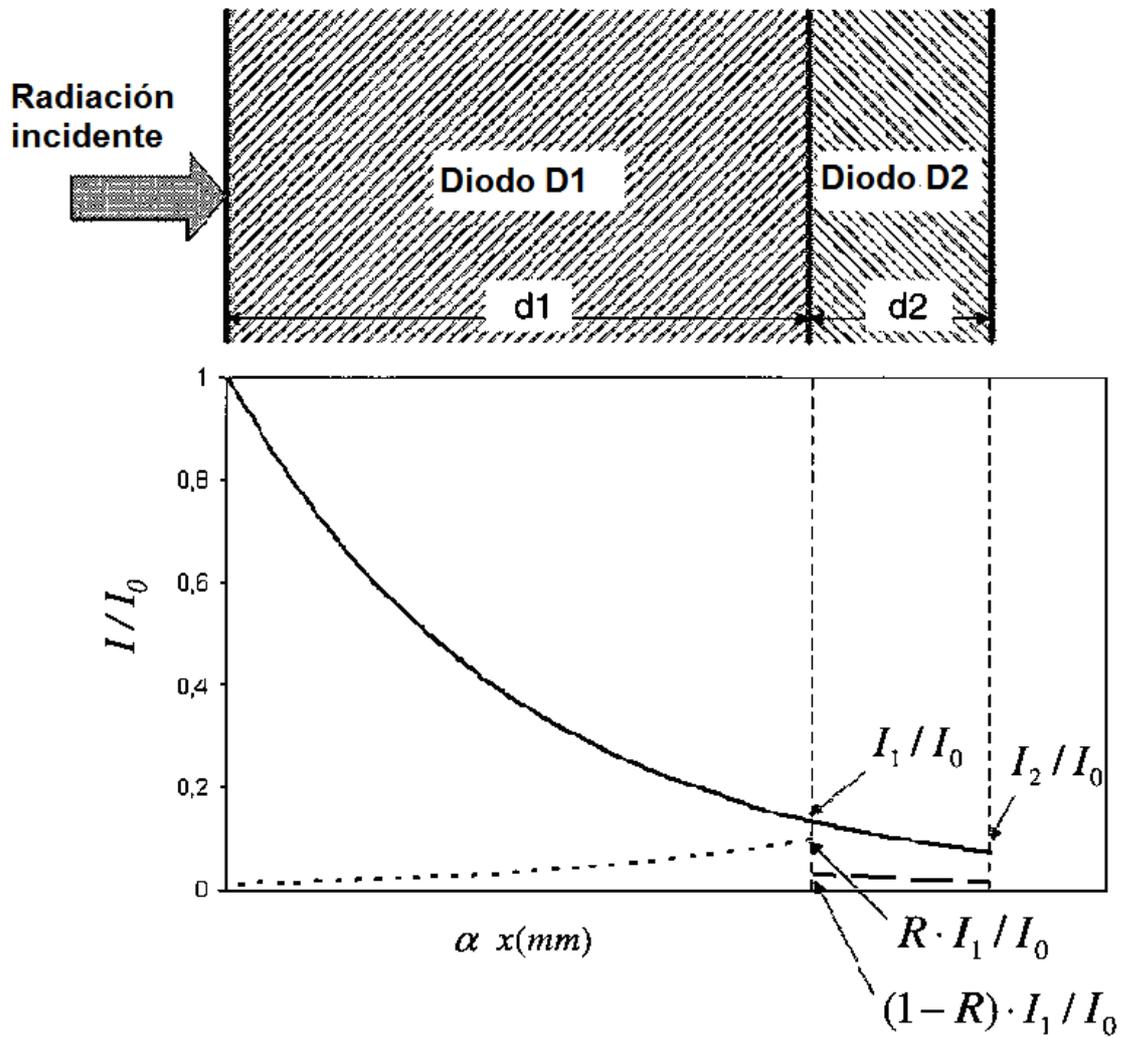


Fig. 2

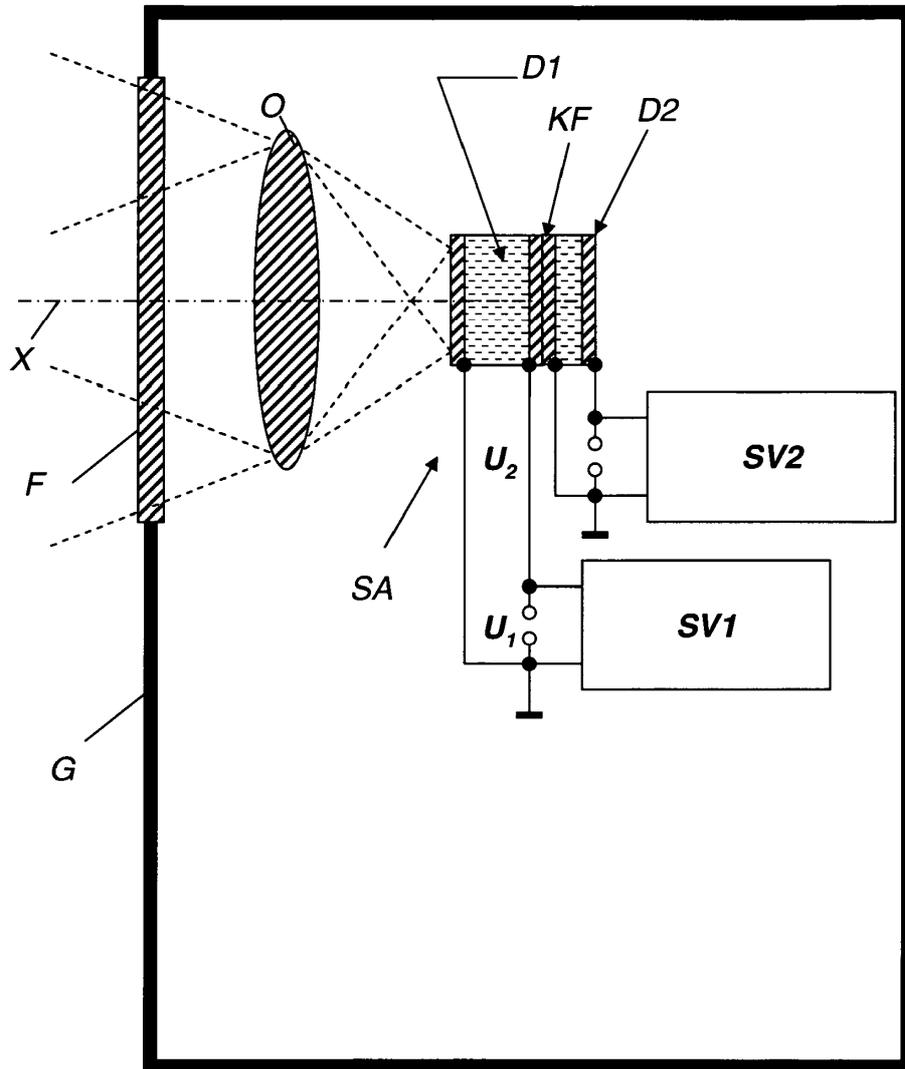


Fig. 3