

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 395 820**

51 Int. Cl.:

H04N 5/235 (2006.01)

H04N 5/243 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.01.2004 E 04703336 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.12.2012 EP 1654867**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de control de exposición para una cámara**

30 Prioridad:

14.08.2003 DE 10337357

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

15.02.2013

73 Titular/es:

**ADC AUTOMOTIVE DISTANCE CONTROL
SYSTEM GMBH (100.0%)
KEMPTENERSTR. 99
88131 LINDAU (BODENSEE), DE**

72 Inventor/es:

KRÖKEL, DIETER

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 395 820 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

Procedimiento y dispositivo de control de exposición para una cámara

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de control de exposición para una cámara con al menos un sensor de imagen en el cual se especifica un valor nominal de brillo de imagen y se regula a este valor nominal de brillo de imagen.

La invención se refiere también a un dispositivo de control de exposición para una cámara con al menos un sensor de imagen en el cual se especifica un valor nominal de brillo de imagen y se regula a este valor nominal de brillo de imagen.

La invención se refiere también a una cámara de observación del entorno para vehículos.

10 En un futuro, probablemente cada vez más vehículos dispondrán de sistemas para observar el entorno próximo y lejano al vehículo. Esto incluye sistemas capaces de determinar el movimiento del vehículo como un todo y como objeto en movimiento dentro de un flujo de tráfico en la carretera.

15 En base a estos sistemas se puede guiar y dirigir el vehículo específicamente para asistir al conductor o para la navegación, y ampliar los sistemas de seguridad para los ocupantes e incluso para evitar colisiones. Tales sistemas constituyen también la base para una conducción semiautónoma o incluso autónoma.

Como sistemas de observación del entorno para coches son adecuados, además de los conocidos sistemas de radar para la regulación de la distancia y del seguimiento, especialmente sistemas de cámara (cámara de observación del entorno para coches) con sensores generadores de imagen (sensores de imagen) en base a la luz visible o en el rango de luz infrarroja.

20 Las condiciones de exposición no son constantes cuando se toman imágenes consecutivas en el vehículo con una cámara, p. ej., para la búsqueda de carril mediante procesamiento de imágenes. Éstas varían en parte con mucha rapidez como, por ejemplo, al entrar o salir de túneles, y abarcan un amplio margen dinámico desde la luz clara del sol hasta la oscuridad de la noche. Sin embargo, los sistemas de cámara deben ser capaces de trabajar bajo cualquier condición de forma lo suficientemente segura y precisa.

25 Esto requiere que el sistema disponga de un rango dinámico muy elevado.

No es posible cubrir este rango dinámico mediante un ajuste de exposición con las cámaras convencionales y económicas de hoy en día. Para ello, normalmente se ajustan el diafragma y el tiempo de exposición.

En el vehículo se emplean generalmente cámaras con sensores LCD o CMOS. El tiempo de exposición de estos sensores equivale al tiempo en que se capta la luz.

30 A este tiempo se le llamará en lo sucesivo también «tiempo de integración». Puede controlarse de forma puramente electrónica. Por lo general no se dispone de un diafragma mecánico. En su lugar se ajusta adicionalmente la amplificación en los sensores de cámara LCD y CMOS antes de que la señal sea transmitida a un convertidor analógico/digital para su procesamiento posterior.

35 Los procedimientos de regulación existentes hasta el momento, como puedan ser los descritos en DE 102 15 525 o en US 2003/098914, miden continuamente la desviación de regulación de un valor nominal e intentan mantener esta desviación lo más reducida posible mediante una regulación posterior continua. JP 09-181962 describe un procedimiento de control de brillo en el cual, mediante una medición de prueba y leyendo dos veces a tiempos de exposición diferentes, se determinan la desviación y la pendiente de una curva característica para el control de exposición, y se emplean para la propia medición siguiente.

40 Además se describe un procedimiento en el cual, partiendo de una medición en una primera posición de un vehículo en movimiento, se estima la situación de iluminación de una segunda posición. Para ello, en la primera imagen se determina un punto aproximadamente equivalente a la segunda posición y ahí se evalúa el brillo en base a tres curvas definidas y, por lo tanto, a tres pendientes fijas especificadas.

45 Pero no siempre es conveniente regular el brillo de cada imagen consecutiva al evaluar las imágenes mediante sistemas de procesamiento de imágenes.

Por otra parte, en caso de tener que regular, se debería ajustar el valor nominal de la manera más rápida y precisa posible.

50 La invención tiene por objeto determinar un procedimiento y un dispositivo para regular la exposición del sensor con el cual se pueda ajustar un contraste de imagen lo más elevado posible de forma rápida y segura incluso bajo condiciones de luminosidad cambiantes.

Esta tarea queda resuelta por la invención mediante las características de las reivindicaciones independientes. A través de las características de las reivindicaciones secundarias dependientes se indican formas de perfeccionamiento favorables.

5 La invención resuelve la tarea de forma que la regulación se realiza en base a una función del brillo de imagen B en función de la iluminación I. Como iluminación se entiende la luminosidad óptica realmente existente que llega al sensor de imagen por el lado de entrada, de la cual resulta la luminosidad disponible para la evaluación mediante la integración y/o amplificación correspondientes en el lado de salida del sensor de imagen.

10 La regulación de la luminosidad medida se realiza ajustando la pendiente α de la dependencia del brillo de imagen B de la iluminación I (curva característica C). Una pendiente nueva se calcula en un paso de regulación a partir de la pendiente α_1 original, del valor nominal de brillo de imagen B_{nom} y del brillo actual de imagen B_{act} según la siguiente fórmula: $\alpha_2 = \alpha_1 * B_{nom}/B_{act}$

Mediante el ajuste de la pendiente se especifica directamente un punto de trabajo nuevo, con lo cual se puede prescindir de una regulación continua que requiere mucho tiempo.

15 El ajuste de la pendiente α se realiza mediante la especificación correspondiente del tiempo de integración y/o la amplificación del sensor de imagen.

20 La invención prevé especificar preferentemente como valor nominal de brillo de imagen B_{nom} un margen para el valor nominal B_{nom1} , B_{nom2} . La distancia entre los valores nominales define el margen de funcionamiento y, con ello, también la frecuencia de los ajustes. Por este motivo y con el fin de tener que ajustar con relativamente poca frecuencia, como margen de trabajo activo se define un amplio margen en relación con el margen de trabajo teórico máximo. Así se puede garantizar especialmente que, una vez realizado el ajuste, normalmente no haya que realizar ningún ajuste más durante un margen de tiempo determinado. Sin embargo, los valores concretos dependen en gran medida de la dinámica de las imágenes a registrar y de las variaciones de luminosidad.

Preferentemente se especifica un margen para el valor nominal del 50% al 90% del valor nominal para el límite inferior B_{nom1} , y del 110% al 130% del valor nominal para el límite superior B_{nom2} .

25 Según un perfeccionamiento de la invención se tiene previsto tener en cuenta una característica definida de la curva característica C a la hora de calcular la pendiente α_2 nueva.

Cuando la curva característica C no pase por el punto de origen O, según la invención se tiene previsto calcular la pendiente α_2 nueva teniendo en cuenta al menos un valor de desviación $Desv_1, Desv_2$ según la siguiente fórmula:

$$\alpha_2 = \alpha_1 * (B_{nom} - Desv_2) / (B_{act} - Desv_1)$$

30 La tarea en la que se basa la invención se resuelve también mediante un dispositivo por medio del cual se realiza una evaluación de imagen con un ordenador, ordenador con el cual principalmente también se lleva a cabo el control de exposición y la regulación o el control del brillo de imagen.

El ajuste del brillo actual de imagen B_{act} al brillo nominal de imagen B_{nom} se realiza preferentemente en un paso de regulación.

35 Según la invención se tiene previsto seleccionar unos píxeles determinados y relevantes para la medición del brillo de imagen y regular dicho brillo fundamentalmente en estas áreas.

Según la invención se tiene previsto destinar el ordenador a la tarea de calcular el brillo actual de la imagen tomada a través de una sensibilidad definida y poner este valor a disposición del sistema o de otros sistemas.

40 Como sensores de imagen son apropiados todos los sensores conocidos e imaginables para un registro de imagen, especialmente estructuras de sensores múltiples que comprenden elementos fotosensibles (puntos de imagen o píxeles) dispuestos en hileras o en forma de matriz y que reciben la luz del sistema óptico de la invención. También pueden emplearse sensores de imagen de silicio (sensores CCD, siglas del inglés Charge-Coupled Devices). En el caso de los sensores de imagen CCD, mediante la luz que cae sobre un electrodo transparente se generan portadores de carga de forma proporcional a la intensidad y al tiempo de exposición, los cuales se acumulan en un «pozo de potencial» (capa límite Si-SiO₂).

45 Estas cargas son desplazadas mediante más electrodos a una zona opaca y transportadas por filas en registros de desplazamiento «analógico» (línea de retardo analógica) a un registro de salida que será leído en serie con una frecuencia elevada. Sin embargo, preferentemente se emplearán sensores de imagen basados en la tecnología CMOS. Al emplear sensores CMOS se puede prescindir también de un control de diafragma. Esto permite una resolución de contraste constante en todo el margen de luminosidad. Además, estos sensores ofrecen la ventaja de permitir el acceso a cada pixel como se desee y de poseer al mismo tiempo una mayor sensibilidad (frecuencia de lectura elevada). También es posible realizar un primer procesamiento previo de las señales en el chip del sensor de imagen.

50

En una forma de realización de la invención especialmente favorable se emplean formatos conocidos de sensores, preferentemente sensores de cámara CMOS, esencialmente con una resolución VGA. El precio de sistema es bajo gracias al empleo de los formatos estándar, puesto que ya se fabrican en grandes cantidades.

5 Pero la invención no se limita expresamente al empleo de estos sensores estándar. Por ejemplo, se tiene previsto también usar sensores especiales y altamente dinámicos en el sistema óptico de la invención. Particularmente se tiene previsto usar como sensores los llamados chips TFA (de película delgada en un ASIC o circuito integrado específico del usuario, del inglés Thin Film an ASIC).

10 Utilizando estos sensores es posible alcanzar un margen dinámico de más de 200 dB en total. También se pueden emplear estos sistemas en caso de intensidad luminosa escasa, especialmente durante el crepúsculo o por la noche, p. ej., como aparatos de visión nocturna.

El procedimiento y el dispositivo según la invención se emplearán preferentemente para una cámara de observación del entorno para vehículos.

En la descripción que sigue se explicará la invención con más detalle tomando como referencia las ilustraciones adjuntas (fig. 1 a fig. 4).

15 La fig. 1 muestra esquemáticamente un sistema de procesamiento de imágenes.

La fig. 2 muestra esquemáticamente el desarrollo de la curva del brillo de imagen B de un sensor como función de la iluminación I.

La fig. 3 muestra esquemáticamente el desplazamiento del brillo actual de imagen Bact hacia un valor nominal de brillo de imagen (brillo nominal de imagen) Bnom.

20 La fig. 4 muestra esquemáticamente una tercera aplicación del desarrollo de la curva del brillo de imagen (curva característica C) que no pasa por el punto de origen (punto cero).

25 La fig. 1 muestra de forma esquemática un sistema de procesamiento de imágenes para una cámara de observación del entorno para coches. El sistema de procesamiento de imágenes comprende un capturador de imágenes 1 (cámara con sensor), capturador de datos de imagen 2 (capturadora de frames) y un ordenador 3. El capturador de datos de imagen 2 registra los datos de imagen 4 de la cámara 1. Los datos de imagen 5 son transmitidos a modo de datos iniciales al ordenador 3, el cual los evalúa. El ordenador tiene establecida una conexión 6 con la cámara 1, mediante la cual puede configurar la cámara 1.

30 La fig. 2 muestra esquemáticamente el desarrollo de la curva del brillo de imagen B de un sensor como función de la iluminación I (curva característica C). El punto de partida del control de exposición lo constituye el hecho de que los sensores por debajo del umbral de saturación (el cual se sitúa a un brillo máximo de imagen Bmáx en un caso ideal) muestran un comportamiento esencialmente lineal con respecto a la iluminación, al tiempo de integración y a la amplificación.

La pendiente α del desarrollo lineal de la curva se determina mediante el tiempo de integración y la amplificación ajustados:

35
$$\alpha = \eta * \text{tiempo de integración} * \text{amplificación}$$

La constante de proporcionalidad η contiene la fotosensibilidad del sensor.

40 Para ajustar un brillo medio de imagen B se especifica un valor nominal Bnom según el cual se regula. La transmisión de valores de regulación nuevos al sensor puede afectar a la transmisión de datos de imagen. Por eso se debe emplear el procedimiento de regulación lo menos posible. Por este motivo se especifica adicionalmente un margen de tolerancia entre Bnom1 y Bnom2 dentro del cual puede oscilar el brillo de imagen antes de que la regulación intervenga.

45 La fig. 3 muestra esquemáticamente el desplazamiento del brillo actual de imagen Bact hacia un valor nominal de brillo de imagen (brillo nominal de imagen) Bnom. Si el brillo actual de imagen Bact abandonase el margen de tolerancia entre Bnom1 y Bnom2, la pendiente de la curva característica C1 se modificaría de tal modo que el brillo actual de imagen Bact volviera a equivaler al brillo nominal Bnom de imagen Bnom. La pendiente nueva describe una nueva curva característica C2.

La esencia de la invención consiste en calcular la pendiente α_1 nueva y en realizar con ello el desplazamiento del brillo actual de imagen Bact al brillo nominal de imagen Bnom en un paso de regulación.

50 Debido a la dependencia lineal resulta la nueva pendiente α_2 de la antigua pendiente α_1 , multiplicada por la relación entre el brillo nominal de imagen Bnom y el brillo actual de imagen Bact: $\alpha_2 = \alpha_1 * Bnom/Bact$

Si se ha calculado la nueva α_2 , se ajusta a elección el tiempo de integración o la amplificación o incluso ambos con el fin de ajustar la nueva curva característica C2 de la forma más precisa posible.

5 Una vez se haya reconocido la desviación se puede ajustar el tiempo de integración y/o la amplificación nuevos en el sensor, con lo cual ya está activo para la imagen posterior a la siguiente. De este modo, con una frecuencia de repetición de imágenes típica de 25 Hz se podría realizar ya un nuevo ajuste pasados 40 ms.

Al calcular la pendiente α_2 nueva se tiene por tanto en cuenta la característica definida de una curva característica C de la dependencia del brillo de imagen B de la iluminación I realizando el ajuste correspondiente de la pendiente en el margen esencialmente lineal.

10 Además se pueden tener en cuenta también los límites del margen lineal y las desviaciones. En principio se podría tener también en cuenta una dependencia más compleja mediante un cálculo relativamente complicado, p. ej., mediante un polinomio de mayor grado.

La fig. 4 muestra esquemáticamente la situación existente cuando las curvas características C3,C4 no pasan por el punto de origen O. Entonces se restará la desviación Desv1 o Desv2 a la luminosidad correspondiente.

15 La invención no se limita sólo a sensores con curva característica lineal. En el caso de sensores con curva característica no lineal (p. ej., logarítmica), es posible aproximar la rama inferior de la curva característica de forma lo suficientemente precisa a una línea recta.

De este modo, este procedimiento se puede aplicar también a sensores con curva característica no lineal y, con ello, ajustar el brillo de imagen respecto a un valor nominal de forma lo suficientemente adecuada incluso en sensores con curva característica no lineal.

20 Normalmente, los sensores con curva característica no lineal cubren un margen dinámico considerablemente mayor que los sensores con curva característica lineal. Por tanto, el ajuste del brillo de imagen respecto a un valor nominal es menos problemático en sensores con curva característica no lineal que en sensores lineales. La elevada imprecisión en el cálculo de los parámetros de regulación en el caso de una curva característica no lineal no implica por tanto un empeoramiento significativo de la calidad de imagen.

25 Se tiene previsto un control del brillo de imagen mediante el ordenador, el microcontrolador o el procesador digital de señal DSP (siglas del inglés digital signal processor) dedicado a la evaluación de imagen, de modo que es posible ajustar en un paso de regulación el brillo actual de imagen al brillo nominal de imagen.

30 También se tiene prevista una selección de los píxeles relevantes para la medición del brillo de imagen. El margen de interés para una medición ocupa sólo una parte de la imagen en aplicaciones como, por ejemplo, la búsqueda del carril. Por eso, el control de exposición se limita a píxeles dentro de este margen. Así, este margen puede representarse de forma óptima.

Es conveniente adoptar la función «sensor de luminosidad», por lo que también está previsto. Cuando el ordenador tiene el control sobre la configuración absoluta de la amplificación y del tiempo de integración, puede calcular el brillo actual de la imagen tomada a través de una sensibilidad definida y emitir este valor como luminosidad exterior.

35 Este valor puede utilizarse, p. ej., para controlar los faros del vehículo.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de control de exposición para una cámara con al menos un sensor de imagen en el cual se especifica un valor nominal de brillo de imagen (Bnom), y se regula a este valor nominal de brillo de imagen, realizándose la regulación mediante un ajuste de la pendiente (α) de la curva característica (C) de la dependencia del brillo de imagen (B) de la iluminación (I) regulando el tiempo de integración y/o la amplificación del sensor de imagen, caracterizado porque se calcula una pendiente nueva partiendo de la pendiente α_1 original, el valor nominal de brillo de imagen Bnom y el brillo actual de imagen Bact según la siguiente fórmula:
- $$\alpha_2 = \alpha_1 * Bnom/Bact$$
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1 caracterizado porque
- a) se compara el brillo de imagen Bact con un margen de tolerancia (Bnom1,Bnom2) situado en torno al valor nominal de brillo de imagen (Bnom) y
- b) se especifica una nueva pendiente α_2 en un paso de regulación únicamente si el brillo de imagen Bact se encuentra fuera del margen de tolerancia (Bnom1,Bnom2) situado en torno al valor nominal de brillo de imagen (Bnom).
- 15 3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2 caracterizado porque al calcular la pendiente α_2 nueva se tiene en cuenta una característica definida de una curva característica (C) de la dependencia del brillo de imagen (B) de la iluminación (I).
- 20 4. Procedimiento según la reivindicación 3 caracterizado porque la curva característica C no pasa por el punto de origen O y se calcula la pendiente α_2 nueva teniendo en cuenta al menos un valor de desviación Desv1 según la siguiente fórmula:
- $$\alpha_2 = \alpha_1 * (Bnom - Desv1)/(Bact - Desv1)$$
- 25 5. Procedimiento según la reivindicación 4 caracterizado porque se asigna a cada pendiente (α_2 , α_1) un valor de desviación (Desv1, Desv2) correspondiente y se calcula la pendiente α_2 nueva teniendo en cuenta los valores de desviación correspondientes según la siguiente fórmula:
- $$\alpha_2 = \alpha_1 * (Bnom - Desv1)/(Bact - Desv1)$$
- 30 6. Dispositivo de control de exposición para una cámara con al menos un sensor de imagen en el cual se especifica un valor nominal de brillo de imagen Bnom, y se regula a este valor nominal de brillo de imagen Bnom, caracterizado porque se tiene previsto emplear un ordenador equipado de tal manera que puedan realizarse una evaluación de imagen y al menos fundamentalmente también el control de exposición así como la regulación o el control del brillo de imagen según un procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores.
7. Dispositivo según la reivindicación 6 caracterizado porque se seleccionan unos píxeles determinados y relevantes para la medición del brillo de imagen y se regula dicho brillo fundamentalmente en estas áreas.
- 35 8. Dispositivo según una de las reivindicaciones 6 ó 7 caracterizado porque se tiene previsto destinar el ordenador a la tarea de calcular el brillo actual de la imagen tomada a través de una sensibilidad definida y poner este valor a disposición del sistema o de otros sistemas.
9. Empleo de un procedimiento y un dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores para una cámara de observación del entorno para vehículos.

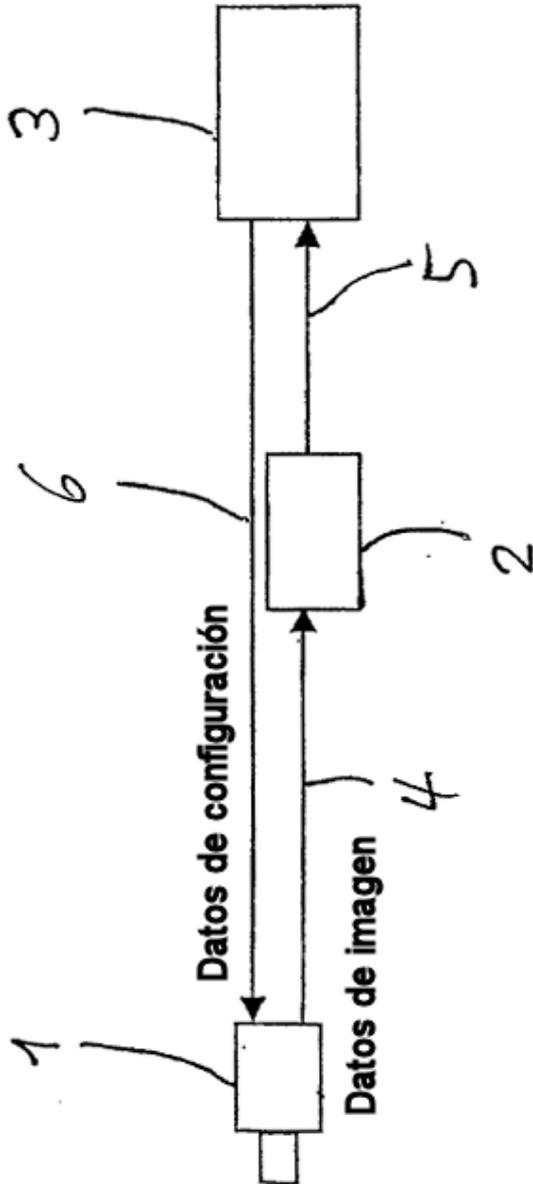


Fig. 1

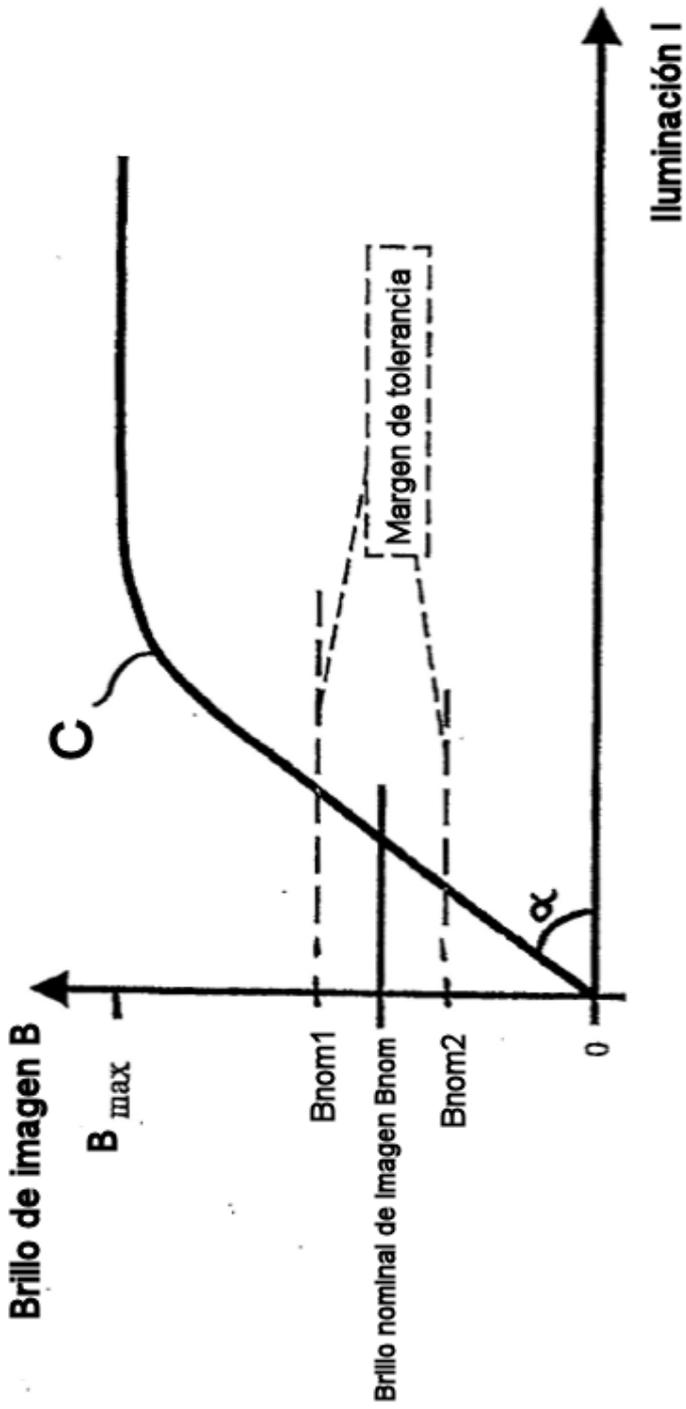


Fig. 2

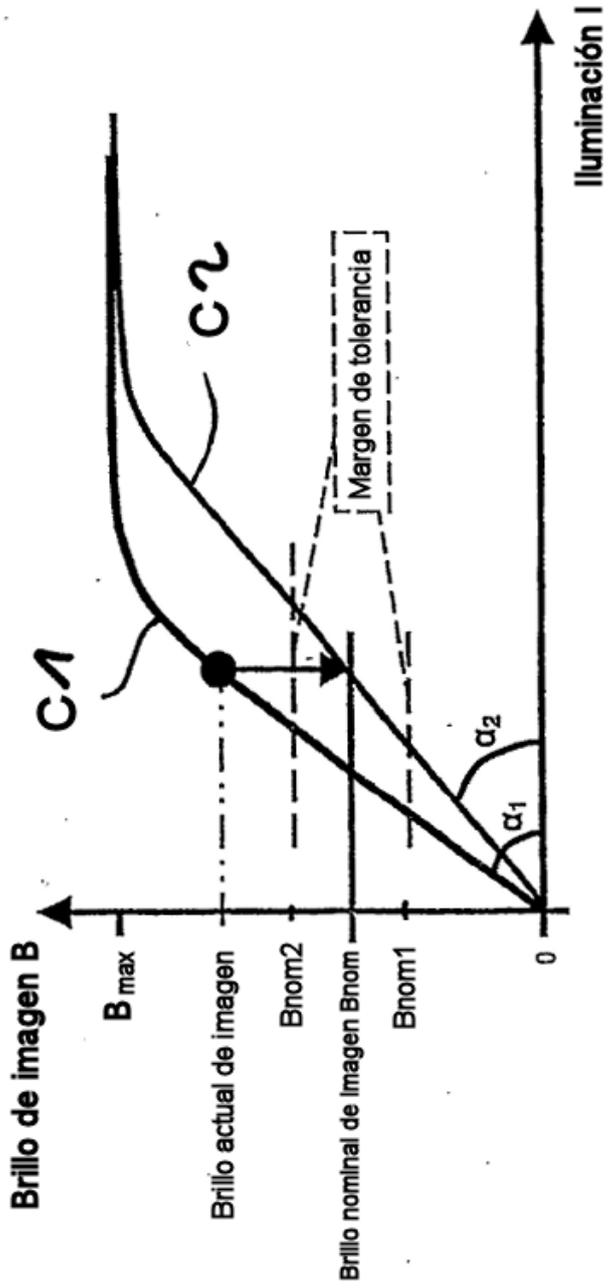


Fig. 3

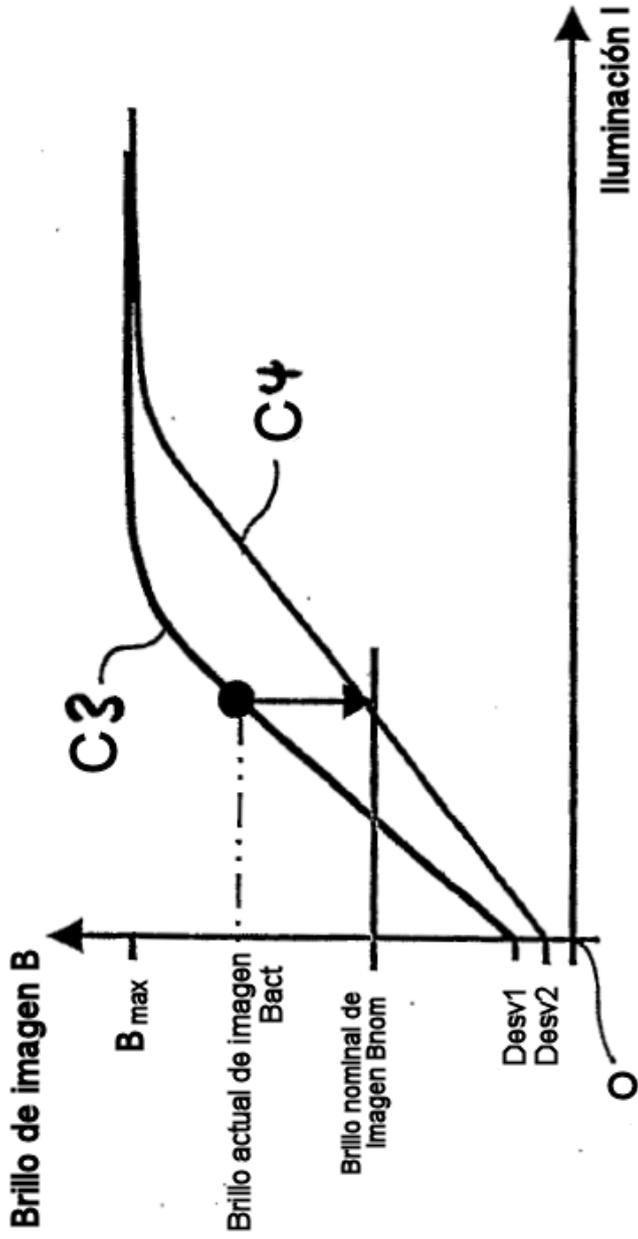


Fig. 4