

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 925 360**

51 Int. Cl.:

A01K 11/00 (2006.01)

A01K 61/95 (2007.01)

G06K 19/06 (2006.01)

G06K 19/077 (2006.01)

G06K 19/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.11.2017** **E 17401113 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.06.2022** **EP 3323286**

54 Título: **Dispositivo para identificar objetos y seres vivos en el agua, procedimiento para fabricar y utilizar el dispositivo, y uso del mismo**

30 Prioridad:

17.11.2016 DE 102016122113

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

17.10.2022

73 Titular/es:

**KARLSRUHER INSTITUT FÜR TECHNOLOGIE
(100.0%)
Kaiserstrasse 12
76131 Karlsruhe, DE**

72 Inventor/es:

**RAPP, BASTIAN;
SACHSENHEIMER, KAI;
FOULKES, NICHOLAS;
PERAVALI, RAVINDRA y
LOOSLI, FELIX**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 925 360 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

Dispositivo para identificar objetos y seres vivos en el agua, procedimiento para fabricar y utilizar el dispositivo, y uso del mismo

5

La invención se refiere a un dispositivo para identificar objetos y seres vivos en el agua, a procedimientos para fabricar y utilizar el dispositivo, y al uso del dispositivo. La invención se encuentra en el campo de la biología básica y la investigación del comportamiento.

10 Los peces son uno de los sistemas modelo más importantes para la biología básica. Se utilizan cada vez más para estudiar rasgos de comportamiento como consecuencia de particularidades y peculiaridades genéticas. Dado que los peces son animales de cardumen, es necesario identificar y clasificar correctamente los animales individuales de una población. Esto es particularmente importante cuando ciertos rasgos genéticos han sido alterados en una subpoblación. Los cambios resultantes en el comportamiento solo pueden vincularse claramente con las

15 características genéticas si se puede demostrar claramente de qué individuo se trata.

Existe una serie de métodos establecidos para marcar animales individuales en un rebaño o manada. La mayoría de estas soluciones se basan en sistemas de transpondedores activos y utilizan tecnología RFID, por ejemplo. Las dimensiones relativamente grandes de estos dispositivos los hacen inadecuados para su uso en peces. Además, el

20 marcado de peces individuales, especialmente para su uso en su hábitat natural, plantea otro problema: el entorno altamente dieléctrico. Debido a la constante dieléctrica muy alta del agua (aproximadamente 81), los campos eléctricos solo tienen una profundidad de penetración muy limitada. Esto significa, sobre todo, que las soluciones clásicas basadas en tecnología de radio no se pueden utilizar bajo el agua.

25 Un método muy difundido de marcado de peces son los llamados "elastómeros de implante visible" (VIE, por sus siglas en inglés), polímeros elastoméricos provistos de pigmentos colorantes, que se inyectan debajo de la piel de los animales. El problema de estos sistemas consiste en que su aplicabilidad es muy imprecisa y el cambio visual asociado en la pigmentación, que es percibido por sus congéneres. Como resultado de ello, es muy probable que se produzcan cambios de comportamiento, lo que significa que estos sistemas solo se pueden utilizar de forma muy limitada para

30 estudios de comportamiento.

El documento US20050011470A1 describe un sistema para la identificación inequívoca de un individuo de una población por medio de características externas. Estas características se cotejan con datos de una base de datos y el individuo puede ser identificado mediante una comparación con estos datos. Este procedimiento no se puede utilizar

35 para muchos peces, ya que los peces no se diferencian lo suficiente exteriormente. El documento US4392236A describe un sistema para la identificación de peces por medio de rayos X utilizando etiquetas compuestas de elementos de mayor número atómico (40-83) y que, por lo tanto, tienen un espectro de fluorescencia de rayos X característico. Sin embargo, en este procedimiento, los peces son expuestos a un alto nivel de radiación.

40 El documento US3545405A describe una etiqueta de identificación que se puede implantar en un macroorganismo para determinar su movimiento de un hábitat a otro. La etiqueta de identificación comprende un pequeño cuerpo metálico, preferiblemente cilíndrico, que tiene información codificada a lo largo de su periferia, estando la información codificada en forma de un patrón predeterminado que se transfiere a la superficie del cuerpo mediante una fuente de calor de alta energía, como pulsos láser. La etiqueta de identificación se puede leer magnéticamente, por ejemplo.

45 El documento US4713315A describe un procedimiento para grabar indeleblemente una variedad de marcas de identificación en una etiqueta de alambre para peces u otros macroorganismos. La etiqueta se reviste primero con laca fotosensible. Después se expone a la luz un área definida de la etiqueta revestida, correspondiente a las marcas de identificación, luego se retira la laca fotosensible del área definida y se graba la parte de la etiqueta que no tiene revestimiento, grabándose un patrón correspondiente a las marcas de identificación.

50

El documento US4750490A describe la identificación de peces mediante etiquetas, que presentan, al menos en un lado, marcas visualmente reconocibles que codifican información sobre un pez. Estas etiquetas se implantan planas en tejidos transparentes o semitransparentes de los especímenes respectivos. Las etiquetas implantadas se leen a

55 través del tejido transparente o semitransparente del pez, o las etiquetas se recortan y luego se leen. En ambos casos, los especímenes no resultan dañados o lesionados significativamente por las operaciones de implante y lectura. Las etiquetas implantadas también tienen un impacto mínimo en la supervivencia y otras propiedades biológicas y comportamientos.

60 El documento US20080091178A1 describe un procedimiento y un dispositivo para almacenar y recuperar información visual en el ojo de un portador de implante. El implante se coloca en la cuenca del ojo durante una cirugía ocular. Una superficie exterior del implante permanece visible desde una posición fuera del ojo después de la implantación, de modo que la información almacenada se puede leer a través del tejido transparente del ojo con una lupa óptica. La información se aplica al implante mediante láser, fotografía o impresión. El implante puede contener un sistema RFID (identificación por radiofrecuencia), pudiendo almacenarse en el implante un código de acceso correspondiente que

65 se puede leer con instrumentos ópticos.

Partiendo de esto, el objeto de la invención consistía en desarrollar un dispositivo con cuya ayuda se puedan identificar inequívocamente objetos y/o seres vivos en un cardumen o grupo. Además, el objeto también consistía en proponer un procedimiento para fabricar dicho dispositivo así como un procedimiento para usar el dispositivo.

El objeto se consigue mediante el dispositivo propuesto en la reivindicación 1 y mediante los procedimientos propuestos en las reivindicaciones 8 y 10, así como mediante el uso propuesto en la reivindicación 11. Las reivindicaciones subordinadas presentan formas de realización ventajosas.

La transmisión de información bajo el agua solo puede tener lugar principalmente en longitudes de onda más altas, por ejemplo, a través del sonido o la luz. Las ondas de luz pueden penetrar en el agua a diferentes profundidades, y el agua absorbe en gran medida la luz de baja frecuencia (UV). En cambio, la luz visible y especialmente la luz infrarroja (IR) pueden transportarse muy lejos en el agua.

El dispositivo según la invención para la identificación de objetos y seres vivos en el agua comprende al menos una sección A con simetría axial y globalmente convexa en un cuerpo base de un material transparente a la luz infrarroja, y una capa de código de barras (BS, por sus siglas en alemán) de un material opaco a la luz infrarroja, aplicada al menos en parte en la sección A del cuerpo base (GK, por sus siglas en alemán). La BS se aplica sobre el cuerpo base de tal manera que en la sección A del GK se crea un patrón de código de barras (BM, por sus siglas en alemán) a partir de áreas de la BS con anchuras iguales o diferentes. En una configuración, la sección A corresponde al GK.

La sección A tiene una geometría con simetría axial y globalmente convexa, es decir, no presenta ningún destalonamiento. Los destalonamientos ocultarían a la vista áreas del BM y, por lo tanto, darían lugar a información incorrecta. La sección A tiene preferiblemente una forma seleccionada entre la siguiente lista: cilindro, cono, cono truncado, pirámide, pirámide truncada, paralelepípedo, prisma, preferiblemente seleccionada entre la siguiente lista: cilindro, cono recto, cono truncado recto, pirámide recta, pirámide truncada recta, paralelepípedo, prisma recto. En una configuración con más de una sección A, las diferentes secciones A presentan geometrías iguales o diferentes.

El dispositivo permite identificar objetos que, al menos en la zona del dispositivo según la invención insertado, consisten en un material transparente a la luz IR, o también seres vivos, como peces, delfines, moluscos o incluso seres humanos, ya que éstos tienen cierta transparencia en la región infrarroja de onda baja.

El dispositivo según la invención se utiliza para generar un marcado insertable/implantable de acción pasiva que muestra un BM que se puede leer con luz IR.

Los BM consisten generalmente en una, así llamada, zona de reposo de entrada y salida, en la que no está codificada ninguna información. El código se introduce con un código de inicio y finaliza con un código de parada. En medio está el área de información, en la que está codificado un número variable de bits, es decir, información legible. Estos BM se utilizan, por ejemplo, para marcar productos en grandes almacenes y supermercados, así como para marcar libros.

Además de la información de marcado real, los sistemas de códigos de barras establecidos suelen tener información adicional en forma de bits adicionales. Estos bits se utilizan para comprobar si el código de barras se ha leído correctamente. Por lo tanto, también se designan como "bits de detección de errores". Si se ha malinterpretado un bit al leer el código de barras, estos bits a veces se pueden usar incluso para comprobar qué áreas del código de barras no se han leído correctamente. Esto a veces permite la reconstrucción del área de lectura incorrecta y, por lo tanto, no solo la "detección de errores", sino también la "corrección de errores". La tasa de bits leídos incorrectamente es significativamente mayor en la región de la luz visible que en la región de IR, ya que la mayoría de los seres vivos, como los peces, son significativamente menos transparentes en la región visible.

En el dispositivo según la invención se usa un BM para identificar inequívocamente un objeto individual de un conjunto de objetos idénticos o similares, o un ser vivo en una población, preferiblemente un pez en un cardumen. Dependiendo de la longitud del código, se codifica inequívocamente una profundidad de información ajustable y, por lo tanto, un número seleccionable de objetos o seres vivos. Si se elige un BM con 10 bits de información para marcar e identificar peces en un cardumen, se pueden marcar $2^{10} = 1024$ peces de forma inequívoca.

Por la literatura se conocen numerosos sistemas posibles de código de barras. Por razones de mejor manejo, en una configuración ventajosa el BM seleccionado tiene dos propiedades: es puramente binario, es decir, no codifica ninguna información en valores grises, y es unidimensional. Los valores grises siempre dependen mucho del contraste. El diseño de un BM puramente binario tiene la ventaja de que existe un alto grado de legibilidad. Los BM binarios se pueden leer correctamente incluso cuando se ven oblicuamente desde un lado. Un BM no binario que se lee oblicuamente puede interpretarse incorrectamente, ya que no se sabe si el área del BM alejada de la cámara tiene valores grises o áreas blancas muy poco perceptibles. En comparación con los códigos de barras planos, los códigos de barras lineales tienen la ventaja de que se pueden leer en cualquier dirección, mientras que los códigos de barras planos requieren un ángulo de visión lo más perpendicular posible.

En una configuración preferida, el BM tiene la forma de líneas de la BS con anchuras iguales o diferentes, perpendiculares al eje longitudinal de la sección A del GK. Las líneas de la BS se extienden alrededor de la sección A. Una configuración de este tipo permite que la información codificada se pueda leer de forma inequívoca, independientemente del ángulo de rotación o torsión actual del GK. Esto resulta ventajoso, ya que la posición exacta del dispositivo para la identificación en el objeto o ser vivo seleccionado y la posición del objeto o ser vivo no se pueden determinar, y con este dispositivo no es necesario determinarlas.

Cuando se usa un cilindro o un paralelepípedo, el eje longitudinal es el eje trazado a través de los puntos medios de dos superficies opuestas y corresponde a la dimensión más larga del cilindro o del paralelepípedo. Cuando se usa un cono, una pirámide, un cono truncado o una pirámide truncada, el eje longitudinal es el eje trazado desde el vértice hasta el centro de la base o a través de los centros de la base y la superficie de cubierta.

Cuando se usa un prisma, el eje longitudinal es el eje trazado a través del centroide geométrico y corresponde a la dimensión más larga del prisma.

En una configuración preferida está previsto un dispositivo en el que la sección A del GK es transparente a los IR, y la BS que produce el BM es opaca a los IR. La legibilidad del código de barras en el IR es ventajosa, ya que muchos seres vivos, incluidos los peces, suelen tener una mayor transparencia en la región IR que en la región visible. En la región de longitud de onda visible, por ejemplo, la pigmentación de un ser vivo (por ejemplo, un pez) o la combinación de colores de un objeto interfieren con el patrón del código de barras legible.

En la biología del comportamiento se utilizan varios sistemas de modelos de peces, siendo los más comunes el pez cebra (*Danio rerio*), medaka (*Oryzias latipes*), espinoso (*Gasterosteidae*), anguila eléctrica (*Electrophorus electricus*), pez ciego (*Amblyopsidae*), trucha (*Salmo trutta*) y lucio del Nilo (*Mormyridae*). En general se parte de la base de que los marcados, implantes o modificaciones similares en un pez deben representar menos del 2% del peso corporal y no deben impedir la locomoción del animal. Por lo tanto, el volumen total del marcado debe estar en el intervalo de un pequeño porcentaje de la longitud o la anchura del cuerpo, idealmente menos del 20%, preferiblemente menos del 10%. En el caso de la raza de peces medaka, que se utiliza con frecuencia en biología del comportamiento y que presenta una longitud de 30 mm y una anchura (en el punto más ancho) de 4 mm, se utiliza un marcado que tiene como máximo 3 mm de largo y 300 µm de ancho.

En una configuración, el GK y la BS están hechos cada uno de al menos un material flexible. Esto es particularmente ventajoso cuando el dispositivo se introduce en seres vivos y objetos flexibles, ya que entonces el dispositivo se adapta al movimiento del ser vivo u objeto y no ofrece resistencia.

La fabricación de un dispositivo para identificar peces con un BM se describe mediante el siguiente procedimiento. En primer lugar, en una etapa de procedimiento a) se prepara un GK con al menos una sección A con simetría axial y globalmente convexa hecha de un material que es transparente a la luz infrarroja. En una etapa de procedimiento b) se aplica una BS sobre al menos una parte de la sección A. Esta BS se aplica de tal manera que se forma una BM a partir de áreas de la BS con anchuras iguales o diferentes sobre la al menos una sección A. A continuación, en una etapa de procedimiento c) se retira el dispositivo.

La BS debe aplicarse sobre la al menos una sección A del GK de tal manera que se cree un BM. En una configuración, el BM se produce aplicando primero la BS sobre la sección A del GK. Luego se aplica sobre la BS una capa de un material fotorreactivo, una, sí llamada, sustancia protectora fotosensible. Estos materiales cambian su solubilidad en una solución de revelado tras la exposición a la luz de una longitud de onda apropiada. Con una sustancia protectora fotosensible positiva, la solubilidad aumenta por la exposición a la luz, con una sustancia protectora fotosensible negativa, se reduce. Luego, el material fotorreactivo se expone a la luz utilizando una configuración litográfica, ya sea utilizando una fotomáscara, que tiene áreas opacas y transparentes que definen el código de barras, o sin máscara. En una configuración ventajosa, la estructura consta de una unidad de proyección sin máscara, que permite definir un patrón de luz mediante *software*. Esto resulta ventajoso, ya que la producción de códigos de barras inequívocos requiere una nueva máscara para cada código. Durante la exposición a la luz, el GK gira continuamente o la fuente de luz gira alrededor del GK. De esta manera se crea un patrón con el que, como resultado de la exposición a la luz, sobre el revestimiento fotorreactivo se obtienen áreas que han sido expuestas a la luz y áreas que no han sido expuestas. La solubilidad de estas áreas en un disolvente adecuado se altera como resultado de la exposición a la luz. En la siguiente etapa, las áreas expuestas a la luz (sustancia protectora fotosensible positiva) o no expuestas (sustancia protectora fotosensible negativa se eliminan selectivamente en un disolvente. A continuación se estructura la BS absorbente de luz. Para ello se utiliza un baño de un agente de grabado capaz de descomponer selectivamente la BS. Las áreas de la BS que están protegidas por las estructuras de la sustancia protectora fotosensible que todavía están presentes están protegidas del ataque del agente de grabado. Como resultado de ello, el BM, que inicialmente solo era visible en la sustancia protectora fotosensible, se traduce en una estructura de la BS. Los restos de la sustancia protectora fotosensible se eliminan en la última etapa. Ahora hay un GK con una sección A que tiene áreas transparentes y opacas y que se puede leer como un código de barras perpendicular al eje de simetría, independientemente del ángulo.

En una configuración alternativa, la BS se elimina de forma selectiva utilizando un procedimiento de ablación. Para ello está disponible, por ejemplo, la eliminación mecánica mediante pulido, fresado o un procedimiento similar. Además es posible una ablación directa por medio de carga estructurada espacialmente de alta energía, por ejemplo usando un láser.

5 Otra configuración alternativa del procedimiento de fabricación consiste en la aplicación selectiva de la BS, por ejemplo usando una máscara que protege selectivamente determinadas áreas del GK antes de la aplicación de la BS y así permite la estructuración espacial.

10 En una configuración ventajosa, el GK o la BS consisten en un material biocompatible, ya que así se evitan reacciones de rechazo en el ser vivo. En una configuración particularmente ventajosa, tanto el GK como la BS consisten en un material biocompatible.

15 Como cuerpo base para el código de barras se ha de seleccionar un material que sea lo más flexible posible y transparente en la región de longitud de onda IR (101). Como materiales para el GK son adecuados polímeros seleccionados de la lista de copolímeros de cicloolefinas (COC), polímeros alcánicos saturados parcialmente fluorados o perfluorados o parcialmente clorados o perclorados, como polietileno, polipropileno, polibutileno o poliestireno, poliésteres como tereftalato de polietileno (PET), policaprolactona, ácido poliglicólico o ácido poliláctico, polisulfonas (PSU), poliarilatos y poliéteres, politetrafluoroetileno o poliuretanos, polisiloxanos, polifosfacenos, polisilazanos, poli(óxido de etileno), poliacrilatos, polimetacrilatos, polietileniminas, polímeros que contienen tioles o mezclas de dos o más de los mismos.

20 La BS consiste preferiblemente en metales, polímeros cristalinos o parcialmente cristalinos con o sin relleno de partículas, así como cerámicas absorbentes de IR o mezclas de los mismos. El oro es particularmente adecuado como BS. El oro se puede aplicar utilizando una técnica de revestimiento físico, por ejemplo, mediante pulverización iónica. Aquí solo se necesita una capa muy delgada, ya que el oro es opaco a partir de espesores de capa de solo unos pocos nanómetros. El oro se puede retirar usando un baño de yoduro de potasio/yodo como agente de grabado.

25 Si no se ha utilizado material biocompatible como GK y/o como BS, en una configuración ventajosa, en una etapa de procedimiento b1), el código de barras producido se provee de una película de un material biocompatible. En una configuración, esto tiene lugar por medio de un proceso de revestimiento químico con una película protectora biocompatible. Como película protectora se utiliza preferiblemente un material de la lista consistente en parileno C, polímeros fluorados, una capa de vidrio, COC, polietereftercetona o poliestireno, o mezclas de los mismos. La elección del material solo está restringida por el hecho de que el material no debe reducir significativamente la elasticidad del GK y debe ser ópticamente transparente en la región de la longitud de onda utilizada. Un revestimiento con una película biocompatible reduce las reacciones de rechazo en los seres vivos.

30 Para ser utilizado de acuerdo con la invención, el dispositivo primero debe ser introducido o implantado en objetos o seres vivos, en una realización preferida peces, según una etapa de procedimiento u), recibiendo cada objeto o ser vivo un código de barras asignable de forma inequívoca. El objeto o el ser vivo con el código de barras implantado se mueve en el agua dentro del campo de visión de la fuente de luz IR y en una etapa de procedimiento v) se irradia con luz IR y se registra con una cámara de IR.

35 En una configuración, la fuente de IR consiste en un emisor de IR plano que está activo de forma permanente o intermedia. Por medio de la cámara se puede reconocer el código de barras como un patrón (304) de rayas. La imagen se procesa en la etapa w) por medio de un sistema de entrada-procesamiento-salida conectado (por ejemplo, un ordenador) y se vuelve a leer el código de barras. Esto permite identificar los peces de forma inequívoca.

40 En una configuración, un sistema de este tipo se colocará de modo que quede dispuesto muy cerca de lugares de alta probabilidad de estancia, como una fuente de alimento. En otra configuración se distribuyen múltiples unidades de identificación espacialmente alrededor de un recipiente lleno de agua, en particular un acuario, de tal manera que se controlan todas las direcciones espaciales. En una configuración preferida, el sistema está en uso permanente. Esto permite rastrear objetos o seres vivos, preferiblemente peces, utilizando la información direccional de la identificación y registrar su movimiento en el tiempo. En otra configuración se colocan en el agua sistemas de cámaras IR y fuentes de luz adecuados.

Las configuraciones se pueden combinar libremente entre sí.

45 El dispositivo según la invención proporciona un sistema robusto para marcar e identificar objetos individuales de un conjunto de objetos o seres vivos idénticos o similares en una población. En particular, el sistema combina las siguientes ventajas cuando se utiliza para identificar seres vivos como los peces:

- El sistema permite identificar individualmente de forma inequívoca un gran número de objetos o seres vivos (>100).
- La solución es un sistema puramente pasivo. No se necesita ninguna fuente de alimentación. El código de barras se puede leer durante toda la vida del animal. No se requieren trabajos de mantenimiento.

- La aportación de volumen y peso del sistema de marcado es insignificante. El código de barras en sí pesa unos pocos miligramos y ocupa una parte insignificamente pequeña del volumen del cuerpo.
- El código de barras no impide que el animal se mueva.
- El sistema es sumamente económico y fácil de implementar. Adicionalmente se obtienen las siguientes ventajas, dado que el sistema está diseñado para ser legible en el IR:
- El código de barras es casi invisible desde el exterior en la región de longitud de onda visible. Esto tiene sentido sobre todo porque los cambios en el marcado o la pigmentación de los peces son potencialmente percibidos por otros miembros del cardumen y esto promueve un cambio en el comportamiento.
- Los peces apenas pueden percibir la luz IR. Esto permite una medición sin cambiar el comportamiento natural de los animales.
- El sistema se puede utilizar en el agua sin ningún problema, incluso en distancias más largas si se utilizan una fuente de infrarrojos y una cámara de infrarrojos de resolución suficientemente alta. Esto se debe principalmente al hecho de que la luz IR solo se absorbe ligeramente tanto en el agua como en el tejido del pez y, por lo tanto, no impide que se lea el código de barras.

La invención se explica con más detalle con las siguientes figuras y ejemplos de realización.

La Figura 1 muestra un ejemplo de un código de barras unidimensional. Se trata de un, así llamado, código EAN, que tiene una estructura "Sin Retorno a Cero (NRZ, por sus siglas en inglés)". Una superficie reflectante (no transparente) es un 0 lógico y una superficie no reflectante (transparente) es un 1 lógico. Una zona de reposo de entrada (10) y salida (14), en las que no hay información, incluyen el código de barras real. Éste comienza con un código de inicio (11) y termina con un código de parada (13). En medio se encuentra el área de información real del código (12).

En la Figura 2 se muestra el procedimiento básico para producir un código de barras rotacionalmente simétrico en forma de fotolitografía en un GK transparente y flexible. a) El punto de partida es el GK con una sección A (101). b) En una segunda etapa, esta sección se reviste con una BS opaca (102). c) Sobre esta capa se aplica una sustancia fotorreactiva (PS, por sus siglas en alemán) (103). d) La PS se expone a la luz utilizando un dispositivo adecuado para estructurar la luz, por ejemplo una fotomáscara (202) con áreas opacas (203) y transparentes (204) que establecen la estructura del código de barras. Durante la exposición a la luz, el GK gira alrededor del eje o la fuente de exposición (205) gira alrededor del GK. e) Como resultado de la exposición a la luz se produce un cambio químico en la PS que, dependiendo de la naturaleza de la PS, se vuelve más (PS positiva) o menos (PS negativa) soluble en un disolvente después de la exposición a la luz. En el ejemplo mostrado se utiliza una PS negativa. Las áreas (207) expuestas a la luz son menos solubles que las áreas (208) no expuestas a la luz. f) Después del revelado, algunas áreas de la BS (102) quedan protegidas por la PS (207). g) En la siguiente etapa, la BS opaca (102) es atacada mediante una etapa de grabado. Las áreas que aún están protegidas por la PS (207) están a salvo del ataque del agente de grabado. La estructura del código de barras se transfiere a la BS opaca (102). El material transparente del GK queda expuesto en las áreas expuestas. h) Después de retirar la PS, el código de barras está presente como una estructura rotacionalmente simétrica de áreas opacas (BS, 102) y transparentes (GK, 101).

Los peces se identifican tal como se muestra en la Figura 3. El pez (302) con el dispositivo (303) implantado nada entre un radiador de IR plano (301) y una cámara IR (305). La cámara reconoce el código IR como un patrón (304) de rayas. Un sistema EVA (306) conectado lee el código e identifica el pez.

La Figura 4 muestra una estructura en la que la unidad (404) de identificación, formada por la fuente de IR y la cámara de IR, está instalada en una pecera (401) cerca de una fuente (405) de alimento. Los peces (302) con el dispositivo de identificación (303) implantado se identifican al acercarse a la fuente de alimento. Es muy probable que los peces (302) frecuenten el área frente a la fuente de alimento.

La Figura 5 muestra un BM rotacionalmente simétrico en un hilo de polímero. El GK (101) consiste en el polímero PET y el BS (102) en oro.

La Figura 6 muestra la transmisión de luz (T/R%) de diferentes longitudes de onda (W en nm) a través del pez *medaka* y la Figura 7 la transmisión en el pez cebra. Ambos peces presentan suficiente transparencia en la región IR, pero no en la región espectral visible.

La Figura 8 muestra un dispositivo alojado en un recipiente lleno de agua registrado con IR (color invertido). El código de barras es fácil de ver. El código de barras utilizado consistía en un patrón de rayas puro con una anchura de línea de 100 µm.

La Figura 9 muestra la imagen de una cámara de IR con el espectro de transmisión del código de barras leído situado debajo. El código de barras se puede leer de forma inequívoca a través del patrón.

La Figura 10 muestra un código de barras implantado en un *medaka* (que fue sacrificado previamente mediante choque hipotérmico). El patrón del código de barras se puede reconocer en el espectro de transmisión óptica.

Ejemplos de realización

Dispositivo para identificación de peces en IR

5 Para probar la funcionalidad se aplicó un BM rotacionalmente simétrico a un GK cilíndrico hecho de PET (300 μm de diámetro, 3 mm), que tiene una alta transparencia IR. Sobre este GK se pulverizó oro (espesor de capa de 30 nm) como BS, y sobre ésta se aplicó una capa de una sustancia protectora fotosensible positiva (laca AZ, espesor de capa de 3 μm).

10 La exposición a la luz tuvo lugar en un sistema de litografía de proyección de autorrevelado sin máscara (365 nm, 4 min). La anchura de las rayas de código de barras era de al menos 100 μm . Después de la exposición a la luz, el GK se reveló y se grabó en un baño de yoduro de potasio/yodo. Después de retirar la PS, el dispositivo se revistió en una etapa adicional con una capa de parileno-C de 100 nm de espesor mediante un proceso de CVD. De este modo se obtuvo el dispositivo mostrado en la Figura 5.

15 En primer lugar se probó la transparencia a los IR de los dos tipos de pez utilizados. Para ello, los peces se dispusieron frente a un radiador de IR plano en el acuario y se midió la transmisión con un espectrómetro. Los resultados se muestran en las Figuras 6 y 7. Ambos peces muestran suficiente transparencia en la luz IR, pero no en la luz visible.

20 En la siguiente etapa se implantaron los códigos de barras en los peces (Figura 10) y se leyeron usando una combinación de una fuente de IR plana y una cámara de IR. La codificación se puede leer correctamente.

Listado de referencias numéricas

10	Zona de reposo de entrada
11	Código de inicio
25	12 Área de información del código
	13 Código de parada
	14 Zona de reposo de salida
	101 Sección A del cuerpo base
	102 Capa de código de barras
30	103 Sustancia fotorreactiva
	202 Fotomáscara
	203 Área opaca
	204 Área transparente
	207 Área expuesta a la luz
35	208 Área no expuesta a la luz
	301 Radiador de IR plano
	302 Pez
	303 Dispositivo
	304 Patrón de código de barras
40	305 Cámara de IR
	306 Sistema EVA
	401 Pecera
	404 Unidad de identificación
45	405 Fuente de alimento

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (303) para la identificación de objetos o seres vivos en el agua que son transparentes a la luz infrarroja al menos en una parte, que comprende

- un cuerpo base, que comprende al menos una sección A (101) con simetría axial y globalmente convexa, de un material transparente a la luz infrarroja;
- una capa (102) de código de barras aplicada al menos en parte sobre la al menos una sección A (101) del cuerpo base, hecha de un material opaco a la luz infrarroja, estando aplicada la capa (102) de código de barras sobre la al menos una sección A (101) de tal manera que en la al menos una sección A (101) se produce un patrón (304) de código de barras formado por áreas de la capa (102) de código de barras con anchuras iguales o diferentes.

2. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que el patrón de código de barras consiste en líneas con anchuras iguales o diferentes de la capa (102) de código de barras, que se extienden perpendiculares al eje longitudinal alrededor de la sección A (101) del cuerpo base.

3. Dispositivo según la reivindicación 1 o 2, en el que el cuerpo base y/o la capa (102) de código de barras consisten en un material biocompatible.

4. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el cuerpo base y/o la capa (102) de código de barras están revestidos con una película de un material biocompatible.

5. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el cuerpo base consiste en un polímero seleccionado de la lista: copolímeros de cicloolefinas (COC), polímeros alcánicos saturados parcialmente fluorados o perfluorados o parcialmente clorados o perclorados, poliésteres, polisulfonas, poliarilatos, poliéteres, poliuretanos, polisiloxanos, polifosfacenos, polisilazanos, poliacrilatos, polimetacrilatos, polietileniminas, polímeros que contienen tiol o mezclas de dos o más de ellos.

6. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la capa (102) de código de barras consiste en metales, polímeros cristalinos o parcialmente cristalinos con o sin relleno de partículas, o cerámicas absorbentes de IR.

7. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, en el que la película consiste en parileno, polímeros fluorados, una capa de vidrio, COC, polieterecetona o poliestireno.

8. Procedimiento para fabricar un dispositivo para la identificación de objetos o seres vivos en el agua transparentes a la luz infrarroja al menos en una parte, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, con las etapas del procedimiento consistentes en:

- a) preparar un cuerpo base que comprende al menos una sección A (101) con simetría axial y globalmente convexa, de un material transparente a la luz infrarroja;
- b) aplicar una capa (102) de código de barras, hecha de un material opaco a la luz infrarroja, sobre al menos una parte de la al menos una sección A (101) del cuerpo base, de tal manera que en la al menos una sección A (101) se produce un patrón (304) de código de barras formado por áreas de la capa (102) de código de barras con anchuras iguales o diferentes;
- c) retirar el dispositivo (303).

9. Procedimiento según la reivindicación 8, en el que, después de la etapa de procedimiento b), tiene lugar la aplicación de una película biocompatible sobre el cuerpo base y/o la capa de código de barras.

10. Procedimiento para identificar objetos o seres vivos en el agua transparentes a la luz infrarroja al menos en una parte, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, con las etapas del procedimiento consistentes en:

- u) introducir el dispositivo (303) con un patrón (304) de código de barras predeterminado en una parte transparente a la luz infrarroja de un objeto o un ser vivo;
- v) irradiar el objeto o el ser vivo en el agua con una fuente de infrarrojos y registrar el patrón de transmisión con una cámara;
- w) leer el patrón (304) de código de barras e identificar el objeto o el ser vivo por medio de un sistema EVA.

11. Uso del dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 para identificar peces en un cardumen en el agua.

Fig. 1

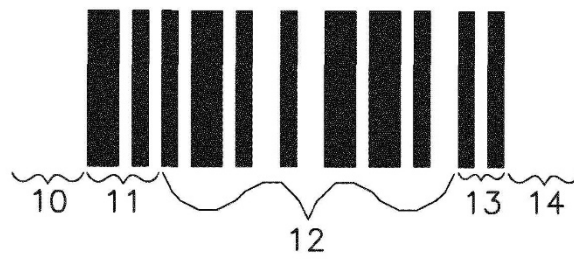


Fig. 2

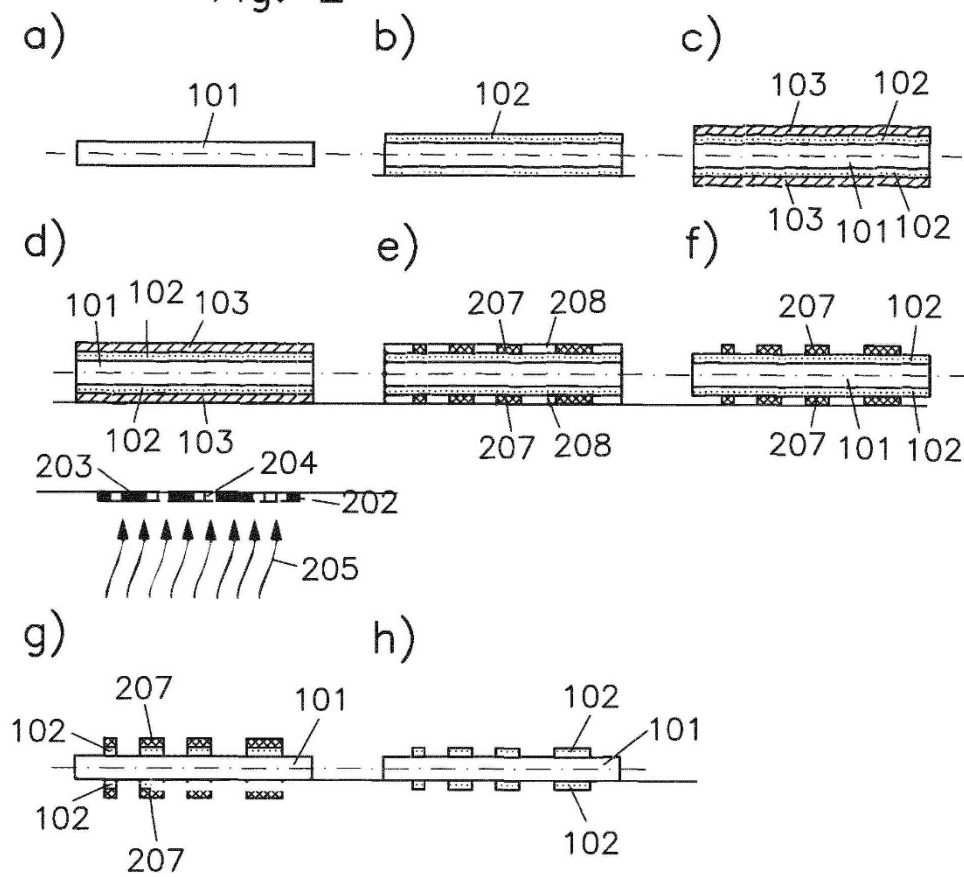


Fig. 3

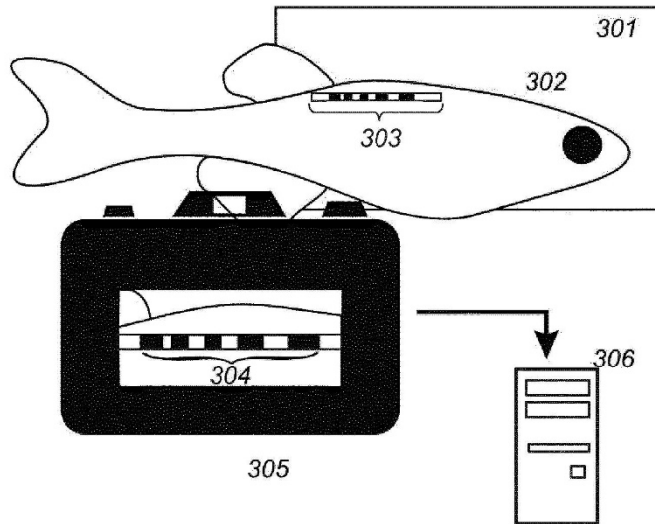


Fig. 4

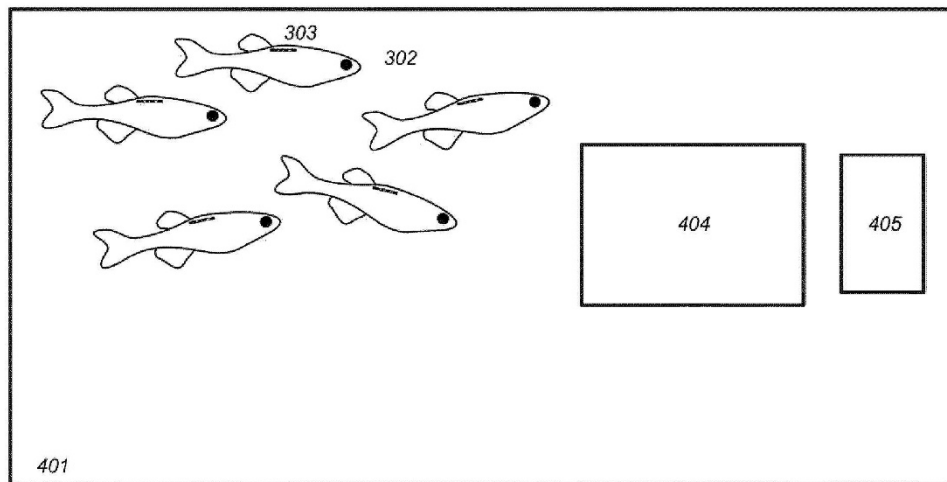


Fig. 5

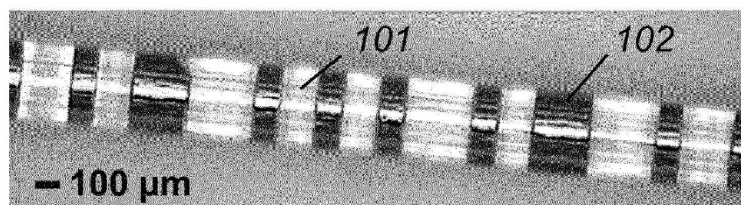


Fig. 6

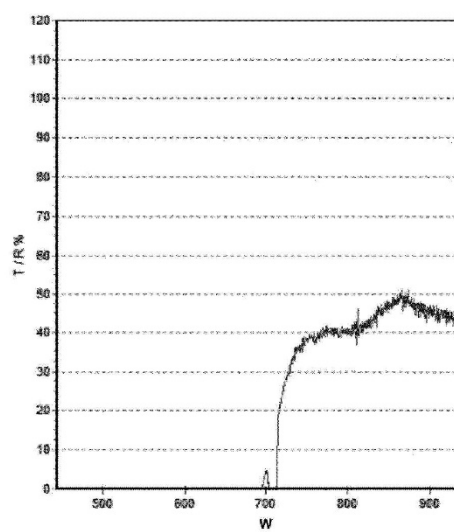


Fig. 7

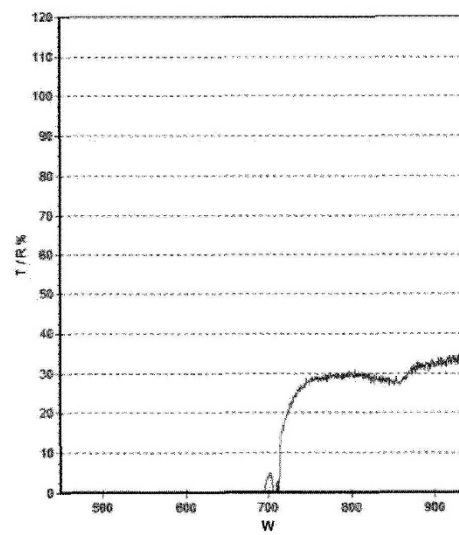


Fig. 8

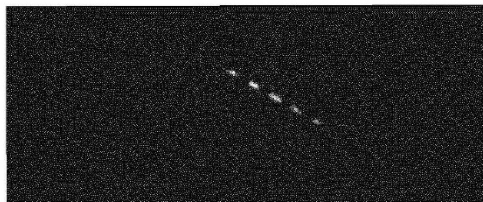


Fig. 9

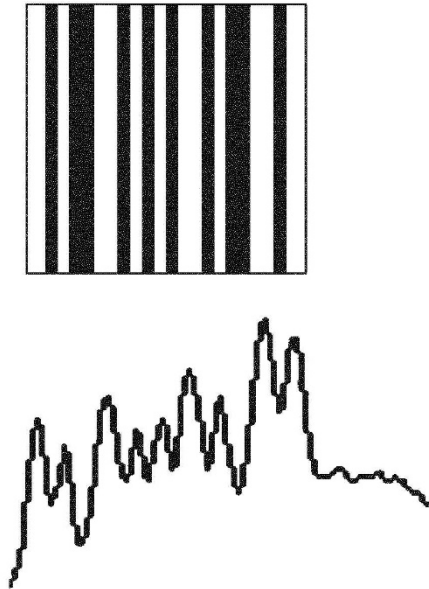


Fig. 10

